

ANTONÍN IVAN

VODNÍ NÁHONY

Opomíjené antropogenní tvary reliéfu

A. Ivan: *Mill Races — Neglected Anthropogenic Landforms*. — Sborník ČSGS, 94, 1, p. 89—102 (1989). — Mill races are quite common in the cultural landscape of Czechoslovakia. Some of them — at the time of their origin — represented unique technical works. The author studies them as anthropogenic landforms showing various morphological problems. He is interested in the relationship between the relief and the races, stressing their importance for the anthropogenic transformation of flood-plains, valleys and the modelling of the cultural landscape.

1. Úvod

Běžnou součástí naší kulturní krajiny, zejména venkovské, jsou vodní náhony, v minulosti často označované také jako strouhy nebo stoky. Byly budovány pro různé účely. Při využívání vodní energie sloužily hlavně pro mlýny, pily a zpracování textilních surovin. Méně časté byly náhony pro stavbu rybníků, těžbu a zpracování nerostných surovin a plavení dřeva. Některé z nich, např. Švarcenberský kanál či Zlatá stoka, představovaly na svou dobu ojedinělá technická díla.

Vodní náhony jsou však zároveň antropogenní tvary reliéfu s mnohostrannou geomorfologickou problematikou. Jejich budování znamenalo vytváření umělých koryt, do kterých byla svedena část vody přírodních toků. Průtok náhony bylo možno regulovat a v případné spojitosti s rybníky podstatně zasahovat i do režimu průtoků vodních toků. Náhony zvětšují hustotu hydrografické sítě a představují určitý druh bifurkace, popřípadě anastomózy, která má specifické geografické aspekty. Ovlivňují režim průtoků vody i splavenin, poměry podzemních vod, půdy i vegetaci. Zdvojení koryta je pro vodní tok energeticky náročnějším procesem, který může způsobit pokles transportační schopnosti a ukládání sedimentů ve vodním toku i v náhonu.

V této práci si chci v prvním přiblížení všimnout vztahů mezi reliéfem a náhony, poukázat na význam náhonů pro antropogenní transformace údolních niv, údolních svahů a pro celkové utváření kulturní krajiny. Údolní nivy našich vodních toků se považují za tvary, které byly v minulých stoletích postiženy přímou činností člověka poměrně málo. Docházelo zde hlavně k sedimentaci nivních hlín, vzniklých z velké části jako důsledek středověkého odlesňování a zemědělské činnosti (9, 10). Jestliže však jen v Čechách bylo na sklonku minulého století, již v době postupujícího úpadku mlynářství, více než šest tisíc vodních mlýnů (5), je

pravděpodobné, že ve středověku docházelo v našich údolních nivách k dalekosáhlým lidským zásahům, jejichž geomorfologický význam nebyl dosud zřejmě doceněn.

V práci se omezují na náhony pro energetické účely, zejména mlýnské. Protože odborná literatura údaje o budování náhonů tohoto druhu prakticky neobsahuje, budu vycházet spíše z celkového vývoje mlynářství (s vědomím, že slovo mlýn mělo původně daleko širší význam). Problematika byla studována převážně na území jižní Moravy a nepostihuje proto všechny regionální rozdíly vyplývající z odlišných přírodních podmínek a socioekonomického vývoje. Jsem si vědom, že problematika vodních mlýnů a náhonů má také ekonomické, právní a společenské aspekty, které dokonce mohly někdy svým významem převažovat, a které by si proto rovněž zasloužily pozornost.

2. Všeobecný nástin problematiky vodních náhonů

Původně byly vodní mlýny stavěny přímo na vodních tocích a podle polohy a konstrukce se označovaly jako nábrežní, nákolní a lodní. S ohledem na možnost zničení při povodních, říčním ledem nebo břehovou erozí, byly tyto na svou dobu složité a nákladné objekty riskantním podnikem. Např. podle Z. Kuttelvašera a J. Tlapáka (11), byly lodní mlýny na zimu vytahovány na břeh, aby nedošlo k jejich poškození ledem.

Potřebné množství vody souviselo s typem a velikostí mlýna, která se měřila buď počtem vodních kol nebo mlecích zařízení (tzv. mlýnských složení). Vývoj pohonného zařízení, vodního kola, prodělal dosti složitý vývoj (13). Podle typu vodního kola se rozeznávaly mlýny na spodní, střední a svrchní vodu. U mlýna na spodní vodu (tzv. lopatníku), představujícího starší typ, byl pohon zajišťován tlakem proudu vody na lopatky kola, které se otáčelo proti směru proudění vody. Účinnost byla kolem 30 %. Mlýn na svrchní vodu (korečník) byl poháněn vahou vody padající do žlábků kola, otáčejícího se ve směru proudění. Účinnost byla kolem 60 % a tento typ byl v pozdním středověku rozšířenější. Byl také méně náročný na množství vody.

Podle J. Karase (5) bylo v Čechách r. 1875 celkem 6 640 mlýnů (z toho 340 parních a 40 větrných). Z vodních mlýnů bylo 810 říčních s 2 330 složeními (včetně 4 lodních na Labi) a 5 780 mlýnů potočních s 8 310 složeními. Na Moravě bylo r. 1902 podle téhož autora 2 227 mlýnů a ve Slezsku 467. Pro ilustraci rozšíření mlýnů a antropogenní činnosti v údolních nivách lze uvést údaj N. Smitha (13), podle něhož bylo r. 1086 v Anglii 5 624 vodních mlýnů.

Jak bude ukázáno dále, mlýny s vodními náhony představovaly jak efektivnější způsob využití vodní energie, tak snížení rizika zničení mlýnských objektů.

V souvislosti s vynálezem parního stroje a později elektřiny začal význam vodní síly pozvolna klesat a sestupný trend byl rychle dovršen společenskými změnami po 2. světové válce. Zejména na malých vodních tocích pozbyly mlýny brzy svou výrobní funkci a staly se pouze obytnými, rekreačními nebo jinými účelovými objekty. Podobný vývoj probíhal i v zahraničí, ve zcela odlišných společenskoeconomických podmínkách (3). Malé mlýny a tím i vodní náhony se tak staly v podstatě

reliktními rysy krajiny. V důsledku poválečné urbanizace, budování vodohospodářských staveb, meliorací a dalších činností, mnoho z těchto tvarů již z krajiny zmizelo. Mnohde jsou náhony zavázeny odpady, zanášeny fluvialními a svahovými sedimenty a zarůstají vegetací.

Na větších tocích, jako jsou Svitava a Svratka, byl vývoj poněkud odlišný. Zejména za rané fáze industrializace docházelo k budování dalších náhonů, na kterých vznikaly průmyslové závody a později malé vodní elektrárny. Pokles jejich významu byl pomalejší.

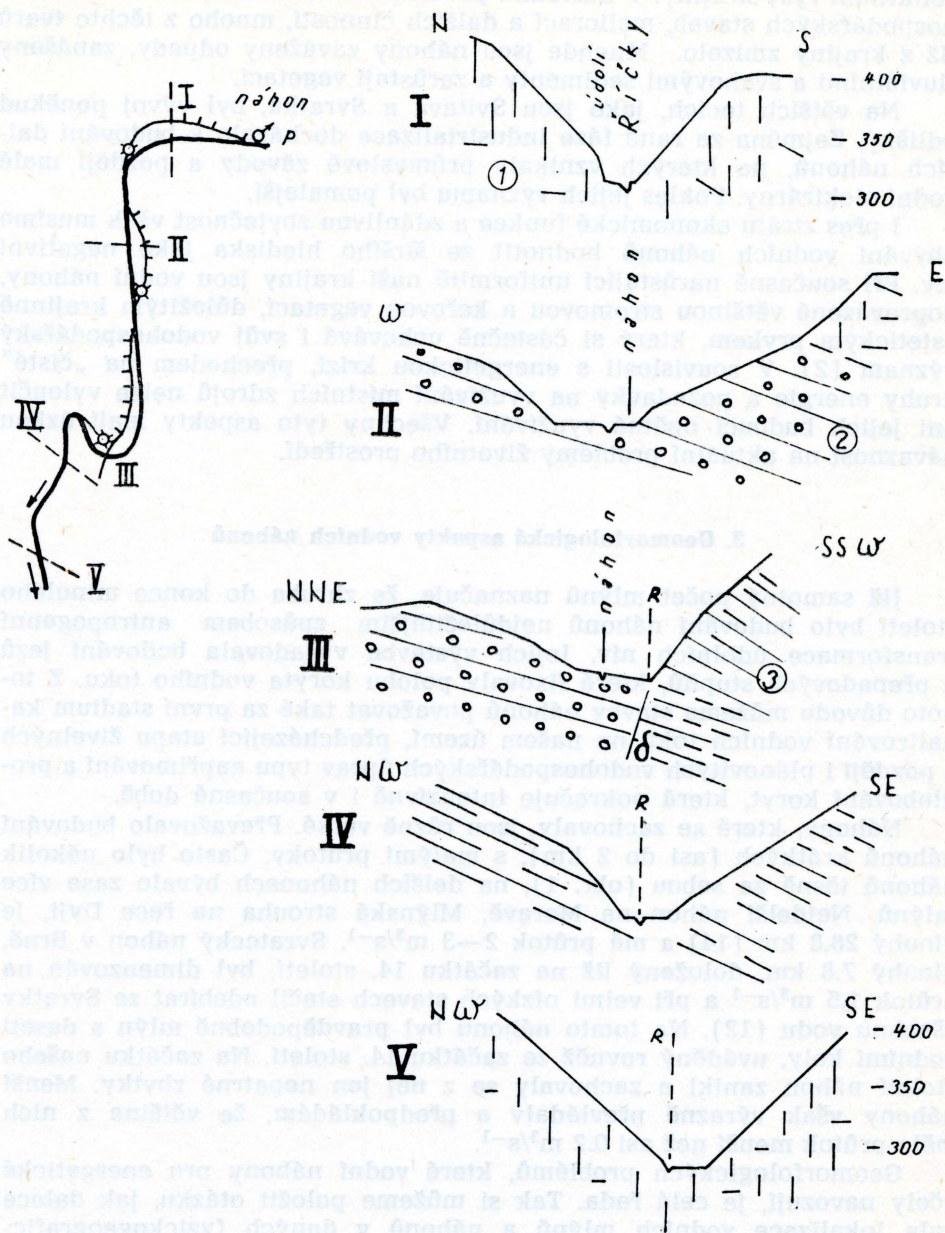
I přes ztrátu ekonomické funkce a zdnalivou zbytečnost však musíme ubývání vodních náhonů hodnotit ze širšího hlediska jako negativní jev. Při současně narůstající uniformitě naší krajiny jsou vodní náhony, doprovázené většinou stromovou a keřovou vegetací, důležitým krajinně estetickým prvkem, který si částečně uchovává i svůj vodohospodářský význam (2). V souvislosti s energetickou krizí, přechodem na „čistší“ druhy energie a požadavky na využívání místních zdrojů nelze vyloučit ani jejich budoucí opětovné využívání. Všechny tyto aspekty mají úzkou návaznost na aktuální problémy životního prostředí.

3. Geomorfologické aspekty vodních náhonů

Již samotný počet mlýnů naznačuje, že zhruba do konce minulého století bylo budování náhonů nejdůležitějším způsobem antropogenní transformace údolních niv. Jejich výstavba vyžadovala budování jezů a přepadových stupňů, které fixovaly polohu koryta vodního toku. Z tohoto důvodu můžeme stavby náhonů považovat také za první stadium kanalizování vodních toků na našem území, předcházející etapu živelných a později i plánovitých vodohospodářských úprav typu napřimování a prohlubování koryt, která pokračuje intenzívně i v současné době.

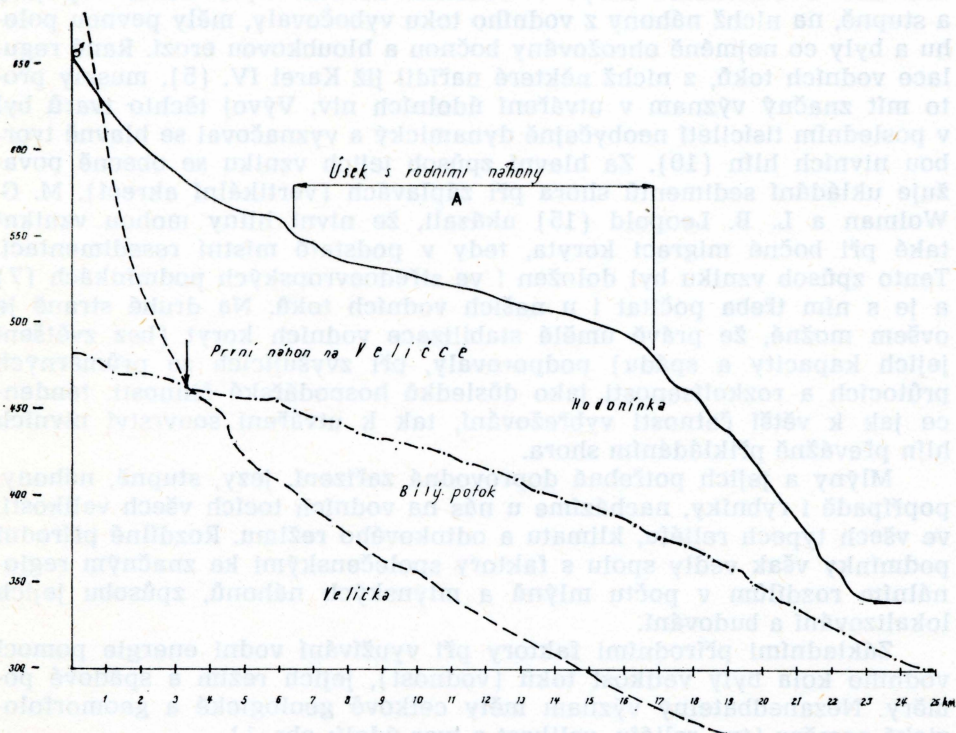
Náhony, které se zachovaly, jsou různě velké. Převažovalo budování náhonů krátkých (asi do 2 km), s malými průtoky. Často bylo několik náhonů těsně za sebou (obr. 1), na delších náhonech bývalo zase více mlýnů. Nejdelší náhon na Moravě, Mlýnská strouha na řece Dyji, je dlouhý 28,8 km (14) a má průtok 2–3 m³/s⁻¹. Svratecký náhon v Brně, dlouhý 7,8 km, doložený již na začátku 14. století, byl dimenzován na průtok 1,5 m³/s⁻¹ a při velmi nízkých stavech stačil odebírat ze Svratky všechnu vodu (12). Na tomto náhonu byl pravděpodobně mlýn s deseti vodními koly, uváděný rovněž ze začátku 14. století. Na začátku našeho století náhon zanikl a zachovaly se z něj jen nepatrné zbytky. Menší náhony však výrazně převládaly a předpokládám, že většina z nich měla průtok menší než asi 0,2 m³/s⁻¹.

Geomorfologických problémů, které vodní náhony pro energetické účely navozují, je celá řada. Tak si můžeme položit otázku, jak dalece byla lokalizace vodních mlýnů a náhonů v daných fyzickogeografických podmínkách promyšleným nebo nahodilým jevem, tedy do jaké míry naši předkové intuitivně či uvědoměle hydrologicky a geomorfologicky uvažovali. Podle B. Krzemieńské (11) byl mlýnář ve středověku jedním z mála odborníků na hydrotechniku, který musel dobře znát místní vodohospodářské poměry. Jeho situaci lze proto do určité míry přirovnat ke stavitelům závlahových kanálů v suchých oblastech, které musely být navrženy tak, aby v nich nedocházelo ani k erozi, ani k sedimentaci (1).



Obr. 1 — Náhony na Říčce v Moravském krasu. Tři po sobě těsně následující mlýny využívaly krasovou vyvěračku [P]. Mlýny jsou v úseku z nekarbonátových hornin: 1. devonské vápence, 2. spodnodedovské slepence, 3. spodnodedovské břidlice.

Je proto vhodné zamýšlet se, podle jakých zásad byly mlýny situovány a jakými poznatky se budovatelé vodních náhonů řídili. Již zběžné terénní sledování vodních náhonů ukazuje na vynalézavost jejich stavitelů a schopnost využívat místních zvláštností (např. krasových vývěřů v Moravském krasu; obr. 1). Jsou vodní toky nebo jejich úseky, v nichž nacházíme náhony těsně za sebou, a toky či úseky, kde tyto antropogenní tvary téměř chybí (obr. 1 a 2). Dá se předpokládat, že podobně jako u přehrad, postupovala lokalizace mlýnů a mlýnských náhonů od vhodnějších míst k méně vhodným. K. Heil (3) na příkladech z Falcka ukázal, že starší mlýny leží na spádově příznivějších místech než mlýny mladší. Tento faktor se uplatnil i v období úpadku mlynářství. V příznivých podmínkách mohlo dojít k situaci, že pro energetické účely byla využívána převážná část toku. Tak N. Smith (13) uvádí, že v první polovině minulého století bylo na 300 mílích řeky Irwell v Anglii z teoretické hodnoty 900 stop energeticky využíváno 800 stop. Domnívá se také, že nedostatek vhodných míst pro stavbu zařízení využívajících vodní energii přispěl k rychlému rozšíření parního stroje. V našich zemích ilustruje analogický problém existence soudu přisezných mlynářů zřízeného Karlem IV., který řešil spory o využití vodních toků a jemuž příslušelo dohlížet na míry jezů a žlabů (5).



Obr. 2 — Podélné profily Veličky, Bílého potoka (přítok Svatky) a Hodonínky s vyznačením úseků s vodními náhony. Šipka — začátek prvního náhonu na Veličce. Na Bílém potoce byly náhony v celé délce.

Význam vhodných podmínek ukazuje skutečnost, že velký počet mlýnů leží v hloubce zařezaných, dopravně obtížně dostupných údolích, někdy i ve značné vzdálenosti od větších sídel. Při vlastní lokalizaci mlýna byla důležitým faktorem jeho bezpečnost před extrémně vysokými průtoky a možnost alespoň částečné kontroly koryta přírodního toku. Zřejmě proto bylo např. na řece Moravě od Otrokovic po soutok s Dyjí podstatně méně mlýnů než na jejích levostranných pobočkách (zejména Olšavě a Veličce).

Výhody vyplývající z budování náhonů jsou zřejmé. Kromě trvalejšího zajištění zdroje energie (soustředěním vody do menšího koryta, nutným zvláště při nízkých průtocích), regulovatelnosti průtoků, rychlosti proudění, bylo možno vhodnou volbou trasy náhonu situovat mlýn ve větší vzdálenosti od vodního toku, na přístupnějším, vyvýšeném a tedy bezpečnějším místě mimo údolní nivu. U malých vodních toků bylo možno náhon vyvést na svah a získat pro pohon větší výškový rozdíl (obr. 3). Umístit náhon na svah však mnohdy znamenalo respektovat nejen propustnost podloží, ale také stabilitu svahu. Např. ve flyšových oblastech vyžadovalo vyhýbat se sesuvným územím. Rovněž nebylo vhodné vést náhon v úpatní části svahu rozčleněného aktivními stržemi nebo na aktivně utvářeném náplavovém kuželu.

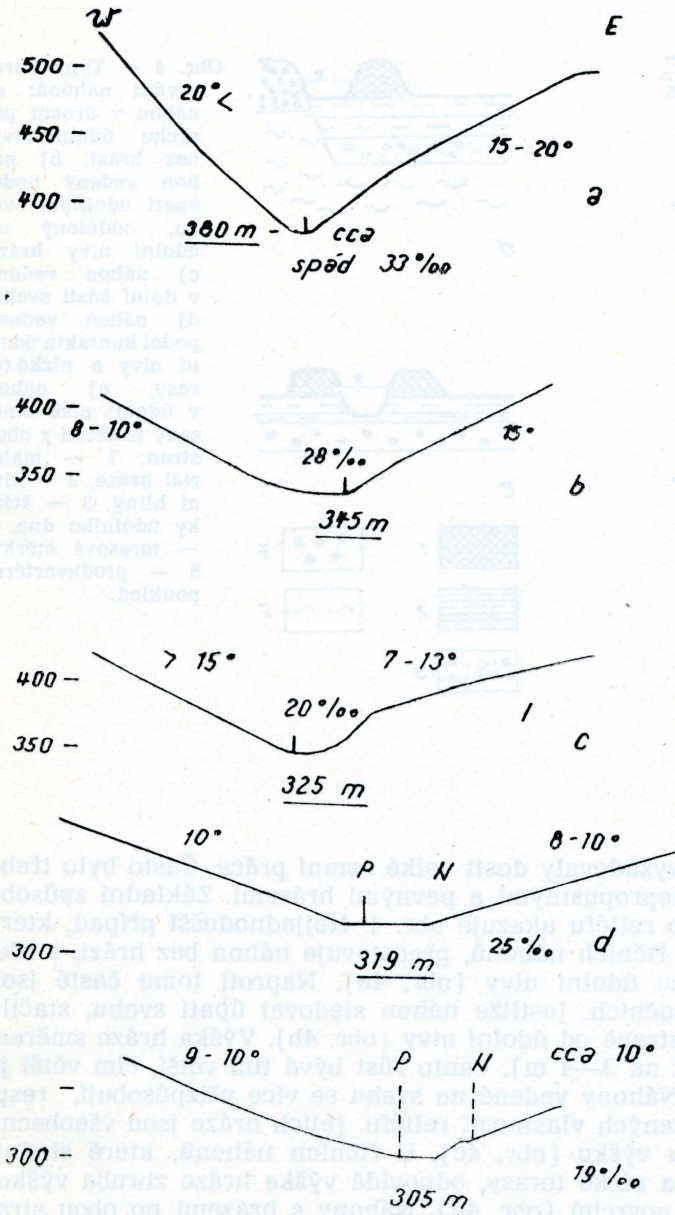
Budování náhonů (spolu s mosty) můžeme dále spojovat s prvními snahami o stabilizaci koryt v údolních nivách. Bylo třeba, aby jezy a stupně, a nichž náhony z vodního toku vybočovaly, měly pevnou polohu a byly co nejméně ohrožovány bočnou a hloubkovou erozí. Rané regulace vodních toků, z nichž některé nařídil již Karel IV. (5), musely proto mít značný význam v utváření údolních niv. Vývoj těchto tvarů byl v posledním tisíciletí neobyčejně dynamický a vyznačoval se hlavně tvorbou nivních hlín (10). Za hlavní způsob jejich vzniku se obecně považuje ukládání sedimentů shora při záplavách (vertikální akreci). M. G. Wolman a L. B. Leopold (15) ukázali, že nivní hlíny mohou vznikat také při bočné migraci koryta, tedy v podstatě místní resedimentací. Tento způsob vzniku byl doložen i ve středoevropských podmínkách (7) a je s ním třeba počítat i u našich vodních toků. Na druhé straně je ovšem možné, že právě umělé stabilizace vodních koryt (bez zvětšení jejich kapacity a spádu) podporovaly, při zvyšujících se průměrných průtocích a rozkolísanosti jako důsledků hospodářské činnosti, tendence jak k větší četnosti vybřežování, tak k utváření souvrství nivních hlín převážně příkládáním shora.

Mlýny a jejich potřebná doprovodná zařízení, jezy, stupně, náhony, popřípadě i rybníky, nacházíme u nás na vodních tocích všech velikostí, ve všech typech reliéfu, klimatu a odtokového režimu. Rozdílné přírodní podmínky však vedly spolu s faktory společenskými ke značným regionálním rozdílům v počtu mlýnů a mlýnských náhonů, způsobu jejich lokalizování a budování.

Základními přírodními faktory při využívání vodní energie pomocí vodního kola byly velikost toků (vodnost), jejich režim a spádové poměry. Nezanedbatelný význam měly celkové geologické a geomorfologické poměry (typ reliéfu, velikost a tvar údolí; obr. 1).

Dělení na říční a potoční mlýny (5) můžeme převzít i pro vodní náhony. Všeobecně větší říční mlýny měly i větší náhony. To se odrazilo i ve způsobech jejich budování ve srovnání s menšími mlýny potočními.

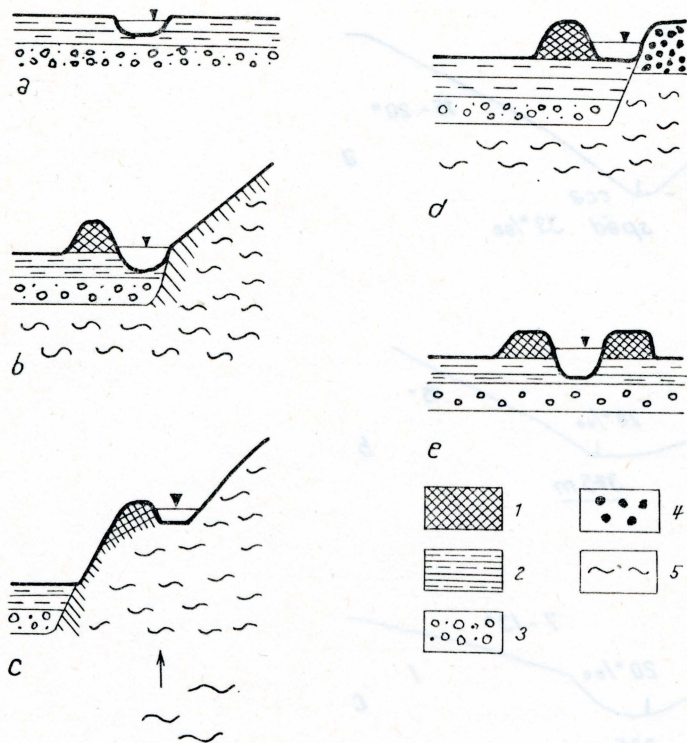
Základním problémem ovšem je, kdy je možno vodní tok považovat ještě za potok a kdy již za řeku. V citované práci není žádné kritérium uvedeno a rovněž současné hydrologické klasifikace vycházejí spíše z velikosti povodí než z charakteristik toku v daném místě [4, 6]. Rozlišování v této práci vychází z vžitého užívání a terénních pozorování. Ukázalo se, že za potoční je vhodné považovat i náhony vodních toků, v hydrologické



Obr. 3 — Morfologie údolí pravé pobočky Luhačovického potoka. Náhon byl vyveden na svah, mlýn byl v údolí Luhačovického potoka.

kých pracích označovaných jako říčky (tzn. s povodím až do 1 000—2 000 km²).

Na základě dosavadních poznatků můžeme vyslovit předpoklad, že vedle průměrných průtoků a spádů mohly mít při budování náhonů význam i minimální a maximální průtoky, stupeň jejich rozkolísanosti, velikost koryta vodního toku, jeho typ (přímý, meandrový, divočící) a složení sedimentů údolní nivy.



Obr. 4 — Typy ohrazení náhonů: a) náhon v úrovni povrchu údolní nivy, bez hrází, b) náhon vedený podél úpatí údolního svahu, oddělený od údolní nivy hrází, c) náhon vedený v dolní části svahu, d) náhon vedený podél kontaktu údolní nivy a nízké terasy, e) náhon v údolní nivě omezený hrázemi z obou stran; 1 — materiál hráze, 2 — hlína, 3 — štěrky údolního dna, 4 — terasové štěrky, 5 — předkvartérní podklad.

Stavby náhonů vyžadovaly dosti velké zemní práce. Často bylo třeba zabezpečit náhony nepropustnými a pevnými hrázemi. Základní způsoby začlenění náhonů do reliéfu ukazuje obr. 4. Nejjednodušší případ, který nacházíme hlavně u říčních náhonů, představuje náhon bez hrází, s břehy v úrovni povrchu údolní nivy (obr. 4a). Naproti tomu časté jsou hráze u náhonů potočních. Jestliže náhon sledoval úpatí svahu, stačila hráz jedna, a to na straně od údolní nivy (obr. 4b). Výška hráze směrem k mlýnu vzrůstá (až na 3—4 m). Tento růst bývá tím větší, čím větší je spád vodního toku. Náhony vedené na svahu se více přizpůsobují, resp. lépe využívají přirozených vlastností reliéfu. Jejich hráze jsou všeobecně menší a mají stálovou výšku (obr. 4c). U říčních náhonů, které sledují hranici údolní nivy a nízké terasy, odpovídá výška hráze zhruba výškovému rozdílu jejich povrchů (obr. 4d). Náhony s hrázemi po obou stra-

nách jsou méně časté. Jsou to spíše krátké úseky v blízkosti vybočení náhonu, popřípadě jeho opětneho spojení s hlavním tokem (obr. 4e). Část materiálu hrází pochází z občasného nutného čištění náhonů.

Náhony mají všeobecně menší spád než vodní tok. Rozdíl ve spádu je podstatně větší u náhonů potočních než říčních. Menší spád, menší vodnost, vyrovnané průtoky a tím i nižší rychlosti vedou k menší unášecí schopnosti. Proto je dno náhonu ve srovnání s příslušným přírodním tokem tvořeno jemnějším a vytríděnějším materiálem. Běžně se setkáváme s tím, že zatímco potok má bystrinné proudění a balvanité dno, náhon se vyznačuje laminárním prouděním a písčítým dnem, naznačujícím rychlosti menší než asi 1 m/s^{-1} . To vše souhlasí s požadavkem, aby umělá koryta měla menší spád než dovoluje okolní reliéf (8).

4. Vodní náhony na řekách

Náhony na řekách probíhají převážně pouze v údolní nivě, jen výjimečně jsou vyvedeny na povrch nízké zvodnělé terasy a její pokryv. Vodnost řek umožňovala budovat poměrně velké náhony, které zajišťovaly činnost pohonných zařízení i při nízkých vodních stavech. Na druhé straně extrémně vysoké průtoky znesnadňovaly kontrolu hydrologických a geomorfologických procesů nejen v říčním korytě, ale v celé údolní nivě. Také možnosti úpravy spádových poměrů náhonů byly menší a směřovaly spíše k přizpůsobení přírodním podmínkám. Náhony na řekách nejsou tak často ohrázovány jako u potoků a působí přirozenějším dojmem.

Geomorfologické poměry ovlivňovaly způsoby budování říčních náhonů do té míry, že lze rozlišovat náhony v údolích (na horních tocích a ve středních pahorkatinných až hornatinných oblastech) a náhony v plochem reliéfu širokých údolních niv (dolní, zčásti i střední toky v oblastech úvalů, pánví a velkých kotlin).

Horní a střední toky mají většinou velmi příznivé spádové poměry. Potřebný výškový rozdíl bylo proto možno získat na krátkém úseku. Zachované náhony jsou většinou krátké, prakticky stejně dlouhé jako příslušný úsek vodního toku. Náhony byly někdy vyhloubeny až na bázi nivních hlín a mají šterkové dno. Byly běžně dimenzovány na více než $1 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. Směrem proti toku řeky nabývají postupně charakter menších náhonů potočních.

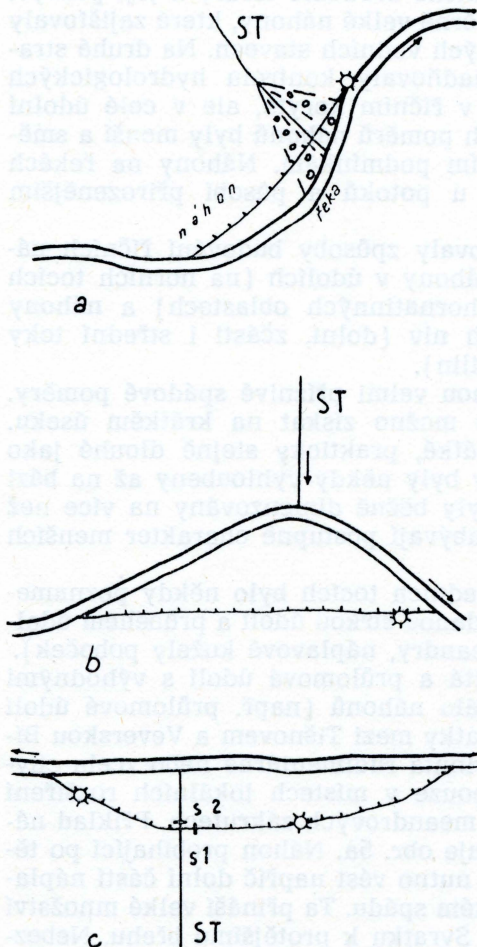
Budování náhonů na horních a středních tocích bylo někdy poznamenáno určitou prostorovou stísněností danou šířkou údolí a průběhem údolních svahů (ohyby údolí, zakleslé meandry, náplavové kužely poboček).

Zajímavé je, že delší soutěskovitá a průlomová údolí s výhodnými spádovými poměry mají poměrně málo náhonů (např. průlomové údolí Svitavy mezi Blanskem a Brnem, Svatky mezi Tišnovem a Veverskou Bítýškou), zvláště je-li údolní niva vyvinuta rudimentárně nebo zcela chybí. Jednotlivé krátké náhony jsou pouze v místech lokálních rozšíření údolí, na soutoku s pobočkou nebo v meandrových zákrutech. Příklad náhonu v zúženém úseku Svatky ukazuje obr. 5a. Náhon probíhající po těživé části meandrového oblouku bylo nutno vést napříč dolní částí náplavového kužele pobočky o velmi vysokém spádu. Ta přináší velké množství hrubého materiálu, kterým zatlačuje Svatku k protějšímu břehu. Nebez-

peči destrukce náhonu bylo vyřešeno jeho zaklenutím, takže pobočku podtéká. Příznivější podmínky pro vybudování náhonu v úzkém údolí na soutoku s pobočkou ukazuje obr. 5b. Dosti často však můžeme pozorovat, že náhon začíná na konci soutěskovitého nebo průlomového údolí. Zdá se také, že náhony nebyly budovány v úsecích s přirozenou tendencí k divočení, tzn. větvení koryt a utváření ostrovů.

Podmínky pro budování náhonů na dolních a středních tocích byly dány dostatečnými průtoky, nízkými spády (převážně pod 1 ‰) a širokou údolní nivou s četnými mrtvými rameny. Říční koryta jsou vyhloubena ve vlastních náplavech a měla často meandrový průběh.

Náhony na těchto částech toků se vyznačují velkou délkovou variabilitou. Vedle poměrně krátkých náhonů pro pohon jednoho mlýna (zpravidla v místech, kde je řeka blízko okraje údolní nivy), se setkáváme s velmi zajímavými, víceúčelovými dlouhými náhony, které vedle energetické funkce (často na nich bylo mlýnů několik) sloužily k napájení



Obr. 5 — Náhony v hluboce zařezaných údolích na soutoku se svahovými přítoky o vysokém spádu; a) náhon napříč aktivního náplavového kužele, v místě křížení s pobočkou je náhon zaklenutý, b) náhon vedený na protější straně údolí než je pobočka, c) křížení občasného svahového toku náhonem mezi dvěma mlýny. V místě křížení byla dvě stavidla (S1, S2), která umožňovala posílení náhonu.

rybníků a ve městech jako zdroj užitkové vody. Mlýny byly zpravidla na horní části náhonu, rybníky na části dolní. Jako příklady lze uvést náhony z Dyjsko-svrateckého a Dolnomoravského úvalu (na Dyji Mlýnská strouha s Jaroslavickým rybníkem, jižní rameno Dyje s Lednickým rybníkem, na Jihlavě Mlýnský náhon s rybníky jižně od Pohořelic a na Svatce náhon se Šakvickým rybníkem). Tyto dlouhé náhony jsou většinou vedeny těsně při okraji údolní nivy. Někdy do nich ústí i dosti velké přítoky (např. do Mlýnské strouhy potok Daníž s povodím 117 km²).

5. Náhony na malých vodních tocích

Malé vodní toky zahrnují jak bystřiny a horské potoky s vysokými spády a relativně vysokými průtoky, tak toky v pahorkatinách a sníženinách s velmi nízkými spády a nepatrnými průtoky. Spektrum přírodních podmínek pro využívání jejich energie bylo proto podstatně širší než u řek. Z tohoto důvodu bude stanovení významu jednotlivých faktorů z hlediska budování náhonů a pokus o typizaci těchto antropogenních tvarů vyžadovat hlubší srovnávací analýzu, založenou na velkém počtu údajů přímo z terénu.

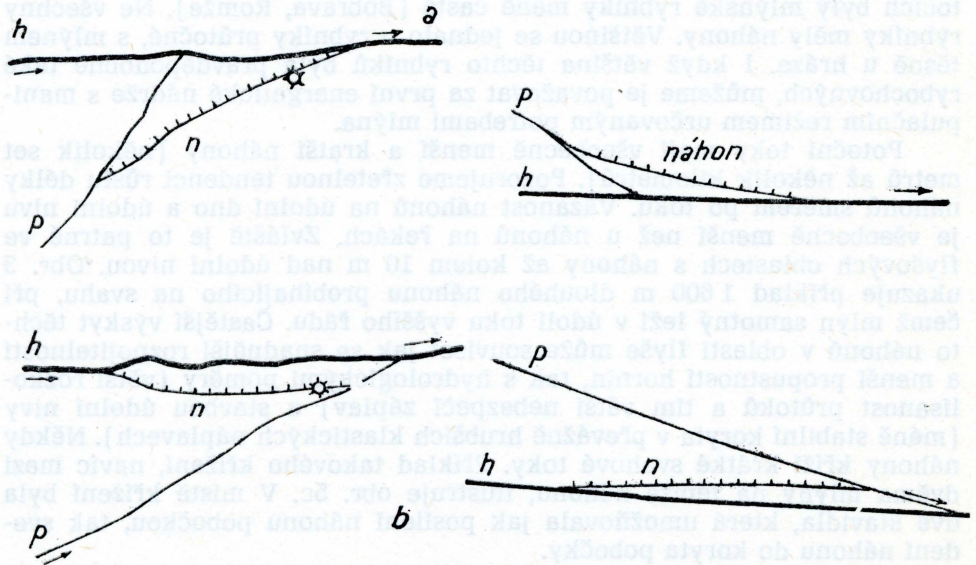
Hlavním limitujícím faktorem pro využívání energie malých vodních toků byly nedostatečné průtoky. Mlýny byly proto převážně na svrchní vodu. Na mnoha tocích, zejména v pramenných oblastech, byl nedostatek vody řešen budováním rybníků. Nacházíme je např. na Českomoravské vrchovině, zatímco v oblasti karpatského flyše prakticky chybí. Někdy je několik rybníků těsně za sebou (např. na horní Jevišovce). Na středních tocích byly mlýnské rybníky méně časté (Bobrava, Romže). Ne všechny rybníky měly náhony. Většinou se jednalo o rybníky průtočné, s mlýnem těsně u hráze. I když většina těchto rybníků byla pravděpodobně také rybochovných, můžeme je považovat za první energetické nádrže s manipulačním režimem určeným potřebami mlýna.

Potoční toky mají všeobecně menší a kratší náhony (několik set metrů až několik kilometrů). Pozorujeme zřetelnou tendenci růstu délky náhonů směrem po toku. Vázanost náhonů na údolní dno a údolní nivu je všeobecně menší než u náhonů na řekách. Zvláště je to patrné ve flyšových oblastech s náhony až kolem 10 m nad údolní nivou. Obr. 3 ukazuje příklad 1 600 m dlouhého náhonu probíhajícího na svahu, při čemž mlýn samotný leží v údolí toku vyššího řádu. Častější výskyt těchto náhonů v oblasti flyše může souviset jak se snadnější rozpojitelností a menší propustností hornin, tak s hydrologickými poměry (větší rozkolísanost průtoků a tím větší nebezpečí záplav) a stavbou údolní nivy (méně stabilní koryta v převážně hrubších klastických náplavech). Někdy náhony kříží krátké svahové toky. Příklad takového křížení, navíc mezi dvěma mlýny na téměř náhonu, ilustruje obr. 5c. V místě křížení byla dvě stavidla, která umožňovala jak posílení náhonu pobočkou, tak svedení náhonu do koryta pobočky.

Náhony na malých tocích jsou většinou kratší než příslušné úseky vodních toků. Byly budovány jak v přímých, tak klikatých úsecích. Náhon vybočuje často v místě ostré změny směru vodního toku. V obloucích jsou náhony vedeny častěji po vnitřní kratší straně, někdy probíhá náhon po těživě oblouku.

Potoční náhony začínají často na konci zúžených úseků údolí nebo těsně pod soutokem s pobočkou. Zajímavé jsou náhony v soutokových oblastech. Setkáváme se s případy, že náhon vybočuje z pobočky a ústí do hlavního toku (obr. 6a), i s případy, že vybíhá z hlavního toku a ústí do pobočky (obr. 6b).

Nejvíce vodních mlýnů s náhony nacházíme v hluboce zařezaných údolích s průtoky nad asi $0,3 - 0,5 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. U těchto toků můžeme zatím alespoň předběžně uvažovat i o hodnotách optimálních a limitujících spádů. Tak na středním toku Bílého potoka (pravý přítok Svatky) bylo v úseku necelých 17 km nejméně 11 mlýnů s náhony o celkové délce přes 5 km. Spád údolního dna se pohybuje mezi 6–16 ‰, nejvíce mlýnů bylo v úsecích se spádem kolem 10 ‰. Na Veličce (levý přítok Moravy) bylo v úseku dlouhém asi 30 km nejméně 14 náhonů o celkové délce kolem 20 km (nejdelší náhon měl 6,5 km). Spád v úseku s náhony je v rozmezí 2–18 ‰; maximální využití bylo těsně nad dolní hranicí. Velmi zajímavý příklad poskytuje levý přítok Svatky Hodonínka. Na jejím 23 km dlouhém toku je asi 10 km dlouhý úsek typu široce rozevřeného mělkého údolí s dobře vyvinutou údolní nivou. V úseku bylo nejméně 6 náhonů o celkové délce přes 7,5 km. Průměrný spád úseku je 7 ‰. Následující 6,5 km dlouhý úsek až po ústí do Svatky tvoří hluboce zařezané údolí s úzkou údolní nivou a značným spádem (21–50 ‰), který byl bez náhonů. Ukazuje se, že toky se spády nad asi 20 ‰ nebyly již pro budování náhonů vhodné (mohou však na nich být mlýnské rybníky). Optimální spády na malých vodních tocích byly v rozmezí asi 2–10 ‰ (viz obr. 2).



Obr. 6 — Náhony v soutokových oblastech s malými rozdíly ve spádu: a) náhon vybíhající z pobočky a ústící do hlavního toku, b) náhon vybíhající z hlavního toku a ústící do pobočky; h — hlavní tok, p — pobočka, n — náhon; vlevo — půdorys, vpravo — podélný profil.

6. Závěr

Vodní náhony jsou antropogenní tvary, jejichž budování bylo po celý středověk jedním z významných způsobů utváření naší kulturní krajiny. Jejich klesající počet ilustruje obecnější jev, jak současné intenzivní zásahy do reliéfu vedou nejen ke vzniku nových antropogenních tvarů, ale také k zániku antropogenních tvarů starších, které považujeme za harmonickou součást krajiny. Cílem práce bylo naznačit šíři geomorfologické problematiky, kterou lze s vodními náhony spojovat, a ukázat, že by si zasloužily pozornost i dalších geografických disciplín.

Literatura:

1. COATES, D. R.: Geomorphology and engineering. Stroudsburg; Dowden, Hutchinson and Ross 1976, 360 s.
2. HASÍK, O.: Vodohospodářská výstavba a životní prostředí člověka. Praha, Academia 1974, 381 s.
3. HEIL, K.: Die funktionale Wandel pfälzischer Mühlen an Gewässerläufen ausgewählter Naturräume seit dem frühen 19. Jahrhundert. Mainz, Diss., 1983, 308 s.
4. JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V.: Malé vodní toky. Praha, SZN 1984, 256 s.
5. KARAS, J.: Historický vývoj mlynářství. Praha, Nakl. Mlyn. novin 1919, 88 s.
6. KOTRNEC, J.: Vydatné deště a jejich hodnocení. Vodní hospodářství, řada A, Praha, SZN 1976, č. 2, s. 35—42.
7. KOWALKOWSKI, A., STARKEL, L.: Different age of alluvial soils on the Holocene terraces in the Carpathian valleys. Folia Quaternaria, 49, Kraków, PAN 1977, s. 63—73.
8. LINSLEY, R. K., FRANZINI, J. B.: Water-resources engineering. 2-nd. ed., New York, McGraw-Hill 1972, 690 s.
9. LOŽEK, V.: Příroda ve čtvrtohorách. Praha, Academia 1973, 372 s.
10. OPRAVIL, E.: Údolní niva v době hradištní. Studie Archeol. ústavu ČSAV v Brně, 11, Praha, Academia 1983, č. 2, 77 s.
11. NOVÝ, L. a kol.: Dějiny techniky v Československu do konce 18. století. Praha, Academia, 668 s.
12. Popis města Brna. Brno 1926, 116 s.
13. SMITH, N.: Man and water. A history of hydro-technology. London, P. Davis 1974, 239 s.
14. VLČEK, V. ed.: Vodní toky a nádrže. Zeměpisný lexikon ČSR. Praha, Academia 1984, 315 s.
15. WOLMAN, M. G., LEOPOLD, L. B.: River flood plains: some observations on their formation. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 282 — C, Washington, 1957, s. 87—107.

Summary

MILL RACES — NEGLECTED ANTHROPOGENIC LANDFORMS

The building of mill races was a very important factor in the morphological development of river valleys and flood-plains in Bohemia and Moravia through the whole Middle Ages. According to the author, this activity was connected not only with early river channeling works [local stabilization of channels, weirs, dikes, ponds] but it affected the development of flood-plains as well as the accumulation of fine-grained overbank deposits.

At present, mill races are mostly inactive relics in the landscape. Due to the post-war economic development [urbanization, dam building, channelling] most of these forms have disappeared. It shows that the decrease in the number of mill races has a negative impact on the landscape including its aesthetic aspect.

In South Moravia mill races were built along many different water courses. We can see great spatial variations even along the same river. Many water mills were situated in almost inaccessible deep narrow valleys, far from towns and villages. The author differentiates between mill races along rivers and small water courses. In the first group relatively great differences existed between races in deep valleys (short simple races) and those situated in broad flood-plains in lowlands (long and multipurpose races). Mill races along small streams were even more variable. In the headwater part of the river mills were often built at ponds. In deep valleys of small streams the most suitable gradients were between 2 ‰ and 10 ‰, gradients over 20 ‰ were unsuitable.

- Fig. 1 — Three mill races along the small stream Říčka, Moravian Karst. The mills were situated only in those parts of the valley built of non-carbonate rocks; 1 — Devonian limestones, 2 — Lower Devonian conglomerates, 3 — Lower Devonian slates, P — karst spring .
- Fig. 2 — Longitudinal profiles of the small streams Velička, Bílý potok and Hodonínka, South Moravia. A — reach of races along Hodonínka, arrow — first race at Velička; in the valley of Bílý potok races are practically found along its whole course.
- Fig. 3 — Valley morphology of the right tributary of the Luhačovický potok (brook). Due to the high gradient, the race was built in the valley side, the mill in the main valley.
- Fig. 4 — Races with dikes: a) race without dikes, b) race along the foot of the valley side separated from flood-plain by dike, c) race above base of valley side, d) race following the contact of flood-plain and low terrace, e) race in flood-plain with two dikes; 1 — material of dike, 2 — fine-grained deposits, 3 — flood-plain gravels, 4 — terrace gravel, 5 — pre-Quaternary rocks.
- Fig. 5 — Small races in deep narrow valleys at tributary junctions: a) race crossed the alluvial cone of tributary; race merged under channel of the tributary, b) race along the opposite side of stream than its tributary, c) crossing of very steep tributary and race between two mills; S1, S2 — sluices, ST — tributary.
- Fig. 6 — Mill races in confluence areas with small difference in gradient between main stream and tributary. a) race from tributary to main stream, b) race from main stream to tributary; h — main stream, p — tributary, n — race; left — plan, right — longitudinal profile.

(Pracoviště autora: Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1, 662 82 Brno.)

Došlo do redakce 18. 2. 1988.