

# ZDRAVOTNÝ STAV SMREČÍN ZA POSLEDNÉ ROKY, TREND JEHO VÝVOJA A PRIESTOROVÁ LOKALIZÁCIA HYNUTIA SMREČÍN

Tomáš BUCHA, Jozef PAJTIK, Rastislav RAŠI, Jozef VLADOVIČ

## Úvod a problematika

Na Slovensku je významný podiel ťažby dreva reprezentovaný náhodnými ťažbami, u ihličnatých drevín tieto predstavujú viac ako polovicu. Je to významným signálom problémov zníženej stability predovšetkým smrekových porastov zaťažených pretrvávajúcimi imisiami v ovzduší, rozvracianých vetrom a snehom a vplyvom klimatických podmienok premnožujúceho sa podkôrneho hmyzu a jeho šírenia v smrekových porastoch. Smrek vzhľadom na svoju produkciu a kvalitu je vyžadovaná, hlavnou hospodárskou drevinou využívanou v mnohých oblastiach národného hospodárstva. Rozvoj baníctva od 14. storočia viedol k rozsiahlym ťažbám a zmenám pôvodného drevinového zloženia lesov predovšetkým v oblastiach Spiša a banských miest Stredného Slovenska. Ďalším náporom na pôvodné lesy bola valašská kolonizácia v 16. storočí (STOLINA, 1985). Rozsiahle ťažby sa nevyhli ani oblasti Kysúc a Oravy, najmä v 19. storočí, keď v dôsledku rozvíjajúceho sa priemyslu na Ostravsku boli pôvodné lesy intenzívne ťažené. Veľké plochy po holoruboch sa zalesňovali takmer výlučne smrekom. Dlhoročné pestovanie zmenených smrekových kultúr a nepriaznivá imisná situácia zapríčinili, že tieto lesy sú nestabilné a trpia nepriaznivými účinkami vetra a snehu, hubovými chorobami a následne sú atakované druhotnými škodcami (SMOLEŇ, 2001). V rokoch 1990 – 1995 v období transformácie vlastníckych vzťahov došlo so zmenou vlastníctva často aj k zmene pracovných postupov v ťažbe, pestovaní a ochrane lesa s negatívnymi dopadmi v oblasti hygieny lesa, čo je tiež možné dať do súvislosti so zhoršeným zdravotným stavom smrekových porastov takmer na celom území Slovenska. Významným antropogénnym škodlivým činiteľom, ktorý od 70. rokov uplynulého storočia nepriaznivo ovplyvňuje zdravotný stav lesov je vplyv imisíí.

Cieľom príspevku je na terénnych výsledkov monitoringu a na základe údajov DPZ:

- dokumentovať vývoj zdravotného stavu smrečín prostredníctvom hodnotenia stavu koruny (defoliácie)
- dokumentovať plošné poškodenie smrečín (s využitím kozmických snímok Landsat)
- prezentovať zmeny zdravotného stavu smrekových porastov (pomocou snímok Landsat)
- poukázať na možnosti uplatenia leteckých snímok pri detailnom odvodení zmien v stave smrečín na konkrétnych lokalitách.

Veľkoplošnú aplikáciu DPZ zo satelitných snímok Landsat na celoslovenskej úrovni vykonal BUCHA (2002), keď vyklasifikoval zdravotný stav lesov SR k rokom 1990, 1996, 1998, 2000 a 2002. Okrem toho bola vykonaná klasifikácia zmien medzi rokmi 1990–1996 a 1990–2000. Systém využitia prostriedkov a metód DPZ a GIS pri klasifikácii ekologickej stability vybraných lesných spoločenstiev, vrátane overenia výsledkov a praktického uplatenia na príklade Lomnistej a Vajskovskej doliny spracoval Vladovič (2003).

## Metodika

Ako odozva na zhoršujúci sa stav lesov, vznikol v roku 1986 národný program monitoringu, od počiatku prepojený na medzinárodný program UN-ECE ICP Forests. V rámci neho LVÚ zabezpečuje zisťovanie a monitorovanie zdravotného stavu lesov na sieti trvalých monitorovacích plôch (TMP) v rozstupe 16 x 16 km na celoslovenskej úrovni, od roku 1987 na 111 a od roku 1998 na 112 TMP. Systém je zameraný na objasnenie vplyvu znečisteného

ovzdušia na lesné ekosystémy. V jeho rámci sa sledujú depozičné vstupy do lesných ekosystémov a ich dopad na drevinovú a pôdnu zložku. Systém LOS plní úlohu evidencie výskytu a intenzity pôsobenia jednotlivých škodlivých činiteľov, ako aj prognózovania ich vývoja. V jednotlivých konkrétnych prípadoch súčasne zabezpečuje návrh účinných ochranných a obranných opatrení. Základom informačnej databázy LOS sú hlásenia L 116 (získavané približne z 95 % územia). Doplnkové zdroje sú zistenia inšpektorov LOS. V oboch prípadoch ide o pozemne získané údaje obmedzeného priestorového rozsahu (pozorovania inšpektorov), alebo limitovanou presnosťou a priestorovou lokalizáciou (hlásenia L 116). Vzájomné prepojenie informácií z LOS a monitoringu zdravotného stavu lesov je veľmi aktuálne a výhodné. Jedným z možných spôsobov vzájomného prepojenia a zefektívnenia prác pri zisťovaní stavu a zmien poškodenia lesa so súčasným zachytením ich priestorového výskytu až na úrovni JPRL sú údaje z diaľkového prieskumu Zeme (DPZ). Obrazový záznam Landsat TM pozostáva zo 7 spektrálnych kanálov, z ktorých 3 sú vo viditeľnej a 4 sú v infračervenej oblasti žiarenia. Landsat ETM+ navyše zaznamenáva celú panchromatickú oblasť spektra. Na základe zaznamenaného odrazeného žiarenia je možné odvodiť informáciu o množstve zelenej biomasy (asimilačného aparátu) a informáciu o obsahu vody v asimilačných orgánoch a s tým súvisiacu kondíciu. Tieto údaje sú podkladom pre určenie zdravotného stavu lesných porastov. Pri klasifikácii zdravotného stavu ihličnatých porastov má na výsledok klasifikácie najväčší vplyv množstvo ihličia. Pri listnatých porastoch okrem množstva lístia výrazne ovplyvňujú kvantifikáciu poškodenia aj stanovištné podmienky, predovšetkým vodný režim, vysychavosť danej lokality a fenologická fáza, v ktorej sa listnatý porast nachádza. Hlavné výhody klasifikácie zdravotného stavu lesov z kozmických snímok Landsat oproti terénnemu zisťovaniu sú:

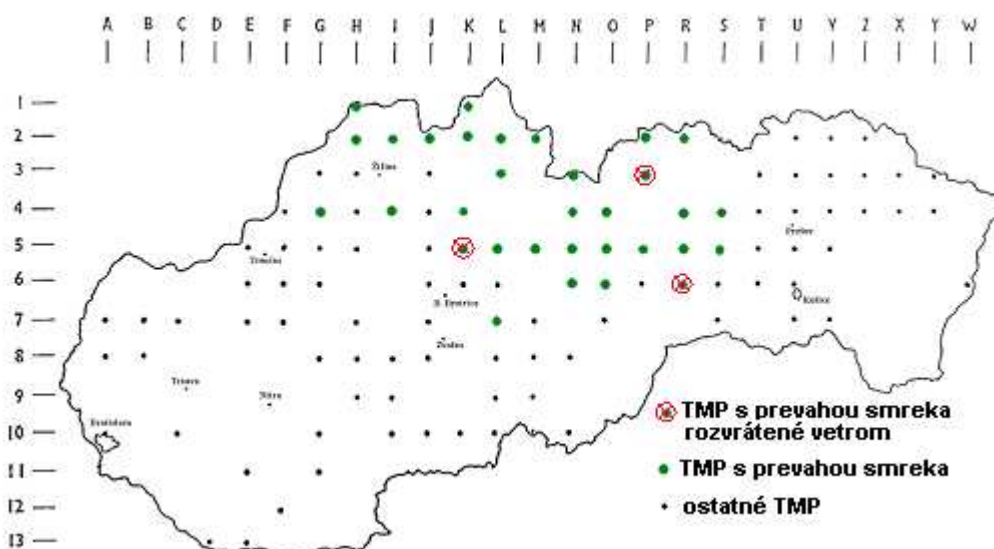
- plošná klasifikácia územia (jedna scéna zachytáva územie 180 x 180 km) pri priestorovej rozlišovacej schopnosti 30 x 30 m, 6 scén zachytáva územie celého Slovenska
- využitie ľudským okom neviditeľnej infračervenej časti spektra, výhodnej predovšetkým pre rozlíšenie zdravých a poškodených porastov (množstvo listovej biomasy a obsah vody v nej)

Metóda hodnotenia zdravotného stavu zo satelitných snímok má aj obmedzenia, v prípade záznamov Landsat vzhľadom na rozlišovaciu schopnosť klasifikáciu ovplyvňuje zápoj lesných porastov a v špecifických prípadoch odraz žiarenia podrastom resp. podložím porastu, skreslenie hodnotenia nastáva aj v prípadoch keď sa lesné porasty vyskytujú na rozhraniach lesa a bezlesia a pri líniových porastoch, napr. pozdĺž tokov a ciest. Uvedené obmedzenia možno eliminovať pri časovej analýze zmien zdravotného stavu na precízne polohovo zjednotených záznamoch, keď sa skresľujúce faktory vzájomne eliminujú a rozdiel medzi dvomi obdobiami je úmerný zmene zdravotného stavu lesného porastu.

## Výsledky

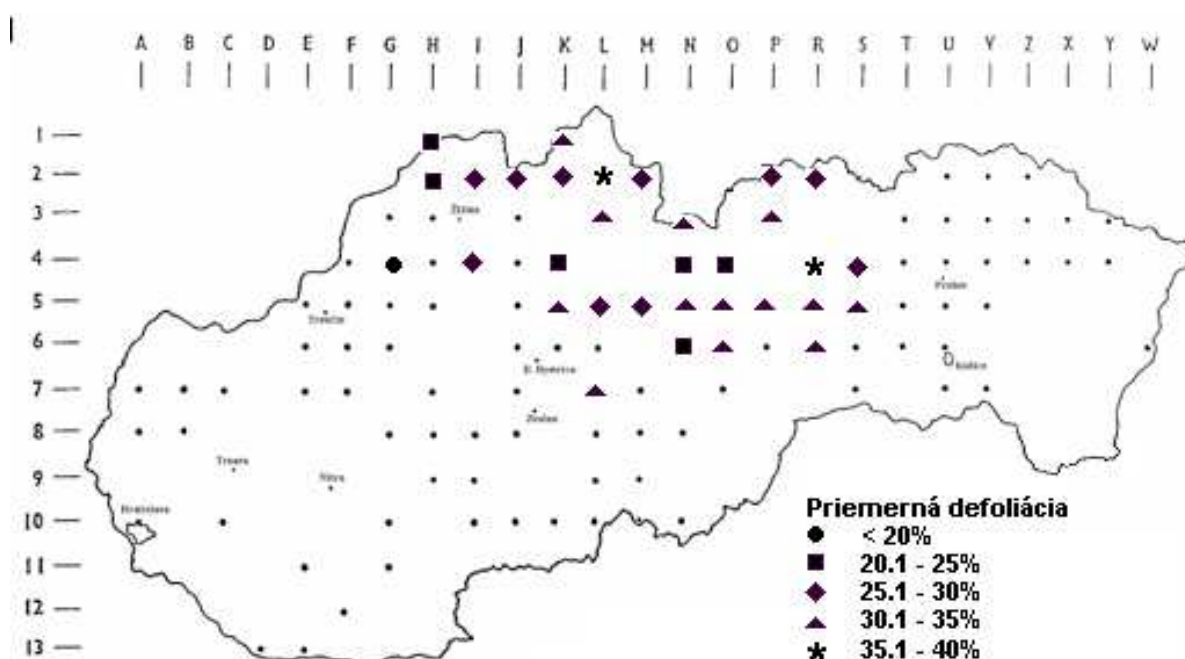
### *Vývoj defoliácie na TMP*

Drevina smrek je dominantne zastúpená na 30 plochách, t. j. takmer tretine všetkých TMP, od roku 1987 doteraz boli 3 z týchto plôch rozvrátené vetrovými kalamitami (obr. 1).



Obr. 1. Rozmiestnenie TMP v sieti 16 x 16 km, zvýraznené sú plochy s dominanciou smreka

Na obr. 2 je znázornená priemerná defoliácia na TMP s prevahou smreka za celé monitorované obdobie od roku 1987 do 2003. Defoliáciu (stratu asimilačných orgánov) považujeme za základný vizuálny symptóm a hlavný indikátor zdravotného stavu drevín. Predstavuje parameter, v ktorom sa odrážajú vnútorné i vonkajšie vplyvy faktorov ovplyvňujúce život jedinca (genetické, klimatické a stanovištné vplyvy, vplyv znečistenia ovzdušia a iné). Viacero autorov dokázalo významný vplyv defoliácie na zníženie hrúbkového prírastku a s tým súvisiace očakávané zníženie zásob a zníženie hodnotovej produkcie porastov.



Obr. 2. Priemerná defoliácia na TMP s prevahou smreka za monitorované obdobie od roku 1987 do roku 2003

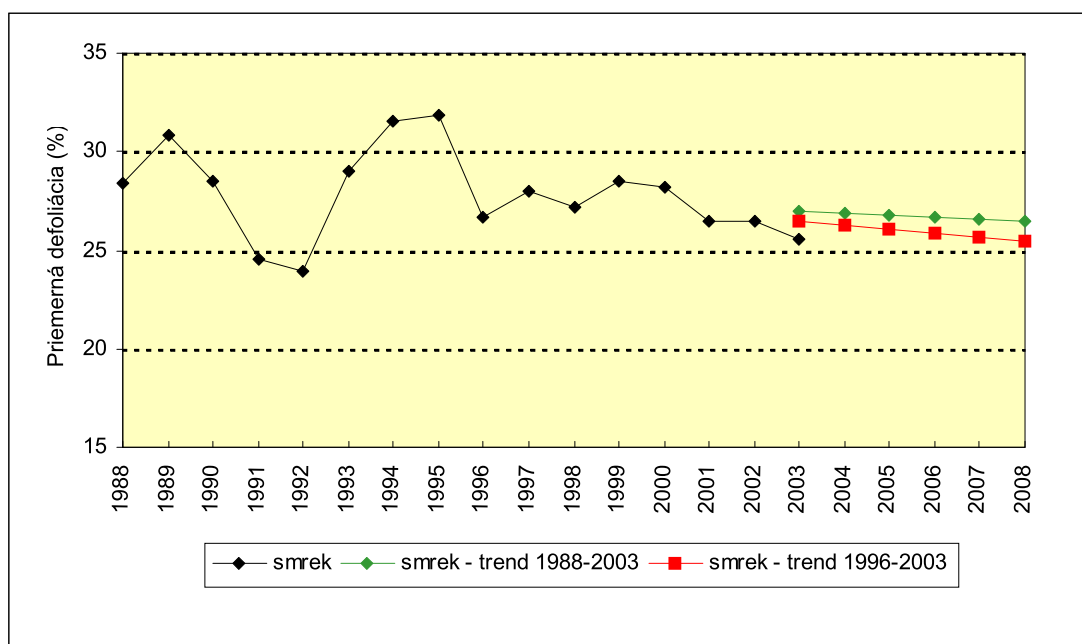
Na väčšine plôch je defoliácia väčšia ako 25 %, čo zodpovedá stredne silnému poškodeniu. Oblasti s prevahou výskytu smrekových porastov (Spiš, Vysoké a Nízke Tatry, Orava, Kysuce) patria dlhodobo k územiám s najhorším zdravotným stavom lesov na Slovensku s priemernou defoliáciou vyššou ako celoslovenský priemer, dokumentuje to tab. 1,

kde je uvedený vývoj priemernej defoliácie v jednotlivých oblastiach a na Slovensku v rokoch 1988–2003 stanovený z výsledkov terénnych zisťovaní na TMP.

Tabuľka 1. Vývoj priemernej defoliácie v jednotlivých oblastiach a na Slovensku

Oblasť \ Rok	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Kysuce	27,8	24,4	26,9	23,1	15,5	23,6	25,6	29,9	22,5	23,1	22,1	29,3	32,0	26,0	25,1	23,2
Orava	37,9	35,8	36,1	29,2	24,5	31,7	32,6	36,4	22,8	31,1	27,5	36,7	35,4	26,8	27,6	27,2
Vysoké Tatry	25,4	34,2	27,5	20,8	28,4	32,0	28,8	30,8	26,3	30,2	26,2	26,2	24,5	27,9	34,8	31,9
Nízke Tatry	30,5	33,0	32,5	23,1	25,9	28,1	32,8	28,4	27,2	26,9	27,9	25,0	22,6	23,5	28,5	27,5
Spiš	31,2	33,6	25,8	26,8	28,6	33,7	32,5	31,1	29,2	25,9	26,1	24,6	24,5	28,7	25,0	23,0
Slovensko	26,5	30,2	28,1	22,5	25,7	25,6	28,3	28,1	25,7	24,1	23,9	23,0	21,6	23,9	22,2	24,2

Z hľadiska dlhodobého vývoja dochádza k miernemu zlepšovaniu zdravotného stavu lesov. Mierne klesá priemerná defoliácia, aj percento poškodených stromov (stupeň poškodenia 2–4). Obidva ukazovatele sú však dlhodobo výrazne horšie ako európsky priemer. Vývoj priemernej defoliácie smreka na Slovensku podľa zisťovaní z TMP znázorňuje obr. 3.



Obr. 3. Vývoj priemernej defoliácie smreka na Slovensku

### Celoplošné hodnotenia zdravotného stavu z kozmických snímok Landsat

V tab. 2 sú uvedené najdôležitejšie ukazovatele zdravotného stavu – priemerná defoliácia a percento zastúpenia kategórií 5 a 6 – silne a veľmi silne poškodené porasty (stupeň poškodenia porastu 3a a 3b) odvodené z plošnej klasifikácie zo záznamov Landsat, následne rozdelené podľa lesných oblastí (VLADOVIČ, 1994). Oblasti s malou lesnatosťou sú kvôli lepšej prehľadnosti vynechané.

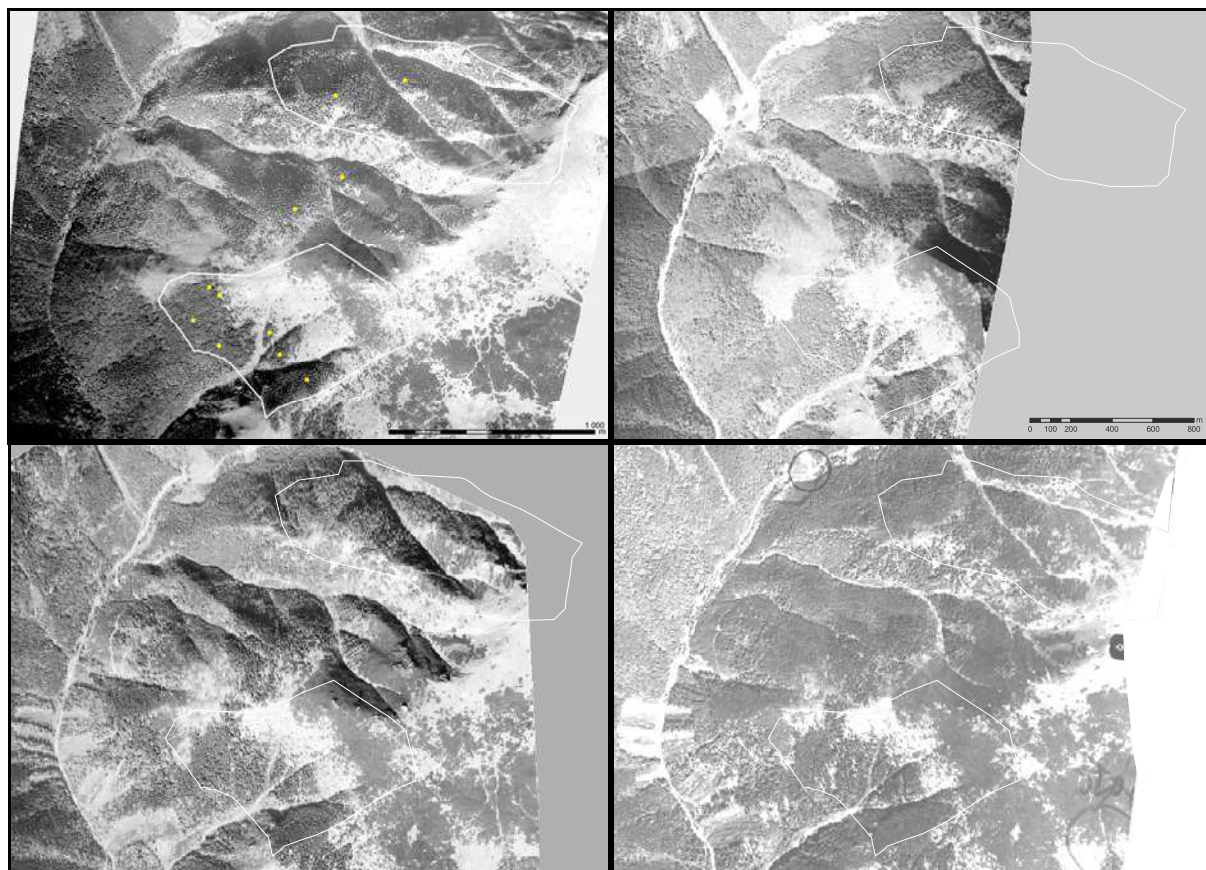
Tabuľka 2. Výsledky klasifikácie zdravotného stavu lesov zo záznamov Landsat v rokoch 1990, 1996, 2000, 2002 podľa lesných oblastí; oblasti s prevahou smreka sú tieňované

Kód a názov lesnej oblasti	Výmera lesa v ha	Les-natosť v %	Priemerná defoliácia v % (SAO) Zastúpenie silne a veľmi silne poškodených porastov v % (trieda 5 + 6)							
			1990		1996		2000		2002	
			SAO	5+6	SAO	5+6	SAO	5+6	SAO	5+6
01 Záhorská nížina, Dyjsko-moravská niva	45 221	31,3	35,2	21,9	29,3	10,5	27,0	11,3	29,9	8,8
05 Považský Inovec	30 589	73,3	26,0	7,0	23,4	1,3	20,7	4,8	23,6	2,4
07 Tribeč	34 857	73,0	26,9	7,4	21,8	1,3	19,6	4,2	22,9	1,6
09 Krupinská planina, Ostrôžky	54 511	43,1	21,4	5,2	22,0	2,0	20,8	6,1	—	—
11 Cerová vrchovina	23 255	47,3	23,1	5,6	22,9	2,0	23,7	6,8	27,1	4,8
13 Malé Karpaty	57 425	73,8	29,9	10,6	26,6	7,4	23,3	5,3	26,2	3,7
15 Biele Karpaty	38 752	54,2	23,1	4,6	23,8	1,9	21,9	6,1	21,6	1,7
18 Revúcka vrchovina, Rožňavská kotlina	59 955	52,7	24,4	5,0	23,7	1,7	20,7	5,2	22,5	2,2
19 Slovenský kras	16 280	58,9	22,3	3,6	28,3	6,5	21,6	4,6	20,9	1,2
20 Slanské vrchy, Zemplínske vrchy	43 642	77,4	16,7	0,1	25,2	3,1	21,1	3,7	13,8	1,0
21 Nízke Beskydy	179 260	40,1	18,3	0,3	27,3	4,3	24,5	6,7	16,4	2,5
22 Šarišská vrchovina, Spišskoš. medzihorie	19 297	21,9	22,8	0,9	27,1	4,5	26,1	8,4	24,1	4,2
23 Javorníky	63 798	67,2	26,7	6,2	27,2	3,8	24,7	8,6	21,5	0,9
25 Strážovské vrchy, Súľovské vrchy	81 151	74,1	25,5	6,2	25,4	2,8	22,2	5,3	19,9	1,0
27 Štiavnické vrchy, Javorie, Plieš. kotlina, Pohron. Inovec, Vtáčnik, Kremnické vrchy	145 448	62,3	21,5	3,9	22,3	1,3	20,1	4,8	19,8	1,1
28 Volovské vrchy, Čierna hora	119 577	76,5	23,4	1,8	27,5	4,8	25,0	8,9	22,4	4,0
29 Hornádska kotlina	9 714	15,7	30,7	7,4	30,1	10,1	31,8	19,6	31,4	12,5
30 Vihorlatské vrchy	32 405	87,3	14,0	0,1	27,0	4,1	22,4	3,6	14,0	1,2
31 Bukovské vrchy	33 295	79,0	13,7	0,2	26,1	4,1	21,1	4,3	—	—
32 Západné Beskydy	21 158	47,7	29,2	9,7	28,7	6,0	29,8	15,4	26,4	1,9
33 Stredné Beskydy	86 128	47,7	28,1	6,1	27,1	3,7	28,7	11,9	24,2	1,1
34 Malá Fatra, Žiar	58 975	70,6	24,2	4,1	26,4	3,6	22,8	6,5	19,3	0,6
35 Veľká Fatra, Staroh.vrchy, Chočské vrchy	82 379	76,6	23,6	4,0	26,5	3,6	26,0	8,9	—	—
37 Poľana	12 406	69,8	20,3	2,7	23,4	2,5	24,5	7,5	—	—
38 Veporské vrchy, Stolické vrchy	99 393	70,6	22,9	4,2	23,5	2,6	21,0	7,1	23,8	3,8
39 Spišsko-gemerský kras	29 913	92,4	25,4	5,5	27,7	5,6	25,3	8,3	26,3	4,9
40 Branisko	5 837	68,0	24,5	0,4	28,7	5,1	26,3	8,7	25,4	3,9
41 Východné Beskydy	34 098	62,8	21,9	1,4	26,7	3,6	24,7	7,5	18,6	1,9
42 Levočské vrchy, Bachureň, Spišská Magura, Ždiarska brázda	68 045	59,9	26,7	5,3	27,7	5,5	28,8	13,7	26,3	5,6
43 Podtatranská kotlina	27 442	19,3	30,3	8,8	28,5	4,6	28,8	13,5	30,9	8,9
45 Skorušinské vrchy, Zuberská brázda	13 248	36,7	29,2	6,1	26,6	3,7	29,0	11,4	—	—
46 Nízke Tatry, Kozie chrčty	106 741	83,1	25,9	4,0	27,7	4,2	26,5	9,2	27,2	5,0
47 Tatry	30 240	66,1	29,4	5,1	29,1	4,6	28,8	9,8	31,8	11,6
Spolu SR	1976774		24,3	5,2	25,6	3,9	24,0	7,7	22,5	3,3

Z tabuľky vyplýva, že dlhodobo nepriaznivý stav zaznamenávame práve tam, kde sú dominantne zastúpené smrekové porasty. Ide o lesné oblasti: 29 – Hornádska kotlina 32 – Západné Beskydy, 33 – Stredné Beskydy, 42 – Levočské vrchy, 43 – Podtatranská kotlina, 45 – Skorušinské vrchy a 47 – Tatry. V oblastiach 32 a 33 prevláda plošné, stredne silné poškodenie. V oblastiach 29, 39, 42, 47 a k Spišu prináležiacej oblasti 28 sa dlhodobo vyskytuje vysoké percento porastov silne až veľmi silne poškodených, čo indikuje pokračujúci rozpad predovšetkým smrekových porastov. Z porovnania medzi jednotlivými rokmi je možné sledovať pomerne výrazné rozdiely v zdravotnom stave najmä v oblastiach s prevahou listnatých drevín. Príčinou sú predovšetkým gradácie listožravého hmyzu.

#### *Uplatnenie leteckých snímok a kozmických záznamov s vysokou priestorovou rozlišovacou schopnosťou pri hodnotení stavu a vývoja smrekových porastov*

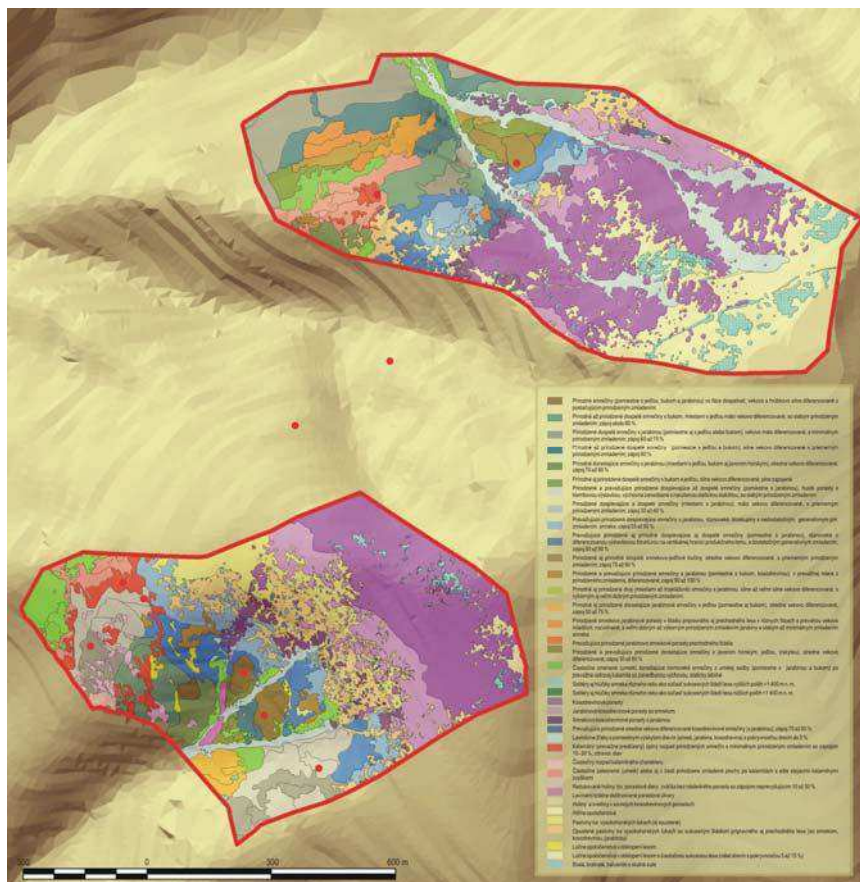
Pre účely tematického mapovania a typizácie porastových štruktúr a textúr, odvodenia tendencií a trendov vývoja lesov a prezentovanie texturálnych zmien lesných spoločenstiev možno veľmi úspešne uplatniť časové rady historických leteckých snímok a satelitné scény s vysokou priestorovou rozlišovacou schopnosťou, postup sme aplikovali pri hodnotení stavu a vývoja horských lesov s dôrazom na spoločenstvá smrekového vegetačného stupňa (VLADOVIČ, PÔBIŠ, 2002). Dôležitým východiskom v systéme je rozdeliť – stratifikovať záujmové územie na homogénnejšie jednotky, tzv. stratá, t. j. texturálne zoskupenia porastov, s prípadnou hierarchickou štruktúrou. Vyselektované TVP reprezentujú vybrané konkrétne typy porastovej štruktúry. Digitálne možno vykonať stratifikáciu metódou segmentácie obrazu s využitím softvéru eCognition, čo bolo preverené na kozmickom zázname IKONOS s priestorovým rozlíšením 1 m (BUCHA a kol., 2002).



Obr. 4. Dynamika sukcesie na hornej hranici lesa. Modelové lokality Široký úplaz a Konštiaky; Lomnistá dolina – Nízke Tatry – Ortorektifikované letecké snímky z r. 1949, 1962, 1986 a 1998 s vyznačením lokalizácie TVP na snímke z roku 1949

Časovú sériu leteckých snímok sme zabezpečili z identických lokalít v modelovom území (MÚ) Lomnístá dolina v Nízkych Tatrách z rokov 1949, 1962, 1973, 1986, 1998, viď obr. 4. Z roku 2000 sme zabezpečili kozmickú snímku IKONOS. Pomocou softvéru PhoTopoL Corr v. 6.004 a digitálneho modelu terénu sme vykonali ortorektifikáciu leteckých snímok a následnú transformáciu po častiach, čím sme tiež zabezpečili polohové zjednotenie snímok. Integráciu údajov DPZ (letecké a kozmické snímky) a tematických vrstiev z mapových podkladov a vlastného zisťovania sme vykonali v prostredí geografického informačného systému ArcInfo v. 8.1.

Pri hodnotení sme sa zamerali predovšetkým na vývoj a postupný priestorový posun otvorených exponovaných porastových okrajov klasifikovaných ako kalamitný rozpad spoločenstiev horských smrečín. V najexponovanejšej časti modelovej lokality Široký úplaz bol zistený takmer 200 m postupný posun porastového okraja bez priameho antropického ovplyvnenia za 53 rokov, v menej exponovaných častiach asi 95 m, čo deklaruje obr. 4. Najväčší odsun porastového okraja nastal v období nasledujúcom ihneď po rozsiahlej vetrovej kalamite z r. 1941–1942, kedy v r. 1948 postihla územie kalamita podkôrneho hmyzu a evidujú sa ďalšie škody spôsobené vetrom (evidencia 1939 – 1948; 1952 – 1961). Ďalej sme dokumentovali vývoj sukcesných štádií lesa na opustených pastvinách a rekonštrukciu hornej hranice lesa; vývoj lesa vo vzťahu k protilavínovej funkcii a najmä na opatrenia zamerané na prevenciu pred ich vznikom, postupy hospodársko-úpravníckeho plánovania v častiach lesa s vysokou mierou ohrozenia lavínami. Bilancia plošného podielu porastových štruktúrnych typov a prvkov (obr. 5) s pozitívnymi – progresívnymi, negatívnymi – regresívnymi a neutrálnymi – discesívnymi vývojovými tendenciami a trendmi je potom dôležitým ukazovateľom vývoja horských lesov a východisko pre klasifikáciu ich ekologickej stability a návrhy manažmentových opatrení a programov starostlivosti ochrany prírody.



Obr. 5. Mapa typov porastových štruktúr MÚ Lomnístá dolina; modelové lokality Široký úplaz, Konštiaky

## Záver

Údaje z terénneho monitoringu ako aj celoplošná klasifikácia z kozmických snímok poukazujú na to, že súčasný stav smrekových porastov je vážny. Dlhodobo pozorujeme zhoršený zdravotný stav smrečín predovšetkým v oblastiach, ktoré boli a sú vystavené pôsobeniu imisií. Za významný faktor, ktorý podmieňuje hynutie smrečín sa pokladá aj antropogénne rozšírenie smreka na stanovištia, ktoré pôvodne patrili listnatým alebo zmiešaným porastom a s tým súvisiaci vznik nepôvodných smrekových monokultúr so zníženou ekologickou stabilitou. Východiskom pre návrh opatrení a starostlivosti o smrekové lesné ekosystémy je návrh vhodného systému klasifikácie ich ekologickej stability. Priestorový výskyt, mozaikovitosť, veľkosť, početnosť a plošné usporiadanie typov a prvkov porastových štruktúr sú kľúčové parametre posudzované v tomto systéme. Z tohto hľadiska je dôležitý výskyt tzv. destabilizujúcich rizikových a kritických typov porastových štruktúr z hľadiska ich podielu na destabilizácii územia a ich možné celkové negatívne funkčné účinky. Sú to najmä štrukturálne typy kalamitného rozpadu lesných spoločenstiev; predčasne odumierajúce a odumreté časti porastov; čiastočne zalesnené alebo aj z časti prirodzene zmladené plochy po kalamitách s ešte stojacimi kalamitnými zvyškami; väčšie tzv. redukované holiny – porastové diery bez následného porastu; lavínózne polia a lavínami deštruované porastové útvary. Destabilizujúcimi prvkami môžu byť aj rôzne typy holín aj nelesných plôch. Pri hodnotení smrekových ekosystémov je potrebné vychádzať zo širších krajinnno-ekologických prístupov, rešpektujúc základné princípy biologickej diverzity, ekologickej stability a trvalo-udržateľného rozvoja.

## Literatúra

- BUCHA, T. a kol., 2002: Národný kooperatívny program monitorovania a vyhodnotenia vplyvu znečisteného ovzdušia na lesné ekosystémy. ZS VTP 2729, LVÚ Zvolen, 180 s.
- SMOLEŇ, O., 2001: Praktické skúsenosti s problematikou žltnutia smreka na OZ Čadca. In: VARÍNSKY, J. (Ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2001. Konferencia LOS. 10-11.4. 2001, Banská Štiavnica, s. 36 – 41.
- STOLINA, M., 1985: Vývoj náuky o ochrane lesa od dôb bývalého Uhorska po dnešok. VPA 3/1985, VŠLD Zvolen, 71 s.
- VLADOVIČ, J. a kol., 1994: Lesné oblasti Slovenska. Lesoprojekt, 500 s.
- VLADOVIČ, J., PÔBIŠ, I., 2002: Hodnotenie stavu a vývoja horských lesov. In: MORAVČÍK, M. a kol.: Hospodárska úprava horských lesov z hľadiska ekologizácie lesného hospodárstva. Záverečná správa ČVTP 2730–06, LVÚ : Zvolen: s. 29–33, 96–140.
- VLADOVIČ, J., 2003: Oblastné východiská a princípy hodnotenia drevinového zloženia lesov a ekologickej stability lesov Slovenska. Lesnícke štúdie 57/2003, Bratislava : Príroda, 160 s.

**Dr. Ing. Tomáš BUCHA**

**Ing. Jozef PAJTIK**

**Ing. Rastislav RAŠI, PhD.**

**Ing. Jozef VLADOVIČ, PhD.**

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

*e-mail: bucha@fris.sk; pajtik@fris.sk; rasi@fris.sk; vladovic@fris.sk*