ACTA ENVIRONMENTALICA UNIVERSITATIS COMENIANAE (BRATISLAVA)
Vol. 15, 1(2007): 26–38 ISSN 1335-0285

METODICKÝ POSTUP STANOVENIA KOEFICIENTU EKOLOGICKEJ STABILITY KRAJINY

Tamara Reháčková[1], Eva Pauditšová[2]

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, [1]Katedra ekosozológie a fyziotaktiky, [2]Katedra krajinnej ekológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava,
e-mail: rehackova@fns.uniba.sk, epaudits@fns.uniba.sk

Abstract: ***The methodology of determining of landscape ecological stability coefficient.*** *The evaluation of landscape ecological stability is a complicated process. The aim of this process is the numerical representation (coefficient) of value of ecological stability which categorizes to specific degree of ecological stability in a predetermine scale.*
The result of previous approaches to the evaluation of landscape ecological stability is a large range of methodological tools. Under the present Land Consolidation Act the Territorial System of Ecological Stability (TSES) is obligatory and coefficient of ecological stability is a key element for TSES. Therefore we must have an objective tool which will enable comparison of ecological stability in different areas.
This paper presents a method of determining a coefficient of ecological stability which is based on existing scientific knowledge and actual practical experience in the Slovak Republic and the Czech Republic. The most important factors in a coefficient of ecological stability in specific area are the quality of vegetation cover and landscape structure.

Kľúčové slová: ekologická stabilita, krajina, koeficient ekologickej stability

ÚVOD

Krajina predstavuje otvorený systém, ktorý je výsledkom pôsobenia prírodných a antropogénnych činiteľov. Prírodná krajina sa vyvíjala výlučne v dôsledku pôsobenia prírodných činiteľov, kultúrnu krajinu formovali zároveň prírodné a antropogénne činitele. Krajinotvorné procesy – biotické či abiotické, prírodné alebo antropogénne – spôsobujú neustále zmeny v krajine, čím je bezprostredne z ekologického hľadiska ovplyvňovaná aj jej stabilita, teda schopnosť ekosystému vrátiť sa pôsobením vlastných vnútorných mechanizmov k dynamickej rovnováhe, alebo k svojmu „normálnemu“ vývojovému smeru.

Na vyjadrenie úrovne ekologickej stability určitého územia bolo vytvorených viacero metodických nástrojov, z ktorých väčšina je založená na výpočte koeficientu ekologickej stability (KES). Ide o numerickú hodnotu, na základe ktorej je krajina zaradená do určitého stupňa ekologickej stability.

Najčastejšie je interval ekologickej stability krajiny rozdelený na 3 až 5 stupňov.

Stanovenie KES bolo dlhé obdobie chápané viac ako akademický problém, ktorý nemal vážnejší dosah v praxi. V súčasnosti však KES predstavuje kľúčový prvok pre návrh opatrení v rámci tvorby krajiny vyplývajúcej z návrhov miestnych územných systémov ekologickej stability (MÚSES) spracovávaných pre projekty pozemkových úprav. Výpočet KES sa teda posunul do praktickej roviny, čím vznikla potreba vypracovať metodický nástroj, ktorý umožní stanoviť KES tak, aby bola aj v malých a aj vo veľkých mierkach spracovania čo v najvyššej miere zachovaná exaktnosť a objektivita hodnotenia krajiny a jej prvkov. Podstatou aplikovania jednotného spôsobu výpočtu KES krajiny v praxi sa o. i. zabezpečí údajová a priestorová kompatibilita. Na základe metodicky jednotne stanovenej ekologickej stability krajiny vznikne prirodzená možnosť komparácie území a účelového spájania menších územných celkov do väčších celkov (napr. katastrálne územia do mikroregiónov, regiónov a pod.).

CIEĽ

Na Slovensku sa v rámci krajinnoekologického výskumu stanovuje KES najčastejšie na základe dvoch prístupov:

1. KES ako pomer relatívne stabilných a relatívne nestabilných plôch
2. KES stanovený na základe výmery krajinných prvkov s prihliadnutím na ich krajinnoekologickú významnosť.

Príspevok obsahuje návrh spôsobu výpočtu KES. Vychádza z doterajších vedeckých poznatkov a praktických skúseností prezentovaných najmä v prácach slovenských a českých autorov, pričom je dôraz kladený na objektivitu hodnotenia ekologickej stability krajiny vyplývajúcu zo stupňa antropogénnej premeny jednotlivých krajinných prvkov. Postup stanovenia KES je navrhnutý tak, aby bol aplikovateľný pre vedecké ciele, ako aj pre prax.

TEORETICKO-METODICKÉ VÝCHODISKÁ

Kľúčovým pojmom procesu hodnotenia ekologickej stability krajiny a výpočtu KES je ekologická stabilita, ktorú Míchal (1992) definuje ako schopnosť ekologických systémov pretrvávať aj počas pôsobenia rušivého vplyvu, uchovávať a reprodukovať svoje podstatné charakteristiky i v podmienkach narušania zvonku. Táto schopnosť sa prejavuje minimálnou zmenou počas pôsobenia rušivého vplyvu (rezistencia) alebo spontánnym návratom do východiskového stavu, resp. na pôvodnú vývojovú trajektóriu po prípadnej zmene (resiliencia).

Buček, Lacina (1995) rozlišujú vnútornú (endogénnu) a vonkajšiu (exogénnu) ekologickú stabilitu, pričom vnútorná ekologická stabilita je

schopnosť ekosystému existovať pri normálnom pôsobení faktorov prostredia vrátane tých extrémov, na ktoré sú ekosystémy dlhodobo adaptované. Takáto ekologická stabilita je daná pevnosťou a množstvom vnútorných väzieb v ekosystéme. Vysokú vnútornú ekologickú stabilitu majú predovšetkým sukcesne vyzreté ekosystémy s klimaxovým charakterom. V kultúrnej krajine Slovenska sú to najmä ekosystémy s prírodným vývojom, alebo antropogénne podmienené ekosystémy s prirodzeným vývojom bioty v rámci dlhodobých antropoekologických podmienok (prírodné a prirodzené ekosystémy). Vonkajšia ekologická stabilita je schopnosť ekosystému odolávať pôsobeniu mimoriadnych vonkajších faktorov, na ktoré nie je ekosystém prírodným vývojom adaptovaný (extrémne výkyvy teplôt, rozsiahle požiare, zemetrasenia, vulkanické procesy atď.). V kultúrnej krajine ide zásadne o vonkajšie vplyvy a zmeny antropogénneho charakteru (znečisťovanie ovzdušia, zmeny vodného režimu, chemizácia poľnohospodárskej výroby a pod.).

Mnohí autori (napr. Miklós 1986, Buček 1983) sa o hodnotení ekologickej stability krajiny vyjadrujú ako o komplikovanom procese, ktorý je v súčasnosti o to zložitejší, že neexistujú všeobecne akceptované objektívne kritériá na hodnotenie stupňa ekologickej stability pre rôzne typy ekosystémov a následne aj krajiny. Za veľmi vhodné a objektívne kritérium je považovaný stupeň prirodzenosti ekosystému, ako hodnota nepriamo úmerná stupňu ovplyvnenia tohto systému človekom. Naveh a Lieberman (1993) použili vo svojich práci na hodnotenie ekosystémov: hemerobický stav ekosystémov, stupeň premeny pôdneho substrátu, úroveň zmeny vegetačnej štruktúry, úroveň zmeny floristického zloženia, stupeň straty prirodzenosti a zastúpenie neofytov. Míchal (1992) uvádza 6 kritérií, ktoré je možné uplatniť pri definovaní stupňa prirodzenosti ekosystémov:

- zmena štruktúry spoločenstva v porovnaní s prírodným spoločenstvom
- podiel druhov pôvodných organizmov vzhľadom na počet druhov tvoriacich prírodné spoločenstvo
- podiel spontánnych sekundárnych organizmov – členov autochtónnej regionálnej bioty
- podiel vymretých druhov pôvodnej bioty
- podiel synantropných alebo ruderálnych organizmov
- stálosť kultivovaných i spontánnych druhov v ekosystéme.

Na antropogénne vplyvy reaguje flóra a vegetácia predovšetkým zmenami druhových kombinácií v porovnaní s nenarušenými stanovišťami. Na označovanie stupňa zmien flóry a vegetácie, ku ktorým dochádza v dôsledku pôsobenia antropogénneho vplyvu, boli vo viacerých prácach (napr.: Jalas 1955; Sukopp 1976; Kowarik 1988, Wittig 1998) použité stupne hemeróbie. Wittig (1998) publikoval 11 stupňovú hemerobickú škálu (tab. 1), ktorá vychádza z prác vyššie uvedených autorov. Pri vyčleňovaní stupňov hemeróbie boli zohľadnené: podiel terofytov, podiel neofytov a úbytok druhov pôvodnej flóry.

Tab. 1: Hemerobická škála (Wittig 1998)

Stupeň hemeróbie		Stanovište/vegetácia
–	metaheneróbny	žiadne cievnaté rastliny
H9	polyhemeróbny	pionierska vegetácia železníc, skládok, háld, chodníkov, ciest
H8	α- euhemerobný až polyhemeróbny	vegetácia polí pod vplyvom herbicídov, ruderálna pionierska vegetácia, trávniky
H7	α-euhemerobný	intenzívne udržiavaná vegetácia polí a záhrad
H6	β-eu až α-euhemerobný	tradičná vegetácia polí, ruderalizované lúky
H5	β-euhemerobný	mladé lesy, intenzívne využívané lúky a pasienky, ruderálna krovinová, silne ruderalizované suché trávnaté porasty na antropogénnych stanovištiach
H4	mezohemerobný až β-euhemerobný	lesné monokultúry, narušené sekundárne lesy, lemové spoločenstvá, málo ruderalizované suché lúky
H3	mezohemerobný	silnejšie využívané lesy, nenarušené sekundárne lesy a antropogénne stanovištia, suché trávnaté porasty, tradične obhospodarované lúky
H2	oligo až mezohemerobný	extenzívne zamokrené územia, lesy s občasnou ťažbou dreva, niektoré mokré lúky
H1	oligohemerobný	nedotknuté pralesy, slatiny, vegetácia skál a morského pobrežia
H0	ahemerobný	v Európe prakticky neexistuje (nanajvýš vo veľhorách)

V našich podmienkach sa hemeróbiou zaoberal Jurko (1990), ktorý pojmom hemeróbia označuje stupeň kultúrneho vplyvu človeka na vegetáciu. Hemeróbia (*hemeros – gréc. kultivovaný*) je spoločný výraz pre všetky antropogénne vplyvy (úmyselné či neúmyselné), ktoré menia stav stanovišťa a tým aj prostredia živých organizmov. Podľa intenzity, trvania a následkov zásahov človeka rozlišuje Jurko (1990) 6 klasifikačných stupňov pôvodnosti krajinných prvkov (tab. 2).

Princíp rozdelenia hemerobickej škály na jednotlivé stupne je podľa spomínaných autorov podobný. Odlišujú sa najmä v charakteristike stanovísť a ich opise. Rozčlenenie stupňov hemeróbie podľa Jurka je v porovnaní s Wittigom konkrétnejšie, pretože pre každý stupeň je uvedené aj percentuálne zastúpenie terofytov a neofytov.

Jurko (1990) pripomína, že v praxi je pri určovaní stupňa hemeróbie potrebné posudzovať osobitne každé spoločenstvo, pričom je dôležité, do akej miery je dané spoločenstvo vystavené priamym ľudským zásahom. Stanovenie stupňa hemeróbie má bezprostredný význam pre ochranu prírody a vzťahuje sa aj na hodnotenie stability a rezistencie spoločenstiev, retencie vody, pôdy a pod. Využíva sa pre vyjadrenie biologickej rovnováhy, alebo pri opisoch rôznych úžitkových funkcií vegetačných prvkov v krajine.

Podľa Míchala (1992) je stupeň prirodzenosti ekosystému hodnota, ktorá je nepriamo úmerná stupňu ovplyvnenia tohto systému človekom. Vyplýva zo

zmien druhového zloženia a štruktúry reálneho rastlinného spoločenstva v porovnaní s potenciálnou prirodzenou vegetáciou za rovnakých stanovištných podmienok. Preto je aktuálna vegetácia, prirodzenosť jej druhového zloženia a podiel nepôvodných či inváznych druhov vhodným ukazovateľom, ktorý pomerne presne odzrkadľuje súčasný stav ekosystémov.

Tab. 2: Hemerobická škála (Jurko 1990)

Stupeň hemeróbie	**Stanovištia / vegetácia**
metaheneróbny / devastovaný	a) úplne urbanizované plochy, zastavané budovami, technickými dielami, asfaltové a betónové plochy nepreniknuteľné pre korene rastlín
	b) plochy totálne devastované toxickými látkami s minimálnymi biogénnymi procesmi
polyhemeróbny / umelý	a) čiastočne zastavané plochy, dláždené cesty, chodníky so silno redukovanými a stále narušovanými fytocenózami, zníženým rozkladom zvyškov, slabou možnosťou zakorenenia, podiel terofytov vyšší než 40 % a neofytov viac ako 23 %
	b) skládky cudzorodého materiálu, rumoviská, depónie, haldy hlušiny a pod. s obmedzenou efemérnou vegetáciou ničenou novými násypmi, podiel terofytov vyšší než 40 % a neofytov viac ako 23 %
euhemerobný / kultivovaný, prírode vzdialený	a) skládky odpadu, smetiská, hnojiská, riedke porasty sa v krátkom čase a neperiodicky menia, nastáva silný prísun živín, ale aj ich vyplavovanie, hromadí sa humus, podiel terofytov 30 – 40 % a neofytov 18 – 22 %
	b) špeciálne ovocné kultúry, zeleninové a ozdobné záhony, vinohrady a intenzívne hnojené, zavlažované, chemicky ošetrované, hlboko prekopávané, s krátkodobými burinovými a ruderálnymi spoločenstvami, podiel terofytov 30 – 40 % a neofytov 18 – 22 %
	c) orná pôda, minerálne stredne hnojená, podliehajúca erózii, stále narušované buriny, podiel terofytov 30 – 40 % a neofytov 18 – 22 %
	d) monokultúry cudzokrajných drevín, intenzívne obhospodarované lúky a pasienky, pravidelne hnojené, vápnené, mechanicky ničené buriny, podiel terofytov 21 – 30 % a neofytov 13 – 17 %
mezohemerobný poloprírodný	prirodzené, hoci atropogénne podmienené extenzívne čerstvé až suchomilné lúky, pasienky len príležitostne a slabo hnojené, umelé smrečiny a boriny, lemové kroviny, rúbaniskové spoločenstvá atď., terofytov menej než 20 %, neofytov býva 5 – 12 %
oligohemerobný / takmer prírodný	hospodárske lesy, rašeliniská, slatiny, prírodná xerotermná vegetácia a iné., terofytov menej než 20 %, neofytov pod 5 %, väčšina druhov v porastoch je pôvodná
ahemerobný / prírodný (pôvodný)	takmer nedotknuté ľudskou činnosťou, v Strednej Európe stupeň skalných spoločenstiev, intaktné spoločenstvá vysokých pohorí, pôvodné pralesy a pod., terofytov menej než 2 %, neofyty neexistujú

Na stanovenie koeficientu ekologickej stability krajiny, ako relatívne jednoduchého ukazovateľa stavu ekologickej kvality krajiny sa používajú tri základné spôsoby výpočtu, vychádzajúce z prác: Míchal (1982), Löw a kol. (1984) a Miklós (1986).

1. Výpočet koeficientu ekologickej stability krajiny podľa Míchala (1982)

$$KES = \frac{S}{L}$$

kde: *S* – výmera plôch relatívne stabilných (les, nelesná drevinová vegetácia, lúky, pasienky)
L – výmera plôch relatívne nestabilných (orná pôda, zastavaná pôda)

Hodnoty uvedeného koeficientu interpretujeme nasledovne:
- KES < 0,10 – územie s maximálnym narušením prírodných štruktúr, základné ekologické funkcie musia byť intenzívne a trvale nahradzované technickými zásahmi
- KES 0,10 – 0,30 – územie nadpriemerne využívané, so zreteľným narušením prírodných štruktúr
- KES 0,30 – 1,00 – územie intenzívne využívané najmä poľnohospodárskou veľkovýrobou, oslabenie autoregulačných pochodov spôsobuje ich značnú ekologickú labilitu
- KES > 1,00 – takmer vyvážená krajina, v ktorej sú technické objekty relatívne v súlade so zachovanými prírodnými štruktúrami.

2. Výpočet koeficientu ekologickej stability podľa Löw a kol. (1984)

$$KES = \frac{1{,}5A + B + 0{,}5C}{0{,}2D + 0{,}8E}$$

kde: *A* – percento plôch s 5. stupňom ekologickej kvality (lesy, vodné plochy)
B – percento plôch s 4. stupňom ekologickej kvality (brehové porasty, remízky)
C – percento plôch s 3. stupňom ekologickej kvality (lúky, pasienky)
D – percento plôch s 2. stupňom ekologickej kvality (orná pôda)
E – percento plôch s 1. stupňom ekologickej kvality (zastavané plochy).

Získaný koeficient, ktorý sa rovná 1, hovorí o vyváženej krajine. Hodnota KES nižšia ako 1 znamená narušenú krajinu, prípadne, ak je nižšia ako 0,1, degradovanú krajinu. Naopak, ak je hodnota KES v intervale 1 až 10, ide o krajinu s prevažujúcimi prírodnými zložkami a ak je hodnota KES vyššia ako 10, hovoríme o prírodnej, resp. prírode blízkej krajine.

3. Výpočet krajinno-ekologickej významnosti Miklós (1986)

Z ekologického hľadiska za najkvalitnejšie považuje Miklós územia, ktoré majú najväčší podiel prvkov s vysokou hodnotou krajinnoekologickej významnosti. Na výpočet sa používa vzorec:

$$K_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{p_i . k_{pi}}{p}$$

kde: Ks – koeficient štruktúry katastrálneho územia
p_i – výmera jednotlivých prvkov krajiny v hektároch
k_{pi} – koeficient ekologickej významnosti prvkov
p – výmera katastrálneho územia v hektároch
n – počet prvkov v katastrálnom území.

Ekologická kvalita priestorovej štruktúry krajiny sa hodnotí v štyroch kategóriách, pričom 1. kategória má najmenej a 4. kategória najviac kvalitnú priestorovú štruktúru krajiny.

Spoločné pre všetky výpočty KES je zohľadnenie ekologickej kvality hodnotených prvkov krajiny, ktorá zohľadňuje stupeň antropogénneho vplyvu na tieto prvky.

NÁVRH METODICKÉHO POSTUPU VÝPOČTU KOEFICIENTU EKOLOGICKEJ STABILITY KRAJINY

Navrhnutý metodický postup pre výpočet KES vychádza z doterajších praktických a vedeckých poznatkov. Je založený na výsledkoch mapovania súčasnej krajinnej štruktúry (SKŠ) a aktuálnej vegetácie. Vo výpočte koeficientu ekologickej stability sa zohľadňuje celková rozloha jednotlivých typov prvkov krajinnej štruktúry a stupeň ich ekologickej stability vyjadrených hodnotami od 0–5 (tab. 3).

Tab. 3: Šesť stupňová stupnica ekologickej stability podľa práce Löw et al. (1995)

Stupeň ekologickej stability číselné vyjadrenie	Stupeň ekologickej stability slovné vyjadrenie
0	bez významu
1	veľmi nízka ekologická stabilita
2	nízka ekologická stabilita
3	stredná ekologická stabilita
4	vysoká ekologická stabilita
5	veľmi vysoká ekologická stabilita

Konkrétne stupne ekologickej stability pre jednotlivé mapované prvky SKŠ vychádzajú z práce Löw (1984). Oproti pôvodnej verzii sú doplnené o

ďalšie prvky súčasnej krajinnej štruktúry. Stupne ekologickej stability lesných porastov sú členené detailnejšie a sú spracované podľa práce Smejkal (1999). Stupne ekologickej stability (SES) pre jednotlivé prvky SKŠ sú uvedené v tab. 4. Na výpočet KES navrhujeme použiť vzorec:

$$KES = \sum_{1}^{n} \frac{p_i \cdot S_i}{p}$$

kde: *KES* – koeficient ekologickej stability záujmového územia
p_i – celková rozloha jednotlivých typov prvkov krajinnej štruktúry (ha)
S_i – stupeň ekologickej stability
p – celková plocha záujmového územia (ha)
n – počet prvkov krajinnej štruktúry v záujmovom území.

V uvedenom vzťahu sa odzrkadľuje priemet stupňov ekologickej stability jednotlivých prvkov krajinnej štruktúry zohľadňujúc ich plošný podiel v hodnotenom území. Pri priraďovaní SES konkrétnym krajinným prvkom je zohľadnený stav aktuálnej vegetácie a stupeň hemeróbie, ktorý vyjadruje stupeň antropogénnej premeny vegetačnej pokrývky vo vzťahu k pôdnym vlastnostiam.

Pomocou uvedeného spôsobu výpočtu získame číselnú hodnotu KES v intervale 1 až 5, ktorá je vyjadrením ekologickej stability krajiny. Z čoho vyplýva, že čím je v území vyšší podiel prvkov s prírodným charakterom, tým je ekologická stabilita celého územia vyššia.

Pri priraďovaní stupňa ekologickej stability jednotlivým prvkom SKŠ je vždy potrebné zohľadniť aktuálne druhové zloženie vegetácie hlavne s prihliadnutím na podiel terofytov a neofytov, preto je pri niektorých prvkoch krajinnej štruktúry uvedených niekoľko stupňov ekologickej stability.

Tab. 4: Stupne ekologickej stability pre jednotlivé prvky SKŠ

Prvok SKŠ / aktuálna vegetácia	**Charakteristika**	**Označenie stupňa hemeróbie**	**Stupeň ekologickej stability**
zastavané plochy	zastavané plochy a komunikácie s asfaltovým a betónovým povrchom	devastovaný	0
skládky živelné a riadené	skládky odpadu, rumoviská, haldy, výsypky, ...	devastovaný	0
cintoríny	plochy cintorínov, často s výskytom drevinovej vegetácie	umelý	1; 2
polia	intenzívne využívané a každoročne orané poľnohospodárske pozemky	prírode vzdialený	1; 2
vinice	intenzívne a extenzívne obhospodarované vinice	prírode vzdialený	1; 2
chmeľnice	intenzívne obhospodarované chmeľnice	prírode vzdialený	1

Prvok SKŠ / aktuálna vegetácia	Charakteristika	Označenie stupňa hemeróbie	Stupeň ekologickej stability
sady	intenzívne a extenzívne obhospodarované sady	prírode vzdialený	1; 2
záhradkárske a chatové osady	mozaika špeciálnych ovocných a zeleninových kultúr, okrasné záhony a pod. s podielom zastavanej plochy	prírode vzdialený	1; 2
záhrady	prídomové záhrady	prírode vzdialený	1; 2
travinno-bylinné porasty	intenzívne obhospodarované lúky a pasienky	prírode vzdialený	2
travinno-bylinné porasty	extenzívne obhospodarované lúky a pasienky	poloprírodný	3
travinno-bylinné porasty	prirodzené xerotermné, subalpínske, vysokohorské lúčne spoločenstvá, slaniská	takmer prírodný	4; 5
travinno-bylinné porasty	ostatné porasty tráv a bylín	prírode vzdialený / poloprírodný	2; 3
vodné plochy a toky	umelé vodné plochy a regulované toky	–	2; 3
vodné plochy a toky	prirodzené vodné plochy a toky	–	3; 4; 5
mokraď	mokrade vzniknuté na antropogénnych zníženinách, v opustených lomoch a pod.	poloprírodný	3; 4
mokraď	prirodzene vzniknuté mokrade, vrátane prameniskových spoločenstiev	takmer prírodný	5
lesné porasty	1. kultúrne monokultúry cudzokrajných drevín a iné druhy pestované mimo prirodzený areál rozšírenia 2. *Picea abies* pestovaný v 1., 2. a 3. LVS*	prírode vzdialený	2
lesné porasty	1. pionierske dreviny šíriace sa spontánne 2. porasty *Picea abies* pestované v 4. a 5. LVS 3. porasty *Pinus silvestris* na ostatných stanovištiach 4. porasty *Larix decidua* na pôvodných stanovištiach 5. porasty *Populus nigra*, *P. alba* a iné domáce druhy topoľov pestované na ostatných stanovištiach	poloprírodný	3

Prvok SKŠ / aktuálna vegetácia	Charakteristika	Označenie stupňa hemeróbie	Stupeň ekologickej stability
	6. domáce druhy *Salix* pestované na ostatných stanovištiach		
lesné porasty	1. dubové a bukové porasty so spontánne sa vyskytujúcimi listnáčmi (*Carpinus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Tilia*) 2. porasty *Fagus silvatica* v 2. a 3. LVS 3. porasty *Fagus silvatica* v 6. LVS 4. porasty *Picea abies* pestované v 6. a 7. LVS 5. porasty *Quercus robur* a *Q. petraea* pestované na ostatných stanovištiach 6. porasty *Alnus glutinosa*, *A. incana* pestované na ostatných stanovištiach	poloprírodný / takmer prírodný	4
lesné porasty	1. sutinové lesy 2. porasty *Fagus silvatica* v 4.a 5. LVS 3. porasty *Picea abies* pestované v 8. LVS (na podmáčaných stanovištiach) 4. porasty *Pinus silvestris* na extrémnych stanovištiach 5. porasty *Quercus robur* a *Q. petraea* a v 1. a 2. LVS aj *Quercus pubescens* a prirodzené porasty v 3. a 4. LVS 6. porasty *Quercus cerris* v panónskej oblasti v 1. LVS 7. porasty *Populus nigra*, *P. alba* a iné domáce druhy topoľov pestované v lužných lesoch 8. porasty *Alnus glutinosa*, *A. incana* pestované v lužných lesoch, na podmáčaných a zaplavovaných stanovištiach 9. domáce druhy rodu *Salix* pestované v lužných lesoch, na podmáčaných a zaplavovaných stanovištiach	takmer prírodný / prírodný	5
nevyužívané plochy	nevyužívana orná pôda	prírode vzdialený	2

Prvok SKŠ / aktuálna vegetácia	Charakteristika	Označenie stupňa hemeróbie	Stupeň ekologickej stability
nevyužívané plochy	nevyužívané sady a vinice	prírode vzdialený	2; 3
nevyužívané plochy	nevyužívané lúky a pasienky	poloprírodný / prírode vzdialený	2; 3
nevyužívané plochy	ostatné nevyužívané plochy	prírode vzdialený	1; 2; 3
nelesná drevinová vegetácia	porasty drevín s plošným priestorovým prejavom	poloprírodný	2; 3
nelesná drevinová vegetácia	porasty drevín s líniovým priestorovým prejavom	poloprírodný	2; 3
lomy a haldy	narušené až silne narušené biotopy po ťažbe	umelý	1
skaly a sutinové spoločenstvá	prirodzené skalné a sutinové spoločenstvá	prírodný	5

* LVS – lesný vegetačný stupeň

Na základe vypočítaného KES klasifikujeme krajinu do 5 stupňov ekologickej stability v škále od „krajina s veľmi nízkou ekologickou stabilitou“ až po „krajinu s veľmi vysokou ekologickou stabilitou“. Každému stupňu ekologickej stability je pričlenený návrh rámcových opatrení na zvýšenie resp. zachovanie ekologickej stability krajiny (tab. 5).

DISKUSIA A ZÁVER

Metodické postupy výpočtu KES podľa Löwa, Míchala a Miklósa patria na Slovensku a v Čechách medzi najčastejšie používané. Z metodického hľadiska sú založené na troch odlišných prístupoch k hodnoteniu krajinných prvkov. Výpočet podľa Míchala je najjednoduchší, pretože dáva do vzťahu relatívne stabilné a nestabilné prvky krajiny. Löw rozvinul tento postup pridaním konštánt do výpočtu KES, ktoré znižujú, resp. zvyšujú váhu prvkov krajiny. Miklósov postup je z metodického hľadiska odlišný od predchádzajúcich, pretože pre zistenie ekologickej kvality priestorovej štruktúry krajiny (ktorú je možné interpretovať ako ekologickú stabilitu), je potrebné poznať koeficient ekologickej významnosti (vychádzajúci z práce Jurko 1986) pre každý jeden prvok.

Navrhnutý metodický postup výpočtu KES zvyšuje objektivitu hodnotenia ekologickej stability krajiny vďaka zohľadneniu stavu aktuálnej vegetácie, a to najmä podielu neofytov a terofytov. Práve tento fakt predstavuje objektívny nástroj pri priraďovaní stupňa ekologickej stability jednotlivým

Tab. 5: Interpretácia koeficientu a stupňa ekologickej stability

Hodnotenie krajiny	KES	Stupeň ekologickej stability	Opatrenia
krajina s veľmi nízkou ekologickou stabilitou	1,00 – 1,49	1	vysoká potreba realizácie nových ekostabilizačných prvkov a ekostabilizačných menežmentových opatrení
krajina s nízkou ekologickou stabilitou	1,50 – 2,49	2	potreba realizácie nových ekostabilizačných prvkov a ekostabilizačných menežmentových opatrení
krajina so strednou ekologickou stabilitou	2,50 – 3,49	3	podmienečná potreba realizácie nových ekostabilizačných prvkov, resp. aplikácia vhodných menežmentových opatrení
krajina s vysokou ekologickou stabilitou	3,50 – 4,49	4	realizácia vhodných menežmentových opatrení
krajina s veľmi vysokou ekologickou stabilitou	4,50 – 5,00	5	realizácia udržiavacieho menežmentu

prvkom SKŠ, ktoré tak nie sú založené len na subjektívnom vnímaní hodnotiteľa, ale pomerne presne umožňujú kvantifikovať antropogénnu premenu vegetácie. Napriek tomu ostáva KES len rámcovým ukazovateľom ekologickej stability, pretože pri komplexnom hodnotení ekologickej stability je potrebné zohľadňovať aj ďalšie kritéria, najmä konektivitu a priestorové usporiadanie existujúcich krajinných prvkov.

Aplikáciou tohto metodického postupu sa zvýši exaktnosť a objektivita hodnotenia ekologickej stability krajiny. Ďalšou výhodou je možnosť následnej komparácie území hodnotených na základe porovnateľných kritérií.

Výpočet KES sa štandardne používa pri spracovávaní rôznych krajinnoekologických štúdií, pri priestorovom hodnotení krajiny a pod. V praxi sa KES uplatňuje v rámci územných systémov ekologickej stability, ako dokumentácie ochrany prírody a krajiny.

ÚSES je zároveň súčasťou rôznych stupňov územno-plánovacej dokumentácie a tiež projektov pozemkových úprav. V súčasnosti je významná praktická aplikácia navrhovaného metodického postupu výpočtu KES, najmä v projektoch pozemkových úprav.

LITERATÚRA

Buček A. 1983. Biogeografická diferenciace krajiny v geobiocenologickém pojetí, Kandid. dizert. práce, Geografický ústav ČSAV, Brno, 159 pp. + prílohy.

Buček A., Lacina J. 1995. Diferenciace krajiny v geobiocenologickém pojetí a její aplikace v krajinném plánování při navrhování územních systémů ekologické stability, Zpr. Čes. Bot. Společ., Praha, 30, Mater. 12, pp. 90–102.

Jalas J. 1955. Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. Acta Soc. Fauna Flora Fenn. 72 (11): 1–15.

Jurko A. 1986. Krajinnoekologická významnosť rastlinných spoločenstiev. In: Ekologická optimalizácia využívania VSN. III. Bratislava.

Jurko A. 1990. Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie, Bratislava: Príroda, 200 pp.

Kowarik I. 1988. Zum menschlichen Einflus auf Flora und Vegetation. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, TU Berlin, 56 pp.

Löw J. et al. 1984. Zásady pro vymezování a navrhovaní územních systému ekologické stability v územne-plánovací praxi. Agroprojekt Brno, 55 pp.

Löw J. et al. 1995. Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability, Doplňek Brno, 124 pp. + 9 příl.

Míchal I. 1982. Principy krajinářského hodnocení území. Architektúra a urbanizmus, XVI/Z, Bratislava: VEDA SAV, pp. 65–87.

Míchal I. 1992. Ekologická stabilita, Brno: Veronica, 244 pp.

Miklós L. 1986. Stabilita krajiny v ekologickom genereli SSR. Životné prostredie, Vol. 20, č. 2, ÚKE SAV Bratislava, pp. 87–93.

Miklós L. et al., 1990. Ekologický generel ozelenenia poľnohospodárskej krajiny SR. I. časť – Krajinnoekologické podmienky. Ekologická štúdia. ÚKE SAV Bratislava, 150 pp.

Naveh Z., Lieberman A., 1993. Landscape Ecology – Theory and Application, New York: Springer – Verlag, 360 pp.

Smejkal J. 1999. Návrh kvantifikace přírodě blízkých dřevinných skladeb. In: Míchal I., Petříček V. et al.: Péče o chráněná území. II. Lesní společenstva. AOPK ČR Praha, pp. 136–140.

Sukopp H. 1976. Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deuschland. Schr. R. Vegetationskde. 10: 9–27.

Wittig R. 1998. Flora und vegetation. In: Sukopp H., Wittig R. (eds.): Stadtökologie. Ein fachbuch für Studium und Praxis. Gustav Ficher Verlag, Stuttgart, pp. 219–265.