

VYUŽITIE DIAĽKOVÉHO PRIESKUMU ZEME PRI ZÍSKAVANÍ ÚDAJOV O ROZSAHU KALAMÍT SPÔSOBENÝCH ABIOTICKÝMI ŠKODLIVÝMI ČINITELMI

Tomáš BUCHA, Marek TURČÁNI

1. Úvod a problematika

Škody každoročne spôsobované abiotickými škodlivými činiteľmi predstavujú významný podiel na náhodnej ťažbe (VARÍNSKY *a kol.*, 2000). Potreba urýchlene spracovať kalamitnú hmotu si vyžaduje veľmi operatívne zabezpečiť celý rad úloh. V ich rámci je zistenie rozsahu a intenzity kalamity – priestorovej lokalizácie, veľkosti postihnutej plochy a zásob úlohou lesného hospodára v prvých dňoch po vzniku kalamity. V lesníckej praxi sa pri zisťovaní rozsahu kalamít najčastejšie využívajú terestrické metódy, pochôdzka a zakreslenie kalamitísk do mapy. Alternatívou k tomuto postupu môže byť využitie údajov diaľkového prieskumu Ze-me (DPZ).

Na Slovensku sa problematikou vyžitia leteckých videozáznamov pri kvantifikácii poškodenia spôsobeného imisiami v LHC Smolník zaoberal RAČKO (1995), využitím leteckých multispektrálnych snímok pri vylíšení imisného poškodenia v oblasti Jelšava–Lubeník BOTHÁR (1993). Využitím čiernobielych snímok pre vetrových kalamitách v oblasti Nízkych Tatier a Spiša sa zaoberal ČERMÁK (1966). RAČKO *a kol.* (1996) použili infračervené letecké snímky pri zistení intenzity a rozsahu vetrových kalamít v oblasti horného Pohronia v roku 1996 a pri detekcii požiarov borovicových lesov na Záhorí. VACHULA (2000) sa zaoberal možnosťami využitia satelitných snímok SPOT pri vylíšení vetrových kalamít, taktiež v oblasti horného Pohronia. BUCHA (1999) poukázal na možnosť identifikácie poškodenia snehom, námrazou a vetrom v oblasti Malých Karpát v roku 1996 zo snímok Landsat TM. Konštatuje však, že je možné identifikovať rozsah a intenzitu poškodenia, nie však škodlivého činiteľa. RAŠI (1998) poukázal na možnosť identifikácie rozsahu záplav a možnosť ich mapovania pomocou infračervených snímok Kodak IRC 2443. Informačný systém o poškodení lesov majú na základe klasifikácie satelitných snímok Landsat TM vytvorený v Čechách (STOKLASA, 1999).

Cieľom nášho príspevku je:

- prezentovať možnosti, ktoré poskytuje DPZ v systéme získavania údajov o rozsahu kalamít a to na úrovni leteckých aj satelitných aplikácií,
- definovať predpoklady a podmienky, za ktorých je možné údaje DPZ využiť,
- na konkrétnych prípadoch dokumentovať dosiahnuté výsledky využitia údajov DPZ pri získavaní údajov o kalamitách na Slovensku.

2. Možnosti využitia údajov DPZ

Hlavným kritériom pre zvolenie prostriedkov DPZ, ktoré budú pre získavanie údajov o kalamite použité je rozsah kalamity, požadovaná operatívnosť a presnosť získania údajov a cena. Na základe týchto kritérií je možné rozhodnúť sa pre 3 základné alternatívy:




- letecký videozáznam,
- letecké snímkovanie,
- satelitné snímky.

Letecký videozáznam je najlacnejšou ale zároveň najmenej presnou metódou získania údajov o kalamiťách. Poskytne základnú vizuálnu informáciu o rozsahu kalamity a priestorovej lokalizácii kalamiťísk a je vhodný najmä pre dokumentačné účely. Nevýhodou je nižšia rozlišovacia schopnosť v porovnaní s leteckými snímkami a obmedzená možnosť ďalšieho kartografického spracovania, čo negatívne ovplyvňuje presnosť lokalizácie hraníc kalamiťísk.

Letecké snímokovanie v porovnaní s leteckým videozáznamom umožňujú meračské letecké snímky presnejšie a podrobnejšie zaznamenať stav po kalamiťách. Okrem tematického mapovania poskytujú aj možnosť fotogrametrického vyhodnotenia snímkov. Náklady na letecké snímokovanie nie sú podstatne vyššie ako na vyhotovenie leteckého videozáznamu. Spravidla však po vyhotovení snímkov nasleduje ich fotogrametrické vyhodnotenie, čo spôsobuje rast nákladov. Letecké snímokovanie sa spravidla využíva pri plošne malých a stredne veľkých kalamiťách.



Legenda :

-  Zhorené porasty
-  Ohňom ošľahané porasty
-  Nepoškodené porasty

Obr. 1. Letecká infračervená snímka z oblasti Záhoria (film Kodak IRC 2443). Príklad určenia rozsahu a intenzity požiarov v borovicových porastoch

Satelitné snímky sa doposiaľ uplatňovali pri rozsiahlych veľkoplošných kalamiťách, a v oblastiach kde nebolo možné získať predstavu o rozsahu kalamit inými metódami. Dôvodom bola menšia presnosť spôsobená predovšetkým priestorovou rozlišovacou schopnosťou obrazového prvku (pixelu). Pri komerčne najčastejšie využívaných satelitných snímkach Landsat TM a Landsat ETM je v multispektrálnej časti spektra 30×30 m, resp. v panchromatickej časti spektra 15×15 m (Landsat ETM). Pri snímkach z družice SPOT je to 20×20 m, resp. 10×10 m. Ďalšou nevýhodou týchto snímkov je interval opakovania snímania toho istého územia, ktorý je pri družici Landsat 14 dní, pri družici SPOT existuje možnosť priečneho natočenia snímačej aparatúry, čím sa umožní snímkať dané územie častejšie. Výhodou je veľkosť nasnímaného územia (označuje sa scéna), ktorá je 180×180 km pre Landsat a 60×60 km pre SPOT a prijateľná cena cca. 60 000,- Sk za 1 scénu z družice Landsat.

V septembri 1999 bola vypustená družica IKONOS. Údaje sú komerčne prístupné, pričom priestorová rozlišovacia schopnosť v panchromatickej časti spektra je 1 × 1 m a multi-spektrálnej 4 × 4 m pričom okrem viditeľnej je zahrnutá aj blízka infračervená časť spektra. Vďaka možnosti priečneho natočenia snímačej aparatury je možné snímkovať dané územie každé 2 dni a navyše je možné vytvoriť stereosnímky. Nevýhodou je, že jedna scéna pokrýva len územie 11 × 11 km a cena za jednu scénu je cca. 140 000,-Sk.

Tabuľka 1. Orientačné náklady na získanie údajov metódami DPZ

Metóda získania snímok	Náklady na snímkovanie	Cena v Sk na 1 ha	Rozlišovacia schopnosť
Letecký videozáznam (Lietadlo Z-43)	4 500,- Sk / 1 letovú hodinu	1.0	30–60 cm pri mierke 1 : 17 000
Letecké snímkovanie (Lietadlo Z-43)	4 500,- Sk / 1 letovú hodinu 2 500,- Sk vyvolanie filmu	1.5 – 2.5	20 cm pri mierke 1 : 17 000
Satelitné snímky Landsat TM	60 000,- Sk	0.02	30 × 30 m (15 × 15 m)
Satelitné snímky SPOT	100 000,- Sk	0.25	20 × 20 m (10 × 10 m)
Satelitné snímky IKONOS	140 000,- Sk	11.6	4 × 4 m (1 × 1 m)

3. Podmienky a predpoklady využitia údajov DPZ

Legislatívne podmienky

Vykonávanie leteckého snímkovania upravuje Zákon 100/1996 Z.z. o ochrane štátneho tajomstva. Ustanovenia tohto zákona možno považovať za reštrikčné, pretože povolenie realizovať letecké práce je viazané na súhlas viacerých orgánov štátnej správy a úradov, pričom je potrebné žiadosť o letecké práce podať v 2 mesačnom predstihu. To má veľmi nepriaznivý vplyv na operatívnosť, ktorú je potrebné dosiahnuť pri určení rozsahu a intenzity kalamít. Realizátor leteckého snímkovania navyše musí mať povolenie pre letecké práce v zmysle zákona 143/1998 Z.z. o civilnom letectve (letecký zákon).

V úplne opačnej polohe je využívanie satelitných snímok. Zákon neupravuje spôsob ich získavania a ani neobmedzuje ich využívanie. Paradoxne, spravidla nadnárodné konzorciá, ktorí sú vlastníkami komerčných satelitov snímkujú a predávajú svoje produkty bez obmedzenia a akejkolvek kontroly, zatiaľ čo letecké práce vykonávané domácimi firmami sú z roka na rok legislatívne viac obmedzované.

Technológie a proces spracovania údajov DPZ

Potreba rýchleho vyhotovenia a spracovania leteckých snímok si vyžaduje mať vybavenú komplexnú technologickú linku, pozostávajúcu z lietadla, meračských kamier, vyvolávacieho zariadenia, skeneru, systému pre fotogrametrické spracovanie snímok, GIS softvéru pre tematické spracovanie snímok a výstupných zariadení (farebnej tlačiarne). Jednotlivé práce je možné realizovať aj systémom objednávok u rôznych organizácií, skúsenosti však poukazujú na predlžovanie termínov prác a ich predražovanie.

4. Dosiahnuté výsledky lesníckeho výskumu v oblasti získavania údajov o rozsahu kalamít pomocou DPZ

Riešenie problematiky uplatnenia leteckých a satelitných snímok v lesníctve má na pracovisku DPZ na LVÚ Zvolen dlhú tradíciu. Od roku 1991 sa rieši s pomocou špičkového technického a softvérového vybavenia. Na základe výskumu boli navrhnuté a následne poloprevádzkovo a prevádzkovo overené metodické postupy vyhodnotenia rozsahu a intenzity vetrových kalamít, kalamít po požiaroch a imisných kalamít. Súhrnné poznatky môžeme

zhrnúť nasledovne:

- Najväčšiu operatívnosť je možné dosiahnuť pri komplexne vybavenej technologickej linke zabezpečujúcej všetky činnosti od zberu po spracovanie informácií.
- Pri kalamitách nad 5 000 ha je nutné použiť veľkoformátové meračské komory 13 × 18, resp. 23 × 23 cm.
- Na vyhodnotenie rozsahu kalamít je možné použiť letecké farebné, čiernobiele, infračervené aj multispektrálne snímky. V letnom období sa javí veľmi výhodné využitie infračervených snímok Kodak IRC 2443.
- Letecký videozáznam poskytne len základnú informáciu o rozsahu kalamít, je menej vhodný pre presnú priestorovú lokalizáciu kalamitísk.
- Satelitné snímky Landsat TM, SPOT s priestorovou rozlišovacou schopnosťou 30 × 30, resp. 20 × 20 m poskytujú len hrubú informáciu o rozsahu kalamít a neumožňujú zachytiť takzvanú vtrúsenú kalamitu.
- Satelitné snímky IKONOS s priestorovou rozlišovacou schopnosťou 1 × 1 m môžu nahradiť letecké snímky, metodicky je potrebné preveriť možnosť zaznamenania vtrúsenej kalamity.
- Pre ortorektifikáciu leteckých snímok je najvýhodnejšie získanie vlícovacích bodov z Lesoprojektu Zvolen, odboru geodézie a fotogrametrie, pri satelitných snímkach je potrebné vo väčšine prípadov pre ortorektifikáciu použiť aj digitálny model terénu.
- Pre získanie údajov o zásobách a drevinovom zložení a ich prepojení na digitálnu mapu hraníc JPRL je najvýhodnejšie využiť databázu LIC Lesoprojektu Zvolen.
- Integrácia prostriedkov DPZ a GIS je riešením pre komplexné spracovanie údajov DPZ, digitálna mapa hraníc jednotiek priestorového rozdelenia lesa je nevyhnutným predpokladom pre získanie informácie o objeme a štruktúre kalamitnej hmoty podľa porastov.
- Pre zabezpečenie operatívnosti je potrebné upraviť legislatívu, predovšetkým urýchlenie procesu povolenia leteckého snímkovania.

Výstupné informácie o kalamite, číselného aj mapového charakteru, môžu byť poskytnuté na dvoch úrovniach. Prvá úroveň predstavuje mozaiku leteckých snímok resp. kompozícia satelitných snímok so zvýraznením kalamitných plôch. To poskytne lesnému hospodárovi základnú informáciu o rozsahu a intenzite kalamity. Mozaiky snímok je možné využiť pre zefektívnenie terénneho zisťovania. Uvedené podklady je možné dodať lesnému hospodárovi do 1 až 2 týždňov od vzniku kalamity v závislosti od počasia, od ktorého závisí možnosť snímkovania a kvalita snímok.

Druhú úroveň predstavujú už spracované výsledky o kalamite, ktoré je možné poskytnúť vo forme digitálnych a analógových tematických máp kalamitísk, ďalej vo forme prehľadov, zostáv a sumárnych údajov o kalamite (kalamitná hmota a jej drevinová štruktúra, plochy kalamitísk podľa zvolených priestorových jednotiek : porast, LUC, LHC, okres, lesná oblasť, HS atď.). Časový termín poskytnutia týchto informácií lesnému hospodárovi je 1 až 2 mesiace od vzniku kalamity v závislosti od rozsahu kalamity. V porovnaní s klasickým terénnym spôsobom zisťovania údajov o kalamiťach sa využitím prostriedkov a metód DPZ dosiahne:

- Aktuálna informovanosť o poškodení porastov kalamitami, možnosť hodnotenia rozsahu a intenzity kalamity podľa zvolených priestorových jednotiek.
- Objektívnosť zistenia rozsahu a intenzity kalamity, dokumentačný materiál o kalamite.
- Zefektívnenie prác súvisiacich so zisťovaním rozsahu a intenzity kalamity, uľahčenie terénnych prác predovšetkým v zimných mesiacoch a v ťažšie prístupných terénoch.

- Zlepšenie prognózovania možného opakovania kalamít, na báze získaných časových radov, modelovania a využitia existujúcich digitálnych GIS vrstiev (drevinové zloženie, stanovištné pomery, digitálny model terénu, konfigurácia terénu).

5. Možnosti priameho využitia údajov získaných DPZ pri zlepšení opatrení na ochranu lesa po kalamitách spôsobených abiotickými činiteľmi

Prvá z vyššie uvedených úrovní (kompozícia satelitných snímok so zvýraznením kalamitných plôch) je veľmi dôležitá pre správne naformulovanie rámcového návrhu obranných opatrení, ktoré v takýchto prípadoch spracováva LOS SR. Rámcový návrh obranných opatrení pozostáva z dvoch základných častí – odhadu rizika premnoženia biotických škodcov a odhadu intenzity obranných opatrení, ktoré bude nevyhnutné použiť pri ich eliminácii, alebo aspoň znížení negatívneho pôsobenia. Pre odhad rizika premnoženia je vždy vhodné poznať najmä drevinové zloženie v poškodených porastoch a konfiguráciu terénu. A to poskytuje prvá úroveň DPZ veľmi rýchlo a súčasne pomerne presne. Rámcový odhad intenzity obranných opatrení je zasa dôležitý z hľadiska včasného zabezpečenia dostatočného množstva technických prostriedkov na ochranu lesa, ako aj pripravenia vhodných technologických postupov.

Druhá úroveň DPZ (spracované výsledky o kalamite)v kombinácii s možnosťami GIS poskytuje komfort širokého spektra dostupných dôležitých informácií, ktoré môžu následne byť použité pri cielenom návrhu opatrení, spracovanom pre každú JPRL zvlášť (pri zohľadnení prírodných podmienok, technologických možností a následného rizika premnoženia biotických škodcov). Od zavedenia tejto technológie je teda možné očakávať (okrem iného) zlepšenie rozhodovacieho procesu pri plánovaní obranných opatrení a lepšiu prevenciu pri predchádzaní premnoženia biotických škodcov.

6. Záver

Doterajšie výsledky výskumu a prevádzkového overenia výsledkov v oblasti získavania údajov o rozsahu a intenzite kalamít prostriedkami DPZ poukázali na možnosť ich efektívneho praktického využitia. Poznatky zhrnuté v príspevku majú za cieľ informovať lesnícku verejnosť o možných postupoch. V uvedenej problematike je možné očakávať ďalší rozvoj technológií súvisiaci s komerčným sprístupnením satelitných snímok s vysokou rozlišovacou schopnosťou. Prepojenie systémov DPZ, GIS na úrovni prepojenia ortorektifikovaných leteckých a satelitných snímok s digitálnou mapou hraníc JPRL a opisom porastov z databáz LIC, je cesta, ktorá umožňuje komplexne a veľmi operatívne poskytnúť podklady o veľkosti, priestorovej lokalizácii, intenzite, objeme a štruktúre kalamitnej hmoty. Lesný hospodár od úrovne lesného obvodu po úroveň podniku dostane presnú a úplnú informáciu o kalamite, na základe ktorej môže realizovať opatrenia pre jej odstránenie, ako aj preventívne opatrenia pre predchádzanie následným problémom so škodcami.

Literatúra

- BOTHÁR, I., 1993: *Klasifikácia imisnej oblasti Jelšava–Lubeník pomocou digitálnych metód*. Aplikácie DPZ v lesníctve, zborník referátov, LF TU Zvolen, 1993, s. 143–148.
- BUCHA, T. a kol., 1999: *Monitoring zdravotného stavu lesov Slovenska*. Správa z účelovej úlohy č. 1. LVÚ Zvolen, 1995, s. 19–21.
- ČERMÁK, V., 1966: *Vyhodnotenie vetrovej polomy na Slovensku v roku 1964*. Záverečná správa z výskumu U–14, VÚLH Zvolen.
- RAČKO, J. a kol., 1995: *Monitoring zdravotného stavu lesov Slovenska*. Správa z účelovej úlohy č. 1.

- LVÚ Zvolen, 1995, s. 151–156.
- RAČKO, J. a kol., 1996: *Analýza príčin vzniku vetrovej kalamity lesných porastov v oblasti Horehronia*. Záverečná správa referenčnej úlohy č. 9/97. LVÚ Zvolen, 1997, 51 s.
- RAŠI, R., 1998: *Aplikácia spektrozónálnych infračervených snímok v tematickom mapovaní*. In. Aktuálne problémy v lesníckom mapovaní. Zborník zo sympózia, TU Zvolen, s. 115–118
- RAŠI, R., 1998: *Vyhodnotenie riadenej záplavy v oblasti vodného diela Gabčíkovo*. Technická správa, LVÚ Zvolen, 6 s.
- STOKLASA, M. 1999: Internetová stránka <http://www.uhul.cz/landsat>.
- VACHALA, J., 2000: Diplomová práca. LF TU Zvolen.
- VARÍNSKY, J., BRUTOVSKÝ, D., FÍŇDO, KONÔPKA, J., KONÔPKA, B., KUNCA, A., MAŇKOVSKÁ, B., NOVOTNÝ, J., LEONTOVYČ, R., LONGAUEROVÁ, V., PAJTÍK, J., Turčáni, M., Zúbrik, M., 2000: *Výskyt škodlivých činiteľov v lesoch Slovenska za rok 1998 a ich prognóza na rok 1999*. Účelový elaborát LVÚ Zvolen, 43 s. Msc. + tabuľková príloha.

Dr. Ing. Tomáš BUCHA

Ing. Marek TURČÁNI, PhD.

*Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22
960 92 Zvolen*