

ZÁSOBOVACIE ASPEKTY EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB BUKOVÝCH PRALESOV KARPÁT

Ivan VOLOŠČUK¹, Peter SABO², Martina ŠKODOVÁ³, Juraj ŠVAJDA²

¹Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV, 059 60 Tatranská Lomnica 66,
e-mail: ivoloscuk@azet.sk

²Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela,
Banská Bystrica, e-mail: peter.sabo@umb.sk, juraj.svajda@umb.sk

³Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela,
Banská Bystrica, e-mail: martina.skodova@umb.sk

***Abstract:** Contribution brings new data on timber of ecosystems production services in Carpathian beech forests of Transcarpathian Ukraine, Slovakia and Poland. The volume of production is different between the south and north parts of the Carpathians. The volume of dead wood in the Ukrainian and Slovak virgin forests is greater than in the Polish virgin forests. It is caused by a different influence of man in 17-19. centuries on beech forests in the southern and northern parts of the Carpathians. Dead wood is an important part of forest ecosystems significantly differentiating the forest from other non-forest communities. Wood as a substrate enriches the environment from the viewpoint of biodiversity being together with soil the richest niche of the forest. Dead wood humification then connects it with soil involving a number of elements (particularly carbon) into cycling. It is irreplaceable in some types of forest ecosystems such as mountain forests and forest regeneration on a decomposed wood. The development of beech forests was also influenced by the different climate of the northern part of the Carpathians with a damp and cooler Baltic climate than the southern part of the Carpathians with a warmer Pannonian climate. Provisioning production ecosystem services are essential to the wellbeing of human society. Beech forests are characterized by high diversity and species variability in the ecosystem, and by the abundance and diversity of multiple interactions in the complex network of feedbacks. They have high ecological integrity, stability and complexity.*

***Key words:** beech ecosystems, primeval forests, wood production, nature reserves, Carpathians*

Úvod

Medzi významné prínosy zásobovacích ekosystémových služieb pre blahobyt ľudskej spoločnosti patrí drevná produkcia. V lesnom ekosystéme determinantnou a edifikátorovou zložkou s rozhodujúcou úlohou pre dynamiku ekologických vzťahov a procesov je drevinová zložka (drevinový synuziálny komplex), ktorá výškovou

a priestorovou diferenciáciou vytvára v lesnom ekosystéme osobitnú mikroklimu. Dreviny majú v konštrukcii potenciálnej primárnej vegetácie diferenciačný primát (Zlatník, 1978).

Svoje asimiláty dreviny spotrebovávajú z najväčšej časti na tvorbu dreva. Pre drevinové synúzie sú typické korunové vrstvy. V dospelom drevinovom synuziálnom komplexe vertikálne členenú korunovú vrstvu majú stromy a kroviny. Výrazom „porastové zloženie (skladba)“ sa rozumie stromový porast s konkrétnym druhovým, vekovým a priestorovým zložením. Pre živú vrstvu lesného porastu je typické rozptýlenie organizmov a orgánov, ktoré umožňujú najdokonalejšie využitie životného priestoru k latkovej výmene s neživým okolím.

V ekologicky zameraných lesníckych štúdiách sa výrazom „lesný porast“ rozumie „lesný ekosystém“. Zásobovacie (produkčné) služby ekosystémov sa vzťahujú na drevnú zásobu porastu, čiže lesného ekosystému.

Vysoká zložitosť (komplexita) lesných ekosystémov sa prejavuje vysokou diverzitou a variabilitou druhov v ekosystéme a početnosťou a rozmanitosťou mnohorakých interakcií v zložitej sieti spätných väzieb (Cadenasso et al., 2006). Syntetickou vlastnosťou ekosystému, ktorý spontánne udržiava druhové zloženie a vzťahy zodpovedajúce prírodnej biodiverzite, je ekologická integrita (Leo, Levin, 1997; Plesník, 2010).

Cieľom nášho príspevku je demonštrácia drevoprodukčných ekosystémových služieb karpatských pralesov s dominanciou buka lesného *Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica*.

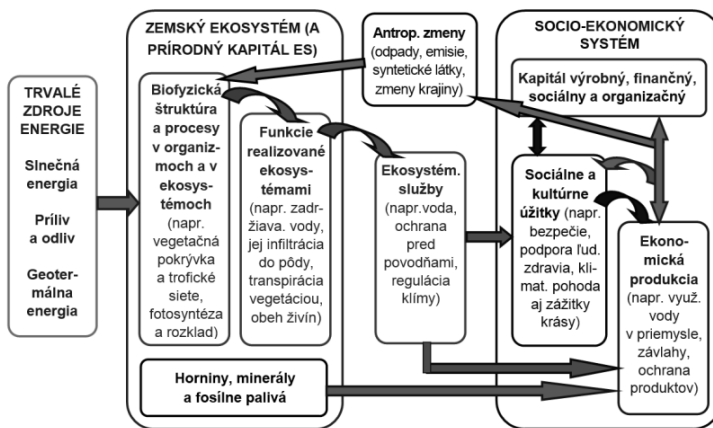
Funkcie a služby ekosystémov

V našej odbornej a vedeckej literatúre sa tradične prelína chápanie funkcií ekosystémov s ekosystémovými službami (Vološčuk, 2013; Škodová et al., 2016). Antropocentricky chápané funkcie lesných ekosystémov sa uplatňujú vo funkčne integrovanom lesnom hospodárstve (Papánek, 1978). Slovo „funkcia“ sa chápe ako „poslanie“ alebo „úloha“, ktorú má plniť konkrétny lesný ekosystém v záujme lesného hospodára. Základné a hlavné funkcie lesov sú produkčná, ekologická a environmentálna funkcia. Produkčnú funkciu plnia lesy ako zdroj obnoviteľnej drevnej suroviny a iných materiálnych hodnôt. Ekologickú funkciu plnia lesy svojim priaznivým pôsobením na pôdu, vodu a vzduch. Environmentálnu funkciu plnia ako bezprostredná súčasť životného prostredia človeka (Papánek, 1978).

Služby ekosystémov charakterizujú spektrum tých úžitkových vlastností, ktoré sú vzťahované k schopnosti ekosystémov napĺňať konkrétne potreby a umožňovať konkrétne činnosti človeka (Škodová et al., 2016). Zásoby ekosystémových služieb v ekosystéme závisia aj od stavu ekosystému, od jeho ekologickej integrity, ktorej súčasťou je aj biodiverzita. Sukcesne vyššie ekosystémy, akými sú lesné ekosystémy, majú spravidla vyššiu ekologickú komplexitu, obsahujú viac biomasy a majú aj vyššiu sumárnu kapacitu poskytovať spoločnosti ekosystémové služby, predovšetkým podporné (to znamená život podporujúce) a regulačné. Lesné ekosystémy teda majú nesmierny potenciál rozličných ekosystémových služieb.

Systémový pohľad na vzťah zemskeho prírodného systému a socio-ekonomického systému vyjadruje obr. 1. Tri hlavné zdroje energie (slnecná, prílivová a geotermálna) generujú a udržiavajú štruktúru a procesy prebiehajúce v živých organizmoch a v ekosystémoch. Tie sú základom nimi realizovaných funkcií v rámci vyššieho celku zemskeho prírodného systému. Planetárny prírodný systém, osobitne zásoby prírodných zdrojov v zemskej kôre, produkty a ďalšie funkcie ekosystémov predstavujú prírodný kapitál, ktorý generuje toky ekosystémových služieb využívané socio-ekonomickými systémami našej civilizácie.

Obr. 1: Systémový pohľad na vzťahy zemskeho ekosystému a ľudského socio-ekonomického systému (podľa de Groot et al. (2010); upravené a rozšírené Škodovou et al., 2016)



Problémom rýchleho rozvoja teórie ekosystémových služieb je zatiaľ slabá štandardizácia postupov a klasifikácie ekosystémových služieb, ktorej výsledkom je vysoká rôznorodosť typológií ekosystémových funkcií a služieb (Vološčuk, 2000; de Groot, 2010). Medzinárodne akceptovaným štandardom sa javí klasifikácia ekosystémových služieb podľa Miléniového hodnotenia ekosystémov, ktoré rozlišuje 24 typov týchto služieb, členených do štyroch hlavných kategórií (MEA, 2005) obr. 2, ktoré podrobnejšie typologicky rozvinul de Groot et al. (2010).

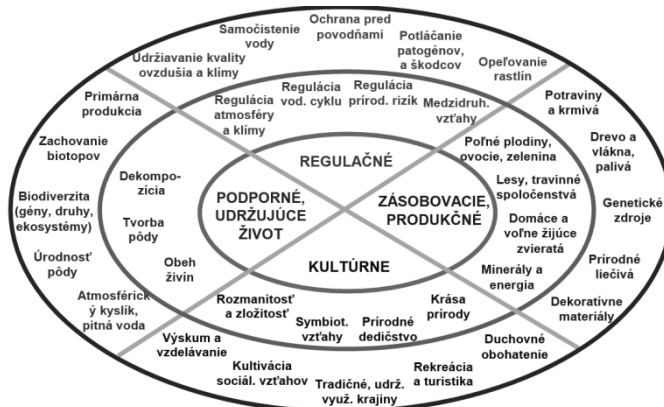
Zásobovacie, čiže produkčné služby označujú produkty ekosystémov, ako sú potraviny (napr. plodiny, ovocie, zelenina, ryby a lovná zver), krmivá, voda, palivá, drevo, vlákna, genetické, medicínske a dekoratívne zdroje.

Podporné (podporujúce) biotopové služby sú nevyhnutné pre udržanie života na Zemi, napr. tvorba pôdy, fotosyntéza, biogeochemické cykly, udržiavanie biotopov pre rozmnožovanie, získavanie potravy, oddych a migráciu organizmov.

Regulačné služby (regulujú ekologické procesy), predstavujú reguláciu klímy, chemického zloženia atmosféry, ochranu pred prírodnými disturbanciami, reguláciu vodného cyklu a ochranu pred záplavami, absorpciu a neutralizáciu odpadov, ochranu pôdy pred eróziou, opeľovanie rastlín, biologické potláčanie hospodárskych škodcov.

Kultúrne služby označujú nemateriálne úžitky, napr. estetické, duchovné a náboženské, vzdelávacie a poznávacie, rekreačné, posilňujúce sociálne vzťahy – napr. urbáriaty.

Obr. 2: Základné skupiny a vybrané typy ekosystémových funkcií a služieb (Škodová et al., 2016)



Vzhľadom k vysokej komplexite ekosystémov a krajín je načrtnuté členenie schematické, ale je dôležité pre možnosť porovnávania kapacity rôznych ekosystémov a krajín poskytovať ES. Zdroj: MEA 2005; UNEP, 2012, upravené Škodová et al., 2016.

Svetová jedinečnosť bukových pralesov Karpát

Karpatské bukové pralesy predstavujú autentický prírodný systém (*native system*), čiže pôvodnú prírodnú vegetáciu územia, čo možno pokladať za synonymum „pralesa“ (Zlatník 1978; Korpeľ 1989; Machado 2014). Prales sa od hospodárskeho funkčne integrovaného lesa najvýraznejšie odlišuje vekom stromov, vnútornou štruktúrou a množstvom odumretého dreva.

Bukové pralesy Karpát sú nenahraditeľnou podmienkou pre pochopenie histórie a vývoja druhu *Fagus*, ktorý je široko zastúpený v Severnej hemisfére a ktorého ekologický význam je mimoriadny. Buk predstavuje jednu z najvýznamnejších zložiek temperátneho listnatého lesného biomu a výnimočný príklad kolonizácie a rozvoja terestrických ekosystémov a spoločenstiev Európy v poľadovej dobe. V Európe sa buk vyskytoval už v treťohornom pliocéne (pre 10,0 – 1,6 mil. rokov). Jeho expanzia v strednej Európe pokračovala v poľadovom Atlantiku (pred 8 000 – 5 000 rokmi) z refugiálnych populácií vo východnom predhorí Álp a na Istrii. Populácie tohto pôvodu dokázali kolonizovať nielen voľný priestor, ale úspešne prekryli aj populácie z početných refúgií Pyrenejského polostrova a čiastočne aj južného Francúzska. V súčasnosti buk lesný *Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica* má v Európe takmer kontinuálne rozšírenie. Na Slovensku pôvodné zastúpenie buka ako jednej z hlavných porastotvorných drevín dosahovalo až 48 %, zatiaľ čo v súčasnosti je jeho zastúpenie 31,4 %. Pre skupiny lesných typov s prítomnosťou buka na Slovensku v nadmorských výškach 400 m (*Fagetum abietinum*)

až 1350 m (*Fageto-Aceretum humile*) je priemerná ročná teplota 5,0 – 9,0 stupňov C a priemerné ročné zrážky 900 – 1200 mm (Barna et al., 2011).

V oblasti Karpát sa v dôsledku prírodných podmienok a ich osobitostí počas fylogenetického vývoja vytvorili rozsiahle komplexy nezmiešaných bukových lesov (Korpeľ, 1989). Mnoho z nich má charakter prvotného pralesa. Nachádzajú sa na bohatých pôdach (kambizeme) prevažne v skupinách lesných typov *Fagetum typicum* a *Fagetum pauper*, ale tiež v skupinách *Abieto-Fagetum*, *Fageto-Abietum* a *Fageto-Aceretum*.

Bukové pralesy sa vyznačujú 2 – 3 vrstvovou výstavbou. Typická jednovrstvová a výškovo vyrovnaná štruktúra je veľmi zriedkavá a vyskytuje sa na malých plochách do 10 árov, prevažne v štádiu optima. Rozdielnosti v štruktúre a vývojové štádiá a vývojové fázy pralesa sa striedajú na malých plochách do 0,20 ha. Vývojový cyklus bukových pralesov bol zistený v rozpätí od 230 do 250 rokov (Korpeľ, 1989; Saniga, Schütz, 2002).

Prales, ako lesný ekosystém, sa vyznačuje dynamickou rovnováhou, ktorá sa zabezpečuje cez určitú proporcionalitu živých a neživých zložiek, zákonite upevnených vzťahov medzi živými zložkami a okolitým prostredím. Do uvedeného komplexu patrí aj časť organickej odumretej hmoty drevín. Trvalou zložkou cyklického vývoja pralesa je nekromasa, ako prechodná forma premeny organickej hmoty v kolobehu látok a energie. Mŕtve drevo je jeden z významných znakov dynamiky vývoja pralesa.

Prales je charakterizovaný (Biris, Veen, 2005):

- prirodzeným zložením a distribúciou druhov organizmov,
- komplexnou štruktúrou jednotlivých vývojových štádií, čiže rozvrstvením vo vertikálnom smere a v mnohovrstvovom horizontálnom smere,
- diverzitou v počte a veku drevín (výskyt veľmi starých stromov),
- výskytom mŕtveho stojaceho alebo ležiaceho dreva (nekromasa) vo vývojových štádiách,
- reprezentatívnymi ekosystémami pre hlavné lesné formácie.

Podľa Korpeľa (1989) jednotlivé vývojové štádiá možno charakterizovať takto:

- *Štádium dorastania* – predovšetkým stromy mladších generácií uplatňujú svoje rastové schopnosti, objemový prírastok a drevná zásoba stúpa. Stromy spodnej a strednej vrstvy majú vysoký stupeň korunového zapojenia a vysokú vitalitu (objavujú sa i stromy hrubších dimenzií). Stromy hornej vrstvy majú nepatrnú mortalitu. Počet živých stromov a ich objemy majú priemernú hodnotu. Menšie medzery v zapojení veľmi rýchlo zarastajú drevinami. Vplyvom vitality a intenzívneho výškového prírastku sa pôvodne výškovo diferencovaný porast (i napriek svojej rôznovekosti) výškovo vyrovnáva.
- *Štádium optima* – objavuje sa maximálna drevná zásoba a objemy stromov, výškový rast pre zníženú vitalitu temer úplne ustrnul a bežný objemový prírastok sa silne zmenšil. Charakteristický je malý počet stromov, strata vrstevnatosti (chrámový les - podobný horizontálne zapojenému hospodárskemu lesu), zvýšená mortalita

najhrubších stromov, čiastočne rozpojený korunový zápoj, výrazná prevaha stromov najhrubších hrúbkových tried.

- *Štádium rozpadu* – zásoba živých stromov výrazne klesá, pretože ich hrúbkový prírastok nemôže nahradiť pokles spôsobený zvýšenou mortalitou hrubých stromov. Zásoba dreva je rozmiestnená veľmi nepravidelne - hlúčky až skupinky stromov sa striedajú s medzerami a nastupujúcou obnovou. Prípadné skupinky alebo jedinci zmladených drevín z konca štádia optima prechádzajú postupne až náhle do kontinuálnej obnovy.

Pre jednotlivé štádia rozlišuje Korpeľ (1989) dve fázy pokročilosti a to „počiatočnú“ a „pokročilú“.

Najzachovalejšie bukové pralesy na Východnom Slovensku a v Zakarpatskej Ukrajine IUCN odporučilo Výboru svetového dedičstva UNESCO zapísať na listinu svetového dedičstva ako „Bukové pralesy Karpát“ podľa kritéria ix – ekologické a biologické procesy jedinečné z celosvetového hľadiska.

Pre slovenskú a ukrajinskú štátnu reprezentáciu IUCN odporučilo:

- zabezpečiť uplatnenie existujúceho integrovaného manažmentového plánu a ustanoviť fungujúci Spoločný výbor pre manažment podľa odporúčania uvedeného v projekte,
- zapojiť do integrovaného manažmentového plánu miestnych obyvateľov, mimovládne organizácie a iné zainteresované skupiny,
- v integrovanom manažmentovom pláne venovať prioritu výskumu a monitoringu, s využitím existujúcej databázy informácií o uvedených územiach, ktorá môže poskytnúť hodnotné podklady pre pochopenie potenciálneho vplyvu globálnych klimatických zmien,
- preskúmať možnosti zabezpečenia dodatočných finančných zdrojov na podporu efektívnej implementácie integrovaného manažmentového plánu a na činnosť Spoločného výboru pre manažment,
- jasne vyznačiť v teréne hranice všetkých území zaradených do nominačnej série.

Dňa 31. januára 2006 slovenská a ukrajinská strana predložila Výboru svetového dedičstva UNESCO v Paríži na posúdenie nomináciu, ktorá zahrňovala nadnárodný cezhraničný prírodný nominačný projekt, pozostávajúci z desiatich území. Nominované územia sú obklopené nárazníkovými (bufernými) územiami a ekologickými „spojovacími koridorami“. V súlade s postupom stanoveným smernicami UNESCO, tento spoločný nominačný projekt prešiel celou zložitou procedúrou hodnotenia. Kľúčovým momentom hodnotenia bola návšteva experta IUCN Dr. Dave Mihalica v dňoch 24. – 30. 9. 2006 v doprovide slovenských národných expertov (Ivan Vološčuk a Vilam Pichler). Táto skupina odborníkov navštívila niektoré územia v Národnom parku Poloniny a CHKO Vihorlat, v Užanskom národnom prírodnom parku a v Karpatskej biosférickej rezervácii. Záverečné diskusné rokovania sa uskutočnili s vedeckými pracovníkmi Karpatskej biosférickej rezervácie v Rachive na Zakarpatskej Ukrajine pod vedením jej vtedajšieho riaditeľa Fedira Hamora.

Konečnú hodnotiacu správu pre IUCN vypracoval Dr. Dave Mihalic koncom roku 2006. Následne na pôde IUCN a UNESCO sa uskutočnilo komplexné hodnotenie slovensko-ukrajinského projektu Bukové pralesy Karpát. Výsledkom tohto hodnotiaceho procesu bola Správa IUCN pre Výbor svetového dedičstva UNESCO, ktorého 31. zasadnutie sa uskutočnilo v júni / júli 2007 v Christchurch, Nový Zéland. Na tomto záverečnom rokovaní v Christchurch sa zo Slovenska zúčastnili zástupcovia Ministerstva životného prostredia SR Jozef Klinda a Kamil Viliňovič, ako aj národní experti Ivan Vološčuk a Viliam Pichler. Ukrajinskú stranu na tomto rokovaní zastupoval honorárny konzul Ukrajiny na Novom Zélande Anatolij A. Likho. Námaha, ktorú vynaložili všetci zúčastnení na spracovaní medzinárodného projektu a na účasť v zložitom procese jeho hodnotenia napokon vyústila do jedinečného úspechu slovenskej a ukrajinskej ochrany prírody.

Výbor svetového kultúrneho a prírodného dedičstva UNESCO na svojom 31. zasadnutí v Christchurch, Nový Zéland, v dňoch 23. júna – 3. júla 2007 schválil zapísanie Karpatských bukových pralesov zo Slovenska a Ukrajiny na listinu Svetového prírodného dedičstva ľudstva.

Svetová jedinečnosť bukových pralesov Karpát spočíva v zachovaní ekologických a biologických procesov vo forme všetkých vývojových štádií a fáz bukových pralesov na súvislej ploche, čo vo svete nemá obdobu. Výmery jadrových a buferných častí sú uvedené v tab. 1.

Tab. 1: Bukové pralesy Karpát – výmery jadrových častí a ich buferných častí

Názov územia	Krajina	Jadrová časť	Buferná časť
Čornohora	UK	2 476,8	12 925,0
Stužica - Užok	UK	2 532,0	3 615,0
Svidovec	UK	3 030,5	5 639,5
Uholka - Širokij Luh	UK	11 860,0	3 301,0
Kuzij - Trebušany	UK	1 369,6	3 163,4
Maramoroš	UK	2 243,6	6 230,4
Havešová	SK	71,3	64,0
Rožok	SK	67,1	41,4
Stužica Bukov. vrchy	SK	2 950,0	11 300,0
Vihorlat - Kyjov	SK	2 578,0	2 413,0
Spolu ha		29 278,9	48 692,7

Výmera slovenskej časti v ha 5 766,4 13 818,4

Percento z celkovej výmery zón 19,7 28,4

Výmera ukrajinskej časti 23 512,5 34 874,3

Percento z celkovej výmery zón 80,3 71,6

Jednotlivé zložky tohto územného seriálu predstavujú dostatočné výmery pre zabezpečenie prírodných procesov potrebných na dlhodobú ekologickú vitalitu biotopov a ekosystémov. Efektívne uplatnenie integrovaného manažmentového plánu je nevyhnutné pre udržateľný dlhodobý ekologický rozvoj ekosystémov týchto území (Pichler et al., 2007). Kľúčové manažmentové problémy zahŕňujú ochranu starých stromov v prirodzenej štruktúre pralesa, starostlivosť o lúčne spoločensvá, riečne koridory a vodné ekosystémy, manažment turistiky, výskum a monitoring.

Materiál a použité metódy

Metodické postupy výskumu drevnej produkcie lesných ekosystémov na výskumných plochách v pralesovitých rezerváciách sú podrobne opísané v početných prácach (napr. Zlatník 1935, 1938, 1978; Zlatník et al., 1938; Korpel, 1989; Vološčuk, 1993, 2000, 2003, 2007, 2013 a iní). Výmera výskumných plôch predstavuje spravidla 0,50 ha. Vývojové štádiá a fázy pralesov sú charakterizované jednotne podľa Korpela (1989). Zistené dendrometrické veličiny na výskumných plochách (počet stromov, objem, kruhová základňa) sa prepočítavajú na plochu 1 ha.

V lesníctve sa výrazom „porast“ označuje drevinový synuziálny komplex od výšky jedincov drevín väčšej ako 1,30 m (tzv. prsná výška). Pri taxačno-dendrometrickom meraní na výskumných plochách sa dreviny krovitého rastu pod výškou 1,30 m nemerajú. Pomocou štandardnej priemerky sa stromy merajú v prsnej výške od hrúbky 6 cm s presnosťou na celé centimetre. Výška stromov sa meria štandardným výškomerom (spravidla Blume-Leissovým) s presnosťou na pol metra. Na základe zisteného priemeru a výšky stromov sa z objemových tabuliek vypočíta objem hmoty v m³. Kruhová základňa v m² sa vypočíta z tabuliek na základe hrúbky stromu. Na výskumných plochách bola zisťovaná tiež prirodzená obnova drevín. Dôležitou charakteristikou pralesových porastoch je počet a objem stojacích a ležiacich mŕtvych stromov.

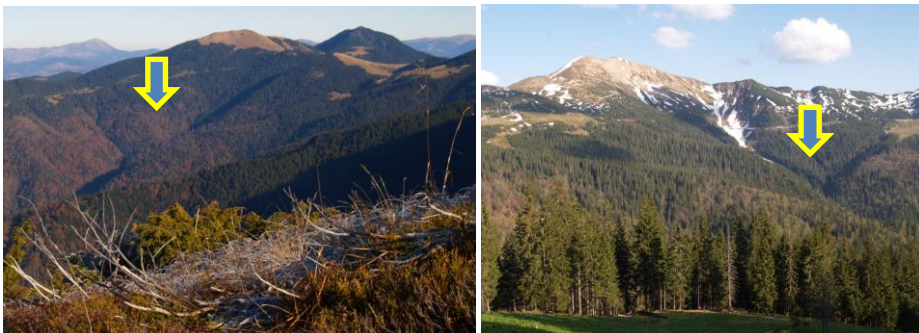
Výskumné plochy bukových pralesov sa nachádzajú v bukovom a jedľovo-bukovom vegetačnom stupni (v nadmorských výškach 650 – 1000 m). V porastoch dominoval buk lesný *Fagus sylvatica*, primiešané do 10 % boli javor horský *Acer pseudoplatanus* a jedľa biela *Abies alba*, prípadne tiež borovica lesná *Pinus sylvestris*. Iné dreviny dosahovali zastúpenie pod 1 %. Prevažujúcimi typologickými spoločenstvami v bukovom vegetačnom stupni boli typické bučiny *Fagetum typicum* a holé bučiny *Fagetum pauper*. V jedľovo-bukovom vegetačnom stupni to boli bukové javoriny *Fageto-Aceretum*, jedľové bučiny *Abieto-Fagetum* a bukové jedliny *Fageto-Abietum*.

V práci predstavujeme výsledky výskumov drevnej produkcie bukových pralesov v prírodných rezerváciách Karpát, ktoré publikovali Vološčuk, 2003 (bukové pralesy Karpatskej biosférickej rezervácie na Zakarpatskej Ukrajine), Korpel, 1989; Saniga, Schütz, 2002 (prírodné rezervácie Havešová, Stučica, Rožok, Kyjov - Vihorlatský prales, Hrončokovský grúň, Badínsky prales a Dobročský prales), Jaworski et al. 1994a, 1994b (bukové pralesy v Bieščadskom, Pieninskom a Babiagorskom národnom parku).

Výsledky

V prírodných rezerváciách bukového a jedľovo-bukového vegetačného stupňa Karpát v rámci Európy sa zachovali jedinečné rozsiahle zvyšky bukových pralesov, ktoré v minulosti neboli zasiahnuté ľudskou činnosťou.

Obr. 3: Pohľad na komplex lesov v oblasti Pop Ivan Marmarosšký na Zakarpatskej Ukrajine, kde prof. Zlatník v roku 1935 založil trvalé výskumné plochy 12 (šípka v strede ľavého obrázka - bučina) a 14 (šípka v pravej časti pravého obrázka - smrečina) autor (Hrubý, 2001)



Obr. 4: Bukový prales v rezervácii Malá Uhoľka-Široký Luh



Vľavo počiatkové štádium rozpadu

Vpravo štádium dorastania až optima

Typické modelové bukové pralesy sa zachovali na Zakarpatskej Ukrajine v Karpatskej biosférickej rezervácii (Malá Uhoľka, Marmoroš - Pop Ivan Marmarošký) a v Užanskom prírodnom národnom parku (rezervácia Stužica v susedstve so slovenskou rovnomennou rezerváciou). Na Slovensku sú modelovými územiaми bukových pralesov prírodné rezervácie Stužica, Rožok, Havešová, Vihorlatský prales (Kyjov), Badínsky prales, Hrončokovský grúň a Dobročský prales. Vybrané bukové pralesy na Východnom Slovensku a v Zakarpatskej Ukrajine, ktoré boli v roku 2007 zapísané na listinu Svetového kultúrneho a prírodného dedičstva UNESCO (tab. 2), patria k najzachovalejším pralesovým objektom v Európe a na svete. Neboli citeľnejšie zasiahnuté úmyselnou činnosťou človeka. Prípadný, dnes nepoznaný náhodný výrub

ojedinelých stromov, tu pre vyrovnanosť porastových pomerov a stanovištných podmienok v širšom okolí nemohol podstatne ovplyvniť dynamiku vývojových procesov a pozmeniť vývojové ekologické zákonitosti vlastné bukovej pralesu. Pre obmedzené šírenie jedle sa tu vo väčšej miere uplatňuje javor horský, prípadne jaseň a brest. Z hľadiska geologickej stavby najzachovalejšie zvyšky bukových pralesov v Karpatoch sa vyskytujú na flyšovom podloží (pieskovce), na vulkanitoch a na karbonátovom podloží.

Tab. 2: Ukážka charakteristiky výskumných plôch v bukovej pralesi Uhoľka - Široký Luh na Zakarpatskej Ukrajine

Plocha	Nadm. výška m	Expozícia	Sklon v stupňoch	Geologické podložie	Pôdny typ	Skupina lesných typov	Zastúpenie drevín %	Lesný veget. stupeň	Vývojové štádium a fáza
1Vu	660	JV	10-15	pieskovec bridlica	Kambizem	Fagetum typicum	Fagus 100.00	Bukový	Počiatková fáza štádia rozpadu
2Vu	590	Z	10-15	pieskovec bridlica	Kambizem	Fagetum typicum	Fagus 100.00	Bukový	Pokročilá fáza štádia optima

Tab. 3: Ukážka rozdelenie počtu stromov podľa hrúbkových tried (prepočet na 1ha) na výskumných plochách v bukovej pralesi Uhoľka - Široký Luh (Zakarpatská Ukrajina)

Plocha	Drevina	Počet N %	Hrúbkové triedy v cm						Spolu
			4-14	16-22	24-34	36-50	52-70	>72	
1 Vu	Fagus (živé)	Počet %	136 54.2	4 1.6	5 2.0	29 11.6	44 17.5	33 13.1	251 100.0
	Fagus (suché)	Počet %	20 64.5	-	4 12.9	4 12.9	3 9.7	-	31 100.0
	Úhrnom mŕtve Fagus	Počet %	156 55.3	4 1.4	9 3.2	33 11.7	47 16.7	33 11.7	282 100.0
2 Vu	Fagus (živé)	Počet %	131 45.8	18 6.3	25 8.7	32 11.2	44 15.4	36 12.6	286 100.0
	Fagus (suché)	Počet %	30 73.2	3 7.3	2 4.9	2 4.9	4 9.7	-	41 100.0
	Úhrnom mŕtve Fagus	Počet %	161 49.3	21 6.4	27 8.2	34 10.4	48 14.7	36 11.0	327 100.0

Bukový prales vytvára výrazne rôznoveké porasty s 2 – 3 vrstvou výstavbou (Korpeľ, 1989). Rozdielnosť v štruktúre a rôzne vývojové fázy sa striedajú na úzko vymedzených plochách, čo celkovo podmieňuje maloplošnú textúru. Vývojové štádiá a fázy sú plošným podielom dlhodobo vyrovnané na úrovni podielu ich trvania z celkového vývojového cyklu už na relatívne malej ploche. Počas 230 - 250 rokov trvajúceho vývojového cyklu sa už na menších plochách (20 - 30 ha) dosahuje vývojová samostatnosť a produkčná vyrovnanosť.

Rozloženie počtu stromov v hrúbkových stupňoch (tab. 3) predstavuje typickú ukážku bukových pralesov, v ktorých sa na mozaikovitých miestach s uvoľneným zapojením korún v tenších hrúbkových stupňoch vyskytujú husté bukové mladiny. V priebehu životného cyklu s ohľadom na najväčšiu mortalitu stromov v hrúbkovom stupni 4 – 14 cm, dostane sa do hrubších tried len menší počet stromov. Podobné hodnoty uvádza aj Korpeľ (1989).

Hrúbkové rozdelenie počtu stromov v štádiu dorastania vykazuje spočiatku klesajúce rozdelenie s maximálnym počtom v hrúbkovom stupni 4 – 14 cm, s určitým deficitom v stredných hrúbkových stupňoch a s miernym nárastom počtu v hrubších stupňoch. Koncentrovanie počtu stromov do hrubších tried je typické pre pokročilú fázu štádia optima (plocha 2 Vu).

Tab. 4: Objem a kruhová základňa odumretých stojacich (suchých) a ležiacich (padnutých) stromov v bukovom pralesi, pokročilé štádium optima a počiatočné štádium rozpadu, Malá Uhoľka na Zakarpatskej Ukrajine

Plocha	Stromy ležiace mŕtve		Stromy stojace mŕtve		Spolu stromy odumreté	
	V m ³	G m ²	V m ³	G m ²	V m ³	G m ²
1 Vu počiatok rozpadu	192,58	10,09	22,51	1,29	215,09	11,38
	% 89,53	88,67	% 10,47	11,33	% 100,00	100,00
2 Vu pokročilé optimum	60,77	3,23	24,55	1,05	85,32	4,73
	% 71,23	68,29	% 28,77	31,71	% 100,00	100,00

Rozpätie odlišnosti produkčných ukazovateľov je v porovnaní s pralesmi iných vegetačných stupňov podľa Korpeľa (1989) relatívne malé. Drevná zásoba (produkcia) počas vývojového cyklu na tej istej ploche kolíše maximálne 30 % a na plochách väčších ako 20 ha je trvalo vyrovnaná. V lesných spoločenstvách živného ekologického radu (typické bučiny, holé bučiny, jedľové bučiny, bukové javoriny) sa zásoba dreva v širšom priemere podľa vývojovej fázy vo vývojovom cykle na priemerných bonitách pohybuje v rozpätí od 400 do 600 m³, na lepších bonitách od 550 do 800 m³ (Korpeľ, 1989).

Analýza veku potvrdila, že aj v úzko vymedzenej ploche bukového pralesa sa nachádzajú 3 až 4 generácie stromov s asi 60-ročným vekovým odstupom. Znamená to, že počas vývojového cyklu sa viac ráz vyskytujú podmienky na uplatnenie prirodzenej obnovy. Spontánna bohatšia prirodzená obnova sa opakuje asi po 100 - 200 rokoch, čo je prakticky obdobie opakovania štádia rozpadu v nadväzných vývojových cykloch. Štádium

optima je štruktúrou málo výrazné a od pokročilej fázy dorastania sa odlišuje zníženým počtom stromov strednej vrstvy a s menšou hrúbkovou diferenciáciou stromov hornej vrstvy. Štádium optima trvá maximálne 40 rokov a aj keď sa opakuje v priemerne kratších obdobiach, ako v ihličnatých a zmiešaných porastoch, je zachovaný vysoký stupeň stability.

*Tab. 5: Kvantitatívne ukazovatele produkcie buka v bukovom a jedľovo-bukovom vegetačnom stupni vo vybraných prírodných rezerváciách
Pokročilá fáza štádia optima (prepočítané na 1 ha)*

Drevina	Počet N	Objem V m ³	Kruhová základňa G m ²	Skupina lesných typov	Prírodná rezervácia Orografický celok Autor
Fagus sylvatica	212	1016	41,8	Fagetum typicum 760 m n.m.	Badínsky prales Kremnické vrchy Korpeľ, 1989
	292	794	44,3	Fagetum pauper 570 m n.m.	Rožok Bukovské vrchy Korpeľ, 1989
	327	1047	42,63	Fagetum typicum 590 m n.m.	Uhoľka - Široký Luh Ukr. Polonina Krásna Vološčuk, 2002
	310	720	35,4	Fagetum tiliosum 590 m n.m.	Havešová Bukovské vrchy Korpeľ, 1989
	782	1096	64,3	Abieto-Fagetum 910 m n.m.	Hrončokovský grúň Slovenské Rudohorie Korpeľ, 1989
	316	1066	58,6	Abieto-Fagetum 870 m n.m.	Dobročský prales Slovenské Rudohorie Korpeľ, 1989
	560	709	46,4	Abieto-Fagetum 750 m n.m.	Stužica Bukovské vrchy Korpeľ, 1989

Úhrnná hodnota tvorby a odbúravania (odumierania a rozkladu) fytohmoty je pomerne stála, prejavujúca sa v nepatrnom dlhodobom kolísaní priemernej zásoby. Výskum potvrdil, že v bukových pralesoch je kvalita kmeňa, a teda aj drevná produkcia tým lepšia, čím častejšia a bohatšia je úroda semena.

Bukový prales je pri určitej rozlohe trvalo a bez pestovateľsko-ťažobného usmernenia schopný účinne plniť viaceré funkcie a ekosystémové služby.

Väčšina pralesov v bukovom stupni s pozvoľným prechodom zasahuje aj do jedľovo-bukového vegetačného stupňa, so spoločenstvami troch najvýznamnejších drevín – buka, jedle, a smreka. Zastúpenie buka je vždy dominantné, kým zastúpenie smreka a jedle je sporadické (ojedinelé). Klasickým príkladom je prírodná rezervácia Stužica. Zastúpenie ihličnatých drevín zvyšuje objemovú produkciu.

Tab. 6: Ukážka objemovej produkcie pralesov bukového a jedľovo-bukového vegetačného stupňa v poľskej časti Karpát (Národné parky Bieszczadzski, Pieninski a Babia hora)

Lokalita	Nadmorská výška v m	Skupina lesných typov	Vývojové štádium	Zastúpenie drevín v %	Počet stromov N/ha	Objem v m ³ /ha	Objem mŕtveho dreva v m ³ /ha
Jawornik I. Bieszczady	780	Fageto-Aceretum	Starnutie až rozpad	Fagus 79 Abies 21	144 39 Spolu 183	402 108 Spolu 510	30 71 Spolu 101
Jawornik II Bieszczady	800	Abieto-Fagetum	Optimum až starnutie	Fagus 100	160	558	17
Moczarne II. Bieszczady	930	Fageto-Aceretum	Optimum až starnutie	Fagus 62 Acer ps.38	336 55 Spolu 391	338 207 Spolu 545	Ležiace 50 Stojace 12 Spolu 62
Walusowka Pieniny NP	650	Fagetum typicum	Optimum	Fagus 51 Abies 46 Pinus 1 Acer 2	150 243 - 47 Spolu 440	441 222 - 18 Spolu 681	4 65 Spolu 79
Orawski Chodnik Babia Góra	940	Abieto-Fagetum	Optimum	Fagus 55 Abies 29 Picea 16	94 54 54 Spolu 202	292 158 86 Spolu 536	52 79 5 Spolu 136

V prípade zastúpenia jedle v jedľovo-bukovom vegetačnom stupni okolo 20 %, vývojový cyklus trvá 350-400 rokov, pričom jedľa má najdlhšiu životnosť. Smrek s dĺžkou životnosti 300-350 rokov sa približuje jedli, kým životnosť buka je podstatne kratšia, trvá 200-250 rokov. Táto značne rozdielna životnosť troch základných drevín podmieňuje zložitú vývojových procesov. V jednom celkovom vývojovom cykle sa počas jednej generácie jedle vystriedajú približne 2 generácie buka. Preto sa vo vývojovom cykle výrazne mení zastúpenie drevín podľa počtu a objemu. Počas vývojového cyklu sa dva razy objavuje spontánna obnova buka, čo zväčšuje dojem o veľkej expanzii buka a stagnácii obnovy jedle a smreka v celkovom vývoji pralesa. Zvýšený podiel buka však skracuje štádium optima a znemožňuje možnosť vytvárania typickej jednovrstvovej výstavby. Štádium optima sa v zmiešaných pralesoch buka, jedle a smreka opakuje asi po 220-260 rokoch.

Drevná zásoba kôliše v jednotlivých vývojových fázach slovenských a ukrajinských bukových pralesov od 500 do 1360 m³ na 1 ha. Priemerná zásoba kôliše v rozpätí 620 – 870 m³. Objem odumretých padnutých stromov kôliše od 85 do 400 m³ na 1 ha a je v priemere nižší ako objem živých stromov (Korpeľ, 1989).

Pralesy bukového a jedľovo-bukového vegetačného stupňa majú vysoký stupeň odolnosti voči biotickým a abiotickým škodlivým činiteľom. Podľa výskumov Korpeľa (1989) jedľa s vysokým zastúpením napr. v rezervácii Badinsky prales a v rezervácii Hrončokovský grúň je zdravotne labilnejšia ako v pralesoch s trvale nižším zastúpením (napr. Stuzica a pod.).

Objemová produkcia a objem nekromasy v poľskej časti bukových pralesov (tab. 6) vykazuje oproti slovenským a ukrajinským pralesom nižšie hodnoty (tab. 5). V štádiu optima až počiatkovej fázy rozpadu objemová produkcia kôliše v rozpätí 510 – 680 m³ na hektár. Počet stromov kôliše v rozpätí 160 – 440 na hektár. Objem odumretých stromov kôliše v rozpätí 60 – 140 m³ a vo všetkých prípadoch je nižší, ako objem živých stromov (Jaworski et al., 1994a, 1994b).

Diskusia k hodnoteniu funkcií a ekosystémových služieb pralesov

Pralesy sa vyznačujú vysokou zložitosťou a komplexitou ekosystémov, čo sa prejavuje v bohatstve druhov, biocenóz, ekoregiónov a v širokom spektre funkcií a služieb ekosystémov využívaných ľudstvom. Mnohoraké a početné interakcie v ekosystémoch spôsobujú, že správanie populácií, spoločenstiev a ekosystémov je nelineárne, čo sťažuje prognózovanie ich vývoja pri meniacich sa vonkajších podmienkach.

Komplexita systémov sa prejavuje v raste ich štruktúrálnej a funkčnej zložitosti, ktorej generátorom je vysoká diverzita a variabilita druhov v ekosystéme, početnosť a rozmanitosť ich interakcií a zložité siete spätných väzieb.

Štruktúralna zložitosť je charakterizovaná počtom a rozmanitosťou prvkov a ich interakcií, hĺbkou a priestorovým rozsahom hierarchií. Funkčná (behaviorálna) zložitosť je daná počtom a rozmanitosťou procesov a postupnosťou stavov systému, ktoré sú odrazom správania sa celku a dávajú mu typický vzhľad aj identitu.

Do teórie ekologickej komplexity patrí koncepcia nerovnovážnej termodynamiky živých systémov, podľa ktorej každý tok kvalitnej energie do živého systému ho vychýľuje od bodu termodynamickej rovnováhy s jeho prostredím. Aby sa s energetickým gradientom vyrovnal, systém musí túto energiu zameniť (konvertovať) a rozptýliť (disipovať). Biologická a ekologická komplexita, ktorá je charakteristická pre pralesy, je teda odpoveďou živého systému na prísun energie a iné dostupné prírodné zdroje (zmena oslnenia, dostupnosť vody, typ a druh pôdy, charakteristika reliéfu a geologického podkladu). Čím je prísun energie do systému vyšší, tým je systém usporiadanejší (pri dostatku iných zdrojov) a zložitejší (Würtz, Annala, 2010). Dynamika komplexity je zjavná v priebehu vývojových cyklov pralesa. Vo vývojových štádiách a fázach pralesa dochádza k spontánnej vývojovej odpovedi na kombináciu ekologických faktorov a na prísun energie.

Vysoká zložitosť pralesových ekosystémov sa prejavuje v ekologickej integrite, ktorá je mierou organizácie, celistvosti a funkčnosti ekosystému, mierou vitality a reziliencie systému (Leo, Levin, 1997; Plesník, 2010). Ekologická integrita v pralese spontánne udržiava druhové zloženie a vzťahy zodpovedajúce prírodnej biodiverzite. Z ohľadom na uvedené možno konštatovať, že prales je ukázkou jedinečných schopností optimálne plniť funkcie a poskytovať služby ekosystémov.

Produkčná funkcia lesa podľa Papánka (1978) sa realizuje v tržbách lesného hospodárstva, kým služby poskytované lesom sa označujú termínom „*social benefits*“ (spoločenské prínosy alebo výnosy). Tieto spoločenské prínosy sú *fiktívne* v tom zmysle, že lesné hospodárstvo za ne nedostáva peňažný ekvivalent, ale sú zároveň aj *reálne* v tom zmysle, že blahodarné účinky, vyvolané manažmentom lesa v prospech života spoločnosti, skutočne vznikajú a existujú. Možno ich teda chápať ako služby ekosystémov.

Oceňovanie produkčnej funkcie lesa je pomerne zložitý proces, ktorý predpokladá odhad dosiahnuteľnej drevnej produkcie v technických jednotkách a znalosť realizačnej ceny surového dreva (nie ceny dreva na pni) (Lesy SR, 2013). Vyčíslenie dosiahnuteľnej drevnej produkcie možno uskutočniť na základe skutočného zastúpenia drevín a skutočného stavu lesných porastov, čím získame produkčný efekt, alebo na základe stanovištno primeraného zastúpenia drevín podľa typologického návrhu (riadiac sa záujmom drevnej produkcie) a na základe očakávanej bonity jednotlivých drevín vypočítame celkový priemerný prírastok pre rubný vek, optimálny z hľadiska hodnoty drevnej produkcie (uvažujúc s nebezpečenstvom kalamít), zistíme produkčný potenciál lesa. Úžitková hodnota, ktorú drevná surovina predstavuje, je trojakého druhu podľa spôsobu jej využívania: (1) využitie dreva ako dekoračného materiálu na základe jeho estetických vlastností, (2) využitie dreva ako konštrukčného materiálu a (3) ako chemickej suroviny a na ciele aglomerácie. Do komplikovaného výpočtu produkčnej funkcie lesa vstupuje skutočnosť, že cena dreva závisí od dreviny a od rozmerov a akosti dreva. Podrobne o tom pojednáva práca Papánka (1978).

Podľa cenníka sortimentov surového dreva (Lesy SR 2013) cena 1 m³ surového bukoveho dreva výrezov II. triedy akosti v hrúbkovom stupni 40-49 cm je 168,00 EUR a výrezov III. triedy akosti 75,60 EUR. Cena 1 m³ bukoveho palivoveho dreva je 50,40 EUR. Napríklad vypočítaná peňažná hodnota surového dreva v rezervácii Rožok (objem na 1 ha 794 m³, výmera 67 ha, výrezy III. triedy akosti, hrúbkový stupeň 40-49 cm, cena za 1 m³ surového dreva 75,60 EUR) predstavuje približne 4 mil EUR. Pre výrezy v II. triede akosti je cena približne 9 mil. EUR. Ak by produkcia dreva v rezervácii Rožok predstavovala len palivové drevo, celková cena by bola 2,7 mil. EUR. Vážnym problémom finančného hodnotenia zásobovacích, drevoprodukčných služieb ekosystémov je, že cena za 1 m³ surového dreva sa vzťahuje len na stromy hrubšie ako 8 cm, pričom objem koreňového systému a objem konárov sa vôbec neberie do úvahy. Biomasa lesného ekosystému predstavuje listová biomasa, tenké vetvičky, tenčina, kôra, drevo a biomasa koreňovej sústavy (Oszlányi in Barna et al. 2011). Výskum alokácie energie v ekosystéme bučiny v % na ploche 1 ha ukázal, že 89,7 % energie je sústredených v nadzemnej časti lesného ekosystému a 10,3 % v podzemnej koreňovej

časti. Z toho v nadzemnej časti pripadá na korunu 13,5 % energie (na listy 0,8 %, drevo 11,1 %, kôra 1,6 %), na kmene 76,2 % (na drevo 72,7 %, na kôru 3,5 %) a na korene 10,3 % z celkovej energie alokovanej v ekosystéme bučiny.

Mimoriadny význam má bukový prales pre sekvestráciu uhlíka. V bukovom ekosystéme približne 1/3 uhlíka sa akumuluje v pôde a 2/3 v drevnatej zložke. V bukovom ekosystéme sa každý rok v pôde a v poraste akumuluje 2 224 794 kg oxidu uhličitého. Akumulácia uhlíka v pôde bukového ekosystému na ploche 1 ha je 205 427 kg a spolu v celom ekosystéme vrátane lesného porastu na ploche 1 ha dosahuje 601 796 kg (Oszlányi in Barna et al., 2011).

V strednej Európe sa tradičné antropocentrické vnímanie funkcií ekosystémov prelína s dnes chápanými ekosystémovými službami (ES). Funkcie a služby predstavujú spektrum tých úžitkových vlastností ekosystémov, ktoré sa vzťahujú k potenciálu ekosystémov naplňať konkrétne potreby a umožňovať konkrétne činnosti človeka. Zásoby ES v ekosystéme závisia aj od stavu celku ekosystému, od jeho ekologickej integrity, ktorej súčasťou je aj biodiverzita. Sukcesne vyššie ekosystémy majú spravidla vyššiu ekologickú komplexitu, obsahujú viac biomasy a majú aj vyššiu sumárnu kapacitu poskytovať spoločnosti ES, predovšetkým podporné (to znamená život podporujúce) a regulačné (Škodová et al., 2016).

Ekosystémy bukových pralesov majú nesmierny potenciál rozličných ES. Drevoprodukčné služby predstavujú len jednu z početných služieb lesného ekosystému. Štruktúra, procesy a funkcie ekosystémov spolu tvoria prírodný kapitál, ktorý je základom všetkých ekonomických, sociálnych a kultúrnych procesov v ľudskej spoločnosti (Daily et al., 2002; de Groot et al., 2002). Avšak iba ten prírodný potenciál funkcií ekosystémov, ktorý spoločnosť využíva a ktorý jej prináša konkrétne úžitky označujeme ako reálne toky ES (Burkhard et al., 2014). Spektrum využívaných ES je preto spravidla vždy užšie než spektrum funkcií ekosystémov. Podrobnú kategorizáciu funkcií ekosystémov podáva de Groot (2002). Podľa tohto autora zásobovacie, produkčné služby označujú produkty ekosystémov, ako sú potraviny (napr. plodiny, ovocie, zelenina, ryby a lovná zver), krmivá, voda, palivá, drevo, vlákna, genetické, medicínske a dekoratívne zdroje. Civilizácia závisí od jednotlivých zložiek ekosystémov, živých organizmov, ich väzieb a procesov, ktoré generujú tieto funkcie v kontexte rôznych hierarchií ekosystémov, až po zemský ekosystém, ktorý generuje globálne funkcie ako základ globálne využívaných ES. Štruktúra a procesy prebiehajúce v ekosystémoch podmieňujú ich funkcie a existencia týchto funkcií zas podmieňuje ES.

Na hodnotenie ekosystémových služieb sa používa bodové, resp. škálové, alebo finančné oceňovanie, ktoré spočíva vo vyčíslení celkovej peňažnej hodnoty ekosystémov (Burkhard et al., 2010; Vološčuk et al., 2013). Pri vyčísľovaní ekosystémových služieb národných parkov väčšina autorov sa zamerala na hodnotenie kultúrnych služieb, ktoré predstavuje turistika a rekreácia. Pre Národný park Malá Fatra kolektív autorov (Vološčuk et al., 2013; Škodová et al., 2016) vypočítal hodnotu rekreačných ekologických služieb na takmer 38 mil EUR ročne. V prípade porovnávania hodnoty rekreačných ES s ďalšími národnými parkmi (Getzner, 2010; Považan, 2013; Švajda et al., 2013) je rekreačná hodnota NP Malá Fatra nižšia (napr. NP Veľká Fatra 53 mil. EUR ročne, NP Slovenský

raj 152 mil. EUR ročne a TPN Poľsko 519 mil. EUR ročne). Rozličné vypočítané hodnoty sa vysvetľujú tým, že v územiach, ktoré sú väčšie (Veľká Fatra) akumuluje sa väčšia sumárna hodnota, poskytujú neopakovateľné scenérie, prichádza do nich väčší počet návštevníkov a dĺžka pobytu je vyššia, pretože prichádzajú z väčších vzdialeností, čo v konečnom dôsledku vplýva aj na ich výdavky a teda výslednú rekreačnú hodnotu územia.

Porovnanie finančnej hodnoty kultúrnych ekosystémových služieb v národných parkoch Slovenska prevyšuje hodnotu zásobovacích drevoprodukčných služieb ekosystémov.

Záver

Bukové pralesy slovenskej a ukrajinskej časti Karpát vo všetkých vývojových štádiách a fázach vykazujú oproti pralesom v poľskej časti Karpát vyššie hodnoty objemovej produkcie a z pohľadu zásobovacích služieb ekosystémov majú väčšiu kapacitu. Možno to vysvetliť, okrem iného, tiež odlišnosťou klimatických podmienok na severnom makrosklone Karpát s vlhšou a chladnejšou baltickou klímou, ktorá lepšie vyhovuje prirodzenému rozšíreniu smreka, oproti južným makrosklonom Karpát s teplejšou panónskou klímou, ktorá lepšie vyhovuje prirodzenému zmladeniu buka. Pomerne výrazný rozdiel medzi bukovými pralesmi poľskej a slovensko-ukrajinskej časti je tiež vo hodnote objemu nekromasy (mŕtveho dreva), ktorá je typická pre pralesovité formácie. Okrem toho v 16.-19. storočí negatívny vplyv človeka na štruktúru a komplexitu bukových pralesov v severnej poľskej časti Karpát bol odlišný (výraznejší) od vplyvu v južnej slovensko-ukrajinskej časti Karpát, kde napríklad v Malá Uhoľka – Široký Luh na Zakarpatskej Ukrajine sa zachovali plošne najrozsiahlejšie bukové pralesy Európy a sveta.

Svetová jedinečnosť Karpatských bukových pralesov spočíva v zachovaní ekologických a biologických procesov typických pre bukové ekosystémy. Predovšetkým ide o zachovalú jedinečnú ekologickú komplexitu a integritu bukových pralesov s neopakovateľnou mozaikou komplexu vývojových štádií a fáz bukových pralesov na rozsiahlej výmere. Buk lesný je v podstate endemitom Európy. V roku 2007 UNESCO zapísalo na listinu Svetového dedičstva slovensko-ukrajinské „Bukové pralesy Karpát“. Následne v roku 2011 boli na túto listinu zapísané „Bukové pralesy Karpát a staré bukové lesy Nemecka“ a v roku 2017 Výbor svetového dedičstva UNESCO v Krakove zapísal na listinu Svetového dedičstva „Bukové pralesy Karpát a staré lesy Európy“ (z 11 krajín Európy).

Literatúra

BARNA, M., KULFAN, J., BUBLINEC, E., 2011: Buk a bukové ekosystémy Slovenska. VEDA vydavateľstvo SAV, Bratislava, 635 pp. ISBN 978-80-224-1192-9.

BIRIS, I.A., VEEN, P. (eds.) 2005: Inventory and strategy for sustainable management and protection of Virgin Forests in Romania (Extended English summary). Royal Dutch Society for Nature Conservation (KNNV), Romanian Forest Research and Management Institute (ICAS), pp. 61.

BURKHARD, B., KROLL, F., NEDKOV, S., MÜLLER, F., 2012: Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*. vol. 21, pp. 17 – 29.

DAILY, G.C., ALEXANDER, S., EHRLICH, P.R., GOULDER, L., LUBCHENKO, J., MATSON, P.A., MOONEY, H. A., POSTEL, S., SCHNEIDER, S.H., TILMAN, D., WOODWELL, G.M., 2002: Ecosystem services: Benefits Supplied to Human Society by Natural Ecosystems [online]. Washington : Public Affairs Office, Ecological Society of America, 20 p., [cit. 2012-10-10]. Dostupné na internete: <<http://ecology.org/biod/Ecosystem.Services.html>>.

de GROOT, R.S., ALKEMADE, R., BRAAT, L., HEIN, L., WILLEMEN, L., 2010: Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. In: *Ecological Complexity*. vol. 7, pp. 260 – 272.

GETZNER, M., 2010: Ecosystem services, financing, and the regional economy: a case study from Tatry National Park (Poland). In: *Biodiversity*, vol. 11, p. 55 – 61.

HRUBÝ, Z., 2001: Dynamika vývoje prirodzených lesních geobiocenóz ve Východných Karpatech. Svazek I, svazek II. Doktorandská dizertačná práca. Manuscript. Ústav lesníckej botaniky, dendrologie a typologie Lesníckej a dřevoárskej fakulty, MZLU v Brne, 102 pp. + 120 strán príloh.

JAWORSKI, A., SKRZYSZEWSKI, J., PACH, M., 1994a: Characteristic of *Acer pseudoplatanus* L. and *Fagus sylvatica* L. virgin type forests in Bieszczady National Park. In: Vološčuk, I. (ed.), Research and management of the Carpathian Natural and Primeval Forests. Reports from the Conference of ACANAP, Bieszczady National Park, p. 40 – 49.

JAWORSKI, A., KACZMARSKI, J., SKRZYSZEWSKI, J., SWIATKOWSKI, W. 1994b: Structure and dynamics of lower subalpine timber stands of Carpathian Mts of primeval character. In: Vološčuk, I. (ed.), Research and management of the Carpathian Natural and Primeval Forests. Reports from the Conference of ACANAP, Bieszczady National Park, p. 23 – 39.

LEO, D.G., LEVIN, S., 1997: The Multifaceted Aspects of Ecosystem Integrity. *Conservation Ecology* 1/97, Ecological Society of America, 23 pp. [cit. 2005-10-15], dostupné z: www.consecol.org/Journal/vol1, iss1/art3

Lesy SR, 2013: Cenník sortimentov surového dreva. Lesy Slovenskej republiky Banská Bystrica, odštepny závod Slovenská Ľupča.

MACHADO, A., 2014: An index of naturalness. *Journal of Nature Conservation*, 12: 95 – 110.

MEA, 2005: Ekosystémy a lidský blahobyt: Syntéza. *Millenium Ecosystem Assesment*, Praha : World Resource Institute, české vyd. Centrum pro otázky životního prostředí. Univ. Karlova v Prahe, 138 s. ISBN 80-239-63007.

PAPÁNEK, F., 1978: Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva. *Lesnícke štúdie č. 29, Príroda Bratislava*, 218 pp.

PICHLER, V., HAMOR, F., VOLOŠČUK, I., SUCHARJUK, D., 2007: Outstanding universal value of the ecological processes in the Primeval Beech Forests of the Carpathians and their management as World Heritage Sites. *Veda vydavateľstvo SAV Bratislava*, 63 pp. ISBN 978-80-224-0993-3.

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

POVAŽAN, R., 2013: Economic and cultural values related to the Veľká Fatra National Park, Slovakia. In: Getzner, M, Jungmeier, M. (eds.): *Protected Areas in Focus: Analysis and Evaluation. Series: Proceedings in the Management of Potected Areas, Vol. IV., Klagenfurt*, p. 80 – 85.

SANIGA, M., SCHÜTZ, J.P., 2002: Relation of dead wood course within the development cycle of selected virgin forests in Slovakia. *Journal of Forest Science*, 48 (12), 513 – 528.

ŠKODOVÁ, M., SABO, P., ŠVAJDA, J., VOLOŠČUK, I., 2016: Ekosystémové služby v Národnom parku Malá Fatra. *Geografické informácie / Geographical Information* 20 / 2016 / 2, p. 311 – 325.

ŠVAJDA, J., GETZNER, M., POVAŽAN, R., 2013: Visitor's perceptions and economic effects of the Tatra National Parks in Poland and Slovakia. In: Šauer, P., Dvořák, A., Lisa, A. (eds.): *Visegrad countries – Environmental Problems and Policies. Cenia Prague*, p. 118 – 126.

UNEP, 2012: *GEO5, Global Environment Outlook 5, United Nations Environment Programme. Nairobi*, 558 p. ISBN 978-92-807-3177-4.

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*, 117 s. ISBN 80-228-0949-7.

VOLOŠČUK, I., 2003: 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., 2013: Teoretické princípy ekologických procesov, funkcií a služieb ekosystémov. Belianum Banská Bystrica, 266 pp. ISBN 978-80-557-0633-7.

WÜRTZ, P., ANNILA, A., 2010: Ecological succession as an energy dispersal process. *Biosystems* 100, (1): 70 – 78

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

ZLATNÍK, A., 1938: Lužanský prales na Podkarpatské Rusi, největší Československá pralesová rezervace. *Krása našeho domova*, ročník 28, pp. 110 – 118.

ZLATNÍK, A., KORSUŇ, F., KOČETOV, F., KSEMAN, M., 1938: Průzkum přirozených lesů na Podkarpatské Rusi. Sborník výskumných ústavů zemědělských ČSR, sv. 152, 524 pp.

ZLATNÍK, A., 1978: Lesnická fytoecologie. SZN Praha, 495 pp.