

# studia. **OECOLOGICA**



**PROCES REKULTIVACE  
A REVITALIZACE JAKO  
NÁSTROJ UDRŽITELNÉHO  
ROZVOJE**

**SOCIOECONOMIC  
RANKING IN CZECHIA**

**NANOMATERIÁLY  
JAKO SOUČÁST TOKŮ  
KOMUNÁLNÍHO ODPADU**

ČASOPIS

STUDIA OECOLOGICA

Ročník X

Číslo 1/2016

**Redakční rada:**

prof. Ing. Pavel Janoš, CSc. – šéfredaktor

Ing. Martin Neruda, Ph.D. – výkonný redaktor

prof. RNDr. Olga Kontrišová, CSc.

doc. RNDr. Juraj Lesný, Ph.D.

doc. MVDr. Pavel Novák, CSc.

Ing. Jan Popelka, Ph.D.

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

**Technický redaktor:**

Mgr. Ing. Petr Novák

**Recenzenti:**

doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc., ZF Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

Mgr. Kateřina Dědková, Ph.D., FMMI VŠB – Technické univerzity v Ostravě

Ing. Eva Fuchsová, FSE Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

doc. RNDr. Jaromír Hajer, CSc., PřF Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

RNDr. Libor Jelen, Ph.D., PřF Univerzity Karlovy v Praze

prof. RNDr. Olga Kontrišová, CSc., FEE Technické univerzity ve Zvolenu, Slovensko

doc. RNDr. Karel Kubát, CSc., PřF Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

Ing. Martin Lepší, Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích

Mgr. Klára Anna Mocová, Ph.D., FTOP Vysoké školy chemicko-technologické v Praze

doc. Ing. Josef Seják, CSc., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., ZF Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

Dr. Lázár-Fülep Tímea, Óbuda Univerzita v Budapešti, Maďarsko

Ing. Jiří Turek, Česká inspekce životního prostředí v Ústí nad Labem

**Foto obálky**

Skrývkový most F60 u jezera Bergheider v německé Lužici

Mgr. Diana Holcová, Ph.D.

Vydává: FŽP UJEP v Ústí nad Labem

Tisk:

Toto číslo bylo dáno do tisku v prosinci 2016

ISSN 1802-212X

MK ČR E 17061

## OBSAH

INCREASING CAPACITY UTILIZATION OF WASTE GATHERING VEHICLE APPLYING REAL-TIME BASED INFO-COMMUNICATION SYSTEM IN SELECTIVE WASTE GATHERING <i>Ádám TITRIK, István LAKATOS</i> .....	3
CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY AND ITS INFLUENCE ON QUALITY OF LIFE – CASE STUDY ON ARCELORMITTAL OSTRAVA <i>Jana DUDOVÁ, Martina URBANOVÁ, Jan DUDA</i> .....	11
NANOWASTE AS A PART OF MUNICIPAL WASTE STREAMS: A REVIEW <i>Lucie NENCKOVÁ</i> .....	17
DOPLNĚK K ROZŠÍŘENÍ, MORFOLOGII A BIOLOGII HYBRIDA MEZI <i>SORBUS</i> <i>AUCUPARIA</i> A <i>S. ARIA</i> V ZÁPADNÍ ČÁSTI NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ <i>Jiří ŠEFL</i> .....	26
STŘEVLIKOVITÍ (COLEOPTERA: CARABIDAE) NA ÚZEMÍ BÝVALÉHO LOMU LEŽÁKY U MOSTU (SZ ČECHY) <i>Michal HOLEC, Diana HOLCOVÁ, Milena VÁGNEROVÁ, Pavel JAROŠ</i> .....	33
PROCES REKULTIVACE A REVITALIZACE JAKO NÁSTROJ UDRŽITELNÉHO ROZVOJE V ANTROPOGENNĚ ZATÍŽENÉ KRAJINĚ SEVERNÍCH ČECH <i>Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ, Eliška WILDOVÁ, Petr VRÁBLÍK</i> .....	42
SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL RANKING OF MICRO-REGIONS IN CZECHIA <i>Jiří ANDĚL, Martin BALEJ</i> .....	50

# INCREASING CAPACITY UTILIZATION OF WASTE GATHERING VEHICLE APPLYING REAL-TIME BASED INFO-COMMUNICATION SYSTEM IN SELECTIVE WASTE GATHERING

Ádám TITRIK, István LAKATOS

Széchenyi István University, 9026 Győr, Egyetem tér 1. Hungary, titrika@sze.hu

## Abstract

Decreasing of available raw materials, fossil energy source and new attitude made recycling necessary and inevitable. For recycling selective waste areas have been placed, where inhabitants can drop their waste for free optionally whether it is uncompressed or compressed, opened or closed. Due to the different bottle forms and compression methods, PET bottles are put into containers at different volume density. As every other waste also PET waste is to be compressed further in the vehicle, if it is possible, due to efficient gathering. PET waste form can significantly influence on further compression. This study deals with differently compressed PET bottle displacement from further compressibility point of view.

**Key words:** *real-time system, measuring technique, info-communication, waste gathering*

## Introduction

Regarding environmental legislation, environmental load and recycling possibilities in Hungary, hundreds of settlements (even only with a few thousands of inhabitants) have established selective waste collection areas and placed various containers. Today the emptying process is based on empirical emptying value and in some cases the collection route is not optimised. In the EU there is a high pressure on waste collection companies in order to provide higher service standard for the same price. Due to decreasing waste gathering load researchers everywhere in the world were really keen on applying such devices, which can enhance efficiency and lower cost in waste gathering.

This study deals with differently compressed PET bottle displacement from further compressibility point of view.

### *Techniques applied today*

In order to develop waste collection efficiency software and GPS service were applied for optimisation. Optimisation included fuel, route and collection time.

A study made by Minghua et al. introduced recommendations for solving waste increasing problems in Pudong province in China. High cost of waste is reduced by a special method applying low-capacity vehicles, which have automated compression unit and waste is placed into a transfer-compression depot. The compressed waste is placed in a closed hooked container, then its final destination is destruction.

Nuortio et al. defined a high-level model for waste gathering, which claims six input parameters including data featuring container, e.g. GPS coordinates, identifier, waste type, waste volume, waste mass. Further data needed about the vehicle, gathering time limit and route matrix.

By the authors containers are divided into two groups. One is for those containers, which are highlighted due to the demand of oft emptying and the other is the rest with normal emptying. Generally, emptying trend is not followed, therefore all containers sign at the same priority, but knowing the trend one can reckon emptying trend change. Simulation in Matlab showed 12% saving in average.

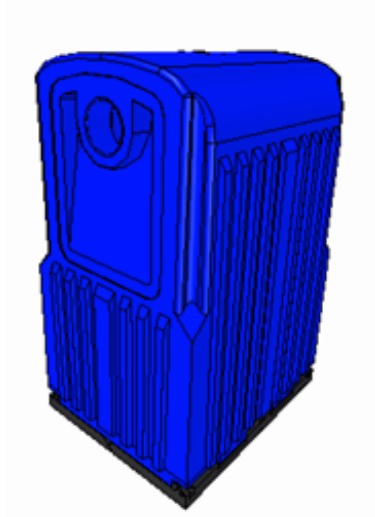
The systems introduced above contribute to optimized route definition, however there is no answer for which containers need to be emptied and what is the degree of waste density in the vehicle for fur-

ther compression. This study aims at analyzing displacement of differently compressed PET bottles and waste density in the interest of vehicle capacity utilization.

### ***Saturation examination of waste container***

The basis of the new real-time based waste gathering system is collecting accurate parameters about waste placed in container. According to literature recently there is no such investigational data, which can show further compression ratio of the differently compressed waste.

For saturation examination the commonly applied POLYDUCT selective waste containers (Figure 1 and 2) and PET bottles at different volumes and forms were used.



**Fig. 1.** 3D design of 1,5 m<sup>3</sup> selective waste gathering container

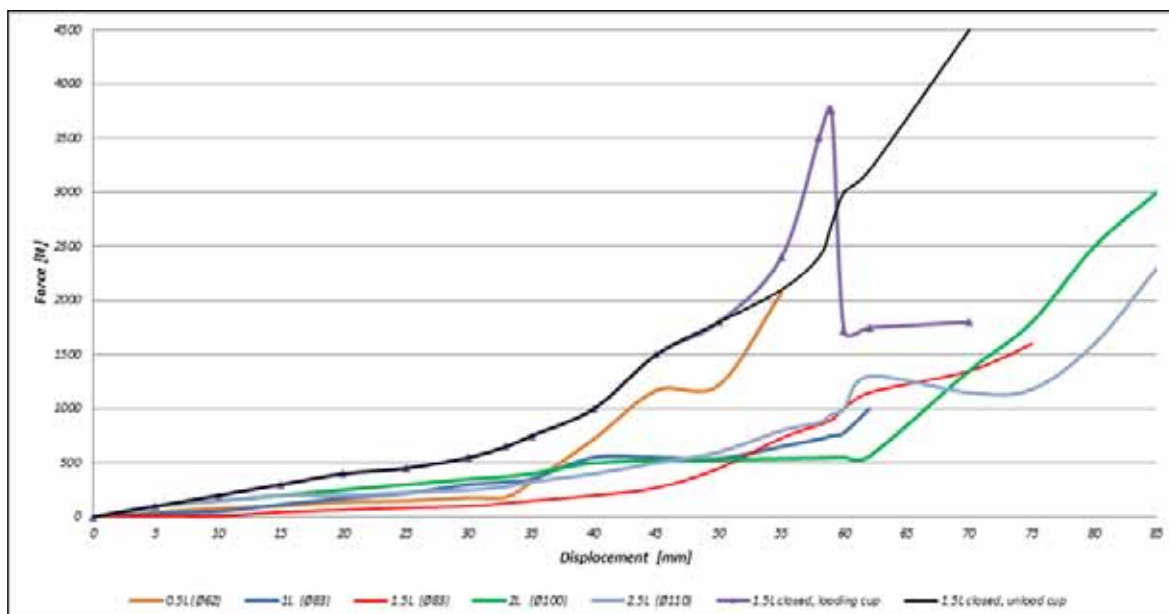


**Fig. 2.** 3D design of 1,5 m<sup>3</sup> selective waste gathering container

Bottle ratio at certain volume used examination according to a former survey:

- 0,5 l bottle 21%,
- 1 l bottle 9%,
- 1,5 l bottle 41%,
- 2 l bottle 25% ,
- 2,5 l bottle 4%.

Examination data were collected till properly saturated level of container to be emptied from the bottom. Examinations were carried out by differently compressed PET bottles. Regarding compression and further compression, examination of each PET bottle force-compression (in diameter) parameter was a very important task (Figure 3).



**Fig. 3.** Force-displacement diagram of opened and closed different volume PET bottle compression

Simulations were executed for container saturation examination with differently compressed PET bottles (Figure 4 and 5, Table 1).



**Fig. 4.** 1,5m<sup>3</sup> container saturated by PET bottles compressed by leg



**Fig. 5.** Form of PET bottles compressed by leg in 1,5m<sup>3</sup> container

**Table 1.** PET bottles can be placed in container

Container volume	Waste type	Compression method	Waste [piece]	Waste mass [g]	Waste density [kg/m <sup>3</sup> ]	Utilization increase
1500L	mixed PET bottles	none	~480	~14400	9,6	-
		compression by hand	~500	~15000	10	+4,2%
		compression by leg	~852	~25560	17,04	+77,5%
		compression unit	~995	~29850	19,90	+107,3%
2500L	mixed PET bottle	none	~872	~26160	10,46	-
		compression by hand	~890	~26700	10,68	+2,1%
		compression by leg	~1345	~40350	16,14	+54,3%
		compression machine	~1720	~51600	20,64	+97,3%
1500L	1,5L PET bottle	none	~405	~12150	8,1	-
		compression by hand	~482	~14460	9,64	+19,0%
		compression by leg	~790	~23700	15,8	+95,1%
2500L	1,5L PET bottle	none	~810	~24300	9,72	-
		compression by hand	~934	~28020	11,21	+15,3%
		compression by leg	~1410	~42300	16,92	+74,1%

Studying the simulation (Table 1) it can be stated that in case of PET bottle beside volume decrease (compression) the form of compressed bottles has big significance.

According to the examination it can be stated that:

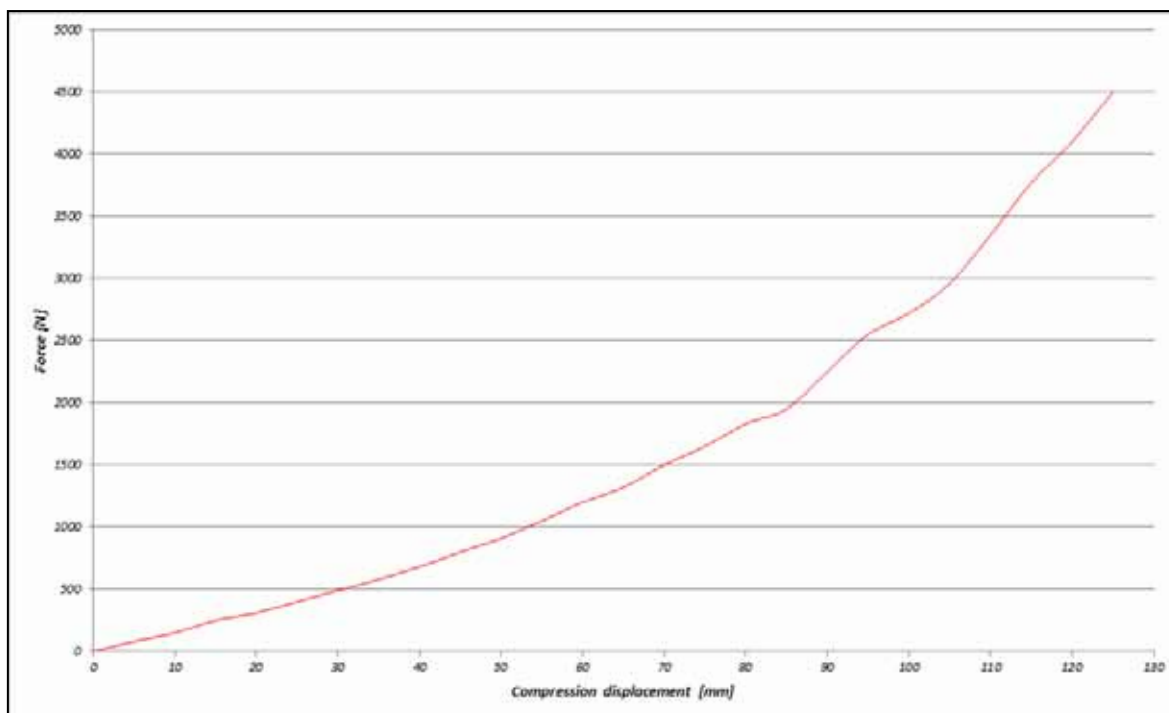
- in case of hand compression beside the average volume decrease at 40,8% the maximal piece of bottles placed in container increased by 2-5% only,
- in case of leg compression 64,4% compression ratio can be reached concerning different PET packages, thus by 50-70% more waste can be placed in container,
- in case of special compression unit the average compression is 45%. Beside volume decrease due to PET bottle deformation more waste can placed in containers, which results in 90-110 % more than in bottles without compression,
- in case of inhabitants no compression unit can be taken into consideration, therefore PET bottle should be compressed lengthways (in diameter) properly as to have more PET bottles placed in container by 50-70% as good.

### ***PET bottles test***

Tests have been carried out on an area of 1m\*1m by open uncompressed 42 pcs of 1.5L and 37 pcs of 2L PET bottles (Figure 6.).

Test parameters:

- bottle set height: ~280 mm
- compression displacement: 125 mm (bottle set height: 155 mm)
- spring displacement: ~15 mm (bottle set height: 170 mm)
- sum weight of bottles: 2471 g
- default volume: 0.28 m<sup>3</sup>
- compressed volume after spring: 0.17 m<sup>3</sup>
- compression ratio: ~40%



**Fig. 6.** 80 pcs of 1.5L and 2L open PET bottle compression examination

Tests show that after 4500N load an examined PET bottle volume was decreased by ~40%. 3.5 rows of PET bottles (random placement) were tested, so compression displacement of each row is ~35 mm. Regarding Figure 6 it can be seen that values applied at one PET bottle compression (70N→35mm) are proportional to 80 pcs of PET bottles compression values (4500N→125mm).

### ***Close PET bottle damage force***

Close PET bottle has maximal loadability at ~10 bar over pressure, which equals to 0.1N/mm<sup>2</sup>. In order to reach this value the bottle should be compressed to this volume:

$$p_1 * V_1 = p_2 * V_2$$

$$V_2 = \frac{0.1 * 1.5 * 10^6}{1.1} = 1.364 * 10^5 \text{ m}^3 = 136.4 \text{ c m}^3$$

Volume decrease: 90.1%

parallel compression on curved surface:  $A_{\text{PET bottle}} \sim 30000 \text{ mm}^2$

pressure:  $p=10 \text{ bar} \rightarrow 1 \text{ N/mm}^2$

Damage force:

$$F = p * A = 1 * 30000 = 30000 \text{ N}$$

This value should be overcome by the compression unit for one close PET bottle assuming that the cap stays intact providing the lasting volume decrease.



### ***Waste COLLECTING Vehicle compression unit examination***

Also in the European countries and Hungary rear-loading waste gathering vehicle is typical, thus its compression unit parameters have been examined:

- Hydraulics cylinder piston diameter:  $D=\text{Ø}110\text{mm}$
- Maximum system pressure:  $p=320\text{bar}\rightarrow 32\text{N/mm}^2$
- Hydraulics cylinder maximum force:

$$F=p*A=(55^2*\pi)=30400N$$

- Hydraulic cylinder number: 2 pcs

$$\Sigma F = 2 * 304000 = \underline{608000N}$$

force can be realized by two hydraulics cylinder.

In case of close uncompressed bottles at the compression of around 20 pcs of PET bottles the system is able to produce the force, which can damage the bottle causing permanent deformation assuming that the cap stays intact and over pressure can be released. Based on the calculation it seems that open PET bottle placement has a very significant role as well as the application of PET bottle damage-compression unit.

Waste gathering vehicle compression unit dimension:  $2\text{m}*0.9\text{m}$

Volume to be compressed:  $2\text{m}*0.9\text{m}*0.8\text{m}=1.44\text{m}^3$

### ***Optimization of waste COLLECTING vehicle saturation***

Concerning the results above culture of PET bottle waste selective gathering has great significance. Wide-spread waste gathering vehicles in the EU and Hungary has a capacity of  $22\text{m}^3$ , thus such vehicle tests have been carried out.

### ***Considerations based on container volume-weight ratio***

$22\text{kg}$  waste in a  $1.5\text{m}^3$  container means that the compression ratio of PET bottles is high and volume decrease is  $\sim 70\%$ . Further waste compression in waste gathering vehicle can hardly be reached.  $\sim 70\%$  volume decrease equals to compressing in diameter of  $60\text{mm}$ . In case of  $70\%$  volume decrease there is room for  $\sim 750$  pcs of PET bottles in the compression unit ( $1.44\text{m}^3$ ), see Table 1. In Figure 6 it can be seen that compression at  $60\text{mm}$  average PET bottle reaction force is  $800\text{-}850\text{N}$ . In case of that huge amount of PET bottles further compression needs to provide the maximum compression force made by hydraulic system for compression unit. For more precise data test should be carried out with different type and level compressed PET bottles and various vehicle equipped with different compressing unit.

Based on the data provided by the waste gathering company compressed waste weight was divided by the number of  $2.5\text{m}^3$  container at vehicle emptying. However, the values have big dispersion (between  $28\text{kg}$  and  $52\text{kg}$ ),  $40\text{kg}$  (compressed)/container ( $2.5\text{m}^3$ ) values are considered in average.  $1088$  pcs of  $2.5\text{m}^3$  totally saturated container were involved in tests having been carried out. The value is in line with the data in Table 1 and examination on further compression introduced in this chapter.

### ***Data needed for optimization:***

- Density value of waste at its compression limit (PET, open, homogenous  $15\text{kg/m}^3$ )
- Container volume and homogenous waste weight (input for waste density value)

Comparing these two data number of containers can still be emptied can be forecasted, thus place of vehicle saturation.

### **Factors influencing optimization:**

- waste homogeneity,
- quality of gathering culture,
- vehicle compression unit parameters,
- compressed waste volume in one compressing cycle.

Concerning these factors optimization has big uncertainty, which can be calculated by correction factors examining in real circumstances.

### **Summary**

More livable cities can be organized by applying real-time based info-communication system in waste gathering since reasonable emptying processes are accomplished in time, while not required gathering tasks are left out.

For maximization of vehicle capacity utilization determination of waste density value was successful, which cannot be or only hardly can be decreased by further compression. Applying this value dividing vehicle capacity by container waste volume is it capable to give a prognosis on vehicle saturation, which can handled as input parameter in optimization. High-level waste gathering can be planned by such system application resulting in environmental care, enhanced traffic safety and waste gathering efficiency increase.

### **References**

- ABELIOTIS, K., KARAIKOU, K., TOGIA, A. AND LASARIDI, K. (2009) Decision support systems in solid waste management: A case study at the national and local level in Greece. *Global NEST Journal*, Vol.11, No.2, pp. 117-126.
- APAYDIN, O. AND GONULLU, M.T. (2007) Route optimization for solid waste collection: Trabzon (Turkey) case study. *Global NEST Journal*, Vol. 9, No.1, pp. 6-11.
- GHOSE, M.K., DIKSHIT, A.K., SHARMA, S.K. (2006) A GIS based transportation model for solid waste disposal – a case study of Asansol Municipality, *Waste Management*, Vol.26, pp. 1287-93.
- DR. HIRKÓ B. (2006) Elosztási logisztika, Universitas-Győr Kht.
- JOVICIC, N.M., BOSKOVIC, G.B., VUJIC, G.V., JOVICIC, G.R., DESPOTOVIC, M.Z., MILOVANOVIC, D.M., GORDIC, D.R., (2011) Route optimalization to increase energy efficiency and reduce fuel consumption of communal vehicles, *Thermal Science*, Vol. 14, pp. 67-78.
- OLIVEIRA, S.E. AND BORENSTEIN, D. (2007) A decision support system for the operational planning of solid waste collection, *Waste Management*, Vol.27, pp. 1286-1297.
- SAHOO, S., KIM, S., KIM, B.I., KRAAS, B., POPOV, J. (2005) Routing optimization for *Waste Management*, Interfaces, Vol.35, pp. 24-36.
- TAVARES, G., ZSIGRAIOVA, Z., SEMIAO, V., CARVALHO, M. (2008) A case study of fuel saving through optimization of MSW transportation routes, *Management of Environmental Quality*, Vol.19, No.4, pp. 444-454.
- TITRIK, Á. - SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM, (2011) *Patent: Hulladékgyűjtés logisztikájának optimalizálására szolgáló rendszer*, P 11 00734.
- TITRIK, Á., LAKATOS, I., CZEGLÉDI, D., (2015) Saturation Optimization of Selective Waste Gathering Vehicle Based on Real-Time Info-Communication System, In: Proceedings of the 2015 ASME/IEEE International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA). Boston, USA, 2015.08.02-2015.08.05. Paper DETC2015-46720.

TITRIK, Á., LAKATOS, I. (2015) PET palackok paramétereinek vizsgálata a real-time alapú infokommunikációs hulladékgyűjtés hatékonyságának növeléséhez. In: Péter Tamás (szerk.) Innováció és fenntartható felszíni közlekedés: IFFK 2015., Budapest, Magyarország, 2015.10.15-2015.10.16. Budapest: Magyar Mérnökakadémia, 2015. Paper 07. (ISBN:978-963-88875-3-5; 978-963-88875-2-8).

TITRIK, Á., (2015) Real-time alapú infokommunikációs eszköz alkalmazása a szelektív hulladékgyűjtésben, *Journal of Central European Green Innovation* 3 (4) pp. 117-124

TEEMU NUORTIO, JARI KYTÖJOKI, HARRI NISKA, OLLI BRÄYSY (2006) Improved route planning and scheduling of waste collection and transport, *Expert Systems with Applications* 30, PP. 223-232

ZHU MINGHUA, FAN XIUMIN, ALBERTO ROVETTA, HE QICHANG, FEDERICO VICENTINI, LIU BINGKAI, ALESSANDRO GIUSTI, LIU Y (2009) Municipal solid waste management in Pudong New Area, China, *WASTE MANAGEMENT*, 29, PP. 2939 – 2949.

## **CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY AND ITS INFLUENCE ON QUALITY OF LIFE – CASE STUDY ON ARCELORMITTAL OSTRAVA**

**Jana DUDOVÁ<sup>1</sup>, Martina URBANOVÁ<sup>2</sup>, Jan DUDA**

<sup>1</sup> Department of Environment Law, Faculty of Law, Veveří 70, Brno 61180, Czech Republic

<sup>2</sup> Department of Legal Theory, Faculty of Law, Veveří 70, Brno, 61180, Czech Republic

Jana Dudová: janad@law.muni.cz, Martina Urbanová: urbanovam@law.muni.cz ,

Jan Duda: j.duda@centrum.cz

### **Abstract**

This paper deals with the concept of CSR and shows how this tool is problematic (e.g. because it exceeds the legal concept). Is CSR really a responsible policy or just a mere tool of marketing? CSR in practice often fails because the consumer or the investor is not able to distinguish between socially responsible and socially irresponsible companies. This issue is demonstrated on a recent concrete example of the Czech case of ArcelorMittal - Ostrava Radvanice. This practical example is demonstrating how the legal instruments were applied in this specific case; recent recodification shift in terms of CR is outlined. In conclusion the authors discuss the possibilities of improvements of the legal regulation of CSR, they recommend to assess the companies with regard to the factual concordance of declared and actually performed CSR (e.g. lessening of negative impacts on the environment).

**Key words:** *CSR, quality of life, application practice, greenwashing, enforcement*

### **INTRODUCTION**

Corporate Social Responsibility (“CSR”) is derived from the concept of “responsible enterprising” (Khandwalla, 2003). This represents securing the economic success of enterprising while respecting social and environmental interests. It means a positive contribution of the company and mitigation of its negative environmental impacts (Directorate for Enterprise, 2010). The concept of CSR has developed mainly in relation to globalization, where the pressure to maintain a market position, the dynamics of change, requirements for creation of profit and growth in revenue often mean that some companies act with utter disregard and with a single goal, which is to maximize the profit. Social Corporate Responsibility can be defined as a voluntary commitment of companies to behave responsibly within their sphere of activity towards the environment and the whole society. The importance of the concept of CSR is comprised of such method of managing the company and building relationships with partners, which leads which leads to an improved reputation and credibility of the company. (Kuldová, 2010).

Management theorists began to explore methodically the concept of corporate social responsibility in the mid-20th century. Today, the concept of CSR e.g. in Great Britain is on a much more advanced level than in any other EU Member State. This country boasts of the function of a minister for CSR, of a strong tradition and constant updating of its CSR policy. Non-governmental organizations such as Amnesty International and the World Wildlife Fund play a key role in this matter (Duda, 2010). The law enacted in 2004 e.g. brought the obligation on British companies to publish an annual report on sustainability. Consciousness of social responsibility is well developed in Sweden too. Since 1999 large companies are obliged to publish the impact of their activities on the environment. Besides this environmental criterion, the Swedish approach to CSR is also reflected in its strong commitment to responsible foreign trade and investment. The governmental Swedish Partnership for Global Responsibility brought to Sweden exemplary upholding of the OECD Guidelines for Multinational Corporations (Prskavcová, 2007).

In contradistinction to the Western European nations with traditional democratic systems, CSR was “discovered” in the Czech Republic in the 1990s in relation to this world-wide trend. Of course, the phenomenon of CSR has been a widely discussed topic in recent years, especially in relation to multinational corporations violating in the very principle of their function a so-called triple-bottom-line.

## **METHODOLOGY**

The study was conducted in the form of a critical analysis of available data from related literature. Data for this study was collected using a number of documents dealing with CSR and quality of life. The documents are analysed in order to develop understanding of the relationship between CSR and law because there is only a little attention paid to this issue. Authors not only describe it but they also provide a new conceptual theoretical framework. This study therefore provides an important opportunity to advance the understanding of this field and serves as a necessary starting point to further empirical research. The aim of this study is to shed light on this topic through an examination of the state of approaches set by multinational corporations and recent shift in legislation as well as in jurisprudence. In conclusion the authors provide several recommendations and offer a view *de lege ferenda* with relation to New Civil Code and upcoming shift in jurisprudence. The article shows that not only the law implies all the changes, but the changes are influenced by the whole socio-economic reality.

## **CSR AND MULTINATIONAL CORPORATIONS**

We may understand the concept of CSR as an answer to the disconcerting situation if the society that is based on a ruthless profit. It concerns a complex support of priorities related to fulfilling the quality of life - as opposed to simple assessment of prosperity indicators, as it was at the beginning of the 1970s, when the focal point of interest were mainly the economic aspects of the quality of life. Nowadays the environmental aspects of the quality of life are moving to the forefront. Some multinational corporations (e.g. Wal-Mart Stores, British Petroleum, Toyota Motors, General Motors, AXA, Citigroup, HSBC Holdings and others) often encounter in their enterprising a conflict of interests with the concept of CSR. Today they are considered a new type of power, emancipated from the influence of governments, but forming the governmental decisions (Hofmann, Meloy, 2013). Multinational corporations develop economic activities on several national markets. They feature high geographical flexibility, and can quickly react to the changing local conditions by migrating their activities to more advantageous localities in another part of the world.

Multinational corporations are currently being criticized mainly for violating environmental standards and for the ecological burden of their actions, as well as for their avoidance of responsibility after accidents as well as for pollution of the environment where the local population live, etc. Many multinational corporations are trying to improve their image - that is negatively influenced by their environmentally unfriendly activities - by “green” proclamations (greenwashing) and advertising campaigns. Some companies present activities to which they are legally bound as their own voluntary acts. In certain cases, they hide the real impact of their activities, and use environmental rhetoric to gain sympathy. Meanwhile we must not forget about the opportunity of multinational corporations to use the highest quality legal services and about their capacity to pay possible damages mainly for environmental pollution. Independent multinational corporations then often attempt to change legislation to make it as advantageous for them as possible. They use multifaceted lobbying activities to achieve this. On the other hand, the media can disrupt a systematically created image created by an army of advertising and marketing agencies, press secretaries, PR experts and their positive effect on social progress, including their publicly proclaimed concepts of social responsibility. However, only marginal attention has yet focused in the Czech Republic on the issue of multinational corporations. Today however, also in our country, certain cases have begun to appear from legal application practice that illustrate that some companies originally did not take their proclaimed concept of CSR so seriously, though they were ultimately forced by the power of the public to remedy and reassess this, in essence, very cavalier attitude towards declared values. These large companies (as envi-

ronmental polluters) are often taken aback by the surprising move of a court, which sided with the opponent and imposed upon such companies the obligation to perform (their own declared) ecological measures, while ruling against any alleged breach of the principle of predictability of a judicial decision. This new trend in decision-making practice is proof of the overall new social view of CSR and the quality of life in the CR.

## **CASE FROM APPLICATION PRACTICE**

It is possible to demonstrate the problem of social responsibility in the growing influence of the weaker party in environmental law. This is then reflected in the overall environmental view on protecting the quality of life and on instruments for enforceability of this law, see Dudová (2013). It is interesting to observe how investors, or key players in industry, are gradually being forced to adjust to this trend. In this context we can mention a case (that happened in the Czech Republic) of a major industrial polluter and “a noise producer” in the Ostrava region - the company “ArcelorMittal” (hereinafter referred to as the “company”); (Frank Bold Society, 2014). A lengthy court battle began in 2008 against this Company brought by the plaintiff who owns the adjacent property regarding annoyance caused by excessive noise. A crucial factor in the entire proceedings is the fact that this concerned a neighbour’s complaint, thus it was a private law dispute. The result of the dispute basically forms a fundamental shift in social perception of responsibility of an environmental polluter; it means that even the average person can protect himself against economically much more stable player and defend his rights. In this case the verdict of the District Court in Ostrava of 14. 11. 2012, case no. 33C 343/2008-314 and the Regional Court in Ostrava of 13. 9. 2013, case no. 57 Co 223/2013-390, imposed the mentioned company the obligation to refrain from noise disturbance emanating from machines and equipment operated by the company so that the level of the noise spreading into the protected outer area of the house of the plaintiffs would not exceed a level of 40 dB in the hours from 10:00 p.m. to 6:00 a.m. as laid down by valid legislation (see the provisions of Sec 31 of Act No. 258/2000 Coll., on Public Health Protection, as amended, and implementation legislation in the intentions of Government Decree No. 272/2011 Coll.).

The company appealed against the judgement of the court of first instance, in which it mainly objected that the principle of predictability of the court decision has been breached, because the court deviated from the existing consistent judgement-making practice, thus allegedly affected the right of the company to a fair hearing, and the verdict was really surprising. The company for its over-limit noise annoyance wanted to use mainly the exemption from noise limits that have been imposed by the regional public health authority. The fundamental problem of the dispute was to judge whether in this specific case, annoyance by noise exceed the common limits of the neighbourhood. In the company’s opinion, the court erred if it based its ruling solely on the finding that in the particular matter, the public health noise limit was exceeded, and then deduced from this finding that annoyance of the plaintiff is occurring above the level relative to conditions. The company held the opinion that the court should look at circumstances such as the local custom of noise annoyance. The company argued in this context that this is increased the level of noise also in consequence of automobile traffic and other sources of noise, thus the borders of the common level of noise the in the neighbourhood are “shifted”. The question of local conditions was repeatedly discussed in the dispute, especially in relation to the administrative exception from upholding noise limits permit to the company.

The court of appeal arrived at the conclusion that the appeal of the company is not justified, and thus upheld the decision of the court of first instance. It mainly pointed out the circumstance that if the company decided to do business in the given location in this specific field, the Public Health Protection Act and its implementation legislation were already in force and valid at that time. When the company began its business in this locality legal standards concerning public health protection with determined limits of health protection against noise were already valid, and it was the duty of the company to act according to the legislation. Therefore, it is not possible to regard the request of the plaintiff as unreasonable interference into the company’s ownership rights in the given matter. In terms of the period of occurrence of adverse affects of noise on health. The court found it to have been proven that the property in question had been under the ownership of the plaintiff and his family since the 1940s, thus it could not be attributed to the detriment of the plaintiff that he implicitly

accepted the given condition. General courts arrived at the conclusion that in this case, the level of noise from other sources is not decisive for judging this case, and it does not relieve the plaintiff of his right to demand protection against the company. The important fact in this dispute is protection of health. The actual exceeding of the public health limit, which is determined by the legislator for health protection, leans towards the conclusion that the health of the plaintiff and his family is threatened by the company's activities. The courts thus concluded that the company is obliged to refrain from the negative influence of excessive noise. The company was forced to accept the rendered decision and secure the appropriate noise protection measures, even despite its repeated attempts to reverse these court decisions.

This case significantly moved the boundary of legal consciousness. We consider it essential in the given context to observe the current enforcement of rights according to the new legislation. In the intentions of the provisions of Sec 1012 of the New Civil Code ("NCC"), the owner is prohibited from disturbing the rights of other persons above a level relative to the conditions, or from performing such activities, whose main purpose is to annoy other people or cause damage to other people. Under the provisions of Sec 1013(1) of the NCC, the owner is obliged to refrain from anything that causes the situation that *inter alia* even noise and other similar effects (emissions) penetrate the estate of another owner (neighbour) in a limit not relative to the local conditions, and significantly limit common use of the estate; this also concerns animals entering. It is prohibited to bring emissions (air pollution) to the estate of another owner regardless of the level of such influences and degree of annoyance of the neighbour, unless it leans upon a special legal reason. The legislation contained in Sec 1013(2) of the NCC may be mentioned as a fundamental change in the existing legal consciousness.

According to the new legislation is applied that if emissions are the consequence of operation of a factory or similar facility, which was officially approved, the neighbour is only entitled to compensation for injury in money, though the injury was caused by circumstances not considered during official negotiations. This is not valid if during performance of operation, the scope in which it was officially approved is exceeded. The prohibition of emissions in the first paragraph of Sec 1013 are derived from the previous legislation (Sec 127 Act No. 40/1964 Coll., Civil Code), whereas the listing of emissions remains non-exhaustive. The new version distinguishes between direct and indirect emissions. Direct emissions are direct continuation of the owner's activity (e.g. such as channelling drainage water into neighbour's estate), and indirect emissions which are not directly evoked by this activity, because in its open consequence it is only conditional to natural influences (falling ash, spreading of noise, proliferation of rodents on unused grounds or not duly maintained ones, etc.). Indirect emissions are prohibited under conditions that they are not relative to the local conditions and are significantly limiting to the normal use of the grounds in the given location. In the intentions of the provisions of Sec 1013(2), the NCC now eliminates any possibility of seeking an injunction for noise emissions from an officially approved factory (in case of noise emissions, this concerns indirect emissions); however, if such emissions exceed the normal level and significantly limit use of the neighbour's estate, the neighbour is entitled to compensation for this damage.

Since the regulation for compensation for damage stands in the NCC on the principle that upon its compensation, *restitutio in integrum* take precedence, which in the given case is not possible (the cause would have to be removed, thus the officially approved factory operation), it is possible to request only monetary compensation. Of course, this changes the overall view of the law on the quality of life and protection from adverse influences of the environment. Factual protection (not only) from noise emissions is thus again becoming hard to enforce (even despite the newly established positive trend in the decision-making process of the courts). An officially approved exception from noise limits basically means legitimizing operation in the mode of *contra legem*. It is therefore a question whether officially approved operation exceeding the noise emissions limits according to permitted exceptions remains in line with newly established legal criteria, compare with Dudová (2011). Therefore, in the given context, the interpretation and application of this new legislation will have an utterly important meaning, in just this regard to exceptions from noise limits of officially approved operation. Hence, it is necessary to consider most thoroughly whether *de lege ferenda* exceptions should be eliminated from noise limits in the interest of protection of the quality of life and human health, or at least adequately amended.

## **CONCLUSION**

The Supreme Court in its judgment of 28. 1. 2015 Ref. No. 22 Cdo 636/2014, came to a different conclusion. In his opinion, in addressing the question whether the operation of facilities serving the industrial production, whose work is otherwise in compliance with public law, beyond a reasonable level, it must come from a comparison with other locations in which they operate similar facilities; if the site operates under the relevant permits, industrial production, not reasonable level compared with places where such production is operated.

The Supreme Court concluded that in this case the courts wrongly came from the fact that the operation of the business of the defendant cancelled the plaintiff beyond limits set by hygienic limits, the exemption for body hygiene services not considered as relevant and considered whether plaintiff defendant cancelled in excess of reasonable similar industrial sites. According to the Supreme Court the previous court decisions based on incorrect legal assessment of the matter under § 241 of Code of Civil Procedure.

The authors of this paper lean towards more thorough support of the concept of CSR in the Czech Republic. To explain the stated issue, they attempted inter alia to demonstrate potential misuse of this concept when the companies only want to improve their image. The authors believe that the misuse of the image of the corporate responsible company is a form of unfair competition. The issue of social responsibility deserves, in the future, an entire series of empirical examinations, which will help uncovering the true values preferred in a certain company and their concordance with the concept of CSR. In the future the authors recommend assessment (and possibly sanctions) of companies with regard to the factual concordance of declared and actually performed CSR in lessening negative impacts on the environment (i.e. more closely examine how the company attempts to present itself to the public and what the reality is).

## **SUMMARY**

We may understand the concept of CSR as an answer to the disconcerting situation in a company founded often on ruthless profit-making. In the Czech Republic, this concept has expanded in the past two decades with regard to the social and environmental influences on the quality of life. Some multinational corporations often encounter in their enterprising a conflict of interests with the concept of CSR. Many multinational corporations are trying to improve the overall image about their often negative influence on the environment through “green” proclamations (greenwashing) and advertising campaigns. Some companies present activities to which they are legally bound as voluntary acts. Today however, in our country, certain cases have begun to appear from legal application practice illustrating that certain companies originally did not take their proclaimed concept of CSR so seriously, though they were ultimately forced by the power of the public to remedy and reassess this, in essence, very cavalier attitude towards declared values. The authors demonstrate this issue as it stands in the Czech Republic by a current case from application practice. This concerns a private case, a so-called neighbour vs. neighbour legal dispute regarding annoyance by excessive noise against the company Accelor Mittall in Ostrava-Radvanice. The result of the dispute basically forms a fundamental shift in social perception of liability of an environmental polluter in that even the average person can protect himself against a much stronger player economically, and defend his rights. In the paper, the authors indicate a legislative shift in similar cases after adoption of the new Civil Code. The company being sued was eventually forced to comply by means of enforcement of one’s right to receive corrective actions, which however did not prevent the company from taking advantage of this necessity on its Webpage. Application practice of the courts is still not comprehensive in this matter as we see from Supreme court decision. The authors of this paper lean towards more thorough support, sustainable decision-making and inspection of CSR in the Czech Republic.



## Acknowledgement

This paper was created and financed from funds of the specific research of Masaryk University MU-NI/A/0913/2013 “Environmental and sociological aspects of the quality of life in a legal perspective”

## REFERENCES

- AGUILERA R. V., 2006. Corporate Governance and Social Responsibility: a comparative analysis of the UK and the US In *Corporate Governance: An International Review*
- BEZOUŠKA P., 2013. Obtěžování prachem, hlukem, pohledem, ale i depresivním stínem [Online], Available at: [http://zpravy.ihned.cz/obcansky-zakonik/c1-58675240-obtezovani-prachem-hlukem-pohledem-ale-i-depresivnim-stinem?utm\\_source=mediafed&utm\\_medium=rss&utm\\_campaign=mediafed](http://zpravy.ihned.cz/obcansky-zakonik/c1-58675240-obtezovani-prachem-hlukem-pohledem-ale-i-depresivnim-stinem?utm_source=mediafed&utm_medium=rss&utm_campaign=mediafed) [Accessed: 2014 June 7]
- BLAŽEK, L., 2011. Nadnárodní společnosti v České republice II. Kvalitativní a kvantitativní výzkum. Brno: Masarykova univerzita, p. 349
- CARROLL A. B. 1999. Corporate Social Responsibility – Evolution of a Definitional Construct. In *Business and Society* Vol. 38, No. 3, pp. 268-295
- Directorate-General for Enterprise, 2010. Úvod do Společenské odpovědnosti podniků pro malé a středně velké podniky [Online], Available at: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/files/csr/campaign/documentation/download/introduction\\_cs.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/files/csr/campaign/documentation/download/introduction_cs.pdf) [Accessed 2014 June 8]
- DUDA J., 2010. Individual responsibility as a core brick for keeping democracy In *Responsibility in International Law - III. Międzynarodowa konferencja studencko-doktorancka*, Uniwersytet Warszawski, Warsaw, pp. 34-35
- DUDOVÁ J., 2013. Právní aspekty ochrany veřejného zdraví před environmentálním hlukem. 1<sup>st</sup> edition, Právnická fakulta MU, Brno
- DUDOVÁ J., 2011. Právo na ochranu veřejného zdraví: Ochrana veřejného zdraví před rizikovými faktory venkovního prostředí. 1<sup>st</sup> edition, Linde, Prague
- EKOLOGICKÝ PRÁVNÍ SERVIS, 2006. *Když se bere společenská odpovědnost vážně*, [Online], Available at: [http://www.eps.cz/sites/default/files/publikace/kdyz\\_se\\_bere\\_csr\\_vazne.pdf](http://www.eps.cz/sites/default/files/publikace/kdyz_se_bere_csr_vazne.pdf) [Accessed 2014 June 13]
- EKOLOGICKÝ PRÁVNÍ SERVIS, 2013. Ostrava: Mittal musí omezit hluk, [Online], Available at: <http://www.eps.cz/resime/pripad/ostrava-mittal-musi-omezit-hluk> [Accessed 2014 June 13]
- HOFMANN J., MELOY R. J., 2013, International Handbook of Threat Assessment, 1<sup>st</sup> edition, OUP USA
- KHANDWALLA P., 2003, Corporate creativity, 1<sup>st</sup> edition, Tata McGraw-Hill Education
- KULDOVÁ L., 2010. Společenská odpovědnost firem. *Etické podnikání a sociální odpovědnost v praxi*: 1<sup>st</sup> edition, Kanina: OPS
- Ministerstvo vnitra České republiky, 2010. Analýza přístupu veřejnosti k regulaci v České republice 1/2008, [Online], Available at: <http://www.mvcr.cz/clanek/analyza-pristupu-verejnosti-k-regulaci-v-ceske-republice.aspx> [Accessed 2014 June 13].
- PRSKAVCOVÁ M., 2007. CSR na podnikové úrovni, vazba na trvale udržitelný rozvoj. In *Svět práce a kvalita života v globalizované ekonomice*. Praha VŠE
- STEUER R., 2010. The role of governments in corporate social responsibility: characterising public policies on CSR in Europe. *Policy Sciences*
- URBANOVÁ M., DUNDELOVÁ J. and DVOŘÁKOVÁ D., 2013. Values and Entrepreneurship, In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Brno, Vol. 61, No. 4, pp. 1167-1175

## NANOWASTE AS A PART OF MUNICIPAL WASTE STREAMS: A REVIEW

## NANOMATERIÁLY JAKO SOUČÁST TOKŮ KOMUNÁLNÍHO ODPADU

Lucie NENCKOVÁ

Vysoká škola ekonomická v Praze, Institut pro udržitelné podnikání, Nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3 – Žižkov, Česká republika, lucie.nenckova@seznam.cz

### Abstrakt

Nanomateriály představují jak technologickou, tak ekonomickou výzvu současnosti. Zatímco v nedávné minulosti nacházely tyto nové materiály využití především v elektrotechnickém průmyslu, v posledních letech se stávají běžnou součástí spotřebitelských výrobků, které získávají díky jejich přítomnosti mnoho specifických vlastností a vylepšení. Nanoprodukty, jak lze tyto výrobky zkráceně nazývat, si našly cestu do všech moderních domácností, a to zejména v podobě kosmetických výrobků a textilu. Nanomateriály však nejsou pouze přínosem, ale mohou představovat také rizika pro životní prostředí i pro lidské zdraví. Zejména nanočástice se mohou ze spotřebitelských výrobků nekontrolovaně uvolňovat, a to i prostým používáním, a vstupovat přímo do vodních ekosystémů, či nepřímo do životního prostředí přes procesy spojené s odpadovým hospodářstvím. Cílem tohoto příspěvku je shrnutí aktuálních poznatků týkajících se odpadu spojeného s nanoprodukty, který představuje zcela nový typ odpadu, o jehož produkci a chování v tocích komunálního odpadu existuje stále velmi málo informací.

### Abstract

Engineered nanomaterials present a major contemporary technological challenge. Many specific functions, chemical or physical properties of frequently utilized products of daily use namely cosmetics and textile are nanotechnology-enhanced. The significant increase of consumer nanoproducts on the market will mirror the amount of future waste containing nanomaterials, for which the term nanowaste can be easily used. Nanomaterials and particularly nanoparticles from nano-based products in the end of their life cycle phase or during their use end up in municipal waste streams and due to ineffective waste handling or inappropriate waste management can enter the environment and cause many issues including the harmful effect for human health. This literature review summarizes actual knowledge about nanowaste and reports on currently proposed waste management systems how to deal with this new kind of waste.

**Klíčová slova:** *nanomateriál, nanoprodukt, nanoodpad, komunální odpad, odpadové hospodářství*

**Key words:** *nanowaste, nanoproducts, nanomaterials, municipal waste, waste management*

### Introduction

Nanomaterials are defined as materials, “which should consist of 50 % or more of particles having a size between 1 nm to 100 nm” (European Commission 2011). These nanoscale materials could be also divided according to their dimensionality to one-dimensional nanomaterials such as layers, films, surface coatings, two-dimensional nanomaterials include for example nanofibres or nanotubes and three-dimensional nanomaterials are known as nanoparticles (Royal Commission on Environmental Pollution 2008), which seem to have highest potential health and environmental impacts (Filipová et al. 2012).

Nanomaterials are known as novel materials produced by industrial processes called nanotechnology during last decade, but they have been always present on Earth. Natural nanomaterials are produced by many processes in nature including photochemical reactions, eruptions of volcanoes, forest fires and simple erosion (Buzea et al. 2007) and many others. Some nanoparticles are biosynthesized by algae (Rai and Posten 2013) or other organisms as specific bacteria and diatoms (Narayanan and Sakthivel 2011). Even several viruses can be classified as nanoparticles (Buzea et al. 2007).

Anthropogenic nanomaterials were created first time as by-products of combustion, metallurgy and other technological processes many thousands years ago, which is evident from many antiquities as Damascus swords (Daw 2012) or Roman dichroic glass cage cup called Lycurgus cup (Freestone et al. 2007). Anthropogenic nanomaterials, which are emerging recently by human activities, could be divided to two groups as by-products which are created during many physical and technical processes, and products of nanotechnology called “engineered nanomaterials“ (Topinka 2011).

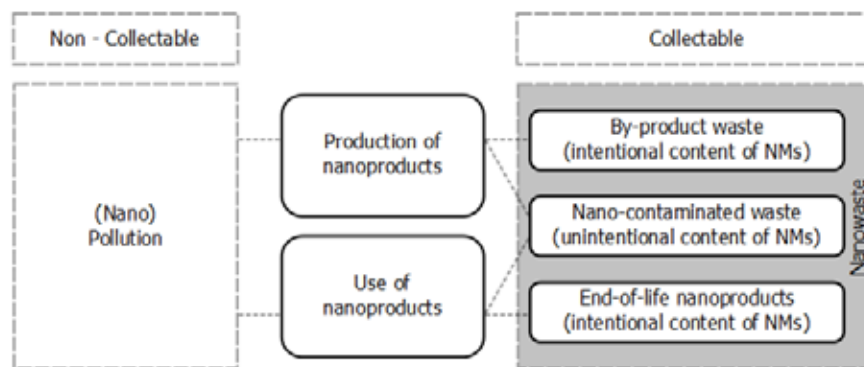
Products, whose functions, physical or chemical properties are enhanced by nanomaterials, are called nano-based products or simply nanoproducts. According to Bystrzejewska-Piotrowska et al. nano-based products can contain two main types of nanomaterials – surfaces coating or free nanoparticles (Bystrzejewska-Piotrowska et al. 2009). They find use in many areas such as electronic, biomedical, pharmaceutical, cosmetic, energy, environmental and material applications (Nowack and Bucheli 2007). The vast majority of nanomaterials consists of nanosilver, various forms of carbon, zinc oxide, titanium dioxide and iron oxide (Royal Commission on Environmental Pollution 2008; Musee 2011). Nanomaterials can be found currently in many consumer products. They are listed for example in nanotechnology Consumers Products Inventory Database that contains more than 1800 registered products (Consumer Products Inventory 2013). The most increasing amount of nano-based products are cosmetics and textiles as products of daily use, which represent more than 50 % of the market (Greßler et al. 2014).

Logical consequences of the widespread use of nanomaterials and nano-based products contribute to the appearance of new kinds of waste (Boldrin et al. 2014). The main aim of this literature review is to briefly summarize actual knowledge about nanowaste and report on currently proposed waste management systems for this new type of waste.

## Discussion

### *Sources of nanomaterials released to the environment and nanowaste*

Although nanomaterials can also offer the great tool for remediation of the environment through many applications called “environmental nanotechnology“ (Biswas and Wu 2005), their uncontrolled release to the environment is highly undesirable. Both synthesized nanomaterials from commercial products and nanomaterials, which are released from industrial production and other processes, reach waste streams through many different ways (Biswas and Wu 2005). These novel materials can be released to the environment from point sources such as production facilities, waste handling and wastewater treatment plants or from non-point sources as simple using or wearing of nano-based products by consumers (Liu et al. 2008). According to Bismas and Wu one of the most critical operation, which can cause possible release of nanomaterials from industry to the environment, are cleaning operations of production chambers (Biswas and Wu 2005). Another possible way is an accidental release during production processes or transportation (Nowack and Bucheli 2007). All of these nanomaterials including nanomaterials from atmospheric deposition, can contaminate soils and both surface and underground water (Nowack and Bucheli 2007; Zweck et al. 2008; Bystrzejewska-Piotrowska et al. 2009).

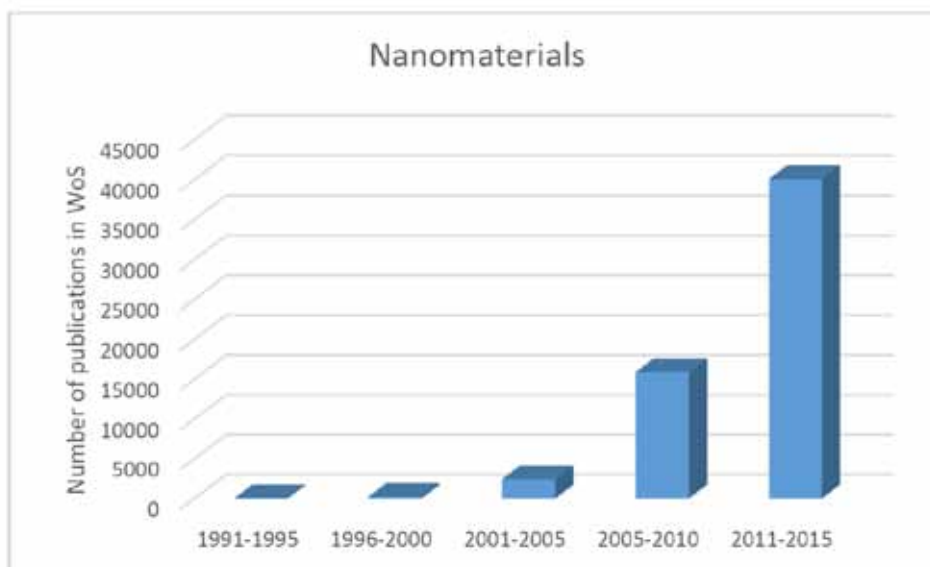


**Fig. 1** Nanowaste versus nanopollution (Boldrin et al. 2014)

**Legend:** The “NMs” is a commonly used abbreviation for “nanomaterials”

The term “nanowaste“ can be tracked back to 2008 (Liu et al. 2008). According Boldrin et al. “the term nanowaste could be first applicable when engineered nanomaterials come into contact with solid waste streams and can be separately collected or collectable” (Boldrin et al. 2014) (Figure 1). Single fraction of nanomaterials, by-products from industry contaminated by nanomaterials, waste materials containing engineered nanomaterials (*e.g.*, sludge from wastewater treatment plants) as well as nano-based products in the end of their life cycle could be called nanowaste (Boldrin et al. 2014). Boldrin et al. also point out other examples of engineered nanomaterials contamination, which should be rather called nanopollution. Keller et al. estimate that 63-91 % of global engineered nanomaterials production in 2010 ended up in landfills, 8-28 % were released into soils, 0,4 – 7 % entered water bodies and 0,1-1,5 % entered atmosphere (Keller et al. 2013). Boldrin et al. also define three critical factors by which the amount of nanowaste from commercial products is generated – the first is the amount of nano-based products produced and presented on the market, the second is the lifespan of these products, and the third is the exact progress of releasing nanomaterials from nanoproductions during the use phase (Boldrin et al. 2014).

The increasing number of publications focused on nanomaterials is stunning. Whereas in 1990’s there was only few papers about this topic, currently Web of Science contains more than 68 thousands publications connected to the term “nanomaterials“ (Figure 2). It is alarming, that only tens of publications connected with “nanowaste“ is currently published according to Web of Science. On the other hand the number of citations of these papers is gradually growing, which reflects the emerging interest of this issue (Web of Science 2015). The lack of publications in this field seems to be alarming, considering particularly the fact that nanowaste is potentially the most important pathway of releasing nanomaterials into the environment (Zweck et al. 2008).



**Fig. 2** Number of publications about nanomaterials (Web of Science 2015)

### ***Examples of nanoproducts and their fate during disposal processes***

As mentioned above, nano-based commercial products of daily use with their specific properties are widely spread in the market and their utilization is increasing continuously, namely nano-based cosmetics and personal care products (Zweck et al. 2008). According to Keller et al. almost 16 % of engineered nanomaterials are currently used in cosmetics worldwide (Keller et al. 2013). Sunscreens, which reflect UV light due to titanium oxide nanoparticles, products containing nanosilver, which has outstanding antibacterial properties, or anti-aging skin treatments containing nanoparticles of gold, are very popular (Zweck et al. 2008). In correlation with this consuming behaviour, nanoparticles from cosmetics can easily enter waste streams and contaminate directly aquatic ecosystems through processes as bathing or swimming in the nature, or indirectly through waste water treatment plants after showering (Zweck et al. 2008; Bystrzejewska-Piotrowska et al. 2009). Müller and Nowack estimate that 95 % of nanoparticles from cosmetics are released during use (Müller and Nowack 2008).

Different situation is in nano-based textiles, where there are more ways in which nanomaterials can be released to waste streams (Pourzahedi and Eckelman 2015). Many properties of textiles are nanotechnology-enhanced as UV protection, antibacterial activity, easy-care and self-cleaning or other specific functional finishes, such as medical textiles, flame-retardant and odour eliminating textiles (Wei 2009). Most frequently used nanomaterials for textile improvement are silver nanoparticles, which have a very large specific area leading to their contact with bacteria or fungi causing bactericidal and fungicidal effects (Samal et al. 2010). These nanoparticles can be released namely during wash cycles from both municipal and industrial sources, and as a part of sludge from wastewater treatment plants, which is incinerated or can be spread as a soil fertilizer on agriculture fields (Blaser et al. 2008), can reach the environment (Buzea et al. 2007; Benn and Westerhoff 2008). According to Lee et al. nano-based textile fabrics lost the antibacterial activity after 20 cycles of washing (Lee et al. 2003). Apart from nanosilver, titanium dioxide can be also released during washing from nano-based textiles (Keller et al. 2013). Processes of waste water treatment are ineffective for this kind of nanoparticles (Rejinders 2006). In addition, chemical dry cleaning of textiles can probably cause the release of nanoparticles (Greßler et al. 2014) as well as simple wearing or using of nano-based textiles (Rejinders 2006). Musée mentions results, which showed, that conventional water treatment processes in waste water treatment plants (e.g., alum coagulation) are able to remove less than 80 % of nanoparticles presented in waste water, and around 90 % are removed by membrane filtration in

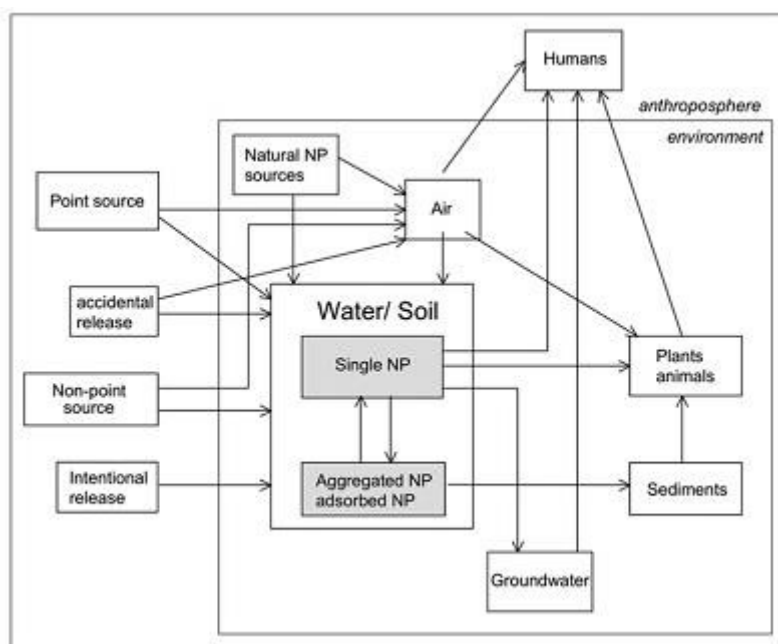
addition as a final step of water treatment (Zweck et al. 2008). Other nanoparticles can escape to the environment.

Although nanoparticles from consumer products of daily use mentioned above probably will be emitted mostly into waste water (Keller et al. 2013), they can be also released during both municipal or industrial waste handling (*e.g.*, *via* abrasion during re-using and recycling processes (Greßler et al. 2014) and disposal processes as landfilling or waste incineration (Wei 2009; Pourzahedi and Eckelman 2015). However, Keller et al. estimate that the vast majority (30 - 95 %) of nanomaterials from textiles in their end of life phase will end up in landfills (Keller et al. 2013). Exact behaviour of nanowaste in landfills and incineration plants is still known very little (Greßler et al. 2014). According to current data, only nanomaterials in the 100 nm and bigger are effectively filtered and probably 20 % of nanomaterials smaller than 100 nm can be released through filtration system of incinerators (Musee 2011). Nanoparticles of silver, titanium dioxide and zinc oxide were also presented in the bottom ash after incineration, which is usually landfilled, whereas carbon nanotubes were almost completely combusted (Müller et al. 2012).

Although some research was done by using Life Cycle Assessment (LCA) method for estimation of nanomaterials fate, currently the market product analysis seems to be the most suitable for quantification (Boldrin et al. 2014). This analysis can mirror the situation in waste streams, since nanowaste data are not available.

### ***Toxicity of nanomaterials and the risk assessment in the environment***

While the antibacterial properties of nanosilver have been known for hundreds of years (Pourzahedi and Eckelman 2015), some exceptional properties of other nanomaterials are being observed and discovered for the very first time (Royal Commission on Environmental Pollution 2008). These new properties and functionalities of engineered nanomaterial as well as totally different nanomaterial behavior compared to those in bulk form, can lead to different mobility and toxicity in organisms and the environment (Royal Commission on Environmental Pollution 2008). The lack of information about both novel properties and health effect raises still some uncertainty, which parameters are the most important for nanomaterials risk assessment. According to Oberdörster there are three most significant parameters in determining the health effect of nanomaterials: the three D's - dose, dimension and durability (Oberdörster 2002).



**Fig. 3** The pathway of nanoparticles from the anthroposphere into the environment, reactions in the environment and exposure of humans. (Nowack and Bucheli 2007)

**Legend:** The "NP" is a commonly used abbreviation for "nanoparticle"

Biswas and Wu described three ways, how nanoparticles can enter the human body – through skin, lungs or the gastrointestinal tract (Biswas and Wu 2005), where nanoparticles are able to enter cells and interact with subcellular structures (Buzea et al. 2007). A lot of research is currently focused on bioaccumulation of nanomaterials in aquatic organisms. First results suggest that nanoparticles could be available for dietary uptake at lower trophic levels and transferred and appear within a food chain (Zhu et al. 2010; Judy et al. 2011) and seem to be a possible pathway for human exposure (Zhu et al. 2010). Although still more information about nanomaterials behaviour and toxicity is needed, many *in vitro* studies already proved the cytotoxic effect of some nanoparticles (Royal Commission on Environmental Pollution 2008). The pathway of engineered nanoparticles as well as nanoparticles from natural sources in the environment, interaction between the antroposphere and the environment and possible ways of human exposure to nanoparticles are described in figure 3.

One of the well-known examples of harmful effects of engineered nanomaterials in humans was presented in 1997 by Dunford et al. They showed that titanium dioxide or zinc dioxide engineered nanoparticles from sunscreens, which reflect UV light in sunlight, can cause DNA damage in human cells (Dunford et al. 1997). The crucial question remains: is the penetration of these nanoparticles possible through the skin, remains? Diseased, sunburned skin or skin affected by allergies is probably an insufficient barrier against entering of nanoparticles to the human body (Jacobs et al. 2010).

Well-known is also negative effect of silver nanoparticles on wastewater treatment systems and anaerobic digestion. Almost 30% of the worldwide production of silver nanoparticles are used into medical supplies and devices due to their antibacterial properties (Keller et al. 2013) and also in many other consumer products. As well as other microorganisms, also nitrifying bacteria are very susceptible to silver nanoparticles and higher concentration of this nanomaterial entering the wastewater treatment plant in biomass inhibits its microbial activities (Hu 2010). Blaser points out that silver nanoparticles released to the waste water accumulate to the sewage sludge and can be spread further on agriculture fields (Blaser et al. 2008).

### ***Legal regulations of engineered nanomaterials and future nanowaste management***

Legal regulations are one of the most crucial issues. Currently the waste containing nanomaterials are treated as any other waste without any specific requirements (European Commission 2012). There are no specific regulations for nanotechnologies or nanomaterials in Europe and all processes connected with manufacturing, use and disposal of nanomaterials are covered namely by REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals and very little by some specific regulations for pharmaceuticals, veterinary medicines, pesticides and biocides, toys and cosmetics (Royal Commission on Environmental Pollution 2008). Also The Waste Electrical and Electronic Equipment Directive – WEEE and Regulation on classification, labelling and packaging of substances and mixtures - CLP are marginally linked to nanomaterials (European Commission 2012).

Although REACH seems to be the most important and very strong regulatory instrument for both bulk material and nanoforms of the same substance (Schwirn et al. 2014), it was not designed for engineered nanomaterials, nanomaterial-based products and their applications and it is necessary to undertake a review of this regulation and try to deal with these novel materials (Royal Commission on Environmental Pollution 2008; European Commission 2012). Besides REACH, the mostly overlooked EU Water Framework Directive WFD could potentially play a key role in the future (Hansen et al. 2011). Also the EU Waste Framework Directive should receive much more attention, because currently there are no legal regulations directly connected to nanowaste. Since engineered nanomaterials handling and nanowaste management have no specific legal regulations on their own, the use of the precautionary principle as a first step prevention of harmful effect on the environment and human health is highly recommended (Health Council of the Netherlands 2011) as well as minimising of nanowaste volumes production and other prevention from entering waste streams (Health Council of the Netherlands 2011; Greßler et al. 2014).

Together with the steep increase of nano-based products on the market, the question of nanowaste management is currently more and more emerging. One of the first studies connected with nanomaterials and nanowaste handling held in United Kingdom was published in 2008. This study “Novel Materials in the Environment: The case of nanotechnology“ probably for the first time discusses

product take-back requirements of nano-based products as an effective way how to prevent entering of nanomaterials to the environment. These products collected in that way would be returned to their original producers for recycling. However, this study shows that this take-back procedure probably cannot be implemented namely due to the large variability of nano-based consumer products (Royal Commission on Environmental Pollution 2008). Almost all recent studies point out that nanowaste must be treated differently in comparison with conventional methods of waste management, although basic principles of waste hierarchy according to EU Waste Framework Directive should be followed (Directive 2008/98/EC 2008). For instance the report of Health council of the Netherlands mentions as key factors waste prevention and safe handling of nanomaterial-containing waste (Health Council of the Netherlands 2011).

**Tab. 1** Nanowaste classification (Musee 2011)

Nanowaste classes	Description	Comments/description	Examples of waste streams in terms of nanoproducts
Class I	NM hazard: non-toxic; Exposure: low to high	Concerns on waste management may only arise if the bulk parent materials (Trojan horse effects) can cause toxicity to humans and the environment through accumulation beyond a certain threshold concentration limit. Otherwise, nanowaste can be handled as benign/safe. No special disposal requirements. Risk profile: none to very low.	Display backplanes of television screens, solar panels, memory chips, polishing agents
Class II	NM hazard: harmful or toxic; Exposure: low to medium	Toxicity of NMs may warrant establishing potential acute or chronic effects to determine the most suitable and optimal management approach during handling, transportation or disposal processes. Risk profile: low to medium	Display backplane, memory chips, polishing agents, solar panels, paints and coatings
Class III	NM hazard: toxic to very toxic; Exposure: low to medium	Protocols appropriate for managing hazardous waste streams in the entire waste management chain are desirable/recommended. Need for research to determine if current waste management infrastructure is adequate to deal with hazardousness of waste streams due to nanoscale materials. Risk profile: medium to high	Food packaging, food additives, wastewater containing personal care products, polishing agents, pesticides
Class IV	NM hazard: toxic to very toxic; Exposure: medium to high	Waste streams should be disposed only in specialized hazardous wastes designated sites. Inadequate WM could lead to serious threats to humans and environmental systems. Risk profile: high	Paints and coatings, personal care products, pesticides, etc.
Class V	NM hazard: very toxic to extremely toxic; Exposure: medium to high	Dispose only in specialized hazardous waste streams designated sites. Poor waste management can cause extensive nanopollution to diverse ecological and water systems, which may prove to be costly, laborious, and time consuming to remediate. Immobilization and neutralization techniques among the most effective treatment techniques. Risk profile: high to very high	Pesticides, sunscreen lotions and food and beverages containing fullerenes in colloidal suspensions

Based on recent toxicology data, first concepts of nanowaste classification have emerged. Musee divides nanowaste into five classes according to toxicity and exposure potency of nanomaterials in nano-based products (Musee 2011) (Table 1). Unfortunately there are no nano-specific regulations in the European or Czech waste legislation as well as no presence of nanowastes in Waste catalogue as a single item.

Apart from relatively common methods of waste treatment and disposal, processes of remediation could be also used in case of nanowastes. According to Bystrzejewska-Piotrowska et al. the main contemporary challenge is to find specific microorganisms, fungi or plants, which can bioaccumulate, utilise, decompose or immobilise namely metal nanoparticles from this kind of waste, despite the fact that the process of bioaccumulation is still not well known (Bystrzejewska-Piotrowska et al. 2009).

## Conclusion

The increase of nano-based products on the market together with lack of information about nanowaste as well as the absence of nano-specific legal regulations is alarming. The amount of future nanowaste is partly predictable since the production of engineered nanomaterials will mirror the development in near future. The global population has now a unique opportunity to find the solution of this issue by establishing the environmental policy concerning nanomaterials and nanowaste management as soon as possible, because conventional methods as waste handling seems to be not appropriate enough.

## Acknowledgements

This review was supported by IGS No. IG271036 of the University of Economics, Prague.



## References

- BENN T. M., WESTERHOFF P. (2008) Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics. *Environmental science & technology*, 42(11), 4133-4139.
- BISWAS P., WU C. (2005) Nanoparticles and the environment. *Journal of the air & waste management association*, 55(6), 708-746.
- BLASER S. A., SCHERINGER M., MacLEOD M., HUNGERBÜHLER K. (2008) Estimation of cumulative aquatic exposure and risk due to silver: Contribution of nano-functionalized plastics and textiles. *Science of the total environment*, 390(2), 396-409.
- BOLDRIN A. et al. (2014) Environmental exposure assessment framework for nanoparticles in solid waste. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(6), 1-19.
- BUZEA C., PACHECO I., ROBBIE K. (2007) Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, 2(4), MR17-MR71.
- BYSTRZEJEWSKA-PIOTROWSKA G., GOLIMOWSKI J., URBAN P. L. (2009) Nanoparticles: their potential toxicity, waste and environmental management. *Waste Management*, 29(9), 2587-2595.
- Consumer Products Inventory. (2013) *Project on Emerging Nanotechnologies*. <<http://www.nanotechproject.org/cpi>> Accessed May 2015.
- DAW R. (2012) *Nanotechnology is ancient history*. The Guardian. <<http://www.theguardian.com/nanotechnology-world/nanotechnology-is-ancient-history>> Accessed November 2014.
- Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. (2008) Official Journal of the European Union.
- DUNFORD R. et al. (1997) Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients. *FEBS letters*, 418(1-2), 87-90.
- EC, European Commission: Commission Recommendation of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial. (2011) Official Journal of the European Union. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:EN:PDF>> Accessed July 2014.
- EC, European Commission: Types and uses of nanomaterials, including safety aspects Accompanying the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee on the Second Regulatory Review on Nanomaterials. (2012) Official Journal of the European Union. <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012SC0288&rid=1>> Accessed May 2015.
- FILIPOVÁ Z., KUKUTSCHOVÁ J., MAŠLÁŇ M. (2012) *Rizika nanomateriálů*. Univerzita Palackého Olomouc.
- FREESTONE I., MEEKS N., SAX M. (2007) The Lycurgus Cup — A Roman nanotechnology. *Gold Bulletin*, 40(4), 270-277.
- GREBLER S., PART F., GAZSÓ A. (2014). Nanowaste. Nanomaterial-containing products at the end of their life cycle. *NanoTrust dossiers*, 40, 1-5.
- HANSEN S. F., GANZLEBEN C., BAUN A. (2011) Nanomaterials and European Water Framework Directive. *European Journal of Law and Technology*, 2(3), 1-11.
- Health Council of the Netherlands. (2011) *Nanomaterials in waste*.
- HU Z. (2010) Impact of Silver Nanoparticles on Wastewater Treatment. *Water Intelligence Online*.
- JACOBS J. F., VAN de POEL I., OSSEWEIJER P. (2010) Towards Safety and Sustainability by Design: Nano-sized TiO<sub>2</sub> in Sunscreens. *Understanding Nanotechnology*, AKA Verlag Heidelberg.

- JUDY J. D., UNRINE J. M., BERTSCH P. M. (2011) Evidence of Biomagnification of Gold Nanoparticles within a Terrestrial Food Chain. *Environmental Science & Technology*, 45(2), 776-781.
- KELLER A.A., McFERRNAN S., LAZAREVA A., SUH S. (2013). Global life cycle releases of engineered nanomaterials. *Nanopartical Research*, 15(1692), 1-17.
- LEE H.J., YEO S.Y., JEONG S.H. (2003) Antibacterial effect of nanosized silver colloidal solution on textile fabrics. *Journal of Materials Science*, 38, 2199-204.
- LIU W. et al. (2008) Treatment of CrVI-Containing Mg(OH)<sub>2</sub> Nanowaste. *Angewandte Chemie International Edition*, 47(30), 5619-5622.
- MÜLLER N.C., NOWACK B., WANG J., ULRICH A., BUHA, J. (2012) *Nanomaterials in waste incineration and landfills*. Internal Empa-report. <[http://www.empa.ch/plugin/template/empa/\\*/124595](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/124595)> Accessed December 2014.
- MÜLLER N. C., NOWACK B. (2008) Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. *Environmental science & technology*, 42(12), 4447-4453.
- MUSEE N. (2011) Nanowastes and the environment: Potential new waste management paradigm. *Environment International* 37, 112-128.
- NARAYANAN K.B., SAKTHIVEL N. (2011) Green synthesis of biogenic metal nanoparticles by terrestrial and aquatic phototrophic and heterotrophic eukaryotes and biocompatible agents. *Advances in Colloid and Interface Science*. 169(2), 59-79.
- NOWACK B., BUCHELI T. D. (2007) Occurrence, behavior and effects of nanoparticles in the environment. *Environmental Pollution*, 150(1), 5-22.
- OBERDÖRSTER G. (2002) Toxicokinetics and effects of fibrous and nonfibrous particles. *Inhalation toxicology*, 14(1), 29-56.
- POURZAHEDI L., ECKELMAN J.M. (2015) Environmental life cycle assesment of nanosilver-enabled bandages. *Environmental science & technology*, 49(1), 361-368.
- RAI M. and POSTEN C. (2013) Green biosynthesis of nanoparticles: mechanisms and applications. C.A.B. International.
- REJINDERS L. (2006) Cleaner nanotechnology and hazard reduction of manufactured nanoparticles. *Journal of Cleaner Production*, 14(2), 124-133.
- Royal Commission on Environmental Pollution. (2008) *Summary of 27th Report*.
- SAMAL S.S., JEYARAMAN P., VISHWAKARMA V. (2010) Sonochemical coating of Ag-TiO<sub>2</sub> nanoparticles on textile fabrics for stain repellency and self-cleaning-the Indian scenario: a review. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 9(6), 519-525.
- SCHWIRN K., TIETJEN L., BEER I. (2014) Why are nanomaterials different and how can they be appropriately regulated under REACH?. *Environmental Sciences Europe*, 26(1), 1-9.
- TOPINKA J. (2011) *Je nutné sledovat rizika nanomateriálů?* Vesmír 90, 212.
- Web of Science. <[www.webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)> Accessed May 2015.
- WEI Q. (2009) *Surface modification of textiles*. Elsevier.
- ZHU X., CHANG Y., CHEN Y. (2010) Toxicity and bioaccumulation of TiO<sub>2</sub> nanoparticle aggregates in *Daphnia magna*. *Chemosphere*, 78(3), 209-215.
- ZWECK A. et al. (2008) Nanotechnology in Germany: from forecasting to technological assessment to sustainability studies. *Journal of Cleaner Production*, 16(8), 977-987.

# DOPLNĚK K ROZŠÍŘENÍ, MORFOLOGII A BIOLOGII HYBRIDA MEZI *SORBUS AUCUPARIA* A *S. ARIA* V ZÁPADNÍ ČÁSTI NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ

## ADDITION TO EXTEND, MORPHOLOGY AND BIOLOGY OF HYBRID BETWEEN *SORBUS AUCUPARIA* AND *S. ARIA* IN THE WESTERN PART OF THE PODYJÍ NATIONAL PARK

Jiří ŠEFL

Králova Výchina 7, Ústí nad Labem 400 96, email: jiri.sefl@ujep.cz

### Abstrakt

Kříženci mezi *Sorbus aucuparia* a *S. aria* byli nalezeni v západní části Národního parku Podyjí, v počtu 5 jedinců. Toto sdělení přináší data o počtu pouzder v malvicích a stupni vývoje semen. Přiložena je GPS poloha jedinců a jejich fotografie na lokalitách.

### Abstract

Five specimens of hybrid between *Sorbus aucuparia* and *S. aria* – *S. ×thuringiaca* were found in the western part of the Podyjí National Park. This paper brings data about the number of the loculi per pome and the number and condition of the seeds, GPS position of the specimens and pictures of plants in situ.

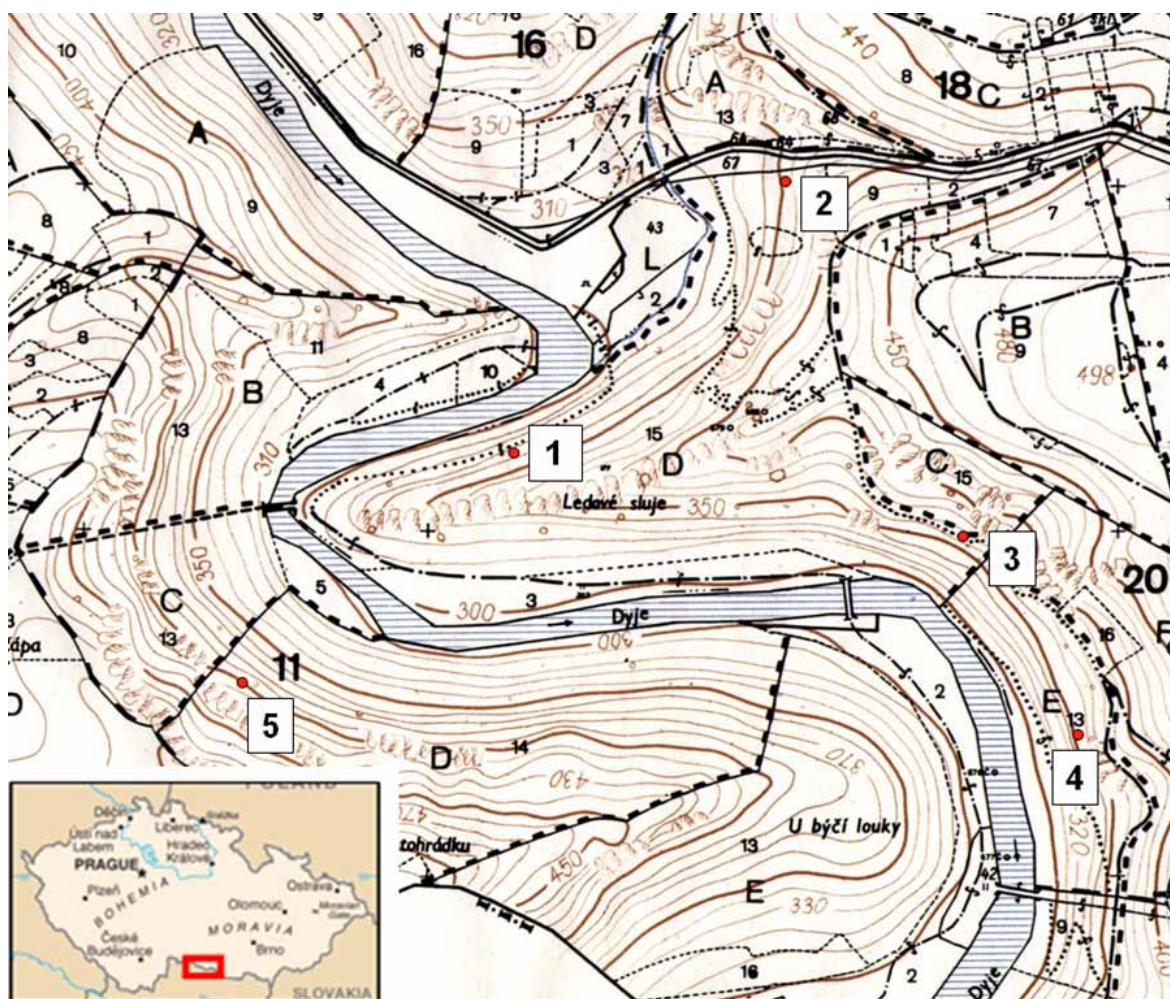
**Klíčová slova:** Národní park Podyjí, hybrid *S. ×thuringiaca*

**Key words:** Podyjí National Park, hybrid, *S. ×thuringiaca*

### Úvod

Spontánní hybrid mezi jeřábem ptačím a jeřábem mukem se vyskytuje vzácně, obvykle jako ojedinelé stromy v celém společném areálu obou rodičovských druhů (Düll 1961, Kovanda 1961a, Májovský 1992, Kutzelnigg 1994, Rich et al. 2010). Uváděn je z Britských ostrovů z jižní části Skandinávie ze západní, střední a jihovýchodní Evropy. Z území České republiky jej uvádí Kovanda (1961a) na základě herbářových dokladů pocházejících z první poloviny 20. století z okolí Ústí nad Labem a z Milešovky. Hojnější nálezy tohoto křížence jsou zaznamenány ze Slovenska (Kovanda 1961a, Májovský 1992). Na území České republiky je v současnosti patrně jediný výskyt tohoto křížence omezen na malou lokalitu v údolí řeky Dyje u Vranova nad Dyjí. V zahradnictví byl tento kříženec využíván zhruba od roku 1830 (Rich et al. 2010), proto nedostatečně popsané herbářové sběry zastírají informaci o jeho spontánním výskytu.

V lesních porostech západní části Národního parku Podyjí, v úzkém okruhu lokality Ledové sluje, bylo v letech 1996–2011 pozorováno 5 jedinců předpokládané hybridní kombinace mezi jeřábem ptačím a jeřábem mukem, rádius výskytu jedinců není větší než 500 m (obr. 1). Popis jedinců a jejich charakter výskytu v lesním společenstvu jsem uvedl v předchozích pracích (Šefl 2000, 2003, 2007). Předkládaný článek předchozí práce doplňuje o charakteristiku plodů, pozorování schopnosti tvořit semena, GPS polohu jedinců a o obrazovou dokumentaci. Ve výše uvedených pracích jsem hybrida označoval jako *S. × pinnatifida* nv. *pinnatifida* (Smith) Düll, české jméno – jeřáb polozpeřený jsem uváděl podle Kovandy (Kovanda 1992). V předkládané práci hybridní rostliny označuji v souladu aktuálními poznatky nomenklatury (Velebil et Businský 2016) jako *S. × thuringiaca* (Nyman) Schönach – jeřáb polozpeřený a české vědecké jméno podle Seznamu rostlin květeny ČR (Danihelka et al. 2012).



**Obr. 1.** – Území výskytu *Sorbus × thuringiaca*, pořadová čísla jedinců se shodují s čísly v tabulce 1. Obrysová mapa LHC Národního parku Podyjí pro LHP 1992–2001, ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka Brno

## Ekologická charakteristika lokality nálezů

Lokalita Ledové sluje leží 2,5 km jihovýchodně od Vranova nad Dyjí, nachází se v I. zóně Národního parku, v údolí řeky Dyje, je porostlá lesními porosty s relativně malou mírou antropického ovlivnění. Lokalita spadá do klimatického okrsku MT 9 podle Quitta (Quitt 1975). Půdotvorné geologické podloží tvoří biotitická leukokratní ortorula. Podle fytogeografického členění (Skalický 1988) lokalita spadá do Českomoravského mezofytika, fytogeografického okresu 68. Moravské podhůří Vysočiny. Podle vegetační stupňovitosti ČR je zde zastoupen 2. lesní vegetační stupeň, omezeně 1. lesní vegetační stupeň a na severně orientovaných svazích 3. lesní vegetační stupeň (ÚHÚL 2011).

Ledové sluje a jejich okolí je říční ostroh v hluboce zakleslém meandrujícím toku řeky Dyje. Na lokalitě se střídají orientace svahů k různým světovým stranám a výškový rozdíl mezi dnem údolí a jeho horní hranou dosahuje až 200 m. Proto se zde v suprakolinním klimatu nacházejí rozmanitá rostlinná společenstva. Na jižních orientacích svahů se nacházejí společenstva subacidofilních doubrav as. *Sorbo torminalis-Quercetum*, maloplošně se vyskytují společenstva skalních borů as. *Cardaminopsio petraeae-Pinetum*. Stanoviště s příznivějšími vláhovými poměry a hlubší, vyvinutou půdou pokrývají habrové doubravy as. *Melampyro nemorosi-Carpinetum*. Suťové lesy as. *Aceri-Carpinetum* jsou na lokalitě hojné, nacházejí se zde na všech orientacích svahů (Chytrý et Vicherek 1995). Na lokalitě se ostrůvkovitě vyskytuje primární nixerotermní bezlesí na sutích, představující ekologický, okrajový efekt, umožňující existenci rostlin s vyššími nároky na světlo – mj. druhů rodu jeřáb. Terén lokality je velmi členitý a rostlinná společenstva se tak často střídají na krátkých vzdálenostech.

## Metodika

Dendrologicko-ekologický výzkum taxonů rodu *Sorbus* v NP Podyjí, na lokalitě Ledové sluje a jejím okolí byl prováděn v letech 1997–2000 (Šefl 2003). Taxonomická příslušnost zaznamenaného jeřábu byla hodnocena observační metodou. Jako rozlišovací znak sloužily listy na zkrácených sterilních výhonech. Při hodnocení kvality a vývinu semen užívám termínu „plné“ semeno, kterým pro účely této práce rozumím semeno vyplněné plně vyvinutými, bílými dělohami, pevné konzistence. Termín „polovyvinuté“ semeno v této práci představuje semeno menší velikosti než semeno plné, při stisku měkké, uvnitř s dělohami krémové barvy a kožovité konzistence.

## Výsledky

U všech jedinců hybrida (tabulka 1) byla bazální část listové čepele peřenosečná, až zpeřená avšak v počtu oddělených, či peřenosečných laloků a ve tvaru listové čepele se jedinci mezi sebou vzájemně lišili (obr. 2 a obr. 3), tvar listu jsem popsal v předchozí práci (Šefl 2007). Jedinec z lokality Braitava ve srovnání s ostatními jedinci, se vyznačuje vytrvávajícími odumřelými listy z předešlé vegetační sezóny. Vytrvávající zbytky listů byly u tohoto jedince zaznamenány ve všech sezónách pozorování (1997–2011).

V letech 2006 a 2007 bylo pozorováno kvetení u stromovitých jedinců, ale pouze u stromovitého jedince na lokalitě Braitava byla v letech 2006, 2007 a 2011 pozorována fruktifikace. Vnější vzhled malvic (obr. 5) byl popsán v předchozí práci (Šefl 2007). V souboru 57 padaných malvic v roce 2011 převládaly malvice trojpouzdré, méně byly zaznamenány malvice dvoupouzdré nebo čtyřpouzdré (tabulka 2). Toto zjištění je ve shodě s literaturou, kde se pro tohoto hybrida uvádí dvou až třípouzdrý semeník (Kovanda 1961a). Počet pouzder v semeníku je u podrodů *Aria* a *Aucuparia* proměnlivý a to jak mezi druhy, jedinci druhu a také v rámci jediného květenství jediné rostliny (Kovanda 1961b). *S. aria* má semeník dvoupouzdrý, vzácně třípouzdrý, *S. aucuparia* má semeník třípouzdrý, vzácněji čtyřpouzdrý a ještě vzácněji dvoupouzdrý (Kovanda 1961b). Z toho lze soudit, že plody z pozorovaného hybrida mají počtem pouzder v semeníku blíže k *S. aucuparia*. Ve většině případů byly malvice buď zcela prázdné, nebo obsahovaly po jednom polovyvinutém semeni. Jen vzácně byla v malvicích pozorována 2-3 polovyvinutá semena. Pouze v jedné malvici bylo zjištěno jedno vyvinuté semeno (tabulka 2). Zjištěná vzácnost až absence vyvinutých semen je ve shodě s literaturou (Kovanda 1961a). Také Rich a kol. (2010) zmiňuje rozdílnou schopnost nasazovat plody mezi pozorovanými jedinci. Semena z úrody roku 2006 vysetá toho roku na podzim do půdního substrátu nevyklíčila, laboratorní zkouška klíčivosti nebyla provedena.



**Obr. 2.** – Listy semenáče (3) na lokalitě Ledové sluje na okraji Pašerácké stezky

**Tabulka 1:** Výskyt *Sorbus ×thuringiaca* ve vranovské části Podýjí, stav k roku 2011

1	2	3	3	4	5	6	7	8	9
Lokalita / lesní porost	Jedinec číslo	GPS lokalizace	Fytocenóza	$d_{1,3}$ [cm] v roce	h [m] v roce	Vzrůstové stádium	Postavení ve vertikální struktuře společenstva	DNA ploidie	Poznámka
Ledové sluje / 20D15	1	N 48 53 00.0 E 15 50 22.3	A-C	5 / 2006	4 / 2006	strom	pod rozvolněným stromovým porostem	2n~2x	dvoják v pařezové části, výmladky v pařezové části
	2	-	Mn-Ct	-	0,3 / 2000	semenáč	pod zapojeným stromovým porostem	-	od r. 2003 nezvěstný
	3	N 48 52 59.3 E 15 50 56.7	Mn-Ct	-	1,2 / 2006	semenáč	pod rozvolněným stromovým porostem	-	ulomený vrchol, od r. 2011 nezvěstný
pod Pašeráckou stezkou / 20E13	4	N 48 52 50.4 E 15 51 04.7	St-Q	-	0,3 / 2006	semenáč	světlina	-	silně poškozený okusem, od r. 2011 nezvěstný
Braitava / 11D14	5	N 48 52 47.2 E 15 50 07.8	A-C	14 / 2006	11 / 2006	strom	světlina	-	fruktifikace v letech 2006, 2007, 2011

Vysvětlivky: 1 – Označení lesního porostu se vztahuje k lesnímu hospodářskému plánu s platností 1992–2001, 3 – A-C *Aceri-Carpinetum*, Mn-Ct *Melampyro nemorosi-Carpinetum typicum*, St-Q *Sorbo torminalis-Quercetum*, 4 –  $d_{1,3}$  výčetní tloušťka, 5 – h výška jedince, 8 – Odhadnutá DNA ploidie pomocí DAPI průtokové cytometrie, jako standard byl zvolen *S. domestica*, u kořenových špiček semenáče byl zjištěn somatický počet chromozómů –  $2n = 2x = 34$ , Rotreklová (nepubl. data)



**Obr. 3.** – Jedinec (4) s obdélníkovou listovou čepelí a mělkými, zaoblenými laloky v apikální části listu. Lokalita: pod Pašeráckou stezkou



**Obr. 4.** – Okolní fytocenóza v blízkosti největšího jedince (5) *Sorbus* × *thuringiaca*, kmen tohoto jeřábu v popředí. Suťový les as. *Aceri-Carpinetum* na severně orientovaných svazích kaňonu řeky Dyje. Lokalita Braitava. 18. května 2006

V okolí plodícího jedince nebylo nalezeno žádné potomstvo. Clapham a kol. (1958) uvádí, že plodný hybrid vykazuje značnou rozmanitost v potomstvu, ale F2 rostliny nebyly nikdy na Britských ostrovech v přírodě pozorovány. Rich et al. (2010) uvádí u pěstovaných F2 značnou úmrtnost v rozmezí prvních dvou měsíců po výsevu, s dožitím minimálního počtu jedinců do věku 3 let.



**Obr. 5.** – Malvice jedince z lokality Braitava. 11. září 2011

Jeřáb polozpeřený byl zaznamenán v jednom případě (jedinec 2) pod hustým zápojem habrové doubravy, ostatní jedinci se vyskytovali ve více prosvětlených lokalitách – v rozvolněném lesním porostu, na okraji sutí, na biotopu rozpadlého stromového patra nebo na okraji lesní stezky. Stromovití jedinci rostou v rozvolněných suťových lesích, v asociaci *Aceri-Carpinetum*, v podúrovni rozvolněné korunové etáže okolního porostu, až ve světlině (obr. 4). Výskyt jedince (jedinec 4) v as. *Cardaminopsio petraeae-Pinetum*, jak jsem uváděl v předchozí práci (Šefl 2007), opravuji na as. *Sorbo torminalis-Quercetum* (tabulka 1).

**Tabulka 2:** Počet pouzder v malvicích a počet semen. Malvice jedince č. 5 na lokalitě Braitava, padané, 11. 9. 2011

Počet pouzder v malvici	Četnost malvic	Frekvence semen				
		žádné	1 polovyvinuté	2 polovyvinuté	3 polovyvinuté	1 vyvinuté
2	13	5	8	0	0	0
3	41	18	18	3	1	1
4	3	2	1	0	0	0

## Závěr

V západní části NP Podyjí bylo pozorováno pět jedinců hybrida mezi *Sorbus aucuparia* a *S. aria* – *S. ×thuringiaca*. Pouze jeden jedinec byl pozorován plodící. Převládaly malvice trojpouzdré, méně již byly zaznamenány malvice dvoupouzdré nebo čtyřpouzdré. Ve většině případů byly malvice buď zcela prázdné, nebo obsahovaly po jednom polovyvinutém semeni, jen vzácně byla v malvicích pozorována 2-3 polovyvinutá semena. Pouze v jedné malvici bylo zjištěno jedno vyvinuté semeno.



## Přehled v textu citované literatury

- Chytrý M. et Vicherek J. (1995): Lesní vegetace Národního parku Podyjí / Thayatal. - Academia, Praha.
- Clapham A. R., Tutin T.G. et Warburg E. F. (1958): Flora of the British Isles. - Cambridge University Press.
- Danihelka J., Chrtek J. Jr. et Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic – Seznam cévnatých rostlin květeny České republiky. Preslia, 84: pp 647-811.
- Düll R. (1961): Die Sorbus Arten und ihre Bastarde in Bayern und Thüringen. Ber. Bayer. Ges. 34:11-65.
- Kovanda M. (1961a): Spontaneous hybrids of Sorbus in Czechoslovakia. Acta Univ. Carol. – Biol. 1: 41-83.
- Kovanda M. (1961b): Flower and Fruit Morphology of Sorbus in Correlation to the Taxonomy of the Genus. Preslia, 33.: 1-16.
- Kovanda M. (1992): Sorbus L. - jeřáb. - In Hejný S. et Slavík B. [eds], Květena České republiky, 3: 474-484, Academia, Praha.
- Kutzelnigg H. (1994): Sorbus. In Hegi G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, ed. 3,4/B, p. 328-385. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin.
- Májovský K. (1992): Sorbus L. emend. Crantz. In Bertová L. [Ed.] Flóra Slovenska IV / 3: 401-446. Bratislava.
- Quitt E. (1975): Mapa klimatických oblastí ČSR 1:500 000. - Geografický ústav ČSAV, Brno.
- Rich T.C.G., Houston L., Robertson A. et Proctor M.C.F. (2010): Whitebeams, Rowans and Service Trees of Britain and Ireland. A monograph of British and Irish Sorbus L. - B.S.B.I. Handbook No. 14. Botanical Society of the British Isles, London.
- Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. - In: Hejný S. et Slavík B. [eds]: Květena České socialistické republiky, 1: 103-121, Academia, Praha.
- Šeřl J. (2000): O výskytu oskeruše Sorbus domestica L., jeřábu polozpeřeném Sorbus  $\times$ pinnatifida (Smith) Düll a latifolioidních hybridech na území Národního Parku Podyjí. - Thayensia 3: 63-73.
- Šeřl J. (2003): Taxony rodu Sorbus L. v NP Podyjí. Dendrologicko-ekologická charakteristika na vybraných lokalitách. - Ms., 184 p. [Disertační práce; depon. in: Knihovna Ústavu lesnické botaniky, dendrologie a typologie na Lesnické a dřevařské fakultě MZLU, Brno]
- Šeřl J. (2007): Jeřáby na Podyjí. - Thayensia 7: 121-151.
- Velebil J. et Businský R. (2016): Sorbus  $\times$ thuringiaca, the correct name for the diploid hybrid between Sorbus aria and S. aucuparia (Rosaceae). Taxon, Vol. 65, No. 2, pp 352-360.
- ÚHÚL (2011): Oblastní plán rozvoje lesů [online]. [cit. 12.1.2012]. Dostupné z WWW: < [http://geoportál2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=opr1\\_2011&layers=PLO](http://geoportál2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=opr1_2011&layers=PLO)>.

## STŘEVLIKOVITÍ (COLEOPTERA: CARABIDAE) NA ÚZEMÍ BÝVALÉHO LOMU LEŽÁKY U MOSTU (SZ ČECHY)

### GROUND BEETLES (COLEOPTERA: CARABIDAE) IN THE TERRITORY OF THE FORMER BROWN COAL MINE LEŽÁKY NEAR THE TOWN MOST (NW BOHEMIA)

Michal HOLEC<sup>1</sup>, Diana HOLCOVÁ<sup>1</sup>, Milena VÁGNEROVÁ<sup>2</sup>, Pavel  
JAROŠ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, Králova výšina 7,  
400 96 Ústí nad Labem, Česká republika, michal.holec@ujep.cz

<sup>2</sup>Ekologické centrum Most a Kralupy, VÚHU a.s., Tř. Budovatelů 2830/3, 434 01 Most, Česká republika,  
vagnerova@vuhu.cz

<sup>3</sup>VŠB-TU Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut environmentálního inženýrství,  
17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

#### Abstrakt

V okolí Jezera Most, vzniklého na místě bývalého hnědouhelného lomu Ležáky u Mostu, probíhal v letech 2012–2014 sběr střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae). Sledovány byly zejména břehy jezera, nelesní biotopy a drobné mokřady, včetně terestrických rákosin, v jeho nejbližším okolí. V celkovém počtu 102 nalezených druhů byl zjištěn vyrovnaný podíl druhů, charakteristických pro narušená prostředí a druhů, typických pro prostředí člověkem středně narušená. K nejvýznamnějším nálezům patřily druhy, v regionu sz Čech jen vzácně v minulosti zjištěné – *Elaphrus uliginosus*, *Bembidion modestum* a *Chlaenius tristis*. Dále byly zaznamenány druhy *Brachinus crepitans*, *B. explodens* a *Cicindela campestris*, které jsou dle Vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb. zvláště chráněné. Zejména na narušovaných půdách sz Čech se však s těmito druhy setkáváme poměrně běžně.

#### Abstract

The investigation of the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) was carried out in the vicinity of the Lake Most, that was formed in the place of the former brown coal mine Ležáky close to the town Most (NW Bohemia) in 2012–2014. The lake shores and small wetlands in the surrounding area, including terrestrial reeds and other non-forested habitats around the lake were especially monitored. Totally 102 species were found. The equable proportion of species that are characteristic for disturbed habitats and species typical for by man moderately disturbed environment were found. The most significant finding was the record of three species that were only rarely occurring here in the past - *Elaphrus uliginosus*, *Bembidion modestum* and *Chlaenius tristis*. These species are listed in the Red List of Threatened Species in the category VU – vulnerable. Other recorded species – *Brachinus crepitans*, *B. explodens* and *Cicindela campestris* are listed as a protected species in the Ministerial Decree (Ministry of the Environment of the Czech Republic) No 395/1992 Sb. However, mentioned species are relatively commonly occurring in the disturbed soils of the northwest Bohemia.

**Klíčová slova:** rekultivace, biodiverzita, střevlíci, Mostecko, Jezero Most

**Key words:** reclamation, biodiversity, ground beetles, Most region, Most lake

## Úvod

Sledování střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) bylo prováděno jako součást biologických pozorování části území bývalého hnědouhelného lomu Ležáky u Mostu (sz Čechy) v rámci projektu TAČR č. TA01020592 (blíže viz např. Vágnerová 2014). Tato skupina živočichů byla vybrána jednak z důvodu jejich poměrně dobré prozkoumanosti v oblasti sz Čech (viz např. Táborský 2008, 1993, Pulpán a Táborský 1983), kde se zájmová lokalita nachází a jednak z důvodu možnosti využití bioindikační metody pro posouzení míry antropogenního ovlivnění území, která je v ČR již dlouhodobě a tradičně využívána (*sensu* Hůrka a kol. 1996). Cílem tohoto příspěvku je seznámit čtenáře se spektrem zjištěných druhů a zejména pak blíže informovat o významnějších nálezech dané lokality. Zjištěné druhové spektrum bylo zároveň využito k bioindikaci stavu sledovaného území, ve smyslu metodiky Hůrka a kol. (1996).

## Lokalita a Metodika

### Lokalita

Zájmovou lokalitou předložené práce byla část území bývalého hnědouhelného lomu Ležáky, který vznikl na místě původního města Most (sz Čechy). Těžba uhlí byla v lomu ukončena v roce 1999. V rámci rekultivace území, bylo v roce 2008 zahájeno napouštění zůstatkové těžební jámy vodou. Ke dni zahájení napouštění však mělo jezero již rozlohu cca 21,6 ha, neboť voda se zde akumulovala z atmosférických srážek a z vývěrů již od roku 2002. Pojmenování vodní plochy je dosud neustálené, ale nejčastěji se setkáváme s názvem „Jezero Most“ (viz Základní mapové dílo ZM 50, oficiální internetové stránky vlastníka - Palivového kombinátu Ústí, s. p.) nebo „jezero Most“ (např. mapový server: www.mapy.cz). V roce 2014 bylo napouštění jezera ukončeno a vznikla nádrž o celkové ploše 309,4 ha s obvodem cca 9 380 m, jejíž úroveň hladiny je držena na 199 m n. m. (blíže viz oficiální internetové stránky Palivového kombinátu Ústí, s. p.). Přibližný středobod nádrže je vymezen GPS souřadnicemi - 50°32'13.713"N, 13°38'42.251"E.

Sběr střevlíků byl prováděn v okolí nádrže. Bývalá těžebna fonolitu v sv části ani svahy Pařidelského laloku nebyly do průzkumu zahrnuty. Sběry probíhaly: a) na březích nádrže (kolísající hladinou ovlivněné plochy na jílovitém materiálu, kamenem zpevněné břehy, písčité a štěrkovité břeh, organické náplavy), b) na dvou menších, vegetací zarostlých mokřadech - „mokřad č. 1“ (GPS souřadnice 50°31'58.505"N, 13°39'2.104"E a „mokřad č. 2“ (GPS souřadnice: 50°32'29.411"N, 13°37'54.203"E) a terestrických rákosinách na svazích nádrže c) v terestrických otevřených společenstvech v různém stupni zapojení bylinnou vegetací v okolí nádrže (na většině ploch dominovala třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*)).

Hydrofyty zájmové lokality popisují podrobněji Kubát a Machová (2012). Stav terestrických porostů v okolí nádrže je popsán v práci Machové a kol. (2014), další botanické údaje o území přináší Filipová a kol. (2014). Půdní charakteristiky zájmové oblasti popsal Řehoř (např. 2012, 2013) a Řehoř a kol. (2013). Autoři uvádí jako dominantní substrát oblasti kaoliniticko illitické hnědé jíly. Klimaticky spadá území dle Quitta (Tolazs a kol. 2007) do teplé oblasti W2. Blíže se klimatem zájmového území v rámci projektu zabývali pracovníci Ústavu fyziky atmosféry – Praha (např. Bartůňková a Sokol 2013).

### Metodika

Při sběru střevlíkovitých brouků byly využívány běžné metody sběru. V zaplavovaných místech holého půdního povrchu bez vegetace byl dominantní metodou individuální sběr. Sběru předcházelo vyplavování střevlíků z puklin jílovitých substrátů, štěrku apod. nebo jejich vyšlapávání ze substrátu. V zaplavených porostech litorální vegetace byli střevlíci předmětem individuálního vyhledávání a sběrů, případně byli sklepáváni z vegetace. Metoda zemních pastí (nevnaděné pastí; 4% formaldehyd, 0,5 dm<sup>3</sup>, pastí kryté stříškou) byla využívána ve stabilních terestrických biotopech nebo i v mírně zaplavených porostech. V tomto případě byly pastí umístěny do vyhrnutého sedimentu, aby

se minimalizoval vliv jejich zaplavování vodou. Počet zemních pastí, instalovaných na sledovaném území, se pohyboval v rozmezí od padesáti do sedmdesáti v jednotlivých letech sledování.

Všechny jedince rodů *Agonum*, *Amara* a *Harpalus* a většinu jedinců rodu *Bembidion* determinoval Pavel Moravec (CHKO České středohoří). Část jedinců (zachovalí, nepoškození jedinci) rodu *Agonum* redeterminoval Petr Veselý. Většinu zbývajících materiálů tvořily více či méně snadno determinovatelné druhy, které, není-li uvedeno dále v textu u těchto druhů jinak, determinoval M. Holec. Nomenklatura byla použita podle Löbla a Smetany (2003). Bioindikační kategorizace druhů byla použita dle Hůrky a kol. (1996). V tabulce 1, která je přehledem zjištěných druhů, jsou u každého druhu uvedeny údaje o jeho zařazení ve jmenované klasifikaci, ohrožení ve smyslu Vyhlášky MŽP ČR č. 395/1992 Sb. a ohrožení dle Červeného seznamu střevlíkovitých (Veselý a kol. 2005). Sběr materiálu byl v terénu zajištěn M. Holcem a D. Holcovou.

## Výsledky a diskuze

V průběhu uvedených let bylo na sledovaném území determinováno celkem 1 825 ex., náležících k 102 druhům střevlíků. V materiálu střevlíků byl zjištěn vyrovnaný podíl druhů, charakteristických pro narušená (51 druhů kategorie E) a slabě narušená prostředí (51 druhů kategorie A) (Tab. 1). Na rozdíl od hodnocení antropogenního ovlivnění území za pomoci klasifikace pavouků (*sensu* Buchar a Růžička 2002) v nepublikované práci Holce a Holcové (2014), zde nebyly zjištěny druhy, které jsou charakteristické pro klimaxová a člověkem jen velmi slabě narušená stanoviště.

Rozdílný výsledek je pravděpodobně způsoben více či méně odlišným pojetím těchto klasifikací v rámci sledovaných taxonomických skupin. Odlišný výsledek však může souviset i s obecně odlišnou migrační schopností pavouků a střevlíků a s druhovým složením společenstev střevlíků a pavouků v okolí sledované lokality, tak jak se domnívají Tropek a kol. (2008) ve své studii o střevlicích a pavoucích kamenolomů. Autoři zde zjistili více vzácných a specializovaných druhů pavouků, zatímco mezi střevlíky dominovali spíše generalisté. Naše výsledky, stejně jako autorů Troпка a kol. (2008), proto poukazují na nutnost využívání více indikačních skupin organismů pro hodnocení charakteristiky jednotlivých lokalit.

I mezi střevlíkovitými však byly v zájmovém území zjištěny druhy, které si zaslouží bližší komentář. Výskyt těchto ochranně významných druhů byl očekáván, neboť je v těžbou narušených územích poměrně častým jevem (souhrnně viz Řehounek a kol. 2015). Níže je podán bližší komentář k těmto regionálně vzácným a ohroženým druhům (*ohroženým* ve smyslu Vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb. a Červeného seznamu střevlíkovitých - Veselý a kol. (2005)).

### *Chlaenius tristis*

V ČR jde o druh ojedinělý, vyskytující se na nezastíněných, nebo rostlinami částečně zastíněných březích vod od nížin do podhůří (Hůrka 1996).

Pulpán a Táborský (1983) uvádějí nálezy tohoto druhu v regionální literatuře pouze ze sedmdesátých let minulého století z lokality Bylany (Strejček a Honců 1977, Honců 1979, Táborský 1979) a bez bližšího údaje o roku a místě nálezů z lokality Bílina (lgt. Strejček / coll. Pulpán). V posledních letech byl druh ale opakovaně zjištěn v jednotlivých exemplářích na kamenité hrázi nádrže Újezd u Chomutova (lgt. M. Holec, D. Holcová, det. M. Holec, coll. M. Holec - 3 ex. v letech 2013, 2014, 2016). V seznamu brouků dolního Labe je druh uveden rovněž v práci Kuncové a kol. (2001).

Na zájmové lokalitě byly zaznamenány 2 ex. na „mokřadu č. 1“ (v roce 2014) (lgt. M. Holec, D. Holcová, det., coll. M. Holec). Místo nálezů se nacházelo v okrajové osluněné části mokřadu, v místě s měkkým substrátem, porůstajícím zejména ostřicemi (*Carex* spp.).

### *Elaphrus uliginosus*

V ČR je druhem ojedinělým, s vazbou na velmi vlhká nezastíněná stanoviště, břehy vod, močály, od nížin do hor (Hůrka 1996). V Červeném seznamu střevlíků (Veselý a kol. 2005) je uveden v kategorii VU – zranitelný, tzn. za současných podmínek čelící nebezpečí vyhynutí. V Ústeckém kraji a sz Čechách existuje poměrně málo publikovaných údajů o jeho výskytu a jen některé z pánevních

uhelných oblastí sz Čech. Táborský a Pulpán (1983) odkazují na práce Strejčka-Schöna (1974) z Vysočan, Strejčka (1980) z Břvan a jednotlivé nálezy z Bohosudova z roku 1969 (Strejček leg./ Pulpán coll.) a Počerad (leg. + coll. Herman). Veselý a kol. (2002) uvádějí výskyt na malé mokřině na lokalitě „Slatiny pod Hazmburkem“. Skoupý (2004) uvádí údaj z Modlan u Teplic (1975, Strejček lgt.) a již zmíněný údaj z Bohosudova v práci Táborského a Pulpána (1983), který uvádí rovněž Vysoký (1989). Na území bývalého okresu Ústí n. L. nebyl druh 80 let podle Vysokého (1989) pozorován (poslední údaj – 1909, Deblík v Českém středohoří).

Na zájmové lokalitě jsme druh (2 ex.) zjistili v zemní pasti na okraji vegetace (rákos obecný, sítina, ostřice) hustě zarostlého „mokřadu č. 2“ (lgt. M. Holec, det. P. Moravec, coll. M. Holec, P. Moravec).

### ***Bembidion modestum***

V Čechách je výskyt tohoto druhu ojedinělý, s vazbou zejména na písčité břehy řek (Hůrka 1996). Ohrožený je z důvodu likvidace přirozených stanovišť. V Červeném seznamu (Veselý a kol. 2005) je uvedený mezi druhy kategorie VU, tedy jako zranitelný. Geograficky blízkou lokalitou výskytu druhu je řeka Ohře a Labe, kde byl druh lokálně zaznamenán (např. Krásenský 2008, Kuncová a kol. 2001). Pulpán a Táborský (1983) uvádějí další nedatované nálezy z oblasti v okolí řeky Ohře a Labe. Spíše vzácnost druhu, a to i ve vhodných biotopech, dokládá skutečnost, že při sběrech střevlíkovitých na řece Ohři v roce 2014 (lgt. Holec, M. a Brož, J.) nebyl druh zaznamenán (Brož 2015). Jde přitom o nápadného brouka.

V zájmovém území byl zjištěn 1 ex. na jílovitém břehu bez vegetace, vyplavením z pukliny (lgt. M. Holec, D. Holcová, 2015, det., coll. M. Holec). Při snaze zaznamenat více jedinců v den nálezu, stejně jako v dalších dnech, jsme nebyli úspěšní.

### ***Brachinus crepitans*, *B. explodens* a *Cicindela campestris***

Ze zjištěných druhů sledovaného území, patřily k druhům zvláště chráněných dle Vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb. *Brachinus crepitans* a vzácně byl pozorován i *B. explodens* a *Cicindela campestris*. Druhy jsou zařazeny v kategorii ochrany „ohrožené“. Všechny tři druhy patří v oblasti sz Čech, tj. v oblasti se silně narušenými půdami, na habituálně obdobných lokalitách jako je lokalita zájmová, k často pozorovaným druhům (Holec, M., Jaroš, P., nepublikováno).

## **Poděkování**

Tento výzkum byl realizován v rámci projektu č. TA01020592 „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“, který byl podpořen Technologickou agenturou České republiky v rámci Programu ALFA.

## **Literatura**

- BARTŮŇKOVÁ K., SOKOL Z. (2013) Vliv nově vzniklé jezerní plochy na mikroklima. Vodní hospodářství, 63 (4): 106–110.
- BUCHAR J., RŮŽIČKA V. (2002) Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres, Praha, 351 str.
- FILIPOVÁ L., KUBÁT K., MACHOVÁ I. (2014) Vzácné a ohrožené druhy rostlin na výsypkách a hydrologicky rekultivovaných plochách v okolí Mostu. Severočeskou přírodou, Ústí nad Labem, 46: 83–89.
- HOLEC M., HOLCOVÁ, D. (2014) Pavouci a střevlíkovití brouci. In: Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů (Eds: NERUDA M., KUBÁT K., MACHOVÁ I., FILIPOVÁ L., HOLEC M., HOLCOVÁ D. Roční zpráva 2014. Deponováno na FŽP UJEP).

- HONCŮ M. (1979) Výsledky průzkumu Coleopter čeledí Carabidae a Staphylinidae státní přírodní rezervace Slanisko, k. ú. Bylany, okres Most. In: Přírodovědecký průzkum státní přírodní rezervace „Slanisko“ u Bylan. TIS, Praha, 38–63. (nepubl.)
- HŮRKA K. (1996) Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky. Zlín: Kabourek, 565 str.
- HŮRKA K., VESELÝ P., FARKAČ J. (1996) Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. Klapalekiana, 32: 15–26.
- KRÁSENSKÝ P. (2008) Inventarizační biologický průzkum šterkopískových náplavů dolní Ohře. Závěrečná zpráva. Deponováno na Krajském úřadě Ústeckého kraje.
- KUBÁT K., MACHOVÁ I. (2012) Hydrofyty vodních nádrží Most a Chabařovice. Severočeskou přírodou, 43: 23–28.
- KUNCOVÁ J., ŠUTERA V., VYSOKÝ V. (eds.) (2001) Labe – příroda dolního českého úseku řeky na konci 20. století. AOS Publishing Ústí n. L., 166 str. + přílohy.
- LÖBL I., SMETANA A. (eds.) (2003) Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Vol. 1: Archostemata - Myxophaga - Adephaga. Stenstrup: Apollo Books, 819 str.
- MACHOVÁ I., KUBÁT K., FILIPOVÁ L. (2014) Stav flóry a typy porostů jako výsledky hydrické rekultivace jezera Most - stav mezi roky 2012 – 2014. Specializovaná mapa, <http://mapserver.ujep.cz/projekty/tacr/botanika.html>
- PULPÁN J., TÁBORSKÝ I. (1983) Střevlíkovití severozápadních Čech (Coleoptera, Carabidae). Sborník okr. muzea v Mostě, řada přírodovědná, 5: 1–66.
- ŘEHOŘ M. (2013) Pedologické hodnocení zemin v oblasti jezera Most. Sborník konference Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů, Most, ISBN 978-80-260-4172-6, 127–130.
- ŘEHOŘ M., ŠAFÁŘOVÁ M., SCHMIDT P. (2013) Některé nové výsledky pedologického výzkumu oblasti jezera Most. Sborník konference Hornická Příbram ve vědě a technice, ISBN 978-80-904993-3-1, říjen 2013.
- ŘEHOŘ M., SCHMIDT P., LANG T. (2012) Výsledky výzkumu pedologické problematiky jezera Most a možnosti jejich využití při dalších hydrických rekultivacích povrchových dolů mostecké pánve. Sborník konference Hornická Příbram, Příbram 2012.
- ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., TROPEK R., PRACH K. (Eds.) (2015) Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.
- SKOUPÝ V. (2004) Střevlíkovití brouci (Coleoptera: Carabidae) České a Slovenské republiky ve sbírce Jana Pulpána. Vydal Jan Farkač a Vladimír Skoupý v nakl. Public History, Praha, 213 str. + CD.
- STREJČEK J., HONCŮ M. (1977) Průzkum hmyzu státní přírodní rezervace Slanisko na Mostecku. Sborník severočeského muzea, s.n., Liberec, 9: 31–45.
- TÁBORSKÝ I. (1979) Výsledky průzkumu terestrických a aquatických Coleopter CHŮ Slanisko. In: Přírodovědecký průzkum státní přírodní rezervace „Slanisko“ u Bylan. TIS Praha: 77–96. (nepubl.)
- TÁBORSKÝ I. (1993) K faunistice střevlíkovitých severozápadních Čech (Coleoptera, Carabidae). Zprávy a studie Reg. Muzea v Teplicích (19): 37–40.
- TÁBORSKÝ I. (2008) Historický přehled prokázaných druhů čeledí Carabidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae a Gyrinidae (Coleoptera) z oblasti Mostecké pánve. Sborník Oblastního muzea v Mostě, řada přírodovědná, 2007/2008, č. 29/30: 33–52.
- TOLASZ R. (2007) Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, Olomouc.

- VESELÝ P., RESL K., TĚŽÁL I. (2002) Zajímavé nálezy střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) z České republiky v letech 1997-2001 a doplněk údajů o sběrech z předcházejícího období. *Klapalekiana*, 38: 85–109.
- VESELÝ P., MORAVEC P., STANOVSKÝ J. (2005) Carabidae (střevlíkovití), str. 407–411. In: FARKAČ J., KRÁL D. & ŠKORPÍK M. (eds.), *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí*. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 758+2 str.
- VYSOKÝ V. (1989) Střevlíkovití okresu Ústí nad Labem (Coleoptera: Carabidae). *Příroda Ústecka II, Ústí n. L.*, 149 str.
- VYSOKÝ V. (1989) Střevlíkovití okresu Ústí nad Labem (Coleoptera: Carabidae). *Příroda Ústecka II, Ústí n. L.*, 149 str.
- STREJČEK J., SCHÖN K. (1974) Zpráva o inventarizačním průzkumu vybraných skupin brouků (Coleoptera) na území budoucího složiště popílku u Vysočan (okr. Chomutov). *Manuskript*, 27 str. KSSPPOP Ústí n. L. Non publ. (non vidi)
- STREJČEK J. (1980) Zpráva o výsledcích průzkumu výskytu některých skupin hmyzu na staré i náhradních lokalitách slaniska Bylany (bývalá SPR) prováděná v letech 1979-1980. In *Přírodovědecký průzkum náhradní lokality slaných půd u Bylan. TIS Praha*: 49–77. Non publ. (non vidi).
- VÁGNEROVÁ M. (2014) Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů. Severočeskou přírodou, Ústí nad Labem, 46: 5–14.
- VESELÝ P., RESL K., TĚŽÁL I. (2002) Zajímavé nálezy střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) z České republiky v letech 1997-2001 a doplněk údajů o sběrech z předcházejícího období. *Klapalekiana*, 38: 85–109.

## Seznam střevlíků

Tab. 1: Výčet zjištěných druhů střevlíků. § - kategorie ochrany druhu dle Vyhlášky MŽP ČR č. 395/1992 Sb., KO – kriticky ohrožené, SO – silně ohrožené, O – ohrožené. ČS – Červený seznam střevlíkovitých (Veselý a kol. 2005), VU – vulnerable. Reliktnost – kategorie (Hůrka a kol. 1996), A – adaptabilní druhy, R – reliktní druhy, E – eurytopní druhy. Biotop - sběr na stanovištích, a - na březích nádrže, b - na dvou menších mokřadech, c - v terestrických otevřených biotopech v různém stupni zapojení bylinnou vegetací

Jména druhů	§	ČS	Reliktnost	Biotop
<i>Acupalpus meridianus</i> (Linnaeus, 1761)			E	a, c
<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)			A	a, b
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)			A	a, b
<i>Agonum thoreyi</i> Dejean, 1828			A	a, b
<i>Agonum viduum</i> (Panzer, 1796)			A	a, b
<i>Agonum marginatum</i> (Linnaeus, 1758)			A	a, b
<i>Amara aulica</i> (Panzer, 1796)			E	a, b, c
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)			E	a, b, c
<i>Amara convexior</i> Stephens, 1828			E	a, b, c
<i>Amara convexiuscula</i> (Marsham, 1802)			E	a, b, c
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)			A	a, b, c
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)			E	a, b, c
<i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792)			E	a, b, c
<i>Amara tibialis</i> (Paykull, 1798)			A	a, b, c
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)			E	a, b, c
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763)			E	a, b, c
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)			E	a, b, c
<i>Anisodactylus signatus</i> (Panzer, 1796)			E	a, b
<i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798)			A	a
<i>Badister sodalis</i> (Duftschmid, 1812)			A	a, b
<i>Bembidion articulatum</i> (Panzer, 1796)			E	a, b
<i>Bembidion assimile</i> Gyllenhal, 1810			A	a, b
<i>Bembidion biguttatum</i> (Fabricius, 1779)			A	a, b
<i>Bembidion guttula</i> (Fabricius, 1792)			A	a, b, c
<i>Bembidion femoratum</i> Sturm, 1825			E	a
<i>Bembidion illigeri</i> Netolitzky, 1914			E	a, b
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)			E	a, b, c
<i>Bembidion lunulatum</i> (Geoffroy, 1785)			A	a, b, c
<i>Bembidion mannerheimii</i> C.R. Sahlberg, 1827			A	b
<i>Bembidion minimum</i> (Fabricius, 1792)			A	a, b
<i>Bembidion modestum</i> (Fabricius, 1801)		VU	A	a
<i>Bembidion obtusum</i> Audinet-Serville, 1821			E	a, b, c
<i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1828)			E	a, c
<i>Bembidion quadripustulatum</i> Audinet-Serville, 1821			A	b
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761)			E	a, b, c
<i>Bembidion varium</i> (Olivier, 1795)			E	a, b
<i>Bradycellus csikii</i> Laczó, 1912			E	b
<i>Brachinus crepitans</i> (Linnaeus, 1758)	O		E	a, c



Jména druhů	§	ČS	Reliktnost	Biotop
<i>Brachinus expulso</i> Duftschmid, 1812	O		E	c
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)			E	a, c
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)			E	a, c
<i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1775			A	c
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758			E	a, c
<i>Carabus intricatus</i> Linnaeus, 1761			A	c
<i>Cicindela campestris</i> Linnaeus, 1758	O		A	a, c
<i>Carabus nemoralis</i> O.F. Müller, 1764			A	c
<i>Cymindis humeralis</i> (Geoffroy, 1785)			A	a, c
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)			E	a, b, c
<i>Demetrias imperialis</i> (Germar, 1824)			A	a, b
<i>Demetrias monostigma</i> Samouelle, 1819			A	a, b
<i>Dicheitrichus placidus</i> (Gyllenhal, 1827)			A	a, b
<i>Dicheitrichus rufithorax</i> (C.R. Sahlberg, 1827)			E	b
<i>Dyschirius aeneus</i> (Dejean, 1825)			E	a, b
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1784)			E	a, b
<i>Dyschirius tristis</i> Stephens, 1827			A	b
<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmid, 1812			A	b
<i>Elaphrus riparius</i> (Linnaeus, 1758)			E	a, b
<i>Elaphrus uliginosus</i> Fabricius, 1792		VU	A	b
<i>Harpalus affinis</i> (Schränk, 1781)			E	a, c
<i>Harpalus distinguendus</i> (Duftschmid, 1812)			E	a, c
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)			A	a, c
<i>Harpalus rufipalpis</i> Sturm, 1818			A	a, c
<i>Harpalus luteicornis</i> (Duftschmid, 1812)			A	a, b, c
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)			E	a, c
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)			E	a, c
<i>Harpalus tardus</i> (Panzer, 1796)			E	a, c
<i>Chlaenius nitidulus</i> (Schränk, 1781)			A	b
<i>Chlaenius tristis</i> (Schaller, 1783)		VU	A	b
<i>Chlaenius vestitus</i> (Paykull, 1790)			A	b
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)			E	a, b
<i>Lionychnus quadrillum</i> (Duftschmid, 1812)			A	c – štěrkovité cesty - lokálně velmi hojně
<i>Licinus depressus</i> (Paykull, 1790)			A	a, c
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)			E	b
<i>Microlestes maurus</i> (Sturm, 1827)			E	a, c
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)			E	a, c
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)			A	a, c
<i>Notiophilus aestuans</i> Dejean, 1826			E	a, c
<i>Notiophilus germinyi</i> Fauvel, 1863			A	c
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)			E	a, b, c
<i>Odacantha melanura</i> (Linnaeus, 1767)			A	b
<i>Oodes helopioides</i> (Fabricius, 1792)			A	b

Jména druhů	§	ČS	Reliktnost	Biotop
<i>Ophonus azureus</i> (Fabricius, 1775)			E	c
<i>Oxypselaphus obscurus</i> (Herbst, 1784)			A	b
<i>Panagaeus bipustulatus</i> (Fabricius, 1775)			A	c
<i>Paradromius linearis</i> (Olivier, 1795)			E	b, c
<i>Pedius longicollis</i> (Duftschmid, 1812)			A	a, b, c
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)			E	a, b, c
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)			E	a, c
<i>Pterostichus anthracinus</i> (Illiger, 1798)			A	b
<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm, 1824)			A	b
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)			E	a, c
<i>Pterostichus macer</i> (Marsham, 1802)			A	c
<i>Pterostichus minor</i> (Gyllenhal, 1827)			A	b
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)			A	a, b, c
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)			E	b
<i>Pterostichus ovoideus</i> (Sturm, 1824)			A	b
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1796)			E	b
<i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)			A	b
<i>Syntomus truncatellus</i> (Linnaeus, 1761)			E	a, c
<i>Tachyura diabrachys</i> (Kolenati, 1845)			E	a, c
<i>Tachys bistratus</i> (Duftschmid, 1812)			A	a, b, c
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)			E	a, b, c

## PROCES REKULTIVACE A REVITALIZACE JAKO NÁSTROJ UDRŽITELNÉHO ROZVOJE V ANTROPOGENNĚ ZATÍŽENÉ KRAJINĚ SEVERNÍCH ČECH

### RECLAMATION AND RESRTORATION AS TOOLS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN AN ANTHROPOGENICALLY AFFECTED LANDSCAPE OF NORTHERN BOHEMIA

Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ, Eliška WILDOVÁ, Petr VRÁBLÍK

Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Králova výšina 7, Ústí nad Labem, 400 96,  
Česká republika

#### Abstrakt

Proces obnovy krajiny po těžbě uhlí, potažmo všech nerostů, by se měl primárně řídit principem udržitelného rozvoje, aby byla zajištěna rovnováha sociálních, ekonomických a environmentálních aspektů v rámci životního prostředí. Dopady v průběhu těžby hnědého uhlí, převážně negativní, jsou dnes v souladu s platnými zákony a s využitím znalostí a zkušeností postupně eliminovány pomocí souboru rekultivačních a revitalizačních činností. Nově vzniklá krajina přináší do území nový potenciál pro jeho další využití. Modelové území se nachází v severní části České republiky, která je zatížena povrchovou těžbou uhlí již téměř 200 let, a její negativní důsledky na krajinu jsou zde úspěšně zahlazovány rekultivačními metodami.

Cílem příspěvku je upozornit na nezbytnost rekultivačních a revitalizačních procesů v rámci obnovy krajiny po těžbě uhlí, jakožto nástroje k trvalé udržitelnosti. Zároveň je zde zpracován vývoj těžby uhlí v Severočeském hnědouhelném revíru a výměra jednotlivých druhů rekultivací, které byly ukončeny v této oblasti v roce 2015.

#### Abstract

The restoration process after coal mining, and other minerals, should be primarily guided by the principle of sustainable development to ensure that a balance of the social, economic and environmental aspects is achieved. The impact during the mining process, which is mainly negative, is being eliminated today in accordance with applicable laws by applying knowledge and experience, and with the help of a variety of reclamation and revitalization activities. The newly created landscape gives the area new potential for use. The reserach area is located in the northern part of the Czech Republic, which has been, and still is, burdened by opencast brown coal mining for nearly 200 years. The adverse effects on the landscape have been successfully smoothed over by reclamation methods.

Goal of this contribution is to highlight the need of reclamation processes, within the landscape recovery after the coal mining, as a tool for sustainable development. The article also contains a development of brown coal mining in the Northern Bohemian brown coal field, and an acreage of different types of reclamation, which were finished in this area in 2015.

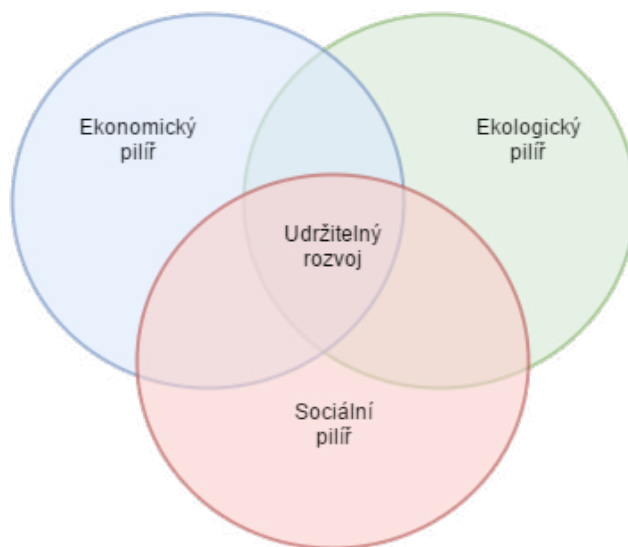
**Klíčová slova:** *udržitelný rozvoj, těžba uhlí, obnova krajiny, revitalizace, Severočeský hnědouhelný revír*

**Key words:** *sustainable development, coal mining, landscape restoration, reclamation, North Bohemian brown coal field*

## Úvod

Nejvíce antropogenně zatížená oblast v ČR se skládá z okresů Chomutov, Most, Teplice a Ústí nad Labem. Tato oblast je téměř 200 let významně ovlivňována intenzivní důlní a průmyslovou činností. Území zaujímá rozlohu 2 276 km<sup>2</sup> a žije zde přes 486 tis. obyvatel. Oblast je typickým průmyslovým regionem, který byl koncem 80. let 20. století, díky povrchovému způsobu těžby hnědého uhlí, součástí „Černého trojúhelníku“ tehdy označovaný jako nejvíce devastovaná oblast ve Střední Evropě. Jelikož v této oblasti žije významný počet obyvatelstva, tak je snaha území začlenit do okolní krajiny formou revitalizačních procesů a zajistit tak trvale udržitelný vývoj krajiny a společnosti. Dne 19. 10. 2015 bylo vládou schváleno částečné prolomení limitů na lomu Bílina. Hlavním argumentem pro prolomení je vysoká nezaměstnanost v regionu, která by se po útlumu těžby podstatně zvýšila. S prolomením limitů se posune i začlenění antropogenně zatížené krajiny do okolního prostředí.

Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí, §6 definuje udržitelný rozvoj následovně: „*Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů*“. Z definicí TUR jsou nejvíce akceptované ty, jež byly uvedeny ve zprávě Světové komise pro životní prostředí a rozvoj „*Naše společná budoucnost*“, kterou komise zpracovala roku 1987 pod vedením GRO HARLEM BRUNDTLANDOVÉ: „*Za trvale udržitelný rozvoj se považuje takový rozvoj, uspokojující potřeby současných generací bez ohrožení schopnosti uspokojování potřeb generací budoucích*“. Princip trvale udržitelného rozvoje (TUR), by měl být základním podkladem během plánování a realizace rekultivačních činností, jelikož se zabývá ekologickými, ekonomickými a sociálními hledisky a především jejich vyvážeností v životním prostředí (obr. 1). Správná praxe řídicí se principem TUR v rámci rekultivací po těžbě uhlí zajistí udržitelnost nejen konkrétní obnovené části, ale i celého území.



**Obr. 1:** Průnik jednotlivých pilířů udržitelného rozvoje (DEMO et al., 1999)

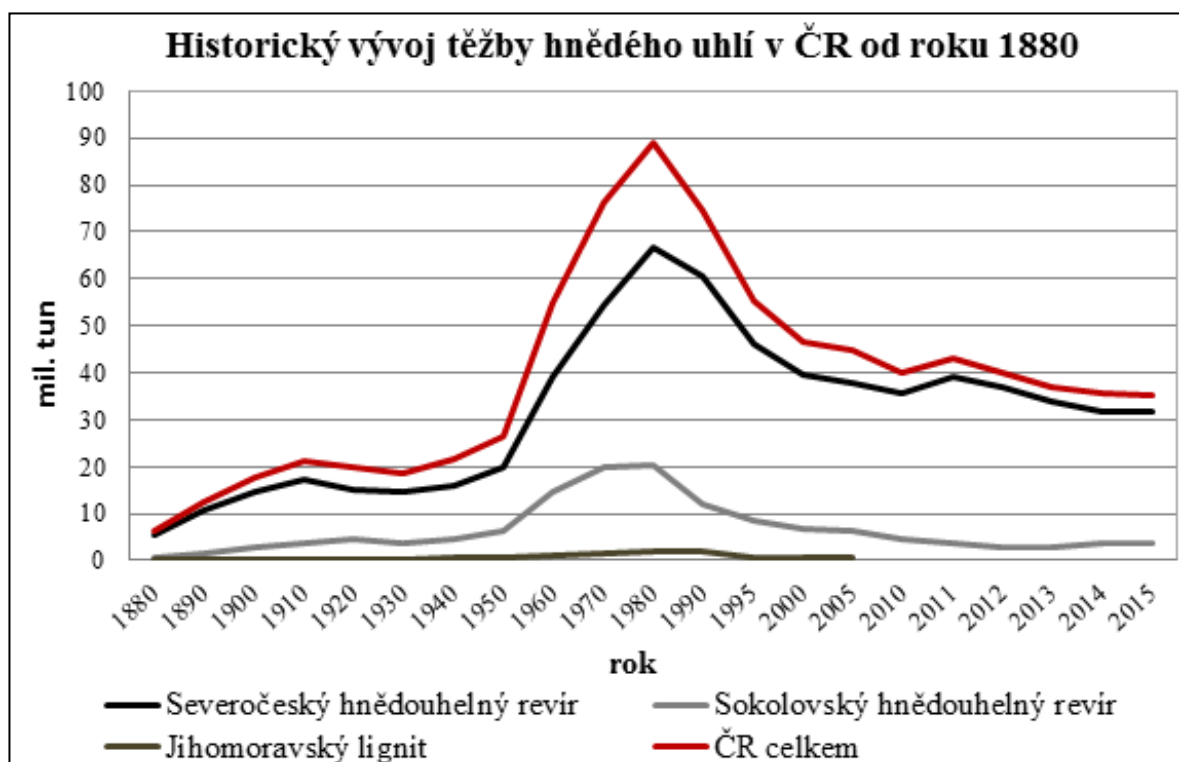
## Materiály a metody

Důležitým zdrojem pro analýzu vývoje těžby uhlí a rekultivací v Severočeském hnědouhelném revíru byly především údaje ze státní báňské správy (Hornické ročenky) z let 2005 – 2015. Aby byl zajištěn udržitelný vývoj krajiny po těžbě uhlí, je nutné řídit se metodikou revitalizace krajiny a dodržovat její jednotlivé fáze a etapy.

### Těžba uhlí v zájmové oblasti

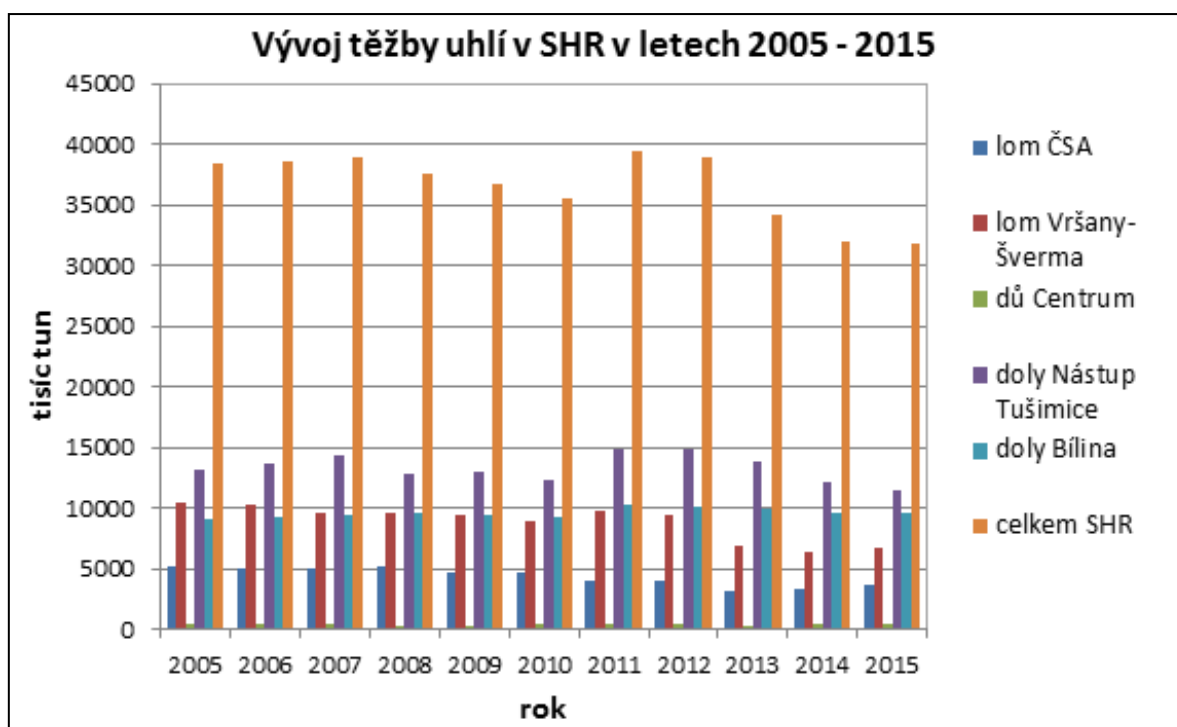
Těžba nerostných surovin je nejzávažnějším antropogenním zásahem do krajiny. Jedná se o těžbu hlubinou i povrchovou. V severních Čechách je nejzřetelnější antropogenní geomorfologie, tedy výsledek přímých zásahů člověka do původního zemského povrchu, v oblasti povrchových lomů hnědého uhlí. Ne jenom vlivy fyzikálně-chemické, jako je prašnost, hluk, zápary, ale i vjem estetický byl a je stále velmi silný. Z celkové rozlohy modelové oblasti (2 276 km<sup>2</sup>) je v její jižní, pánevní části významná část bezprostředně narušena povrchovými těžbami, velkoplošnými externími výsypkami a souvisejícími dalšími antropogenními zásahy do území a jeho vegetace. Od 60. let minulého století zde bylo zlikvidováno 116 obcí či jejich částí včetně historické části města Most. Přitom bylo přestěhováno na 90 tis. lidí. Koncentrace výrobních aktivit vede k enormní emisní i imisní zátěži krajiny regionu (VRÁBLÍKOVÁ et al., 2011).

Zásoby hnědého uhlí v modelové oblasti, které se zhruba od r. 1850 těží průmyslovým způsobem, podmínily v regionu růst výroby elektřiny, chemického průmyslu a zpracování kovů. Povrchová těžba hnědého uhlí od svého počátku až po dnešní dny zasáhla plochu cca 250 km<sup>2</sup> a kulminovala v 80. letech objemem skoro 70.10<sup>6</sup> t/r (obr. 2).



**Obr. 2:** Historický vývoj těžby hnědého uhlí v ČR od roku 1880 (Vlastní zpracování z *Hornické ročenky*, 2015)

V současné době jsou roční těžby z pánve pod úrovní 35 milionů tun a tuto produkci území pod Krušnými horami zajišťují povrchové lomy Československé armády, Vršany, Jan Šverma, Nástup Tušimice a Bílina. Poslední hlubinný důl v pánvi, důl Centrum (Kohinoor) těží v likvidaci (obr. 3). Dle současných záměrů a při dodržení limitů na lomu Československé armády by těžba v Severočeském hnědohlelném revíru (SHR) měla skončit v letech 2052-2055 dotěžením uhelných zásob lomu Vršany v dobývacím prostoru Slatinice. Ve stejném období by pak měla skončit těžba i na lomu Bílina, o jehož pokračování za původně stanovené limity rozhodla vláda v říjnu 2015 (KAŠPAR, 2015).



Obr. 3: Vývoj těžby uhlí v SHR v letech 2005 – 2015 (Vlastní zpracování z Hornických ročenek, 2005–2015)

### Obnova krajiny po těžbě uhlí

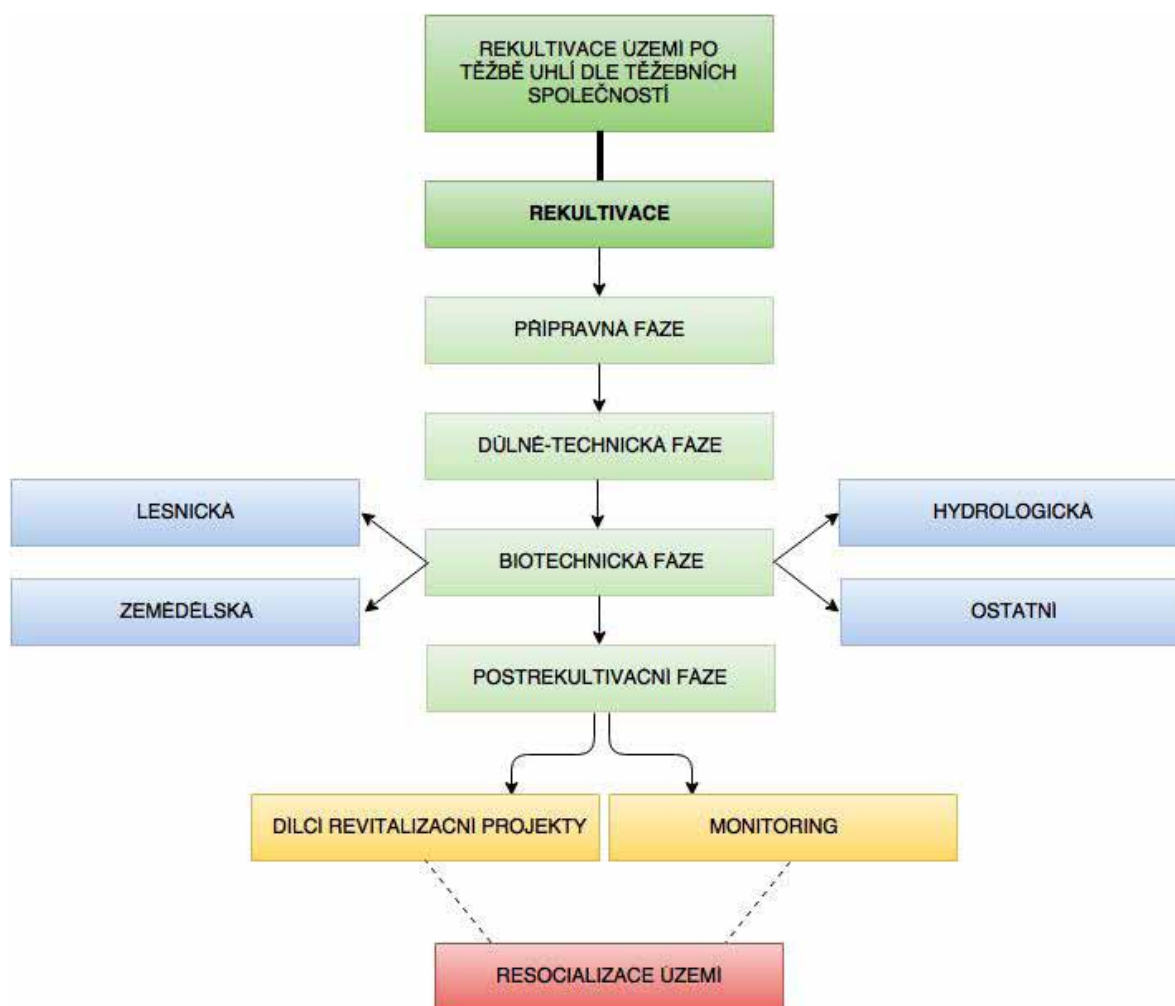
Rozhodnutí o konkrétním typu rekultivace (zemědělská, lesnická, vodní, ostatní) je primárně závislé na požadavcích okolního prostředí, jak environmentálních, tak sociálních. Je proto nezbytná důkladná analýza oblasti, aby byly splněny nároky všech subjektů, kterých se jakýmkoliv způsobem dotkla těžba.

### Fáze rekultivačního procesu

Rekultivační proces je rozdělen do čtyř fází:

- **přípravná fáze.** V této fázi je zpracována územně plánovací dokumentace, která řeší zahájení a způsob těžby, ale také způsoby minimalizace a zahlazení škod po těžbě. V této etapě je důležité rozhodnout, jakým směrem se bude post-těžební krajina ubírat, aby byla začleněna do krajiny. Zde by měl být nejvíce brán v úvahu princip udržitelného rozvoje.
- **důlně-technická** fáze má preventivní charakter, řeší technicky realizovatelné a ekonomicky únosné podmínky pro následnou rekultivační činnost (rozmístění odpadních složišť, výsypek, odvalů, způsob tvarování těžebních prostor, případné skrývkové práce apod.),
- **biotechnická fáze** zahrnuje technické a biologické postupy, které eliminují negativní dopady těžby. Mezi technické práce patří úpravy tvaru a členitosti reliéfu, navážky úrodných a potenciálně úrodných půdních substrátů, úpravy hydrických a odtokových poměrů v území, technická stabilizace svahů a systém protierozních opatření a dále výstavba komunikací, které zpřístupňují rekultivované plochy apod. Biologické práce jsou souborem prací lesnických a agrotechnických. Jde především o zakládání a údržbu zelených ploch, které je závislé na typu rekultivace a cílové kultury (zemědělské, lesní, sadovnicko-krajinářské realizace, přírodní typy společenstev apod.)
- **postrekultivační** fáze je spojena s předáváním zrehabilitovaných pozemků jejich budoucím uživatelům a vlastníkům.

V ohledu dodržování sociálního pilíře udržitelného rozvoje je velice důležitý pojem **resocializace** území (VRÁBLÍKOVÁ et al., 2014), což znamená návrat člověka do rekultivované a revitalizované oblasti (obr. 4).



Obr. 4: Postup při rekultivaci území po těžbě uhlí (Vlastní zpracování)

### Etapy revitalizace

V rámci metodiky revitalizačního projektu za účelem dodržení zásad trvalé udržitelnosti je nezbytné se řídit jednotlivými etapami revitalizací:

**1. Etapa** – Analýza území a rekultivace. V prvním kroku této etapy je důležitá komplexní analýza území na základě územního plánu a zásad územního rozvoje, dle které se musí následně řídit souhrnný plán sanací a rekultivací.

**2. Etapa** – Vlastní postup a realizace. Za účelem splnění cílů revitalizace území je nutné zhodnotit výchozí stav pro revitalizaci území. Poté mohou být navrženy revitalizační metody a postupy s ohledem na udržitelný vývoj krajiny. Dále se zde řeší dílčí úkoly pro realizace revitalizace.

**3. Etapa** – Vyhodnocení výsledků. V poslední etapě jsou hodnoceny jednotlivé revitalizační postupy. Hodnotí se zde průběžné a závěrečné výsledky monitoringu území, jež jsou předány do praxe (VRÁBLÍKOVÁ, VRÁBLÍK, 2010).

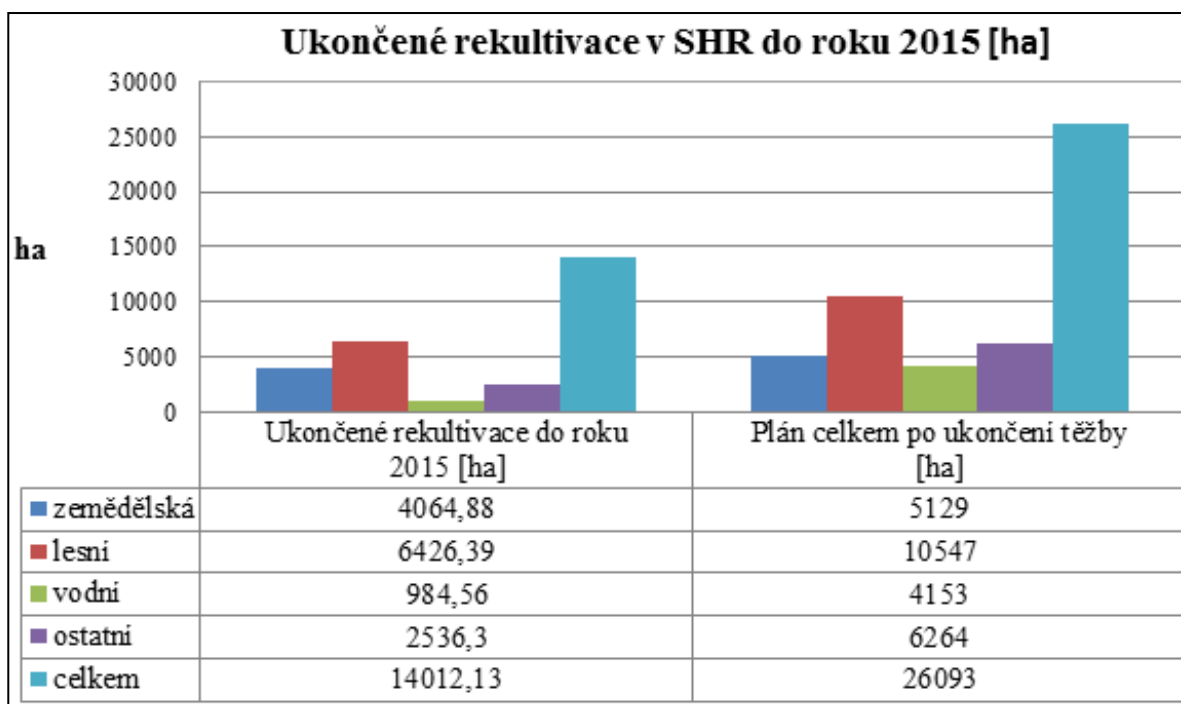
Kvalita prostředí je ve vyspělých zemích významným rozvojovým potenciálem. Zvláště na Mos-tecku, v oblasti devastované dlouhodobě těžbou hnědého uhlí, si uvědomujeme, že životní prostředí musí v moderní době být základní podmínkou pro život člověka, pro práci, bydlení, kulturu i rekreaci. Proto řešení zahlazování následků báňské činnosti musí prostřednictvím sanací a rekultivací sledovat souběh aspektů ekologických, ekonomických i sociálních tak, aby nově vzniklá krajina byla

harmonická a vytvářela předpoklady pro její trvalé využití a rozvoj (DEMO, 2004). Na Mostecku dosud realizované rekultivace prokazují, že řešení obnovy je komplexní a území dotčené těžbou je úspěšně revitalizováno a resocializováno. Realizované rekultivace průběžně zlepšují prostředí Mostecka. Zlepšují jeho estetické vnímání, které je dlouhodobě potlačováno. Provedené rekultivace a s nimi vytvořené stavby zvyšují pestrost území a rozšiřují možnosti Mostecka i jeho obyvatel. Ukončené rekultivace dávají šanci na rozvoj území v tradičních i netradičních oblastech a šanci ke stabilizaci v sociální sféře.

## Výsledky a diskuze

Výsledky příspěvku seznamují s rekultivacemi, které byly provedeny v oblasti Mostecké pánve do roku 2015 (ukončené rekultivace) a s prognózou dalšího vývoje do doby pravděpodobného ukončení těžby a rekultivací při respektování platných územních limitů (obr. 5).

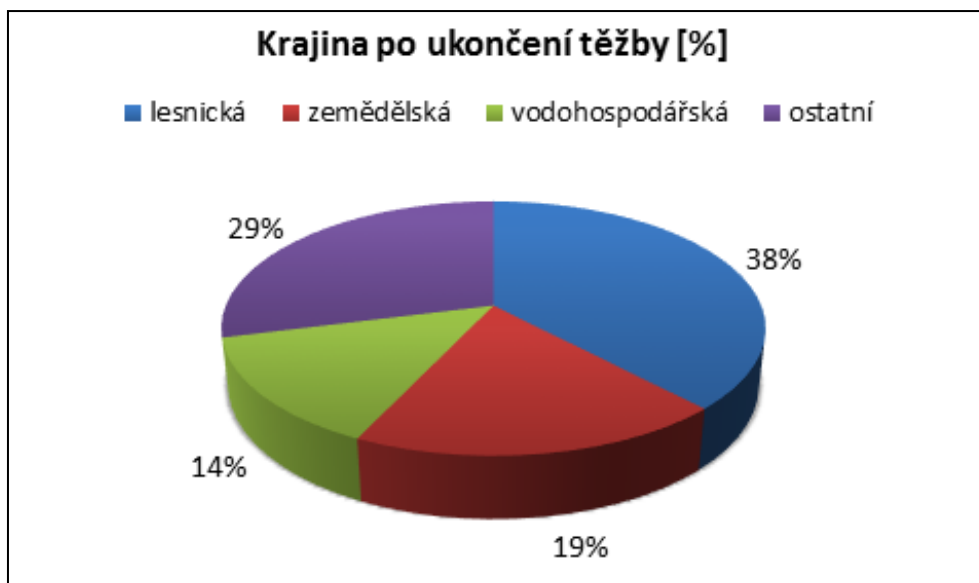
Největší podíl v rámci ukončených rekultivací do roku 2015 představuje lesnická rekultivace 6426,39 ha (46 %). Další v pořadí jsou zemědělské rekultivace 4064,88 ha (29 %), při kterých je ale složitý proces zúrodnování půdy. Rozloha ostatních rekultivací se stále zvětšuje (2536,3 – 18 %), jelikož vzniklé plochy se velice dobře přizpůsobují společnosti a jejich resocializace je rychlá. Do budoucna se proto počítá s podstatným rozšířením ostatních ploch. Nejmenší podíl zatím představují hydrologické rekultivace (984,56 ha – 7 %), které se budou postupně rozšiřovat především zaplavením zbytkových jam povrchových lomů. (obr. 6).



**Obr. 5:** Ukončené rekultivace v SHR do roku 2015 [ha] (Vlastní zpracování z *Hornických ročenek, 2005–2015*)

Aby bylo dosaženo trvale udržitelné krajiny po ukončení těžby, musí být dodržovány základní principy trvale udržitelného hospodaření v rámci rekultivací. Model perspektivy jednotlivých druhů rekultivací na Mostecku se zaměřuje z větší části na rekultivaci lesnickou (38 %) následovanou rekultivací ostatní (29 %), zemědělskou (19 %) a vodohospodářskou (14 %) (obr. 6). Antropogenně zatížené území by se mělo po správně provedené rekultivaci adaptovat na podmínky okolního prostředí a splňovat zásady nejen ekologické, ale i společenské a ekonomické.





**Obr. 6:** Udržitelný model post-rekultivované krajiny (*Vlastní zpracování z Hornických ročenek, 2005–2015*)

Z uvedených přehledů dokončených rekultivací s perspektivou celkového rozsahu rekultivační obnovy v Severočeském hnědouhelném revíru v časovém horizontu po ukončení těžby, vyplývá:

- Lesnické rekultivace jsou a budou nejvíce zastoupeným typem. Lesní ekosystémy jsou klimaxovým stádiem naší krajiny a vykazují nejvyšší hodnoty ekologické stability. Mají kladný vliv na charakter a účinnost životního prostředí a zároveň jsou vhodným místem pro rekreaci.
- V úměrném rozsahu je uplatňována i zemědělská rekultivace, ale do budoucna se její podíl již příliš nenavýší, jelikož je její proces náročnější z hlediska prvotního zúrodnění půdy a následný pěstebních a sklízecích procesů.
- Vodohospodářské formy rekultivace nedosahují výraznějšího zastoupení, jelikož je těžba uhlí stále aktuální na většině území pánve a v rámci rekultivací výsypek nebývá tento typ plošněji využíván. S ukončováním povrchové těžby uhlí se však bude jejich podíl, díky možnostem využití zbytkových lomů, zvyšovat.
- Nejperspektivnější jsou rekultivace řazené do kategorie ostatní. To vyplývá především z faktu, že zájmová oblast je významně urbanizována a rekultivaci v okolí sídel je nutné řešit účelnou tvorbou příměstského a volnočasově atraktivního životního prostředí.

Celková strategie rekultivační obnovy podkrušnohorské krajiny dlouhodobě vychází z reálných možností v této oblasti vytvořit podmínky pro to, aby se v post-těžebním období stala krajina hodnotnou rekreační oblastí, vybavenou nejen volnočasově, ale i nerušícími a ekologicky únosnými výrobními kapacitami. Pokud bude dodržena koncepce udržitelného vývoje v rámci rekultivací tím, že budou brány v potaz všechny jeho pilíře (DEMO, 1999), bude nově vzniklá krajina připravena i na možné následky globálního oteplování. Dostatek vody a lesů vytvoří vhodné podmínky pro bydlení, rekreaci a regionálního zemědělství. Důležitým termínem, který propojuje ekologické zájmy antropogenně zatížené krajiny s ekonomickými a sociálními aspekty je tzv. resocializace krajiny (VRÁBLÍKOVÁ, et al., 2014), jejíž hlavním cílem je návrat člověka do rekultivované a revitalizované krajiny. Pláňované ukončení těžby v SHR v roce 2055 (KAŠPAR, 2015) je důležitým mezníkem, před kterým bychom měly definovat, jakým způsobem se bude krajina v modelové oblasti vyvíjet s přihlédnutím na princip trvale udržitelného rozvoje (BRUNTLAND, 1987) a zároveň jakým směrem se bude ubírat výroba energie v Podkrušnohorských regionech, potažmo celé ČR, aby byly pokryty energetické nároky společnosti.

## Závěr

Uhlí je v současné době nejvýznamnějším zdrojem pro výrobu energie v ČR. Rostoucí nároky společnosti však nekorrespondují s jeho stávajícími zásobami. Doufejme, že se nedočkáme dalšího prolomování limitů těžby v Mostecké pánvi, jelikož bychom zároveň prodloužili začlenění antropogenně narušené krajiny do okolního prostředí. Abychom zajistili udržitelný vývoj nejen krajiny, ale i společnosti v takto poškozeném prostředí, je nutné aplikovat procesy rekultivací a revitalizací s důrazem na propojení ekologických, ekonomických a sociálních aspektů. I proto budou do budoucna nejvíce realizovanými rekultivace lesnické a ostatní, jelikož zajišťují dodržení všech pilířů trvale udržitelného rozvoje.

## Poděkování

Příspěvek byl podpořen projektem QJ1520307 s názvem „Udržitelné formy hospodaření v antropogenně postižené krajině“. Tento projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím programu KUS, Ministerstva zemědělství České republiky.

## Literatura

BRUNDTLAND, G. H. 1987: Our Common Future (Naše společná budoucnost). Oxford University Press, Oxford, 300 s.

DEMO, M., BIELEK, P. HRONEC, O. 1999: Trvalo udržatelný rozvoj. 1. Vydání. Slovenská poľnohospodárska Univerzita v Nitre, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy v Bratislave, 400 s. ISBN 80-7137-611-6.

DEMO, M. et al. 2004: Projektovanie trvalo udržateľných poľnohospodárskych systémov v krajine. SPU Nitra.

KAŠPAR, J., 2015: Vliv těžby na krajinu zájmového území mostecká a její obnova. Dílčí zpráva k projektu QJ1520307 – Udržitelné formy hospodaření v antropogenně zatížené krajině. 19 s.

Kolektiv pracovníků státní báňské správy, 2016: Hornická ročenka 2005–2015. Český báňský úřad a Zaměstnavatelský svaz důlního a naftového průmyslu. Ostrava.

VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P., ZOUBKOVÁ, L. 2014: Tvorba a ochrana krajiny. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí. 150 s. ISBN 978-80-7414-740-1.

VRÁBLÍKOVÁ, J., et al. 2011. Revitalizace území v Severních Čechách. Ústí nad Labem: FŽP UJEP. 294 s. ISBN 978-80-7414-396-0.

VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P. 2010: Metodika revitalizace krajiny v Podkrušnohoří. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí. 67 s. ISBN 978-80-7414-340-3.

Zákon č. 17/1992 Sb.- Zákon o životním prostředí.

# SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL RANKING OF MICRO-REGIONS IN CZECHIA

Jiří ANDĚL, Martin BALEJ

Department of Geography, Faculty of Science, J. E. Purkyně University, České mládeže 8, Ústí nad Labem, Czechia, jiri.andel@ujep.cz, +420 475 283 168

## Abstract

New method of socioeconomic ranking of Czechia is performed and tested on microregional-level. The microregions are ranked in year 2011. Set of indicators for socioeconomic ranking aggregates three domains: sociodemographic, sociopathological, and economical. The main objective is to analyse the causes of spatial differences and measure the socioeconomic quality of the environment using objective indicators. Another aim is to assess mutual relationships between the microregional-level indicators. Finally, the results are discussed in the context of regional and national policy. The socioeconomic ranking in Czechia confirms that persistent major differences exist, which result from different focuses within individual areas beginning before the Velvet Revolution in 1989. In general, according to the definition of regions with focused government support, national policy corresponds to regions having the lowest socioeconomic ranking. But, on the other hand just there are the big problems with European funding.

**Key words:** *socioeconomic ranking, development axis and cores, impaired regions*

## 1. Introduction

The terms quality of life, well-being and standard of living are considered synonymous according to Veenhoven (2000). Scientific studies measuring the quality of life are appearing with increasing frequency because gross domestic income per capita, though often used, does not entirely explain quality of life or well-being. GDP growth is not necessarily connected with well-being and happiness (Kenny 1999). A socioeconomic ranking measures the primary material conditions of living – both economic and social. Some studies have focused on national-level objective indicators and on cross-country differences in the non-economic quality of life (McGillivray 2005). Other studies have used a different method with subjective indicators (Diener 2006).

Objective indicators may include good social conditions, healthcare availability, education availability, housing quality, work and career opportunities and transportation access. Subjective evaluations of the quality of the socioeconomic environment are the primary focus of sociological studies (Mareš a Rabušic 1997). Using various methodologies, residents' (or visitors') views and evaluation of the area are measured. Geert Hofstede, one of the most well-known empirical researchers, believes that these systems are primarily designated by the culture (Hofstede a Hofstede 2004). Hofstede claims that social reality cannot be understood from the confines of a single discipline and single ranking level. This conclusion is also important for socioeconomic rankings. The macroregional (or meso-regional) and microregional levels are interconnected. At individual hierarchical levels, the applicability of the conclusions to other levels is important (Heřmanová 2013). Generally, a shift towards a broader spatial level implies a better application of objective socioeconomic quality criteria. In smaller regions, mutual differences are naturally erased. The final value averages these differences.

For an objective evaluation, internationally comparable indicators are used. A good indicator of macroregional-level socioeconomic quality is “the quality of life model”, which was created at the University of Toronto ([http://www.utoronto.ca/qol/qol\\_model.htm](http://www.utoronto.ca/qol/qol_model.htm)). Moreover, a model of four qualities of life was created by Veenhoven (2000). One of the four dimensions is also a good indicator of socioeconomic quality. Veenhoven calls this dimension “liveability of environment”.

For the meso-regional and microregional levels (including regional, district and city administrative units), objective and subjective evaluation approaches are used [such as value preferences (Kostelecký 1995) and regional identities (Chromý a Janů 2003)].

Our aim is to provide an objective socioeconomic ranking for Czechia. The main objective is to determine the causes of spatial differences. The following questions were posted. What makes regions with low socioeconomic quality similar? What are the similarities between regions with high quality? What are the causes of the similarities and differences? Which indicators best testify to socioeconomic quality? Another objective is to assess the mutual relationships between the microregional-level indicators.

There are many international rankings for environmental quality or well-being, such as those from the World Bank, UN Environmental Programme (UNEP), and OECD (e.g., OECD 1995; Pieri et al. 1995). Moreover, there are many rankings that evaluate the quality of the region “from the other side” by measuring negative impacts in the area. In the construction of the Countryside Quality Index, Morse et al. (2011) cites the much older Townsend Index of Deprivation TID (Townsend et al. 1988). The TID includes unemployment as a percentage of economically active persons aged 16 and over with no car ownership, no home ownership and household overcrowding. A revision of the TID Index of Deprivation (ID 2007) contains 38 indicators. Attempts have also been made to define environmental quality “from the other side” in Czechia. The environmental stress indicator has been formulated and applied in local case studies (Balej et al. 2008, Balej a Anděl 2011).

Špes et al. (2001) evaluates environmental quality according to UNESCO recommendations and based on physical (ecological) and social factors. Two groups are defined for the social factors. The first includes demographic and socioeconomic indicators. The second group includes the quality of housing or the built-up environment. Liao (2009) defines the quality of life using domains of indicators, i.e., medical service, domestic finances, work, education, leisure, public safety and environmental (natural) quality, comparing all of the counties in Taiwan using factor analysis and deducing the local typology in terms of the quality of life. Another approach to the quality of life is represented by the Physical Quality of Life Index (Morris 1979). Sirgy et al. (2006) combine several approaches. Rossouw and Naudé (2008) measure the non-economic quality of life. Similar to Johansson (2002) and Erickson (1993), Rossouw and Naudé (2008) divide the indicators into two groups: demographic domain (i.e., population growth, aging, households, urbanisation, economic activity, level of education, and unemployment) and geographic domain (i.e., built-up areas, forest, wetlands, water bodies, erosion, rainfall, and temperature). An interesting conclusion of this study is the proven correlation between the demographic index and per capita income. They also find that urban areas tend to dominate the top ten places in terms of the demographic index and not the geography index.

Perz (2000) presents a special approach in evaluating environmental quality. A case study from the Brazilian Amazon requires a specific set of indicators. The indicators for environmental hazard production include, e.g., the urban population size, migration, industrial activity, and sewage. Indicators for environmental hazard exposure comprise housing construction, water quality and child exposure. The other groups of indicators indicate specific threats that the Brazilian Amazon urban environment faces. Cases from the opposite corner of the world, i.e., Australia, are similarly interesting. In connection with the concept of sustainability, a socioeconomic set of sustainability indicators has been composed by the federal Land and Water Resources Research and Development Corporation (1995). These indicators include, e.g., the level of education, mobility, population age structure, service facilities, and housing demand.

## **2. Methods**

By definition, socioeconomic index ranking aggregates partial indicators that should cover the entire socioeconomic theme. Partial indicators must be representative and available at the monitored spatial level for all territorial units. The data must be statistically investigated with regard to mutual correlations. In addition to statistical methods, a group of experts to determine weightings produces good results (Saltelli et al. 2005).

Data availability is another crucial aspect in determining the final ranking. It is important to consider the predictive power of the indicator at the selected spatial level. At a lower rank, there are indicators with minimal macroregional-level predictive power (such as commuting to work or school and transportation accessibility). At the interregional level (such as the Czech regions), Potůček (2002) was among the first to focus on methods for mapping the quality of life in Czechia. He selected 36 indicators in eight living condition areas. Some living condition areas can also be used to evaluate the socioeconomic quality of the environment.

We apply our methodological process on Czechia for all “small” districts [municipal authorities with broadened competencies, administrative units between Local Administrative Unit (LAU) 1 and LAU 2]. These authorities and administrative wards (catchment areas) were established on 1 January 2003, pursuant to Act No. 314/2002 Coll., on the appointment of municipalities with a delegated municipal office and extended competence. There are 205 units. Due to the large differences, Praha is omitted as an administrative unit.

Socioeconomic ranking indicators were tested and examined by a group of experts to better reflect the socioeconomic quality of Czechia. Indicators in the sociodemographic domains include the age index, net migration rate and percentage of the population with university degrees. An inverse age index value, positive net migration rate and high percentage of residents with university degrees represent an area with positive socioeconomic development potential. The percentage of the population with university degrees is the most important indicator, which describes a knowledgeable, creative society; population growth due to in-migration indicates positive population dynamics. The sociopathological indicators include the divorce rate, children born out of wedlock and abortion rate. These indicators signal existing or emerging problems in the region. Due to the lack of many micro-level economic indicators, the experts selected the following indicators: unemployment rate, new home construction and home prices. While new home construction and low unemployment represent a strong potential for further development, home prices are not as clear. Home prices indicate attractiveness in the initial development phases. However, home prices may later become an obstacle for further development. We expected strong connections (correlations) among these indicators.

**Table 1** Set of indicators for socioeconomic ranking (in 2011)

Domain	Indicator	Description	Unit	Source
Sociodemo-graphic	Age index	Age-dependency ratio	-	Czech Statistical
	Net migration rate	Population growth due to in-migration (per mil)	‰	
	University graduates	% university graduates	%	
Sociopatho-logical	Divorce rate	Divorces per 100 marriages	%	
	Births out of wedlock	Births out of wedlock	%	
	Abortion rate	Abortion ratio (per 100 live births)	%	
Economics	Unemployment	General unemployment rate	%	
	New home construction	New home construction per 1,000 residents	-	
	Home prices	Home price index	-	

The data were standardised and weighted based on mutual correlations. The correlation with other indicators is inversely related to the indicator weights. The indicators were subsequently aggregated and an overall ranking of the microregions was compiled.

One intermediate result included a verification of the determined hypotheses on mutual correlations between indicators (Pearson coefficient). First, a group of experts / geographers (20 in total) were contacted. These individuals assigned points to estimate the connections between indicators based on their knowledge and skills: ++ close positive connection, + weak positive connection, -- close negative connection, - weak negative connection and 0 no connection (Table 2).

**Table 2** Expert hypotheses of correlations between indicators

Indicator	Age index	Divorce rate	Births out of wedlock	Abortion rate	Net migration rate	Unemployment	University graduates	New home construction	Home prices
Age index		-	-	-	0	+	-	--	-
Divorce rate			++	+	+	0	0	0	0
Births out of wedlock				+	0	+	+	0	+
Abortion rate					0	+	0	0	0
Net migration rate						+	+	+	-
Unemployment							--	--	--
University graduates								++	+
New home construction									+
Home prices									

### 3. Results

The expert group predicts positive connections primarily in the sociopathological domain, i.e., divorce rate, children born out of wedlock, and partially the abortion rate. The experts also predict strong negative connections in the economic domain, i.e., between new home construction and unemployment and between home prices and unemployment. Lastly, the experts expect pronounced connections regarding the age structure, i.e., age index and new home construction. Connections to population growth through migration are weak; the experts often could not reach a consensus.

**Table 3** Correlations between indicators

Indicator	Age index	Divorce rate	Births out of wedlock	Abortion rate	Net migration rate	Unemployment	University graduates	New home construction	Home prices
Age index		-0.19	-0.35	-0.26	-0.16	-0.22	0.09	-0.17	0.14
Divorce rate			0.32	0.28	-0.15	0.01	-0.23	-0.09	-0.13
Births out of wedlock				0.63	-0.34	0.47	-0.46	-0.43	-0.46
Abortion rate					-0.19	0.17	-0.26	-0.28	-0.3
Net migration rate						-0.38	0.5	0.71	0.43
Unemployment							-0.42	-0.42	-0.44
University graduates								0.61	0.5
New home construction									0.56
Home prices									

Correlation indices are often different from expert hypotheses (Table 2 and Table 3). In the socio-pathological domain, no pronounced connection is surprisingly found between the divorce rate and births out of wedlock. In contrast, there is a strong connection between the abortion rate and births out of wedlock. Connections in the economic domain are largely confirmed. Moreover, new home construction is positively correlated with home prices and negatively correlated with the unemploy-

ment rate. There are also strong correlations between new home construction and the net migration rate or the percentage of university graduates. Correlations analogous to those for new home construction are also present for home prices (see Table 3).

Large differences compared to the hypotheses are found for the age index, which does not significantly correspond with indicator (except the expected negative connection with out-of-wedlock births). Connections between age and new home construction or the divorce rate are also not confirmed.

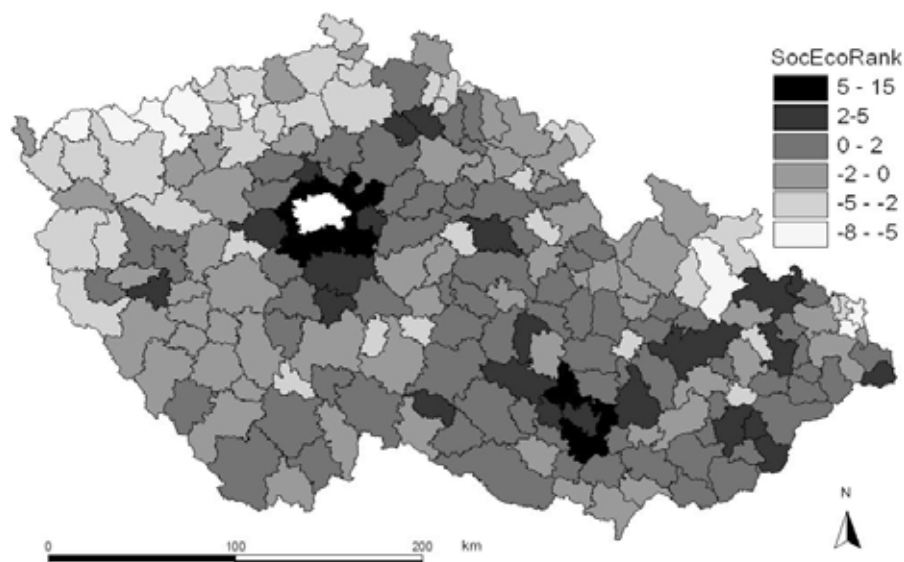


Figure 1 Socioeconomic ranking (SocEcoRank) of Czechia

The socioeconomic ranking ranges from 14.72 (Říčany) to -7.39 (Bílina). Suburban areas around Praha and Brno dominate the microregions with the highest rankings. The only large city among the 14 microregions with a high socioeconomic ranking is Olomouc (3.93). Microregions with a high socioeconomic ranking are represented by a complete range of common characteristics: predominantly young population, low abortion rate, high immigration, high percentage of university graduates and especially intense home construction. Unemployment is typically relatively low. Population densities and average life expectancies are high (see Table 4). Among the Czech microregions, Brandýs nad Labem-Stará Boleslav has the highest immigration and largest number of completed housing units. There is an evident connection with good transportation access to Praha and newly built industrial zones, including good associated services.

Table 4 Maximum and minimum socioeconomic ranking values

Rank	Microregion	SocEcoRank	Population	Area	Population density	Life expectancy (man)	Life expectancy (woman)
1	Říčany	14,72	56296	37717	149,3	74	80,4
2	Černošice	14,53	112211	58064	193,3	75	80,3
3	Brandýs nad Labem-Stará Boleslav	14,01	83386	37785	220,7	74,7	79,4
4	Šlapanice	8,76	61383	34310	178,9	75,2	81
5	Kuřim	7,83	52098	37713	138,1	76,4	80,9
6	Lysá nad Labem	7,72	20843	12110	172,1	73,4	77,7
7	Židlochovice	5,51	29958	19426	154,2	73,1	80,7
8	Tišnov	5,1	29066	34249	84,9	74	80,1
9	Velké Meziříčí	4,65	35762	47331	75,6	74,2	80,8
10	Vizovice	4,61	16669	14612	114,1	72,8	80,5
11	Český Brod	4,24	18141	18434	98,4	72,8	79,3

Rank	Microregion	SocEcoRank	Population	Area	Population density	Life expectancy (man)	Life expectancy (woman)
12	Valašské Klobouky	4,24	23761	25882	91,8	72,1	79,9
13	Olomouc	3,93	161802	85862	188,4	74,6	80,6
14	Kralupy nad Vltavou	3,91	28476	13122	217	73,5	80,1
192	Sokolov - I	-4,26	78788	48919	161,1	71,9	78,3
193	Cheb	-4,31	52765	49688	106,2	73	79,5
194	Bohumín - I	-4,34	29750	4805	619,1	71,2	77,7
195	Teplice - I	-4,4	109088	34531	315,9	71,2	77,1
196	Pacov	-4,57	9914	23456	42,3	74,1	83,1
197	Broumov	-4,69	16988	25938	65,5	72,9	78,6
198	Bruntál - II	-5,02	38667	62940	61,4	71,4	77,9
199	Ostrov - III	-5,02	29330	31843	92,1	71,8	78,1
200	Havířov - I	-5,19	96839	8820	1097,9	72,7	79,7
201	Karviná - I	-5,45	71692	10562	678,8	70,6	78,5
202	Kadaň - I	-5,63	44265	44919	98,5	69,9	77,8
203	Chomutov - I	-5,86	82953	48613	170,6	71,4	81
204	Kraslice - I	-5,88	14046	26462	53,1	71,4	78,6
205	Bílina - I	-7,39	20844	12358	168,7	69,3	76,3

Notes: I – structurally impaired microregion  
 II – economically weak region  
 III – region with far above average unemployment

Microregions primarily located in northwestern Bohemia are located on the other end of the ranking. Eastern and northern Ostrava district (Karviná, Havířov and Bohumín) and three peripheral microregions (Bruntál, Broumov and Pacov) are also included on this end of the ranking. Teplice, Chomutov and Havířov are the mid-sized cities with the lowest socioeconomic ranking out of the 14 microregions. High social pathology, high emigration and unemployment, a low percentage of university graduates and low new home construction characterise these microregions. The cheapest homes are also located here (Bílina and Teplice). The population age structure is highly differentiated: the youngest people live in the microregions at the foot of the Ore Mountains; the oldest people tend to live in peripheral areas, such as Pacov. The population density fluctuates similarly (i.e., the foot of the Ore Mountains vs. the periphery). The average life expectancy is low, corresponding to the disturbed natural and social environment. Bílina is the microregion with one of the highest divorce and abortion rates, lowest home construction and lowest percentage of university graduates in Czechia. The area has long been under substantial pressure by mining industries (i.e., brown and black coal) and related heavy industry (e.g., steel, energy, and chemical industry). There are extensive areas of devastation that remain from mine pits, disposal sites, and industrial sites. Currently, a high concentration of industrial brownfield sites remains.

#### 4. Discussion

The results of the socioeconomic ranking of Czechia demonstrate clear differences. It is interesting to compare the ranking with development areas and axis. The Prague metropolitan area, i.e., the hinterlands of Prague (population 1.2 million), dominates the ranking (Figure 1). Prague itself (which was eliminated by the expert group due to its highly specific nature) creates a very extensive development area in its vicinity. This expansion of the high socioeconomic ranking is supported by the current trend of building satellite towns in the easily accessible hinterlands of small settlements near Praha. Young university-educated families have higher standards for living conveniences and associated services. Residential neighbourhoods are thus increasing in smaller settlements, which subsequently “snowball” to include other services (e.g., nursery and primary schools and sports and



recreation centres). Figure 1 also clearly shows good connections to the south-, east- and northeast-bound motorways.

Brno represents another development area. There are distinct areas with a high ranking from Brno (the 2nd largest city with a population of 400,000) towards the northwest, along the D1 motorway (Praha-Brno, the country's main motorway). Another axis with a high socioeconomic ranking is positioned from the northeast towards Ostrava (population of 300,000) and northwest towards Olomouc (population of 100,000). Like the hinterlands of Praha, younger residents with a high percentage of university graduates live here. The area has a large positive net migration rate and features intensive new home construction and high home prices. Between the two development centres, i.e., Praha and Brno, a development axis can be found, which is gradually becoming connected. The hinterlands of Zlín (on the Czech-Slovak border) also have a high ranking. The regional capitals of Plzeň and České Budějovice (western and southern Czech Republic) also exhibit above-average values.

The Ostrava district, which is strongly urbanised, is a special case. The district's high unemployment rate separates the region from other core areas. The urbanised space in northwestern Bohemia is characterised by similar features. The determinative factors here are the high unemployment rate, unstable population, low percentage of university graduates and minimal new home construction. Due to the large area with a very low socioeconomic ranking, Northwestern Bohemia is the most troubled region in the country. A large percentage of asocial residents and national minorities are concentrated here. Moreover, isolated areas are beginning to expand. Conflicts between various population groups are also starting to appear. The western Bohemian-Moravian Highlands (Vysočina) represents a less extensive and less strictly defined area. This predominantly rural area is characterised by a lack of job opportunities and low new home construction. This combination results in the flight of younger, more educated residents. There is a similar situation in the Jeseník district (on the Czech-Polish border). The area's low socioeconomic ranking is the result being highly forested and having a low number of jobs and poor settlement structure (predominantly small settlements with no major, easily accessible development centre).

A comparison of the socioeconomic ranking of Czechia index (Figure 1) and distribution of new home construction provides interesting similarities. New home construction is the best predictive indicator according to Figure 3. Most new home construction can be found in towns with populations of approximately ten thousand in Central Bohemia, i.e., the Praha hinterlands (Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, Černošice, Říčany). The indicator is very intense in Jesenice, which is not yet a city even though its population is 6,600 and is located in the immediate hinterlands of Praha. Moreover, Milovice has the third largest new home construction intensity, where new residential units are being built in a former military zone. Černošice is primarily experiencing extensive construction of detached single-family homes. Another area with a high ranking and new home construction is the hinterlands of Brno (Šlapanice and Kuřim). In contrast, the towns with the lowest new home construction intensity are concentrated in northwestern Bohemia and the Ostrava area. There are long-term causes for these towns lagging behind other regions.

## Development axis

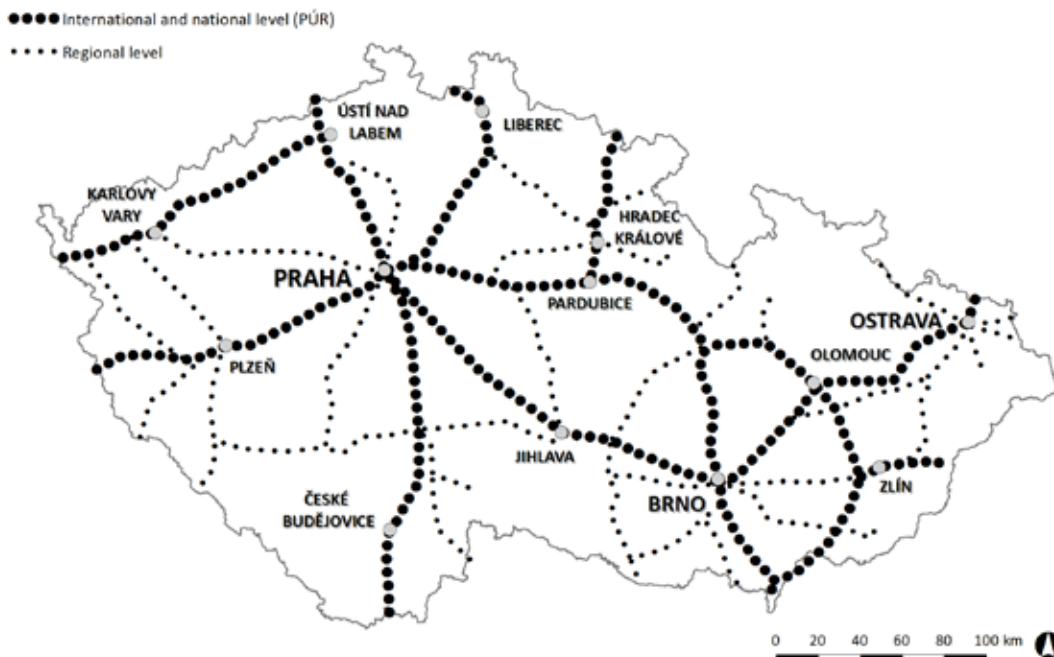


Figure 2 Developing areas and axes in Czechia

Source: Regional Informations Services (RIS)

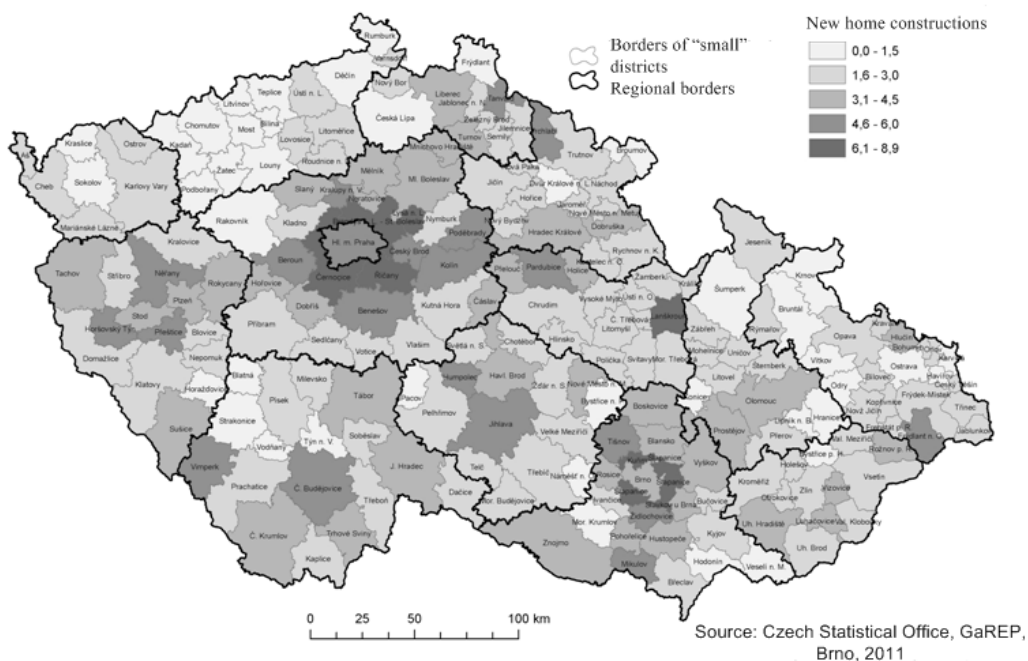


Figure 3 New home constructions per 1,000 people (average 2006-2010)

The results confirm the existence of two types of troubled regions in Czechia (Blažek 1996, Blažek a Netrdová 2009, Hampl 2007): structurally impaired regions (northwestern Bohemia) and undeveloped, economically weak rural regions (the west and southwest parts of the country, South Moravia, western Vysočina, and the Jeseník district). The centre of gravity for the socioeconomic system positive orientation is Praha and its suburbanised hinterlands. Other major cities (except Ostrava) are also positive centres. It is interesting to compare the extent of national policy support for microregions

with the lowest socioeconomic ranking. The Czech Ministry for Regional Development updated the national policy for 2010 – 2013 due to the substantially deteriorating economy and skyrocketing unemployment. Incentives from European Union operational and departmental grant programmes should be concentrated in structurally impaired and undeveloped rural regions, especially from the industry and trade, agriculture, labour and social affairs, transportation, environment and regional development departments (Pileček 2011).

Structurally impaired regions are areas with a high concentration of existing mining and heavy industry, numerous brownfields and a high degree of urbanisation. Industry is undergoing restructuring associated with a high level of unemployment, including northwestern Bohemia and the Ostrava district. Structurally impaired regions occupy 5.4% of Czechia and are home to nearly 10% of the population. Economically weak regions have a low standard of living. Moreover, the level of urbanisation is low. These areas are primarily situated along the country's borders (such as the southeastern, northern and western parts of the country and northern Moravia). The third area with concentrated government support includes regions with high unemployment that are not included in the preceding types. These areas include the Česká Lípa district, Jablonec nad Nisou district and the city of Ostrava. Generally, regions with focused government support occupy 31% of the country and are home to a third of the population.

In general, according to the definition of regions with focused government support, national policy corresponds to regions having the lowest socioeconomic ranking. Two-thirds of the structurally impaired regions are in the 14 lowest rated microregions. However, policy and ranking are not entirely identical. Based on our calculations, the western Czech Republic should also belong to this group. However, this region is different. Karlovy Vary spa is primarily known for its film festival and high proportion of Russian-speaking residents and investors. This different national composition may influence the low socioeconomic ranking. Furthermore, in terms of national policy, the hinterlands of Brno are considered structurally impaired or economically weak even though the region exhibited a high ranking in this study.

The analysis indicated complex spatial relationships between individual indicators, representing a pronounced differential dimension for forming regional units. More indicators that reflect different socioeconomic spatial differentiation aspects assist in expressing a comprehensive understanding of the spatial organisation of society, as highlighted by Novák a Netrdová (2011). Like rural typology (Perlin et al. 2010), measuring the socioeconomic ranking can serve as a basis for forming microregion development studies. Using the ranking, support tools can be better formulated for the specific individual components of Czechia.

In methodological terms, in addition to the advantage of providing an unambiguous evaluation, weaknesses also appear when aggregate indicators are used. These weaknesses may be related to the selection of non-representative indicators or determination of non-corresponding weightings. For readers or users of the aggregate indicator, not knowing the structure and reasons for selecting the partial indicators may be a disadvantage. Another potential limitation is related to the application of the method to territories with different ranking levels. There are limitations in each level regarding data types and methods for obtaining the data. It is important to eliminate overlapping content and information and provide objective assessments. The methodology used can remove these overlaps. The methodology also corresponds to the "optimal" number of partial indicators (using approximately 10 indicators is recommended) and can be applied to different ranking levels. The indicators used may be applied at both the micro (municipalities with extended competence) and interregional levels (Czech regions) and the macroregional (national) level with certain limitations.

## References

- BALEJ, M., ANDĚL, J. (2011). Typology of the districts in Czechia based on land cover structure. *Geografie*, 116(2), 172–190.
- BALEJ, M., ANDĚL, J., ORŠULÁK, T., RAŠKA, P. (2008). Development of environmental stress in the northwestern part of Czechia: New approaches and methods. *Geografie*, 113(3), 320–336.
- BLAŽEK, J. (1996). Mezuregionální rozdíly v ČR v transformačním období. *Geografie*, 101(4), 265–277.
- BLAŽEK, J., NETRDOVÁ, P. (2009). Can development axes be identified by socio-economic variables? The case of Czechia. *Geografie*, 114(4), 245–262.
- CHROMÝ, P., JANŮ, H. (2003). Regional identity, activation of territorial communities and the potential of the development of peripheral regions. *Acta Universitatis Carolinae – Geographica*, 38(1), 105–117.
- DIENER, E. (2006). Guidelines for national indicators of subjective well-beings and ill-being. *Journal of Happiness Studies*, 7(4), 397–404.
- ERICKSON, R. (1993). *Descriptions of inequality: The Swedish approach to welfare research*. In M. Nussbaum, A. Sen (eds.), *The quality of life*. Oxford: Clarendon Press.
- HAMPL, M. (2007). Regionalni diferenciacie súčasneho socioeconomickeho vyvoje v ČR. *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, 43(5), 889–910.
- HEŘMANOVÁ, E. (2013). *Koncepty, teorie a měření kvality života*. Prague: Slon.
- HOFSTEDE, G., HOFSTEDE, G., J. (2004). *Cultures and Organizations: Software of the Mind: Intercultural Cooperation and Its Importance for Survival*. New York: McGraw-Hill.
- JOHANSSON, S. (2002). Conceptualizing and measuring quality of life for national policy. *Social Indicators Research*, 58(1), 13–32.
- KENNY, CH. (1999). Does Growth Cause Happiness, or Does Happiness Cause Growth? *Kyklos*, 52 (1999 - Fasc. 1), 3–26.
- KOSTELECKÝ, T. (1995). *Rozdíly v chování regionálních populací a jejich příčiny*. Working Papers SOÚ AV ČR 95: 5. Prague: Sociological Institute Czech Academy of Sciences.
- Land and Water Resources Research and Development Corporation (1995). *Data sheets on natural resource issues*. Occasional paper No06/95, Canberra.
- LIAO, P. (2009). Parallels between objective indicators and subjective perceptions of quality of life: A study of metropolitan and county areas in Taiwan. *Social Indicators Research*, 91(1), 99–114.
- MAREŠ, P., RABUŠIC, L. (1997). Subjective Poverty and Its Structure in the Czech Republic. *Slovak Sociological Review*, 1(3), 279–299.
- MCGILLIVRAY, M. (2005). Measuring non-economic well-being achievement. *Review of Income and Wealth*, 51(2), 337–364.
- MORSE, S., VOGIATZAKIS, I., GRIFFITHS, G. (2011). Space and sustainability. Potential for landscape as a spatial unit for assessing sustainability. *Sustainable Development*, 19(1), 30–48.
- MORRIS, D. (1979). *Measuring the conditions of the world poor, the physical Quality of Life Index*. New York: Pergaman Press.
- NOVÁK, J., NETRDOVÁ, P. (2011). Prostorové vzorce sociálně-ekonomické diferenciacie obcí v České republice *Sociologický časopis / Czech Sociological Review*, 4(2011), 717–744.
- OECD (1995). *Pilot survey of a proposed set of OECD agri-environmental indicators*. Joint Working Party of the Committee for Agriculture and the Environment Policy Committee.

- PERLÍN, R., KUČEROVÁ, S., KUČERA, Z. (2010). Typologie venkovského prostoru Česka. *Geografie*, 115(2), 161–178.
- PERZ, S. P. (2000). The quality of urban environments in the Brazilian Amazon. *Social Indicators Research*, 49(2), 181–212.
- PIERI, CH., DUMANSKI, J., HAMBLIN, A., YOUNG, A. (1995). *Land quality indicators*. World Bank Discussion Paper 315, Washington, D.C: The World Bank.
- PILEČEK, J. (2011). *Regionální politika, územní disparity a dopady hospodářské krize v české republice*. Prague: ÚRS.
- POTŮČEK, M. (2002). *Průvodce krajinou priorit pro Českou republiku*. Prague: Gutenberg.
- ROSSOUW, S., NAUDÉ, W. (2008). The non-economic quality of life on a sub-national level in South Africa. *Social Indicators Research*, 86(1), 433–452.
- SALTELLI, A., NARDO, M., SAISANA, M., TARANTOLA, S. A LIŠKA, R. (2005). Agregované indikátory–kontroverze a její možná řešení. *Statistika*, 2, s. 93–106.
- SIRGY, M. J., MICHALOS, A. C., FERRISS, A. L., EASTERLIN, R. A., PATRICK, D., PAVOT, W. (2006). The quality of life research movement: Past, present, and future. *Social Indicator Research*, 76(3), 343–366.
- ŠPES, M., SMREKAR, A.A., LAMPÍČ, B. (2001). Influence of physical and social factors on the quality of urban environment in Ljubljana. *Moravian Geographical Reports*, 9(1), 11–21.
- TOWNSEND, P., PHILLIMORE, P., BEATTIE, A. (1988). *Health and deprivation: Inequality and the North*. Croom Helm: London.
- VEENHOVEN, R. (2000). The four qualities of life. Ordering concepts and measures of the good life. *Journal Of Happiness Studies*, 1, 1–39.