

RYCHLE ROSTOUCÍ TOPOLY JAKO ZDROJ ENERGIE V PODMÍNKÁCH ČR

FAST GROWING POPLARS AS A SOURCE OF ENERGY IN THE CONDITIONS OF THE ČR

**Michal Vaněk – Hubert Paluš – Oldřich Vlach – Jana Magnusková –
Jana Bartoňová**

ABSTRACT

This paper deals with the analysis of economic efficiency of producing fast growing poplars for the energy production purposes. The model based analysis reflects the real production conditions. There are two main final products considered - energy chips and fuel wood. The economic efficiency is assessed with the use of net present value indicator. The results show that growing poplars for chips production only is not economically efficient as the real production conditions do not provide sufficient sources to generate profit during the expected time period. The project is economically viable once the production of fuel wood is considered. Energy wood seems to be an economically appropriate source of fuel in comparison with other substitute and conventional fossil fuels.

Key words: energy wood, biomass, fast growing poplar, economic evaluation, net present value.

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Uspokojení potřeb člověka a rozvoj lidské společnosti byl vždy svázán s otázkou, jak člověk dokáže řešit své energetické potřeby. V nepříliš vzdálené minulosti (1. pol. 19. století) začalo postupné nahrazování dosud dominantní biomasy novým energetickým zdrojem, a to uhlím, později i ropou. Biomasa je dnes v průmyslově vyspělých státech zcela minoritním energetickým zdrojem (KLASS 1998).

Řešení energetických potřeb se však naléhavěji ukazuje v postindustriální společnosti, kdy „moderní“ společnost je životně závislá především na elektrické energii. Energie je pro Evropu klíčem k dosažení jejích cílů, pokud jde o růst, zaměstnanost a udržitelnost (SEK (2005) 1573). Životní styl a konzumní způsob života se negativně projevuje též na stavu životního prostředí.

V souvislosti s dramatickým růstem znečištění všech složek životního prostředí v šedesátých letech se začínají problémem zabývat skutečně systémově, celostně i významné vědeckovýzkumné organizace. Docházejí k závěru, že v uzavřeném systému konečných zdrojů není kvantitativní růst trvale možný (KUSALA 2005). Do podvědomí a následně pak v závěru minulého století i do praktických opatření se dostává pojem trvale udržitelného rozvoje (sustainable development). Trvale udržitelný rozvoj je takový způsob rozvoje,

který uspokojuje potřeby přítomnosti, aniž by oslaboval možnosti budoucích generací naplňovat jejich vlastní potřeby (PASTOREK 2004). Tato definice obsahuje především základní princip trvalé udržitelnosti, jakýsi etický leitmotiv, totiž princip odpovědnosti vůči budoucím generacím.

Téma trvale udržitelné společnosti se stalo i evropským tématem. Příkladem může být závazek Evropské unie, že do roku 2020 bude pětina její konečné energetické spotřeby pocházet z obnovitelných zdrojů (EWEA 2011). Pro ČR to znamená podíl 13 % (MPO 2010).

Jedním z konkrétních kroků, jak naplnit evropské cíle, je návrat k biomase. Nejde pochopitelně o obrat o 180°, avšak o větší využití tohoto potenciálu. EU v roce 2005 odhadovala, že by v roce 2010 biomasa mohla při plném využití potenciálu krýt energetické potřeby EU z 8 % ((SEK (2005) 1573). Aby došlo k naplnění tohoto cíle, byl vypracován akční plán pro biomasu jakožto klíčový dokument koordinující přístup k biomase.

Využití biomasy je i jednou z oblastí, kterou chce přispět Česká republika k naplnění závazku EU. Jak vyplývá z aktualizované státní energetické koncepce (MPO 2010), největší potenciál pro obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE) má právě biomasa. Z předběžných výsledků ze sčítání lidu v roce 2011 vyplývá, že od roku 2001 přibylo 126 319 domácností, které vytápí svůj rodinný dům dřevem (ČSÚ 2012). Vzrůstající ceny uhlí, ropy i plynu rovněž napomáhají zájmu o biomasu. Na evropském i českém trhu začíná být navíc nedostatek dřevní biomasy. Postupně se rozšiřuje pěstování rychle rostoucích dřevin, neboť se právem očekává, že biomasa bude v budoucnosti žádanou surovinou.

Limitem pro využívání biomasy jsou jednak produkční možnosti a dopravní dostupnost. Pěstování biomasy k energetickým účelům je efektivní pouze v určité vzdálenosti od uvažovaného využití. Dalším limitem je i rozloha půdy, kterou lze pro záměrné pěstování biomasy k energetickým účelům využít. Na tuto skutečnost upozorňuje i aktualizovaná Státní energetická koncepce, kde se můžeme dočíst, že potenciál využívání biomasy je v ČR omezený a že její produkce zasahuje do zemědělské politiky (MPO 2011). Problematika biomasy i rychle rostoucích dřevin je v odborné veřejnosti dobře známá. Svědčí o tom i řada vědeckých prací, statí i popularizačních článků: ČÍŽKOVÁ *et al.* (2010), DZURENDA – ZOLIAK (2011), KOLONIČNÝ – HAASE (2011), LIBHARD (2010), PASTOREK (2004), SIMANOV (1995), VARGA – BARTKO (2010). Ekonomické zhodnocení pěstování rychle rostoucích dřevin však nebylo zatím uceleně zpracováno, resp. publikováno. V ČR jsou z pohledu energetického využití dominantními dřevinami rychle rostoucí topoly, které převládají nad vrbami v poměru 9:1. Na více než 70% plantáží se dokonce pěstují dva základní topolové klony J-104 a J-105 označované jako japonský topol. Jedná se o mezidruhové křížence domácího druhu *Populus nigra* L. (topol černý) a východoasijského druhu *Populus maximowiczii* (topol Maximovičův). V současnosti rozloha založených výmladkových plantáží v ČR představuje cca 250 hektarů, přičemž pro plantáže je typická velká hustota výsadby – až 10 000 ks·ha⁻¹. Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin se sklízí v krátkém obmětí, které se v našich podmínkách pohybuje mezi 2 až 6 lety.

Pokud bude dosažena předpokládaná životnost okolo 20 let, bude plantáž sklizena 4-8 krát (KOLONIČNÝ 2011). Dřevo vytěžené z energetických plantáží RRD je možné zpracovat na palivo různými způsoby. Poměrně levným způsobem se jeví jednoduché zpracování na palivové dříví. Vyššího zhodnocení materiálu lze dosáhnout výrobou topných briket či pelet, čímž se dosáhne i podstatného zmenšení objemu, a tedy i zvýšení hustoty hmoty a využitelné energie.

Cílem příspěvku je zhodnocení ekonomické efektivity pěstování topolu jakožto zajímavého energetického zdroje při zajišťování tepla v segmentu maloodběratelů.

METODIKA

Na pěstování rychle rostoucích topolů lze nahlížet prizmatem projektového managementu. V přípravě projektu je klíčové posouzení, zda je projekt ekonomicky životaschopný a je-li způsobilý přejít do realizační fáze. Přijetí rozhodnutí opírá manažer o výsledky řady studií a analýz. Ke zhodnocení pěstování topolů je možné využít metod ekonomického modelování.

Pro modelový příklad se předpokládá plocha topolové plantáže 1 ha a pesimistická varianta výsadby 6 500 rostlin. Pro zjednodušení se uvažuje s dvěma cílovými produkty, a to energetickou štěpkou (po třech letech) nebo palivovým dřevem (po pěti letech a více).

Výpočet výhřevnosti rostlinné biomasy se provádí na základě určeného spalného tepla a výsledků prvkového rozboru paliva. Metodika je upravena technickými normami ČSN 44 1352, resp. ČSN EN ISO 1716. U topolu se uvažuje s výhřevností $12,9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ při vlhkosti dřeva 20 %, resp. $12,3 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ při vlhkosti dřeva 25 %. U obou modelů pěstování byly kvantifikovány investiční a provozní náklady, resp. výdaje a příjmy. Je zřejmé, že konkrétní výše nákladů záleží na konkrétních podmínkách pěstování, proto je nezbytné tyto podmínky nejprve upřesnit. V prvních dvou letech se předpokládá přihnojování dusíkatým hnojivem, nasazení chemické ochrany proti škůdcům a odplevelování v řádku mezi rostlinami. V případě pěstování topolu na palivové dřevo se provádí dále „vyvětňování“. V prvním modelu sklizeň topolu zajistí kombajn na sklizeň kukuřice, který současně se sklízí topolu vytváří štěpku. Ve druhém modelu se topol sklízí pomocí motorové pily. Mezisklad není uvažován.

U daně z nemovitosti za nájem pozemku byl zvolen 2 % roční nárůst. U nákladů na sklizeň a dopravu štěpky či palivového dřeva se předpokládá roční nárůst ve výši 3,3 %. Finanční zabezpečení investičního projektu předpokládá půjčku, jejíž náklady jsou 10 % s dobou splácení 10 let. Při posuzování efektivity pěstování topolu byla uplatněna základní diskontní sazba 8%, variantně 1 % až 28 %.

Model uvažuje s pěti opakujícími se pěstebními cykly Japonského topolu a průměrnou vlhkostí jeho dřevní hmoty 50 %, což odpovídá mokré, tzv. „zelené“ štěpce. V případě štěpky je uvažováno s tříletým obmýtním cyklem. Výtěžnost v prvním cyklu je stanovena nižší než u cyklů následujících, což odpovídá zkušenostem z praxe. Proto se v prvním cyklu uvažuje s výtěžností 25 t/ha, v následujících třech cyklech 30 t/ha a v posledním cyklu $32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, tzn. za 15 let je výtěžnost štěpky $147 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což odpovídá výtěžnosti 29,4 t/ha u jednoho pěstebního cyklu. V případě pěstování topolu na palivové dřevo je výtěžnost v prvním cyklu $150 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ a v dalších cyklech $300 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Kromě kusového palivového dřeva se dodatečně získává energetická štěpka z větví stromů. V prvním cyklu se předpokládala výtěžnost $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a v dalších letech $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Při ekonomickém hodnocení nákladů a výnosů se uvažovalo s cenami roku 2010. V případě pěstování topolu na štěpku lze s příjmy počítat ve třetím, šestém, devátém, atd. roce cyklu. V roce 2010 se cena čerstvé, tzv. „zelené štěpky“ pohybovala v rozmezí 40–80 €·t⁻¹.

Podle údajů MPO, v materiálu „Ceny pevných paliv pro domácnosti“, lze od roku 1993 pozorovat jednoznačně rostoucí trend v cenách paliv, tedy i palivového dříví a štěpky. Při technicko-ekonomickém hodnocení pěstování topolu se uvažovalo s lineárním nárůstem ceny ve výši 4 % a výchozí cenou vypěstovaného palivového dřeva 23 €/prh a v případě štěpky se v modelu pracovalo z výchozí cenou 56 €·t⁻¹.

Ekonomický model byl vytvořen standardní metodikou (např. HUŠEK 1989; VLČEK 1999; FIALA 2008). V podstatě prvním krokem při ekonomickém modelování, pomíneme-li analýzu problému, je tvorba abstraktního modelu. Jelikož je ekonomické hodnocení založené na uplatnění dynamické metody čisté současné hodnoty (NPV), stal se vztah pro její výpočet (1) triviálním abstraktním modelem.

$$NPV = \left(\sum_{n=1}^N P_n \cdot \frac{1}{(1+i)^n} \right) - K \quad (1)$$

kde:

NPV – čistá současná hodnota (Net Present Value) [€]

P_n – peněžní příjem z investice [€]

n – jednotlivá léta životnosti

N – doba životnosti projektu [roky]

K – kapitálový výdaj [€]

i – diskontní sazba, resp. míra projektu

$$P_n = (1-t) \cdot VH + O \quad (2)$$

kde:

P_n – peněžní příjem z investice [€]

t – sazba pro daň z příjmů, resp. míra

VH – výsledek hospodaření [€]

O – odpisy dlouhodobého hmotného majetku [€]

i – diskontní sazba, resp. míra projektu

$$O = K \cdot o_s \quad (3)$$

kde:

K – kapitálový výdaj [€]

o_s – odpisová sazba [%]

Abychom pěstování topolu doporučili k realizaci investičního záměru, musí být $NPV > 0$. Platí, že čím vyšší dosažená hodnota NPV, tím je realizace projektu výhodnější. Uvažovaná doba pěstování topolu je 15, resp. 25 let. Simulační modelování bylo provedeno v prostředí tabulkového kalkulátoru MS Excel.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Úhrn nákladů, resp. výdajů spojených s pěstováním topolu za celou dobu jeho pěstování uvádí tabulka 1.

Tab. 1 Úhrn nákladů, resp. výdajů za celou dobu pěstování v €.
Tab. 1 Total cost for the entire growing period in €.

Finální produkt	štěpka	dřevo
Meziřádková kultivace - všechny cykly	1 080,0	1 800,0
Odplevelování v řádku - 1. a 2. rok každého cyklu	2 400,0	2 400,0
Chemická ochrana proti škůdcům - 1. a 2. rok každého cyklu	320,0	320,0
Přihnojování - 1. a 2. rok každého cyklu	800,0	800,0
Vizuální kontrola - všechny cykly	180,0	300,0
Nájem - všechny cykly	684,0	1 239,2
Daň z nemovitosti - všechny cykly	547,2	991,4
Výdaje na sklizeň - jen poslední rok cyklu	720,0	4 400,0
Doprava štěpka - jen poslední rok cyklu	156,0	184,8
Výdaje na likvidaci pařezů	400,0	400,0

Poněvadž uvažovaná doba pěstování topolu je 15, resp. 25 let, je simulační model vcelku rozsáhlý. Proto je zejména pro potřeby prezentace uveden v agregované podobě po jednotlivých pěstebních cyklech (tabulka. 2 a 4).

Tab. 2 Souhrnný ekonomický přehled po pěstebních cyklech za celou dobu pěstování při energetické štěpce v €.
Tab. 2 Economic overview for energy chips by growing cycles for the entire growing period in €.

Pěstební cyklus	1	2	3	4	5	Celkem
Provozní výnosy celkem	1 512,00	2 016,00	2 217,60	2 419,20	2 795,52	10 960,32
Provozní náklady celkem	2 057,90	2 061,12	1 965,97	1 567,96	1 834,56	9 487,52
Provozní VH (hrubý)	-545,90	-45,12	251,63	851,24	960,96	1 472,80
Daň z příjmu	0,00	0,00	0,00	92,13	265,10	357,24
Provozní VH (čistý)	-545,90	-45,12	251,63	759,11	695,86	1 115,57
Provozní CF	-187,62	380,76	677,51	901,07	695,86	2 467,57
NPV při i =8 %	-1 626,30	-1 482,05	-1 465,43	-909,38	-730,85	-730,85

Zajímavým se může jevit pokles provozních nákladů, neboť i přes modelované nárůsty nákladových položek, viz kapitola 2, dochází do druhého pěstebního cyklu k jejich poklesu. Tento pokles je způsoben postupným snižováním finančních nákladů (úroky z úvěru) v důsledku umožnění čerpaného úvěru.

Z tabulky 2 je patrné, že při 8 % diskontní sazbě je NPV < 0 a tudíž je pěstování japonského topolu na energetickou štěpku ekonomicky nevýhodné a jednalo by se o ztrátovou investici. Navíc je 8 % diskontní sazba uvažována u investičních projektů, které jsou spojeny s relativně nízkým rizikem.

Vytvořený ekonomický model lze pochopitelně využít k ekonomickým simulacím. Lze sledovat vliv změny cen vstupů, resp. výstupů na celkovou ekonomiku pěstování topolu. Ekonomickým experimentem lze tedy zjistit, při jaké výši diskontní sazby se NPV přiblíží k 0 a nalezneme se vnitřní výnosové procento. V prvním kroku jsme snižovali diskontní sazbu o 1 p.b. (tabulka 3).

Tab. 3 Simulační běhy při změně diskontní sazby při energické štěpce.
Tab. 3 NPV simualtion for energy chips at different interst rates.

Diskontní sazba	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
NPV	763	456	188	-47	-252	-433	-591

Pomocí interace bylo vnitřní výnosové procento nalezeno při diskontní sazbě 3,79 %. Vzhledem k rizikům spojeným s pěstováním topolu a aktuální výši úrokových sazeb u spořicíh účtů, které se pohybují kolem 1,5 % je zřejmé, že pěstování topolu na energickou štěpku nelze doporučit. Ekonomické hodnocení pěstování topolu na palivové dřevo naznačuje tabulka 4.

Tab. 4 Souhrnný ekonomický přehled po pěstebních cyklech za celou dobu pěstování při palivovém dřevě v €.

Tab. 4 Economic overview for fuel wood by growing cycles for the entire growing period in €.

Pěstební cyklus	1	2	3	4	5	Celkem
Provozní výnosy celkem	4 222	9 901	11 357	12 813	14 269	52 561,60
Provozní náklady celkem	3 629	3 422	2 487	2 529	2 968	15 035,68
Provozní VH (hrubý)	593	6 479	8 869	10 284	11 300	37 525,96
Daň z příjmu	107	1 166	1 596	1 851	2 034	6 754,67
Provozní VH (čistý)	486	5 313	7 273	8 433	9 266	30 771,29
Provozní CF	1 129	6 022	7 273	8 433	9 266	32 123,29
NPV při $i = 8 \%$	-900	1 694	3 871	15 132	16 429	16 429

Obdobně jako v případě energetické štěpky, je snižování provozních nákladů způsobeno snižováním finančních nákladů.

Z tabulky 4 můžeme usoudit, že pěstování palivového dřeva je již nesporně zajímavá investiční příležitost, neboť NPV nabývá od druhého pěstebního cyklu kladných hodnot. Je však otázkou, zda byla správně stanovena riziková prémie. Pro lepší získání představu a jistoty při případném investičním rozhodnutí se opět s touto sazbou experimentovalo. Tentokrát se v simulaci diskontní sazba postupně zvyšovala až na úroveň, kdy se NPV přiblížila k 0. Pro představu je v tabulce 5 uvedených 5 simulačních běhů. Diskontní sazba byla zvyšovaná postupně o 4 p.b.

Tab. 5 Simulační běhy při změně diskontní sazby při palivovém dřevě.

Tab. 5 NPV simualtion for wood fuel at different interst rates.

Diskontní sazba	12 %	16 %	20 %	24 %	28 %
NPV	8 474	4 191	1 793	402	-429

Pomocí interace se zpřesňovala hodnota diskontní sazby tak, až bylo nalezeno vnitřní výnosové procento. V případě pěstování topolu na palivové dřevo nabývá hodnoty 25,69 %.

Z provedené simulace je zřejmé, že pěstování topolu na dřevo poskytuje pěstiteli nejen zhodnocení investice, ale zároveň existuje rezerva v případě zvýšení diskontní sazby v důsledku navýšení rizikové prémie.

Z hlediska pěstitele se tedy jedná o zajímavou investiční příležitost. Je však otázkou, zda je tomu tak i z pohledu kupujícího. Proto pro úplnost nabízíme komparaci topolu s jinými druhy paliv, viz tabulka 6.

Tab. 6 Komparace pevných paliv.
Tab. 6 Comparison of solid fuels.

Číslo položky	Druh paliva	Výhřevnost (MJ/kg)	Průměrná cena paliva (€/t)	Vypočtená cena energie (€/GJ)	Průměrná účinnost kotlů u uvedeného paliva (%)	Cena energie při uvedené účinnosti (€/GJ)
1	Černé uhlí OKD	23,1	204	8,83	80	11,04
2	Hnědé uhlí Most	19,9	108	5,43	80	6,78
3	Koks OKD	27,5	331	12,03	80	15,04
4	Dřevní štěpka - nakupovaná	14,3	56	3,92	80	4,90
5	Palivové dřevo	14,3	110	7,69	75	10,26
6	Pelety rostlinné	16,5	140	8,48	90	9,43
7	Palivové dřevo- topol – vypěstované	12,9	85	6,57	75	8,76
8	Štěpka – topol – vypěstovaná	12,9	63	4,88	80	6,10

Z tabulky 6 je patrné, že v současnosti se topol z pohledu uživatele jeví jako cenově zajímavý zdroj tepla. Ze srovnávaných paliv je štěpka - topol s 6,10 €/GJ druhá nejvýhodnější a palivové dřevo – topol je s 8,76 €/GJ na místě čtvrtém.

ZÁVĚR

Ekonomické zhodnocení pěstování topolu ukázalo, že v případě delšího pěstebního modelu se jedná o investiční příležitost poskytující budoucím pěstitelům zajímavé zhodnocení investice a rovněž i určitou ochranu před případnou vyšší rizikovou premií diskontní sazby. Oproti tomu pěstování topolu na energetickou štěpku nelze pěstitelům doporučit, protože při ekonomickém hodnocení dosáhla při 8 % diskontní sazbě NPV zápornou hodnotu. Vnitřní výnosové procento je pak ve výši 1,5 %, což nenabízí budoucím pěstitelům relevantní zhodnocení investice, zvláště uvědomíme-li si rizika spojených s touto aktivitou.

I z pohledu uživatele se jeví analyzované klony topolu jako zajímavý zdroj tepla. Pěstování topolu má rovněž kladný celospolečenský dopad, protože při pěstování vznikají externality. Obdobně jako u jiných dřevin plní porosty rychle rostoucích dřevin řadu funkcí: (1) zlepšují tepelný a vlhkostní režim prostředí; (2) produkují kyslík a snižují obsah CO₂ v atmosféře; (3) filtrují přízemní vrstvy vzduchu; (4) snižují prašnost a hlučnost.

Je však pochopitelné, že vzhledem k omezeným zdrojům zemědělské půdy nelze pěstovat japonský topol na velkých výměrách. Docházelo by totiž k negativnímu vlivu na zemědělskou politiku státu. Proto je nezbytné, aby k podpoře pěstování topolu, ale i jiné biomasy přistupovaly příslušné orgány zodpovědně a seriózně. Nemůžeme totiž předpokládat, že v podmínkách ČR se biomasa, resp. OZE stane hlavním energetickým zdrojem. Význam biomasy, a tedy i japonského topolu je spíše v „lokální energetice“ municipalit a domácností. I když tato skutečnost bude zřejmě mnohým ekologickým aktivistům znít nelibě, energetická bezpečnost ČR jako celku se zatím neobejde zejména bez fosilních paliv a jaderné energetiky. Tento fakt však neznamená, že bychom neměli podporovat OZE a hledat alternativy ke konvenčním energetickým zdrojům a cestu k trvale udržitelné společnosti. Je však otázkou, za jakou cenu. Hledání odpovědi na ni však nebylo účelem tohoto článku. Uplatnění ekonomických OZE v podobě pěstování japonského topolu pro tyto účely je však bezpochyby výzvou do budoucna.

LITERATURA

- Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009–2011. [online] c2009. [cit.2012-01-25]. Dostupný z WWW: <http://biom.cz/upload/93a6e8e6b11e93816bea14d0c95745a2/AP_biomasa_09_01.pdf>.
- Aktualizace státní energetické koncepce České republiky : Praha, únor 2010. [online] c2010 [cit.2011-12-20]. Dostupný z WWW: <download.mpo.cz/get/26650/46323/556505/priloha001.pdf>.
- Ceny paliv a energií. [online]. [cit.2012-02-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie>>
- Ceny pevných paliv pro domácnosti. [online]. MPO ČR, c2011 [cit.2011-12-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.mpo.cz/dokument83144.html>>.
- COOK, J.; BEYEA, J. 2000. Bioenergy in the United States : progress and possibilities. Biomass and Bioenergy. [online]. Elsevier Inc., 18(6): 441–455, c2000. Dostupný z WWW: <http://cipi.com/PDF/cook2000_no_ocr.pdf>.
- ČÍŽKOVÁ, L. – ČÍŽEK, V. – BAJAJOVÁ, H. 2010. Growth of hybrid poplars in silviculture at the age of 6 years. Journal of Forest Science, 56(10): 451–460.
- ČSÚ. 2012. Předběžné výsledky Sčítání lidu, domů a bytů 2011, Česká republika. [online] Praha : ČSÚ., c2012. [cit.2012-02-2]. Dostupný z WWW: <[http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/t/950049F8F7/\\$File/pvcr.pdf](http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/t/950049F8F7/$File/pvcr.pdf)>.
- DZURENDA, L. – ZOLIAK, M. 2011. Chemické zloženie horľaviny energetickej štiepky z dendromasy plantážnický pestovanej dreviny *Populus* klon *Max 5*. Acta Facultatis xylologiae Zvolen, 53(1): 87–92.
- FIALA, P. 2008. Modely a rozhodování. Praha : VŠE v Praze, Nakladatelství Oeconomica, 2008. 292 s. ISBN 978-80-245-1345-4.
- FISCHER, M., *et al.* 2011. Biomass productivity and water use relation in short rotation poplar coppice (*Populus nigra* x *p. maximowiczii*) in the conditions of czech moravian highlands. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis [online]. Mendelova univerzita v Brně, 2011, LIX(6): 141–152,. Dostupný z WWW: <http://www.mendelu.cz/cz/veda_vyzkum/acta/ac611>
- HANOUSEK, M. 2001. Topíme dřevem. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2001. 80 s. ISBN 80-247-0082-4.
- HUŠEK, R., MAŇAS, M. 1989. Matematické modely v ekonomii. 1. vydání. Praha : SNTL, 1989. 402 s.
- Investice a japonský topol. [online]. [cit.2011-12-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.japonsky-topol.info/investice-a-japonsky-topol/>>
- JANDAČKA, J., MALCHO, M. 2007. Biomasa ako zdroj energie. [online] Žilina : Vydavateľstvo Juraj Štefán–GEORG, 2007. [cit.2012-02-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.biomasa-info.sk/docs/PriruckaBiomasaZdrojEnergie.pdf>>. ISBN: 9788096916146.
- KLASS, D. L. 1998. Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals. [online] Elsevier Inc., c1998. [cit.2012-01-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780124109506>>. ISBN: 978-0-12-410950-6.
- KOLONIČNÝ, J., HAASE, V. 2011. Využití rostlinné biomasy v energetice : V rámci projektu „Podpora lokálního vytápění biomasou“ [online]. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava Výzkumné energetické centrum, c2011. [cit.2012-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/bioen.pdf>>. ISBN 978-80-248-2541-0.
- KUSALA, J. 2005. Hrátky s obnovitelnými zdroji. 1. vyd. Praha : ČEZ, 2005. 36 s. ISBN 80-239-9687-8.
- KUTIL, A. 2001 Ekonomické podmínky využívání energetické biomasy. c2001 [online]. [cit.2011-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomicke-podminky-vyuzivani-energeticke-biomasy>>
- LIBHARD, P. 2010. Energieholz im Kurzumtrieb Rohstoff der Zukunft. Grac-Stuttgart: Leopold Stocker Verlag, 123 s.

MPO. 2011. Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů za rok 2010. [online] MPO ČR, c2011. <<http://www.mpo.cz/cz/energetika-a-suroviny/obnovitelne-druhotne-zdroje-energie/>>.

PASTOREK, Z. 2004. Biomasa. 1. vyd. Praha : FCC Public s.r.o., 2004. 288 s. ISBN 80-86534-06-5. Sdělení komise Akční plán pro biomasu {SEK(2005) 1573}[online]. c2005 [cit.2011-12-03]. Dostupný z WWW:

<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0628:FIN:CS:PDF>>

TZB-INFO.2012. <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-drevni-stepky>

SIMANOV, V. 1995. Energetické využívání dříví. Olomouc : Terapolis, 98 s.

VARGA, L. – BARTKO, M. 2010. Selekcia topoľov pre energetické porasty. In.: Integrovaná logistika pri produkcii a využití. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene. s. 209–213.

VLČEK, D., CHUCHRO, J. 1999. Modely a modelování. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1999. 207 s. ISBN: 80-7078-621-3.

Wind energy and EU climate policy : Achieving 30% lower emissions by 2020 : A report by the European Wind Energy Association - October 2011 [online]. c2011 [cit.2012-01-25]. Dostupný z WWW:

http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/20110909_Clima teReport.pdf

Adresy autorů:

doc. Michal Vaněk, Ph.D.

VŠB-TU Ostrava

17.listopadu15/2172

708 33 Ostrava – Poruba

Česká republika

michal.vanek@vsb.cz

doc. Ing. Hubert Paluš, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene

Drevárska fakulta

T. G. Masaryka 24

960 53 Zvolen

Slovenská republika

palus@tuzvo.sk

Ing. Oldrich Vlach, Ph.D.

VŠB-TU Ostrava

17.listopadu15/2172

708 33 Ostrava – Poruba

Česká republika

oldrich.vlach@vsb.cz

Ing. Jana Magnusková, Ph.D.

VŠB-TU Ostrava

17.listopadu15/2172

708 33 Ostrava – Poruba

Česká republika

jana.magnuskova@vsb.cz

Ing. Jana Bartoňová
VŠB-TU Ostrava
17.listopadu15/2172
708 33 Ostrava – Poruba
Česká republika
jana.bartonova@vsb.cz