

**ANALÝZA VÝVOJA HETEROGENITY
A VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ PLÔŠOK ŠTRUKTÚRY
VYSOKOHORSKEJ KRAJINY
(NA PRÍKLADE VYBRANÝCH MODELOVÝCH ÚZEMÍ TATIER)**

Martin BOLTÍŽIAR¹

Abstract: *Heterogeneity and landscape-ecological indexes of patches are important landscape characteristics. Two high-mountain areas were evaluated: selected part of Belianske Tatry Mts. and slope under Slavkovský peak in the High Tatra Mts. where was a huge fire within 50 years time period. The paper is focused to evaluation of patches structure by use of landscape-ecological indexes, while gained statistical values give us information about their future developmental trend. Used grid method for landscape heterogeneity evaluation proved that it is declining and both areas are getting more homogenous.*

Key words: *heterogeneity, secondary landscape structure changes, landscape-ecological indexes, Tatra high-mountain landscape*

ÚVOD

Pri hodnotení krajiny sa často používa termín heterogenita krajiny. Priestorová heterogenita (rozmanitosť, pestrosť, diverzita) krajiny je dnes všeobecne považovaná za jeden z rozhodujúcich faktorov druhovej (biotickej) rozmanitosti (biodiverzity) a niekedy aj ekologickej stability krajinného ekosystému. Hmotné prvky krajiny a ich súbory, resp. skupiny, vyplňajúce v súčasnej dobe zemský povrch nazývané súhrnným pojmom druhotná krajinná štruktúra (DKŠ), môžu mať heterogénne alebo homogénne usporiadanie. Niektoré z týchto prvkov môžu byť zoskupené na jednom mieste rozsiahleho územia, iné sa môžu nachádzať rovnomerne na celej ploche územia. Heterogenitu DKŠ možno hodnotiť v rôznych priestorových jednotkách. najčastejšie sa používa pravidelná sieť štvorcov až n-uholníkov a pod. (Griffith, Martinko, Price, 2000, Forman, Godron, 1993, Pucherová, 2007, Michaeli, Hofierka, Ivanová, 2008. Michaeli, Ivanová, Juhaščíková, 2009 a iní).

Pri analýze DKŠ a jej zmien sa možno tiež zamerať na vyhodnotenie ukazovateľov priestorovej štruktúry plôšok (polygónov) v zmysle prác Formana, Godrona (1993), Formana (1995), McGarigala (2002), McGarigala, Marksa (1995). Plôšky (prvky) možno charakterizovať s využitím rozličných ukazovateľov, resp. indexov, ktoré sú v súčasnej dobe explicitnou súčasťou niektorých softvérových nástrojov GIS. Na rozdiel od súhrnných zmien jednotlivých prvkov druhotnej krajinej štruktúry (napr. zmena podielu lesa, lúk, ornej pôdy a pod.) sa tu sledujú zmeny v počte krajinných prvkov rôznych kategórií, ich priemernej veľkosti, rozmiestnení, spojitosti, mozaikovitosti atď., čo sú všetko charakteristiky, ktoré majú významný vplyv na procesy fungovania krajiny (Lipský, 1999).

Cieľom nášho výskumu bolo zhodnotenie vývoja heterogenity a priestorovej štruktúry

¹ **Doc. PhDr. RNDr. Martin Boltížiar, PhD.** Ústav krajinej ekológie SAV Bratislava, Pobočka Nitra, Akademická 2, 949 01 Nitra, e-mail: martin.boltiziar@savba.sk

túry plôšok na príklade vysokohorskej krajiny vo vybraných modelových územiach, kde sme už v minulosti hodnotili zmeny krajiny aplikáciou leteckých snímok (bližšie Boltižiar, 2004, 2005). Keďže vo vysokohorskej krajine sa u nás takýmto spôsobom ešte neprístupovalo, cieľom bolo tiež zistiť vhodnosť a relevantnosť metodiky práve pre tento typ krajiny.

MATERIÁL A METÓDY

Heterogenitu sme sledovali metódou mriežkového prístupu, založenou na pre-krytí máp DKŠ z 2 časových horizontov (1949, 2007) mriežkou so štvorcami rozmeru 100x100 m (0,01 km²) v Doline Predných Meďodolov v Belianskych Tatrách (spolu 617 štvorcov) a 50x50 m (0,0025 km²) a v oblasti Spáleniska pod Slavkovským štítom v oblasti Vysokých Tatier (spolu 305 štvorcov). Pre každé modelové územie sme tak vytvorili v prostredí ArcView GIS 3.1 sieť s niekoľkými stovkami štvorcov. Veľkosti štvorcov boli stanovené s ohľadom na veľkú mierku máp DKŠ a tiež na základe počtu areálov a detailnosti zmapovaných tried. Následne sme zaznamenávali výskyt jednotlivých tried alebo ich neprítomnosť v každom štvorci, ako aj ich celkový počet v každom štvorci. Výsledkom je farebná mozaika horizontálneho usporiadania prvkov jednotlivých tried, kde sme vyhodnotili každý štvorec mriežky.

Zisťovali sme:

- prítomnosť alebo absenciu jednotlivých tried (typov prvkov) v štvorcoch,
- početnosť jednotlivých tried v štvorcoch siete.

Trendy vývoja priestorovej štruktúry plôšok sme vyhodnocovali podľa vybraných ukazovateľov v zmysle Formana, Godrona (1993), Formana (1995) a to využitím špecializovaných štatistických programov Patch Analyst 2.2 (McGarigal, Marks, 1995). Analýze sme podrobili vektorové vrstvy DKŠ oboch časových horizontov, pričom sme sledovali nasledovné charakteristiky: počet plôšok - prvkov (Nump), priemernú veľkosť plôšok (MPS), strednú veľkosť plôšok (MEDPS), štandardnú odchýlku veľkosti plôšok (PSSD), obvod (TE), hustota okraja plôšok (ED), priemerná dĺžka okraja plôšok (MPE), priemerný tvar plôšok (MSI), priemerná fraktálová dimenzia plôšok (MPFD), vážený areálový priemer fraktálovej dimenzie plôšok (AWMPFD), mozaikovitost' (hustota) plôšok (PD). Väčšinu charakteristík sme sledovali jednak v rámci celého územia a jednak v rámci jednotlivých tried DKŠ. Ich podrobné charakteristiky sú obsahom prác vyššie citovaných autorov.

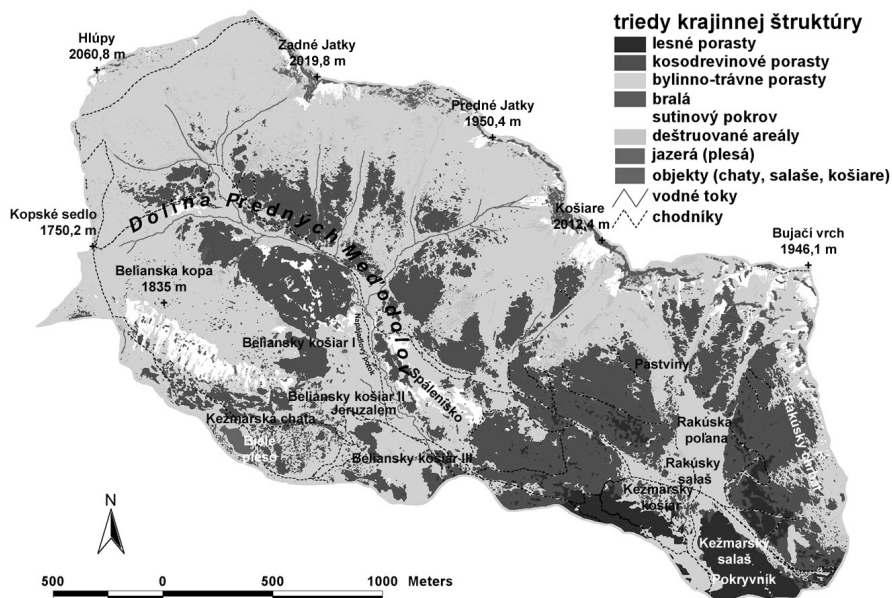
VÝSLEDKY

Heterogenita

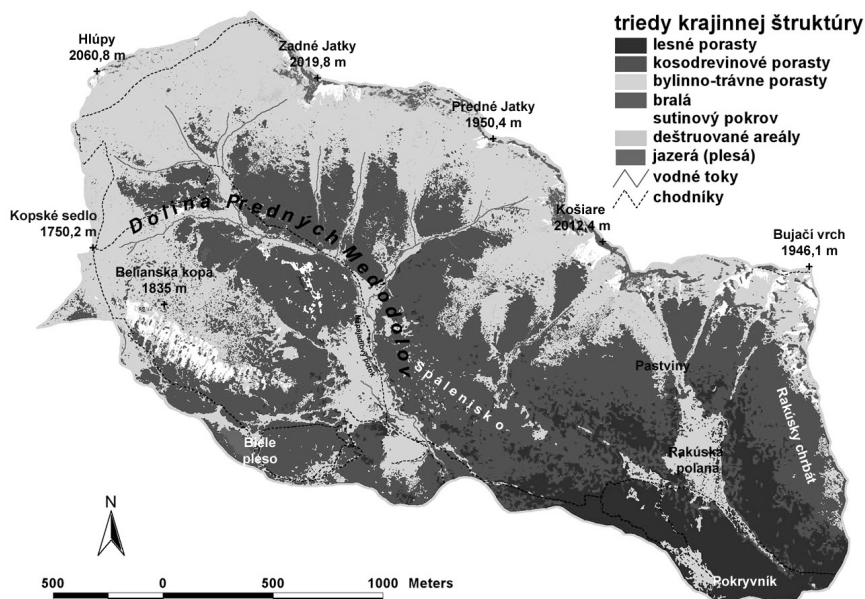
V Doline Predných Meďodolov vo štvorcoch mriežky sú **najčastejšie prítomné 3 triedy**. Ich podiel predstavuje v oboch horizontoch 45 % (280-282 štvorcov). V r. 1949 ďalších 23 % pripadá na štvorce s výskytom 2 tried (133 štvorcov). Do súčasnosti sa tento podiel zvýšil na 26 % (163 štvorcov). V r. 1949 s výskytom 4 tried je v mriežke 166 štvorcov (26 %), ktorý za uplynulých 54 rokov klesol na hodnotu 126 štvorcov (20 %). S 5 triedami vystupuje v mriežke v r. 1949 20 štvorcov (3 %) a v r. 2007 23 štvorcov (4 %), pričom 12 z nich je lokalizovaných v tých istých častiach mriežky. Veľmi malou mierou sú zastúpené v mozaike štvorce s výskytom 1 triedy. V r. 1949 ich bolo len 15,

čo predstavuje podiel 2%. Ich počet však postupne vzrastal až na hodnotu 25 štvorcov (4%) v r. 2007. So zastúpením 6 tried sa vyskytuje len jeden štvorec aj to iba v mriežke v r. 1949.

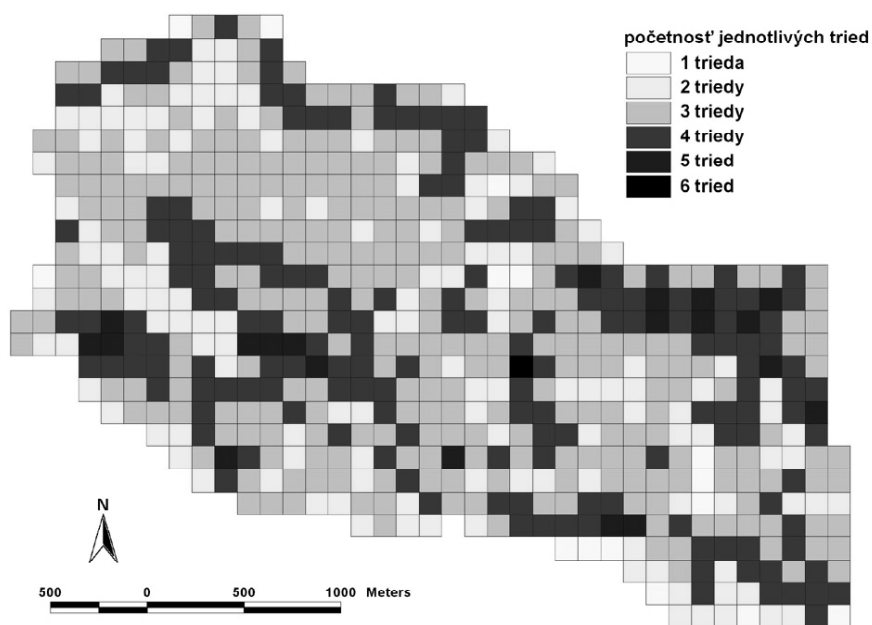
V oboch časových horizontoch sa z hľadiska *počtu (výskytu) prítomných tried* (obr. 1, 2) najpestrejšie javia podhrebeňové a podvrcholové polohy, kde je v jednotlivých štvorcoch zastúpených prevažne 4 prípadne až 5 tried, a to najmä areálmi brál, sutinového pokrovu, bylinno-trávne porastov, deštruovaných areálov a prípadne malými ostrovčekmi koso-dreviny. Najväčšia koncentrácia takýchto štvorcov je v okolí hrebeňa Bujačieho vrchu - Košiarov, pod vrcholmi Košiarov, v okolí vrcholov Predných a Zadných Jatiek, ale i na svahoch Belianskej kopy (najmä J, V a S). Od týchto miest smerom k dnu doliny sa naopak heterogenita štvorcov znižuje. Koncentrujú sa tu štvorce so zastúpením 3 prípadne 2 tried.



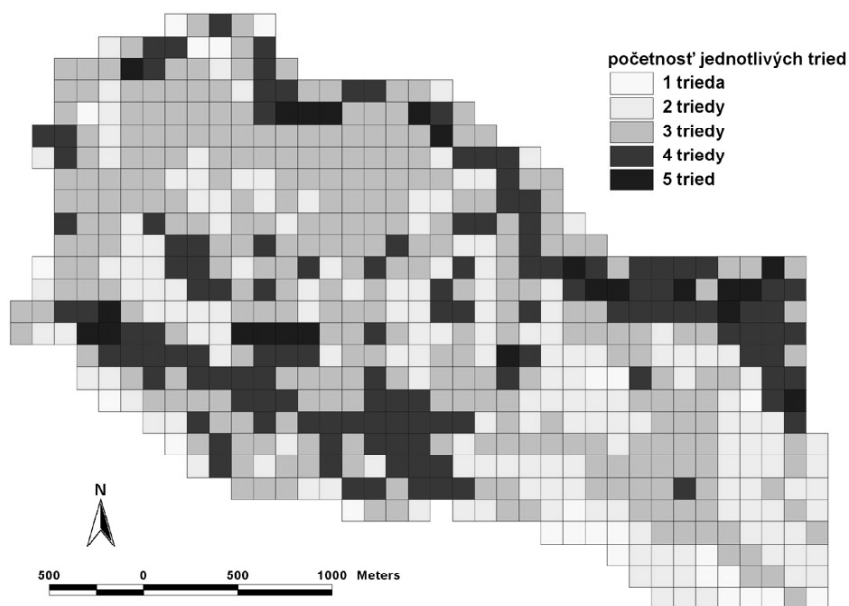
Mapa 1. Druhotná krajinná štruktúra Doliny Predných Medôdov v roku 1949.



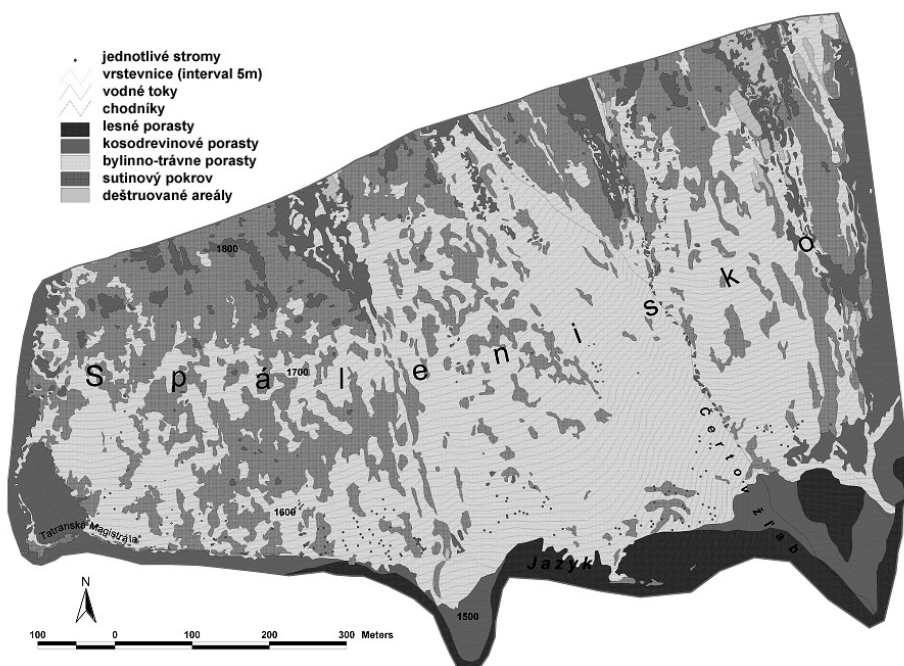
Mapa 2. Druhotná krajinná štruktúra Doliny Predných Medôdov v roku 2007.



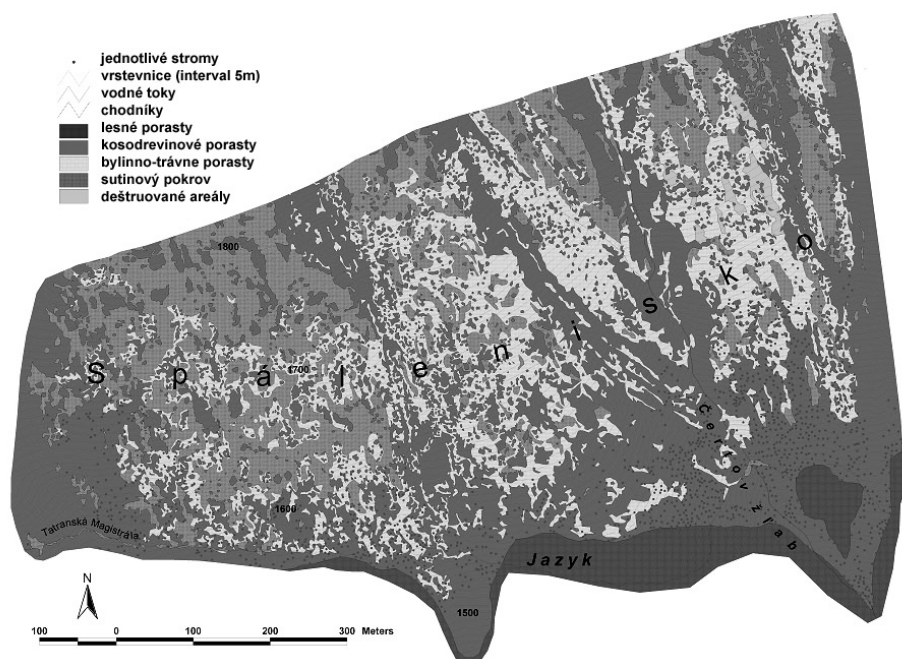
Obr. 1: Početnosť tried krajinné štruktúry v Doline Predných Medôdov v r. 1949



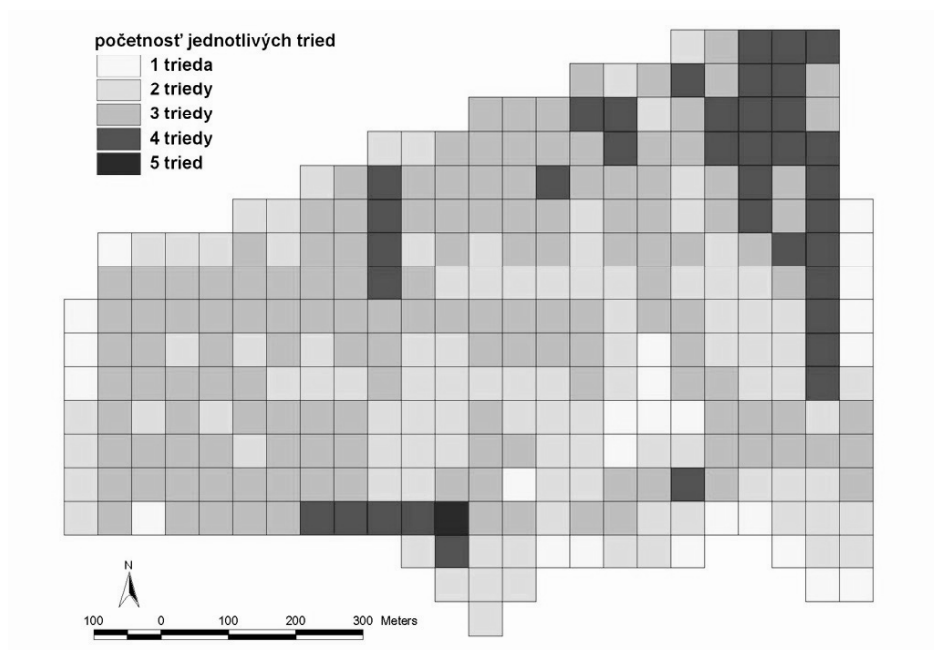
Obr. 2: Početnosť tried krajinej štruktúry v Doline Predných Meďodolov v r. 2007



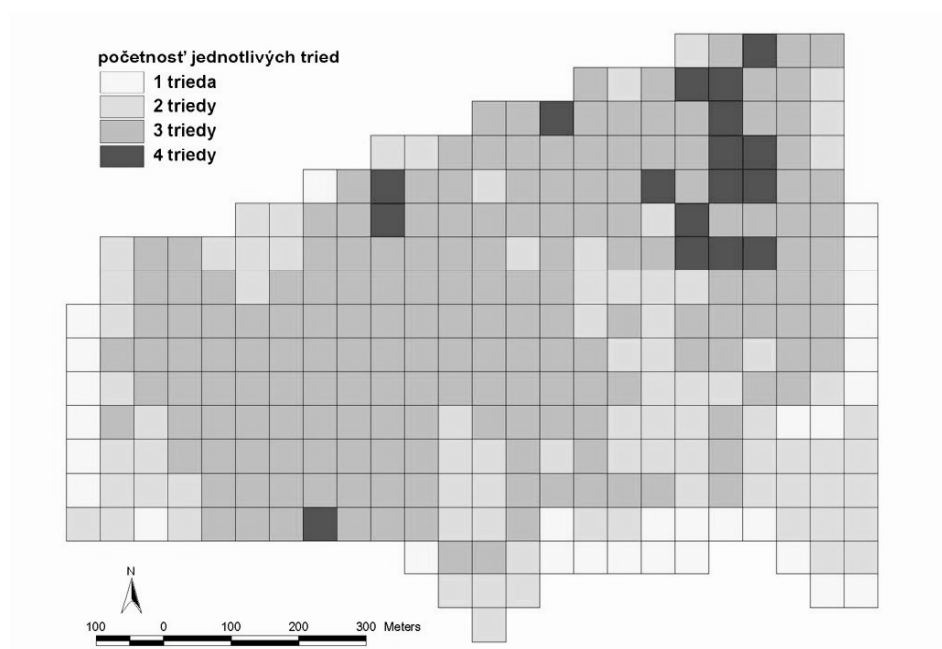
Mapa 3. Druhotná krajinná štruktúra Spáleniska v roku 1949.



Mapa 4 Druhotná krajinná štruktúra Spáleniska v roku 2007.



Obr. 3: Početnosť tried krajinej štruktúry v oblasti Spáleniska v r. 1949



Obr. 4: Početnosť tried krajinnej štruktúry v oblasti Spáleniska v r. 2007

V súčasnom časovom horizonte badať túto nápadnú homogenitu v JV časti územia, kde sa vyskytujú štvorce prevažne so zastúpením 2 a 3 tried. Podobná situácia je aj na svahoch pod Zadnými Jatkami a pod Hlúpym, kde prevažujú štvorce so zastúpením 3 tried. V obidvoch horizontoch sa vyskytujú štvorce so zastúpením 1 až 5 tried. So zastúpením 6 tried (všetkých okrem jazier a objektov) sa tu vyskytuje len jeden už vyššie spomenutý štvorec. Nachádza sa na päte svahu pod vrcholom Košiarov. V mriežke v r. 1949 i 2007 sa nenachádza ani jeden štvorec so všetkými 8 prípadne 7 triedami.

Pri porovnaní prítomnosti (výskytu) tried v jednotlivých štvorcoch mriežky v obidvoch hodnotených časových horizontoch možno konštatovať, že celkovým **trendom v skúmanom území je zvyšovanie homogenity DKŠ**. Klesá počet štvorcov so zastúpením 3-4 tried a naopak pribúdajú štvorce s výskytom 1-2 tried. Tým klesá i samotná miera diverzity územia.

Mriežky *výskytu jednotlivých tried* v území v r. 1949 a 2007 dokladujú skutočnosť, že najpočetnejšie sú triedy kosodrevinových a bylinno-trávných porastov (obr. 1, 2). Vyskytujú sa takmer v celej mriežke (viac ako 76 % podiel), pričom prvá trieda je v r. 1949 zastúpená menším počtom štvorcov (471) ako v r. 2007 (535) a naopak pri druhej triede sa počet štvorcov znížil (z 603 na 539). Táto skutočnosť je spôsobená už viackrát spomínanou sukcesiou a výsadbou kosodreviny, ktorá sa šíri na úkor bylinno-trávných porastov. Podobne aj výskyt triedy lesných porastov sa v mriežke vplyvom sukcesie zmenil, čo sa prejavilo na dvojnásobnom zvýšení početnosti (zo 105 na 204) a to najmä v JV časti územia, kde sú tieto štvorce koncentrované. Ich podiel tak stúpol zo 17 % na 33 %.

Najmä z tohto dôvodu sa tieto 3 triedy podpisujú na zvyšovaní celkovej homogenity územia. S vyšším zastúpením v mriežke v r. 1949 (30 %) sa javí aj sutinový pokrov. Jeho početnosť sa však vplyvom rozvoja tried lesa a kosodreviny znížila o 5 % (zo 186 na 159). Štvorce so zastúpením tejto triedy sú lokalizované najmä po obvode Belianskej kopy a v podvrcholových polohách hlavného hrebeňa ako aj na území bývalého spáleniska pod Košiarmi. Mriežky so zastúpením triedy brál sú v oboch časových horizontoch úplne identické, keďže v nej nedošlo k žiadnym výrazným zmenám. Vyskytujú sa v 139 štvorcoch a dosahujú tak cca 23 % podiel v mriežke. Výrazne sa odlišujú mriežky so zastúpením triedy deštruovaných areálov. Kým v r. 1949 sa nachádzali v 375 štvorcoch (60,8%), ich počet do súčasnosti klesol na 229 (37 %). V súčasnej mriežke absentuje v štvorcoch lokalizovaných na plošinách, plochých chrbtoch a bázach strmých svahov, ktoré boli v minulosti postihované deštrukciou iniciovanou pastvou. Ich pokles sa taktiež podpísal na znížení celkovej heterogenity územia a to najmä v jeho JV časti v oblasti Rakúskej poľany. V mriežke z r. 1949 je v jej J časti 13 štvorcov s výskytom objektov (chát, salašov), ktoré úplne zanikli. Najnižšie zastúpenie v mriežke má trieda jazier (plies) s 5 štvorcami, ktoré sa vyskytujú v J časti územia.

V oboch horizontoch v druhom skúmanom území v oblasti Spáleniska sú v mriežke **najčastejšie prítomné 3 triedy** (144 štvorcov v r. 1949 a 178 štvorcov v r. 2007 z celkového počtu 305 štvorcov) a to zväčša kosodrevinové porasty, bylinno-trávne porasty a sutinový pokrov. Ich podiel v oboch horizontoch sa pohybuje okolo 50 % (tab. 7, 8). V súčasnosti pokrývajú tieto štvorce súvislú plochu najmä v Z časti územia. S druhou najvyššou frekvenciou výskytu sú v oboch horizontoch štvorce s výskytom *2 tried*. Kým v r. 1949 ich bolo 98 (32,1 %) do súčasnosti ich výskyt klesol na hodnotu 80 štvorcov (26,2 %). Ich poloha je najmä na J a JV územia. S výskytom *1 triedy* bolo v r. 1949 len 25 štvorcov (8,2 %), ktorý do r. 2007 vzrástol o 5 štvorcov (na 30), či sa zvýšil ich podiel na 9,8 %. Vyskytujú sa najmä na J a Z okraji mriežky, resp. skúmaného územia. Táto skutočnosť je však zapríčinená najmä tým, že štvorce po okrajoch mriežky len veľmi malou plochou prekrývajú mapu DKŠ. Do štatistického vyhodnotenia sa tak zákonite dostávajú len jedna až dve triedy. So *4 triedami* vystupuje v mriežke v r. 1949 37 štvorcov (12,1 %) najmä v SV časti územia klesol o 20 štvorcov čím sa znížil ich podiel v mriežke na 5,6 %. Zo zastúpením *5 tried* sa v mriežke vyskytuje len jeden štvorec a to v mriežke v r. 1949 reprezentuje menej ako 1 % z plochy mriežky. Polohovo je lokalizovaný v J časti územia. Sú v ňom zastúpené všetky triedy (obr. 4).

Tab. 1: Výskyt tried DKŠ vo štvorcoch mriežky v Doline Predných Meďodolov r. 1949

1949	výskyt v štvorcoch			
triedy	(počet štvorcov)	podiel v %	absencia	podiel v %
lesné porasty	105	17	512	83
kosodrevinové porasty	471	76,3	146	23,7
bylinno-trávne porasty	603	97,7	14	2,3
sutinový pokrov	186	30,1	431	69,9
bralá	139	22,5	478	77,5
deštruované areály	375	60,8	242	39,2
jazerá (plesá)	5	0,8	612	99,2
objekty (chaty, salaše)	13	2,1	604	97,9

Tab. 2: Výskyt tried DKŠ vo štvorcoch mriežky v Doline Predných Meďodolov r. 2007

2007	výskyt v štvorcoch			
triedy	(počet štvorcov)	podiel v %	absencia	podiel v %
lesné porasty	204	33,1	413	66,9
kosodrevinové porasty	535	86,7	82	13,3
bylinno-trávne porasty	539	87,4	78	12,6
sutinový pokrov	159	25,8	458	74,2
bralá	139	22,5	478	77,5
deštruované areály	229	37,1	388	62,9
jazerá (plesá)	5	0,8	612	99,2

Tab. 3: Celkový počet tried DKŠ vo štvorcoch mriežky v Doline Predných Meďodolov r. 1949 a 2007.

počet tried vo štvorci	1	2	3	4	5	6	spolu
1949	15	133	282	166	20	1	617
2007	25	163	280	126	23	0	617

Tab. 4: Percentuálny podiel výskytu jednotlivých tried KŠ vo štvorcoch mriežky v Doline Predných Meďodolov r. 1949 a 2007.

počet tried vo štvorci	1	2	3	4	5	6	spolu
1949	2,4	22,6	45,7	25,9	3,2	0,2	100%
2007	4,1	26,4	45,4	20,4	3,7	0	100%

V oboch časových horizontoch sa z hľadiska *počtu (výskytu) tried v jednotlivých štvorcoch* (tab. 7, 8) javia najviac diverzifikované miesta vo V časti územia v oblasti výrazného murovo-lavínového žľabu. Týmto žľabom, boli počas obrovskej prietrze mražien v r. 1813 splavené veľké balvany granodioritu periglaciálneho sutinového pokrovu až na okraj Starého Smokovca. Od tohto obdobia až do polovice 20. storočia bolo možné identifikovať čerstvo obnažené podložie žľabu s premiešaným materiálom. Tým možno vysvetliť aj vysoký počet tried v jednotlivých štvorcoch mriežky v r. 1949, ktoré ležia v tejto oblasti. Vo viacerých sú zastúpené až 4 triedy, v ostatných prevažne 2 prípadne 3 triedy. Celkovo možno povedať, že v oboch časových horizontoch sa mriežky s vyšším počtom tried (3 a viac) tiahnu v území v akomsi páse v smere Z-SV, pričom do súčasnosti sa tento pás rozšíril takmer na celé územie s výnimkou JV časti (obr. 3, 4). Možno konštatovať, že **celkovým trendom v skúmanom území je mierne zvyšovanie homogenity DKŠ**. Klesá počet štvorcov so zastúpením 4 a 5 tried na strane jednej a výraznejšie vzrástol počet štvorcov so zastúpením 3 tried na strane druhej. Mierne stúpol počet štvorcov so zastúpením jednej triedy. Pri postupujúcej sukcesii a následnom zapojení kosodrevinových a čiastočne i lesných porastov ako aj po pravdepodobnom znížení rozlohy deštruovaných areálov **možno očakávať ešte výraznejší nárast homogenity DKŠ** v území. Budú tu prevládať prevažne štvorce so zastúpením 3 neskôr 2 tried. Tento

stav však možno očakávať až o niekoľko desaťročí, resp. storočí samozrejme pri absencii výraznejších deštrukčných vplyvov. V tomto prípade však miera diverzity v jednotlivých štvorcoch mierne stúpa.

Mriežky výskytu jednotlivých tried v území dokumentujú (obr. 3, 4), že v r. 1949 (tab. 5) mali najviac štvorcov v mriežke bylinno-trávne porasty (256) a len o 10 štvorcov menej sutinový pokrov (246). Z hľadiska podielu je to u oboch tried viac ako 80 %-ný podiel z počtu všetkých štvorcov mriežky. Z hľadiska výskytu treťou významnou triedou boli kosodrevinové porasty. Vyskytovali sa až v 71 štvorcoch (71,5 %), ktoré pokrývajú takmer celú mriežku okrem jej strednej a spodnej časti. Lesné porasty boli obsahom 46 štvorcov v spodnej časti mriežky. Deštruované areály sa vyskytovali v 40 štvorcoch čo predstavuje podiel 13,1 %.

V súčasnosti sú z hľadiska počtu štvorcov najpočetnejšou triedou kosodrevinové porasty (tab. 6). Vyskytujú sa takmer vo všetkých štvorcoch (291 z 305). Dosahujú viac ako 95 % podiel, ktorý sa od r. 1949 vplyvom ich sukcesie zvýšil až o 23,9 %. Bylinno-trávne porasty sú obsahom 226 štvorcov. Ich podiel sa vplyvom sukcesie kosodreviny znížil o 9,8 %. V oboch horizontoch pokrývajú väčšinu mriežky s výnimkou jej okrajových častí (výraznejšie najmä v jej spodnej časti). Areály sutinového pokrovu v súčasnosti vyplňajú 206 areálov, čo je o 40 menej ako pred 54 rokmi. Príčinou je už viackrát spomínaná sukcesia a výsadba kosodreviny. Podiel štvorcov s výskytom sutinového pokrovu dosahuje 67,5 %. Majú podobné priestorové rozloženie ako štvorce s výskytom bylinno-trávných porastov. Trieda deštruovaných areálov sa vyskytuje podobne ako v minulosti v SV okraji mriežky, avšak počet štvorcov v ktorých sa vyskytuje sa zmenšil o 19, čím ich podiel klesol na 6,9 %. Výskyt lesných porastov, ktoré sú koncentrované na spodnom okraji mriežky, sa zmenil len nepatrne, čo sa prejavilo zvýšením počtu ich štvorcov len o 2.

Tab. 5: Výskyt tried KŠ vo štvorcoch mriežky v oblasti Spáleniska r. 1949.

1949	výskyt v štvorcoch mriežky (počet štvorcov)	podiel v %	absencia	podiel v %
triedy				
lesné porasty	46	15,0	259	85,0
kosodrevinové porasty	218	71,5	87	28,5
bylinno-trávne porasty	256	83,9	49	16,1
sutinový pokrov	246	80,7	59	19,3
deštruované areály	40	13,1	265	86,9

Tab. 6: Výskyt tried DKŠ vo štvorcoch mriežky v oblasti Spáleniska v r. 2007.

2007	výskyt v štvorcoch mriežky (počet štvorcov)	podiel v %	absencia	podiel v %
triedy				
lesné porasty	48	15,7	257	84,3
kosodrevinové porasty	291	95,4	14	4,6
bylinno-trávne porasty	226	74,1	79	25,9
sutinový pokrov	206	67,5	99	32,5
deštruované areály	21	6,9	284	93,1

Tab. 7: Celkový počet tried DKŠ vo štvorcoch mriežky v oblasti Spáleniska pod Slavkovským štítom v r. 1949 a 2007.

počet tried vo štvorci	1	2	3	4	5	spolu
1949	25	98	144	37	1	305
2007	30	80	178	17	0	305

Tab. 8: Percentuálny podiel výskytu jednotlivých tried DKŠ v oblasti Spáleniska pod Slavkovským štítom v r. 1949 a 2007.

počet tried vo štvorci	1	2	3	4	5	spolu
1949	8,2	32,1	47,2	12,1	0,3	100%
2007	9,8	26,2	58,4	5,6	0	100%

Krajinné indexy

V r. 1949 v oblasti Doliny Predných Meďodolov *počet plôšok* dosahoval 8729 (tab. 9). Do súčasnosti stúpol až na hodnotu 11460, čo je približne 23 % nárast. Tento je spôsobený najmä zvýšením počtu, resp. vznikom nových areálov kosodrevinových porastov, ktorý stúpol takmer dvojnásobne (sukcesia, výsadba). Tento jav je zreteľný aj pri štúdiu leteckých snímok. Celkovo v území došlo k zmenšeniu *priemernej veľkosti plôšok* (tab. 9). Tabuľka 10 s uvedením zmien priemernej veľkosti plôšok u jednotlivých tried DKŠ umožňuje detailnejšie štúdium tejto charakteristiky. Zníženie priemernej veľkosti plôšok sme zaznamenali pri všetkých areáloch (s výnimkou triedy brál a jazier) ako aj u vegetácie - lesných, kosodrevinových ale najmä u bylinno-trávných porastov, u ktorých poklesla priemerná veľkosť plôšok o polovicu. Táto skutočnosť je podmienená vznikom nových malých plôšok lesa i kosodreviny a následným postupným zmenšením a na niektorých miestach úplným vymiznutím plôšok bylinno-trávných porastov, čo je vzhľadom na stabilitu štruktúry pozitívny jav. Vypočítané hodnoty indexu *štandardnej odchýlky veľkosti plôšok*, dokumentujú tú skutočnosť, že v území je celková tendencia vyrovnávania veľkosti plôšok. Pri jednotlivých typoch plôšok je situácia nasledovná (tab. 10, 11). U triedy lesných a kosodrevinových porastov možno identifikovať, že za posledných 54 rokov sú plôšky čoraz viac rôzne veľké. Sukcesiou a výsadbou pribudlo mnoho nových plôšok. U ostatných tried majú plôšky tendenciu vyrovnávať svoje veľkosti, t.j. znižuje sa počet rôzne veľkých plôšok. Pri analýze vývoja *obvodu plôšok* v území badať len veľmi pomalý trend jeho mierneho zvyšovania a to najmä pribudnutím nových plôšok ale zároveň aj pomalým zánikom menších plôšok v rámci väčších areálov (v tzv. matriciach). Príkladom môže byť postupný zánik malých enkláv bylinno-trávných porastov v rámci väčších lesných a kosodrevinových porastov, prípadne zánik plôšok deštruovaných areálov v areáloch bylinno-trávných porastov. Plôšky kosodrevinových ale najmä lesných porastov majú tendenciu svoj obvod zvyšovať, naopak obvody plôšok bylinno-trávných porastov sa postupne znižujú, podobne ako aj sutinových či deštruovaných areálov. Pri hodnotení *hustoty okraja plôšok*, ktorý predstavuje podiel obvodu plôšok vzhľadom k ich rozlohe, sme dospeli k zisteniu, že jeho hodnota sa v rámci celého územia takmer vôbec nezmenila. Rozdiely však badať pri analýze plôšok jednotlivých tried. Veľmi výrazne vzrástla hustota okrajov plôšok lesných a kosodrevinových porastov na jednotku plochy (ha) vplyvom ich postupného rozširovania rôznymi smermi, pričom sa postupne okraje

areálov stávali zložitejšími. Naopak pri plôškach bylinno-trávných porastov sa charakter okraja mierne zjednodušil, čím jeho hustota v pomere na 1 ha klesla. Podobný charakter vývoja hustoty okraja majú aj areály sutinového pokrovu. Taktiež výrazne poklesla zložitosť okraja plôšok deštruovaných areálov, čo súvisí najmä s ich menším výskytom a rozlohou v súčasnosti, resp. na viacerých miestach ich úplným zánikom za uplynulé polstoročie. V zájmovom území v rámci hodnotenia všetkých typov plôšok sa znížila ich *priemerná dĺžka okraja*, čo znamená, že priemerná dĺžka obvodu (v m) na plôšku každého typu klesol. Príčinu možno vidieť vo výraznom náraste počtu malých plôšok (kosodrevinové a lesné porasty), resp. zániku väčších plôšok v území (deštruovaných areálov, sutinového pokrovu). Index *priemerného tvaru plôšok*, ktorý charakterizuje komplexitu, resp. pravidelnosť ich tvarov, poukazuje v záujmovom území na skutočnosť, že všetky plôšky v území majú nepravidelný tvar, pričom v r. 1949 bol len mierne nepravidelnejší ako v súčasnosti. Táto skutočnosť sa týka aj tvaru plôšok v rámci jednotlivých tried, ktorý má len malú tendenciu sa zjednodušovať. *Priemerná fraktálová dimenzia plôšok* je ďalším indexom charakterizujúcim komplexitu, resp. zložitosť tvarov plôšok. Má veľmi úzky vzťah k hustote, resp. zložitosti okraja plôšok. Do súčasnosti sa v rámci územia zložitosť tvarov všetkých plôšok v podstate vôbec nezmenila. Pri hodnotení plôšok jednotlivých tried vidíme, že najmä u lesných a kosodrevinových porastov je trendom zvyšovanie zložitosti obvodu ich areálov. Pri plochách bylinno-trávných porastov sa však mierne zjednodušuje už z vyššie uvedených príčin. Podobný, predchádzajúcemu indexu je *vážený areálový priemer fraktálovej dimenzie plôšok*, ktorý však berie do úvahy aj rozlohu plôšok. Tým sa zohľadňuje všeobecná skutočnosť, že rozlohou menšie plôšky majú tendenciu vytvárať jednoduchšie tvary (obvody) ako plôšky väčšie. Ako ukazuje výsledok v tabuľke 9 celkovo sa jej hodnota z uplynulých 54 rokov nezmenila, avšak pri hodnotení plôšok jednotlivých tried (tab. 10) vidno, že zložitosť obvodov u všetkých typoch mierne rastie, okrem bylinno-trávných porastov, kde sa jeho charakter v podstate nemení, resp. sa nepatrne zvyšuje. Vo výsledku predošlého indexu však vyšla hodnota dokladujúca jeho mierne zjednodušovanie. Príčinou je práve spomínaná rozloha, ktorá je celkovo u tejto triedy najvyššia a tiež je zastúpená veľkými areálmi. Keďže tieto skutočnosti berie do úvahy práve vážený areálový priemer fraktálovej dimenzie plôšok z tohto dôvodu je aj výsledok, hoci len nepatrne, ale predsa odlišný. Poslednou štruktúrnou charakteristikou, ktorú sme hodnotili bola *mozaikovitosť (hustota) plôšok*. V území výrazne vzrástla najmä z dôvodu sukcesie a výsadby lesnej a kosodrevinovej vegetácie, čím vzniklo viacero nových areálov (plôšok).

Tab. 9: Ukazovatele vývoja priestorovej štruktúry plôšok DKŠ v Doline Predných Meďodolov v r. 1949 a 2007.

INDEXY	1949	2007
počet plôšok	8729	11460
priemerná veľkosť plôšok (ha)	0,065	0,049
stredná veľkosť plôšok (ha)	0,002	0,001
štandardná odchýlka veľkosti plôšok	3,197	2,236
obvod plôšok (m)	790251,7	790658,3
hustota okraja plôšok (m/ha)	1434,5	1435,7

priemerná dĺžka okraja plôšok (m)	93,2	70,7
priemerný tvar plôšok	1,438	1,336
priemerná fraktálová dimenzia plôšok	2,27	2,33
vážený areálový priemer fraktálovej dimenzie plôšok	1,644	1,647
mozaikovitosť - hustota plôšok (počet plôšok /ha)	15,39	20,32

triedy 1949	lesné porasty	kosodrevinové porasty	bylinno-trávne porasty	sutinový pokrov	bralá
NUMP	194	3399	1109	462	788
MPS	0,12	0,05	0,29	0,05	0,01
MEDPS	0,008	0,002	0,002	0,004	0,002
PSSD	0,85	0,83	8,71	0,24	0,09
TE	20458,4	201957,0	359239,8	56896,6	42975,6
ED	37,1	366,6	652,1	103,3	78,2
MPE	105,5	59,4	323,9	123,2	54,5
MSI	1,34	1,25	1,57	1,76	1,45
MPFD	1,68	2,02	2,88	1,95	2,32
AWMPFD	1,43	1,56	1,69	1,64	1,70

triedy 1949	deštruované areály	jazerá (plesá)	objekty
NUMP	2509	2	12
MPS	0,01	0,46	0,01
MEDPS	0,001	0,003	0,006
PSSD	0,04	0,45	0,01
TE	107663,4	520,7	540,1
ED	195,4	0,9	1,0
MPE	42,9	260,3	45,0
MSI	1,59	1,35	1,17
MPFD	2,44	1,60	1,65
AWMPFD	1,84	1,36	1,54

Tab. 10: Ukazovatele vývoja priestorovej štruktúry plôšok tried DKŠ v Doline Predných Meďodolov v r. 1949 a 2007. Skratky indexov sú vysvetlené v texte.

triedy 1949	lesné porasty	kosodrevinové porasty	bylinno-trávne porasty	sutinový pokrov	bralá
NUMP	732	6231	1505	484	789
MPS	0,08	0,04	0,15	0,03	0,01
MEDPS	0,006	0,001	0,002	0,003	0,002
PSSD	1,65	1,37	5,30	0,16	0,09
TE	66936,3	281243,4	320188,1	44215,2	42975,6
ED	121,5	510,7	581,4	80,3	78,2
MPE	91,4	45,1	212,7	91,4	54,5
MSI	1,33	1,22	1,58	1,66	1,45
MPFD	1,80	2,23	2,74	2,04	2,32
AWMPFD	1,56	1,60	1,70	1,69	1,71

Triedy 2007	deštruované areály	jazerá (plesá)
NUMP	1446	2
MPS	0,00	0,46
MEDPS	0,001	0,003
PSSD	0,01	0,45
TE	34506,2	520,7
ED	62,7	0,9
MPE	23,9	260,3
MSI	1,41	1,35
MPFD	2,69	1,60
AWMPFD	2,03	1,36

Počet plôšok v r. v oblasti Spáleniska v r. 1949 dosahoval hodnotu 738. Do r. 2007 stúpil na 2139 čo je 2,8-násobný nárast (tab. 11) spôsobený najmä zvýšením počtu plôšok sukcesne postupujúcej kosodreviny. Je to dôležitý fakt najmä z hľadiska celkovej ekologickej stability krajinného systému. Fyziognomicky je tento jav nápadný už pri vizuálnom pohľade na súčasné letecké snímky. U tejto triedy počet plôšok stúpil celkovo za 54 rokov takmer 5-násobne (tab. 12). I z tohto dôvodu došlo v území k výraznému poklesu *priemernej veľkosti plôšok* z 0,1 ha na 0,03 ha. U jednotlivých tried je však vývoj tohto ukazovateľa odlišný. Pri kosodrevinových a najmä bylinno-trávných porastoch a čiastočne i pri sutinovom pokrove možno badať pokles priemernej veľkosti plôšok, pretože ich areály sa rozbili, resp. vzniklo viacero menších a naopak pri lesných porastoch a deštruovaných areáloch sa nepatrne zvýšila. U lesa sa nezmenil počet areálov ale vzrástla ich rozloha. U deštruovaných areálov došlo k zániku menších areálov. Súčasný areály sú síce menej početné avšak jednotlivé areály majú väčšiu rozlohu. Výpovednejšiu hodnotu má ukazovateľ *strednej veľkosti plôšok*. Tá v území celkovo poklesla z 0,003 ha na 0,001 ha. U jednotlivých tried možno badať zmenu u sutinového pokrovu, kde sa tento ukazovateľ nepatrne znížil, čo je spôsobené najmä celkových znížením väčších plôšok tejto triedy vplyvom sukcesie kosodrevinových porastov. Pri deštruovaných areáloch sa tento ukazovateľ zvýšil už z vyššie uvedených príčin. U ostatných tried aj keď sa počet areálov znížil či zvýšil, v ich strednej veľkosti nenastali žiadne zmeny (tab. 12). Index *štandardnej odchýlky veľkosti plôšok*, ktorej hodnota je v súčasnosti o polovicu nižšia ako v r. 1949, poukazuje na tú skutočnosť, že plôšky majú tendenciu svoju veľkosť vyrovnávať. Pri jednotlivých triedach je situácia nasledovná: areály lesných porastov sú veľkostne čoraz viac odlišné. Najvýraznejší je tento jav u triedy kosodrevinových porastov, kde plôšky sú veľkostne oveľa viac rozdielne ako v r. 1949, čo je spôsobené výrazným nárastom jej areálov, pričom ich rôznovekosť sa premieta aj do ich rôznej veľkosti. Plôšky bylinno-trávných porastov sú si naopak s pribúdajúcim časom veľkostne čoraz viac podobné, t.j. znižuje sa počet nerovnako veľkých plôšok. Sukcesiou kosodreviny sú totiž rozčlenené na viacero veľkostne podobnejších plôšok. Podobnú tendenciu, avšak v menšej miere badať u sutinového pokrovu, ktorého nezvetraný hrubobalvanistý substrát len pomaly umožňuje uchytávať sa kríkom kosodreviny a trsom tráv. U triedy deštruovaných areálov je situácia veľmi podobná.

Obvod plôšok sa za uplynulých 54 rokov zvýšil takmer dvojnásobne (zo 110 km na cca 190 km). Je to zapríčinené hlavne veľkým nárastom nových plôšok kosodrevinových

porastov. Plôšky lesných porastov majú tendenciu svoj obvod znižovať, podobne ako aj areály sutinového pokrovu a deštruovaných areálov. Naopak obvod plôšok vzrástol u kosodrevinových porastov takmer 4-násobne. Taktiež u bylinno-trávných porastov je tendencia zvyšovania obvodu plôšok, keďže ich počet vzrástol 3-násobne vplyvom ich rozbitia inými areálmi. Veľmi výrazne, takmer 4-násobne vzrástla hustota okrajov u plôšok triedy kosodrevinových porastov. Nárast možno badať aj u plôšok bylinno-trávných porastov. U týchto tried je tento jav spôsobený najmä výrazným nárastom počtu ich areálov. Naopak u triedy deštruovaných areálov sa za uplynulé obdobie hodnota hustoty okraja znížila. Takmer vôbec, alebo len nepatrné zmeny sú charakteristické pre plôšky sutinového pokrovu a lesných porastov.

Priemerná dĺžka okraja plôšok v území sa v rámci všetkých tried znížila takmer o polovicu. U jednotlivých tried má však tento parameter odlišný charakter. Pri plôškach vegetácie (lesných, kosodrevinových a bylinno-trávných porastov) sa priemerná dĺžka za uplynulé obdobie tiež znížila no u sutinového pokrovu a deštruovaných areálov sa však naopak mierne zvyšuje. Zaujímavý je vývoj *tvaru plôšok*. V r. 1949 mali plôšky všetkých tried nepravidelnejší tvar ako v súčasnosti. Všeobecne majú plôšky tendenciu sa zjednodušovať a získavať pravidelnejšie tvary. Zložitejšie tvary plôšok oproti minulosti však majú najmä bylinno-trávne porasty, čo súvisí s nárastom plôšok resp. rozčlenením niekoľkých väčších areálov postupujúcimi kosodrevinovými porastami na mnoho menších so zložitejším okrajom a tým aj nepravidelnejším zložitejším tvarom. Zložitejšie tvary oproti r. 1949 vykazujú aj plôšky sutinového pokrovu a deštruovaných areálov.

Zložitosť tvarov plôšok charakterizuje aj *priemerná fraktálová dimenzia plôšok* s úzkym vzťahom k zložitosti okraja plôšok. Hodnoty v oboch časových horizontoch sa pohybujú okolo čísla 2, čo poukazuje na skutočnosť, že plôšky v území majú pomerne zložitý tvar. Najjednoduchší tvar majú plôšky lesných porastov, ktoré sa oproti minulosti ešte viac tvarovo zjednodušili. Podobne sa zjednodušuje aj tvar plôšok kosodrevinových a bylinno-trávných porastov. Tendenciu vytvárať plôšky zložitejších tvarov sme identifikovali u tried sutinového pokrovu a deštruovaných areálov. Index podobného charakteru, ktorý však zohľadňuje aj rozlohu plôšok je *vážený areálový priemer fraktálovej dimenzie plôška* to na základe všeobecne známej skutočnosti, že rozlohou menšie plôšky majú tendenciu vytvárať jednoduchšie typy okrajov (obvodov). V území sa za posledných 54 rokov jej hodnota výraznejšie nezmenila, avšak pri pohľade na hodnoty jednotlivých tried možno vidieť, že obvody a tvary plôšok sa zjednodušujú len u lesných porastov (tab. 12). Zložitosť okrajov mierne narastá u plôšok všetkých ostatných tried - kosodrevinových porastov, bylinno-trávných porastov, sutinového pokrovu a deštruovaných areálov. Sú to hodnoty odlišné od hodnôt získaných predošlým indexom. Je to dané skutočnosťou, že pri tomto indexe sa berie do úvahy aj veľkosť (rozloha) plôšok a z toho dôvodu majú takto získané hodnoty výpovednejšiu hodnotu, resp. získaný výsledok je korektnejší. Z dôvodu sukcesie a výsadby drevín takmer trojnásobne vzrástla *mozaikovitosť plôšok*. Stupeň horizontálneho rozčlenenia je tak v súčasnosti podstatne vyšší ako v r. 1949 (výrazný nárast plôšok kosodreviny).

Tab. 11: Ukazovatele vývoja priestorovej štruktúry plôšok KŠ a vývoja diverzity v oblasti Spáleniska pod Slavkovským štítom v r. 1949 a 2007.

INDEXY	1949	2007
počet plôšok	738	2139
priemerná veľkosť plôšok (ha)	0,089	0,031
stredná veľkosť plôšok (ha)	0,003	0,001
štandardná odchýlka veľkosti plôšok	1,135	0,578
obvod plôšok (m)	109150,4	188644,5
hustota okraja plôšok (m/ha)	1667,4	2882,2
priemerná dĺžka okraja plôšok (m)	147,9	88,1
priemerný tvar plôšok	1,605	1,497
priemerná fraktálová dimenzia plôšok	2,18	2,02
vážený areálový priemer fraktálovej dimenzie plôšok	1,630	1,717
mozaikovitost' - hustota plôšok (počet plôšok/ha)	11,87	32,65

Tab. 12: Ukazovatele vývoja priestorovej štruktúry plôšok tried DKŠ v oblasti Spáleniska pod Slavkovským štítom v r. 1949 a 2007. Skratky jednotlivých indexov sú vysvetlené v texte.

triedy 1949	lesné porasty	kosodrevinové porasty	bylinno-trávne porasty	sutinový pokrov	deštruované areály
NUMP	2	357	105	230	44
MPS	1,80	0,03	0,31	0,08	0,02
MEDPS	0,579	0,001	0,006	0,010	0,008
PSSD	1,22	0,17	2,87	0,51	0,05
TE	3113,1	22007,2	41088,6	39170,7	3770,8
ED	47,6	336,2	627,7	598,4	57,6
MPE	1556,6	61,6	391,3	170,3	85,7
MSI	2,89	1,38	1,89	1,80	1,71
MPFD	1,44	2,58	1,99	1,74	1,83
AWMPFD	1,51	1,60	1,65	1,64	1,70
triedy 2007	lesné porasty	kosodrevinové porasty	bylinno-trávne porasty	sutinový pokrov	deštruované areály
NUMP	2	1641	307	178	14
MPS	2,03	0,02	0,05	0,07	0,03
MEDPS	0,579	0,001	0,006	0,008	0,017
PSSD	1,45	0,61	0,40	0,45	0,04
TE	2767,3	80230,3	70203,1	33708,8	1735,0
ED	42,3	1225,8	1072,6	515,0	26,5
MPE	1383,6	48,9	228,7	189,4	123,9
MSI	2,47	1,30	2,28	1,90	2,12
MPFD	1,42	2,16	1,47	1,81	0,85
AWMPFD	1,47	1,72	1,82	1,68	1,68

DISKUSIA

Heterogenitu krajiny možno hodnotiť v rôznych priestorových jednotkách (v pravidelných sieťach štvorcov až n-uholníkov, územno-správnych jednotkách a pod.). Medzi

dôkladne prepracované a zdokumentované metódy patria postupy pre dimenzionálnu analýzu na základe pásového transektu (Hill 1973a, b, Forman, Godron 1993, Hlásny 2007, Pucherová, 2004 a iní). Transektové metódy sú založené na preložení územia tzv. pásovým transektom (belt transekt), pričom namerané hodnoty sa zaznamenávajú za každú časť transektu. Veľkosť jednotlivých úsekov transektu vyjadruje veľkosť uvažovaných štvorcov pre záverečnú analýzu štvorcov. Platnosť uvedených transektových metód je obmedzená a získané výsledky neplatia väčšinou rovnako v celom modelovom území. Preto sme aj my od tejto metódy upustili a zamerali sme sa len na hodnotenie vývoja heterogenity využitím tzv. mriežkového (štvorcového) prístupu. Tento prístup použili vo svojej práci Pucherová (2004), Snacken, Antrop (1983), Fjellstad et al. (2001) a iní. Hexagonálnu sieť použili napr. Griffith, Martinko, Price (2000). Metóda štvorcov resp. n-uholníkov sa javí sa objektívnejšou ako líniový (transektový) prístup. V prípade relatívne homogénneho územia je možné vypočítaný výsledok následne aplikovať na celé územie.

Pri hodnotení heterogenity a použití mriežkovej metódy však narážame na niekoľko problémov. Prvým z nich je nižší počet výskytu tried v okrajových častiach území. Táto skutočnosť je zapríčinená najmä tým, že štvorce po okrajoch mriežky len veľmi malou plochou prekrývajú mapu DKŠ. Do štatistického vyhodnotenia sa tak zákonite dostávajú len jedna až dve triedy. Taktiež by bolo vhodné pri hodnotení zastúpenia, resp. absencie (početnosti) analyzovať ktoré konkrétne triedy sú zastúpené v jednotlivých štvorcoch a tiež akým podielom plochy, pretože mnohokrát sa započítavajú v jednotlivých štvorcoch aj triedy, ktoré v ňom majú minimálne zastúpenie. Riešením je tiež zahustiť existujúcu mriežku väčším počtom štvorcov s menšími rozmermi. Týmto úpravami by sa následne zvýšila presnosť a interpretovateľnosť takto získaných údajov. K podobným záverom dospela aj Pucherová (2004).

Pri analýze DKŠ oboch území sme tiež získali štatistické údaje vlastností plôšok jednotlivých tried, ktoré boli relevantnými pre vyhodnotenie ukazovateľov vývoja a trendu ich priestorovej štruktúry. Tento prístup je charakteristický najmä v prácach anglosaských autorov, McGarigal, 2002, Franklin, Forman, 1987, Gardner, Milne, Turner, O'Neill, 1987, Gardner, O'Neill, 1991 a iní). V európskych krajinách je menej častý. V Čechách napríklad niektoré charakteristiky využili vo svojej práci Lipský s Kalinovou (2001). U nás vybrané ukazovatele priestorovej štruktúry plôšok využili napr. Pucherová (2004), Petrovič (2005) a iní. Vo vysokohorskej krajine nad hornou hranicou lesa sa takýmto spôsobom u nás ešte nepristupovalo, preto sme sa rozhodli o prvé zhodnotenia (testovania) pomocou týchto ukazovateľov, resp. indexov. Indexy sa ukázali ako vhodný nástroj pre zhodnotenie vývoja štruktúry plôšok aj v podmienkach vysokohorskej krajiny. Treba si však uvedomiť, že viaceré z nich odzrkadľujú veľmi podobné a mnohokrát takmer identické činitele, ktoré podmienili daný trend vývoja určitej charakteristiky plôšok. Z tohto dôvodu je dôležité vybrať len niektoré indexy. Samozrejme ich výber závisí aj od konkrétneho účelu, resp. cieľa výskumu.

ZÁVER

Na základe porovnania dosiahnutých výsledkov (najmä pri porovnaní prítomnosti výskytu tried v jednotlivých štvorcoch mriežky v oboch hodnotených časových horizontoch) možno konštatovať, že celkových trendom v oboch skúmaných územiach vyso-

kohorskej krajiny je zvyšovanie homogenity DKŠ. Výsledky sme následne interpretovali v kontexte prebiehajúcich procesov na základe poznaných historických skutočností ako aj prírodných zákonitostí, resp. princípov.

Klesá počet štvorcov so zastúpením viacerých tried a naopak pribúdajú štvorce s výskytom len 1-2 prípadne 3 tried. Pri postupujúcej sukcesii a následnom zapojení koso-drevinových a čiastočne i lesných porastov ako aj po pravdepodobnom znížení rozlohy deštruovaných areálov možno očakávať ešte výraznejší nárast homogenity DKŠ v modelových územiach. Budú tu pravdepodobne prevládať prevažne štvorce so zastúpením 3 neskôr 2 tried. Tento stav však možno očakávať až o niekoľko desaťročí, resp. storočí samozrejme s absenciou výraznejších deštrukčným vplyvov.

Krajinnoekologické indexy sa taktiež ukázali vhodným nástrojom pre zhodnotenie vývoja vlastností plôšok a predikcie ich ďalšieho vývoja aj v podmienkach vysokohorskej krajiny. Na základe doteraz uvedeného ako aj získaných výsledkov teda nechápeme výskum zmien DKŠ vysokohorskej krajiny len v kontexte analýzy jej stavu a štruktúry (štatisticko-priestorová analýza), ale predovšetkým aj ako štúdium jej vývoja hodnoteného prostredníctvom vlastností plôšok jednotlivých tried a ich priestorového usporiadania v rôznych časových horizontoch.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu GP VEGA 2/0114/10 Stanovenie účelových vlastností krajiny ako podklad pre krajinnoekologický výskum.

Literatúra

- BOLTIŽIAR, M., (2004): Zmeny krajinnej štruktúry vysokohorskej krajiny na príklade lokality „Spálenisko pod Slavkovským štítom“ v rokoch 1949-2007 s využitím výsledkov DPZ a GIS. In: Zborník „Horská a vysokohorská krajina“ – zborník z vedeckej konferencie. L. Zaušková (Ed.). Banská Štiavnica: FEE TU Zvolen, 2004. s. 167-176.
- BOLTIŽIAR, M. (2005): Zmeny krajiny Doliny Predných Meďodolov (Belianske Tatry) v rokoch 1949-2007. In: Brno: 2005. In: Fyzickogeografický sborník 3: Fyzická geografie – krajinná ekologie – trvalá udržitelnost. Příspěvky z 22. konference Fyzickogeografické sekce ČGS konané 16. a 17. února 2005 v Brně. Brno: Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně a Česká geografická společnost, 2004. 83-91.
- FJELLSTAD, W. J. et al. (2001): Heterogeneity as a measure of spatial pattern for monitoring agricultural landscapes. Journal of Geography 55, Oslo: Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian, 2001, s. 71-76.
- FORMAN, R. T. T. (1995): Land Mosaics: The ecology of landscape and regions. New York: Cambridge university press, 1995. 632 s.
- FORMAN R. T. T., GODRON, M. (1993): Krajinná ekologie. Praha: Academia, 1993. 583 s.
- FRANKLIN, J. F., FORMAN, R. T. T. (1987): Creating landscape pattern by forest cutting: ecological consequences and principles. In: Landscape Ecology, roč. 1, 1987, č. 1., s. 5-18.
- GARDNER, R. H., MILNE, B. T., TURNER, M. G., O'NEILL, R. V. (1987): Neutral models for the analysis of broad-scale landscape pattern. Landscape Ecology 1, 1987, s. 19-28.

- GARDNER, R. H., O'NEILL, R. V. (1991): Pattern, process, and predictability: the use of neutral models for landscape analysis. In: Quantitative Methods in Landscape Ecology. Turner M. G., Gardner, R. H. (Eds.). New York: Springer Verlag, 1991. s. 289-307.
- GRIFFITH, J. A., MARTINKO, E. A. PRICE, K. P. (2000): Landscape structure analysis of Kansas at three scales. In: Landscape and Urban Planning, roč. 52, 2000, č. 1, s. 45-61.
- HILL, M. O. (1973a): Diversity and Evenness, notations and its consequences. In: Ecology, roč. 54, 1973, č. 2, s. 427-432.
- HILL, M. O. (1973b): The intensity of spatial patterns in plant communities. In: The Journal of Ecology, roč. 61, 1973, č. 1, s. 225-235.
- LIPSKÝ, Z. (1999): Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Praha: Karolinum, 1999. 129 s.
- LIPSKÝ, Z. KALINOVÁ, T. (2001): Landscape structure changes in urbanized areas: case study from the Prague outskirts. In: Ekológia (Bratislava), roč. 20, Supplement 3, 2001. s. 110-117.
- MCGARIGAL, K. (2002): Landscape pattern metrics. In: Encyclopedia of Environmental Metrics. Volume 2. El-Shaarawi A. H., W. W. Piegorsch, W., W. (Eds.). England: John Wiley & Sons, Sussex, 2002. s. 1135-1142.
- MCGARIGAL, K., MARKS, B., J. (1995): FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland: U.S. department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2002. 122 s.
- MICHAELI, E., HOFIERKA, J., IVANOVÁ, M. (2008): Transformation of physical-geographic structure of landscape of paradyamic system of northern hinterland of Zemplínska šírava water reservoir. In : Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis. Prírodné vedy, Folia geographica 12, roč. XLVII. Prešov : PU, 2008, s. 237-244.
- MICHAELI, E., IVANOVÁ, M., JUHAŠČIKOVÁ, J. (2009): Landscape structure changes in model village of Hlinné, Vyšný Žipov and Zlatník. In : Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis. Prírodné vedy, Folia geographica 14, roč. XLIX. Prešov : PU, 2009, s. 98-109.
- PETROVIČ, F. (2005): Vývoj krajiny v oblasti štálového osídlenia Pohronského Inovca a Tribeča. Nitra: Ústav krajinnej ekológie SAV Bratislava, pobočka Nitra, 2005. 209 s. ISBN 80-969272--3-X
- PUCHEROVÁ, Z. (2004): Vývoj využitia krajiny na rozhraní Zobora a Žitavskej pahorkatiny (na príklade vybraných obcí). Nitra: FPV UKF, 2004. 147 s.
- SNACKEN, F., ANTROP, M. (1983): Structure and dynamics of landscape systems. In: Landscape synthesis. Geoecological foundations of the complex landscape management. Drdoš, J. (Ed). Bratislava: Veda, 1983, s. 10-30.

**ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF HETEROGENITY AND CHOSEN
QUALITIES OF THE SPOTS OF STRUCTURE OF ALPINE LAND
(ON EXAMPLE OF CHOSEN MODEL LAND OF HIGH TATRA)**

Summary

Based on the comparison of results (especially when compared the presence of landscape classes in particular grid squares in both evaluated time horizons) we may state that the overall trend in both examined areas of alpine land is the increase of homogeneity of landscape structure. The results were then interpreted in the context of ongoing processes based on the relevant historical facts, as well as natural laws or principles.

The number of squares with the representation of several landscape classes decreases, and the number of squares with the presence of 1-2 or 3 classes increases. With the continual succession and the subsequent involvement of dwarf-pine stands and partly also forest stands, as well as after the probable reduction of destructive area size we may expect even more significant increase of homogeneity of landscape structures in study areas. Probably there will prevail squares with the presence of 3, later 2 classes. This situation may be expected within few decades, or centuries, of course with the absence of significant destructive influences.

Landscape-ecological indexes also seem to be a proper tool for the evaluation of the patches properties development and the prediction of their further development in the conditions of high mountain country. Based on the foregoing information as well as the obtained results we do not perceive the research of alpine landscape changes in the context of its state and structure analysis (statistical-spatial analysis), but primarily also as a study of its development evaluated by means of patches properties of individual classes and their spatial arrangement in different time horizons.

Recenzovali: Prof. RNDr. Ján Drdoš, DrSc.
Prof. RNDr. Eva Michaeli, PhD.