

# Spoločenská hodnota emisií CO<sub>2</sub> a jej bilancia v pralese, hospodárskom lese a pri spaľovaní uhlia.

Autori: Ing. Dušan Lukášik, CSc. (DL), Ing. Stanislav Bystriansky (SB), Ing. Ľudovít Tkáčik (LT)

Abstrakt:

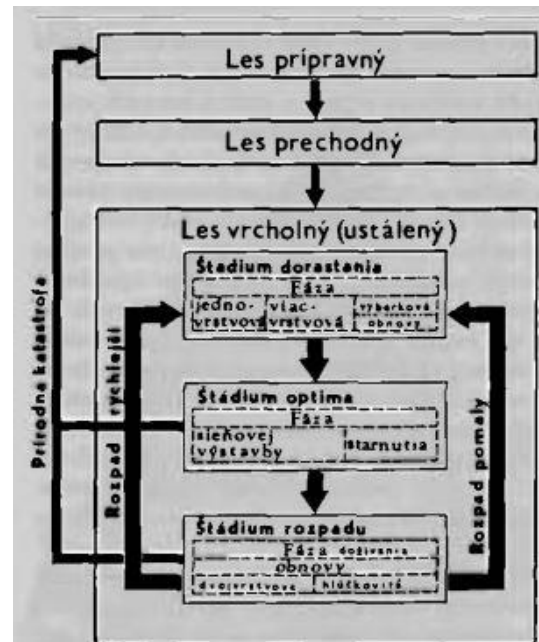
Predložený materiál stručne analyzuje procesy ukladania uhlíka v lese a v pralese. Čez graf profesora Korpeľa poukazuje na vyššiu absorpciu uhlíka hospodárskymi lesmi v porovnaní s pralesom. Zároveň poukazuje na skutočnosť, že pokiaľ do ekonomickej bilancie vstupuje palivové drevo a odpad z drevospracujúceho priemyslu, ekonomická bilancia nie je zaťažená hodnotou ekologických služieb lesa. Akonáhle dochádza k preťažbám a k nerovnováhe v bilancii ekologických služieb lesa, táto hodnota vstupuje do ekonomickej bilancie a čiastkou cca 4 800 € /1MWh vyprodukovanej elektrickej energie zaťažuje ekonomickú bilanciu. To isté platí pri porovnaní s uhlím. Tým, že zodpovedné úrady nemajú potrebné ekologické a ekonomické modely, popisujúce celú bilanciu, dochádza k situácii, kedy lesy SR degradujú, nemajú zdroje ako platby spoločnosti za ekologické služby lesa, hoci ich produkujú a vo väzbe na zákon 309/2009 Z.z. o podpore OZE je vytvorený ekonomický model, kde občania si musia za túto ekologicko-ekonomickú sabotáž ešte aj priplatiť v podobe doplatku za cenu elektrickej energie vyplácanú producentom z elektrární na biomasu.

## Úvod do problematiky (DL)

Známa krivka zásob drevnej hmoty v pralese profesora Štefana Korpeľa vychádza z viac ako 30 ročného experimentálneho zisťovania dynamiky lesa a pralesa skúmaním s 5 a 10 ročným odstupom textúry pralesa. Zmeny textúry pralesa umožnili profesorovi Korpeľovi určiť dynamiku zmien, ktorá nakoniec viedla k formulácii krivky, platnej pre procesy v pralese, ktoré si zachovali svoj endogénny charakter (Korpeľ, 1989). To je vtedy, ak sú exogénne vplyvy eliminované vlastnými endogénnymi procesmi lesa. Aby pralesy mohli existovať na báze vlastných zákonitostí a neboli vystavené exogénnym procesom, okolo pralesov boli zriadené ochranné lesy. Prax ukázala, že ak plocha pralesa a ochranného lesa predstavuje 100%, potom je nutné, aby ochranné pásmo lesov malo k dispozícii plochu cca 80%. Približne takto bol v 20tom storočí organizovaný TANAP .

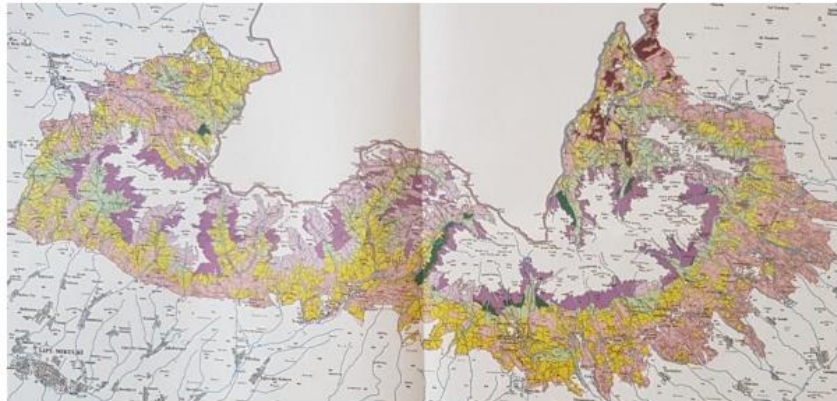
Konštrukcia územia TANAPu mala svoje logické usporiadanie a členenie, ktoré reflektovalo realite znázornenej na modely usporiadania lesa a jeho manažmentu ako komplexného adaptívneho systému. Z bilancii plôch uvedených v tabuľke nižšie je zrejme že až 83% plochy predstavovali lesy ochranné, 17% lesy osobitného určenia a 18% lesy existujúce v režime zvýšenej ochrany a režimu samoreprodukcie. Rozdelenie lesov TANAPu uvádzajú autori Koreň a kol. nasledovne (Koreň, 1997):

**Zóna A:** V podstate je totožná s "jadrovou zónou" Biosférickej rezervácie Tatry. Ide o prírodné rezervácie a ochranné lesy fixované dlhodobým vývojom v nadmorských výškach približne nad 1200 m n.m. V zmysle Programu starostlivosti o TANAP do roku 2000 by sa tu mala uplatniť najmä



autoregulácia ekosystémov a na potrebnej časti aj usmernenie vývoja lesov k autoregulácii. Sú to prevažne lesy nad 1200 m n.m. Z pohľadu zariaďovania lesov ich možno zjednodušene označiť ako „prírodné lesy“. Patria do kategórie ochranných lesov a lesov osobitného určenia.

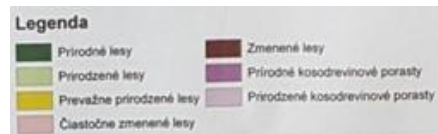
**Zóna B:** Lesné porasty tejto zóny patria do „nárazníkovej zóny“ Biosférickej rezervácie Tatry. Určené sú na pozvoľnú rekonštrukciu s istým ekonomickým prínosom a s cieľom sformovať lesy blízke prírode. Patria sem ostatné lesy TANAP-u (t.j.



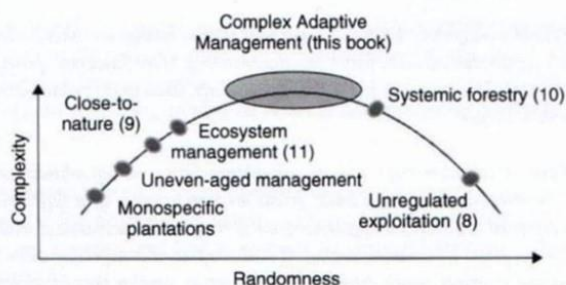
od spodnej hranice jeho vlastného územia do približne 1200 m n.m.). Kategória lesov ochranných a osobitného určenia (subkategória e). Pre potreby zariaďovania lesov ich zjednodušene možno označiť ako „lesy v rekonštrukcii“. V časti z nich by mali byť podporované zdravotno-liečebné a estetické funkcie.

**Zóna C:** patrí do „prechodnej“ zóny Biosférickej rezervácie Tatry, t.j. k ochrannému pásmu TANAP-u. Lesy sú tu predmetom osobitného záujmu ochrany, hoci vo väčšine prípadov patria do kategórie lesov hospodárskych.

Ak sa na les dívame ako na hierarchicky usporiadaný živý organizmus, ktorý je schopný meniť svoje prostredie a na zmenu sa aktívne adaptovať, systémový prístup potom poskytuje dostatok nástrojov pre manažment lesa ako komplexného adaptívneho systému (Messier, 2014), Messier a kol. ukazujú, že vrchol komplexity je dosiahnutý aktívnym manažmentom lesa (Messier, 2014). Jednou zo zaujímavých otázok lesníckej praxe je aj otázka absorpcie emisií CO<sub>2</sub> z atmosféry lesom. Pohltí prales viac uhlíka z atmosféry alebo viac uhlíka do seba zabudujú hospodárske lesy?



NPR	Celková výmera		Lesy ochranné		Lesy osobitného určenia		Z toho „bez zásahu“	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Tichá dolina	4971,38	21,5	4525,09	91	446,29	9	746,75	15
Köprová dolina	2069,92	9,0	1725,9	83	344,02	17	328,3	16
Važecká dolina	868,91	3,8	868,91	100	0	0	65,8	7,6
Furkotská dolina	600,46	2,6	600,46	100	0	0	113,83	19
Mlynická dolina	254,32	1,1	254,32	100	0	0	118,85	47
Mengusovská dolina	550,58	2,4	550,58	100	0	0	152,61	28
Uhlíšatka	382,35	1,7	131,45	34	250,9	66	3,71	1
Štôlska dolina	510,09	2,2	424,41	83	85,68	17	106,57	21
Batizovská dolina	222,05	1,0	162,59	73	59,46	27	31,2	14
Mraznica	159,3	0,7	67,48	42	91,82	58	36,9	23
Velická dolina	741,79	3,2	509,08	69	232,71	31	81,28	11
Slavkovská dolina	626,21	2,7	455,11	73	171,1	27	17	2,7
Studené doliny	977,94	4,2	685	70	292,94	30	155,49	16
Skalná dolina	755,22	3,3	607,08	80	148,14	20	364,01	48
Pramenište	45,57	0,2	45,57	100	0	0	9,65	21
Dolina Bielej vody	1186,72	5,1	873,08	74	313,64	26	201,58	17
Mokriny	863,41	3,7	611,58	71	251,83	29	18,69	2,2
Beliarske Tatry	4161,29	18,0	2987,99	72	1173,3	28	818,5	20
Javorová dolina	1084,89	4,7	1084,89	100	0	0	284,24	26
Bielovodská dolina	2047,54	8,9	1992,79	97	54,75	2,7	504,75	25
<b>Spolu</b>	<b>23079,9</b>	<b>100,0</b>	<b>19163,4</b>	<b>83</b>	<b>3916,6</b>	<b>17</b>	<b>4159,7</b>	<b>18</b>



### Krivka profesora Štefana Korpeľa (SB)

Krivka profesora Korpeľa pozostáva z dvoch opačných sínusoid (Korpeľ, 1989). Krivka vystihuje, ako sa menia tri základné štádia pralesa merané cez zásoby drevnej hmoty. V prípade hospodárskych lesov a aj v prípade disturbancií nie je potrebné prechádzať prípravnými a prechodnými lesmi, ale rovno

organizovať les cielene s maximalizáciou jeho výnosu. Pre grafické znázornenie porovnania bilancie bola do obrázku vložená zmena zásob hospodárskeho výberkového lesa (červene), ktorý sa svojou štruktúrou najviac podobá pralesu, akurát sa drewná hmota, ako trvalo obnoviteľný zdroj využíva pre potreby človeka. Porovnaním hodnôt zistíme, že hospodárenie v hospodárskom lese celkovo viaže viac CO<sub>2</sub>, ako prales.

Z uvedeného obrázku je zrejme, že prales v 6. tom vegetačnom lesnom stupni (vls) za 400 rokov vyprodukuje 2 x 1.100 m<sup>3</sup> drewnej hmoty. Dôvodom je skutočnosť, že sínusoidy počas 400 rokov 2x dosiahnu vrchol na hodnote 1.100 m<sup>3</sup>. Najprv vo veku 200 rokov a potom vo veku 400 rokov. Priemerná zásoba drewna na ploche pralesa v žiadnom štádiu vývoja nepoklesne pod 2 x 250 = 500 m<sup>3</sup> t.j. hodnotu, kde sa krivky pretínajú.

Z tvaru priebehu sínusoidy je zrejme, že do 100 rokov veku pralesa/lesa ide o progresívny rast drewnej hmoty, t.j. každý nasledujúci rok priemerne prirastie viac drewnej hmoty ako predchádzajúci rok. Vo veku 100 rokov dochádza ku kulminácii prírastku a teda je to doba, kedy je ekonomické obnoviť les vo 6. (vls). V pralese/lese síce pribúda drewná hmota aj po veku 100 rokov až do 200 rokov, ale už v tomto období ide o regresívny rast a teda každý nasledujúci rok priemerne prirastie menej drewnej hmoty, ako predchádzajúci rok.

V prípade hospodárskeho výberkového lesa požadovanú hrúbku rubne zrelých stromov dosahujú stromy vo veku okolo 100 rokov každý rok nové stromy jednotlivo, alebo v skupinách v rôznych častiach lesa a tým je produkcia nepretržitá aj preto, lebo les sa obnovuje vďaka prirodzenému zmladeniu. V takomto lese zásoba drewnej hmoty za 400 rokov dosiahne vrchol 500 m<sup>3</sup> až 4x a teda vyprodukuje 2.000 m<sup>3</sup>. Celkovú produkciu treba navýšiť o hmotu stromov, ktoré sa odstraňujú a zužitkujú, aby neobmedzovali rast tých stromov s ktorými sa uvažuje až do rubnej zrelosti. Ide o hmotu z tzv. prečistiek, prerezávok a najmä prebierok do 50 a nad 50 rokov veku stromov. Ak by táto hmota predstavovala len 200 m<sup>3</sup> z 1ha do 100 rokov veku, tak v štyroch cykloch sa jedná o 800 m<sup>3</sup> a celková produkcia dosiahne uvedených 2000 + 800 = 2.800 m<sup>3</sup>, t.j. o 600 m<sup>3</sup> prevyšuje produkciu pralesa (2.200 m<sup>3</sup>). Pre úplnosť treba v predmetnom 6.vls v okolí Dobročského pralesa uviesť, že monokultúrne porasty smreka v rubnej dobe bežne dosahujú 600 až 700 m<sup>3</sup> (aj viac) a teda počas 4 cyklov za 400 rokov sa jedná o 2400 až 2800 m<sup>3</sup> drewnej hmoty, resp. + 800 m<sup>3</sup> z prebierok = 3.200 až 3.600 m<sup>3</sup>.

**Zmena drewnej zásoby v 6. vls smrekovo-bukovo-jedľovom pralese (čierna) na 1ha v porovnaní s hospodárskym lesom pri výberkovom hospodárskom spôsobe (červená)**

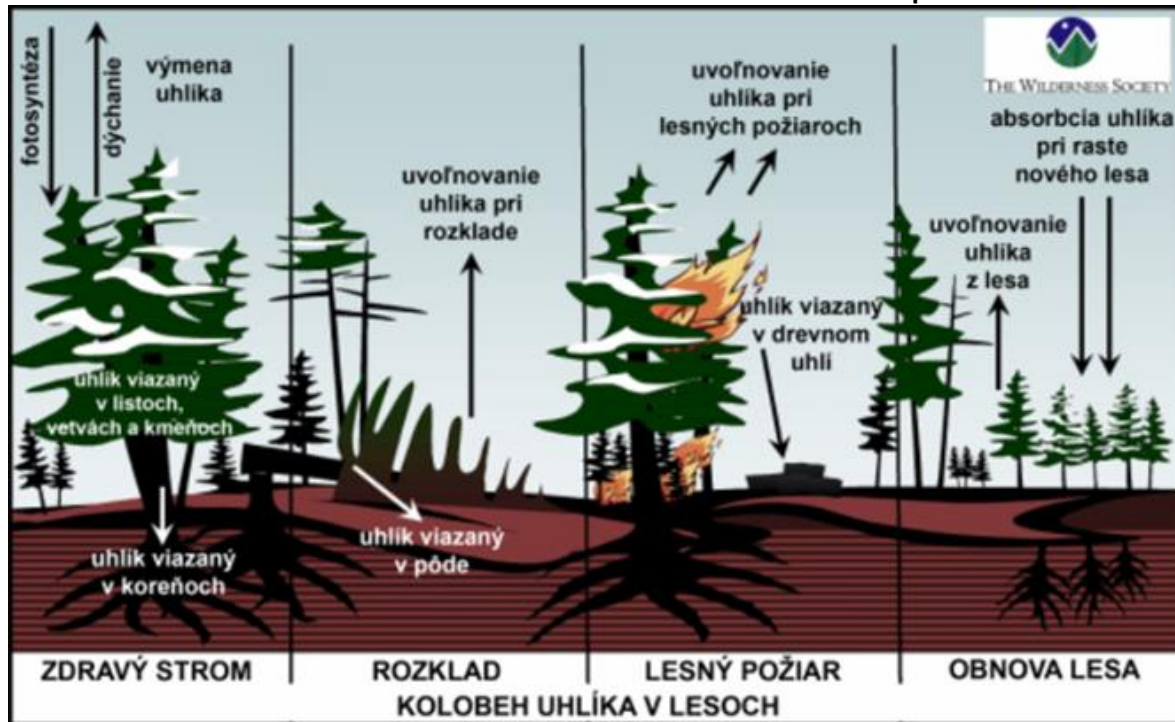


Vyprodukovaná zásoba za 400 rokov: 4 x 500 = 2000 m<sup>3</sup> + hmota z prebierok a prerezávok 4 x 200 m<sup>3</sup> = 800 m<sup>3</sup>, Spolu 2.800 m<sup>3</sup> Prírodný les 2.200 m<sup>3</sup>.

Kolísanie drewných zásob: min. 2 x 150 = 300 m<sup>3</sup>, max. 500 m<sup>3</sup>

Vyrovnaná plynulá produkcia: 2800 m<sup>3</sup> : 400 r. = 7m<sup>3</sup> ročne

Obr. č.2 Kolobeh CO<sub>2</sub> v prírodnom lese



### Využitie drevnjej hmoty zabudovaním a spaľovaním (SB),(LT)

V prírodnom lese sa v procese rozkladu dreva do ovzdušia vracajú CO<sub>2</sub> (asi 6 - 10 ton z 1 ha za rok) ako aj teplo vznikajúce pri hnití a oboje bez osohu pre človeka.

V prípade hospodárskeho lesa sa vyprodukovaná drevná hmota zabudováva do rôznych výrobkov a stavebných hmôt, v ktorých dlhodobo pretrváva v zabudovanej podobe a nezvyšuje koncentráciu emisií CO<sub>2</sub> v ovzduší.

Pri hospodárskom lese vzniká ako vedľajší produkt drevo najnižšej kvality označované ako palivové drevo v rozsahu približne 4%-10%. Podobne, odpad pri spracovaní kvalitných sortimentov dreva po jeho spracovaní predstavuje približne 50% zo spracovanej suroviny. Oba tieto zdroje biomasy, ak ich nie je možné technicky spracovať (napríklad na výrobu veľkoplošných materiálov) je racionálne ďalej využiť na zabezpečenie tepla v podobe vynútených energetických zdrojov. Dôvodom je, že síce spôsobí rast

1. Merná potreba dreva je vypočítaná metodicky podľa vstupov z materiálu pod názvom „Zemný plyn a jeho nezastupiteľná úloha pri transformácii k trvalo udržateľnej spoločnosti na báze OZE ( VEOZEDIS rok 2011)“. Konkrétne vstupné hodnoty ukazovateľov boli vypočítané takto :

- UKVET = 0,6 ..... ročná účinnosť kombinovanej výroby elektriny a tepla v cykle preferujúcom výrobu elektriny to znamená v lete aj kondenzačným cyklom
- Qi = 10,4 MJ/kg .... výhrevnosť dreva pri 40 % vlhkosti , čo odpovedá nesusenej dendromase
- m<sub>rh</sub> = 0,6 t/m<sup>3</sup> .....merná hmotnosť dreva

2. Potreba dreva pred pochodmi, ktoré spôsobia vznik dendromasy, na výrobu elektriny bola vypočítaná podľa vzťahu  $M_{dr} = E / UKVET / Q_i / m_{rh}$  a činí :

$$M_{dr} = 0,96 \text{ m}^3 / 1 \text{ MWh}$$

3. Produkcia CO<sub>2</sub> z 1kg C. Molekulová hmotnosť zlúčeniny vznikutej prudkou oxidáciou uhlíka exotermickou reakciou je  $M_{spolu} = M_C + 2 M_{O_2} = 12+16+16 = 44$ . Podiel uhlíka je  $PC = M_{spolu} / M_C = 44/12 = 3,67$ . Ak potom je hmotnosť uhlíka GC =1kg, tak zlúčenina váži  $GCO_2 = PC * GC = 3,67*1 = 3,67 \text{ kg}$  a exotermicky sa pritom uvoľní energia  $Q_s = 29,26 \text{ MJ/kg}$ .

4. Produkcia CO<sub>2</sub> z 1 m<sup>3</sup> dreva. Z materiálov VEOZEDIS/2011 vyplýva ,že v ohnisku kotla sa exotermickým pochodom emituje  $EF_{CO_2} = 368,21 \text{ kg CO}_2 / 1 \text{ MWh}$ . Vyššie uvedené v bode 2. hovorí , že elektrinu sme vyrobili s účinnosťou UKVET = 0,6 a na to sme potrebovali  $M_{dr} = 0,96 \text{ m}^3 / 1 \text{ MWh}$  tak potom z jedného m<sup>3</sup> je prepočítaná emisia  $E_{CO_2} = EF / M_{dr} = 368,21/0,96 = 383,55 \text{ kg/ MWh}$

5. Pre úvahy tohto materiálu je postačujúce konštatovanie, že elektrárne na biomasu pri kondenzačnej výrobe pracujú s účinnosťou cca 30% a preto pre produkciu 1MWh elektrickej energie spotrebujú cca 3 m<sup>3</sup> dreva a vyprodukujú cca 1,2 t emisií.

emisíí v ovzduší, ale jediné čo sa udeje je, že v porovnaní s procesom zahnívania sa skrúti čas, za ktorý sa emisie dostanú do ovzdušia. To platí dovtedy, kým je zachovaná reprodukcia lesa a jeho ekologických služieb. Dovtedy je možné tvrdiť, že ekonomickú bilanciu táto produkcia emisíí CO<sub>2</sub> neovplyvňuje.

## Energetická bilancia čierneho uhlia a biomasy (LT)

Je výhodné spaľovať biomasu, ktorá vznikla z preťažieb v lese, t.j. stromy vyššej kvality, ktoré mohli produkovať ekologické služby lesa, alebo je výhodnejšie spaľovať čierne uhlie?

Energetická bilancia čierneho uhlia hovorí, že na produkciu 1 MWh elektrickej energie je potrebných 0,433 tony čierneho uhlia, ktoré vyprodukuje externalitu v podobe emisíí CO<sub>2</sub> vo výške 1,09t/1MWh.

V prípade biomasy na produkciu 1 MWh elektrickej energie je potrebných 3 m<sup>3</sup> dreva a vyprodukuje sa 1,2 t emisíí CO<sub>2</sub>.

Použité vstupy : 1. Z prílohy č.2 k vyhláške 364/2012 – výhrevnosť ČU.. q<sub>i</sub> = 6,99 kWh /kg  
- emisný faktor.. EFCO<sub>2</sub> = 0,360 kg /kWh  
2. Zo života - účinnosť výroby elektriny v kondenzačnom cykle .... ú = 0,33%  
Výpočty : 1. Potreba paliva  $M_{pal} = E / \dot{q}_i = 1000kWh / 0,33 \cdot 6,99kWh/kg = 433,52 \text{ kg}$   
2. Emisie CO<sub>2</sub> :  $CO_2 = EFCO_2 \times E / \dot{q}_i = 0,360kg/kWh \times 1000kWh/0,33 = 1,09 \text{ t/ MWh}$

Na produkciu 1 MWh el. energie dôjde k spotrebe 0,433t čierneho uhlia a vyprodukuje sa 1,09 t emisíí CO<sub>2</sub>

Zásadné rozlíšenie pre ekonomické posúdenie je, či sa jedná o palivové drevo a o inak neupotrebitelný odpad z drevospracujúceho priemyslu, alebo sa spaľuje drevo z preťažieb, ktoré mohlo produkovať ekologické služby lesa.

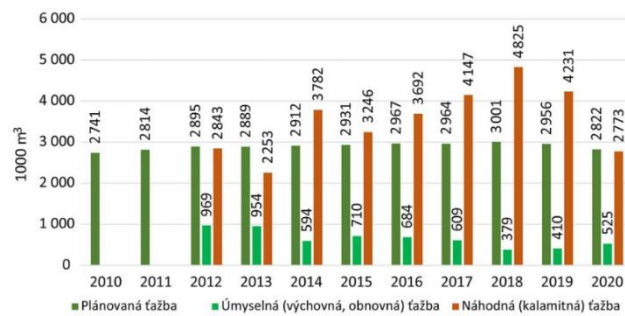
## Súvislosti ocenenia ekologických služieb lesa (DL)(LT)

Úplne iná situácia nastáva, ak dochádza k úbytku ekologických služieb lesa. Ak na problém budeme pozeráť ako na problém známy pod pojmom Tragédia spoločného majetku (Hardin, 1968), potom klimatický systém je spoločným systémom. Je logické, ak ekologické služby lesa nemajú pre producentov hodnotu, t.j. ak producentom spoločnosť za produkciu ekologických služieb neplatí, tak les ustupuje ekonomickej činnosti, ktorá hodnotu poskytuje. Vtedy tento proces spôsobuje postupné hromadenie emisíí CO<sub>2</sub> v ovzduší. Ak teda spaľujeme drevo vyššej hodnoty, ako je palivové drevo alebo nespracovateľný odpad



z drevospracujúceho priemyslu, potom ocenením ekologických služieb lesa znalcom Simonom v cenách roku 2008 na hodnotu cca 1000 €/m<sup>2</sup> mení ekonomickú bilanciu nasledovne (Simon, 2008). Pri výrobe 1 MWh elektrickej energie z biomasy sa vyprodukuje 1,2t emisíí CO<sub>2</sub>. Zároveň sa zničí hodnota ekologických služieb lesa v dnešných cenách o 3m<sup>3</sup> x 1 600 € / 1m<sup>3</sup> = 4 800 €. Je evidentné, že ak emisná povolenka stojí cca 50€/1t emisíí CO<sub>2</sub>, potom je produkcia elektrickej energie pri cene 100 €/1 MWh pre spoločnosť stratová v hodnote viac ako 4 500 €, čo reprezentuje stratu ekologických služieb lesa. Keďže ekologické služby lesa nie sú predmetom ocenenia, spoločnosť túto stratu priamo nevníma. Pre decénium 2009 až 2019 bola plánovaná ťažba lesa na úrovni 67 až 68 mil. m<sup>3</sup> (Rudolf

Petráš, 2011). Vyťažilo sa 90 mil. m<sup>3</sup>, hoci do roku 1993 sa ťažba dreva pohybovala na úrovni 4 mil. m<sup>3</sup> ročne. Rozdiel 23 mil. m<sup>3</sup> vyťažených navyše oproti plánu odpovedá pri priemernej zásobe 303 m<sup>3</sup>/1ha dreva 76 000 ha (Šmelko, 2006). To je presne výmera ekologických služieb lesa, o ktorú SR prišlo za decénium 2009 až 2019 podľa satelitov Global Forest Watch. Približne polovicu z preťažby 11,3 mil. m<sup>3</sup> tvoria smrekové lesy (Zemaník, 2022). Jedným z dôsledkov tejto preťažby je rast teploty približne o 1°C z celkového nárastu asi 2,3°C na Slovensku. Ak by sme akceptovali tieto skutočnosti, potom ekonomická strata v zmysle ocenenia ekologických služieb znalcom Simonom prepočítanom na súčasné ceny predstavuje astronomickú hodnotu 35 miliárd €.



V zásade to isté platí pri porovnaní s čiernym uhlím ako vstupným palivom. Ak by sme ocenili uhlie potrebné na produkciu 1 MWh elektrickej energie 0,433 t na cenu cca 100 € a emisie 50€/1t, potom strata ekologických služieb lesa z preťažby spôsobí podobnú celkovú stratu cca 4 500 € a viac.

### Tvorba drevného uhlia a humusu (SB)

**Odhaduje sa, že 1 až 10 % odumretej biomasy lesa sa pretransformuje na drevné uhlie, ktoré predstavuje unikátne stabilnú formu uhlíka pretrvávajúcu miléniá.** Pri vyprodukovaných 2.200/2.800 m<sup>3</sup> drevnnej hmoty za 400 rokov sa v prípade max., t.j. 10% jedná až o 220/280 m<sup>3</sup> dreva premeneného na uhlík. Ak zohľadníme fakt, že požiar v pralese je nežiadúci a zatiaľ výnimočnou udalosťou a opačne, že v hospodárskom lese sa haluzina a zbytky po ťažbe okrem pňov zvyčajne spaľujú, tak priemerne sa v hospodárskom lese vytvorí viac drevného uhlia ako v pralese. V prospech hospodárskeho lesa svedčí aj fakt, že sa vo štyroch cykloch za rovnaké obdobie 400 rokov vytvorí štyrikrát viac koreňov stromov, ktoré sa rozkladajú v pôde so sťaženým prístupom vzduchu. Napokon drevné uhlie vzniká pri nedokonalom spaľovaní palivového dreva pri kúrení a časom sa na uhlík premení aj časť zabudovaného dreva. Uvedené vytvára predpoklad, že na drevné uhlie sa v hospodárskom lese pretransformuje omnoho viac biomasy oproti prírodnému lesu.

Humus tvoria organické častky rastlín a živočíchov v pôde s podielom 1 – 5% po dobu pohybujúcu sa v rozmedzí desiatok až stoviek rokov v stabilnej, pevnej forme ako humusové látky a organo-minerálne komplexy, a to priamou alebo nepriamou fixáciou atmosférického CO<sub>2</sub>. V porovnateľných podmienkach je predpoklad, že v pralese bude viac humusu ako v hospodárskom lese, ale percentický podiel a doba fixácie nedávajú podstatný rozdiel.

#### Záver :

1. **Hospodársky les kumuluje viac emisií CO<sub>2</sub> a na drevné uhlie pretransformuje viac uhlíka ako prírodný les a to z nasledovných dôvodov:**
  - a. **V hospodárskom lese sa využíva progresívny rast drevnnej hmoty počas viacerých cyklov(4) oproti prírodnému lesu**
  - b. **Časť drevnnej hmoty, približne 48% sa zabuduje do výrobkov a materiálov.**
2. **Likvidácia palivového dreva a odpadu z drevovýroby cestou spaľovania má pozitívnu ekonomickú bilanciu, pretože táto biomasa nutne vzniká a nemá hodnotnejšie využitie. Tým, že neprodukuje ekologické služby lesa, hodnota ekologických služieb lesa nevstupuje do ekonomickej bilancie. Výsledkom je pozitívna ekonomická bilancia. Podobne sa pozitívna ekonomická bilancia dosahuje pri spaľovaní uhlia.**
3. **Akonáhle sú ale prekročené plánované hodnoty ťažby dreva a vzniká strata ekologických služieb lesa, do bilancie vstupuje aj ich ekonomická hodnota. V prípade preťažieb**

**v rozsahu 23 mil. m<sup>3</sup> znamenajú škody na ekologických systémoch lesa v súčasných cenách okolo 35 miliárd €.**

#### **Použitá literatúra:**

- Hardin, G. (1968). The tragedy of commons. *Science*, 162 : 1243-8.
- Koreň, M. F. (1997). Príčina podkôrnikovej kalamity v ochrannom obvode Javorina a návrh ozdravných opatrení. In *Štúdie o TANAPe*, č.3. Zvolen: Vydavateľstvo TU Zvolen.
- Korpeľ, Š. (1989). *Pralesy Slovenska*. Bratislava: Veda.
- Messier, C. P. (2014). A new integrative framework for understanding and managing the world forest. In C. P. Messier, *Managing Forests as Complex Adaptive Systems* (s. 327 - 341). London: Routledge.
- Messier, C. P. (2014). *Managing Forests as Complex Adaptive Systems*. New York: Routledge.
- Parrott, L. L. (2014). An Introduction to Complexity Science. In C. P. Messier, *Managing Forests as Complex Adaptive Systems* (Zv. str. 22). New York: Routledge.
- Puettmann, K. M. (2014). Managing Forests as Complex Adaptive Systems. In C. C. Messier, *Managing Forests as Complex Adaptive Systems* (Zv. str.6,7). Routledge: New York.
- Rudolf Petráš, J. M. (10. December 2011). *Výhľadová prognóza produkcie dreva na Slovensku*. Cit. 10. 12 2011. Dostupné na Internete: LESmedium.SK: <http://www.lesmedium.sk/clanok.php?id=202>
- Simon, K. (2008). *Znalecký posudok číslo 33-9-2008*. Simon.
- Šmelko, Š. Š. (2006). *NIML1, NÁRODNÁ INVENTARIZÁCIA A MONITORING LESOV SR 2005-2006*,. Cit. 2019. Dostupné na Internete: Národné Lesnícke Centrum - LVÚ Zvolen: <http://www.nlcsk.sk/files/41.pdf>
- Zemaník, P. (29. 01 2022). *Budeme mať čo spracúvať?* Dostupné na Internete: Drevársky magazín: <https://drevmag.com/2022/01/29/budeme-mat-co-spracuvat/>