



MASARYKOVA UNIVERZITA



Přírodovědecká fakulta

Geografický ústav

Ivo SVOBODA

KRAJINA A ŘEKY: STAŘEČSKÝ POTOK

Semestrální práce z Fluviální geomorfologie

Brno 2011

Obsah

Úvod a cíle práce.....	3
Metody zpracování.....	3
1 Hranice a hydrografie povodí.....	4
2 Další charakteristiky povodí a páteřního vodního toku.....	8
3 Vlastnosti vodního toku.....	11
4 Identifikace ekosystémových problémů v měřítku krajiny.....	17
Závěr.....	20
Fotogalerie.....	21
Seznam literatury.....	26

→ Stránky nejsou číslovány vzhledem k absenci tiskařské podoby práce – pozn. autora. V elektronickém prostředí není číslování nutné.

Úvod a cíle práce

V semestrální práci z Fluviální geomorfologie budeme analyzovat vybraný tok s povodím větším jak 50 km². V rámci jednotlivých bloků zadání (která znějí: A. Hranice a hydrografie povodí, B. Další charakteristiky povodí a páteřního vodního toku, C. Vlastnosti vodního toku a D. Identifikace ekosystémových problémů v měřítku krajiny) budeme postupovat podle bodů s úkoly. Kromě analýzy různého charakteru se v průběhu práce zamyslíme nad řešením problémů, které v povodí vyvstávají, nebo se pokusíme formulovat možnosti měření jednotlivých problematických veličin, či kde a jak bychom umístili monitorovací stanice.

Metody zpracování

Před samotným výzkumem bychom měli vzít v potaz různé formy podkladů, ať už knižních, mapových nebo elektronických. Nedílnou součástí a klíčem k vypracování bude studium odborné literatury a intenzivní terénní průzkum zvoleného povodí, zejména páteřního toku. Výzkum v terénu bude nutné doplnit fotodokumentací a různými mentálními mapami, které nám mohou pomoci identifikovat daný problém nebo zájmovou informaci. Výsledkem semestrální práce bude zpráva obsahující vypracované úkoly, mapky, výpočty, vlastní komentáře, fotodokumentaci a soupis podkladových zdrojů.

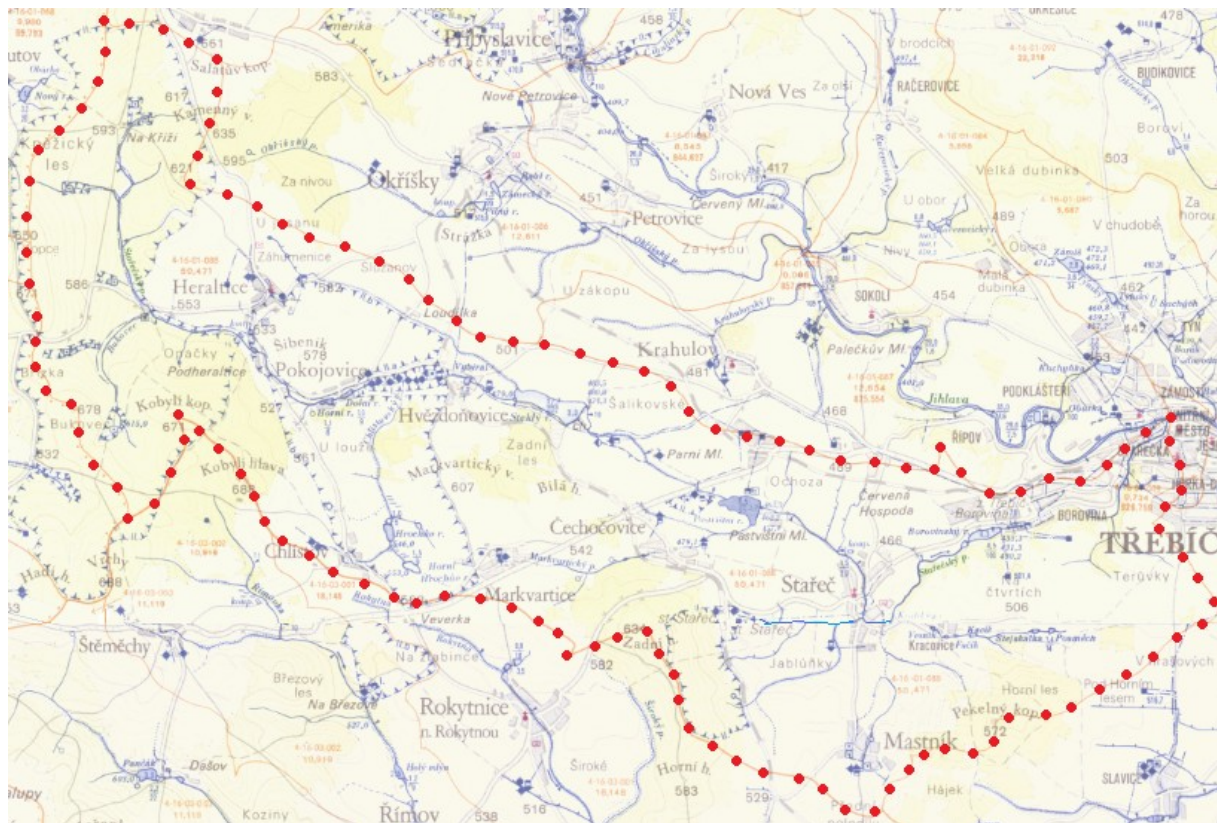
1 Hranice a hydrografie povodí

Stařečský potok

Pro vypracování semestrální práce jsem zvolil **Stařečský potok**, pravostranný přítok řeky Jihlavy, který do řeky ústí v Třebíči, v místě mého bydliště. Základní charakteristiky Stařečského potoka shrnuje Tab. 1.

Tab. 1. Hydrologicko-geografické poměry povodí Stařečského potoka. (zdroj: Hydrologické poměry Československé socialistické republiky – Díl 2., 1967)

Charakteristika	Hodnota
Plocha povodí	50,47 km ²
Délka údolí	18,8 km
Průměrný průtok	0,27 m ³ .s ⁻¹
Nadmořská výška pramene	608 m n.m.
Nadmořská výška ústí	397 m n.m.
Lesnatost	30 %



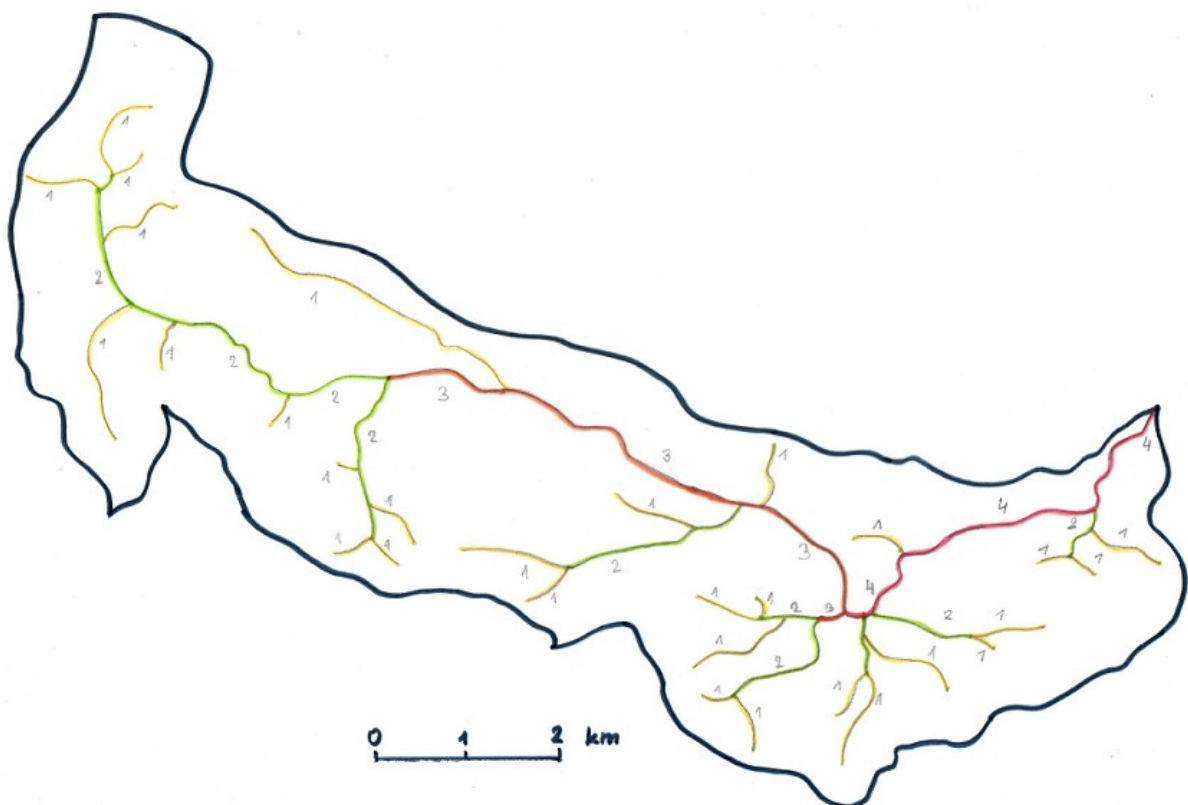
Obr. 1. Hydrologická mapa povodí Stařečského potoka v poměru 1:50 000. (zdroj: HEIS VÚV T. G. Masaryka)

Povodí na mapách měřítek 1:25 000, 1:50 000 a 1:100 000

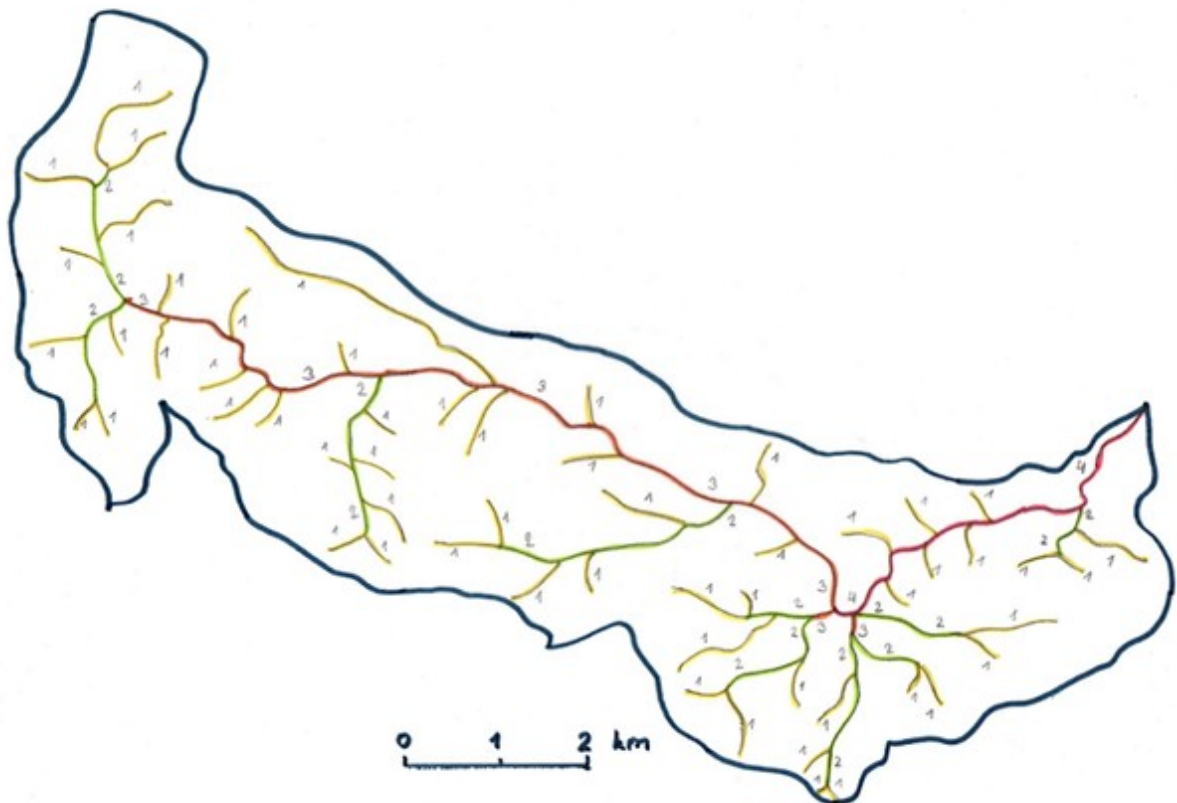
Analyzoval jsem zejména běžné turistické mapy, neboť jsou vydávány právě v zadaných měřítkách. Pozorování jsem kombinoval s odbornými mapami ať už v elektronické nebo listové podobě. Zaznamenal jsem spíše menší rozdíly v zobrazení říční sítě, neboť už i mapy 1:100 000 podávaly obraz o drtivé většině i velmi malých toků nacházejících se v povodí. Byly patrné rozdíly spíše generalizačního charakteru (menší detaily není možné zobrazit na mapách menšího měřítka, a proto jsou nahrazeny jinými způsoby zobrazení – např. nenápadný zákrut toku nahrazen rovnějším zobrazením). Odlišná situace nastává u mapování údolních zářezů. Zatímco mapy v měřítku 1:100 000 zpravidla neposkytují moc dobrý geomorfologický obraz krajiny, mapy většího měřítka už ano. Zejména na mapě 1:25 000 opatřené kvalitním a detailním vrstevnicovým systémem můžeme vyzorovat a popisovat jednotlivé erozní zářezy s dostatečnou přesností.






Říční a údolní síť

Říční síť v povodí Stařečského potoka



Údolní síť v povodí Stařečského potoka



-
-  povodí Stařečského potoka
 -  toky/údolí I. řádu podle Strahlera
 -  toky/údolí II. řádu podle Strahlera
 -  toky/údolí III. řádu podle Strahlera
 -  toky/údolí IV. řádu podle Strahlera

Obr. 2., 3. Říční a údolní síť Stařečského potoka s řády toků podle Strahlera s jednotnou legendou.

Hustota říční a údolní sítě - výpočet

Délka říční sítě **52,2 km**.

Délka údolní sítě **92,6 km**.

Hustota říční sítě **1,03 km.km⁻²**

Hustota údolní sítě **1,83 km.km⁻²**

Hustota údolní sítě je poměrně znatelně vyšší než hustota sítě říční. Jedná se o poměrně běžný jev pro oblast Českomoravské vrchoviny. Vysvětluji si jej hlavně jako důsledek malého objemu podpovrchových vod, jejichž hladina je současně poměrně hluboko pod povrchem. Erozní zářezy mohly vznikat v minulosti v obdobích vyšší vodnatosti zdejších toků. Napadla mne také například myšlenka, že ve zdejších povodí dochází v zimě k poměrně značné akumulaci sněhové pokrývky, která se následkem tání mění na vodu a vytváří drobné erozní rýhy, které se v delším časovém úseku mohou transformovat v drobná údolíčka, a proces tvorby zářezů může pokračovat.

Hustota říční i údolní sítě nepřevyšuje IV. řád podle Strahlera, což je sice nepřilíš očekávané, ale vzhledem k úzkému tvaru povodí reálné.

2 Další charakteristiky povodí a páteřního vodního toku

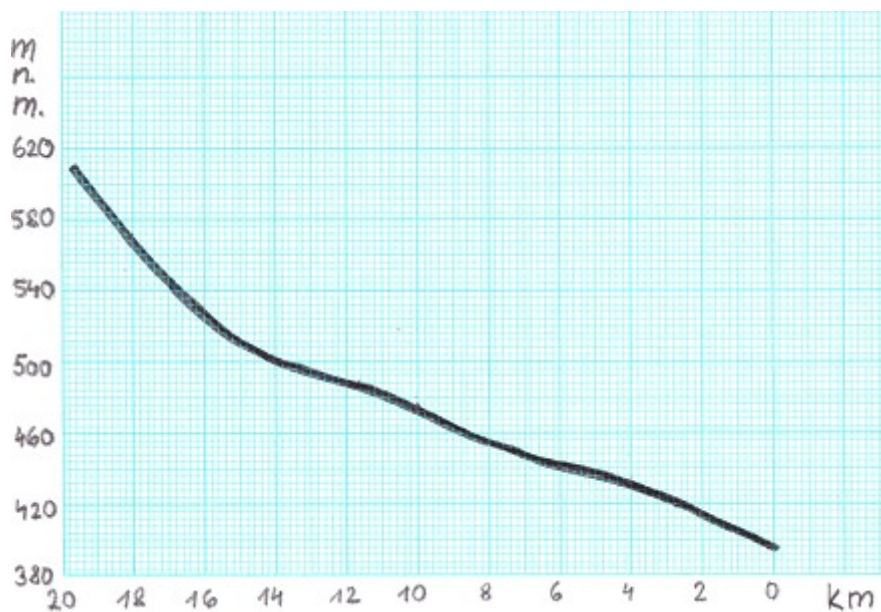
Typy reliéfu a horniny ve zkoumaném povodí

Povodí Stařečského potoka se nachází většinou ve vrchovinném typu reliéfu (Křižanovská vrchovina), pouze na svém dolním toku přechází reliéf do pahorkatiny (Jevišovická pahorkatina). Reliéf má charakter mírně až slabě zvlněné vyvýšené plošiny, což je charakteristické pro celou Českomoravskou vrchovinu. O modelaci reliéfu se staraly po dlouhá období erozní a zvětrávací procesy (fluviální, eolické apod.).

Z hornin mají v povodí velké zastoupení pararuly a migmatity paleozoického až proterozoického stáří. Podobného stáří je i velmi ojedinělý amfibolit. Erozní zářezy vyplňují kvartérní svahové sedimenty (hlína, kameny). Na dolním povodí Stařečského potoka začíná známý varijský Třebíčský masív složený převážně ze žitného granitu (žuly) svrchního paleozoika.

Reliéf povodí je poměrně málo členitý, horniny jsou odolné a kompaktní. Hustota údolná síť je tím pádem spíše nižší. Říční síť je paralelní, zdrojnice a vedlejší toky zaujímají stejný směr jako páteřní tok. To samé platí o i Stařečském potoce vůči řece Jihlavě. Celá Českomoravská vrchovina je charakteristická velmi nízkým objemem podzemních vod díky nepropustné geologické stavbě. Nejinak je tomu v povodí Stařečského potoka. Povrchový odtok se formuje v podobě stružek, které se slévají v malé toky. Vodní toky jsou lemovány březní vegetací od bylin po velké dřeviny. Hustota takový toků v krajině je spíše nízká.

Podélný profil Stařečského potoka



Obr. 4. Podélný profil Stařečského potoka.

Podélný profil Stařečského potoka nabývá klasický konkávní tvar. Konkávnost je spíše méně nápadná, což je typické pro menší toky. Při ústí toku (resp. na posledních 4 km toku) je v podélném profilu vidět spíše neobvyklé zvýšení sklonu koryta, které je způsobeno přítokem Stařečského potoka do velkého údolí řeky Jihlavy.

Na podélném profilu nelze identifikovat výraznější lomy spádu, kromě již zmíněného dolního toku mezi kilometry 0 až 4. Po vyšším spádu koryta na horním toku se přibližně na 15. kilometru vlévá tok do mírně ukloněné plošiny, kterou opouští zahloubením svého vlastního údolí na 4. kilometru u obce Stařeč.

Horninové podloží podle mého názoru neovlivňuje podélný profil toku. Až po Třebíči teče tok na poměrně homogenních pararulách, v Třebíči protéká na syenitu bez nějakého významného lomu spádu, ten je zde způsoben zmíněným vtokem do hlubokého údolí Jihlavy.

Z podélného profilu lze vyčíst zejména charakter geomorfologických podmínek v povodí. Na horním toku stéká Stařečský potok z jednoho z masívů Křižanovské vrchoviny (nejvyšší bod v povodí dosahuje výšky 677 m n.m.), následně teče po východním úbočí tohoto masívu, aby nakonec pod Hvězdoňovicemi vtekl do více ploché Jevišovické pahorkatiny (avšak čistě náhodou zde spadá pod povodí Stařečského potoka nejvyšší bod Jevišovské pahorkatiny – Zadní hora se svými 633 m n.m.). Předběžné úvahy o povodí poměrně odpovídaly terénnímu průzkumu, neboť povodí poměrně dobře znám.

Údolní nivy

Údolní nivy jsou pro střední povodí Jihlavy místy charakteristické. Zejména páteřní tok jí disponuje, a to hlavně ve svém dolním povodí směrem k městu Třebíči. Protože je to poměrně malý tok, nivy nejsou moc široké, zpravidla nepřesahují první desítky metrů. Na mnoha místech se niva špatně identifikuje, protože na břehy navazují pozvolná úpatí okolních svahů. Přítoky Stařečského potoka obvykle nivou nedisponují, nebo ojediněle vytváří náznaky neúplně vyvinuté údolní nivy. Údolní niva na dolním toku Stařečského potoka se dá oznařit za souvislou (spojitou).

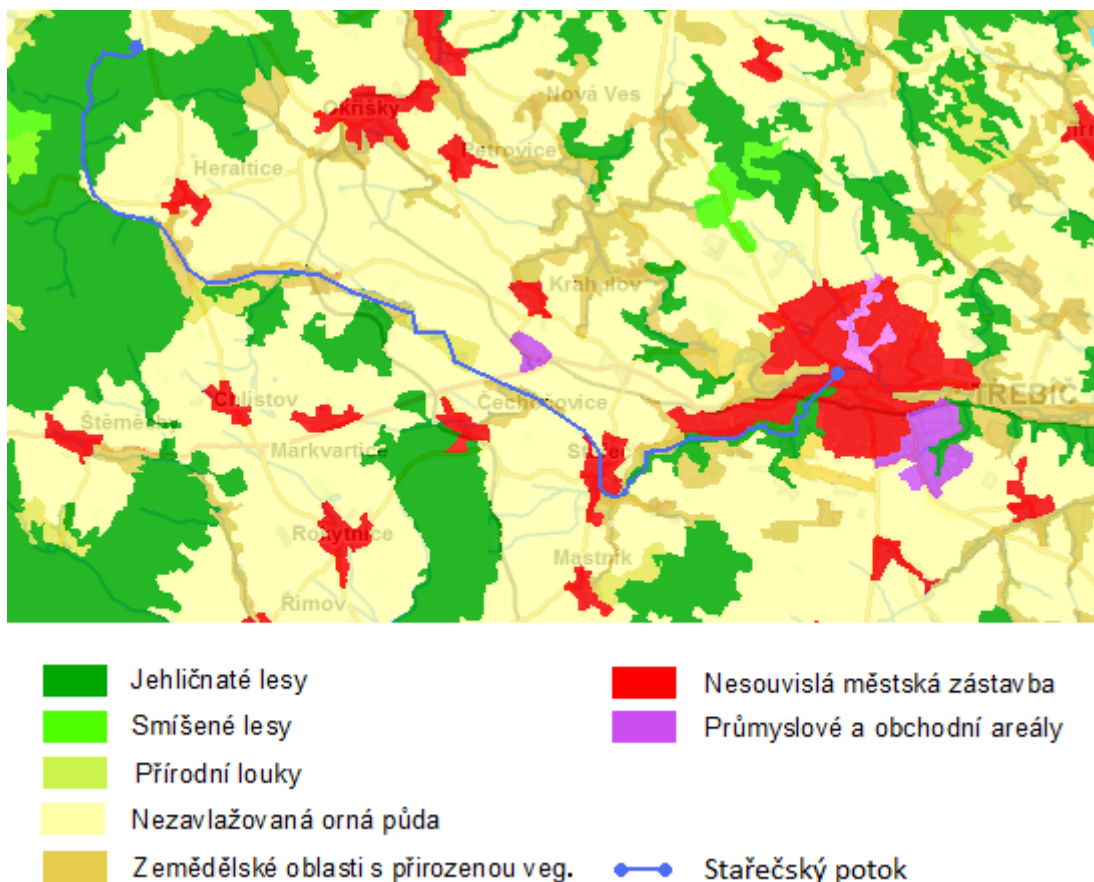
Analýza topografické, geologické a hydrogeologické mapy

Na základě analýzy topografické, geologické a hydrogeologické mapy lze usuzovat, že mělká podzemní zvodeň může být snadno sycena povrchovými vodami zejména v údolích hlavních toků povodí. Nutno dodat, že horniny jsou zde dosti nepropustné a mělká zvodeň je spíše výjimkou. Ke kontaktu povrchových a podzemních vod dochází na menších zlomech místního významu nebo na dnech údolí, popř. přímo údolních niv. Oblastí, kde podzemní voda sytí povrchové toky jsou prostřednictvím ojedinělých pramenů lokalizovány ve vyšších partiích hlavních erozních zářezů v povodí.

Využití krajiny v povodí

Analýzou Land use mapy CORINE a ortofotomapy zjistíme, že dominantním využitím krajiny (povrchu země) je v povodí Stařečského potoka orná půda. Zemědělství je zde velmi silně rozšířeno. Od pramene protéká zpočátku páteří tok povodí jehličnatými lesy (smrková monokultura na pomezí 4. a 5. vegetačního stupně), které jen ojediněle přechází ve smíšené (ojed. buky). Od obce Heraltice lemuje Stařečský potok liniová dřevinná vegetace, louky a zemědělská půda. V této mírně ukloněné plošině jsou na potoku vybudovány i dva rybníky Steklý a Pastvištní. V obci Stařeč vtéká tok do údolí s vlastní nivou, která je však později za Borovinským rybníkem zastavěna bývalým velkým komplexem obuvnického průmyslu BOPO v Třebíči. Okolní svahy jsou porostlé smíšenými (převážně jehličnatými) lesy. Poslední úsek před ústím do přibližně 600 metrů dlouhého tunelu pod centrem Třebíče je upraven do podoby městského přírodního parku s umělou nádrží (Máchovo jezírko) na chov ryb a cyklostezkami lemuujícími koryto. Okolní svahy jsou pokryty souvislým smíšeným lesem na přechodu 3. a 4. vegetačního stupně (hl. borovice, smrky).

Zbytek povodí má podobný charakter průběhu Land use jako páteří tok. Za zmínku jistě stojí areál velkého zemědělského sídla u obce Krahulov a několik dalších sídel v povodí (Krahulov, Čechočovice, Markvartice a Mastník).



Obr. 5. Využití krajiny podle CORINE v roce 2006. (zdroj: Národní geoportál INSPIRE)

3 Vlastnosti vodního toku

Umělé úpravy koryta

Stařečský potok protéká krajinou s různými stupni ovlivnění člověkem. Zejména na horním toku je ovlivnění spíše menší, nicméně přibližně 3 kilometry od pramene vtéká potok do hydrologicky významné oblasti zdrojů vod pro město Třebíč. Od tohoto zlomového bodu je tok více či méně ovlivněn člověkem a na dolním toku je ovlivněn prakticky silně (rybníky, nádrže, park, tunel). Přirozená koryta se objevují místy i na dolním toku.

Tab. 2. Zjištěné úpravy toku Stařečského potoka.

Forma ovlivnění	Lokalita	Intenzita ovlivnění a procentuální podíl úpravy koryta na celkové délce toku¹⁾
Napřimování toku	1) mezi obcemi Pokojovice a Stařeč 2) na území města Třebíče, tunel	4/5, 30 % 4/5 až 5/5, 10 %
Zkapacitnění koryta	1) oblast u obce Pokojovice 2) oblast rybníků mezi Pokojovicemi a Starčí 3) oblast u obce Stařeč 4) areál BOPO Třebíč 5) městský park a tunel v Třebíči	3/5, cca 1 % 2/5, cca 2 % 3/5, cca 2 % 4/5 až 5/5, 5 % 5/5, cca 5 %
Čištění koryta	1) průběžně všechny rybníky - u koryt čištění nevyozorováno, ale určitě občasně probíhá podobně jako u rybníků, zejména v oblastech obcí	2/5 až 3/5, (až 10 %) -
Probírka břeh. porostů	- aktuálně neprobíhá, ale dlouhodobě průběžně ano, občasné místní probírky dřevinných či keřových porostů	při průběhu probírky 1/5 až 2/5, - %
Typy opevnění břehů a dna	1) pohozy, záhozy a náspy (Pokojovice, Třebíč) 2) betonové zdi (Pokojovice, Třebíč) 3) kamenné zdi (Stařeč) 4) kamenná dlažba (větší množství případů – Stařeč, Třebíč, výtoky z rybníků – Steklý, Pastvištní, Borovisnký, Máchovo jezírko) 5) vegetační opevnění (liniová vegetace mimo obce i vně – Pokojovice, Třebíč)	3/5, 10 % 5/5, 10 % 5/5, pod 5 % 4/5, pod 5 % 1/5 až 2/5, 20 % ²⁾
Protipovodňové hráze	- hráze sloužící vyloženě ochraně proti povodním na tomto spíše malém toku nejsou, jen zpevnění koryta v obcích	-, - %

¹⁾ procentuální údaje nelze sčítat, vyjadřují totiž místy totéž v odlišných kategoriích

²⁾ údaj podléhající možné chybě kvůli odlišení přirozené a umělé vegetace kolem koryta

Procentuální vyjádření podílu celkových i dílčích úprav koryta na celkové délce toku není vůbec jednoduché. Moje odhady na základě analýzy map a vlastní rekognoskace terénu odpovídají velmi blízko situaci **55 na 45 %**. Procentuální vyjádření individuálních úprav koryta na celkové délce toku je vyjádřeno v Tab. 2.

Antropogenní úpravy koryta mají vliv na celkové fungování fluvialních procesů. Mezi přirozené procesy, které jsou zásahem člověka modifikovány, patří hlavně proudění v korytě, eroze, transport a ukládání splavenin. Z hlediska proudění vody v korytě dochází vlivem umělých zásahů hlavně ke změnám rychlosti proudění a tření. Modifikace eroze probíhá zejména ve dvou dimenzích – dnové a břehové. Pohyb a ukládání plavenin/splavenin závisí na změnách unášecí schopnosti toku a detailních procesech válení, posunování a saltace jednotlivých částic. V konkrétním případě Stařečského potoka jsou ovlivněny všechny zmíněné procesy. Proudění v korytě modifikují rybníky a nádrže (4) a umělé úpravy toku, eroze či ukládání splavenin je pozmeněna stejnými objekty. Konkrétní případy a objekty, které na toce změnilly povahu fluvialních procesů, znázorňuje Tab. 2.

Umělé úpravy toku přináší i rozmanité odezvy v hydrologii, geomorfologii či biologii. Hydrologický režim toku ovlivňují zejména rybníky, které ovlivňují průtok v potoce. Mohou působit i tepelné znečištění toku (prohřátá voda na hladině rybníka odtéká stavidlem do koryta potoka). Z hlediska geomorfologie dochází k výrazným změnám základních přirozených procesů, jako je eroze, transport a akumulace materiálu. Například následkem napřímení toku nevznikají tvary jako břehová nátrž, jesepní lavice, meandry, břehové valy atd. Konkrétní případ ilustruje situaci mezi obcemi Pokojovice a Stařeč, kde nejsou vůbec žádné meandry, pouze rovné úseky přeloženého koryta. Mění se i podmínky jednotlivých biotopů, což ovlivňuje celkovou biodiverzitu podél toku. Jedná se o složité procesy, které mohou faunu i flóru ochudit nebo i obohatit. Tunel pod Třebíčí například biologickou aktivitu značně omezil, nebo dokonce zničil, zatímco umělé Máchovo jezírko je využíváno pro pěstování ryb i vegetace na ostrůvku a březích.

Přirozené úseky toku

Vymezit přirozené úseky toku bez jakéhokoliv zásahu člověka je poměrně obtížné. Stařečský potok má podle mého názoru a analýzy dva hlavní víceméně přirozené úseky. Jedním z nich je pramenná oblast a následný úsek v délce 8 km (po ústí od Steklého rybníka), který však v sobě obsahuje jednotlivé úpravy menšího charakteru jako zpěvnění břehů, mosty a jiné antropogenní zásahy. Ze zmíněných 8 kilometrů je tedy přibližně 7 přirozených. Druhý úsek začíná v obci Stařeč a končí vtokem potoka do Borovinského rybníka, od kterého je již koryto ovlivněno úpravami. Délka druhého úseku je asi 1,5 km.






Tab. 3. Přirozené úseky Stařečského potoka a jejich charakteristiky.

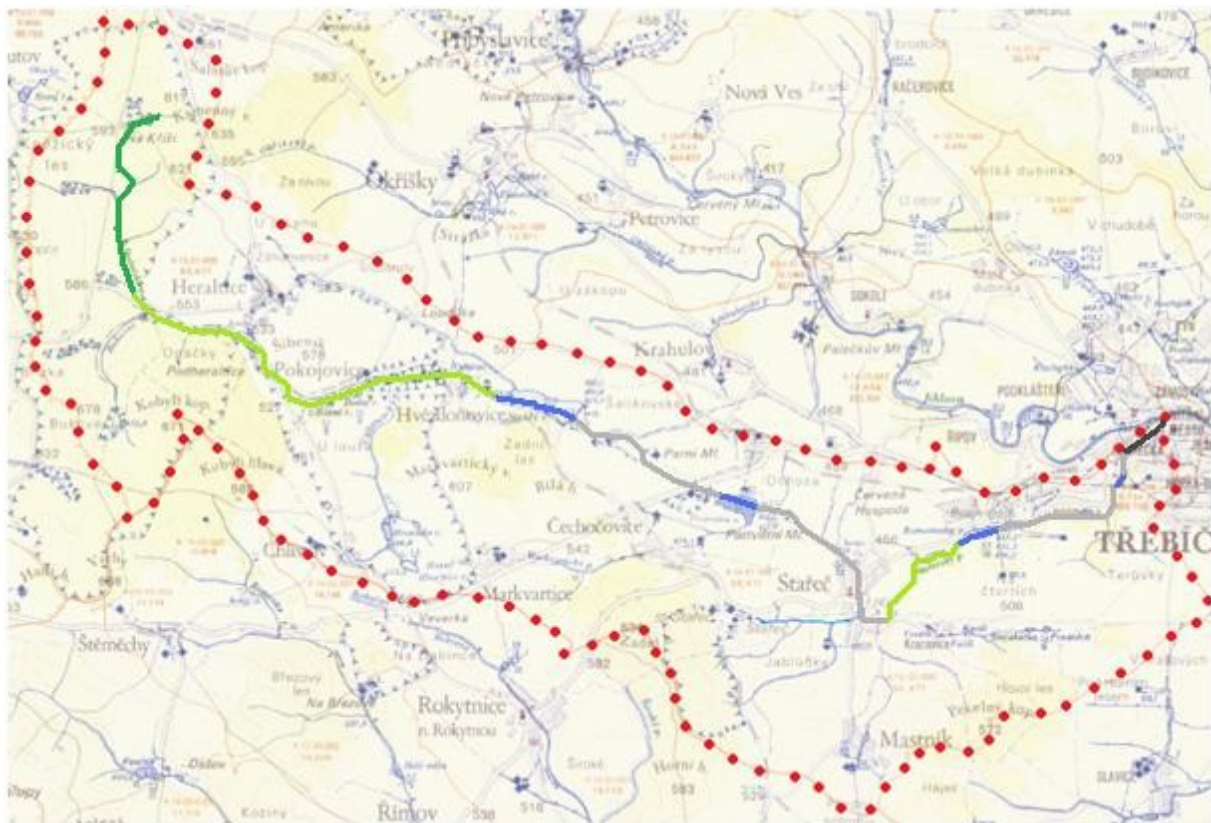
Vymezení úseku	Přirozené jevy	Četnost výskytu
Pramen – Steklý ryb.	nátrže, lavice, mělčiny a tůně, vše velmi malého měřítka	nátrže ojediněle na konkávních březích, lavice na konvexních, mělčiny a tůně ojediněle na základě morfologie koryta a smětu proudnice, vše velmi malého měřítka
Stařeč – Borovinský ryb.	údolní niva, menadry, nátrže, lavice, čeřiny, mělčiny a tůně malého měřítka	niva i meandry v celé délce úseku, nátrže místy na konkávních březích, lavice na konvexních, čeřiny ojediněle na písčitém dně, mělčiny a tůně ojediněle na základě morfologie koryta a smětu proudnice






Homogenní úseky páteřního toku

Pro charakteristiku vodních toků existuje mnoho různorodých geomorfologických klasifikací, s kterými můžeme pracovat. Například v roce 1994 sepsal Rosgen svou klasifikaci, kterou staví na velkém množství pozorování různě velikých řek v různých klimatických oblastech Severní Ameriky. S odlišnou klasifikací se setkáváme ve studii Brierleyho a Fryirsově z roku 2000, která reflektuje Rosgenovu klasifikaci nízkým prostorovým aspektem. Poslední klasifikace, kterou zmiňuji, je práce **Montgomeryho a Buffingtona** z roku 1993, která je založena převážně na zkoumání procesů v řece a jejím nejbližším okolí. Rozlišuje pět základních úrovní: geomorfologickou provincii, povodí, údolní segmenty, říční úseky a jednotlivé říční jednotky. Podle ní budou charakterizovány homogenní úseky i v této práci. Samotné homogenní úseky jsou samozřejmě vymezeny autorem. Geomorfologická provincie i povodí jsou neměnná, takže se zaměříme na zbylé tři úrovně charakteristiky. Hodnocení geomorfologické klasifikace homogenních úseků zobrazuje Tab. 4., vymezení homogenních úseků znázorňuje Obr. 6.

Tab. 4. Geomorfologická charakteristika homogenních úseků v povodí Stařečského potoka podle klasifikace Montgomeryho a Buffingtona (1993).

Homogenní úsek (barva vyznačení v mapě)	Údolní segmenty	Říční úseky	Říční jednotky
Pramenný lesní úsek 	koluviální	stupeň-tůň	tůně, mělčiny
Téměř přirozené úseky 	koluviální	říční úseky s plochým dnem	tůně, lavice
Rybniční úseky 	aluviální	říční úseky s plochým dnem	tůně, mělčiny
Ovlivněné úseky 	aluviální	říční úseky s plochým dnem	tůně, mělčiny
Tunelový úsek 	-	-	-



-  pramenný lesní úsek
-  téměř přirozené úseky
-  rybníční úseky
-  ovlivněné úseky
-  tunelový úsek


Obr. 6. Vymezení homogenních úseků Stařečského potoka pro aplikaci geomorfologické klasifikace Montgomeryho a Buffingtona (1993).

Projekt – revitalizace Stařečského potoka v areálu bývalého průmyslového podniku BOPO

Úplně nejlepší úsek pro kompletní revitalizaci by byl zřejmě tunel na konci toku, před ústím do řeky Jihlavy. Nicméně nad tunelem v průběhu posledních desítek let vyrostla městská zástavba, a proto považuji tento úsek za téměř neobnovitelný. Pro revitalizaci jsem proto zvolil úsek Stařečského potoka, který začíná výtokem z Borovinského rybníka na okraji města Třebíče. Následně protéká areálem bývalého obuvnického podniku BOPO a areál opouští do již revitalizovaného Libušina údolí. Délka úseku činí přibližně **1500 metrů**.

Město Třebíč dlouhodobě zvažuje kompletní obnovu průmyslového areálu ve smyslu vybudování obytné čtvrti s mnoha byty, obchůdky, parky a samozřejmě revitalizovaným korytem Stařečského potoka. Konkrétní plány na revitalizaci potoka nejsou k dispozici, proto se pokusím nastínit obnovu toku ve svém projektu. Akcent bude kladen na zachování určité míry přirozenosti, avšak v obytném areálu to nebude vůbec snadný úkol.



 úsek projektu revitalizace na Stařečském potoce

Obr. 7. Úsek projektu revitalizace na Stařečském potoce v areálu bývalého prům. podniku BOPO. (zdroj: Google Earth)

V podstatě navrhuji tři zásadní revitalizační kroky v úseku. Prvním je rekonstrukce koryta po výtoku z Borovinského rybníka, kde je koryto poměrně poničené a zanesené odpadem, a hlavně také nevhodně přebudované (betonové zdi kvůli blízkosti okolních budov). V tomto místě navrhuji pokus o revitalizaci ve smyslu náspů, který by koryto dostaly do více přirozené podoby. Do toku by se mohly vpravit ojedinělé balvany, které by přirozenost toku ještě zvýraznily. Na březích je dost zeleně (i dřevinné), v tomto kroku není třeba příliš zasahovat, možná jen udělat vhodnou probírku. Druhou etapou revitalizace by podle mého plánu měl být samotný areál. Měly by zmizet stará a neudržovaná ohrazení koryta a být nahrazena, novými, citlivě zvolenými. Doplnit břehy toku zde bude muset hojná zeleň. Posledním krokem revitalizace by mohl být vznik parčíku velmi podobného přirozenému prostředí v nivě toku. Zahrnoval by meandry, tůň, lavice, hojnou zeleň. Velmi zajímavý by byl následný monitoring snahy toku tyto nové podmínky buďto udržovat, nebo nějakým zásadním způsobem opět změnit. Všechny tři kroky revitalizace by byly spojeny s důkladným vyčištěním koryta po všech stránkách.

Podpořit, schválit a realizovat by projekt muselo z největší části město Třebíč, které dlouhodobě s rekonstrukcí areálu počítá. Finanční prostředky by musely poskytnout i strukturální fondy EU nebo MŽP. Realizace projektu v prvních dvou krocích podle mého názoru není problémem, umělá snaha o přirozený tok s meandry a dalšími prvky už by zřejmě ve schvalovacím procesu narazila, hlavně díky finanční náročnosti.

Zásahy do koryta potoka by zásadním způsobem změnilly hydraulické, hydrologické, geomorfologické či biologické poměry toku. Z hlediska hydraulického a hydrologického by došlo zejména ke zpomalení odtoku vody z úseku díky nárustu křivolakosti (umělé meandry) a snížení sklonu koryta. Voda by změnila vliv na geomorfologické tvarování úseku a docházelo by ke vzniku více přirozených forem či tvarů oproti předchozímu stavu s betonovým nebo napřímeným korytem. Díky velkému pročištění koryta, které by bylo součástí projektu, by mohlo dojít k velmi pozitivnímu vlivu na biodiverzitu ve vodě, na březích i v blízkém okolí toku.

4 Identifikace ekosystémových problémů v měřítku krajiny

Formulace otázek ekosystémových problémů

Stařečský potok v některých svých úsecích vybízí k diskuzi ohledně ekosystémových problémů, rizik či hazardů. Po relativně přirozeném pramenném úseku totiž stéká do oblasti intenzivního zemědělství, kde je jednak ovlivňován okolní antropogenní činností, a jednak kde bylo člověkem přetvořeno i jeho koryto. Na dolním toku se potok setkává dokonce s ještě větším ekosystémovým problémem, a tím je skutečnost průtoku téměř čtyřicetitisícovým městem v tunelové izolaci (avšak ne v izolaci od odpadů). Na Stařečském potoce je navíc vybudována série rybníků či malých nádrží (celkem 8!), což představuje na tak malém toce úplnou umělou „kaskádu“. V závislosti na těchto třech základních enviromentálních rizicích jsou formulovány i následující problémové okruhy.

1) Enviromentální dopady intenzivního zemědělství na středním toku Stařečského potoka na všeobecné poměry toku.

2) Ovlivnění zejména hydrologických, geomorfologických a biologických podmínek toku soustavou osmi rybníků a malých nádrží.

3) Extrémní zátěž Stařečského potoka průtokem města Třebíčí.

Komentář k okruhu se zemědělským znečištěním

Střední tok Stařečského potoka je nejprve pravostranně a následně oboustranně intenzivně ovlivněn zemědělskou činností. Zejména hnojení potom snižuje kvalitu vody v potoce, či jej dokonce znečišťuje. Na základě vymezování polí bylo následně i narovnááno koryto, což změnilo morfologii toku a geomorfologické tvary s tokem spojené. Znečištění a změny struktury v korytě (např. vymizení typických tvarů) mají potom velké dopady na biodiverzitu v potoce, např. kvůli zániku habitatů, a nabourat tak stabilitu ekosystémů. Úpravy koryta rovněž mění charakteristiky odtoku vody z povodí.

Komentář k okruhu o soustavě rybníků a nádrží

Vybudování umělých rybníků a malých nádrží na potoce ovlivňuje nejvíce hydrologický režim toku, nicméně impakty vyvstávají i například ve složce biologické. Klasickým ovlivněním hydrologického režimu i bioty pod vodní nádrží je tepelné znečištění toku, tj. vypouštění obvykle studené vody ze dna rybníka, která může být řádově o několik stupňů Celsia než voda povrchová. Rybníky a vodní nádrže mohou zároveň i rozvíjet břehovou biodiverzitu a ekosystém, a mimo jiné představovat ochranu před povodněmi.

Komentář k okruhu o průtoku Třebíčí

Stařečský potok posledních 600 metrů před ústím do Jihlavy protéká umělým tunelem pod Třebíčí, konkrétně pod místní historickou částí Stařečka, která se nachází téměř v samotném centru města. Betonový tunel naprosto vyloučil veškeré přirozené podmínky, změnil hydrologický režim toku a přijímá kanalizační sítí odpad a další zdroje znečištění z města. Zásah tohoto typu do toku je extrémní.



Obr. 8. Zaústění Stařečského potoka do tunelu pod městem Třebíčí.

Na základě výše uvedených případů zásadního ovlivnění přirozeného režimu Stařečského potoka lze usuzovat, že došlo ke fragmentaci hydrogeomorfologického kontinua tohoto toku. Hranice povodí Stařečského potoka v drtivé většině případů nejsou současně hranicemi krajinných ekosystémů, o kterých zde bylo hovořeno, a zasahují i na území sousedních povodí (týká se zejména polí a zemědělské činnosti). Konkrétní rybníky Stařečského potoka a trebičský tunel jsou samozřejmě výhradně ve zkoumaném povodí.

Možný monitoring ekosystémových problémů

Monitoring problému zemědělského znečištění

Základní měření znečištění toku zemědělskými hnojivy umožňují pravidelné a důkladné odběry vzorků vody. Dražší variantou může být i automatická stanice. Změny hydrologického režimu díky napřímení lze sledovat například měření rychlosti odtoku vody z povodí. Pro takový účel můžeme využít reflexní indikátory. Vliv znečištění na říční ekosystém je patrně nejlepší svěřit odborníkovi v dané problematice, který provede terénní průzkum a porovná jej se stavem předchozím. Jednotlivé měřené veličiny by následně měly zejména obecný charakter *množství (hmotnost) zkoumané látky na objem vody*, př. **[g.dm⁻³]**. Rychlost proudění vody v korytě může mít klasický charakter *času dotoku vody s obsahem indikační látky do měrného profilu [s]*.

Monitoring problému kaskády rybníků a nádrží

Pokud bylo hovořeno v souvislosti s problémem rybníků o tepelném znečištění, tak právě tuto veličinu by bylo možné poměrně jednoduše měřit umístěním vhodných typů teploměrů do toku pod hrázemi. Biologické dopady soustavy bych osobně opět doporučoval nechat na zkušeném odborníkovi, který by dopady na biodiverzitu monitoroval a získaná data

formou potřebných analýz vyhodnocoval. Jediná navržená veličina je jasná – *teplota vody pod hrázemi rybníků a nádrží [°C]*.

Monitoring problému tunelového úseku

Třemi hlavními problémy třebečského tunelu jsou zásadní devastace původního prostředí, velký objem znečišťujících látek tekoucích z kanalizace do toku a zásadní změna hydrologického režimu potoka. Monitorovat míru devastace původní bioty v tunelu by bylo poměrně složité a nákladné, spíše lze monitorovat znečištění odběry nebo zavedením automatických stanice, podobně jak tomu bylo u znečištění hnojivy. Ideální případ by nastal v umístění stanice před tunel a za tunel, a následně data analyzovat a porovnávat. Změnu hydrologických poměrů by bylo opět možné zkoumat *časem dotoku [s]* nebo *teplotou vody na výtoku z tunelu [°C]* (snížení přirozené teploty vody vlivem zastínění slunečního záření a snížení nebo zvýšení vypouštěním vody z kanalizací).

Shromážděná podkladová data by mohla napomoci problémy vyřešit. Zejména v případě znečištění by vysoce nepříznivá až alarmující data mohla příslušné orgány donutit situaci řešit a pracovat na nápravě.

Závěr

Na základě čtyřbodového zadání semestrální práce z předmětu Fluviální geomorfologie byl analyzován Stařečský potok, pravostranný přítok Jihlavy. Výsledkem je okomentovaný výčet základních informací hydrologických i geomorfologických. Důraz je kladen na rozlišování přirozeného a pozměněného charakteru toku a na charakteristické geomorfologické tvary a prvky. Práce se rovněž zabývá problematikou environmentálních zásahů do povodí a pokouší se nastínit možná řešení takových problematických jevů.

Díky terénnímu průzkumu a hloubějšimu výzkumu dané problematiky přímo na konkrétním toce byla práce prospěšná pro uplatnění získaných teoretických poznatků v praxi.

Fotogalerie



Obr. 9. Horní tok Stařečského potoka 2 km od pramene v lesích Křižanovské vrchoviny.



Obr. 10. Zdroj pitné vody pro město Třebíč u Heraltic na přítoku Stařečského potoka.



Obr. 11. Nejpravděpodobnější přirozený úsek Stařečského potoka na horním toce.



Obr. 12. Rozsáhlá vodní plocha Steklého rybníka na středním toce Stařečského potoka.



Obr. 13. Upravené koryto Stařečského potoka na počátku dolního toku v obci Stařeč.



Obr. 14. Vypuštěný Borovinský rybník na okraji Třebíče na dolním toku Stařečského potoka.



Obr. 15. Upravené koryto Stařečského potoka s přílehlým příměstským parkem na dolním toku.



Obr. 16. Umělé Máchovo jezírko v příměstském parku na okraji Třebíče na dolním toku Stařečského potoka.



Obr. 17. Ústí Stařečského potoka do tunelu pod Třebíčí na dolním toku, přibližně 600 metrů před ústím do Jihlavy.



Obr. 18. Vyústění tunelu se Stařečským potokem do řeky Jihlavy v Třebíči.

Seznam literatury

BOHÁČ, P. 1996. *Vyšší geomorfologické jednotky ČR*. 1. vyd., Český úřad zeměměřičský a katastrální, Praha, 1996. 54 s.

DEMEK, J., MACKOVČIN P. a kol. 2006. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. 2. vyd., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 2006. 582 s.

KESTŘÁNEK, J. 1984. *Vodní toky a nádrže*. Edited by VLČEK, V., 1. vyd., Academia, Praha, 1984. 315 s.

KOLEKTIV AUTORŮ. 1967. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky – Díl 2*. 1. vyd., Hydrometeorologický ústav, Praha, 1967. 557 s.

NETOPIL, R. 1970. *Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod*. 1. vyd., Státní pedagogické nakladatelství Praha, Praha, 1970. 220 s.

Národní geoportál INSPIRE: *Mapy* [online]. Česká informační agentura životního prostředí, 2010 [cit. říjen 2011].

Dostupný z WWW: <<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>

WIKIPEDIE: *Stařečský potok* [oline]. 2011 [cit. říjen 2011]

Dostupný z WWW: <

http://cs.wikipedia.org/wiki/Sta%C5%99e%C4%8Dsk%C3%BD_potok>

RUMLOVÁ, S.: *Podélná variabilita říčního stylu Morávky*, Bakalářská práce [online]. 2011 [cit. listopad 2011]

Dostupný z WWW: < http://is.muni.cz/th/324423/prif_b/text.pdf>

Laboratoř geoinformatiky UJEP: *III. vojenské mapování* [online]. Laboratoř geoinformatiky UJEP, 2001-2010 [cit. listopad 2011].

Dostupný z WWW: <<http://oldmaps.geolab.cz/>>