

# Ekologická únosnosť ako vlastnosť systému

*H. Hilbert: Ecological Carrying Capacity as a System Attribute. Život. Prostr., Vol. 33, No. 1, 48–51, 1999.*

The ecological carrying capacity is investigated as a system attribute of landscape from the dimensionality point of view. The carrying capacity is considered as a result of anthropic pressure on nature components of landscape in a particular dimensional hierarchy.

The dimensions manifest in the following attributes:

1. Ecological Carrying capacity has to be determined for a particular dimension as a result of the incentive (cause and response);
2. On each dimensional system level a synergy effect originates that determines the new attributes of landscape components;
3. Systems on the higher hierarchical level are characterised by a set of lower-level systems

Systémový prístup k riešeniu teoretických, ale i aplikovaných problémov, nie je v krajinnej ekológii nový. Od pôvodného definovania všeobecnej teórie systémov (Bertalanffy, 1968) sa datuje celý rad postupov jej aplikovania pri výskumoch geosystémov. V biologických disciplínach boli vypracované početné viac-menej úspešné modely. V oblasti geografie a krajinnej ekológie sa uplatnili zväčša ako grafické alebo matematické modely (Izakovičová, Miklós, 1997; Hrnčiarová, 1997). V mnohých prácach sa ale často proklamujú alebo využívajú len niektoré vlastnosti systémov.

Problematika ekologickej únosnosti je zložitá. Na úrovni súčasných poznatkov ju nemožno riešiť komplexne, zväčša iba v polohe aproximácií. Tento príspevok by chcel upozorniť na systémový prístup, na málo alebo vôbec nezohľadňované problémy, vyplývajúce z dimenzií uvažovaných systémov.

Za **systém** budeme považovať súbor prvkov v určitom stave, vzájomne prepojených vzťahmi, ktoré sú užšie ako vzťahy týchto prvkov s okolím. V prípade, že ide o súbor prvkov geografickej sféry, používa sa pojem geosystém.

Geosystém (ako každý iný systém) je charakterizovaný štruktúrou, spôsobom správania sa, fungovania, tokmi informácií hmoty a energie. Aby bol súbor v geosystéme systémom, musí spĺňať nasledujúce základné podmienky (Demek, 1974):

- súbor navzájom prepojených prvkov a zložiek je viac ako iba súhrn prvkov a zložiek,

- systém tvorí osobitnú jednotku s okolím, tzv. prostredím,
- každý prvok systému tvorí systém vyššieho rádu (supersystém), pritom sa člení na systémy nižšieho rádu (subsystémy).

Nebudeme sa podrobnejšie zaoberať teóriou systémov, budeme iba konfrontovať spomínané premisy s riešením únosnosti krajinného systému, ktorý môžeme pokladať za totálny geosystém (Izakovičová, Miklós, 1997).

Ekologická únosnosť je vlastnosťou prírodnej sféry. Určuje ju kvalitatívny a kvantitatívny antropický tlak, pri ktorom sa podstatne nemenia vlastnosti krajinného systému. Únosnosť produkčného tlaku (Hilbert, 1998) je daná potenciálom územia, jeho intenzitu určujú technológia a hospodárske plány. Únosnosť limitujúceho tlaku (priemysel, doprava, fažba surovín) vyžaduje empirický výskum a monitoring. Ťažiskovým problémom je exploatačný rekreačný tlak a bývanie.

Kľúčovým atribútom krajinného systému, ktorý určuje jeho únosnosť, alebo s ňou súvisí, je antropický tlak (AT), jeho typ, intenzita, trvanie, spôsob prenosu informácie z prírodnej sféry. Zo strany prírodného systému sú dôležité vlastnosti vyplývajúce zo štruktúry jeho zložiek (geologických, reliéfových, hydrologických, pôdných, klimatických pomerov), teda tie, ktoré určujú citlivosť (zraniteľnosť) prírodného systému, jeho stabilitu (rezistencia – odolnosť a resiliencia – pružnosť). Všetky spomínané vlastnosti a stavy sa viažu na krajinný

systém. Treba ich chápať v dimenziách, podobne ako únosnosť a jej hranice (zaťažiteľnosť).

Aspekt dimenzií (hierarchického usporiadania systémov a subsystémov) vyplýva zo základnej vlastnosti systému – je súčasťou systému vyššej dimenzie a súčasne sa člení na systémy dimenzie nižšej. O existencii dimenzií sa dozvedáme už v učive stredných škôl, pri aplikáciách sa však – paradoxne – s týmto atribútom takmer nepočíta.

Kým dimenzie prírodného subsystému sú viac-menej známe (zahrňujú spravidla dimenziu topickú, chorickú, regionálnu a globálnu), socioekonomický subsystém je menej známy. Koncepcia hodnotenia antropického tlaku (Hilbert, 1998) poukazuje na jeho systémový charakter a ako dimenzie chápe skupiny AT, typy, okruhy aktivít a vlastné aktivity AT.

### Skupiny antropického tlaku

- **Produktívny AT** vytvára lesné hospodárstvo, extenzívne a intenzívne poľnohospodárstvo – dôvod ich realizácie spočíva v produkcii organickej hmoty, predpokladajú určitý typ ekosystému.

- **Exploatačný AT** vytvára rekreácia a bývanie, ktoré prírodnú sféru využívajú.

- **Limitujúci AT** – vytvárajú aktivity, ktoré limitujú využívanie krajiny (priemyselná výroba, ťažba, doprava).

Typy AT vyplývajú z okruhov AT, ktoré charakterizujú základný model. Napríklad v rámci krajinných priestorov typ AT lesného hospodárstva tvoria okruhy AT: ťažba dreva, pestovanie lesa, doprava, výstavba. Okruhy AT sa členia na vlastné aktivity (napr. v okruhu AT ťažba sú aktivity pílenie, rúbanie stromov, približovanie dreva, skladovanie).

Aktivity v týchto dimenziách majú odzvu v zmenách príslušných dimenzií prírodnej sféry – krajine, krajinnom priestore, krajinných prvkoch, spoločstvách (biocenózach). Z obr. 1 vyplýva, že zmene krajiny zodpovedajú skupiny AT, zmenám krajinných priestorov zodpovedajú typy AT. Krajinný prvok reaguje na okruh AT a spoločnosť reagujú na zošľapovanie, spásanie, teda na jednotlivé aktivity. Vo všeobecnosti dimenzia antropického tlaku zodpovedá príslušnej dimenzii prírodnej krajiny. Z tohto vzťahu vyplývajú ďalšie dôsledky – determinácia a diferenciacia priestoru z hľadiska vlastností systému viazaných na únosnosť, ich kumulácia a integrácia dôsledkov.

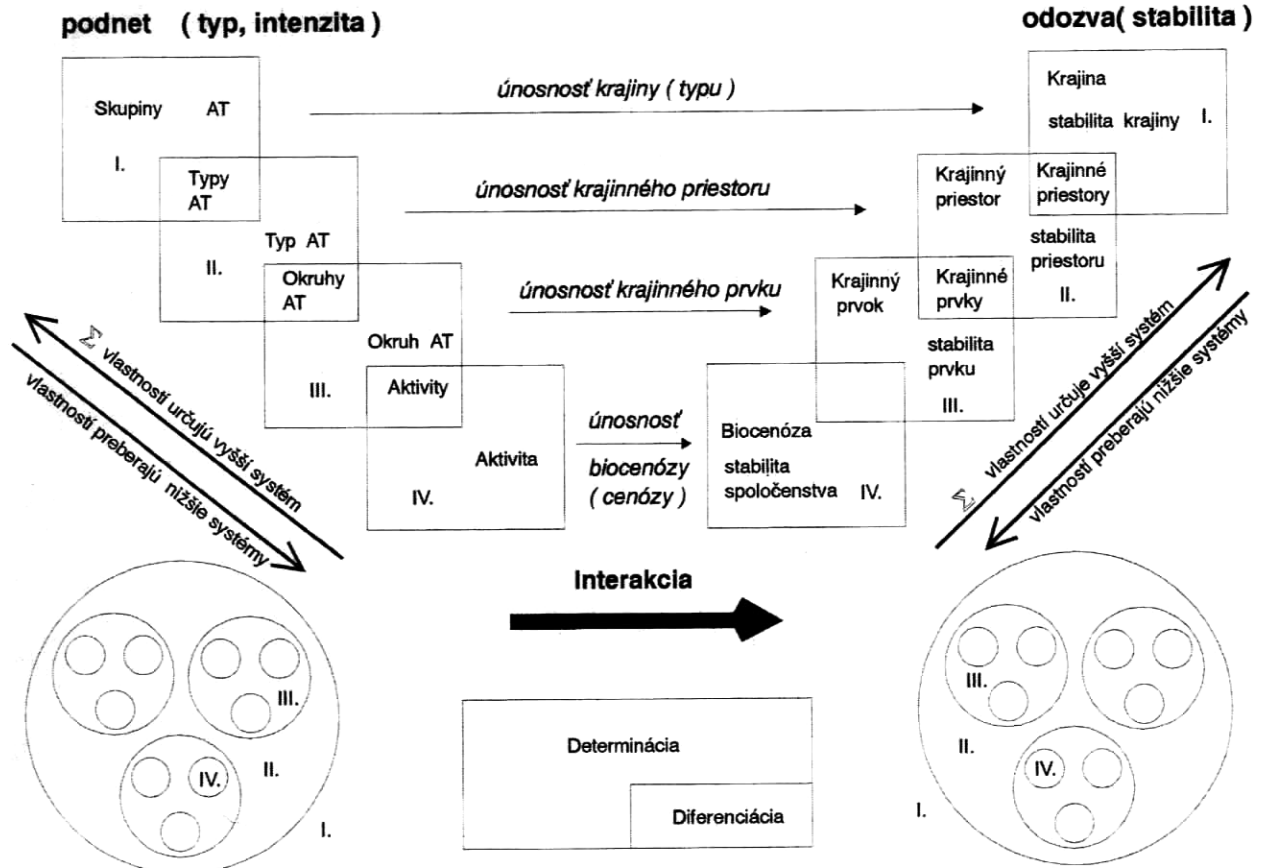
(Príklad: *Spásanie spôsobuje pri prekročení únosnosti indikačné zmeny na úrovni dimenzií spoločstiev – spôsobuje zmeny – vyvolávajúce erózie, tvorbu prítí v pasienkovom a lúčnom hospodárstve. Poľnohospodárska výroba spôsobuje zmeny (prekročenie únosnosti) na úrovni krajinných priestorov/segmentov; cesty, hnojiská s ich vplyvmi na vodné sys-*



Dimenzia krajinného priestoru sa člení na krajinné prvky

*témy, vegetáciu, lesný a poľnohospodársky výrobný typ (skupina produkčného tlaku) pôsobí zmeny v krajine. Vyváženú kultúrnu krajinu môže zmeniť až na degradovanú.)*

Z hľadiska systémového prístupu je dôležité, že zmeny krajiny (obr. 1 zdola nahor) sú charakterizované zmenami v celom systéme (spoločstvách, krajinných prvkoch, krajinných priestoroch). Na druhej strane, do nižších systémov (obr. 1 zhora nadol) sa premietajú vlastnosti vyšších dimenzií. Aj limity únosnosti sa môžu sledovať z hľadiska príslušných dimenzií. Teda v dimenzii biocenózy sú limitované jednotlivé aktivity a ich intenzita, v dimenzii krajinných prvkov sú limitované okruhy aktivít, v dimenzii krajinných priestorov typy AT (lesné hospodárstvo, intenzívne alebo extenzívne poľnohospodárstvo) atď. Z obr. 1 vyplýva, že každú dimenziu ako systém vyčleňuje atribút, ktorý ju ako celok charakterizuje. Tento atribút možno nazvať determinantom. Určuje (determinuje) spoločnú vlastnosť sledovanej dimenzie systému. Podľa teórie systémov sa člení na nižšie dimenzie, diferencované podľa rozdiel-



1. Schéma dimenzií krajinného systému

nych vlastností. Každá z nich umožňuje vytvoriť nižšie systémy. V každom z týchto systémov sa stáva vlastnosť, ktorá v pôvodnom systéme diferencuje priestor, determinantom. Tým sa z každej vlastnosti v zostupnom rade (smerom z vyššej do nižšej dimenzie) stáva determinant nižšej dimenzie. A naopak, súbor vlastností subsystémov tvorí obsah determinantu vyššej dimenzie.

(Príklad: *Kotlinová krajina Žiarskej depresie je determinovaná alúviom a príslušnými hraničnými pahorkatinami, členenie je determinované typom reliéfu. Alúvium, ako krajinný priestor, sa stáva v subsystéme determinantom. Hladina spodnej vody ďalej diferencuje tento priestor podľa využitia zeme na krajinné prvky. Využitie zeme v alúviu je determinantom v dimenzii krajinných prvkov. Štrkovitosť diferencuje krajinný prvok na rastlinné spoločenstvá, v tomto prípade agroceenózy so synantropnou vegetáciou. Kotlinovú krajinu charakterizujú pahorkatiny a alúvium s diferenciaciou reliéfu a využitím zeme určitého typu.*)

### Synergický efekt

Systémová teória uvažuje s ďalšou dôležitou premisou, je to **synergický efekt**. Platí, že celok je vzhľadom na svoje vlastnosti viac a niečo iné ako iba súčet jeho častí.

- V polohe prírodného subsystému môže stabilita prvku, napr. pasienka, zahŕňať mozaiku stabilných i menej stabilných spoločenstiev, napríklad sukcesných štádií. Synergický efekt spôsobuje stabilitu prvku. Podobne, stabilita krajinného priestoru môže byť synergicky vysoká i napriek tomu, že obsahuje labilné prvky (napr. polia). To, čo platí pre stabilitu, platí aj pre únosnosť. Únosnosť krajiny pre poľnohospodársku výrobu či rekreáciu môže byť vysoká napriek tomu, že únosnosť niektorých krajinných priestorov, resp. krajinných prvkov, je nižšia.

Ak teda akceptujeme túto teóriu, pri každej zmene na

úrovni dimenzie musíme hodnotiť aj synergický efekt a očakávať, že bude iný.

- Dôsledkom akceptovania dimenzií v systémovom prístupe je problém tvorby databáz informačných systémov. Z obr. 1 logicky vyplýva, že každý systém s rovnakými vlastnosťami (napr. krajinný prvok), môže byť vzhľadom na svoju pozíciu determinantom i atribútom, ktorý priestor diferencuje. Navyše, priberá z hierarchicky vyššej dimenzie všetky vlastnosti.

- To, čo platí pre podnet (obr. 1) – typ, intenzitu AT, platí i pre odozvu, teda indikáciu stability. Indikácia sa viaže na príslušnú dimenziu podnetu a odozvy, vyplýva z mechanizmu zmien. Únosnosť je vlastnosť systému, ktorý je viazaný na prítomnosť činnosti človeka. Ide teda o systém viac-menej kontrolovaný s rozdielnym podielom homeostatických mechanizmov. Táto skutočnosť spôsobuje, že človek kontroluje – snaží sa udržiavať systémy sekundárnej krajinej štruktúry na požadovanej úrovni (aby lúka zostala lúkou, pole poľom a pod.). Z toho vyplýva, že tak ako je potreba stanovenia hornej hranice intenzity, je aj potreba stanovenia dolnej, t. j. minimálnej intenzity AT, kde je tlak ešte únosný. Ostatné polohy sú predimenzované alebo poddimenzované. Sú to stavy dynamické, môžeme registrovať ich zmeny (prekračujúce únosnosť, alebo tlak neúnosne nižší).

Pri intenzívnych zmenách (Hilbert, 1998) sa mení štruktúra v závislosti od väzieb či procesov. Indikované zmeny naznačujú prekročenie limitov únosnosti. Keď má únosnosť charakter dimenzie, zmeny štruktúry (vrátane limitov) ju majú tiež. Limity nižšej dimenzie môžu (ale nemusia) platiť v systéme iných, najmä vyšších dimenzií, v dôsledku synergických efektov. Spravidla však platí, že zvýšenie kvantitatívneho podnetu (registrovaných zmien nižšej dimenzie) môže spôsobiť kvalitatívnu zmenu vyššieho rádu.

(Príklad: *Väčšie prejavy plošnej erózie v dimenzii krajinného priestoru majú za následok prekročenie únosnosti v dimenzii krajiny. Spôsobia zmenu kultúrnej krajiny vyváženej na krajinu degradovanú, resp. i devastovanú. Napr. krajinný priestor so synantropnou vegetáciou, pôdnou eróziou, vyšším stupňom synantropizácie v okrajových vyvýšených partiách reliéfu v aluviálnej časti kotlín, ktorá je silne urbanizovaná, definujeme ako krajinu degradovanú až devastovanú, charakterizovanú uvedenými atribútmi, ktoré indikujú prekročenie únosnosti na úrovni dimenzie krajiny.*)

S aspektom dimenzií súvisí **kumulácia** a **integrácia** antropického tlaku. Na najnižšej dimenzii pôsobia negatívne faktory (stresové pre existenciu a rozvoj organizmov), deštruktívne pre abiotické zložky. Znamenajú pre systém cudzie alebo agresívne elementy (pôsobenie kyslých dažďov a toxických látok na rastlinné pletivá) alebo prekročenie intenzity pôsobenia faktora, pri menšej in-

tenzite pôsobenia tolerovaného (napr. zošľapovanie, spásanie). Zošľapovanie dobytkom a udupávanie pôdy turistami či rôznymi mechanizmami sa kumulujú. Rozdielne podnety môžu vyvolať rovnaké vizuálne prejavy zmien – (napr. na defoliáciu porastov rovnako stresujúco pôsobia niektoré exhaláty ako zníženie hladiny spodnej vody). Podobný efekt možno pozorovať pri vyšších dimenziách. Pôsobenie poľnohospodárstva a urbanizmu môže integrovať vplyv dopravy. Integrácia vplyvov však môže mať aj opačný efekt.

\*\*\*

Pokúsili sme sa naznačiť, že ekologickú únosnosť krajiny určujú ľudské aktivity, v príspevku charakterizované ako antropický tlak a citlivosť prírodnej sféry. Ako vlastnosť krajinného systému, v ktorom možno rozlíšiť zreteľné dimenzie, viaže sa na tieto dimenzie i EÚK. Z tohto vzťahu vyplýva, že:

- únosnosť sa musí stanovovať pre príslušnú dimenziu ako dôsledok podnetu (príčiny a odozvy),
- v každej systémovej úrovni hodnotenej dimenzie krajinej sféry a príslušného antropického tlaku vzniká synergický efekt, ktorý určuje nové vlastnosti súboru prvkov v systéme,
- hierarchicky vyššie systémy sú charakterizované súborom vlastností nižších systémov, vyšším dimenziám poskytujú nižšie systémy vlastnosti s príslušnou synergickou hodnotou,

Riešenie ekologickej únosnosti bez akceptovania aspektu dimenzií sa nemôže považovať za systémový prístup. Z našej úvahy vyplýva potreba jeho začlenenia nielen do teoretických i aplikačných polôh výskumu problematiky ekologickej únosnosti, ale aj do praxe.

## Literatúra

- Bertalanffy, L., 1968: General System Theory. Foundation, Development and Applications, New York.
- Demek, J., 1974: Systémová teorie a studium krajiny. Studia Geographica, 40.
- Hilbert, H., 1998: Metóda hodnotenia antropického tlaku v krajine v koncepcii synantropizácie-desynantropizácie. Acta Universitatis Mathiae Belii, séria Ekológia – Environmentálna výchova, 1, p. 1–36 + prílohy.
- Hrnčiarová, T. a kol., 1997: Ekologická únosnosť krajiny – metodika a aplikácia na 3 benefičné územia, I.–IV. časť. Ekologický projekt MŽP SR, UKE SAV Bratislava, 490 pp.
- Izakovičová, Z., Miklós, L., 1997: Krajina ako systém. Veda, vydavateľstvo SAV Bratislava.

**Doc. RNDr. Hubert Hilbert, CSc. (1943), prodekan Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela, Tajovského 40, 974 00 Banská Bystrica.**

**E-mail: hilbert@fhpv.umb.sk**