

Československá akademie věd

Ústav krajinné ekologie

České Budějovice

Autoreferát disertační práce

Ústav krajinné ekologie ČSAV

České Budějovice

Ing. Vladimír Brůna

METODICKÉ PROBLÉMY VYUŽITELNOSTI DAT DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU  
ZEMĚ K VÝZKUMU GEDEKOLOGICKÉ FUNKCE STRUKTUR KRAJINNÝCH  
SYSTÉMŮ

Číslo vědního oboru: ,ekologie

Autoreferát disertace k získání vědecké hodnosti  
kandidáta biologických věd

Most, srpen 1990

Disertace byla vypracována v rámci interní vědecké aspirantury v Ústavu krajinné ekologie ČSAV v Českých Budějovicích v návaznosti na dílčí úkol SPZV VI-5-3/02.

Uchazeč: Ing. Vladimír Brůna  
Ústav krajinné ekologie ČSAV  
České Budějovice

Školitel: Ing. Jan Vaněk, CSc.  
Ústav krajinné ekologie ČSAV  
České Budějovice

Pomocný školitel: Ing. Stanislav Saic, CSc.  
Ústav teorie informace a automatizace ČSAV Praha

Oponenti: Prof. Dr. Eberhard Pelz, Technische Universität Dresden  
RNDr. Ladislav Plánka, CSc., GgÚ ČSAV Brno  
Ing. Jan Kolář, CSc., FSv ČVUT Praha

Stanovisko k disertaci vypracovalo oddělení geoekologie  
ÚKE ČSAV v Českých Budějovicích.

Autoreferát byl rozeslán dne .....

Obhajoba disertace se koná dne ..... před komisí  
pro obhajoby kandidátských prací v oboru ekologie při  
ÚKE ČSAV v Českých Budějovicích, Na sádkách 7, Č. Budějovice  
v hod.

S disertací je možno se seznámit v knihovně ÚKE ČSAV, Na  
sádkách 7, Č. Budějovice.

Předseda komise pro obhajoby  
kandidátských prací v oboru  
ekologie

### Úvod a přehled současného stavu řešené problematiky

Využití metod dálkového průzkumu Země (DPZ) se v současné době stává nedílnou součástí většiny vědních disciplin zabývajících se krajinou, resp. krajinným prostorem. Existující datová základna, která je využívána při hledání odpovědí na problémové okruhy otázek v krajinně-ekologickém výzkumu, je tímto zdrojem dat rozšiřována jak kvantitativně, tak i kvalitativně.

Data DPZ umožňují v propojenosti s ostatními datovými soubory studium krajinného prostoru extrapolovat z bodů do plochy, podávají celoplošné informace ve známém časovém okamžiku a měřítku, zobrazují krajinný prostor z jiné úrovně pohledu.

Z dostupných prací naší i zahraniční odborné literatury žádná přímo neřeší otázky aplikace dat DPZ v krajinné ekologii (geoeologii), některé práce pouze okrajově informují o existenci této metody a naznačují směry možného využití (Naveh, Lieberman, 1984, Risser, 1987, Antrop, 1984). Soustřeďují se na několik příkladů využití těchto dat při sledování struktury krajiny a detekci změn v krajině. Stručně popisují způsob klasifikace při analýze vegetace a dynamiky vegetačního krytu. V práci (Forman, Godron, 1986), která má význam v teorii a metodologii krajinné ekologie, je pouhá zmínka o použití infračervené fotografie.

Příčinu absencí prací tohoto druhu je třeba hledat v postavení krajinně-ekologického výzkumu ve vědě, který je vysoce interdisciplinární a je možné konstatovat, že práce s ostatních oborů studujících krajinný prostor (geografie, klimatologie, hydrologie, ad.) jsou určitou formou k tomuto výzkumu orientovány.

Příkladem je autor vzniku a primárního pojetí ekologie krajiny, C. TROLL (1939), který v souvislosti s vědeckým vyhodnocováním leteckých snímků konstatoval, "...Velké možnosti, které se nabízejí leteckou fotografií jsou dány tím, že ze vzduchu může člověk přehlédnout větší prostor než terestrickým pozorováním a že tento prostor vidí z kolmé perspektivy, odpovídající přírodně-prostorovému členění zemského povrchu"...

Zdrojem poznatků pro aplikaci dat DPZ v krajinné ekologii by měla být především geografie, kde byly již uskutečněny první kroky využívání těchto dat. Např.: tvorba a aktualizace map využití krajiny (land use) pomocí dat DPZ (Feránc, Ořáhel, 1988, Anderson et al., 1976), detekce změn a dynamika využití krajiny (Jensen, 1981, Krönert, 1985).

Vedle geografických směrů je datová základna DPZ využívána např.: v geologii, geofyzice, pedologii, hydrologii, geobotanice, klimatologii a v praktických aplikacích lesní hospodářství, zemědělství apod.. Podstatný přehled literatury dotýkající se jmenovaných oborů uvádí (Brúna, 1988).

S uvedeného přehledu je možné konstatovat, že existují všechny předpoklady k aplikaci dat DPZ v krajinné ekologii a podmínkou zůstává připravenost teoreticko-metodologického aparátu tak, aby tyto data byla účelně a efektivně využívána.

#### Cíle disertace

Stanovení základních teoretických východisek aplikace dat DPZ v krajinně-ekologickém výzkumu na základě zhodnocení současného stavu teorie a metodologie krajinné ekologie a stavu metod DPZ lze považovat za hlavní úkol disertace. Dílčí cíle práce vyplynuly z postupného uskutečňování jednotlivých kroků řešení a lze je v podstatě rozdělit následovně:

1. Specifikovat, jaké pojetí (přístup) krajinně-ekologického výzkumu je pokládán za optimálně použitelný pro uvedenou problematiku.
2. Na základě zhodnocení stavu teoreticko-metodologické základny krajinné ekologie vypracovat teoretická východiska aplikace dat DPZ.
3. Z dostupných dat DPZ vypracovat metodu sledování časoprostorových změn vybraných charakteristik lesního ekosystému ve vztahu k reliéfu modelového území.
4. Zhodnotit výpovědní schopnost dostupných materiálů z modelového území ve vztahu k jejich aplikaci v krajinně-ekologickém výzkumu.

### Materiál a metody

Řešení problematiky aplikace dat DPZ v krajinně-ekologickém výzkumu předpokládalo definování (stanovení) základního okruhu otázek na než se hledá odpověď. Při detailnějším pohledu na teoreticko-metodologický aparát krajinné ekologie se ukázala jeho určitá nepřipravenost na nový zdroj dat a proto jsem na základě existující a dostupné literatury se pokusil stanovit základní problémové okruhy.

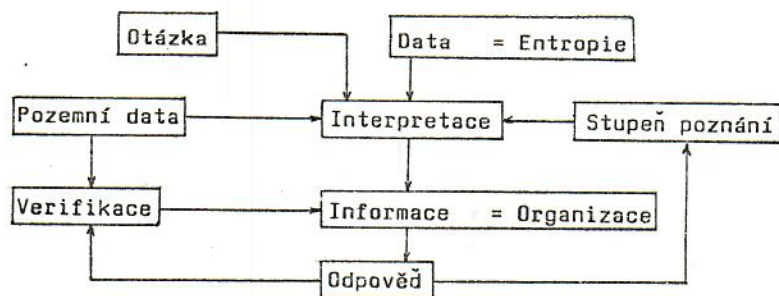
Ve stručnosti jsem zpracoval pojetí pojmů ekologie a krajina, jejichž spojením vznikl pojem krajinná ekologie. Definice pojmu krajinná ekologie je mnoho, liší se i v pojetí a přístupech. V zásadě převládá pojetí průniku geografie a ekologie (Mičian, 1984). C. TROLL, (1939) označuje krajinou ekologii jako dílčí geografickou disciplínu, v níž jsou do popředí stavěny funkční jevy geosystémů.

Z výčtu různých pohledů na pojetí krajinné ekologie lze konstatovat, že krajina vykazuje tři základní charakteristiky: struktura-funkce-změna (Kovář, 1987, Forman, Godron, 1986, Risser et al., 1984) a krajinná ekologie je definována jako studium struktury, funkce a změny (resp. dynamiky změn) v heterogenních územních oblastech složených ze vzájemně se ovlivňujících ekosystémů.

Studium výše popsaných charakteristik krajiny tvoří jednu ze základů krajinně-ekologického výzkumu z níž se odvíjejí další problémové okruhy a otázky týkající se např.: krajinné heterogenity, měřítka, hierarchie krajinného systému, dynamiky změn krajinného systému v čase a prostoru (Forman, 1988).

Přístup citovaný základními charakteristikami krajiny a s nimi související problémové okruhy se jeví jako optimální pro řešení aplikace dat DPZ u vybraných krajinně-ekologických otázek. A byl preferován při rozpracování teoretických východisek aplikace dat DPZ v krajinné ekologii.

Úvodní část práce uzavírá hodnocení současného stavu metod DPZ a způsoby získávání informací z jejich datové základny. Blíže jsem se věnoval metodě analogové interpretace, která se používá při analýze obsahu fotografických snímků a obrazových záznamů (Kol.a,1990). V procesu analogové interpretace je snaha postupovat od stavu desorganizace u neinterpretovaného záznamu k organizovanému stavu, vyjádřenému množstvím využitelné informace odvozené ze snímků (Obr. 1).

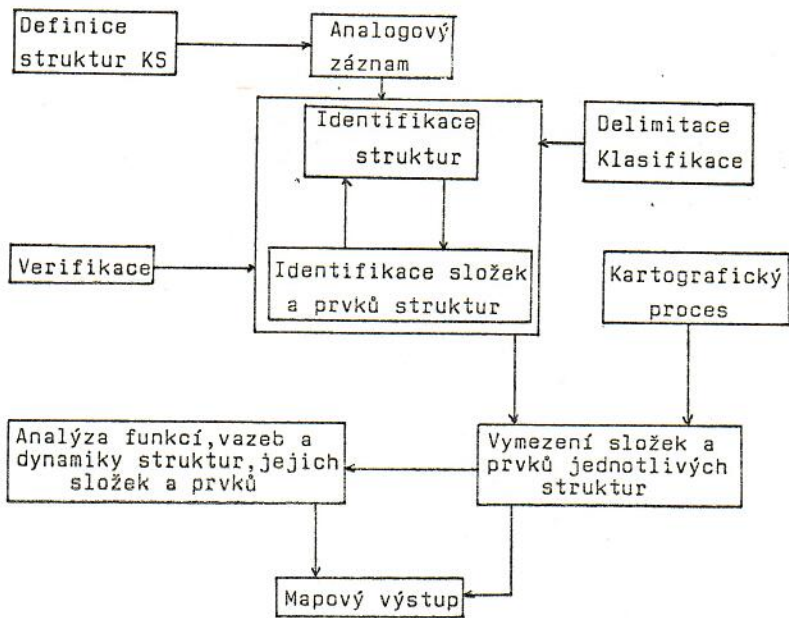


Obr. 1

Zmíněné tři základní charakteristiky krajiny tvořily základ při rozpracování teoretických východisek aplikace dat DPZ. Při detekci struktury krajinného systému jsem vycházel z geografického přístupu (Feranec, Ořahel, 1984), který jsem orientoval krajinně-ekologicky (Obr. 2).

Datové soubory s různou prostorovou (měřítkovou) rozlišovací schopností úzce souvisí s přístupovými hierarchickými rovinami (Allen, Starr, 1982) a mají zpětnou vazbu na řešený krajinně-ekologický problém.

Detekce funkce a dynamiky změn struktury krajinného systému metodami DPZ, resp. daty DPZ, je druhým krokem po detekci prostorového uspořádání struktury krajiny. Pro zjišťování změn jsem použil metodu multitemporální klasifikace, jež se provádí analýzou časových řad záznamů a při níž musí být splněny podmínky vzájemného srovnání, sjednocení měřítek a topografie zkoumaného území, zvolený časový interval snímání, apod. Analýza údajů z více časových horizontů poskytuje informace o probíhajících změnách, jejich dynamice, kvalitě a kvantitě sledovaných objektů a jevů v krajině v čase a prostoru (Feranec, Kolář, 1990).



Obr. 2

Z teoretického rozboru jsem vypracoval návrh schematu řešení aplikace dat DPZ v krajině ekologické.

Praktickou aplikaci dat DPZ při řešení vybraného krajinně-ekologického problému představují v modelovém území Medvědí skála v oblasti Krušných hor, ve kterém byly již některé problémy pomocí dat DPZ studovány.

Modelovou oblast jsem nejprve charakterizoval a to z hlediska: topografie, geomorfologie, klimatu, geologie, pedologie, hydrologie, geobiocenologie a antropogenního zatížení. Byla vyhotovena také pozemní fotografická dokumentace a další způsoby pozemního šetření (mapování), vč. vypracování map orientace, sklonitosti terénu, digitální model terénu, atd. Praktické příklady využití dat DPZ byly limitovány existencí datového souboru, který obsahoval:



- a) panchromatické letecké měřičské snímky, které byly hlavním zdrojem informací při studiu dynamiky změn struktury modelového území. Snímky byly z několika časových horizontů a tedy splňovaly základní předpoklad pro aplikaci multitemporální klasifikace. Jejich analogovou interpretací, jejímž výsledkem byly interpretační schemata a spojením s dalšími podpůrnými daty se hledaly odpovědi na následující otázky:
- i) jakou funkci má relief ve vztahu k dynamice změn vybraných strukturních tříd lesa?
  - ii) jakým způsobem lze využít získané informace o dynamice změn lesa v procesu obnovy lesního porostu v oblasti silně zatížené imisemi?
- b) letecké multispektrální snímky z jednoho časového horizontu,
- c) snímky získané leteckým průzkumem při použití dvou nosičů (vrtulník, motorový větroň Vivat).
- d) digitální data byla zastoupena jednou scénou družice Landsat MSS.

U datových souborů b)-d) byly studovány jejich výpovědní schopnosti a informační potenciál, vč. možného využití při řešení vybraných krajinně-ekologických otázek.

U souborů b) a c) jsem provedl pouze vizuální interpretaci barevné syntézy (multispektrální snímky) a zvětšení jednotlivých scén. U družicového záznamu byla provedena klasifikace na systému Pericolor 2 000 (ÚTIA ČSAV) a výsledek je pouze jako příklad možného zpracování těchto dat.

#### Výsledky práce s uvedením nových poznatků

1. Konkretizovat, jaký krajinně-ekologický směr preferovat, příp., který je optimální, mám na mysli např. metodu LANDEP, metodu geoekologického oddělení ÚKE ČSAV, koncepci Agroprojektu Brno, ad. a to jsou pouze metody u nás, je velmi obtížné, neboť každý z přístupů je specifický a má své charakteristické rysy. Ve své podstatě však jednotlivé přístupy (vč. zahraničních) vycházejí z obecné charakteristiky krajiny, jak ji definovali (Forman, Godron, 1986) : struktura-funkce-změna.

Z těchto tří charakteristik jsem vycházel i při obecném stanovení problémových okruhů aplikace dat DPZ v krajinně-ekologickém výzkumu spočívající v (upraveno podle Tollingera, 1988):

- i) poznání aktuálního stavu krajiny na základě vybraných struktur krajinného systému, v určitém, topograficky lokalizovaném, uspořádání základních strukturních prvků (stavebních kamenů) krajinného prostoru v čase a prostoru, tedy detekce vzájemných prostorových vztahů mezi krajinnými složkami a prvky - strukturografie,
- ii) určení změn dynamiky strukturografické mozaiky krajinného prostoru v čase a prostoru,
- iii) na základě znalosti o probíhajících změnách jednotlivých vybraných struktur krajinného prostoru studovat a dávat do vzájemných souvislostí vztahy těchto struktur, zjišťovat funkční podstatu jejich složek a prvků.

2. Na základě zpracovaných teoretických východisek aplikace dat DPZ jsem navrhnul následující schéma řešení aplikace dat DPZ v krajinně-ekologickém výzkumu.

#### ETAPA 0.

- A. Definice a zadání, metodická problematika, shromáždění dostupných datových souborů, projekt snímování, pozemní šetření, apod.
- B. Konfrontace výsledků se zadáním.

#### ETAPA I.

- C. Výzkumné práce při analytickém zjišťování současného geoekologického stavu zkoumaného území.
- D. Syntéza I., dílčí výstup pro uživatele, současný stav území (jeho složek a prvků), metody zjišťování a geoekologického hodnocení.

#### ETAPA II.

- E. Výzkum ekologicky optimální struktury území (složek a prvků) a využití z hlediska potřeb společnosti.
  - a) stav území před devastujícím vlivem (struktura území),
  - b) stav území v průběhu působení devastujícího vlivu (dynamika změn struktury a funkce krajiny),

- c) stav území po odeznění devastujícího vlivu, předpoklady pro dosažení geoeologicky optimálního stavu území a racionálního využití jeho zdrojů v souladu se stabilitou krajinného systému,

Výstup pro uživatele:

- x) návrh struktury území maximálně odolávající devastujícímu vlivu,  
xx) návrh struktury a způsobu využití území v průběhu devastujícího vlivu vedoucí k jeho omezení a k dosažení optimálního stavu po odeznění,  
xxx) návrh struktury území a jeho využití po odeznění devastujícího vlivu,  
xxxx) metody kontroly činnosti člověka v území a důsledků vyvolaných touto činností.

3. Praktický příklad využití metody analogové interpretace leteckých měřičských snímků při studiu dynamiky změn vybraných struktur lesního porostu ukázal přednosti těchto materiálů, které poskytují data sice ne příliš kvalitní, ale za to historicky velmi hodnotná. Pomocí jednoduchého přístroje na analogovou interpretaci (Kartoflex) jsem vypracoval interpretační schéma studovaného území ze tří časových horizontů (1959, 1969 a 1975) a ze snímků jsem interpretoval 6 vybraných tříd klasifikace: zapojený porost, uvolněný porost, proředěný porost, ředina, holina s minerální půdou a odvodňovací kanály. Srovnáním tří interpretačních schémat jsem stanovil vývoj lesního porostu v hlavních kategoriích sledovaných tříd za období 16-ti let. Zcela zřetelně se projevuje ústup původních zapojených porostů ke kalamitním holinám. Vývoj jednotlivých tříd v plošném zastoupení ukazuje následující tabulka (ha):

	1959	1969	1975
zapojený porost	293	182	27
uvolněný porost	64	89	86
proředěný porost	59	79	161
ředina	27	27	45
holina s travou	62	110	144
min.půda (plošná eroze)	22	40	64
ostatní (rybník+pole)	2	2	2

Využití panchromatických leteckých měřičských snímků při studiu dynamiky změn v ploše vybraných tříd lesního porostu se ukázalo jako přínosné pro další hodnocení sledovaného území.

Samotná metoda analogové interpretace je při použití obkreslovače snímků velmi jednoduchá, ale je jedinou cestou k získání potřebných informací. Ani využití systémů digitálních nedává předpoklady pro získání objektivních informací, neboť kvalita primárních dat je nízká. Další omezení je v měřítkové úrovni, která je zpravidla od 1:10 000 do 1:40 000, interpretace je limitována počtem snímků odpovídajících velikosti území, určitou roli hraje i subjektivní pohled při interpretačním procesu.

I přes tato omezení lze konstatovat, že využívání těchto materiálů by mělo být samozřejmostí při většině krajinně-ekologických úloh.

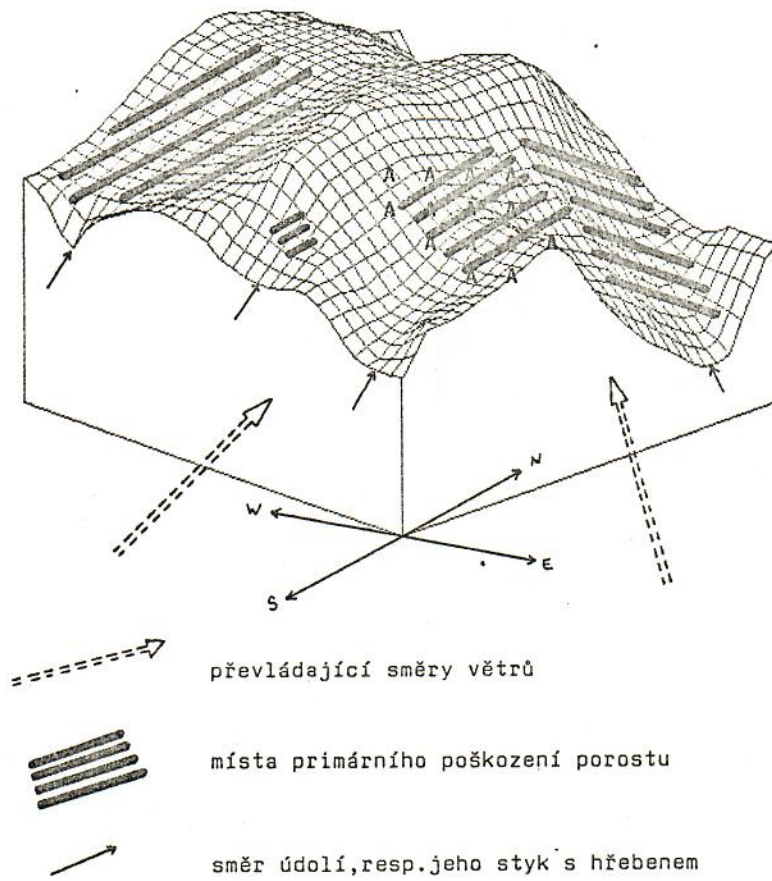
4. Výsledky analogové interpretace (interpretační schemata) a statistické hodnoty jsem použil při hledání odpovědi na otázku:

Jakou funkci má relief ve vztahu k dynamice změn vybraných strukturních tříd lesa?

Srovnáním interpretačních schemat jsem lokalizoval místa prvotního poškození a celkového odumírání lesního porostu a ukázalo se, že poškození se začalo nejdříve projevovat v sedlech podél hlavního hřebene. Tedy v závěrech strmých údolí, které odvádějí potoky z hřebene hor. Prvotní poškození narušilo celkovou stabilitu porostu a v současné době je celé území takřka holé.

Získané výsledky potvrzují hypotézu, že údolí představují kanály, jimiž jsou emitované látky vháněny do pohoří, takže nejintenzivnější kontakt těchto látek je právě na výstupu údolí na hřeben. V poškození porostu hrají roli i další faktory, ale faktor tvaru reliéfu považují za podstatný. Jeho funkce není v tomto případě zanedbatelná, neboť patří mezi hlavní činitele distribuce emitovaných látek a spolu

s klimatickými podmínkami limituje plošné působení imisí. Pro názornost lokalizace míst primárního poškození jsem použil jeden ze způsobů možného využití digitálního modelu terénu, prostorové zobrazení v axonometrickém pohledu. Na obr.3 jsou znázorněny místa primárního poškození, převládající směry větrů a výchozy údolí směrem k hřebenu.



Obr. 3

5. Dosažené výsledky je možno využít v praxi lesního hospodářství a to především v procesu obnovy porostu. Lokalizace míst primárního poškození porostu je důležitá z hlediska obnovy těchto ploch, neboť na těchto plochách lze očekávat stále silný vliv imisí, kterému nejsou vysazované porosty, především jehličnany, schopny odolávat. Tento předpoklad byl potvrzen přímo v modelovém území, kde na ploše označené na obr. 3 jako A, byl vysázen porost borovice a vyjma okrajových ploch celý tento porost odumřel. Vliv na to měly pravděpodobně i další faktory, ale ukázalo se, že v místech mimo dosah údolí porost prosperuje.

Na základě lokalizace míst prvotního poškození lze navrhnout jednoduché opatření, které zahrnuje osázení těchto ploch nenáročnými dřevinami (bříza, jeřáb, apod), příp. vytvoření protierozních opatření a podle prognózy emisí v oblasti stanovit časový horizont výsadby náhradního porostu. Tedy v době, kdy území nebude již pod tak silnou imisní zátěží. Předpokládá to však úplně změnit systém plánování opětovného zalesňování kalamitních holin.

6. Výsledkem zpracování leteckých multispektrálních snímků jsou dvě barevné syntézy vybraných scén, které jsou jako příklad možného využití těchto materiálů. Na syntézách jsem pouze vizuálně interpretoval základní třídy ve sledovaném území a použitý způsob tvorby barevné syntézy (4 a 6 kanál) umožnil s dostatečnou přesností tyto třídy interpretovat. Klasifikoval jsem plochy se zvýšenou vlhkostí, holiny s vegetačním krytem, holiny s plochami minerální půdy, listnatý porost (nová výsadba i původní), jehličnatý porost, vodní plochu, odvodňovací kanály, plochy připravené k nové výsadbě, atp. Při této interpretaci existuje měřítkové omezení a vliv subjektivního pohledu lze s úspěchem snížit pozemním průzkumem, příp. srovnáním s jinými snímky či daty.

Pro doplnění řady snímků z území jsem vyhodnocoval snímky velkého měřítka (1:2 000 a nižší), které poskytují detailní pohled a jejich použití je především u speciálních úloh na malých plochách (geobotanika). Pro krajinně-ekologický výzkum zůstává otázka zda je nutný a využitelný takto podrobný detail.

Z důvodů doplnění škály dat DPZ byly na ukázkou zpracovány metodou řízené klasifikace družicová data Landsat MSS. Pomocí trénovacích množin bylo vybráno celkem pět klasifikačních tříd: voda-holina+louka-minerální půda-jehličnatý les-listnatý les.

Základní otázkou byla verifikace získaných výsledků, především popsání neklasifikovaných ploch. Pomocí hrubého srovnání s leteckými snímky středního měřítko bylo zjištěno, že neklasifikovány jsou většinou druhově rozmanité plochy, které použitý typ klasifikace nerozlišuje. Jedná se zejména o plochy výsypek povrchových lomů různého stáří a typu, dále o přechodné fáze mezi přírodní krajinou a devastovanými plochami, v okolí modelového území byly neklasifikovány pouze některé kalamitní holiny. Při detailním studiu v modelovém území bylo zjištěno, že i rozmanité plochy byly zařazeny do jedné třídy.

Jednalo se však pouze o prvotní klasifikaci a dosažený výsledek je použitelný pro hrubý přehled rozdělení klasifikovaných tříd. Lze předpokládat, že při použití dat s vyšší rozlišovací schopností a nasazením jiných způsobů klasifikace, je možné dojít k objektivnějším výsledkům.

U všech zpracování dat je nutné zdůraznit důležitou roli verifikace dosažených výsledků.

#### Konkrétní závěry pro realizaci ve společenské praxi a pro další rozvoj vědní disciplíny

Výsledky práce ukázaly oprávněnost využití dat DPZ v krajinně-ekologickém výzkumu, je však nutná větší vzájemná propojenost mezi jednotlivými obory, které participují ve společném výzkumu a to především v jeho teoreticko-metodologické fázi. Je tedy nutné definování základních otázek a dílčích problémových okruhů, dále je zde podmínka existence datové základny z několika měřítkových úrovní, časových horizontů, v různém tvaru, v neposlední řadě je to i vzájemná spolupráce dílčích profesí a soustředění výzkumu ve společných modelových územích.

Aplikace dat DPZ do praxe zatím stále není na té úrovni, na které by měla být a je ve světě, což potvrdila i poslední konference o dálkovém průzkumu Země a jeho využití v národním hospodářství. Sféra uživatelů není na tento druh dat připravena a nejsou pro to vytvořeny ani potřebné podmínky. Spojení výzkumu s praxí je malé a většina výsledků končí po oponentování "ve stole".

Pro aplikaci by měla uživatelská sféra splnit tyto podmínky:

- vytvořit stimuly nutící k hledání nových cest k vyšší efektivnosti hospodářské činnosti,
- nutnost přesně formulovat otázku a stanovit formu odpovědi,
- zajištění organizačních a finančních předpokladů pro využívání poznatků a informací z datové základny DPZ.

Pro snažší praktické aplikování výsledků by měla výzkumná sféra své výsledky více prezentovat publikační činností, formou seminářů a v neposlední řadě sama hledat cesty jak své výsledky prakticky aplikovat. Je zřejmé, že to bude přínosem jak pro praxi, tak i pro samotný výzkum.

Současný vývoj ve společnosti dává předpoklady pro vytvoření větší vazby výzkumu a praxe.



Přehled nejdůležitější literatury

- Allen, T.F.H., Starr, T.B., 1982: Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity. University of Chicago Press, Chicago.
- Anderson, J.R., et al., 1976: A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Geol. Survey Prof. Paper 964, p.28.
- Antrop, M., 1984: Structural analysis of landscape using remote sensing documents and visual image interpretation. In Brandt J., and Agger, P. eds., Proceedings of the First International Seminar on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning (Vol.2). Roskilde, Denmark: Roskilde Universitetsforlag Georuc. Pp.29-37.
- Feranec, J., Ořahel, J., 1984: Geographical approach to interpretation of data obtained by remote sensing of Earth on the example analysis of land use (land cover). Geogr. čas., 36, 4. p.20.
- Feranec, J., Ořahel, J., 1988: Tvorba mapy využitia krajiny veľkej mierky aplikáciou multispektrálnych leteckých snímok. Sborník CPZV č.602, Březůvky, s.378-380.
- Feranec, J., 1990: Údaje získané metódami diaľkového prieskumu Zeme - zdroj geografických informácií. Geodetický a kartografický obzor, vol.1, pp.9-11-
- Forman, R.T.T., Godron, M., 1986: Landscape ecology. New York, John Wiley & Sons. p.619.
- Forman, R.T.T., 1988: Landscape ecology plants for managing forests. In Proceedings of the Society of American Foresters 1988 National Convention. Bethesda, Maryland: Publ.Soc.Amer.Foresters. Pages 131-136.
- Jensen, J.R., 1981: Urban change detection mapping using Landsat digital data. The American Cartographer, Vol.8, p.127-147.
- Kolář, J., Feranec, J., 1990: Metodické aspekty identifikácie zmien využitia krajiny aplikáciou multitemporálnej analýzy obrazových záznamov družice Landsat 5. GKO, 36, s.15-17.

- Kol.a,1990: Současný stav ve vývoji metodik analogové interpretace aerokosmických snímků v ČSSR.Sborník III.konf. o DPZ,Využívání údajů dálkového průzkumu Země v národním hospodářství.Bratislava:s.66-71.
- Kovář,P.,1987: O co jde v krajinné ekologii.Živa 5/1987, Academia,s.162-165.
- Krönert,R.,1985: Metodika vyjavení form i zákonitostí dynamiky využívání území i zemědělského fondu územní a krajinného plánování a využívání aerokosmických prostředků. Manuskript, AdW DDR,Institut für Geographie und Geoökologie,Leipzig, S.56.
- Mičian,Ľ.,1984: Pokus o novou definici krajinné ekologie (geoekologie).Ekológia (CSSR),Vol.3,No.1,p.109-121.
- Naveh,Z.,Lieberman,A.S.,1984: Landscape ecology.Theory and Application.New York,Springer Verlag,p.356.
- Risser,P.G. et al.,1984: Landscape ecology:Directions and approaches.Champaign:Illinois Natural History Survey, Special Publication 2.
- Risser,P.G.,1987: Landscape ecology:State of the Art.Ecological Studies:Vol.64,ed.:Monica G.Turner,Landscape Heterogeneity and Disturbance.Springer-Verlag New York: p-3-14-
- Tollinger,V.,1988: Zjišťování změn struktury a funkčních potenciálů lesa v imisních oblastech pomocí dat dálkového průzkumu Země.I.bid.,sborník CPZV č.602,Březůvky,s.417-430.
- Troll,C.,1939: Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. S.241-298.
- Urban,D.L.,et al.,1987: Landscape ecology.BioScience 37: p.119-127.

Seznam autorových prací se vztahem ke zkoumané problematice

- Brůna, V., 1988a: Topografické připojování dat DPZ v krajinné ekologii. Sborník CPZV č. 602, Březůvky, s. 157-164.
- Brůna, V., 1988b: Současný stav aplikací dálkového průzkumu Země ve výzkumu krajiny (se zaměřením na krajinnou ekologii). Studijní zpráva. ÚKE ČSAV České Budějovice, 38 s.
- Brůna, V., 1988c: Letecká fotografie - zdroj informací o krajině. Interní zpráva. ÚKE ČSAV České Budějovice, 15 s.
- Šíma, M., Brůna, V., Hanousková, I., Kremsa, V., Kubizňák, J., Žaloudík, J., 1990: Program a dosavadní výsledky využívání DPZ v základním geoeologickém výzkumu. Sborník III. konf. DPZ "Využívání údajov diaľkového prieskumu Zeme v národnom hospodárstve, Bratislava, s. 129-134.

## Abstract

The purpose of the research work has been to determine the basic theoretical approaches to application of the Earth-remote-sensing data in landscape-ecology research and their practical verification by solving a concrete geo-ecological topic.

This was preceded by an assessment of the present state of theoretical-methodological foundations of geo-ecology, setting principal problem spheres and questions. An assessment of the state of remote sensing methods has also been carried out. Remote sensing is one of the means of acquiring sets of data on the landscape.

On the basis of worked out theoretical approaches, the chosen topics were dealt with in a model area. Special emphasis has been put on the detection of the dynamics of the changes of forest structure and how these changes are influenced by the relief of the area.

For this purpose panchromatic aerial images from three time periods (1959, 1969, 1975) have been utilized. In these, chosen classes of forest structure have been interpreted by the analogue interpretation method using the "Kartoflex" device. This way interpretation schemes have been gained. By their mutual comparison information has been acquired on time and space dynamics of the changes of the chosen forest classes. This information together with further supporting data have become the basis for the study of mutual relationship between the relief and the forest damage process.

Correlation is relatively high and should be studied further. The result may serve as one of the data for optimization of forest reclamation planning in areas with heavy emissions loads.

The research work also includes examples of possible utilization of large scale aerial images, aerial multi-spectral images and an example of the digital precessing of a satellite image.