

VODÁCKÝ GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

KAREL JEDLIČKA
smrcek@seznam.cz

2000

1 MOŽNOSTI VYUŽITÍ GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ V OBLASTI VODNÍ TURISTIKY

1.1 Historický úvod do problematiky

Počátky vodáckého sportu v Čechách sahají do daleko starších dob, než se domnívá většina naší vodácké veřejnosti. Ve starých českých kronikách je zmiňováno jméno rytíře Jana Zachaře z Pašiněvsí, jenž zemřel v roce 1555 a jenž byl pravděpodobně nejstarším českým vodákem-turistou vůbec. Tento rytíř pronikl do skandinávských zemí a do Laponska, a zde se zřejmě seznámil s kajakem. Ten jej okouzлил natolik, že si tuto loď po příjezdu ze severu zhotovil a podnikal s ní expediční výpravy po českých řekách. Svědčí o tom i jeho erb do něhož si vybral: „*na červeném štítě oděnce na loďce přirozené barvy veslujícího, nad helmou dvě péra, upravo červené, vlevo stříbrné.*“ Tento citát pochází z Českomoravské heraldiky a byl citován v [Janka 88].

O masovějším rozšíření vodáckého sportu u nás však lze mluvit až od sklonku minulého století. V souvislosti s jeho rozšiřováním bylo zapotřebí nalézt způsob popisu jednotlivých řek. Ideálním způsobem se ukázala být kilometráž (viz. 5.2-slovník pojmů). První kilometráže u nás začali vodáci zpracovávat již na počátku tohoto století. Jednalo se většinou o nadšence, kteří řeku sjeli a následně popsali pro ostatní. Postupem času těchto lidí ubývalo, protože bylo stále náročnější během roku či dvou sjet všechny sjetelné řeky, neboť takových řek rok od roku přibývalo. Kilometráže a vodácké průvodce tak postupem času začalo zpracovávat několik autorských kolektivů, dílem z vlastní zkušenosti a dílem z vodo hospodářských map. Tyto autorské kolektivy, které se skládají převážně z vodáckých nadšenců dělajících tuto práci víceméně nekomerčně, spravují vodácké podklady pro kilometráže dodnes [Jančar 98].

1.2 Současné řešení informovanosti vodácké veřejnosti o obtížnosti našich toků

Pokud chce vodák v současné době vyrazit na vodu a splout nějakou řeku, se kterou nemá osobní zkušenost, má možnost načerpat informace buď od zkušenějšího kolegy nebo nejčastěji z knihy

Kilometráž českých a moravských řek [Jančar 98], případně u turisticky atraktivních řek přímo z podrobnější kilometráže konkrétní řeky.

1.2.1 Kilometráž českých a moravských řek

Kilometráž českých a moravských řek [Jančar 98] je kniha obsahující podrobné informace o vodácky využívaných řekách v České Republice. Kniha má několik částí z nichž zmíním tři.

Část *Popis povodí největších řek s tabulkami obtížnosti* obsahuje základní geografickou charakteristiku konkrétního povodí, informace o přehradách, rybnících, národních parcích a chráněných územích. Dále je zde uveden seznam řek vlévajících se do hlavní řeky povodí a to i s jejich stupni obtížnosti.

V části *Bezpečnost jízdy na vodě a obtížnosti* jsou uvedeny jednotlivé stupně obtížnosti a jejich popis. Klasifikace na tyto stupně je základním vodítkem pro představu náročnosti úseku řeky. Vzhledem k důležitosti této klasifikace ji uvádím jako přílohu 5.2 své diplomové práce.

V části *Seznam řek uvedených v kilometráži* jsou u každé řeky uvedeny informace o povodí (pramen, délka toku, kam ústí, odvodňovaná plocha, charakteristika koryta), jednotlivých úsecích (jejich délka a obtížnost), přístupu (možnosti nástupu, výstupu, táboření), možnostech náběhu a o přilehlých, historicky nebo jinak zajímavých objektech. Dále je zde nejdůležitější a nejobsažnější složka celé knihy, kde je každá řeka popsána vlastní kilometráží.

Kilometráž řeky lze přirovnat k podrobnému itineráři (viz. 5.2-slovník pojmů), neboli popisu cesty od pramene řeky (respektive od místa odkud ji lze sjíždět) až k jejímu ústí. Každý významný objekt na řece je jednoznačně určen svojí vzdáleností od ústí řeky, s přesností na desetinu kilometru. Pro lepší představu čtenáře zde jako ukázkou uvádím kompletní kilometráž *Drnového potoka* (viz. obr. 1.1). Vysvětlivky (legendu) k vodácké kilometráži pak uvádím na obr. 2.1.

Drnový potok

povodí: Berounka ústí do Úhlavy
ZW 10,2 km

1. Pramení v šumavském podhůří u Nemilkova v 641 m n. m., stále teče k severu a pod Klatovy se vliývá na ř. km 61,4 do Úhlavy v 387 m n. m. Povodí měří 94,5 km². Potok protéká jen mírně zvlněnou krajinou jako nížinný potok s hustým břehovým porostem. Koryto je úzké a bahnité. Obtížnost celého toku je ZW.

2. Úseky:

Vrhavec - ústí	10,2 km	3,0 ‰	ZW
----------------	---------	-------	----

Potok je využíván jen jako přístup na Úhlavu, přijedeme-li do Klatov vlakem. Sjízdňý je jen po větších deštích nebo tání sněhu. Plavba z Klatov do Úhlavy zabere asi 1-2 hodiny.

3. Železniční stanice je v Klatovech 200 m od potoka. Silnice sleduje tok po celé délce, takže s přístupem k toku není problém.

4. Vše co potřebujeme najdeme v Klatovech - „Bráně Šumavy“ - královské město se zachovalými částmi opevnění, jezuitským barokním kostelem ze 17. stol. s katakombami, gotickým chrámem ze 13. stol., gotickou Černou věží a renesanční Bilou věží

10,2	Is	Vrhavec	vi	vi	vi	vi	vi	(411 m n. m.)
9,8	Is	Vrhavec	600 m vp	+	+200 m	Ip		
9,0	Ip		stp	≈	!!			
7,8	Is	Luby u Klatov	500 m vp					
6,7	Is	Luby u Klatov	vi	vi	vi	vi	vi	+100 m
								zbytky !!
6,0	Is	Klatovy město	200 m vi					
5,1	Ip	městský park, Klatovy	vp	vi	vi	vi	vi	
4,8	Is	Klatovy	vp	vi	vi	vi	vi	
								ve městě
2,3	Is	Klatovy	600 m vi	+				
2,1	Is							
0,0								→ do Úhlavy na ř. km 61,4 (378 m n. m.)

obr. 1.1 - kilometráž Drnového potoka

1.2.2 Kilometráž řeky

Kilometráž konkrétní řeky je daleko podrobnější než *Kilometráž českých a moravských řek* a obsahuje kromě výše uvedených údajů podrobné informace o tábořištích, fotografie a mapky jednotlivých jezů či přeřejí s vyznačením doporučeného průjezdu a další doplňující informace o okolí.

1.2.3 Ostatní zdroje

Aktuálnější informace o tocích je možné získat též z vodáckých časopisů, z nichž nejznámější je asi KRK (Kanoë-Raft-Kajak). Problém při získávání informací z těchto časopisů je však v tom, že informace nejsou nijak řazeny a člověk, který takovýto časopis neodebírá pravidelně, nemá většinou šanci již starší čísla sehnat.

Dalším v poslední době prudce se rozvíjejícím zdrojem vodáckých informací je Internet. Z českých stránek zde uvedu stránku www.kanoë.cz, spravovanou Stanislavem Ježkem, kterou je možné

považovat za „portál“, tedy vstupní bránu, do světa českého i zahraničního vodáckého Internetu.

1.2.4 Rozbor současné situace

Způsob získávání informací o dané řece popsany v předešlé kapitole je v principu dobrý a postačující, neboť byl vypracován již několika generacemi vodáků (viz. kap 1.1).

Jeho hlavní nevýhodu však je jeho neaktuálnost. Vezmeme-li v úvahu, že poslední *Kilometráž českých a moravských řek* [Jančar 98] byla vydána v roce 1998 a její předchůdce *Československé řeky – kilometráž* v roce 1990 [Kohoutek 90], je jasné že poměry na našich řekách se za tu dobu změnily několikrát.

Tyto změny poměrů lze zařadit do dvou kategorií. Do první kategorie spadají *změny přírodní*, tedy většinou změny tvaru koryta. Tyto změny se projevují především u menších toků, kde často stačí v nepřehledném úseku jeden padlý strom napříč korytem či přemístěný kámen k tomu, aby se výrazně změnila možnost průjezdu. Původcem těchto změn bývají většinou mohutnější jarní povodně a z toho vyplývá že jejich minimální perioda může být i pouhý rok.

Do druhé kategorie patří *změny způsobené člověkem*. Tuto kategorii změn lze dále rozdělit na změny vodohospodářské a na změny způsobené vlivem turistického ruchu.

Vodohospodářské změny se projevují především u toků vodohospodářsky využitelných a jedná se například o stavby jezů, navigací, regulací či přehrad. Tyto změny zajímají vodáckou veřejnost pouze v případě, že byly provedeny na toku, který je zároveň využíván turisticky, což je ovšem v případě České Republiky dost častý případ. Vznikají však většinou postupně a bývají na toku řádně označeny, takže jejich nebezpečnost je, při dodržování bezpečnostních pravidel, minimální.

Změny způsobené vlivem turistického ruchu většinou nemají vliv na tvar samotného koryta (snad s výjimkou úprav břehů pro lepší přistávání lodí). Jedná se hlavně o vznik či zánik tábořišť (restaurací, hospod) a o rozvoj dalších služeb vodákům, jako jsou například půjčovny lodí a vodáckého vybavení. Jejich rychlost závisí na změnách v intenzitě turistického využívání daného toku.

Závěrem této kapitoly lze tedy říci, že hlavní nevýhodou současného systému informovanosti vodácké veřejnosti je jeho nehomogenní aktuálnost.

1.3 Stručný úvod do GIS

Poznámka: Zdrojem informací pro tuto kapitolu mé diplomové práce byl [Tuček 98].

S rozvojem informačních technologií se nabízí možnost přepracování vodácké kilometráže do digitální podoby a jejího přímého napojení na digitální mapové dílo, tedy vytvoření vodáckého geografického informačního systému (VGIS viz. 5.2-slovník pojmů). Geografické informační systémy jsou poměrně novou záležitostí a proto zde uvádím stručný úvod do této problematiky.

Do problematiky geografických informačních systémů (GIS - viz. 5.2-slovník pojmů) zasahují vědní obory jako je geografie, geodézie, kartografie, dálkový průzkum Země, fotogrammetrie, matematika, geometrie, statistika, numerické metody, informatika (databázové systémy, grafika, umělá inteligence, sítě) a vždy alespoň jeden specializační obor závislý na řešeném problému (hydrologie, ekologie, meteorologie, ...).

Geografický informační systém (GIS) je možno chápat jako konglomerát možností databázových, statistických, analytických a vizualizačních systémů, doplněných specializovanými procedurami, a lze jej tedy posuzovat z několika odlišných aspektů (pohledů) , které se však vzájemně překrývají.

Pohled na GIS jako na *prostředek zpracování, tvorby a zobrazování map* dominuje u uživatelů, kteří považují za důležitý kartografický aspekt nebo kvalitní prezentaci výsledků procesu zpracování. Pokud hovoříme o pohledu na GIS jako na systém pro práci s digitálními mapami, máme na mysli především informačně-komunikační funkci mapy.

Databázový pohled zdůrazňuje význam správně navržené a zorganizované databáze. Prvotní příčinou budování informačního systému je potřeba inventarizace, potřeba shromažďovat, třídít, selektovat a prezentovat údaje. Explicitně nebo implicitně vyjádřená vazba na zemský povrch zde slouží jako univerzální přístupový klíč k jednotlivým údajům. Prostorová lokalizace hraje především úlohu

vícedimenzionálního spojovacího klíče, podle kterého lze řadit, třídít a selektovat různorodé údaje pocházející z rozmanitých zdrojů. Tento pohled převažuje u lidí, kteří vytvářejí a provozují GIS jako databáze.

Analytický pohled vyzdvihuje možnosti prostorové analýzy, syntéz poznatků a modelování. Právě tato vlastnost se často pokládá za prvek, který odlišuje GIS od jiných informačních systémů. Pohled na GIS jako na systém umožňující prostorové analýzy a modelování dominuje u lidí a aplikací s přírodovědným a socioekonomickým zaměřením. Právě tyto systémy jsou „geografické“ v pravém smyslu slova, tedy zaměřené na krajinu a v ní probíhající procesy.

Uživatelé geografických databází potřebují vizualizační a některé analytické funkce GIS. Pro vědce orientované na prostorové analýzy je zobrazování stejně důležité jako připojení atributů k prostorovým objektům a ani tvůrci map se zcela neobejdou bez propojení s databází. Jak vidíme, u různých aplikací mají jednotlivé pohledy různou váhu a vždy se navzájem kombinují a doplňují. Platí proto, že GIS by měl v sobě sjednocovat všechny uváděné aspekty.

Lze tedy souhrnně říci, že GIS je prostředek na získávání, uchovávání, spojování a vyhodnocování prostorových informací. Jeho používání je výhodné u dat, která mají prostorovou složku. Tuto složku má až 80% všech dat. GIS tvoří komplexní model dané oblasti a umožňuje zobrazování tohoto modelu a analýzy nad ním vždy jen s těmi informacemi, které jsou právě potřeba, čímž je docíleno jeho přehlednosti a zároveň jeho úplnosti. Není tedy třeba mít pro jednu oblast modelů více.

Příklady využití GIS:

- určení výhodné polohy objektu (stavby) v závislosti na analýze okolních geografických podmínek a následná zpětná analýza vlivu objektu na okolní prostředí (určení polohy vysílače v závislosti na jeho dosahu, návrh umístění rychlostní komunikace do krajiny)
- správa svěřeného územního celku (městské informační systémy, katastr nemovitostí) a získávání informací o něm (sčítání lidu, výsledky voleb v jednotlivých oblastech)
- ochrana životního prostředí (zkoumání vlivu škodlivých emisí na dané území z analýzy družicových snímků)

- distribuce zdrojů a správa jejich distribuční sítě (GIS zde poskytuje komplexní informace o distribuční síti – vodárenský, elektrárenský a plynárenský průmysl)
- informace o nejlepším možném spojení dvou bodů po dané síti a popis této výsledné cesty (přeprava nadměrného nákladu, plavba po řece)

1.4 Datové modely v GIS, některé typy reprezentací geoobjektů v modelu

Poznámka: Zdrojem informací pro tuto kapitolu mé diplomové práce byl [Tuček 98] a [Hohl 98].

Prostorové objekty (geoobjekty - viz. 5.2-slovník pojmů) používané pro reprezentaci skutečnosti v datovém modelu mohou mít různou **(geometrickou/topologickou) dimenzi Dim(n)**:

- **Dim(0)** - bod/uzel
- **Dim(1)** - přímé úseky čar s konečnou délkou linie/hrana
- **Dim(2)** - polygony s konečnou plochou/polygony
- **Dim(3)** - tělesa s konečným objemem nebo plochy ohraničující tělesa (polyhedrony). To platí pro geometrickou i topologickou dimenzi

Dále mluvíme o **tématické dimenzi objektu**, která je rovna počtu atributů definovaných pro daný objekt, a o **čase jako o čtvrté dimenzi objektu**, pokud bereme v úvahu jejich dynamiku.

Reprezentací rozumíme způsob vyjádření skutečnosti v modelu a jeho uložení v počítači. Podstata GIS spočívá v tvorbě modelu reálné situace na Zemském povrchu. Tento model může být 2-D nebo 3-D a skládá se tedy z geometricky a topologicky uspořádaných objektů různé dimenze. Protože toto modelování probíhá na počítači, je nutné zvolit takovou reprezentaci geoobjektů, která má své pevně definované prvky a vztahy mezi nimi. Ta se dělí na dvě hlavní skupiny a pro různé aplikace a různá data se hodí různé reprezentace.

1.4.1 Vektorová reprezentace

Ve vektorové reprezentaci prostorových objektů jsou základní logické jednotky modelu ty objekty, které se v geografickém kontextu shodují s body a liniemi na mapě (př.: studna, strom, řeka, ulice, hranice ploch, ...). Obraz je pak vytvořen z linií, které vzniknou spojením uzlových bodů. Lze tedy říci, že vektorovou reprezentaci geoobjektů tvoří **body/uzly** o známých souřadnicích a **linie/hrany**, které je spojují. Všechny ostatní prvky (plochy, objemy a polyhedrony) lze vytvořit jejich kombinací s topologií objektů.

Elementární prostorové vztahy mezi těmito elementy byly formulovány v teorii grafů. V dalším textu uvádím pouze ty vztahy, které jsou důležité pro další vysvětlení.

Bod/Uzel je definován souřadnicemi v prostoru.

Linie/Hrana je definována svými koncovými uzly, na které je napojena, a souřadnicemi všech vrcholů linie mezi těmito uzly.

Hrana má **směr**, pokud je důležité pořadí uzlů.

Dvě hrany jsou **přilehlé** (sousedící), pokud mají společný uzel.

Stupeň/řád $D_{(n)}$ uzlu se rovná počtu hran, ve kterých je uzel zastoupen.

Řetězec je sekvence sousedících hran, které splňují následující podmínky:

- Každá hrana se v něm vyskytuje pouze jednou
- Existují nanejvýš dva uzly s řádem $D_{(n)} = 1$
- Ostatní uzly v řetězce mají řád $D_{(n)} = 2$

Propojený graf - dva uzly v grafu jsou propojeny, jestliže existuje řetězec, ve kterém se oba vyskytují. Graf je propojený, pokud jsou všechny možné páry uzlů propojeny.

Polygon/plocha je uzavřený řetězec. Všechny jeho uzly mají $D_{(n)} = 2$. Pomocí této struktury můžeme modelovat plošné objekty jako vektorové. Sdružením více polygonů můžeme tedy vybudovat jejich síť. Pokud takováto struktura důsledně pokrývá celou plochu, nazývá se **dělením plochy**.

Na základě uvedeného mohou základní stavební prvky pro vektorovou reprezentaci splňovat v GIS různé úkoly při reprezentaci různých typů objektů a to buď najednou nebo i odděleně.

Body/Uzly mohou reprezentovat:

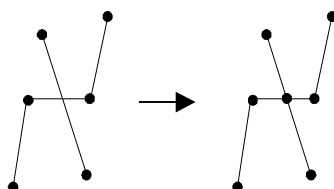
- počáteční/koncové uzly hran nebo mezilehlé body na liniích. V této úloze mají mimořádnou důležitost při definování geometrie a topologie liniových objektů.
- bodové objekty mimo linie (př.: Triangulační bod, jez, studna, osamocený strom, ...)

Linie/hrany mohou reprezentovat:

- liniový objekt
- hranici dvou plošných objektů

Pro reprezentované bodové objekty ($D_{(n)}=0$) není nutné řešit topologické vztahy, protože tyto body jsou již jednoznačně určeny svými souřadnicemi. Pokud však jde o uzly ($D_{(n)}\geq 1$) tedy o stavební prvky na **reprezentacích liniových objektů**, musíme řešit jejich příslušnost k jednotlivým liniím. Pokud se pak tyto linie dále spojují a navzájem kříží, je pro zachování topologie nutné v takovýchto bodech definovat uzly. Toto se označuje jako první typ topologických vztahů.

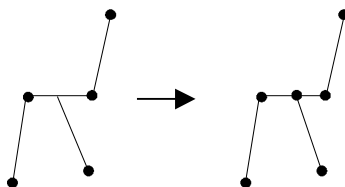
Pokud dojde k překřížení dvou linií, je nutné tyto linie v bodě jejich průniku rozdělit a doplnit do nich uzel. Takto vzniklý uzel bude mít řád $D_{(4)}$, a povedou z něj tedy právě čtyři linie (viz. obr. 1.2).



obr. 1.2 – řešení topologie křížených linií

Pokud dojde k napojení dvou linií mimo uzel, je nutné první linii rozdělit v bodě jejich dotyku a v tomto bodě do ní doplnit uzel na který

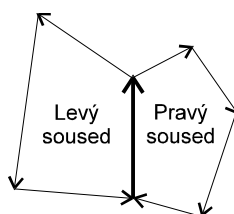
je následně napojena druhá z linií. Takto přidaný uzel bude mít řád $D_{(3)}$, a povedou z něj tedy právě tři linie (viz. obr. 1.3).



obr. 1.3 – řešení topologie při napojování linie

Pro **reprezentované plošné objekty-polygony** obvykle v GIS definujeme tři druhy topologických vztahů:

- Plocha musí být definována uzavřeným řetězcem.
- U každé hrany plochy musí být definována její příslušnost k dané ploše.
- Každá hrana plochy musí mít definovaného souseda (jinou plochu). To je možné provést díky orientaci hran, protože je-li hrana orientována, lze určit jejího pravého a levého souseda (viz. obr. 1.4).



obr. 1.4 – sousední polygony orientované hrany

V GIS je většinou těchto objektů celá škála typů a proto se často tyto třídí do **tématických vrstev** podle potřeby (př.: Výškopis – linie + body, Polohopis - linie, Vodstvo - linie, Areálové prvky - plochy, Popis – body + popis). Při zkombinování jednotlivých vrstev do jedné je pak nutno znovu vytvořit geometrii a topologii takto vzniklé vrstvy.

1.4.2 Rastrová reprezentace

V rastrové reprezentaci objekty jako takové neexistují. Zájmový prostor je rozdělen na elementární části (**prostorové elementy**). Pro každý z těchto elementů je pak zaznamenána jeho poloha a atributy.

Mozaikový (rastrový) model můžeme tedy z prostorového hlediska definovat jako prostorově na sebe navazující množinu 2-D nebo 3-D elementů různého tvaru a velikosti, které kompletně vyplňují zkoumanou plochu (prostor). Zde by mohlo dojít ke spletení si mozaikového modelu se sítí polygonů. Existují tu však základní rozdíly:

- Buňky rastru jsou neoddělitelně spojené s hodnotami jejich atributů a jsou **elementární**.
- Polygon ve vektorovém modelu má naopak substruktury (uzly a hrany), které navzájem souvisí podle určitých pravidel.

Bodové objekty jsou v rastru reprezentovány jako individuální buňky.

Liniové objekty musí být aproximovány sekvencí sousedících buněk.

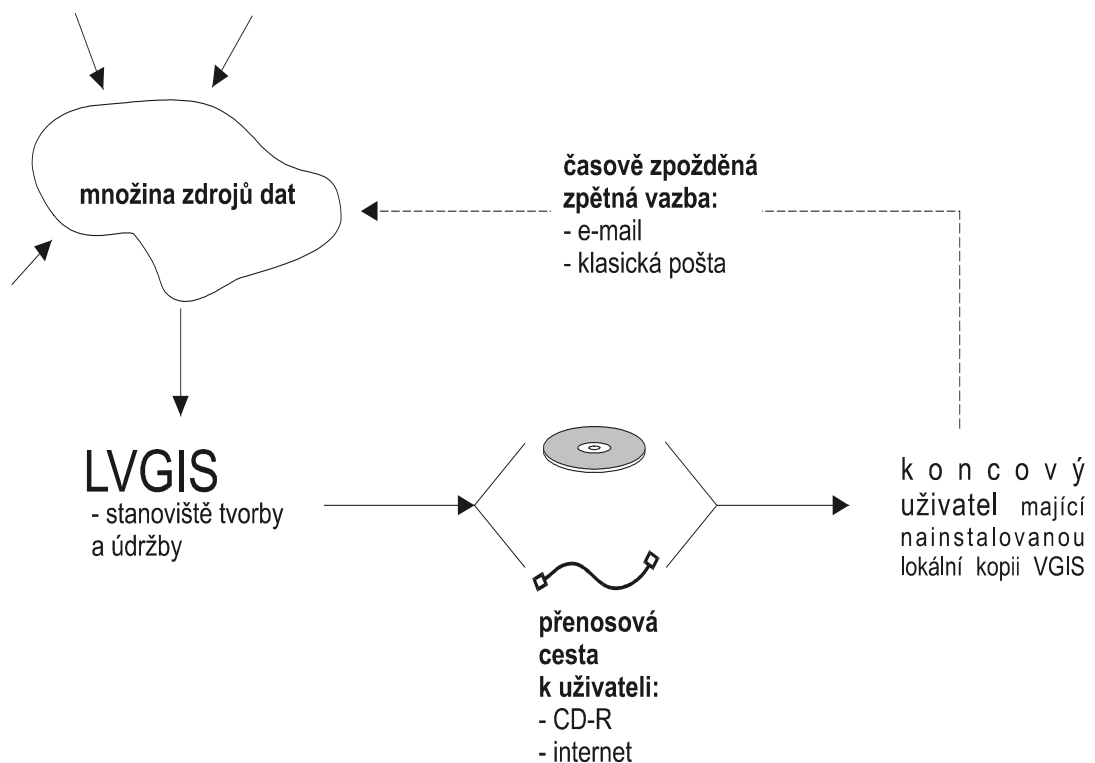
Plošné objekty musí být aproximovány množinou souvisejících buněk.

1.5 Řešení informovanosti vodácké veřejnosti o obtížnosti našich toků s použitím GIS

Poznámka: Podkladové informace pro tuto kapitolu jsem získal z [Plewe 97].

1.5.1 Možnosti lokálního VGIS

Pojem *lokální vodácký geografický informační systém* je třeba chápat jako geografický informační systém, který je vytvářen a spravován na jednom místě, a jehož aktualizované verze jsou následně periodicky distribuovány na digitálních přenosových médiích nebo jsou k dispozici na Internetu (viz. obr. 1.5).



obr. 1.5 – tok dat v lokálním VGIS

Takovýto systém oproti klasické kilometrácii umožňuje:

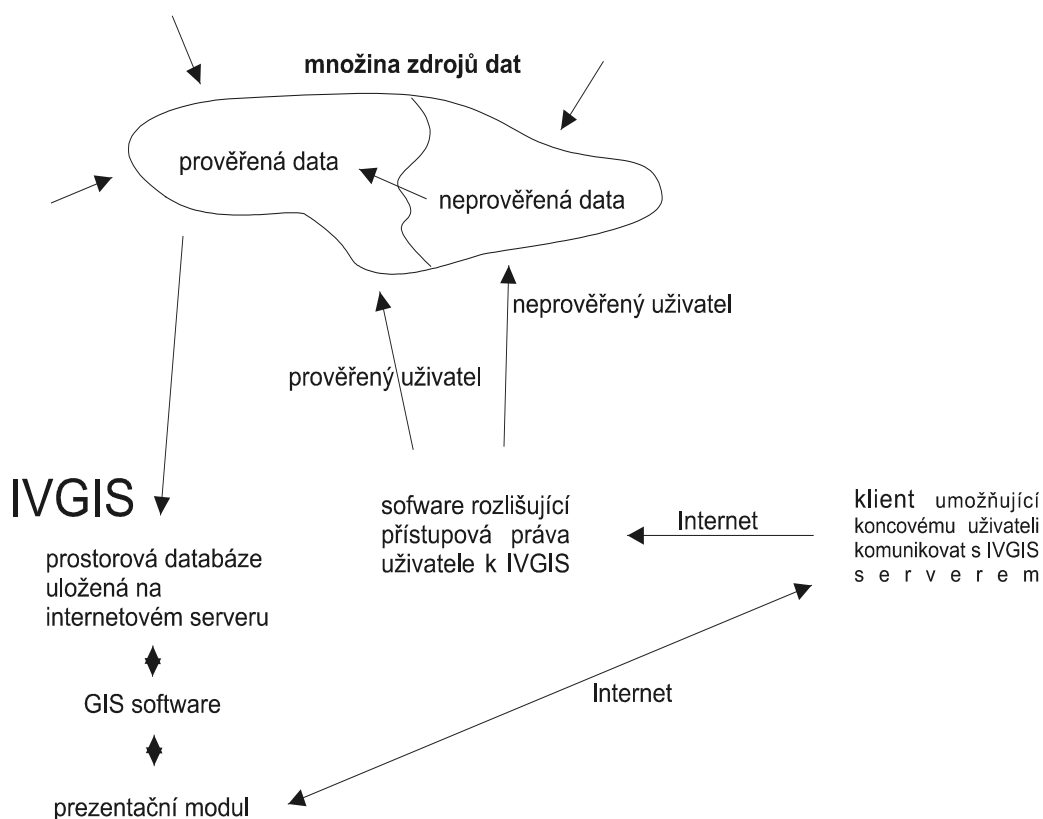
- rychlejší a efektivnější správu a údržbu dat.
- provádění různých analýz a syntéz (např.: vyhodnocování vzdálenosti tábořišť a následný návrh optimálního rozložení trasy, výpočet časové náročnosti úseku řeky v závislosti na jeho obtížnosti).
- získávání statistických údajů z prostorových a atributových vztahů geobjektů (počet překážek na toku, hustota kulturních zajímavostí v oblasti, ...).
- kromě možnosti vytvoření výstupu v podobě podrobného itineráře, což je v podstatě kilometráž, zobrazovat informace interaktivně a hlavně vnímat kvalitněji a najednou vzájemné prostorové vztahy geobjektů a jejich atributové údaje.

- vytváření kartografických výstupů ve formě vodácky využitelných tematických map.

Nevýhodou *lokálního vodáckého geografického informačního systému* je, že stále využívá stejný přístup k získávání dat jako kilometráž. Data i nadále shromažďuje jeden člověk (případně skupina lidí), který je vkládá do VGIS a ten pak následně distribuuje dále k uživatelům, jakožto aktualizovanou verzi. I zde je samozřejmě možná spolupráce s uživateli a doplňování dat do VGIS na základě jejich informací, ale takovýto systém není ještě zcela interaktivní. To je dáno určitou periodou mezi vydáním dvou aktualizací takového systému.

1.5.2 Možnosti VGIS napojeného na Internet

Vodácký geografický informační systém napojený na Internet je geografický informační systém implementovaný v software, který umožňuje přístup k systému pomocí standardních WWW prohlížečů, a který je zároveň nainstalován na serveru, jenž je připojen k Internetu (viz. obr. 1.6).



obr. 1.6 – tok dat ve VGIS napojeném na Internet

Takovýto systém fyzicky existuje pouze v jednom provedení a to na místě, kam mají přístup všichni jeho uživatelé. O správu dat se tak může starat poměrně početná skupina lidí (v ideálním případě většina aktivní vodácké obce). Korektnost dodávaných dat však musí vždy posuzovat správce VGIS a podle ní pak přidělovat přístupová práva k aktualizaci údajů VGIS (viz. kapitola 2.2.3).

Dalšími možnostmi využití tohoto systému je například přímá navigace v terénu pomocí GPS (viz. 5.2-slovník pojmů) a hlavně možnost získání aktuálních informací o řece.

Vodák (vybavený příslušným hardware a software), chystající se splout náročný úsek řeky, tak může využít informací, které získal jeho kolega spluvší stejný úsek předešlý den.

2 NÁVRH VODÁCKÉHO GEOGRAFICKÉHO INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Při navrhování vodáckého geografického informačního systému jsem postupoval podle bodů uvedených v osmé kapitole knihy *Jána Tučka, Geografické informační systémy – principy a praxe* (str. 163-168) [Tuček 98].

2.1 Stanovení cílů projektu

Můj projekt si klade za cíl převést stávající systém informování vodácké veřejnosti do digitální podoby (která bude, díky dynamicky se rozvíjejícím informačním technologiím, stále preferovanější) a využít rozšiřujících možností, které tato podoba oproti stávajícímu systému skýtá (viz. kapitola 1.5.1 a 1.5.2).

Lze tedy říci, že cílem a přínosem mého projektu je zlepšení informovanosti vodácké veřejnosti o stavu našich řek, kteréžto by mělo přispět jak k lepšímu turistickému využívání našich řek, tak i k zvýšení bezpečnosti při jejich splouvání.

2.2 Budování prostorové databáze

Poznámka: pojem prostorové databáze je třeba chápat jako soubor atributových i prostorových dat.

Budování prostorové databáze obecně vyžaduje velké časové i finanční investice. Vyžaduje zvážení dostupných zdrojů údajů, jejich kvality a zároveň finanční nákladnost získávání dat z těchto zdrojů. Dále tato část projektu vyžaduje hlavně vhodné navržení struktury a parametrů prostorové databáze, neboť toto lze později v průběhu projektu upravovat jen velmi obtížně.

2.2.1 Navržení struktury prostorové databáze

Nejprve je vhodné určit jeden nebo více souřadných systémů (vzájemně převoditelných), ve který budou lokalizována všechna prostorová data projektu. Souřadné systémy je třeba volit s přihlédnutím k jejich vhodnosti pro danou oblast. V této fázi je třeba























































zvážit jak zkreslení (úhlová i délková) jednotlivých systémů, tak i dostupnost dat v daném souřadném systému. Na jejich volbě závisí případné transformace částí zdrojových dat.

Dále je zapotřebí vybrat ty prostorové údaje, které jsou potřebné pro funkčnost VGIS, protože není finančně ani časově efektivní pro systém získávat a dále v něm udržovat aktuálnost prvků, které nepotřebuje pro svou činnost.

V mém VGIS jsem proto zvolil pro prostorový obraz řeky a jejího okolí vektorově reprezentovanou linii řeky a rastr reprezentující její okolí.

K těmto prostorovým údajům je dále potřeba navázat taková atributová data, aby z nich bylo možno získat maximum informací o dané oblasti z hlediska její vhodnosti k vodáckému využití.

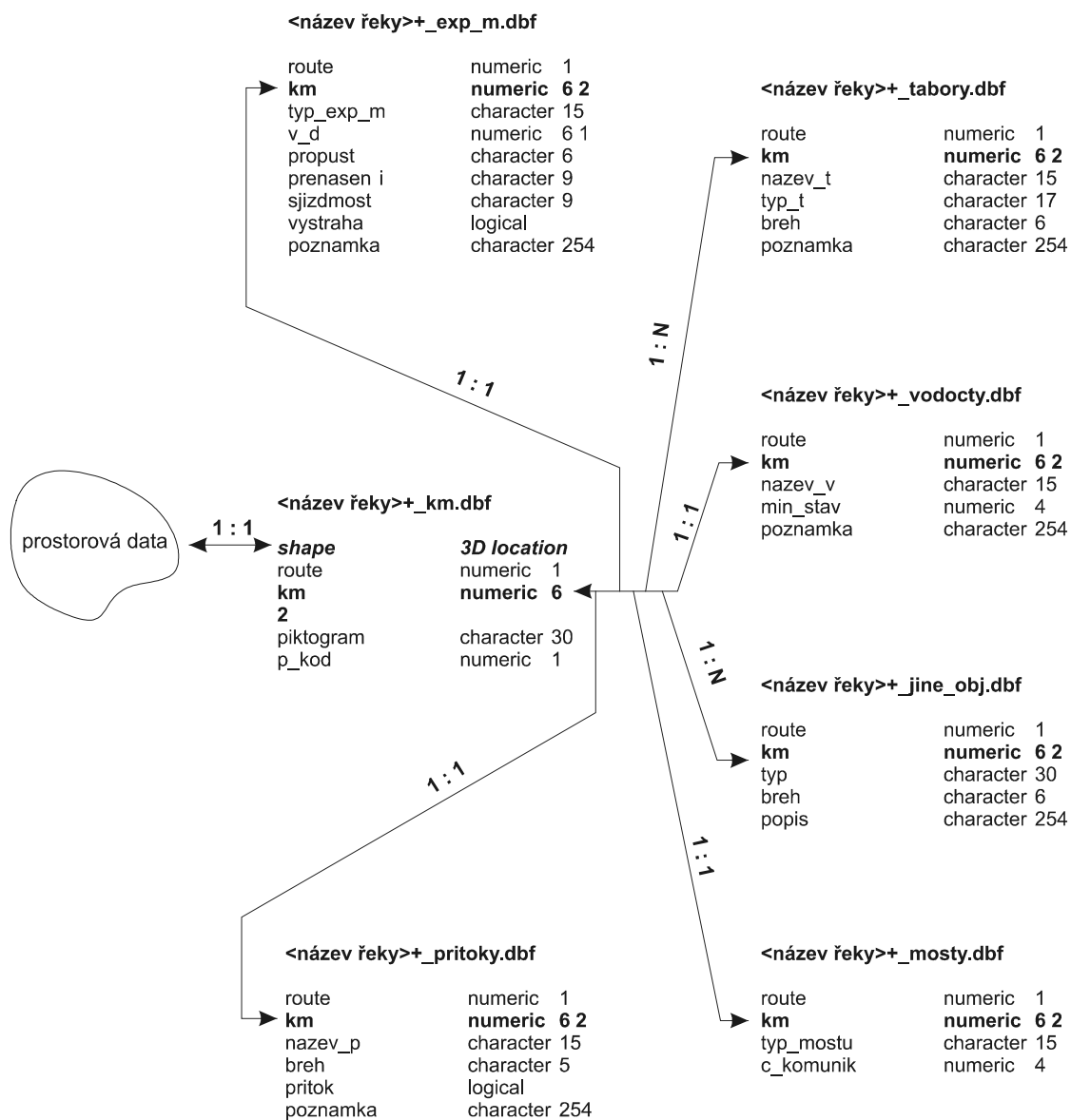
Legenda

	jez bez propusti stupeň, přehrada stavidlo, hráz		první pomoc, nemocnice	kam.	kamenný, kamenitý stupeň, schod
	jez s propustí vp		povolené odpočinkové nástupní, výstupní místo (jen v NPR)	stp	balvanitý
	jez, propust uprostřed		hotel, pension, ubyt. hostinec.	balv.	začátek
	jez, propust vlevo		jiné ubytování, (ubytovna, chatky)	zač.	peřeje, peřej
	přenášení vlevo		pošta	peř.	vodopád
	přenášení vpravo		informace	vdp.	řiční kilometr
	most silniční s číslem silnice		přívoz	ř.km	řiční kilometr
	most cestní s polní cestou		přístaviště lodní dopravy	MV	malá (minimální) voda
	železniční most s číslem tratě		muzeum	SV	střední voda (optimum)
	lávka pro pěší		hrad	VV	velká voda
	vodočet, limnigraf		zámek	NPR	Národní park
	obvyklý začátek plavby		zřícenina	CHKO	chráněná krajinná oblast
	obvyklý konec plavby		klášter	V	východ, východně
	sjedné za určitých podmínek		kostel	Z	západ, západně
	přítok zleva		kaple	J	jih, jižně
	přítok zprava		přírodní a kulturní zajímavost	S	sever, severně
	nesjízdné, neprůjezdné		výška jezu, hráze v metrech	Q	průtok (cóm)
	zákaz plavby		přehradní nádrž	CR	celoročně
	nebezpečí		náhon	ZW	klidná voda
	organizované tábořiště		plavební komora	WW	divoká voda
	autokemp, kemp		dlouhý	(xxx m n. m.)	nadmořská výška
	místo k nouzovému přenocování		krátký	MVE	malá vodní elektr.
	žel. st., zastávka		vpravo	RS	rekreační středisko
	žel. st. přepravující lodě		vlevo		
	restaurace, hostinec stravování		stř.		
	hospoda, kiosek		potok		
	obchod s potravinami				

obr. 2.1 - legenda (vysvětlivky) k vodácké kilometrži

Výběr těchto dat jsem měl do značné míry zjednodušen, protože jsem vycházel z legendy k vodácké kilometráži (viz. obr. 2.1), která, díky svému letitému vývoji, podchycuje veškeré typy atributových údajů nutných pro získání představy o obtížnosti a možnostech splutí daného úseku toku.

Bylo tedy zapotřebí tato atributová data navázat na prostorová způsobem, který umožní jejich snadné zpracovávání a vyhledávání v nich. To znamenalo vytvořit model s pevně definovanými vztahy mezi jednotlivými typy dat. Proto jsem pro návrh databáze použil ERA model (viz. obr. 2.2). ERA model je model popisující vztahy mezi jednotlivými tabulkami (viz. 5.2-slovník pojmů).



obr 2.2 – ERA model prostorové databáze VGIS

Jako identifikační klíč všech objektů na řece jsem zvolil jejich vzdálenost od ústí řeky. V prostorové databázi, je však nutné kromě identifikačního klíče objektu znát i jeho geografickou polohu v souřadnicovém systému prostorové databáze. Získat tuto polohu pro objekty určené pouze kilometrem na řece umožňuje dynamická segmentace.

2.2.2 Dynamická segmentace

Polohu mnoha geoobjektů v reálném světě je možné a výhodné popsat jako vzdálenost těchto geoobjektů od určitého známého bodu. Tento způsob je pro svoji jednoduchost v běžné praxi často výhodnější, a hlavně používanější, nežli popis pomocí souřadnicového systému.

Jako příklad lze uvést značení různých objektů na dálnici (či silnici) podle jejich „kilometru“, tedy jejich vzdálenosti od začátku dálnice (či silnice), nebo právě umístění jednotlivých jezů a jiných míst na řece popsané pomocí jejich vzdálenosti od ústí řeky.

Zavedení takového popisu polohy geoobjektu do počítačového modelu reálného světa umožňuje právě dynamická segmentace. K manipulaci s takovýmto geoobjektem (ukládání, zobrazování, dotazování a analyzování) pak není potřeba znát vyjádření jeho polohy v souřadnicovém systému.

2.2.2.1 Definice pojmů

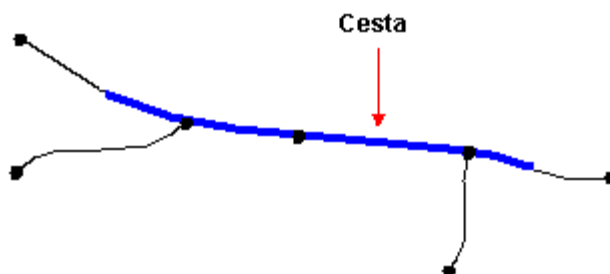
Poznámka: Zdrojem informací pro tuto kapitolu mé diplomové práce bylo [ESRI ARC/INFO 94].

Dynamická segmentace definuje polohu lineárních prvků pomocí *cest* a *událostí* na nich. *Cesta* reprezentuje lineární prvek, jako je například ulice, silnice nebo řeka. Pro každý vrchol cesty je známo *staničení*, tedy jeho vzdálenost od počátku. To je počítáno ze změřených bodů, tedy bodů se známou polohou a vzdáleností od počátku cesty. Tato *staničení* se používají k určení poloh bodů, které popisují části *cesty*, tedy liniové nebo bodové *události* na *cestě*.

Cesta

Cesta (viz. obr. 2.3) je lineární prvek, na kterém jsou definována staničení a události. Zde je *cesta* definována na množině čtyř hran (viz.

kap. 1.4.1). Začátek a konec cesty nemusí odpovídat, a zde také neodpovídá, koncovým bodům hran.



obr. 2.3 - cesta

Staničení

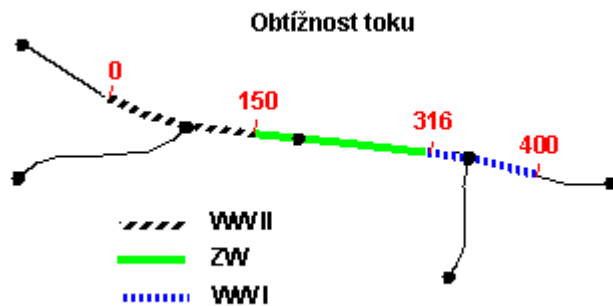
Každá cesta má svůj systém staničení, tedy soubor všech vrcholů cesty z nichž každý má své staničení (viz. obr. 2.4). Na tento systém se následně umísťují události.



obr. 2.4 - staničení

Událost

Atributy spojené s cestou se nazývají události. Tyto události mohou být dvojího typu. jedná se buď o události liniové, jako je například obtížnost jednotlivých úseků řeky (viz. obr. 2.5),



obr. 2.5 – liniové události na cestě

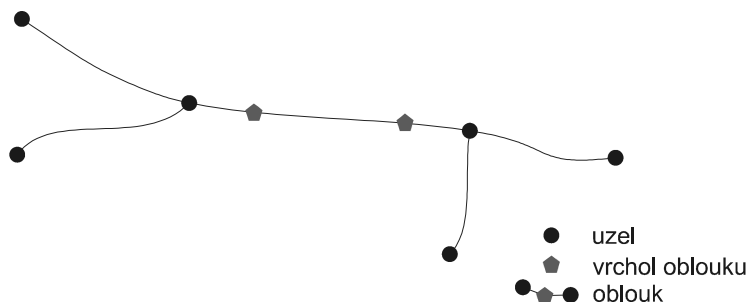
nebo o události bodové jako je například umístění jezů na řece (viz. obr. 2.6).



obr. 2.6 – bodové události na cestě

2.2.2.2 Princip tvorby dynamické segmentace nad liniovými elementy

Nejprve je nutné získat liniovou síť nad kterou bude dynamická segmentace prováděna. Tato liniová síť je obecně tvořena uzly a hranami mezi nimi (viz. obr. 2.7). Uzlem U_i rozumíme bod jednoznačně určený svými souřadnicemi a tím, že je jako uzel označen. Hranu tvoří taková množina úseček I_i (a množina jejich vrcholů V_i), která tvoří nevětvenou lomenou linii.



obr. 2.7 – liniová síť

Nad touto sítí je následně určena cesta, jakožto posloupnost vybraných uzlů a hran, které je spojují. Pokud mají koncové body cesty ležet mimo existující uzly liniové sítě, je třeba liniovou sítí o tyto uzly doplnit. Počáteční a koncový bod cesty musí mít pevně určené staničení. Pro zlepšení přesnosti výsledné dynamické segmentace je možno přidat staničení i k dalším uzlům sítě, pokud je toto známé.

Výpočet staničení pro všechny vrcholy hrany, probíhá vždy mezi dvěma body se známým staničením. Algoritmů tohoto výpočtu může být více a každá firma si svůj algoritmus výpočtu pečlivě střeží. Já jsem zde matematicky odvodil jeden z možných způsobů tohoto výpočtu:

Označme S jako rozdíl staničení S_B koncového bodu B a staničení S_A počátečního bodu A . Skutečnou vzdálenost uzlů A a B po linii označme X .

$$(2.1) \quad S = S_A - S_B$$

$$(2.2) \quad X = \sum_{k=1}^n d(l_k)$$

kde $d(l_k)$ je délka úsečky l_k , a n je počet úseček tvořících hranu mezi uzly A a B .

Mezi X a S potom platí následující vztah:

$$(2.3) \quad X = k \cdot S$$

kde \mathbf{k} je konstanta. Potom pro výpočet staničení \mathbf{S}_{V_i} každého vrcholu \mathbf{V}_i hrany platí:

$$(2.4) \quad S_{V_i} = \frac{X_{V_i}}{k}, \text{ kde}$$

$$(2.5) \quad X_{V_i} = \sum_{k=0}^i d(l_k)$$

Do takto vytvořené cesty je nyní možné vkládat (a tedy prostorově lokalizovat) nové body \mathbf{N}_j pouze na základě hodnoty jejich staničení \mathbf{S}_{N_j} .

Bod \mathbf{N}_j je zatříděn mezi body \mathbf{V}_i a \mathbf{V}_{i+1} , splňující následující podmínku

$$(2.6) \quad S_{V_i} < S_{N_j} < S_{V_{i+1}}$$

a jeho prostorové souřadnice jsou vypočteny ze vztahu

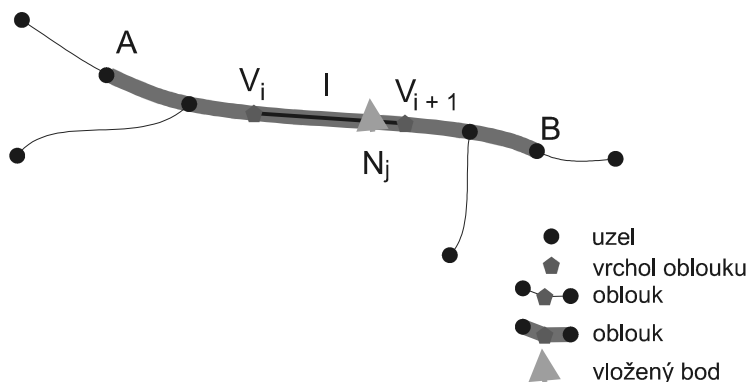
$$(2.7) \quad \begin{aligned} x_{N_j} &= x_{V_i} + (x_{V_{i+1}} - x_{V_i}) \cdot t \\ y_{N_j} &= y_{V_i} + (y_{V_{i+1}} - y_{V_i}) \cdot t \\ z_{N_j} &= z_{V_i} + (z_{V_{i+1}} - z_{V_i}) \cdot t, \quad t \in \langle 0;1 \rangle \end{aligned}$$

kde $\mathbf{t} = \mathbf{t}_{N_i}$ vypočteme z úměry

$$(2.8) \quad \frac{S_{N_j} - S_{V_i}}{S_{V_{i+1}} - S_{V_i}} = \frac{t_{N_j}}{t_{V_{i+1}}}, \quad \text{kde } t_{V_{i+1}} = 1$$

Takto umístěné události jsou již součástí modelu reálného světa (implementovaného v geografickém informačním systému), který je lokalizován v určitém souřadném systému, a jejich poloha v tomto

modelu je popsána právě pomocí dynamické segmentace. Na obr. 2.8 je znázorněn příklad vložení bodové události (bod N_j) mezi body V_i a V_{i+1} .



obr. 2.8 - vložení bodové události

2.2.3 Návrh možné metody pro vstup dat do VGIS napojeného na Internet

Tento způsob zadávání není v mé diplomové práci implementován. Jedná se pouze o návrh řešení rozpoznávání kvality dat v závislosti na jejich zdrojích.

VGIS napojený na Internet se bude muset umět v budoucnu vypořádat s rozdílnou úrovní kvality vstupních dat pocházejících z různých zdrojů, resp. od různých lidí (viz. tabulka 2.1). Z tohoto důvodu musí každá informace takového systému obsahovat identifikaci svého zdroje (viz. tabulka 2.2).

id_skupiny	id_zdroje	příjmení	jméno	další informace o zdroji
1	0001	Jedlička	Karel
2	0010	.	.	
3	0100	.		
.	.	.		

tab. 2.1 - tabulka zdrojů

km	objekt	vlastnosti objektu	id_zdroje
28,6	jez	sjízdný, propust' vpravo . . .	0018
25,3	jez	nesjízdný, přenášení vlevo . . .	0006
25,0	most	silniční silnice č. 50	0018
.	.	.	.
.	.	.	.

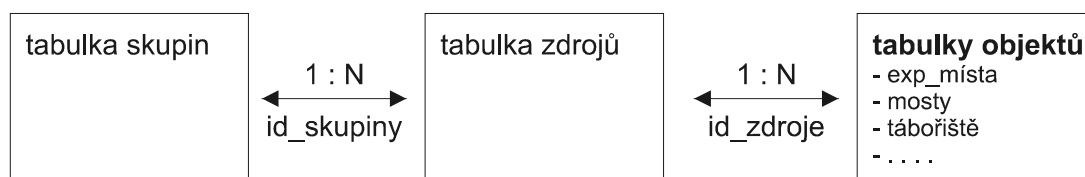
tab. 2.2 - příklad uložení identifikace zdroje do tabulky objektů

Tyto zdroje pak budou na základě ověřování informací jimi poskytovaných tříděny podle důvěryhodnosti do skupin, kterým budou přidělována následně přidělována přístupová práva (viz tabulka 2.3).

skupina	práva skupiny	popis skupiny	členové
1.	přímý zápis do VGIS	správce a prověřené osoby	omezený počet lidí, zhruba 10-20
2.	správce dat systému zapíše informaci do VGIS na základě informace, neověřované u dalšího zdroje, pokud to uzná za vhodné.	osoby, zařazené z 3. skupiny po ověření jejich prvních 5. vstupech	řádově desítky až stovky lidí
3.	správce dat systému zapíše informaci do VGIS na základě informace, ověřované u alespoň jednoho dalšího nezávislého zdroje.	ostatní osoby přistupující do systému	řádově až tisíce, toto číslo je závislé na rozšíření systému

tab. 2.3 - tabulka skupin zdrojů

Tyto tabulky je pak třeba provázat podle následujícího ERA modelu (viz. obr. 2.9) aby bylo možno pro každý datový objekt ve VGIS určit jeho zdroj.



obr. 2.9 – ERA model

Je-li tedy pro každý datový objekt znám jeho zdroj je pak následně možno vzájemnou kontrolou různých zdrojů analyzovat věrohodnost jednotlivých zdrojů a na základě této analýzy je pak možno tyto zdroje třídit do skupin podle jejich kvality (viz. tab. 2.3).

3 IMPLEMENTACE NAVRŽENÉHO SYSTÉMU VE ZVOLENÉM PROSTŘEDÍ NA VYBRANÝCH OBLASTECH

3.1 Zdroje dat

Poznámka: Pro můj VGIS jsem zvolil prostorová data pocházející ze sekundárních zdrojů. Označení „sekundární“ znamená, že údaje, primárně získané měřením, byly již před samotným použitím pro potřeby GIS nějakým způsobem zpracovávány (například z nich byla vytvořena analogová mapa, která po digitalizaci (viz. 5.2-slovník pojmů) posloužila jako podklad pro GIS).

Při výběru dat je třeba počítat s jejich přesností a to jak prostorovou tak i atributovou. V datech ze sekundárních zdrojů je již obsažena nepřesnost vzniklá při jejich zpracování. Z druhé strany pak výběr vhodných dat omezují náklady na jejich pořízení a proto je důležité určit vhodný poměr cena/přesnost.

3.1.1 Zdroje prostorových dat

Pro můj projekt jsem z prostorových dat volil rastrová data v měřítku 1:100 000. Takováto prostorová data jsou na hraně využitelnosti pro VGIS, neboť údaje, čerpané z kilometráže, jsou udávány s rozlišením 0,1km (což je v mapě měřítka 1:100 000 rovno 1mm), ale ještě postačují.

Prostorová data použitá ve VGIS jsou sekundární data v rastrové formě v měřítku 1:100 000, původně získaná digitalizací barevných separátů topografických map 1:50 000, které byly odvozeny od, přímým mapováním získaných, základních map velkého měřítka (ZMVM) 1:10 000. Veškeré tyto mapové podklady byly pořizovány a spravovány v systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK).

ZMVM 1:10 000 byly generalizovány do měřítka 1:50 000. Tyto mapové podklady byly nejprve nascanovány, tedy převedeny do digitální rastrové podoby, poté v programu OCAD v. 6.0 ručně zvektorizovány a z nich byl vytvořen rastrový podklad pro geografický informační systém Geobáze firmy Geodézie ČS a.s. v referenčním měřítku 1:100 000.

Program Geobáze jsem dostal k dispozici pro účely své diplomové práce. Protože ale v programu Geobáze nebylo možno implementovat všechny funkce VGIS použil jsem pouze podkladový rastr tohoto GIS.

3.1.2 Zdroje atributových dat

Atributová data obsažená ve VGIS pocházejí z knihy *Kilometráž českých a moravských řek* [Jančar 98] a jedná se vždy o soubor popisných informací vztažený k danému kilometru řeky, vyjádřený formou textu a značek pevně definovaných v legendě kilometráže (viz obr. 2.1).

Jako příklad zde uvádím říční kilometr 6,7 (viz obr 3.1.), jehož atributová hodnota vyjádřená pouze textem je:

6,7] [s Luby u Klatov vl [house] [trash] [wheel] [map] [cross] vl +100 m [black square]
zbytky !!

obr. 3.1 – ukázka zdrojových dat

Místo je vzdáleno 6,7 kilometru proti proudu od ústí toku. Nachází se zde silniční most, na levém břehu je obec Luby u Klatov, ve které lze nalézt ubytování v hotelu, hostinec, potraviny, zámek a kostel. Sto metrů po proudu jsou nebezpečné zbytky jezu bez propusti.

3.2 Získání dat z jejich zdrojů

Při realizaci mého projektu bylo třeba přihlížet k jeho nekomerčnímu zaměření. Tomu byl přizpůsoben hlavně způsob sběru dat.

Prostorová data jsem získal ze zdrojů popsaných v kapitole 3.1. Získal jsem je od firmy Geodézie ČS a.s. na základě mé žádosti podané ve spolupráci s katedrou matematiky FAV-ZČU a následné prezentace mého projektu v sídle firmy v Praze.

Atributová data se mi od firmy SHOCart spol. s r.o., vydavatele *Kilometráže českých a moravských řek*, nepodařilo získat v digitální

podobě. Získal jsem však od této firmy elektronickou poštou vyjádření, že tato data v analogové formě mohou být využita, a to v rámci v ČR platného autorského zákona.

Poznámka k autorským právům:

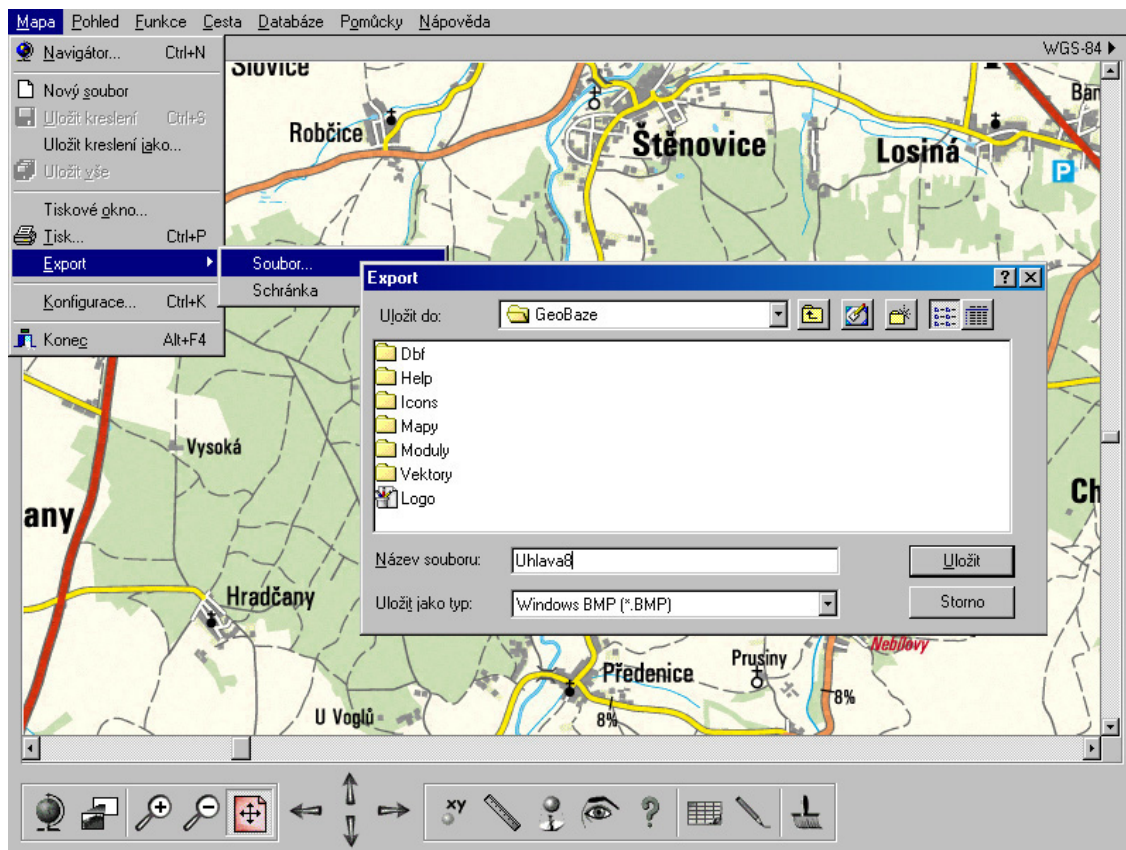
Prostorová i atributová data jsem dostal k dispozici s podmínkou, že je využiji pro účely své diplomové práce, a to v souladu s platnými zákony České Republiky.

3.3 Export rastrových mapových podkladů z programu Geobáze

Pro můj VGIS jsem, jak již jsem dříve uvedl, použil prostorová data v rastrové podobě, takže odpadla fáze jejich převádění z analogové do digitální podoby, nicméně pro úplnost uvádím v kapitole 3.1.1 jejich původ.

Vzhledem k tomu že program Geobáze z komerčních důvodů využívá svůj vlastní vnitřní formát pro ukládání podkladových rastrových dat ***.ml**, a vzhledem k tomu, že VGIS nebylo možno do programu Geobáze beze zbytku implementovat, musel jsem použít jediný možný způsob exportu umožněný tímto programem, tj. export vždy jen aktivního výřezu mapy (viz. obr. 3.2)

K exportu jednotlivých výřezů podkladových rastrů jsem používal grafický režim s rozlišením 1600 na 1200 bodů a s barevnou hloubkou 24 bitů, tedy 16 581 375 barev. Určitou část z obrazovky, vždy zaujímaly ovládací prvky programu Geobáze a tak výstupní čtvercové výřezy měly 1236 na 946 bodů a jednalo se o soubory formátu ***.bmp**. Tyto výřezy jsem vybíral tak aby se pro danou řeku vždy částí plochy (cca 5-10%) překrývaly.



obr. 3.2 – export aktivního výřezu mapy z programu Geobáze

Tímto způsobem jsem získal barevné, nelokalizované rastry pro jednotlivé řeky VGIS (viz. tab. 3.1).

řeka	počet rastrů
Berounka	6
Ohře	10
Otava, Vydra a Křemelná	10
Sázava	9
Úhlava	6

tab. 3.1 - tabulka rastrů pro jednotlivé řeky:

3.4 Zpracování prostorových dat v programu MicroStation Descartes

Jedním ze základních předpokladů úspěšné tvorby geografické databáze, analýzy a syntézy, jakož i tvorby mapových výstupů, je využívání vhodných souřadnicových systémů (kritéria výběru viz. kap. 2.2.1).

Úkolem přípravy prostorových údajů pro VGIS je, prostorově nelokalizovaná, případně i po částech nespojitá, zdrojová data transformovat (na základě jednoznačně daných převodních rovnic převést) do vybraných jednotných souřadnicových systémů ve kterých jsou dále spravována, zobrazována, či jsou z nich tvořeny kartografické výstupy.

U rastrových reprezentací je integrální součástí geometrických transformací proces převzorkování údajů buněk (elementárních prvků rastru). Jedná se zde o definování způsobu přiřazování nebo určení atributové hodnoty v buňkách výstupního, geometricky korektního systému.

Při převzorkování je podle transformačních vztahů vypočtena poloha středu každé buňky nové reprezentace v souřadnicovém systému vstupní reprezentace. Po identifikování polohy středu buňky je možné přiřadit nebo vypočítat pro ni hodnotu z hodnot buněk původní reprezentace.

Tuto přípravu prostorových dat jsem prováděl v programu MicroStation Descartes.

3.4.1 Konverze rastrových formátů z *.bmp do *.hmr

Jednotlivé nelokalizované rastry jsem převedl do vnitřního formátu programu MicroStation Descartes ***.hmr**. Důvodů k tomuto převodu bylo několik. Tento formát oproti formátu ***.bmp** umožňuje:

- rychlejší a snazší práci v programu MicroStation Descartes
- použití bezztrátové komprese při ukládání na disk
- přiřazení prostorové lokalizace rastru, tedy zaznamenání X,Y souřadnic jeho čtyř rohů.

Verze programu MicroStation Descartes, kterou jsem měl k dispozici umožňovala pracovat pouze s rastry s barevnou hloubkou 256 barev. Jak se později ukázalo, bylo použití 256-ti barevných rastrů výhodné. Takovéto rastry byly pro vizualizaci v programu ArcView optimální vzhledem k tomu, že vizualizace stejných rastrů s 24 bitovou hloubkou nevykazovala výrazné zlepšení barevné kvality výstupu, zato však několikanásobně vzrostla jeho časová náročnost.

3.4.2 Tvorba souvislého rastru (pro každou řeku zvlášť)

Rastry ve formátu ***.hmr** sice byly prostorově lokalizované, jejich lokalizace však nebyla správná. Všechny tyto rastry měly stejné, programem přednastavené souřadnice. Bylo proto třeba vzájemným posunem všech rastrů dané řeky získat výsledný rastr, který je, v místní souřadnicové soustavě použité pro danou řeku, správně lokalizován.

V této fázi jsem použil pouze funkci *posun (move)* programu MicroStation Descartes a nikoli žádnou z jeho složitějších transformací, protože všechny posouvané rastry:

- neměly své vnitřní elementární prvky (buňky) zatížené žádnou polohovou chybou, kterou by bylo třeba opravovat
- byly vůči sobě vzájemně stejně orientované
- měly stejnou velikost svých buněk.

Jeden rastr pro danou řeku jsem vždy určil za prostorově správně určený a další rastry jsem posouval vůči němu. Stačilo vždy pro přesunovaný rastr označit jednu buňku a určit její novou polohu v prostorově správně určeném rastru. Opakováním této akce pro všechny dosud nelokalizované rastry jsem získal správnou prostorovou lokalizaci všech rastrů řeky.

Tímto jsem získal prostorově lokalizovaný obraz řeky v místním souřadnicovém systému. Pro pohodlnější následnou manipulaci jsem tyto rastry spojil do jednoho. Program MicroStation Descartes přitom automaticky provedl vyrovnání jejich barevné palety výpočtem středních hodnot ze všech rastrů pro každou barvu.

Výše popsanou tvorbu souvislého rastru řeky jsem provedl postupně pro všechny řeky implementované ve VGIS.

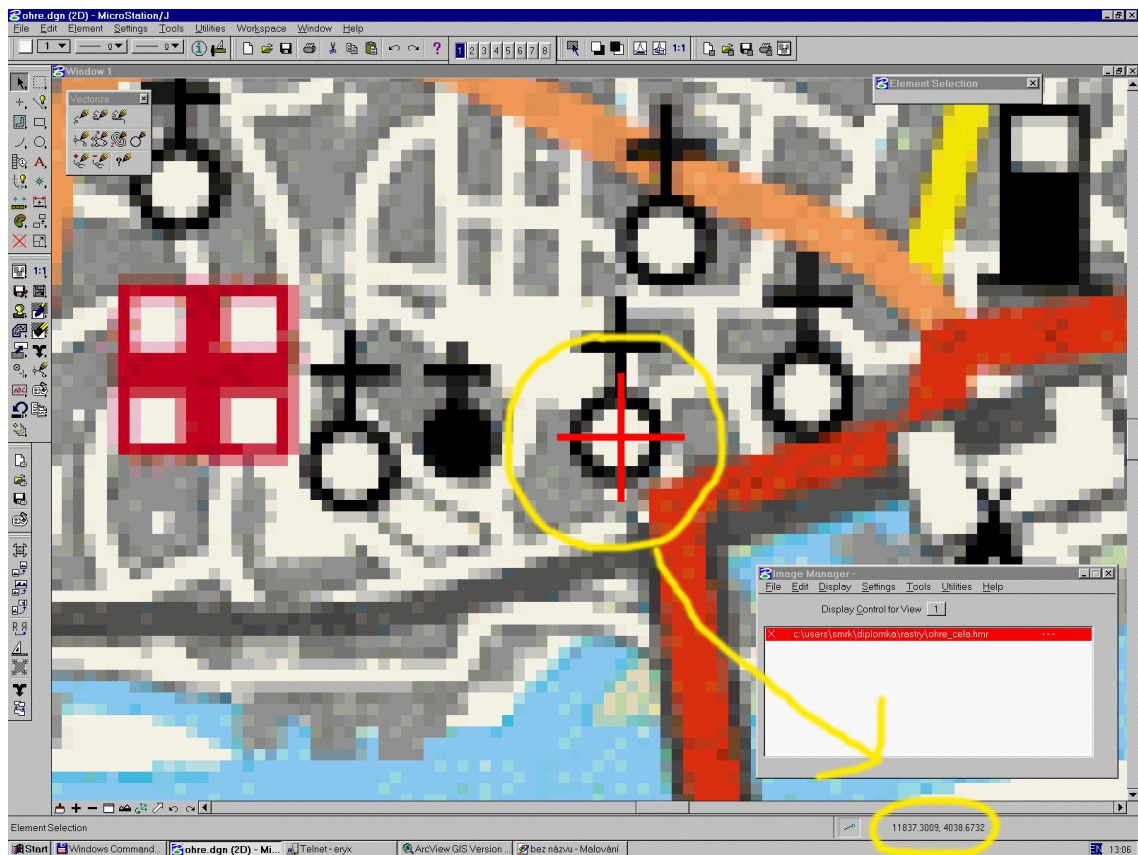
3.4.3 Transformace souvislých rastrů jednotlivých toků do vybraného jednotného souřadnicového systému

Pro souvislé zobrazení celého VGIS bylo nutno zvolit jednotný souřadnicový systém. Vzhledem k tomu že oblast pro kterou jsem VGIS vytvářel leží v České Republice a pro tu byl vyvinut systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), byla i zdrojová data primárně pořízena v tomto souřadnicovém systému. Pro VGIS jsem proto použil právě S-JTSK vzhledem k tomu, že tak byl minimalizován vliv zkreslení při transformacích.

Pro transformaci rastrů z místního souřadnicového systému (MSS) do S-JTSK bylo potřeba najít transformaci umožňující posun, rotaci a změnu měřítka, která nebude provádět žádné opravy vzájemných poloh vnitřních buněk rastrů.

Z možných transformací nabízených v programu MicroStation Descartes, jsem proto zvolil afinní transformaci na tři identické body. Tato transformace provádí posun, rotaci a změnu měřítka nezávisle v ose X a v ose Y, tedy umožňuje i zkosení. Její provedení pouze na tři body zaručuje, že nedojde k žádnému nežádoucímu vyrovnaní, protože do transformace tak nevstupuje žádná nadbytečná hodnota k vyrovnaní potřebná.

Nejprve bylo nutno zvolit tyto identické body a získat jejich souřadnice jak v MSS, tak i v S-JTSK. Body jsem volil vždy tak aby byly rovnoměrně rozložené v celé oblasti. Protože transformované oblasti měly liniový tvar, volil jsem vždy bod poblíž pramene, poblíž ústí a zhruba ve středu transformované oblasti. Aby bylo možné tyto body jednoznačně identifikovat, vybíral jsem vždy kostely. Jejich souřadnice v MSS jsem získal grafickou identifikací objektu a následným odečtením souřadnic objektu z informační lišty programu MicroStation Descartes (viz. obr.3.3). Souřadnice těchto bodů v S-JTSK jsem získal analogickým způsobem z programu Geobáze.



obr. 3.3 – odečítání souřadnic identického bodu v MSS

Pro ověření přesnosti jednotlivých transformací jsem porovnával vzájemně se překrývající oblasti z různých řek. Jednalo se o porovnání transformace Úhlavy a transformace rastrů Otavy, Vydry, Křemelné, Úhlavy a Berounky najednou. Při jejich proměření vyšla polohová odchylka rastrů jeden až dvě buňky na jejich stycích (přičemž jedna buňka má rozměry 10 x 10 metrů), což je pro účely VGIS zcela postačující.

Souřadnice všech zvolených identických bodů pro řeky VGIS jsou uvedeny v následující tabulce 3.2. Souřadnice v MSS jsou uváděny s přesností na čtyři desetinná místa se kterými program MicroStation Descartes pracuje. Souřadnice v S-JTSK jsou pak uváděny s přesností na centimetry. Digitální příloha CD-ROM „VGIS“ pak v adresáři \identicke_body obsahuje všechny identické body zobrazené v mapě a soubory formátu ***.rgf** obsahující klíče k jednotlivým transformacím.

oblast	název bodu	$Y_{[S-JTSK]}$	$X_{[S-JTSK]}$	$Y_{[MSS]}$	$X_{[MSS]}$
Ohře	Litoměřice	756273,28	991105,10	11837,3009	4038,6732
	Kláštorec	826486,10	997384,64	6418,2912	2837,6326
	Hohenberg	898044,40	1018296,40	1041,3307	479,6036
Otava, Vydra, Křemelná, Úhlava, Berounka	Modřany	745060,32	1052081,06	1173,2739	7349,6226
	Varvařov	772762,18	1111670,83	-3761,3114	5791,9166
	Ž. Ruda	842905,45	1135285,10	-6315,9377	553,6300
Sázava	sv. Kilián	748341,41	1065719,20	5374,2309	2563,8862
	Zruč n. S.	699085,83	1086969,70	6624,9069	4214,2821
	Žďár n. S.	641880,31	114657,17	2632,3198	11371,8656
Úhlava	Petrohrad	822028,75	1070512,61	5276,5324	1715,2372
	Švihov	833562,71	1097690,57	3037,4820	1091,0745
	Špičák	843660,50	1132817,34	193,3608	658,5018

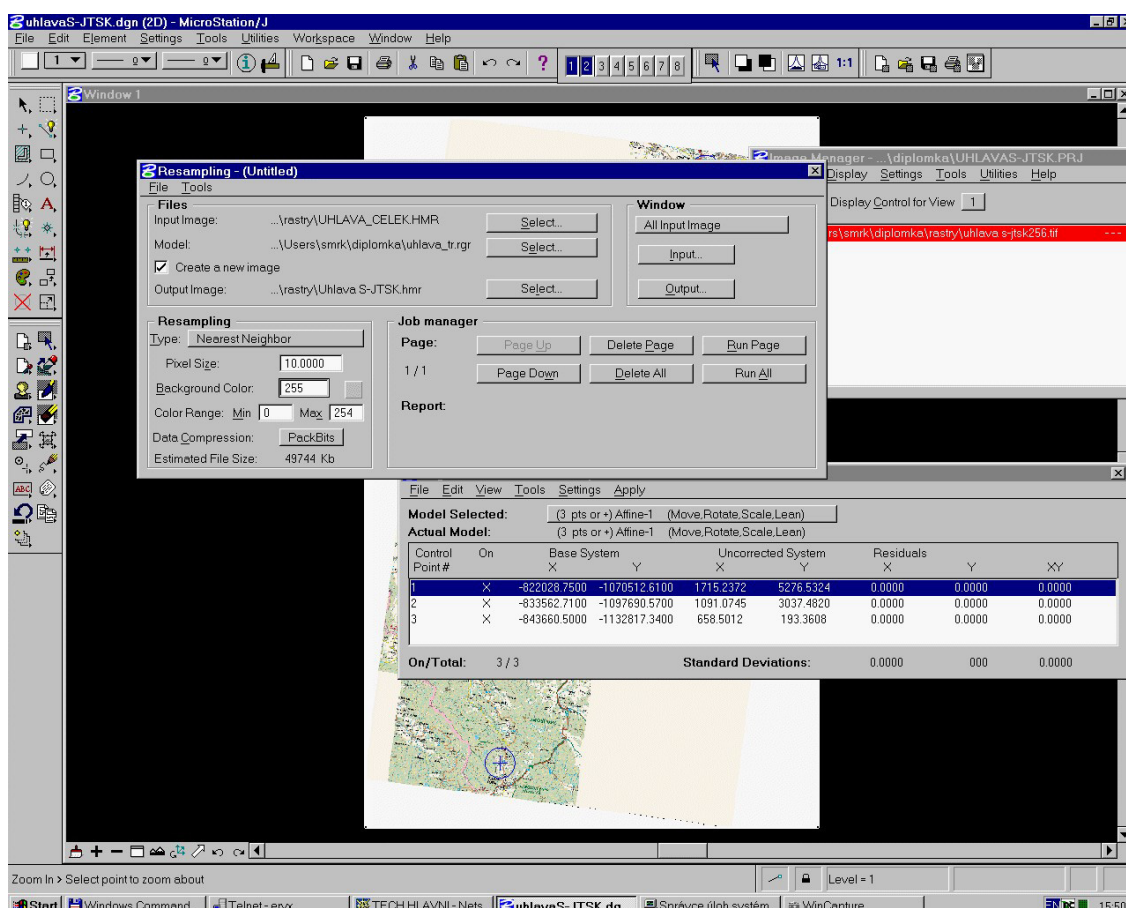
tab. 3.2 - tabulka souřadnic identických bodů

Je třeba zdůraznit že program MicroStation Descartes ani program ArcView nemají v sobě implementován S-JTSK. S-JTSK je geodetický souřadný systém, který má, oproti kartézským souřadnicovým systémům (KSS) implementovaným v těchto programech, jinak orientované osy a proto je nutné při transformaci z MSS do S-JTSK v programu MicroStation Descartes nejprve převést vyjádření polohy identického bodu v S-JTSK na vyjádření jeho polohy v KSS. To v praxi znamená změnit orientaci souřadných os, tedy definovat souřadnice cílové (base) soustavy v KSS takto:

$$(3.1) Y_{\text{base-KSS}} = - X_{\text{base-S-JTSK}}$$

$$(3.2) X_{\text{base-KSS}} = - Y_{\text{base-S-JTSK}}$$

Jako příklad zde uvádím afinní transformaci Úhlavy na tři zvolené identické body. Na obrázku 3.4 je v transformačním klíči vidět změněná orientace souřadných os.



obr. 3.4 – transformace souvislého rastru řeky do S-JTSK

3.4.4 Vektorizace linie řeky

Skutečné objekty z reálného světa a jejich vzájemné vztahy lze v GIS reprezentovat různými datovými modely (viz. kap. 1.4). Každý datový model je vhodný pro jiné aplikace. Konkrétně metodu dynamické segmentace je možné použít pouze na vektorovou reprezentaci skutečnosti. Z tohoto důvodu je pro projekt VGIS nutné převést rastrovou reprezentaci linie řeky do reprezentace vektorové. Tento postup se nazývá vektorizace. Při vektorizaci linie jsou propojovány středy sousedících buněk majících atributovou hodnotu, která značí, že daná buňka náleží vektorizovanému objektu.

Metody vektorizace:

- ruční vektorizace – uživatel sám označuje body patřící do vektorizovaného objektu
- poloautomatická vektorizace – software automatickým způsobem vektorizuje objekt označený uživatelem
- automatická vektorizace – software automatickým způsobem vektorizuje všechny buňky rastru s odpovídající atributovou hodnotou.

Pro VGIS se jako nejvhodnější metoda ukázala poloautomatická vektorizace s vhodně nastaveným filtrem pro určení atributové hodnoty k vektorizaci.

Při tomto typu vektorizace uživatel nastaví barevnou masku, určí objekt, který se má vektorizovat a dále pouze v bodech, kdy algoritmus programu není schopen rozhodnout, kterým směrem postupovat, určuje další směr vektorizace, případně vektorizuje část objektu ručně.

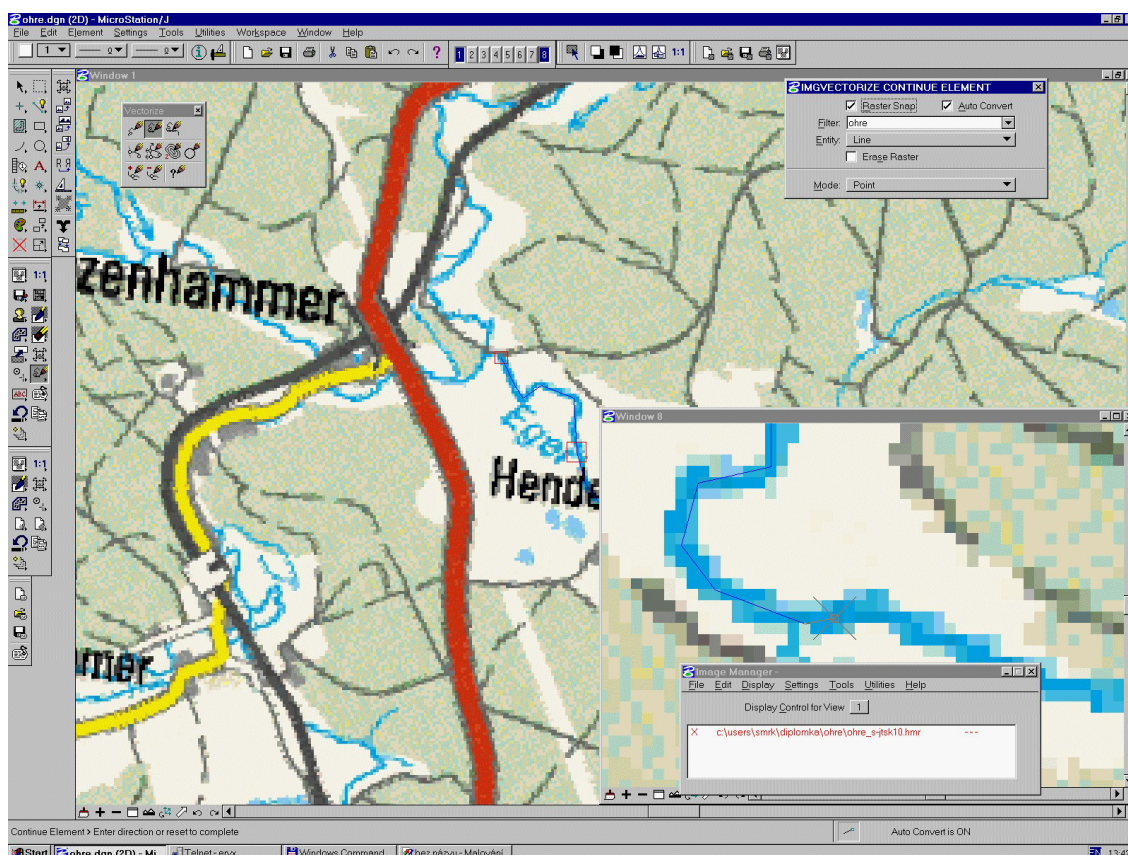
Nejprve bylo nutné nastavit barevnou masku. To znamenalo vybrat z množiny všech možných hodnot (barevné palety) takové hodnoty (barvy) buněk, které odpovídají linii řeky. Po provedení tohoto kroku si systém vytvoří barevnou, tedy rozdělí si hodnoty buněk rastru na *true*, pokud tyto mohou náležet linii řeky, a *false*, pokud linii řeky náležet nemohou.

Následnou poloautomatickou vektorizaci jsem potom prováděl s takto nastavenou barevnou maskou. Zásahem uživatele bylo třeba řešit jednotlivé situace, při kterých docházelo k pozastavení běhu vektorizačního algoritmu.

Typy situací, které vedly k pozastavení běhu vektorizačního algoritmu:

- *větvení linie* – v případě říční sítě se vždy jedná o soutok s jinou řekou (viz. obr. 3.5).
- *přerušení linie* – nějaký objekt překrývá částečně nebo zcela linii řeky (most, mapová značka zasahující do linie řeky), případně se tato linie stává příliš nezřetelnou.
- *přílišné rozšíření linie* – pokud linie překročí stanovenou mez pro šířku linie. Zde se jedná většinou o rozsáhlejší vodní

plochy, ale výjimkou není ani mapová značka stejné barvy jako řeka, která do linie řeky zasahuje.



obr. 3.5 – vektorizace linie řeky

Po zvektorizování linie řeky jsem k této linii funkcí *snap* programu MicroStation Descartes připojil body, u nichž jsem znal jejich staničení a které bylo možno z rastru přesně polohově určit. Jednalo se převážně o mosty a místa soutoků. Takovéto body jsem později použil pro zlepšení výsledků dynamické segmentace.

3.4.5 Konverze rastrových formátů z *.hmr do *.tif

Vzhledem k tomu, že program ArcView nedokáže pracovat s formátem ***.hmr** bylo nutné převést rastry do formátu, který by byl pro tento software čitelný. Zvolil jsem formát **GeoTiff**, tedy formát ***.tif** obsahující prostorovou lokalizaci rastru, a použil jsem jeho verzi umožňující bezztrátovou kompresi, konkrétně kompresi nazvanou **packbits**.

Tuto konverzi jsem provedl dávkovým způsobem pomocí funkce *Batch conversion* programu MicroStation Descartes.

3.5 Příprava dat pro VGIS v programu ArcView

3.5.1 Založení projektu a import prostorových dat

Nejprve bylo nutné nastavit parametry prostředí programu ArcView, tedy nastavení hlavního adresáře projektu, jednotek pro zobrazování jednotlivých pohledů a přihrát k vlastnímu programovému prostředí rozšiřující moduly umožňující import dat, vytvořených v programu MicroStation Descartes. Jednalo se o modul **Tiff 6.0 Image Support** pro rastrová data a modul **Cad Reader** pro vektorová data.

Po tomto nastavení jsem načtl rastrová i vektorová data. Z vektorových dat však bylo nutno načíst bodovou a liniovou vrstvu odděleně, a tyto vrstvy potom převést z formátu ***.dgn**, který umí program ArcView pouze načíst, do vnitřního formátu ArcView ***.shp**, se kterým je možno v ArcView pracovat.

3.5.2 Provedení dynamické segmentace

Aby bylo dynamickou segmentací dosaženo uspokojivých hodnot polohové přesnosti později vkládaných událostí, bylo nejprve nutné do linie řeky vložit předem připravené body se známou polohou i staničením a následně vypočíst hodnoty staničení pro všechny vrcholy takto vytvořené linie řeky. Jelikož tato funkce není v programu ArcView přímo implementována, vytvořil jsem program v jazyce Avenue, který tuto akci provedl.


Zdrojový tvar algoritmu (s komentáři), kterým jsem tento problém řešil se nachází v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souboru \VGIS\skripty_vlozbod.ave. Nyní zde popíši pouze jeho klíčové části:

- Algoritmus načte první dvě aktivní témata z aktivního pohledu a pokud je první z nich liniové a druhé je bodové provede zatřídění těchto bodů do linie.
- Zatřídování probíhá tak, že pro každý bod jsou prohledávány postupně všechny úseky linie, dokud není nalezen úsek,

jemuž tento bod náleží. Po jeho nalezení je bod zatříděn a algoritmus pokračuje pro další bod.

- Takto vytvořená nová linie řeky obsahuje vrcholy se známým staničením a vrcholy bez staničení. Nyní je nutno interpolovat staničení pro všechny vrcholy bez něj, a to vždy mezi dvěma vrcholy s staničením známým. To provede funkce `InterpolateNilM` implementovaná v ArcView.
- Takto oměřenou linii řeky pak algoritmus uloží do nového souboru vektorových dat.

Tato linie, s úspěšně provedenou dynamickou segmentací, je nyní připravena k propojení s vrstvou událostí.

Program provádějící dynamickou segmentaci se spouští stiskem ikony  z panelu tlačítek.

3.5.3 Vstup atributových dat

Při vstupu atributových dat do GIS je nejprve nutno vybrat jejich zdroje, ověřit obsahovou správnost těchto zdrojů a určit metodu zadávání dat z těchto zdrojů do GIS.

Pro účely mé diplomové práce jsem zvolil způsob zvaný *single key data entry*. Jedná se o nejjednodušší a nejlevnější způsob vstupu analogových atributových dat do systému, kdy data zadává a kontroluje pouze jeden člověk, ale je taktéž nejvíce náchylný k chybám ze strany zadávajícího [Hohl 98].

Jako příklad jiného způsobu vstupu analogových atributových dat zde uvedu ještě *double key data entry*. Při tomto způsobu zavádění, zadávají dva operátoři stejná data a ta se pak vzájemně, s využitím databázového software, porovnávají, přičemž neodpovídající si data jsou dále podrobována bližší kontrole a následné opravě. Tento způsob zadávání dat vychází z předpokladu malé pravděpodobnosti chyby obou operátorů na stejné zadávané položce [Hohl 98].

Zadání atributových údajů metodou *single key data entry* umožňuje kontrolovat doménovou integritu dat (viz. 5.2-slovník pojmů).

Doménová integrita (hodnotová správnost) dat je zde zaručena předem vytvořeným formulářem, který povoluje zadat pouze hodnotově korektní data. Investice nutná k vytvoření formuláře se následně vrací v podobě vyšší kvality výsledných dat.

Kontrola atributových údajů získaných metodou *single key data entry* probíhá tak že jsou data vytištěna do stejného analogové podoby z jaké byla zadávána a jejich správnost je následně kontrolována jiným pracovníkem než zadávajícím.

Veškerá atributová data vstupující do VGIS mají formu bodových nebo liniových událostí na toku. Tyto události lze jednoduše s linií řeky propojit pomocí ArcView menu **View – Add Event Theme** jako novou vrstvu. Tato vrstva je ve své podstatě databázovou tabulku určitého formátu (viz. tab. 3.3 a 3.4) a pokud je jednou s linií propojena, nové události přidané do tabulky jsou automaticky prostorově lokalizovány.

cesta	staničení	událost
1	0,00	peřeje
1	7,45	jez
1	14,20	hráz
.	.	.

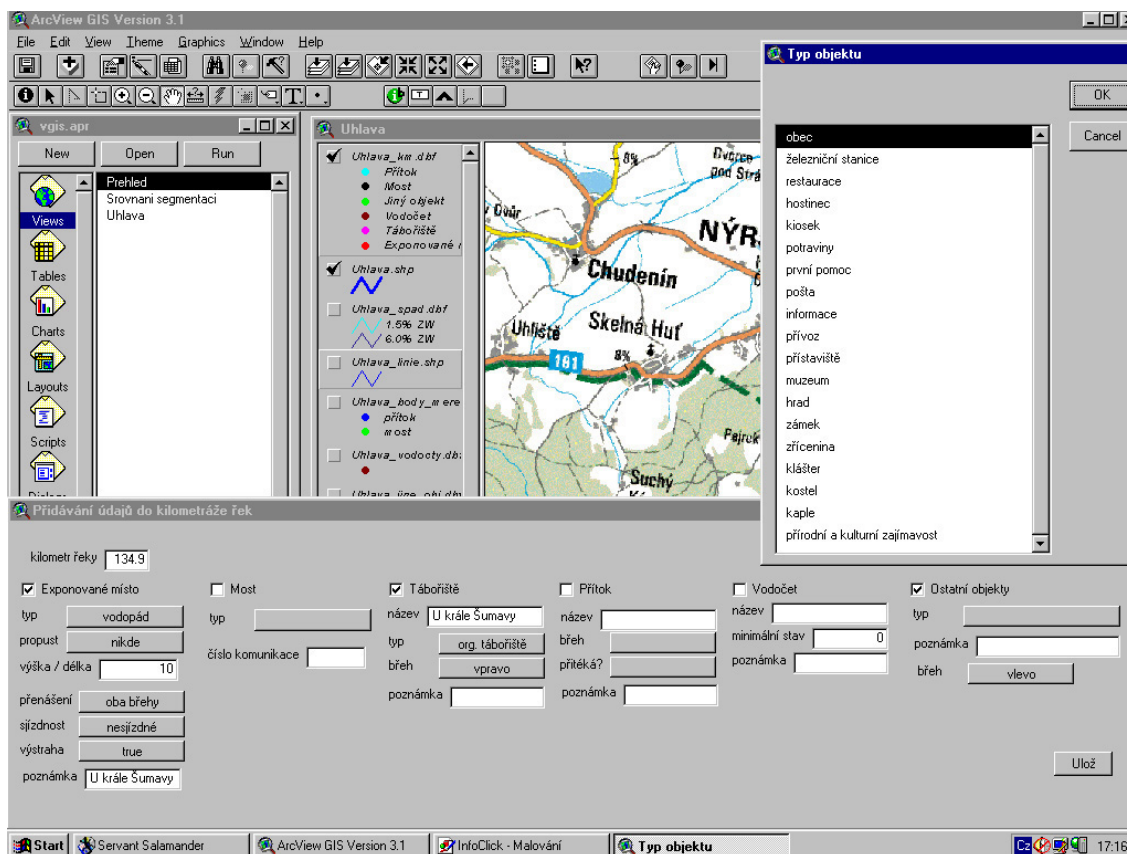
tab. 3.3 - příklad tabulky pro bodové události

cesta	od	do	událost
1	0,00	9,10	ZW
1	9,10	20,60	WW I
1	20,60	34,25	ZW
.	.	.	.

tab. 3.4 - příklad tabulky pro liniové události

Nejprve bylo nutno vytvořit strukturu tabulek těchto událostí. Tyto události (místa na řece) jsou různého typu. Na typu události (exponované místo, tábořiště, vodočet, přítok, most nebo jiný objekt) závisí struktura tabulky konkrétního typu události. Ke každému z typů událostí jsou totiž připojovány jiné vlastnosti, každý typ události má tedy jinou strukturu tabulky. Tyto tabulky jsou pak vazebně spojeny přes své staničení s tabulkou, která je dynamickou segmentací napojena na prostorová data (viz. obr. 2.2).

Do takto vytvořené struktury tabulek jsem poté vkládal data pomocí předem vytvořeného dialogového okna (viz. obr. 3.6). Zdrojový text programu, který vytváří toto dialogové okno se nachází v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souboru \VGIS\skripty_input.ded.



obr. 3.6 – dialogové okno pro vstup atributových dat

Toto dialogové okno umožňuje naplňovat tabulky vytvořené podle výše zmiňovaného ERA modelu, a zároveň při zadávání dat automaticky kontrolovat korektnost vazeb mezi tabulkami:

- Pro jeden říční kilometr umožňuje zadat do tabulky exponovaných míst/mostů/vodočtů/přítoků maximálně jedno exponované místo/most/vodočet/přítok
- Do tabulek táborů a jiných objektů dovoluje zadávat objektů daných typů více.

a doménovou integritu, tedy hodnotovou správnost dat:

- Textové vstupy jsou pokud je toto nutné, omezeny pouze na čísla (kilometr řeky, výška/délka exponovaného místa a stav vodočtu).
- Ostatní vstupy jsou možné pouze jako výběr z množiny korektních hodnot (příklad pro vstup dat do tabulky ostatních objektů viz. obr. 3.6)

Dále toto dialogové okno naplňuje pole **piktogram** a **p_kod** v tabulce **<název řeky>_km.dbf** a to podle pořadí důležitosti objektu tak, že pro každý zapisovaný kilometr řeky zařadí do pole **p_kod** objekt s největším číslem **p_kod** ze všech objektů ležících na tomto kilometru a do pole **piktogram** pak odpovídající piktogram (viz. tab. 3.5).

objekt z tabulky	piktogram	p_kod
exponovaná místa	<typ exponovaného místa>	6
tábory	<typ tábořiště>	5
vodočty	„vodočet“	4
jiné objekty	<typ objektu>	3
mosty	„most“	2
přítoky	<typ přítoku>	1

tab. 3.5 - tabulka pořadí důležitosti objektů při jejich vizualizaci

Těchto polí tabulky **<název řeky>_km.dbf** je následně ve VGIS využíváno při vizualizaci vrstev událostí k nastavení jejich uživatelské legendy. Příklady vytvořených legend se nacházejí v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v adresáři \VGIS\legends.

3.6 Tvorba specifických ovládacích prvků VGIS v programu ArcView a popis jejich ovládní

VGIS musí umožňovat:

- zjišťování počtu míst určitého typu (jezy, mosty, přítoky, restaurace, ...) na řece a zjišťování jejich prostorové lokalizace
- zjišťování břehu řeky, na kterém se daný objekt nachází (náhon, obec, hrad, ...)
- vyhledávání určitého objektu, podle některé jeho vlastnosti (nalézt obec podle názvu)

Hlavně však takovýto systém musí uživateli umožnit získat informace o jím vybraném úseku řeky a tyto informace mu pak v přehledné formě poskytnout.

Toto by VGIS měl umožňovat dvěma způsoby:

- Vybraný úsek řeky popsat formou klasické kilometráže (v digitální podobě), na kterou je vodák zvyklý, a tuto kilometráž doplnit o tématickou mapu tohoto úseku.
- Vybraný úsek řeky popsat formou podrobného plánu cesty, tedy klasické kilometráže rozdělené na menší úseky po dnech v závislosti na tom jak početná a vodácky zdatná skupina se chystá tento úsek splout. Tyto menší úseky pak doplnit tématickými mapami.

Dále musí VGIS umět interaktivně poskytovat informace o zvoleném místě na řece a další věci, jako je například tvorba uživatelsky nastavitelné legendy, označení každého kilometru řeky, ...


VGIS musí umožňovat tvorbu takových výstupů takto získaných informací, které jsou následně využitelné při vlastní plavbě po řece. Toto se týká hlavně zpětné generace kilometráže a generace podrobného

plánu cesty. Tyto výstupy by měly být převoditelné do analogové podoby, případně (pro budoucí použití) přístupné pomocí Internetu.

Část těchto požadavků na VGIS lze splnit pomocí použití standardních dotazovacích metod implementovaných v ArcView, pro získání těch ostatních bylo zapotřebí dotazovací metody naprogramovat v programovacím jazyku Avenue.

3.6.1 Nastavení aktivní řeky VGIS

Nastavení aktivní řeky VGIS je jednoduchý program pro výběr té řeky VGIS, se kterou má být manipulováno.

Spouští se buď stiskem ikony  z panelu tlačítek nebo automaticky před spuštěním jiných programů, není-li žádná řeka nastavená jako aktivní.

Jeho zdrojový text se nachází v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souboru \VGIS\skripts\vyber_r.ave

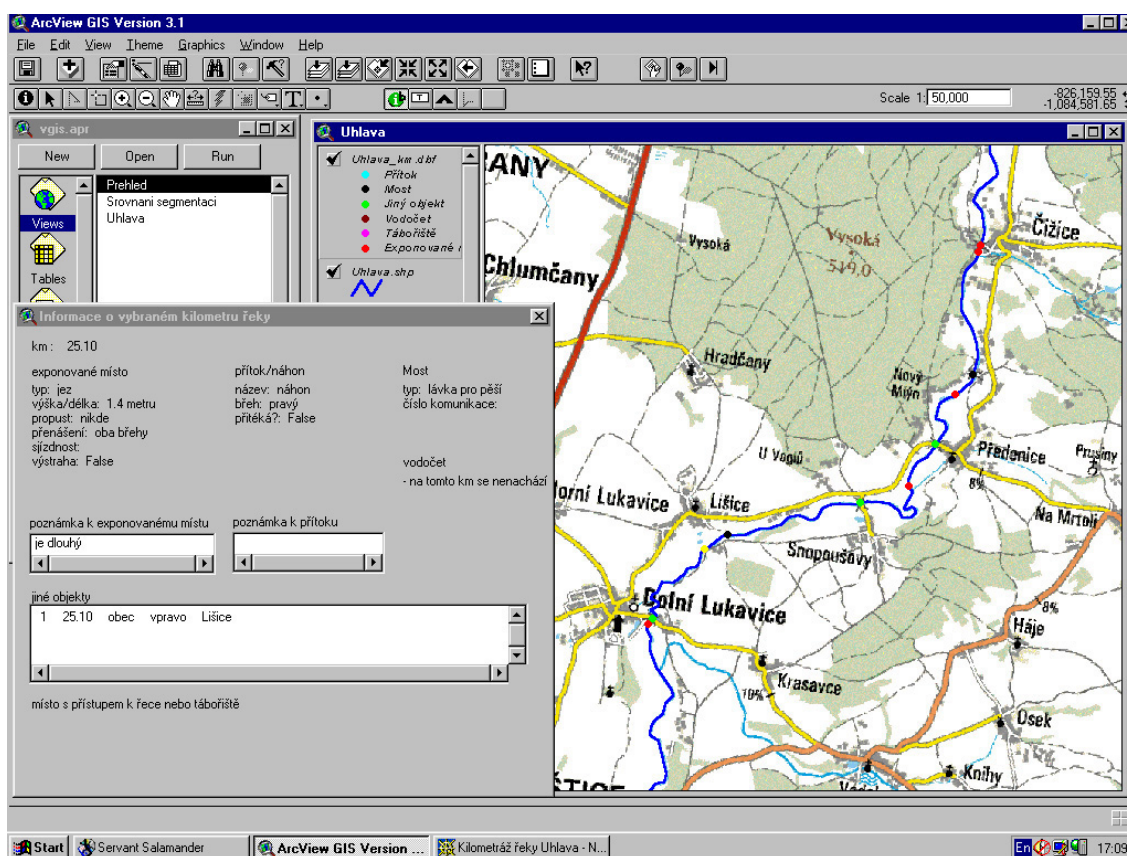
3.6.2 Dialogové okno pro vstup atributových dat

Tento prvek byl již popsán v kapitole 3.5.3 a zde je uváděn pouze pro úplnost.


Spouští se stiskem ikony  z panelu tlačítek.

3.6.3 Dialogové okno informací o zvoleném kilometru řeky

Dialogové okno informací (viz. obr. 3.7) o zvoleném kilometru řeky je program interaktivně poskytující všechna známá data o uživateli vybraném kilometru řeky.



obr. 3.7 – dialogové okno informací o zvoleném kilometru řeky

Při zapnutí nástroje  vybuduje pro aktivní řeku propojení prostorových a atributových dat (viz digitální příloha CD-ROM „VGIS“ soubory \VGIS\skripts\info_cli.ave a \VGIS\skripts_linkall.ave) takové, které je určeno ERA modelem (viz. obr. 2.2) a při následném výběru myší provede dotaz na databázi a jeho výsledek poskytne v dialogovém okně „Informace o vybraném kilometru řeky“ (viz. obr. 3.7).

Zdrojový text tohoto dialogového okna se nachází v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souboru \VGIS\skripts\info_report.ded a zdrojový text programu, který získává data pro tento dialog je uveden v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souboru \VGIS\skripts\info_App.ave.



3.6.4 Export informací o zvoleném úseku řeky do souboru

Tento program vygeneruje klasickou vodáckou kilometráž pro uživatelem určený úsek řeky. Tuto kilometráž doplní o mapu aktivního výřezu. V této mapě jsou zobrazeny všechny vrstvy pohledu, které jsou

v době provedení výběru viditelné. Tato mapa je vyhotovena v maximální možné podrobnosti. Tato podrobnost je omezena dvěma podmínkami:

1. Za základní měřítko pro zobrazení této mapy bylo zvoleno 1:50 000. Vzhledem k tomu, že původní zdrojová data byla z měřítka 1:100 000 je již tato mapa zvětšovaná, ale stále poskytuje dobrý obraz terénu.
2. Exportovaný výřez rastru mapy lze jen omezeně zvětšovat, a to konkrétně z hodnoty 100 dpi maximálně na 300 dpi.

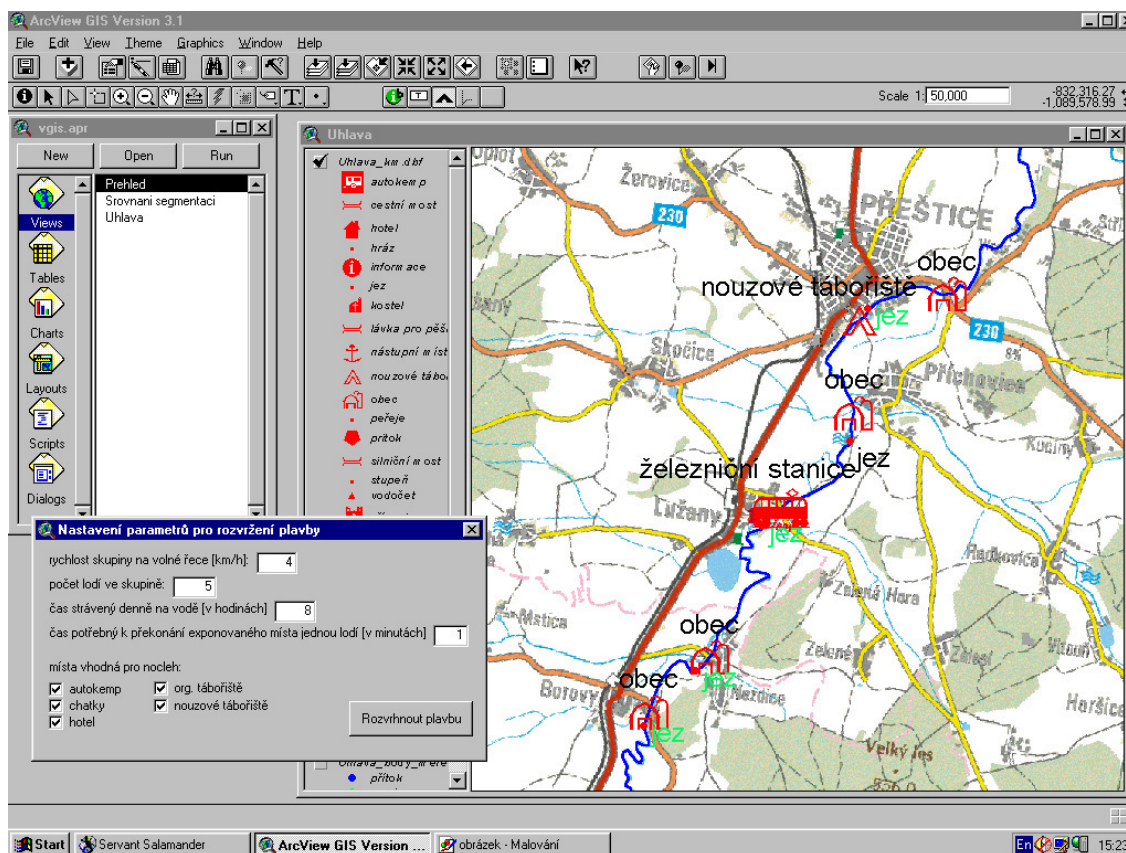
Měřítko výsledné mapy, jehož podrobnost je omezena jednou z těchto podmínek je uvedeno v exportovaném souboru.

Při zapnutí nástroje  proběhnou stejné procedury jako při zapnutí nástroje  (viz. kap. 3.6.3). Při následném výběru oblasti myší provede dotaz na databázi pro každý vybraný kilometr a jeho výsledek exportuje do zvoleného souboru formátu ***.htm**, ke kterému připojí mapu vybrané oblasti. Zdrojový text tohoto programu je uveden v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souborech `\VGIS\skripts\export_a.ave` a `\VGIS\skripts_makedict.ave` a příklady výstupů jsou uvedeny v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v adresáři `\VGIS\vystupy\`.

3.6.5 Vytvoření podrobného plánu cesty a jeho export do souboru

Tento program vygeneruje podrobný plán cesty, tedy klasickou vodáckou kilometráž rozdělenou na jednotlivé dny, pro uživatelem určený úsek řeky. Tuto kilometráž doplní o mapy jednotlivých dnů. V těchto mapách jsou zobrazeny všechny vrstvy pohledu, které jsou v době provedení výběru viditelné. Tato mapa je vyhotovena v maximální možné podrobnosti. Pro podrobnost těchto map platí tatáž omezení, jaká jsou uvedena v kapitole 3.6.4.

Dělení úseku na dílčí úseky (dny) je voleno v závislosti na vzdálenosti, kterou je schopna skupina vodáků na daném úseku za den zvládnout (denní vzdálenost), a vzdálenostmi takových typů tábořišť na řece, ve kterých je ochotna tato skupina přenocovat. Zdatnost skupiny a typy tábořišť volí sám uživatel (viz. obr. 3.8).



obr. 3.8 - volba parametrů pro rozvržení plavby

Denní vzdálenost závisí na zdatnosti skupiny a náročnosti úseku. Je určována z následujících známých faktů:

- doby (v hodinách), kterou hodlá daná skupina strávit denně na vodě (t)
- rychlosti skupiny na volné řece, vyjádřené v kilometrech za hodinu (v)
- početnosti skupiny, vyjádřené počtem lodí (l)
- schopnosti skupiny překonávat exponovaná místa (jezy, stupně, přeje, ...) na řece, vyjádřené časem (v minutách) potřebným k překonání takového místa jednou lodí (t_e)

Náročnost úseku je hodnocena na základě počtu exponovaných míst na něm (e).

Ideální denní vzdálenost pro skupinu je pak počítána podle vztahu


$$(3.3) \quad s = v[t - (t_e) \cdot l \cdot e]$$

a následné rozvržení cesty na dílčí úseky je provedeno tak, aby bylo dosaženo co největšího přiblížení skutečné (výsledné) každodenní vzdálenosti s_i k ideální denní vzdálenosti s , tedy co nejrovnoměrnějšího rozložení noclehů po celém úseku.

Nejprve jsou vygenerovány možné kombinace spojení počátečního a cílového tábořiště a z nich je následně určena ta, která splňuje následující podmínku minimálního rozptylu vzdáleností s_i :

$$(3.4) \quad \sum_{i=1}^n \frac{|s_i - s|}{n} = \min$$

Lze tedy říci, že tento algoritmus vybere ze skupiny všech reálných možností rozvržení plavby, takové rozvržení, které nejlépe aproximuje ideální denní vzdálenost, tedy takové rozvržení, které nejlépe vyhovuje té vodácké skupině pro kterou bylo navrženo.

Tento program je spuštěn ve chvíli, kdy je aktivní nástroj  a je proveden výběr oblasti myší. Jeho výsledek je pak exportován do souboru formátu *.htm (viz. obr. 3.9) a souborů tématických map pro jednotlivé dny (viz. obr. 3.10). Zdrojový text tohoto programu je uveden v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v souborech \VGIS\skripts\analyza_.ave a \VGIS\skripts_makeday.ave a příklady výstupů jsou uvedeny v digitální příloze CD-ROM „VGIS“ v adresáři \VGIS\vystupy\.

Kilometráž řeky Uhlava

.

4.den

km: 32,70

- *lávka pro pěší*
- *nouzové tábořiště vpravo |*
- *Další objekty:*
- *informace loďnice vlevo |*

km: 32,50

- *jez, výška/délka: 2.2 metru, propust: nikde, přenášení: vpravo, sjízdnost: , výstraha: False*
- *náhon levý břeh*
- *chatky vlevo |*
- *Další objekty:*
- *obec Přeštice vlevo | restaurace vlevo | potraviny vlevo | první pomoc vlevo | pošta vlevo |*

.

km: 9.00

- jez, výška/délka: 1.6 metru, propust: nikde, přenášení: vpravo, sjízdnost: , výstraha: False
- náhon levý břeh
- silniční most
- Další objekty:
informace chaty vpravo | kaple vlevo | obec Plzeň Radobyčice vlevo |

km: 7.30

- jez, výška/délka: 2.1 metru, propust: nikde, přenášení: vlevo, sjízdnost: , výstraha: False
- náhon pravý břeh
- nouzové tábořiště vpravo |
- Další objekty:
obec čtvrť Plzeň - Černice, loděnice vpravo | restaurace vpravo | potraviny vpravo |

Mapa 4. dne v měřítku 1:50000

obr. 3.9 – ukázka jednoho dne z podrobného plánu cesty



obr. 3.10. – tématická mapa jednoho dne cesty

4 ZÁVĚR

Moje práce ukazuje, že geografické informační systémy nacházejí, a v budoucnu budou stále více nacházet, uplatnění ve stále rozmanitějších oblastech. Je vidět, že GIS nemusí být používán jen při řešení problémů ve velkých podnicích, ale může poskytovat důležité informace i na první pohled heterogenní skupině lidí, kterou spojuje pouze jeden společný problém. Takovouto skupinou je třeba vodácká veřejnost.

VGIS je jednou z prvních vlaštovek v oblasti vodáckého sportu, která ukazuje, že digitální informační technologie budou stále více pronikat do všech oblastí našeho života. Na rozdíl od klasických kilometrůž některých řek, existujících již v digitální podobě na Internetu, však umožňuje získat o řece ucelenější informace.

Při prezentacích svého projektu jsem se setkal i s nesouhlasnými stanovisky k tomu, že by vodák splouvající řeku měl mít s sebou takové hardwarové vybavení, aby mohl z VGIS čerpat informace přímo na řece. Je pravda, že doba, kdy s sebou na řeku v masovém měřítku budeme vozit přenosné počítače, je ještě vzdálená, i když možná, díky rychlému rozvoji informačních technologií nikoliv tak vzdálená, jak by se mohlo na první pohled zdát. Již dnes má ale vodák možnost si z VGIS vytisknout kilometrůž úseku, který jej zajímá, a to i s doplňujícími tematickými mapami.

Hlavním přínosem tohoto projektu však je jeho schopnost rychlejší, efektivnější a pohodlnější správy vodáckých dat, než umožňují klasické, na analogové bázi založené, způsoby správy dat. VGIS navíc umožňuje správu těchto dat podstatně širším okruhem lidí, než tomu bylo doposud, zvláště pak pokud by byl tento GIS napojený na Internet. I kdyby ale nadále spravovala tato data pouze ta úzká skupina lidí, která je spravuje nyní, a která je následně poskytuje vodácké veřejnosti formou vydávání kilometrůž, měla by tato skupina pro tuto správu k dispozici moderní prostředek, který umožňuje z vodáckých dat získávat o řece daleko více informací, než klasická kilometrůž.

5 PŘÍLOHY

5.1 CD-ROM „VGIS“

\Dokumentace – obsahuje tuto dokumentaci v elektronické podobě

\identicke_body - obsahuje identické body transformací všech řek vyobrazené v mapě bezprostředního okolí a registrační soubory všech provedených transformací.

\VGIS – obsahuje vlastní projekt VGIS (**vgis.apr**) zpracovaný v GIS software ArcView, dále jsou zde uvedeny jen ty podadresáře, na které je odkazováno v textu.

- **\legends** - obsahuje různé příklady legend pro vrstvy událostí
- **\skripts** - obsahuje programy, které jsem vytvořil pro účely VGIS v Avenue, vnitřním objektovém programovacím jazyku programu ArcView.
 - **_vlozbod.ave** – zdrojový text programu, který provádí dynamickou segmentaci linie.
 - **input.ded** - zdrojový text programu, který vytváří dialogové okno pro vstup atributových dat do VGIS
 - **_vyber_r.ave** - zdrojový text programu pro výběr aktivní řeky
 - **info_cli.ave** - zdrojový text programu, který vybuduje pro aktivní řeku propojení prostorových a atributových dat
 - **_linkall.ave** - zdrojový text programu, který provede vlastní propojení strukturované databáze podle ERA modelu (viz. obr. 2.2).
 - **info_report.ded** - zdrojový text programu zobrazujícího dialogové okno informací o zvoleném kilometru řeky
 - **info_App.ave** - zdrojový text programu, který z prostorové databáze získává data pro dialog „Informace o vybraném kilometru řeky“

- **export_a.ave** – zdrojový text programu, který ukládá do souboru data získaná od programu **_makedict.ave**
- **_makedict.ave** - zdrojový text programu, který získává z prostorové databáze data pro export do souboru
- **analiza_.ave** - zdrojový text programu, který exportuje do souboru podrobný plán cesty, vytvořený programem **_makeday.ave**
- **_makeday.ave** zdrojový text programu, který rozvrhne cestu po řece a vygeneruje podrobný denní plán cesty
- **lvystupy** – obsahuje příklady výstupů z VGIS

5.2 Popis stupňů obtížnosti

- převzato z *Kilometráže českých a moravských řek* [Jančar 98].

název stupně

- charakter koryta
- nároky na jezdce a riziko
- potřebné vybavení
- příklad při vodním stavu

ZW

- klidná, tekoucí
- přehledné, rychlost proudu do 2 m/s, bez překážek a peřejí
- znalost základního záběru a řízení lodi, riziko při zvrhnutí žádné, samozáchrana snadná
- otevřená loď s vaky proti potopení, plovací vesta pro mládež
- Lužnice v úseku Suchdol – Veselí za stavu 160 cm v Bechyni

WW I

- lehká
- malé peřeje s pravidelnými vlnami, přehledné, užší meandrující toky s břehovými porosty
- znalost ovládnutí lodě na tekoucí vodě, riziko při plavání minimální, samozáchrana snadná
- loď zajištěná proti potopení, doporučená plovací vesta a helma
- Střela pod Rabštejnem za stavu 80 cm v Plasech

WW II

- mírně těžká
- větší peřeje s vlnami, široké dobře čitelné průjezdy v zablokovaném korytě, užší koryto s malými peřejemi s nutností rychlejších reakcí, občasné překážky jsou dobře viditelné a lze se jim snadno vyhnout s určitým tréninkem, prohlídka není nutná, riziko při plavání ještě malé, samozáchrana dobře možná, pomoc kamarádů není na škodu.
- znalost ovládnutí lodi na peřejnaté vodě, umět přistát ve vracáku (viz. 5.2-slovník pojmů) je nutné, trénovanost a zkušenosti doporučeny
- ještě otevřené lodě zajištěné proti potopení, lépe zavřené lodě, plovací vesta, helma
- Sázava z Krhanic za stavu 180 cm v Poříčí

WW III

- těžká
- peřeje s vyššími nepravidelnými vlnami, lehčí válce (viz. 5.2-slovník pojmů) a středně zablokovaný terén, peřeje v meandrech s menší přehledností, úzká nepřehledná místa s překážkami. Na řece s větším průtokem se mohou vyskytnout i ostrá rozhraní a „karfioly“ (viz. 5.2-slovník pojmů) ve vracáku, ale nejsou četné. Obtížnějším místům se lze ještě vyhnout. Prohlídka je vhodná u míst, která jedeme poprvé nebo jsou známá změnami (stromy). Nebezpečí zranění při plavání ještě není kritické, samozáchrana je zvládnutelná, ale pomoc kamarádů je vhodná, protože jinak se plave dlouho.
- znalost techniky i taktiky jízdy na divoké vodě, trénovanost, nutnost rychlého ovládnutí lodě na takovéto vodě
- zavřené lodě, nejlépe singlové, jinak jako u WW II, doporučen ochranný oděv, záchranné vybavení a praxe v jeho použití
- Labe v úseku Labská – Kukačka za průtoku 20 m³

WW IV

- velmi těžká
- velké a silné peřeje s velkými vlnami, válce, „karfioly“ a víry, návaly vody na překážky, silně zablokované koryto s úzkými průjezdy se stupni a skluzy. Méně přehledné, ale předvídatelné. Mohou se objevit obrovské vlny a válce, kterými se musí projet. Prohlídka je nutná u první jízdy a velmi doporučená vždy. Riziko pro plavce je střední až velké, samozáchrana je komplikovaná. Pomoc kamarádů je nutná a vyžaduje praxi.
- komplexní zkušenost a znalost techniky a taktiky na těžké vodě, trénovanost a zkušenosti jsou nezbytné. Terén vyžaduje rychlé manévry pod tlakem. Nutnost vjet do vracáku a promyslet další postup. Peřeje se mohou pohybovat až u hranice rizika. Eskymácký obrat je téměř nutností
- vše jako WW III, praxe v záchraně a použití vybavení, psychická odolnost
- Jizera v úseku Mýto – soutěska za stavu 80 cm na Mýtě;

WW V

- extrémně těžká
- velké vlny, válce, vysoké stupně, velká rychlost proudu, extrémní nepřehledné zablokování. Vystavuje jezdce vysokému riziku. Peřeje bezprostředně navazují, vracáků je málo a je nutno o nich předem vědět. Prohlídka je životně důležitá, ale bývá obtížná. Plavání životu nebezpečné, záchrana problematická
- bleskurychlé reakce pod tlakem, jízda ve speciálních skupinách s obrovskými zkušenostmi a praxí. Nutností je stoprocentní znalost eskymáckého obratu, stejně jako stoprocentní vybavení a praxe v záchranné činnosti a zajištění
- jako u WW IV, ustálené skupiny expertů, vysoká psychická a fyzická kondice
- Jizera v úseku Mýto – soutěska za stavu 100 cm na Mýtě

WW VI

- hranice sjízdnosti
- násobení obtíží vodního terénu a překážek, sjízdné jen za určitého vodního stavu a ideálních podmínek, včetně speciální přípravy na sjezd
- stejně jako WW V
- stejně jako WW V
- Vydra v úseku pod Turnerovou chatou za vysokého vodního stavu

5.3 Výkladový slovník definic a pojmů

digitalizace – převod dat z analogové do digitální podoby. Existuje ruční, poloautomatická a automatická. více viz. *Ján Tuček, Geografické informační systémy – principy a praxe* – rejstřík, hesla *digitalizace* a *digitalizace obrazu*.

doménová integrita dat – *hodnotová správnost dat* zaručuje, že data mohou nabývat pouze hodnot z množiny všech přípustných hodnot, která je předem definována.

ERA model - zkratka anglicky znamenající *Entity Relationship Attribute model*. Jedná se o model popisující vztahy (Relace=*Relationship*) mezi objekty (*Entity*) mající jisté vlastnosti (*Attributes*).

geomatika – též *geoinformatika, geoinformační věda* se zaměřuje na vývoj a aplikaci metod pro řešení specifických problémů v geo(grafických) vědách se speciálním důrazem na geografickou polohu objektů (definice podle U. Streita z roku 1997).

geoobjekt – též *prostorový objekt* je reálný, a nebo imaginární objekt, který se vztahuje (popisuje) k části prostoru na povrchu Země. Je ho možné odlišit od jiných geoobjektů pomocí jeho:

- prostorové polohy = geometrie
- polohových vztahů k jiným objektům = topologie
- relevantních charakteristik = tematiky (atributů)
- temporálních změn = dynamiky

(definice podle U. Streita z roku 1997)

geoinformace – též *geografická informace* je potom geometrický, topologický, tematický a dynamický popis geoobjektu s ohledem na potřeby subjektivně určené aplikace (definice podle U. Streita z roku 1997).

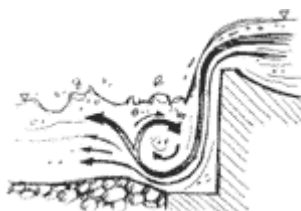
geodata – též *prostorové údaje* jsou potom formální popisy (přepis) geoinformace ve formě čísel a znaků vhodné pro počítačové zpracování (definice podle U. Streita z roku 1997).

GIS – zkratka výrazu *geografický informační systém*. Je to organizovaný soubor počítačového hardware, software a geografických údajů (naplněné báze dat) navržený na efektivní získávání, ukládání, upravování, obhospodařování, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací (definice používaná firmou Enviromental System Research Institute - ESRI)

GPS - zkratka výrazu *Global positioning system*. Do češtiny je překládán jako *Globální polohový systém*. Jedná se o systém využívající družic a znalostí družicové astronomie k určování polohy na povrchu Země.

itinerář - (historický a geografický význam) denní popis cesty; do popisu byly astronomicky zaměřeny opěrné body (definice podle [Enc 93]).

„**karfiol**“ – též *květák*, vzniká například jako doprovodný jev silného válce. Jedná se o vodu (často spolu s vzduchem, který byl předtím stržen pod hladinu) stoupající kolmo ode dna na hladinu, kde vytváří charakteristický tvar kvěťáku (viz. obr. 5.1).



obr 5.1 – „karfiol pod“ jezem

kilometráž - podrobný popis cesty od pramene řeky (respektive od místa odkud ji lze sjíždět) až k jejímu ústí. Každý významný objekt na řece je jednoznačně určen svojí vzdáleností od ústí řeky

válec - též *balík*, *zabalák* vzniká za překážkou v proudnici tak, že voda jdoucí přes překážku se noří pod hladinu odráží se ode dna nebo od další překážky, poté mění směr svého proudění a dostává se zpět na hladinu, kde se vrhá zpět proti vodě jdoucí

přes překážku. Vzniká tak vodní vír s horizontální osou rotace (viz. obr. 5.2).



obr 5.2 - válec

VGIS - zkratka výrazu *vodácký geografický informační systém*. Jedná se o geografický informační systém vybudovaný pro potřeby vodácké veřejnosti.

vracák - je voda tekoucí v opačném směru, než je směr proudu. Vzniká za překážkou, která ční nad hladinu (kámen, strom) a vytváří relativně klidné místo na řece, ze kterého je možno prohlédnout další úsek řeky.

WW - zkratka anglicky znamenající *white water*, německy *wild wasser*. Do češtiny je překládána jako *divoká voda*.

6 LITERATURA A OSTATNÍ ZDROJE

6.1 Literatura

[Bentley 97]

Bentley Systems, Inc, **MicroStation Descartes, User's Guide**, vytištěno v USA jako manuál k systému MicroStation Descartes v roce 1998

[Enc. 93]

kolektiv autorů, **Encyklopedický slovník**, vydalo nakladatelství Odeon a společnost Encyklopedický dům spol. s r.o. v roce 1993

[ESRI ARC/INFO 94]

společnost ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.), **ARC/INFO Data Management – Concepts, data models, database design, and storage**, vytištěno v USA jako manuál k systému ARC/INFO v roce 1994

[ESRI ArcView 98]

ESRI, Inc, **Using ArcView GIS**, vytištěno v USA jako manuál k systému ArcView v roce 1998

[ESRI Avenue 98]

ESRI, Inc, **Using Avenue**, vytištěno v USA jako manuál k scriptovacímu jazyku systému ArcView v roce 1998

[ESRI Dialog Designer 98]

ESRI, Inc, **Using ArcView Dialog Designer**, vytištěno v USA jako manuál k tvorbě dialogů v systému ArcView v roce 1998

[ESRI Pracujeme s ArcView 99]

ESRI, Inc, **Pracujeme s geografickým informačním systémem ArcView GIS**, přeložilo a vydalo nakladatelství Computer Press v roce 1999

[Hohl 98]

Pat Hohl, Ed., **GIS data conversion – Strategies-Techniques-Management**, vydal OnWord Press v roce 1998

[Hojovec 87]

*prof. ing. Vladislav Hojovec, DrSc.; prof. ing. Michal Daniš CSc; doc. ing. Milan Hájek, CSc; doc. ing. Bohuslav Veverka, CSc; **Kartografie** vydal Geodetický a kartografický podnik v Praze, n.p. v roce 1987*

[Jančar 98]

*Vojtěch Jančar a Ivan Novák, **Kilometrůž českých a moravských řek**, vydalo nakladatelství SHOCart spol. s .r.o. v roce 1998*

[Janka 88]

*Otto Janka **Rytíř na kajaku**, vydalo nakladatelství Albatros jako svou 7458. publikaci v roce 1988*

[Kohoutek 90]

*Ing. František Kohoutek, Milan Houser, Ing. Branislav Davídek **Československé řeky – kilometrůž** (III. vydání), vydalo nakladatelství Olympia v roce 1990*

[Plewe 97]

*Brandon Plewe, **GIS ONLINE: information retrieval, mapping, and the Internet**, vydal OnWord Press v roce 1997*

[Tuček 98]

*Ján Tuček, **Geografické informační systémy – principy a praxe**, vydalo nakladatelství Computer Press v roce 1998*

6.2 Digitální zdroje

www.kanoe.cz – „portál“ do světa českého vodáckého Internetu s odkazy na zahraniční „portály“. Správce a autor: Stanislav Ježek

6.3 Využití softwarové vybavení

geografický atlas Geobáze professional v. 2.73, vydala Geodézie ČS akciová společnost

MicroStation Descartes v 7.0, vytvořený firmou Bentley Systems

ArcView GIS software v 3.1.1, firmy ESRI