

## Estimate of economic impacts of climate change upon Czech forestry

L. ŠIŠÁK, K. PULKRAB

*Czech University of Agriculture, Faculty of Forestry, Prague, Czech Republic*

**ABSTRACT:** From the economic point of view the issue is comprehensive namely for its long-term character. At present, there is little experience in complexly understood economic calculations concerning the effect of climate change on forest management. Therefore a new methodology had to be proposed to solve the assigned task, i.e. to analyse the results of research on the effect of climate change on forest management. The issue is closely related to changes in production characteristics of commercial species, i.e. site quality and species composition or health conditions and rotation period of each species and stand. In this case it concerns with a higher proportion of deciduous species at the expense of conifers, namely spruce. This issue also includes the question of further afforestation of non-forest agricultural land, that means the question of land delimitation between agriculture and forestry.

**Keywords:** forestry; climate change; economic and environmental risks; environmental changes; economic impacts; social economic effect

Based on available information the issue of the economic impact of climate change upon forestry has not been solved complexly so far. There only exist analyses dealing with biological, production, and silvicultural questions or with issues dealing with fulfilment of functions or services to the society under changing conditions. This paper is the first attempt to express socio-economic consequences of a possible climate change in a more complex way.

Required both by theoretical and practical aspects it would be necessary to propose a new methodology to be applied to estimate the economic impact of climate change upon forestry. The issue is closely related to changes in species composition, health conditions, and rotation period of each stand and species. In our case it concerns changes in species composition that approaches a more natural one and that is environmentally more stable, with higher representation of deciduous species at the expense of coniferous ones – namely spruce. The issue also involves the question of further afforestation of non-forest agricultural land, i.e. the question of land delimitation between agriculture and forestry.

From the economic view the issue is complex because it covers a long time period. Economic impacts can be expected particularly in the change in wood production sale (combination of both quality and quantity changes) and in cost change following from the change in species composition. Such economic assessment of climatic change is based on forest evolution scenarios. They are not however definite and also depend on other than climatic factors, e.g. on anthropogenically conditioned (JANOUSŠ et al. 1999)

ones. The threat to Czech forests by a climate change was described by VINŠ et al. (1996):

1. Difference in forest species composition from the natural one caused by forest management in the historical period with representation of production taxa outside the territory of their original occurrence and on the fringe of their ecological amplitude.
2. A high ratio of forest stands cultivated in monocultures with lowered stability and increased vulnerability by diseases, pests, and abiotic factors.
3. Persisting ambient pollution by industrial products, transport, and intensive agriculture.

For the purpose of preventive measures minimising environmental and economic risks arising from environmental changes including the global climate change it is necessary to implement gradual transformation of the present species composition of forest stands, to use a shelterwood system with higher ratio of natural regeneration, to tend young stands properly in view of their stability and production, to apply principles of forest integrated protection and harmful agent control, to use environmentally friendly technologies especially for logging and transport, to strengthen environmental forest functions in public interest.

The adaptation of forest ecosystems to climate change will bring about increased economic requirements exceeding common capacities of forest management. Therefore it will be necessary to grant payments and subsidies in public interest to forest owners, managers, or lessees so that the concerned changes in forest ecosystems will be ensured.

## METHODOLOGY

In general, there is hardly any knowledge of complexly understood economic calculations concerning the impact of climate change on forest management. There is no available information on a project dealing with the issue in any significant research institution in the Czech Republic. In Slovakia, the first steps to assess the economic effect of climate change upon forestry were taken in a paper of HOLÉCY et al. (2000). These authors carried out an economic risk analysis of climate change impacts on Slovak forests based on parameters that they considered economically interpretable. They assumed the stumpage price at given time horizons to be such a parameter.

The project solution can partly follow up with studies solved in recent years although for other purposes they dealt with similar wider issues like economic impacts of near-natural forest management on forestry. In this context some papers and publications elaborated at the Forestry Faculty of Czech University of Agriculture in Prague could be mentioned while the issue has not been solved elsewhere:

- Assessment of economic impacts of Territorial Systems of Ecological Stability on Forestry in the Czech Republic (ŠIŠÁK et al. 1998, 1999a,b; ŠIŠÁK, ZDRAŽIL 2000),
- Economic assessment of forest conversion to near-natural forests (ŠIŠÁK 1999),
- Assessment of socio-economic damage to forests caused by anthropogenic factors (ŠIŠÁK, PULKRAB 1999),
- Assessment of impacts of species composition changes on the economics of Training Forest Enterprise at Kostelec nad Černými lesy, case study (PULKRAB et al. 1997),
- Analyses of economic impacts of agricultural land afforestation (PULKRAB et al. 1998).

The methodology of estimating economic consequences of climate change impacts upon forest management in selected Czech regions stems from available materials dealing with climate change and its possible consequences for forests. Solution to the problem is based on acquired information concerning principal economic recommendations for target management complexes and current stand types processed within the solved project.

Basically, a stable fairly high ratio of artificial regeneration can be assumed compared with the natural one though in single species the ratio of natural regeneration will increase in future as a result of economic pressure. Within the forecasted time period by 2050 the increase in spruce and beech natural regeneration can be expected to reach a maximum possible value of about 30%. If the ratio of species like beech, oak or fir increases whose regeneration costs are significantly higher than those of spruce or pine, the costs will grow. The higher regeneration cost expected for changes in species composition caused by a climate change is eliminated to a certain extent by the present planting of ameliorating and improving species

(AIS). Further changes will be reflected in costs of tending measures following from different costs of tending of conifers and deciduous species. Changes in wood sales will show much later, after 4 decennia following the species composition change in regeneration.

Additional costs of providing environmental non-production services are not considered for the period of prognoses contrary to the present state as scenarios do not expect any extreme threat to them. With expected expansion of forested area the measure of their providing and so also their socio-economic importance would increase. If it were necessary to include into calculations not only losses from fulfilment of forest production functions but also increased importance of the forest following from a higher fulfilment of non-production forest functions, it would be necessary to consider adequate evaluation of the function importance. Such evaluation has been very difficult so far, not only in this country but also throughout the world, and the issue has not been satisfactorily solved either theoretically or practically though the attempts to solve the questions and evaluation of those forest functions have been considerably frequent.

Basically it would be necessary to express the socio-economic importance of non-production forest functions in relation with their differentiated socio-economic effect in the society. That means to evaluate functions with mediated market effect within a framework set as mentioned above (non-production functions and protection functions – involving also the nowadays very frequented carbon binding function) and functions with non-market effect either on the basis of so called preference access (the most spread in the world) – subjective values, customers surplus, willingness-to-pay, or on the basis of expertise comparison approach more suitable to our current socio-economic and socio-historical conditions in the Czech Republic.

### **Selected estimation identifiers of climate change effect upon forest management**

A climate change that will manifest in forest ecosystems and forest management can be ascertained to have socio-economic effects on the whole economy and society, particularly on social economic stability and development of rural regions. Such socio-economic effects on the society and national economy can be calculated at the level of the total average value increment (TAVI) expressed in market prices. Another, rather narrower, indicator expresses average value exploitable increment (AVEI) – in market prices again. However, calculations for forest management or as the case may be for forest owners, lessees and managers have to be performed a different way pursuant to their accounting system. All the above mentioned subjects express their economic effect basically by the average annual net income – a difference between sales and costs. By and large it represents average annual gross profit from forest production (AAGPPF).

At the first stage economic indicators of forest management were calculated for major species spruce (SP)

Table 1. Economic indicators of forest management for SP – FAZ 2

Species	SP
Number of plants	4,000
Ratio of natural regeneration	30%
Rotation period	100
Site quality index/ASSI	5/26
Operation	Thousand CZK/ha
Total prime costs of	
– established culture and juvenile thinning	113.5
– logging (PAF)	45.0
– logging (PHF)	72.3
Total prime costs	230.8
Wood sales (PAF)	70.0
Wood sales (PHF)	996.1
AVEI	10.0
TAVI	10.7
FPGP	835.3
FPAAGP	8.4

and beech (BE) according to average stand site index (ASSI) at the level of the whole Czech Republic and in the experimental area of Drahanská vrchovina highlands. Consequently, the indicators were calculated for forest altitudinal zones (FAZ) 2–5 that are forecasted by scenarios to encounter the greatest deal of shift following from the considered climate change. Based on data for fertile series B in the case of spruce the following ASSI correspond to the respective FAZ: 2<sup>nd</sup> FAZ ASSI 26, 3<sup>rd</sup> FAZ ASSI 28, 4<sup>th</sup> FAZ ASSI 30 and 5<sup>th</sup> FAZ ASSI 32. In beech 2<sup>nd</sup> FAZ ASSI 26, 3<sup>rd</sup> FAZ to 5<sup>th</sup> FAZ ASSI 28.

The unit values of mentioned indicators stem from current average cost-benefit ratios in the Czech Republic. Therefore so called fixed unit prices (costs) of production operations – outputs in the baseline examined period are considered as well as unit prices of outputs, i.e. produce. As concerns the types and unit volumes of production operations in technical units the following were considered: 30% natural regeneration in spruce and beech, planting material 4,000 spruce plants per hectare and 9,000 beech plants per hectare, 100-year rotation period of spruce stands and 120-year rotation of beech stands. Present

Table 2. Economic indicators of forest management for SP – FAZ 3

Number of plants	4,000
Ratio of natural regeneration	30%
Rotation period	100
Site quality index/ASSI	4/28
Operation	Thousand CZK/ha
Total prime costs of	
– established culture and juvenile thinning	113.5
– logging (PAF)	50.0
– logging (PHF)	65.0
Total prime costs	228.5
Wood sales (PAF)	110.0
Wood sales (PHF)	1,157.8
AVEI	11.6
TAVI	12.7
FPGP	1,039.3
FPAAGP	10.4

Table 3. Economic indicators of forest management for SP – FAZ 4

Number of plants	4,000
Ratio of natural regeneration	30%
Rotation period	100
Site quality index/ASSI	3/30
Operation	Thousand CZK/ha
Total prime costs of	
– established culture and juvenile thinning	113.5
– logging (PAF)	50.0
– logging (PHF)	66.5
Total prime costs	230.0
Wood sales (PAF)	110.0
Wood sales (PHF)	1,276.8
AVEI	12.8
TAVI	13.9
FPGP	1,156.8
FPAAGP	11.6

labour consumption standards were used for prevailing technologies as forecasted in harvesting and cultivation operations.

In order to estimate production Growth and Taxation Tables for major species for current forest stands in the Czech Republic (ČERNÝ et al. 1996) were used, which can be considered sufficient for relative calculations of climate change impacts on forest management. In case the predicted values presented in the tables were used, a problem may arise because they are quite questionable and they predict production regardless of the climate change generally by 50% higher than the present production.

## RESULTS

Tables 1–6 show (forecast) the following unit economic indicators of forest management for the concerned time period for spruce and beech classified by forest altitudinal zones (FAZ) and their average stand site index related to 1 hectare of stand area:

- Total prime costs of:
  - established culture and juvenile thinning,
  - logging (planned advance felling – PAF),
  - logging (planned harvest felling – PHF);
- Total prime costs.

Table 4. Economic indicators of forest management for SP – FAZ 5

Number of plants	4,000
Ratio of natural regeneration	30%
Rotation period	100
Site quality index/ASSI	2/32
Operation	Thousand CZK/ha
Total prime costs of	
– established culture and juvenile thinning	113.5
– logging (PAF)	85.0
– logging (PHF)	72.6
Total prime costs	271.1
Wood sales (PAF)	200.0
Wood sales (PHF)	1,431.2
AVEI	14.3
TAVI	16.3
FPGP	1,360.1
FPAAGP	13.6

Table 5. Economic indicators of forest management for BE – FAZ 2

Number of plants	9,000
Ratio of natural regeneration	30%
Rotation period	120
Site quality index/ASSI	5/26
Operation	Thousand CZK/ha
Total prime costs of	
– established culture and juvenile thinning	233.3
– logging (PAF)	35.0
– logging (PHF)	59.0
Total prime costs	327.3
Wood sales (PAF)	70.0
Wood sales (PHF)	1,144.5
AVEI	9.5
TAVI	10.1
FPGP	887.2
FPAAGP	7.4

- Wood sales (PAF).
- Wood sales (PHF).
- Average value exploitable increment (AVEI).
- Total average value increment (TAVI).
- Forest production gross profit (net income) per rotation period (FPGP).
- Forest production average annual gross profit (net income) (FPAAGP).

Final summarising results are presented in two following Tables 7 and 8. We can say from the data in Table 7 if the climate change causes a shift of the 3<sup>rd</sup> FAZ to the 2<sup>nd</sup> FAZ, the average annual economic loss in TAVI (Total

Average Value Increment) will amount to 2.0 thousand CZK per hectare, if the 4<sup>th</sup> FAZ shifts to the 3<sup>rd</sup> one, the annual loss will amount to 1.2 thousand CZK per hectare, and if the 5<sup>th</sup> FAZ shifts to the 4<sup>th</sup> one, the loss will be 2.4 thousand CZK. From the viewpoint of forest owners, managers and lessees, the loss is expressed using FPGP (Forest Production Gross Profit): in the case of shift of the 3<sup>rd</sup> FAZ to the 2<sup>nd</sup> FAZ the loss is 2.0 thousand CZK per hectare, in the case of shift of the 4<sup>th</sup> FAZ to the 3<sup>rd</sup> FAZ annual loss is 1.2 thousand CZK per hectare and in the case of shift from the 5<sup>th</sup> FAZ to the 4<sup>th</sup> FAZ the loss is 2.0 thousand CZK per hectare.

Table 6. Economic indicators of forest management for BE – FAZ 3–5

Number of plants	9,000
Ratio of natural regeneration	30%
Rotation period	120
Site quality index/ASSI	4/28
Operation	Thousand CZK/ha
Total prime costs of	
– established culture and juvenile thinning	233.3
– logging (PAF)	40.0
– logging (PHF)	65.0
Total prime costs	338.3
Wood sales (PAF)	90.0
Wood sales (PHF)	1,246.9
AVEI	10.4
TAVI	11.1
FPGP	998.6
FPAAGP	8.3

Table 7. Average annual socio-economic effect of climate change in spruce stands when the FAZ shifts (in thousand CZK per hectare)

Shift in FAZ	Index	Current FAZ		
		3.	4.	5.
2.	TAVI	-2.0	-3.2	-5.6
	AVEI	-1.6	-2.8	-4.3
	FPAAGP	-2.0	-3.2	-5.2
3.	TAVI		-1.2	-3.6
	AVEI		-1.2	-2.7
	FPAAGP		-1.2	-3.2
4.	TAVI			-2.4
	AVEI			-1.5
	FPAAGP			-2.0

In beech the loss occurs only for the shift from the 3<sup>rd</sup> FAZ, 4<sup>th</sup> FAZ and 5<sup>th</sup> FAZ to the 2<sup>nd</sup> FAZ and the loss in the total average value increment is 1.0 thousand CZK per hectare and the loss in the forest production annual gross profit is 0.9 thousand CZK per hectare. In the case of other shifts between the 3<sup>rd</sup> FAZ, 4<sup>th</sup> FAZ and 5<sup>th</sup> FAZ no substantial loss is expected.

However, we also have to consider a loss to follow the change in species within FAZ. An important loss may be caused particularly by the substitution of spruce by beech in the present FAZ (Table 8).

The data in Table 8 indicate if the climate change causes a species substitution within the respective FAZ, an important economic loss will also arise. For example if spruce is substituted by beech in the 2<sup>nd</sup> FAZ (at appropriate sites), each hectare of spruce-to-beech substitution will represent annual loss 0.6 thousand CZK per hectare in the total average value increment, annual loss 1.0 thousand CZK per hectare in gross profit. However, in the 5<sup>th</sup> FAZ the annual loss of the total average value increment arising from such substitution would amount to 5.2 thousand CZK and the annual loss of gross profit to 5.3 thousand CZK.

## CONCLUSIONS

From the economic point of view the issue is rather complex especially for its long-term character. As follows from the analysed materials the effect of the change will manifest itself in the change of species composition and in the change of forest stand health, in changes of rotation period and silvicultural interventions. Economic consequences can be expected particularly in the change in wood sales (in combination with the change in quality and quantity) and in the change in costs following from the change in species composition. Apart from this the scenarios of climate change effect on technological and biological parameters of forest stands feature uncertainty and ambiguity.

At present, there is little experience in complexly understood economic calculations concerning the effect of climate change on forest management. Therefore new methodology had to be proposed to solve the assigned task, i.e. to analyse the results of research on climate change effect on forest management. The issue is closely related to changes in production characteristics of com-

Table 8. Average annual socio-economic effect of climate change in the substitution of spruce by beech in the respective FAZ (thousand CZK per hectare)

BE – FAZ	Index	SP – FAZ			
		2.	3.	4.	5.
2.	TAVI	-0.6			
	FPAAGP	-1.0			
3	TAVI		-1.6		
	FPAAGP		-2.1		
4.	TAVI			-2.8	
	FPAAGP			-3.3	
5.	TAVI				-5.2
	FPAAGP				-5.3

mercial species, i.e. site quality and species composition or health conditions and rotation period of each species and stand. In this case it concerns with a higher ratio of deciduous species at the expense of conifers, namely spruce. This issue also includes the problem of further afforestation of non-forest agricultural land, that means the problem of land delimitation between agriculture and forestry.

The solution of the problem can possibly make use of some studies aimed at other purposes. We can state our study is the first attempt to estimate economic effects of climate change on forest management in the Czech Republic. The informative value of the determined data is connected with the volume and scope of work done in dependence on the available financial sources. The applied approaches and methods should be analysed, improved and amended as well as the used baseline data within the framework of further research.

### References

- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z., 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Příloha č. 3 vyhlášky MZe č. 84/1996 Sb. Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o., Jíloviště u Prahy.
- HOLÉCY J., MINĎÁŠ J., ŠKVARENINA J., 2000. Ekonomická analýza rizika dopadu očekávaných klimatických změn na lesy Slovenska. In: Tvorba a meranie hodnoty lesa. Zbor. z medzinár. konf., Zvolen, TU: 31–39.
- JANOUSH D. et al., 1999. Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na sektor lesního hospodářství. [Dílčí zpráva.] Brno, Ústav ekologie krajiny AV ČR: 21.
- PULKRAB K. et al., 1997. Dopady změn druhové skladby na hospodaření Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy. [Závěrečná zpráva.] Grant ČZU v Praze: 22.
- PULKRAB K., ŠIŠÁK L., REJFEK F., ROČEK I., BLUĐOVSKÝ Z., 1998. Analýza ekonomických dopadů zalesňování zemědělských půd. [Závěrečná zpráva projektu NAZV č. EP 7132.] Praha, ČZU, LF: 139.
- ŠIŠÁK L., 1999. Způsoby ekonomického hodnocení procesů převodu lesů na lesy přírodě blízké. Sbor. ze sem. Vybrané problémy ochrany přírody a krajiny s ohledem na Český kras. Správa CHKO Český kras a ČAZV Komise pro mimoprodukční funkce lesa, Karlštejn, prosinec 1999: 15–24.
- ŠIŠÁK L., PULKRAB K., 1999. Kvantifikace škod na lesních porostech. Ekonomické nástroje pro trvale udržitelný rozvoj České republiky. Svazek 20. Praha, Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy: 91.
- ŠIŠÁK L., PULKRAB K., NOVÁKOVÁ E., ZDRAŽIL V., KALIVODA V., 1998. Ekonomický dopad územních systémů ekologické stability na vlastníky lesa. [Výzkumná zpráva.] Praha, MZe, ČZU, LF: 68.
- ŠIŠÁK L., PULKRAB K., NOVÁKOVÁ E., ZDRAŽIL V., KAŠPAROVÁ I., KOPECKÝ M., 1999. Vliv územních systémů ekologické stability krajiny na ekonomiku lesních majetků. [Výzkumná zpráva.] ČZU, LF pro MZe: 57.
- ŠIŠÁK L., PULKRAB K., NOVÁKOVÁ E., ZDRAŽIL V., KAŠPAROVÁ I., KOPECKÝ M., LIPSKÝ Z., 1999. Analýza ekonomických důsledků územních systémů ekologické stability krajiny na lesy ve vybraném okrese Kutná Hora. [Výzkumná zpráva.] ČZU, LF pro MZe: 70.
- ŠIŠÁK L., ZDRAŽIL V., 2000. Ekonomické dopady územního systému ekologické stability na vlastníka lesa. Lesn. Práce, 79: 294–295.
- VINŠ B. et al., 1996. Dopady možné změny klimatu na lesy v České republice. Národní klimatický program. Praha, Český hydrometeorologický ústav: 135.

Received 1 October 2002

## Odhad ekonomických důsledků dopadů klimatické změny na lesní hospodářství v ČR

L. ŠIŠÁK, K. PULKRAB

Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, Praha, Česká republika

**ABSTRAKT:** Je třeba uvést, že z ekonomického pohledu je řešená problematika velmi složitá zejména pro její dlouhodobost. V současné době u nás nejsou zkušenosti s komplexněji chápanými ekonomickými kalkulacemi, týkajícími se vlivu klimatické změny na ekonomiku lesního hospodářství. Bylo proto nutné navrhnout z teoretického i praktického hlediska nově metodiku, prostřednictvím níž by mohl být řešen zadaný úkol zhodnotit výsledky výzkumu dopadů klimatické změny na ekonomiku lesního hospodářství. Jedná se o problém úzce spojený především se změnami produkčních charakteristik jednotlivých hlavních dřevin, tj. bonit, a dřevinné skladby, případně se zdravotním stavem a obmětím jednotlivých dřevin a porostů. V daném případě jde o změny v zastoupení dřevin, které se blíží více přirozenému stavu a je ekologicky stabilnější, s vyšším zastoupením listnáčů na úkor jehličnanů – především smrku. Součástí těchto problémů je i otázka dalšího zalesňování nelesních – zemědělských – půd, tj. otázka delimitace půdy mezi zemědělstvím a lesnictvím.

**Klíčová slova:** lesní hospodářství; klimatická změna; ekonomické a environmentální riziko; environmentální změny; ekonomické dopady; sociálně ekonomický efekt

Podle dostupných informací nebyl u nás dosud problém vlastního ekonomického dopadu klimatické změny na lesní hospodářství v minulosti komplexněji řešen. Existují pouze řešení, zabývající se především biologickými, produkčními a pěstebními otázkami, případně problémy plnění funkcí či služeb lesa společností v měnících se podmínkách. Jedná se o první pokus vyjádřit komplexnější sociálně ekonomické důsledky případné klimatické změny.

Z teoretického i praktického hlediska bylo nutné navrhnout nově metodiku, prostřednictvím níž by bylo možné odhadnout ekonomický dopad klimatické změny na lesní hospodářství. Jedná se o problém úzce spojený především se změnami dřevinné skladby, zdravotního stavu a obměny jednotlivých dřevin a porostů. V daném případě jde o změny v zastoupení dřevin, které se blíží více přirozenému stavu a je ekologicky stabilnější, s vyšším zastoupením listnáčů na úkor jehličnanů (především smrku). Součástí těchto problémů je i otázka dalšího zalesňování nelesních (zemědělských) půd, tj. otázka delimitace půdy mezi zemědělstvím a lesnictvím.

Z ekonomického pohledu jde o problematiku složitou zejména pro její dlouhodobost. Ekonomické důsledky lze očekávat zejména ve změně příjmů z produkce dříví (v kombinaci ze změny kvality a kvantity) a ve změně nákladů, plynoucí zejména ze změny druhové skladby. Základem pro ekonomické hodnocení dopadů klimatické změny jsou scénáře vývoje lesů. Ty stále nejsou jednoznačné a závisejí na různých faktorech – nejen vlastních klimatických, ale rovněž ve výrazné míře na antropogenně podmíněných (JANOUSŠ et al. 1999).

Pro řešení úkolu bylo možné do určité míry částečně využít prací, které u nás byly v podstatě řešeny v posledních letech v souvislosti s jinými účely, pojednávaly však o širších obdobných problémech, týkajících se ekonomických dopadů přírodě blízkého hospodaření v lesích na lesní hospodářství. V tomto směru bylo možné využít zkušeností z prací a publikací, zpracovávaných na Lesnické fakultě České zemědělské univerzity v Praze. Ostatní pracoviště dané problémy neřešila. Jednalo se o následující problematiku:

- hodnocení ekonomického dopadu územních systémů ekologické stability na lesní hospodářství u nás (ŠIŠÁK et al. 1998, 1999a,b; ŠIŠÁK, ZDRAŽIL 2000),
- ekonomického hodnocení procesů převodu lesů na lesy přírodě blízké (ŠIŠÁK 1999),
- hodnocení sociálně ekonomických škod na lesích způsobených antropogenními faktory (ŠIŠÁK, PULKRAB 1999),
- dopadů změn druhové skladby na hospodaření Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy – případová studie (PULKRAB et al. 1997),
- analýzy ekonomických dopadů zalesňování zemědělských půd (PULKRAB et al. 1998).

Lze konstatovat, že klimatická změna, která se projeví v lesních ekosystémech a lesním hospodářství, může mít sociálně ekonomické důsledky pro celou ekonomiku a společnost, zejména pro sociálně ekonomickou stabilitu

a rozvoj venkovských oblastí. Takové sociálně ekonomické důsledky pro společnost a národní ekonomiku lze kalkulovat na úrovni celkového hodnotového průměrného přírůstu (CPPH) vyjádřeného v tržních cenách. Jiným ukazatelem, poněkud užším, je vyjádření hodnotového průměrného mýtního přírůstu (PMPH) – opět v tržních cenách. Jinak je třeba kalkulovat ekonomické důsledky pro samotné lesní hospodářství, případně pro majitele, nájemce nebo správce lesů. Ekonomické důsledky pro vlastní lesní hospodářství, majitele, nájemce a správce lesů vyjadřuje v podstatě ukazatel průměrného ročního čistého důchodu – rozdíl mezi výnosy (tržbami) a náklady. V základě jde o ukazatel průměrného ročního hrubého zisku z lesní výroby (HZLVr).

V první fázi řešení byly vyjádřeny ekonomické ukazatele lesního hospodářství pro hlavní posuzované dřeviny smrk (SM) a buk (BK) podle průměrných absolutních výškových bonit (AVB) na úrovni ČR, ale i sledovaného modelového území Dražanské vrchoviny. Následně byly uvedené ukazatele kalkulovány pro lesní vegetační stupně (LVS) 2–5, mezi nimiž dojde podle scénářů především k posunům v důsledku uvažované klimatické změny. Podle údajů pro živnou řadu (B) odpovídají v případě smrku příslušným LVS v širším průměru následující AVB: 2. LVS AVB 26, 3. LVS AVB 28, 4. LVS AVB 30 a 5. LVS AVB 32. U buku odpovídá 2. LVS AVB 26, 3. LVS až 5. LVS AVB 28.

Jednotkové hodnoty uvedených ukazatelů vycházejí ze současných průměrných nákladově výnosových poměrů ČR. Uvažuje se tedy s tzv. stálými jednotkovými cenami (náklady) výrobních operací – výkonů základního výchozího období, a rovněž s jednotkovými cenami výstupů, tj. produkce. Pokud jde o druhy a jednotkové objemy (množství) výrobních operací v technických jednotkách, vycházelo se pro smrk i buk z podílu 30% přirozené obnovy, s počty sadebního materiálu pro SM na úrovni 4 000 kusů/ha, pro BK 9 000 kusů/ha, ze 100leté obmětní doby pro SM a 120leté pro BK. Byly využity stávající normy spotřeby práce (výkonové normy) pro v průměru převažující prognózované technologie v pěstební a těžební činnosti.

Závěrečné souhrnné výsledky jsou uvedeny v tab. 7 a 8. Z údajů v tab. 7 např. vyplývá, že posune-li se v důsledku klimatické změny ve smrkových porostech 3. LVS na 2. LVS, dojde ke každoroční průměrné ekonomické ztrátě pro společnost na celkovém hodnotovém průměrném přírůstu SM ve výši 2,0 tis. Kč/ha, při posunu ze 4. LVS na 3. LVS dojde ke každoroční ztrátě 1,2 tis. Kč/ha a při posunu z 5. LVS na 4. LVS bude každoroční ztráta činit 2,4 tis. Kč/ha. V případě ztráty hrubého ročního zisku pro vlastníky, správce a majitele lesů dojde při posunu ze 3. LVS na 2. LVS ke každoroční ztrátě na úrovni 2,0 tis. Kč/ha, mezi 4. LVS a 3. LVS ke každoroční ztrátě 1,2 tis. Kč/ha a mezi 5. LVS a 4. LVS ke každoroční ztrátě 2,0 tis. Kč/ha.

Pokud jde o buk, pak dojde pouze ke ztrátě při posunu z 3. LVS, 4. LVS a 5. LVS na 2. LVS, a to tak, že ztráta na celkovém hodnotovém průměrném přírůstu se bude



ročně pohybovat na úrovni 1,0 tis. Kč/ha a ztráta hrubého ročního zisku bude činit 0,9 tis. Kč/ha. Při vzájemných posunech mezi 3. LVS, 4. LVS a 5. LVS nebude k podstatnějším ztrátám docházet.

Údaje v tab. 8 znamenají, že dojde-li v důsledku klimatické změny k záměně dřevin v příslušném dosavadním LVS, vznikne rovněž významná sociálně ekonomická ztráta. Např. bude-li ve 2. LVS zaměněn smrk bukem (na stanovištích k tomu vhodných), bude každý 1 ha záměny smrku za buk znamenat roční ztrátu na celkovém hodnotovém průměrném přírůstu ve výši 0,6 tis. Kč/ha, roční ztráta na hrubém zisku pak dosáhne 1,0 tis. Kč/ha. Avšak v 5 LVS by roční ztráta na celkovém hodnotovém průměrném přírůstu z takové záměny dosahovala

již úrovně 5,2 tis. Kč a roční ztráta na hrubém zisku 5,3 tis. Kč.

Pro řešení úkolu bylo možné do určité míry částečně využít prací, které u nás byly v podstatě řešeny v posledních letech v souvislosti s jinými účely. Je třeba konstatovat, že v daném případě jde o první pokus odhadu ekonomických důsledků dopadů klimatické změny na hospodaření v lesích v ČR. Vypovídací schopnost zjištěných údajů souvisí rovněž s objemem a rozsahem prací, které bylo možné v rámci výzkumu provést v souvislosti s uvolněnými finančními prostředky. Použité přístupy i metodiku by bylo třeba dále analyzovat, upřesňovat a doplňovat stejně jako i použité vstupní podklady v rámci dalšího výzkumného šetření.

---

*Corresponding author:*

Doc. Ing. KAREL PULKRAB, CSc., Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika  
tel.: + 420 224 383 703, fax: + 420 224 383 701, e-mail: pulkrab@lf.czu.cz

---