

VÝCHODISKÁ A PREDPOKLADY PRE HODNOTENIE VYUŽITIA A ZAŤAŽENIA LESNEJ DOPRAVNEJ SIETE S VYUŽITÍM NÁSTROJOV GIS

Mária Antalová¹

¹ Katedra lesnej ťažby a mechanizácie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 96053, Zvolen, Slovenská republika, e-mail: 1maria.antal@gmail.com

Abstract

This paper deals about modern IT and the possibility its implementation to use it forestry application. This work is aimed at the exploitation Spatial Decision Support Systems (SDSS) in the process of selection the optimal variation in logging process in the area Military Forests and Estates of the Slovak Republic.

Key words: Geographic Information System. Information and Communication Technologies. Spatial Decision Support Systems.

1 Úvod

Lesy sú kľúčové pre život na planéte, majú v krajine nezastupiteľné miesto, sú zdrojom drevnej suroviny, poskytujú rekreáciu, ochraňujú zdroje pôdy, vody a sú útočiskom pre rôzne druhy živočíchov. Lesy a lesná dopravná sieť sú pojmy, ktoré spolu úzko súvisia. Keď chceme vyťažiť drevnú surovinu je potrebné budovanie lesných ciest, čím sa sprístupnia porasty so zámerom vytvorenia priaznivých podmienok pre lesnícke činnosti, ale aj ochranu, turistiku a požiaru bezpečnosť. A však starostlivosť o vybudované lesné cesty je zanedbaná a obmedzená pre nedostatok finančných prostriedkov, preto sa často stretávame s provizórnymi riešeniami, ktoré sú pre lesné cesty nevhodné. [2] Keď by boli zabezpečené priebežné opravy, náklady by boli nižšie ako pri zanedbaní ich opráv. Obhospodarovanie lesov si nie je možné predstaviť bez ekologického využívania techniky v ťažbovo-dopravnom procese. Celý tento proces je charakterizovaný komplexom rôznorodých prírodných a technických podmienok. Táto rôznorodosť umožňuje vytvárať a v praxi následne realizovať viaceré varianty ťažby a dopravy dreva. Za veľmi efektívnu metódu riešenia označuje využitie informačných technológií ako sú geografické informačné systémy, expertné systémy a systémy pre podporu priestorového rozhodovania. [4]

Prejazd lesnej techniky a približovanie drevnej suroviny spôsobuje zhutnenie, rozrušovanie a premiestňovanie pôdnych častíc v rôznom rozsahu, pretože lesná technika sa nepohybuje len po spevnených a upravených dopravných dráhach, ale pracovné operácie vykonáva vo veľkej miere na lesných cestách a linkách bez povrchového spevnenia. [3]

2 Problematika

Dopravné sprístupnenie porastov a výber optimálneho variantu technologického postupu ťažby a sústredovania dreva predstavujú veľmi zložité a komplexné problémy, v dôsledku čoho sa nikde vo svete nepodarilo vytvoriť úplne prepracované, zdôvodnené, overené a praxou plne uznávané postupy ich riešenia. [11]

Monitorovanie využitia a zaťaženia LDS je možné na základe monitorovania, približovania resp. sústreďovania a odvozu surového dreva. Na monitorovanie LDS je možné využiť systémy pre evidenciu a sledovanie pohybu vyťaženého dreva, ktoré sú v súčasnosti využívané vo Vojenských lesoch a majetkoch š.p. SR. Jedným zo systémov, je aj v súčasnosti v rámci Vysokoškolského lesníckeho podniku Technickej univerzity vo Zvolene (VŠLP) testovaný mobilný lesný informačný systém.

2.1 STN 73 6108 Lesná dopravná sieť

Norma stanovuje kategorizáciu lesnej dopravnej siete (LDS), systém triedenia a základné parametre jednotlivých druhov komunikácií a účelových zariadení, ako aj základné požiadavky na ich navrhovanie a realizáciu. Norma uvádza základné charakteristiky komplexnej starostlivosti o lesné cesty a iné účelové komunikácie a zariadenia dotvárajúce LDS.

Členenie LDS podľa STN 73 6108:

- odvozné lesné cesty triedy 1L (s vozovkou),
- odvozné lesné cesty triedy 2L (pomiestne spevnené),
- zemné cesty triedy 3L + trvalé približovacie cesty.

Definície podľa STN 73 6108:

- lesná dopravná sieť: dopravné zariadenia všetkého druhu slúžiace na sprístupnenie a prepojenie lesných komplexov so sieťou pozemných komunikácií na dopravu dreva a iných produktov z lesa, na prepravu osôb a materiálu v súvislosti s hospodárením v lese, prípadne na iné ciele; súčasťou lesnej dopravnej siete sú aj lesné sklady, odvozné miesta a prístavacie vrtuľníkové plochy, dopravné a lanové dráhy a zariadenia, šmyky a rizne z rôznych materiálov, funkčné lesné železničky a vodné cesty,

- lesná cesta: pozemná komunikácia, ktorá je súčasťou lesnej dopravnej siete, určená je na dopravu dreva, osôb a materiálu, na prejazd špeciálnym vozidiel (požiarna, zdravotná služba), ale môže slúžiť aj na iné ciele, má vybudované zemné teleso a aspoň jednoduché odvodnenie
lesná odvozná cesta: spravidla jednopruhová účelová komunikácia vytvárajúca dopravné spojenie na sprístupnenie a prepojenie lesných komplexov, z dopravného hľadiska slúži prevažne na odvoz dreva a zaručuje bezpečnú celoročnú alebo sezónnu prevádzku, jej súčasťou sú lesné sklady,

- lesná približovacia cesta: jednopruhová účelová pozemná komunikácia vytvárajúca dopravné spojenie vo vnútri lesných komplexov, z dopravného hľadiska slúži prevažne na približovanie dreva, spravidla je zemná a spája približovacie linky s odvoznými cestami,

- zemná cesta: nespevnená cesta vybudovaná na únosných podložných zeminách z miestnych materiálov,

- zväžnica: trvalá približovacia zemná lesná cesta vrátane lesných skladov a s aspoň jednoduchým odvodnením; slúži na približovanie dreva, v priaznivých geologických a klimatických podmienkach umožňuje aj odvoz dreva; budovaná je v parametroch odvozných lesných ciest s možnosťou relatívne jednoduchého prebudovania na lesnú odvoznú cestu, maximálny pozdĺžny sklon 10 %, na niektorých úsekoch do 12 %,

- trvalá približovacia cesta: účelová pozemná komunikácia s maximálnym pozdĺžnym sklonom do 20 %; slúži na približovanie dreva, budovaná je z miestnych materiálov,
- dočasná približovacia cesta: účelová pozemná komunikácia s pozdĺžnym maximálnym sklonom nad 20 %; slúži prevažne na približovanie dreva, budovaná je z miestnych materiálov,
- technologická linka: jednoduché pozemná komunikácia; tvorí súčasť lesnej dopravnej siete a slúži na sústreďovanie vyťaženého dreva; spravidla spája lesný porast s približovacími cestami alebo lesnými skládkami a vedená je po neupravenom teréne bez odstránenia vrchnej vrstvy zeminy pokrytej organickými zvyškami,
- vyťahovacia linka: smer, dráha alebo pozemná komunikácia v lesnom poraste, slúži na výtahová nie, ukladanie a dopravu dreva od pňa po približovaciu linku; ako vyťahovacie linky v lese slúžia aj rozčleňovacie linky,
- približovacia linka: pozemná komunikácia slúžiaca na približovanie dreva určitým technologickým prostriedkom. [13]

2.2 Evidencia vyťaženého dreva (EVD)

VLM zaviedli informačný systém pre jeho jednoduchosť používania, prehľadnosť a maximálne využitie informácií. Pretože nedostávali presné informácie v reálnom čase. Ide o mobilný zber dát s prepojením na GIS. Cieľom bolo začať evidovať drevo na mieste ťažby a zaznamenať jeho pohyb na trase peň – expedičný sklad, resp. spracovateľ cez HW systém Latschbacher. Na základe pohybu mechanizačného prostriedku je možné určiť, ktorou lesnou cestou prebiehal odvoz dreva za účelom kontroly a tiež proti krádežiam. Lesníci môžu odosielať reálne dáta v reálnom čase do systému nielen kedykoľvek, ale prakticky z akéhokolvek miesta. Nie je potrebné do systému natipovať potrebné čísla a hodnoty. Majú k dispozícii prenosné, jednoducho ovládateľné zariadenia Pocket PC Trimble, do ktorých zadávajú potrebné údaje a navyše, osobné motorové vozidlá sú vybavené ihličkovými tlačiarňami, ktoré pracujú aj v mrazoch, takže lesníci sú po pár minútach po zaevidovaní hmoty schopní počas jej výdaja pripraviť pre odberateľa dodací list. Každý výber, resp. surový kmeň dreva a každá rovnať má jeden identifikátor – čiarový kód Barcode, ktorý ho umožňuje identifikovať v každej fáze toku dreva. Pokiaľ nie je drevo zaevidované, neexistuje ani pohyb dreva v systéme. Prostriedky sú vybavené GPS navigáciou v on-line režime. Prostredníctvom navigácie je možné evidovanie jász, zaznamenávanie presného pohybu lesnej techniky po odvozných cestách, približovacích linkách, zväžniciach. O tom, že sa nejedná o zbytočnosť svedčia čísla, ako napríklad zníženie zásob drevnej suroviny na jednotlivých lokalitách, zvýšenie priemernej ceny dreva a prehľad všetkých stupňov riadenia v reálnom čase. [7]



Obr.1: Označovanie dreva



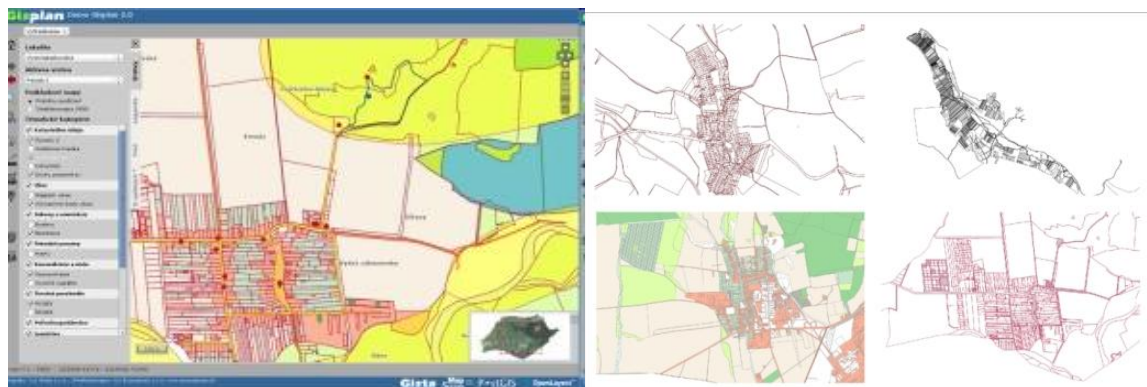
Obr. 2: Základná ponuka



Obr. 3: Vybavenie lesníka pri práci

2.3 Integrovaný technický informačný systém (ITIS)

Technológia zavedená v rámci VLM bol systém slúžiaci na presnejšie podchytenie nákladov na ťažbovú, pestovnú činnosť a odvoz dreva. Systém bol postupne prepojený na GIS, ktorý umožňuje spresňovať prácu priamo v teréne. Služi na dosiahnutie optimalizácie činnosti organizácie na minimalizáciu priamych nákladov a maximalizáciu výnosov, kde sa nosným produktom stáva aplikácia WebGis.



Obr. 4: Grafické znázornenie objektov v prostredí GIS

2.4 Mobilný lesný informačný systém (MLIS)

Zavedené informačné technológie na VŠLP slúžia na evidenciu a označovanie sortimentov surového dreva a sledovanie pohybu dreva od lokality porast po konečného odberateľa v on-line režime. Mobilné zariadenie slúži na zber dát, uloženie, archiváciu, bezdrôtový prenos a bezdrôtové prijímanie dát. Dáta sú automaticky po zbere údajov ukladané na pevný disk a pamäťovú kartu mobilného zariadenia a údaje o zbere sú bezdrôtovo prenesené na server do centrálnej databázy. Ide o pilotný projekt, ktorý má byť implementovaný aj v rámci štátnych lesov. Bol vytvorený základ na vybudovanie SDSS, jeho ďalší rozvoj a aplikácie pre jednotlivé pracoviská a vzdelávanie študentov a pracovníkov lesníckej praxe na Technickej univerzite vo Zvolene.[9]

3 Ciele

Základným cieľom bude navrhnúť a overiť metodické postupy v integrovanom informačnom systéme pre analýzu a hodnotenie vplyvu vybraných variantov ťažbovo-výrobných a dopravných technológií na zaťaženie LDS.

Hlavný cieľ práce bude možné rozčleniť do nasledovných čiastkových cieľov:

- analýza poškodenia LDS a vybraných objektov,
- zhodnotenie dopadov ťažbových operácií mechanizmami na pôdu,
- hodnotenie vplyvu pohybu strojov,
- sledovanie zhutnenia pôdy v závislosti od počtu prejazdov a veľkosti nákladu,
- implementovať najnovšie poznatky, informačné technológie do návrhu modulov pri tvorbe SDSS.

4 Metodika

Predmetom metodického postupu pri riešení problematiky monitorovania využitia a zaťaženia LDS bude stanovenie kritérií, prostredníctvom ktorých bude hodnotená vhodnosť nasadenia mechanizačného prostriedku.

4.1 Vymedzenie záujmového územia

Výskum bude zameraný na sledovanie využitia a zaťaženia LDS na území VLM. Keďže je Slovensko rozmanitá krajina so značnou premenlivosťou prírodných podmienok, terénne merania budú prebiehať na územiach všetkých štyroch lokalít: Malacky, Pliešovce, Kežmarok, Kamenica nad Cirochou, kde VLM hospodária. Výber územia bol jednoduchý z toho dôvodu, že bude možnosť porovnania využitia a sledovania zaťaženia LDS v rôznych lokalitách, kde forma porušenia pôdy závisí od rôznych činiteľov.

4.2 Zber údajov

Údaje, ktoré budú potrebné ako vstup pre riešenie ďalších cieľov budú získané z Národného lesníckeho centra vo Zvolene (NLC), z cestnej databanky SR zo Slovenskej správy ciest, údaje o rozmiestnení LDS od firmy Ceda, výpis údajov z Lesného hospodárskeho plánu (LHP), základné údaje z opisu porastov a plánu hospodárskych opatrení, z evidenčnej časti - údaje o ťažbe dreva, z lesníckych máp – fotokópie vybraných porastov pre ďalšie spracovanie v programe ArcGis.

Údaje o stave lesných ciest, zaťaženie lesných ciest získame z údajov nameraných v teréne. V rámci terénnych prác budú vytipované také lokality, cez ktoré ešte neprechádzali mechanizačné prostriedky. Bude potrebné zanalyzovanie stavu porastov a zmapovanie poškodenia LDS pred ťažbou drevnej suroviny a po nej. Penetračný odpor na lesných cestách bude stanovený pomocou digitálneho penetrollogera Ejkelkamp a využiteľnosť programu Ejkelkamp PenetroViewer pre spracovanie nameraných údajov (k dispozícii na Katedre lesnej ťažby a mechanizácie). Počet meraní bude určený predodhadom taxačných veličín najvariabilnejšej veličiny.

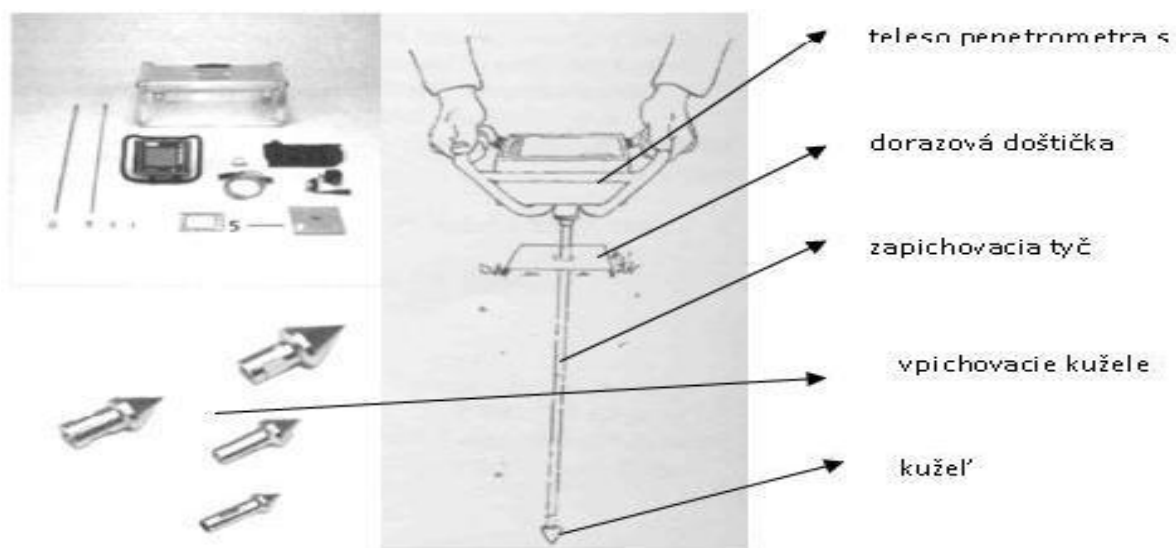
Pohyb mechanizačných prostriedkov bude zaznamenávaný prostredníctvom GPS (v prípade plného zápoja možnosť využitia internacionálnych navigačných systémov). Sledovanie zaťaženia LDS nebude zamerané len na jeden druh mechanizačného prostriedku, ktorý prejde danou lokalitou, ale pre odlišné typy prostriedkov. Na základe meraní zistiť zaťaženie pôdy a výber najvhodnejšieho variantu a najmenej agresívnej metódy, ktorá vplýva na zaťaženie lesných ciest.



Obr. 5: Meranie penetrolggerom



Obr.6: Poškodenie pôdy



Obr. 7: Penetrologger set

4.3 Spracovanie údajov do GIS

Proces rozhodovania pri výbere optimálnej alternatívy môže komplikovať vstup viacerých cieľov. Tieto ciele (environmentálne, ekonomické alebo technologické hľadiská výberu alternatívy) môžu byť vo vzájomnom konflikte, ktorý vyžaduje hľadanie kompromisného riešenia zaručujúceho hierarchiu kritérií vyplývajúcich z uvažovaných cieľov. [12]

Modely automatizovanej lokalizácie lesných ciest sú založené na procedúre formulovania siete a procedúre lokalizácie cesty v nej.

4.3.1 Formulácia siete

Zameriava sa na vytvorenie systému uzlov a hrán reprezentujúcich reálny model siete. Uzly sú spájané hranami a predstavujú body, cez ktoré prechádzajú dopravované zdroje. V definovanej sieti uzly predstavujú body, na ktorých sa vykonáva rozhodnutie a hrany sú vždy výsledkom tohto rozhodnutia. [1] Je potrebné vytvorenie takej siete, ktorá bude zahŕňať všetky

možné alternatívy ciest. Formuláciu siete je možné rozlíšiť na systematickú (rastrová sieť) a empirická formulácia (vektorová sieť).

4.3.2 Lokalizácia ciest

Vzhľadom na charakter a náročnosť prostredia je využívaná letecká stereofotogrametria doplnená terestrickým zameraním na leteckých meračských snímkach, ktoré sú nahrádzané metódami založenými na globálnych navigačných satelitných systémoch (GNSS), predovšetkým GPS a v poslednej dobe aj GLONASS.

4.4 Sieťové analýzy

Podľa Aronoffa, 1989, GIS poskytujú tri základné skupiny analýz sietí

- modelovanie zaťaženia siete – analýza zaťaženia dopravných trás na základe vlastností prepojení (kvalita povrchu, šírka, počet vozidiel)
- hľadanie optimálnych trás – vyhľadanie optimálnej trasy pre pohyb v sieti od zadaného zdroja k zadanému spotrebiteľovi. Pre každú trasu je možné definovať okrem počiatku a konca aj body, ktorými musí trasa viesť. Výhodné je modelovanie meniacich sa podmienok v sieti a vyhodnocovať ich dôsledky
- alokácia zdrojov – postupy priradenia zdrojov k zadaným spotrebiteľským centráam. [1]

4.4.1 Tvorba sieťových analýz nástrojmi Network Analyst v prostredí ArcGis 9.3

Hľadanie optimálneho variantu bude možné dvoma spôsobmi ako práca s rastrovými reprezentáciami formou vytvorenia frikčného povrchu a následne nákladového povrchu, ktorý sa využíva ako podklad pre výpočet optimálnej trasy z bodu (uzla) A do bodu (uzla) B po jeho povrchu a druhým spôsobom bude možnosť hľadania optimálneho variantu s použitím len vektorovej reprezentácie LDS. Tento spôsob je efektívny, hlavne z hľadiska vynaloženej námahy a času, ktorý je potrebný na vykonanie operácií, ktoré smerujú k dosiahnutiu cieľa. [6]

Hľadanie optimálneho variantu potrebného na presun ťažbovo-dopravného prostriedku od lokality peň po odvozné miesto vychádza z kritéria zaťaženia LDS. Spracovanie bude prebiehať v prostredí ArcMap, pričom bude potrebné vytvoriť vrstvy analýzy LDS a definovať bariéry nachádzajúce sa na jednotlivých lokalitách.

Optimalizovať technológie ohraničené lokalitami peň – odvozné miesto je možné využiť cez program TVDT 2.0. Predstavuje efektívny nástroj pre modelovanie a optimalizáciu variantov ťažby dreva v oblasti lesníckeho výskumu a lesníckej prevádzky. Úsek od lokality peň po odvozné miesto je úsek kde dochádza k priamej interakcii výrobných činností človeka s lesným prostredím. Nesprávne rozhodnutia určujúce ťažbovo-výrobný a dopravný variant majú rozhodujúci vplyv z hľadiska stavu prostredia, ergonómie a ekonomiky. [11]

4.4.2 Tvorba vektorového sieťového dátového súboru

Prebieha v prostredí ArcCatalog, ktorý slúži na budovanie modelu cestnej siete, ktorý je možné ďalej využiť pri hľadaní optimálneho variantu, alebo na hľadanie najbližších objektov k cieľovému objektu. Atribútová tabuľka je súčasťou vektorovej vrstvy s cestnou sieťou. Tabuľka musí obsahovať údaje o dĺžke jednotlivých úsekov ciest, identifikácia jednosmerných úsekov ciest, rozdelenie ciest a ich označenie. [6]

5 Záver

Rozvoj GIS ako zdroj priestorových a atribútových informácií prispieva k uľahčeniu získavania vstupných údajov. [8] Využitie GIS umožňuje urýchlenie procesu rozhodovania, plánovania a kontroly. Prístup je možný z jedného zdroja, uľahčuje prácu a zabezpečuje obrovské využívanie dát v reálnom čase. Dôležitým podkladom pre spracovanie sieťových analýz je existencia komplexného informačného systému s integrovaným GIS prostredím, v ktorom sú uložené informácie existujúcej cestnej siete. Prítom nejde len o údaje v textovej a numerickej forme, ale najmä v grafickej, ktoré je možné získať len zmapovaním cestnej siete v teréne, napr. pomocou GPS zariadení.

Referencie

1. Aronoff, S.: *Geographic Information Systems. A Management Perspective*, WDL Publications, Ottawa, 1989.
2. Dvorščák, P., Böhmer, M.: *Projektovanie lesných ciest v nadväznosti na reedíciu STN 73 6108*. Zborník referátov z odborného seminára – aktuálne problémy lesných ciest, Zvolen, 2007, ISBN
3. Kindernay, D.: *Stanovenie limitov ťažbovo-dopravnej erózie a poškodenia lesa*. Projekt dizertačnej práce, Zvolen, 2009.
4. Majlingová, A.: *Návrh metodiky pre riešenie terénnej a technologickej typizácie na Slovensku s využitím metód GIS a systémov pre podporu priestorového rozhodovania*. In: Zborník referátov z konferencie Fórum mladých geoinformatikov . TU vo Zvolene 2005. CD nosič. ISBN 80-228-1478-4.
5. Majlingová, A., Tajboš, J.: *Využitie metód GIS v procese sprístupňovania lesov*. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, 2003, s. 377-391.
6. Majlingová, A., Tuček, J.: *Analysis of the area opening up for forest fire extinguishing using mobile fire technique*. Zborník z medzinárodnej konferencie Ochrana území postihnutých ničivými prírodnými pohromami. Štrbské Pleso, 2007, s. 197-204. ISBN 978-80-228-1803-2
7. Marko, J.: *Budúcnosť lesníckej informatiky v praxi*. Les a letokruhy, 3-4, Lesmedium, 2008
8. Pacola, E.: *Optimalizácia lokalizácie trás lesných odvozných ciest v prostredí GIS*. Doktorandská dizertačná práca, TU Zvolen, 1993
9. Slančík, M.: *Modernizácie informačného systému VŠLP TU Zvolen*. Záverečná správa projektu za rok 2008, TU Zvolen, 2008.
10. Slančík, M.: *Návrh terénnej a technologickej typizácie v prostredí GIS*, Doktorandská dizertačná práca, TU Zvolen, 2008.
11. Suchomel, J.: *Modelovanie a optimalizácia ťažbových technológií – efektívny nástroj pre komplexné hodnotenie ťažbových procesov*. Zborník referátov z odborného seminára, Racionálne využívanie a obhospodarovanie CHKO-BR Poľana, 1997, ISBN
12. Tuček, J., Suchomel, J.: *Geoinformatika v sprístupňovaní lesov a optimalizácii ťažbovo-dopravných technológií – možnosti, stav a perspektívy*. Vedecká štúdia, Zvolen, 2003, ISBN 80-228-1315-X.
13. *STN 73 6108 Lesná dopravná sieť*