

ZBER INFORMÁCIÍ DO 3D DATABÁZ FOTOGRAMETRICKÝMI METÓDAMI

R. Šrámková^a, V. Šafář^b

^a GEODIS Slovakia s.r.o., Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovenská republika, rsramkova@geodis.sk

^b GEODIS BRNO spol. s r.o., Lazaretní 11a, 615 00 Brno, Česká republika, vaclav.safar@geodis.cz

Blok B – Priestorové informácie a geografické informačné systémy

Kľúčové slová: Zber dát, Informačné systémy, Databáza, Fotogrametria

Abstrakt:

Pred 30 rokmi bola mapová informácia takmer výhradne vo forme papierovej mapy. V súčasnej dobe existuje celosvetovo väčšina máp a mapových súborov v digitálnej podobe, a to či už v rastrovej alebo vektorovej forme. Obsah týchto foriem, papierovej a digitálnej, sa však významne nezmenil. Mapové informácie nie sú obvykle samostatné, ale tvoria základ a súčasť rozsiahlejších informačných databáz. Spájajúcim článkom zmienených časových období je hlavný dátový zdroj pre tvorbu priestorových dát - obrazový záznam a hlavný nástroj zberu dát - fotogrametria. Text hovorí o možnostiach tvorby priestorových informácií pre geografické informačné systémy cestou zberu dát fotogrametrickými metódami a popisuje prípad tvorby dát pre rozsiahlu funkčnú priestorovú databázu v obecnej rovine.

Key words: Data capture, Information systems 3D databases, photogrammetry

Abstract:

Map information 30 years ago was practically purely in the form of paper map. The most worldwide maps and map files at present is in digital form, already in raster or in vector form. The content of these forms, paper or digital has been eminently unchanged. The map informations are not independent, but forms base and part of sizable information databases. Main data source is connecting article mentioned time period for creation three-dimensional dates, image recording and main tool of the data collection, photogrammetry. Text handles about possibilities of the three-dimensional information production for geographical information system on the way of data collection with photogrammetric methods and describes case of data production for extensive functional three-dimensional database in universal level.

1 Úvod

V súčasnej spoločnosti, ktorú často nazývame spoločnosť informačná, sú a musia byť geopriestorové informácie, to jest informácie o objektoch a ich vlastnostiach vrátane definovania umiestnenia týchto objektov v priestore a čase, elementárnej a esenciálnej súčasti akejkoľvek databázy, ktorú máme označiť za funkčnú, plnohodnotnú, využiteľnú a aplikovateľnú v našom každodennom živote, a to nech je naše postavenie v tejto informačnej spoločnosti akékoľvek. Je štatisticky podložené radom výskumných prác a je v súlade so všeobecným odhadom, že sa denne pri svojom rozhodovaní opierame a spoliehame, a to buď vedome alebo podvedome, až v 3/4 prípadov týchto našich rozhodnutí na geopriestorové informácie. Aj keď sa zdá táto hodnota nadnesená, vezmime ju ako fakt a dôkazom nám môže byť jednoduchý pokus každého z nás so sebou samým – skúste si jedného dňa, aspoň vnútorne sledovať, porovnávať a zaznamenávať svoje rozhodnutia s ohľadom na to či boli urobené v súlade s vyššie spomenutým tvrdením. Domnievam sa, že vzhľadom na naše celoživotné zamestnanie, nás čo sme účastníkmi dnešnej konferencie, bude vyššie spomenutá

hranica ako minimálna v súhrne našich rozhodnutí za tento deň. Snád' len rozhodnutie mojej spoluautorky o tom aký rúž dnes použije sa nedá nutne naviazať a opierať o nejakú geopriestorovú informáciu, alebo snád' i toto rozhodnutie bolo vykonané vedome k informácii o tom, že dnes bude na Podbanskom zamračené, tu v hlavnom sále nebude tiež dostatok svetla, tak je treba zvoliť svetlejší tón, aby pery dokonale vynikli? Možno aj.

Informačná spoločnosť dneška a my ako jednotlivci tvoriaci časť tejto spoločnosti sme hladní. Máme hlad po priestorových informáciách. Zároveň však narážame na to, že rada týchto informácií je nestráviteľných, sú nám servírované s nesprávnou teplotou, v nesprávnom čase, nesprávnou formou a na nesprávnych tanieroch. A my reagujeme tak, že sa snažíme nájsť menu správne zostavené a zároveň kvalitné, ktoré bude mať správnu veľkosť, správnu dimenziu, správnu vypovedáciu a kalorickú hodnotu, bude integrované s ďalšími dátovými chodmi a kto nám ich predloží za správny peniaz, ten bude nami blahorečeným kuchárom. A ak takého kuchára nenájdeme? Nastane obvykle najhorší variant, pokúsime sa uvariť niečo sami. Musíme si však v tej chvíli na jednej strane uvedomiť, že napriek každodennej skúsenosti s jedlom nie sme všetci rovnako dobrí kuchári a hlavne vtedy ak máme navrhnúť správne zostavené menu a vlastný postup jeho prípravy. Ale na druhej strane je fakt, že pokiaľ neuvaríme nič, tak veľmi pravdepodobne zomrieme od hladu. A snád' na okraj iba pripomenutie, všetci vieme, že sú jedlá ľudové, za ľudové ceny, potom jedlá honosnejšie s viacerými chodmi a potom na samom špici extra biele lanýže, ktoré úplne isto nie sú určené všetkým konzumentom.

2 Determinácia procesu designovania multidimenzionálnej databázy okolím

Variť. Pracovať. Služiť. Služba. Topografická služba. Informačná služba. Spravodajská služba. Hydrometeorologická služba. Geodetická služba štátu. Mapové služby. Služby. Áno slúžime, my všetci, ktorí sme tu, sme sa rozhodli slúžiť. Krásne slovo našich jazykov, ktoré priamo definuje náš údel, ktorý si väčšina z nás dobrovoľne vybrala. Čo nás privedie k tomu, že jedného dňa jeden z nás do akéhosi plánu a s výhľadom radov ďalších rokov do nej napíše „Tvorba priestorovej databázy Slovenskej republiky“, „Tvorba a údržba DMR“ alebo „Priestorová databáza Slovenských diaľnic“, čo nás k tomu vedie, aká potreba, kde sa vezme ten hlavný motív toho, že ktosi zo slúžiacich povie: „Áno za päť, desať“, alebo prsto x rokov budú určite potrebovať tieto dáta - a vyrazí do boja s veliteľmi, nadriadenými, politikmi, nedostatkom času, peňazí, a na začiatku totálnym nedostatkom všetkého. Je motívom tohoto konania zvýšenie kvality nami poskytovaných informácií nadriadeným, veliteľom, úradníkom, politikom a takisto tým, ktorým oznamovacie prostriedky hovoria ľud a „široká verejnosť“, t.j. nás samých? Prispejeme tým k zvýšeniu kvality ich rozhodovania, respektíve zníženiu miery neurčitosti (entropie) v tomto ich rozhodovaní? A v svojom celkovom dôsledku je teda základný motív konaní väčšiny služieb v obecnej rovine zvýšenie bezpečnosti, a to v tej najrýdzejšej podobe a v rovine nášho konkrétneho odborného pohľadu ide o zvýšenie kvality priestorovej geoinformácie? Alebo to je len prestížna záležitosť medzi úradmi, rezortmi, ministerstvami a štátmi? Alebo si snád' niekto stavia pomník „nesmrteľnosti“? Alebo sa bojíme o svoje postavenie v zamestnaní a v spoločnosti? Alebo je to proste len dobrý „business“? Alebo nás jednoducho niekto iný donútil? Napríklad náš koaličný partner a jeho ISO 19113, ISO 19115, ISO 19119, ISO 5725, ISO 19010, ISO 19107, ISO 19108, ISO 19110, ISO 19139 alebo snád' STANAG 7074. Áno odpovedzme si pravdivo: Motívom väčšiny našich činností je obvykle kombinácia všetkých týchto motívov a podnetov, ktoré nás vedú k tomu, že začneme vytvárať, na základe toho čo už

poznáme a vieme (*klasické postupy mapovej tvorby, stabilizované technicko-technologické prostredie, personálne obsadenie, ...*), na základe toho čo nás obmedzuje (*čas, kooperácia, investície a finančné limity, výrobné priestory, personál, ...*) a na základe predbežne zadaných a postupných cieľov (*dielčie etapy, zostavenie analytických teamov jednotlivých etáp a uzlov riešení, ...*) prvotnú kostru riešenia úloh v ktorej musíme zodpovedať hlavne aký bude jeho účel, aká bude jeho presnosť, v akom časovo-finančnom horizonte má byť dielo, alebo jeho jednotlivé etapy dokončené a či bude dielo využívané v priebehu jeho výroby a akým spôsobom, a akým spôsobom bude dielo v budúcnosti obnovované. Áno, v tej chvíli existuje určite ešte tisíc ďalších podotázok, ktoré bude treba vyriešiť, ale povedzme si, že tieto sú naozaj hlavné. Keď poznáme aspoň na väčšinu týchto, povedzme hlavných obecných otázok, uspokojujúcu odpoveď (*pravdivostnú hodnotu týchto odpovedí asi v onú dobu nie je vhodné významnejšie skúmať, lebo všetko sa v každodennom víre života mení a meniť bude*) je možné začať konkrétnejšie a podrobnejšie rozpracovávať postup prác a systém zberu dát.

Je teda nutné vybrať buď z existujúcich zoznamov doteraz obvykle mapovaných prvkov polohopisu a výškopisu ten správny alebo vytvoriť nový zoznam prvkov budúcej databázy, prípadne vybrať a dotvoriť už existujúcu dostatočne obecnú databázu. Nutné je taktiež rozhodnúť koľko dimenzií vybraná alebo novo usporiadaná databáza bude mať, a potom trpezlivo skúmať prvok za prvkom a zvažovať s akým popisom svojich vlastností (atribútov) bude do databázy vstupovať, ako bude ten ktorý prvok prepojený s ostatnými prvkami databázy a hlavne či ten ktorý prvok databázy náš budúci užívateľ bude potrebovať. Spôsob a forma toho ako môžeme dospieť k odpovediam na vyššie uvedené môže byť veľmi rôzna. Spomínam si na jeden deň pred niekoľkými rokmi keď dvaja muži v uniformách stáli vedľa seba a jeden z nich mával v ruke s CD a hovoril k práve sa rozchádzajúcej spoločnosti asi 150 ľudí: „...priatelia, kolegovia na tomto médiu je vypálený základný koncept našej budúcej priestorovej geodatabázy vychádzajúcej z prvkov DIGEST, prvky tejto našej budúcej databázy nie sú a nebudú vo verejnej mutácii utajované a my vás **prosíme**, aby ste nám poslali akékoľvek pripomienky a poznámky k čomukoľvek čo by mohlo prispieť upresneniu nášho konceptu, upresnenie atribútov jednotlivých prvkov, a tým k urýchleniu našej práce a za to, pretože nemáme peniaze, je ako odmena pre vás na tomto CD mapa 1 : 200 000, ktorú od tohoto okamihu môžete používať akýmkoľvek spôsobom...“. Takisto si spomínam na inú situáciu keď určitá rada niekoľkých „Bielych slonov“ zasadla v krásnom zámočku v hlbokých lesoch a za 5 dní zostavili koncept obdobnej databázy. Protipólom bola tvorba predpisu prvkov priestorovej diaľničnej mapy (ktorá je hlavným prvkom diaľničnej databázy), ktorá trvala bezmála dva roky. Žiadny z týchto postupov nebol horší než ten druhý a žiadny z týchto tvorcov tímov nemohol z pochopiteľných dôvodov svoju prácu vyhlásiť za ukončenú, lebo žiadnu databázu nie je možné z hľadiska počtu prvkov uzavrieť a každá musí ostať otvorená, aby sme do nej postupne mohli vkladať ďalšie a ďalšie prvky a k týmto prvkom priradovať ďalšie a ďalšie atribúty, lebo kedykoľvek môže prísť mecenáš, ktorý nám ponúkne zadarmo kvalitné informácie do našej databázy. *Sen? Prečo nie!*

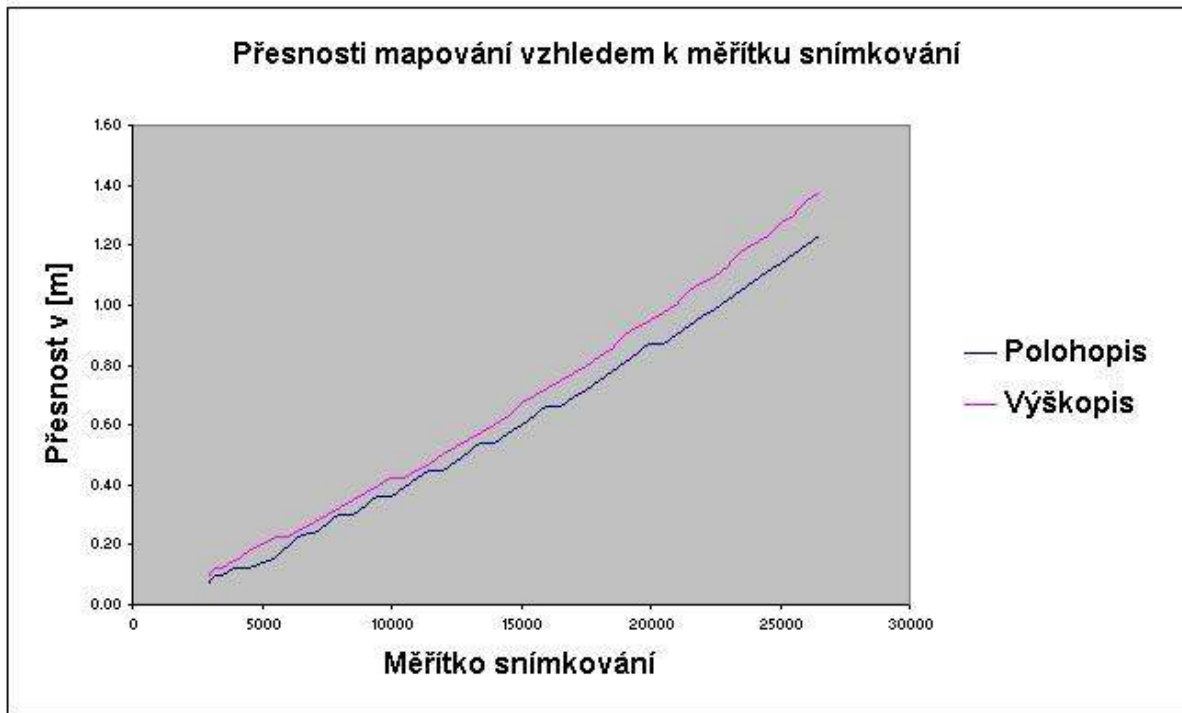
Bezprostredne ďalším krokom v designovaní databázy je upresnenie hlavnej metódy zberu dát a tým aj ďalších nadväzných technických, technologických, organizačných a metodických opatrení k nej, obvykle postupnému, naplňovaniu reálnymi dátami. Upresnenie preto, že obvykle už v predchádzajúcich vyššie popísaných fázach tvorby návrhu databázy máme hlavnú metódu zberu buď už ujasnenú alebo sa nám v priebehu riešenia použitia vhodnej hlavnej metódy alebo kombinácie metód kryštalizuje. V posledných desiatich rokoch boli ako hlavné metódy zberu dát do databáz obvykle vyberané buď metódy vektorizácie existujúcich mapových diel alebo fotogrametrické metódy prvotného zberu dát do „prázdnej“ databázy. Oba prístupy sú možné a oba na svojej strane majú tak radu výhod ako aj rad nevýhod. Obecne je možné povedať, že hlavnou výhodou prvej z nich je, že umožňuje pomerne rýchlo naplniť základnú databázu, povedzme s istou dávkou nepresnosti v

terminológii „kartografickými“ dátami, ale nevýhodou je jej aktuálna neaktuálnosť, prekonaná až vo fáze jej spresňovania priebežnými obnovami geometrie jej prvkov a prípadným doplnením atribútov prvkov databázy. Výhodou druhého postupu, keď je hlavnou metódou zberu dát fotogrametrická metóda spojená s miestnym došetrovaním je predovšetkým kvalitná geometria každého vstupujúceho prvku a aktuálny stav, samozrejme s ohľadom na dátum snímkovania a dátum ukončenia miestneho šetrenia.

3 Fotogrametrické metódy zberu dát do priestorových databáz

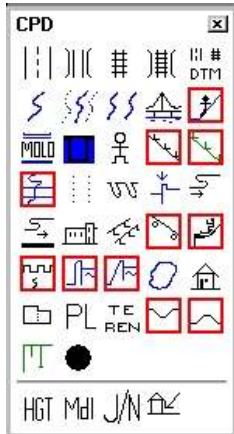
Pokiaľ bolo v priebehu tvorby návrhu databázy stanovené, že hlavnou metódou zberu dát do databázy bude fotogrametrická metóda a sú stanovené charakteristiky presnosti jednotlivých prvkov databázy a sú správne a vhodne stanovené dimenzie jednotlivých prvkov a cenálne zásady pre zber týchto prvkov, ostáva po zostavení tabuľky reálneho kríženia a prekrytia prvkov databázy a stanovení systému postupných, medzioperačných a záverečných kontrol dávkového vstupu dát do ostrej databázy už iba definovať parametre snímkovania, skenovania, výpočtu analytickej aerotriangulácie, vyhodnotenia leteckých meračských snímok pre tú ktorú konkrétnu databázu a pripraviť tiež návody a postupy práce pre leaderov tímov vyhodnocovateľov, kontrolórov, fotogrametrov, pracovníkov CAD, spracovateľov a kontrolórov databáz, vyjednávačov so zadávateľom, zadávateľom povereným vyjednávačom a určite isto i pre vyjednávanie s policajným psychológom-vyjednávačom so špecializáciou na samovrahov, pretože: *... niekto sa z toho zákonite zblázniť musí, inak by to nebolo normálne, pretože predsa nie je možné, že aj keď dokonale využívame matematické parametrické programovanie, sieťovú analýzu, stochastické modely teórie front, teórie modelov a zásob a plne sa riadime princípmi heuristického rozhodovania vykonávaného expertne-kolektívnym spôsobom, že sme stále 14 dní za priebežnými termínmi...!*

Pre stanovenie možnej presnosti vyhodnotenia polohopisných a výškopisných prvkov z leteckých meračských snímok je možné pristúpiť aj exaktne a aj veliteľsky. Veliteľský prístup je veľmi rýchly, elegantný, ale nie je úplne isté, či bude daná presnosť dosiahnutá. „Z tých osemtisícoviek vyrobíte na analógových vyhodnocovacích strojoch jednoducho a dobre katastrálnu mapu v 4 triede presnosti... no bez triangulácie... na priradené modely pochopiteľne!“, a už sa ide a mapuje len to frčí, že by som toto už niekde počul, áno počul, a zimomriavky mi chodia po chrbte ešte teraz. Druhý prístup očakávaný výsledok obvykle prinesie. Pre stanovenie hodnoty presnosti mapovania je možné použiť napríklad grafické vyjadrenie francúzskeho národného štandardu alebo záväznou štátnou normou. Výsledná presnosť mapovania, respektíve stredná kvadratická chyba podrobných bodov mapovej kresby je závislá predovšetkým od mierky snímkovania, hodnoty hustoty skenovania originálnych snímok (obvykle v rozsahu od 12,5 do 16,0 mikrometrov), ďalej od skúsenosti vyhodnocovateľa, použitej fotogrametrickej techniky a systému subpixlového zobrazovania snímok v prípade použitia digitálnych fotogrametrických staníc. Previerku kvality geometrickej presnosti fotogrametricky vyhodnotených prvkov vstupujúcich do databázy, prinesie však iba priame nezávislé geodetické meranie identických objektov databázy.



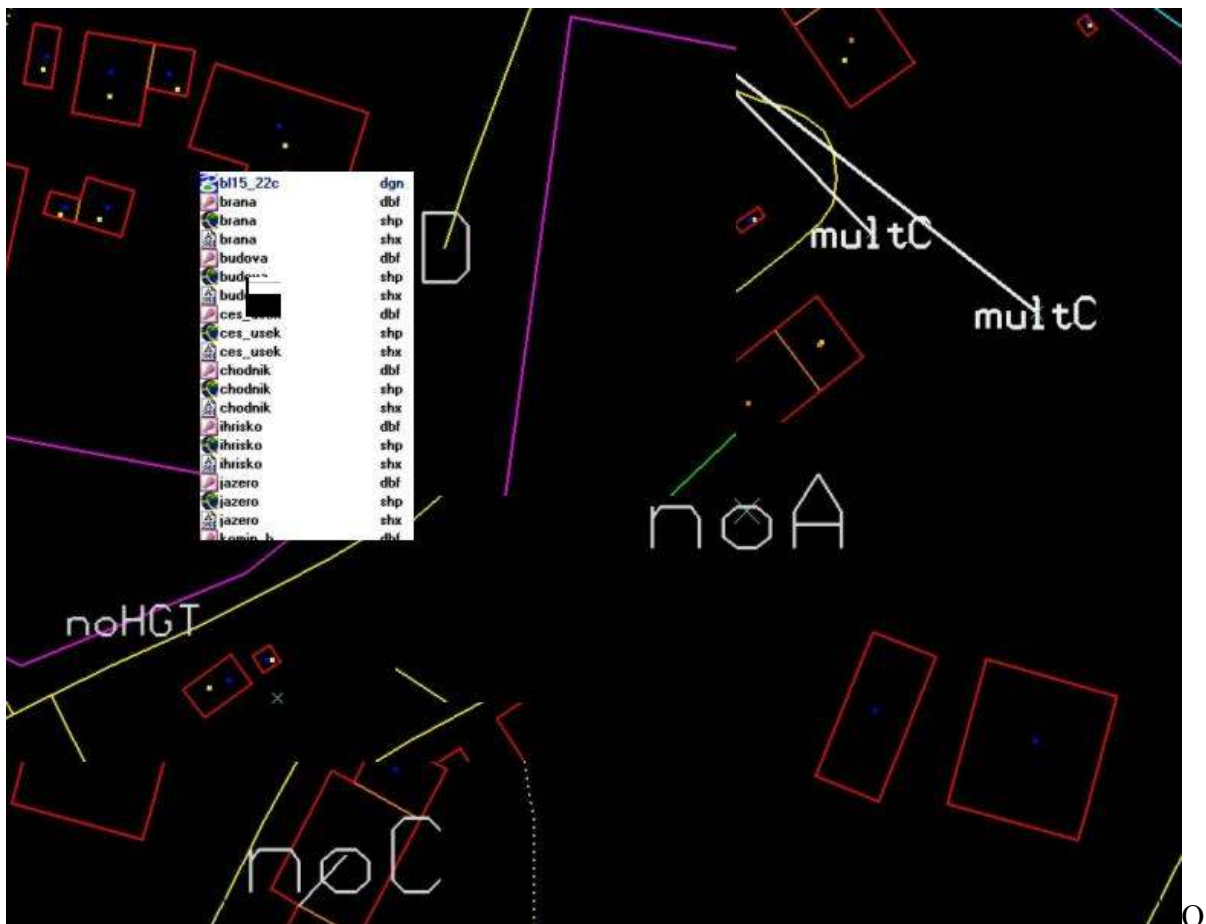
Obr. 1 Graf aplikovaného francúzskeho štandardu (platí pre analógové snímky štandardných kamier s $f=153\text{mm}$, skenované na 14 mikrometrov, pri priemernej kvalite operátora digitálnej fotogrametrickej stanice)

Letecké meračské snímkovanie ktoré sa bude následne využívať pre zber dát do databáz, sa obvykle vykoná vzhľadom na lepšie interpretačné schopnosti na farebný materiál obvykle s pomocou D-GPS na základe vopred vypracovaného leteckého plánu modernou radovou analógovou, alebo digitálnou kamerou s objektívom s hodnotou FOV okolo 70 stupňov s kompletným systémom pre vylúčenie zmazu a gyrostabilizáciou celej kamery a so štandardným pozdĺžnym prekrytom 60% a priečnym prekrytom 30% pri vhodných meteorologických podmienkach, predovšetkým dohľadnosti minimálne 16 km. Raz za dva roky je vyžadovaná kalibrácia kamier a musí byť vykonaná výrobným závodom kamery. Pri skenovaní sa nastavujú skenovacie parametre podľa charakteristík farebného spektra snímky a počas procesu skenovania je priebežne kontrolovaná kvalita výsledných digitálnych snímok. Z geodeticky určených súradníc východiskových bodov (vlícovacích bodov na teréne a súradníc stredov snímok určených metódou D-GPS - meranie priestorových súradníc projekčných stredov kamery v okamihu expozície) a na základe merania vnútornej orientácie všetkých snímok v lokalite bol vykonaný výpočet vonkajších prvkov orientácie - analytickej aerotriangulácie (AAT). Prvky vnútornej orientácie sa vypočítavajú po zameraní prvej snímky obvykle automaticky. Všetky východiskové geodeticky zamerané vlícovacie body interpretované a zamerané na snímkových dvojiciach sa v problematických oblastiach v potrebnej miere doplnili ručne spojovacími bodmi medzi jednotlivými modelmi a radmi. Na základe takto predpripravenej lokality býva vykonané automatickou koreláciou určenie snímkových súradníc spojovacích bodov a fotogrametrického vyrovnania a tým určenie prvkov vnútornej orientácie snímok. Vypočítané hodnoty prvkov vonkajšej orientácie snímok sú základnými údajmi pre ďalšie mapovacie práce v stereofotogrametrickom vyhodnotení. Stereofotogrametrický zber dát pre tvorbu priestorovej databázy sa vykonáva podľa zvláštneho predpisu.



Obr. 2 Časť kontrolnej tabuľky grafickej časti databázy

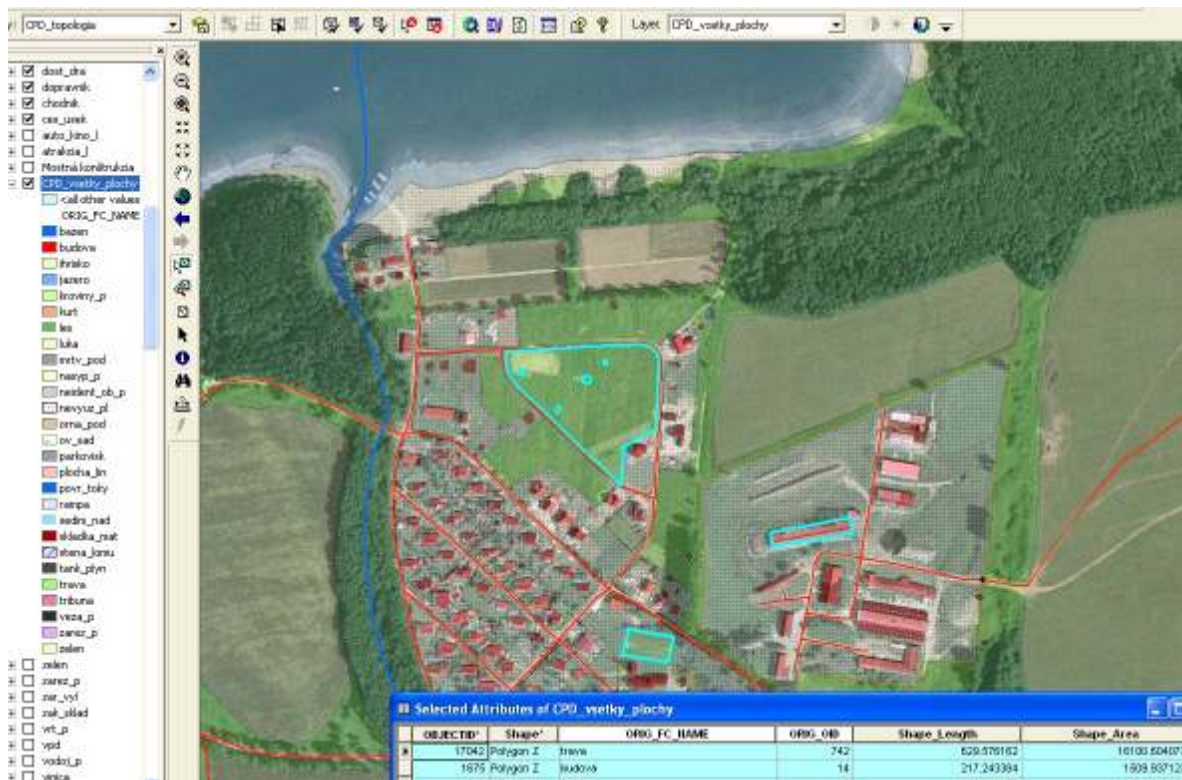
Postup vyhodnotenia pre priestorové databázy je obvykle pomerne komplikovaný a nie je možné sa pri tomto type vyhodnotenia spoliehať na autokontrolu, ale musí prebehnúť dôsledná kontrola obsahu vyhodnotenia nezávislou osobou. Primárny fotogrametrický súbor s atribútmi, ktoré sú predpísané vyhodnotiť je testovaný sériou kontrol a to identifikačných, geometrických, atribučných, topologických (tak na nadväznosť, správneho a reálneho prekrytia prvkov tak na nadväznosť prvkov v ploche a priestoru a to tak prvkov bodových, líniových i plošných). Na obr. č. 3 je ukážka výsledkov časti grafických kontrol.



Obr. 3 Časť grafických kontrol (bez geometrie vlastnej výšky, bez bunky, bez apexu, bez logického násobného kódovania)

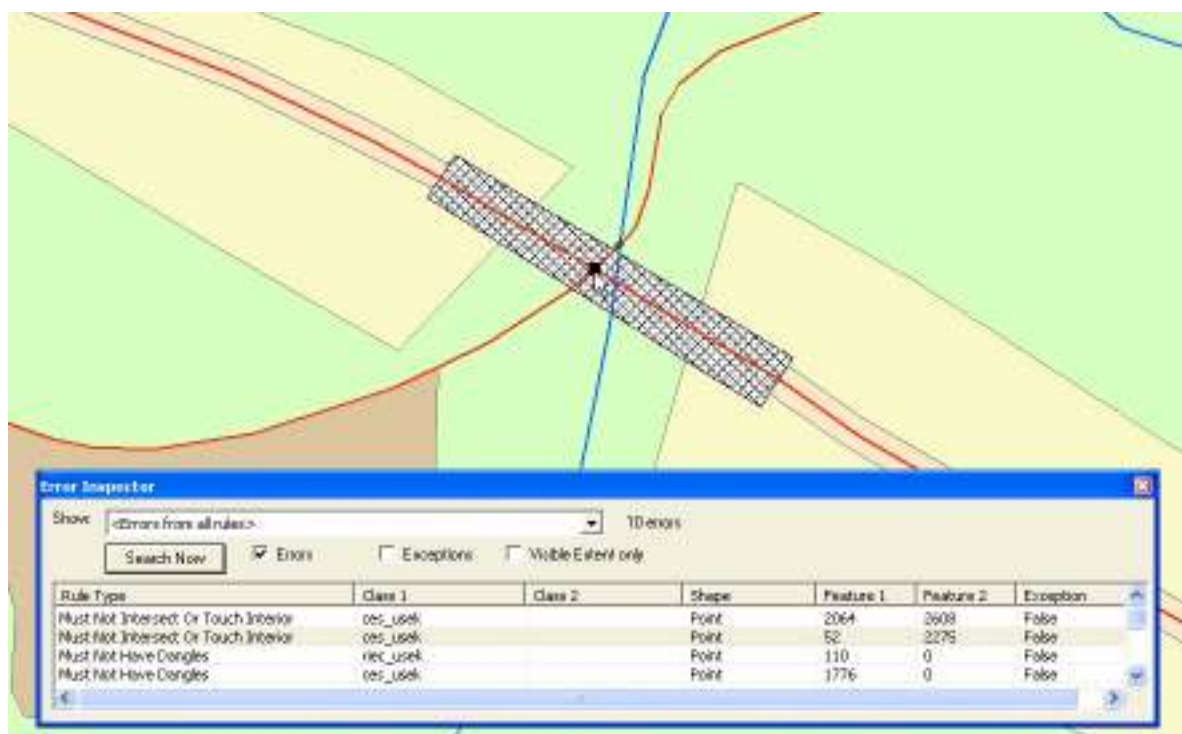
Ďalšími nástrojmi pred prvotnou implementáciou prvotných dát do databázy, ktoré bývajú identické s nástrojmi pre definovanie prvej verzie, po miestnom šetrení, sú nástroje pre vyhľadávanie topologických chýb. Na obr. č. 4 je chybou kríženie línií bez priesečníkov v uzlovom bode, ale vzhľadom na to, že jedna línia vedie na moste a druhá pod mostom je možné udeliť výnimku zo štandardných topologických pravidiel. Úplnosť prvkov výslednej

grafickej časti sa kontroluje nad ortofotomapou vrátane kontroly atribútov prvkov vid' obr. č. 5 a č.6.



Obr. 4 Kontrola prienikov línií bez uzlového bodu

Obr. 5 Kontrola obsahu a atribútu nad ortofotomapami





Obr. 6 Bodový kontrolný súbor, modrý bod ukazuje problémový plot, ktorý nedosahuje správnu výšku zo stanoveného intervalu výškového rozmedzia

Záver

Na základe našich skúseností je možné povedať, že z metodického pohľadu tvorby priestorových geodatabáz pomocou fotogrametrických, respektíve kombinovaných metód zberu informácií do týchto databáz, sa tieto postupy v porovnaní rôznych geopriestorových databáz významne neodlišujú. Požiadavky na geometrickú presnosť prvkov databázy sú podstatné, odlišujúce a vzťahujúce sa k tej ktorej konkrétnej databázy, počet prvkov databázy, počet a systém zberu negeometrických atribútov týchto prvkov, sú požiadavky ktoré významne ovplyvňujú cenu výslednej databázy, čas za ktorý má byť nad daným územím vybudovaná, ľudská a technická kapacita ktorú je treba na túto tvorbu použiť a zároveň je nutné započítať všetky tieto faktory pri údržbe týchto databáz.

Literatúra

- [1] ZHILIN Li, JUN Chen, BALTSAVIAS Emmanuel (eds) Advances in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science: 2008 ISPRS Congress Book, Taylor & Francis Group, London 2008, UK.