
GEOGRAFICKÝ ČASOPIS

57

2005

2

*Monika Kopecká**

HODNOTENIE KRAJINNEJ POKRÝVKY V PROCESSE IMPLEMENTÁCIE AGRO-ENVIRONMENTÁLNYCH PROGRAMOV

M. Kopecká: Evaluation of land cover changes in the process of implementing agri-environmental programmes. Geografický časopis, 57, 2005, 2, 6 figs., 3 tabs., 28 refs.

After Slovakia became a member of the European Union, there is a growing need to monitor land cover changes as a result of the realization of agri-environmental programmes belonging to the key instruments of the Common Agricultural Policy to protect the environment. Research into a concept of sustainable use of agricultural landscape is closely related to the development of indicator framework for quantifying and valuation of the impacts of agricultural practice on the environment. The aim of the article is to describe the role of land cover as the agri-environmental indicator (AEI). It reviews some of the theoretical issues relating to AEI classifications and shows the indicators that can be used in the process of evaluation of land cover changes at the regional scale.

Key words: land cover, agri-environmental indicator, monitoring, land cover changes

ÚVOD

Už od samotného vzniku Európskej únie zohráva jednotná poľnohospodárska politika významnú úlohu v procese využívania krajiny. V prvých rokoch ju charakterizovala tzv. „zelená revolúcia“, sprevádzaná maximálnou snahou o zvýšenie poľnohospodárskej produkcie. Intenzifikácia poľnohospodárstva,

* Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

s cieľom maximálnych výnosov pri minimálnych nákladoch, na mnohých miestach viedla k degradácii pôdy, vody a ovzdušia a tiež k zníženiu krajinej biodiverzity. Ako uvádza Piorr (2003), kontamináciu prírodných zdrojov pesticídmi a anorganickými hnojivami, rovnako ako narušenie prírodných ekosystémov je možné čiastočne chápať ako nežiaduci účinok opatrení spoločnej poľnohospodárskej politiky (Common Agricultural Policy – CAP).

Na začiatku deväťdesiatych rokov sa v rámci CAP výrazne zintenzívnili snahy o ochranu životného prostredia. Vzhľadom na tesnú spätosť medzi poľnohospodárstvom a životným prostredím jednou z priorít CAP je zavedenie viacerých opatrení na zmiernenie negatívneho pôsobenia poľnohospodárstva na krajinu a optimalizáciu jej využívania. Prijatím nariadenia EÚ č. 2078/92 bolo zavedené povinné zostavenie agro-environmentálnych programov (AEP) pre jednotlivé členské krajiny. Podstata AEP spočíva v dobrovoľnom prijatí konkrétnych záväzkov zo strany užívateľov krajiny, ktoré prispievajú k zlepšeniu environmentálnej situácie konkrétneho regiónu. Pre účely monitorovania dôsledkov týchto opatrení by sa mal využívať rozsiahly systém agro-environmentálnych indikátorov (AEI), pomocou ktorých bude možné sledovať dopady jednotlivých opatrení, a tiež efektívnosť finančných prostriedkov, ktoré budú na tento účel využité.

Vstup Slovenska do Európskej únie priniesol celý rad celospoločenských zmien, z ktorých viaceré majú resp. budú mať priamy či nepriamy dopad na súčasné využívanie krajiny. Uplatňovanie CAP, v rámci ktorej teraz prebieha jedna z najvýznamnejších reforiem, zohráva v tomto procese významnú úlohu. Demek (2003) poukazuje na skutočnosť, že degradovaná a devastovaná krajina zaberá príliš veľké plochy. Tieto plochy sa neustále zväčšujú, a preto predpokladá, že v rámci geoeologického výskumu kultúrnej krajiny bude musieť nahradiť konzervačnú geoeológiu renovačná geoeológia, zameraná na výskum obnovy degradovanej krajiny, modifikáciu krajiny po zmenách jej využívania a na obnovenie trvalo udržateľných geosystémov.

Keďže problematike agro-environmentálnych indikátorov sa na Slovensku zatiaľ venuje len minimálna pozornosť a samotný pojem „agro-environmentálny indikátor“ je relatívne málo známy, cieľom tohto príspevku je priblížiť význam AEI a prezentovať sériu indikátorov využiteľných v procese monitorovania zmien krajiny v podmienkach Slovenska s využitím databáz krajinej pokrývky (najmä databáz CORINE land cover). Zároveň chceme poukázať na potrebu regionalizácie územia SR v súvislosti s implementáciou AEP, ktorá je nevyhnutným predpokladom zmysluplnej AE politiky.

METODIKA

Ako uvádzajú Moxey et al. (1998), agro-environmentálne indikátory vo svojej podstate nepredstavujú novú koncepciu, ide skôr o moderné označovanie určitých informácií používaných na vyhodnocovanie správania určitého systému. Každý indikátor sa vzťahuje na určitú kvalitu, vlastnosť alebo schopnosť systému. Predpokladá sa, že rôzne hodnoty konkrétneho indikátora reprezentujú rôzne stavy alebo procesy v systéme, takže indikátor môže byť využitý na monitorovanie a/alebo kontrolu.

Problematika agro-environmentálnych indikátorov (AEI) sa stala v posledných rokoch jednou z kľúčových tém výskumu významných európskych pracovísk a inštitúcií (DG Agriculture, Eurostat and JRC 2000, EEA 2001, LANDSIS 2002, OECD 2002, OECD 2001a). Teoreticko-metodologické otázky AEI boli nosnou témou viacerých konferencií expertov OECD, ktoré boli tematicky orientované na nasledovné okruhy problémov:

- poľnohospodárstvo a biodiverzita (Zürich, november 2001),
- vplyv poľnohospodárstva na krajinu (Oslo, október 2002),
- poľnohospodárstvo a pôdny organický uhlík (Ottawa, október 2002),
- vplyv poľnohospodárstva na eróziu pôdy a pôdnu biodiverzitu (Rím, marec 2003),
- poľnohospodárstvo a ochrana krajiny (Kjoto, máj 2003),
- kvalita vody jej využívanie v poľnohospodárstve (Gyeonggi, október 2003),
- poľnohospodárska prax a životné prostredie (Palmerton North, marec 2004).

OECD pri výskume AEI využíva trojstupňový model DFSR (Driving Force – State – Response), ktorý sa zameriava na analýzu príčin, dôsledkov a návrhy jednotlivých opatrení. Základom tohto modelu je hľadanie odpovedí na nasledovné okruhy otázok (Büchs 2003, Piore 2003):

- aké sú príčiny zmien environmentálnych podmienok? (Driving force)
- aké sú ich dopady na životné prostredie? (State)
- aké aktivity (verejného aj súkromného sektoru) reagujú na zmeny prírodného prostredia? (Response)

Spracovanie prehľadu AEI využiteľného pri typizácii krajiny Slovenska pozostávalo z nasledovných krokov:

1. Analýza dostupných materiálov (výsledky projektov, štúdie, materiály z konferencií, legislatívne dokumenty) zameraných na AEI a implementácie direktív Európskej komisie z aspektu potenciálnych zmien poľnohospodárskej krajiny.
2. Hodnotenie a kategorizácia AEI podľa používaných metód, vstupných dát a ich indikačnej hodnoty.
3. Selekcia a charakteristika AEI využívajúcich databázy krajinskej pokrývky.
4. Návrh AEI využiteľných v procese implementácie AEP na Slovensku.

AGRO-ENVIRONMENTÁLNE INDIKÁTORY, ICH VÝZNAM A ČLENENIE

Z prezentovaného modelu DFSR vyplýva nasledovná kategorizácia AEI:

1. AEI indikujúce procesy a ekonomické aktivity vplývajúce na životné prostredie (napr. intenzita obrábania pôdy, množstvo a spôsob používania jednotlivých druhov hnojív a pesticídov).
2. AEI indikujúce zmenený stav prostredia, resp. environmentálne podmienky ako dôsledok antropogénnych aktivít (výsledky analýz vody, pôdy, pokrýv-

nosť a diverzita indikačných rastlinných a živočíšnych druhov, najmä machov a bezstavovcov, zmeny v štruktúre krajiny atď.).

3. AEI indikujúce reakciu spoločnosti (t. j. množstvo a rozsah opatrení) na zmeny v 1 a 2 (najmä demografické a ekonomické ukazovatele, napr. finančné náklady na AEP, plocha obhospodarovaná podľa jednotlivých AE schém atď.).

Zoznam AEI navrhovaných OECD (OECD 2001b) je prezentovaný v tab. 1.

Vzhľadom na cieľ a obmedzený rozsah tohto príspevku, zo širokého spektra existujúcich indikátorov (biologických, chemických, fyzických, demografických, ekonomických atď.) sa v ďalšej časti budeme zaoberať len skupinou indikátorov, ktorá býva označovaná ako indikátory krajiny (landscape indicators). Táto skupina sa čiastočne prekrýva s viacerými indikátormi biodiverzity.

INDIKÁTORY STAVU A ZMIEN KRAJINY

V centre pozornosti AE hodnotenia je poľnohospodárska krajina, pričom tento pojem zahŕňa (Parris 2002):

- štruktúru krajiny (využívanie krajiny, fyziognómiu, antropogénne prvky),
- funkcie krajiny (ekonomickú, rekreačnú, environmentálnu),
- hodnotu krajiny (náklady na jej udržiavanie a obhospodarovanie, rekreačné a kultúrne hodnoty).

Na základe takéhoto prístupu je možné rozlišovať:

- indikátory štruktúry fyzickej krajiny a jej funkcií,
- indikátory socio-ekonomických aspektov krajiny,
- indikátory estetického vnímania hodnôt krajiny.

V rámci projektu PAIS (Proposal of Agri-environmental Indicators) boli indikátory krajiny zoskupené do troch úrovní, ktoré sú prezentované v tab. 2 (Piorr 2003, LANDSIS 2002). V tomto projekte bolo posudzovaných celkovo 340 indikátorov prírodnej krajiny (pričom viaceré boli významovo blízke), 860 indikátorov vzťahujúcich sa na poľnohospodársku prax a vyše 500 indikátorov rozvoja vidieka (LANDSIS 2002).

Pre vyhodnocovanie krajinnej mozaiky (tab. 2) kľúčové vstupné údaje predstavujú databázy krajinnej pokrývky. V ďalšej časti je detailnejší rozbor AEI v rámci jednotlivých indikačných skupín krajinnej mozaiky (podľa LANDSIS 2002):

Pod pojmom *kompozícia krajiny* sa rozumie zastúpenie jednotlivých krajinných komponentov, resp. tried krajinnej pokrývky. Pre jej charakteristiku sú navrhované nasledovné indikátory:

- stav a zmeny vo výmere poľnohospodárskej pôdy,
- stav a zmeny vo výmere ornej pôdy,
- stav a zmeny vo výmere trvalých trávnych porastov,
- stav a zmeny vo výmere lesov,
- stav a zmeny vo výmere poloprírodných a prírodných areálov,
- stav a zmeny vo výmere urbanizovaných areálov.

Konfigurácia krajiny vyjadruje jej štruktúru, spôsob usporiadania jednotlivých tried. Pre hodnotenie konfigurácie sú navrhované nasledovné indikátory:

Indexy diverzity:

- Shannonov index,
- index heterogenity,
- index vzájomného postavenia,
- index homogenity/heterogenity v zmysle TERUTI,

(Poznámka: TERUTI – metodika mapovania krajinnej pokrývky založená na získavaní dát z pravidelnej siete segmentov aplikovaná vo Francúzsku, bližšie rozoberaná v prácach Eiden et al. 2002a, Eiden et al. 2002b).

Tab. 1. Zoznam AEI navrhovaných OECD (OECD 2001)

I. POĽNOHOSPODÁRSTVO V ŠIRŠOM EKONOMICKOM, SOCIÁLNOM A ENVIRONMENTÁLNO M KONTEXTE		
1 Východiskové informácie a indikátory	2 Finančné prostriedky	
<i>Poľnohospodársky HDP</i>	<i>Využitie krajiny</i>	<i>Príjem farmárov</i>
<i>Objem poľnohospodárskej výroby</i>	<i>Výmera poľnohospodárskej pôdy</i>	<i>Agro-environmentálne výdavky</i>
<i>Zamestnanosť v poľnohospodárstve</i>	<i>Zmeny v poľnohospodárskej pôde</i>	<i>Verejné a súkromné agroenvi- ronmentálne výdavky</i>
<i>Štruktúra farmárov podľa veku a pohlavia</i>	<i>Poľnohospodárske využívanie krajiny</i>	<i>Náklady na agroenvironmen- tálny výskum</i>
<i>Vzdelanie farmárov</i>		
<i>Počet fariem</i>		
<i>Dotácie v poľnohospodárstve</i>		
II. POĽNOHOSPODÁRSKY MANAŽMENT A ŽIVOTNÉ PROSTREDIE		
Poľnohospodársky manažment		
<i>Celkový manažment</i>	<i>Manažment živín</i>	<i>Starostlivosť o pôdu a krajinu</i>
<i>Plány environmentálneho manaž- mentu</i>	<i>Plány hnojenia</i>	<i>Doba pokrytia pôdy vegetáci- ou</i>
<i>Ekologické poľnohospodárstvo</i>	<i>Testovanie pôdy</i>	<i>Spôsob obrábania pôdy</i>
	<i>Likvidácia škodcov</i>	<i>Zavlažovanie</i>
	<i>Používanie nechemických metód</i>	<i>Závlahové technológie</i>
	<i>Integrovaný spôsob likvidácie škodcov</i>	
III. VSTUPY DO POĽNOHOSPODÁRSTVA A PRÍRODNÉ ZDROJE		
1 Používanie živín	2 Používanie pesticídov a riziká	3 Používanie vody
<i>Bilancia dusíka</i>	<i>Používanie pesticídov</i>	<i>Intenzita používania vody</i>
<i>Účinnosť dusíka</i>	<i>Riziká pesticídov</i>	<i>Účinnosť používania vody</i>
		<i>Spotrebovaný objem vody</i>
		<i>Ekonomický prínos</i>
		<i>Dopad na akvatické ekosysté- my (vodný stres)</i>

(pokračovanie tab. 1)

IV. VPLYV POĽNOHOSPODÁRSTVA NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE		
1 Kvalita pôdy	3 Ochrana krajiny	4 Skleníkové plyny
<i>Riziká vodnej erózie</i>	<i>Kapacita zadržiavania vody</i>	<i>Hrubá poľnohospodárska</i>
<i>Riziká veternej erózie</i>	<i>Odnos pôdy ako dôsledok jej</i> <i>obrábania</i>	<i>produkcia skleníkových ply-</i> <i>nov</i>
2 Kvalita vody		
<i>Riziká (indikátory potenciálnej</i> <i>kontaminácie)</i>		
<i>Stav (koncentrácie sledovaných</i> <i>prvkov)</i>		
5 Biodiverzita	6 Biotopy	7 Krajina
<i>Genetická diverzita</i>	<i>Intenzívne obrábané poľnohos-</i> <i>podárske plochy</i>	<i>Štruktúra krajiny</i> <i>Prvky krajinnnej mozaiky</i> <i>Antropogénne objekty</i>
<i>Druhovú diverzitu</i> <i>Voľne žijúce druhy</i> <i>Nepôvodné druhy</i>	<i>Poloprírodné poľnohospodár-</i> <i>ske biotopy</i> <i>Neobrábané prírodné biotopy</i> <i>Mozaika biotopov</i>	
<i>Ekosystémová diverzita</i> <i>(pozri Prírodné biotopy)</i>		<i>Krajinný manažment</i> <i>Náklady na udržiavanie kra-</i> <i>jiny a ich prínos</i>

- tvar areálov poľnohospodárskych parciel,
- dĺžka a rozmiestnenie rôznych hraníc,
- index fragmentácie.

Pri hodnotení *prírodných krajinných prvkov* sa odporúča využívať nasledovné indikátory:

- výskyt a zmeny poloprírodných a prírodných biotopov,
- výskyt a zmeny plošných ekologicky významných biotopov v poľnohospodárskej krajine udržiavaných farmármi:
 - extenzívne lúky a pasienky,
 - tradičné sady,
 - staré olivové porasty.

Výskyt a zmeny lineárnych ekologicky významných biotopov v poľnohospodárskej krajine:

- okraje polí s ornou pôdou,
- okraje lesov,
- okraje lúk a pasienkov,

- brehy riek,
- remízky.

Výskyt a zmeny bodových ekologicky významných biotopov v poľnohospodárskej krajine:

Historicko-kultúrne prvky krajiny je možné hodnotiť pomocou nasledovných indikátorov:

- výskyt a zmeny areálov historicko-kultúrnej krajiny:
 - historické usporiadanie parciel,
- výskyt a zmeny lineárnych prvkov historicko-kultúrnej krajiny:
 - kamenné hradby,
 - terasy,
 - historicky významné cesty,
- výskyt a zmeny bodových prvkov historicko-kultúrnej krajiny.

V rámci hodnotenia *antropogénnych prvkov* súčasnej krajiny sa posudzuje:

- výskyt a zmeny v antropogénnych areáloch súčasnej krajiny:
 - živelný rast miest,
- výskyt a zmeny lineárnych prvkov súčasnej krajiny:
 - dopravná infraštruktúra,
- výskyt a zmeny bodových prvkov súčasnej krajiny:
 - veterné turbíny,
- stupne hemeróbie.

Podľa *Dohovoru o biologickej diverzite* definícia pojmu „biodiverzita“ zahŕňa tri úrovne: diverzitu genetickú, diverzitu druhovú a diverzitu ekosystémov (Šíbl et al. 1998). OECD (2001b) navrhuje rozlišovať štyri skupiny indikátorov agro-biodiverzity:

- indikátory genetickej diverzity,
- indikátory kvantity biotopov (stav a zmeny vo výskyte biotopov),
- indikátory kvality biotopov:
 - indikátory štruktúry biotopov (veľkosť areálov, fragmentácia, lineárne prvky a siete, vertikálne štruktúry, mozaika),
 - indikátory manažmentu biotopov,
 - indikátory voľne žijúcich druhov,
- indikátory vzájomného prepojenia kvality a kvantity biotopov.

Spôsoby vyhodnocovania agro-biodiverzity na úrovni kvantity a štruktúry biotopov sú prakticky identické ako hodnotenie krajinnej mozaiky pomocou vyššie prezentovaných indikátorov krajiny.

Tab. 2. Klasifikácia AEI vzťahujúcich sa na hodnotenie krajiny (LANDSIS 2002)

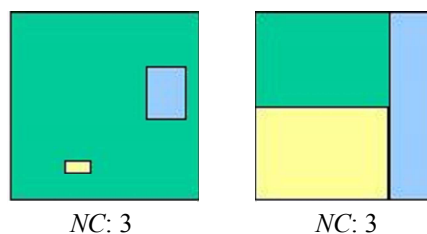
Krajinná dimenzia	Indikačná skupina	Predmet indikácie
Krajinná mozaika	Kompozícia krajiny	Výskyt a zmeny tried krajinej pokrývky
		Zmeny v krajinej mozaike
		Fragmentácia areálov
		Diverzita areálov
	Konfigurácia krajiny	Okraje areálov
		Tvar areálov
		Výskyt a zmeny v prirodzených biotopoch
		Hemeróbia
	Prírodné krajinné prvky (stav a zmeny)	Fragmentácia prirodzených biotopov
		Diverzita prirodzených biotopov
		Kvalita prirodzených biotopov
		Bodové prvky
	Historicko-kultúrne prvky (stav a zmeny)	Lineárne prvky
		Plošné prvky
	Ostatné kultúrne krajinné prvky (stav a zmeny)	Bodové prvky
		Lineárne prvky
		Plošné prvky
Percepcia krajiny	Vizuálne a estetické vnímanie	Spoločenská vôľa financovať údržbu poľnohospodárskej krajiny
Krajinný manažment a ochrana	Ochrana kultúrnej krajiny	Podiel farmárov s AE záväzkami z celkového počtu farmárov
		Finančné náklady na AEP (na hektár alebo na farmu)
		Plocha obhospodarovaná podľa AEP z celkovej výmery poľnohospodárskej pôdy
		Počet farmárov zúčastnených na školeniach zameraných na ochranu krajiny
	Ochrana prírody	Výmera poľnohospodárskej pôdy v chránených územiach

INDIKÁTORY HODNOTENIA KRAJINNEJ MOZAIKY

Z predchádzajúceho textu je zrejmé, že celkovú štruktúru krajiny je možné vyjadriť najmä indikátormi kompozície (počtom rôznych typov krajinných prvkov) a konfigurácie (distribúcie a priestorových charakteristík prvkov). Ako uvádza Oľahel' et al. (2002), diverzitu krajiny je možné chápať ako štruktúrnú rozmanitosť (rôznorodosť, variabilnosť a heterogenitu), vyplývajúcu z pestrosti prvkov (homogénnych častí) krajiny. Homogénna časť krajiny predstavuje priestorovú jednotku, identifikovanú a delimitovanú podľa základného klasifikačného znaku. Hoci krajinné prvky môžu byť kategorizované z rôznych aspektov (napr. ako biotopy), najčastejšie sa používa zjednodušený a súčasne súhrnný vstupný údaj – triedy krajinej pokrývky (TKP), ktoré reprezentujú vzájomné prepojenie prírodných podmienok a antropogénneho vplyvu. Keďže kompozícia a konfigurácia krajiny zohráva dôležitú úlohu z hľadiska jej ekologických funkcií, vytvorilo sa viacero matematických indexov, ktoré umožňujú objektívny popis rozdielnych aspektov krajinej štruktúry (uvádzané príklady sú prevzaté z Eidena et al. 2000).

Počet tried (number of classes – *NC*)

Tento indikátor predstavuje najjednoduchší spôsob hodnotenia krajinej diverzity. Uvádza počet rôznych tried (napr. krajinej pokrývky) na jednotku plochy. Čím väčší je počet tried, tým vyššia je diverzita krajiny. Za výhodu tohto indikátora sa považuje jednoduchý spôsob jeho výpočtu a interpretácie. Výsledky získané týmto spôsobom však môžu byť zavádzajúce, pretože sa neberie do úvahy výmera jednotlivých tried, takže nie je možné posúdiť ich významnosť z environmentálneho hľadiska. Výskyt triedy s rozlohou najmenšieho mapovaného areálu sa posudzuje rovnako ako trieda, ktorá zaberá nadpolovičnú časť hodnotenej plochy (obr. 1)



Obr. 1. Príklad rozdielnej konfigurácie krajiny s rovnakým počtom tried krajinej pokrývky

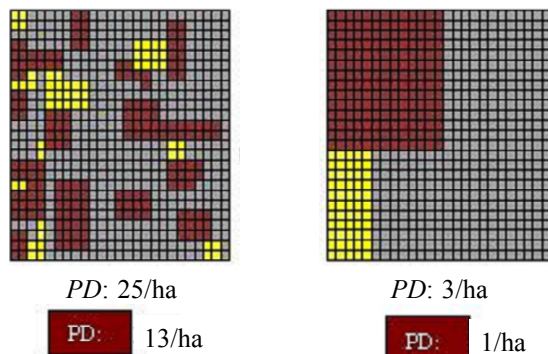
(*NC* – počet tried krajinej pokrývky)

Hustota areálov krajinej pokrývky (Patch Density – *PD*)

Indikátor vyjadruje počet areálov na jednotku plochy (spravidla 100 ha)

$$PD = \frac{n}{a}$$

kde *PD* je hustota areálov, *n* je počet areálov a *a* je jednotka plochy.



Obr. 2. Príklad rozdielnej hustoty areálov rovnakých tried krajinej pokrývky

Hodnota indikátora narastá so zvýšením počtu posudzovaných tried KP na zvolenom referenčnom území. Dve územia s rovnakou kompozíciou sa môžu odlišovať vo veľkosti a počte areálov konkrétnej triedy KP. Hodnota tohto indikátora je ovplyvnená veľkosťou minimálneho mapovaného areálu a počtom rozlíšených tried krajinej pokrývky na príslušnej hierarchickej úrovni (nezohľadňuje diverzitu heterogénnych tried). Na obr. 2 sú dva typy krajiny s identickými triedami, ale rozdielnou hustotou areálov.

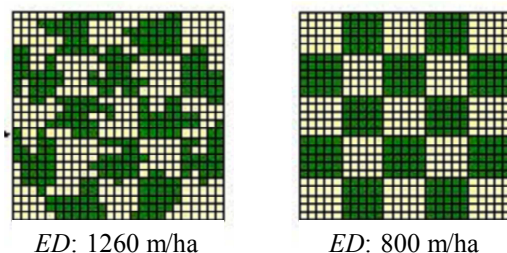
Hustota hraníc (edge density – *ED*) alebo pomer obvod/plocha (perimeter/area ratio – *PAR*)

Tento indikátor sa vypočíta pomocou vzorca

$$ED = \frac{E}{A}$$

kde *ED* je hustota hraníc, *E* celková dĺžka hraníc (m) a *A* celková plocha (ha).

Na rozdiel od predchádzajúceho indikátora sa v tomto prípade berie do úvahy tvar areálov. Hustota hraníc je zameraná na zisťovanie komplexnosti tvaru areálov a vyjadruje priestorovú heterogenitu krajinej mozaiky. Podobne ako pri zisťovaní hustoty areálov, aj pri tomto indikátore je rozhodujúca veľkosť minimálneho mapovaného areálu: čím je táto hodnota menšia, tým je vyššia hodnota dĺžky hraníc na posudzovanom území. Na obr. 3 sú na teoretickom príklade prezentované odlišné hodnoty indikátora pri rovnakom zastúpení tried.



Obr. 3. Príklad rozdielnej hustoty hraníc rovnakých tried krajinej pokrývky

Shannonov index diverzity (*SHDI*)

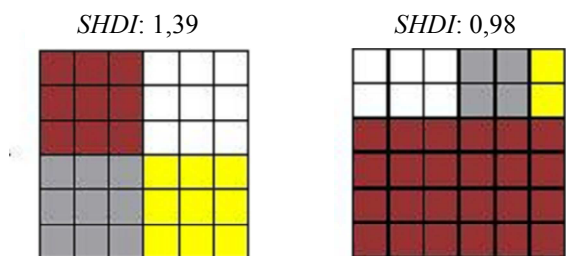
Shannonov index kvantifikuje diverzitu krajiny pomocou dvoch komponentov: počtu jednotlivých tried (kompozičný komponent) a rovnomernosti rozmiestnenia tried (štruktúrálny komponent).

Shannonov index predstavuje súčet súčinov výmery areálov jednotlivých tried krajinnej pokrývky a ich prirodzeného logaritmu podľa vzorca:

$$SHDI = \sum_{i=1}^m P_i \ln P_i$$

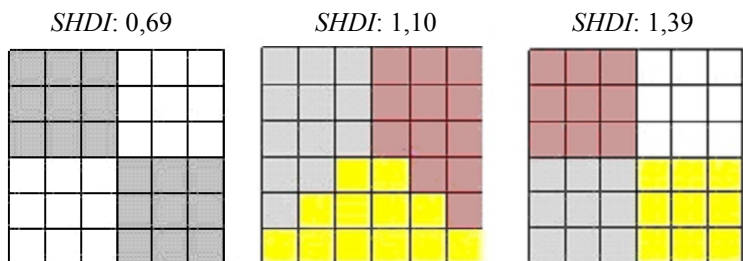
kde m je počet tried a P_i časť plochy pokrytá príslušnou triedou.

Hodnoty Shannonovho indexu diverzity rastú v prípade, že sa zvyšuje počet rôznych tried a/alebo proporčné zastúpenie tried je viac vyrovnané. Maximálna hodnota Shannonovho indexu pri konkrétnom počte tried sa dosahuje v prípade, že všetky triedy majú na posudzovanom území rovnakú výmeru. Príklad na obr. 4 dokumentuje situáciu dvoch referenčných plôch so štyrmi zastúpenými triedami (t. j. s rovnakou kompozíciou). Rozdielna veľkosť jednotlivých areálov sa odráža v hodnote Shannonovho indexu: čím menšie sú rozdiely vo výmere areálov, tým vyšší je Shannonov index.



Obr. 4. Vplyv rovnomernosti rozmiestnenia tried krajinnej pokrývky na hodnoty *SHDI*

Na obr. 5 je uvedený príklad, kedy je proporčné zastúpenie tried vždy rovnaké, ale zvyšuje sa počet tried, v dôsledku čoho narastá hodnota Shannonovho indexu.



Obr. 5. Vplyv počtu tried krajinnej pokrývky na hodnoty *SHDI*

Shannonov index je využiteľný pri porovnávaní odlišných krajinných výrezov, alebo pri porovnávaní stavu krajiny v dvoch časových horizontoch. V dô-

sledku kombinácie dvoch ukazovateľov (počtu tried a rovnomernosti zastúpenia) je interpretácia tohto indikátora náročná.

Podrobné hodnotenie diverzity územia Slovenska pomocou Shannonovho indexu na úrovni okresov, územno-správnych jednotiek a pravidelnej štvorcovej siete so stranou 10 km a 500 m uvádza práca Oťaheľa et al. (2002).

Index rozdrobenosti a vzájomného postavenia tried (Interspersion and Juxtaposition Index – *IJI*)

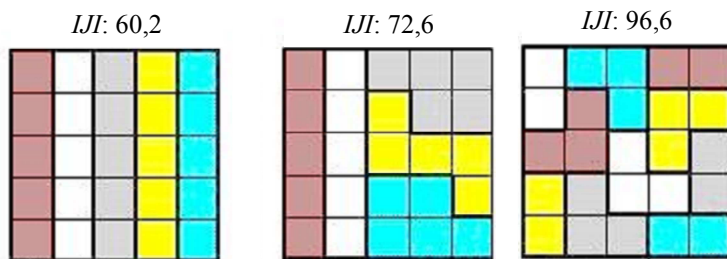
Tento index explicitne zohľadňuje priestorovú konfiguráciu tried KP, pretože vychádza zo vzťahov vzájomne priľahlých areálov. Každý areál je analyzovaný z hľadiska susedstva s ostatnými a hodnotí sa miera, do akej je trieda KP rozdrobená. *IJI* sa počíta podľa nasledovného vzorca:

$$IJI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m E_{ik} \ln E_{ik}}{\ln(m(m-1)/2)}$$

kde m je počet tried krajinej pokrývky a E_{ik} je dĺžka hraníc medzi triedou i a triedou k .

Nízke hodnoty indexu sú charakteristické pre krajinu s disproporčne alebo sústredene rozmiestnenými triedami krajinej pokrývky, t. j. určitá trieda KP susedí len s niekoľkými ostatnými triedami. Vysoké hodnoty *IJI* sa dosahujú v type krajiny, kde areály jednotlivých tried KP navzájom rovnomerne susedia.

Príklad na obr. 6 dokumentuje podstatu indexu rozdrobenosti a vzájomného postavenia. Každý z troch prezentovaných výrezov sa skladá z piatich tried krajinej pokrývky, ktoré majú rovnakú výmeru (t. j. Shannonov index diverzity bude rovnaký). Rozdiel spočíva v spôsobe, akým navzájom areály susedia (zľava doprava sa zvyšuje počet priľahlých tried KP a vzrastá dĺžka hraníc medzi jednotlivými triedami). Zložitejšie usporiadanie sa prejavuje vzrastom hodnoty *IJI* (maximum sa teoreticky dosiahne v prípade, keď všetky triedy navzájom susedia a dĺžka hraníc medzi triedami je rovnaká).



Obr. 6. Príklad rozdielnych hodnôt *IJI* pri rovnakom zastúpení tried krajinej pokrývky

INDIKÁTORY HODNOTENIA ZMIEN KRAJINNEJ POKRÝVKY

V predchádzajúcom texte boli prezentované indikátory, pomocou ktorých je možné vyjadriť stav krajiny v konkrétnom čase (resp. stavy vo viacerých časových horizontoch).

Hodnotenie zmien krajiny na základe interpretácie zmien krajinnej pokrývky z dvoch časových horizontov je vhodne prezentované v práci Feranca et al. (2002). Z uvádzaných procesov, dokumentujúcich zmeny krajiny, sa na poľnohospodársku krajinu vzťahujú typy:

- intenzifikácia poľnohospodárstva (premena areálov lúk, pasienkov a lesov na ornú pôdu, zmena ornej pôdy na vinice, sady, areály so skleníkmi a pod.),
- extenzifikácia poľnohospodárstva (zmeny viníc a sadov na ornú pôdu alebo lúky, zmeny ornej pôdy na lúky a pasienky),
- urbanizácia (industrializácia) – zmeny poľnohospodárskych areálov na urbanizované areály (bývania, vzdelávania, rekreácie) a priemyselné areály (výroba, dopravné komunikácie),
- zväčšovanie povrchovej ťažby nerastných surovín (premena poľnohospodárskych areálov na areály ťažby),
- zalesnenie (spontánna alebo antropogénna premena lúk, pasienkov alebo ornej pôdy na les v rôznych štádiách vývoja),
- iné typy zmien.

Iný spôsob hodnotenia zmien krajiny prezentujú Büttner et al. (2002). Ako agro-environmentálne indikátory navrhujú nárast a úbytok poľnohospodárskej pôdy vo vzťahu k nepoľnohospodárskej pôde, ako aj interné zmeny v rámci poľnohospodárskych areálov, získané interpretáciou tabuľky s údajmi o výmere jednotlivých tried krajinnej pokrývky v rozdielnych časových horizontoch (tab. 3). Bunky so zvislými čiarami v tab. 3 predstavujú nárast, t. j. plochu areálov, ktoré sa zmenili z nepoľnohospodárskej pôdy na poľnohospodársku. Vodorovné čiary označujú úbytok, t. j. výmeru, ktorá bola zmenená z poľnohospodárskej pôdy na nepoľnohospodársku. Mriežka predstavuje „interné zmeny“, t. j. zmeny v rámci poľnohospodárskej pôdy.

Tab. 3. Hodnotenie zmien krajinnej pokrývky (Büttner et al. 2002)

Nové kódy TKP		Pôvodné kódy TKP	Urbanizované areály	Poľnohosp. areály	Lesné a poloprirodné areály	Mokrade	Vodné plochy	Celkový úbytok
Urbanizované areály								
Poľnohospodárske areály								
Lesné a poloprirodné areály								
Mokrade								
Vodné plochy								
Celkový nárast								

AEI je možné prezentovať tromi spôsobmi:

- pri stručnej prezentácii sa berú do úvahy tri hodnoty: celkový nárast, celkový úbytok a celkové interné zmeny,
- podrobnejšia interpretácia zahŕňa rozpis nárastu, úbytku a interných zmien na úrovni zoskupených tried (tab. 3),
- detailný popis zmien je založený na interpretácii a vysvetľujúcom popise kompletnej tabuľky obsahujúcej všetky triedy krajinnej pokrývky podľa legendy CORINE Land Cover (Bossard et al. 2000).

HEMERÓBIA AKO AGRO-ENVIRONMENTÁLNY INDIKÁTOR

LANDSIS (2002) a Piorr (2003) zaraďujú hodnotenie hemeróbie do indikačnej skupiny „prírodné krajinné charakteristiky“ (tab. 2). Tento indikátor podáva informácie o podmienkach vývoja biocenóz daného územia a intenzite antropického tlaku na krajinu. Hemeróbia vegetácie je tradične chápaná ako stupeň antropogénneho vplyvu, ktorým je narušovaný vývoj ekosystémov smerujúci ku klimaxovému štádiu. Ide teda o stav „prírodnosti“ (naturalness), resp. „odprírodnenia“ rastlínstva v krajine (Jurko 1990, Aubrecht et al. 2001, Peterseil a Wrbka 2001). V rámci projektu SINUS (Banko et al. 2002, Peterseil et al. 2004) bolo spracované hodnotenie hemeróbie pre celé územie Rakúska. Pre jednotlivé regióny bola vypočítaná a kartograficky znázornená odchýlka od predpokladaného stavu. Navrhovaný indikátor (*SUSI*) bol vypočítavaný nasledovným spôsobom:

$$SUSI = \frac{[AvgHem_LandType] - [Hem_LandCell]}{[StdDevHem_LandType]}$$

kde [AvgHem_LandType] je priemerná predpokladaná hodnota hemeróbie pre konkrétny typ krajiny, [StdDevHem_LandType] je smerodajná odchýlka a [Hem_LandCell] je predpokladaná hodnota hemeróbie výskumného bodu v rámci konkrétneho typu krajiny.

Výsledné hodnoty boli klasifikované do piatich stupňov s rozpätím -2 (veľmi silná negatívna odchýlka) až +2 (veľmi silná pozitívna deviácia). Hodnota 0 predstavuje žiadnu alebo len minimálnu odchýlku (odchýlka $\pm 0,5$).

Využívanie databáz krajinnej pokrývky v procese implementácie AEP

Ako už bolo spomenuté, informácie o krajinnej pokrývke patria k najdôležitejším vstupným údajom v procese zmysluplnej implementácie AEP. Podrobná mapa krajinnej pokrývky vo veľkej mierke obsahovo veľmi rýchlo zastaráva, pretože v dôsledku zásahov človeka, ale aj prirodzených biologických procesov či prírodných katastrof krajinná pokrývka vykazuje vyššiu časovú variabilitu ako charakteristiky iných krajinných komponentov. Antropogénne procesy sú čoraz častejšie sprevádzané významnými zmenami krajiny, či už ide o úmyselné úpravy, alebo o následky určitých aktivít. Okrem zmien hraníc areálov krajinnej pokrývky (napr. v prípade hraníc ornej pôdy, intravilánu, priemyselných areálov) často dochádza aj ku kvalitatívnym zmenám jednotlivých tried (napr. zme-

na v zápoji korún v lesnom poraste, zmena nesúvislej zástavby na súvislú, zmena podielu rozptýlenej vegetácie v rámci ornej pôdy a pod.). Z týchto dôvodov je využívanie metód diaľkového prieskumu Zeme v súčasnosti neodmysliteľnou súčasťou procesu získavania kvalitných údajov o rýchlo sa meniacej krajinej pokrývke z rozsiahlejších území v primeranom čase.

Pre získavanie informácií o krajinej pokrývke bolo vypracovaných viacero metodík. Najvýznamnejším zdrojom informácií o krajinej pokrývke na európskej a národnej úrovni v rámci krajín EÚ zatiaľ zostáva databáza CORINE Land Cover v mierke 1:100 000. Na celoeurópskej úrovni je rozpracovaná tvorba databázy LUCAS (Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey), ktorá prakticky napĺňa rozhodnutie č. 1445/2000/EC Európskeho parlamentu (Bettio et al. 2002, Campling et al. 2002, Gallego 2002). V súčasnosti prebieha tvorba databázy CORINE Land Cover 2000, ktorá po porovnaní s pôvodnou databázou CORINE Land Cover 1990, vytvorenou v rokoch 1985-1996, umožní hodnotenie zmien európskej krajiny za obdobie 1990-2000. Na národnej úrovni boli úspešne aplikované napríklad metodiky TERUTI Land Cover vo Francúzsku či BANCÍK v Bulharsku (Eiden et al. 2002a, 2002b), viaceré štáty využívajú informácie o krajinej pokrývke zo systému IACS (príklady z Belgicka a Portugalska uvádzajú Campling et al. 2002). Uvedené metodiky je možné podľa spôsobu získavania informácií o krajinej pokrývke rozdeliť do dvoch skupín: metodiky založené na mapovaní polygónov na základe interpretácie údajov DPZ (napr. CORINE, IACS) a metodiky založené na získavaní údajov z pravidelnej siete segmentov, v rámci ktorej má každý segment definované výskumné body, z ktorých sú získavané informácie o krajinej pokrývke (LUCAS, TERUTI, BANCÍK). Ako však vyplýva z predbežných výskumov (napr. Gallego 2002) porovnanie výsledkov získaných týmito dvoma metódami je dosť zložité, pretože sa výrazne odlišujú v použitej legende (LUCAS na rozdiel od CORINE vzhľadom na bodový spôsob získavania údajov nemá triedu pre „heterogénne areály“, odlišná je veľkosť minimálnych mapovaných areálov a pod.).

V rámci projektu CORINE Land Cover boli zostavené a schválené záväzné triedy krajinej pokrývky na troch hierarchických úrovniach. Z celkového počtu 44 tried, ktoré tvoria legendu CORINE Land Cover, bolo na Slovensku na národnej úrovni v mierke 1:100 000 identifikovaných 31 tried, ktoré boli prezentované v práci Feranca a Oťaheľa (2001). Táto databáza zahŕňa vstupné informácie vhodné nielen pre regionalizáciu územia Slovenska z hľadiska implementácie AEP, ale aj pre následné monitorovanie zmien krajiny v dôsledku ich realizácie na národnej, príp. na regionálnej úrovni.

Pre účely vyhodnocovania stavu krajiny a povinného monitoringu zmien na menších územiach (napr. v lokalitách zaradených do siete NATURA 2000) optimálny zdroj vstupných dát predstavuje farebná ortofotomapa Slovenska, ktorá vznikla ako podkladový materiál pre účely integrovaného administratívneho a kontrolného systému (IACS) v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva SR pri tvorbe registra produkčných plôch. Ortofotomapa zachytáva stav územia Slovenska v rokoch 2002-2003 a vďaka kartografickej transformácii a súradnicovému priradeniu sú digitálne ortofotomapy optimálnym podkladom pre prácu v prostredí GIS.

TYPIZÁCIA ÚZEMIA AKO PREDPOKLAD IMPLEMENTÁCIE AEP

Základným predpokladom zmysluplnej AE politiky je jednoznačné odlišenie referenčnej úrovne poľnohospodárskych činností od cieľovej úrovne v kultúrnej krajine. Referenčnú úroveň predstavuje dodržiavanie tzv. správnej poľnohospodárskej praxe (Good Agricultural Practice). Európska únia formou agro-environmentálnych programov (AEP) ponúka platby farmárom, ktorí realizujú environmentálny servis nad rámec referenčnej úrovne. Tieto aktivity bývajú najčastejšie zamerané na:

- premenu intenzívne využívanej krajiny (ornej pôdy, intenzívnych lúk) na extenzívnu,
- redukcii využívania agrochemikálií (prejavujúcu sa nižšou úrodnosťou),
- vylúčenie používania pesticídov (ekologické poľnohospodárstvo),
- tvorbu a udržiavanie prirodzených biotopov,
- zachovanie tradičného poľnohospodárskeho a krajinného manažmentu.

Keďže cieľom AE politiky je zvýšiť environmentálny servis poskytovaný poľnohospodárskymi subjektmi na určitú cieľovú úroveň, v jednotlivých regiónoch je vhodné pre jednotlivé AEI zadefinovať konkrétne hodnoty, ku ktorým by mal meniaci sa stav krajiny (resp. procesy prebiehajúce v krajine) smerovať.

V prístupe k ochrane poľnohospodárskej krajiny zohrávajú významnú úlohu prírodné podmienky, rozloha krajiny, ale najmä tradície a historický vývoj územia. Ako uvádza Büchs (2003), niektoré krajiny (napr. USA, Kanada, Austrália) majú vďaka veľkým geografickým jednotkám tendenciu rozlišovať striktné produkčnú krajinu (poľnohospodársku a industriálnu) a prírodnú krajinu, dôležitú z hľadiska ochrany. Na rozdiel od týchto krajín sa vidiecka krajina v prevažnej časti Európy vyvíjala v úplne odlišných podmienkach a poľnohospodárske využívanie krajiny, vidiecku turistiku a hodnotné prírodné ekosystémy nie je možné oddeliť. Podľa Büchsa (2003) geografické odlišnosti a rozdielny historicko-kultúrny vývoj jednotlivých štátov výrazne prispeli k tomu, že sa v súvislosti s využívaním indikátorov upustilo od priemerných hodnôt na národnej úrovni a dôraz sa viac kladie na regionálne charakteristiky územia – prírodné zdroje a kultúrny vývoj.

Piorr (2003) poukazuje na snahu viacerých európskych krajín o typizáciu územia za účelom vytvorenia rámcovej osnovy a referenčnej bázy hodnotenia zmien krajiny. Z hľadiska agro-environmentálnej politiky je vhodné rozlišovať minimálne päť skupín, do ktorých je možné zaradiť jednotlivé typy krajiny (CEC 2000):

- krajina s vysokou prírodnou a kultúrnou hodnotou ohrozovaná intenzifikáciou poľnohospodárstva, ktorej kvalita priamo závisí od striktných obmedzení poľnohospodárskych aktivít (na území Slovenska tento typ reprezentujú prevažne chránené územia),
- krajina s vysokou prírodnou a kultúrnou hodnotou závislá na poľnohospodárskom obhospodarovaní ohrozovaná marginalizáciou poľnohospodárstva, kde poľnohospodárstvo zohráva dôležitú úlohu pri tvorbe krajiny (najmä tzv. znevýhodnené oblasti (<http://www.mpsr.sk/apo/doc/Sekcia903.doc>),

- krajina charakterizovaná poľnohospodárstvom s nízkymi vstupmi (energie, živín a pod.), nízkou mierou znečisťovania a vyčerpávania prírodných zdrojov, s rozvojom vhodnej štruktúry biotopov a celkovej biodiverzity,
- krajina charakterizovaná intenzívnou alebo extenzívnou správnu poľnohospodárskou praxou, pričom obhospodarovanie krajiny je vo vyváženom vzťahu so snahou o udržiavanie a zachovanie prírodných zdrojov, biodiverzity a poloprírodných ekosystémov,
- krajina charakterizovaná nadmerným využívaním, znečisťovaním a vyčerpávaním prírodných zdrojov, prejavujúca sa celkovým zhoršením jej stavu (biodiverzity, poloprírodných ekosystémov a prírodných zdrojov).

Pri posudzovaní aktuálneho stavu krajiny a pri následnom spracovaní typizácie územia Slovenska je potrebné zohľadniť široké spektrum indikátorov (ekonomické ukazovatele, druhová diverzita, kontaminácia prírodných zdrojov), vrátane indikátorov štruktúry krajiny. Z hľadiska krajinnej mozaiky považujeme za dôležité v referenčných územných jednotkách na regionálnej úrovni zohľadniť minimálne nasledovné AEI:

- výmera poľnohospodárskej pôdy (%),
- výmera ornej pôdy (%),
- výmera lúk a pasienkov (%),
- výmera lesov (%),
- výmera vodných plôch (%),
- výmera urbanizovaných plôch (%),
- počet tried KP,
- hustota tried,
- Shannonov index diverzity,
- celková hustota hraníc,
- dĺžka okrajov polí s ornou pôdou,
- dĺžka okrajov lesov,
- dĺžka okrajov lúk a pasienkov,
- dĺžka brehov riek.

Predpoklady efektívneho využívania AEI s využitím databáz CORINE Land Cover v procese implementácie AEP v SR môžeme zhrnúť do nasledovných bodov:

a) zadefinovanie hierarchickej úrovne a referenčných územných jednotiek pre analýzu stavu krajiny (republika, kraje, okresy, geomorfologické jednotky, typy prírodnej krajiny, poľnohospodárske výrobné typy),

b) sformulovanie jednotného metodického postupu hodnotenia stavu krajiny (konkrétne AEI na rôznych hierarchických úrovniach, resp. v odlišných typoch krajiny),

c) regionalizácia územia Slovenska podľa intenzity využívania krajiny a potreby implementácie AEP,

d) stanovenie optimálnych parametrov AEI pre cieľovú úroveň jednotlivých

regiónov (t. j. pomocou AEI určiť stav krajiny, k akému AEP v danej referenčnej územnej jednotke smerujú),

e) vyhodnotenie aktuálneho stavu jednotlivých regiónov vo vzťahu k cieľovej úrovni a návrhy konkrétne opatrenia,

f) monitorovanie realizácie AEP a ich vplyv na krajinu v jednotlivých regiónoch.

ZÁVER

Implementácia agro-environmentálnych programov je jednou zo zmien, ktoré bezprostredne súvisia so vstupom Slovenska do Európskej únie a rešpektovaním Spoločnej poľnohospodárskej politiky. Na monitorovanie ich úspešnosti sa využívajú mnohé agro-environmentálne indikátory, medzi ktorými zohrávajú významnú úlohu prezentované indikátory krajinnej kompozície a krajinnej konfigurácie. Databáza CORINE Land Cover predstavuje vhodný podklad pre typizáciu územia Slovenska z hľadiska implementácie AEP a následného monitoringu zmien krajiny.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckého projektu č. 2/4189/25 „Identifikácia a hodnotenie zmien krajiny aplikáciou údajov DPZ, databáz CORINE a GIS“ na Geografickom ústave SAV v roku 2005 za podpory grantovej agentúry VEGA.

LITERATÚRA

- AUBRECHT, P., GÖTZ, B., ZETHNER, G. (2001). *Constraints in land use by agriculture, nature protection issues, rural development and biodiversity in various regions of Austria: an analytical approach based on spatial information techniques. OECD Expert Meeting on Agri-Biodiversity Indicators, 5-8 November 2001, Zürich.* Zürich (OECD).
- BANKO, G., ZETHNER, G., WRBKA, T., SCHMITZBERGER, I. (2002). Landscape types as the optimal spatial domain for developing landscape indicators. In *Proceedings of the NIJOS/OECD workshop on agricultural landscape indicators, 7-9 October 2002.* Oslo (Norwegian Institute of Land Inventory), p. 12.
- BETTIO, M., DELINCÉ, J., BRUYAS, P., CROI, W. (2002). Area frame surveys: aim, principals and operation surveys. In Gallego, J., ed. *Building agro-environmental indicators. EUR Report 20521 EN.* Ispra (European Commission, Joint Research Centre), pp. 12-27.
- BÜCHS, W. (2003). Biotic indicators for biodiversity and sustainable agriculture – introduction and background. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98, 1-16.
- BÜTTNER, G., MAUCHA, G., KOSZTRA, B. (2002). Towards agri-environmental indicators using land cover changes derivated from CORINE land cover data. In Gallego, J., ed. *Building agro-environmental indicators. EUR Report 20521 EN.* Ispra (European Commission, Joint Research Centre), pp. 137-154.
- BOSSARD, M., FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2000). *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000.* Technical Report, 40. Copenhagen (European Environment Agency).
- CAMPLING, P., WILLEMS, E., ROECK, E., BUFFARIA, B. (2002). Land cover indicators from IACS and LUCAS datasets – case study Belgium and Portugal. In Gallego, J., ed. *Building agro-environmental indicators. EUR Report 20521 EN.* Ispra (European Commission, Joint Research Centre), pp. 90-107.

- CEC (2000). *Indicators for the integration of environmental concerns into the common agricultural policy*. Brussel (Commission of the European Communities).
- DEMEK, J. (2003). Renovační geoeekologie a zvláště chránená území. *Geografický časopis*, 55, 373-380.
- DG AGRICULTURE, EUROSTAT, JRC (2000). *From land cover to landscape diversity*. Brussel (European Commission, DG Agriculture).
- EEA (2001). *Towards agri-environmental indicators*. Topic Report 6/2001. Copenhagen (European Environment Agency).
- EIDEN, G., VIDAL, C., MICHEL, P., GEORGIEVA, N. (2002a). Spatial indicators for describing structural changes in European landscapes – changes in the spatial structure based on land cover data as seen by TERUTI and BANCÍK. In Gallego, J., ed. *Building agro-environmental indicators. EUR Report 20521 EN*. Ispra (European Commission, Joint Research Centre), pp. 41-54.
- EIDEN, G., VIDAL, C., GEORGIEVA, N. (2002b). Land Cover/Land Use change detection using point area frame survey data. Application of TERUTI, BANCÍK and LUCAS Data. In Gallego, J., ed. *Building agro-environmental indicators. EUR Report 20521 EN*. Ispra (European Commission, Joint Research Centre), pp. 55-74.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).
- FERANEC, J., ŠURI, M., CEBECAUER, T., OŤAHEL, J. (2002). Methodological aspects of landscape changes detection and analysis in Slovakia applying the CORINE land cover databases. *Geografický časopis*, 54, 271-288.
- GALLEGO, J. (2002). Fine scale profile of CORINE Land cover classes with LUCAS data. In Gallego, J., ed. *Building agro-environmental indicators. EUR Report 20521 EN*. Ispra (European Commission, Joint Research Centre), pp. 121-136.
- JURKO, A. (1990). *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava (Príroda).
- LANDSIS (2002). *Proposal on Agri-Environmental indicators (PAIS)*. Project Summary. Luxembourg (LANDSIS).
- MOXEY, A., WHITBY, M., LOWE, P. (1998). Agri-environmental indicators: issues and choices. *Land Use Policy*, 15, 265-269.
- OECD (2001a). *OECD Expert meeting on agri-biodiversity indicators. Summary and recommendations*. Zürich (OECD).
- OECD (2001b). *Environmental indicators for agriculture, 3. Methods and results – executive summary*. Paris (OECD).
- OECD (2002). *NIJOS and OECD expert meeting on indicators of agricultural impact on landscapes. Summary and recommendations*. Oslo (OECD).
- OŤAHEL, J., FERANEC, J., MACHKOVÁ, N. (2002). Diverzita krajiny Slovenska. *Geografický časopis*, 54, 131-150.
- PARRIS, K. (2002). *Agricultural landscape indicators in the context of the OECD work on agri-environmental indicators: Proceedings of the NIJOS/OECD workshop on agricultural landscape indicators, 7-9 October 2002, Oslo*. Oslo (Norwegian Institute of Land Inventory), p. 9.
- PETERSEIL, J., WRBKA, T. (2001). *Analysis of Austrian cultural landscapes. Mapping guide*. Vienna (Institute for Ecology and Nature Conservation).
- PETERSEIL, J., WRBKA, T., PLUTZAR, CH., SCHMITZBERGER, I., KISS, A., SZERENCSEI, E., REITER, K., SCHNEIDER, W., SUPPAN, F., BEISSMANN, H. (2004). Evaluating the ecological sustainability of Austrian agricultural landscapes – the SINUS approach. *Land Use Policy*, 21, 307-320.
- PIORR, H., P. (2003). Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98, 17-33.
- ŠIBL, J., GUZIOVÁ, Z., STRAKA, P. (1998). *Ochrana biologickej diverzity*. Nitra (Slovenská poľnohospodárska univerzita).

EVALUATION OF LAND COVER IN THE PROCESS OF IMPLEMENTING AGRI-ENVIRONMENTAL PROGRAMMES

Changed land use conditions, especially the intensification of agricultural production, have led to a significant reduction of biodiversity and degradation of natural resources over the past several decades. One of the important issues nowadays is the definition of agri-environmental indicators (AEI), which are vehicles for summarizing, simplifying and communicating information about land statement that is of importance to decision-makers. The presumption is that different values or states of an indicator meaningfully represent different states or movements of system conditions so that the indicator can be used for monitoring and/or control purposes. AEI play an important role in improving transparency, monitoring, control and evaluation in the process of implementing of different agri-environmental programs (AEP), which represent a step towards the development of more sustainable farming. They are prepared to limit the impact of agriculture on the environment and to maintain biodiversity.

CORINE Land Cover database is an important source of information for the set of AEI indicating landscape composition and landscape configuration. The most important landscape AEI are:

- Stock of different land cover classes (agricultural land, arable land, grassland, forest areas, built-up areas),
- Length and distribution of different edges,
- Number of classes,
- Patch/Edge density,
- Diversity indices (Shannon index, Interspersion and Juxtaposition Index)
- Hemeroby,
- Land cover changes.

Landscape indicators enable better understanding of the specific characteristics of sites and the nature of the interaction between agricultural practices and the environment.

From the agri-environmental policy point of view at least five groups of landscape types should be recognized in Slovakia:

- High natural value and cultural landscape threatened by intensification of agriculture,
- Farming dependent high natural value and cultural landscapes threatened by marginalization of agriculture,
- Landscape characterized by low-input farming, low pollution and resource depletion as well as enhancement of habitats and biodiversity,
- Landscape characterized by intensive or extensive good farming practice,
- Landscape characterized by overexploitation, pollution and resource depletion.

Translated by the author