MODELOVANIE A OPTIMALIZÁCIA TVDT NA ZÁKLADE VYBRANÝCH ERGONOMICKÝCH KRITÉRIÍ S VYUŽITÍM SDSS

Matúš Toman[1]

[1] Katedra lesnej ťažby a mechanizácie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 96053, Zvolen, Slovenská republika, E-mail: toman@vsld.tuzvo.sk

Abstract

This thesis presents the possibilities of Spatial Decision Support System (SDSS) technologies utilization in timber harvesting and transportation technologies optimization focussed on risk of work injury occurrence. Methodology for evaluating of work injuries frequency with using decision support system EMDS which is based upon the knowledge base of NetWeaver system is proposal in this work. There is possible to choose an optimal variant of timber harvesting and transportation technologies on the base of ecological and ergonomic criteria. This procedure has been processed for the branch Krivan testing area. The cut-to-length technologies obtained 88,49 % share in optimal variants.

Key words: Work injury; Risk management; Optimalization; Timber harvesting; processing and transportion process; Spatial Decision Support System

1 Úvod

Každá ľudská činnosť nesie so sebou možnosti nečakanej a nežiaducej kombinácie udalosti vedúcej k úrazu, poškodeniu zdravia alebo materiálnej škode. Lesné hospodárstvo (LH) patrí k odvetviam s vysokou úrazovosťou a chorobnosťou. Tento stav spôsobuje charakter práce v lese, klimatické podmienky pracovísk, terén a vplyv techniky.

Medzi najčastejšie príčiny vzniku pracovných úrazov a chorôb z povolania v LH patrí nedodržanie stanovených technologických postupov a predpisov ochrany a bezpečnosti pri práci hlavne zamestnancov v robotníckych povolaniach, technický stav použitých dopravných a mechanizačných prostriedkov a v neposlednej miere aj prírodné a poveternostné vplyvy. Podmienky práce v lese dané vlastnosťami terénu a počasím možno ovplyvniť iba obmedzene a preto nie je možné úplne eliminovať riziko práce v LH. K najrizikovejším skupinám z hľadiska úrazovosti patria pracovníci v ťažbe, pri sústreďovaní a odvoze dreva.

Možnosti znižovania úrazov je možné dosiahnuť voľbou optimálnej technológie alebo kombináciou rôznych mechanizačných prostriedkov v ťažbovom procese, čo predstavuje zložitý rozhodovací problém do ktorého vstupujú veľké množstvo kritérií.

Z uvedeného vyplýva nevyhnutnosť popísať systém človek – stroj – prostredie pôsobiace v lese a tie potom analyzovať a algoritmizovať ich vzájomné vzťahy a väzby. Spomenuté fakty kladú nové požiadavky na manažment lesných podnikov v podmienkach trhu. Vyrovnať sa s uvedenými problémami znamená používať moderné riadiace postupy a metódy podporované

počítačmi. Priebežné hodnoty výsledkov, ktoré reprezentujú stav sledovanej oblasti, môžu byť automatizované, ak sa použije elektronický zaznamenávací systém, alebo je ich možné zadávať manuálne (IVAN, 2007).
Výskum v tejto oblasti sa dynamicky rozvíja najmä s ohľadom na prudký rozvoj výpočtovej techniky, ktorá umožňuje komplexné riešenie zložitých problémov v oblasti LH pomocou viackriteriálneho hodnotenia založeného na báze systémov pre podporu priestorového rozhodovania.

2 Problematika

Modelovanie predstavuje jeden z najobecnejších spôsobov zobrazenia vonkajšieho sveta, prostredníctvom ktorého sa skúmajú v ňom existujúce objektívne zákonitosti. Je to experimentálny informačný proces, pri ktorom sa skúmanému systému (objektu) jednoznačne priraďuje, podľa určitých kritérií iný systém fyzický alebo abstraktný – nazývaný model (Kuneš a kol., 1989).
Dejmal (1979, 1980) medzi prvými charakterizoval zásady voľby optimálneho variantu ťažbovo-dopravného postupu a systém kritérií pre hodnotenie možných variantov, pričom poradie kritérií zodpovedá ich významnosti. K samotnému výberu optimálneho variantu používa rozhodovaciu tabuľku, kde na základe sumy súčinu poradia výhodnosti pre každú technológiu podľa jednotlivého kritéria s váhou (poradia významnosti kritéria), získava ocenenie jednotlivých výrobných postupov. Minimálna hodnota predstavuje najvýhodnejšiu možnosť.
Metódy posudzovania rizika si našli uplatnenie predovšetkým v oblastiach, kde zlyhanie ľubovoľnej časti systému človek – stroj - prostredie spôsobí rozsiahle škody. Vedecko - technický pokrok podmieňuje vznik havárií, úrazov a ekologických problémov, čo je spojené s úrovňou poznania. Popri trendoch maximalizovania spoľahlivosti systému sa v súčasnosti do popredia dostáva tvorba kvalitných systémov (Sinay, 1997).
Manažment rizika je jedným z nástrojov, pomocou ktorých je možné zvyšovať mieru bezpečnosti rôznych procesov a konkrétnych činností. Ako nástroj identifikovania, hodnotenia, ale aj znižovania rizík.
Z uvedenej problematiky vyplýva jej zložitosť a náročnosť, ale i objektívnu celospoločenskú potrebu riešenia tohto problému.
Variantmi ťažbovo-výrobných a dopravných technológií v zmysle terminológie používanej pri viackriteriálnom rozhodovaní sú technologické postupy ťažby a sústreďovania dreva určené zostavou prostriedkov na vykonanie jednotlivých operácií.
Niektorí ďalší autori zdôrazňujú v definíciách GIS dôležitosť ich fungovania práve ako podporných systémov pre rozhodovanie. V tomto vidia ich výnimočnosť v porovnaní s inými a predpoklad ich ďalšieho rozvoja smerom k odvodenému mapovaniu, modelovaniu, simulácii, riešeniu scenárov „čo ak?“, modelovaniu rozhodnutí a rizík týchto rozhodnutí (Tuček, Suchomel, 2003).

3 Cieľ práce

Hlavným cieľom práce je implementovať výsledky analýzy pracovných úrazov v ťažbovo-dopravnom a výrobnom procese do existujúceho SDSS pre modelovanie a optimalizáciu TVDT.
Čiastkové ciele sú:

- výber vhodnej metódy pre hodnotenie pracovnej úrazovosti v ťažbovo-dopravnom a výrobnom procese
- rozšíriť teoretické poznatky z oblasti manažmentu rizika, modelovania a optimalizácie TVDT
- formulovať doporučenia pre využitie výsledkov práce v spoločenskej praxi v uvedenej oblasti.

4 Metóda a materiál

Práca bola vykonaná na modelovom území OZ Kriváň pre možnosť porovnania výsledkov s dizertačnou prácou Slančíka (2008), ktorý navrhoval metodiku terénnej a technologickej typizácie na tomto území.
Pre spracovanie a riešenie úlohy bolo použité softwarové prostredie Arc View resp. Arc Gis spolu s jeho nadstavbami 3D a Spatial Analyst.
Pre vytvorenie systém pre podporu priestorového rozhodovania bol použitý SDSS, ktorý je označovaný ako EMDS (Ecosystem Manggement Decision Support). Systém sa dodáva na nekomerčnej báze ako rozšírenie ArcView. EMDS integruje logický formalizmus zdôvodňovania na základe poznatkovej bázy v GIS prostredí tak, aby sa poskytla podpora pre rozhodovanie v hodnotení a posudzovaní krajiny z ekologického hľadiska.
Pri optimalizácii sa vychádzalo z prác Slančíka (2008) a Suchomela et al. (2009), ktorý zostavili nasledujúci návrh rozhodovacej siete (tab.1) a vypracovali rozhodovaciu sieť pre ekologické kritéria. V práci rozvíjam rozhodovaciu sieť o ergonomickú zložku rizika vzniku úrazu.

Tab. 1 Prehľad hodnotených faktorov a ich skupín

Kritéria		
ergonomické	Ekologické	ekonomické
- riziko vzniku úrazu - riziko vzniku choroby z povolania - energetický výdaj	- dostupnosť - priemerná približovacia Vzdialenosť - ťažbová metóda - ťažbovo-dopravná erózia - únosnosť - charakteristiky porastu - poškodenie zost. porastu - zostavenie nákladu na lokalite linka a VM	- mzdy a odvody - odpisy - opravy a údžby - PLT - iné materiálne Náklady - zisk - straty na hmote pri výrobe dreva

Z ergonomického hľadiska pre hodnotenie pracovnej úrazovosti bola použitá bodová P, D, V metóda, ktorá využíva päť bodovú škálu hodnotenia troch základných parametrov - pravdepodobnosť vzniku neželanej udalosti (P), negatívnych dopadov, resp. následkov tejto udalosti (D) a vplyvu úrovne systému riadenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP), na pravdepodobnosť a následky (V). V našom prípade sa subjektívny vplyv (V) spresnili objektívnym sklonom, riziko vzniku úrazov v závislosti od sklonu bolo získané z databázy pracovnej úrazovosti (Suchomel a kol., 2009). Parametre pravdepodobnosť vzniku neželanej udalosti (P) negatívnych dopadov, a dôsledok tejto udalosti (D) sa prevzal zo softwarového produktu „rizika na PC“. Výsledná hodnota rizika sa stanoví súčinom bodových hodnôt jednotlivých parametrov.
Zdôvodňovacia schéma EMDS je založená na poznatkovej báze, ktorá využíva fuzzy logiku, sieťovú architektúru a objektový prístup. EMDS je z technického hľadiska rozšírením ArcView resp. ArcGis (presne v zmysle chápania tohto pojmu podľa firmy ESRI), ktoré poskytuje systém objektov a metód pre procesy spracovania znalostných báz v GIS aplikáciách. Umožňuje vytvoriť katalóg údajov, vybrať záujmové územie, prehliadať geografické atribúty a vizualizovať výsledky analýz vo forme máp, tabuliek alebo grafov.

5 Výsledky

Hodnotenie použiteľnosti jednotlivých typov ťažbovo-dopravných mechanizačných prostriedkov na základe ergonomického kritérií sa vykonávalo na modelovom území OZ Kriváň. Väčšina výpočtov prebiehala v prostredí NetWeaver, ArcView a EMDS, podľa vyššie popísanej metodiky.
Výsledkami sú obrazy, mapy a tabelárny výstup. V rámci tabelizovaných výstupov uvádzam v **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** tabuľke č. 2 optimálne zastúpenie variantov TVDT z hľadiska dostupnosti, ekologických parametrov a ergonomických kritérií. Najviac zastúpený variant podľa počtu plôch, na ktorých sa dá optimálne použiť podľa ergonomických kritérií je variant Harvester – Lanovka a to na 23,02 % čo predstavuje výmeru 6314,40 ha.
Varianty s využitím strojového spiľovania (feller buncher, harvester) sa nachádzajú v optimálnych variantoch na 73,5 % plochy.
Podiel variantov s viac operačnými technológiami (harvester, forwarder, horský procesor) dosiahol 88,49 %.
Vysoký je tiež podiel plochy bez optimálneho variantu TVDT 34,47 % z počtu hodnotených JPRL. Ide väčšinou o porasty rozpracované obnovou, ktoré majú minimálnu alebo žiadnu zásobu drevnej hmoty, 91,56 % plochy porastov bez optimálneho variantu má priemernú objemovosť pod 0,1 m³, teda ide o porasty bez plánovaného ťažbového zásahu. Čiastočne ide o porasty s veľkou približovacou vzdialenosťou.
Príčiny nízkeho podielu variantov s využitím horského procesora (1,05 %) oproti ostatným lanovkovým technológiám (41,09 %) sú v tom, že pri využití horského procesora sa uvažovalo len s využitím spevnených odvozných lesných ciest bez štátnych a miestnych komunikácií. Tento nedostatok by sa dal odstrániť definovaním približovacích lesných ciest, ktoré sú prejazdné pre nákladný automobil, aj keď nie sú spevnené, poprípade sú prejazdné len za určitých podmienok (zamrznutá pôda, sucho).
Technológie s použitím animálnej sily - koní sú v optimálnych variantoch zastúpené 3,35 %.

Tab. 2 Optimálne zastúpenie variantov v TVDT

Variant TVDT	počet JPRL	podiel JPRL	Plocha (ha)	podiel plochy
var Feller buncher, Horsky procesor	6	0.08%	20.84	0.10%
var Feller buncher, Horsky procesor, Forwar.	67	0.84%	188.38	0.92%
var Feller buncher, Lanovka, Ťahač	468	5.90%	1406.94	6.89%
var Feller buncher, Lanovka, UKT	69	0.87%	201.66	0.99%
var Feller buncher, Ťahač	396	4.99%	1202.44	5.89%
var Harvester, Forwarder	1727	21.78%	5672.53	27.78%
var Harvester, Lanovka	1825	23.02%	6314.40	30.93%
var PRP, Horsky proces., Forwarder VM-OM	5	0.06%	6.17	0.03%
var PRP, Kôň P-OM	389	4.91%	399.62	1.96%
var PRP, Kôň P-PP, Ťahač PP-OM	41	0.52%	134.07	0.66%
var PRP, Kôň P-VM, Ťahač VM-OM	54	0.68%	112.95	0.55%
var PRP, Kôň P-VM, UKT VM-OM	10	0.13%	36.28	0.18%
var PRP, Lanovka, Ťahač	83	1.05%	270.50	1.32%
var PRP, lanovka, UKT VM-OM	55	0.69%	196.38	0.96%
var PRP, Ťahač	1	0.01%	0.57	0.00%
žiadny optimálny variant	2733	34.47%	4254.17	20.84%
SPOLU	7929	100.00%	20417.91	100.00%

6 Záver

Predkladaná práca ponúka možnosti využitia GIS technológií s využitím systémov pre podporu priestorového rozhodovania pre modelovanie a optimalizáciu ťažbovo-výrobných a dopravných technológií s dôrazom na ergonomické kritéria. Práca nadväzuje na práce Slančíka (2008) a Suchomela et al. (2009).

Hlavným cieľom práce bolo obohatenie vytvárajúceho sa návrhu terénnej a technologickej typizácie o ergonomické aspekty. Novú terénnu a technologickú typizáciu bolo potrebné vytvoriť z dôvodu nerešpektovania potrieb súčasne používanej klasifikácia vytvorenej Lesoprojektom. Táto klasifikácia neprihliada na ekologické aspekty, hodnotí kategórie únosnosti pôd ako ostré, neuvažuje o vplyve pôdnej vlhkosti na únosnosť a hodnotí hranice medzi kategóriami sklonov ako ostré, resp. chýba vplyv konkrétnych výrobno-technických podmienok.

Čiastkovým cieľom práce bolo určenie rizikovosti, ktoré je subjektívnym činiteľom a tak aj jeho výsledné riziko je len subjektívne. Pre väčšiu spoľahlivosť mojich výsledkov sa použil výstup zo softwarového produktu „rizika na PC“, ktorý poskytuje výsledky overené praxou.
Spracovala sa štatistická analýza pracovných úrazov v závislosti od sklonu po jednotlivých prostriedkov resp. technológiách.
Analýza a spracovanie zistených údajov prebiehala v prostredí GIS spolu s využitím systémov pre podporu priestorového rozhodovania .
Výsledkom práce je doplnenie návrhu terénnej a technologickej typizácie o ergonomickú zložku, ktorá zohľadňuje riziko vzniku úrazu pre rôzne mechanizačné prostriedky. Výstupom práce je vytvorenie optimálnych variantov ťažbovo-dopravných a výrobných technológií na modelovom území OZ Kriváň

7 Použitá literatúra

[1.] DEJMAL, J.: Metodika posuzování alternativ výrobních postupů v lesním hospodářství. Lesnictví,1980, č.9, s.769-778
[2.] IVAN, Ľ.: Riadenie výkonnosti procesov v lesnom podniku, „CD“ Financovanie 2007 Lesy - drevo, Medzinárodná vedecká konferencia, TU vo Zvolene, s.7, ISBN 978-80-228-1795-0
[3.] KUNEŠ, J., VAVROCH, O., FRANTA, V.: Základy modelování. SNTL, Praha 1989, s. 264
[4.] SINY,J., 1997: Riziká technických zariadení - manažérstvo rizika, OTA Košice: 212 s., ISBN 80 – 67783 – 0 – 7
[5.] SLANČÍK, M.: Návrh terénnej a technologickej typizácie v prostredí GIS. Dizertačná práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, 2008, s.169
[6.] SUCHOMEL, J. – LUKÁČ, D.: Návrh software pre modelovanie a optimalizáciu variantov ťažbovo-výrobných a dopravných technológií. Využitie progresívnych prostriedkov výpočtovej techniky v ťažbe a doprave dreva : Zborník referátov zo seminára. - (1994 [1995]), s. 39-47
[7.] SUCHOMEL, J. – SLANČÍK, M.: Niektoré možnosti modelovania ťažbovo dopravných procesov. Acta facultatis forestalis Zvolen Slovakia 44/2002. - s. 251-265 - Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, 2002
[8.] SUCHOMEL, J.: Modelovanie vybraných ťažbovo-výrobných a dopravných technológií. Kandidátska dizertačná práca, TU Zvolen, 1999, s.123
[9.] SUCHOMEL, J., BELANOVÁ, K., VLČKOVÁ, M., IVAN, Ľ.: Analýza pracovných úrazov v lesoch SR, š. p. TU Zvolen, 2008, ISBN 978-80-228-1979-4
[10.] SUCHOMEL, J., SLANČÍK, M., TUČEK, J., KOREŇ, M..: Optimalizácia terénnej a technologickej typizácie v prostredí GIS. TU Zvolen, 2009, ISBN 978-80-228-2056-1: 102 pp.
[11.] SUCHOMEL, J.: Analýza vybraných kritérií a metód pre modelovanie a optimalizáciu ťažbového procesu. habilitačná práca, Zvolen, 1999, s.148
[12.] TUČEK, J. – SUCHOMEL, J.: Geoinformatika v sprístupňovaní lesov a optimalizácií ťažbovo-dopravných technológií – možnosti, stav a perspektívy, Vedecké štúdie 5/2003/B. Technická univerzita vo Zvolene, 2003, s.166, ISBN 80 – 228 – 1315 - X,