

## INTERPRETACE PANCHROMATICKÝCH LETECKÝCH MĚŘICKÝCH SNÍMKŮ PŘI SLEDOVÁNÍ DYNAMIKY ZMĚN LESNÍHO POROSTU

### ÚVOD

Intenzivní využívání krajiny v posledních desetiletích má za následek zvýšení dynamiky změn strukturografické mozaiky krajinného systému. Studium dynamiky těchto změn v čase a prostoru a vzájemných příčinných souvislostí patří mezi hlavní úlohy krajinně-ekologického (geoekologického) výzkumu. Jedním ze zdrojů dat jsou panchromatické letecké měřické snímky (LMS) z různých časových horizontů, které v době svého vzniku slouží jako podklad při tvorbě a aktualizaci mapových děl. Rutinními fotogrammetrickými metodami jsou ze snímků zjišťovány informace o poloze, rozměru a tvaru sledovaných objektů a důraz je kladen především na věrné geometrické zobrazení do mapových podkladů. Při krajinně-ekologické analýze dat dálkového snímání nás vedle vzájemných prostorových vztahů sledovaných krajinných složek a prvků zajímá jejich stav, který je vyjádřen spektrální charakteristikou snímaných objektů a je tedy důležitá radiometrická přesnost, t.j. schopnost správně registrovat množství odraženého nebo emitovaného záření.

Panchromatické LMS obsahují informaci pouze z viditelné oblasti elektromagnetického záření, jsou však cenné pro svoji historickou hodnotu a informace, které z nich lze získat jednoduchými interpretačními metodami, jsou na kvalitativně vyšším stupni ve srovnání např. s mapovými podklady stejného časového horizontu. Důležitou roli hraje otázka subjektivního činitele, kvality a dostupnosti těchto snímků ve vhodném měřítku.

Příspěvek si klade za cíl informovat o způsobu využití panchromatických LMS při sledování dynamiky změn vybraných tříd lesního porostu.

---

\* Vladimír Brůna, Ústav krajinné ekologie ČSAV, Na sádkách 702, 37005 České Budějovice.

## MATERIÁL A METODA

### Modelové území

Modelové území "Medvědí skála" se rozkládá cca 3 km jiho-západním směrem od středu městečka Nová Ves v Krušných horách, leží ve výškovém rozpětí od 780 m.n.m. do 924 m.n.m. (vrchol Medvědí skály) a jeho rozloha je 529 ha. Území leží při hlavní rozvodnici krušnohorské soustavy a jeho dominantní část tvoří hřeben spojující vrchol Medvědí skály a Liščího vrchu probíhající od jihu na sever.

Celá oblast je dlouhodobě zatížena dávkami celoročně převyšujícími 0,25 mg SO<sub>2</sub> m<sup>-3</sup>. Podle dlouhodobých měření jsou zde koncentrace nápadně vysoké, např.: již v roce 1967 byla průměrná koncentrace SO<sub>2</sub> 0.22 mg m<sup>-3</sup> (J. Munzar, 1970)<sup>1</sup>. V současné době je v modelové oblasti dokončen úplný rozpad původního smrkového porostu, který je z části nahrazován novou výsadbou a náletovými dřevinami, především břízou a jeřábem. Většinu ploch zaujímají holiny různého stáří s různou mírou zalesnění a to i často bez vegetačního krytu vůbec nebo zcela odumřelé smrkové porosty. V minulých letech měla východní strana hřebene důležitou vodohospodářskou funkci jako zásobník vody pro blízké okolí, nyní je akumulace schopnost vlivem odlesnění snížena na minimum a v bezsrážkovém období je voda do oblasti dovážena.

### Panchromatické letecké měřické snímky

Primárním zdrojem dat byly kontaktní kopie pozitivů na transparentní a neprůhledné podložce. Z velkého množství snímků z různých časových horizontů byly vybrány tři sady snímků, u kterých se nejvíce shodovaly následující parametry: měřítko, kvilta a termín snímkování:

- měř.: 1:11 700, termín snímkování: 25.5.1959;
- měř.: 1:14 000, termín snímkování: 24.5.1969;
- měř.: 1:19 700, termín snímkování: 11.5.1975.

Pro zvýšení objektivitu interpretace se transparentní pozitivní kopie zpracovaly metodou VFD I. stupně (filtrace detailů - zvýšení hranové ostrosti) na fototechnický film ORWO FO5 a výsledkem byly negativní transparentní kopie se zvýšenou hranovou ostroší. Z těchto negativů se zhotovila z každého časového horizontu fotomozaika v měřítku cca 1:5 000 pro další zvýšení kvality interpretace.

### Interpretace

Vlastní interpretace byla provedena na obkreslovacím přístroji KARTOFLEX (Zeiss, Jena), v němž je možno založit současně dva snímky, v našem případě transparentní pozitiv a negativ téhož záběru. Prvním krokem bylo provedení topografické korekce, t.j. superpozice obou snímků a mapového podkladu ve stejném měřítku 1:5 000. V druhé fázi se prováděla vizuální interpretace snímků se současným zákresem klasifikačních tříd do interpretačního schématu. Výběr klasifikačních tříd, resp. objektů a jevů interpretovaných na snímcích, byl vzhledem k charakteru modelové oblasti (původně převládající smrkový porost) zaměřen na vnitřní skladbu

<sup>1</sup> J. Menzar, Větné poměry mostecké pánve ve vztahu k znečištění ovzduší. Studia geographica 14, GgU ČSAV, Bmo, 1970.

porostu, jeho prostorové uspořádání a byl hodnocen podle textury zobrazení a fototónu. Protože se jednalo o prvotní klasifikaci, bez použití dalších dat, nebylo zohledňováno stáří a druh porostu, které jsou v různých vývojových fázích vyjádřeny různou texturou zobrazení a různým fototónem na snímku.

**Vybrané klasifikační třídy a jejich charakteristiky:**

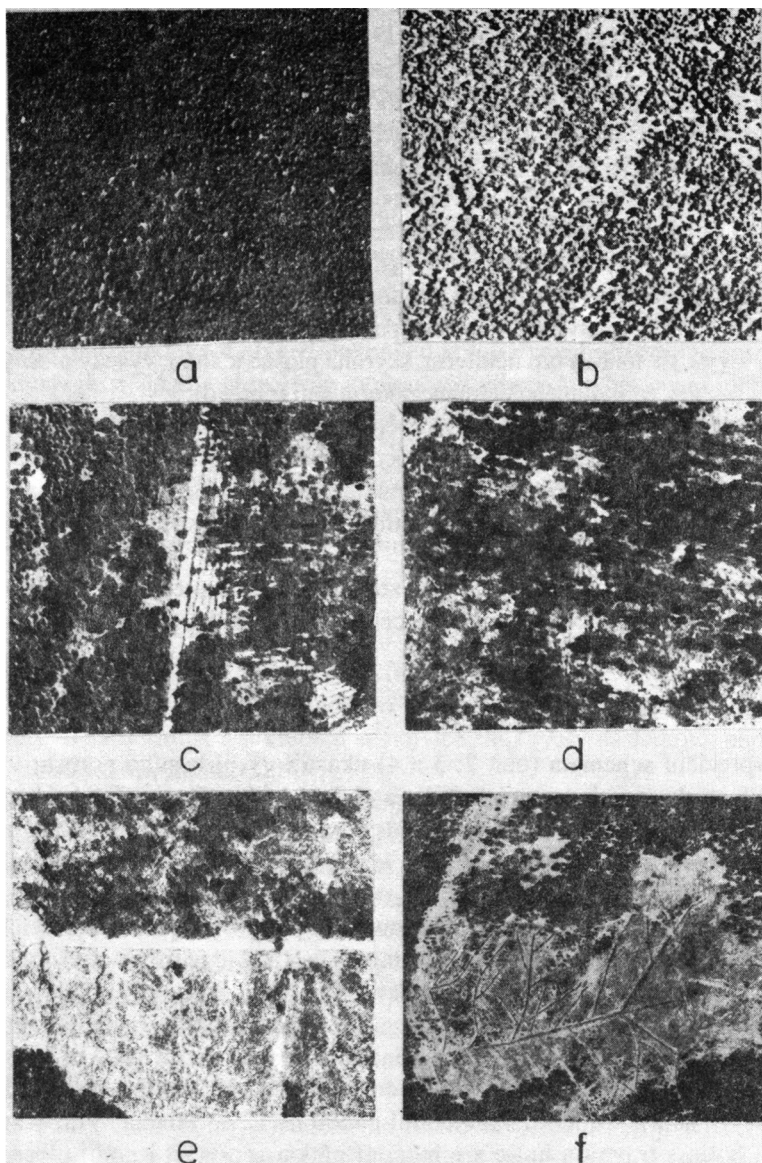
- zapojený porost** - jemnozrná textura zobrazení, nízká tónová proměnlivost, monotónní šedě, bylinné patro neprosvítá mezi korunami (obr. 1a);
- uvolněný porost** - zvýšená tónová proměnlivost, drobnozrná textura, malé prosvítání bylinného patra (obr. 1b);
- proředěný porost** - vysoká tónová proměnlivost, drobnozrná textura, zvýšené prosvítání bylinného patra (obr. 1c);
- ředina** - vysoká tónová proměnlivost, skvrnitá plošná textura, vysoký plošný podíl bylinného patra mezi korunami (obr. 1d);
- holina s minerální půdou** - světlý až světlešedý tón, výrazný podíl erozních ploch a rýh tvořících vlásečnicovou texturu (obr. 1e);
- odvodňovací kanály** - tvoří výraznou strukturu stromovitého tvaru, kterou vyplňují holiny s bylinným patrem v šedém tónu s jemnozrnou texturou zobrazení (obr. 1f).

Vedle klasifikovaných tříd byla ze snímků interpretována síť komunikací (asfaltové cesty, zpevněné a pomocné cesty), zemědělská plocha, rybník, ad. viz. interpretační schemata obr. 2, 3 a 4.

## Výsledky

Interpretační schemata (obr. 2, 3 a 4) ukazují vývoj lesního porostu v hlavních kategoriích struktury (sledovaných tříd) za období 16 let. Zezcela zřetelně se projevuje ústup původních zapojených porostů, přes pozvolné uvolnění a proředění porostu až po úplný rozpad a nástup holin, ať již s vegetačním krytem nebo minerální půdou z větší části ohrožené plošnou erozí.

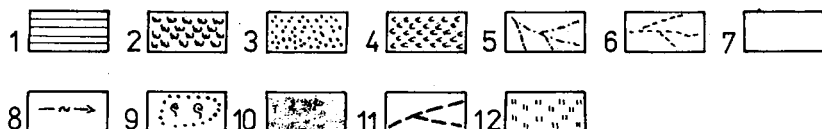
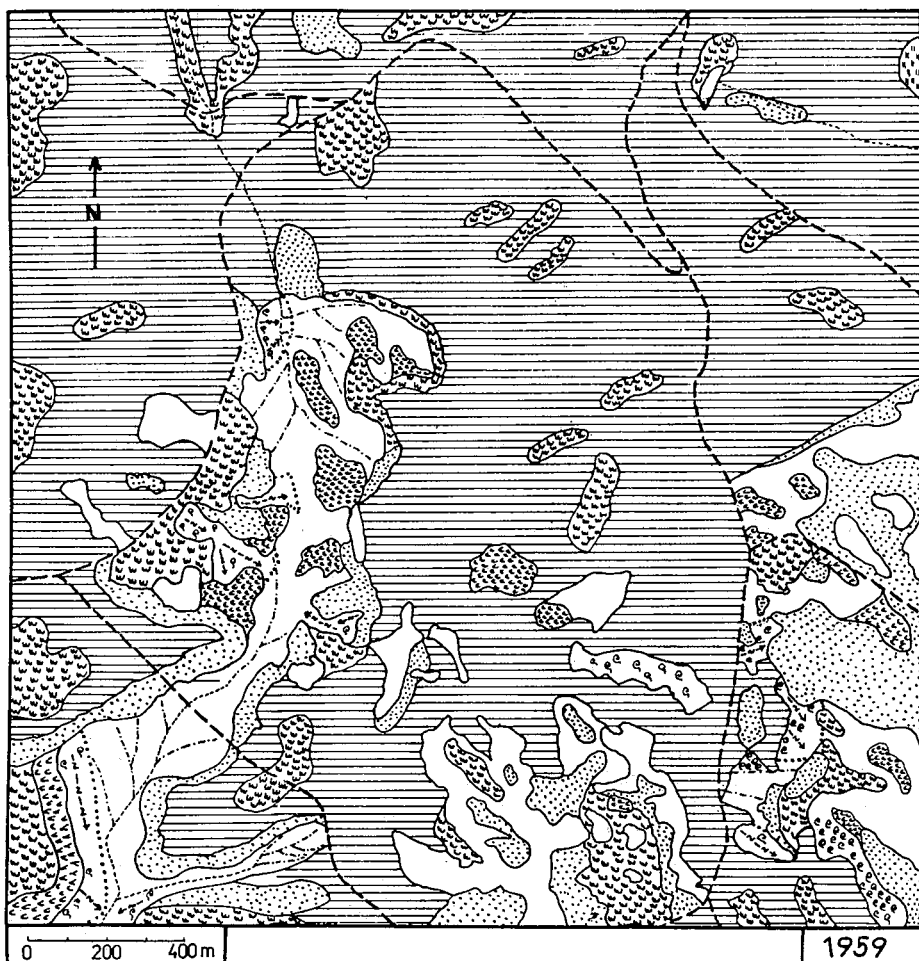
Statistické hodnocení plošného zastoupení bylo provedeno ve čtvercích o ploše 1 ha podle klasifikačních tříd. Vývoj jednotlivých tříd je patrný z obrázku č. 5, který ukazuje, že zatímco v roce 1959 byl podíl zapojeného porostu 55%, činil tento podíl v roce 1969 pouze 34% a v roce 1975 pouze 5%. Vývoj holin lze hodnotit takto. V roce 1959 bylo 12% holin s travou a 4% s minerální půdou, v roce 1969 to bylo již 21% holin s travou a 8% holin s minerální půdou a v roce 1975 holiny s travou zaujímaly 27% a zvýšil se i podíl holin s minerální půdou na 12%. Vlivem výrazného zvýšení procenta holin s travou a holin s minerální půdou se zvýšil i podíl plošné eroze v místech o větší sklonu terénu.



Obr. 1. Vybrané klasifikační třídy. a — zapojený porost, b — uvolněný porost, c — proředený porost, d — ředlina, e — holina s minerální půdou, f — odvodňovací kanály

Ryc. 1. Wzorce klasyfikacyjne, stopień zwarcia w drzewostanie: a — pełny, b — rozluźniony, c — przyrywany, d — luźny, e — powierzchnie z odsłoniętą glebą, f — kanały odwadniające

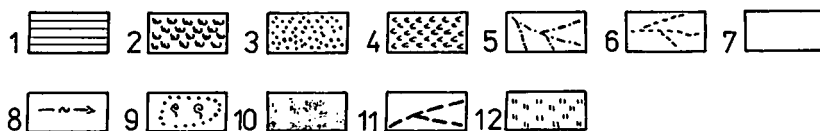
Fig. 1. Classification keys: degree of forest canopy closure: a — full, b — untightend, c — thinned, d — loose, e — areas with bare soil, f — draining ditches



Obr. 2. Modelové území Medvědí skála. 1 — zapojený porost, 2 — uvolněný porost, 3 — proředený porost, 4 — ředina, 5 — odvodňovací kanály, 6 — potok, 7 — holina s travou, 8 — erozní rýhy, 9 — plošná eroze (minerální půda), 10 — rybník, 11 — cesty, 12 — pole

Ryc. 2. Obszar modelowy Niedźwiedzia Skała. 1 — drzewostan pełny, 2 — drzewostan rozluźniony, 3 — drzewostan przerywany, 4 — drzewostan luźny, 5 — kanały odwadniające, 6 — potok, 7 — powierzchnie porośnięte trawą, 8 — rynny erozyjne, 9 — erozja powierzchniowa, 10 — staw, 11 — drogi, 12 — pola

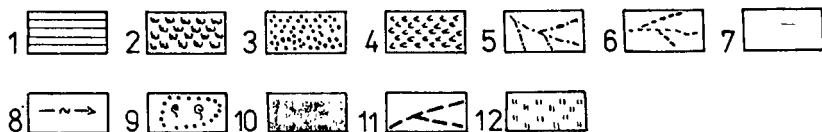
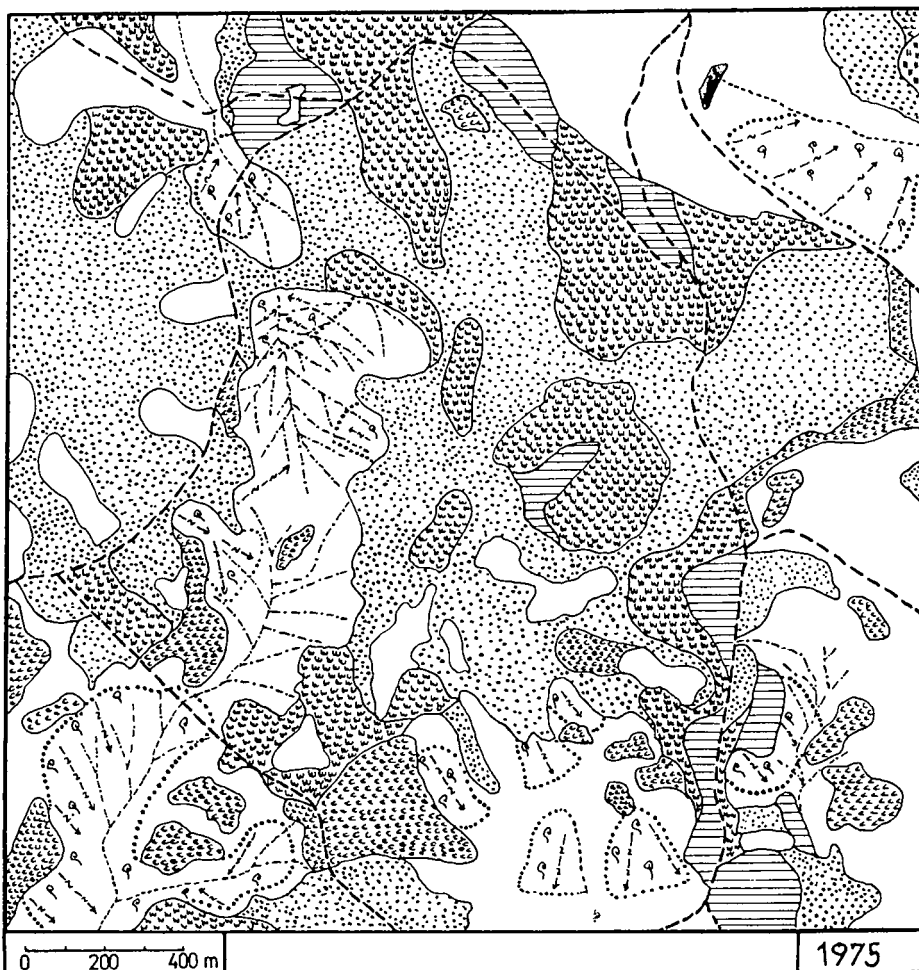
Fig. 2. Test area Medvědí skála. Degree of forest canopy closure: 1 — full, 2 — untightend, 3 — thinned, 4 — loose, 5 — draining ditches, 6 — torrent, 7 — areas covered with grass, 8 — erosion gullies, 9 — surface erosion, 10 — pond, 11 — roads, 12 — fields



Obr. 3. Modelové území Medvědí skála. 1 — zapojený porost, 2 — uvolněný porost, 3 — proředený porost, 4 — ředina, 5 — odvodňovací kanály, 6 — potok, 7 — holina s travou, 8 — erozní rýhy,

Ryc. 3. Obszar modelowy Niedźwiedzia Skala. 1 — drzewostan pełny, 2 — drzewostan rozluźniony, 3 — drzewostan przerywany, 4 — drzewostan luźny, 5 — kanały odwadniające, 6 — potok, 7 — powierzchnie porośnięte trawą, 8 — rynny erozyjne, 9 — erozja powierzchniowa, 10 — staw, 11 — drogi, 12 — pola

Fig. 3. Test area Medvědí skála. Degree of forest canopy closure: 1 — full, 2 — untightend, 3 — thinned, 4 — loose, 5 — draining ditches, 6 — torrent, 7 — areas covered with grass, 8 — erosion gullies, 9 — surface erosion, 10 — pond, 11 — roads, 12 — fields



Obr. 4. Modelové území Medvědí skála. 1 — zapojený porost, 2 — uvolněný porost, 3 — proředěný porost, 4 — ředina, 5 — odvodňovací kanály, 6 — potok, 7 — holina s travou, 8 — erozní rýhy, 9 — plošná eroze (minerální půda), 10 — rybník, 11 — cesty, 12 — pole

Ryc. 4. Obszar modelowy Niedźwiedzia Skała. 1 — drzewostan pełny, 2 — drzewostan rozluźniony, 3 — drzewostan przerywany, 4 — drzewostan luźny, 5 — kanały odwadniające, 6 — potok, 7 — powierzchnie porośnięte trawą, 8 — rynny erozyjne, 9 — erozja powierzchniowa, 10 — staw, 11 — drogi, 12 — pola

Fig. 4. Test area Medvědí skála. Degree of forest canopy closure: 1 — full, 2 — untightened, 3 — thinned, 4 — loose, 5 — draining ditches, 6 — torrent, 7 — areas covered with grass, 8 — erosion gullies, 9 — surface erosion, 10 — pond, 11 — roads, 12 — fields

Vývoj jednotlivých struktur v plošném zastoupení (ha)  
 Powierzchniowy rozwój wyróżnionych klas pokrycia terenu ( w ha)  
 Development of areas of the distinguished land cover classes (in ha)

	1959	1969	1975
Zapojený porost Peľny Full	293	182	27
Uvolněný porost Rozluźniony Untightend	64	89	86
Proředěný porost Przerywany Thinned	59	79	161
Ředina Luźny Loose	27	27	45
Holina s travou Powierzchnie trawiaste Areas with covered grass	62	110	144
Min. půda (plošná eroze) Erozja powierzchniowa Surface erosion	22	40	64
Ostatní (rybník + pole) Pozostale (staw + pola) Others (pond + fields)	2	2	2

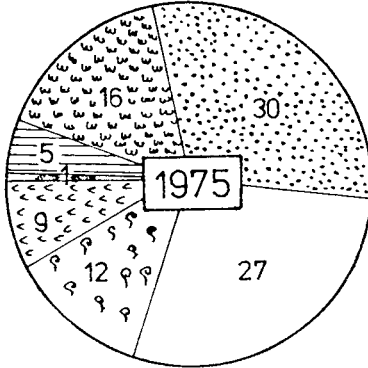
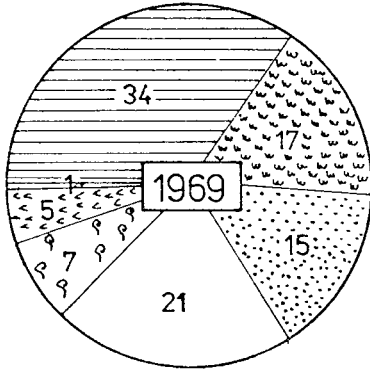
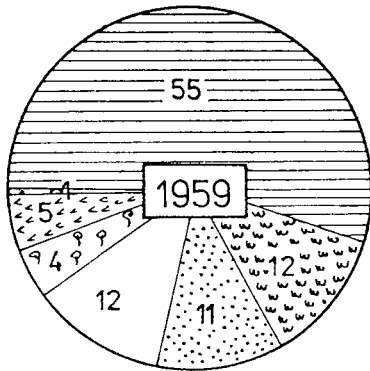
## Diskuse

Dosažené výsledky ukázaly oprávněnost využívání panchromatických LMS při studiu dynamiky plošných změn vybraných tříd lesního porostu. Snímky splňují požadavky prvotního hodnocení a studia strukturografie krajinného systému, založené na geometrických principech a zahrnujících v sobě aspekty struktury, t.j. konfiguraci, morfologii

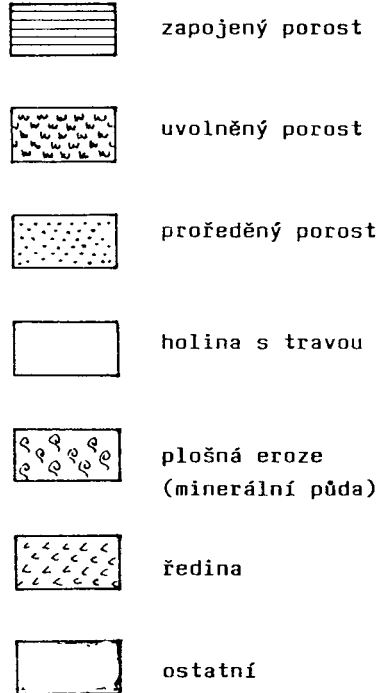
Srovnáním interpretačních schemat z jednotlivých časových horizontů lze vedle statistického hodnocení plošných změn sledovaných struktur např. lokalizovat místa na kterých se změny začaly projevovat nejdříve a s využitím dalších dat (pozemní průzkum, tematické mapy, LHP, atd.) vlastní interpretaci a hodnocení zpřesňovat. Jedná se například o určování vzájemné závislosti mezi dynamikou změn struktur, expozicí reliéfu, druhem a stářím porostu, antropogenním zatížením území. Na základě této analýzy lze vyhledávat místa potenciálního ohrožení erozí, možností operativnosti při postupech dalšího zalesňování, vytváření lesotechnických opatření a řadu dalších optimalizačních opatření v území. Problematika optimalizace hospodaření v krajině se již bezprostředně týká oblasti krajinné ekologie, kde se nelze spokojit pouze se zjišťováním změn krajinné struktury v čase a prostoru, ale je nutno hledat a studovat příčiny těchto změn, důsledky dosavadního vývoje a cesty vedoucí k nápravě.

Při hlubší geoekologické analýze za současného využití dat dálkového snímání se v současné době nevystačí pouze s panchromatickým materiálem, ale je nutno základnu těchto dat rozšířit o další měřítkové úrovně, velikost detekované spektrální





Obr.5 Modelové území Medvědí skála, schema zastoupení interpretovaných tříd v letech 1959, 1969 a 1975 ( v % )



Ryc. 5. Obszar modelowy Niedźwiedzia Skala. Schemat zmian w powierzchni zajmowanej przez wyróżnione klasy pokrycia terenu w latach 1959, 1969 i 1975 (w %). 1 — drzewostan pełny, 2 — drzewostan rozluźniony, 3 — drzewostan przerywany, 4 — powierzchnie trawiaste, 5 — erozja powierzchniowa, 6 — drzewostan luźny, 7 — pozostałe

Fig. 5. Test area Medvědí skála. Changes of areas, covered by particular land cover classes in 1959, 1969 and 1975 (%). 1 — full stand, 2 — untightend stand, 3 — thinned stand, 4 — grasslands, 5 — surface erosion, 6 — loose stand, 7 — others

škály a účinné využití výpočetní techniky (obrazová analýza). O nutnosti solidní verifikace dat dálkového snímání není třeba hovořit, proto jsou důležitá data z ostatních zdrojů: digitální modely reliéfu, pozemní měření a šetření, odběry a analýzy vzorků, tématické mapy, data z oblasti klimatologie, lesnictví, zemědělství atd.

## ZÁVĚR

Použití panchromatických LMS pro hodnocení dynamických stádií lesního porostu se ukázalo jako vhodné i přes některá omezení:

- v měřítkové úrovni LMS je hodnocení limitováno počtem časových horizontů a množstvím snímků, z toho plyne vysoká zpracovatelská kapacita podle velikosti hodnoceného území;
- kvalita LMS není vždy na odpovídající úrovni;
- důležitá je role subjektivního činitele;
- absence vhodného přístrojového vybavení.

I přes tato omezení by měli panchromatické LMS tvořit základní výchozí materiál při většině geoekologických analýz, za současného použití dalších druhů dat dálkového snímání, neboť jejich informační potenciál lze jen velice těžko nahradit.

VLADIMIR BRŮNA

## **ZASTOSOWANIE SERII PANCHROMATYCZNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH DO ŚLEDZENIA ZMIAN W POWIERZCHNI LASOW**

### **Streszczenie**

Analiza struktury krajobrazu i śledzenie zmian w nim zachodzących stanowi jedno z najważniejszych zadań ekologii krajobrazu. Wśród wielu dostępnych technik teledetekcyjnych, do badań zmian powierzchni lasu wybrano panchromatyczne zdjęcia lotnicze wykonane w różnych latach: 1959, 1969 i 1975. Interpretacja tych materiałów pozwoliła na wykonanie aktualnych map oraz zarejestrowanie zmian w strukturze powierzchni leśnych.

VLADIMIR BRŮNA

## **INTERPRETATION PANCHROMATIC AERIAL PHOTOGRAMS FOR MONITORING OF DYNAMIC OF FOREST CHANGE**

### **Summary**

Study of dynamics of changes of landscape system structure is one the principal tasks in landscape ecology (geoecological) research. Within the wide choice of utilized data a great importance is given to panchromatic aerial photograms (AP) from different time levels, from which information on the dynamics of the changes of the landscape structures under study are drawn by use of multitemporal classification. In the test area situated in the immission tritory of the Ore Mountains a method of visual interpretation of panchromatic AP from 1959, 1969 and 1975 was employed and changes in areal representation of selected forest structures troughout that time were recorded..

*translated by Z. Zeman*