Dresler, Petr

Stavební materiál

In: Dresler, Petr. *Opevnění Pohanska u Břeclavi.* Měřínský, Zdeněk (editor); Klápště, Jan (editor). 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011, pp. 82-93

ISBN 9788021054219

Stable URL (handle): https://hdl.handle.net/11222.digilib/127642
Access Date: 09. 12. 2024
Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

MUNI ARTS Masarykova univerzita Filozofická fakulta

Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University
digilib.phil.muni.cz

STAVEBNÍ MATERIÁL

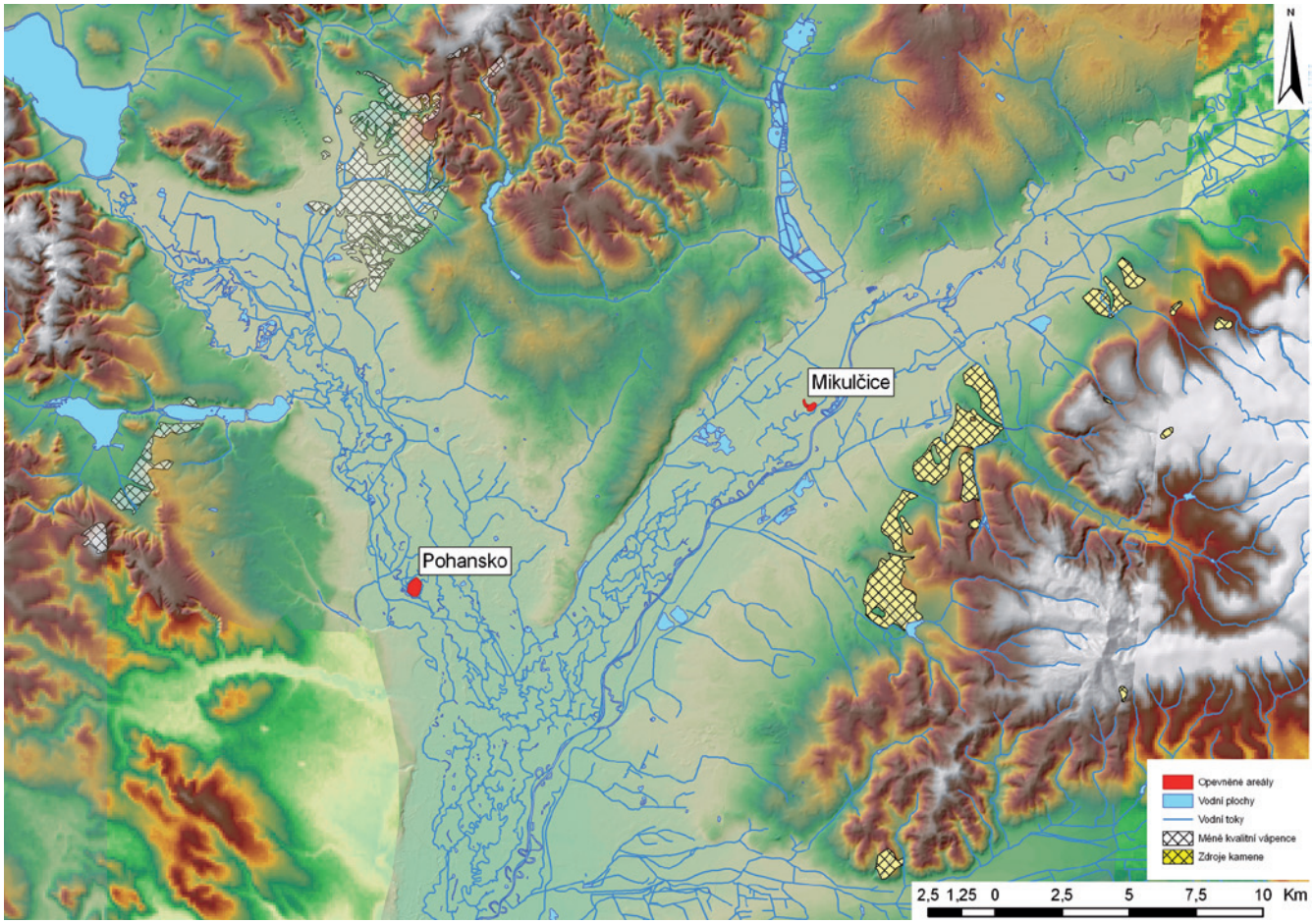
Opevnění centrální části Pohanska je se svou délkou 1,9 km jedním z nejdelších a nejmohutnějších opevňovacích děl své doby. K jeho výstavbě bylo potřeba na místo transportovat velké množství stavebního materiálu, především kamene, ale i dřeva a zeminy.

Kámen

Podle petrografických analýz materiálu vytěženého při výzkumech na Pohansku je spektrum použitého kamene široké (*Štelcl 1971; Štelcl – Tejkal 1961*). Neplatí to ovšem v případě opevnění, kde registrujeme pouze několik základních druhů kamenné suroviny. Jsou to především silně písčité organodetritické vápence, následují lumachelové nebo oolitické vápence a minimálně jsou zastoupeny nažloutle až nahnědle šedé, zřetelně zvrstvené kalcitické pískovce s glaukonitem (*Přichystal 2006*).

Nejbližší výskyt výše uvedených kamenných surovin se nalézá v úzkém pruhu od Valtic přes Hlohovec až po Vrbice, tj. 12 km vzdušnou čarou na západ od Pohanska. Svým složením a objemem nedosahují žádoucích shodných parametrů s materiálem z Pohanska. Velikost tamních vápencových hlíz dosahuje pouze 10 cm. Rozsáhlejší, lépe dostupná z hlediska těžby a kvalitativně shodná surovina se vyskytuje v oblasti slovenského Záhoří, zejména v okolí Skalice a Holíče, 30 km vzdušnou čarou od Pohanska (Obr. 72). Zde je možné nalézt až 0,5 m silné lavice pevných vápnitých pískovců až písčitých vápenců na vrstevních plochách, s hojnými lumachely schránek měkkýšů (*Macháček et al. 2007; Přichystal 2006*). Podrobnější informace viz příloha A. Přichystala – Petrograficko geologická zpráva o kamenných surovinách použitých k výstavbě hradby a jejích zdrojích.

Podle informací přímých účastníků geologické prospekce v roce 2005 se v blízkosti Holíče na vrchu Hrebeň vyskytují lavicovité útvary, kde se vrstvy kamene o síle několika centimetrů střídají s vrstvami písku. Tyto vrstvy kamenů mají povrch, který vypadá, jako by kameny byly vystaveny povětrnostním vlivům.



Obr. 72 – Výskyt kamenných surovin použitých na stavbě opevnění Mikulčic a Pohanska.

Kvalita kamene způsobuje, že ostré hrany se díky povětrnostním vlivům ohlazují. Z výše uvedených informací vyplývá, že kámen mohl být jak sbírán na svazích v okolí Holíče, tak těžen v lomech, které se podařilo v terénu asi identifikovat, ale bez výzkumu je tato hypotéza nepodložená. Objem těchto „lomů" zjištěných prospekcí přibližně odpovídá objemu kamene potřebného k výstavbě opevnění Mikulčic a Pohanska (za upřesňující informace děkuji V. Šešulkovi).

Nové archeologické, petrografické a geologické výzkumy se shodují s podobnými závěry starších analýz (*Dostál – Štelcl 1985; Štelcl 1971; Štelcl – Dostál 1984*). Původ kamenné suroviny použité k výstavbě opevnění je v oblasti Skalice a Holíče, kde písčito-vápencová souvrství dosahují dostatečného objemu. I přesto byl kámen pro stavbu spíše sbírán než lámán, jak napovídá vzhled kamene získaného při výzkumu.

Dřevo

Paleobotanické analýzy zuhelnatělých dřev získaných z konstrukce hradby a její destrukce provedené E. Opravilem (*1966; 1985b; 2000*) a J. Škojcem (*2005*) ukazují, že veškeré dřevo použité k výstavbě pochází z dubu. Pro zjištění původu dřeva je potřeba srovnat paleobotanická zjištění, jež jsou ovlivněna výběrem a metodou odběru při archeologickém výzkumu, s palynologickými analýzami a na jejich základě vytvořenými rekonstrukcemi vegetace (*Doláková – Rozsková 2006; Macháček et al. 2007; Svobodová 1990*). Z analýzy H. Svobodové, postavené na vzorcích z výplně říčního ramene poblíž sondy řezu R16 a R17 (Východní brána), vyplývá, že okolí Pohanska bylo porostlé smíšenou doubravou od časně slovanského období s pozvolným vzestupem podílu dubu (Quercus). Bylinné pylové spektrum vykazuje podíl lokálních lučních porostů, jež mohly být člověkem využívány k pastvě nebo senoseči. Tento stav podle H. Svobodové odpovídá situaci v časně slovanském a předvelkomoravském období. V následujícím období dochází ke snižování křivek dřevin smíšené doubravy, což dokládá odlesňování krajiny. Zvyšuje se podíl bylin (trav). Také se zvětšuje křivka obilovin s vyšším zastoupením pylu žita (Secale) a objevují se pylová zrna pohanky (Fagopyrum). Co je pro nás nejdůležitější a nejzajímavější, je pokles pylové křivky dubu (Quercus). Tuto fázi klade H. Svobodová do velkomoravského období (*Svobodová 1990*).

Pokles v pylové křivce dubu ve vrstvách řazených H. Svobodovou do velkomoravského období lze v našem případě spojit s těžbou tohoto druhu dřeva pro stavbu opevnění a dalších konstrukcí uvnitř osídlené plochy. Pro odlesnění oblasti hovoří i analýza N. Dolákové a A. Rozskové provedená na vzorcích získaných z výzkumu destrukce opevnění v prostoru sondy řezu R18 v letech 2005 a 2006. Vzorky pocházejí z geologických vrtů, z přímého odběru z původní humusovité vrstvy (A horizont) a z kulturní vrstvy vzniklé uvnitř opevněného areálu již za doby existence opevnění. Podle palynologických analýz vše nasvědčuje tomu, že v 9. století došlo k výraznému odlesnění okolní krajiny Pohanska a ke zmenšení podílu dubu a dalších kvalitních dřevin (jasan, habr, jilm, lípa) v druhovém spektru lesního porostu (*Doláková – Rozsková 2006*).

Dendrochronologické analýzy provedené na vhodných vzorcích získaných archeologickým výzkumem na Pohansku přinesly informace týkající se kvality dřevní hmoty dubu. Většina vzorků je pro dendrochronologické analýzy nevhodná z důvodu malého počtu letokruhů. Pro nížinné oblasti povodí Moravy a Dyje je typický veliký nárůst dřevní hmoty, tedy dosažení vhodného průměru kmene za poměrně krátkou dobu v porovnání s jinými, výše nebo severněji položenými oblastmi Moravy. Z tohoto důvodu je řada dochovaných kusů nepoužitelná pro získání kvalitního data. V sérii vzorků zaslaných k dendrochronologické analýze se však objevily kusy, jež svým počtem dosáhly nebo mohly dosáhnout potřebného minima počtu letokruhů, aniž by jejich velikost byla výrazně odlišná od jiných kusů zuhelnatělého dřeva. Naskýtá se zde otázka, zda určitá část dřeva použitého k výstavbě nemohla být splavena z vyšších poloh. Bohužel nemáme informace o rychlosti nárůstu dřevní hmoty v okolních, relativně výše položených oblastech.

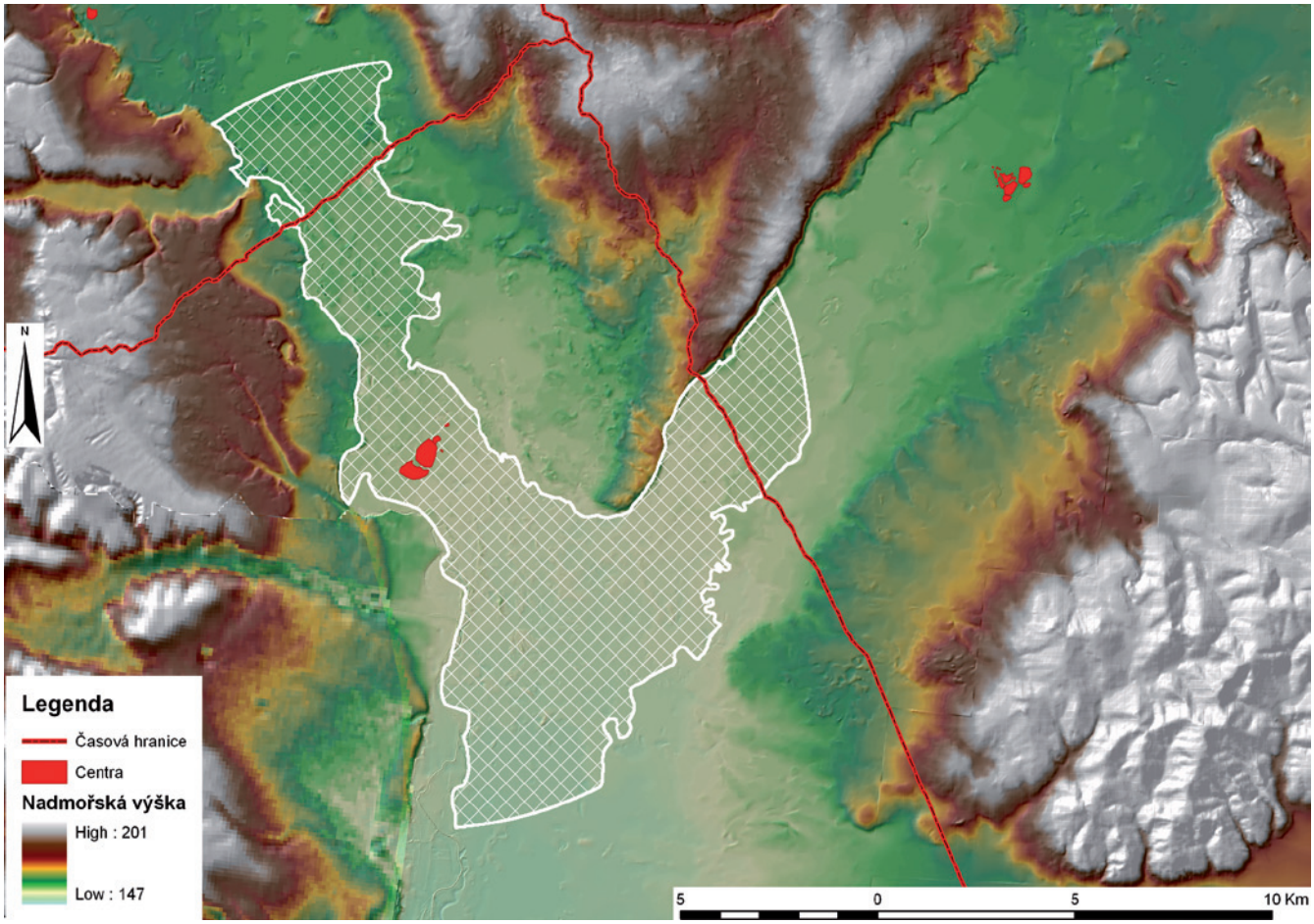
Pro řešení otázky, odkud by teoreticky mohlo být dřevo splavováno, můžeme použít potenciální přirozené vegetace České republiky (*Neuhäslová 2001*). Pohansko se nachází v jednotce lužní les, přesněji ve fytocenologické jednotce jilmová jasenina v komplexu s topolovou jaseninou. Dominantami stromového patra této jednotky jsou jasan úzkolistý (Fraxinus angustifolia subsp. Danubialis) a dub letní (Quercus robur), pro spodní patro je častá lípa srdčitá (Tilia cordata) a jilmy (Ulkus minor, U. laevis). Sousední oblast zastupuje prvosenková dubohabřina s dominantním habrem (Carpinus betulus) a duby (Quercus petraea, Q. robur), sprašová doubrava s dubem zimním (Quercus petraea), dubem šípákem (Q. pubescent) a dubem letním (Q. robur) a subkontinentální ostřicová doubrava s prakticky jedinou dřevinou – dubem letním (Quercus robur). Třetí zónu tvoří mahalebková anebo dřínová doubrava s dominantním dubem šípákem (Quercus pubescent) nebo dubem zimním (Q. petraea). Tyto fytocenologické jednotky se vyskytují v okolí Pohanska do vzdálenosti 20 km ve směru na SV (povodí Kyjovky po Lužice náleží do střemchové jaseniny s dominantním jasanem) a ve směru na SZ až k povodí Jevišovky (střemchová jasenina) (vše *Neuhäslová 2001*). Dřevo, pokud bylo těženo v maximální vzdálenosti 1 km od hlavních vodních toků, by pocházelo z území o rozloze až 1 000 km^2.

Ať už bylo dřevo dováženo či splavováno z nějaké blízké či vzdálenější lokace, nebo i pocházelo z nejbližšího okolí Pohanska, můžeme počítat s tím, že prozatím neznámý objem byl vždy získán z jednoho místa. Dokladem je analýza dřeva, použitého k výdřevě studny O203 z výzkumu v Lesní školce a pokáceného krátce po roce 882.

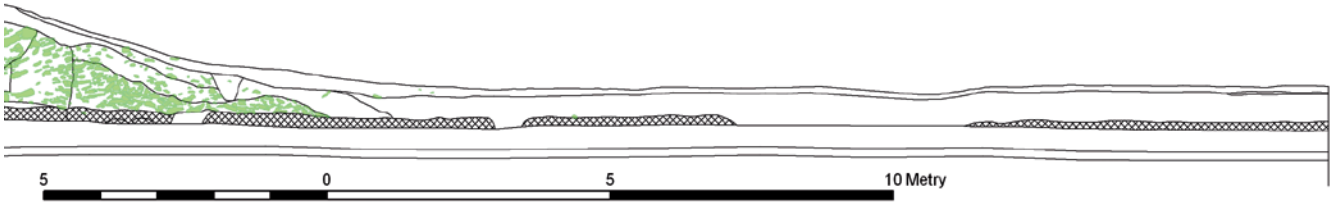
Zemina

Hlinitojílovitý materiál použitý k vyplnění jádra pochází z prostoru před hradbou. Vymezit tento prostor je však obtížné. Na základě sledování terénní situace před hradbou při výzkumu řezu R18 a R19 docházelo k odebírání půdního typu (mladší subfosilní horizont) místy až na jílovité podloží (Obr. 74) Svědčí o tom charakter výplně jádra, kde se nahodile střídají vrstvičky černé hlinitopísčité zeminy s jílovitou. Konec sníženého půdního typu se nepodařilo zachytit ani ve vzdálenosti 20 metrů od čela hradby.

Povrchovou prospekcí a sondáží za použití pedologického a geologického vrtáku se podařilo zjistit závislost druhu výplně na daném druhu podloží v nejbližším okolí sondáže. Tím se potvrzují poznatky zjištěné terénním archeologickým výzkumem na všech zkoumaných úsecích. Nejzajímavější je situace na jižním úseku opevnění, kde je horní část jádra hradby z hrubšího



Obr. 73 – Území údolní nivy schopné zásobit Pohansko dřevem.



Obr. 74 – R18 – severní profil. Odebraný a snížený mladší subfosilní horizont (křížová šrafura) před hradbou.

říčního písku a spodní z jemnějšího říčního písku. Tyto dvě složky jsou odděleny ca 2 cm silnou vrstvou s uhlíky. V těchto místech se hradba nejvíce přibližuje k dnešnímu, již zaniklému rameni Dyje, o němž se domnívám, že v době výstavby bylo hlavním tokem Dyje, a je nanejvýš pravděpodobné, že materiál použitý ke stavbě byl těžen ze břehu řeky.

Z výzkumů na severovýchodním úseku destrukce opevnění víme, že jádro hradby bylo nasypáno ze žluté jílovito-sprašové hlíny s minimálním výskytem archeologického materiálu (keramika, kosti, přemístěná mazanice). Vzhledem ke skutečnosti, že hradba překrývá starší osídlení a výzkumy bylo starší osídlení doloženo i v okolí, předpokládáme, že materiál byl transportován z míst, kde do doby výstavby hradby neexistovalo starší osídlení, nebo byl materiál opět získán těžbou ze břehu ramene Dyje, které ovšem muselo svou erozní činností narušovat dunu, na níž se hradisko nachází.

Palynologicky bylo analyzováno i několik vzorků z násypu jádra hradby, jednak mezi kameny, jednak přímo z násypu jádra. Ve vzorcích se nacházelo velké množství rozloženého organického materiálu a chudé pylové spektrum obsahovalo ve velmi malých množstvích téměř všechny dřeviny. Zajímavý je objev spor hub rostoucích na dubech (*Doláková – Rozsková 2006*).

Stavební materiál – množství

Výpočet objemu suroviny potřebné k výstavbě opevnění je jedním z předpokladů k odvození doby transportu materiálu a doby výstavby opevnění. K této problematice se již vyjádřil

R. Procházka v rámci své diplomové práce a později i ve své disertační práci (*1979*, *1986*). Jeho výpočty objemu kamene a zeminy vycházejí z tehdejších poznatků o rozměrech hradby a konstrukčních prvků. Za předpokladu, že hradba dosahovala délky 1 928 m, výšky 3 m a šířky 6,5 m, a po doplnění rozměrů konstrukčních prvků je možné vypočítat objem a hmotnost surovin potřebných k výstavbě hradby.

K výstavbě hradby byly použity tři základní stavební suroviny: kámen, hlína a dřevo. Pouze kámen nemá zdroj přímo v lokalitě, ale byl dovážen z míst vzdálených až 30 km vzdušnou čarou. Druhá surovina (hlína) pochází sice z místa, ale její získání nebylo vázáno přímo na výstavbu hradby, tak jako je tomu v případě lokalit, kde byl před hradbou vyhlouben příkop, a tak byl materiál získáván přímo na místě. Domnívám se, že tato surovina byla těžena v prostoru před hradbou, a to až do vzdálenosti přes 20 m. Poslední stavební materiál (dřevo) se sice v nejbližším okolí vyskytuje, ale není vyloučeno, že v době výstavby musel být transportován již z větší vzdálenosti. Ze dřeva nebyla postavena jenom hradba, ale téměř vše ostatní na Pohansku, a tak je možné, že již v době výstavby jej zde byl nedostatek, zejména potom dřeva stavebního.

Zemina

Množství zeminy použité k výstavbě hradby je možné zjistit z údajů získaných výzkumem. Nakypření materiálu rytím či kopáním může způsobit výrazné odchylky v hodnotách mezi objemem hradby a objemem místa těžby. Jinak řečeno, prostor, odkud byla zemina získána, má menší objem než zemina v místě, kde je nasypána. Teoreticky by rozdíl v objemu vytěženého prostoru a zeminy z destrukce hradby neměl být veliký, a to z důvodu postupného sesedání zeminy. Prakticky nelze objem zeminy ve zbytku a destrukci spočítat přesněji, protože se sedimentací dostává mezi kameny a také mohla být povodněmi odnášena pryč. Odhadovaný objem zeminy použitý v konstrukci hradby se pohybuje okolo hodnoty 29 000 m^3, což po přepočtu dává až 69 000 tun

Před hradbou na ploše řezu R18 a R19 jsme zaznamenali snížený A horizont až o polovinu předpokládané síly. Na severním profilu sondy R18 se také podařilo zachytit několik nejasných sníženin až na úroveň jílovitého podloží. Z tohoto důvodu jsme přijali předpoklad, že materiál jádra hradby byl získáván z plochy před vlastní hradbou. Tomu by odpovídala situace zjištěná archeologickým výzkumem a sondáží pedologickým vrtákem na jiných úsecích linie opevnění.

Pokusil jsem se vypočítat vzdálenost od čela hradby, do jaké bylo nutné sejmout nadložní vrstvu, aby bylo možné vyplnit jádro hradby. Plocha jílovitohlinitého jádra na dokumentovaných profilech se pohybuje v rozpětí od 13,7 do 15,9 m^2. K tomu lze ještě připočíst přibližně další 2 m^2 zeminy naplavené mezi kameny. Dostáváme se k průměrné hodnotě ca 17 m^2. Vydělením získaného čísla pravděpodobné mocnosti odebrané zeminy (0,15 m) docházíme k zjištění, že by stavitelé museli odstranit zeminu až do vzdálenosti 105 m. Na některých úsecích opevnění to nebylo nezbytné a materiál mohl být získáván z břehů říčních ramen, čemuž nasvědčují výzkumy na severovýchodním úseku destrukce opevnění, kde se v násypu jádra hradby z „čistého“ jílu nepodařilo nalézt větší počet keramického materiálu, a to i přesto, že hradba byla postavena na starším, starohradištním, sídlišti.

Dřevo

Vypočítat objem dřeva nezbytného ke konstrukci hradby bylo i přes dvanáct velkoplošných výzkumů poměrně složité z důvodu malého množství dochovaného zuhelnatělého dřeva. Nejlépe byly dochovány zbytky konstrukce týlní dřevěné stěny. Základový rošt a základové kleštiny bývají dochovány různě podle toho, zda jsou zuhelnatělé nebo zetlelé. Další použití dřeva v konstrukci hradby jsme zachytili při výzkumu řezů R18, R19 a při kritickém rozboru také v dokumentaci výzkumu R01. Zuhelnatělé kusy příčně položených trámů/klád roštu i mezirošt dosahovaly maximální délky 3 m, pravděpodobněji spíše 2 m. Další použitá dřeva musíme očekávat na vrcholu hradby v konstrukci. Všeobecně je tam předpokládána dřevěná předprseň a snad i krytý ochoz.

V případě dřevěné konstrukce hradby počítám s využitím kulatiny o průměru 0,3 m, fošen 0,25 × 0,75 m. Délku kulatiny a fošen odvozuji podle rekonstruované šířky a výšky hradby a dalších konstrukčních prvků. Počítal jsem objem dřeva pro dvě konstrukční varianty (Tab. 1). V prvém případě předpokládám přítomnost těchto prvků: základový rošt pod čelní zdí (délka 3 m), delší trámy základového roštu – základové kleštiny (délka 6,5 m), jednu vrstvu mezirošt (délka 2 m), svislé týlní kůly týlní stěny (délka 4 m) a fošny týlní stěny (délka 1,7 m). Ve druhé variantě předpokládám opakující se mezirošt každého 0,6 m výšky (délka 2 m) a kleštiny ve výšce 1,8 m nad základem a ještě jedny na vrcholu hradby (délka 6,5 m).

Do finálních čísel není započítána konstrukce na vrcholu hradby, ochozu, předprsně, tunelovitého(-ých) vstupu(-ů) a bran. Rozdíl mezi oběma variantami je téměř pětinásobný, což je způsobeno dalšími mezirošty a kleštinami, jejichž existence není bezpečně potvrzena. Nejoptimálnější se jeví varianta 3, kdy kůly jednoho mezirošty byly od sebe vzdáleny 0,6 m. V tom případě by objem dřeva potřebného k výstavbě hradby dosáhl 7 373 m^3.

Výměra lesa vytěženého k získání množství dřeva varianty 1 se pohybuje v rozmezí od 91 ha do 4567 ha, u varianty 2 interval nabývá hodnot od 18 do 921 ha. Rozpětí je způsobeno možnostmi lesních porostů v závislosti na druhu lesního managementu. Pro raný středověk v podstatě neznáme způsob využívání lesa a ani přesný rozsah lesních porostů. Spodní hodnotou je definováno území potřebné k získání dřeva k výstavbě celého opevnění centrální části v případě, že les byl spravován dnešním způsobem, kdy z jednoho hektaru lesa je možné získat až 50 % dřeva vhodného ke stavebním účelům. Tuto variantu lze také použít i v případech, kdy lesní porosty nebyly do doby výstavby opevnění káceny vůbec, nebo nebyly využívány po dobu ca 200 let. Maximální hodnota potom představuje les spravovaný tzv. výmladkovým hospodářstvím, způsobem známým v pozdním středověku a pravděpodobně využívaným i ve starším období. Z tohoto lesa bylo možné po určité době získat jednorázově pouze 20–40 % stavebního dřeva.[1]

V případě Pohanska musíme počítat s lesem využívaným dvěma, možná třemi časně slovanskými a později starohradištními sídlišti, a teoreticky s lesem vykáceným pro plochu a potřebu žárového pohřebiště. Musíme předpokládat odlesnění

1 Za informace o způsobu těžby a výnosnosti lesa děkuji ing. Michalu Kneiflovi, PhD., z Ústavu hospodářské úpravy lesů Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně.

lokality pro získání stavebního dřeva na domy a k získání plochy vhodné k zemědělské činnosti. I v případě, že se polnosti starohradištních osad nacházely na duně společně s osadami, je jisté, že potřeby obyvatel ovlivnily výnosnost i okolního lesa. Nemůžeme tak vyloučit získávání dřeva ze širšího území pro potřeby nejen výstavby hradby, ale i staveb uvnitř hradiska.

V případě opevnění je význam transportu dřeva ještě důležitější s ohledem na extrémní výběr určitého druhu dřeva použitého ke stavbě. Vždy, když zuhelnatělé kusy dřeva pocházely se stoprocentní jistotou z konstrukce hradby (týlní stěna, rošt, brána), byly paleobotanicky analyzovány, jednalo se o dřevo dubu. Kvalitní vlastnosti dubového dřeva a jednostrannost zaměření stavitelů na jeho využití musela způsobit jeho nedostatek v okolí.

Kámen

Výzkumy zjištěný objem kamene pro jednotlivé sondy je různý. Zatímco z výzkumu R18 jsme vyzvedli 13,7 m^3 kamene, z výzkumu R19 jsme získali pouze 7,2 m^3 kamene. Tento rozdíl je patrný i na půdorysném průmětu dokumentovaných kamenů v ploše. Jádro hradby ve výzkumu R18 je v porovnání s prostorem jádra výzkumu R19 obsahuje výraznější množství kamenů. Hranice je definována propáleným prostorem tunelovitého vstupu na temeno hradby, který jsme zachytili a prozkoumali právě na rozhraní těchto výzkumů. Z dokumentace starších výzkumů pouze v případě plochy R14 máme informace o objemu kamene získaného z destrukce. Bohužel destrukce byla v pozdějším období narušena a pro naše výpočty nemá užitek.

Výzkum	Objem m^3	Objem hradba kámen	Kámen hradba t
R18	13,7	5 280	13 993
R19	7,2	2 783	7 375
Σ	20,9	4 032	10 079

Tab. 2 – Objem kamene použitého k výstavbě hradby na základě objemu zjištěného výzkumy R18 a R19.

Interpolací hodnot zjištěných výzkumy R18 a R19 na prozkoumaném, 10 m dlouhém úseku opevnění (20,7 m^3) dostáváme na celou délku opevnění objem 4 032 m^3 kamene, tedy kamene použitého k výstavbě opevnění centrální části Pohanska. Při použití jednotlivých hodnot zjištěného objemu kamene z výzkumů R18 a R19 se dostáváme k celkovému objemu kamene použitého k výstavbě opevnění v rozmezí od 2 783 m^3 do 5 280 m^3, což po přepočtu na hmotnost dává rozpětí od 7 375 do 13 993 tun. Rozpětí hodnot je poměrně široké a není jednoduché se rozhodnout pouze pro jednu z možností. Pro další výpočty používám horní hranici odhadu objemu kamene použitého na stavbu hradby.

Transport materiálu

V 9. století byl transport materiálu možný pouze suchozemskou a vodní dopravou. Moravská velkomoravská hradiska jsou vázána na vyvýšená místa údolní nivy, k těsné blízkosti řeky, do míst, kde se kříží cesty suchozemské s vodotečí. Archeologické a i historické prameny dokládají intenzivní využívání obou komunikací.

Vůz

Pro velkomoravské období se uvažuje o transportu materiálu za pomoci čtyřkolového vozu s nosností 5–7 q (*Kudrnáč 1970*). Podle J. Kunowa, jenž se zabýval jednotlivými druhy dopravy v římských provinciích, mohl vůz tažený dvěma tažnými zvířaty přepravit 2,5–3 q na vzdálenost 18–20 km za den (*Kunow 1983*). Hmotnost odhadnutou J. Kudrnáčem tak musíme odmítnout, neboť přepravní prostředky ze starší doby využívající kvalitních cest se ani nepřibližují minimální hodnotě, kterou navrhuje. Rudolf Procházka při výpočtech pracovních hodin nutných k transportu kamene použitého k výstavbě opevnění Pohanska pracoval se spodní hranicí Kudrnáčova odhadu, což při nosnosti 5 q znamená 5 jízd pro přepravu 1 m^3 kamene z místa těžby na stavbu. Při poloviční přepravní kapacitě je potom nezbytný dvojnásobný počet jízd, než autor předpokládá (*Procházka 1979*).

Zatímco přechod přes řeku Moravu byl možný přes soustavu mostů odkrytých výzkumy v Mikulčicích (*Poláček – Marek 2005*), překonávání Kyjovky (Stupavky) není pro velkomoravské období známo, ač existenci mostu nemůžeme vyloučit, pokud se Kyjovka s Moravou nespojovaly právě v prostoru Mikulčic.

Na základě terénní konfigurace mezi předpokládaným místem těžby či sběru kamenné suroviny a místem jejího použití se domnívám, že vozy byly používány k přepravě suroviny pouze

Konstrukční prvek	Délka	Počet ks	Objem m^3 1 ks	Objem m^3
Základové kleštiny	6,5	2 032	0,46	933,1
Další kleštiny (2)	6,5	4 064	0,46	1 866,3
Základový rošt	3,0	6 433	0,21	1 363,5
První mezirošt	2,0	6 433	0,14	909,0
Počet dalších meziroštů (4)	2,0	25 732	0,57	14 543,7
Kůly týlní stěny	4,0	2 032	0,28	574,2
Fošny týlní stěny	1,7	12 192	0,03	362,7
Varianta 1		29 122		4 142,6
Varianta 2		58 918		20 552,6

Tab. 1 – Objem dřeva v jednotlivých konstrukčních prvcích hradby.

k přístavu na nejbližším splavném vodním toku. Odtud byly kameny převáženy lodí k nejbližšímu přístavu stavby nebo až na místo stavby. Při přepravě na delší vzdálenost by vůz musel překonávat Moravu a Kyjovku.

Lodní doprava

V raném středověku je evidována řada lodí používaných u Slovanů a v okolních oblastech nejen na moři, ale také na řekách. Na území střední Evropy je doložena říční doprava i přímými doklady již od pravěku, a to nálezy dlabaných člunů – monoxylů (Obr. 75). Lodě větších rozměrů, především tažené lodě, nemůžeme vyloučit, ačkoliv doposud postrádáme jejich nálezy.

Hlavní moravské řeky Morava a Dyje, stejně jako Vltava a především Labe, byly využívány k dopravě a obchodu. Dokladem jsou například nálezy monoxylů na toku řeky Moravy od Mohelnice po Mikulčice. Pro Dyji přímé doklady lodního transportu nemáme. Pro dobu římskou však s říční dopravou musíme počítat ve spojitosti s vojenskou stanicí v poloze Hradisko na katastru bývalého Mušova. V okolí intenzivně zkoumaného opevněného vojenského centra je registrována celá řada vojenských pochodových táborů na obou březích Dyje, Jihlavy a Svratky. Četné další stopy rozsáhlých vojenských aktivit v souladu s písemnými a ikonografickými prameny naznačují, že zásobování nemohlo být prováděno suchou cestou, ale rychlejší a výkonnější cestou vodní. Je jenom otázkou času a štěstí, podaří-li se zachytit přístav, popřípadě zbytky lodí.

Na rozdíl od labské vodní dopravy, jež se udržela od laténu do středověku a dále (*Salač 1997*), na řece Moravě a jejích přítocích byl dopravní provoz slabší. V raném a vrcholném středověku to mohlo být způsobeno změnou obchodních tras ze směru sever–jih na východ–západ, čímž došlo k potlačení významu řeky Moravy jako komunikační osy a také k posunutí center dále do vnitrozemí. Jejich spojnicemi potom nebyly vodní toky, ale suchozemské komunikace, které postupem doby přerostly v hlavní komunikační tepny fungující až do současnosti. Hlavní komunikační osy raného středověku spojující tehdejší centra se dostaly na okraj zájmu.

Podle výpočtů nosností lodí provedených M. Eckoldtem (*1986*) mohl monoxyl při délce 5–12 m, šířce 0,5–0,9 m a výšce bočnic 0,4–0,6 m unést 2–10 q. Při plném naložení potom taková loď potřebovala vodoteč o hloubce minimálně 0,6–0,7 m. Hasholmský monoxyl (délka 12,5 m, šířka 1,5 m a výška 1,2 m) z doby železné měl nosnost 8 602 kg při pětičlenné osádce, menší monoxyl z Poole (délka 10,08 m, šířka 1,24 m, výška bočnice 0,38 m) uvezl již jen 898 kg při čtyřčlenné posádce (*McGrail 1990*). Experimentální monoxyl z Federseemuseum (délka 11,8 m, šířka 0,6 m, výška 0,6 m, váha ca 300 kg) má podle odhadů nosnost 600 kg (*Anzeiger 2001*). Jeden monoxyl dokázal nahradit jeden vůz, při větších rozměrech potom i vozy dva až tři. Nemůžeme vyloučit spojování dvou a více monoxylů do jednoho plavidla, čímž se zvýší nosnost a stabilita. Nevýhodou je potom snížení rychlosti plavidla. Spojování monoxylů je známo z Dunajce, doloženo však je i pro jihovýchodní a jižní Evropu (*Novotný 1951*).

Lodní přeprava byla a doposud je nenahraditelná při převozu obrovských objemů. Podle analýzy písemných pramenů doby římské dokázala běžná loď přepravit denně 3–7 t na vzdálenost 30–40 km (plavba po i proti proudu), přičemž v porovnání se suchozemskou byla desetkrát levnější (*Kunow 1983*). Studie Detleva Ellmerse, věnovaná obchodní plavbě raně středověké střední a severní Evropy, prokázala intenzivní využívání moře a i vodních toků. Na rozdíl od mořské lodní přepravy byly na řekách preferovány vlečné lodě. Tah proti proudu zajišťovali koně, tuři nebo veslaři. V závislosti na druhu vlečné lodě bylo možné přepravit náklad do hmotnosti až 15 t při použití jednoho tažného zvířete nebo sedmi táhnoucími veslaři (*Ellmers 1972*). Denní vzdálenost proti proudu Rýna se pohybovala v rozmezí od 23 do 50 km. Cesty po proudu byly pochopitelně rychlejší v závislosti na rychlosti proudu, od 50 do 106 km za den (*Ellmers 1972*). Na význam lodní dopravy pro raný středověk lze usuzovat i ze záměru Karla Velikého vykopat kanál Dunaj–Rýn. V této souvislosti se naskýtá otázka využití lodí při zásobování vojska Francké říše při výpravách proti velkomoravskému útvaru.

Nálezy lodí z prostředí střední Evropy jsou velmi ojedinělé a pouze na úsecích neregulovaných vodních toků (Jizera) nebo pocházejí z areálů těžby štěrků (Mohelnice). Jsou to bez výjimky monoxyly kompaktní konstrukce. Lodě konstruované z desek postrádáme, ale víme, že existovaly a měly mnohem vyšší nosnost, a tím i užitkovost z hlediska transportu materiálu jakéhokoliv druhu, při vynaložení minimální námahy a dosažení vysoké rychlosti. Publikace dřevěných předmětů z výzkumů koryt v Mikulčicích byla věnována pouze předmětům, u nichž byly zřetelné stopy opracování. Nejasné kusy nebyly do studie zahrnuty a u rozsáhlých a selektovaných výzkumů, jakými byly akce v Mikulčicích, je možné, že řada klíčových kusů unikla pozornosti a nebyla vůbec vyzvednuta a zpracována.

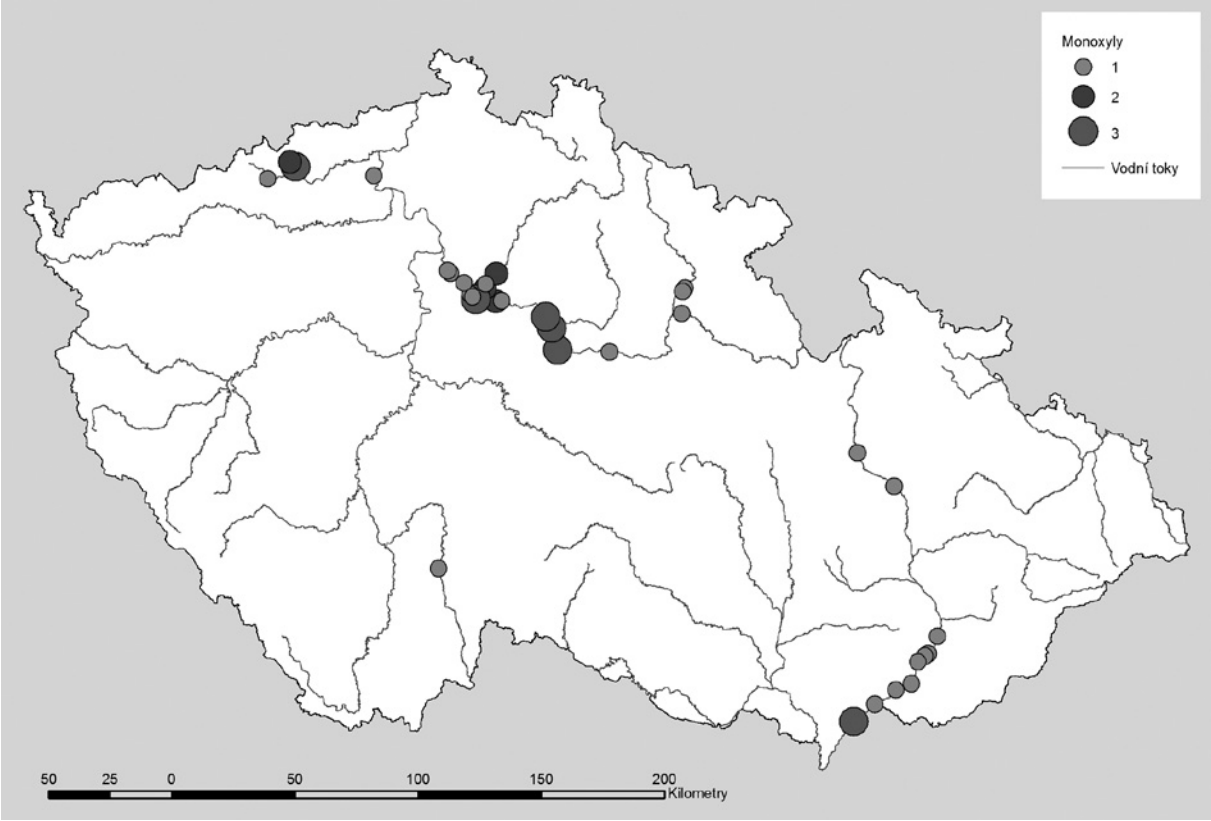
Geograficky i chronologicky nejbližší nálezy monoxylů pochází z výzkumů zaniklých říčních koryt v Mikulčicích. Zde se podařilo vyzdvihnout dva celé a několik částečně dochovaných monoxylů vyrobených z dubu (Obr. 76). Délka kompletně zachovalých kusů je 9 a 10 m, výška bočnic 0,36 až 0,45 m a šířka 0,66 a 0,72 m (*Poláček – Marek – Skopal 2000*). Využití monoxylů se předpokládá spíše v rybářství.

Pokusil jsem se vypočítat výtlak a nosnost obou kompletně dochovaných kusů z Mikulčic. Použil jsem jednoduchý vzorec: násobek délky, šířky a ponoru (výška bočnice mínus 0,1 m) byl násoben součinitelem výtlaku (0,6). Pro jistotu jsem do výpočtů zahrnul rozměry Hasholmského monoxylu (Tab. 3). Výsledkem je zjištění, že lodě z Mikulčic jsou schopny pojmout náklad o hmotnosti až 1 t, v případě větší lodě i objemnější náklad.

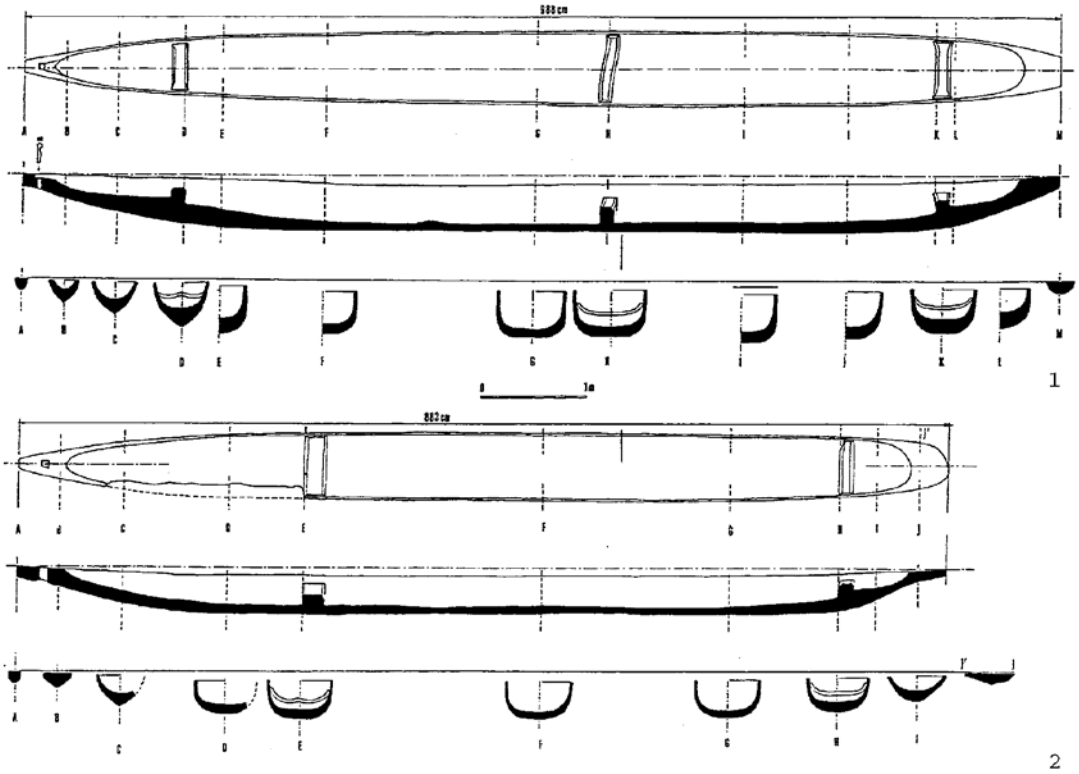
Vor

Vor je jednoduchý prostředek k dopravě dřeva z nejbližšího splavného místa těžby k místu zpracování nebo dalšího suchozemského transportu. Z hlediska transportu kamene se domnívám, že vor nebyl využíván, a to především pro svoji nedostatečnou nosnost, pokud ovšem není svázán do takové podoby, kdy se zvýší jeho výtlak. Je jisté, že potom by využití takového voru, kterým bylo možné transportovat i větší množství kamene, bylo dvojí. Dřevo mohlo být využito jako stavebního materiálu. V každém případě mohl být vor použit k transportu dřeva, pokud bylo těženo jinde než v bezprostřední blízkosti lokality.

Jistou nevýhodu v používání voru jako transportního plavidla vidím také v ovladatelnosti a v případě plavby proti proudu řeky. Na rozdíl od lodě, včetně monoxylu, je ovládání voru mnohem náročnější. Z ikonografických materiálů od doby



Obr. 75 – Nálezy monoxylů z území ČR. Vytvořeno na základě podkladů R. Tichého (*Tichý 2002*).



Obr. 76 – Mikulčice – monoxyly z výzkumů koryt – 1 (inv. č. 103), 2 (inv. č. 102) (*Poláček et al. 2000*).

Lokalita	Inv.č.	Délka	Šířka	Výška	Ponor max.	Objem	**Výtlak**
Mikulčice	103	10	0,70	0,45	0,35	2,45	**1,47**
Mikulčice	102	9	0,66	0,36	0,26	1,54	**0,93**
Hasholm		12,5	1,50	1,20	0,75	14,06	**8,44**

Tab. 3 – Výtlak vybraných monoxylů.

středověku po polovinu 20. století víme, že vor byl ovládán dlouhými bidly na obou koncích, jež se využívala pouze jako kormidla, přičemž hnací silou byl samotný proud toku. Proti proudu by plavba byla možná pouze za pomoci tažné síly pohybující se po břehu toku.

Nejekonomičtější a nejefektivnější dopravní prostředek použitý pro transport kamenné suroviny určené k výstavbě opevnění a církevních staveb v Mikulčicích a na Pohansku se mně jeví lodní doprava za pomoci monoxylů. K této variantě se přikláním z toho důvodu, že obě lokality jsou spojeny pomalu tekoucími vodními toky s dostatečnou hloubkou a šířkou. Námitku, že vzdálenost obou lokalit po vodě je trojnásobná (46 km) proti vzdálenosti po souši (16 km), bychom byli nuceni přijmout pouze za předpokladu, že situace tehdy byla stejná jako dnes. Není ale vyloučeno, že se Dyje v 9. století vlévala do Moravy již v místech pod dnešním Lanžhotem. Tím by se délka cesty zkrátila na více než polovinu (ca 20 km), což za předpokladu, že suchá cesta musela překonávat stoupání a několik vodních toků, zvýhodňuje lodní přepravu před vozy ve všech ohledech. Změny říční sítě lze ovšem vysledovat velmi těžce a doposud jen za pomoci starých map, a to maximálně na konec 16. století.

Nejstarší mapové zobrazení území Moravy (Fabriciova mapa z roku 1569, Kaeriho mapa z roku 1620, Komenského mapa z roku 1627, Coronelliho mapa z roku 1692[2] a Müllerova mapa z roku 1720[3]) nabízejí řadu informací týkajících se situace říční sítě a jejího vývoje v průběhu dvou století (Obr. 77 – Obr. 80).

Nejstarší geodeticky kvalitní záznam říční sítě je na mapách II. vojenského mapování Moravy z let 1836–1852[4]. Ovšem už v této době započala regulace říční sítě a krajina byla upravována podle potřeb rozrůstajícího se průmyslu a zemědělství. Starší mapování prováděné mezi lety 1764–1768 a 1780–1783 (rektifikace) sice zachycuje krajinu před nástupem průmyslové revoluce a intenzivního zemědělství, nebylo však prováděno geodeticky, což má za následek výrazné nepřesnosti v lokalizaci. Mapování vycházelo ze staršího Müllerova mapování. Stejně tak kvalitně jako moravské území zachycuje stav přilehlých oblastí Záhoří uherské mapování (I. Uherské vojenské mapování 1782–1784, Lipszkého Mappa generalis regni Hungariae z roku 1806 (Obr. 82), II. Uherské vojenské mapování z let 1821–1869).

Srovnáním všech starších mapování a následným porovnáním s dnešní situací vynikne několik podstatných změn v říční síti za posledních 400 let. Je to absence toku Kyjovky (Stupavky) mezi Mikulčicemi a jejím dnešním soutokem s Dyjí. Na Müllerově mapování (list 15, sloupec O, řádek P) se Kyjovka vlévá do Moravy poté, co opouští dnes již zaniklý rybník Nesyt u Lužic (Obr. 81). Na mapovém listu č. 122 I. vojenského (josefského) mapování má rybník již několik výpustí, z nichž jedna směřuje přímo do Moravy a další dvě směřují do nivy, aby se postupně spojily s Moravou u Lanžhota (Obr. 83). Obdobně je výpusť Nesytu zobrazena na mapě Lipszkého z roku 1806 (Obr. 82). Na listech II. vojenského mapování již rybník neexistuje a tok Kyjovky je sveden Starou a Novou struhou mimo Moravu do trasy současného toku až k Týnci (Obr. 84). Odtud koryto pokračuje dále k Tvrdonicím, kde konečně mizí ve spleti starých a dnes neidentifikovatelných koryt.

Druhá změna souvisí s lokalizací soutoku Moravy a Dyje. Na všech výše představených mapách se poloha soutoku dvou hraničních řek v průběhu posledních čtyř století nachází na dvou výrazně odlišných místech. V prvním případě se soutok nachází v místech současného soutoku, nad spojnicí rakouské obce Hohenau a slovenské obce Sekule (Fabricius – 1569, Kari – 1620, Müller? – 1720, I. Vojenské mapování Moravy a Uherska, II. Vojenské mapování Uherska). Ve druhém případě se soutok nachází na úrovni Rabensburgu (Komenský – 1627, Coronelli – 1692, Lipszky – 1806), tedy o 5 km severněji a blíže Pohansku.

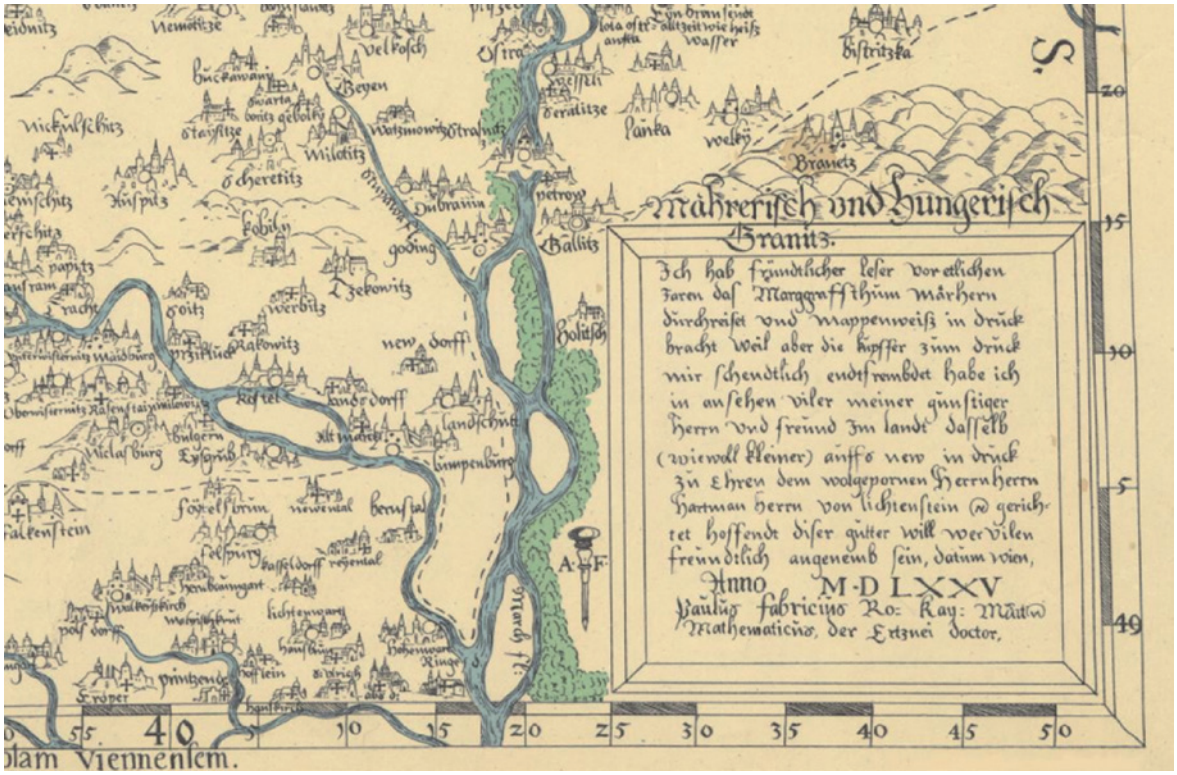
S lokalizací soutoku snad souvisí i průběh hranice mezi Moravou a Rakouskem tak, jak je zaznamenána na listech II. vojenského mapování a jak platila do roku 1920 (Obr. 85).

Obr. 78 – Kaeri 1620.

2 Výřezy map byly získány z internetové aplikace na stránce http://mapserver.fsv.cvut.cz/antos/morava.html.

3 *Historický ústav AV ČR.*

4 Mapy 1. a 2. vojenského mapování: *© 1st (2nd) Military Survey, Austrian State Archive/Military Archive, Vienna; © Laboratoř geoinformatiky Univerzita J. E. Purkyně; © Ministerstvo životního prostředí ČR.*

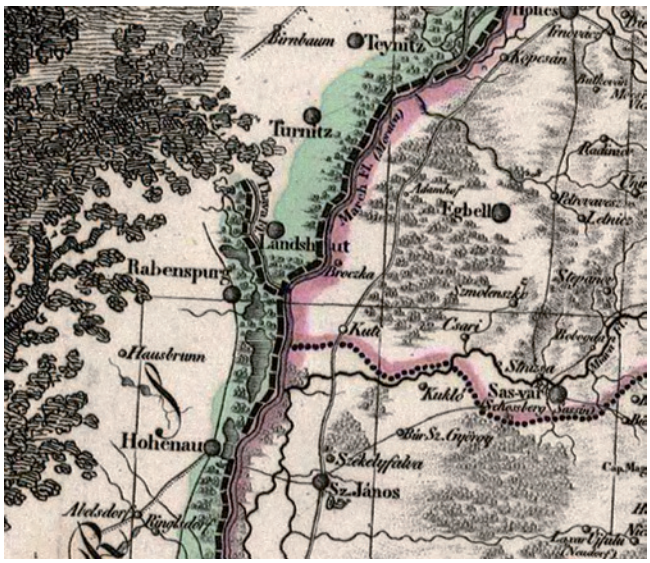


Obr. 77 – Fabricius 1569.

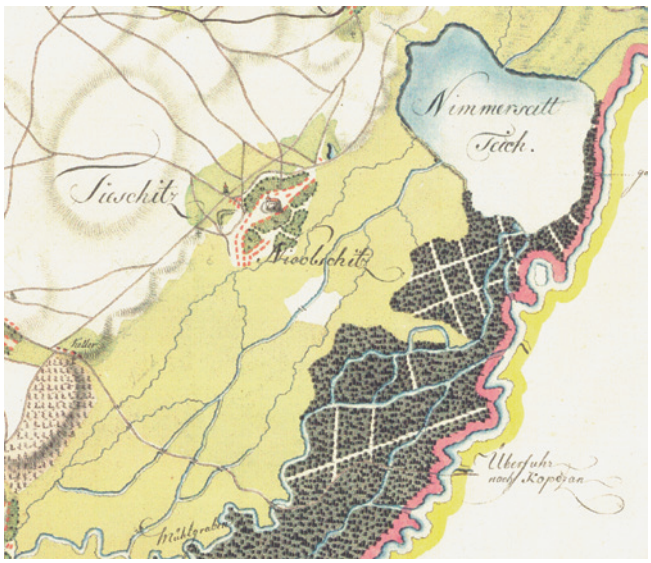
Obr. 79 – Komenský 1627.

Obr. 80 – Coronelli 1692.

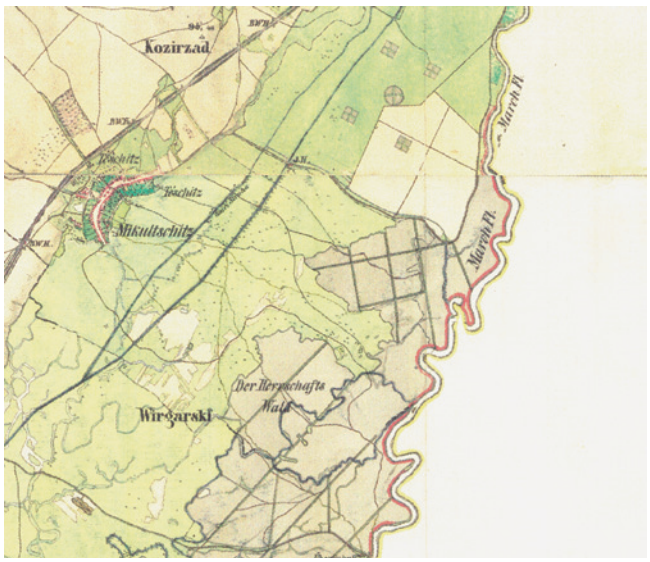
Obr. 81 – Müller 1720.



Obr. 82 – Lipszky 1806.

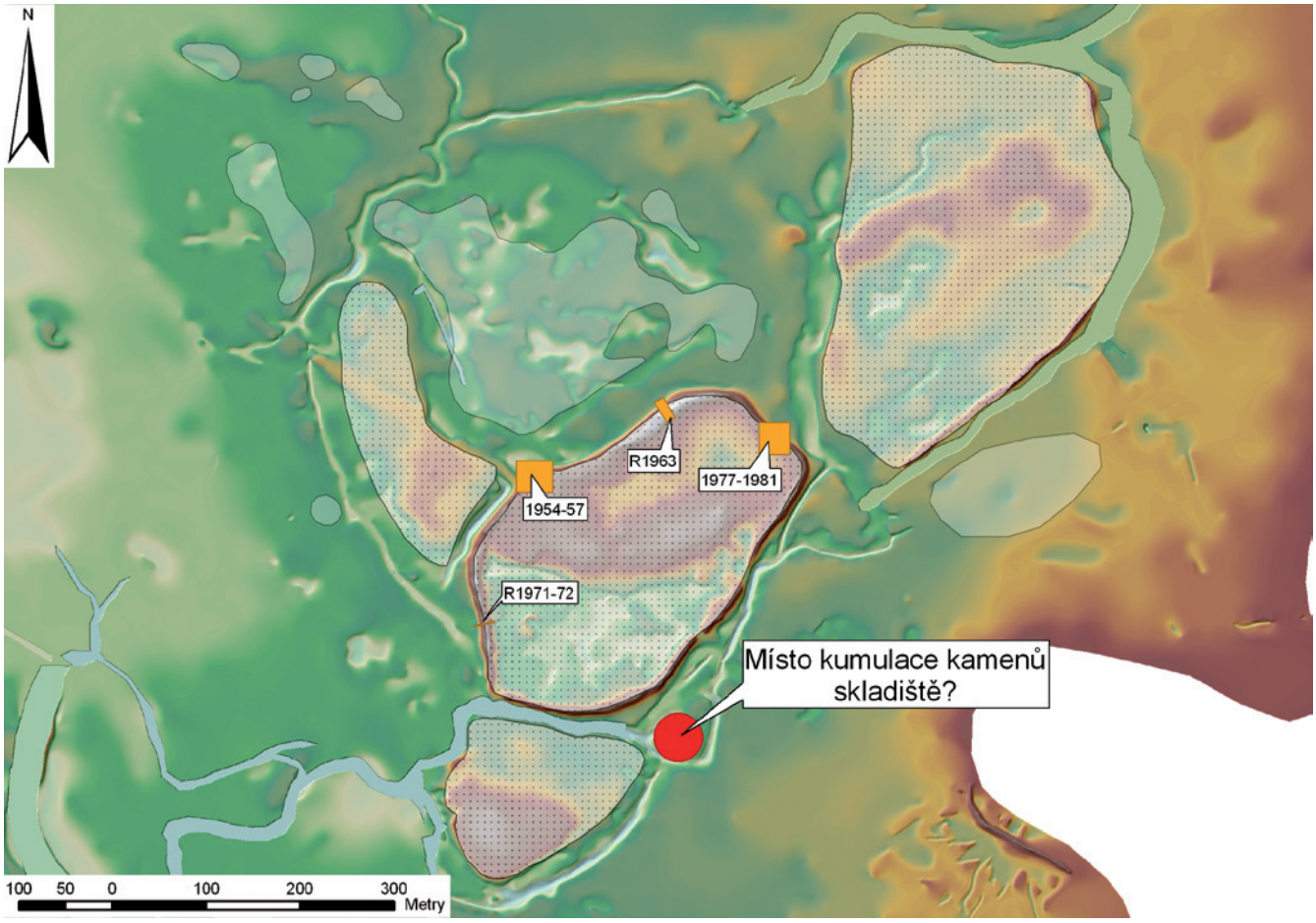


Obr. 83 – Říční síť v oblasti Mikulčic na I. vojenském mapování.



Obr. 84 – Říční síť v oblasti Mikulčic na II. vojenském mapování.

Obr. 85 – Zemská hranice na listu II. vojenského mapování.



Obr. 86 – Mikulčice. Místo pravděpodobného skladiště kamenné suroviny.

Hranice mezi Moravou a Rakouskem byla stanovena řezenským mírem, uzavřeným 29. září 1041 po válce mezi Jindřichem III. a českým knížetem Břetislavem, a vedla přibližně podél Dyje (*Měřínský 2001*). Potom můžeme v oblasti soutoku s jistou volností přijmout zemskou hranici mezi Moravou a Rakouskem jako indikátor průběhu hlavního toku Dyje v 11. století.

Všechny výše uvedené změny vodního režimu za posledních 400 let, nebo přinejmenším za posledních téměř 100 let, nechávají stále široké pole možností, kudy mohl probíhat hlavní tok Dyje, Moravy a i Kyjovky a kudy tedy vedly vodní cesty spojující centra 9. století. V rozsáhlém prostoru údolní nivy Dyje a Moravy je to po několika stoletích intenzivních povodní téměř nemožné.

Budeme-li pracovat s hypotézou krátkého vodního spojení Mikulčic a Pohanska a jeho využití pro dopravu, tak z praktického hlediska bylo možné kámen z lodí vykládat v nejbližších místech stavby, tedy pokud Dyje, respektive její ramena obtékala Pohansko. Stejně tak by tomu bylo i v případě Mikulčic. Tam byla jižně od hradu, při hloubení zaplavovacího koryta v 90. letech 20. století zachycena na levém břehu předpokládaného velkomoravského koryta silná vrstva volně loženého kamene (za informaci děkuji M. Mazuchovi a R. Skopalovi). Situace nebyla bohužel dokumentována (Obr. 86). Terénní konfigurace místa nevylučuje, že se jednalo o skladiště či lépe překladiště kamene těženého na nedalekých svazích a určeného k použití přímo v Mikulčicích (hradba, kostely), nebo k transportu dále na jihozápad na Pohansko.

Výpočet doby potřebné k transportu

Pokud bychom akceptovali transport kamene za pomoci vozů s tím, že jedna cesta plně naloženého vozu trvala z místa těžby na Pohansko jeden den, potom by dvacet vozů (deset jeden den tam a druhý zpět) převezlo požadované množství kamene za 7,7 let při pracovním roce o 365 dnech a 11,2 roku při 250 pracovních dnech ročně.

Pokud akceptujeme lodní variantu transportu kamenné suroviny na Pohansko, tak při denní normě deseti lodí jedním směrem a jejich průměrném výtlaku 1 000 kg by převoz 13 995 tun kamene trval 5,8 let při 250 pracovních dnech ročně a 4 roky při 365 dnech ročně, přičemž počítám s možností, že lodě se byly schopny ještě ten den vrátit do místa vyplutí.

Při kombinaci obou prostředků se výsledná doba potřebná k dopravě potřebného množství zkrátila na 3,7 roku při krátkém pracovním roku a na 2,6 roku při dlouhém pracovním roku. V případě, že lodí a vozů bylo dvojnásobné množství, dostáváme časy poloviční. Při zvýšení výtlaku lodě na 1,5 t bylo možné kámen na stavbu dopravit za necelé dva roky, nebo už za jeden kalendářní rok. Odečteme-li dny potřebné na setí, sklizeň,

Hmotnost kamene	Nosnost vozu t	Výtlak lodě t	Počet prostředků/ den	Počet prac. dnů	Počet prac. dnů	Nosnost t kombinace
13 995	0,5	1	10	250	365	1,5
	Dnů	Vůz	Loď	Oba		
	250	11,2	5,6	3,7		
	365	7,7	3,8	2,6		
Hmotnost kamene	Nosnost vozu t	Výtlak lodě t	Počet prostředků/ den	Počet prac. dnů	Počet prac. dnů	Nosnost t kombinace
13995	0,5	1,5	20	200	365	2
	Dnů	Vůz	Loď	Oba		
	250	7,0	2,3	1,7		
	365	3,8	1,3	1,0		

Tab. 4 – Výpočet doby transportu kamene z předpokládaného místa těžby na místo stavby.

orbu a další práce, počítáme s dobou delší, tj. necelé dva roky, k navezení kamene na stavbu. Počet pracovníků potřebných k obsluze dopravních prostředků jistě nepřekročil číslo 100, což skutečně není mnoho.

Na základě výše uvedených výsledků se domnívám, že doba potřebná k transportu materiálu a vůbec náročnost transportu materiálu bývá až zbytečně nadhodnocována. Pro společnost skutečně pracujících obyvatel nemuselo být transportování 13 993 t kamene žádným problémem, ač při přepočtu na dnešní cifru je to stále téměř 1 200 naložených nákladních vozů Tatra. Ostatně za jejich pomoci by transport při osmihodinové pracovní době trval pro 10 vozů méně než 30 pracovních dnů.