

## LESNÁ CESTNÁ SIEŤ A ÚČELOVÉ OBJEKTY – MAPOVANIE A TVORBA DATABÁZY

Róbert SMREČEK<sup>1</sup>, Maroš SEDLIAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika  
*smrecek@vsld.tuzvo.sk*

<sup>2</sup> Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 53, Zvolen, Slovenská republika  
*sedliak@vsld.tuzvo.sk*

### Abstrakt

Lesná cestná sieť vytvára základ priestorového usporiadania lesa. Zabezpečuje prístup pracovníkov na pracovisko, prístup zariadení a strojov, dopravu dreva a vyrobených produktov. Okrem týchto základných úloh slúži aj na ďalšie úlohy ako sú napr. protipožiarne a záchranné práce, rekreačno-turistické účely a pod. Množstvo ciest je v dôsledku pôsobenia erózie poškodených. V súčasnosti neexistuje komplexný prieskum stavu lesnej cestnej siete na území Slovenskej republiky. Na území Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene sa vykonal podrobný prieskum lesnej cestnej siete. Bola zisťovaná kategória lesnej cesty podľa STN 73 6108, materiál vozovky, poškodenie lesnej cesty, stability výkopových a násypových svahov a stav a funkčnosť odvodnenia lesných ciest. Podrobne preskúmaných bolo vyše 200 km ciest. Z podrobne preskúmaných bolo 11% ciest triedy 1L, 17% 2L, 52% bolo približovacích ciest a 20% boli z inej kategórie ako lesné cesty. Najviac ciest malo zemný povrch. Vyše 70% lesných ciest na území Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene vyžaduje opravy, tieto cesty patria do kategórií ciest poškodených a so zlým technickým stavom. Druhou časťou práce je vytvorenie databázy účelových objektov na území Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene. Pre účelové objekty sa zisťoval ich účel a označenie v teréne. Pozícia účelových objektov bola zameraná pomocou GNSS technológie. Nakoľko merané body sa nachádzali pod porastom, bola presnosť merania pri vyše 70 % bodov horšia ako 1 m. Databáza lesnej cestnej siete a účelových objektov časťou informačného systému Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene

### Abstract

Forest road network creates base of forest spatial arrangement. It serves for entering workers, forest machines, transport of wood and other products, for fire-fighting and rescuing, recreating, hiking etc. From these reasons it is necessary to have actual database of roads in the area. Because of erosion a lot of the forest roads is damaged. Nowadays, doesn't exist complex view about forest roads condition in the Slovak republic. On area of the Technical University Forest Enterprise was made exploration of forest road network. In exploration of road network was investigated category of forest road according to STN 73 6108, roadway, damage of forest road, stability of slope of cutting and slope of embankment, state and function of dewatering. During research was in detail explored more than 200 km roads. Main forest roads of 1L category was 11 %, main forest roads of 2L category was 17 %, skidding roads was 52 %, the left 20 % were another roads than forest roads. The most forest roads had soil surface. More than 70 % of roads need to be repaired, they are classed to damage road or roads with bad technical condition category. The second part of this work is database of purpose object on area of Technical University Forest Enterprise. For the purpose object was investigated their focus and signing in terrain. The position of purpose objects was measured with GNSS technology. Because of forest cover more than 70 % of points were measured with less divergence than 1 m. The database of forest road network and purpose objects is part of Technical University Forest Enterprise information system.

**Kľúčové slová:** lesná cestná sieť, účelové objekty, mapovanie, databáza.

**Keywords:** forest road network, purpose object, surveying, database.

## 1 ÚVOD

Lesy sú neoddeliteľnou súčasťou krajiny, v ktorej majú mnohokrát dominantné postavenie. Lesy plnia rôzne hospodárske, prírodné a spoločenské funkcie. Na zabezpečenie trvalosti a nepretržitosti optimálnej produkcie drevnej hmoty a plnenie všetkých mimoprodukčných funkcií lesa je potrebné lesy sprístupniť, pričom sprístupnenie musí splniť prevádzkové a ekologické požiadavky. Sprístupnenie lesa je základným predpokladom pre jeho obhospodarovanie (Dvorščák 1994). Lesné cesty sú základným prostriedkom na sprístupnenie lesných celkov (Lukáč 1997). Pre dosiahnutie prevádzkových, ekonomických a ekologických cieľov je potrebné kombinovať viaceré vhodné spôsoby sprístupňovania lesov. Pri riešení sprístupnenia lesných celkov v neprístupných terénoch, horských terénoch, je potrebné kombinovať lesné cesty s inými technológiami, napr. so sústavou lanovkových trás. Lesná cestná sieť má plniť hlavne tri hlavné úlohy:

- ♣ umožniť robotníkom a personálu prístup na pracovisko,
- ♣ poskytnúť možnosť prístupu zariadení a strojov,
- ♣ slúžiť na odvoz dreva a vyrobených materiálov.

Okrem zabezpečenia týchto základných úloh slúži lesná cestná sieť aj na ďalšie účely ako sú účely protipožiarne, záchrannárske, rekreačné, turistické a pod. (Jurík *et al.* 1984).

Lesná cestná sieť je základom priestorového rozdelenia a hospodárskej úpravy lesa (Jurík *et al.* 1984). Využívanie lesných ciest prináša ekonomický úžitok, množstvo pozitívnych a negatívnych efektov súvisiacich s ich výstavbou, existenciou a využívaním (Saunders *et al.* 2002). Nevhodne vybudovaná cestná sieť môže byť príčinou devastácie krajiny a nízkej efektívnosti hospodárenia. Kvalita lesných ciest je rozhodujúci ekologický faktor voči potenciálnej zrážkovej erózii (Hladík *et al.* 1993). Až 99% povrchového odtoku pripadá na zväžnice (Midriak 1994). Tento negatívny vplyv ciest na zrážkovú eróziu sa dá eliminovať osadením odrážok. Hlavne v horských terénoch s vysokou potenciálnou zrážkovou eróziou a vysokou potenciálnou ťažbovo-dopravnou eróziou sa uprednostňujú cesty s kvalitnou konštrukciou zemného telesa, povrchom a sprievodnými stavbami (priepusty, priekopy a pod.) (Lukáč *et al.* 2003).

Na základe normy STN 73 6108 „Lesná dopravná sieť“ sa lesné cesty delia na:

- ♣ lesné cesty 1. triedy – odvozné cesty (1L), cesty so spevnenou vozovkou s tvrdým povrchom, vyhovujú celoročnému odvozu dreva,
- ♣ lesné cesty 2. triedy – odvozné cesty (2L), cesty s pomiestne spevneným povrchom, vyhovujú sezónnemu odvozu,
- ♣ lesné cesty 3. triedy – približovacie cesty,
- ♣ technologické komunikácie a zariadenia - linky slúžiace na vyťahovanie dreva z porastu, bez spevnenia povrchu a zemných prác.

Frekvencia dopravy na lesných cestách je v porovnaní s verejnými cestami omnoho nižšia, preto sú na ich parametre zvyčajne kladené nižšie nároky (sklon, oblúky, povrch, šírka, prepravná rýchlosť a pod.)

### 1.1 GNSS

GNSS (Globálne navigačné satelitné systémy) je spoločné pomenovanie pre navigačné systémy, ktoré poskytujú užívateľovi trojdimenzionálne pozičné riešenie prostredníctvom pasívneho určovania polohy s využitím rádiových signálov vysielaných satelitmi na orbite (Groves 2008). GNSS technológia má pre lesnícke mapovanie niekoľko prínosov (Halvoň 2006):

- ♣ spojenie problematiky určovania polohy a výšky, využitie metód trojrozmernej geodézie,
- ♣ jednotná mierka pre geodetické diela v rozličných lokalitách,
- ♣ vysoká presnosť,

- ⤴ možnosť prepojenia bodov bez vzájomnej viditeľnosti,
- ⤴ nezávislosť meraní od meteorologických podmienok,
- ⤴ významná časová úspora,
- ⤴ výrazný ekonomický prínos.

Nevýhodou GNSS technológie je potrebný voľný výhľad nad prijímačom, kvôli nerušenému príjmu signálu. Vo všeobecnosti sú dosahované horšie výsledky v teréne porastenom vegetáciou alebo v hustej mestskej zástavbe. GNSS nie je možné využiť v interiéroch a podzemí (Staněk *et al.* 2007).

Problematike presnosti merania pomocou technológie GNSS v lesnom prostredí, na lesnom prieseku a voľnej ploche sa venovalo viacero autorov (Meluš 2007, Tomašík 2009, Faško 2010). Okrem najčastejšie používaného amerického satelitného navigačného systému GPS má v prípade sťažených meračských podmienok významný vplyv na presnosť ruský systém GLONASS. Faško (2010) uvádza, že hlavným prínosom systému GLONASS v kombinácii s GPS je zvýšenie spoľahlivosti výsledkov v neštandardných meračských podmienkach a nie zvýšenie presnosti merania.

## 2 SKÚMANÉ ÚZEMIE A POUŽITÝ MATERIÁL

Mapovanie bolo vykonané na území Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene (VŠLP TU vo Zvolene). Záujmové územie sa nachádzalo v severozápadnej časti okresu Zvolen, na východe siahalo po obce Sampor a Zolná. Väčšina územia sa nachádza v Kremnických vrchoch.

Na vektorizáciu lesnej cestnej siete boli použité ortofotosnímky z daného územia s rozlíšením 12 cm. Snímkovanie územia bolo vykonané kamerou UltraCamD od firmy Vexcel. Na vektorizáciu ciest, ktoré neboli na snímkach viditeľné a zároveň ako základ databázy účelových objektov, bola použitá porastová mapa VŠLP TU vo Zvolene v mierke 1 : 10 000 z roku 2003. Ako zdroj atribútov lesných ciest slúžila prevádzkovo-technologická porastová mapa z roku 1983. Ako zdroj atribútových údajov o účelových objektoch slúžila evidencia výskumných plôch na území VŠLP TU vo Zvolene z roku 2002, ktorá obsahovala označenie jednotky priestorového rozdelenia lesa (JPRL), rok založenia plochy, jej výmeru, prípadne rozmery, drevinu alebo dreviny, ktoré boli predmetom výskumu, zodpovedného riešiteľa a účel založenia plochy. Spracovanie digitálnej mapy prebehlo v prostredí ArcGIS Desktop 10.

Terénne meranie bolo vykonané pomocou GNSS prijímača TrimbleGeoXH s externou anténou TrimbleZephyr model 2 a softvérom Terrasync 4.1. Post-processing bol vykonaný pomocou softvéru Pathfinder Office.

## 3 METODIKA SPRACOVANIA

### 3.1 Lesná cestná sieť

Vektorová vrstva lesnej cestnej siete bola vytvorená z ortofotosnímkov a porastovej mapy v mierke 1 : 10 000. Vektorizované boli všetky cesty v záujmovom území, čím sa vytvorila kompaktná cestná sieť v severozápadnej časti okresu Zvolen. Primárnym zdrojom pre vektorizáciu boli ortofotosnímky. Porastová mapa bola použitá v prípade, ak cesta nebola v dôsledku prekrytia porastom viditeľná. Identifikačné čísla ciest boli prevzaté z prevádzkovo-technologickéj porastovej mapy z roku 1983 alebo Portálu Cestnej databanky Slovenskej správy ciest.

Podrobné mapovanie stavu lesných ciest prebehlo na spevnených cestách triedy 1L a 2L. Stav približovacích ciest, ktoré sa napájali na tieto cesty bol tiež posúdený a zahrnutý do databázy. Každá križovatka bola zameraná pomocou GNSS technológie. Cesty, ktoré neboli nájdené v teréne, boli vymazané z pripravenej vektorovej vrstvy. Do vektorovej vrstvy sa zakreslili cesty, ktoré sa nachádzali v teréne, ale neboli v pripravenej vektorovej vrstve. Tieto cesty boli taktiež zamerané pomocou GNSS technológie. Objekty na cestách ako sú napr. dopravné značky, brány a závary, začiatky a konce zvodidiel, priepusty

a mosty boli zamerané pomocou GNSS technológie. Takisto boli zamerané miesta, z ktorých bola vytvorená fotodokumentácia. Zmena kategórie, napr. typ vozovky medzi dvomi križovatkami, bola zameraná pomocou GNSS technológie.

Pri mapovaní lesnej cestnej siete sa zaznamenával povrch vozovky, poškodenie, stabilita výkopových a násypových svahov a odvodnenie. Vektorová vrstva bola topologicky vyčistená. Pri tvorbe štruktúry databázy boli využité poznatky a skúsenosti s databázou cestnej siete, ktorá bola využitá pri spracovaní realizačného projektu. Využitie geoinformatiky pre plánovanie ťažbovo-dopravných technológií a sprístupňovanie lesov v podmienkach podniku Lesy SR.

### 3.2 Účelové objekty

Vektorizácia účelových objektov prebehla na podklade porastovej mapy v mierke 1 : 10 000. Na základe informácií z písomnej evidencie výskumných plôch z roku 2002 boli naznačené umiestnenia účelových objektov. Výsledky vektorizácie a porastová mapa boli kopírované do GNSS prijímača za účelom navigácie. Terénne podrobné zisťovanie pozostávalo:

- ▲ určenie polohy lomových bodov účelových objektov GNSS prijímačom na základe identifikovanej JPRL,
- ▲ zistenie popisných informácií mapovaných účelových objektov,
- ▲ tvorba fotodokumentácie.

Pre určenie polohy bola použitá statická metóda s využitím fázových meraní na obidvoch frekvenciách a korekcií v reálnom čase pomocou systému EGNOS, ktoré vplyvom terénu nebolo možné vždy využiť. Doba observácie pri samotnom meraní polohy bola 60 sekúnd, pričom hodnoty súradníc sa ukladali každú sekundu. Použitý GNSS prijímač umožňuje pre každý meraný bod okrem samotnej polohy určiť aj presnosť určenia polohy bodu v metroch, prípadne v centimetroch, a hodnotu chyby určenia polohy, ktorá závisí od polohy satelitov. Tieto hodnoty slúžili pre výpočet základných charakteristík určenia presnosti bodov. Pri určovaní polohy výskumných plôch, ktoré boli v teréne presne ohraničené ohradou alebo oplotením, boli zamerané lomové body ich ohraničenia. V prípade, že výskumnú plochu tvorili len označené stromy, boli zamerané okrajové stromy, ktoré boli zároveň lomovými bodmi virtuálnej hranice plochy. V prípade, že účelovým objektom bol súbor dielcov, dielec prípadne jeho čiastková plocha, hranica objektu vznikla vektorizáciou hraníc JPRL z porastovej mapy. V prípade zamerania polohy účelového objektu bodového charakteru, bola zameraná jeho poloha len jedným bodom.

Aktualizácia zoznamu a informácií o účelových objektoch bola vykonaná oslovením zodpovedných riešiteľov formou dotazníka a následne aj overením v teréne. Cieľom bolo zistiť existenciu nových objektov, ktoré v roku 2002 ešte neboli evidované, zánik objektov alebo aktualizáciu popisných informácií o stále existujúcich objektoch. V teréne bola vyhotovená fotodokumentácia účelových objektov.

## 4 ŠTRUKTÚRA DATABÁZY

### 4.1 Lesná cestná sieť

Cesty mohli byť zaznamenané z rôznych zdrojov:

- ▲ vektorizácia na ortofotosnímke,
- ▲ vektorizácia na mape,
- ▲ zamerané pomocou GNSS technológie.

Pre každú cestu bol na základe dostupných podkladov určený správca, správca môže byť zároveň aj vlastníkom cesty:

- ▲ Štát,

- ⤴ BB SK - Banskobystrický samosprávny kraj,
- ⤴ NDS - Národná diaľničná spoločnosť,
- ⤴ VŠLP TU vo Zvolene,
- ⤴ miestna samospráva,
- ⤴ iný.

Cesty boli delené do kategórií:

- ⤴ diaľnice
- ⤴ rýchlostné cesty
- ⤴ štátne cesty 1. triedy,
- ⤴ štátne cesty 2. triedy,
- ⤴ štátne cesty 3. triedy,
- ⤴ lesné cesty,
- ⤴ poľné cesty.

V závislosti na dopravnom význame a účele využitia sa lesné cesty delia na::

- ⤴ 1L - odvozná cesta pre celoročný odvoz, vozovka je najčastejšie bitúmenová,
- ⤴ 2L - odvozná cesta pre aspoň sezónny odvoz, vozovka je najčastejšie štrková,
- ⤴ približovacia cesta.

Pre cesty sa určil materiál vozovky:

- ⤴ bitúmenový povrch,
- ⤴ betónový povrch,
- ⤴ iný povrch (panely, dlaždice a pod.),
- ⤴ štrkový povrch,
- ⤴ zemný povrch.

Poškodenie lesných ciest je delené na štyri kategórie:

- ⤴ cesty v dobrom technickom stave - pre tieto cesty postačuje sezónna údržba a opravy malého rozsahu,
- ⤴ poškodené cesty - tieto cesty vyžadujú opravu,
- ⤴ cesty v zlom technickom stave - tieto cesty vyžadujú rekonštrukciu,
- ⤴ zničené cesty - tieto cesty bolo možné identifikovať v teréne, ale sú natoľko zničené, že rekonštrukcia je neefektívna, alebo nie je z rôznych príčin plánovaná.

Podľa stability výkopových a násypových svahov sa cesty delili do týchto kategórií:

- ⤴ bez výkopových a násypových svahov - cesty v tejto kategórii nemajú výkopové a násypové svahy, na časti cesty sa môžu nachádzať svahy, ale zemné práce sú malého rozsahu,
- ⤴ stabilné výkopové a násypové svahy - svahy sú bez lokálnej erózie a zosuvov pôdy. svahy sú porastené vegetáciou, ktorá svah cháni pred eróziou a zosuvmi pôdy,
- ⤴ čiastočne nestabilné výkopové a násypové svahy - na svahoch sa vyskytujú zosuvy pôdy, ale bezpečnosť dopravy nie je ohrozená a obmedzená, na svahoch sa nenachádza účinný vegetačný

kryt, do tejto kategórie nie sú zaradené nové cesty, ktoré nemajú ešte zarastené výkopové a násypové svahy vegetáciou,

- ✦ nestabilné výkopové a násypové svahy - pôdna erózia a nestabilita svahov je nebezpečná pre dopravu na týchto cestách.

Na základe odvodnenia a stavu odvodňovacích objektov boli cesty delené do týchto kategórií:

- ✦ vyhovujúce - odvodnenie ciest je v dobrom stave, ich rozmiestnenie je vyhovujúce,
- ✦ nevyhovujúce - objekty odvodnenia ciest sú v zlom stave, ich funkčnosť je obmedzená, umiestnenie je nevyhovujúce voči štandardom,
- ✦ bez odvodňovacích objektov.

V každej kategórii je zahrnutá kategória Neznáme.

## 4.2 Účelové objekty

Účelové objekty polygónového charakteru sú definované nasledovnými atribútmi:

- ✦ JPRL - číslo JPRL, v ktorej sa nachádza objekt; prázdne pole znamená, že objekt sa nachádza mimo plochy lesných porastov,
- ✦ typ objektu - typ účelového objektu (DO - Demonštračný Objekt, PVP - Poloprevádzková výskumná plocha, TVP - Trvalá výskumná plocha),
- ✦ rok založenia,
- ✦ výmera - výmera účelového objektu v hektároch zistená z evidencie alebo pomocou zamerania objektu GNSS prijímačom,
- ✦ drevina - dreviny, ktoré sa nachádzajú na území objektu alebo sú priamo predmetom výskumu,
- ✦ účel/stav - popis účelu výskumu prípadne zistený stav objektu,
- ✦ riešiteľ - titul a priezvisko zodpovednej osoby,
- ✦ pracovisko - názov pracoviska zodpovednej osoby za objekt,
- ✦ označenie v teréne - spôsob označenia objektu v teréne,
- ✦ určenie polohy - spôsob určenia polohy objektu (mapa - hranice objektu boli určené pomocou vektorizácie z porastovej mapy; GPS - hranice objektu boli zamerané GNSS prijímačom).

Účelové objekty bodového charakteru sú definované nasledovnými atribútmi:

- ✦ typ - typ účelového objektu (pamätník, informačná tabuľa),
- ✦ názov - názov objektu prípadne jeho opis,
- ✦ lokalita - približná poloha objektu podľa názvu lokality zapísanej v porastovej mape,
- ✦ určenie polohy - spôsob určenia polohy objektu (GPS - hranice objektu boli zamerané GNSS prijímačom).

## 5 VÝSLEDKY

Detailne bolo preskúmaných takmer 200 km lesných ciest a vytvorená cestná sieť má dĺžku viac ako 1 000 km. Počas prieskumu cestnej siete bolo pomocou GNSS zameraných 258 objektov na lesných cestách. Jednalo sa o 149 priepustov, 39 výhybní na lesných cestách, 26 mostov, 22 dopravných značiek, 17 závor a 5 brán. V prípade dopravných značiek bolo identifikovaných 16 zákazových značiek (zákaz vjazdu), 5 značiek určujúcich prednosť v rámci cestnej premávky (daj prednosť v jazde alebo hlavná cesta) a 1 značka určujúca maximálnu povolenú rýchlosť.

Z podrobne preskúmaných bolo 11% ciest triedy 1L, 17% 2L, 52% bolo približovacích ciest a 20% boli z inej kategórie ako lesné cesty, ktoré boli podrobne preskúmané nakoľko prechádzali cez záujmové územie. Najviac sú zastúpené cesty so zemných povrchom, čo zodpovedá aj pomeru medzi triedami ciest, ide o 55% ciest. 26% ciest má bitúmenový povrch, 18% ciest má štrkový povrch. 1% ciest má iný povrch, napr. panelový, čo predstavuje 2 km ciest.

53% ciest bolo zaradených do kategórie poškodené cesty, 23% ciest bolo v kategórii s dobrým technickým stavom a 20% ciest v kategórii so zlým technickým stavom. Do kategórie zničené cesty bolo zaradených 4% ciest, jednalo sa o približovacie cesty. V rámci ciest kategórie 1L je najviac zastúpených ciest v kategórii dobrý technický stav, ide o 60% ciest. 37% ciest je v kategórii poškodené cesty a 3% v kategórii so zlým technickým stavom. Najviac ciest triedy 2L, t.j. 69%, bolo v kategórii poškodené cesty. 27% ciest bolo v kategórii dobrý technický stav ciest a 4% ciest triedy 2L boli v kategórii zlý technický stav. Najviac, t.j. 51%, približovacích ciest je v kategórii poškodené cesty. 31% ciest má zlý technický stav, 11% ciest je v kategórii zničené cesty. Len 7% približovacích ciest má dobrý technický stav.

Väčšina ciest, t.j. 40% je bez násypových a výkopových svahov, príp. sú svahy len na časti úseku a zemné práce sú malého rozsahu. 34% ciest má stabilné svahy. 25% ciest má čiastočne stabilné výkopové a násypové svahy a len na 1 km ciest boli svahy nestabilné. Cesty triedy 1L majú stabilné výkopové a násypové svahy alebo sú bez nich, to súvisí s ich využívaním a dôležitosťou. V prípade ciest triedy 2L má 8% ciest čiastočne stabilné výkopové a násypové svahy. Situácia u približovacích ciest je horšia nakoľko 38% približovacích ciest má čiastočne stabilné výkopové a násypové svahy a 2% približovacích ciest má nestabilné výkopové a násypové svahy, ktoré predstavujú nebezpečenstvo pre dopravu.

Až 62% ciest je bez objektov odvodnenia, väčšinou sa jedná o približovacie cesty. 21% ciest malo odvodnenie vyhovujúce a 17% ciest malo nevyhovujúci stav odvodnenia. Väčšina ciest triedy 1L má vyhovujúci stav odvodnenia, jedná sa o 53% ciest. 49% ciest triedy 2L má nevyhovujúci stav odvodnenia. Väčšina približovacích ciest je bez objektov slúžiacich na odvodnenie.

Na území VŠLP TU vo Zvolene bolo identifikovaných aj 91 samostatných účelových objektov. V jednom prípade sa na totožnej ploche nachádzajú dve rozličné TVP. 20 účelových objektov má charakter párových trvalých výskumných plôch, ktoré sú určené pre sledovanie vplyvu raticovej zveri na stav a prirodzenú obnovu lesa. Jedna časť plochy je oplotená, aby sa zabránilo vstupu raticovej zveri na jej územie. Druhá časť plochy nie je žiadnym spôsobom ochránená voči vstupu zveri. Tieto párové plochy boli kvôli prehľadnosti zlúčené do jedného objektu.

Z porastovej mapy bola zistená poloha 58 objektov. Pomocou GNSS technológie bola zistená poloha 32 objektov, ktoré sú reprezentované 178 bodmi. Pri spracovaní nameraných údajov boli okrem atribútov objektov spracované aj hodnoty presnosti určenia polohy GNSS prijímačom. Tieto hodnoty boli podkladom pre výpočet základných charakteristík presnosti určenia polohy merania pomocou GNSS (tab. 1).

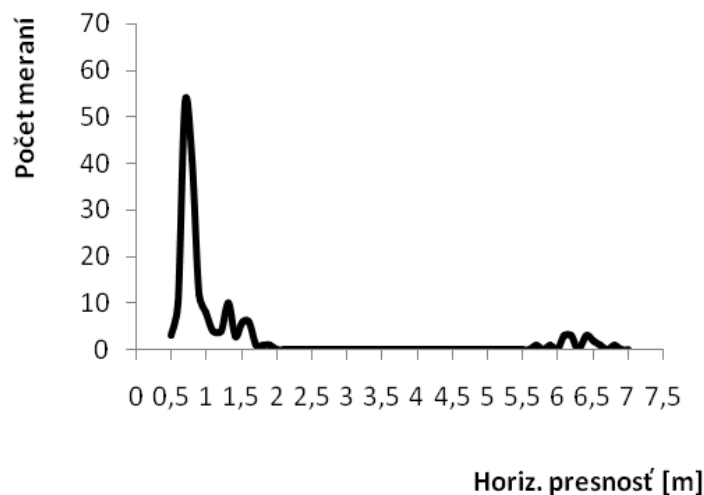
**Tab. 1:** Presnosť určenia polohy účelových objektov

Charakteristika	Maximálne PDOP	Vertikálna presnosť [m]	Horizontálna presnosť [m]
Minimum	1,50	0,60	0,50
Maximum	15,40	15,80	6,80
Arit. priemer	4,91	2,13	1,35
Smer. odchýlka	2,85	2,80	1,52
Modus	3,90	0,90	0,70

Najčastejšie dosiahnutá hodnota horizontálnej presnosti, ktorá je pre lokalizáciu v teréne najdôležitejšia, je 0,7 metra. Táto hodnota bola dosiahnutá v 53 prípadoch merania polohy. Druhá najpočetnejšia hodnota horiz. presnosti je 0,8 metra, ktorá bola dosiahnutá v 41 prípadoch.

Z grafu rozdelenia početností hodnôt presnosti horizontálnych meraní (Obr. 1) vyplýva, že hodnoty presnosti merania sú zoskupené do dvoch samostatných zhlukov hodnôt, tzv. dvojvrcholové rozdelenie početností. Prvý zhluk, charakterizovaný intervalom hodnôt 0,5 až 1,9 m predstavuje merania s využitím korekcií

v reálnom čase systému EGNOS. Do tohto intervalu spadá 91,57 % všetkých meraní. Druhý zhluk je charakterizovaný hodnotami 5,7 až 6,8 m. Pri týchto meraniach nebolo možné vzhľadom na charakter reliéfu a vplyv lesného porastu využiť systém EGNOS. Tento prípad nastal pri 8,43 % meraní. Až pri 71,35 % meraní sa dosiahla presnosť merania maximálne 1 meter. Najčastejšie vyskytujúcou sa hodnotou chyby určenia polohy (PDOP) bola 3,9. Rovnako ani aritmetický priemer neprekročil hodnotu 5, čo sa dá považovať za uspokojivé hodnoty pri určovaní polohy.



Obr.1: Rozdelenie početností hodnôt horizontálnej presnosti

## 6 ZÁVER A DISKUSIA

Nové technológie v lesníctve kladú výrazné požiadavky na lesnú cestnú sieť. Stav sprístupnenia lesných celkov výrazne vplýva na možnosť použitia rôznych technológií, bez dostatočnej hustoty a kvality lesnej cestnej siete je výrazne znížená možnosť efektívneho obhospodarovania lesov a zníženie environmentálnych dopadov na životné prostredie a lesné porasty. Využívanie lesných porastov na rekreačné, prípadne výskumno-vzdelávacie ako je tomu v prípade VŠLP TU vo Zvolene, vyžaduje kvalitné sprístupnenie, ktorým cieľom by mala byť koncentrácie týchto činností do vybraných lokalít a zabránenie nežiaducemu pohybu po lesných porastoch a zároveň zabezpečenie všetkých lesníckych činností.

Na zhodnotenie existujúceho stavu sprístupnenia a kvality lesných ciest je potrebné vykonať prieskum lesnej cestnej siete, ktorý sa v súčasnosti nevykonáva. Na základe výsledkov tohto prieskumu je možné vykonať zmeny v stave sprístupnenia, ale aj plánovať opravy a rekonštrukcie, napr. v súčinnosti s ťažbovou dreva v lesných porastoch. Pri analýze lesnej cestnej siete na území obhospodarovanom VŠLP TU vo Zvolene sa vytvorila vektorová vrstva cestnej siete na podklade ortofotosnímkov a porastovej mapy s dĺžkou ciest vyše 1 000 km. Počas terénnych prác bolo podrobne preskúmaných takmer 200 km ciest, kedy sa zisťoval povrch vozovky, poškodenie, odvodnenie, stabilita výkopových a násypových svahov a zhoda vytvorenej vektorovej vrstvy so situáciou v teréne. Pomocou GNSS technológie sa zamerali všetky križovatky s cieľom overenia polohy ciest a objekty ako dopravné značky, priepusty, mosty, závary a pod. Celkovo bolo zameraných 258 objektov a bolo vyhotovených 200 fotografií, kedy bola zameraná pozícia, z ktorej sa fotografovalo. Z analýzy vyplýva, že vyše 70% lesných ciest na území VŠLP TU vo Zvolene vyžaduje opravy. Tieto cesty patria do kategórií ciest poškodených a so zlým technickým stavom. Tento stav je obdobný ako uvádza Konôpka *et al.* (2003), podľa ktorého takmer 80% lesných ciest na území SR vyžaduje opravu.

Prieskumom lesnej cestnej siete na území Českomoravskej vysočiny podľa metodiky vypracovanej Ústavom hospodárske úpravy lesa a kategorizácie podľa ČSN 73 6108 "Lesní dopravní síť" sa zaoberali Klíč *et al.* (2010). Nepoužili prostriedky GIS, ale krokomer, sklonomer, latu na meranie spádu a meter. Táto metodika poskytuje presné a podrobné informácie o lesných cestách, ale na rozsiahlych územiach je použitie tejto



metodiky zdĺhavé a neefektívne. Bez využitia prostriedkov GIS sa prieskumu lesnej cestnej siete v západnej časti CHKO Ponitrie venoval Smreček (2006). Na záujmovom území s rozlohou 1715 ha podrobne analyzoval stav lesnej cestnej siete a chodníkov. Tománek *et al.* (2010) využili pri analýze stavu lesnej cestnej siete na území lesnej správy Ostravice prostriedky GIS a GNSS.

Na území VŠLP TU vo Zvolene bolo zameraných 91 účelových objektov. Väčšina z nich sa nachádzala v lesnom poraste, alebo na lesnom prieseku. Na základe analýzy horizontálnej presnosti merania, nebola dosiahnutá lepšia presnosť ako 0,5 m. Táto presnosť je spodná hranica presnosti mapovania podľa STN 013410 - Mapy veľkých mierok, hodnoty sú uvedené v tab.2. V prípade vertikálnej presnosti merania, nedosiahli minimálne hodnoty spodnú hranicu 5. triedy presnosti. Pre účely evidencie účelových objektov a prípadnú navigáciu k nim sú však dosiahnuté výsledky postačujúce. Použitím prijímačov GNSS s vyššou presnosťou merania, alebo iných metód sa môžu dosiahnuť lepšie výsledky. Meluš (2007) dosiahol pri meraní na lesnom prieseku statickou metódou s dĺžkou observácie 5, 10 a 15 min. stredné súradnicové a výškové body, ktoré zodpovedajú 1. až 3. triedy presnosti. Výsledky merania počas a mimo vegetačného obdobia boli porovnateľné. Metódou Stop &Go dosiahol chyby, ktoré zodpovedajú 3. až 5. triedy presnosti, ktoré stanovuje STN 01 3410. V oboch prípadoch sa prejavil pozitívny prínos systému GLONASS. Tomašík (2009) z výsledkov dospel k záveru, že merania na bodoch kde bola percentuálne vyjadrená plocha viditeľnej oblohy menej ako 50% neboli splnené podmienky pre 5. triedu presnosti, ktoré stanovuje STN 01 3410. Vo svojej práci sa venoval porovnaniu statickej metódy s krátkou dobou observácie (5 min.) a metódy RTK v lesnom prostredí s rôznou veľkosťou voľne sledovateľnej oblohy. Pri meraniach použil vlastnú referenčnú stanicu ako aj virtuálnu referenčnú stanicu.

**Tab. 2:** Triedy presnosti podľa STN 01 3410

Trieda presnosti	$u_{xy}$ (m)	$u_v$ (m)
1. trieda	0,04	0,03
2. trieda	0,08	0,07
3. trieda	0,14	0,12
4. trieda	0,26	0,18
5. trieda	0,50	0,35

Vytvorená digitálna mapa s databázou údajov cestnej siete a účelových objektov bude súčasťou informačného systému Vysokoškolského lesníckeho podniku. Komplexný informačný systém obsahujúci aktuálne a presné údaje umožňuje využívať princípy precízneho lesníctva, efektívnejšie rozhodovať v procesoch riadenia lesného hospodárstva, poskytovať informácie rôznym subjektom s možnosťou úprav prístupových práv k nim. Databáza umožní zlepšiť prehľad o súčasnom stave, efektívnejšiu správu lesnej cestnej siete a účelových objektov a zároveň môže slúžiť pre rôzne vedecko-výskumné úlohy pracovníkov Technickej univerzity vo Zvolene. Na digitálnej mape bude prebiehať aj výučba predmetov zaoberajúcich sa využitím GIS, v rámci ktorých prebehne ukážka rôznych analýz, úloh a aplikácií nielen v súvislosti s lesníctvom.

Význam a potrebu budovania informačných systémov dokazuje Slovenská databanka Slovenskej správy ciest, ktorá sa venuje komplexnému riešeniu verejných ciest. Cestná databanka predstavuje bohatú škálu procesov podporovaných najmodernejšími technológiami od zberu vstupných údajov až po nástroje informačných technológií podporujúcich ich spracovanie, využívanie a zverejňovanie. Prostredníctvom portálu informačného systému je zabezpečený unifikovaný vzhľad, správanie, centralizovaná správa používateľov a prístupových práv. Na lepšiu vizuálnu orientáciu a vzhľad sú využívané rôzne mapové podklady.

## POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol na základe výskumu riešeného v projekte Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a Slovenskej akadémie vied 1/0764/10 (VEGA): Výskum princípov a metód precízneho lesníctva.

## LITERATÚRA

Dvorščák, P. (1994) Lesnícke stavby a meliorácie. ÚVVZP LVH SR, Zvolen.

Faško, M. (2010) Rýchle metódy geodetického určovania polohy bodov statickým meraním GNSS na lesných priesekoch. In: Fórum mladých geoinformatikov 2010, zborník príspevkov a prezentácií, Lesnícka fakulta, Zvolen, 12 s.

Groves, G. P. (2008) Principles of GNSS, Inertial, And Multisensor Integrated Navigation Systems. Artech House, Boston.

Halvoň, L. (2006) Využitie metód GPS pri lesníckom mapovaní. In: Geodézia v lesníctve, zborník referátov, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, s. 26 - 39.

Hladík M., Korpel Š., Lukáč T., Tesař V. (1993) Hospodárenie v lesoch horských oblastí. VŠZ Praha a Matice lesnícká Písek, Praha.

Jurík, L., Kompan, F., Beneš, J. (1984) Lesné cesty. Príroda, Bratislava.

Klč, P., Bránka, L., Žáček, J. (2010) Výzkum struktury lesní dopravní sítě ve vybraném modelovém území. Lesnický časopis-Forestry Journal, 56(3): 295 - 304.

Konôpka, J. et al. (2003) Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike 2003 - Zelená správa (2003),. Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky Bratislava, Crocus s.r.o, Nové Zámky.

Lukáč, T. (1997) Lesné dopravníctvo. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.

Lukáč T., Dvorščák, P., Drahoň, S. (2003) Ťažbovo dopravné technológie v lesnom hospodárstve. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR, Zvolen.

Meluš, J. (2007) Vplyv lesného prostredia na presnosť pri meraniach GNSS. In: Aktuálne problémy lesníckeho mapovanie, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, s.61 - 74.

Midriak R. (1994) Krajinoekologická štúdia Kráľovohoľských Tatier. Vedecké a pedagogické aktuality 2/1994, 95 s.

Saunders, S. C., Mislivets, M. R., Chen, J., Cleland, D. T. (2002) Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the northern Great Lakes region, USA. Biological Conservation, 103(2): 209 - 225.

Staněk, V., Hostinová, G., Kopáček, A. (2007) Geodézia v stavebníctve. Jaga Group, s.r.o., Bratislava.

STN 73 6108 - Lesná dopravná sieť. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, č. pub. 14483.

Smreček, R. (2006) Sprístupňovanie prímestských lesov v oblasti Zobora pre lesohospodárske a rekreačné účely. [Diplomová práca], Lesnícka fakulta, Zvolen.

Tománek, J., Volný, C., Klč, P. (2010) Výzkum současného stavu porušenosti sítě odvozních cest ve flyšovém území lesní správy Ostravice. Lesnický časopis-Forestry Journal, 53(1): 47 - 57.

Tomašík, J. (2009) Problematika určovania hraníc jednotiek priestorového rozdelenia lesa v lesníckom mapovaní. [Dizertačná práca], Lesnícka fakulta, Zvolen.