

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE**

*ING. RADEK PLCH*

**ČESKÉ BUDĚJOVICE  
2013**

## **Autoreferát disertační práce**

<b>Doktorand:</b>	<b>Ing. Radek Plch</b>
<b>Studijní program:</b>	Ekologie a ochrana životního prostředí
<b>Studijní obor:</b>	Aplikovaná a krajinná ekologie
<b>Název práce:</b>	Možnosti ovlivňování bilance uhlíku v malých povodích
<b>Školitel:</b>	Doc. RNDr. Pavel Cudlín, CSc.
<b>Školitel specialista:</b>	
<b>Oponenti:</b>	RNDr. Jan Květ, CSc. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
	Doc. RNDr. Jan Pokorný, CSc. ENKI o.p.s., Třeboň
	Doc. Ing. Josef Seják, CSc. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Obhajoba disertační práce se koná dne 28. 3. 2014 v 10 hod. v zasedací místnosti Ústavu půdní biologie (Biologické centrum AV ČR, v.v.i.), Na Sádkách 7, České Budějovice (první patro, číslo dveří 12).

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

Doc. RNDr. Libor Pechar, CSc.  
předseda oborové rady  
Aplikovaná a krajinná ekologie  
ZF JU v Českých Budějovicích

## **Obsah**

Úvod

Cíl práce

Dílčí cíle

Zájmové území

Metody

Výsledky a závěry

Summary

Přehled použité literatury

## Úvod

Agroekosystémy i lesní ekosystémy poskytují člověku řadu ekosystémových služeb, na kterých je člověk závislý – např. produkci potravin, surovin, zajištění pitné vody atd. („zásobovací služby“), regulaci kvality ovzduší, klimatu, vody, eroze, chorob, škůdců atd. („regulační služby“), estetickou hodnotu přírody, rekreaci („kulturní služby“) a zajištění oběhu živin, tvorby půdy atd. („podpůrné služby“) (Reid et al., 2005). S využíváním ekosystémových služeb člověkem je úzce spjata trvalá udržitelnost těchto ekosystémů.

Probíhající změna klimatu, která se v současné době projevuje růstem průměrné teploty na Zemi (na globální úrovni) a změnou rozložení ročních průměrných teplot a různou distribucí ročních srážek (na regionální i lokální úrovni), s sebou nese požadavky na změnu hospodaření v těchto ekosystémech.

Problematika disertační práce vznikla v rámci projektu VaV MŽP „CzechCarbo“, který se zabýval studiem cyklu uhlíku v terestrických ekosystémech České republiky (2003-2007) (Marek, 2011). Navazující projekt VaV MŽP „CzechTerra“ měl již poněkud širší zaměření, proto bylo původní téma práce zaměřené na bilanci uhlíku rozšířeno o další aspekty související s udržitelností hospodaření v krajině.

## Cíl práce

Cílem práce bylo posoudit udržitelnost zemědělského a lesnického hospodaření na území regionální studie horní části povodí toku Stropnice (Novohradské hory). Pro tyto účely navrhnout metody zjišťování energetické, uhlíkové a ekonomické bilance, včetně hodnocení environmentálních dopadů na životní prostředí (metoda LCA) a verifikovat je na zemědělských a lesnických případových studiích.

## **Dílčí cíle**

1. Posoudit efektivnost (udržitelnost) hospodaření na zemědělských farmách v zájmovém území.
2. Posoudit efektivnost (udržitelnost) různých způsobů lesnického hospodaření v porostech s různou druhovou skladbou (*i) smrková monokultura, ii) aktuální dřevinná skladba, iii) přírodě blízká dřevinná skladba*), patřících do různých cílových hospodářských souborů (CHS), za použití různé technologie těžby dřeva (motorová pila, harvester).
3. Posoudit vztah využití území (orná půda, trvalé travní porosty, les) k množství půdního uhlíku a dalším vybraným půdním charakteristikám.
4. Porovnat efektivnost (udržitelnost) hospodaření v agroekosystémech a lesních ekosystémech.

## **Zájmové území**

Pro účely regionální studie bylo vybráno území horní části povodí toku Stropnice v Novohradských horách. Celková výměra horní části povodí toku Stropnice je 112 km<sup>2</sup>. Regionální studie však byla provedena jen na území, nacházejícím se v České republice (99 km<sup>2</sup>). Přibližně 18 % výměry tvoří orná půda, 23 % louky a pastviny, 49 % lesy, zbylých 10 % tvoří rybníky, zástavba, mokřady apod.

## **Metody**

Pro hodnocení efektivnosti (udržitelnosti) hospodaření v agroekosystémech a lesních ekosystémech byly použity metody pro stanovení i) energetické bilance, ii) uhlíkové bilance, iii) ekonomické bilance a iv) hodnocení zátěže životního prostředí metodou Life Cycle Assessment (LCA).

Na pěti vybraných zemědělských farmách (88 % výměry zemědělské půdy v rámci území) byla hodnocena efektivita zemědělského hospodaření z hlediska její udržitelnosti. V lesních porostech, patřících do tří vybraných cílových

hospodářských souborů (CHS; 53-hospodářství kyselých stanovišť, 55-hospodářství živných stanovišť, 57-hospodářství oglejených stanovišť) byla srovnávána efektivita (udržitelnost) hospodaření v lesních porostech s různou dřevinnou skladbou (i) *smrková monokultura*, (ii) *aktuální dřevinná skladba*, (iii) a (iv) *přírodě blízká dřevinná skladba*).

Metodika disertační práce vychází z předpokladu, že čím je systém efektivnější, tzn. má nižší vstupy („human inputs“) a vyšší ekosystémovou produkci, tím je více udržitelný.

## Výsledky a závěry

### *Agroekosystémy*

Účinnost pouštění slunečního záření byla pro agroekosystémy vyšší než pro lesní ekosystémy. Průměrná účinnost v agroekosystémech při zohlednění nadzemní i podzemní produkce byla 0,51 %, zatímco u lesních ekosystémů se pohybovala v intervalu od 0,28 % do 0,38 % v závislosti na dřevinné skladbě. Účinnost konverze energie krmiv na živočišné produkty (maso, mléko, vlna) byla průměrně pro všechny farmy 4,5 %.

Energetická bilance rostlinné produkce (energie nadzemní biomasy - energetické vstupy) vyšla pro všechny farmy kladně, energetická bilance živočišné produkce (energetické výstupy hlavních produktů - energetické vstupy) byla pro všechny farmy záporná. Celková energetická bilance (energetické výstupy - energetické vstupy) byla pro všechny farmy kladná.

Extenzivně hospodařící farmy dosáhly vyšší energetické efektivity (celková produkce / neobnovitelné energetické vstupy) v rostlinné produkci ( $88-158 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ), než intenzivně hospodařící farmy ( $17-18 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ). Vyšší energetická efektivita živočišné produkce byla zjištěna u intenzivně hospodařících farem. Z hlediska celkové energetické efektivity dosáhly extenzivně hospodařící farmy

vyšší efektivity ( $22-68 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ), zatímco intenzivně hospodařící farmy dosáhly nižší efektivity ( $12-14 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ).

Z hlediska uhlíkové efektivity dosáhly extenzivně hospodařící farmy vyšší efektivity ( $3-9 \text{ t C.t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ ), efektivity u intenzivně hospodařících farem se pohybovala mezi  $0,7$  až  $1 \text{ t C.t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ .

Environmentální dopady se zaměřením na emise uhlíku, acidifikaci a eutrofizaci byly nižší u extenzivně hospodařících farem, než u intenzivně hospodařících farem, a to při výpočtu na  $1 \text{ ha}$  i na  $1 \text{ t}$  sušiny produkce.

Ekonomická efektivity byla hodnocena pomocí indikátoru nákladová rentabilita (míry rentability v %) ve dvou variantách; s dotacemi a bez dotací. Míra rentability byla bez započítání dotací do zemědělství téměř pro všechny farmy záporná (výjimku tvořila intenzivně hospodařící farma 4 = 30,3 %). Při zohlednění dotací měla nejvyšší míru rentability (169,1 %) extenzivně hospodařící farma na velké výměře zemědělské půdy (cca 700 ha luk a pastvin). Malé extenzivně hospodařící farmy (cca do 100 ha luk a pastvin) měly zápornou míru rentability i s dotacemi. Z výsledků vyplývá poměrně vysoká závislost na dotacích, hlavně pro menší zemědělské subjekty.

### ***Lesní ekosystémy***

U lesnického managementu s využitím motorové pily byly zjištěny nižší energetické vstupy a nižší emise uhlíku i ostatních indikátorů pro hodnocení environmentálních dopadů (acidifikace, eutrofizace) na  $1 \text{ m}^3$  dřeva ve srovnání s lesnickým managementem s využitím harvestoru.

Při porovnání hospodářských opatření (*i) semenářství a školkařství, ii) pěstební činnost, iii) mýtní těžba, iv) doprava dřeva*) tvořila nejvýznamnější část z hlediska energetických vstupů a emisí uhlíku (na  $1 \text{ m}^3$  dřeva) pěstební činnost s dopravou dřeva (při zohlednění těžby motorovou pilou)

a mýtní těžba s dopravou dřeva (při zohlednění těžby harvestorem).

Z hlediska porovnání variant dřevinné skladby (*i) smrková monokultura, ii) aktuální dřevinná skladba, iii) a iv) přírodě blízká dřevinná skladba*) při zohlednění těžby motorovou pilou byly u smrkové monokultury zjištěny nejnižší energetické vstupy a emise uhlíku (na 1 m<sup>3</sup> dřeva) v CHS 53, 55. U porostů zařazených do CHS 57 byly při těžbě motorovou pilou energetické vstupy a emise uhlíku pro všechny uvažované varianty dřevinné skladby přibližně stejné. Naopak při zohlednění těžby harvestorem měla smrková monokultura nejvyšší energetické vstupy a emise uhlíku (na 1 m<sup>3</sup> dřeva).

Lesní management s využitím motorové pily měl ve všech případech vyšší energetickou a uhlíkovou efektivitu ve srovnání s těžbou harvestorem. Z hlediska hodnocení ekonomické efektivity (míry rentability v %) byly rozdíly mezi lesním managementem s použitím motorové pily a harvestorem minimální.

Nejvyšší energetická a uhlíková efektivita byla zjištěna u varianty 3 s přírodě blízkou dřevinnou skladbou (zastoupení smrku 40-50 %; těžba motorovou pilou) a varianty 4 s přírodě blízkou dřevinou skladbou (zastoupení smrku 10-40 %; těžba harvestorem) v CHS 53 a 55. Pro porosty zařazené do CHS 57 byla nejefektivnější varianta 3 s přírodě blízkou dřevinnou skladbou, a to pro oba způsoby těžby dřeva).

Při hodnocení environmentálních dopadů (emisí uhlíku a acidifikace) s porovnáním variant dřevinné skladby (*i) smrková monokultura, ii) aktuální dřevinná skladba, iii) a iv) přírodě blízká dřevinná skladba*) byly zjištěny nejvyšší hodnoty u variant s přírodě blízkou dřevinnou skladbou (při těžbě motorovou pilou), zatímco při těžbě harvestorem byly u těchto variant hodnoty nejnižší (v CHS 53, 55). V CHS 57 byly environmentální dopady nižší u porostů s přírodě blízkou dřevinnou skladbou (při těžbě motorovou pilou i harvestorem). Ve všech CHS (53, 55, 57) byla



eutrofizace u variant s přírodě blízkou dřevinnou skladbou nejnižší (při těžbě motorovou pilou i harvestorem).

Nejvyšší míra rentability (v %) byla dosažena ve smrkových monokulturách, nižší u aktuální dřevinné skladby a nejnižší u porostů s přírodě blízkou dřevinnou skladbou. Pro CHS 53 se pohybovala nákladová rentabilita v intervalu od 19 % pro variantu s přírodě blízkou dřevinnou skladbou až po 170 % pro smrkovou monokulturu; pro CHS 55 v intervalu od 81 % pro variantu s přírodě blízkou dřevinnou skladbou až po 170 % pro smrkovou monokulturu a pro CHS 57 v intervalu od 77 % pro variantu s přírodě blízkou dřevinnou skladbou až po 170 % pro smrkovou monokulturu.

### ***Půdní uhlík***

Jedním z nejvýznamnějších zásobníků uhlíku je půda. Při vyhodnocení půdních sond (hlubokých přibližně 1 m) byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi množstvím půdního organického uhlíku a poměrem C/N mezi lesním ekosystémem a travním porostem; lesním ekosystémem a ornou půdou. Množství půdního organického uhlíku se lišilo v závislosti na půdním typu, nadmořské výšce a skeletovitosti.

### ***Srovnání agroekosystémů a lesních ekosystémů***

Nejvyšší energetická efektivita z hlediska celkové produkce ekosystémů a dodatkových neobnovitelných vstupů („human inputs“) je u lesních ekosystémů ( $101-109 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ; při těžbě motorovou pilou); nižší energetická efektivita byla dosažena u farem s extenzivní pastevní produkcí masa ( $22-68 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ) a nejnižší energetické efektivity dosáhly intenzivně hospodařící farmy při kombinaci orné půdy s travními porosty a živočišné produkce ( $12-14 \text{ GJ}_{\text{výstup}} \cdot \text{GJ}_{\text{vstup}}^{-1}$ ). Při porovnání energetické efektivity zaměřenou pouze na rostlinnou produkci (z orných půd nebo travních porostů) s produkcí lesních ekosystémů, dosáhla extenzivně hospodařící farma na travních porostech

(při výměře zemědělské půdy cca 700 ha) vyšší energetické efektivity než lesní ekosystémy.

Nejvyšší uhlíková efektivita z hlediska celkové produkce ekosystémů a emisí uhlíku způsobeného z dodatkových neobnovitelných vstupů („human inputs“) včetně emisí uhlíku z půdy je u lesních ekosystémů (45-48 t C.t C<sub>emit.</sub><sup>-1</sup>; při těžbě motorovou pilou). Nižší uhlíkové efektivity dosáhly farmy s extenzivní pastevní produkcí masa (2,9-8,5 t C.t C<sub>emit.</sub><sup>-1</sup>); intenzivně hospodařící farmy při kombinaci orné půdy s travními porosty a živočišné produkce mají uhlíkovou efektivitu nejnižší (0,7-1,2 t C.t C<sub>emit.</sub><sup>-1</sup>).

Nákladová rentabilita (míra rentability v %) je v zemědělství výrazně závislá na výši dotací, pěstovaných plodinách případně chovaných zvířatech a tržních cenách jednotlivých komodit. Nákladová rentabilita v lesním hospodářství je výrazně závislá na dřevinné skladbě a na tržních cenách dřeva.

## Summary

Aim of my thesis was to evaluate the efficiency and sustainability of different types of farming and forest management in research area in the upper part of the Stropnice river watershed (Novohradské hory Mts., Czech Republic). For this purpose, indicators of energy, carbon and economic balance and Life Cycle Assessment method were developed and verified in case studies. Additional aims were i) to evaluate the efficiency and sustainability of different types of forest management in forests with different tree species composition (spruce monoculture, actual and near-nature tree species compositions) and different timber harvesting; ii) to reveal the relationship between different land use category (arable land, permanent grassland and forest) and quantity of soil carbon and other soil characteristics and iii) on the basis of obtained results to compare the efficiency and sustainability of agriculture and forestry management.

Total energy efficiency was bigger in extensive farms (22-68  $\text{GJ}_{\text{outputs}} \cdot \text{GJ}_{\text{inputs}}^{-1}$ ) compared to intensive farms (12-14  $\text{GJ}_{\text{outputs}} \cdot \text{GJ}_{\text{inputs}}^{-1}$ ). Higher carbon efficiency was found by extensive farms (3-9  $\text{t C.t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ ), intensive farms fixed only 0.7-1  $\text{t C.t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ . Environmental impacts (C emissions, acidification, eutrophication) were lower in extensive farms compared to intensive farms. Economic efficiency (profitability in %) was negative for small extensive farming (even with subsidies); only one extensive farm with large land area had a positive profitability due to subsidies. One intensive farm with larger land area had a positive profitability, the second intensive farm with smaller land area had a negative profitability.

In the forest management, main parts of energy inputs and carbon emission were consisted of silviculture and timber transport by final logging using chain-saw, while final logging and timber transport created main parts by harvester logging. Energy and carbon efficiency was higher by final logging using chain-saw for all alternatives compared to harvester. Environmental impacts were computed higher for the harvester logging. Spruce monocultures showed in most cases lower energetic inputs compared to forest stands with near-nature tree species composition. These conclusions agreed with the results on carbon efficiency valuation. Economic efficiency is strongly dependent on tree species composition; Norway spruce monocultures proved higher economic profitability compared to forest stands with near-nature tree species composition.

The soil is one of the most important carbon sinks in terrestrial ecosystems. Processing of primary data, provided by the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture, using PCA analysis and general linear models, indicated the statistically significant differences between forest ecosystems on one side and grassland and arable land on the

other side in C content and C/N ratio. Carbon amount differed in a dependence on soil type, altitude and skeleton content.

The comparison of total ecosystem production and non-renewable human inputs resulted in the highest energy and carbon efficiencies (included also emission of carbon from soil) in the forest ecosystem ( $101-109 \text{ GJ}_{\text{outputs}} \cdot \text{GJ}_{\text{inputs}}^{-1}$ ;  $45-48 \text{ t C} \cdot \text{t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ ; final logging using chain-saw), compared to lower energy and carbon efficiencies on farms with extensive pasture production of meat (mainly beef) ( $22-68 \text{ GJ}_{\text{outputs}} \cdot \text{GJ}_{\text{inputs}}^{-1}$ ;  $2,9-8,5 \text{ t C} \cdot \text{t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ ) and the lowest energy and carbon efficiencies on farms with intensive production of plants on arable land, meadows, pasture and livestock production ( $12-14 \text{ GJ}_{\text{outputs}} \cdot \text{GJ}_{\text{inputs}}^{-1}$ ;  $0,7-1,2 \text{ t C} \cdot \text{t C}_{\text{emit.}}^{-1}$ ). Higher environmental impacts (emissions of carbon, acidification, eutrophication) were accounted for agroecosystems, compared to forest ecosystems.

## **Přehled použité literatury**

Aldentun, Y. (2002): Life cycle inventory of forest seedlings production – from seed to regeneration site. *Journal of Cleaner Production* 10: 47-55.

Alonso, A.M., Guzmán, G.J. (2010): Comparison of the efficiency and use of energy in organic and conventional farming in Spanish agricultural systems. *Journal of Sustainable Agriculture* 34: 312-338.

Amundson, R. (2001): The carbon budget in soils. *Annual Review of Earth Planetary Science* 29: 535-562.

Augusto, L., Dupouey, J., Ranger, J. (2003): Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Annals of Forest Science* 60: 823–831.

Balatka, B., Kalvoda, J. (2006): Geomorfologické členění reliéru Čech. Kartografie Praha. ISBN 80-7011-913-6.

Barbier, S., Gosselin, F., Balandier, P. (2008): Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved – A critical review for temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management* 254: 1-15.

Beauchemin, K.A., Janzen, H.H., Little, S.M., McAllister, T.A., McGinn, S.M. (2010): Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study. *Agricultural Systems* 103: 371-379.

Begon, M., Harper, L.J., Townsend, R.C. (1997): *Ekologie – jedinci, populace, společenstva*. Vydavatelství Univerzity Palackého. ISBN 80-7067-695-7.

Belini, G. (ed.) (2006): *Agrienvironmental indicators: methodologies, data needs and availability*. National Institute of Statistics (Istat).

Berg, B., Meentemeyer, V. (2002): Litter quality in a north European transect versus carbon storage potential. *Plant and Soil* 242: 83-92.

Berg, S., Lindholm, E.L. (2005): Energy use and environmental impacts of forest operations in Sweden. *Journal of Cleaner Production* 13: 33-42.

Binkley, D., Fisher, R.F. (2013): *Ecology and Management of Forest Soils*. Wiley-Blackwell. ISBN 978-0-470-97946-4.

Boehmel, C., Lewandowski, I., Claupein, W. (2008): Comparing annual and perennial energy cropping systems with different management intensities. *Agricultural Systems* 96: 224-236.

Borjesson, P.I.I. (1996a): Energy analysis of biomass production and transportation. *Biomass and Bioenergy* 11 (4): 305-318.

Borjesson, P.I.I. (1996b): Emissions of CO<sub>2</sub> from biomass production and transportation in agriculture and forestry. *Energy Conversion and Management* 37: 1235-1240.

Bouwman, A.F. (1990): *Soils and the Greenhouse Effect*. J. Wiley & Sons, Chichester, UK.

Brady, N.C., Weil, R.R. (2002): *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education Inc. ISBN 0-13-016763-0.

Brentrup, F., Kusters, J., Lammel, J., Barraclough, P., Kuhlmann, H. (2004): Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. *European Journal of Agronomy* 20: 265-279.

Cienciala, E., Apltauer, J., Exnerová, Z., Zatloukal, V., Macků, J., Henzlík, V., Šefrna, L., Janderková, J., Marek M.V. (2011): Les, uhlík a lesnictví ČR v podmínkách měnícího se

prostředí. In: Marek, M.V. (ed.), Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. Academia.

Conforti, P., Giampietro, M. (1997): Fossil energy use in agriculture: an international comparison. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 65: 231-243.

Corti, G., Ugolini, F.C., Agnelli, A., Certini, G., Cuniglio, R., Berna, F., Fernández Sanjurjo, M.J. (2002): The soil skeleton, a forgotten pool of carbon and nitrogen in soil. *European Journal of Soil Science* 53: 283-298.

Covington, W.W. (1981): Changes in forest floor organic matter and nutrient content following clear cutting in northern hardwoods. *Ecology* 62 (1): 41-48.

Černý M., Pařez J., Malík Z. (1996): Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. Ústav pro výzkum lesních ekosystémů s.r.o., Jílové u Prahy.

Český statistický úřad (2013a): Průměrné ceny zemědělských výrobců v Kč. Citováno [1.9.2013]. Dostupné z WWW <<http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/p/700544-13>>

Český statistický úřad (2013b): Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR ve 2. čtvrtletí 2013. Citováno [1.9.2013]. Dostupné z WWW <[http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/publ/7007-13-q2\\_2013](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/publ/7007-13-q2_2013)>

Davidson, E.A., Ackerman, I.L. (1993): Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20: 161-193.

Degryze, S., Six, J., Paustian, K., Morris, S.J., Paul, E. A., Merckx, R. (2004): Soil organic carbon pool changes following land-use conversions. *Global Change Biology* 10: 1120-1132.

Diacono, M., Montemurro, F. (2010): Long-term effects of organic amendments on soil fertility – A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30: 401-422.

Dudák, V. (ed.) (2006): Novohradské hory a Novohradské podhůří. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset. ISBN 80-7340-091-X.

Dudík, R., Matějčíček, J., Šafařík, D., Lišková, B., Hádková, D. (2010): Ekonomické souvislosti obhospodařování lesů bohatých struktur - zahraniční zkušenosti. Mendelova univerzita v Brně.

Dutilh, CH. E., Kramer, K. J. (2000): Energy consumption in the food chain. *Ambio* 29 (2): 98-101.

Earth System Research Laboratory. Citováno [1.9.2013].  
Dostupné z WWW  
<<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/weekly.html>>

Eiseltová, M. (ed.) (1996): Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup. Wetlands International. ISBN 1 900 442 12 4.

Emmer, I.M., Fanta, J., Kobus, A.T., Kooijman, A., Sevink, J. (1998): Reversing borealization as a means to restore biodiversity in Central-European mountain forests – an example from the Krkonoše Mountains, Czech Republic. *Biodiversity and Conservation* 7: 229-247.

FAO (2001): Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome.

Fluck, R.C. (ed.) (1992): *Energy in Farm Production*. Elsevier.

Follett, R.F. (2001): Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. *Soil & Tillage Research* 61: 77-92.



Freer-Smith, P.H., Broadmeadow, M.S.J., Lynch, J.M. (2007): *Forestry and Climate Change*. CAB International. ISBN 978-1-84593-294-7.

Fuhrer, E. (1990): Forest decline in central Europe: Additional aspects of its cause. *Forest Ecology and Management* 37: 249-257.

Gliessman, S.R. (2007): *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press. ISBN 978-0-8493-2845-9.

Gomiero, T., Paoletti, M.G., Pimentel, D. (2008): Energy and environmental issues in organic and conventional agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27: 239-254.

González-García, S., Berg, S., Feijoo, G., Moreira, M.T. (2009): Environmental impacts of forest production and supply of pulpwood: Spanish and Swedish case studies. *International Journal of Life Cycle Assessment* 14: 340-353.

Guo, L.B., Gifford, R.M. (2002): Soil carbon stocks and land use change: A meta analysis. *Global Change Biology* 8: 345-360.

Haas, G., Wetterich, F., Kopke, U. (2001): Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83: 43-53.

Hák, T., Moldán, B., Dahl, A.L. (eds.) (2007): *Sustainability Indicators*. IslandPress. ISBN 978-1-59726-131-9.

Hanewinkel, M., Cullmann, D. A., Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Zimmermann, N.E. (2013): Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* 3: 203-207.

Hlásny, T., Turčáni, M. (2013): Persisting bark beetle outbreak indicates the unsustainability of secondary Norway spruce

forests: Case study from Central Europe. *Annals of Forest Science* 70: 481-491.

Cháb, J., Stráník, Z., Eliáš, M. (1999): Geologická stavba. In: Hrnčiarová, T., Mackovčín, P., Zvara, I. et al. Atlas krajiny České republiky. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v.v.i. ISBN 978-80-85116-59-5.

IPCC (2003): Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Citováno [1.9.2013]. Dostupné z WWW <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html>>

IPCC (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Citováno [1.9.2013]. Dostupné z WWW <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>

Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D.W., Minkkinen, K., Byrne, K.A. (2007): How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* 137: 253-268.

Jankovský, L., Cudlín, P., Čermák, P., Moravec, I. (2004): The prediction of development of secondary Norway spruce stands under the impact of climatic change in the Drahaný highlands (The Czech Republic). *Ekológia (Bratislava)* 23, Supplement 2/2004: 101-112.

Johnson, D. W. (1992): Effects of forest management on soil carbon storage. *Water, Air, Soil Pollution* 64: 83-120.

Kacálek, M., Černohous, V., Novák, J., Slodičák, M., Dušek, D. (2011): Vlastnosti nadložního humusu a půdy pod bukovým a smrkovým porostem – srovnávací studie. In: Sborník konference Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí, 12. Mezinárodní symposium věnované diskuzi otázek pěstování lesů, 28.6.-29.6.2011, Opočno.

Kalousek, F., Foltánek, V. (2010): Přestavba smrkových monokultur a její ekonomické aspekty. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-466-2.

Kavka, M. (ed.) (2003): Normativy zemědělských výrobních technologií, Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Kavka, M. (ed.) (2003): Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu, Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Kavka, M. (ed.) (2006): Normativy zemědělských výrobních technologií, Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Kavka, M. (ed.) (2006): Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu, Ústav zemědělských a potravinářských informací.

Klvač, R., Ward, S., Owende, P.M.O., Lyons, J. (2003): Energy audit of wood harvesting systems. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 176-183.

Kočí, V. (2009): Posuzování životního cyklu. Ekomonitor. ISBN 80-86832-42-5.

Košulič, M. (2010): Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. Forest Stewardship Council Česká republika. ISBN 978-80-254-6434-2.

Kozák, J., Němeček, J., Borůvka, L., Lérová, Z., Němeček, K., Kodešová, R., Janků, J., Jacko, K., Hladík, J., Zádorová, T. (2009): Atlas půd České republiky. ČZU Praha, ISBN 978-80-213-2008-6.

Lal, R. (2002): Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. Environmental Pollution 116: 353-362.

Lal, R. (2003): Soil erosion and the global carbon budget. Environment International 29 (4): 437-450.

Lal, R. (2005): Forest soil and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management* 220: 242-258.

Lal, R. (2007): Farming Carbon. *Soil & Tillage Research* 96: 1-5.

Laurent, A., Ranger, J., Binkley, D., Rothe, A. (2001): Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science* 59: 233-253.

Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T.M., Prather, M. (2007): Historical Overview of Climate Change. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.), *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.,

Lefebvre, A., Eilers, W., Chunn, B. (eds.) (2005): *Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Agri-Environmental Indicator Report Series – Report #2. Agriculture and Agri-Food Canada.*

Lepš, J., Šmilauer, P. (2003): *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press, New York. ISBN 978-0-521-89108-0.

Lettens, S., Van Orshoven J., Van Wesemael, B., Muys, B. (2004): Soil organic and inorganic carbon contents of landscape units in Belgium derived using data from 1950-1970. *Soil Use and Management* 20: 40-47.

Li, Z.P., Han, F.X., Su, Y., Zhang, T.L., Sun, B., Monts, D.L., Plodinec, M.J. (2007): Assessment of soil organic and carbonate carbon storage in China. *Geoderma* 138: 119-126.

Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona,

P., Kolstrom, M., Lexer, M.J., Marchetti, M. (2010): Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259: 698–709.

LPIS (2013): Přehledná mapa zastoupení LFA na území ČR. Citováno [1.9.2013]. Dostupné z WWW <<http://www.lpis.cz/cz/case/ch0702.html>>

Lyytimaki, J., Sipila, M. (2009): Hooping on one leg – The challenge of ecosystem disservices for urban green management. *Urban Forestry & Urban Greening* 8: 309-315.

Mander, U., Mikk, M., Kulvik, M. (1999): Ecological and low intensity agriculture as contributors to landscape and biological diversity. *Landscape and Urban Planning* 46: 169-177.

Macků J. (2009): Bilance uhlíku v lesních půdách. In: Hrnčiarová, T., Mackovčín, P., Zvara, I. et al. *Atlas krajiny České republiky*. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v.v.i. ISBN 978-80-85116-59-5.

Marek, M.V. et al. (2007): Závěrečná zpráva projektu CzechCarbo – Studium cyklu uhlíku v terestrických ekosystémech České republiky. Projekt VaV/640/18/03.

Marek, M.V. (ed.) (2011): Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. Academia. ISBN 978-80-200-1876-2.

Marino, P., De Ferrari, G., Bechini L. (2008): Description of a sample of liquid dairy manures and relationships between analytical variables. *Biosystems Engineering* 100: 256-265.

Materna, J. (2011): Půdní skelet jako zdroj přístupných živin v lesních ekosystémech. *Zprávy lesnického výzkumu* 56 (3): 207-219.

McRae, T., Smith, C.A.S., Gregorech, L.J. (eds.) (2000): Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri-Environmental Indicator Project. A Summary. Agriculture and Agri-Food Canada.

Mead, D.J., Pimental, D. (2006): Use of energy analyses in silvicultural decision-making. Biomass and Bioenergy 30: 357-362.

Meisterling, K., Samaras, C., Schweizer, V. (2009): Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. Journal of Cleaner Production 17: 222-230.

Meul, M., Nevens, F., Reheul, D., Hofman, G. (2006): Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. Agriculture, Ecosystems and Environment 119: 135-144.

Michelsen, O., Solli, C. Stromman, A.H. (2008): Environmental impact and added value in forestry. Journal of Industrial Ecology 12: 69-81.

Mikeška, M., Vacek, S. (2006): [Druhová skladba a trvale udržitelné hospodaření](#). Lesnická práce 08/06: 17-19.

Ministerstvo zemědělství ČR (2010): Program rozvoje venkova České republiky na období 2007-2013. MZE, Praha.

Ministerstvo zemědělství ČR (2011): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2010. Citováno [1.1.2013]. Dostupné z WWW <<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho/>>

Ministerstvo zemědělství ČR (2012): Situační a výhledová zpráva – půda. Citováno [1.8.2013]. Dostupné z WWW <[http://eagri.cz/public/web/file/181775/Zprava\\_Puda\\_kniha\\_web\\_1\\_.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/181775/Zprava_Puda_kniha_web_1_.pdf)>

Ministerstvo zemědělství ČR (2012a): Zásady státní lesnické politiky. Citováno [1.1.2013]. Dostupné z WWW <<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/koncepce-a-strategie/zasady-statni-lesnicke-politiky.html>>

Mokany, K., Raison, R.J., Prokushkin, S. (2006): Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology* 12: 84-96.

Moldán, B. (2003): (Ne)udržitelný rozvoj – ekologie – hrozba i naděje. Univerzita Karlova v Praze, Praha, ISBN 80-246-0769-7.

Moldán, B., Billharz, S., Matravers, R. (1997): Sustainability Indicators: A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN 0-471-97352-1.

Moravec, J. (ed.) (1994): Fytocenologie. Academia Praha. ISBN 80-200-0457-2.

Moreno, M.M., Lacasta, C., Meco, R., Moreno, C. (2011): Rainfed crop energy balance of different farming systems and crop rotations in a semi-arid environment: Results of a long-term trial. *Soil & Tillage Research* 114: 18-27.

Murty, D., Kirschbaum, M.U.F., McMurtrie R.E., McGilvray, H. (2002): Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A Review of the literature. *Global Change Biology* 8: 105-123.

Nátr, L. (2000): Koncentrace CO<sub>2</sub> a rostliny. ISV nakladatelství, ISBN 80-85866-62-5.

Nátr, L. (2002): Fotosyntetická produkce a výživa lidstva. ISV nakladatelství, ISBN 80-85866-92-7.

Nátr, L. (2006): Země jako skleník – Proč se bát CO<sub>2</sub>. Academia, ISBN 80-200-1362-8.

Neuhauslová, Z., Blažková, D., Grulich, V., Husová, M., Chytrý, M., Jeník, J., Jirásek, J., Kolbek, J., Kropáč, Z., Ložek, V., Moravec, J., Prach, K., Rybníček, K., Rybníčková, E., Sádlo, J. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia.

Odum, E. P. (1977): Základy ekologie. Academia.

OECD (2004): OECD Key Environmental Indicators.

Olesen, J.E., Bindi, M. (2002): Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16 (4): 239-262.

Payraudeau, S., Van der Werf, H.M.G. (2005): Environmental impact assessment for a farming region: A review of methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 1-19.

Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P., Kendall, A., Kramer, K.J., Murphy, D., Nemecek, T., Troell, M. (2011): Energy intensity of agriculture and food systems. *Annual Review of Environment and Resources* 36: 223-246.

Pelletier, N., Pirog, R., Rasmussen, R. (2010): Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems* 103: 380-389.

Pimentel, D., Pimentel, M.H. (2008): *Food Energy and Society*. CRC Press. ISBN 978-1-4200-4667-0.

Plíva, K. (2000): Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souboru lesních typů. Ústav pro hospodářsko úpravu lesů – Brandýs nad Labem.

Pokorný, J. (2001): Dissipation of solar energy in landscape – controlled by management of water and vegetation. *Renewable Energy* 24: 641-645.



Pospíšil, R., Vilček, J. (2000): Energetika sústav hospodárenia na podé. Výskumný ústav podoznalectva a ochrany pody v Bratislave. ISBN 80-85361-75-2.

Power, A.G. (2010): Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of The Royal Society* (365): 2959-2971.

Preninger, M. (1987): Energetické hodnotenie výrobných procesů v rostlinné výrobě. *UVTIZ*, 7/1987.

Procházka, S., Macháčková, I., Krekule J., Šebánek, J., et al. (1998): *Fyziologie rostlin*. Academia. ISBN 80-200-0586-2.

Pulkrab, K., Šišák, L., Bartuněk, J. (2008): Hodnocení efektivity v lesním hospodářství. *Lesnická práce*. ISBN 978-80-87154-12-0.

Rajchar, J., Balounová, Z., Květ, J., Šantrůčková, H., Vysloužil, D. (2002): *Ekologie III*. Kopp. ISBN 80-7232-191-9.

Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.P., Suh, S., Weidema, B.P., Pennington, D.W. (2004): Life cycle assessment – Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International* 30: 701-720.

Reicosky, D. C., Dugas, W. H., Norbert, H. A. (1997): Tillage-induced soil carbon dioxide loss from different cropping systems. *Soil and Tillage Research* 41: 105-118.

Reid, W.V., Money, H.A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S.R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Hassan, R., Kaspersen, R., Leemans, R., May, R.M., McMichael, T.(A.J.), Pinkali, P., Semper, C., Scholes, R., Watson, R.T., Zakri, A.H., Shidong, Z., Ash, N.J., Bennett, E., Kumar, P., Lee, M.J., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J., Zurek, M.B (2005): *Ecosystems and*

human well-being - A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute.

Ripl, W. (2003): Water: the bloodstream of the biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 358: 1921–1934.

Rodríguez-Murillo, J. C. (2001): Organic carbon content under different types of land use and soil in peninsular Spain. *Biology and Fertility of Soils*: 53-61.

Ross, D.J., Tate, K.R., Scott, N. A., Wilde, R.H., Rodda, N.J., Townsend, J.A. (2002): Afforestation of pastures with *Pinus radiata* influences soil carbon and nitrogen pools and mineralization and microbial properties. *Australian Journal of Soil Research* 40 (8): 1303-1318.

Ryan, M.G., Binkley, D., Fownes, J.H. (1997): Age-Related Decline in Forest Productivity: Pattern and Process. *Advances in ecological research* 27: 213–262.

Ryszkowski, L. (ed.) (2002): *Landscape Ecology in Agroecosystems Management*. CRC Press. ISBN 0-8493-0919-0.

Saetre, P., Saetre, L.S., Brandtberg, P.O., Lundkvist, H., Bengtsson, J. (1997): Ground vegetation composition and heterogeneity in pure Norway spruce and mixed Norway spruce–birch stands. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 2034–2042.

Sáňka, M., Materna, J. (2004): Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Ministerstvo životního prostředí České republiky. *Edice Planeta* 2004 (11).

Senelwa, K., Sims, R.E.H. (1999): Fuel characteristics of short rotation forest biomass. *Biomass and Bioenergy* 17: 127-140.

Schroll, H. (1994): Energy-flow and ecological sustainability in Danish agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 51: 301-310.

Schwaiger, H., Zimmer, B. (2001): A comparison of fuel consumption and greenhouse gas emissions from forest operations in Europe. In: Karjalainen, T., Zimmer, B., Berg, S., Welling, J., Schwaiger, H., Finér, L., Cortijo, P., Energy, carbon and other material flows in the Life Cycle Assessment of forestry and forest products, European Forest Institute, Discussion Paper 10: 33-50.

Skalický, V. et al. (2009): Fytogeografické členění. In: Hrnčiarová, T., Mackovčín, P., Zvara, I. et al. Atlas krajiny České republiky. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v.v.i. ISBN 978-80-85116-59-5.

Spiecker, H. (2003): Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe – temperate zone. *Journal of Environmental Management* 67: 55-65.

Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J.P., Sterba, H., Teuffel, K. (2004): Norway spruce conversion – options and consequences. European Forest Institute – Research Report 18.

Stallman, H.R. (2011): Ecosystem services in agriculture: Determining suitability for provision by collective management. *Ecological Economics* 71: 131-139.

Stará, L., Matějka, K., Cudlín, P., Bodlák, L., Pokorný, J., Sřěda, T., Čížková, H., Pechar, L., Burešová, R., Zemek, F., Marek, M.V. (2011): Zásoba uhlíku ve vegetaci České republiky a modelová uhlíková bilance krajiny. In: Marek, M.V. (ed.), Uhlík v ekosystemech České republiky v měnícím se klimatu, Academia, Praha.

Státní zemědělský intervenční fond (2013). Citováno [1.9.2013]. Dostupné z WWW <<http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/uvod>>

Sweeten, J.M., Annamalai, K., Thien B., McDonald, L.A. (2003): Co-firing of coal and cattle feedlot biomass (FB) fuels. Part I. Feedlot biomass (cattle manure) fuel quality and characteristics. *Fuel* 82 (10): 1167–1182.

Swinton, M.S., Lupi, F., Robertson, G.P., Hamilton, S.K. (2007): Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecological Economics* 64: 245-252.

Šarapatka, B. (ed.) (2010): Agroekologie – východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření. Bioinstitut o.p.s., Olomouc, ISBN 978-80-87371-10-7.

Tilman, D., Cassman, K.G., Mason, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002): Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677.

Tolasz, R. (ed.) (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-86690-26-1.

Tomášek, M. (2000): Půdy České republiky. Český geologický ústav. ISBN 80-7075-403-6.

Uhlín, H.-E (1999): Energy productivity of technological agriculture-lessons from the transition of Swedish agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment* 73: 63-81.

ÚKZÚZ (2008): Obsahy rizikových prvků a látek a základní agrochemické charakteristiky půd v oblasti jižních a západních Čech. Citováno [1.9.2012]. Dostupné z WWW <<http://www.ukzuz.cz/Folders/103238-1-Publikace.aspx>>.

ÚKZÚZ (2010): Bazální monitoring zemědělských půd 1992-2007. Citováno [1.7.2013]. Dostupné z WWW <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a->

puda/bezpecnost-pudy/monitoring-pud/bazalni-monitoring-zem-pud-1992-2007.html>

ÚKZÚZ (2010a): Analýza půd I. – jednotné pracovní postupy. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

ÚKZÚZ (2011): Vyhodnocení dat chemických analýz z průzkumu na trvalých zkusných plochách, provedeného v roce 2010. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Závěrečná zpráva.

USDA. National Nutrient Database for Standard Reference. Citováno [1.9.2010]. Dostupné z WWW <<http://ndb.nal.usda.gov/>>

Wallén, A., Brandt, N., Wennersten, R. (2004): Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions?. *Environmental Science & Policy* 7: 525-535.

Žalud, Z. (ed.) (2009): Změna klimatu a České zemědělství – dopady a adaptace. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375369-6.