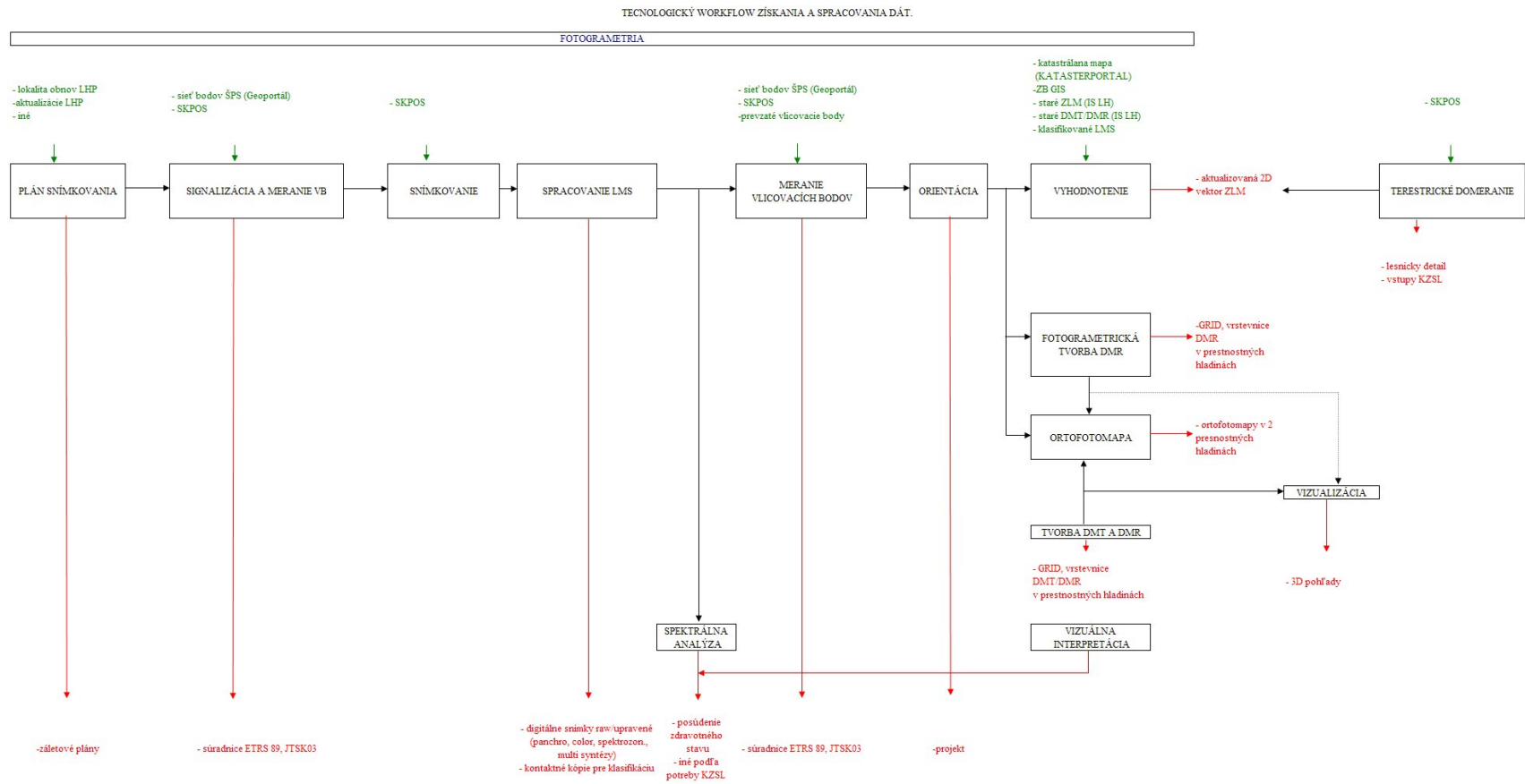


METÓDY MERANIA PRI VYHOTOVENÍ LESNÍCKEJ DIGITÁLNEJ MAPY.

1. Úvod

Pri tvorbe lesníckych máp sa vždy používali dobe zodpovedajúce meračské metódy, postupy a prístroje. Vzhľadom na charakter a náročnosť prostredia, v ktorom sa lesnícke mapovanie vykonáva najviac bola a je využívaná letecká stereofotogrametria doplnená terestricky zameraným, na leteckých meračských snímkach (ďalej LMS), neviditeľným detailom. Od roku 2004 sa pri tvorbe TŠMD používa digitálna stereofotogrametria a klasické terestrické meranie nahrádzajú metódy založené na globálnych navigačných satelitných systémoch (ďalej GNSS) predovšetkým GPS a v poslednej dobe aj GLONASS. Schematicky proces tvorby základnej lesníckej mapy a ďalších produktov, ktoré prechod na spracovanie digitálnou technológiou umožnil znázorňuje obr.1.



Obr. 1: Schéma procesov pri vyhotovení základnej lesníckej mapy s vyznačenými vstupnými a výstupnými údajmi

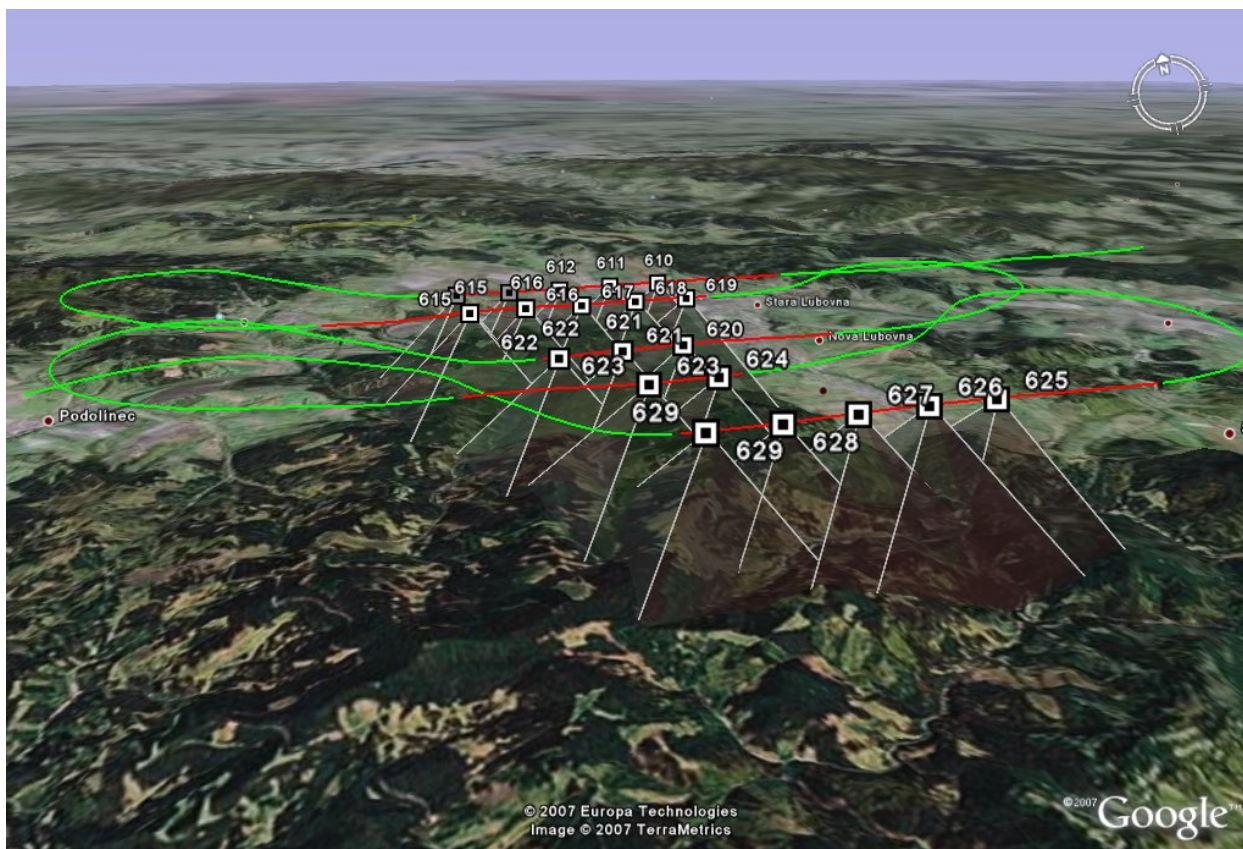
2. Digitálna fotogrametria

Podľa Terminologického slovníka geodézie, kartografie a katastra (1998) „digitálna fotogrametria je proces vyhodnotenia digitálneho obrazu v počítači bez ľudskej asistencie; digitálny obraz sa získava buď priamo digitálnou kamerou prípadne iným snímačom (primárna digitalizácia), alebo digitalizáciou snímky (sekundárna digitalizácia)“. Digitálna fotogrametria nepoužíva špeciálne fotogrametrické prístroje, ale spracovanie prebieha na počítačoch – pracovných staniciach. Sú tu implementované známe algoritmy z klasickej fotogrametrie ako je triangulácia, snímková orientácia, ortoprojekcia a stereoskopické videnie, prináša však ďalšie možnosti ako napr. spracovanie obrazu. Veľkým prínosom je hlavne, že dáta spracované digitálnou fotogrametriou sa priamo môžu kombinovať s mapami vo vektorovej alebo rastrovej podobe.

Ďalší trend vývoja je zameraný na zlepšenie výsledkov automatizovaných pracovných úkonov – aerotriangulácia, automatická tvorba DMR, tvorba ortofotoproduktov a na vyriešenie automatickej vektorizácie jednotlivých mapovaných prvkov. Postupne môžeme konštatovať aj nástup priameho zabezpečenia digitálnych LMS prostredníctvom digitálnych leteckých kamier do praxe, ktoré postupne nahradia klasické analógové kamery. Prínosy ako sú lepšia interpretabilita snímok, vyššia kvalita automatického vyhľadávania spojovacích bodov pri automatickej aerotriangulácii, možnosť snímkovania vo veľkých mierkach i za zhoršených atmosferických podmienkach (pod oblačnosťou, v ranných alebo podvečerných hodinách), lepšia čitateľnosť snímok v tieňoch a možnosť súčasného vyhotovenia snímok čiernobielych, v prirodzených alebo farebne – infračervených farbách pri jednom lete (ŠÍMA 2007) eliminujú súčasné vyššie náklady oproti analógovým kamerám. Keďže v digitálnej fotogrametrii nie je hlavným faktorom pre presnosť mierka snímky, ale veľkosť obrazového prvku a základnicový pomer $b:h$ môžeme predpokladať pri použití súčasných LMS stredných mierok dosiahnutie štvrtej triedy presnosti, ktorá je stanovená pre katastrálne mapovanie v extraviláne.

Digitálna technológia sa do praxe lesníckeho mapovania začala zavádzať v roku 2001 ako náhrada morálne zastaralej analógovej fotogrametrie. Postupne sa dobudovala celá technologická linka a dnes sa celé lesnícke mapovanie výlučne vyhotovuje touto metódou.

Lesnícke mapy sú súčasťou lesných hospodárskych plánov, teda plán snímkovania určujú lokality ich obnov, resp. lokality kde dochádza k predčasným obnovám alebo aktualizácii LHP z dôvodu mimoriadnych udalostí ako sú napr. kalamity väčšieho rozsahu. Samotné snímkovanie sa uskutočňuje v ročnom predstihu a výsledkom sú LMS, ktoré sa ďalej spracovávajú do digitálnej podoby skenovaním na fotogrametrickom skeneri. Pri použití digitálnej kamery táto časť procesu nie je potrebná, vyhotovujú sa len podobne ako u analógových kamier kontaktné kópie pre klasifikáciu v teréne. Pri georeferencovaní LMS je potrebné zamerať určitý počet vličovacích bodov aj napriek tomu, že už je dnes štandardom známa poloha a orientačné parametre snímok z GPS prijímača a inerciálnej jednotky IMU nachádzajúcich sa na palube lietadla. Rekonštrukcia snímkového letu na základe GPS/IMU údajov je na obr. 2.



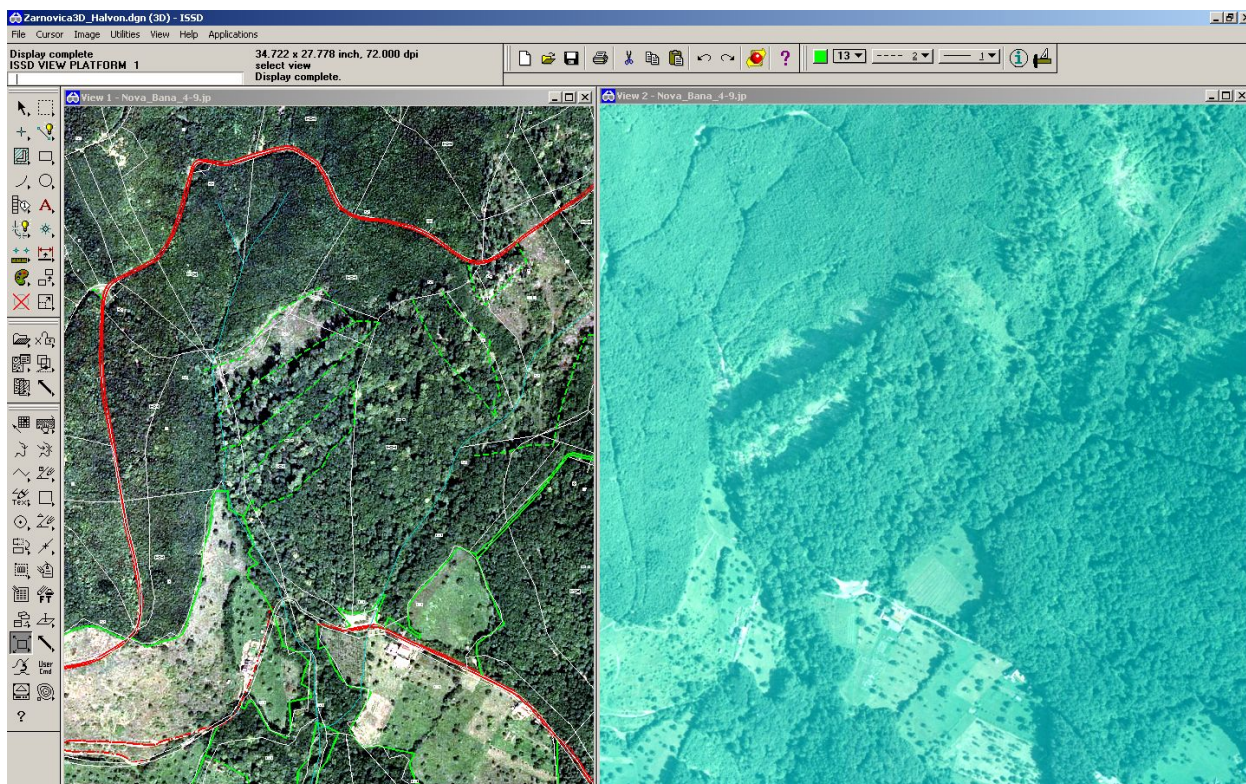
Obr. 2. Rekonštrukcia snímkového letu na základe GPS/IMU údajov v Google Earth

Pre spracovanie automatickou aerotrianguláciou (ďalej AAT) je najvhodnejším riešením vysignalizovanie vlicovacích bodov krátko pred snímkaním. Výhodné je využiť existujúcu sieť bodov štátnej priestorovej siete (ďalej ŠPS), pri budovaní ktorej sa počítalo aj s využitím pre tieto účely – stabilizácia skružou a použitie signalizačnej fólie. V prípade dodatočnej potreby vlicovacích bodov sa zameriavajú objekty s prirodzenou signalizáciou ako napr. vodorovné dopravné značenie, ktoré sú však dopredu vybrané v kancelárii po prezretí snímok. Vlicovacie body je takisto možné preberať z predchádzajúcich spracovaní.

Súradnice vlicovacích bodov, GPS/IMU údaje a blok LMS vstupujú do procesu spracovania AAT, ktorej výsledkom je fotogrametrický projekt. Tento je využitý následne na samotnú vektorizáciu v 3D prostredí, tvorbu ortofotomáp popri prípade na automatickú alebo manuálnu tvorbu digitálneho modelu terénu (ďalej DMT) resp.

digitálneho modelu reliéfu (ďalej DMR). Treba však povedať, že fotogrametrická tvorba DMT pod lesným porastom je veľmi náročná ak nie nemožná, pretože snímkovanie vzhľadom pre využitie snímok na interpretačné účely sa uskutočňuje v plnom vegetačnom období. Vlastný DMR sa vyhotovuje len pri požiadavkách na vyššiu presnosť ortofotomáp, štandardne sa používa DMR 3 10 m x 10 m. Výrazný pokrok do tvorby georeliéfu prináša letecké skenovanie povrchu technológiou leteckého laserového skenovania (LIDAR), ktoré dovoľuje registrovať niekoľko odrazov laserového lúča (prvý sa týka povrchu vegetácie a stavieb, posledný georeliéfu). To umožňuje konštruovať automaticky digitálny model povrchu a s použitím špeciálnych filtrov a s dopĺňujúcimi manuálnymi zásahmi operátora poloautomaticky i digitálny model reliéfu. Tvorba georeliéfu však prekračuje náplň lesníckeho mapovania, kde sa výškopis preberá zo základného mapového diela a využíva ho hlavne k tvorbe ortofotomáp.

Výsledné ortofotomapy majú štandardné rozlíšenie 0.5 m a sú poskytované taxátorom na orientáciu v teréne a hlavne slúžia ako prehľadná pomôcka pri predbežnej kontrole a konfrontácii s terénnym šetrením v kancelárii fotogrametricky predvyhodnotených zmien a situácie. Taxátor tak do LMS klasifikuje len situáciu, chybne vyhodnotenú a takú, ktorú nebolo v kancelárii možno posúdiť. Kombinácia vektorových a rastrových dát umožňuje súčasné zobrazenie starej ZLM, katastrálnej mapy, ortofotomáp a klasifikovanej LMS pri vyhodnotení v stereoskopickom zobrazení, ako to ukazuje obr. 3 a značne to uľahčuje prácu operátora. Fotogrametricky vyhotovená ZLM sa nakoniec dopĺňa terestrickými meraniami na LMS neviditeľným detailom.

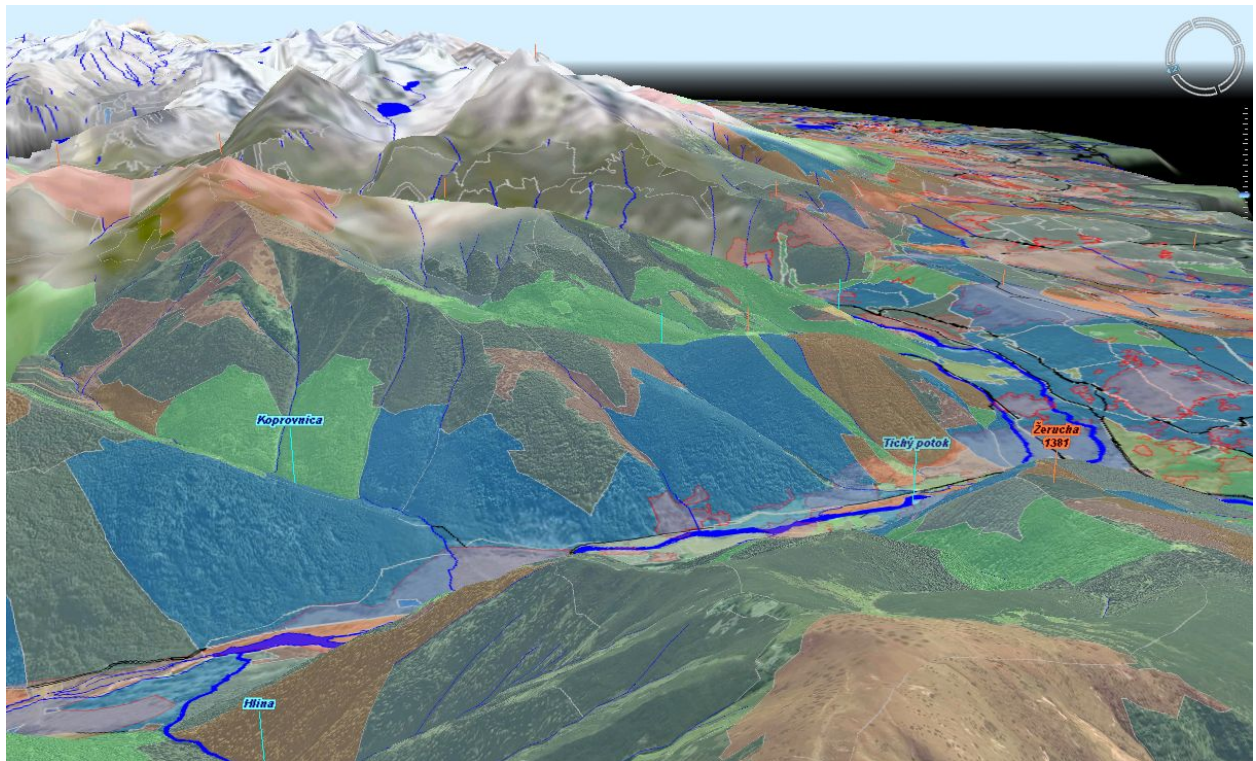


Obr. 3. Zobrazenie starej ZLM, katastrálnej mapy, ortofotomáp a klasifikovanej LMS pri vyhodnotení v stereoskopickom zobrazení v prostredí MicroStation a ImageStation Stereo Display

Súčasná výpočtová technika umožňuje aj vytváranie priestorového zobrazenia - 3D pohľadov a 3D vizualizácií, ktoré sú kombináciou DMR, ortofotomáp a môžu byť doplnené vektorovými dátami. Vzniká tak pre užívateľa možnosť virtuálneho pohybu v reálnej krajine s priestorovým zobrazením požadovaných informácií (hypsometria, polohopis, tematické mapy atď.). Ukážka priestorového zobrazenia je na obr. 4.

Na záver treba ešte pripomenúť nezastupiteľnú úlohu LMS pri interpretácii. Ide o určenie špeciálnych tematických informácií (zdravotný stav porastov, niektoré dendrometrické veličiny a. i.) pre jednotlivé lesnícke disciplíny. Digitálna forma snímok umožňuje okrem vizuálnej metódy použitie aj automatických metód vyhodnotenia ako je napr. spektrálna analýza.

Jednoznačne môžeme konštatovať a lesnícka prax to potvrdzuje, že využívanie metód fotogrametrie je pri lesníckom mapovaní najhospodárnejšou meračskou metódou a uľahčuje náročné geodetické práce najmä v horských oblastiach, neprístupných terénoch, miestach krátko po kalamitách a umožňuje získavanie väčšieho množstva informácií, ktoré terénnym meraním a prešetrovaním len ťažko alebo vôbec nemožno získať.



Obr. 4. Ukážka priestorového zobrazenia – 3D vizualizácia

3. GLOBÁLNE NAVIGAČNÉ SATELITNÉ SYSTÉMY (GNSS)

Aplikácia metód GNSS priniesla do geodetického určovania polohy vo všetkých oblastiach geodézie úplne nové prístupy, ktoré predstavujú zmeny v doterajšom ponímaní práce geodeta z hľadiska koncepcie, metodiky a technológie.

Hoci je to paradoxné z hľadiska potreby zabezpečenia voľného priestranstva nad anténou prijímača využitie týchto metód v lesníckom mapovaní, ktorého predmetom je

hlavne mapovanie polohopisu a výškopisu prvkov nachádzajúcich sa na lesnom pôdnom fonde, si našlo okamžité uplatnenie, nielen pre nesporné výhody a efektivitu pre meranie v náročnom lesnom prostredí Slovenska, ale aj pre stále sa zhoršujúci stav základného a podrobného polohového bodového poľa. Rozvoj priamo v oblasti GNSS v časti užívateľského a vesmírneho segmentu, americkou vládou zrušenie zhoršovania presnosti cez selective availability – S/A a s tým súvisiaci ďalší rozvoj v oblasti budovania nových geodetických základov a permanentných služieb prakticky umožnil nasadenie aj v iných predtým len predpokladaných aplikáciách v lesníckom mapovaní.

Nepriamo sa GNSS využíva v leteckom meračskom snímkaní, ktorého výsledok – LMS sú však v ďalšom spracovaní základom pre tvorbu základnej lesníckej mapy. Dnes je už štandardom v leteckej fotogrametrii určovanie okamžitej polohy fotokomory diferenciálnymi meraniami DGPS v spojení s určením prvkov vonkajšej a vnútornej orientácie LMS – IMU data. Využitie DGPS a IMU jednoznačne prinášajú do procesu spracovania AAT presnejšie súradnice projekčných centier LMS, eliminujú systematické chyby prístrojov, chyby zo zakrivenia Zeme a refrakcie, znižujú počet vlicovacích bodov čím skracujú technologický proces fotogrametrického spracovania spolu so zvýšením presnosti (KLUSON, JANOŠ, ĎURICA, 2004).

Pri lesníckom mapovaní bolo prvotné nasadenie prijímačov GPS v oblasti merania vlicovacích bodov pre potreby georeferencovania LMS, vzhľadom na možnosť výberu miesta merania a tým zabezpečenie potrebného voľného priestranstva nad anténou prijímača. Prax potvrdila efektivitu meraní aj na miestach s horšími geomorfologickými podmienkami – hlboké doliny v horských oblastiach a na zalesnených plochách.

Zvýšenie efektivity merania pomocou GPS prinieslo dokončenie realizácie nových geodetických základov prostredníctvom bodov štátnej priestorovej siete (ŠPS). Spôsob vybudovania tejto siete predurčuje tieto body jednak k priamemu využitiu pri AAT – stabilizácia a signalizácia bez potreby merania, ako aj na pripojenie ďalších meraní pri zachovaní celkovej homogenity – známe sú súradnice ETRS89, JTSK03. Pripojením meraní na tieto body môžeme realizovať spracovanie celých projektov v európskom súradnicovom systéme ETRS89, pričom je zachovaná možnosť vstupu zameraných hraníc lesných pozemkov do existujúceho katastrálneho operátu, pri zachovaní požadovanej presnosti pre katastrálne mapovanie. Kvalita ŠPS umožňuje pripojenie sa

v ktoromkoľvek jej bode bez potreby viacerých kontrolných meraní, čím sa zvyšuje možnosť použitia jednofrekvenčných prijímačov zabezpečením prijateľnej vzdialenosti k meranému bodu ako aj využitie meraní RTK.

Ďalším prínosom pre výrazné zefektívnenie meraní GNSS je vybudovanie infraštruktúry permanentnej služby na šírenie korekčných členov potrebných na presné určovanie priestorovej polohy v záväzných súradnicových systémoch využívajúcich signály GNSS pod označením Slovenský priestorový observačný systém (ďalej SKPOS).

K dispozícii tak môžeme mať dva druhy korekcií signálov – z vlastnej referenčnej stanice a z SKPOS. Keďže SKPOS poskytuje korekcie ako GPS, tak aj GLONASS, pre vlastníkov duálnych prijímačov takéto zvýšenie počtu družíc, môže dosť uľahčiť prácu s RTK prístrojmi práve v podmienkach so zhoršeným príjmom signálu. Existencia SKPOS ešte viac zefektívňuje merania GNSS, keďže aj pre presné geodetické merania v reálnom čase postačuje len jeden GNSS prijímač. Vzhľadom na uvedené sa hlavnou metódou stáva meranie v reálnom čase primárne s príjmom korekcií z vlastnej referenčnej stanice doplnené v prípade potreby korekciami z SKPOS. Pri meraniach z jedným prijímačom sa predpokladá meranie v reálnom čase s korekciami z SKPOS. Na miestach kde nie je v dostatočnej kvalite zabezpečená dostupnosť signálu GPRS sa používa fázové meranie statickou metódou.

Realizácia zhustenia bodového poľa – meranie vlicovacích bodov sa dnes uskutočňuje výhradne metódami GNSS, ktoré úplne vytlačilo klasické meračské metódy.

Meranie GPS v reálnom čase môže zásadne ovplyvniť vyriešenie problému vytyčovania a merania vlastníckych hraníc, ktoré vstupujú do katastra nehnuteľností a vzťahujú sa na ne kritériá presnosti katastrálneho mapovania. V súčasnosti sú už väčšinou lesné pozemky prinavrátené pôvodným vlastníkom, treba však povedať, že hranice lesných pozemkov vo väčšine prípadov, napriek povinnosti určenej zákonom, často neboli presne vytýčené a zamerané, v niektorých prípadoch ani identifikované na pôvodný stav registra E katastra nehnuteľností. Prinavrátenie lesných pozemkov tak bolo síce vyriešené z hľadiska právneho, nie však z hľadiska technického. Problematické je však použitie GPS merania v reálnom čase v starších porastoch,

hlavne pre zamedzenie príjmu signálu z družíc. Pri použití štyroch satelitov nie je možné dosiahnuť presnosť potrebnú pre katastrálne meranie. Jediným riešením tak zostáva vhodná kombinácia s klasickými meračskými metódami ako sú polygónové ťahy a polárna metóda, pričom pomocné podrobné body na pripojenie a orientáciu sú podľa potreby zamerané metódou GPS RTK.

Pre potreby merania lesníckeho detailu s nižšími požiadavkami na presnosť sa využívajú „gisovské“ GPS prijímače zvlášť určené pre prácu v zalesnenom území. Hromadné nasadenie lacnejších navigačných prijímačov je nevhodné, keďže nespĺňajú podmienky dodržania presnosti pre potreby tvorby TŠMD. Výsledky merania majú orientačný charakter jednak zameraním tohto typu GPS prijímačov a realizáciou merania v zalesnenom území.

4. Použitie materiálov DPZ

Hoci v obmedzenej miere v lesníckom mapovaní si v poslednej dobe našlo uplatnenie aj využitie materiálov diaľkového prieskumu Zeme (ďalej DPZ). V súčasnosti v oblasti DPZ sú dostupné už údaje s rozlišovacou schopnosťou menšou ako jeden meter, problémom však zostávajú nepomerne vyššie náklady oproti LMS. Satelitné snímky s menším rozlíšením zase nespĺňajú podmienky dodržania presnosti lesníckeho mapovania.

V lesníckom mapovaní tak hlavný prínos týchto údajov je hlavne pri operatívnom zisťovaní aktuálneho stavu pri mimoriadnych udalostiach ako sú napr. kalamity. Po veľkej vetrovej kalamite v roku 2004 boli na niektorých územiach práve pri mapovaní použité satelitné snímky, keďže sa nepodarilo realizovať letecké meračské snímkovanie v požadovanom rozsahu. Z dôrazom na dosiahnutie čo možno najvyššej presnosti a s dôrazom na kvalitu snímky z hľadiska oblačnosti podkladom pre vyhodnotenie boli satelitné snímky SPOT 5 v panchromatickom móde s rozlíšením 5 m. Tieto boli spracované do podoby ortofotomáp.

Na základe rozlišovacej schopnosti, ktorú poskytuje satelitná snímka predmetom vyhodnotenia však mohla byť len kalamita plošného charakteru. Hranice kalamitných plôch sa vyhodnocovali vizuálnou metódou – interaktívne sa vektorizovali v prostredí

MicroStation a I/RAS C pri súčasnom zapracovaní do aktuálnych porastových máp. Nelesná plocha a porasty vo vekovej triede do dvadsať rokov boli zvlášť zvýraznené, aby nedošlo k chybnej interpretácii situácie, javiacej sa na satelitnej snímke ako kalamita. Na dodatočnú identifikáciu a upresnenie kalamitných plôch sa využívali aj ortofotomapy LPIS-u, na základe ktorých sa porovnávala situácia pred a po kalamite. Na základe tohoto porovnania sa eliminovali prípady do kalamity chybne zaradených plôch. Problematická bola identifikácia kalamitných plôch v zmiešaných porastoch, a tak boli na základe údajov z databanky informačného systému lesného hospodárstva (ďalej IS LH) z kalamity vylúčené porasty so zastúpením listnatých drevín väčším ako 70 %. Jednoznačným prínosom bolo aj terénne šetrenie, kde sa približne zakreslili kalamitné plochy pred vyhodnotením. Tento zákres bol konfrontovaný a následne upresnený na satelitnej snímke. Dodatočne boli tiež dovyhodnotené kalamitné plochy na území, ktoré nebolo možné pri terénnom šetrení, vzhľadom na snehovú pokrývku preveriť. Vyhodnotená situácia bola späťne preverovaná terénnym šetrením.

Výsledkom vyhodnotenia bolo upresnenie lokalizácie kalamitných plôch na podklade porastových máp a kvantifikácia ich rozsahu.

5. Výsledky a diskusia

Zdokonaľovanie prístrojov geodetických a fotogrametrických metód, ich vysoká výkonnosť pri stále nižších obstarávacích cenách, vzájomná kompatibilita prináša zo sebou aj sekundárny rozvoj pri budovaní rôznych systémov, ktoré sú ľahko dostupné a využiteľné širokému spektru užívateľov, čo má za následok ďalšie znižovanie nákladov. Lesnícke mapovanie tak využíva sieť bodov ŠPS, službu SKPOS pri meraniach GNSS, výsledky katastrálneho mapovania ako aj priamo môže preberať výsledky tvorby základnej bázy geografického informačného systému (ďalej ZB GIS). Z lesníckeho mapovania sa zase pre potreby ZB GIS využívajú spracované fotogrametrické projekty a po určitej štandardizácii lesníckeho mapovania zo ZB GIS bude možné preberať aj jeho výsledky v oblasti lesných pozemkov. Keďže sa pritom jedná o plochu viac ako 40% územia štátu bol by tento prínos nezanedbateľný aj po zohľadnení skutočnosti, že pre potreby lesníckeho mapovania sa systematicky každoročne snímkuje desatina

územia. Vstupné a výstupné údaje v procese tvorby základnej lesníckej mapy sú znázornené na obr. 1..

Na základe praktických meraní v lesníckom mapovaní môžeme konštatovať nasledujúci prínos, ktorý sa objavil v súvislosti s využitím digitálnej fotogrametrie a GNSS. Je to:

- spojenie problematiky určovania polohy a výšky, využitie metód trojrozmernej geodézie

Ďalej pri digitálnej fotogrametrii:

- kombinácia rôznych rastrových a vektorových údajov
- lepšie možnosti topografickej a tematickej interpretácie
- automatizácia procesov

Pri GNSS:

- jednotná mierka pre geodetické diela v rozličných lokalitách,
- vysoká presnosť, pričom znižovanie presnosti so vzrastajúcou vzdialenosťou je podstatne menšia ako pri terestrických metódach,

- možnosť prepojenia bodov bez vzájomnej viditeľnosti, výber bodov nie je závislý od terénu, jedinou požiadavkou je možnosť prijímať signály z družíc poprípade diferenciálnych korekcií cez rádiomodem alebo GPRS/GSM službu,

- nezávislosť meraní od počasia, pozorovania môžu byť v akejkol'vek časti dňa alebo noci,

- významná časová úspora, najmä pri rozsiahlych projektoch, minimálny počet meračského personálu – prístroje sú ergonomicky riešené konštruované tak aby meranie zvládol jeden človek,

- zvýšenie počtu dostupných satelitov pri duálnych prijímačoch

- vybudovaním SKPOS postačuje pre meranie jeden prijímač a meranie v reálnom čase je v intervale niekoľko sekúnd

Skutočnosť, že meranie pomocou GNSS vyžaduje príjem signálu z družíc, znamená menšiu závislosť od existujúcej topografie okolia bodu. Tým sa podstatne zjednodušuje rekognoskácia

a vyžaduje si len zlomok času oproti tradičnej rekognoskácii. Klasické metódy sú veľmi závislé na počasi. V hmle, daždi, mraze a silnom slnečnom žiarení nemožno vykonávať

veľmi presné merania najmä uhlové. Tieto faktory takmer vôbec nevlývajú na presnosť meraní GNSS. Meranie v reálnom čase výrazne skracuje dobu merania a úspora času je tak oproti klasickým terestrickým metódam značná, čo spolu s minimálnym počtom meračského personálu prináša značný ekonomický prínos.

Metódy GNSS však pri lesníckom mapovaní, vzhľadom na prostredie napriek svojim výhodám majú aj určité nevýhody najmä ide o:

- voľnosť pri rekognoskácii je často neplatná kvôli nedostatočnej viditeľnosti družíc vplyvom zatienenia (stromy, domy a pod.) a je potrebné voliť excentrické stanoviská,
- následkom reflexie signálov na zemi alebo na iných plochách (listy stromov, múry domov, dopravné prostriedky a pod.) vzniká tzv. multipath efekt (viacdráhový príjem), ktorý je jedným zo zdrojov chýb, ale možno sa mu vyhnúť vhodným výberom stanoviska, prípadne použitím vyšších výtyčiek,
- pri meraniach priamo v hustých porastoch, mladinách a žrdovinách je pohyb s anténou sťažený.

Vplyv lesného porastu na kvalitu výsledkov merania GNSS je značný. Lesný porast spôsobuje zoslabenie až kompletne zablokovanie signálu. V niektorých prípadoch je signál odrazený od blízkych objektov a potom zaznamenaný prijímačom (tzv. multipath efekt). Kvalita prijímaného signálu sa rýchlo mení pri prechode satelitu za prekážky ako sú koruny stromov. Signál sa tak zoslabuje a prijímač nemôže vypočítať dostatočne presnú polohu. Rovnakou prekážkou ovplyvňujúcu meranie GPS sú aj geomorfologické pomery stanovišťa meraného bodu (HRICKO, TUNÁK, ŽÍHLAVNÍK, 2004).

Určitým zlepšením je využitie nových technológií ako je napr. SmartTrack, SmartCheck, ktoré dokážu prijímať signály z družíc s nízkou výškou a zlepšia observácie aj pod korunami stromov a v oblastiach so silnou interferenciou, ako aj technológia, ktorá umožňuje pri dočasnej strate signálu z niektorého satelitu dodatočne na základe údajov almachu o jeho presnej dráhe dopočítať polohu.

Ako stanoviská pre meranie v lesných porastoch teda musíme voliť miesta (napr. kotlíky, rúbaniská, existujúce priesečky), kde je zaručená aspoň minimálna priama viditeľnosť na oblohu a spolu s plánovacím softwarom tak nájsť vhodné doby pozorovania. S určitosťou môžeme povedať, že pre meranie GNSS postačuje mať voľnú južnú časť, keďže satelity vychádzajú práve z juhu.

4. Záver

Rýchly technologický a technický rozvoj v súčasnosti prináša pokrok aj do oblasti lesníckeho mapovania. Je dobré, že lesnícke mapovanie nezaostáva a využíva v praxi najnovšie technológie zo zodpovedajúcou technikou.

Z hľadiska tvorby a obnovy TŠMD je dodržaná presnosť len pri vyhodnotení LMS digitálnou fotogrametriou. Rozlišovacia schopnosť s LMS cenovo porovnateľnými satelitnými snímkami neumožňuje dostatočne presnú identifikáciu všetkých objektov, ktoré sú predmetom lesníckeho mapovania a tým dosiahnuť presnosť stanovenú pre TŠMD. Situáciu vyhodnotenú môžeme považovať z hľadiska mapovania ako presnejšiu skicu. Aj keď sú už dnes k dispozícii materiály DPZ s rozlíšením na úrovni 0.60 m pri posúdení finančného hľadiska, časovej, priestorovej dostupnosti a kvality pri zabezpečení materiálov DPZ a LMS zatiaľ jednoznačne dominujú práve LMS spracovávané digitálnou fotogrametriou. Materiály DPZ sa vhodne dajú využiť najmä v oblasti tematickej interpretácie rozsiahlejšieho územia ako napr. pri projekte sledovania a posúdenia trendu vývoja zdravotného stavu smrekových porastov. Výsledky takejto interpretácie môžu byť podkladom pre presné vyhodnotenie metódou digitálnej fotogrametrie, resp. metódami, ktoré spĺňajú kritériá presnosti TŠMD.

Meranie GNSS svojou presnosťou niekoľkonásobne prevyšuje požiadavky dané pre katastrálne i lesnícke mapovanie. Jednoznačná dominanciu meraní GNSS je pri zhustení bodového poľa pre podrobné merania pričom klasické meračské meranie sa obmedzí len na domeranie detailu. Priamo pri nasadení v lesných porastoch majú merania GNSS pri dodržaní právnymi predpismi stanovenej presnosti stále určité obmedzenia a nezaobídeme sa bez kombinácie s využitím klasických meračských metód. Do úvahy pripadajú predovšetkým polygónové ťahy s krátkymi dĺžkami strán (60 – 400 m), rajóny a polárna metóda. Je výhodou, že vývoj v prístrojovej oblasti registruje túto požiadavku nielen z oblasti lesníckeho mapovania a smeruje k integrácii dnes už štandardne GNSS prijímačov s totálnou stanicou s bezodrazovým diaľkomerom ako je napr. LEICA SmartStation. Táto integrácia a miniaturizácia prináša zo sebou aj

ergonomický aspekt, ktorý v lesníckom mapovaní zohráva nezanedbateľnú úlohu pre často autom ťažko prístupné miesta merania.

Na záver môžeme konštatovať, že pri lesníckom mapovaní v blízkej budúcnosti budú mať hlavné postavenie priamo digitálnou kamerou získané digitálne LMS spracované metódou digitálnej fotogrametrie v kombinácii s meraniami GNSS.

Literatúra

1. FERIANC, D. a kol., 2005: Zhodnotenie „Koncepcie rozvoja geodetických základov Slovenska na roky 2001-2005“ In. Zborník referátov z konferencie geodetické siete a priestorové informácie, SSGK, GKÚ, TOPU, s. 37
2. HRICKO, B., TUNÁK, D., ŽÍHLAVNÍK Š., 2004: Globálny polohový systém v lesníckom mapovaní. In. Aktuálne problémy lesníckeho mapovania, TU Zvolen, s. 41-50
3. HRICKO, B., ŽÍHLAVNÍK, Š.,: Príspevok k problematike určovania hraníc lesných pozemkov pomocou technológie GPS. Acta facultatis Forestalis Zvolen, XLV, 2003, s. 323-335
4. KLUSON, Z. – JANOŠ, M. – ĎURICA, M., 2004: Letecké měřičské snímkování s využitím systému aerocontrol. In. Aktuálne problémy lesníckeho mapovania, TU Zvolen, s. 137-141
5. ŠALÁTOVÁ E., FERIANC D., 2005: Aktuálny stav v geodetických základoch SR. In. Zborník referátov z konferencie geodetické siete a priestorové informácie, SSGK, GKÚ, TOPU, s. 73
6. ŠÍMA J.: Perspektivy digitálního leteckého měřičského snímkování území České republiky. In Geodetický a kartografický obzor č. 7-8, 2007
7. Terminologický slovník geodézie, kartografie a katastra (1998): Úrad geodézie, kartografie a katastra SR, Český úřad zeměměřický a katastrální, 1.vydanie, Bratislava, 540 s.