

## ČIASŤOČNÁ AUTOMATIZÁCIA TVORBY MAPY PRIESTOROVÉHO ROZLOŽENIA TYPOV ZMIEN KRAJINY

Henrich GREŽO

Katedra ekológie a environmentalistiky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre,  
Tr. A. Hlinku, 949 74, Nitra, Slovenská republika  
hgrepo@ukf.sk

### Abstrakt

Jednou z možností, ako hodnotiť zmeny krajinnej štruktúry, je výber rôznych časových rezov reprezentujúcich druhové zloženie zmien v priestore. Počas hodnotenia druhotnej krajinnej štruktúry v rôznych časových rezoch je možné vytvoriť tabuľku pozostávajúcu z krajinných prvkov a skupín krajinných prvkov, kde sú proti sebe vzájomne porovnané rôzne časové obdobia. Proces tvorby kontingenčných tabuliek odstráni záznamy s premennými, ktoré sa v tabuľke k príslušnej mape zmien druhotnej krajinnej štruktúry vyskytujú viacnásobne. Kontingenčná tabuľka je následne použiteľná pre tvorbu reklasifikačnej tabuľky zmien druhotnej krajinnej štruktúry na typy zmien krajiny. Z tejto tabuľky je v ďalšom kroku možné vytvoriť pseudo spätným postupom mapu priestorového rozloženia typov zmien krajiny. Takýto postup je možné z časti automatizovať pomocou softvérového nástroja opísaného v článku.

### Abstract

One of possible ways in secondary landscape structure change assessment it's based on capturing various time horizons, which represents the spatial distribution of changes. During assessing of secondary landscape structure in different time sections it's possible to create cross tabulation of variables consisting of landscape structure elements and their groups, which are tabulating the results of one time section against the other. This process of creating contingency tables cuts out the variables, which are in table of landscape structure change maps presented as recurring records. Contingency table is useful for creating conversion table of secondary landscape structure changes into landscape change types. From these table types it is possible by pseudo reverse step to create map of spatial distribution of landscape change types. The described process is possible to partly automatize by software tool presented in article.

**Kľúčové slová:** druhotná krajinná štruktúra; analýza krajinnej štruktúry.

**Keywords:** secondary landscape structure, analysis of landscape the structure.

### 1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

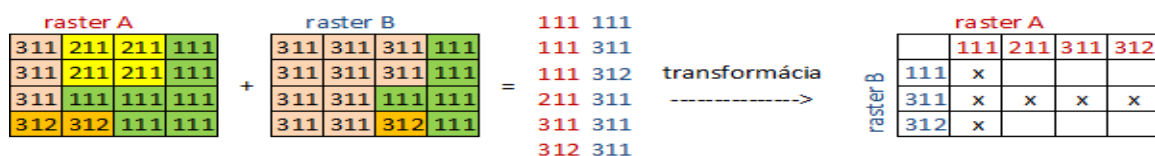
Každý typ krajiny je charakteristický určitou štruktúrou. Zmena štruktúry krajiny je dôsledkom dynamickej interakcie medzi prírodnými a kultúrnymi silami pôsobiacimi v prostredí. Každá kultúrna krajina je výsledkom postupnej reorganizácie. Odzrkadľuje pretavovanie spoločenských požiadaviek do usporiadania druhotnej štruktúry krajiny tak, aby primerane poskytovala uspokojenie v priebehu času meniacich sa potrieb spoločnosti. Tlak na krajiny vyvoláva meniaci sa hospodárska a politická situácia v spoločnostiach, ich technická vyspelosť, či v poslednom období často pretraktovaný problém morálnej úrovne spoločnosti. Činnosť človeka teda spôsobuje nezamedbateľné zmeny v krajine, ktoré možno chápať ako vývoj krajiny v čase. Aby sme boli schopní zachytiť dynamiku zmien a dôvody ich príčin, je nevyhnutné vykonať analýzu zmien krajinnej štruktúry. Môže to slúžiť ako východiskový materiál pre posúdenie ekologickej únosnosti krajiny. Sledovanými ukazovateľmi sú najmä spôsoby využívania krajiny, čas a rozsah realizácie zmien spolu s ich intenzitou. Vzhľadom k skutočnosti, že aktivity spoločnosti sa musia niekde realizovať, je potrebné vyberať najvhodnejšie časti krajiny pre umiestnenie konkrétnych aktivít. Je to proces ktorým sa zaoberá ekologická optimalizácia socioekonomických aktivít. S cieľom minimalizovať vplyv spoločnosti na krajinu, respektíve snahu využívať krajinu trvalo udržateľným spôsobom, je potrebné systematicky

analyzovať veľký súbor vstupných podkladov z rôznych vedných oblastí. Dostupné podklady treba kriticky prehodnocovať a interpretovať iba tie konkrétne materiály, ktoré sú pre výskum krajiny relevantné. Prihliadnuc na snahu efektívne optimalizovať využívanie krajiny je nevyhnutné poznať jej vývoj v historickej časovej osi. Práve čas je veličina, ktorá vo výskume krajiny zohráva veľmi komplikovanú úlohu, pretože funkčné kvality krajinných prvkov závisia od ich schopnosti zachovávať a transformovať prechodný rozmer. Ako uvádza Beierkuhnlein (1994) kvalita a identita krajinných prvkov je determinovaná ich priestorovou a časovou dimenziou a ich integráciou v toku energie, látok a informácií v rámci krajinskej matrice. Druhá organizácia prvkov a ich časová charakteristika reflektuje funkčné vzťahy existujúce v určitej krajine. Vhodné parametre pre charakterizovanie krajinných prvkov sú rozloha, tvar, rozloženie, vek, životnosť a sezónny rytmus. Sú to parametre, ktoré je možné jednoducho rozpoznať. Ich vzťahy k susedným prvkom odlišného charakteru a previazanosť s okolím alebo fragmentácia prvkov rovnakého typu taktiež poskytujú hodnotné údaje. Krajinné prvky samozrejme môžu byť pozorované v rôznych stupňoch zložitosti a úrovniach organizácie, čo sa dá vyjadriť v rozdielnych mapových mierkach. Forman a Godron (1993) vymedzujú ako základnú charakteristiku sekundárnej krajinskej štruktúry jej mozaikovitosť, a teda mieru hustoty všetkých zastúpených typov prvkov. Z dôvodu zohľadnenia historického vývoja zmien priestorového rozloženia krajinných prvkov je optimálne opierať sa o dobové pramene vo forme máp, historických leteckých snímok a ďalších zdrojov, ktoré nám umožňujú presne lokalizovať plochy a línie s trvale nízkou intenzitou využívania a naopak línie a plochy intenzívne a veľmi intenzívne využívané v kultúrnej krajine.

Metóda opísaná v kapitole 2 sa opiera o plošnú analýzu zmien druhotnej štruktúry krajiny v časových rezoch v situácii, kde sú dostupné dostatočne precízne vypracované mapové podklady z rôznych časových období. Cieľom metódy je identifikovať trendy vývoja a zmeny krajinných prvkov, čo môže viesť k predvídaní nežiaduceho smerovania využívania krajiny pôsobením antropického vplyvu.

## 2. PROGRAMOVO ASISTOVANÁ TVORBA MAPY PRIESTOROVÉHO ROZLOŽENIA TYPOV ZMIEN KRAJINY

V roku 2012 bol v článku Analýza zmien krajinskej štruktúry v rôznych časových obdobiach (Grežo, 2012) predstavený softvérový nástroj, ktorý z kombinácie kódov krajinných prvkov vzniknutých prekrytím dvoch rastrov pomocou vektorovej algebry vytvára maticu zmien krajinskej štruktúry. Schému fungovania transformácie údajov z dvoch rastrových vrstiev bližšie opísanú v spomenutom článku možno vidieť na obrázku 1. Prvá cifra kódu predstavuje zaradenie do skupiny prvkov druhotnej krajinskej štruktúry, druhá a prípadne i tretia cifra do podskupiny a posledná cifra reprezentuje kód krajinného prvku v rámci hierarchie mapovacej legendy. Raster A a raster B reprezentujú rovnakú lokalitu v rozličnom čase. Výsledkom transformácie je kontingenčná tabuľka s prehľadom zmien realizovaných v krajine, kde namiesto znakov x figurujú konkrétne sumy zmenených rozlôh daného krajinného prvku.



**Obr. 1.** Schéma transformácie údajov reprezentujúcich kódy krajinných prvkov v navrhnutej aplikácii pre analýzu zmien v krajinskej štruktúre (Grežo, 2012)

Program predpokladá použitie legendy pre mapovanie krajinných prvkov podľa príkladu mapovacích jednotiek súčasnej krajinskej štruktúry Slovenska, ako ich uvádza Ružička (2000), prípadne Petrovič, Bugár a Hreško v zozname krajinoekologických prvkov mapovateľných na území Slovenska (2009). V oboch prípadoch figuruje 6 základných skupín prvkov druhotnej krajinskej štruktúry, ako sú uvedené vo vysvetlivkách k tabuľke 1. Pre každý zmapovaný krajinný prvok je možné vyhodnotiť na základe preloženia dvoch rastrových vrstiev z rovnakého územia sumu zmenených plôch transformovaných v čase na iný krajinný prvok. Vzniknutá tabuľka okrem toho, že podáva sumarizovaný prehľad o zmenách uskutočnených v čase na ploche skúmaného územia, umožňuje ďalšiu manipuláciu s dátami. Praktickou úpravou by mohlo

byť prepísanie hodnôt s konkrétnou rozlohou zmenených prvkov na typy zmien krajiny, čo by mohlo viesť k zvýrazneniu najvýznamnejších kvalitatívnych zmien a najmä k odhaleniu, aké trendy vývoja krajiny spoločnosť nastavila.

**Tab. 1** Príklad Reklasifikačnej tabuľky zmien druhotnej krajinej štruktúry na typy zmien krajiny na úrovni skupín krajinných prvkov

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
I.	-	iD	o	dD	x	tuD
II.	aL	-	L	dL	xL	tL
III.	aL	e	-	dL	xL	0
IV.	A	R	o	-	x	Ut
V.	R	R	R	o	-	R
VI.	R	R	o	o	o	-

Skupiny prvkov druhotnej krajinej štruktúry (osi x a y predstavujú odlišné časové obdobia mapovania krajinej štruktúry):

- I. Skupina lesných prvkov.
- II. Skupina lúčnych a pasienkových prvkov.
- III. Skupina prvkov poľnohospodárskych kultúr.
- IV. Skupina prvkov skál a surových pôd.
- V. Skupina vodných prvkov.
- VI. Technické diela a sídla.

Typy zmien krajiny (porovnaj Cebecauerová 2007):

u Urbanizácia  
t Industrializácia a technizácia  
x Exploatácia prírodných zdrojov  
i intenzifikácia poľnohospodárstva  
e extenzifikácia poľnohospodárstva  
a zalesnenie  
w zamokrenie  
d odvodnenie  
R sanácia  
L strata poľnohospodárskej pôdy  
D odlesnenie  
E zánik močiarov  
o ostatné zmeny

Aby bolo možné vyhodnotiť typy zmien krajiny a následne ich vizualizovať na mape, treba doplniť postup o ďalší programový kód, ktorý z užívateľom upravenej reklasifikačnej tabuľky typov zmien krajiny vyberie potrebné údaje a priradí ich jednotlivým kódom plôch krajinných prvkov používaných v mapovom zobrazení. Priradenie údajov z tabuľky 1 do mapy je možné prostredníctvom relácie, kde ako kľúč posluži kód krajinného prvku. Samotný program ako je prepísaný nižšie pracuje vo forme konzolovej aplikácie, kde ako vstupné argumenty treba zadať v nasledovnom poradí názov vstupného súboru vo formáte csv (oddeľovačom stĺpcov je bodkočiarka), textový súbor, kde je zoznam kódov vyexportovaných z mapovej

vrstvy (prvá polovica reťazca znakov obsiahnutého v riadku obsahuje kódy rastra A a druhá polovica kódy rastra B podľa schémy na obrázku 1). Posledným vstupným argumentom je názov súboru, kam sa má výsledný prevod údajov priradený ku kombinácii kódov zapísať podľa typov zmien krajiny definovaných užívateľom obdobne ako je to názorne predvedené v tabuľke 1.

Kompletný kód programu zapísaný v jazyku C# vyzerá nasledovne:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.IO;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace ConsoleApplication1
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string pole2d = args[0];
            string pole1d = args[1];
            string outputFile = args[2];
            Dictionary<int, string> result = new Dictionary<int, string>();
            int lineIndex = 0;
            // Read the input from rows of coordinates
            foreach (String line in File.ReadAllLines(pole1d))
            {
                try
                {
                    int index = int.Parse(line);
                    lineIndex++;
                    result.Add(index, string.Empty);
                }
                catch
                {
                    Console.WriteLine("Error parsing line " + lineIndex.ToString());
                }
            }

            string[] colsIndices = null;
            foreach (string line in File.ReadAllLines(pole2d))
            {
                // The first row contains indices of columns
                if(colsIndices == null)
                {
                    List<string> cols = new List<string>();
                    foreach (var colInput in line.Split(';'))
                    {
                        if(!string.IsNullOrEmpty(colInput))
                        {
                            cols.Add(colInput);
                        }
                    }
                    colsIndices = cols.ToArray();
                }
                else
                {
                    string rowIndex = null;
                    int colIndex = 0;
                    foreach (var rowInput in line.Split(';'))
```

```
        {
            if (rowIndex == null)
            {
                rowIndex = rowInput;
            }
            else
            {
                if (!string.IsNullOrEmpty(rowInput))
                {
                    string keyText = colsIndices[colIndex] + rowIndex;
                    int key = int.Parse(keyText);
                    result[key] = rowInput;
                }
                colIndex++;
            }
        }
    }
}

List<String> output = new List<String>();

foreach (var val in result)
{
    output.Add(String.Format("{0} {1}", val.Key, val.Value));
}
output.Sort();
// Output
File.WriteAllLines(outputFile, output);
}
}
```

### 3. ZÁVER

Metodický postup transformácie údajov predstavený v článku možno zhrnúť pre jasnejšiu predstavu do nasledovných krokov:

1. Príprava podkladov - mapovanie prvkov druhotnej krajinej štruktúry (DKŠ) s použitím legendy pre mapovanie prvkov DKŠ => vznik vrstiev (raster A a raster B) v nástrojoch geografických informačných systémov (GIS),
2. prekrytie rastrových vrstiev A a B (podľa obrázka 1) v GIS pomocou rastrovej algebry tak, aby vznikla jedna vrstva obsahujúca informáciu o zmene krajinných prvkov,
3. výpočet kontingenčnej tabuľky podľa algoritmu uvedeného v článku Analýza zmien krajinej štruktúry v rôznych časových obdobiach (Grežo, 2012),
4. manuálna úprava reklasifikačnej tabuľky zmien druhotnej krajinej štruktúry na typy zmien krajiny na úrovni skupín krajinných prvkov,
5. reverzná úprava kontingenčnej tabuľky podľa algoritmu v tomto príspevku,
6. prepojenie výstupného súboru s mapovou vrstvou, ktorá vznikla v kroku číslo 2 a následná vizualizácia typov zmien krajiny.

### POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory projektu KEGA 030UKF-4/2011.

### LITERATÚRA

Beierkuhnlein, C. (1994) Landscape structures and processes. In: Naveh, Z. a Lieberman, A. Landscape ecology Theory and application, 2. vydanie, Springer-Verlag, New York, 1994., 360 s

Cebecauerová, M. (2007) Analýza a hodnotenie zmien štruktúry krajiny (na príklade časti Borskej nížiny a Malých Karpát. Analysis and assessment of changes of landscape structure (case study of selected part lowland Borská nížina and the mountains Malé Karpaty) in: Geographica Slovaca 24, vydavateľstvo SAV. Bratislava

Forman, T. T. a Godron, M. (1993) Krajinná ekologie. Academia, Praha

Petrovič, F. Bugár, G. Hreško, J. (2009) Zoznam krajinnoeologických prvkov mapovateľných na území Slovenska. In: Dubcová, A., 2009, GEO Information: Nitriansky kraj v kontexte regionálneho rozvoja. č. 5, Nitra, pp.112-124

Ružička, M. (2000) Krajinnoeologické plánovanie – LANDEP I.: Systémový prístup v krajinskej ekológii. Združenie BIOSFÉRA, Nitra

Grežo, H. (2012) Analýza zmien krajinskej štruktúry v rôznych časových obdobiach. [http://gis.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2012/sbornik/papers/grezo.pdf](http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2012/sbornik/papers/grezo.pdf), 10. 12. 2012