

## TVORBA DIGITÁLNYCH LESNÍCKYCH MÁP NA SLOVENSKU

Prof. Ing. Štefan ŽÍHLAVNÍK, CSc – Doc. Ing. Ivan HERICH, CSc

Lesnícká fakulta TU Zvolen

### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá tvorbou základnej lesníckej mapy digitálnou technológiou. Súvisí to jednak so všestrannejším využitím ako aj s možnosťou prepojenia digitálneho mapového diela nielen v rámci informačného systému lesného hospodárstva, ale aj v jednotlivých rezortoch národného hospodárstva. Zároveň sú poskytnuté možnosti využitia digitálnej mapy pri analýzach v GIS-e.

**Kľúčové slová:** Lesnícke mapy, digitalizácia, informačný systém, GIS.

### 1. Úvod a problematika

Lesnícke mapovanie na Slovensku sa vzťahuje na plochu 1,94 mil.ha, čo predstavuje 40,6 % z rozlohy štátu (Lesy Slovenska, 1994). Toto mapovanie v súčasnosti v plnej miere zabezpečujú pracovníci Odboru lesníckej geodézie a fotogrametrie Lesoprojektu vo Zvolene, ktorí sú podľa zákona č. 61/1977 Zb. o lesoch v znení neskorších predpisov a zákona č. 100/1977 Zb. o hospodárení v lesoch a štátnej správe lesného hospodárstva v znení neskorších predpisov povolaní vyhotovovať mapový fond na tejto ploche formou lesníckych máp.

Lesnícke mapy sú dôležitou súčasťou lesného hospodárskeho plánu (LHP). Slúžia potrebám lesného hospodára a zobrazujú stav všetkých lesov k začiatku platnosti LHP. Lesnícke mapy sa členia na základné a účelové (hospodárska, obrysová, porastová, ťažbová, organizačná a mapy špeciálnych prieskumov, napr. mapa typologická, pôd, ochrany lesa, ekologickej stability lesa, dopravných pomerov, poľovného hospodárenia a p.).

Základná lesnícka mapa sa v zmysle vyhlášky MP SR č. 5/1995 Z.z. o hospodárskej úprave lesov vyhotovuje podľa technickej normy - zákony č. 142/1991 Zb. o československých technických normách v znení zákona č. 632/1992 Zb. v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) z podkladov katastra nehnuteľností alebo iného mapovania s doplnením údajov vlastného účelového lesníckeho mapovania. Pre vyhotovenie

základnej lesnickej mapy platí zároveň Smernica o účelových mapách veľkých mierok (SÚGK 1984). Základná lesnická mapa obsahuje polohopisnú a výškopisnú zložku, vrátane popisu a značiek. Vyhotovuje sa v mierke 1:5 000 a v 5. triede presnosti mapovania. Základné lesnicke mapy do r. 1992 boli tvorené podľa jednotlivých hospodárskych celkov (LHC) a jednu mapu tvorili dva rámce ŠMO-5 (Štátna mapa odvodená) umiestnené nad sebou. Mapy vytvorené po r. 1992 tvoria jeden rámec mapy ŠMO-5. Originál mapy sa zostavuje ako priebežné mapové dielo za územie LHC s vyznačením hraníc častí lesov podľa užívania (tzv. užívateľský celok - LUC) a ostatných hraníc správneho a organizačného rozdelenia lesa.

Súčasný európsky i svetový trend v oblasti mapovania smeruje k maximálnej automatizácii terénnych i kancelárskych mapovacích prác a k digitalizácii výsledkov mapovania. V oblasti terestrického merania začínajú prevládať elektronické prístroje - totálne stanice, ktoré umožňujú meranie všetkých geodetických prvkov (dĺžky, uhly, prevýšenia), sú vybavené automatickou registráciou údajov, prípadne i radom štandardných programov pre rôzne geodetické výpočty. Významným pokrokom v geodetickej praxi (aj v lesníctve) je určovanie polohy a výšky geodetických bodov používaním globálneho polohového systému (GPS), ktorý je vybudovaný na báze umelých družíc Zeme. Aj oblasť fotogrametrie, najmä univerzálne metódy vyhodnocovania, zaznamenávajú veľký rozvoj, najmä v spojení s výpočtovou technikou. Na spracovanie údajov bolo vyvinuté množstvo programových systémov (napr. TOPOL, KOKEŠ, ATLAS, IDRISI, GEOSCAN, DIGIMAP, MICROSTATION, GEUS atď.), ktoré riešia rozmanité úlohy mapovania.

S ohľadom na charakter informácií v lesnom hospodárstve, ktoré sa prevažne vzťahujú na geografické objekty, predstavuje geografický informačný systém (GIS) významnú racionalizáciu informačného systému lesného hospodárstva (IS LH). Poskytuje novú kvalitu analýz informácií vo vzájomných vzťahoch a prezentácie ich výsledkov. Interdisciplinárny charakter GIS vyžaduje úzku spoluprácu a prechod na digitálne technológie u všetkých zainteresovaných odborov. Sú to predovšetkým informatika, geodézia, fotogrametria, diaľkový prieskum zeme, kartografia. Spolu s metódami štatistiky, systémami riadenia báz dát a systémami počítačového projektovania vytvárajú predpoklady pre implementáciu a využívanie GIS.

V súlade s uvedeným sa aj v rámci IS LH v širokom rozsahu uplatňujú digitálne technológie v mapovaní, a to od vonkajšieho zisťovania až po centrálnu spracovanie grafických informácií.

## 2. Tvorba základnej lesnickej mapy (ZLM)

V rámci obnovy lesných hospodárskych plánov (spravidla po 10 rokoch) sa vyhotovujú nové ZLM, prípadne sa aktualizujú (reambulujú) ZLM z predchádzajúceho obdobia. Zo ZLM sú odvodené všetky ostatné lesnicke mapy. Od roku 1997 sú ZLM vypracovávané výlučne digitálnou technológiou, ktorá umožňuje priebežnú aktualizáciu ZLM v priebehu platnosti LHP z leteckých alebo kozmických snímok (ak sa dodrží požadovaná presnosť). Zároveň významne racionalizuje vyhotovenie ZLM a ostatných tematických lesnických máp pri obnove LHP, pretože platný polohopis z katastrálnej mapy, zo ZML, ako aj výškopis sa automaticky preberie v digitálnej forme.

### 2.1. Tvorba ZLM z výsledkov geodetických meraní a dvojsnímkových fotogrametrických vyhodnotení

Vzniknutá čiarová kresba je definovaná exaktne zistenými polohovými súradnicami.

Okrem bežných geodetických prístrojov (buzolový teodolit, teodolit, diaľkomer) sa v stále väčšom rozsahu pre zameranie bodového poľa využíva Global Positioning System (GPS), ktorý výrazne urýchľuje, zefektívňuje a uľahčuje geodetické merania. Geodetické merania sú vyhodnocované pomocou štandardných systémov (ATLAS, KOKEŠ), špeciálnym software (GPS) alebo pomocou užívateľských aplikácií pre výpočet a vynesenie buzolových ťahov.

Pre dvojsnímkové fotogrametrické vyhodnotenie sa prevažne využíva dnes už morálne zastaralé zariadenie STEREO-METROGRAF. Je síce dodatočne vybavené digitálnym výstupom, ale jeho použitie je obmedzené skutočnosťou, že technicky nie je možné v zornom poli operátora súčasne zobrazit' leteckú snímku aj vyhodnotenú situáciu. Okrem toho digitálny výstup obsahuje len súradnice bodov bez atribútov pre vykreslenie situácie. Preto aj Lesoprojekt postupne prechádza na hybridnú analógovo-digitálnu resp. digitálnu technológiu vyhodnocovania leteckých snímok. Do úvahy prichádza hybridné vyhodnocovacie zariadenie SD2000 (alebo SD3000), ktoré spája dokonalé priestorové zobrazenie snímky dosiahnuté klasickou technológiou s úplným, alej plne automatizovane spracovateľným digitálnym výstupom. Príkladom uplatnenia digitálneho zariadenia v lesnickej fotogrametrii je Digital Video Plotter (DVP) pre vyhodnotenie digitálnej rastrovej predlohy (snímky) so sprostredkovaním priestorového vnemu na obrazovke osobného počítača. Je to finančne veľmi nenáročné riešenie dostupné pre väčšinu osobných počítačov. Tvorí ho grafický

software a jednoduchý zrkadlový stereoskop, požadovaná presnosť sa dosahuje primeranou rozlišovacou schopnosťou rastrového zobrazenia leteckej snímky.

### 2.1.1. Transformácia analógových máp do digitálnej formy

V rámci obnov LHP sa vzťahuje na mapové listy katastrálnych máp v mierkach 1:5000, 1:2000, 1:2880 a na základné listy ZLM v mierke 1:5000. Katastrálne mapy slúžia pre výpočet a vyrovnanie výmer jednotiek rozdelenia lesa v súlade s evidenciou katastra nehnuteľností. Transformácia sa realizuje technológiou scanovania a následnej vektorizácie rastrového obrazu s jednoznačným rozlíšením grafických objektov.

### 2.1.2. Scanovanie a spracovanie rastrových súborov

Mapové predlohy sú scanované s hustotou rastra 400 dpi, pričom sa kontroluje viditeľnosť rohových značiek. Pootočenie vzniknuté pri vkladani listov do scanera sa odstraňuje vyrovnaním na dvojicu rohových značiek. Výstupný súbor je vo formáte CIT, ktorý je interným formátom rastrových súborov spoločnosti INTERGRAPH CORPORATION.

Každý rastrový súbor (mapový list) sa affinou transformáciou pomocou rohových značiek vyrovnáva na súradnice kladu mapových listov v kartografickom zobrazení JTSK. Ak rohové značky chýbajú, mapový list sa vyrovná na súradnice známych bodov, ktoré by mali tvoriť pravouhlý rovnobežník zaberajúci čo najväčšiu plochu mapového listu so stranami rovnobežnými s rámom mapového listu. Výsledok vyrovnania sa vizuálne kontroluje vrátane posúdenia zhodnosti rastrovej kresby s už existujúcimi vektorovými elementmi (body, čiary). V prípade veľkých odchýlok sa vykoná nová afinná transformácia aj s využitím súradníc ďalších známych bodov. V prípade opätovného neuspokojivého výsledku sa rozhodne o ďalšom neštandardnom postupe (napr. parciálne vyrovnanie, nelineárna transformácia a pod.).

### 2.1.3. Vektorizácia

Vektorové zobrazenie je výsledkom dvoch technologických postupov:

- Snímanie súradníc bodov priamo z analógového mapového listu digitizérom sa dnes už využíva zriedkavejšie, väčšinou len pri digitalizácii pestrých predlôh s farebnými odtieňmi, odtieňmi šede alebo pri dodatočnom vkladani grafických objektov do hotovej digitálnej mapy. Práca s digitizérom je náročnejšia a menej presná ako vektorizácia na obrazovke.

- Prekreslenie (vektorizácia) rastrového obrazu v grafickom systéme s použitím grafických elementov (body, čiary, texty, značky). Na obrazovke počítača sú súčasne zobrazené a súradnicovo lokalizované dva mapové listy: pasívny vyrovnaný rastrový a aktívny vektorový, do ktorého sa prekresľuje situácia. S ohľadom na celý rad funkcií, ktorými podporuje prostredie grafického systému grafické operácie, je vektorizácia na obrazovke efektívnejšia a presnejšia. Na vektorizáciu je možné použiť celý rad grafických a CAD systémov. Do praxe HÚL bol zavedený český systém TOPOL.

V záujme univerzálneho využitia v GIS sa pri vektorizácii grafické objekty ukladajú do vrstiev (blokov v TOPOLi) a v prípade výskytu viacerých typov grafických objektov v jednej vrstve sú tieto odlišiteľné svojimi atribútmi (napr. typ, hrúbka, farba a i.), čo umožňuje alternatívnu tvorbu ďalších vrstiev.

**Mapy katastra nehnuteľností** sa vektorizujú do troch vrstiev:

**KAT** - hranice katastra bez textov a značiek

**PAR** - hranice parciel v LPF, vodné toky, dôležité objekty mimo LPF ako sú cesty, okraj intravilánu a pod.

**PXT** - vnútorné čiary parciel, texty, značky.

**Základná lesnícka mapa** sa odpovedajúcimi bodmi stotožní s mapou katastra nehnuteľností a vektorizuje do dvoch základných vrstiev:

**LES** - hranice základných jednotiek lesa s identifikačným kódom, nelesné plochy, líniové objekty mimo LPF. Identifikačný kód obsahuje označenie dielca, čiastkovej plochy a porastovej skupiny.

**OST** - obsahuje všetky ostatné objekty a člení sa na ďalšie podvrstvy:

**PBP** - trigonometrické body a presne zamerané body.

**SLU** - všetky čiary v LPF opatrené slučkou, jednoduché čiary vo vnútri plôch, odkazované čiary, bodové značky a texty.

**VYS** - výškopis.

**PAS** - hranice ochranných lesov, lesov osobitného určenia, imisných pásiem, CHKO, národných parkov, značky rezervácií a limby.

**HRA** - hranice LHC, LUC a názvy susedných LHC a LUC.

**TOP** - topografické líniové a bodové značky.

**TAZ** - ťažbová mapa.

**FRM** - pomocná vrstva.

Pre vektorizáciu výškopisu sa s hustotou 300 dpi scanuje mapový separát vrstevnic v mierke 1:10000 a afinnou transformáciou vyrovnáva na súradnice kladu mapových listov ZLM. Využíva sa poloautomatická metóda vektorizácie jednotlivých listov v systéme CAD CORE. Korekcia nepresností na stykoch mapových listoch sa vykoná po spojení listov do vektorového súboru za celý LHC. Vzniknutý 2D model sa archivuje a je potenciálnym zdrojom tvorby digitálneho priestorového modelu terénu za príslušné územie.

Uplatnenie digitálnej technológie významne racionalizuje aj proces vyhotovenia finálneho kartografického výstupu. Odbúrava všetky časovo náročné manuálne činnosti spojené s rozkladom farieb (ručné vyplňanie farebných plôch) a zároveň umožňuje tlač tematických máp podľa zvolenej kombinácie mapových vrstiev.

Rozklad farieb sa realizuje automatizovane polygrafickou metódou CMYK, ktorá umožňuje rozložiť digitálnu farebnú rastrovú mapu do štyroch farebných separátov (žltá, purpurová, modrá a čierna). Separáty sa na termo princípe tlačia počítačom do výstupnej fólie, ktorá po osvite prepája digitálne vyhotovenie mapy na tradičnú kvalitnú ofsetovú tlač. Farebné lesnicke mapy sa potom na rozdiel od manuálneho postupu (ktorý vyžadoval tlač všetkých farieb) tlačia ofsetom v štyroch chodoch postupným nanášaním len štyroch uvedených farieb.

### 3. GIS a lesnicke mapovanie

Súčasná možnosť využívania GIS v LH sú determinované predovšetkým existenciou digitálnych grafických (mapových) databáz. Zatiaľ čo databanka číselných informácií sa tvorí a využíva už viac ako 20 rokov, s transformáciou lesnickeho mapového diela sa začalo len v poslednom období v súvislosti s rozvojom technológie GIS a výrazným zvýšením výkonnosti počítačových systémov.

Súčasný stav budovania GIS a začlenenie lesnickeho mapovania v ňom je zobrazený na obr. 1. Štruktúru grafickej databázy tvoria tematické vrstvy, ktoré však vzhľadom k veľkej práci vytvorenia súvislej mapovej bázy vo veľkej mierke, boli získané z rôznych zdrojov a preto vo vertikálnom priemete nie sú tie isté geografické objekty identické.

Všetky vrstvy (s výnimkou jednotiek rozdelenia lesa a výškopisu, ktoré nie sú úplne z kapacitných dôvodov), majú charakter súvislej (celorepublikovej) mapovej bázy. Uvedená štruktúra číselných a grafických databáz poskytuje bohaté možnosti modelovania, analýz a rozborov v GIS. GIS je univerzálny nástroj pre vyhodnotenie údajov. S využitím metód generalizácie, reklasifikácie, interpretácie, priestorových funkcií, tvorby výberových grafických súborov a i. sa v LH využíva najmä na:

- vyhodnotenie charakteristik produkcie a hospodárenia podľa rôznych kritérií (stanovištné, vlastnícke a užívateľské, geomorfologické, klimatické, cenové a i.).
- vyhodnotenie zdravotného stavu lesov.
- vyhodnotenie ekonomických štatistických ukazovateľov.

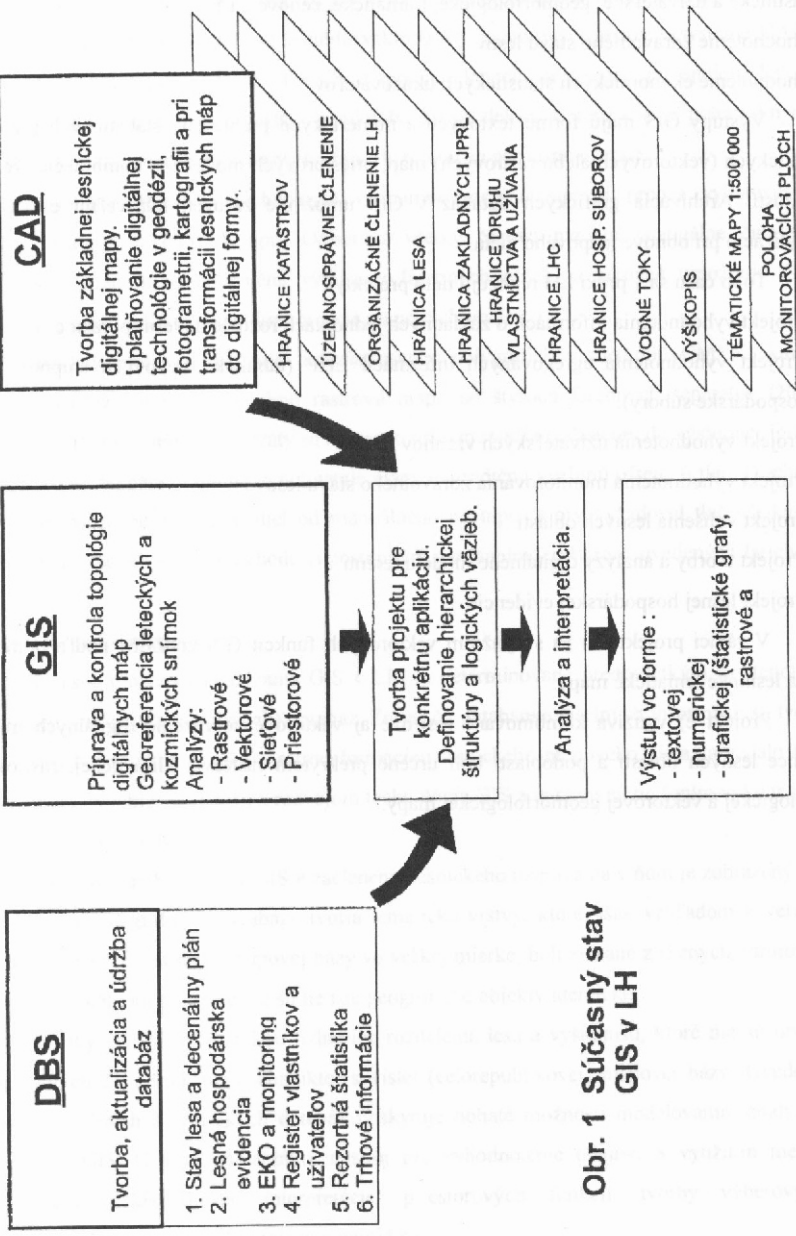
Výstupy GIS majú formu textových a numerických prehľadov, štatistických grafov, tematických (vektorových alebo rastrových) máp, priestorových modelov a kombinácie týchto možností. Archivácia grafických databáz v GIS umožňuje zároveň ich veľmi efektívnu aktualizáciu pri obnove mapového diela.

Toho času sa v praxi LH realizujú tieto projekty:

- a) Projekt vyhodnotenia informácií o základných jednotkách rozdelenia lesa (porastoch).
- b) Projekt vyhodnotenia agregovaných informácií LHP (tabuliek vekových stupňov pre hospodárske súbory).
- c) Projekt vyhodnotenia užívateľských vzťahov k lesu.
- d) Projekt vyhodnotenia monitorovania zdravotného stavu lesov.
- e) Projekt vylíšenia lesných oblastí.
- f) Projekt tvorby a analýzy digitálneho modelu terénu.
- g) Projekt lesnej hospodárskej evidencie.

V rámci projektu a) sa s využitím vektorových funkcií GIS zo ZLM podľa potreby tvoria lesnícke tematické mapy.

Projekt e) využíva kombinované rastrové aj vektorové zobrazenie digitálnych máp. Hranice lesných oblastí a podoblastí boli určené prekrytom rastrovej klimatickej, rastrovej pedologickej a vektorovej geomorfologickej mapy.



Obr. 1 Súčasný stav GIS v LH



#### 4. Záver

Lesnícke mapovanie na Slovensku prechádza v súčasnosti výraznými kvalitatívnymi zmenami, ktoré súvisia jednak s procesom reprivatizácie lesov ako aj s mimoriadnym vývojom technických prostriedkov v oblasti mapovania.

V procese reprivatizácie ide o viaceré legislatívne úpravy týkajúce sa mapovania a HÚL. Rozhodujúcimi v tomto ohľade sú predovšetkým zákon NR SR č. 162/1995 Z.z. (katastrálny zákon) a vyhláška MP SR č. 5/1995 Z.z. o HÚL. Evidencia lesných pozemkov v katastri nehnuteľnosti si vyžaduje zosúladenie predpisov lesníckeho a katastrálneho mapovania v oblasti merania vlastníckych hraníc pozemkov.

Technický pokrok v oblasti geodézie, fotogrametrie a DPZ v posledných rokoch si vyžaduje aj zmenu technológií pri získavaní prvotných údajov a ich následnom spracovaní a vyhotovení mapového diela. Významnú úlohu pri lesníckom mapovaní čoraz viac nadobúda interpretácia rôznych materiálov DPZ (infračervené, multispektrálne, spektrozónálne). Súčasný trend tvorby týchto materiálov sa zameriava na dodržanie vyhovujúcej geometrickej presnosti na nich zobrazených objektov, čím sa dosiahne pri vhodnom prepojení geodetických meraní (napr. vličovacie body pomocou GPS), fotogrametrického vyhodnotenia a interpretácie ich univerzálne využitie na získavanie prvotných informácií, na následné vyhotovenie polohopisu a výškopisu, ako aj na získanie tematického obsahu mapy (HILDEBRANDT 1996, ŽÍHLAVNÍK 1995, ŽÍHLAVNÍK-SCHEER 1996).

Spracovanie prvotných informácií v súčasnom období charakterizuje intenzívny prechod od analógového k analytickému vyhotoveniu základnej lesnickej mapy, od klasickej k digitálnej mape (ŽÍHLAVNÍK-HERICH 1994). Súvisí to so všestrannejším využitím a efektívnou aktualizáciou digitálnej mapy, so zvýšením presnosti a kvality mapového diela, s možnosťou prepojenia digitálneho mapového diela v rámci IS LH i v jednotlivých rezortoch národného hospodárstva, so skrátením celého výrobného cyklu lesníckych máp a aj s nekonvenčnými možnosťami využitia digitálnej mapy pri analýzach v GIS-e.

#### Literatúra

1. HILDEBRANDT,G.: Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie. Wichman-Heidelberg, 1996, 676 s.
2. ŽÍHLAVNÍK,Š.-HERICH,J.: Forstliche Kartierung und das GOE-Informationssystem. In. Systemy informacji przestrzennej o lasach, SGGW Warszawa, 1994, s. 47-56.

3. ŽÍHLAVNÍK,Š.: Problematika a trend lesníckeho mapovania. Kartografické listy 3, Kartografická spoločnosť a Geografický ústav SAV, Bratislava, 1995, s.105-108.
4. ŽÍHLAVNÍK,Š.-SCHEER.L.: Diaľkový prieskum Zeme v lesníctve. TU Zvolen, 1996, 164 s.
5. Lesy Slovenska. Poly-Kontakt, 1994, 86 s.

**Adresa autorov**

Prof. Ing. Štefan Žihlavník, CSc.  
Lesnícka fakulta TU Zvolen  
T.G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen

Doc. Ing. Ivan Herich, CSc.  
Lesoprojekt Zvolen  
Sokolovská 2  
960 52 Zvolen