

**PRÍNOS PROFESORA ZLATNÍKA K TEÓRII ŽIVÝCH SYSTÉMOV V GEOBIOCENOLOGICKOM  
METODICKOM PRÍSTUPE**

THE ASSET OF PROFESSOR ZLATNÍK TO THE THEORY OF LIVING SYSTEMS IN  
GEOBIOCOENOLOGICAL METHODOICAL APPROACH

*Ivan Vološčuk*

*Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV, 059 60 Tatranská Lomnica 66,  
e-mail: ivoloscuk@azet.sk*

**ABSTRACT**

The article deals with geobiocoenology and geobiocoenoses – ecosystems, which represent open natural systems (regarding to their energy, material and information flows) and are the basic functional ecological organizational entities. The contribution outlines basic notions of the theories of forest living systems and briefly summarizes the asset of profesor Zlatník to the development of forest typology, geobiocoenology, landscape ecology and nature protection. The work also deals with self-organization and self-regulation of natural systems, their hierarchy, adaptive cyclicity and complexity. The non-equilibrium concept describes development of complex structures, in order to consume most of available high quality energy (exergy) and other resources – and thus increase their ability to dissipate energy. This approach also explains why climax is not the final stage, as trajectories of living systems are more complex than to be represented just by homeorhetic curves. Here not only development and preservation of dissipative structures have their place, but also their disruption through various disturbances and their reorganisation – to start a new life cycle.

Key words: living system, forest typology, geobiocoenology, landscape ecology, nature protection, adaptive cyclicity

**Úvod**

Pripomenutie si 115. výročia narodenia českého ekológa a ochrancu prírody profesora Aloisa Zlatníka, DrSc (9. 11. 1902 – 30. 6. 1979) je vhodnou príležitosťou na hlbšiu analýzu jeho celoživotného diela, ktorého časť sme mali možnosť poznávať z jeho početných monografií, štúdií, článkov a tiež osobne počas jeho 30-ročného vedeckého patronátu nad stanovištným a typologickým prieskumom lesov Slovenska v rokoch 1950–1979. Tento príspevok si nekladie za cieľ vyčerpávajúco hodnotiť obrovskú tvorivú vedeckú energiu prof. Aloisa Zlatníka. Chceme iba stručne načrtnúť jeho nezastupiteľnú úlohu v rozvoji teórie živých systémov, lesníckej typológie, geobiocenológie, krajinej ekológie a ochrany prírody. Komplexnejšie hodnotenie vedeckého prínosu prof. Aloisa Zlatníka ku geobiocenologickej typológii stredoeurópskej krajiny publikovali jeho žiaci a kolegovia v zborníku referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie vo Zvolene, venovanej 100. výročiu jeho narodenia (Vološčuk, 2002).

V nadväznosti na tradíciu modernej geobiocenologickej školy profesora Zlatníka považujeme za prínosný jeho prístup k novším koncepciám, ktoré rozširujú chápanie geobiocenóz – ekosystémov vo vzťahu k ich ekologickej zložitosti, nerovnovážnej termodynamike a ekologickej integrite. Profesor Zlatník svoje názory na jednotu systémov a ich vonkajšieho sveta a na iné aspekty časovo-priestorovej krajinej štruktúry v teoretickom a metodickom prístupe publikoval v knižnej monografii už v roku 1973 (ZLATNÍK et al., 1973).

### VEDECKÁ A ODBORNÁ TRANSFORMÁCIA PROFESORA ZLATNÍKA

Profesor Alois Zlatník sa narodil v roku 1902 v spoločensko – politickom systéme Rakúsko-Uhorskej konštitučnej dualistickej monarchie, ktorej súčasťou bola korunná krajina České kráľovstvo. Univerzitné štúdium botaniky a začiatok jeho vedeckej a odbornej činnosti spadá do obdobia vznikajúcej masarykovskej demokratickej Československej republiky.

Transformácia Zlatníka od botaniky cez rastlinnú sociológiu ku geobiocenológii sa uskutočnila v rokoch 1925-1939. Zaujímavé bolo jeho smerovanie ku kvantitatívnemu určovaniu vlastností stanovištných faktorov. V období vedeckého dozrievania patril do generácie botanikov, ktorí na Karlovej univerzite v Prahe boli žiakmi českého botanika, jedného zo zakladateľov československej geobotaniky, prof. Františka Schustlera (22. 7. 1893 – 25. 2. 1925). Rozvíjajúca sa fytocenológia bola v tom období kolbišťom dvoch škôl: curyšsko-montpellierskej a uppsalskej. Mladá generácia botanikov vtedy predstavovala svojráznu školu, reprezentovanú menami Zlatník, Mikyška, Krajina, Deyl, Hilitzer, Sillinger a ďalší. Oproti predchádzajúcemu statickému a opisnému chápaniu rastlinných spoločenstiev, nová generácia ekologicky zameraných botanikov prezentovala dynamické chápanie fytocenóz a snahu syntaxonomické jednotky nielen popísať a pomenovať, ale predovšetkým ekologicky charakterizovať. Táto generácia botanikov vytvorila premostenie k vznikajúcej geobotanike.

Pre Aloisa Zlatníka kľúčovým obdobím pre hlbšie chápanie ekologických vzťahov v lesných ekosystémoch bola jeho účasť vo výskume prírodných lesov bývalej Podkarpatskej Rusi v rokoch 1928–1935. Cieľom tohto výskumu bolo „*zistenie podmienok prirodzeného lesa a zachytenie rozmanitosti jeho zloženia a tvorby*“ Tímová práca rozličných špecialistov umožnila „*bezpečne sledovať vzťahy, ktoré panujú medzi lesom ako rastlinným spoločenstvom a jeho stanovišťom*“ (ZLATNÍK et al., 1938).

V rokoch 1935-1936 bol Dr. Alois Zlatník asistentom prof. Augusta Bayera, ktorý bol prednostom Ústavu dendrológie Vysokej školy zemědělskej v Brne. Jeho demonštrátorom bol študent tretieho a štvrtého ročníka Lesníckej fakulty František Papánek, neskoršie popredný slovenský lesný ekonóm a rektor Vysokej školy lesníckej a drevárskej vo Zvolene. Na prácu demonštrátora si František Papánek spomína takto:

„*Prof. August Bayer mi ponúkol Dendrologický ústav ako miesto, kde môžem vo dne i v noci, v teple a pohodlí, pri dobrom osvetlení a v tichu študovať, a tak sa mi Dendrologický ústav stal druhým domovom. Tu som sa zdržiaval až hlboko do noci, tu som čítal, písal a študoval, a tu som skúmal uhlíky z Jánošíkovej jaskyne v Súľovských skalách často až do polnoci a dlhšie. Prednosta Ústavu prof. August Bayer bol malý, nahrbený, ale všeobecne veľmi obávaný človečiek a postrach študentov. Kolovali o ňom po celej škole hrôzostrašné povesti. Prednášal a skúšal okrem dendrológie aj špeciálnu botaniku, fytopatológiu a bakteriológiu. V skutočnosti bol prof. August Bayer nesmierne milý a láskavý človek, vždy ochotný pomôcť, plný ohľadu a pozornosti, aj keď vedel byť neústupný pri hájení záujmov Ústavu a bol náročný v požadovaní vedomostí od poslucháčov. V tom sa líšil od svojho brata, prof. Emila Bayera, ktorý prednášal a skúšal zoológiu. U neho si študent mohol byť istý, že skúšobnou otázkou bude ryhovanie vajíčka. Prof. August Bayer bol mojim vzorom a ideálom a iste vplýval nevedomky na utváranie mojej povahy. Zahynul roku 1942 v koncentračnom tábore ako obeť nacistickej okupácie*“.

Počas práce demonštrátora v rokoch 1935-1936 František Papánek sa spriatelil s Dr. Aloisom Zlatníkom, ktorý bol asistentom prof. Augusta Bayera. Na túto spoluprácu spomína takto: „*Občas som mu vypomáhal v jeho práci petrografickým rozborom sute zo sondážnych jám, alebo nejakým prekladom do nemčiny*“. Všeobecne sa vedelo, že Dr. Alois Zlatník pracoval na Dendrologickom ústave tiež dlho do noci.

V roku 1949 prof. František Papánek, ako oblastný riaditeľ Štátnych lesov a majetkov v Bratislave, spomína na spoluprácu s Lesníckou fakultou v Brne takto: „*Rozvíjal som tiež*

*spoluprácu s predstaviteľmi lesníckych škôl. Profesora Aloisa Zlatníka z Lesníckej fakulty VŠZ v Brne som poveril vypracovaním návrhu na zriadenie fytoecenologických rezervácií na Slovensku. S jeho pomocou sa podarilo posledné ťažbou ešte nedotknuté plochy lesných typov vyhlásiť za prírodné rezervácie“ (PAPÁNEK, 1993).*

V rokoch 1935-1936 Alois Zlatník porovnával curyšsko-montpelliersky systém s vlastnými výskumnými poznatkami a rozvíjal teóriu lesného typu v súlade s fínskou uppsalskou školou reprezentovanou Airno Kaarlo Cajanderom (1879–1932), ktorý ako prvý použil termín lesný typ. O chápaní lesného typu v roku 1935 Zlatník písal: „*V skutočnosti sa môj lesný typ kryje s asociáciou alebo subasociáciou v zmysle Braun-Blanqueta*“ (ZLATNÍK, 1935, s. 102). Schopnosť hlbkej analýzy prírodných procesov v lesných geobiocenózach a syntetický prístup k finálnej výpovedi dlhoročného výskumu na stacionárnych plochách Podkarpatskej Rusi umožnil Zlatníkovi prepracovať sa k základom geobiocenológie.

Po roku 1945, kedy Podkarpatská Rus sa stala súčasťou Ukrajinskej sovietskej socialistickej republiky, Alois Zlatník zameril svoju výskumnú a vedeckú činnosť na výskum prírodných lesov Slovenska. Vďaka výborným jazykovým schopnostiam (aktívne ovládal francúzštinu, nemčinu a angličtinu) a získaným experimentálnym výsledkom pri štúdiu prírodných lesov Podkarpatskej Rusi razantne vstúpil do rozvíjania vtedajších prevládajúcich trendov v oblasti ekológie. V tom období došlo k prechodu Zlatníka od curyšsko-montpellierskej školy ku geobiocenológii. Nový geobiocenologický systém triedenia lesnej vegetácie Karpát Alois Zlatník uplatnil v rokoch 1950–1974 v stanovištnom a typologickom prieskum lesov Slovenska (ZLATNÍK, 1956, 1959).

Osobitný význam vo vedeckej a odbornej práci Aloisa Zlatníka mala ochrana prírody a krajiny. Už počas výskumu prírodných lesov na Podkarpatskej Rusi navrhol zriadiť niekoľko prírodných rezervácií. Bol presvedčený, že „*účinná ochrana prírody a krajiny nie je možná bez prírodovedeckých podkladov; ide o úlohy biológie a osobitne ekológie na všetkých ich úrovniach od jedínca druhu s jeho prostredím až po ekológiu krajiny*“ (ZLATNÍK, 1975). Ochranu prírody chápal ako etickú povinnosť ľudstva, stručne vyjadrenú výrokom: žiť a nechať žiť.

Výrazný príklon Zlatníka ku krajinej ekológii sa prejavil v 60-tých rokoch minulého storočia, kedy nadviazal úzku spoluprácu s biogeografom Jaroslavom Raušerom z vtedajšieho Geografického ústavu ČSAV v Brne, zacielenú na integráciu poznatkov biológie a geografie (RAUŠER, ZLATNÍK, 1966, ZLATNÍK, 1975). V tom období na Slovensku a v Čechách silneli tendencie začleniť do územných plánov ekologické podklady. Návrh sústavy prírodovedných podkladov spracoval v roku 1969 moravský botanik a sozológ Jan Šmarda. Na jeho zámer geobiologického plánu krajiny nadviazal na Slovensku Milan Ružička, ktorý so svojimi spolupracovníkmi vytvoril ucelenú koncepciu krajinnno-ekologického plánu LANDEP (RUŽIČKA, MIKLÓS, 1982). Táto skutočnosť sa stala významným impulzom pre vznik biogeografickej diferenciácie krajiny v geobiocenologickom chápaní na vtedajšom Geografickom ústave ČSAV v Brne. V priebehu 80-tých rokov minulého storočia slovenskí a českí odborníci vytvorili spoločnú interdisciplinárnu koncepciu územných systémov ekologickej stability krajiny, ktorá po roku 1989 sa stala zákonom požadovanou súčasťou územných plánov na Slovensku a v Česku. V Česku sa hlavným prírodovedným podkladom územných systémov ekologickej stability stala biogeografická diferenciácia krajiny v geobiocenologickom poňatí (MÍCHAL, 1994; LACINA et al., 2015).

Krajina sa v súčasnosti všeobecne chápe ako hmotný, priestorovo-časový systém prírodných a socioekonomických prvkov na zemskom povrchu, v ktorom sa uskutočňujú fyzikálne, chemické, biologické a spoločenské procesy. Súčasťou krajiny sú ekosystémy. V súvislosti s priestorovo-časovou dimenziou krajiny je vhodné si pripomenúť názor belgického fyzika a chemika židovského pôvodu Ilia Romanoviča Prigožina - Ilya Prigogin (25. január 1917, Moskva, Rusko – 28. máj 2003, Brusel, Belgicko), ktorý v roku 1977 získal

Nobelovu cenu za chémiu za rozpracovanie termodynamiky nerovnovážnych, nevratných (ireverzibilných) systémov. Prigogin bol o 15 rokov mladší od Zlatníka, ktorý vo svojej základnej monografii o ekológii (ZLATNÍK a kol., 1973) uvádza, že podľa dialektického determinizmu každá zmena je podmienená inými zmenami, pričom sa rozlišuje vratná (reverzibilná) a nevratná (ireverzibilná) zmena. Vývoj (evolúcia) je proces, ktorého časové zmeny majú určitú tendenciu, teda smer. Je to suma časových zmien vnútornej štruktúry objektov, celkov, ich elementov, vzťahov, závislostí apod. Pojem čas odráža postupnosť jednotlivých zmien materiálnych objektov a štruktúr. Podľa týchto poznámok Zlatníka (ZLATNÍK a kol., 1973, str. 12-13) o determinizme a reverzibilných cykloch možno predpokladať, že pravdepodobne poznal názory Prigogina na termín „čas“, ktorý súvisí s Prigoginovým termínom „disipatívne štruktúry“ a s ich spontánnym vývinom, známym pod pojmom „autoorganizácia“. Podľa Prigogina, autora teórie termodynamicky nerovnovážnych, nevratných systémov, v neizolovaných systémoch po prekročení určitého prahu nestability sa objavuje autoregulácia, spontánna aktivita, ktorú nazýva „disipatívna organizácia“. Fungovanie disipatívnych štruktúr sa nedá vysvetliť bez odkazov na nepredvídateľné prvky (PRIGOGINE, 1993, 1997). Teória disipatívnej štruktúry viedla k priekopníckemu výskumu autoorganizácie systému, rovnako, ako filozofické otázky viedli k tvorbe zložitosti biologických entít a k hľadaniu kreatívnej a nevratnej úlohy času v prírodných vedách. Práca Prigogina sa chápe ako premostenie medzi prírodnými a spoločenskými vedami. Prigoginovo formálne poňatie autoorganizácie systému bolo pochopené tiež ako „komplementárny – doplnkový, dodatočný – most“ medzi všeobecnou teóriou systémov a teóriou termodynamiky, pretože s vedeckou prísnosťou vysvetľuje niektoré dôležité princípy teórie systémov. Vo svojej knihe z roku 1997 (v angličtine publikovaná v roku 1997 ako *„Koniec istoty: čas, chaos a nové zákony prírody“*) Prigogine tvrdí, že determinizmus už nie je životaschopný vedecký názor. *„Čím viac vieme o našom vesmíre, tým ťažšie je veriť v determinizmus“*. To je hlavný rozdiel oproti prístupu Newtona, Einsteina a Schrödingera, ktorí vo svojich teóriách a rovniciach vychádzajú z deterministických princípov. Podľa Prigogina determinizmus stratil svoje opodstatnenie vo svetle teórie nevratnosti a nestability. Mierou neporiadku v systéme atómov a molekúl je entropia, ako veličina charakterizujúca časovú nevratnosť. Zákon rastu entropie hovorí, že spontánný vývoj systémov, ktoré sú ponechané samy na seba, smeruje k čoraz väčšiemu neporiadku.

Rovnako ako počasie, aj systémy a organizmy sú nestabilné systémy, existujúce ďaleko od termodynamickej rovnováhy. Nestabilita odporuje štandardnému deterministickému vysvetleniu. Ekosystémy sú zložité, súborné a hierarchické systémy, ktoré optimálne fungujú vtedy, ak sa udržiava široké spektrum vzájomných vzťahov medzi prvkami systému, ich populáciami a spoločenstvami, medzi nimi navzájom, ale aj medzi nimi a organizačne vyššími systémami, napríklad krajinou alebo biosférou. Každý prírodný systém v priebehu svojho vývoja má tendenciu smerovať od nižšej zložitosti k vyššej. Vzťahuje sa to aj na procesy sukcesie, kde možno pozorovať spontánný vývoj smerom k vyššej zložitosti (komplexite) fyzickej štruktúry a usporiadania druhov v ekosystéme a tým aj k ekologickej vyššej stabilite. S vyššou komplexitou súvisí aj vyššia vzájomná previazanosť a špecializácia druhov. S rastom komplexity súčasne narastá aj trvanie ekologických procesov od zlomkov sekundy v bunkách až k stovkám rokov životného cyklu lesných ekosystémov. Podľa termodynamickej teórie ekologických systémov ekologická komplexnosť (komplexita) je spontánnou odpoveďou systému na relatívne stabilné vonkajšie prostredie a dostatok prísunu energie s cieľom čo najoptimálnejšie využiť túto energiu a ďalšie prírodné zdroje práve zvyšovaním zložitosti usporiadania systému (PRIGOGINE, 1993, SABO et al., 2011).

### GEOBIOCENOLÓGIA V KONTEXTE JEDNOTY SYSTÉMU ŽIVEJ PRÍRODY

Geobiocenologia je cenologická vedecká disciplína zaoberajúca sa jednotou biocenózy a ekotopu, čiže geobiocenózou. Tvorí nevyhnutný základ ekológie krajiny (ZLATNÍK et al., 1973; ZLATNÍK, 1975). Alois Zlatník ako prvý u nás použil termín „geobiocenóza“ a upravil tak termín „biogeocenóza“ ruského botanika V. N. Sukačeva z konca 30-tych rokov 20. storočia. Geobiocenóza predstavuje hierarchiu živých dynamických autoregulačných otvorených systémov v enkapsii najnižších ekologických entít, tj. jedincov organizmov, ďalej v ich populáciách, taxónoch až biocenózach – heterotrofických súboroch jedincov rastlín, živočíchov a mikroorganizmov v spoločných priestoroch (VON BERTALANFFY, 1950, 1969).

Hlavnou úlohou geobiocenológie podľa Zlatníka je „*nutnosť študovať zachovalé prírodné biocenózy, celé geobiocenózy – ekosystémy a ich synúzie a čiastkové cenózy, aby boli dokonale poznané autoregulačné živé systémy*“ (ZLATNÍK et al., 1973, str. 245). Zlatníková geobiocenologická metóda skúmania živých systémov sa uplatnila v lesníctve prostredníctvom lesníckej typológie, ktorú v praktickej aplikácii na Slovensku a Morave rozvíjali v druhej polovici minulého storočia jeho žiaci RANDUŠKA (1955), AMBROS (2003, AMBROS & ŠTYKAR (2001), HANČINSKÝ (1972), BUČEK (1976), BUČEK & LACINA (1977, 2007), LACINA (1976), LACINA et al. (2015), VOLOŠČUK (1993, 2000, 2002, 2003A, 2003B, 2007), VOLOŠČUK et al. (2011, 2016) a iní.

Podstatný prínos geobiocenológie spočíva v pochopení živého systému prírody, akým je biocenóza so svojím prostredím, ako systémového komplexu, zloženého z čiastkových systémov, fungujúcich na svojej druhovej a prípadne tiež biosystémovej úrovni. Najdôležitejším funkčným princípom, ktorý umožňuje účelné chovanie organizmov je spätná väzba. Pre autoregulačný systém platí časopriestorová závislosť systému, t.j. určitá postupnosť zmeny stavu systému v čase a priestore. Systém so spätnou väzbou je zároveň systémom autoregulačným a informačným. Takýmto systémom sú živé organizmy a ich orgány (ZLATNÍK, 1978). V súlade s teóriou otvoreného systému (VON BERTALANFFY, 1950) Zlatník chápal živé organizmy od jedinca organizmu cez druhovú populáciu, druh, až po biocenózu a jej čiastkovú cenózu, ako heterotypické celky, vznikajúce v priestoroch vyhovujúcich vonkajším podmienkam prostredia, s povahou autoregulačných komplexných systémov.

Porovnanie obsahu pojmu ekosystém a geobiocenóza vedie k záveru, že geobiocenózy sú špecifickými, jednotne definovanými prípadmi ekosystémov s jednoznačnou územnou väzbou, na ktoré možno uplatniť všetky metodické prednosti systémového skúmania. Americký biológ Eugen. P. Odum (1913-2002) považoval termín ekosystém (sensu TANSLEY, 1935) za synonymum termínu biogeocenóza, resp. geobiocenóza (ODUM, 1977). Súvislosti, nadväznosti a rozdielnosti rozličných termínov a prístupov, využívaných v súčasnej ekológii, ochrane prírody a v starostlivosti o životné prostredie komentovali VOLOŠČUK & MÍCHAL (1991).

V rokoch 1956–1976 Zlatník vedecky zdokonaľoval geobiocenologický systém, avšak nečakaný odchod do večnosti v roku 1979 neumožnil mu dokončiť plánovaný nový prodromus geobiocenologických jednotiek. Z jeho vedeckých prác vyplýva, že prívlastok „vedecký“ nepovažoval za synonymum slova „pravdivý“. Tento romanticko-mytologický pohľad na vedu mu bol cudzí. Vedecká práca spočíva v generovaní a overovaní rozumných hypotéz, z ktorých všetky sú vedecké, ale v drvivej väčšine prípadov sa v priebehu ďalšej vedeckej analýzy alebo experimentálneho výskumu ukážu byť nepravdivé. Veda nie je pravda, veda je jednou z foriem hľadania pravdy. Profesor Alois Zlatník v tichu svojej pracovne v budove Lesníckej fakulty Mendelovej univerzity na Zemědělské ulici v Brne neúnavne hľadal pravdu o fungovaní živých prírodných systémov. V tom bol príkladom pre všetkých svojich žiakov – geobiocenologických typológov.

Samozrejme, názory na fungovanie ekologických systémov sa od pôsobenia profesora Zlatníka ďalej vyvíjali, pričom na prelome milénia dochádza k diskusii o základných premisách

klasickej ekológie, k akým patrí aj predstava smerovania ekologických systémov k rovnováhe, ktoré je iba vzácné narušované vplyvmi vonkajšieho prostredia. Namiesto stability sa však dnes zdôrazňuje zložitosť a vysoká dynamika živých systémov, ktoré sú príčinou ich nelineárneho správania (PLESNÍK 2010). S týmto posunom paradigmy súvisí aj rozvoj koncepcií ekologickej komplexity, ekologickej integrity a ekosystémových služieb, pričom najmä posledná z nich nachádza aj stále väčšie praktické uplatnenie. V tomto článku sa však s týmito koncepciami nezaobráame.

#### ADAPTÍVNE DYNAMICKÉ CYKLY ŽIVÉHO SYSTÉMU A ICH IMPLIKÁCIE

V procese vzniku zložitosti prírodných a socio-ekologických ekosystémov významnú úlohu zohráva autoorganizácia (samousporadúvanie) a autoregulácia (samousmerňovanie) vlastného vývoja systému. K ďalším princípom organizácie patrí sieťová štruktúra, hierarchičnosť a adaptívna cykličnosť (HOLLING, 2001). To nám umožňuje vytvoriť predstavu, ako sa môže zdravý systém vyvíjať, prosperovať a udržiavať sa aj za prítomnosti procesov, ktoré narušujú podmienky jeho vývoja. Každá úroveň hierarchie funguje vlastným tempom, v hornej úrovni hierarchie pomalšie, v dolnej rýchlejšie, pričom na nižších úrovniach sa obnovujú kratšie a menšie cykly. Interakcie medzi rôznymi vývojovými cyklami ekosystému vedú k prepájaniu vnútroekosystémových a mimoekosystémových informácií.

Interakcie v živom systéme sa neobmedzujú len na rovnakú hierarchickú úroveň, ale existujú aj medzi entitami rôznych hierarchických úrovní. Podľa SALTHERO (2005) sú práve takéto interakcie zdrojom vysokej komplexity, nakoľko umožňujú vnáranie systémov nižšej úrovne do hierarchicky vyšších systémov. Takéto vnáranie možno pozorovať napr. od úrovne chromozómov cez bunkové organely, bunky, pletivá a tkanivá, orgány a ich sústavy až k organizmom a ďalej cez populácie, spoločenstvá, ekosystémy a krajiny rôznych rádoov až k biosfére, správnejšie k Zemskému systému (STEFFEN et al. 2007). Každá vyššia hierarchická úroveň zodpovedá zvýšeniu zložitosti organizácie a vznik nových emergentných vlastností. Nižšie vnorené systémy sú regulované prostredníctvom homeostatických mechanizmov na báze záporných spätných väzieb, ktorými si hierarchicky vyšší systém zabezpečuje funkčnosť celku.

K základným charakteristikám živých systémov patrí neustála zmena. Všetky živé systémy sú inherentne dynamické, čo je základom ich prežívania v meniacom sa prostredí. Zložitosť dynamiky ekosystému súvisí s vysokou diverzitou druhov a s ich početnými a rozmanitými interakciami. Vysokú dynamiku prírody vystihuje metafora prúdiacej mozaiky biotopov, v rámci ktorej sa uplatňujú deterministické aj náhodné procesy (PLESNÍK, 2010). Druhy sú v spoločenstvách a ekosystémoch prepojené prostredníctvom rôzne silných a rôzne početných interakcií, ktoré sa podieľajú aj na ich evolúcii: „*Druhy si predstavme ako „atómy“, ktoré sa združujú do ekologických „molekúl“, t.j. do funkčných skupín tvoriacich základ ekosystémových procesov. Podľa podmienok v ekosystéme sa potom vytvárajú viac či menej trvanlivé útvary organizmov rôznej sily a „s rôznym znamienkom“.*“ (PLESNÍK & VAČKÁŘ, 2005).

Každý prírodný systém má tendenciu smerovať v priebehu svojho vývoja k vyššej zložitosti. Vzťahuje sa to aj na procesy sukcesie a evolúcie, kde je zjavný spontánny vývoj smerom k vyššej zložitosti fyzickej štruktúry aj správania systému (WÜRTZ & ANILLA, 2010). S vyššou komplexitou ekosystému súvisí aj vyššia špecializácia a vzájomná previazanosť druhov a súčasne narastá aj trvanie ekologických procesov, napríklad od zlomkov sekundy v bunkách až k stovkám rokov životného cyklu lesných ekosystémov. Priestorovo obmedzené a rýchlejšie procesy na nižších hierarchických úrovniach a pomalšie a rozsiahlejšie procesy vyšších hierarchických úrovní sa pritom navzájom ovplyvňujú. Napríklad, postupné zvyšovanie koncentrácie kyslíka v atmosfére v priebehu evolúcie súviselo s činnosťou fotosyntetizujúcich organizmov a táto rastúca koncentrácia súčasne ovplyvnila vývoj vyšších životných foriem, ktoré sú náročné na spotrebu kyslíka – vrátane vývoja človeka a jeho mozgu.

Klasické chápanie vývojových štádií a fáz prírodného lesa podľa KORPELA (1989) novšie dopĺňuje tzv. Hollingov cyklus. V nerovnovážnej koncepcii ekosystémov predstavujú sukcesia a klimax len prvé dve fázy komplexnejšieho adaptívneho cyklu (HOLLING in GUNDERSON, 2000). Prvú, tzv. exploatačnú (rastovú – r) fázu tohto cyklu charakterizuje vysoká medzidruhová konkurencia a kolonizácia neobsadených území eurytopnými druhmi (r-stratégmi). V druhej, konzervačnej fáze (K) sukcesie sa v ekosystéme postupne akumuluje energia a hmota a vytvárajú sa nové niky, pričom iniciatívu preberajú stenotopné druhy (K-stratégovia). Populácie jednotlivých druhov postupne dosahujú limity ekologickej únosnosti, postupne sa stabilizujú a systém prechádza do svojho klimaxového štádia. V tretej fáze sukcesie, nazývanej aj fázou kolapsu alebo uvoľnenia ( $\Omega$ ), sa uplatňujú disturbancie vedúce k náhlej deštrukcii systému. Táto deštrukcia je však „tvorivá“ nakoľko sa v jej priebehu uvoľňuje vysoko kvalitná energia, ktorá sa naakumulovala v priebehu sukcesie a klimaxu. Vo štvrtnej, reorganizačnej resp. obnovnej fáze ( $\alpha$ ) rozkladné procesy uvoľnia živiny z biomasy a tým sa vytvoria podmienky pre vstup systému do novej exploatačnej fázy – a celý cyklus sa opakuje. Resiliencia systému je vysoká v exploatačnej fáze, kedy je systém schopný absorbovať rozsiahle narušenia a znižuje sa v konzervačnej fáze – systém je vzhľadom k vnútorným procesom ekologicky stabilný v zmysle vyššej rezistencie, ale súčasne krehkejší, menej resilientný. Primerané narušenie zvonku ho tu môže dostať na prah katastrofy (GUNDERSON, 2000; REDMAN & KINZIG, 2003).

Jednotlivé fázy adaptívneho (Hollingovho) cyklu je možné opäť vysvetliť z pohľadu nerovnovážnej termodynamiky. Napr. v lese, v priebehu rastovej fázy adaptívneho vývojového cyklu ekosystému (r) sa v biocenóze postupne akumuluje stále viac biomasy a živín, čo znamená zmenu energetickej bilancie ekosystému. Na vyššiu dostupnosť resp. prísun energie je biocenóza „nútená odpovedať“ tvorbou nových a zložitejších disipatívnych štruktúr a procesov. To sa prejavuje postupnou zmenou druhovej skladby spoločenstva a vznikom nových trofických reťazcov, ktoré dokážu účinnejšie využívať dostupnú voľnú energiu (KAY, 2000). Druhy, ktoré boli adekvátne pri nižšej dostupnej energii biomasy sú v procese sukcesie postupne nahrádzané druhmi, ktoré zvyšujú tok energie ekosystémom, vrátane zvyšovania druhového spektra gíld na vyšších hierarchických úrovniach trofických sietí (WÜRTZ & ANNILA, 2010), ktoré sú charakteristické pre konzervačnú fázu K, v ktorej sa uchováva najviac energie.

V klimaxe je akumulácia energie v lesnom ekosystéme taká veľká, že je viac zraniteľný narušeniami, a ich vplyv sa skôr či neskôr uplatní. Disturbancie spúšťajú fázu uvoľnenia energie akumulovanej v drevnej hmote ( $\Omega$ ). V tzv. malom cykle lesa fázu uvoľnenia reprezentujú jednotlivé odumreté stromy resp. ich skupiny a spúšťajú ju úzko lokalizované disturbancie, kým pri veľkom cykle k jej spúšťáčom patria rozsiahle požiare, veterné polomy, populačné výbuchy podkôrneho hmyzu a pod. Čím je ekosystém dlhšie v konzervačnej fáze, tým stačia menšie narušenia na jeho prechod do fázy  $\Omega$ . Narušenia teda vo fáze  $\Omega$  rozrušia pôvodné usporiadanie, čím uvoľnia v systéme naakumulovanú energiu. Mnoho organizmov zahynie avšak súčasne sa otvoria nové príležitosti pre druhy, ktoré narušenie prežili. V následných postdisturbančných režimoch sa disipatívne štruktúry ekosystémov preorganizujú (v reorganizačnej fáze  $\alpha$ ), pričom využívajú recykláciu látok, uvoľnenú energiu a informáciu, ktorej nositeľmi sú prežívajúce druhy, banka semien a iné biologické dedičstvá ekosystému v postdisturbančných biotopoch (SABO & TOPERCER, 2012).

Najvýznamnejšie praktické implikácie adaptívneho cyklu pre manažment ekosystémov sú dve a obe súvisia s energetickou bilanciou ekosystému. Človek využíva početné poloprírodné ekosystémy, predovšetkým lúky, pasienky a rybníky, v prípade ktorých je žiaduce brániť sukcesným zmenám. Akumulácia energie v priebehu rastovej fázy r znamená, že týmto zmenám v daných typoch ekosystémov môžeme zabrániť iba v prípade, ak budeme dôsledne manažovať ich energetickú bilanciu, čo znamená pravidelné odoberanie ich biomasy. Žiaden

iný manažment nemôže túto podmienku nahradiť. V mnohých chránených územiach časť kosných lúk sa už nekosiť. Ochrana a udržanie zostávajúcich druhovo pestrých lúk si však vyžaduje premyslenú integráciu ochrany ich biodiverzity a ich efektívneho hospodárskeho využívania.

Druhá implikácia sa týka fázy uvoľnenia energie  $\Omega$  pôsobením prírodných narušení, disturbancií. Disturbancie sú prirodzené javy, ktoré majú svoje miesto v dynamike adaptívneho cyklu ekosystému a nie je im možné zabrániť. Môžeme však na ne ekosystémy lepšie pripraviť, aby boli schopné efektívnej reorganizácie vo fáze  $\alpha$ . Každá fáza adaptívneho cyklu totiž vytvára podmienky pre nasledujúce fázy (HOLLING, 2001), pričom populácie, spoločenstvá, ekosystémy ako termodynamicky nerovnovážne systémy obrovskej komplexity sa v značnej miere vyvíjajú chaoticky až stochasticky. PRIGOGINE & STENGERS (1984) poukazujú na vysokú citlivosť na počiatkové podmienky. Už malé odchýlky od prirodzených pomerov na počiatku obnovného cyklu (napr. odstránenie aj malej časti mŕtveho dreva z polomu alebo zničenie prirodzených postdisturbančných plôšok sanitárnou ťažbou) môžu vyvolať veľké zmeny v dlhodobom vývoji, vlastnostiach a funkciách lesa, vrátane jeho reziliencie voči budúcim disturbanciám (TOPERCER, 2007). Ak sa veľká časť živín a energie uvoľnenej vo fáze  $\Omega$  z lesného ekosystému exportuje alebo sa ťažbou zníži diverzita posmršťových biotopov a tým bohatstvo sumárnej genetickej informácie, počiatkové podmienky vo fáze reorganizácie  $\alpha$  budú iné ako v predošlom adaptívnom cykle a nový les bude mať pravdepodobne nižšiu ekologickú zložitosť a tým aj nižšiu druhovú diverzitu (SABO & TOPERCER 2012).

Implikácia Hollingovho cyklu pre socioekonomický vývoj miestnych spoločenstiev je zrejmá: striedanie fáz rastu ( $r$ ) a prosperity ( $K$ ) s fázami rozpadu ( $\Omega$ ) a reorganizácie ( $\alpha$ ) je prirodzený beh vecí. To znamená, že pri rozmyšľaní o výbere ciest budúceho vývoja treba vychádzať z dlhodobých hľadísk a nie z krátkodobých trendov, ktoré formuje dotačná politika. Inou spoločensko-politickou implikáciou adaptívneho procesu je nahradenie pojmu „udržateľný rozvoj“ pojmom „udržateľný vývoj“. Udržateľnosť je schopnosť tvoriť, skúšať a podporovať adaptívnu schopnosť. Vývoj je proces tvorenia, skúšania a podporovania príležitostí. Výraz „udržateľný vývoj“ sa vzťahuje na ciele podporovania adaptívnej schopnosti ekosystému a vytvárania príležitostí prosperovať aj v narušených podmienkach vlastnej prirodzenosti. Je to teda termín, ktorý spája logické partnerské vzťahy (HOLLING, 2001).

## ZÁVER

Zlatník, ako jeden z prvých u nás pochopil význam integrovanej modernej ekológie, ktorá bola len modernejším variantom holistických prístupov jeho generácie (RYCHNOVSKÁ, 1993). Dvadsiate storočie, v ktorom tvoril profesor Alois Zlatník, možno charakterizovať ako storočie rozvoja ekologických vied. Sir Arthur George Tansley (15. august 1871 – 25. november 1955), anglický botanik žijúci v Kanade definoval v roku 1935 termín „ekosystém“. Biológ rakúskeho pôvodu žijúci v USA Karl Ludwig von Bertalanffy (19. september 1901 – 12. jún 1972) definoval teóriu otvoreného systému a všeobecnej teórie systémov. Rovesník Bertalanffyho prof. Alois Zlatník (9. 11. 1902 – 30. 6. 1979) patrí medzi prvých autorov v Európe, ktorí položili základy teórie ekológie vo všeobecnosti a osobitne vo vzťahu k lesným geobiocenózam (ZLATNÍK et al., 1973, ZLATNÍK 1976, 1978).

## LITERATÚRA

AMBROS, Z. (2003): Praktikum geobiocenologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 98 pp. ISBN 80-7157-668-9.

AMBROS, Z., ŠTYKAR, J. (2001): Geobiocenologie I. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 80 pp. ISBN 80-7157-397-3.



BERTALANFFY, L. VON (1969): General System Theory, Foundations, Development and Applications, George Braziller, New York, 296 pp. ISBN 0-8076-0453-4.

BERTALANFFY, L. VON. (1950): The theory of open systems in physics biology. Science, 111, p. 23-29.

BUČEK, A. (1976): Využití biogeografické charakteristiky pro návrh směrnic péče o chráněná území na příkladě státní přírodní rezervace Špraněk. In: Zprávy Geografického ústavu ČSAV, ročník XIII, číslo 3-4, p. 94-98.

BUČEK, A., LACINA, J. (1977): Hodnocení biogeografických poměrů Chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy. In: Zprávy Geografického ústavu ČSAV, ročník XXIV, číslo 2-3, p. 21-57.

BUČEK, A., LACINA, J. (1999, 2007): Geobiocenologie II. 1. a 2. vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 249 s.

BUČEK, A., LACINA, J. (2006): *Biogeografická diferenciace krajiny v geobiocenologickém pojetí a její využití v krajinném plánování*. Sborník ekologie krajiny 2. Česká společnost pro krajinnou ekologii, p. 18-29.

GUNDERSON, L.H. (2000): Ecological resilience – in Theory and Application. Annual Review Ecological Systems, No. 31, p. 425-439.

HANČINSKÝ, L. (1972): Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava, 307 pp.

HOLLING, C.S. 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems* 4: 390-405. DOI: 10.1007/S10021-001-0101-5.

KAY, J. J. (2000): Ecosystems As Self-Organizing Holarchic Open Systems: Narratives and the Second Law of Thermodynamics. In: JORGENSES, S. E., MÜLLER, F. (eds.): Handbook of Ecosystem Theories and Management, CRC Press–Lewis Publishers, p. 135-160.

KORPEL, Š. (1989): *Prálesy Slovenska*. Veda, vydavateľstvo SAV Bratislava, 332 pp. ISBN 80-224-0031-9.

LACINA, J. (1976): Pokus posouzení rekreační funkce segmentů různých geobiocenóz na základě rozboru jejich vegetační složky. In: Zprávy Geografického ústavu ČSAV, ročník III, číslo 3-4, p. 77-81.

LACINA, J., BUČEK, A., ČERNUŠÁKOVÁ, L., FRIEDL, M., KOUTECKÝ, T. (2015): Geobiocenologie III. Aplikace geobiocenologie. Mendelova univerzita v Brně, 168 pp. ISBN 978-80-7509-241-0.

MÍCHAL, I. (1994): Ekologická stabilita. Veronica, Brno, 275 pp. ISBN 80-85368-22-6.

ODUM, E. P. (1953): Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders, Philadelphia, PA.

ODUM, E. P. (1977): Základy ekologie. Academia, Praha 1977 (preklad), 736 pp.

ODUM, H.T. (1996): Environmental accounting - emergy environmental decision making. John Wiley and Sons, 370 pp.

PAPÁNEK, F. (1993): Šesť kníh môjho života. Vydal Fedor Papánek vlastným nákladom, 428 pp. ISBN 978-80-970806-3-1.

PLESNÍK, J. (2010): Příroda jako proudící mozaika. Co přinesly novější poznatky ekosystémové ekologie. *Ochrana přírody* 65/3: 27-30.

PLESNÍK, J. & VAČKÁŘ, D. (2005): Biodiverzita a fungování ekosystémů. Jak hlouběji pochopit, co se v ekosystému děje?, *Vesmír* 84: 32–37.

PRIGOGINE, I. (ed.) (1993): Chaotic Dynamics and Transport in Fluids and Plasmas. Research Trends in Physics Series founded by V. Alexander Stefan and published by the American Institute of Physics Press, Springer, New York. ISBN 0-88318-923- 2.

PRIGOGINE, I. (1997): *The End of Certainty*. New York: The Free Press, 240 pp. ISBN 0-684-83705-6.

RANDUŠKA, D. (1955): Stanovištný prieskum v lesníckej praxi. ŠPN Bratislava, 205 pp.

RAUŠER, J., ZLATNÍK, A. (1966): Biogeografie I. Atlas ČSSR, list 21, Ústřední správa geodézie a kartografie Praha.

REDMAN, C.L., KINZIG, A.P. (2003): Resilience of past landscapes: resilience theory, society and the *longue durée*, Conservation Ecology, Vol. 7, No.1, [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss1/art14>.

RYCHNOVSKÁ, M. (1993): Význam díla profesora Zlatníka pro rozvoj dnešní ekologie. In: Geobiocenologický výzkum lesů, výsledky a aplikace poznatků. Zborník referátov zo sympózia. Vysoká škola zemědělská v Brně, p. 13 – 14.

RUŽIČKA, M., MIKLÓS, L. (1982): Landscape-ecological planning (LANDEP) in the process of territorial planning. Ekológia (Bratislava) 1: 297-312.

SABO, P. (2002): Zložitost' autoorganizujúcich sa systémov a ekologická integrita krajiny. In: KOZOVÁ, M., PAVLÍČKOVÁ, K., BARKA, I. (eds.): Zborník referátov z konferencie Nové trendy krajinej ekológie. Univerzita Komenského v Bratislave, p. 213–227. ISBN 80-223-876-0.

SABO, P. & TOPERCER, J., (2012): Ekologické procesy po smršti v NPR Tichá dolina (TANAP) vo svetle termodynamickej teórie ekologických systémov. Zborník z IX. národnej konferencie o biosférických rezerváciách Slovenska: „Zmeny krajiny v biosférických rezerváciách“. Stakčín, 11.-12. októbra 2012, Štátna ochrana prírody SR, Správa NP Poloniny, BR Východné Karpaty, Slovenský výbor Programu UNESCO Človek a biosféra. s.181 – 193.

SALTHER, S.N. (2005): The Natural Philosophy of Ecology: Developmental Systems Ecology. Ecological Complexity, No. 2, p. 1–19.

STEFFEN, W., SANDERSON, A., TYSON, P.D., JÄGER, J., MATSON, P.A., MOORE, B., OLDFIELD, F., RICHARDSON, K., SCHELLNHUBER, H.J., TURNER, B.L. & WASSON R.J. (2004): Global Change and the Earth System. Executive summary. IGBP synthesis. International Geosphere-Biosphere Programme, ISBN 91-631-5380-7, 42 pp., online, cit. 10-12-2015, <http://www.igbp.net/publications/igbpbookseries/igbpbookseries/globalchangeandtheearthsystem2004.5.1b8ae20512db692f2a680007462.html>

TANSLEY, A.G. (1935): The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology*, 16 (3): 284–307. doi:10.2307/1930070. JSTOR 1930070.

TOPERCER J. (2007): Posúdenie vplyvu prípadného odstránenia vetrového polomu z 19. novembra 2004 na ekosystémy Tichej a Kôprovej doliny (TANAP). 13 s., ms. [Stanovisko pre MŽP SR z 13. februára 2007; dostupné na internete: <http://www.changenet.sk/?section=doc&x=261801>].

VOLOŠČUK, I. (1993): Opakovaný geobiocenologický výskum pralesov na výskumných plochách prof. Zlatníka. In ŠTYKAR (ed.), Sborník referátů ze sympózia k 90. výročí narození prof. Aloise Zlatníka. Brno, Ediční středisko VŠZ v Brně.

VOLOŠČUK, I. (2000): Environmentálne systémy. In Lesný ekosystém. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Katedra aplikovanej ekológie, 2000. 117 s. ISBN 80-228-0949-7.

VOLOŠČUK, I., (ed.) (2002): Ekologický výskum a ochrana prírody Karpát. Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie venovanej 100. výročiu narodenia prof. Aloisa Zlatníka. Vydal Lesprojekt Zvolen, 230 pp. ISBN 80-89101-03-8.

VOLOŠČUK, I. (2003a): *Ochrana prírody a krajiny*. Vysokoškolská učebnica. Technická univerzita vo Zvolene, 235 pp.

VOLOŠČUK, I. (2003b): Geobiocenologický výskum prírodných lesných ekosystémov v chránených územiach Karpát. Monografické štúdie o národných parkoch, 3. Štátna ochrana prírody v Banskej Bystrici, Správa Tatranského národného parku v Tatranskej Štrbe, 122 pp. ISBN 80-228-1215-3.

VOLOŠČUK, I. (2007): Diverzita rastových procesov a dlhodobá stabilita bukových pralesov Karpát. In Križová, Ujházy (eds.), Zborník príspevkov z konferencie „Dynamika, stabilita a diverzita lesných ekosystémov“. Zvolen, TU vo Zvolene. 127-133. ISBN 978-80-228-1821-6.

VOLOŠČUK, I., MÍCHAL, I. (1991): Rozhovory o ekologii a ochraně přírody. Enviro Martin, 162 pp.

VOLOŠČUK, I., SABO, P., ŠKODOVÁ, M., ŠVAJDA, J., LEPEŠKA, T. (2016): Dynamika krajinné struktury a diverzity ekosystémů Krivánskej Fatry. Belianum, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, ISBN 978-80-557-1196-6.

VOLOŠČUK, I., UHLIAROVÁ, E., MIDRIAK, R., SABO, P., HLADKÁ, D., LEPEŠKA, T., KORÓNY, S. (2011): Dynamika sukcesných procesov, štruktúry a ekologickej integrity ekosystémov Slovenského krasu. Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Inštitút výskumu krajiny a regiónov v Banskej Bystrici, 240 pp. ISBN 978-80-557-0296-4.

WÜRTZ, P., ANNILA, A. (2010): Ecological succession as an energy dispersal process. Biosystems 100, No. 1, p. 70-78.

ZLATNÍK, A. (1935): Studie o státních lesích na Podkarpatské Rusi. Díl druhý a třetí. Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR, sv. 127, 206 pp.

ZLATNÍK, A. (1956): Typologické podklady pěstění lesů. In: POLANSKÝ, B. (ed.): Pěstění lesů III, p. 317-401. SZN Praha.

ZLATNÍK, A. (1959): Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Lesnická fakulta Vysoké školy zemědělské v Brně, 195 pp.

ZLATNÍK, A. (1975): Ekologie krajiny a geobiocenologie. TIS Svaz pro ochranu přírody a krajiny a Vysoká škola zemědělská v Brně, 172 pp.

ZLATNÍK, A. (1976): Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných v ČSSR. In: Zprávy Geografického ústavu ČSAV, Brno 1976, roč. XIII, č.3-4, p. 55-64.

ZLATNÍK, A. (1978): Lesnická fytocenologie. SZN Praha, 495 pp.

ZLATNÍK, A., KORSUŇ, F., KOČETOV, F., KSENEMAN, M. (1938): Průzkum přirozených lesů na Podkarpatské Rusi. Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR, sv. 152, č. 7, 524 pp. Nakladatelství Ministerstva zemědělství ČSR, Brno 1938.

ZLATNÍK, A., PELIKÁN, J., STOLINA, M. (1973): Základy ekologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 280 pp.