

ON-LINE KALKULÁTOR OBJEMOVEJ A CENOVEJ VÝŤAŽNOSTI NADZEMNEJ DENDROMASY Z LESNÝCH PORASTOV

Ivan SAČKOV¹, Pavel NATOV², Valéria MESSINGEROVÁ¹

¹Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, SK – 960 53 Zvolen

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 1176, CZ – 165 21 Praha

SAČKOV, I., NATOV, P., MESSINGEROVÁ, V.: On-line Calculator of Volume and Price extraction of above the Ground Dendromass from Forest Stand. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **54**(1): 75 – 85, 2007, 3 fig., tab. 5, ref. 5. Discussion papers. ISSN 0323–10468

Software application of Calculator of Mass Yield Shoot Biomass is intended for quick computerized cubical and cost estimation of the potential of secondary resources of wood biomass (so-called logging residues) in forest stands whereas it can be run online. Calculated data after their comparison with production costs make possible to evaluate economic efficiency processing of specific resource of dendromass in particular time. At the same time it is valid that only economic criteria cannot be priority standard in the question of exploitation of dendromass as an alternative of energy resource, but they have to make only one of elements in complex decision analysis.

Key words: *automation, dendromass, biomass, calculator, economic analysis*

Aplikovaný softvér Kalkulátor výťažnosti nadzemnej dendromasy je určený k rýchlemu automatizovanému objemovému a cenovému odhadu potenciálu sekundárnych zdrojov lesnej biomasy (tzv. odpadová dendromasa) z lesných porastov. Aplikácia ma navyše výhodu, že dokáže pracovať on-line. Vykalkulované údaje o množstve a cene dendromasy je možné porovnať s nákladmi na jej spracovanie, čím sa vyhodnotí ekonomická efektívnosť tejto činnosti (ekonomická analýza disponibilných zdrojov lesnej dendromasy).

Kľúčové slová: *automatizácia, dendromasa, kalkulátor, ekonomická analýza*

1. Úvod, cieľ a problematika

Súčasná snaha o zmenu štruktúry energetického mixu v prospech obnoviteľných zdrojov energie (OZE) vyvoláva nárast dopytu po alternatívnom energetickom nosiči k fosílnym zdrojom energie – dendromase.

Táto voľba vychádza zo skupiny pozitívnych ekonomických, environmentálnych a sociálnych aspektov (SAČKOV 2006). Na druhej strane však tento fakt so súčasným vplyvom vysokej ceny energie spôsobuje, že cena tzv. energetického dreva je na takej úrovni až dochádza k substitúcií dreva určeného na technologické spracovanie za drevo palivové. Takýto stav je z dlhodobého hľadiska neudržateľný, lebo vnáša do obchodu s drevom nerovnováhu.

V rámci týchto skutočností teda síce platí potrebnosť zvyšovať podiely alternatívnych zdrojov energie, ale nie na úkor ich degradácie, čo znamená využívať drevnú hmotu len z tzv. klasických zdrojov dreva upotrebitelného v energetike (dendromasa nevhodná na mechanické, chemické spracovanie) a zdrojov presne určených k tomuto účelu (intenzívne porasty, energetické porasty, energetické plantáže). Spracovanie drevnej hmoty z takýchto zdrojov je pritom ale technologicky a ekonomicky náročnejšie a preto je nutné túto činnosť racionalizovať a takto ju podporiť. Jednou z možností je vyhodnotiť konkrétny zdroj, ešte pred spracovaním, matematicko-ekonomickou analýzou, spočívajúcou v odhade množstva a ceny disponibilnej dendromasy, ktorá po zohľadnení nákladov na jej spracovanie vyjadří efektívnosť využitia tohto zdroja v konkrétnom čase a priestore. Podmienkou optimálneho využitia zdroja dendromasy je následne lesnícko-technologická a environmentálna analýza (STANOVSKÝ 2006, SAČKOV 2007), ktorá zohľadní disponibilitu zdrojov technickú a ekologickú, podľa svojich osobitých kritérií (kategória lesov; terénna a technologická typizácia – sklon terénu, priechodnosť terénom; charakteristika pestovného zásahu –

výchovná ťažba, obnovná ťažba, úmyselná ťažba, neúmyselná ťažba; hospodársky súbor lesných typov; atď.).

Príspevok skúma možnosti zvyšovania využitia „pôvodných“ zdrojov lesnej biomasy (palivové drevo, ťažbový odpad) prostredníctvom ekonomickej analýzy. Tento cieľ prezentuje na on-line aplikácií, ktorá automatizovane poskytuje údaje o produkcii nadzemnej dendromasy ťažbových zbytkov z konkrétneho zdroja, ktoré po porovnaní s výrobnými nákladmi vypovedajú o ekonomickej efektívnosti využitia analyzovaného zdroja.

2. Metodika

Vychádzajúc z hlavného cieľa príspevku bolo primárnym záujmom vypracovať metodiku na rýchly predbežný odhad nadzemnej dendromasy ťažbových zbytkov v konkrétnom lesnom poraste (objemový, cenový). Spracovanú metodiku ďalej implementovať do softvérovej aplikácie a následne aplikovaný program preveriť na modelovom príklade. Záverom zhodnotiť korektnosť aplikácie porovnaním výsledných hodnôt s výsledkami kalkulácie tej istej charakteristiky generovanými aplikáciou Sibyla – kalkulačný model Biomasa (FABRIKA *et al.* 2005).

Pre ďalšie analýzy, ktoré zvyšovali vypovedaciu hodnotu výsledkov sa použili klasické a automatizované leso-technické metodické postupy: sortimentácia drevín v jednotlivých etážach a porastových zložkách roztriedených do hrúbkových a akostných tried podľa PETRÁŠ *et al.* (1991); aplikovaná terénna a technologická retypizácia porastov pre viacoperačné technológie podľa SAČKOV (2007).

Softvérová aplikácia Kalkulátor výťažnosti nadzemnej dendromasy (KVND) bola programovaná v jazyku PHP (Hypertext preprocessor). Jedná sa o interpretovaný, skriptovací programovací jazyk, určený predovšetkým pre programovanie dynamických internetových stránok. Najčastejšie sa začleňuje priamo do štruktúry jazyka HTML, XHTML či WML, čo je veľmi výhodné pre tvorbu webových aplikácií. PHP je možné použiť ale aj k tvorbe konzolových a desktopových aplikácií. Syntax jazyka PHP vychádza z programovacieho jazyka C a v súčasnej verzii 5 ponúka i pokročilé možnosti objektovo orientovaného programovania. Ďalšou výhodou tohto jazyka je jeho nezávislosť na výkone a nasadení klientskeho počítača, pretože všetky operácie sú prevádzkované na strane webového serveru tzv. metóda server-side scripting. Pre chod programu KVND je nutné prepojenie na databázu, ktorá slúži pre ukladanie a načítanie vstupných a výstupných koeficientov. Vzhľadom k dobrej previazanosti s jazykom PHP bol v tomto prípade zvolený databázový systém MySQL. Obidve technológie boli použité s ohľadom na ich open-source charakter, ktorý je definovaný bezplatnou GPL licenciou. Pre použitie vyššie uvedených technológií je podmienkou beh webového serveru, najčastejšie typu Apache a ľubovoľný operačný systém. Tieto atribúty vytvárajú nezávislosť aplikácie na platforme s možnosťou jej umiestnenia na webový server, pričom je následne možné jej on-line využitie. Ovládanie je intuitívne, založené na numerickom prepočte koeficientov hmotnostnej výťažnosti jednotlivých zložiek nadzemnej dendromasy pre priemerné vzrastové pomery podľa DEJMAL (1986) a koeficientov prepočtu objemu surového dreva na kg v čerstvom, preschnutom, suchom stave vlhkosti podľa (STN 480010) uvedených v tabuľkách 1, 2.

Vzťah prepočtu (algoritmus) má tvar:

$$VND = V * \rho * k \quad [1]$$

kde

VND – výťažnosť nadzemnej dendromasy (kg),

V – objem dreva stromu s kôrou ($SSK \text{ m}^3$),

ρ – objemová hmotnosť dreva ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$),

k – koeficient hmotnostnej výťažnosti zložiek nadzemnej dendromasy.

Tabuľka 1. Koeficienty hmotnostnej výťažnosti zložiek nadzemnej dendromasy pre priemerné vzrastové pomery
 Table 1. Coefficients of weighted recovery of aboveground dendromass elements for mean growth terms

Koeficienty ³⁾	Hrúbka stredného kmeňa ¹⁾
	30
	Drevina ²⁾ Borovica ⁴⁾
Koeficient výťažnosti nadzemnej dendromasy spolu ⁵⁾	1,18
Koeficient výťažnosti asimilačných orgánov ⁶⁾	0,05
Koeficient výťažnosti dreva z vetiev ⁷⁾	0,13

¹⁾Stem diameter, ²⁾Tree species, ³⁾Coefficients, ⁴⁾Pine, ⁵⁾Sum of coefficients of weighted recovery of aboveground dendromass, ⁶⁾Coefficients of recovery assimilatory organs, ⁷⁾Coefficients of recovery of branch wood

Tabuľka 2. Koeficienty prepočtu objemu surového dreva na kg (borovica)
 Table 2. Calculation coefficients of rough wood volume to kilograms (pine)

Koeficienty prepočtu (kg.m ⁻³) ⁵⁾	Stav vlhkosti ¹⁾		
	Čerstvé ²⁾	Preschnuté ³⁾	Suché ⁴⁾
	940	760	580

¹⁾Moisture, ²⁾Green wood, ³⁾Medium moist wood, ⁴⁾Dry wood, ⁵⁾Calculation coefficients

Užívateľovi stačí po výbere vstupných taxačných charakteristík (drevina – smrek, jedľa, borovica, smrekovec, buk, dub; hrúbka stredného kmeňa – 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46, 50), zadaní kalkulačných charakteristík (objem dreva v metroch kubických stromu s kôrou – SSK) aktivovať výpočet a algoritmus prepočtu objemových jednotiek (m³) na jednotky hmotnostné (kg) a to pre jednotlivé zložky stromu (výťažnosť nadzemnej dendromasy celkom, výťažnosť asimilačných orgánov, výťažnosť vetiev) sa spustí automaticky. Cenová výťažnosť je možná až po editovaní ceny dendromasy na kg pre jednotlivé vlhkosťné stavy. Po zadaní ceny prebieha výpočet automaticky v rámci predošlého postupu.

Softvérová aplikácia Sibyla – kalkulačný model Biomasa, použitá na kontrolu korektnosti KVND bola zvolená pre možnosť porovnania odhadu tej istej charakteristiky rôznou metodikou riešenia danej problematiky. Vzťah prepočtu (algoritmus) má tvar:

$$VB = A * V_{HSK}^B * I_{red} \quad [2]$$

kde

VB – výťažnosť biomasy (kg/ha),

V_{HSK} – objem hrubiny s kôrou (m³),

A, B – koeficienty alometrickej rovnice biomasy,

I_{red} – redukčný faktor.

Užívateľ musí presne zadať komplex taxačných, geomorfologických, leso-hospodárskych charakteristík v žiadanej postupnosti. Výťažnosť absolútne suchej dendromasy je následne detailne zhodnotená vo výsledkoch kalkulačného modelu Biomasa, diferencovane pre koreň a peň s kôrou, drevo kmeňa, kôru kmeňa, vetvy s kôrou a asimilačné orgány.

Preverenie obidvoch aplikácií bolo prevedené na príklade z porastu 133 A, Lesný hospodársky celok Kostolište, užívateľ LESY SR, š. p., OZ Šaštín (výmera: 9,84 ha, vek: 100 r, drevinové zloženie: bo, zastúpenie: 100 %, objem stredného kmeňa: 0,74 m³, výška stredného kmeňa: 25 m, hrúbka stredného kmeňa: 29 cm, plánovaná obnovná ťažba: 1 850 m³), pričom kalkulácia výnosov a nákladov vychádzala z cenníkov súkromnej spoločnosti.

3. Výsledky

3.1. Výsledky výťažnosti nadzemnej dendromasy podľa KVND

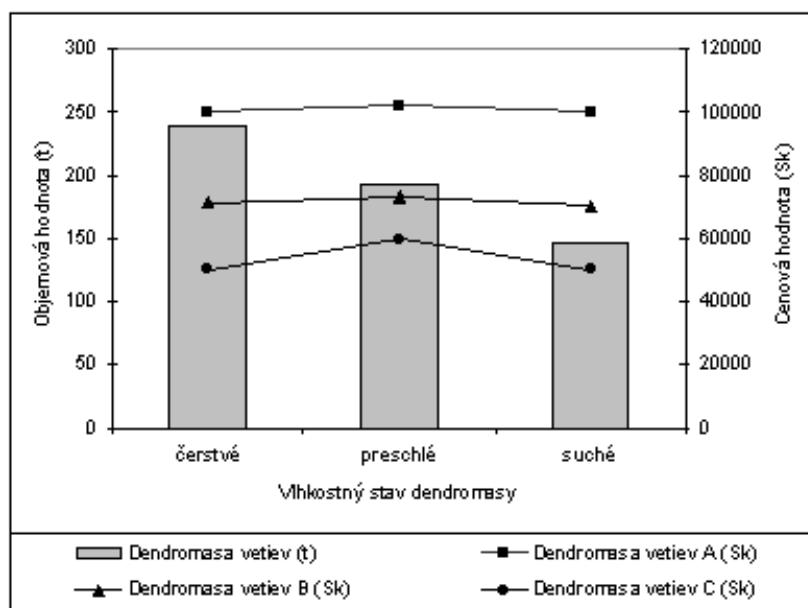
Po zadaní výberových charakteristík (drevena – borovica; stredná hrúbka – 30 cm) a kalkulačnej charakteristiky (objem dreva SSK – 1950 m³) aplikácia KVND vyhodnotila, že pri plánovanej obnovnej ťažbe by priemerne **193 t** dendromasy hrubiny a tenčiny vetiev ostalo ako drevná hmota zväčša nezaraditeľná medzi akostné triedy (238,3 t v čerstvom stave vlhkosti, 192,7 t v preschnutom stave vlhkosti, 147,0 t v suchom stave vlhkosti). Jednalo by sa teda o spomínanú drevnú hmotu, ktorá by spadala do tzv. ťažbového odpadu a z ktorej by mohli okrem toho, že ide o alternatívny energetický nosič, ktorý nenaruša obchod s drevom, plynúť výnosy z doúčtovaného predaja tovaru s pridanou hodnotou. Po zadaní cien (tab. 3) by to znamenalo priemerne 101 000 Sk pri priemernom zastúpení hrubinu 80 % (A), 72 000 Sk pri priemernom zastúpení hrubiny 50 % (B) a 53 000 Sk pri priemernom zastúpení hrubiny 20 % (C). Ďalej by to znamenalo priemerne 73 870 Sk za dendromasu v čerstvom stave, 78 348 Sk za dendromasu preschnutú a 73 515 Sk za suchú dendromasu (obr. 1).

Tabuľka 3 Cena dendromasy (borovica)

Table 3 Price of dendromass (pine)

Cena (Sk/t) ⁶⁾	Stav vlhkosti ¹⁾								
	Čerstvé ²⁾			Preschnuté ³⁾			Suché ⁴⁾		
	Podiel hrubiny ⁵⁾								
	80 %	50 %	20 %	80 %	50 %	20 %	80 %	50 %	20 %
	420	300	210	530	380	310	680	480	340

¹⁾Moisture, ²⁾Green wood, ³⁾Medium moist wood, ⁴⁾Dry wood, ⁵⁾Percentage of timber volume (m³ d_{bh} 7 cm under bark), ⁶⁾Price dendromass



Obr. 1. Objemová a cenová výťažnosť nadzemnej dendromasy z porastu 133 A (KVND)

Fig. 1. Volume and price output of above ground dendromass from stand 133 A (KVND).

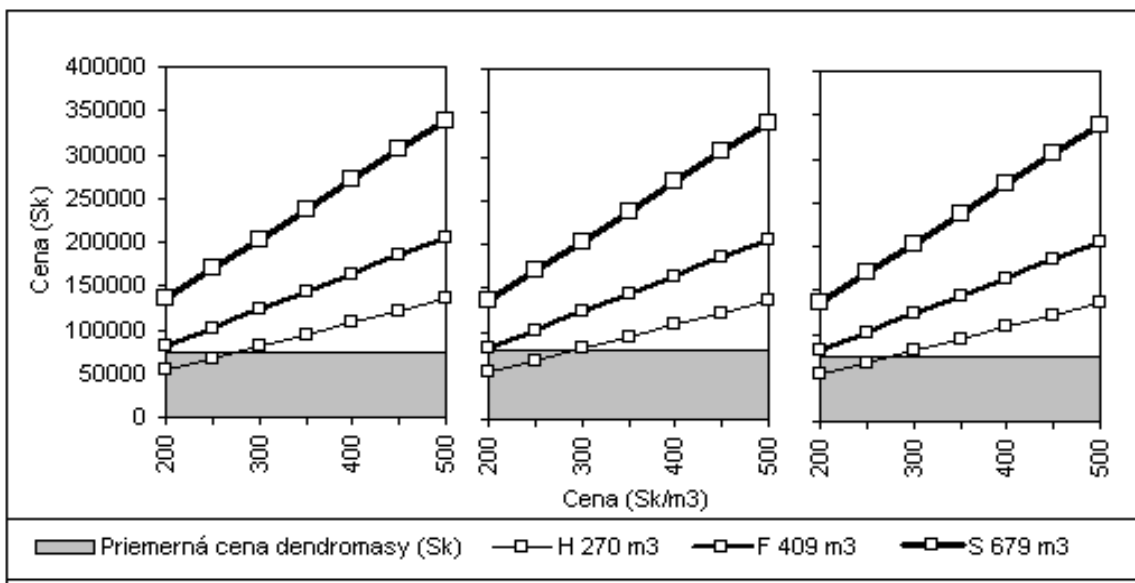
¹⁾Volume value, ²⁾Price value, ³⁾Green wood, ⁴⁾Medium moisty wood, ⁵⁾Dry wood, ⁶⁾Moisture content of dendromass, ⁷⁾Dendromass of branches

Pre vlastníka tejto „odpadovej“ drevnéj hmoty by z toho vyplývalo, že ekonomicky najefektívnejšie by bolo predat' danej spoločnosti túto dendromasu v preschnutom stave vlhkosti, čo je drevná hmota pri priemernej vlhkosti 40 % (skladovanie asi 6 mesiacov). Jedná sa tu pritom o istú nerovnováhu cenovej politiky danej súkromnej spoločnosti, kedy cena čerstvej dendromasy je vyššia ako cena dendromasy suchej. Spôsobuje to nedostatočná

gradácia ceny dendromasy s jej znižujúcou sa vlhkosťou, ktorá nepokrýva pokles hmotnosti tej istej charakteristiky. Analyzovať ekonomicky najoptimálnejší stav predaja z pohľadu podielov hrubiny a tenčiny sa neodporúča, keďže je ťažko predikovať jednotlivé možné podiely hrubiny po ťažbe a sústredení a navyše by to mohlo spôsobiť zámerné zvyšovanie množstva hrubiny do celkovej objemovej bilancie dendromasy.

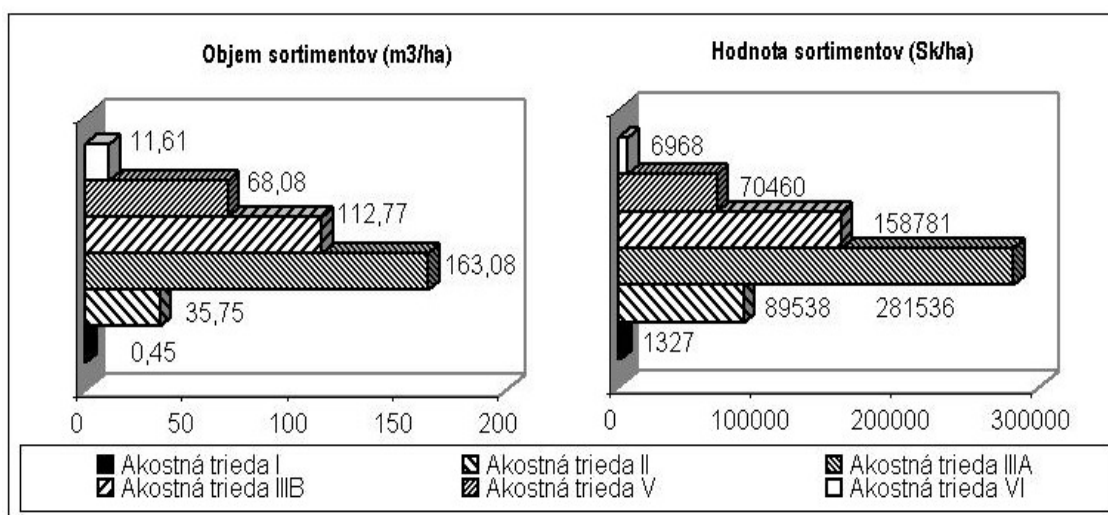
Z ekonomického hľadiska je následne podstatnou otázkou pri rozhodovaní nožnej výroby takejto drevnej hmoty štúdia, či náklady spojené s výrobou nie sú vyššie ako možný kalkulovaný výnos z jej predaja. Tieto náklady budú bezprostredne závislé na využitej technológii spracovania, resp. na cene práce technológie na jednotku množstva (Sk.m^{-3}). Jej voľba musí vychádzať zo samostatnej leso-technickej analýzy, ktorá podľa selekčných výrobnotechnických podmienok porastu odporučí konkrétne ťažbovo-dopravnú technológiu, ktorá má v daných podmienkach svoje optimum. Využitím konceptu SPLIT (Systém podpory integrovanej lesnickej ťažbovo-dopravnej technológie), resp. podľa modulu M-TK (Modul Technologický kalkulátor), podľa SAČKOV (2007) by porast spadol do kategórie: *Podstatne veľmi vhodné porasty pre harvestery z kategórie stredných*. Znamenalo by to teda, že výrobnotechnické podmienky v analyzovanom poraste 133 A najlepšie vyhovujú strednej kategórii harvesterových uzlov. Spracovanie takejto drevnej hmoty zvolenou technológiou spočíva v modifikácii pracovných cyklov tak u harvesteru (v rámci pracovnej operácie ukladanie výrezov sa musí ukladať na kopy vedľa vyvážacích liniek aj dendromasa) tak u forwardera (okrem vyvážania výrezov musí forwarder vyvážať aj dendromasu).

Náklady spojené so spracovaním takejto drevnej suroviny sa preto následne môžu vyjadriť stratenými výnosmi z objemu dreva, ktoré sa alternatívne mohlo spracovať, keby sa pracovné cykly nemodifikovali. V rámci analýzy strát harvesteru môžeme na základe časových snímok z analogických porastov a priameho empirického výskumu zhodnotiť, že tomuto viacoperačnému ťažbovému stroju v daných podmienkach modifikácia pracovných cyklov o pracovnú operáciu ukladanie lesnej biomasy na kopy vedľa vyvážacích liniek zabrala priemerne 20 minút z operatívneho pracovného času pracovnej zmeny, čo pri dvojzmennej prevádzke deviatich pracovných dní znamenalo stratu celkom 270 m^3 . Vyplýva z toho, že multioperačný mechanizmus by teda mohol pracovať skoro jednu a pol zmeny v inom poraste a produkovať tak alternatívne výnosy. V rámci analýzy strát forwardera môžeme na základe podobných časových snímok z analogických porastov a priameho empirického výskumu zhodnotiť, že tomuto viacoperačnému vyvážaciemu stroju vyvážanie lesnej biomasy na odvozné miesto spôsobilo zníženie počtu pracovných cyklov na zmenu o štyri, čo pri dvojzmennej prevádzke ôsmich pracovných dní znamenalo stratu celkom 409 m^3 . Vyplýva z toho, že multioperačný mechanizmus by teda mohol pracovať skoro jednu zmenu v inom poraste a produkovať tak alternatívne výnosy. Kvantifikáciu týchto strát ich násobením možnou cenou práce v intervale $200\text{--}500 \text{ Sk.m}^{-3}$ stúpaním po 50 Sk.m^{-3} pre harvester ($H 270 \text{ m}^3$), forwarder ($F 409 \text{ m}^3$) a spolu ($S 679 \text{ m}^3$) zobrazuje obrázok 2. Súčasne je na ňom zobrazená potenciálna priemerná cena dendromasy v čerstvom stave (ľavý graf), preschnutom stave (stredný graf) a suchom stave (pravý graf) kvantifikovaná aplikáciou KVND. Toto spoločné zobrazenie nákladov na výrobu dendromasy a jej predajnej ceny umožňuje obrazne zhodnotiť ekonomickú efektívnosť jej spracovania konkrétnou technológiou v rôznych cenových úrovniach. Hodnotenie ekonomickej efektívnosti z priemerných cien dendromasy pritom vyznieva negatívne, keďže teoretické speňaženie drevnej hmoty nedosahuje hodnoty alternatívnych výnosov danej technológie v analogických podmienkach lesných porastov. Pozitívnu bilanciu efektívnosti dosahuje len vykrytie strát výkonu harvesteru s cenou práce pod 300 Sk.m^{-3} . V rámci tejto analýzy následne logicky platí, že ekonomická bilancia bude prijateľnejšia aj pre krytie strát forwardera použitím cien absolútne vyjadrených v rozmedzí ich maxima a minima.



Obr. 2. Ekonomická efektívnosť výroby dendromasy (KVND)
 Fig. 2. Economic effectiveness of production dendromass (KVND).
¹⁾Price, ²⁾Average price of dendromass

Ďalšou drevnou surovinou spadajúcou do tejto problematiky je drevo zaradené do VI, resp. D1 kvalitatívnej triedy (palivové drevo). Podiel tejto akosti je možné odhadnúť sortimentáciou podľa stromových sortimentačných tabuliek. V relatívnom vyjadrení by tento sortiment v analyzovanom poraste mohol dosahovať skoro 12 % z celkovej zásoby porastu, čo by pri cenníku danej spoločnosti znamenalo $6\,968 \text{ Sk}\cdot\text{ha}^{-1}$, teda $68\,565 \text{ Sk}$ (obr. 3). Možný výnos z palivového dreva by ale nepredstavoval doúčtovateľný zisk, keďže by bol zakalkulovaný už v cene ťažbovo-dopravných činností za meter kubický.

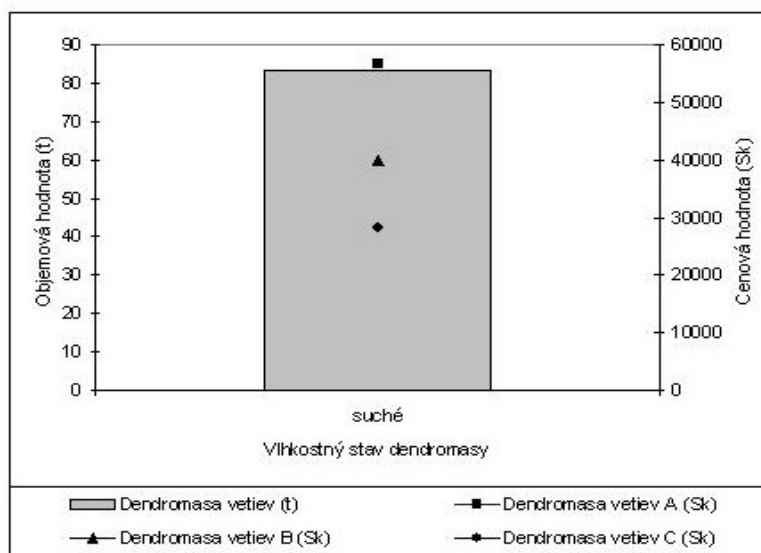


Obr. 3. Sortimentácia porastu 133 A
 Fig. 3. Sorting of stand 133 A.

3.2. Výsledky výťažnosti nadzemnej dendromasy podľa Sibyla

Po zadaní potrebných východiskových údajov aplikácia Sibyla – kalkulačný model Biomasa vygenerovala, že v poraste je celkovo $287\,179,99 \text{ kg/ha}$ dendromasy (koreň a peň s kôrou $119\,291 \text{ kg/ha}$, drevo kmeňa $143\,171 \text{ kg/ha}$, kôra kmeňa $12\,304 \text{ kg/ha}$, asimilačné

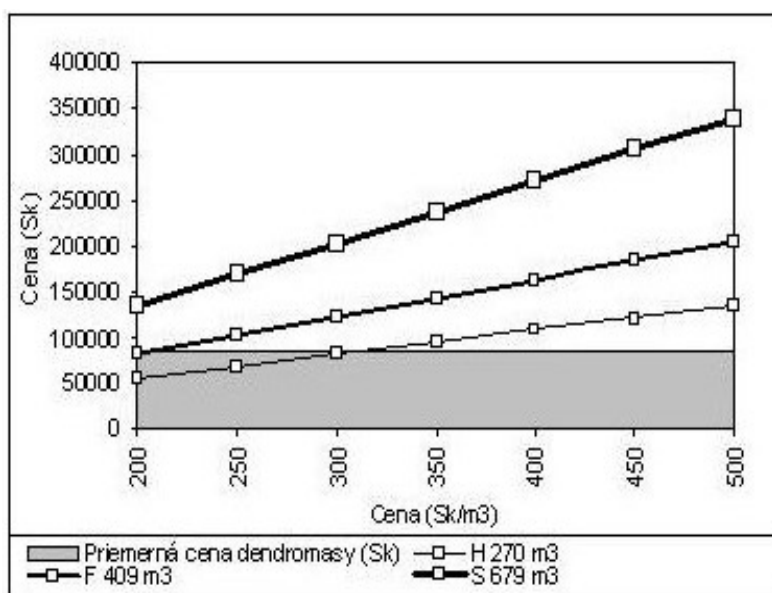
orgány 3 966 kg/ha), pričom na dendromasu hrubia a nehrubia vetiev pripadá z celkového množstva približne 8 447 kg/ha lesnej biomasy. V prepočte na celý porast to následne znamená hodnotu **83 t** lesnej dendromasy zväčša definovateľnú ako ťažbový odpad. Cenovú kalkuláciu výnosov je možné ďalej diferencovať v tomto prípade len podľa podielu hrubiny v suchom vlhkosťnom stave. Na základe toho platia nasledovné predikcie (obr. 4), priemerne 56 521 Sk pri priemernom zastúpení hrubia 80 % (A), 39 897 Sk pri priemernom zastúpení hrubia 50 % (B) a 28 260 Sk pri priemernom zastúpení hrubia 20 % (C).



Obr. 4. Objemová a cenová výťažnosť nadzemnej dendromasy z porastu 133 A (Sibyla)

Fig. 4. Volume and price output of above ground dendromass from stand 133 A (Sibyla).

¹⁾Volume value, ²⁾Price value, ³⁾Moisture content of dendromass, ⁴⁾Dendromass of branches



Obr. 5. Ekonomická efektívnosť výroby dendromasy (Sibyla)

Fig. 5. Economic effectiveness of dendromass production (Sibyla).

¹⁾Price, ²⁾Average price of dendromass

Ekonomická analýza, teda či náklady spojené s výrobou nie sú vyššie ako možný kalkulovaný výnos z jej predaja sú zobrazené na obrázku 5. Interpretácia je podobná ako pri výsledkoch predikcie aplikácie KVND. Ekonomická efektívnosť vyznieva negatívne, keďže

teoretické speňaženie drevnej hmoty nedosahuje hodnoty alternatívnych výnosov danej technológie v analogických podmienkach lesných porastov. Pozitívnu bilanciu efektívnosti dosahuje len vykrytie strát výkonu harvesteru s cenou práce pod 325 Sk.m⁻³. Analogicky aj tu platí, že ekonomická bilancia bude prijateľnejšia aj pre krytie strát forwardera použitím cien absolútne vyjadrených v rozmedzí ich maxima a minima (56 521–28 260 Sk) bližšie k hornému limitu.

3.3. Porovnanie výsledkov výťažnosti nadzemnej dendromasy z KVND a Sibyla – kalkulačný model Biomasa

Výsledok porovnania predikcie potenciálnej výťažnosti nadzemnej dendromasy z lesných porastov pomocou aplikovaného programu KVND s výsledkami predikcie tej istej charakteristiky v aplikácii Sibyla – kalkulačný model Biomasa preukázal, že rozdiel predstavuje 39,5 t, po prepočte predikcie výťažnosti nadzemnej dendromasy podľa KVND na hmotnosť lesnej biomasy pri nulovej absolútnej vlhkosti dreva.

Porovnanie ekonomické preukázalo, že rozdiel predstavuje 43 459 Sk pri priemernom zastúpení hrubia 80 % (A), 30 677 Sk pri priemernom zastúpení hrubia 50 % (B) a 21 730 Sk pri priemernom zastúpení hrubia 20 % (C).

Na základe porovnaní odhadov, kedy sú rozdiely medzi predikciou aplikácie KVND s rastovým simulátorom Sibyla v analyzovaných podmienkach relatívne vysoké, možno konštatovať, že aplikovaný softvér KVND v rámci týchto rozdielových hodnôt nemožno alternovať rastovým simulátorom Sibyla. Pre presnú identifikáciu presnosti predikcie je pritom ale vhodné doplniť toto tvrdenie pomocou testov štatistických hypotéz, napríklad párovým testom, prípadne využiť jednofaktorovú analýzu variancie. Tak sa bude môcť presne definovať signifikantnosť rozdielov hodnôt predikcie oboch metód na určitej hladine významnosti.

4. Záver

Ekonomické, environmentálne a sociálne pozitíva využívania lesnej biomasy ako obnoviteľného zdroja energie je v súčasnosti z hľadiska krytia dopytu po energii nie výlučne fosílnymi palivami opodstatnené. Tento faktor opodstatnenia ale stráca na význame, keď sa v rámci užívania alternatívnych zdrojov energie využívajú suroviny, ktoré by sa dali inak technologicky spracovať. Znamená to, že v prípade dendromasy musí byť na tieto účely ako primárny zdroj využitá drevná hmota z akostnej triedy palivového dreva. Sekundárnym zdrojom je následne dendromasa koncipovaná ako ťažbové zvyšky, teda drevo nezaraďené medzi kvalitatívne triedy. Využitie tohto zdroja je ale nutné analyzovať z pohľadu environmentálneho (možné narušenie režimu živín v poraste), technologického (technické možnosti spracovania) a v neposlednom rade z pohľadu ekonomického (ekonomická efektívnosť spracovania).

Kvantifikácia primárnych zdrojov je ľahko predpovedateľná v rámci odhadov vychádzajúcich zo sortimentácie drevín v jednotlivých etážach a porastových zložkách roztriedených do hrúbkových a akostných tried. Zložitejšia je následne kvantifikácia zdrojov sekundárnych. Možnosť zjednodušenia odhadu týchto druhotných zdrojov ponúka softvérová aplikácia Kalkulátor výťažnosti nadzemnej dendromasy (KVND). Automatizovaný odhad (objemový, cenový), ktorý poskytuje tento program ma navyše výhodu, že dokáže pracovať on-line. Užívanie je teda možné z ľubovoľného miesta, ktoré umožňuje pripojenie na web, teda aj lesný porast prostredníctvom mobilného telefónu s podporou WAP. Následne je vykalkulované údaje o množstve a cene dendromasy možné porovnať s nákladmi na jej spracovanie, čím sa vyhodnotí ekonomická efektívnosť tejto činnosti. Celková

porovnateľnosť predikcie výťažnosti nadzemnej dendromasy pomocou KVND s rastovým simulátorom Sibyla – kalkulačný model Biomasa sa v analyzovanom poraste nepotvrdila. Na základe tohto faktu bude potrebné skúmať presnosť predikcie výťažnosti nadzemnej dendromasy zvlášť pre každú metodiku odhadu, ktorú využíva konkrétna aplikácia.

Záverom možno konštatovať, že ekonomické ukazovatele sami o sebe nemôžu byť prioritne smerodajné v otázke využitia dendromasy ako alternatívneho zdroja energie, ale majú tvoriť len jeden z faktorov v komplexnej rozhodovacej analýze. Súčasne treba zdôrazniť, že pre širšie interpretačné možnosti je potrebné vykonať väčšie množstvo analýz pre analogické porasty a technológie a až tak prezentovať komplexnejšie závery výhodnosti výroby dendromasy použiteľnej ako obnoviteľný zdroj energie.

Príspevok vznikol na základe výsledkov výskumu riešenia v projektoch: „Výskum vybraných ergonomických parametrov perspektívnych technológií výroby dreva v lesníctve“ – VEGA 1/2381/05, a „Teoretické princípy a praktická účinnosť multioperačných výrobných technológií pri ťažbe a spracovaní dendromasy na energetické a priemyselné využitie“ VEGA - 1/3522/06.

Literatúra

1. DEJMAL J. 1986: Štepkování skácených stromu z hlediska zhodnocení dendromasy. *Lesnictví*, č. 6. – 2. FABRIKA M., ĎURSKÝ J., 2005: Stromové rastové simulátory. Zvolen: EFRA – Vedecká agentúra pre ekológiu a lesníctvo. 112 s. – 3. PETRÁŠ R., NOCIAR V., 1991: Nové sortimentačné tabuľky hlavných ihličnatých drevín. *Lesn. Čas.-Forestry Journal*, 37(5): 377 – 392. – 3. SAČKOV I., 2006: Mechanizmus štátnej podpory obnoviteľných zdrojov v EÚ. In Sborník odborných príspevkov z celostátného seminára Biomasa – súčasnosť a budúci energetická základňa. Brno: MZLU v Brně, s. 145 – 153. ISBN 80-7157-989-0. – 3. SAČKOV I., 2007: Kriteriaálny výber porastov vhodných pre aplikáciu integrovanej technológie. *Acta Facultatis Forestalis, Suppl. 1* Zvolen, XLIX. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. s. 239 – 250. ISSN 0231-5785. – 4. STANOVSKÝ M., 2006: Obnoviteľné zdroje energie v rezorte pôdohospodárstva. In Zborník referátov z medzinárodného seminára Perspektívy vývoja ťažbovo dopravného procesu a využitia biomasy v lesnom hospodárstve. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. s. 195 – 199. ISBN 80-228-1661-2. – 5. STN 480010. 1996. Tabuľky prepočtu objemu dreva na hmotnosť.