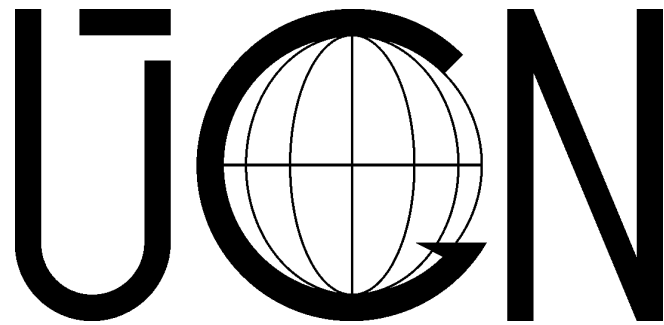


Institute of Geonics AS CR, Ostrava



**Ph.D. WORKSHOP 2009
PROCEEDINGS**

Ostrava, November 19, 2009

Organizing committee

Prof. RNDr. R. Blaheta, CSc.

RNDr. K. Kirchner, CSc.

Mgr. A. Kolcun, CSc.

Bc. E. Dudková

Ing. J. Starý, PhD.

J. Vávrová

Preface

These proceedings contain contributions presented at the fourth Ph.D. Workshop of the Institute of Geonics of the Academy of Sciences of the Czech Republic held in this year simultaneously in Ostrava and in Brno on November 19, 2009.

Ph.D. training belongs among the most important activities not only of the universities but also of the institutes of the Academy of Sciences of the Czech Republic. Note that in total more than 2000 Ph.D. students are being trained at the institutes of the Czech Academy of Sciences. It guarantees that the knowledge and experience from the research will be forwarded and extended, which is of principal importance for the development of the research and the whole academic system.

The main aim of the Workshop is to bring together Ph.D. students studying and working or having their supervisors at the Institute of Geonics AS CR. But we also welcome students from other institutions to promote exchange of ideas, give an inspiration, and enable comparison of the research work and initiate contacts between students and researchers.

For the whole research community at the Institute of Geonics, the workshop gives a possibility to follow new results and progress in work of the Ph.D. students.

The topics presented at the workshop reflect a wide variety of problems solved at the Institute of Geonics. The thematic blocks of lectures are as follows

- Geotechnics and mathematical modelling
- Geomorphology and geophysics
- Landscape and geoecology
- Physical geography
- Human geography
- Cartography, Earth remote sensing, geoinformatics

As a part of the workshop, we invite some well known specialists in the covered fields. In this year a special lecture entitled “The utilization of mathematical modelling of underground water flow for the solution of problems of mining hydrogeology” is given by N. Rapantová from TU Ostrava.

Let us thank to all the authors for preparing and presenting their contributions, N. Rapantová for her special lecture and also to the organizers, supervisors and reviewers for their involvement in the workshop preparation.

Ostrava, November 6, 2009

Prof. Radim Blaheta
on behalf of the organizers

Contents

SECTION OSTRAVA

Geotechnics, Mathematical Modelling, Geomorphology, Geophysics

Galia Tomáš

Complex geomorphological analysis of the Outer West Carpathians high gradient streams – Introduction into the problematics 9

Harasim Petr

Worst scenario method and other approaches to uncertainty 14

Kajzar Vlastimil

Význam vyhodnocení horizontálních posunů při sledování vývoje poklesové kotliny 17

Komárková Veronika, Pánek Tomáš

Influence of slope deformations on a disruption of Ondřejník ridge in the Podbeskydí upland 22

Kopal Jiří

Transport na složité puklinové síti - některé aspekty rychlosti výpočtu 28

Stolárik Martin

Schémata seizmických experimentálních měření na železničním tunelu Mosty u Jablunkova 29

Škarpich Václav

Problems of (dis)continuous sediment movement in the Býčinec Basin (the Moravskoslezské Beskydy Mts.) 33

Škarydová Ilona

Výpočty sdružených úloh napjatosti a proudění pro rozpukanou horninu 37

Tábořík Petr

Use of electrical resistivity tomography in the research of mountain ridge disintegration 43

Tábořík Petr, Škarpich Václav

Introduction to the issues of slope deformations in the Velká Rača massif (the Kysucké Beskydy Mts.) 49

Vavro Leona

Measurement of fracture toughness of rocks using deformation characteristics 54

SECTION BRNO

Landscape, Geocology, Physical Geography, Human Geography, Cartography, Remote Sensing, Geoinformatics

Cetkovský Stanislav

Fenomén Energy landscapes na příkladu okolí Rožné 61

Divíšek Jan

Use of Animal Model Groups for Biogeographic Differentiation of the Landscape – Case Study 66

Doleželová Marie, Dobrovolný Petr

Changes in the Extremity of Precipitation Regime in the Brno Region During the Period 1961-2007 72

Dvořák Petr

Písemný operát Stablního katastru a jeho přínos pro studium dynamiky využití krajiny 79

Havlíček Marek		
Změny ve využívání krajiny v okrese Hodonín za pomoci studia starých topografických map		84
Jánošík Dávid		
Constructing Regional Advantage in South Moravian Region		89
Keyzlarová Sandra		
Environmental benefits of allotment garden colonies for big-city and its inhabitants		96
Konečný Ondřej		
Agro-rurální struktura ČR pohledem plateb a podpor poskytovaných v rámci Společné zemědělské politiky		101
Krejčí Lukáš		
The assessment of forest areas in term of windthrow occurrence using GIS		107
Kubalíkova Lucie		
Possibilities of geomorphologic assessment: a case study from Podyjí NP		112
Lipovská Zdeňka		
Landscape Restoration after Opencast Mining. Case Study Sokolov – East		121
Lněnička Libor		
Městský marketing na příkladu okresu Svitavy		127
Náplavová Miloslava		
Zemědělství a krajina jižní Moravy. Současný stav a tendence.		131
Nováková Eva		
Možnosti užití DPZ při studiu ekotonů		138
Raška Pavel		
Tectonic development of central part of the České středohoří Middle Mts. during the Quaternary period		141
Trávníček Jan		
Concept of cultural landscape in physical and human geography: origin, differences and misunderstanding		147
Vodová Libuše		
The Biogeographic Foundations for Developing of Ecological Network of the Brtnice Region		153

SECTION OSTRAVA

- Geotechnics
- Mathematical modelling
- Geomorphology
- Geophysics

Complex geomorphological analysis of the Outer Western Carpathians high gradient streams – Introduction into the problematics

Tomáš Galia¹

¹*Univeristy of Ostrava*

Abstract

This paper deals with the research of the high gradient streams located in Moravskoslezské Beskydy Mts., Podbeskydská pahorkatina Upland and Vsetínské vrchy Mts. There are evaluated channel reaches by several parameters (e.g. bedrock, bed formations, channel confinement by valley walls, channel gradient, influence of vegetation etc.) within selected mountain streams. It is possible to reveal dependence of evaluated parameters by using statistical methods. This allows us to recognize processes and forms, which influence morphological and hydraulic character of high gradient channels. Further, in this study is described a way of estimating intensity of bedload sediment transport during floods.

Keywords: Fluvial geomorphology, High gradient stream, Stream analysis, Macrogranulometry, Channel-reach, Bankfull channel, Outer Western Carpathians,

1 Introduction

Mountain or rather high gradient streams are defined as relatively steep (≥ 0.002 m/m) and confined channel segments found in mountainous terrain with gravel, cobble and boulder substrates or uncovered bedrock and with spatially limited floodplains. Although individual high gradient streams can have distinctive characteristics that preclude generalization, most of them are characterized by very coarse grained (cobble to boulder) channel substrate that produces high boundary resistance to erosion and high hydraulic roughness [1]. In this study, we recognise as a high gradient channel a channel-reach with a bit steeper gradient (≥ 0.01 m/m) with regard to characters of surveyed streams.

For mountain streams is typical high intensity of sediment delivery due to the relative lack of buffers between high gradient hillslopes and channels. Unstable turbulent flow is prevailed there. Common phenomena occurred in bottoms of step valleys are debris flows, which create large accumulations there.

There are recognized three primary channel-reach substrates: bedrock, alluvium and colluvium. Bedrock channels lack a contiguous alluvial bed and reflect high

transport capacity relative to sediment supply. In contrast, alluvial channels exhibit a wide diversity of morphologies and roughness configurations due to position in channel network. Alluvial channels dispose of various rates of erosion, transport and accumulation of sediments. Small headwater streams with weak or ephemeral fluvial transport are recognized as colluvial channels [2].

Mountain streams compared to low gradient rivers are likely to be less influenced by man affect regarding to their relative inaccessibility as same as impossibility to intensive water utilization. However, in our case, large part of the study area was afforested during Walachian colonization in 14.-17.century. It could influence some processes connected with sediment supply in the basins. Later, due to water utilization, in several Beskydian basins were constructed check dams across stream channels to reduce flow velocity and there were built some bank stabilization elements to protect channels from lateral erosion. Recently, these negative interventions cause so-called “hungry water” and consequently low-level erosion [3].

One of aims of the research is to recognize features, which most affect high gradient stream channel patterns in the study area. It will be processed data, which will be collected from a reasonable account of channel-reaches. We would be able to compare individual high gradient streams on the basis of several measured or alternatively acquired parameters. Further, it will be estimated intensity of sediment transport during flood events by using of empirical equations.

2 Study area

Czech part of the Outer Western Carpathians is characteristically folded by flysch structure (e.g. Subsilesian Nappe, Silesian Nappe and Magura Nappe). These rocks have flysch character; it means alternation of sandstone and claystone layers.

Study area includes Moravskoslezské Beskydy Mts., Podbeskydská pahorkatina Upland (Silesian Nappe) and Vsetínské vrchy Mts. (Magura Nappe). During selections of the researched streams it is important to choose those ones which are not too much affected by human activity. In these streams, there are no strong dam checks occurred. Recently, the research is

¹ tom.galia@seznam.cz

orientated to the streams in Radhošťská hornatina Mts. (Malá Ráztoka Brook, Kněhyňský potok Brook, Bystrý potok Brook, Malý Rozpítý potok Brook and some small streams on the front of the northern slope of Radhošť Mt.) and Hodslavický Javorník Mts. (Veřmiřovský potok Brook). From Podbeskydská pahorkatina Hilly land it was chosen Libotínský potok Brook, Rybský potok Brook, Říčka Brook and Olešná Brook. From Vsetínské vrchy Mts. it will be under review Brodská Brook, Brúčko Brook, Provozský potok Brook, Kobylská Brook, Velký Smradlavý potok Brook and Rybjanka Brook.

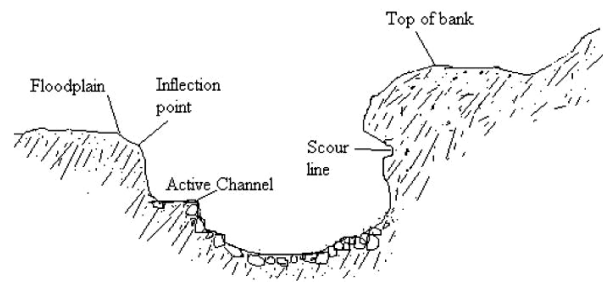


Figure 1: Typical bankfull indicators (by [5]).

3 Methods

Despite beginning of the research, it was used some geomorphological methods to evaluate channel reaches and to describe forms and processes prevailing in high gradient streams.

3.1 Evaluating of channel reaches

Firstly, it was created an evaluating methodology to exactly describe and to compare individual mountain streams. In researched streams are carefully chosen relatively homogenic channel-reaches by criteria of bedrock, bed gradient, bed formations, channel confinement of valley walls and accumulation forms in valley bottom. These channel reaches are defined as length of channel at least several times the channel width; the most of them are about 50meters long. It is found out their altitude, geographic coordinate and exposure. In every channel-reach, there are measured 100 clasts by the transect method [4] and computed certain statistical characteristics (arithmetic mean, modus, median, quartiles) and indexes well-used in sedimentology (particle size index, index of sorting, index of sphericity). The accuracy of measuring of all three axes is 0.5cm.

It is important to define and identify the limits of bankfull channel. Although has been the concept of bankfull channel problematic, the term is usually used to describe the point of incipient flooding. That means an elevation in cross-section at which a rising water level just begins to flow out of the channel and over the floodplain. Unfortunately, in mountain streams there is often no floodplain occurred, so it must be carefully decided about parameters of bankfull channel. A discrete transition from a relatively vertical channel bank to a relatively flat surrounding (floodplain, depositional bench) is the best indicator of bankfull elevation. Other indicators are forms of sedimentation or for our case more significant forms of erosion. Non-morphological characteristics of bankfull elevation, such as discontinuities of distribution and composition of vegetation, could be also used [5].

It is determined main width and depth of bankfull channel of evaluated channel-reaches. This consists of exact measuring of ten profiles in every channel-reach and computing arithmetic means of measured values. Manning n coefficient is also recognized here.

Another monitored parameter of channel reaches is influence of vegetation. It is assessed occurrence of large wood debris affecting stream morphology and hydraulics. It is measured diameter in a half of log and total length of log and its orientation to main direction of water-flow. Morphology and hydraulics of tiny streams can be influenced by smaller branches and leaves, mainly in deciduous forests.

It is evaluated human impact on bottom of valley. Human activity in mountain basins is largely connected with forestry (logging, forest ways building) and water resources management (dams building, gravel digging).

3.2 Dependence of evaluated parameters

One of goals of the research is to estimate dependence of evaluated parameters of channel reaches. To recognize that relations, it will be used ANOVA statistical method after collection reasonable amount of data. For quality statistical analysis it is supposed to collect data from about a hundred of channel reaches.

We can split parameters into independent (such as geological characteristics, area of basin, channel gradient) and dependent ones (like geometrics of fullbank channel, bed formations, characteristics of bed sediments, velocity of flow in fullbank channel). It is assumed that dependent parameters can be well influenced by human activity, so it is necessary to evaluate it.

There is no doubt geology has big influence on properties of bed sediments, processes connected with erosion and some other characteristics. Bedrock composed mainly of banks of sandstones or puddingstones (Godula formation) is more geomorphological resistant than formations predominantly pelitic (e.g. rocks of Magurský Nappe). Firstly, the sandstones of Godula formation are more resistant to erosion. By theories of fluvial transport, their clasts are rough-hewed slower and large blocks of

this rock are performed as stable forms in stream channels. In this fact, stream bed composed by these grains is more resistant to erosive processes. Channel beds of such character have significant higher roughness and create mostly cascade channels, less commonly step-pools channels. Exposed sandstone banks often participate on dissipation of energy of water flow, rather in channels based on the fronts of Godula formation.

With regard to higher gradient of channels located in Godula formations, there proceed relatively intensive fluvial transport with high frequency and lower amplitude of transported material as same as low frequency combined slope-fluvial transport with high amplitudes of amount of transported material. Low frequency debris flows we can regard as important sources of sediments for a lot of high gradient streams in Moravskoslezské Beskydy Mts. In some of them, like Malá Ráztoka Brook or Kněhyňský potok Brook, accumulations of debris flows create remarkable hundred meters long morphological forms and such valleys lack surface run-off sometimes. Due to high gradient of surrounding slopes, it is important continual delivery of sediments by several slope movements (deep-seated landslides, shallow landslides, small debris flows) and by bank failures.

Generally it can be said that channels based in resistant bedrocks are less prone to vertical and lateral erosion and there is high intensity of delivery and transport of sediments.

By contrast, channels based in predominantly pelitic flysch have at large relatively lower gradient of stream beds. Clasts of claystone are, due to their less geomorphological resistance, quickly rough-hewed by fluvial transport and their particle size index decreases soon. It is observed that claystones clasts usually do not create any morphological significant forms in channel bed. Relative roughness often depends on amount of clasts of sandstones, which comes from thin sandstone layers of thinly bedded flysch or they are delivered from upper parts of the basin here. That is why relative roughness of this channel beds is smaller than by channel beds based in Godula formations. Local delivery of sediments is consisted of bank failures or shallow landslides; debris flows are due to lower gradient of channel bed and surrounding slopes not occurred.

Channels based in pelitic types of rock are vulnerable to changes of flow regime and sediments delivery. Common presence of bank failures and bedrock in stream channels are recognized as striking indicators of lateral and vertical erosion.

3.3 Bankfull discharge, velocity flow and transport of sediments

By measured parameters of bankfull channel we can estimate flow velocity, discharge, shear stress and intensity of sediment transport which occur in this stage.

It is observed the stage of bankfull channel relates to 1-2,5y discharge [5].

It is necessary to be aware that turbulent flows with variable velocities in channel cross-sections predominate. That is reason why to consider computed values of velocities and other derived characteristics as approximated only. For estimating of velocity in channel it is using of well-known Manning equation suitable. It takes form

$$v = 1/n R^{2/3} S^{1/2} \quad (1)$$

where n is the Manning coefficient, R hydraulic radius and S channel gradient. For every measured bankfull channel profile it is computed estimated velocity by Eq. (1). The correct estimation of Manning coefficient is important, in high gradient streams the value is taken to be 0.04-0.08 due to relative high bed roughness. S parameter corresponds to the average value of whole channel-reach. The mean velocity of water flow occurred in the channel reach during the bankfull stage corresponds to average of values of velocities calculated for every measured profile in this reach.

There are some difficulties by estimating the bankfull discharge. It is not possible to use adjusted Eq. (1) due to high bed roughness because of underestimating of obtained values of discharges. The most acceptable is using the relationship between velocity and discharge [6].

$$v = Q^{0.51-0.84} \quad (2)$$

By Eq. (2) we obtain some range of values of bankfull discharge. For more accurate estimate it must be terrain measuring realized or calibrated data acquired.

The mean velocity of flow downstream reflects the force balance between the potential energy gradient and the drag effects derived from the boundary [7]. So that the mean velocity of water flow and shear bed stress is useful to calculate intensity of bedload sediment transport during bankfull discharge. It should be reasonable to use the method based on Karman-Prandtl-Keulegan (KPK) equation. For high stream gradient and high relative roughness it takes form

$$\tau_b = u^2 \rho k^2 / (\ln 14.4 d / D_{84c}) \quad (3)$$

where τ_b means bed shear stress, u is the mean velocity, ρ is density of water, k is the von Karman constant $\approx 0,4$, d is flow depth and D_{84c} indicates the c-axis of the grains of the observed size distribution.

Then, the size of the possible transported grain can be obtained by other equation incidents with bed shear stress

$$\tau_b = \theta g \rho_s D \quad (4)$$

where θ is the Shields number or so-called non-dimensional shear stress, g is the acceleration of gravity,

ρ_s is the submerged density of the grains and D is taken to be D_{84b} of the observed grain size distribution. The value of the submerged density is usually taken to be 1650kg.m^{-3} and the value of the Shields number we set $\theta = 0.03$ for individual, unconstrained clasts on the bed surface. For plane beds or pool-riffle beds could be estimated value of θ quite higher, about 0.045, due to their relative smaller roughness [7].

By using equations (1), (3) and (4) we are able to calculate possible maximal length of b-axis of the grain, which can be moved during the bankfull discharge condition (1-2,5y discharge). However, it would be important to evaluate that presumption by terrain research. For example the method of marked particles would be usable in this case.

4 Partial results

As it is mentioned above, there will be used the ANOVA method in the future to find some dependence on observed parameters. At least, we present an example of researched channel reach.

4.1 Malý Škaredý potok Brook

Malý Škaredý potok Brook is located on the northern slopes of the Radhošťská hornatina Mts. It is a right tributary of the Lubina River. There, it was surveyed three channel reaches with prevailed cascade type of channel bed.

The approximate altitude of channel reach SP1 is 620m.s.l. and it has northern orientation. The length of stream above this study reach is about 0.7km. The reach is based in Těšín-Hradiště formation, which is composed by prevailing soft claystones and minor banks of sandstones. The bedrock is uncovered on about 20% length of channel bed there and it performs as an agent of sediment delivery. However, in channel reach there is occurred big amount of Godula formation sandstones, which is transported here from upper parts of basin and it increases relative roughness of the channel bed. Alluvial part of the study reach has cascade character with approximately 10% gradient of the channel. There occur accumulations of debris flows and some tiny accumulations of alluvial character in the valley bottom. Delivery of sediment is realised by transport from the upper reaches of the torrent and by erosion of the local bedrock channel. There was any large woody debris observed, which would have an affect on channel processes.

The main depth of bankfull channel is 0.16m and width is 2.75m, it varies between 1.9-3.7m. Macrogranulometric characteristics are followed: D_{25} is 3cm, D_{50} corresponds to 5cm, D_{75} is 7.5cm and D_{84} is 13.2cm. Index of roundness is 0.58 and index of grain size is 7.26 for study reach. Further, index of sorting is 1.06, which corresponds to poorly sorted sediment.

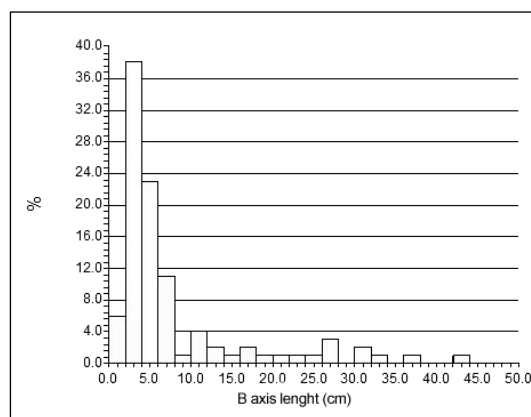


Figure 2: Distribution of grains in the SP1 channel-reach

Consequently, we used the equations (1), (2), (3) and (4) to calculate mean velocity, discharge, shear stress and ability the water-flow to transport bed sediments during the fullbank channel stage. Mean velocity is estimated to be 1.20m.s^{-1} in study channel-reach and discharge varies between $0.87\text{-}1.09\text{m}^3.\text{s}^{-1}$. These values of discharge seem to be little overrated due to comparison to near-by Malá Ráztoka Brook. Malá Ráztoka is an experimental basin of VÚLHM and there is located a gauging station in the down part of the basin. It is important to mention that the length of stream is 2km above the gauging station. There is observed $0.97\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ discharge and 1m.s^{-1} flow velocity which corresponds to the 3y discharge there. However, estimated value of the velocity in the Malý Škaredý potok study reach should be realistic due to the higher gradient of its stream bed.

The computed main value of bed shear stress in the channel reach is 33.29N.m^{-2} . This allows us to determine bed sediment transport by using back-calculation of the Eq. (4). We computed clasts with up to 5cm b-axis length could be transported during bankfull stage. This stage may occurs every 1-2,5y as we mentioned above. It shows us there is high dynamics of sediment transport in step mountain channels.

References

- [1] E. Wohl, D.M. Merritt. *Reach-scale channel geometry of mountain streams*. *Geomorphology*, 2008. Vol. 93, p. 168-185.
- [2] Montgomery D.R., J.M. Buffington. *Channel-reach morphology in mountain drainage basins*. *GSA Bulletin* 5, 1997. S. 596-611.
- [3] Z. Přibyla. *Geomorfologická analýza vodního toku Tyra a vybraných přítoků*. Bakalářská práce, Ostravská univerzita v Ostravě, 2007.
- [4] K Bunte, S.R. Abt. *Sampling surface and subsurface particle size distributions wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in*

sediment transport, hydraulics and streambed monitoring. Rocky Mountain Research Station, 2001.

- [5] T. McCandless, R.A. Everett. *Maryland stream survey: Bankfull discharge and channel characteristics of streams in the Piedmont hydrologic region*. U.S. Fish & Wildlife Service, Annapolis, 2002.
- [6] A.J. Lee, R.I. Ferguson. *Velocity and flow resistance in step-pool streams*. *Geomorphology*, 2002. Vol. 46, p. 59-71.
- [7] A. Zimmermann, M. Church. *Channel morphology, gradient profiles and bed stresses during flood in a step-pool channel*. *Geomorphology*, 2001. Vol. 40, p. 311-327.

Worst scenario method and other approaches to uncertainty

Petr Harasim

Institute of Geonics AS CR, v. v. i.

petr.harasim@ugn.cas.cz

Abstract

A great many problems in natural, technical, and social sciences can be solved by means of suitable mathematical models. Since the input data of mathematical models is uncertain, the output values are also encumbered by uncertainty. It is our goal to evaluate the uncertainty of output data if the uncertainty of input data is somehow specified. Here, we confine ourselves only to a brief description of stochastic methods, a fuzzy set approach, and the worst scenario method.

Keywords: worst scenario method, uncertain input data, admissible set, probability, Monte Carlo method, fuzzy set

1 Preliminary

Using mathematical models in natural, technical, or social sciences, we are able to predict results of processes in real world. Nevertheless, modeling of the real world is encumbered with various sorts of uncertainty. The uncertainty of input data implies an uncertainty of output values. In this context, we are concerned:

- (a) to specify somehow the uncertainty of input data,
- (b) to evaluate the uncertainty of output data if the uncertainty of input data is specified.

A lot of such mathematical models are described by means of differential equations with boundary conditions. For problems of that kind, uncertain input data can include equation coefficients, the boundary of the domain under consideration, boundary values etc. For instance, let us consider the following boundary value problem: Find an unknown function u such that

$$-(a(u)u')' = f \quad \text{in } (0, 1), \quad (1)$$

$$u(0) = u_1, \quad u(1) = u_2. \quad (2)$$

This example represents the mathematical model of one-dimensional steady heat conduction. The right-hand side function f characterizes internal heat sources, the coefficient a is the heat conductivity and depends on the temperature u , the values u_1 and u_2 are given boundary temperatures.

In this steady heat conduction model, we can be interested for instance by temperature at a selected point of heated body. The problem (1)–(2),

and consequently the temperature at any point, depend on the coefficient a . But, coefficients are obtained through experimental measurements and are not known exactly. It is not uncommon that a set of inputs is given. Consequently, the a -dependent temperature must be considered uncertain. For a more detailed mathematical treatment of this problem, see [1].

It is possible to consider the situation above more generally. The problem (1)–(2) is a concrete example of so called state problem, the function u is called a state solution. So, consider a state problem such as (1)–(2), whose input data is uncertain. In the most simple case, only a set of admissible input data \mathcal{U}_{ad} is given. Since the state solution u depends on the input parameter $a \in \mathcal{U}_{\text{ad}}$, we obtain a set of state solutions. As a rule, we are concentrated to a real-valued quantity of interest related to the state solution and represented by a criterion functional $\Phi = \Phi(a, u(a))$, generally directly dependent on a . Due to uncertainty of the state solution, we obtain a set of values of the criterion functional.

In practice, there exists a number of approaches to treatments of uncertainty in mathematical models. The choice of an acceptable approach depends largely on the amount of available information about the input data. If a probability characterization of input values is available, then stochastic methods can be applied at least in the form of the popular Monte Carlo method. If, however, the uncertainty in inputs cannot be described in terms of probability, other approaches can be applied; take, for instance, Dempster-Shafer evidence theory, fuzzy sets, interval computations, and the worst scenario method. In some cases, it is suitable and efficient to combine various approaches to uncertainty. As noted previously, we will give only a brief description of some stochastic methods, a fuzzy set approach, and the worst scenario method. More detailed information can be found in [10].

2 Stochastic methods

The stochastic methods applied to uncertainty in mathematical models usually require rather “strong” information on input data. The probability P is defined, see e.g. [12], as a mapping

$$P : \mathcal{S}(\Omega) \rightarrow [0, 1],$$

where $\mathcal{S}(\Omega)$ be a σ -algebra on a set Ω , $P(\emptyset) = 0$, and the σ -aditivity holds.

An empirical counterpart of the Kolmogorov probability is the relative frequency, and therefore the properties of the probability are motivated by corresponding properties of the relative frequency. The relative frequency of realizations of an examined random event is equal to its probability if the number of all trials is sufficiently large. The Monte Carlo simulation method is based on this principle. It is necessary to consider the input values of a mathematical model with their probability distribution (e.g. normal, lognormal, or uniform), given, for instance, through its probability density function. The Monte Carlo method generates the input data with their probability distribution, the generated inputs enter the computational model and the quantity of interest is evaluated. By repeating this process, a set of outputs is obtained and can be analyzed by statistical tools.

For example, it is possible to determine, by the Monte Carlo simulation, the probability of failure of a structure if the probability distributions of inputs are given, see [13].

3 Fuzzy sets

Another approach to uncertainty can be based on fuzzy sets (Zadeh, 1965). In this case, weights are assigned to input data of a mathematical model. Let us present the basic idea of fuzzy sets more precisely: Let X be a universal set. Then the fuzzy set A is defined by means of its membership function $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$. The value of this function at $x \in X$ determines the degree of truth of the statement $x \in A$. It is clear that for a classical (crisp) set, the membership function coincides with its characteristic function.

We emphasize that the membership function differs from the probability density function. Generally, the membership function does not have an ambition to give information concerning relative frequency. The assignment of the membership degrees to input data may be subjective and can depend on the expert's experience. Consequently, the fuzzy set approach enables a treatment of uncertainty also in situations where less information on the input data is available. Let us note, however, that probability-possibility transformations were also studied, see [4] or [11], for instance.

The goal is to find the membership function of outputs if a membership function of inputs is given. To this end, a combination of fuzzy sets approach and the worst scenario method can take place, see below.

4 Worst scenario method

The stochastic methods as well as the fuzzy set approach assume certain additional information related to the input data of a mathematical model. Nevertheless, such information does not have to be always available, only the set of admissible input data can be known. In this case, if the admissible set \mathcal{U}_{ad} of inputs is given, we wish to derive the corresponding set of outputs.

In engineering applications, mainly large values of the quantity of interest (e.g. temperature at a selected point of a heated body, or local stress at a point of a loaded body) are important. To illustrate this, we return to problem (1)–(2). It can be requested that the temperature at the selected point must not exceed certain marginal value independently of $a \in \mathcal{U}_{ad}$. Therefore, we search for an input parameter $a^0 \in \mathcal{U}_{ad}$ such that the quantity of interest is maximal, i.e. we search for the worst (case) scenario. Generally and more precisely, if we consider the criterion functional Φ mentioned above and set $\Psi(a) = \Phi(a, u(a))$, the goal is to find a parameter $a^0 \in \mathcal{U}_{ad}$ such that the value $\Psi(a^0)$ is maximum. More detailed mathematical treatment of the worst scenario method can be found for instance in [1], [2], [5], [6], [7], [8], [9], [10]. In practice, we are usually interested rather in the value $\Psi(a^0)$ than the worst scenario a^0 .

In comparison to the previous approaches to uncertainty, the worst scenario method provides rather pessimistic conclusions. The realization of the worst scenario might be rather rare. It is suitable to use the worst scenario method only in such situations where, except for \mathcal{U}_{ad} , no additional information is available. On the other hand, the worst scenario method can be used, for instance, as the useful tool to examine the membership function of outputs if a fuzzy set of input values is given.

If we have some additional information about the input data, e.g. an expert's experience, we can add a concave membership function $\mu_{\mathcal{U}_{ad}}$ to the admissible set \mathcal{U}_{ad} . In such way, we get a fuzzy admissible set of inputs. The goal is to construct the corresponding fuzzy set of outputs. To this end, we define so called maximum span problem: Let a_0 be an element of \mathcal{U}_{ad} such that the value $\Psi(a_0)$ is minimum in the set $S = \{\Psi(a) : a \in \mathcal{U}_{ad}\}$. Then the maximum span is the interval $[\Psi(a_0), \Psi(a^0)]$, where $a^0 \in \mathcal{U}_{ad}$ is the worst scenario defined above. The membership function of outputs can be obtained by means of so called α -cuts. We define the α -cut of the set \mathcal{U}_{ad} as follows:

$${}^\alpha\mathcal{U}_{ad} = \{x \in \mathcal{U}_{ad} : \mu_{\mathcal{U}_{ad}}(x) \geq \alpha\}, \quad \alpha \in [0, 1].$$

Evidently, ${}^0\mathcal{U}_{ad} = \mathcal{U}_{ad}$. Under certain condition, the elements $a_{0,\alpha}$ and $a^{0,\alpha}$ solving the minimization and maximization problem on ${}^\alpha\mathcal{U}_{ad}$ exist for every

$\alpha \in [0, 1]$. Then the corresponding maximum span of the criterion functional is ${}^\alpha I = [\Psi(a_{0,\alpha}), \Psi(a^{0,\alpha})]$. These intervals represent the α -cuts of the fuzzy set of outputs and define the membership function of the fuzzy set S . A more detailed mathematical treatment of these questions concerned to infinite-dimensional admissible sets can be found in [3].

Acknowledgements

I would like to thank Dr. J. Chleboun for his valuable suggestions to improvement this text. The work was supported by the Academy of Science of the Czech Republic, Institutional Research Plan No. AV0Z 30860518.

References

- [1] J. Chleboun. Reliable solution for a 1D quasilinear elliptic equation with uncertain coefficients. *J. Math. Anal. Appl.* *234* (1999), 514-528.
- [2] J. Chleboun. On a reliable solution of a quasilinear elliptic equation with uncertain coefficients: Sensitivity analysis and numerical examples. *Nonlinear Anal.* *44* (2001), 375-388.
- [3] J. Chleboun. On fuzzy input data and the worst scenario method. *Appl. Math.* *48* (2003), 487-496.
- [4] D. Dubois, L. Foulloy, G. Mauris, and H. Prade. Probability-possibility Transformations, Triangular Fuzzy Sets, and Probabilistic Inequalities. *Reliable Computing, Springer Netherlands 10* (2004), 273-297.
- [5] P. Harasim. On the worst scenario method: a modified convergence theorem and its application to an uncertain differential equation. *Appl. Math.* *53* (2008), 583-598.
- [6] P. Harasim. Application to a quasilinear elliptic 2D-problem with uncertain coefficients. *Appl. Math.* Submitted
- [7] I. Hlaváček. Reliable solution of a quasilinear nonpotential elliptic problem of a nonmonotone type with respect to uncertainty in coefficients. *J. Math. Anal. Appl.* *212* (1997), 452-466.
- [8] I. Hlaváček. Reliable solution of elliptic boundary value problems with respect to uncertain data. *Nonlinear Anal.* *30* (1997), 3879-3890.
- [9] I. Hlaváček. Uncertain input data problems and the worst scenario method. *Appl. Math.* *52* (2007), 187-196.
- [10] I. Hlaváček, J. Chleboun, and I. Babuška. *Uncertain Input Data Problems and the Worst Scenario method*. Elsevier, Amsterdam, 2004.
- [11] S. Moral. Construction of a probability distribution from a fuzzy information. A. Jones, A. Kaufmann, H. J. Zimmermann (eds.), *Fuzzy Set Theory and Applications*, Reidel, Dordrecht *177* (1986), 51-60.
- [12] Z. Riečanová, J. Horváth, V. Olejček, B. Riečan, and P. Volauf. *Numerické metody a matematická statistika*. Alfa/SNTL, Bratislava, 1987.
- [13] B. Teplý, D. Novák. *Spolehlivost konstrukcí*. CERM, Brno, 2004.

Význam vyhodnocení horizontálních posunů při sledování vývoje poklesové kotliny

Vlastimil Kajzar¹
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

Abstract

The importance of the evaluation of horizontal shifts to monitor the subsidence depression. Based on the results of data processing of regular GPS surveying of point field stabilized in the selected location with an active underground mining of coal deposits, it is possible to monitor the development of creating of subsidence depression. One analysis to assist in better understanding of the ongoing processes is the spatial-temporal analysis of shifts of individual points, which serves as a basis for describing degree of influence of the monitored coalfaces on the progress of deformations of different parts of interest area.

Keywords: GPS, subsidence, horizontal shifts

1 Úvod

Při hlubinném dobývání ložisek nerostných surovin dochází k vytváření volných podzemních prostor. Tyto prostory jsou následně vyplňovány masou nadložních vrstev, které se do tohoto prostoru prohýbají a prolamují. Probíhající přesuny materiálu se v případě vydobyti rozsáhlé plochy projevují až na povrchu a to vytvořením poklesové kotliny. Pohyby doprovázející tvorbu poklesové kotliny je možno obecně rozdělit na poklesy a horizontální posuny.

2 Projekt monitorování GPS

Na Ústavu geoniky AV ČR započalo před třemi lety řešení projektu, jehož součástí bylo vytvoření pozorovací stanice v lokalitě s počínající hlubinnou těžbou a zároveň s netriviálními geomechanickými podmínkami. Součástí tohoto projektu je dále pravidelné sledování vývoje prostorové pozice jednotlivých bodů této stanice. Vybrané území se nalézá v české části Hornoslezské uhelné pánve ve správě dolu ČSM-sever, poblíž demarkační linie s dolem Darkov a z pravé strany ohraničené polskou státní hranicí.

Počátek budování pozorovací stanice se datuje do listopadu 2006. V následujících letech byla pozorovací stanice postupně rozšiřována a zahušťována s ohledem na měnící se dobývací situaci. Jednotlivé stabilizované body pozorovací stanice pravidelně

zaměřovány a vyhodnocovány využitím dostatečně přesných metod a technik systému GPS v intervalu cca 5 týdnů. Více o použitých metodách měření např. v [1]. Vzhledem k měnící se dobývací situaci v oblasti byla pozorovací stanice průběžně rozšiřována a zahušťována (viz obrázek 1).

V období let 2006 až 2008 zde byly dobývány dva poruby. Nejprve porub nacházející se v severní části zájmového území, resp. jeho první lávka, s proměnnou mocností sloje 1,4 až 2 metry a následně porub situovaný v jižní části sledované oblasti s průměrnou mocností uhelné sloje 3,2 metrů. V roce 2009 proběhlo dobývání druhé lávky severního porubu o přibližně stejných dobývacích parametrech jako v případě lávky první. Použitou dobývací metodou bylo stěnování na řízený zával. Horninový masiv je v této oblasti tvořen typickými horninami pro stavbu karbonského pohoří v hornoslezské uhelné pánvi [2].

Na úrovni dobývaných slojí, to je v hloubce 950-990 m probíhá jižně ve vzdálenosti cca 50 m od severního dobývaného porubu významná tektonická porucha X. Další výrazná tektonická porucha A probíhá jižně od jižního porubu, subparalelně s tímto porubem. V severní části sledované lokality lze identifikovat i tektonické poruchy méně významné.

3 Analýza horizontálních posunů

Časový průběh poklesů u sledovaných bodů byl popsán již dříve, např. v [3]. Obsahem tohoto příspěvku je popis analýzy a interpretace vývoje jejich horizontálních posunů. Horizontální posun, o němž bude řeč, v tomto případě znamená změnu prostorové pozice sledovaného bodu v horizontální rovině (na ose x a y) způsobenou změnami v horninovém masivu indukovaných důlní činností, projevující se až na povrchu.

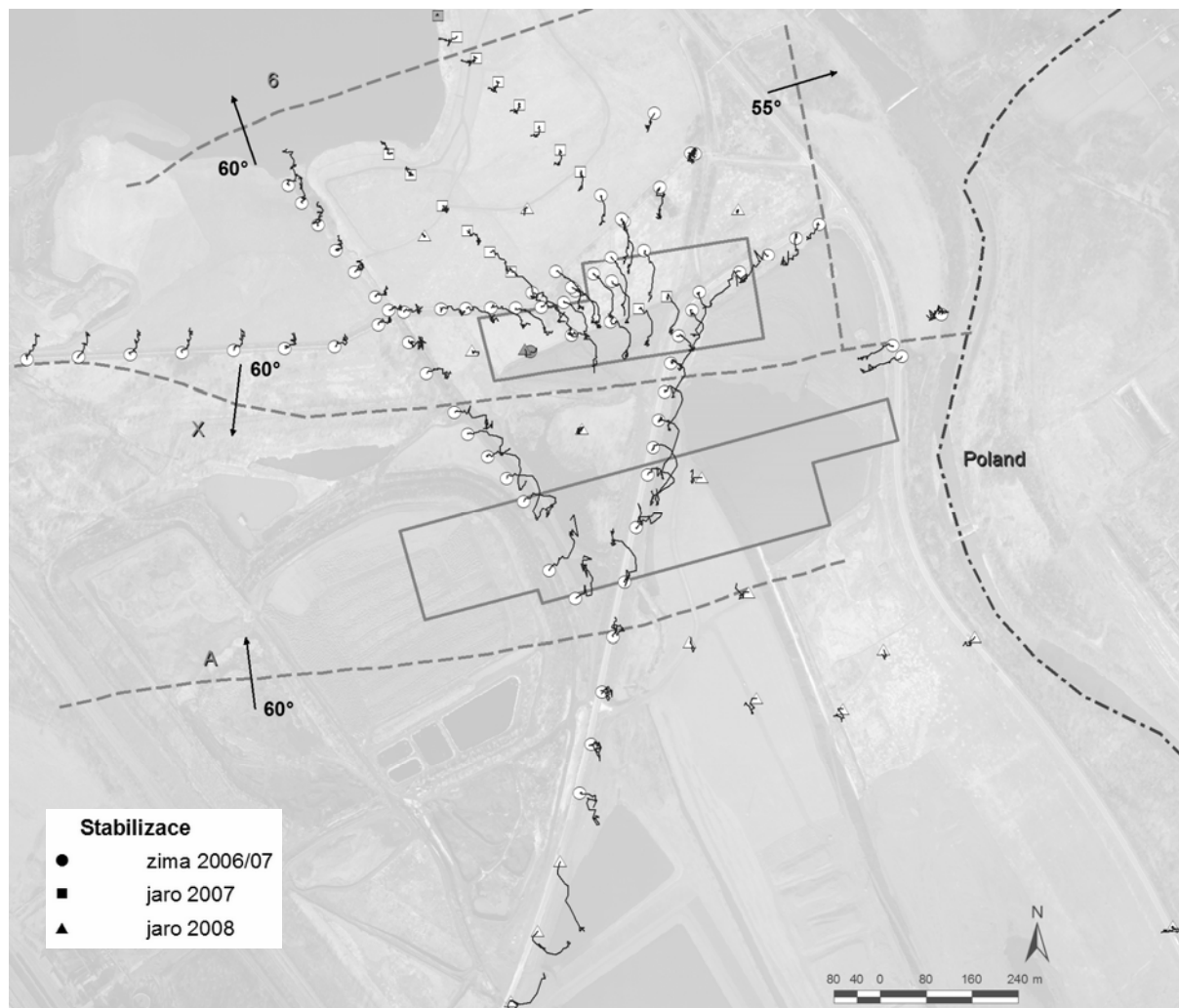
Velikostně jsou tyto pohyby mnohem menší než zjištěné a dříve popsané poklesy. Jejich diagnóza však účinně doplňuje představy o pohybech a deformačních procesech povrchu, probíhajících na zájmovém území. Na základě grafického vyhodnocení horizontálních posunů jsme schopni rozlišit, jak velký vliv má sledovaná důlní činnost na výslednou změnu pozice monitorovaných bodů [4].

Při realizaci analýz horizontálních posunů se vychází z rozsáhlé databáze realizovaných měření

¹ vlastimil.kajzar@ugn.cas.cz

obsahující téměř 3000 záznamů. Na základě navržené metodiky zpracování je možné automatizovaným způsobem ve velmi krátkém čase provádět analýzu tzv. celkových posunů jednotlivých bodů, tzn. od začátku jejich monitorování po jejich poslední aktuální observaci, tzn. průběh změn mezi jejich původní a současnou pozicí. Mimo celkové analýzy je rovněž

provádět analýzy posunu v rámci kratších časových období. Jejich výsledky srovnané s důlní činností realizovanou během analyzovaného období doplňují představu o tom, jak výrazné změny se v tomto období udály při změně prostorové pozice, resp. vývoji poklesové kotliny.



Obrázek 1: Body pozorovací stanice doplněné o křivky horizontálních posunů.

Na obrázku 1 a následně v detailu na obrázcích 2,3,4 je zobrazeno, jak se horizontální složka prostorového umístění sledovaných bodů měnila v období od prvotního zaměření při jejich stabilizaci do října 2009, tzn. jednotlivé křivky vyjadřují tzv. celkové posuny. Jednotlivé body jsou na obrázcích rozděleny pomocí použitých symbolů do tří skupin na základě doby jejich stabilizace. Tuto informaci je nutné brát v potaz zejména při vyhodnocení vykreslovaných posunů. Body s vyplněným symbolem nejsou v současnosti zaměřovány z důvodu jejich destrukce. Pro přehlednost a použitelnost jsou zobrazeny výsledné kinetické křivky předdimenzovány (v měřítku 1:500).

Dynamika vývoje posunů není v průběhu sledování rovnoměrná a úzce souvisí s probíhající důlní činností. Změna prostorové pozice je vždy nejmarkantnější

v období aktivního dobývání, což bylo zřejmé i z dříve hodnocených poklesů monitorovaných bodů. Maximální hodnoty vykreslených posunů dosahují více než 25 centimetrů.

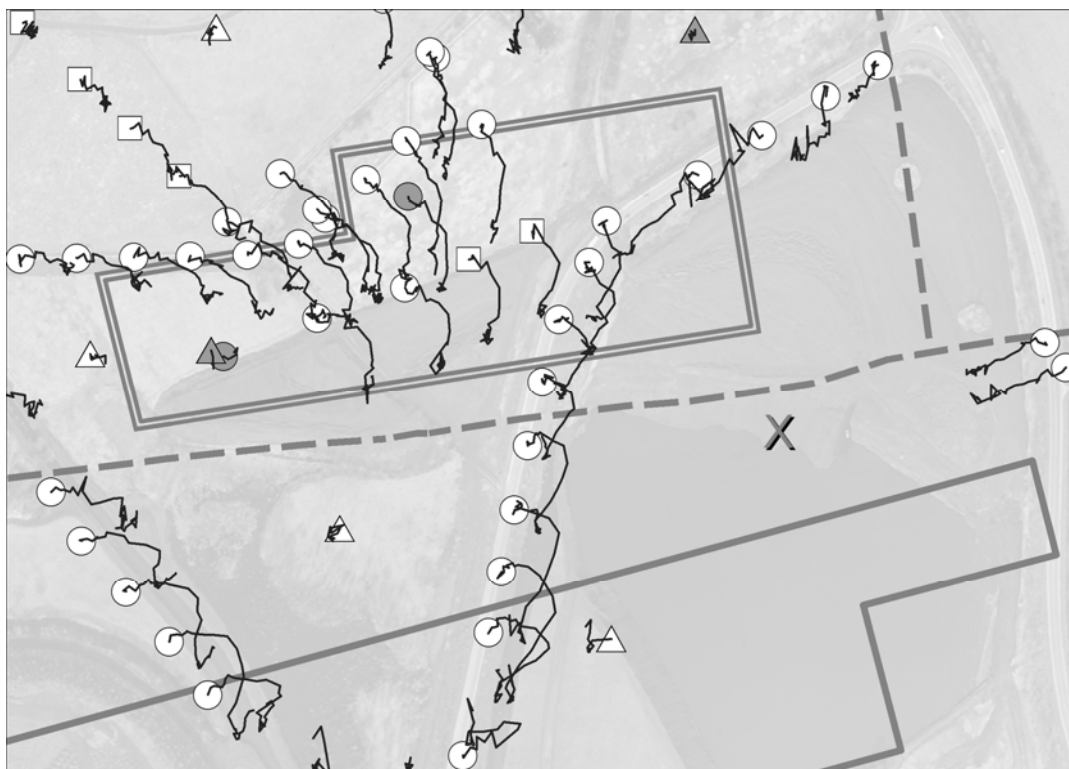
Mnohem důležitější informaci pro doplnění představ o formování poklesové kotliny a doprovodných procesech získáme vyhodnocením průběžných změn směru posunu jednotlivých bodů.

V homogenním prostředí, tj. v ideálních geomechanických podmínkách (v území bez tektonického porušení, bez předchozího dobývání atd.) by měl vývoj trajektorie jednotlivých křivek korespondovat s probíhající těžbou. Zjednodušeně řečeno, při aktivní těžbě se dají očekávat změny pozice větší, v období mimo aktivní těžbu menší. V případě směru by se kinetické křivky měly postupně stáčet

směrem k aktuálnímu těžišti vydobyté plochy (vydobytých ploch), jehož poloha se na základě postupu dobývání průběžně mění.

4 Interpretace horizontálních posunů

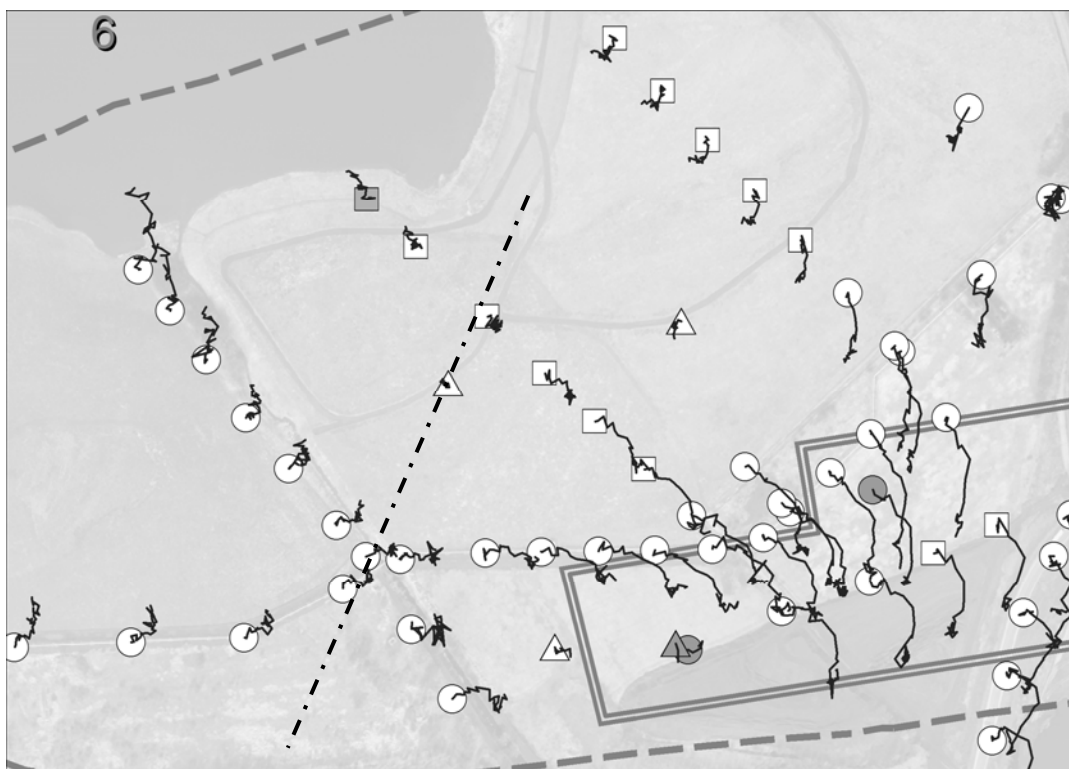
Pohyby jednotlivých bodů na první pohled korespondují s očekávanými pohyby v kontextu rozmístění bodů pozorovací stanice vůči dobývaným blokům (viz obrázek 2). Nicméně při detailnějším pozorování je možné vyčlenit dílčí podoblasti, ve kterých se body chovají částečně nebo zcela mimo zmíněný předpoklad.



Obrázek 2: Celkové horizontální posuny monitorovaných bodů – detail 1

Na obrázku 3 je možné takovou část identifikovat v jeho levé horní části. V této geomechanicky homogenní oblasti by měla být pozice bodů nejvíce ovlivněna dobýváním severního porubu. Z vyhodnocení křivek horizontálních posunů je zřejmé, že od léta 2007 (v té době bylo již ukončeno dobývání první lávky

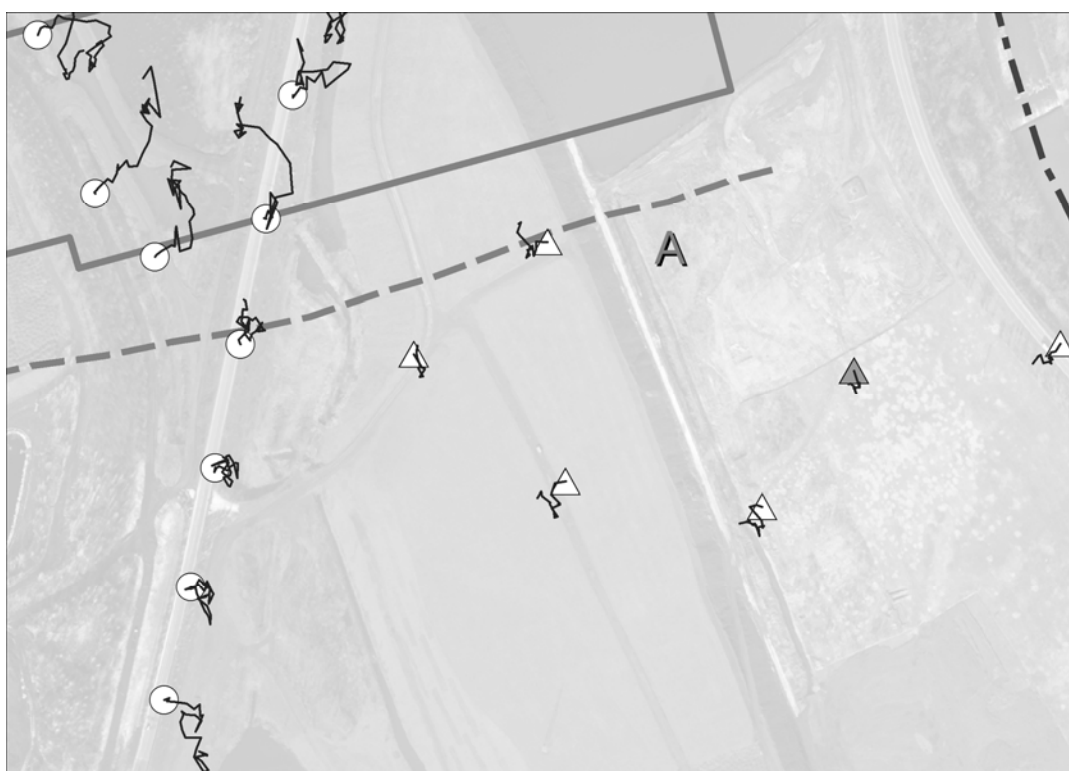
tohoto porubu) je polohová změna rovněž ovlivněna neočekávaným působením od severu, faktory nacházejícími se mimo námi známou oblast za demarkační hranicí s dolem Darkov. Naznačená čerchovaná linie vymezuje přibližnou hranici působení dominantního vlivu z obou stran.



Obrázek 3: Celkové horizontální posuny monitorovaných bodů – detail 2 (čerchovaně přibližná hranice dominantního vlivu působení)

Při plošném modelování poklesů není možné striktně určit, jak velkou měrou jsou poklesy jednotlivých bodů v této části sledovaného území

ovlivňovány zmíněnými faktory a tuto hodnotu při výpočtu eliminovat. Při interpretaci výsledků modelování je však nutné tuto skutečnost zmínit.



Obrázek 4: Celkové horizontální posuny monitorovaných bodů – detail 3

Další dílčí oblast, v níž se body chovají jinak oproti předpokladům, je zobrazena na obrázku 4. Tato oblast je situovaná jižně od jižního dobývaného porubu. Vzhledem k velikosti a mocnosti dobývaného jižního porubu se předpokládalo, že směry pohybu všech bodů v blízkém i vzdálenějším okolí budou zásadně ovlivněny jeho dobýváním. Z grafické analýzy horizontálních posunů vyplývá, že body půdorysně oddělené od tohoto porubu linií odpovídající přibližně průběhu zobrazené tektonické poruchy A, nevykazují v průběhu dobývání a bezprostředně po něm žádné ovlivnění polohy ze strany zmíněného porubu a výsledná trajektorie jednotlivých křivek je zcela určována vlivy působícími od jihu. Jedná se zde o vliv dobývání realizovaného mimo sledované zájmové území. Na základě těchto výsledků je při modelování poklesů doporučeno rozdělit celé území na dvě samostatné části a vyhodnocovat tyto části zcela zvlášť.

Doplňkovým přínosem grafického vyhodnocení horizontálních posunů je možnost identifikovat chyby měření při určování prostorové pozice a rovněž možnost detekovat následky působení druhotných faktorů na pozici bodů (např. pohnutí bodu z důvodu podmáčeného podloží, způsobeného přejezdem těžné stavební techniky), obvykle podloženými i pozorováním přímo v terénu. Na základě těchto informací je možné zjištěná nekorektní data při dalším zpracování adekvátně ošetřit.

5 Závěr

Analýza horizontálních posunů účelně doplňuje poznatky o pohybech a deformacích povrchu doprovázejících vznik poklesové kotliny. Rovněž napomáhá identifikovat chyby měření a působení druhotných faktorů, ovlivňující pozici monitorovaných bodů.

Průběhy křivek vyjadřujících změnu horizontální polohy sledovaných bodů pozorovací stanice, způsobené vlivy hlubinného dobývání, v některých dílčích částech zájmového území částečně nebo zcela neodpovídají teoretickým předpokladům. To je zapříčiněno jak složitou geomechanickou situací v podloží, kdy dochází na základě významných tektonických poruch k rozčlenění oblasti na samostatné dílčí části, tak velkým rozsahem předchozích a hlavně současných důlních aktivit v bezprostředním i vzdálenějším okolí, jejichž vlivy výrazně určují změny prostorové pozice jednotlivých bodů, resp. vývoj celé poklesové kotliny.

Z toho vyplývá, že bez zohlednění těchto faktorů při zpracování dat není možné provádět korektní hodnocení vývoje poklesové kotliny a to jak ve fázi predikce, tak ve fázi evaluace.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory grantového projektu GA ČR č. 105/07/1586.

Literatura

- [1] Kajzar, V. a kol.: *Sledování fází změn povrchu nad dobývanými ložisky sedimentárního typu*. In Sborník symposia GIS Ostrava 2008, VŠB-TU Ostrava, 2008. ISBN 978-80-254-1340-1.
- [2] Dopita, M., et al. *Geologie české části hornoslezské pánve*. Praha: MŽP ČR, 1997. 278 s. ISBN 80-7212-011-5.
- [3] Doležalová, H., Kajzar, V., Souček, K., Staš, L.: *Evaluation of mining subsidence using GPS data*. In Acta geodynamica et geomaterialia, v. 6, No. 3, 2009.
- [4] Kajzar V. et al.: *Analysis of horizontal movements accompanying development of subsidence depression in non-trivial geomechanical conditions*. In Proceedings SGEM, Varna, 2009

Influence of slope deformations on a disruption of the Ondřejník ridge in the Podbeskydí Upland

Veronika Komárková¹ and Tomáš Pánek²

^{1,2} Department of Physical Geography and Geoecology, Faculty of Science, University of Ostrava, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava, Czech Republic

Abstract

This paper deals with a distribution of slope deformations on Ondřejník ridge in the Podbeskydí upland, and above all, their influence in ridge and dividing parts. A verification of a slope deformations map from Rybář et al. (2007) has been done from a view of their influence on a ridge development and individual types of interactions have been determined. Slope deformations mapping in scale of 1:10000 has been supported by trench excavations in places of a ridge lowering on Stanovec and Ondřejník, and by geophysical measurements along the trenches, in places of double ridges on Ondřejník and a ridge lowering on Stanovec.

Keywords: Ondřejník, deep seated gravitational slope deformations, trenching, electrical resistivity tomography (ERT)

1 Introduction

Morphological features characteristic for the slope movements in the ridgetop parts as tension cracks, ridgetop depressions, uphill-facing scarps and pseudokarst caves are described in worldwide basis (Tabor, 1971; Alexandrowicz and Alexandrowicz, 1999; Korup, 2006; Hradecký and Pánek, 2008; Hewitt et al., 2008; Agliardi et al., 2009). Despite that, this phenomenon hasn't been studied in detail yet. We have determined 5 types of the slope deformations – the drainage dividing parts interactions: i) *ridge fragmentation*, where the ridge is disintegrated due to the horizontal movements; ii) *ridge lowering*, where the slip plane daylight on the reverse slope of the ridge crest and the slow lowering of the crest occurs; iii) *ridge displacement*, where the slip plane gets through the crest line, causing its reduction and relocation; iv) *ridge collapse*, involving partial or complete destruction of the peak or the ridge crest and the creation of new relief; v) *perpendicular ridge breaking*, where the slip plane gets through the crest line perpendicularly. The ridge fragmentation is a case of the initial stage of the slope deformations when the slip plane develops.

The advanced stage occurs with the first slow vertical movements and is represented by the interfluvial displacement in the form of the deep seated creep. The collapses and the broken crests are typical for the mature stage when the slow movements convert into the rapid ones, usually into the rock avalanches. The shallow seated deformations have less impact on the changes in the ridgetop parts than the deep seated slope deformations (Komárková and Pánek, 2009).

2 Study area

Ondřejník inheres in the east part of the Štramberk Highland in the Podbeskydí Upland. As a case of a synclinal chine, Ondřejník is part of a Godula Formation of a Silesian Unit.

The ridge is divided by two gaps into three parts. A peak of Skalka with 964,2 m a. s. l. is the highest part of the ridge. From Skalka the ridge continues north-east through the first gap and a peak of Stanovec (898,6 m a. s. l.) and then northwardly to a nameless spot height (900,1 m a. s. l.). Here the ridge forks into two ridges. One ridge goes on north-west to Suché Úbočí (863,9 m a. s. l.), the second one continues north-east to the second gap and then north to a peak of Ondřejník (889,6 m a. s. l.). From Ondřejník the ridge runs north-east and slowly declines.

2.1 Geological conditions

Geological, as well as litological conditions are highly responsible for a development of an account of slope deformations. A conformability of individual layers in the Ondřejník ridge bears evidence of a brachysynclinal ridge structure. The ridgetop parts of the Ondřejník ridge are formed by slightly up to thickly rhythmical flysch of Godula layers middle member. Thick-bedded flysch layers with massive sandstone beds represents more resistant section of the Ondřejník ridge.

On the contrary this stable layers are underlaid by slightly rhythmical flysch of Various Godula layers with great portion of unstable, plastic claystones interlaid by slight sandstone beds. Due to the instability of slightly rhythmical flysch layers the Ondřejník slopes are highly susceptible to a development of the slope deformations.

¹ R08770@student.osu.cz, ² tomas.panek@osu.cz

In addition, massive sandstone beds weigh causes plastic changes in the Various Godula layers; above all in their outcrops where a bulging happens. This process considerably contributes to a ridge fragmentations, lowerings and other slope deformations in the upper flysch layers in the ridgetop parts of Ondřejník ridge, namely on Stanovec and in the north part of Ondřejník.

In the underbed of a south section of the Various Godula layers, Lhotka and Veřovice layers can be found. These claystone layers are more resistant to slope deformations than layers above them. The north section underbed of the Various Godula layers is formed aside from Lhotka layers also by Těšín-Hradiště layers in the Ondřejník foreland. These layers include the slightly rhythmical flysch, so that the possibility of the slope deformation occurrence is very real but the foreland area was not a part of our research study.

3 Methods

The slope deformation study as such requires a multidisciplinary approach.

Because of previous general knowledge in the slope deformation contribution in the Ondřejník ridge we acceded to an excavating of two trenches on Stanovec first of all (in this paper labelled as trench B and trench C). Both trenches have been documented, and structural measurements have been done. Moreover, in the trench B it has been able to obtain two samples for dating. The trench B has been 17 metres long and 4 metres deep; trench C has had the length of 14 metres and the depth of 4 metres as well.

This year with a financial help of Fund for Doctoral Research Support the investigation has been allowed to continue. The third trench, this time on the ridge prolongation northwardly from the peak of Ondřejník, has been excavated (in this paper labelled as trench A). As in the trench B, the trench A has been documented, the structural measurements have been done and the dating sample has been obtained. The trench A has been almost 19 metres long and its depth has been up to 4 metres.

In addition, in order to ascertain our presumptions about the ridge disruption, geophysical measurements by an electrical resistivity tomography (ERT) in five cross-sections have been done. Two profiles have been situated on the north prolongation of the ridge close to the trench A (in this paper labelled as profiles 1-1' and 2-2'), next two ones have been placed along the trench B and C (in this paper labelled as profiles 3-3' and 4-4') and the last one has been done between profile 4-4' and the peak of Stanovec (in this paper labelled as profile 5-5'). The profiles 1-1' to 4-4' have been measured twice: the first profile has been 315 metres long with an unit electrode spacing of 5 metres, the second one has had 126 metres in the length and the unit electrode spacing has been 2 metres. The profile 5-5' has primarily been

635 metres long, but in order to record a significant structure at the end of this profile, we decided to do the second profile with the length of 315 metres and an overlapping of 60%. The resulting profile has been 715 metres long; both profiles has had the unit electrode spacing of 5 metres.

Last, detailed map of the slope deformations on the Ondřejník ridge has been done. Due to large extent of the Ondřejník area the map scale has been determined as 1:10000, but several places must be mapped more closely because of their high slope deformations affecting.

4 Disruption of the Ondřejník ridge

The ridge of Ondřejník is due to geological and litological settings strongly affected by many slope deformations. Except for shallow seated deformations that are widespread mainly on the steep slopes, the ridgetop parts are disintegrated by deep seated gravitational slope deformations (DSGSDs). From above mentioned five interaction types between the slope deformations and the dividing ridgetop parts (ridge fragmentation, ridge lowering, ridge displacement, ridge collapse and perpendicular ridge breaking), above all the fragmentation, the lowering and the displacements very strongly influence a development of the Ondřejník main ridgeline today. The perpendicular ridge breakings do not affect the main crest line but they influence smaller ridges on the Ondřejník slopes, especially within the slightly rhythmical layers where the ridge releasings and disintegrations are very common. The ridge collapse does not jeopardize the Ondřejník ridge these days but there is a presumption that the ridge collapse might cause a significant ridge decrease of almost 20 metres between the peak of Stanovec and the nameless spot height northwardly from Stanovec.

4.1 Ondřejník

The north part of the entire Ondřejník ridge with the peak of Ondřejník (889,6 m a. s. l.) is formed by the thicker rhythmical flysch in the ridgetop section in the surrounding of the peak and the slightly rhythmical flysch layers in the northern prolongation of the Ondřejník ridge. Predictably, this prolonged ridge is strongly influenced by the slope deformations whereas the peak area is relatively unaffected and stable (fig. 1A).

The northern prolonged ridge is a demonstration case of a ridge whose development is directed by the deformations. The ridge fragmentation occurs in a length of almost 500 meters with maximum depth of 4 metres in the south-west part (fig. 1Bc). This fragmentation ending leads into wide trough, a graben-

like form that has been created by the ridge extension. The trough scarps are up to 10 metres high and form a significant double ridge. Bedrock outcrops are often uncovered in here. In this trough, ERT cross-sections 1-1' and 2-2' are situated. The fact that it is a case of the deep seated deformation is supported by an occurrence of a crevice-type cave beside trough scarp (fig. 1Bb) that has been also revealed by the geoelectrical measurement along the cave entry (cross-section 1-1'). Beside that the ERT measurements have confirmed the deep seated disruption zone of the sackung fault and discovered shallow seated creepings on the both slope (fig. 1C).

Except for the ridge fragmentation, the ridge displacements influence the ridgeline development, especially on the south-east ridge side. There are several deformations that almost continuously hit the ridge in the a lenght of up to 1500 metres (fig. 1Ba). Such a huge interference results in a moving and a displacement of the ridgeline and a narrowing of the hole ridge in this part.

But not only the slope deformations influence the ridgeline development. It's also a headwater erosion that due to the low-resistant bedrock continues uphill to the ridgeline and causes a spur and a material loss both in the ridgetop zones and on the slopes. In the ridgetop, the crest is slowly narrowed by the material shortage; on

the slopes, the water erosion causes dislocations of the landslide bodies material that leads to recurrent instability in the area and to another landslides on the slopes. Present activity of some landslides is a tangible evidence.

4.2 Stanovec

The Stanovec part of the Ondřejník ridge is not influenced by the slope deformations in the same way as the previous case. That is because of a different proportion of low-resistant rocks. Whereas many slope deformations in the Ondřejník part take place in the slightly rhythmical flysch, the Stanovec ridge is mainly formed by the thicker rhythmical flysch, and the slightly rhythmical flysch lies deeper in the underbed.

The Stanovec area (fig. 2A) is strongly affected by the ridge lowering where a slip plane of a huge sackung daylights on the west slope of the ridge in the form of an uphill-facing scarp and a natural trough (fig. 2Ba). The sackung causes a slow moving of the hole ridge to the east and thereby its lowering. The trough is more than 1200 metres long, in the north ending it is approximately 4 metres deep, southward the depth slowly decreases through a narrow flat within the slope to a swamp on the gap between Stanovec and Skalka (fig. 2Bc). This swamp is a proof of a recent sackung

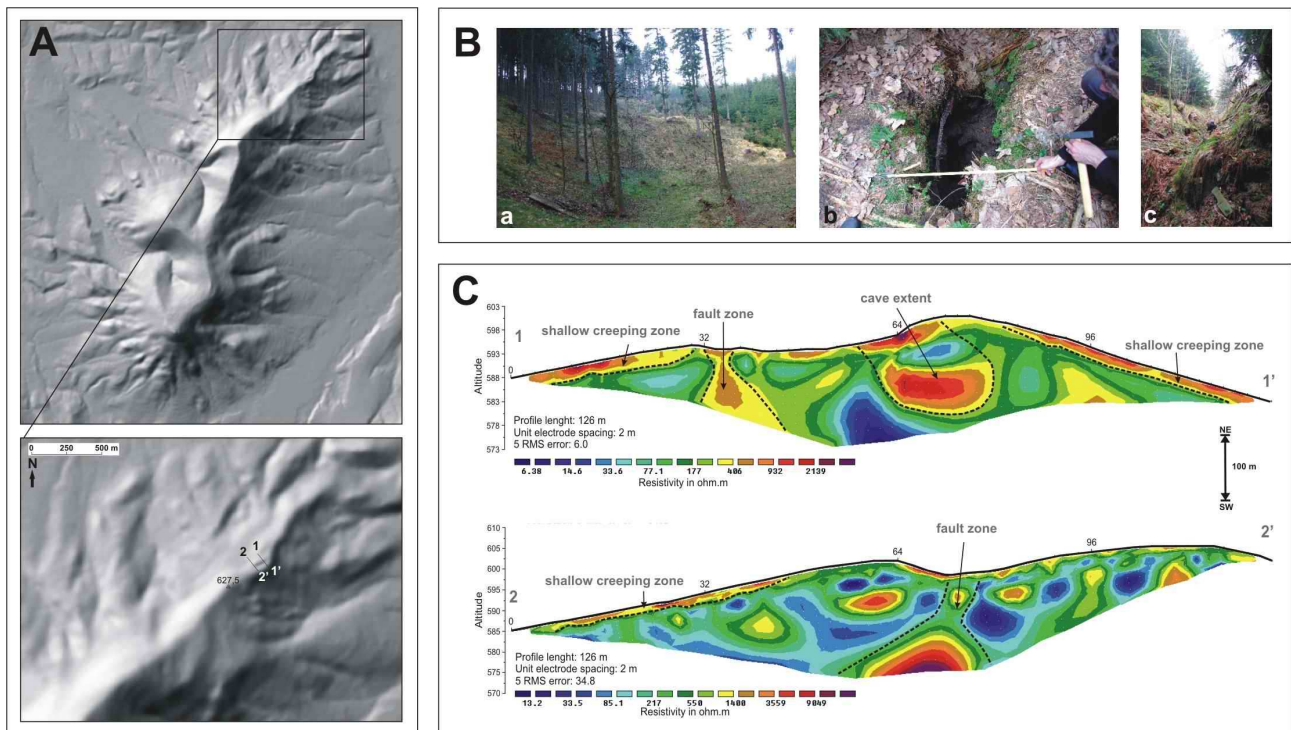


Figure 1: The north part of the Ondřejník ridge. A - A hillshade relief image of the interested area and an extract of the north part of the ridge with marked locations of the ERT cross-sections 1-1' and 2-2'. B - View of the rocky scarp on the southeast slope (a), the cave entry (b) and of the ridge fragmentation (c) (photos by Lukeš, 2009). C - The electrical resistivity tomography cross-sections 1-1' and 2-2' with marked zones of the ridge disintegration.

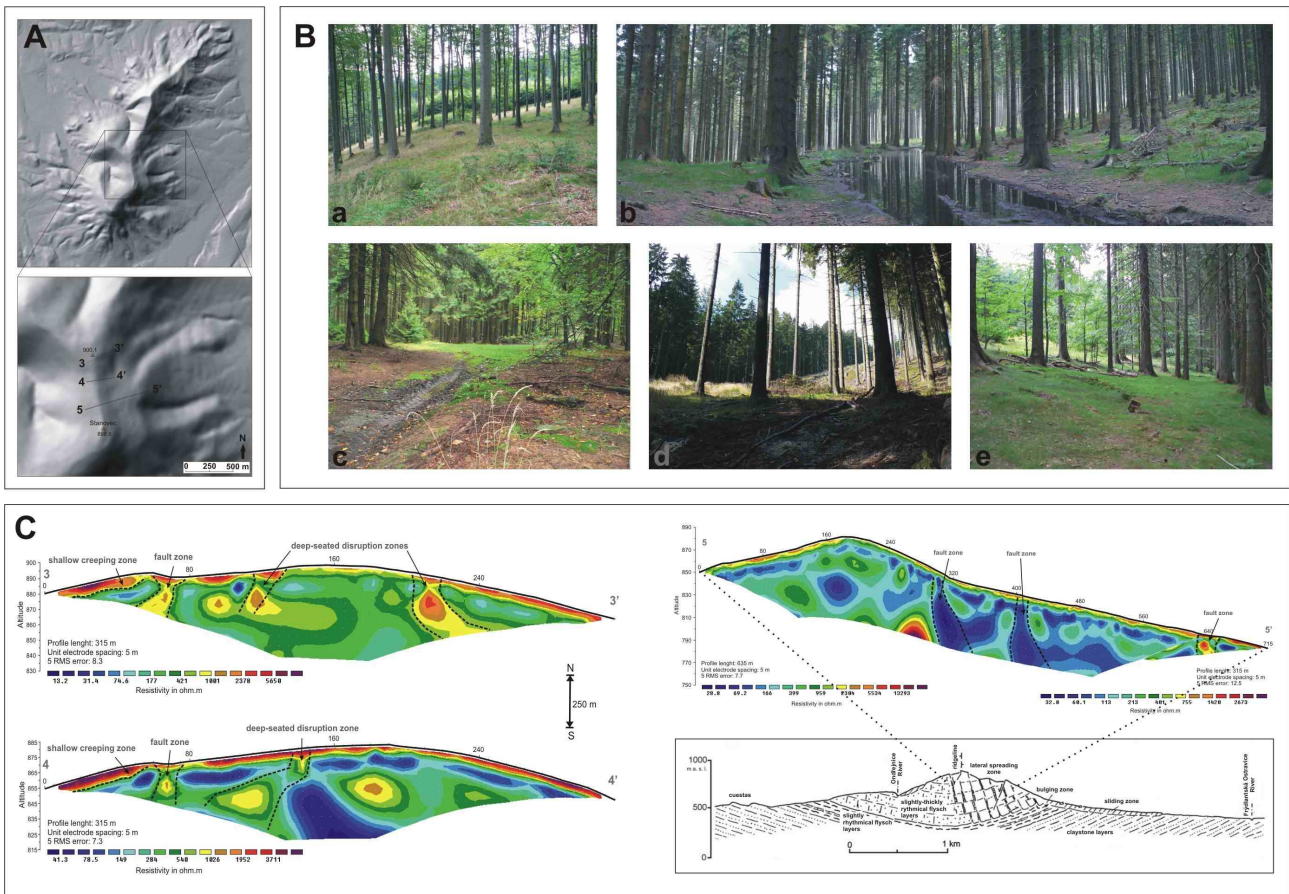


Figure 2: Stanovec. A - A hillshade relief image of the interested area and an extract of the Stanovec part with marked locations of the ERT cross-sections 3-3', 4-4' and 5-5'. B - View of the uphill-facing scarp on the west slope (a), the narrow flat filled by the swamp (b) the gap swamp (c), the creepy scarp on the east slope (d) and of the uphill-facing scarp on the east slope (e). C - The electrical resistivity tomography cross-sections 3-3', 4-4' and 5-5' with marked zones of the ridge disintegration. The cross-section 5-5' is compared with a sketch of schematic geologic cross-section in the same profile (by Rybář et al., 2007).

activity because it originated in the place of an old forest road that must be closed and a new one on the eastern ridge side has been built. Other swamp that lies northward in the trough also developed in the road place and disabled its usage (fig. 2Bb).

The geophysical measurements on the Stanovec ridge has discovered except for the sackung fault also other deep seated fault zones that are less morphologically observable (fig. 2Be). Especially, the nofault disruptions zone in the ERT cross-section 4-4' is in the terrain undistinguished. As well saturated fault zones in the cross-section 5-5' are not on the one hand remarkable but on the other hand they predict a futher ridge development. The fault zone on the west slope has not been showed in the profile 5-5' because of a short profile lenght under the trough but a significant fault zone on the east slope has been revealed (fig. 2C). Morphologically, there is a slight trough with a depth of less than 1 metre and a lenght not exceeding several metres.

Besides the ridge lowering, the ridge displacement takes place on the east slope of the Stanovec ridge. A huge scarp touches the ridgeline mainly in the gap space between the peak of Stanovec and the nameless spot height and it has been clearly showed in the ERT cross-section 5-5' as a steep slope from 200 up to 320 metres in the profile. A scarp lenght exceeds 1000 metres with almost 30 metres difference in elevation between the scarp crown and the scarp toe (fig. 2Bd). Within the hole deformation there are two cases of a material loss and a degradation of the landslide body by the headwater erosion.

There is also a presumption of an occurrence of the most destructive possible change in the dividing parts - the ridge collapse. This possibility could explain a genesis of the gap between the peak of Stanovec and the nameless spot height.

4.3 Skalka

The peak of Skalka is formed by the most resistant rocks in the entire Ondřejník ridge, by the thickly rhythmical flysch of Godula layers middle member. This means that the peak area has not been hit by the slope deformation yet. But on the other hand, these massive sandstone beds also lies on the slightly rhythmical layers that leads to a wide influence by the deformations in this area.

As mentioned above, neither the peak itself nor adjacent ridgelines do not bear disintegration features (fig. 3). There are two complex deformations, one on the east slope and one on the south slope, that significantly affect the slope development but not the dividing parts development. The deformations scarps begin at the altitude of 820 metres on the east and of 890 metres on the south and hit the sandstone beds in the form of rocky scarps with numerous uncovered outcrops of these beds. These slope deformations are not cases of slope deformations influencing the dividing parts.

But when focusing on inferior ridgelines on the east, south and west slopes of the peak, there are a lot of them destroyed by the prepredicular ridge breaking. These smaller ridges within the slopes are situated in a zone of the slightly rhythmical layers and generally, they originate between two adjacent spring areas created by the headwater erosion. The erosion continuing uphill causes further perpendicular disintegration of the ridges where larger or smaller flats have developed; in one case even endorheic swamp has originated. A recent activity question could be explained by a fact that the headwater erosion, as well as an eroded material, destroy an asphalt forest road around the peak of Skalka up to the present day, so there is a probability that the perpendicular ridge disruptions may still happen.

5 Conclusion

The disruption of the Ondřejník ridge demonstrates a case of a ridge strongly influenced by the slope deformations. From 5 types of the interactions between the slope deformations and the dividing parts, all of them can be described in here. Our research has confirmed that a relief development of the Ondřejník ridge is conditioned by both the geological and litological settings and the fault inherence which are preparatory factors of the slope deformations, and that there are the slope deformations which are still active and which influence the relief development up to present day. Our results may also be affirmed by further research, such as the swamps dating or the ERT measurements, e.g. in the Skalka area.

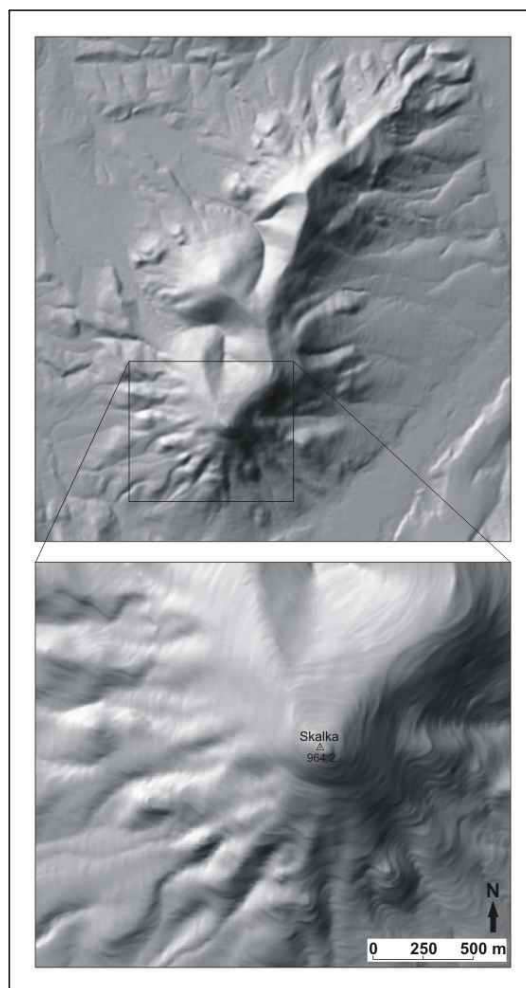


Figure 3: A hillshade relief image of the interested area and an extract of the Skalka part

Acknowledgements

In 2009, the work has been sponsored within a grant projekt “Chronology of ridge disintegration of selected slope deformations in the Outer West Carpathians” by Fund for Doctoral Research Support on Faculty of Science of University of Ostrava. Guaranteed by Doc. RNDr. Tomáš Pánek, Ph.D.

References

- [1] Agliardi, F., Crosta, G.B., Zanchi, A., Ravazzi, C., 2009. Onset and timing of deep-seated gravitational slope deformations in the eastern Alps, Italy. *Geomorphology* 103, 113-129.
- [2] Alexandrowicz, Z., Alexandrowicz, S.W., 1988. Ridge-top trenches and rifts in the Polish Outer Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 58, 207-228.

- [3] Hewitt, K., Clague, J.J., Orwin, J.F., 2008. Legacies of catastrophic rock slope failures in mountain landscapes. *Earth-Science Reviews* 87, 1-38.
- [4] Hradecký, J., Pánek, T., 2008. Deep-seated gravitational slope deformations and their influence on consequent mass movements (case studies from the highest part of the Czech Carpathians). *Natural Hazards* 45, 235-253.
- [5] Komárková, V., Pánek, T., 2009. Influence of slope deformations on morphology of drainage dividing parts: Introduction. *Geomorfologický sborník* 8, 30.
- [6] Korup, O., 2006. Effects of large deep-seated landslides on hillslope morphology, western Southern Alps, New Zealand. *Journal of Geophysical Research* 111, F01018.
- [7] Lukeš, F., 2009. Svahové deformace severní části hřbetu Ondřejníka (Štramberská vrchovina). Ostrava. University of Ostrava. Thesis supervisor: Doc. RNDr. Tomáš Pánek, Ph.D.
- [8] Rybář, J., Jánoš, V., Klimeš, J., Nýdl, T., 2007. Rozpad synklinálního hřbetu Ondřejníku v Podbeskydské pahorkatině. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2006*, 92-96.
- [9] Tabor, R.W., 1971. Origin of Ridge-Top Depressions by Large-Scale Creep in the Olympic Mountains, Washington. *Geological Society of America Bulletin* 82, 1811-1822.

Transport na složité puklinové síti – některé aspekty rychlosti výpočtu

Jiří Kopal¹

Technická univerzita v Liberci

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou transportních úloh v kontextu migrace látek v podzemních vodách. Horninové prostředí je charakteristické významnými nehomogenitami – puklinami, případně vrty, které značným způsobem ovlivňují hydrologické poměry na zkoumané oblasti. Homogenizací hydraulicky ekvivalentním kontinuem často ztratíme vazbu na původní transportní vlastnosti – např. dobu zdržení. Homogenizace je problematická i z pohledu hydro-mechanických procesů, zachování nehomogenit (puklin) je u takové úlohy důležité, neboť pod mechanickým zatížením dochází k jejich zavírání/otevírání. Tento jev na ekvivalentním kontinuu modelovat nelze. Přístup modelování proudění na systému 3D kontinua, 2D puklin, 1D vrtů, je realizovaný v softwaru Flow123D vyvíjeném na pracovišti NTI FM TUL. Uvažovaná úloha transportu rozpuštěné látky, definovaná advektivně-disperzním operátorem, je závislá na skutečné rychlosti proudění podzemní vody, kterou s průtokem svazují porozita a plocha. Především na puklinách, diskretizovaných 2D, případně 1D elementy (v řezu), kde vlivem mechanické zátěže dochází k jejich uzavírání, je požadavek na velikost maximálního časového kroku definovaného CFL podmínkou často značně svazující. Na topologicky složité 2D úloze 1D puklin (definice úlohy v projektu Decovalex) s řádově 105 elementy a velkým rozptylem Courantova čísla, je na metodě konečných objemů (explicitní upwind) ukázáno přeformulování problému pomocí maticového počtu. Zmíněná realizace vykazuje významné urychlení výpočtu oproti předchozímu přístupu. Důvodem urychlení je omezení počtu přenosů operační paměť -- procesor a současné snížení redundantních operací v pohyblivé desetinné čárce. Realizace rychlejšího algoritmu byla motivována významnou časovou náročností simulací úloh s vysokým počtem elementů a velkým počtem časových kroků. Nový algoritmus je z důvodu užítí standardizované operace násobení matice--vektor dobře škálovatelný a do budoucna umožní řešení větších úloh v přijatelném čase.

Poděkování

Tato práce je realizována za finanční podpory prostředků státního rozpočtu ČR prostřednictvím projektu *Pokročilé sanační technologie a procesy* č. 1M0554 programu Výzkumná centra PP2-DP01 MŠMT.

¹ jiri.kopal@tul.cz

Schémata seizmických experimentálních měření na železničním tunelu Mosty u Jablunkova

Martin Stolarík^{1,2}

¹Ústav Geoniky AV ČR, v.v.i., ²VŠB-Technická univerzita Ostrava

Abstract

It comes to general reconstruction of obsolete main railroad tracks and development of railway corridors in Czech Republic. In relation to this, new railroad tunnels are built, or present ones are reconstructed. Reconstruction of old tunnel represents tunneling of new underground space. The cross section of single-track tunnel is often enlarged to double-tracked one. New tunnel constructions are realized using New Austrian Tunneling Method (NATM) when blasting operations are one of driving technologies. Typical example of this reconstructed tunnel is tunnel in the mountain pass Jablunkov. Two single-track railroad old tunnels are situated in this location. The older tunnel (1871) operated at the present time as a provisional and the younger one (1917) reconstructed. Both of them are near one another. Experimental seismological measurement was realized in the reconstructed tunnel on the tunnel floor.

Keywords: railroad tunnel, reconstruction, New Austrian Tunneling Method, seismological measurement, blasting operations

1 Úvod

V České republice dochází k rekonstrukcím železničních tratí a budování železničních koridorů. S tím souvisí také výstavba nových, resp. rekonstrukce již existujících železničních tunelů. Rekonstrukce tunelů pro potřeby rychlostních koridorů představuje vytvoření nového, podzemního díla, přičemž průřez jednokolejného tunelu je většinou rozšiřován na dvoukolejný. Výstavba je prováděna Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM), jejíž součástí je rozpojování horninového masivu, mimo jiné za pomoci trhacích prací. Typickým příkladem takové rekonstrukce je tunel v Jablunkovském průsmyku. Zde jsou v těsné blízkosti situovány dva jednokolejné tunely. Jako provozovaný je momentálně používán starší tunel z roku 1871 a tunel novější z roku 1917 se rekonstruuje. V tomto rekonstruovaném tunelu bylo realizováno

několik seizmických experimentálních měření odezvy trhací práce.

2 Tunely Jablunkov

Stavební objekt přestavby tunelu Jablunkov spadá do stavby „Optimalizace trati státní hranice SR – Mosty u Jablunkova – Bystřice nad Olší“. Jablunkovským průsmykem byly na konci 19., resp. začátku 20. století vyraženy dva jednokolejné tunely, které jsou v dnešní době na konci své životnosti. V rámci rekonstrukce III. železničního koridoru se proto přistoupilo k přestrojení mladšího tunelu na dvoukolejný, v parametrech, které odpovídají aktuálním normám.

Nový dvoukolejný tunel bude mít délku 612 m, z toho je 564 m ražených a u každého portálu dalších 24 m budovaných v zajištěné hloubené stavební jámě. Směrově je tunel veden v přímé, pouze posledních 60 m je v přechodnici. Podle sklonových poměrů se jedná o tunel vrcholový. Tunel je navržen v celé své délce se spodní klenbou a s uzavřeným systémem hydroizolace.

Ražená část nového tunelu je budována pomocí NRTM, přičemž stávající jednokolejný tunel číslo II z roku 1917 je po jednotlivých záběrech přestrojován na dvoukolejný tunel. Ostění starého tunelu je kromě pravého opěří (ve směru staničení) vybouráváno a profil je rozšiřován vlevo směrem k jednokolejnému Jablunkovskému tunelu číslo I z roku 1871 (Obr. 1). Profil tunelu byl horizontálně členěn na kalotu a opěří + počvu. Výška nadloží tunelu se pohybuje v rozmezí do 24 m.

Postup prací byl následující. V předstihu se po celé délce zajistilo ponechávané pravé opěří Jablunkovského tunelu číslo II (stříkaný beton s výztužnými sítěmi a kotvami). Poté se vyrazila kalota nového tunelu včetně vybourání části klenby starého tunelu a kalota byla ihned zajištěna primárním ostěním. Následně byl vyražen a primárně zajištěn zbytek nového profilu včetně vybourání starého ostění zasahujícího do profilu. Rozpojování hornin bylo vzhledem k zastiženým IG poměrům mechanizované nebo s využitím trhacích prací a dočišťování líce výrubu mechanizovaně [podle 1, 2].

^{1,2} stolarik.martin@seznam.cz



Obr. 1: Umístění nového dvoukolejného tunelu [3]

3 Geologické a hydrogeologické poměry

Zájmové území protíná úzké údolí Jablunkovského průsmyku. Průsmyk je z jedné strany sevřen hřbety Moravskoslezských Beskyd, ze strany druhé hřbety Slezských a Slovenských Beskyd.

Geologicky se širší okolí nachází ve Vnějších Západních Karpatech, tvořenými převážně sedimenty flyšového charakteru (střídání jílovců, prachovců, pískovců a slepenců), které jsou zastoupeny slezskou a račanskou jednotkou. Obě tyto jednotky tvoří samostatné příkrovy, nasunuté přes sebe tzv. magurským nasunutím. Linie magurského nasunutí probíhá na východním úbočí Jablunkovského průsmyku (podél nového silničního tahu E75, Jablunkov – Čadca). Složitá příkrovová stavba je doprovázena zlomovou tektonikou. Z inženýrsko-geologického hlediska je flyšový komplex typickým sesuvným územím.

Vlastní trasa tunelu se nachází ve svrchní části slezské jednotky paleogenního stáří, tvořené převážně jílovcem s rohovcovitými a pískovcovitými polohami. Tunely jsou raženy v nejméně příznivých geologických podmínkách, v souvrství drobně cyklického flyše, s převahou vápnatých jílovců, s velmi nízkou, až extrémně nízkou pevností (podle ČSN 73 1001 třídy R5-R6). Současnou ražbou byly zastiženy laminované tmavošedé jílovce, drobně provrásněné, částečně zbrídlíčnatělé až podrcené. Jílovce obsahují tenké, nepravidelné vložky prachovců až pískovců (mocnost do 5 cm). Převažuje vrstevnatost se středním úklonem k jihovýchodu, břídlíčnatost je strmého úklonu s převládajícím směrem východ – západ.

Kvartérní pokryv je převážně budován diluviálními sedimenty, které dosahují mocnosti cca 0,8-3,2 m (ojediněle až 6,1 m). Diluvia mají většinou charakter jílu písčitého, až jílu se střední plasticitou, většinou tuhé, místy měkké nebo pevné konzistence.

Vzhledem ke konfiguraci terénu stéká z přilehlých svahů do oblasti průsmyku několik drobných vodotečí, které zavodňují oblast tunelového nadloží. Hladina podzemní vody je v hloubce 0,25-6 m pod terénem.

Během ražby nebyly zastiženy výraznější přítoky vody, výrub byl suchý až vlhký [podle 2, 3, 4].

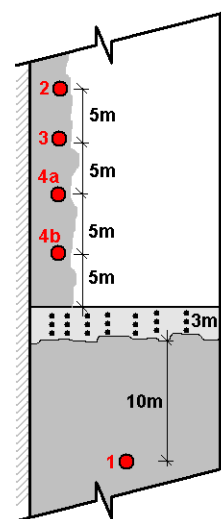
4 Seizmické experimentální měření

Seizmická experimentální měření odezvy trhacích prací byla realizována na horní lávce a počtvě rekonstruovaného tunelu při provádění trhacích prací na jádře. Realizace těchto měření byla vyvolána již dřívějšími studii seizmické odezvy a to jak na tunelu Slivenec [např. 5] tak měřeními v laboratoři [6].

Prvním cílem bylo sledovat útlum v nejbližší možné zóně od zdroje dynamického namáhání, tj. první metry od čelby a to jak na horní lávce, tak i na primárním ostění již zbudované protiklenby. Druhým cílem bylo sledovat vliv pevného uchycení senzoru k podkladu na charakter seizmického záznamu v amplitudové a frekvenční oblasti při srovnání se senzorem volně stojícím a to opět v blízké zóně. Ve všech případech se jednalo o trhací práce s celkovou náloží do 18 kg, s vývrty vrtanými z počvy horní lávky a záběrem kolem 3 m. Celkem bylo v tunelu realizováno pět experimentálních měření, která budou dále představena. Všechna měření byla prováděna seizmickými aparaturami Gaia2T s třísložkovými senzory.

4.1 Experimentální měření I

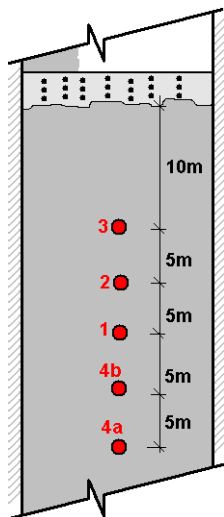
Při prvním měření byly 4 senzory umístěny na počtvě horní lávky, kterou představovala z části prozatímní železobetonová protiklenba zbudovaná při ražbě kaloty a z části pozůstatky původní železobetonové protiklenby starého rekonstruovaného tunelu. Pátý senzor byl umístěn na primárním ostění protiklenby nového tunelu (Obr. 2).



Obr. 2: Schéma experimentálního měření I

4.2 Experimentální měření II

Druhé měření bylo realizováno na primárním ostění protiklenby nového tunelu, kde bylo umístěno 5 senzorů (Obr. 3). První dva ViGeo2 se vzorkovací frekvencí 500 Hz, třetí v pořadí (označení 1) Lennartz se vzorkovací frekvencí taktěž 500 Hz a dva nejvzdálenější senzory Lennartz (vzorkovací frekvence obou 250 Hz).



Obr. 3: Schéma experimentálního měření II

4.3 Experimentální měření III

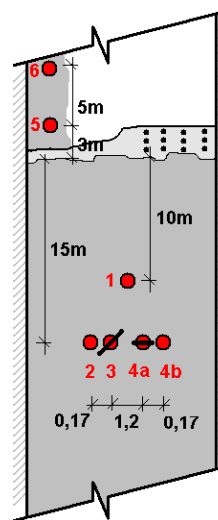
Při třetím experimentální měření bylo použito celkem 7 senzorů. Dva (Lennartz 500 Hz) byly osazeny na horní lávce na prozatímní železobetonové protiklenbě. Další senzor (Lennartz 500 Hz) byl umístěn ve vzdálenosti 10 m od čelby na ještě nedostříkaném primárním ostění protiklenby. Ve vzdálenosti 15 m od čelby byly umístěny zbývající 4 senzory (dvakrát ViGeo2 500 Hz - označení 2, 3 a dvakrát Lennartz 250 Hz – označení 4a, 4b), přičemž dva senzory byly pevně uchyceny upínacím páskovým třmenem (3 a 4a) a dva volně stojící (Obr. 4, 5, 6).



Obr. 4: Usazení senzorů ViGeo2



Obr. 5: Usazení senzorů Lennartz

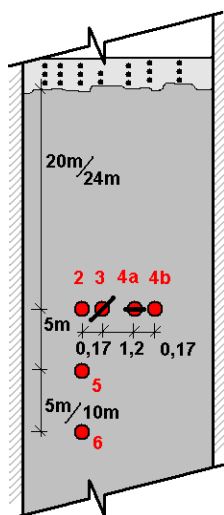


Obr. 6: Schéma experimentálního měření III – senzory 3 a 4a uchyceny upínacím páskovým třmenem

Při tomto měření byla špatně provedena trhací práce a došlo k výraznému odhozu větších kusů rubaniny do vzdálenosti až 30 m pravděpodobně v důsledku chybného navrtání vývrtů. Senzor číslo jedna byl poškozen, senzor číslo 2 byl převrácen a kolem senzorů 3, 4a a 4b dopadlo velké množství odhozené rubaniny, takže záznamy byly znehodnoceny pro další zkoumání.

4.4 Experimentální měření IV a V

Schémat posledních dvou experimentálních měření byla stejná. Ve vzdálenosti 20 m resp. 24 m byly umístěny senzory ViGeo2 a Lennartz stejně jako u třetího měření, senzory Lennartz i ViGeo2 měly vzorkovací frekvenci 500 Hz. Uchycené upínacím páskovým třmenem byly opět senzory označené 3 a 4a. Dále byly na primárním ostění protiklenby umístěny další dva senzory Lennartz (vzorkovací frekvence 250 Hz) a to ve vzdálenosti 5 m a 10 m resp. 11 m od prvních senzorů (Obr. 7).



Obr. 7: Schéma experimentálního měření IV resp. V – senzory 3 a 4a uchyceny upínacím páskovým třmenem

5 Závěry

V příspěvku byla představena schémata experimentálních seizmických měření odezvy trhacích prací prováděných při rekonstrukci železničního tunelu Mosty u Jablunkova. Práce tematicky navazuje na předchozí studie, zabývající se problematikou útlumu v tzv. blízké zóně a problematikou usazení, resp. uchycení senzoru při experimentálních měřeních in-situ [7].

Výsledky těchto experimentálních měření budou použity:

- jako zdroj informací pro vytvoření matematického modelu odezvy trhací práce na primární železobetonové ostění nového tunelu (protiklenba) resp. kamenném ostění prozatímně provozovaného jednokolejného tunelu číslo I (měření prováděná v nejmenší možné vzdálenosti a to jak na protiklenbě tak na horní lávce),
- ke studiu útlumu maximální amplitudy rychlosti kmitání v tzv. blízké zóně po délce primárního ostění protiklenby nového tunelu popř. původní protiklenby rekonstruovaného tunelu (měření I a II popř. měření IV a V, senzory 2, 5, 6),
- ke studiu způsobu usazení resp. uchycení senzoru seizmické aparatury k podkladu s ohledem na charakter seizmického záznamu jak v amplitudové tak frekvenční oblasti.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován za finanční podpory GAČR 105/09/1415 „Studium seizmických projevů trhacích prací a dalších vibrací v blízké zóně vyvolaných při ražbě mělkých podzemních děl“.

Poděkování patří také pracovníkům firmy Subtera a Arcadis za umožnění experimentálních měření.

Literatura

- Mára, J., Korejčík, J.: 2009, Nový Jablunkovský tunel – projekt a realizace, Tunel, 4, 21-26, Praha.
- Macháček, E., Ďurkač, P.: 2008, Optimalizace trati státní hranice SR – Mosty u Jablunkova – Bystřice nad Olší, přestavba železničního tunelu Jablunkovský č. 2, Tunel, 3, 3-8, Praha.
- Růžička, J., Korejčík, J.: 2006, Rekonstrukce Jablunkovských tunelů, Tunel, 4, 44-47, Praha.
- Jandajsek, O., Veselý, V., Mára, J.: 2009, Tunel Jablunkov – zhodnocení geotechnických rizik přestavby železničního tunelu, Silnice Železnice, 4, 12-13, Praha.
- Stolárik, M., Kaláb, Z.: 2009, Seismological measurement: effect in small distances, Proceedings WTC 2009, 433-434, Budapest.
- Stolárik, M.: 2009, Experimentální seizmické měření – vliv uchycení senzoru na kvalitu záznamu, Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava – Řada stavební, 2/2009, 253-262, Ostrava.
- Stolárik, M.: 2009, Seizmická odezva trhací práce – tunel Slivenec, Teze disertační práce, nepublikováno.

Problems of (dis)continuous sediment movement in the Býčinec Basin (the Moravskoslezské Beskydy Mts.)

Václav Škarpich¹

¹*Department of Physical Geography and Geoecology, Faculty of Science, University of Ostrava*

Abstract

Impediments to sediment movement within a basin restrict the rate of sediment transfer from the area upstream of the respective point. The distribution and movement of river sediment in channels mark the degree of river system (dis)connectivity. We differentiate between factors which impede the sediment supply into the channel (the so-called lateral disconnectivity), factors which impede the sediment supply along the channel (the so-called longitudinal disconnectivity) and factors which disrupt vertical linkages through their effect on surface-subsurface interaction with sediment (we speak about buffers, barriers and blankets respectively). We identified buffers with terraces, alluvial fans and other landforms and features, barriers with torrent controls, bedrock steps, woody debris and blankets with land cover, floodplain sand sheets and other landforms. These features operate as switches of open or close the processes of sediment delivery and determine its potential to directly contribute the sediment to, or transport the sediment along the channel network under given flow condition. This is referred as effective catchment area. We distinguish buffers, barriers and blankets induced by nature from those induced by man. Human impact on landscape connectivity is very variable. Some forms of human disturbance cause disconnectivity (torrent controls disrupting longitudinal sediment movement in already considerably disconnected landscape), while others bring about connectivity (the rate of sediment movement increased as a result of the cleaning of woody debris from channels). The Býčinec sub-catchment plays an important role in the framework of fluvial (dis)continuum, as it is a source of sediment and shows the ability to transform large amounts of rainfalls through land cover, channel and landscape roughness etc. for the whole Morávka River catchment. Main factors affecting distribution and movement of sediments in the Býčinec Basin are induced more by nature than by man relatively.

Keywords: Fluvial geomorphology, (dis)connectivity, sediment distribution, transport of sediments, the Býčinec Brook, the Moravskoslezské Beskydy Mts.

1 Introduction

Study of temporal changes of channel pattern of fluvial systems is one of the main research aim in fluvial geomorphology. For right conception of river system we must know spatial structure of river landscape with all component fluvial system. Spatial distribution of fluvial forms (the first place distribution of erosive and accumulation forms in channel) reflects sediment movement in catchment. The transport of sediment is important component for right function of fluvial system. It determines channel form and a reduction in the supply of these sediments may induce channel changes. We name fluvial system as continuum (Vannote, 1980) and we see it as a transport and present of sediment throughout the channel where the particles are exchanged, with deposition on bars and fresh material of similar nature being eroded from the banks (Hooke, 2003; Kondolf, 1997). In fluvial geomorphology we speak about fluvial (dis)continuum (Lehotský and Grešková, 2008) because continuum is disrupted by disconnectivity (Fryirs et al. 2007; Hooke 2003). We defined (dis)connectivity as the transfer of energy and matter between two landscape compartments or within a system as a whole (Chorley and Kennedy, 1971). We separate three main forms of fluvial (dis)connectivity which influence behaviour of sediment transport in catchment:

- (dis)connectivity disrupt lateral connectivity, so-called buffers (prohibit the enter of sediment into the channel),
- (dis)connectivity disrupt longitudinal connectivity, barriers (prohibit the transport of sediments along the channel),
- (dis)connectivity disrupt vertical connectivity, so-called (prohibit the entrainment of sediments).

Spatial distribution of buffers, barriers and blankets define parts of the catchment which are potentially or actually contributing sediments into the channel, so-called effective catchment area (Fryirs et al. 2007).

¹skarpich@centrum.cz

2 Methodics

Main source of information about occurring erosion and accumulation fluvial forms in the Býčinec Basin brought detailed fluvial-geomorphological mapping. Mapping was complementing with longitudinal and transversal profile of valley (see Fig. 3 and 4).

For analyses of sediment transport we chose sections of the channel which were determined by fluvial-geomorphologically mapping. Every part of the channel is characterized by anthropogenic influence, channel character, stream behaviour etc. In these determined sections, we used the bank to bank sampling frame in the stream (Bunte and Abt, 2001). Particle analysis is based on measurement of the three particle axes that defines the three-dimensional shape of a particle: longest (*a*-axis), the intermediate (*b*-axis), and the shortest (*c*-axis). One of the information sources about connectivity in fluvial system are analyses of area which contribute sediments into the channel. We used nominal diameter and shape index. Nominal diameter represents spatial variability of sediments in channel, reflects effect of sediments workability down along the channel in longitudinal profile and is computed from:

$$D_n = (a \cdot b \cdot c)^{1/3},$$

where *a* is length *a*-axis, *b* is length *b*-axis, *c* is length *c*-axis and D_n is nominal diameter. Shape index represents workability down along the channel too and is computed from:

$$i = (b \cdot c / a^2)^{1/3},$$

where *a* is length *a*-axis, *b* is length *b*-axis, *c* is length *c*-axis and *i* is shape index.

3 (Dis)connectivity in the Býčinec Basin

Accumulation of sediments in longitudinal profile can have various reasons. In the Býčinec Basin accumulation it is caused by effect of local decrease sediment function. We differentiate accumulation induced by nature or man, in the Býčinec Basin. Between natural accumulation comprise bedrock steps, culvert steps and woody debris and between accumulation induced by man comprise woody steps, culverts and bridges.

Erosion parts of channel occurs mainly below the barrier, which impede transport of the sediments. These barriers are in case of the Býčinec induced by nature - woody debris, bedrock steps or induced by man - torrent control, culverts and bridges. Local (dis)connectivity induced deep erosion by man you can see in Fig. 1. In this part culvert caused deep erosion, which is below it ended by torrent control.

One of the main sediment sources in channel is landslide in the middle part of stream (Rybář, 2008). In this part with landslide is visible deep erosion of the channel and then lateral erosion of banks (see Fig. 5). This part of channel is highly connected with source area of sediments.

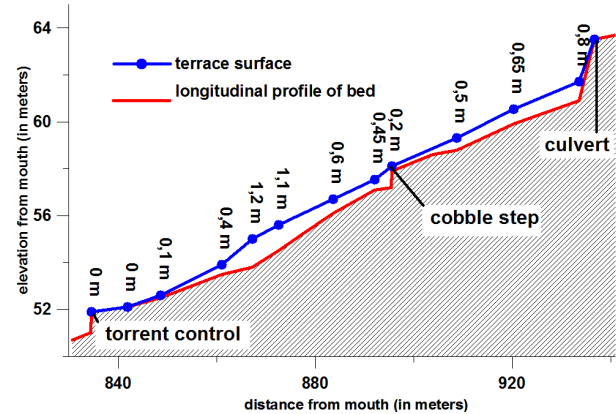


Figure 1: Longitudinal profile of the channel reach with illustrative deep erosion of channel bed from the terrace.

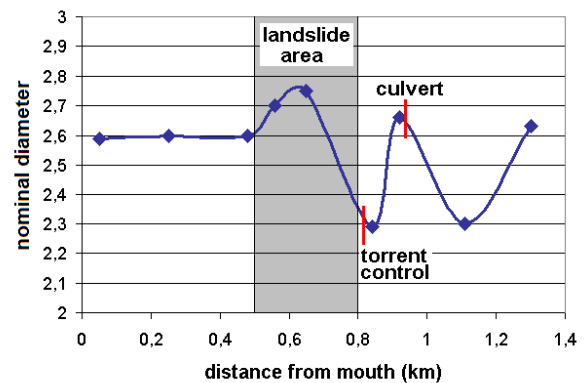


Figure 2: Particle-size composition in longitudinal profile of the Býčinec Brook

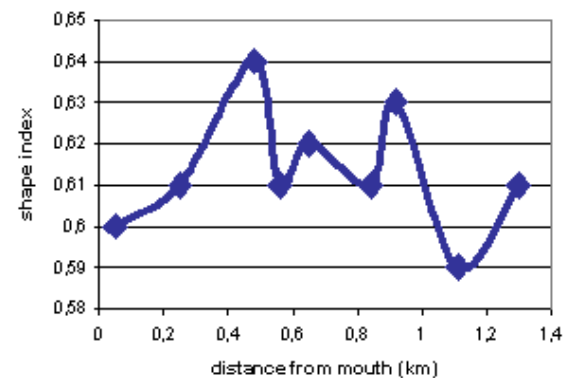


Figure 3: Shape index composition in longitudinal profile of the Býčinec Brook

Lateral (dis)connectivity is represented by buffers. In the Býčinec Basin are (dis)connectivity differentiated between induced by nature and man. Between disconnectivity induced by man are including e.g. enrockment of banks in down part of the Býčinec Basin which have accelerated effect on natural disconnectivity (see Fig. 4 and 5).

4 Macrogranulometric analysis

Macrogranulometric analyse proclaim increasing particle-size index in the landslide area and below the culvert along the channel (see Fig.2.). Increasing of

particle-size index shows sediment source area into the channel (high connective part of the catchment) as landslide area in the middle part of the Býčinec Brook and part of the channel with deep erosion caused by culvert in the upper part of the stream. We speak about effective catchment area (Fryirs et al. 2007) in this case.

Analys of sediments workability by shape index is oscilating around value 0,6 (see Fig. 3). In the upper part of the catchment we see effect of gully which is characterized as source of sediments into the channel. Similarly we see relatively lower value of index in the part of the landslide area.

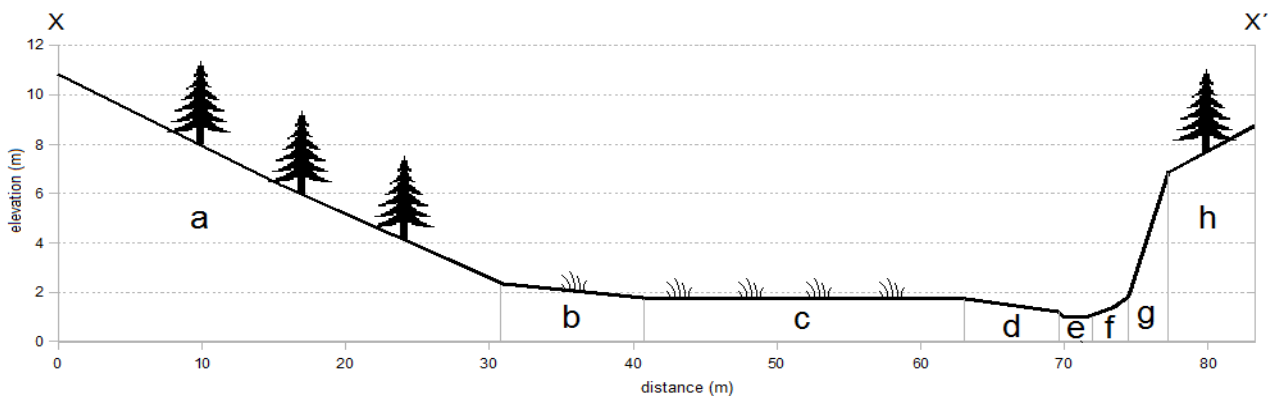


Figure 4: Cross-profile X-X' of valley bottom of the Býčinec Brook- down-stream lateral (dis)continuum; a) slope as potential source of sediments that have been deposited at the bottom of a low-grade slope in colluvial segment; b) colluvial segment of valley disconnected by terrace; c) floodplain with character of disconnectivity and with character as potential source of sediments for channel; d) floodplain eroded by lateral erosion of stream (source of sediments into the channel); e) channel with moving sediments or deep erosion (source of sediments from bed); f) colluvial segment of lateral eroded bank (source of sediments into the channel); g) lateral eroded bank (erosion is recent only with high water stage); h) slope as potential source of sediments.

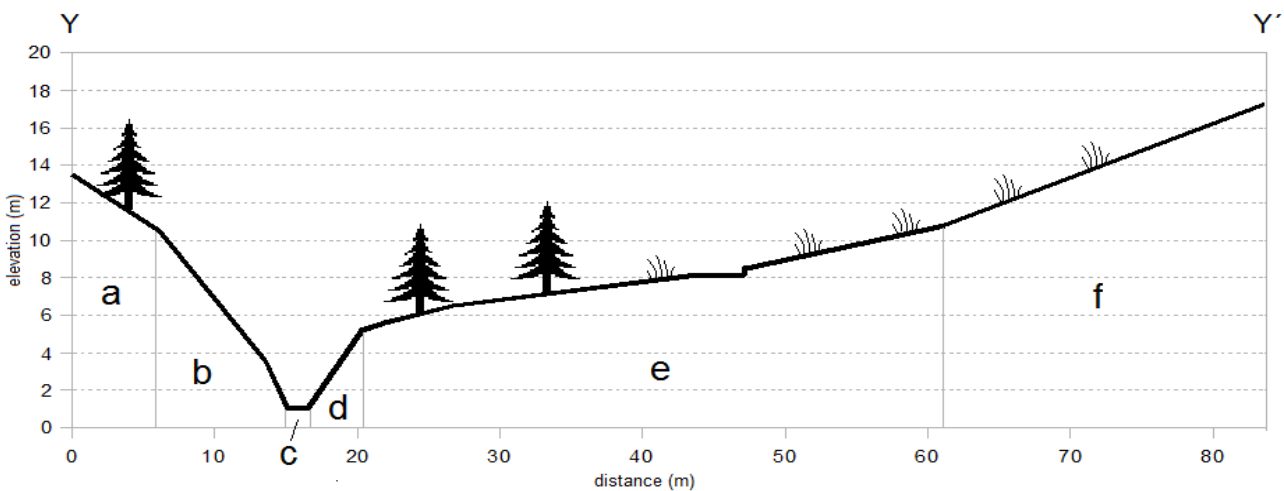


Figure 5: Cross-profile Y-Y' of valley bottom of the Býčinec Brook- middle part of stream lateral (dis)continuum; a) landslide part of slope as potential source of sediments; b) lateral eroded bank in landslide area (erosion is recent, source of sediments into the channel); c) channel with moving sediments or deep erosion (source of sediments from bed); d) lateral eroded bank in landslide area (erosion is actually, source of sediments into the channel); e) accumulation of landslide, alluvial fan and colluvial segment of valley potential source of sediments; f) slope as potential source of sediments that have been deposited in the colluvial segment.

5 Conclusion

Partical-size composition of channel sediments along the longitudinal profile of the Býčinec Brook has unsteady progression. This is caused by unevenly distribution of source sediment areas. This effect is seen on the other streams in the Moravskoslezské Beskydy Mts. (Děd, 2007; Galia, 2009). We are detecting sporadically deep erosion in the channel part with influence of man e.g. torrent control in the middle part of the stream or enrockment of the banks in the downstream where are blocked sediment sources e.g. proluvial or colluvial sediments. This proluvial and colluvial segments of catchment can be potential source area of sediment (Owczarek, 2008). Main source of sediments into the channel are from lateral eroded banks, sediments from stream bed, gullies, colluvial segments with contact parts of channel and landslides.

Acknowledgements

This research is supported by Internal Grant Project University of Ostrava (reg. number 31600/1053). I thank Jana Mičulková and Petr Tábořík for help with field research.

References

- [1] Bunte, K., Abt, S.R. (2001): *Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel-and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 428 p.
- [2] Děd, P. (2007): *Geomorphological assessment of the river Mohelnice headwaters*. Thesis University of Ostrava, Ostrava. 82 p.
- [3] Chorley R. J., Kennedy B. A. (1971): *Physical Geography: A Systems Approach*. Prentice-Hall International, London: 370 p.
- [4] Fryirs K. A., Brierley, G. J., Preston N. J., Kasai M. (2007): Catchment-scale (dis)connectivity in sediment flux in the upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. *Geomorphology* 84: pp. 297 – 316.
- [5] Galia, T. (2009): *Complex geomorphological analysis of the torrent Malá Ráztoka*. Thesis University of Ostrava, Ostrava. 82 p.
- [6] Hooke, J. M. (2003): Coarse sediment connectivity in river channel systems: a conceptual framework and methodology. *Geomorphology* 56: pp. 79-94.
- [7] Lehotský M., Grešková A. (2008): Konektivita/diskonektivita sedimentov tatranského riečneho systému: príklad povodia Studeného potoka. *Geomorfologický sborník 7 : stav geomorfologických výzkumů v roce 2008*: 32.
- [8] Kondolf G. M. (1997): Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management* 21: pp. 533-551.
- [9] Owczarek, P. (2008): Hillslope deposits in gravel-bed rivers and their effects on the evolution of alluvial channel forms: A case study from the Sudetes and Carpathian Mountains. *Geomorphology* 98. pp. 111-125.
- [10] Rybář, J. et al. (2008): Strukturně podmíněné svahové pohyby ve východní části Moravskoslezských beskyd. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2007*: pp. 113-118.
- [11] Vannote R. L., Minshall G. W., Cummings K. W., Sedell J. R., Cushing C. E. (1980): The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol.

Výpočty sdružených úloh napjatosti a proudění pro rozpukanou horninu

Ilona Škarydová
Technická univerzita v Liberci
ilona.skarydova@tul.cz

Abstrakt

Řešená problematika sdružených procesů napjatosti a proudění souvisí s projektem Decovalex, který se zabývá koncepcí plánovaného hlubinného úložiště a bezpečného ukládání vyhořelého jaderného paliva.

K výpočtům používáme jednoduchý testovací 2D model bloku horniny, kde nahrazujeme pukliny tzv. měkkým materiálem, tj. materiálem s řádově nižším modulem pružnosti, než je modul pružnosti horniny. Tímto způsobem můžeme případ řešit jako kontinuum, ale zároveň zachováme vliv diskontinuit.

Oba procesy počítáme sekvenčně: nejprve se zabýváme napjatostí horniny, která ovlivňuje její hydraulickou vodivost a následně i proudění vody. Pro účely výpočtu je třeba transformovat data z mechanické analýzy na data, která se použijí při úloze proudění.

Ověřili jsme, že použití nelineárního materiálu lépe odpovídá reálnému chování horniny. Pokud totiž aplikujeme různé poměry normálových napětí na blok horniny a navíc napětí v jednom směru zvyšujeme, tak jestliže zvyšujeme předepsané napětí v přibližně normálovém směru na puklinu, puklina se pomalu uzavírá. Ale při postupném zatěžování ve směru, který je přibližně tečný na puklinu, dojde nejprve k uzavření pukliny, ale poté se rozevření postupně mírně zvyšuje.

Keywords: numerické simulace, sdružené procesy napjatost, proudění podzemní vody, rozpukaná hornina, Ansys, Flow123D

1 Úvod

Sdružené procesy, konkrétně THMC mají důležitý vliv na chování hornin. V rámci této práce zkoumáme působení hydro-mechanických procesů na horninu s puklinami, konkrétně změny v hydraulické vodivosti rozpukané horniny, na kterou působí mechanické napětí.

Touto problematikou se zabýváme v návaznosti na projekt Decovalex, na kterém spolupracuje několik států z celého světa, které připravují koncepci hlubinného úložiště vyhořelého jaderného paliva, každý ve svém specifickém prostředí. Úložiště by mělo být vybudováno v co nejméně porušeném horninovém masivu. Protože ale vždy v hornině nějaké pukliny budou, případně se vytvoří při výstavbě šachet a tunelů, zabýváme se již zmíněnými hydro-mechanickými procesy v hornině.

Pro řešení 2D hydro-mechanických procesů se užívá metoda oddělených elementů, která je řešena pomocí programu UDEC [2]. Zde je rozpukaná hornina představována samostatnými oddělenými bloky a její chování popisují empirické vztahy vycházející z jejího reálného chování [1].

My jsme zvolili trochu jiný přístup: blok horniny aproximujeme také 2D modelem, ale pukliny jsou reprezentovány 2D útvary. Navíc jsou pukliny představovány materiálovým prostředím, takzvaným měkkým materiálem, jehož Youngův modul pružnosti je řádově nižší než modul pružnosti horniny. S tímto přístupem můžeme s modelem počítat jako se spojitým prostředím, ale diskontinuity – pukliny nám v modelu zůstanou zachovány. Další výhodou je možnost využití obecného konečně-prvkového výpočtového systému. Díky jednoduché aproximaci získáme přehled v této problematice, abychom mohli získané poznatky dále využít ve složitějších a sofistikovanějších modelech.

Dílčí procesy (napjatost a proudění) počítáme odděleně. Postupujeme tak, že nejprve vypočteme úlohu napjatosti a ze získaného pole posunutí získáme změnu šířky pukliny. Tu dále použijeme k určení hydraulické vodivosti horniny, kterou aplikujeme v úloze proudění. K uvedeným výpočtům používáme několik softwarů: pro úlohu napjatosti Ansys, pro úlohu proudění Flow123D. Dále užíváme postprocesorový modul programu GMSH k vizualizaci výsledků úlohy proudění a pro účel transformace dat je vytvořen skript v Matlabu.

Nakonec uvedeme konkrétní úlohu s aplikací popsané metodiky.

2 Metodika řešení

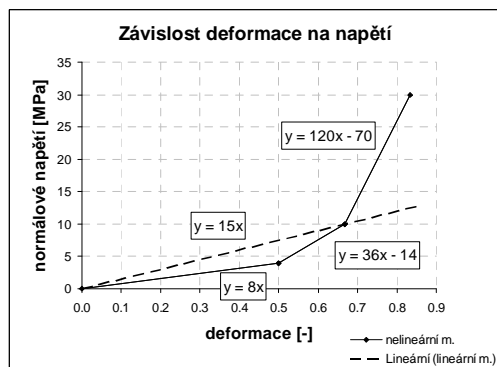
Proudění podzemní vody v puklinovém prostředí je ovlivňováno mnoha fyzikálními procesy. Budeme uvažovat proudění ovlivněné mechanickým napětím. Vytvoříme model bloku horniny s puklinami, na který bude působit mechanické napětí. Jeho vlivem se změní rozevření puklin a tím i hydraulická vodivost horniny. Samostatně vyřešíme úlohu napjatosti a z jejích výstupů vytvoříme vstupy pro úlohu proudění. Řešení probíhá ve třech krocích:

- úloha napjatosti
- transformace pole posunutí do změny šířky pukliny a změny hydraulické vodivosti horniny
- úloha proudění

2.1 Úloha napjatosti

Základním cílem úlohy napjatosti je pro zadanou geometrii se zadanými okrajovými podmínkami (upevněním a zatížením) nalézt pole posunutí, napětí a deformace [7]. Úlohu napjatosti jsme modelovali ve výpočtovém systému Ansys, v režimu rovinné deformace [3].

Důležitým hlediskem je aproximace pukliny materiálovým prostředím. Ve skutečnosti je mezi bloky horniny volný prostor, my ale potřebujeme zachovat model spojité, abychom s ním mohli počítat jako s kontinuem. K tomu nám dobře poslouží „měkký“ materiál, jehož hodnota Youngova modulu pružnosti je nižší než modul pružnosti horninových bloků. Pro srovnání jsme použili materiálový model s $10\times$ a $100\times$ a $3000\times$ nižším modulem pružnosti než modul pružnosti horniny. Navíc je aplikován jeden nelineární materiálový model, který lépe popisuje reálné chování rozpukané horniny a jeho popis vychází z reálného pozorování [1]. Zatímco lineární model má na zvyšující se normálová napětí stále shodnou odezvu, u nelineárního modelu je materiál pukliny měkkší pro nižší napětí, naopak pro vyšší normálová napětí se stává pevnějším. Nelineární model a lineární model materiálu pukliny o modulu pružnosti 15 MPa ($3000\times$ nižší) jsou uvedeny na Obrázku 1.



Obrázek 1: Lineární a nelineární model materiál pukliny

2.2 Transformace pole posunutí na změnu šířky pukliny a hydraulickou vodivost

Protože je třeba z pole posunutí zjistit změnu šířky pukliny a hydraulickou vodivost horniny, musíme si vytvořit nástroj k transformaci dat. K tomuto účelu jsme sestavili skript v Matlabu, který samostatně spočítá absolutní změnu rozevření pukliny. Jako vstupy používá přímo textové soubory vygenerované z Ansysu obsahující seznam uzlů s příslušnými souřadnicemi a seznam elementů s příslušnými uzly a dále soubor se složkami vektoru posunutí jednotlivých uzlů. Výstupem je pak soubor se změnami rozevření pukliny přiřazenými k jednotlivým uzlům pukliny a materiálový soubor s hydraulickými vodivostmi pro program Flow123D.

Pro účely tohoto skriptu a pro jeho jednoznačnou a jednodušší realizaci bylo nutné již při přípravě modelu v Ansysu speciálně rozmístit uzly v puklině. Ty musí ležet přesně naproti sobě v puklině, abychom mohli snadno určit změnu rozevření pukliny jako kolmý průřez rozdílu posunutí uzlů ležících v puklině naproti sobě, viz Obrázek 2:

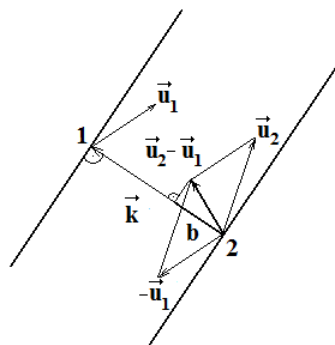
$$\Delta b = \frac{\vec{u}_2 - \vec{u}_1}{\|k\|} \cdot \vec{k}, \quad (1)$$

kde Δb [m] je změna šířky pukliny, \vec{u}_1 [m] vektor posunutí uzlu č.1, \vec{u}_2 [m] vektor posunutí uzlu č.2, k [m] normála ke směru pukliny určená jako spojnice bodů č.1 a č.2, $\|k\|$ [m] velikost normály ke směru pukliny.

Nová změněná šířka pukliny bude pak už pouze součet původní šířky a vypočtené změny šířky. A ze změněné šířky spočteme hydraulickou vodivost horniny [5] podle vztahu:

$$K = \frac{b^2 \rho g}{12\mu}, \quad (2)$$

kde b [m] je změněná šířka pukliny, K [$m \cdot s^{-1}$] hydraulická vodivost, ρ [$kg \cdot m^{-3}$] hustota proudící tekutiny, g [$m \cdot s^{-2}$] tíhové zrychlení a μ [$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$] dynamická viskozita proudící tekutiny.



Obrázek 2: Změna rozevření pukliny

2.3 Úloha proudění

Úlohu proudění počítáme pomocí programu Flow123D, který je vyvíjený na Technické univerzitě v Liberci [4]. Řešíme přitom Darcyho rovnici pro danou geometrii se zadanými okrajovými podmínkami:

$$\vec{q} = -K \text{ grad } H, \quad (3)$$

kde \vec{q} [$m \cdot s^{-1}$] je tzv. darcyovská rychlost (odpovídá plošné hustotě toku), K [$m \cdot s^{-1}$] hydraulická vodivost a H [m] piezometrická výška. Pro úplnost zadání ještě

potřebujeme zákon zachování hmoty, který reprezentuje rovnice kontinuity:

$$\frac{\partial \rho n}{\partial t} = - \left(\frac{\partial}{\partial x_1} \rho v_1 + \frac{\partial}{\partial x_2} \rho v_2 + \frac{\partial}{\partial x_3} \rho v_3 \right), \quad (4)$$

kde v_i ($i=1,2,3$) [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] jsou složky vektoru rychlosti, ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] hustota tekutiny, n [-] porozita, x_i ($i=1,2,3$) [m] polohové souřadnice, t [s] časová souřadnice [8].

3 Výpočet modelové úlohy

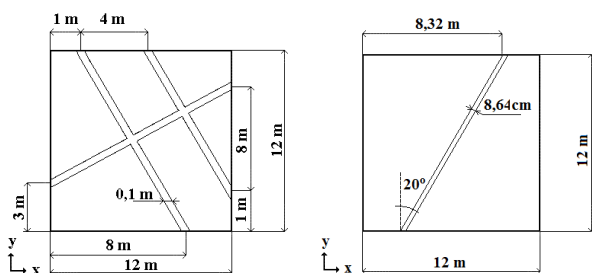
Nejprve nadefinujeme úlohu se třemi puklinami, kterou použijeme pouze k analýze mechanických veličin a nahlédnutí do problematiky chování horninových bloků oddělených puklinami.

Popsanou metodiku pak použijeme na výpočet konkrétní modelové úlohy – 2D model horniny s jednou puklinou a spočteme celý sružený proces napjatost-proudění.

Pro potřeby úlohy napjatosti použijeme model o rozměrech 1000× větších než je jeho skutečná velikost, s daty odpovídajícími skutečnosti. Díky linearitě modelu, pak můžeme před výpočtem úlohy proudění provést přeškálování a model vynásobit hodnotou 10^{-3} . Do úlohy proudění bude vstupovat stejná geometrie pouze s jinými rozměry a hydraulickou vodivostí vycházející z transformace.

3.1 Geometrie, materiálové vlastnosti a okrajové podmínky modelu se třemi puklinami

Geometrie uvažovaného modelu zobrazuje Obrázek 3 vlevo. Jedná se o čtverec o straně 12 metrů se dvěma puklinami směřujícími dolů a jednou z jedné strany modelu na druhou. Pukliny v nezátížené hornině (myšlený stav, kdy na model nepůsobí žádné napětí) měří 8,64 centimetru.



Obrázek 3: Model s jednou a se třemi puklinami

Hodnoty materiálových koeficientů pro úlohu napjatosti pro horninu i obě varianty „měkkých“ materiálů pukliny jsou uvedeny v Tab. 1. V úloze se třemi puklinami jsme využili pouze první čtyři zmíněné materiály.

Tab. 1 – Fyzikální vlastnosti granitu a pukliny

Materiál	E [MPa]	μ	Hustota [kgm^{-3}]
Granit	45000	0,23	2700
Puklina 1	4500	0,23	2700
Puklina 2	450	0,23	2700
Puklina 3	15	0,23	2700
NelinPukl	proměnný	0,23	2700

U modelu s více puklinami jsme upevnili obě boční strany ve směru osy x a pro jednoznačné určení bylo nutné navíc předepsat nulové posunutí ve směru obou souřadných os pro jeden bod uvnitř modelu.

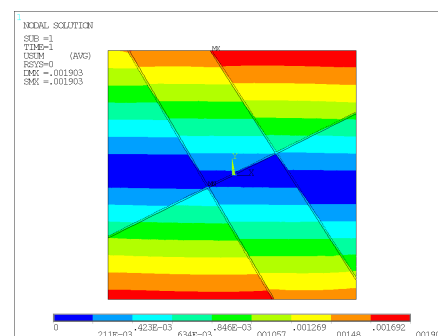
Střed modelu je umístěn 500 metrů pod zemským povrchem, proto je na jeho horní stranu aplikováno napětí odpovídající tlakové síle horniny nad modelem a spodní strana je zatížena stejnou hodnotou napětí, pouze zvětšenou o tíhu odpovídající bloku horniny o rozměrech modelu.

3.1.1 Vyhodnocení modelu se třemi puklinami

Pro ilustraci zde uvedeme pouze několik nejdůležitějších poznatků a k tomu jsme vybrali celkové posunutí pro model s puklinou s materiálem s modulem pružnosti 4500 MPa (materiál Puklina 1), který je uveden na Obrázku 4.

Vlivem předepsaného zatížení hraje dominantní roli y složka vektoru posunutí a hodnota celkového posunutí v polovině modelu pohybuje okolo nuly. Z obrázku je vidět, že bloky se po puklině mohou vlivem měkkého materiálu klouzat a tomu i odpovídá pole posunutí v puklinách, které přechází víceméně plynule od jednoho kraje horninového bloku ke druhému.

Z vizualizací dalších veličin je možné určit, že se vlivem nižšího modulu pružnosti při stejném napětí více deformují pukliny než hornina. Maximální intenzita deformace je dosažena pro puklinu jdoucí zleva doprava. Díky přítomnosti puklin se v modelu vyskytuje nenulové smykové napětí a to právě v puklinách, v hornině se jeho hodnoty pohybují okolo nuly. Všechny tyto vlastnosti se pak ještě více projevují pro měkký lineární materiálový model pukliny Puklina 2.



Obrázek 4: Pole posunutí

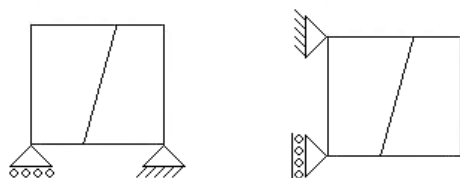
3.2 Geometrie, materiálové vlastnosti a okrajové podmínky pro model s jednou puklinou

3.2.1 Úloha napjatosti

Geometrie modelu s jednou puklinou pro úlohu napjatosti je uvedena na Obrázku 3 vpravo. Svým konceptem odpovídá geometrii modelu s více puklinami, obsahuje však pouze puklinu jdoucí šikmo dolů.

Materiálové vlastnosti modelů s jednou puklinou jsou stejné jako pro případ se třemi puklinami, ale použit je i nelineární materiál (Obrázek 1) a lineární materiál Puklina 3 (Tab. 1), který se lépe hodí pro porovnání s nelineárním materiálem.

Pro tento model jsou předepsány dva typy upevnění. V prvním případě je předepsáno nulové posunutí ve směru obou souřadných os v pravém dolním rohu modelu a nulové posunutí ve směru osy y v levém dolním rohu modelu. Ve variantě druhé je upevnění analogické, pouze je umístěné z boku modelu. Fixován je tedy levý horní roh ve směru obou souřadných os a levý dolní roh ve směru osy x . Zjednodušeně řečeno jsou buď upevněny oba bloky horniny modelu, nebo je upevněn pouze levý blok a pravý „drží“ jen přes puklinu, viz Obrázek 5.



Obrázek 4: Upevnění modelu s jednou puklinou: upevnění 1(vlevo), upevnění 2(vpravo)

Zatížení pro model s jednou puklinou jsme oproti modelu s několika puklinami zjednodušili. Neuvažovali jsme zde tíhovou sílu, ale předepisovali jsme napětí, které přibližně odpovídá napětí v hloubce 500 metrů. Hodnoty zatížení jsou navíc předepisovány v různých poměrech tlaku seshora a zdola ku tlaku z boků modelu (konkrétně hodnoty 0:13, 13:13, 26:13, 39:13, 60:13 MPa a hodnoty v opačném poměru).

3.2.2 Úloha proudění

Geometrie pro úlohu proudění je shodná jako pro nezatížený stav v úloze napjatosti, i když puklina ve skutečnosti vlivem zatížení samozřejmě změní šířku. Do modelu proudění tedy není tato změna zahrnuta fyzickým přetvořením geometrie, ale změnou hodnot hydraulické vodivosti jednotlivých elementů pukliny.

Hydraulické vodivosti jednotlivých elementů pukliny jsou spočtené skriptem v Matlabu. Hydraulická vodivost pro elementy horniny je rovna hodnotě mnohonásobně nižší, aby většina vody protekla přes puklinu, konkrétně jsme zvolili hodnotu $10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Okrajové podmínky pro úlohu proudění se týkají už pouze modelů s jednou puklinou, pro které provádíme kompletní modelový příklad. Těmto modelům jsou předepsány modelové okrajové podmínky. Na horní a dolní stranu předepsán takový tlak, aby působil směrem nahoru tlakový gradient a voda mohla proudit proti směru působení gradientu. Konkrétně je na horní stranu předepsáno 100 mm a na dolní stranu 105 mm piezometrické výšky.

3.2.3 Vyhodnocení modelového příkladu pro sružený proces

Ve zhodnocení celého sruženého procesu se již nebudeme zabývat samostatným popisováním výsledků úlohy napjatosti, jejich vliv ale zmíníme při popisu změny rozevření a hydraulické vodivosti pukliny.

Změna šířky je vypočtena skriptem v Matlabu a přiřazena k jednotlivým uzlům pukliny. Budeme ji porovnávat jednak z hlediska materiálových modelů pukliny, ale také v závislosti na použitém zatížení a upevnění. Budeme uvažovat původní šířku pukliny 8,64 cm a uvažovaná zatížení 0, 13 a 26 MPa aplikovaná v kombinacích z boků, seshora a zdola.

Celkově lze říci, že pro modely s lineárními materiály se puklina více či méně zužuje. K nejvýraznějšímu zúžení dochází pro modely s vyšším tlakem z boků. Změna rozevření pro modely s upevněním dole (Obrázek 4 vlevo) je pro všechny elementy víceméně konstantní vzhledem k poloze v puklině, pro modely s upevněním z boku dochází k většímu rozptylu hodnot. Tato vlastnost platí jak pro vyšší předepsaný tlak seshora a zdola, tak pro vyšší tlak z boků.

Modely s materiálem pukliny Puklina 1 vykazují změnu šířky v řádu 10^{-4} m , s materiálem Puklina 2 v řádu 10^{-3} m . Přitom zde platí princip superpozice a účinky aplikovaných napětí se sčítají.

Vlastnosti změny šířky pro lineární materiál s modulem pružnosti $E = 15 \text{ MPa}$ (3000×nižší než je modul pružnosti horniny) jsou kvalitativně shodné s vlastnostmi, které byly popsány pro materiály Puklina 1 a Puklina 2. Změny šířky jsou ale výraznější, pohybují se v řádech centimetrů. V Tab. 2 jsou uvedeny konkrétní hodnoty změny šířky pro lineární v porovnání s nelineárním materiálem pukliny. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny s uvažovanou původní šířkou pukliny 8,64 cm a zapsány jsou minimální a maximální změny v rámci pukliny. Zatížení označená 1 až 6 jsou upevněna zdola, zatížení O2 až O4a jsou upevněna z boku.

Z tabulky je vidět, že se puklina nejméně uzavírá pro aplikované zatížení 1 a O1. Naopak pro lineární materiál pukliny při jakémkoli zatížení, kde je aplikováno 26 MPa z boků, je změna šířky větší, než je její původní šířka. Tento problém vyřeší použití nelineárního materiálu, kde už k nereálnému zúžení nedochází, a proto lépe popisuje skutečné chování rozpukané horniny.

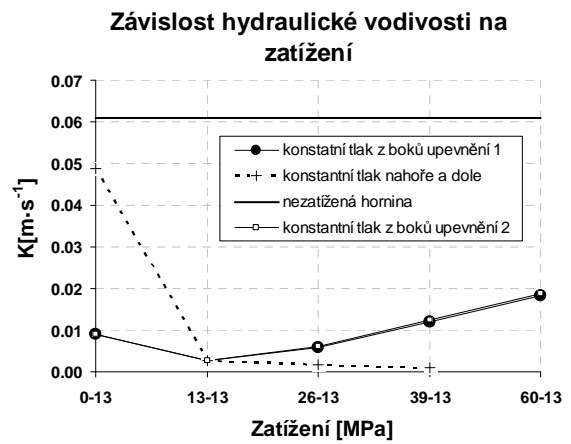
Tab. 2 – Změna šířky pro lin. a nelin. materiál

Č. zatížení	popis zatížení (předepsané tlaky)	změna rozevření pukliny [cm]			
		lin. materiál E = 15 MPa		nelineární materiál	
		min	max	min	max
1	13 MPa nahoře a dole	-0,835	-0,752	-1,01	-0,914
2	26 MPa nahoře a dole 13 MPa z boků	-7,30	-7,21	-6,03	-5,95
3	13 MPa nahoře a dole 26 MPa z boků	<-8,64		-7,24	-7,20
4	26 MPa z boků	<-8,64		-6,04	-5,96
4a	13 MPa z boků	-5,70	-5,63	-5,33	-5,26
5	26 MPa nahoře a dole	-1,67	-1,50	-1,21	-1,09
6	26 MPa nahoře a dole 26 MPa z boků	<-8,64		-7,83	-7,81
O1	13 MPa nahoře a dole	-0,861	-0,731	-1,04	-0,893
O2	26 MPa nahoře a dole	-1,72	-1,46	-1,24	-1,05
O4	26 MPa z boků	<-8,64		-6,05	-5,94
O4a	13 MPa z boků	-5,71	-5,62	-5,33	-5,25

K vyhodnocení změny hydraulické vodivosti horniny použijeme výše zmíněná zatížení s různými poměry aplikovaných napětí. Předepíšeme konstantní tlakové napětí 13 MPa shora a zdola a napětí z boků zvyšujeme, nebo předepíšeme 13 MPa z boků a měníme napětí seshora a zdola, zde již uvažujeme přeškálovaný model.

Závislost hydraulické vodivosti horniny na aplikovaném zatížení zobrazuje Obrázek 5. Pro tuto analýzu byl použit nelineární materiál pukliny. Jednotlivé křivky jsou pojmenovány podle toho, kde je u modelu předepsán konstantní tlak. Pro konstantní zatížení z boků zde máme dvě varianty lišící se upevněním, viz Obrázek 4. Plná čára bez značky označuje hydraulickou vodivost horniny, která není zatížena. Hodnoty na ose x jsou jen určitým označením pro jeden typ zatížení, druhý typ zatížení by byl označen symetricky.

Z průběhů křivek je patrné, že pro každé zatížení hodnota hydraulické vodivosti horniny s puklinou klesne oproti nezatíženému stavu. Pokud na blok horniny předepisujeme zvyšující se tlak z boků, tak se puklina pomalu uzavírá a hydraulická vodivost horniny klesá (znázorněno čárkovaně). Pro oba případy zvyšujícího se tlaku nahoře a dole, které se liší pouze upevněním, platí, že se puklina nejdříve poměrně dost uzavře, při dalším nárůstu tlaku se však znovu pomalu otevírá, ale na hodnotu rozevření nezatížené horniny se už nedostane. Hydraulická vodivost horniny se tedy pro tato zatížení nejprve zmenší, dále ale její hodnota roste (křivky, které se překrývají).



Obrázek 5: Závislost hydraulické vodivosti na aplikovaném zatížení

4 Závěr

Řešili jsme sdružené procesy napjatosti a proudění pro rozpukanou horninu. Popsali jsme chování horniny s puklinami zatížené různými napětími a vliv na hydraulickou vodivost. Přitom jsme materiál pukliny aproximovali tzv. měkkým materiálem, jehož Youngův modul pružnosti je nižší než modul pružnosti horniny. K řešení této úlohy jsme vypracovali obecnou metodiku, kterou jsme aplikovali na konkrétní modelové 2D úloze.

Postupovali jsme ve třech oddělených krocích – (1) úloha napjatosti, (2) transformace pole posunutí do změny rozevření pukliny a hydraulické vodivosti, (3) úloha proudění.

Nejprve bylo nutné vyřešit úlohu napjatosti na 2D modelu horniny s jednou puklinou, kterou jsme modelovali v konečně-prvkovém systému Ansys. Vyzkoušeli jsme použití několika lineárních materiálů a jednoho nelineárního. Při zatěžování modelu různými velikostmi kolmých tlaků jsme získali přehled o rozložení napětí v hornině s puklinou, velikosti deformací a také pole posunutí, které jsme využili v další části. Pro modely platí, že díky nižšímu modulu pružnosti se puklina deformuje daleko více než hornina, což odpovídá skutečnosti.

Rozevření pukliny vypočtené pomocí skriptu vytvořeného v rámci transformace v Matlabu se pro všechna zatížení více či méně zmenšuje oproti původní šířce pukliny. K vyššímu zúžení dochází pro tlak předepsaný z bočních stran modelu, než pro tlak nahoře a dole. Nelineární model materiálu horniny více odpovídá skutečnému chování pukliny: ani pro vyšší hodnoty předepsaného tlaku nedošlo k nereálnému uzavření pukliny, jak se stalo pro jeden z lineárních materiálů. Tato skutečnost ukazuje limity pro užití lineárního materiálu a vhodnost použití přesnějšího, nelineárního materiálu pukliny.

Třetí část zahrnuje výpočet úlohy proudění v programu Flow123D s modelovými okrajovými podmínkami, s využitím spočítané hydraulické vodivosti. V rámci této části jsme vytvořili sadu úloh s puklinou s nelineárním

materiálem, kde jsme předepsali různé poměry tlaků od 1:0 do 1:4,6 a opačně. Pro zatížení, kde se zvyšoval tlak ze stran, dochází k postupnému zužování pukliny. Pro opačné zatížení s rostoucím tlakem nahoře a dole dojde pro nižší tlaky k zúžení pukliny, při dalším zvyšování se puklina opět mírně rozšiřuje, ale stále zůstává oproti původnímu stavu uzavřená. Toto chování potvrzuje správnost modelu, protože takto se chová i reálná rozpukaná hornina.

Reference

- [1] K.B. Min, J. Rutqvist, C.F. Tsang, L. Jing: *Stress-dependent permeability of fractured rock masses: a numerical study*, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 41 2004, 1191-1210
- [2] A. Baghbanan, L. Jing: *Stress effects on permeability in a fractured rock mass with correlated fracture length and aperture*, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences
- [3] *Ansys: Analysis Guide*, elektronická dokumentace systému Ansys
- [4] Dokumentace k software Flow123D
- [5] H. Kříž: *Hydrologie podzemních vod*, Academia, Praha, 1983
- [6] J. Pruška: *Geomechanika a mechanika hornin*, Nakladatelství ČVUT, Praha 2002
- [7] J. Kvasnica, A. Havránek, P. Lukáč, B. Sprášil: *Mechanika*, Academia, Praha 2004
- [8] J. Valentová: *Hydraulika podzemní vody*, Nakladatelství ČVUT, Praha 2007

Use of electrical resistivity tomography in the research of mountain ridge disintegration

Petr Tábořík¹

¹*Department of Physical Geography and Geoecology, Faculty of Science University of Ostrava*

Abstract

Main goal of geomorphological research is not only the determination of relief forms but mainly the assessment of the genesis of relief as well as its age, if possible. Mere observation and description of landforms may not be sufficient to reveal the true reason for the genesis of a form. It is therefore very important to support pronounced theories with factual information. An important part of the research is formed by structure measurements and the application of the methods of morphostructural analysis and geophysical methods. One of the geophysical methods is Electrical Resistivity Tomography (ERT) consisting in the measurement and determination of electrical resistivity below the surface. The interpretation of the resulting inverse model enables us to describe the situation beneath the Earth's surface.

The applicability of ERT in the mountain relief research derives from the very character of this method. Beside the fact that the measuring electrode needs to be located c. 10 cm below the surface, ERT can be considered as a non-invasive and non-destructive research method. As well as other geophysical methods (geo-radar, seismic refraction) this method (ERT) is able to provide the information on the situation beneath the surface without the necessity of drilling or digging which is appreciated especially in hardly accessible or rocky areas in which direct site excavation is unfeasible. The interpretation of the results is, however, complicated and it often requires other data confirming a given hypothesis. In order to obtain reference data it is necessary to study previously published researches but what is fundamental is a complex approach to the studied subject. As for the mountain ridge disintegration, ERT significantly facilitates the determination of the disintegration depth and the colluvial sediment layer thickness; the delimitation of slip plane, or the verification of faults, crevices and crevice-type cave systems, which are forms typical of, e.g. the area of the flysch Carpathians. Many of such measurements were carried out lately within the research activities of the Department of Physical Geography and Geoecology of the University of

Ostrava. The studied area comprised the area of the Outer Western Carpathians – the Moravskoslezské Beskydy Mts., the Polish part of the Slezské Beskydy Mts. and the Kysucké Beskydy Mts.

Keywords: Electrical resistivity tomography, geophysical methods, mountain ridge disintegration, Outer Western Carpathians.

1 Introduction

Electrical Resistivity Tomography (ERT) has become one of the most applied and user-favourable geophysical technique in geomorphological research.

ERT is - beside ground penetrating radar and seismic refraction - one of the most suitable techniques for investigation of the depth and internal structure of various quaternary deposits, weathering mantles, landslides and other geomorphic topics. Multiple character of the technology using various electrode arrays significantly reduces measurement time and is suitable for applications even in hardly accessible mountain areas. ERT can be used for various problems concerning slope deformations and accompanying landslide assemblages. (Šilhán and Pánek 2007, Pánek, Hradecký, Šilhán 2008).

This paper is dealing with possible usage of ERT in relief of mountain ridges affected by deep-seated disintegration and consequential processes, such as lateral spreading, toppling etc.

2 Methodics

Electrical Resistivity Tomography (ERT) is a 2-dimensional geophysical technique to study the shallow subsurface of the Earth with a high resolution (Ward 1990 in Mailett et al. 2005).

A resistivity survey aims to determine the resistivity distribution in the subsurface by making measurements along the ground surface. It is based on measuring the electrical potential between a pair of electrodes caused by direct current injection between another pair of electrodes. Then the apparent resistivity is measured. Data are generally presented in the form of a

¹ petr.taborik@post.cz

pseudosection which is a representation of the apparent resistivity variations in the subsurface (Drahor et al. 2006).

Two-dimensional electrical resistivity tomography studies are generally performed by using a multi-electrode cable. The arrangement of electrodes for different configurations is managed by a resistivity-meter that has an electronic switching unit and a personal computer (Griffiths and Barker 1993 in Drahor et al. 2006).

3 ERT in the research of mountain ridge disintegration

3.1 Use of ERT in term of technical equipment requirements

The ERT equipment consists of multi-electrode cables, ARES system instrument combining a resistivity-meter, an electronic switching unit and a personal computer and an electric energy source e.g. accumulator battery. The length of the cable sections is variable depending on number of multi-electrode cable.

In order to provide sufficient conductivity between multi-cable and the Earth surface or subsurface actually, there is a set of “electrode-nails” with each of the cable. Those are located c. 10 – 15 cm below the Earth surface to mediate the electric connection between electrodes and subsurface environment.

All equipment is suitable to be transported by vehicle and can be spread among persons who carry the equipment to the locations remote from maximum possible vehicle access. After all, there are some weight limits which demand more people to carry the equipment. It makes the usage of ERT method in the difficult terrain of mountain ridges slightly limited.

3.2 Use of ERT in term of human resources requirements

Beginning at the general level, the accessibility of the studied areas within the mountain ridge research is often problematic. Studied localities are usually not located immediately nearby communications, so relatively considerable requirement is laid on use of manpower. Technical equipment (see above) is often necessary to be carried on significant distance along the obvious physical difficulty we have to include a time aspect as well. But not always there is a possibility to provide sufficient number of persons running a measurement; therefore - in terms of work organisation - we can consider ERT method as relatively exacting.

The terrain on its own often uses to be problematic on the sites where the ERT profile is provided. Field work is frequently complicated by very hardly penetrable vegetation, or considerable slope of the

terrain. We usually deal with unconsolidated colluviums formed by rock block and debris too. So, in these terms, the method requires high demands on research work in the terrain and some parts of the relief we can designate as extreme.

The last but not less important aspects are: climatic factors, namely altitude, slope exposition and, not least, the meteorological situation during the certain days. Limited visibility or adverse weather conditions, such as rain, snow, low temperature, strong wind or its combination, can be very complicating for so far unfavourable conditions for field work (accessibility, vegetation).

Considering this, we can regard the ERT method for research of ridge disintegration as relatively demanding with respect to all aspects mentioned above – from relatively less difficult up to extreme method of research. The ERT measurement on its own is - in spite of difficulties during the laying the profile along - relatively easy matter.

3.3 Use of ERT for recognition of the subsurface structures related to the ridge disintegration

The applicability of ERT in the mountain relief research derives from the very character of this method. As a method of the subsurface survey, ERT is able to provide valuable information on the situation beneath the surface without the necessity of drilling or digging which is appreciated especially in hardly accessible or rocky areas in which direct site excavation is unfeasible. The mountain ridges are often such areas with difficult access, rocky etc. ERT is then one of the few methods suitable for the subsurface survey.

The ridge disintegration phenomenon is usually related to the disintegration of whole massif, often caused by deep-seated creep. Geological structure and tectonics very often predispose the specific development in the particular parts of the massif. Shallow (or “shallower”) slope deformation is often related to the deeper structure, such as deep dislocation of both horizontal and vertical course – e.g. dislocation developed on bedding planes and affected by tectonic faults causing the process of lateral spreading (in accordance with Hradecký and Pánek 2008, Dikau et al. 1996, Pašek et al. 1977). Previous research in several parts of the Outer Western Carpathians brings knowledge of the genesis and further development of the flysch massifs and points out the main trend of overall ridge disintegration followed by other types of the slope deformations. This is the main trend which forms the landscape of flysch Carpathians (Hradecký and Pánek 2000, 2008; Hradecký, Pánek and Adamec 2007; Pánek and Hradecký 2006; Pánek, Tábořík and Hradecký 2006). Similar evidence of the deep-seated slope deformation bring Migoń et al. (2008) in the study

dealing with deep-seated landslides and prehistoric flowslides in the volcanic terrain of the Góry Kamienne Mts in southwest of Poland. Also in this area the method of ERT has been used for recognition and determination of the subsurface structure.

Generally, ERT in the research of the deep-seated ridge disintegration helps us to confirm the dislocation zones and to determine the body of moving mass, such as rotational blocks, shallow landslide accumulation or debris flow. The landforms mentioned above are usually obvious from mere terrain observation, so ERT can support the preliminary hypothesis. However, much more important benefit of the ERT sounding is the possibility to display deeper subsurface structures which are often hidden to the eye of the observer. For example, ERT has been successfully used for detection of subsurface cavities, specifically crevice-type cave systems in several localities in the Outer Carpathians – namely in the Moravskoslezské Beskydy Mts., the Slezské Beskydy Mts., the Kysucké Beskydy Mts., etc. Caves and crevices are usually represented as zones of extreme high resistivity, contrary to the bedrock which is usually displayed as the zone of higher but not extreme resistivity (Fig. 1).

Similar high values of resistivity can figure the wider zones of disintegration such as tension cracks (Fig. 2). However, many of disintegration zones are related to the tectonic faults as such are displayed as zones of very low resistivity (see Fig. 3). So, the interpretation of those zones could be complicated and requires a complex approach to the studied subject based on previously published researches of the area in as many aspects as possible, especially the previous geomorphological and geological studies with emphasis on structure and tectonics.

A determination of a landslide body or a slip plane is usually more difficult because the resulting inverse model may not be able to show sufficient contrast in resistivity to determine the depth of the landslide body (Fig. 3). Nevertheless, even the information of the character of the slope subsurface without exact depth of the slope deformation can be very helpful to determine the possible slope development. ERT sounding can be also used for delimitation of one type of colluvial sediments from another; such is supported by one of the last measurement performed in the area of the Góry Kamienne Mts. in November 2009 (unpublished so far).

Recognition of all subsurface structure mentioned above is depending on chosen electrode array which is different in depth range, resolution and resistance against the electric noise – especially in the near-surface layer where the electrodes are placed. These aspects of measurement are reflected in the choice of the measuring method - electrode array. For the common sounding there are three most used methods: the Wenner array (in Wenner Alpha variety), the Wenner-

Schlumberger array (often called simply just “Schlumberger”) and the Dipole-Dipole array.

The most used is the Schlumberger array for number of reasons. First, this method brings compromise in resolution in both vertical and horizontal level. It is, in matter of time, a compromise method at the same time. Unfortunately, together with the Dipole-Dipole array has this method lower resistance against the electric noise. In the term of depth range offers the method again a compromise. That is why this method is often used.

The Schlumberger array seems to be very suitable because of good results and resolution in both vertical and horizontal ways. Also depth range is usually sufficient according to total length of the profile.

The Dipole-dipole electrode array is suitable namely for the vertical structures. This method provides very good results in resolution and depth range and we are able to see deeper structures in the profile compared with Schlumberger array. However, as a disadvantage of this method we can consider relatively low resistivity against the electric noise. Especially the high near-surface resistivity can affect results of measurements, so on account of this disadvantage there are obvious limitation of use of the method. On many sites where the ERT survey has been done to date there is high resistivity colluvial layer formed by block fields, debris or very dry soil substrate, so results of the measurements could have been affected by higher error.

On the other hand, the Dipole-Dipole electrode array has recently provided valuable information about the depth of disintegration despite the fact that this electrode array can be affected with higher level of electric noise of the subsurface environment. For this reason, there is a question of the other measurement by another method (e.g. Schlumberger) on the very same profile in order to get reference data.

The last method - the Wenner electrode array is working with lower resolution and lower depth range so it seems to be less suitable for deep ridge disintegration. But this method offers very good resistivity against the near-surface noise. So in some special occasions, such as the measuring in the block or debris field could be, on the contrary, this method the one which is suitable to use. Also if we need to recognize same shallow-situated subsurface structure the Wenner array should be the method designated for horizontal structure recognition. However, it is better to run Schlumberger method to get reference data because of lower resolution of the Wenner method (for reference see Acknowledgements).

4 Conclusion

Electrical resistivity tomography, as one of the geophysical methods, is suitable for survey of subsurface structures without necessity to affect landscape with any destructive impact. Along with

structure measurements and the application of the methods of morphostructural analysis, ERT can be, despite the certain limits (resolution, depth range, human resources requirements and climatic conditions), considered as one of the non-invasive methods of basic field survey.

It helps us to get a better picture of the situation under the Earth surface and to understand the internal structure of the mountain massif and the processes which formed the relief. Identification of massif dislocation, such as tectonic faults, crevices, tension

cracks, crevice-type caves or slip planes is one of the benefits of this method. Method could be also used for determination of the location of the structure or its depth or vertical and horizontal range. With ERT we can determine and calculate approximate thickness of colluvial sediments too.

But ERT has wide usage not only for research of ridge disintegration and slope deformation but it can be used for several kinds of survey in the field of geology, geomorphology and other geosciences.

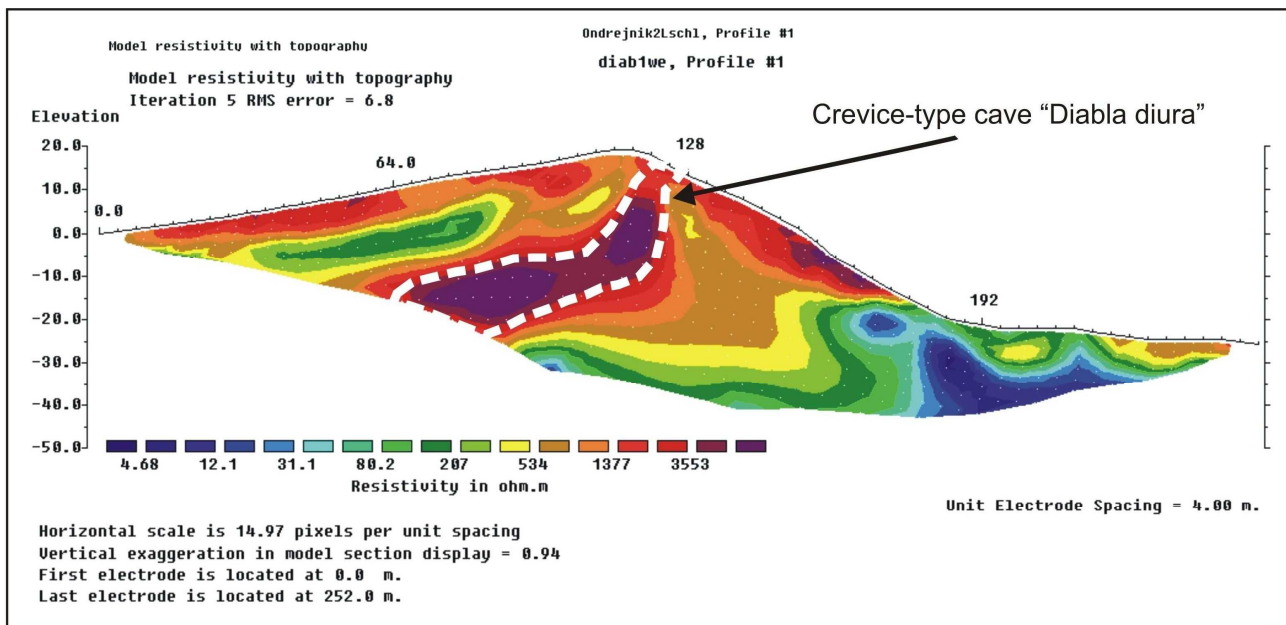


Figure 1: ERT is a suitable method for identification of several kinds of subsurface structures such as crevices or crevice-type cave systems. Inverse model displays the course of the cave “Diabla diura” in the Polish part of the Outer Western Carpathians with characteristic very high values of resistivity (the Schlumberger electrode array).

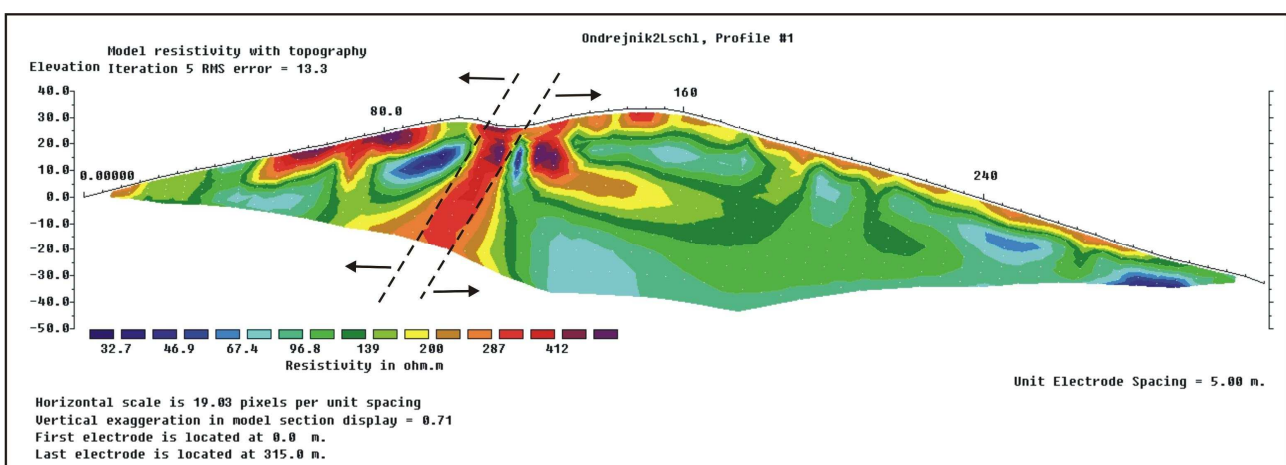


Figure 2: The typical example of the ridge disintegration with high resistivity zone formed by cracked rock. This zone was verified by borrow pit which confirmed the situation figured above (the Ondřejník Mts., Outer Western Carpathians; the Schlumberger electrode array).

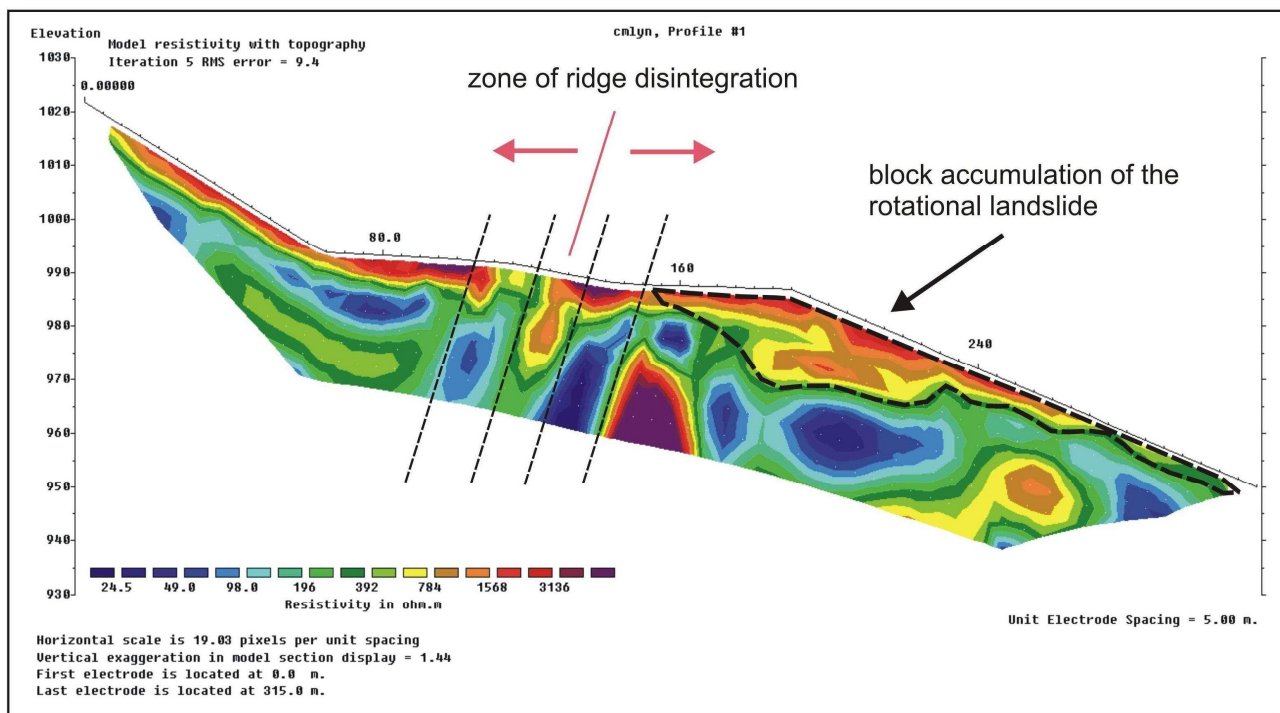


Figure 3: Disintegration of the lateral ridge of the Čertův mlýn massif in the Moravskoslezské Beskydy Mts. Low resistivity zones could be likely interpreted as tectonic faults affecting a development of the ridge. ERT helped to determine the range of the rotational landslide formed from the block affected by toppling.

Acknowledgements

All technical characteristic of the electrode arrays was provided by GF Instruments s.r.o., Ječná 29a, 62100 Brno, tel: 00420 541 634 285, info@gfinstruments.cz. Author thank to the experts of GF Instruments for technical support and to Lucie Pohorelčová and Jindřiška Festová for the language review.

Author also thank to all colleagues and students of Department of Physical Geography and Geoecology, Faculty of Science University of Ostrava who were helpful during the field work - geophysical measurements with use of ERT.

References

- [1] Dikau, R., Brunsden, D., Schrott, L., Ibsen, M.L. 1996. *Landslide Recognition. Identification, Movements and Causes*. Chichester. 251 p. ISBN 0-471-96477-8.
- [2] Drahor, M.G. et al. 2006. Application of electrical resistivity tomography technique for investigation of landslides: A case from Turkey. *Environ.Geol.*
- [3] Hradecký, J., Pánek, T. 2008. Deep-seated gravitational slope deformations and their influence on consequent mass movements (case studies from the highest part of the Czech Carpathians). *Natural Hazards, Springer*. sv. 45, s. 235-253. ISSN 0921-030X.
- [4] Hradecký, J., Pánek, T. 2000. Geomorphology of the Smrk Mt. area in the Moravskoslezské Beskydy Mts. (Czech Republic). *Moravian Geographical Report*. s. 45-54. ISSN 1210-8812.
- [5] Hradecký, J., Pánek, T., Adamec, M. 2007. Hluboké svahové deformace - rizikový faktor kulminační části českých Karpat. *Fyzicko-geografický sborník*. Brno: Masarykova univerzita. s. 127-133. ISBN 978-80-210-4323-7.
- [6] Migoń, P., Pánek, T., Hradecký, J., Kasprzak, M., Šilhán, K., Smolková, V. 2008. Geomorphological and geophysical evidence for deep-seated landslides and prehistoric flowslides in the volcanic terrain of the Kamienne Mountains, Sudetes, SW Poland. In *Stav geomorfologických výzkumů v roce 2008*. Česká asociace geomorfologů, s. 35-36. ISBN 978-80-86407-39-5.
- [7] Pánek, T., Hradecký, J. 2006 Large-scale landslides in the culmination part of the Czech flysch Carpathians. *Regional Conference on Geomorphology, Vol. I*. Goiania: International Association of Geomorphologists. s. 84-84.

- [8] PÁNEK, T., HRADECKÝ, J., ŠILHÁN, K. 2008. Application of electrical resistivity tomography (ERT) in the study of various types of slope deformations in anisotropic bedrock: case studies from the Flysch Carpathians. *Studia Geomorphologica Carpatho Balcanica*. 42, pp. 57-73.
- [9] Pánek, T., Tábořík, P., Hradecký, J. 2007. Gravitační rozpad hřbetu Čertova Mlýna (Moravskoslezské Beskydy). In *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2006*. Brno, roč. XIV. s. 124-129. ISBN 978-80-210-4400-5.
- [10] PAŠEK, J. et al. 1977. *Svahové pohyby blokového typu*. Rozpravy ČSAV, řada matematických a přírodních věd, roč. 87, 3., 70 s.
- [11] ŠILHÁN, K., PÁNEK, T. 2007. Využití elektrické odporové tomografie (ERT) v geomorfologii. *Miscellanea Geographica*. 2007, sv. 13, s. 53-58.
- [12] WARD, S.H. 1990. Resistivity and induced polarization methods, In Wards, S.H. (Ed), *Geotechnical and Environmental Geophysics*, S.E.G, Tulsa, O.K, pp. 147–189. In Malett et al. 2005. High resolution electrical resistivity tomography (ERT) in a transition zone environment: Application for detailed internal architecture and infilling processes study of a Rhône River paleo-channel. *Marine Geophysical Researches* 2005. vol. 26. p 317-328.

Introduction to the issues of slope deformations in the Velká Rača massif (the Kysucké Beskydy Mts.)

Petr Tábořík¹ and Václav Škarpich¹

¹*Department of Physical Geography and Geoecology, Faculty of Science University of Ostrava*

Abstract

The Velká Rača massif is a part of the Kysucké Beskydy Mts. and it belongs to the Magura Unit in the Outer Western Carpathians. Nappe-type flysch structure of the Outer Western Carpathians represents environment that is favourable for the occurrence of large slope deformations. Tectonic faults with NE-SW direction predisposed the initiation of these deformations in the studied area. In the case of the Velká Rača Mt. we speak about a gravitational disintegration of the mountain ridge and contiguous slopes. Indicators of the deep-seated slope deformations comprise elongated depressions morphologically similar to sink-holes and pseudokarst caves in the ridge. The top area is characterized by a block subsidence which affects a large part of the southern and south-eastern slopes. The character of tectonic lines probably determines also a development of the lateral ridge and a related block landslide as well as a contiguous valley of a tribute of the Klubinský potok brook. The block landslide forms a source area of probably a debris flow which has partially filled the valley up to the confluence with the Klubinský potok brook and dammed it. Direct influence of a rotational landslide resulted in the damming of the valley creating sedimentation area in the valley between the slopes of the Velká Rača Mt. and the Malá Rača Mt. We assume that the slope deformation was predisposed by the crossing of the tectonic faults which is supported by typical morphology of the rotational landslide as well as results of structural measurements and electrical resistivity tomography. The sedimentation area is likely filled with fluvial combined with debris flow sediments. Within the whole area of the Velká Rača massif we assume a sequence of particular types of slope deformations closely related to the tectonic faults and bedding of the Magura Unit.

Keywords: flysch, slope deformations, tectonic faults, electrical resistivity tomography, the Magura Unit, the Velká Rača massif, the Kysucké Beskydy Mts.

1 Introduction

The Velká Rača massif (1236 m a.s.l.) is a part of the Kysucké Beskydy Mts. and it belongs to the Magura Unit in the Outer Western Carpathians. Nappe-type flysch structure of the Outer Western Carpathians which is affected by several sets of tectonic faults represents environment which that is favourable for the occurrence of large slope deformations affecting great deal of slopes, often ranging from mountain ridge to valley bed (Margielewski, 2001 and 2006).

A typical phenomenon of flysch structure, deep-seated slope deformations, is represented by deep-seated creep and block-type mass movements – e.g. lateral spreading, sagging and toppling. These processes influence overall slope development and often result to shallow mass movement, such as shallow landslide, flow slides or debris flow (in accordance with Pašek et al. 1977, Dikau et al. 1996).

2 Methodics

Studied area were charted with advance of GPS. The elementary relief forms were noticed preferably. Position of the important spots was used to specify a topology of the charted area. The mapping was done with use of topographic map of 1: 5 000 scale (Fig. 2).

Structural measurement method used on five localities overall. With the bedrock outcrops analysis – measurement of slope and orientation of crevices and bedding planes – several data sets were achieved. Obtained data processed in Stereonett software present structure-geological situation within the Velká Rača massif. Subsequent analysis of these data contributes to understanding of slope development and dynamics of the Velká Rača massif – from main ridge down to the valley of the Klubinský potok Brook, or its tributary trunks.

Electrical Resistivity Tomography (ERT), as a method of geophysical sounding, was used for determining the resistivity distribution in the subsurface. The method is based on measuring of electrical potential between a pair of electrodes. Measured data are presented as pseudosections which describes apparent

¹ petr.taborik@post.cz

resistivity variations in the subsurface (Drahor et al. 2006).

3 Slope deformation of the studied area

3.1 Ridge disintegration and its tectonic predisposition

In the case of the Velká Rača Mt. we are dealing with disintegration of the ridge and adjacent southern and south-eastern oriented slopes. On the main ridge we found the cave system Skalné diery (1100 m a.s.l.), developed on the bedding plane. Ridge is formed by monoclinical layer of the Magura flysch Unit with slope of the bedding plane of 28°. These two small caves (Malá Skalná diera cave and Velká Skalná diera cave) are developed on site where two tectonic faults intersect the ridge (according to Potfaj et al. 2003). There occurred a disintegration of the ridge along the faults in cross direction with the main ridge course (east-west direction) which is indicated by two parallel trenches with north-south direction. Inside one of the trenches we can see typical forms of lateral spreading (sink-hole type depressions or Velká Skalná diera cave). Geophysical sounding by method of ERT carried out in October 2009 verifies this hypothesis (see Fig. 3).

The course of the fault mentioned above probably determines also a development of lateral ridge and contiguous valley of a tributary stream of the Klubinský potok Brook. Relatively massive block slide developed in upper parts of lateral ridge which are contiguous to the head of the valley in the distance of 450m from Skalné diery cave system in direction of 220°. It is likely that development of the landslide and whole contiguous valley is related to the course of the fault. Confirmation of this hypothesis requires more information, so it will be one of the subsequent steps of the research of slope deformations of the Velká Rača Mt.

The block landslide mentioned above subsequently forms the source area for a flow slide - but more likely a debris flow which partly filled valley as far as the junction with Klubinský potok Brook and probably caused damming of whole Klubinská dolina valley. The area of damming is quite considerably transformed by man nowadays. However, there is still possible to define the damming area clearly. A special situation occurred here – deflection of one of the tributary stream from original direction. Confluence of the tributary stream and Klubinský potok stream is located c. 250 m from the assumed original mouth (see Fig. 2).

Within the context of information provided above, we suppose a certain sequence of particular types of slope deformations - the initial forms represented by trenches and cave systems, as a result of the deep-seated creep and consequential gravitational disintegration of ridge and contiguous slopes, in the upper parts of the massif.

Further, in middle parts of slope, as a result of disruption of slope stability together with erosive activity of water course, lateral ridge disintegration in the form of block slide followed by debris flow, has developed. Source area of the debris flow is either identical with the block slide or the debris flow has developed from the block slide accumulation. In lower parts of slope at the foothill the valley bottom has been dammed and filled with debris flow sediments. In regard of fact that dammed lake didn't develop, we assume either partial damming or total damming but with very fast subsequent insection of the stream.

3.2 Area of landslide-dammed valley

Different situation is in the valley of another tributary streams where total damming with creation of accumulation area has occurred. The valley between slopes of the Velká Rača Mt. and Malá Rača Mt. (1 153 m a.s.l.). The damming was caused by block slide; its scarp is situated 150 m from the damming. In the orientation of the crevices prevail NNW-SSE and W-E directions, as support the results of structural measurements (see Fig. 2).

It is likely that we speak about slope deformation which was developed on escarpment in combination with tectonic fault effect. It is supported by typical morphology of rotational slide and the results of ERT measurements (see Fig. 1). Developed accumulation area of the dammed lake is probably filled partly with fluvial sediments which are overlaid or combined with sediments of debris flows which came from upper parts of river basin. For closer recognition of the character of sedimentation will be necessary to take a borrow pit or a borehole with taking of samples which will be consequently lied under the sedimentological analysis – grain size analysis, fabric analysis or clast orientation analysis.

Interim hypothesis says that in consequence of slope stability disruption - together with effect of water erosion and fault patterns - rotational slide has occurred. Block accumulation of the slide reached the valley bottom which was filled up and the sedimentation basin (lake probably) was formed in the space behind the damming. The formed lake was more likely affected by sedimentation of smaller debris flows. Through the combination of retrogressive erosion and deep erosion the consequential insection of the stream through landslide body occurred. The stream has currently character of narrow gully with typical V – shape at point of the insection. The accumulation area has character of a flat basin and together with surrounding slopes creates non-typical wide valley of U-shape and it is filled with debris flow accumulation dissected by several smaller stream channels nearby the inflow.

3.3 Landslides of southern and south-western slopes

A series of the block subsidence is situated in the area of southern and south-western slopes. Beginning of this area is located just below the top of the Velká Rača Mt. and is formed by two scarps with significant amphitheatrical character which course is more or less concordant with course of the ridge which turns from the original direction W-E to the south. Beneath the scarps, there are series of block subsidence of terrain with developed depression forms. Further downhill, there are no morphological forms typical for slope deformation and we consider this part of slope as a transport zone which is followed by an accumulation zone below. The accumulation zone is formed namely with flow-slide accumulations which are overthrust on considerably flatter parts of slope – likely gravitationally subsided block which creates significant flat ridge. The face of whole landslide area is then situated directly in the valley of the Klubinský potok Brook (see Fig. 2).

At point of toppling of gravitationally subsided block formed a significant elongated depression which was partly filled by sediments and a flat bottom was created. Sediments are – at least in the upper part – formed by a soil and a humolite. A detailed sedimentological analysis will be taken on this locality during the next steps of the research. Also, in the case of getting of proper samples, some of the methods dating suitable for dating of relief forms in order to determine a minimal age of the slope deformation.

The area of southern and south-western slopes which are significantly affected by spreading and slope mass movements is directly neighbouring upon the other landslide area. The area is formed by southern slope of

the Velká Rača Mt. and contiguous south-eastern slope of lateral ridge. The ridge is likely affected by tectonic fault (see above) resulting in lateral disintegration with a typical block subsidence. Very interesting but genetically not too obvious form is high mound comprising rock block and debris which we interpret until later as a flow slide with scarp located in the area where one slope (lateral ridge slope) is merging the other (main ridge slope). The merging creates certain amphitheatre with significant subsided block in upper part in addition. This site requires more detailed survey; more information could be brought by soil pit or borehole and analysis of sediments. Valuable information could be obtained from ERT survey which could clarify question of internal structure and genesis.

4 Conclusion

The Velká Rača massif is affected by ridge disintegration. Contiguous slopes are probably affected by deep-seated slope deformations too. Out of the slope processes, especially deep-seated creep followed by lateral spreading, toppling blocks and sliding occur here. A process of flowing is primarily connected with debris flows. According to the preliminary data, tectonics plays a significant role – namely in form of fault patterns which determinate a slope development very often (Pánek, Tábořík and Hradecký, 2007) – especially scarps or slip planes, cave systems and probably fluvial system too. Studied area will require more detailed research based on detailed field survey with use of electrical resistivity tomography sounding especially. Very valuable information related to the genesis of some landform could be brought by sedimentation analysis of the boreholes or soil pits cores.

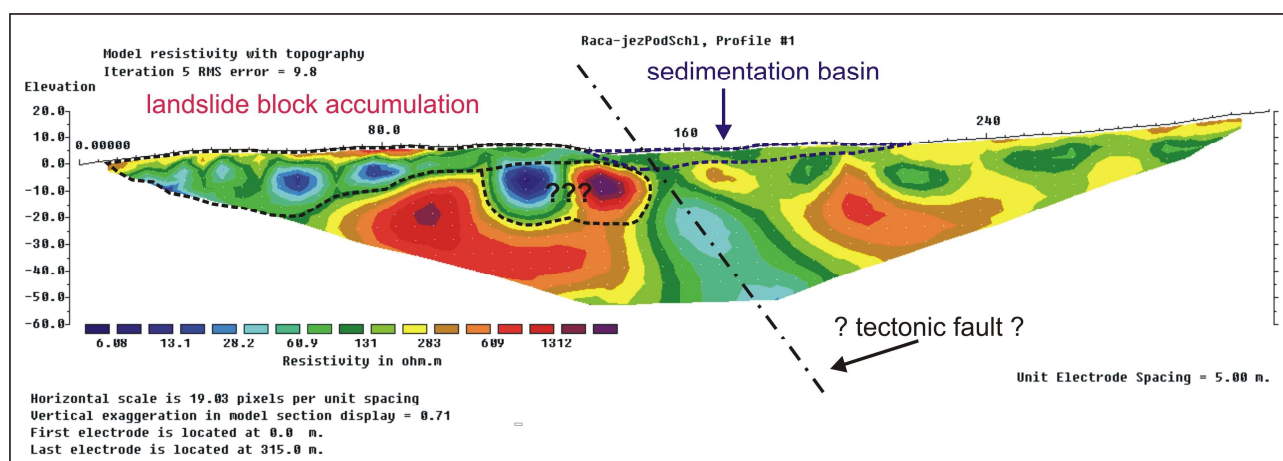


Figure 1. Rotational block landslide caused damming of the tributary valley of the Klubinský potok Brook. Formed sedimentation basin - a small lake - has been gradually filled with several sediments in the past. Fluvial/lacustrine sediments have been probably combined with debris flow sedimentation. Recognition of the particular sedimentation phases requires further analysis of sediments based on boreholes or borrow-pits.

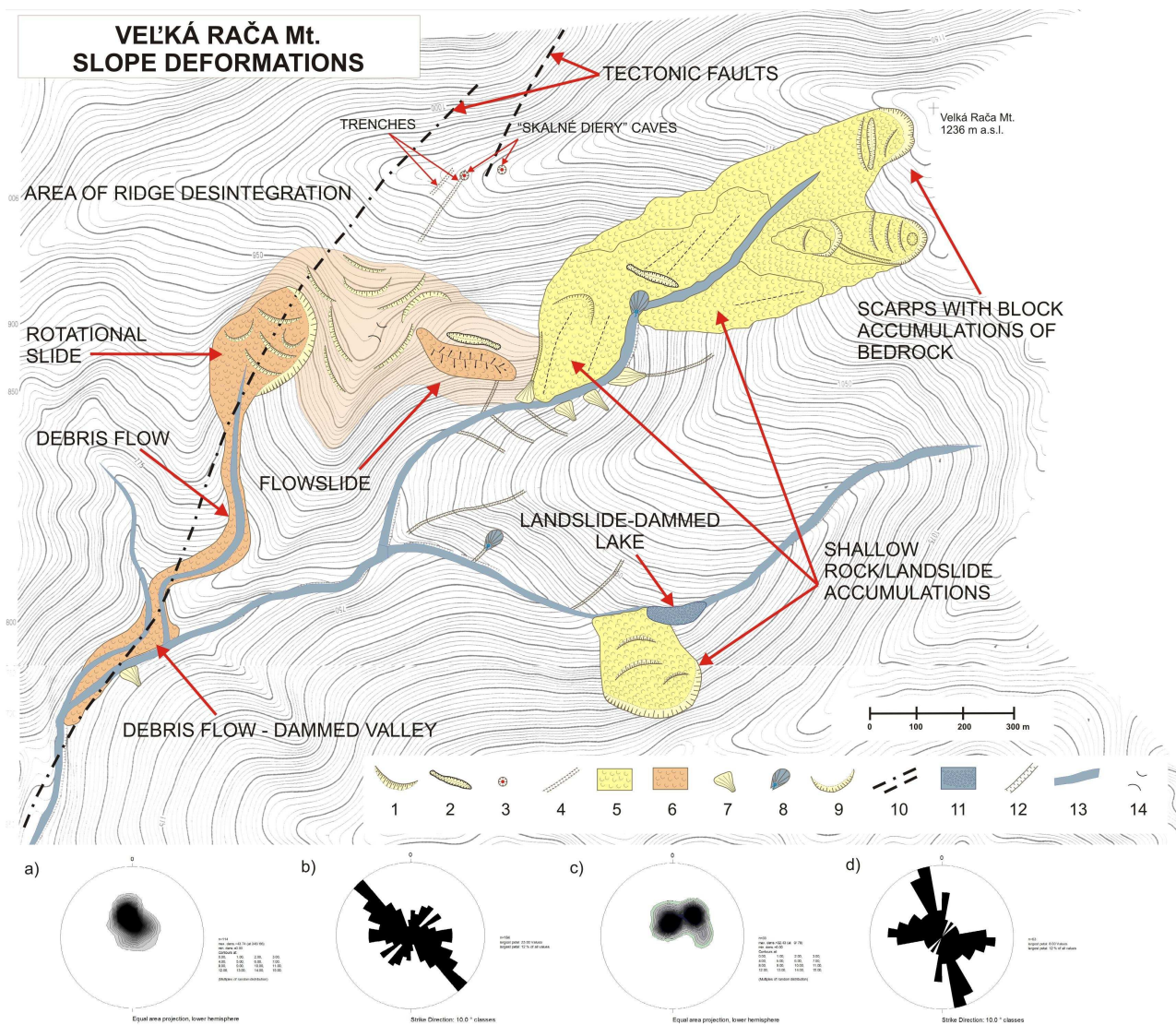


Figure 2. Geomorphologic map of the Velká Rača massif. Legend: 1- terrain step of the landslide block, 2- depression, 3- cave, 4- trench, 5- landslide area, 6- flowslide or debris flow, 7- alluvial fan, 8- spring area, 9- scarp, 10- tectonic fault, 11- sedimentation area of landslide dammed lake, 12- gully, 13- stream channel, 14- gap; tectonogram a) slope of the bedding plane of the Velká Rača Mt., b) crevices direction of the Velká Rača Mt., c) slope of the bedding plane of the Malá Rača Mt. in part of the landslide dammed lake, d) crevices direction of the Malá Rača Mt. in part of the landslide dammed lake.

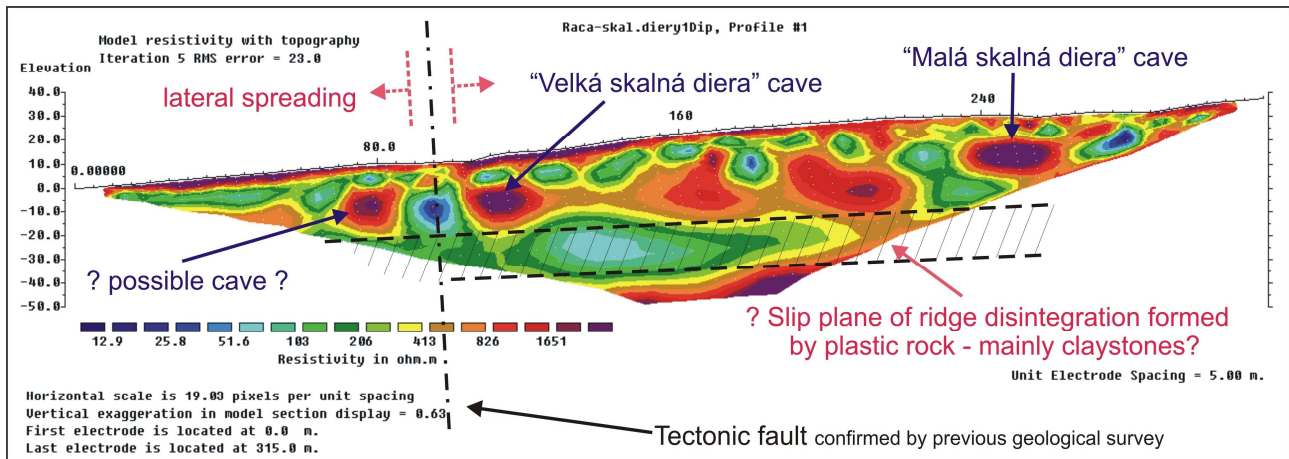


Figure 3. The Velká Rača massif is affected by ridge disintegration caused probably by combination of effect of tectonic faults which intersect the ridge and internal flysch structure with variation of sandstones and claystones. Subhorizontal position of bedding planes and disintegration of rock massif (indicated as many crevices) determine subsequent development of ridge and contiguous slopes. As typical indications of process of lateral spreading, we can find trenches, sinkholes and crevice-type cave systems. ERT sounding confirms some of those subsurface structures.

Acknowledgements

This research was done within internal grant of University of Ostrava – IGS 31600/1054. Authors thank to Jana Mičulková and Zdeněk Kašpárek for assistance during the field research work. Authors further thank to Jindřiška Festová and Lucie Pohorelčová for the language review.

References

- [1] Dikau, R., Brunsten, D., Schrott, L., Ibsen, M.L. 1996. *Landslide Recognition. Identification, Movements and Causes*. Chichester. 251 p. ISBN 0-471-96477-8.
- [2] Drahor, M.G. et al. 2006. Application of electrical resistivity tomography technique for investigation of landslides: A case from Turkey. *Environ.Geol.*
- [3] Margielewski, W. 2001. O strukturalnych uwarunkowaniach rozwoju głębokich osuwisk – implikacje dla Krapat fliszowych. *Przegląd Geologiczny*, Vol. 49. pp. 515-524.
- [4] Margielewski, W. 2006. Records of the Late Glacial-Holocene palaeoenvironmental changes in the landslide forms and deposits of the Beskyd makowski and Beskid Wyspowy Mts. Area (Polish Outer Carpathians). Kraków : *Folia Quaternaria*. 149 p.
- [5] Pašek, J. et al. 1977. Svahové pohyby blokového typu. *Rozpravy ČSAV, řada matematických a přírodních věd*, roč. 87. 70 s.
- [6] Potfaj, M et al. 2003. *Vysvetlivky ku geologické mape regiónu Kysuce 1: 50 000*. Bratislava. ISBN 80-88974-48-8.
- [7] Pánek, T., Tábořík, P., Hradecký, J. 2007. Gravitační rozpad hřbetu Čertova Mlýna (Moravskoslezské Beskydy). In *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2006*. Brno, roč. XIV. s. 124-129. ISBN 978-80-210-4400-5.

Measurement of fracture toughness of rocks using deformation characteristics

Leona Vavro

Institute of Geonics of the AS CR

Leona.Vavro@ugn.cas.cz

Abstract

The paper describes another phase of establishing the methodology of the rocks fracture toughness in the laboratory conditions in the Institute of Geonics. The involvement of an extensometer in the measurement allows us to obtain not only the power but also the deformation characteristics of the damage process.

Keywords: fracture toughness, rock, extensometer, damage process

1 Introduction

The development of the methodology for the fracture toughness of rock, which is the subject of the future thesis is now in another phase of the research. The first phase of the research was aimed to the study of the fracture mechanics theory. In the second phase followed the preparation of the test specimens. Consequently, the third part of the measurement itself proceeded, using the method 1, the test level I. Level I testing requires only the recording of maximum load. At present by virtue of the extensometer use in the measurement, it is possible to measure the test level II. Level II testing requires continuous load and displacements to be made during the test.

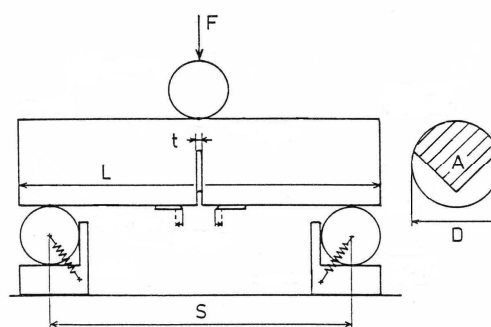
2 Fracture toughness of rocks

Fracture toughness K_{IC} is defined as the critical value of stress intensity factor at the time of initiation of unstable stationary crack spread. During the process of measurement it is presupposed the existence of sharp crack of very precise parameters. In the case of the fracture toughness of rocks measurement, it was selected so – called chevron notch (V-shaped). Thus the chosen geometry enables the crack driving force to be lower than the resistance of materials to crack propagation. Concurrently it comes to the load power increase. At some point, which is to achieve maximum force F_{max} it is different and the crack propagation becomes unstable.

3 Sample preparation

The first rock which was used to prepare the test specimens was marble from Horní Lipová quarry.

Gradually, other specimens are being prepared for further testing with the extensometer (sandstone, granite). In Figure 1, there are shown the parameters of the prepared specimens. Concurrently on all the samples there are conducted the standard physical – mechanical tests, including petrography analysis (density, specific gravity, water absorption, uni-axial compressive strength, grain size, mineral composition, texture, pore volume and configuration).



- D – diameter of chevron bend specimen
- L – specimen length (4D)
- t – notch width
- F – load on specimen
- S – distance between support points (3,33D)
- A – projected ligament area

Figure 1: The chevron bend specimen of Method 1 with recommended bend test figure

4 Testing machine and load fixtures

In the first phase of the fracture toughness measurement research only the values of stress were recorded. From these, the first real fracture toughness values were calculated. Consequently, it was attempted to testing of the level II. The used extensometer is a type of clip on cage COD 632.02F. The extensometer is fixed at the mouth of the chevron notch. The special metal edges were prepared, the extensometer was attached to these aslant of 60° . The knife edges are needed to bridge over the mouth of the notch and to be in the centre. Before each measurement the edges must be glued carefully to the test specimen, and this is the reason why the sample preparation is very time consuming. Although we did not suppose this, also the connection of the

extensometer with software power press (FPZ 100) was very demanding.

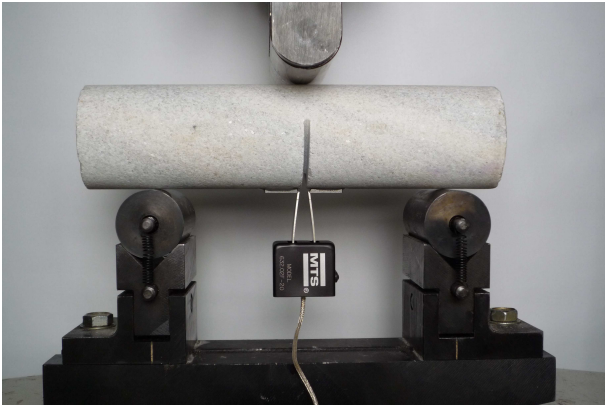


Figure 2: Testing machine with the extensometer



Figure 3: The clip on cage (close-up), type of extensometer

5 Experiment

The tests are carried out at the room temperature on the power press FPZ 100 at a constant speed of movement-member 0,05 mm.min⁻¹. The sample is handled by a three-point bending test, the recorder curves give us the record of the power in the form of a chart. Due to the extensometer use the crack face opening (COD – crack opening displacement) can be measured. An example of the results of the test marble sample measurement is shown in Figures 4 and 5. Figure 4 shows the

relationship between the COD and active power. Figure 5 shows the COD, depending on the time from the beginning of the test. It is clear that the maximum reached force is 1850 kN. The opening of the indentation COD value is 0,025 mm. The parameters in the graph in Figure 4 will be used in calculation of the fracture toughness value, while in dependence on the methodological process the stress-strain curve may be used.

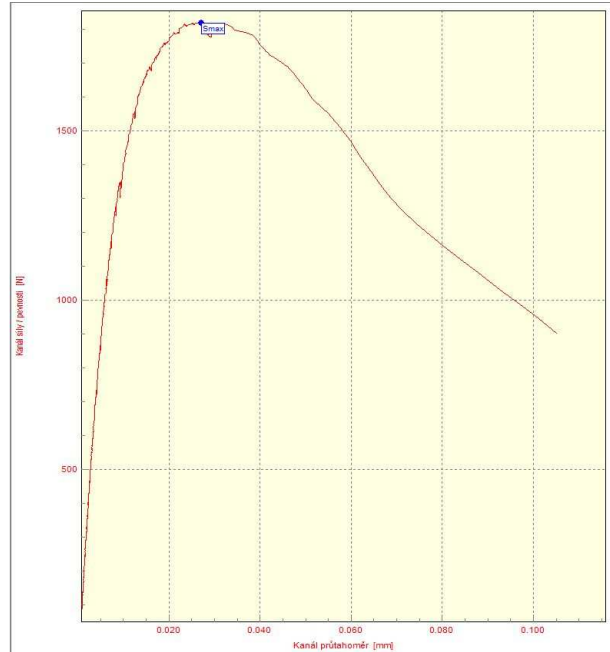


Figure 4: Force vs. clip cage opening

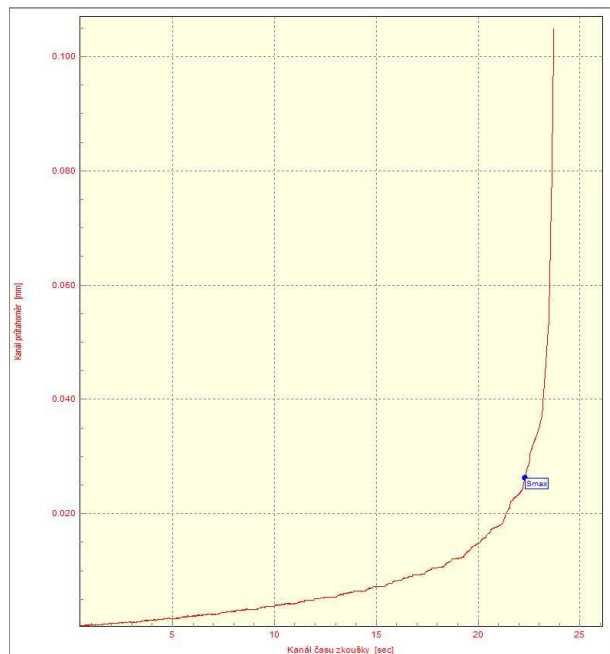
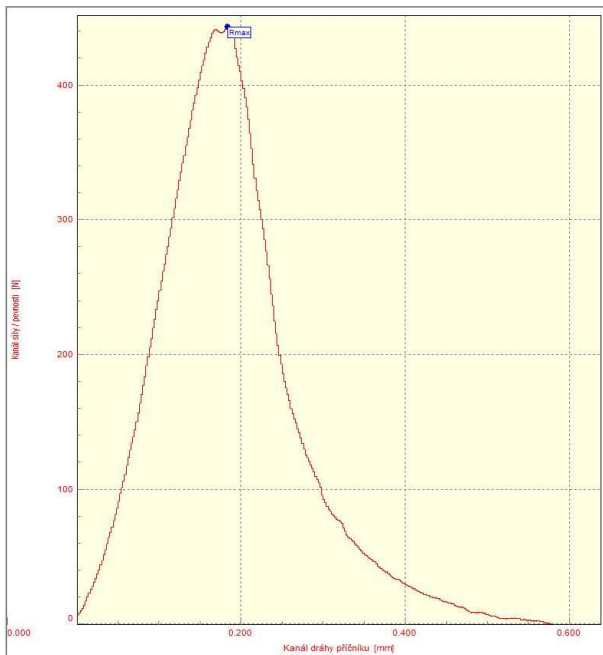
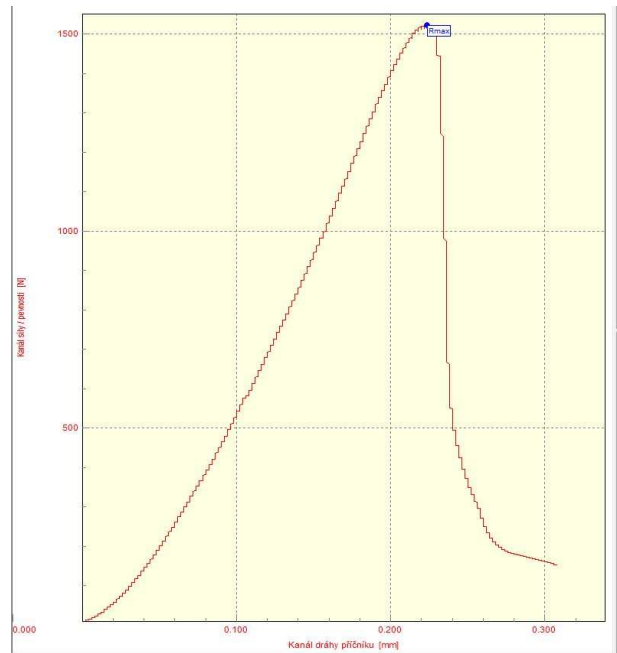


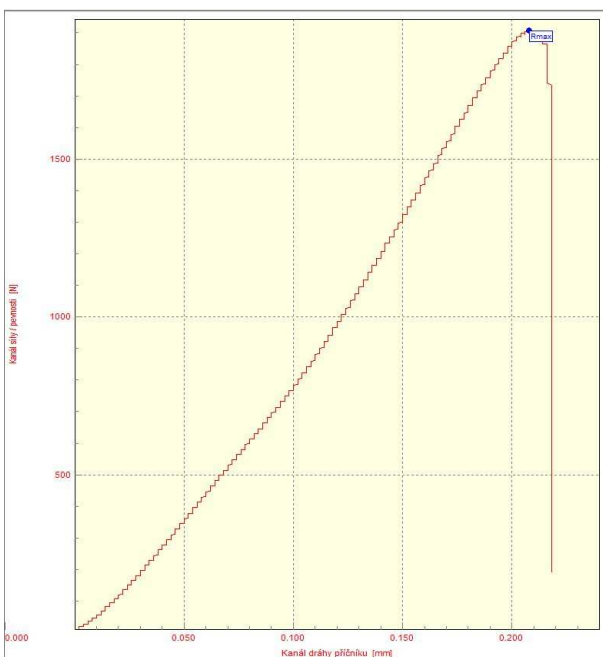
Figure 5: Clip cage opening vs. time



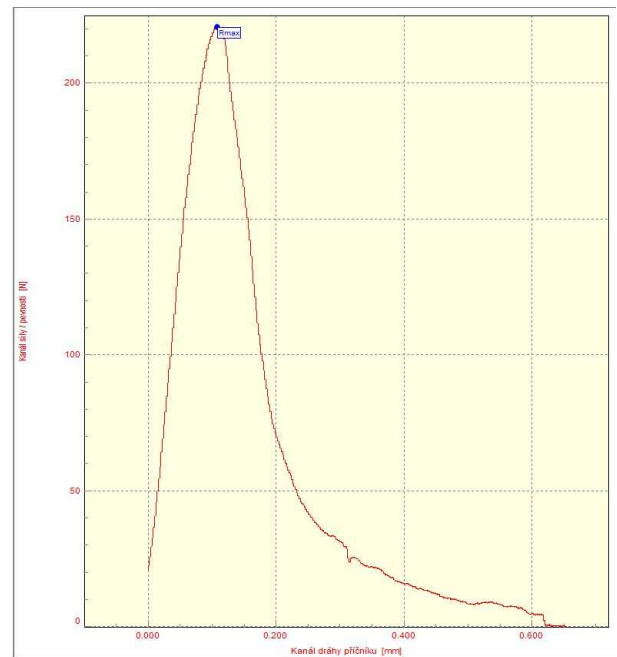
(a)



(c)



(b)



(d)

Figure 6: Various types of the power plots (a,c – sandstone, b,d – marble)

Considering the fracture toughness measurement according to the ISRM methodology, another important parameter is the size of the test sample deflection. We

assume that this parameter can be derived with sufficient accuracy from the motion of the press test-member provided its own resilient deformation of the system, which will be found out by calibration. Examples of the dependence between the applied force and the movement of the member (in this case it is proportional to the deflection of the sample) are in Figures from 6a to 6d. At first sight it is evident that the deformational diagrams in Figures 6a and 6c differ from those in Figures 6b and 6d. This difference is caused by a fact that the results in the first two diagrams are derived from measurements on the sandstone, while the other results were obtained from the measurements on the marble.

6 Conclusions

As shown by the new experience of application of the proposed methodology for fracture toughness of rocks measuring during the loading there may occur different ways of the brittle crack initiation at the top of the V-shared notch. This is obvious on various types of records of the force and movement of the member. These types differ mainly at the moment of the brittle crack initiation at the top of the chevron notch, and consequently by the behaviour of this brittle crack. To achieve the desired result (i.e. properly determine fracture toughness), we must have some knowledge of the geometry of the sample and experience gained by evaluation of the records. In addition, we will investigate to the possibility of deriving the deflection of the test sample based on the movement of the press cross-member, corrected by its own (flexible) load-deflection system.

So far we have obtained the records of power from the classical geomechanics and we were able to interpret them. In the case of the samples with the crack initiation, it is necessary to study the behaviour of the material during the loading. The question is, why we get different types of recording curves and what factors affect the measurement? These factors may be:

- grain material
- loading rate
- hidden discontinuity in the material
- type of matrix (in the sandstone)

These and other question should be answered during the processing of the measured data. All files of values obtained during the measurements will be statistically processed.

Acknowledgements

This contribution was supported by the research project of the Institute of Geonics: AVOZ 30860518th.

References

- [1] International Society for Rock Mechanics Commission on Testing Methods. *Suggested Methods for Determining The Fracture toughness of Rock*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol. 25, No. 2, pp. 71 – 96, 1988
- [2] B. N. Whitaker, R. N. Singh, G. Sun. *Rock Fracture Mechanics*. Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam, 569,1992
- [3] K. Grohová – Krutilová. *Opracovatelnost hornin – vztah mezi petrografickými parametry, fyzikálními vlastnostmi a technologickými zkouškami. Diplomová práce*. Přírodovědecká fakulta, Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Univerzita Karlova, Praha. 47. 2007 (in Czech)
- [4] M. Stibor. *Lomové parametry kvazikřehkých materiálů a jejich určování*. Doktorská disertační práce, Stavební fakulta, Vysoké učení technické, Brno, 234, 2004 (in Czech)
- [5] T. Backers, N. Fardin, G. Dresen, O. Stephansson. *Effect of Loading Rate on Mode I Fracture Toughness, Roughness and Micromechanics of Sandstone*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol. 40, No. 2, pp. 425 – 433, 2003
- [6] T. L. Anderson. *Fracture Mechanics, Fundamentals and Applications*. CRC Press, Inc., 2000
- [7] I. Dlouhý, M. Holzmann, J. Man, L. Válka. *The Use of Chevron Notched Specimens for Fracture Toughness Determination of Bearing Steels*. Kovové materiály, Vol. 32, No. 1, pp. 3 – 13, 1994

SECTION BRNO

- Landscape
- Geoecology
- Physical geography
- Human geography
- Cartography
- Remote Sensing
- Geoinformatics

Fenomén Energy landscapes na příkladu okolí Rožné

Stanislav Cetkovský¹

¹*Středisko environmentální geografie, Ústav geoniky AV ČR Ostrava, pobočka Brno*

Abstract

Energy landscape is a term used in connection with molecular biology and biophysics, but also in landscape ecology in recent years. Typical example of Energy landscape is a landscape in Rožná vicinity whose character was totally changed within the context of uranium ore mining and processing. It is anthropogenic disturbance, which connects with energy industries. In recent years, the term of Energy landscape is connected with renewable energy sources development. Case study area of Rožná enables adumbration and modeling of impact on various branches of energy industries (mining and processing of uranium ore, wind turbines, photovoltaics) on landscape character.

Keywords: energy landscapes, wind energy, solar energy, disturbed landscape, mining landscape, future land use scenario

1 Úvod

„Energy landscape“ je termín, který se běžně používá v molekulární biologii a biofyzice, avšak v posledních letech se ustálil i v terminologii krajinné ekologie, resp. v souvislosti s krajinným rázem. „Energy landscape“ lze definovat jako krajinu, jejíž obraz byl výrazně změněn energetickým průmyslem. Nejčastěji se tento termín užívá v souvislosti s rozvojem větrné energetiky (např. Möller 2009), nicméně lze jej užít i v souvislosti s jiným energetickým odvětvím, které má plošný vizuální projev (Zerta et al., 2008). Typickým příkladem „energy landscape“ tak může být i krajina okolí Rožné, jejíž image byla totálně změněna v důsledku těžby a úpravy uranové rudy. Jde o antropogenní disturbance, která má přímou souvislost s energetikou. Po ukončení těžby lze těžební krajinu dále částečně využít k energetickým účelům. Znamé jsou příklady osázení biomasou (např. Bungart, Hüttl, 2001) či k instalaci fotovoltaických panelů. Postindustriální těžební krajina je vhodná i pro výstavbu větrných elektráren, jejichž vizuální vliv je v tomto typu krajin méně konfliktní a může představovat pozitivní krajinný znak.

Přetváření krajiny v důsledku získávání energie provází člověka od počátku vzniku civilizace. Začalo

to rozsáhlým odlesňováním, které kulminovalo v Českých zemích v 18. století. Kromě biomasy se člověk dále naučil využívat energii vody a větru. Vodní kolo již od středověku představovalo důležitý zdroj mechanické energie využívané ve starých provozech jako mlýny, pily, později manufaktury. Také využívání vodní energie s sebou přináší určité vlivy na krajinu, jako např. změna odtokových poměrů, výstavba náhonů, jezů, přehrad. K vodní energii později přistupuje větrná energie, která se využívala ve větrných mlýnech.

Revoluci ve získávání energie způsobil objev uhlí. První pokusy s těžbou a využitím uhlí se prováděly v Anglii během 17. století. Poté nastává prudký rozvoj těžby a spalování uhlí, který umožnil vznik průmyslové revoluce. Na přelomu 19. a 20. století se začíná významně využívat další fosilní palivo, a tím je ropa, resp. zemní plyn. V druhé polovině přistupuje k fosilním zdrojům jaderná energie, tedy energie získávaná jaderným štěpením uranu, případně plutonia. Uhlí, ropa, zemní plyn a jaderná energie se souhrnně označují jako tzv. konvenční, resp. klasické zdroje energie. Využívání konvenčních zdrojů umožňuje obrovské zisky energie, avšak zároveň přináší velmi silné a nevratné změny v krajině.

V dnešní době je zřejmé, že je třeba hledat nové zdroje energie. Energetika 20. století postavená na klasickém spalování uhlí je dnes již neudržitelná. Zejména z důvodů klimatické a energetické bezpečnosti se tak éra levných fosilních paliv se chýlí ke konci. Nastupují nové a účinnější technologie využívání energie z konvenčních zdrojů, a také nastává renesance obnovitelných zdrojů energie - zejména solární a větrné.

Rozvoj nových technologií ve využití solární a větrné energie s sebou přináší nový fenomén, a to i v těch částech krajin, které jsou dosud energetickým průmyslem nepoznamenané.

Krajina zájmového území – okolí Rožné na Českomoravské vrchovině – disponuje, kromě (docházejících) zásob uranové rudy, rovněž potenciálem pro využití solární a větrné energie. Tento příspěvek se pokusí velmi stručně nastínit možný budoucí scénář - využití této post-těžební krajiny k energetickým účelům – konkrétně pro účely solární a větrné energie.

¹ cetkovsky@geonika.cz

2 Několik základních východisek k hodnocení krajinného rázu

Krajinný ráz je pojem hojně používaný ve spojitosti s ochranou krajiny, jejího obrazu, estetických a přírodních hodnot. Má krajinný ráz skutečnou, objektivní krásu, která může být nějak měřitelná či porovnatelná nebo jde o hodnotu, kterou lze pouze subjektivně popsat? To je fundamentální otázka, v odborné literatuře však najdeme značně rozdílné názory a přístupy. Dearden (1985) rozlišuje fyzicko-geografický (resp. krajinně ekologický) a humánně geografický (resp. sociologický) přístup. Fyzicko-geografický přístup navrhuje a následně pracuje s měřitelnými parametry krajiny – ty reflektují vizuální kvalitu. Humánně geografický pak zkoumá individuální a společenské postoje směrem ke krajinnému rázu.

Arthur (1977) shrnuje metody hodnocení krajinného rázu do dvou základních skupin:

- Metody popisné (*Description inventories*). Jde o metody nejčastěji používané experty přistupující ke krajinnému rázu jako k objektivní realitě.
- Metody vizuálních preferencí (*Public preference models*). Jako psychologické, fenomenologické a sociologické vycházejí nejčastěji z dotazníkových šetření, řízených rozhovorů atd.

Swanwick (2002) definuje posuzování krajinného rázu jako proces, který dokáže identifikovat přítomné přírodní a kulturní znaky na zvolené lokalitě, monitoruje změny prostředí, sleduje citlivost místa k vývojovým změnám a stanovuje podmínky pro rozvoj či změnu. Vlastní proces posuzování zahrnuje charakterizaci krajiny, a pak následně tvorbu posudku.

Lze však objektivně popsat míru ovlivnění estetických hodnot krajiny? To je často kladená otázka. Estetické hodnocení se totiž mění jednak v čase, a pak jeho proměnlivost vychází z toho, že pro lidi s různým vkusem má tentýž objekt různou estetickou hodnotu. Míchal (2000) však tvrdí, že podstata této proměnlivosti je poznatelná a umožňuje najít objektivní estetické hodnoty krajiny. Löw, Míchal (2003) v této souvislosti uvádějí, že estetická hodnota krajiny podléhá poznatelným zákonitostem; změna vkusu, estetických zálib, estetické hodnoty není nahodilá a má své racionální – koneckonců mimoestetické – příčiny, takže je dostupná racionální argumentací.

Estetická hodnota krajinného rázu tedy může mít objektivní, racionálně podložená kritéria. Přístup k vlastnímu procesu hodnocení a následná interpretace je však vždy do jisté míry subjektivní. Je třeba si uvědomit, že každé hodnocení estetických hodnot krajiny je antropocentrické a dobově podmíněné. Vzniká tak dobově podmíněná estetická norma (Míchal, 2000). Dalším faktorem je to, že vnímání

estetiky antropogenních prvků v krajině je také podmíněno jejich možným přínosem. Může se to zdát nepatřičné, ale hodnocení dopadu různých staveb na krajinný ráz od hodnocení jejich očekávaného přínosu společnost nelze oddělit. Na závěry hodnocení má tak nezanedbatelný vliv to, zda je autor přesvědčen o přínosu dané stavby či nikoliv.

Na otázku, zda lze objektivně popsat míru ovlivnění estetických hodnot krajiny lze odpovědět, že částečně ano, avšak jak to vystihl Míchal (2000) – žádné z řešení snažících se o nalezení objektivních estetických hodnot není bezvadné.

Důležitou roli hrají při hodnocení krajinného rázu nástroje geografických informačních systémů (GIS), protože umožňují efektivně zpracovávat geodata, resp. prostorové proměnné určující typické znaky krajinného rázu. Další výhodou GIS je to, že umožňují aplikaci hodnotícího rámce na rozsáhlejší území (Bishop, Hulse, 1994). Je tedy zřejmé, že bez těchto nástrojů se plnohodnotné hodnocení těžko obejde. Na druhou stranu je však k aplikaci GIS přistupovat opatrně, a to ze tří důvodů: 1) u datového vstupu ve formě geografických dat dochází nevyhnutelně k abstrakci reálného světa, což obecně nastoluje otázky přesnosti a pravdivosti; 2) prostorové proměnné účinku na krajinu nemohou v žádném případě být považovány za objektivní; a 3) modelové výsledky by neměly tvořit předem stanovenou základnu pro rozhodování, ale pouze základnu k veřejné rozpravě (Möller, 2007).

Nástroje GIS jsou nezbytné především pro tyto dílčí části hodnocení (Cetkovský, Nováková, 2008):

- Tvorba 3D modelu terénu s umístěním objektů negativně ovlivňující krajinný ráz, linie viditelnosti (*line of sights*)
- Tvorba mapy viditelnosti znázorňující místa odkud budou objekty negativně ovlivňující krajinný ráz vidět
- Tvorba přesných fotomontáží
- Multikriteriální analýza

3 Těžba a úprava uranové rudy

Těžba nerostných surovin patří k těm oborům lidské činnosti, které významně ovlivňují krajinný ráz. V případě těžby uranové rudy se vizuálně uplatňují zejména těžební věže, včetně objektů doprovodné infrastruktury, odvaly, odkaliště a jejich hrázová tělesa.

Vlivem těžby a úpravy uranové rudy došlo k industrializaci původně harmonické kulturní krajiny na rozhraní Křižanovské a Hornosvratecké vrchoviny. Vizuálně se dnes nejvýrazněji uplatňují těžební věže v areálu jámy R1, R2+R3 včetně přiléhajících odvalů, dále hrázová tělesa odkališť K1 a K2 a objekt chemické úpravy.

Po ukončení těžby se předpokládá odstranění těžních věží včetně objektů doprovodné infrastruktury. Materiál z odvalů bude částečně využit na zásyp jam a

komínů, zbytek bude uložen do odkališť. Zkušenosti z jiných oblastí, kde došlo k ukončení těžby, však ukazují, že část objektů zůstala zachována a slouží k jiným účelům.

Budoucí využití zájmového území k energetickým účelům (větrná, solární energie) se jeví jako velmi účelné. Krajinový ráz je již narušen, navíc je zde vybudována určitá potřebná infrastruktura – např. přístupové komunikace, dostatečně dimenzovaná elektrická přenosová soustava včetně rozvodny.

Větrná i solární energetika prochází v poslední době bouřlivým vývojem. Technologie se neustále zlepšuje a umožňuje tak neustále vyšší instalované výkony a efektivnější energetické zisky.

4 Větrná energie

Větrná energetika je v současné době celosvětově nejrychleji rostoucím energetickým odvětvím. Boom rozvoje větrné energetiky je tedy celosvětovým trendem a projevuje se i v České republice. Lokalit, vhodných pro využití energie větru, které splňují nejrůznější limitující faktory, je v České republice relativně málo. I přesto se zde připravují desítky záměrů větrných elektráren či větrných parků, a to s sebou přináší určitý tlak na krajinu. Sklenička (2006) dokonce hovoří o tom, že větrné elektrárny spolurozhodují o principiální změně krajiny. V poslední době se však jeví obavy z živelného růstu větrných elektráren v české krajině za přehnané. Ukazuje se, že řada připravovaných projektů je nadsazených a naráží na nepřekonatelné překážky, jako jsou limity připojení do distribuční elektrické sítě, nesouhlas státní správy a samosprávy na lokální a regionální úrovni a v neposlední řadě také přibývají potíže s financováním projektů v době finanční krize. Tempo rozvoje větrné energetiky je v České republice pomalejší než se očekávalo, ale i tak je jedním ze současných fenoménů změn krajinového rázu.

Každé energetické odvětví, větrnou energetiku nevyjímaje, zatěžuje jistou měrou životní prostředí. U větrných elektráren patří ovlivnění krajinového rázu mezi nejvýznamnější vlivy. Jde totiž o stavby značných vertikálních rozměrů - současná technologie větrných turbín je postavena na stožárech o výšce 100–105 m a průměru rotoru 90–100 m. Celková výška nejmodernějších strojů tak dosahuje nejčastěji 150 m. Vizualní působení v krajině je dále posíleno tím, že se kvůli maximálnímu využití větrného potenciálu lokalizují na vyvýšeniny, čili na pohledově exponovaná místa. Česká krajina je krajinou drobného měřítká - lze tudíž konstatovat, že k ovlivnění jejích měřítek dojde prakticky ve všech případech. Samostatně stojící větrná elektrárna nebo malá kompaktní skupina může být považována za novou krajinovou dominantu. Větší či menší skupiny větrných elektráren rozptýlených po krajině již nelze chápat jako jednotlivé dominanty,

nýbrž jako zcela novou plošně i prostorově se projevující charakteristiku (Vorel, 2009). Někteří autoři (např. Simon, 2006) užívají v této souvislosti termín vizuální znečištění (*visual pollution*). Simon tímto termínem označuje jev, kdy umístěním větrných parků velkých měřítek dochází ke kompletní změně image krajiny. Typickým příkladem takové krajiny je krajina severně od Vídně v Dolním Rakousku.

Ovlivnění krajinového rázu však ještě neznamená, že jde a priori o negativní jev. Např. Vorel (2009) vyslovuje názor, že větrné elektrárny mohou představovat v určitém typu krajiny pozitivní estetickou hodnotu jako výrobek HI-TECH. Větrná elektrárna moderního typu představuje nepochybně nový krajinový znak. Löw et al. (2007) však konstatuje, že je přirozené, aby se tento znak stal typickým pro vhodné části našich krajin, podobně jako tomu bylo dříve u historických větrných mlýnů či jiných podobných staveb vnesených člověkem do přírody. Větrná elektrárna se tak může stát typickým znakem těch částí krajin, které nejsou pro svou hodnotu chráněny jako základ národního kulturně historického dědictví (chráněného Národními parky, chráněnými krajinovými oblastmi, přírodními parky a krajinovými památkovými zónami).

Každý projekt větrných elektráren musí splňovat tato základní kritéria:

- Dostatečný větrný potenciál, jako minimální se uvádí průměrná roční rychlost větru 6 m/s v ose rotoru
- Dostatečná kapacita v lokální elektrické distribuční síti
- Dostatečná vzdálenost od obytné zóny, tak, aby byly splněny hygienické limity hluku.
- Limity vyplývající z ochrany přírody a krajiny
- Nesmí narušovat zájmy armády, letectví, mobilních operátorů

Aplikujeme-li tato kritéria do krajiny zájmového území, je zřejmé, že maximální kapacita je 1-2 větrné elektrárny o jmenovitém výkonu 2 – 2,5 MW.

Z hlediska vlivu na krajinový ráz lze označit za nejproblematictější vliv v rámci dálkových pohledů. Oblast silné viditelnosti do 3 km, je totiž v současné době již značně ovlivněna těžbou a úpravou uranu. Větrné elektrárny se však uplatňují, vzhledem ke svým vertikálním rozměrům, i na větší vzdálenosti (zejména 5-10 km).

5 Solární energie

Solární energie je v energii elektrickou přeměňována pomocí tzv. fotovoltaických panelů. Ty obsahují polovodičové prvky, které pomocí fotoelektrického jevu mění světelnou energii v energii elektrickou. Panel bývá složen z 33 až 36 křemíkových solárních článků.

Každý projekt fotovoltaické elektrárny musí splňovat tato základní kritéria:

- Orientace na jih (případně JJV, JJZ)
- Dostatečná kapacita v lokální elektrické distribuční síti
- Limity vyplývající z potřeby zastavění rozsáhlých ploch

Na rozdíl od větrných elektráren se solární (fotovoltaické) panely vizuálně uplatňují v méně rozsáhlém území. Proto bude jejich vizuální impakt zcela určitě menší než v případě jak větrných elektráren, tak v případě stávajících objektů souvisejících s těžbou a úpravou uranové rudy.

Oproti větrným elektrárnám jsou však jejich nevýhodou zhruba 5,5 násobně vyšší finanční náklady na jednotku vyrobené energie, a také podstatně větší prostorová náročnost. Abychom dosáhli v instalovaném výkonu ekvivalentu jedné větrné elektrárny, museli bychom solárními panely pokrýt plochu o rozloze cca 2,5 - 3 ha. Přesto je příprava a realizace solárních elektráren mnohem snazší, než v případě větrných elektráren. Toho již dnes využívá provozovatel uranových dolů a chemické úpravy a staví fotovoltaickou elektrárnu v prostoru odkaliště K1.

6 Závěr

Energy landscapes jsou krajiny v jejichž vizuálním projevu se výrazně projevuje energetika. Ráz zájmového území byl změněn v důsledku těžby a úpravy uranové rudy. Při návrhu scénářů jejího budoucího využití se nabízí možnost pro další energetické využití. Potenciál mají v tomto ohledu zejména obnovitelné zdroje – slunce a vítr. Vezmeme-li v úvahu nejrůznější limitující faktory, lze uvažovat o výstavbě jedné větrné elektrárny nedaleko areálu jámy R1 a solární elektrárny, resp. fotovoltaických panelů na jižní straně hrázového tělesa odkaliště K1. Teoreticky by tak šlo dosáhnout instalovaného výkonu až 3 MW. Výroba takového zdroje by pokryla spotřebu až 6000 obyvatel.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl díky podpoře projektu Grantové agentury Akademie věd České republiky „*Využití větrné energie: hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a sociálních souvislostí pomocí nástrojů GIS*“, registrovaného pod kódem KJB700860801 a je součástí výzkumného záměru Ústavu geoniky Akademie věd ČR, v.v.i. (AVOZ 30860518).

Literatura

- [1] ARTHUR, L.M. (1977): Predicting scenic beauty of forest environments: some empirical tests. *Forest Science*, 23. p. 151–160.
- [2] BISHOP, I.D, HULSE, D.W. (1994): Prediction of scenic beauty using mapped data and geographic information systems. *Landscape and Urban Planning*, 30. p. 59–70.
- [3] BUNGART, R., HÜTTL, R.F. (2001): Production of biomass for energy in post-mining landscapes and nutrient dynamics. *Biomass and bioenergy*, 20, p. 181-187.
- [4] CETKOVSKÝ, S., NOVÁKOVÁ, E. (2008): Přístupy k hodnocení vlivu větrných elektráren na krajinný ráz s využitím nástrojů GIS a 3D. In: *Udržitelná energie a krajina. Sborník příspěvků z mezioborové konference 28.–30.března 2008*. Brno: ZO ČSOP Veronica. s. 16–119.
- [5] DEARDEN, P. (1985): Philosophy, theory, and method in landscape evaluation. *Canadian Geographer*, 29. p. 263–265.
- [6] MÍCHAL, I. (2000): Ke konstituování estetiky krajiny. *Životné prostredie*, Vol. 34, No. 5. Bratislava: Ústav krajinej ekologie SAV. s. 234–239
- [7] MÖLLER, B. (2007): Could landscape intervisibility be a suitable criterion for location of wind turbines? 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2007 Aalborg University, Denmark
- [8] MÖLLER, B. (2009): Spatial analyses of emerging and fading wind energy landscapes in Denmark. *Land Use Policy*, In Print.
- [9] LÖW, J. et al. (2007): Větrné elektrárny Rozstání. Oznámení dle přílohy č.4 zákona č. 100/2001 Sb. 65 s.
- [10] LÖW, J., MÍCHAL, I. (2003): *Krajinný ráz. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce*. 552 s.
- [11] SIMON, CH. A. (2006): *Alternative energy: political, economic, and social feasibility*. Rowman and Little. 233 p.
- [12] SKLENIČKA, P. (2006): Vliv větrných elektráren na krajinný ráz: principy hodnocení. *EIA*, 3. s 11–13
- [13] SWANWICK, C. (2002): *Land use consultants. Landscape Character Assessment – Guidance for England and Scotland*. CAX 84. Wetherb –

Edinburgh: The Countryside Agency – Scottish Natural Heritage. 84 s.

- [14] VOREL, I. (2009): Větrné elektrárny a charakter, ráz a identita kulturní krajiny. Presentace v rámci semináře Větrné elektrárny a životní prostředí. Jindřichův Hradec 10.3.2009.
- [15] ZERTA, M. ET AL. (2008): Alternative World Energy Outlook (AWEO) and the role of hydrogen in a changing energy landscape. International journal of hydrogen energy, 33, p. 3021-3025

Use of Animal Model Groups for Biogeographic Differentiation of the Landscape – Case Study

Jan Divíšek

Department of Geography, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, CZ-61137 Brno, Czech Republic

divisekjan@mail.muni.cz

Abstract

Already a relatively long time we have been meeting with studies of relationships (dependences) between plant and animal communities, respectively between an animal component of ecosystem and environment. Biogeographic typological units (groups of forest types, geobiocoenose type groups or units of Phytosociological system) have become a framework for some of these studies. There is published a brief research overview of some animal model groups within these units in the first part of this study. Case study deals with a comparison of ecological conditions of selected localities in Zemská brána Valley and in the Valley of Lomná River. It uses the geobiocoenological concept of biogeographic differentiation of landscape and a survey of shelled snail diversity (*Mollusca: Gastropoda*). There was found higher species diversity in localities in the Lomná Valley. Generally, the high species diversity was found in nutrient trophic series (BC) and in moister and natural habitats. Only euryvalent species of shelled snails or no-shell snails were found on localities of poorer trophic series (A, AB even B).

Keywords: Animal model group, Biogeographic differentiation of the landscape, Geobiocoenose, Geobiocoenose type group, Mollusk, Ecological valence, Species diversity

1 Introduction

Although the first studies of relationships between plant and animal communities are dated to the mid-20th century major attention is still devoted to the plant component of ecosystems. Plain fact is that the majority of biogeographic typologies of landscape are based on the plant component of ecosystem because it, as a primary producer, is the foundation of terrestrial ecosystems. However, if we aim for a comprehensive understanding of the landscape structure, it is very important to discover the animal component of ecosystem and its linkages to the environment. Some animals may well function as bioindicators of the environment because they often respond more sensitively to disturbances of the ecosystem due to their

looser dependence to ecotope. It is obvious that it's not possible to identify all the animals in ecosystem (geobiocoenose) due to many animal taxons and also their high mobility, therefore, according to Vašátko (1999), we use only some animal model groups which allow us to develop better idea about them. Vašátko (1999) further states that model groups should meet definite criteria: A good knowledge of the ecological demands of each species. A small number of taxons. Furthermore, the group should be easily discoverable and determinable during research. Ground beetles (*Carabidae*), rove beetles (*Staphylinidae*), barkflies (*Psosoptera*), blowflies (*Sarcophagidae*), butterflies (*Lepidoptera*), mollusks (*Mollusca*) or birds (*Aves*) can be regarded as animal model groups.

2 Research overview

For approximately 50 years, we have been meeting with studies of relationships (dependencies) between plant and animal communities, respectively between the animal component of ecosystem and environment. Later, the geobiocoenological system (Zlatník 1959) has become the framework for such studies. Animals were studied within altitude vegetation zones - vegetation degrees (VS) of geobiocoenological system (Zlatník 1959, 1976) also within groups of forest types (Zlatník 1959) and later within geobiocoenose type groups (Zlatník 1976). We shouldn't leave out Phytosociological system of Zurich-Montpellier school. Its units provided a framework for further studies and nomenclatoric basis for zoocoenosis.

Probably the greatest attention was paid to the class of insects (*Insecta*), because many taxons of insect are characterized by close food-tie to plants. Butterflies (*Lepidoptera*) were studied by Králíček & Povolný (1978) and Povolný (1979) in the former Czechoslovakia in zonal vegetation degrees (1st-9th VS) and also in azonal communities. The authors have selected 650 differential species for characterizing butterfly synusias. Species were grouped into 5 categories according to their frequency and population density. Newer publication 'Butterflies (*Lepidoptera*) of the Moravian Karst' by Laštůvka & Marek (2002) has become a small breakthrough in zoogeographical research. The authors divided the Moravian Karst up to 5 zones based on the occurrence of butterfly species and

they defined an indicator species for taxocoenoses of different plant communities classified by Zurich-Montpellier Phytosociological classification.

Much attention has been paid to order of beetles (*Coleoptera*), especially to ground beetles (*Carabidae*). Šustek & Žuffa (1986) studied ground beetles within the geobiocoenose type groups in Šrámková National Nature Reserve and Jamborová Valley in Malá Fatra Mts. in Slovakia. They found striking transition between communities of trophic series C and BC, which were 2 times more species abundant than trophic series A, AB even B. Later, Šustek (1993) differentiated 3 groups of ground beetles (*Carabidae*) and optimum of their occurrence depending on vegetation degrees.

Many zoogeographical studies have also dealt with the mollusk model group (*Mollusca*). Málek (1971) evaluated the occurrence of mollusks in the forest geobiocoenoses in Šumava Mts. The author assessed the occurrence of mollusks according to Ložek (1967) and geobiocoenological units. He found that maple (nitrophilous) ecologic series is the best from the point of view of mollusk dependence on habitat. Further, the B series is suitable too. Oligotrophic series A is very poor. Vašátko (1972) has dealt with mollusk component of geobiocoenoses of the 1st (oak) vegetation degree. He found that, in this vegetation degree, priorities of mollusks are in the trophic series C, BC, CD and D. Trophic series A, AB and B are relatively poor in mollusk communities.

Much attention among vertebrate taxons was given primarily to birds (*Aves*). In a number of publications, attention was given to bionomics of bird species. For example Bauer & Tichý (1966) monitored the bionomics of Wood Warbler (*Phylloscopus sibilatrix*) depending on vegetation degree. The authors found that the most favorable conditions for this species are in 3rd VS. Towards the higher vegetation degrees the beginning of its nesting is delayed and clutch size decreases. Another study (Bauer & Tichý 1968) was devoted to Coal Tit (*Parus alter*). It was found that climate limits of its occurrence lies on the turn of the 5th and 6th VS and optimum of this species is in the 4th and 5th VS. Tichý (1971) monitored the bionomics of selected passerine birds in Osoblažsko and in the foothills of Hrubý Jeseník Mts. from 2nd to 6th vegetation degree. Author assessed the optimal conditions for each species within vegetation degrees and biotope types. Another very interesting zoogeographic study was published by Pikula & Beklová (1987). The authors analyzed the bird populations in Belanské Tatry Mts. in Slovakia (but not within geobiocoenological system). They differentiated ornitocoenoses based on species composition of bird populations and their quantitative ratios. Nomenclature of ornitocoenoses was created according to Phytosociological classification of Zurich-Montpellier school. Extensive database analysis of studies describing the Czech bird communities was published by Stroch & Kotecký (1999). The authors, using ordination methods, differentiated bird communities

typical for various biotopes – e.g. reed communities (the most different), communities of coniferous forests, deciduous forests, mixed forests, etc. At this time, there are many researches devoted to the study of bird guilds (foraging communities). For example Korňan & Adamík (2007) focused on study of bird guilds in a primeval beech-fir forest in Šrámková National Nature Reserve in Slovakia. Such studies are a bit apart from geobiocoenologic concept but allow us to create idea of bird communities structure in different habitat types, respectively geobiocoenoses.

3 Case study

Mollusks (*Mollusca*) model group was used for biogeographic comparison of two mountain valleys located in the same altitude (5th (beech-fir) vegetation degree) and in different biogeographical subprovinces – Hercynic and West-Carpathians. It is Zemská brána Valley in Orlické hory Mts., about 2 km north of Klášterec nad Orlicí (see Figure 1). The study area is situated at altitude of 493 to 635 m. The geological bedrock consists of Proterozoic gneiss and Quaternary fluvial sediments along the Divoká Orlice River. Delimited study area belongs to CH7 climate region (Quitt 1975). Entic Podzols and Cambisols are the main soil types here (according to TKSP ČR reclassified into WRB: IUSS/FAO/ISRIC 1988). The area belongs to Orlickohorský bioregion (Culek [ed.] 1996) and 5US biochore (Culek [ed.] 2005) considering the biogeography.



Figure 1: Location of Zemská brána Valley.

The second surveyed area was delimited in the Valley of Lomná River in Morvaskoslezské Beskydy Mts. between Horní Lomná and Dolní Lomná villages at altitude of 490 to 730 m (see Figure 2). The bedrock is built from sandy flysch of Godul's layers. Quaternary is represented by fluvial sediments along the Lomná River and by slope detritus. Delimited study area belongs to CH7 climate region (Quitt 1975). Dominant soil cover is Cambisol. From biogeographical point of view the area belongs to Beskydský bioregion (Culek [ed.] 1996) and 5SK biochore (Culek [ed.] 2006).



Figure 2: Location of studied area in the Valley of Lomná River.

The aim of this study was to make a survey of mollusk fauna in these valleys focusing on shelled snail species (snails with shell), to identify differences of snail species composition in geobiocoenoses and explanation of reasons that cause these differences.

3.1 Methods

The foundation for this study was Geobiocenologic concept of biogeographic differentiation of the landscape (Buček & Lacina 1981, 1999). At first, there were differentiated geobiocoenose type groups (STG) in both valleys - to provide us with idea of natural potential structure of these geobiocoenoses. Natural geobiocoenoses structure of these valleys was further compared with the current structure of the landscape. On these bases, there were created maps of geobiocoenose type groups, maps of current landscape structure and maps of geobiocoenoses influence. There were made three surveys of shelled snails in both valleys during the vegetation season 2007. Totally 7 localities were chosen in each valley for mutual comparison. Pairs of these localities have similar nature conditions - in this sense, the research was focused on a comparison of habitats with similar vegetation formation. Chosen localities were following:

Humid habitats: **A** – Alder-tree formations on the river bank (communities along the main stream of the valley – alder, ash, beech, spruce, maple), Geobiocoenose 5 BC 4-5, degree of influence (according to the classification of Buček & Lacina 1981) II; **B** – Communities on creek bank (it means tributary of main river in the valley – spruce, beech, ash), 5 BC 4-5, II; **C** – Spring habitats, 5 B-BC 4-5, degree of influence II (spring habitat – spruce, beech, maple, hazel, ash), IV (surroundings – spruce).

Mesic or drier forest habitats: **D** – Near-nature forest I. (slope of the valley – beech, spruce, fir, maple), 5 BC 3, II; **E** – Near-nature forest II. (upper part of slope –

beech, spruce, maple), 5 B-BC 3, II; **F** – Spruce monoculture (*Picea abies*), 5 A-AB 3, IV.

Non-forest habitats in the valley bottom: **G** – Meadow (meadow habitat in river floodplain) 5 B-BC 3-4, III-IV.

3.2 Results

Differentiated geobiocoenose type groups of studied valleys are presented in following maps (Figure 3 and 4).

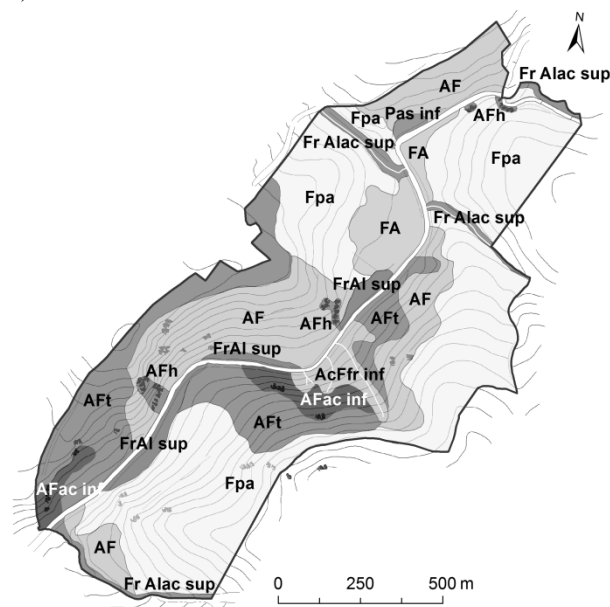


Figure 3: Geobiocoenose type groups of Zemská brána Valley.

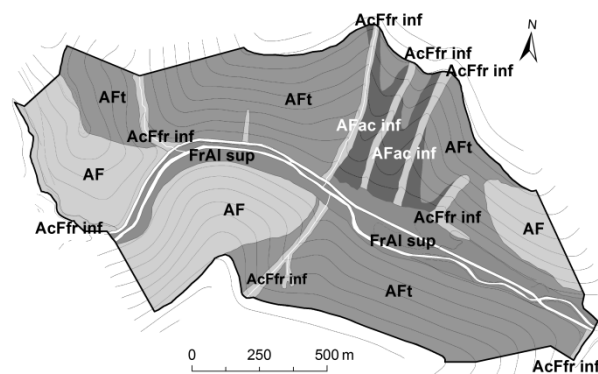
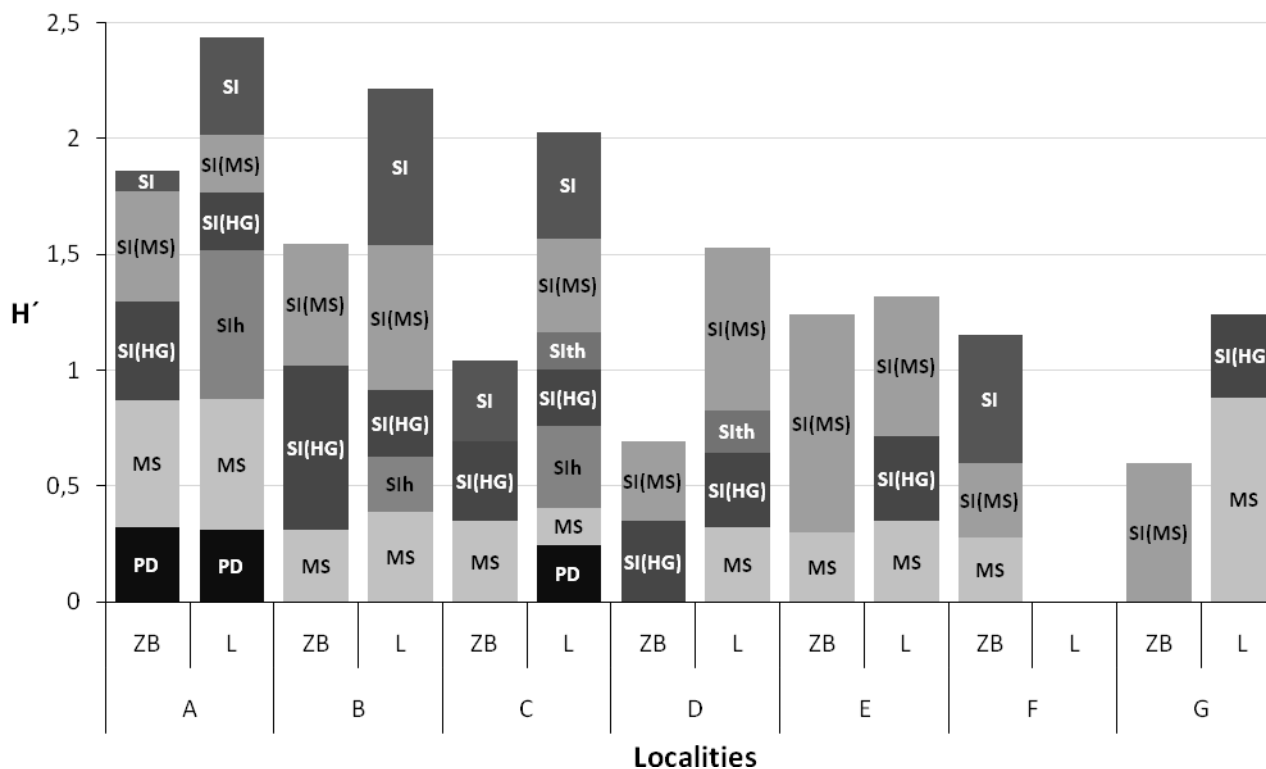


Figure 4: Geobiocoenose type groups of studied area in the Valley of Lomná River.

There were found 24 shelled snail species in total in studied localities, 13 species in Zemská brána Valley and 19 species in Lomná Valley. Graph 1 represents a comparison of species diversity in chosen localities. There is used Shannon-Wiener index of species diversity:

$$H' = -\sum \left(\frac{n_i}{n} \right) \cdot \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right),$$

where n_i means significance (abundance) of species i and n means sum of significance values of all species in locality. Division of Shannon-Wiener index values



Graph 1: Comparison of species diversity in localities in Zemská brána Valley (ZB) and Lomná Valley (L) using Shannon-Wiener index of species diversity. Index values are divided into ecological groups according to classification by Ložek (1964) and Lisický (1991) modified by Horskák (2000) in Vašátko & Horskák (2000).

accords to belonging of species to ecoelements (ecological groups). Ecoelements accords to classification by Ložek (1964) and Lisický (1991) modified by Horskák (2000) in Vašátko & Horskák (2000).

1. Higher species diversity was recorded in Lomná Valley (even if we ignore species of Carpathian geoelement).
2. Higher population density of recorded species is also in Lomná Valley.
3. Species richness and population density is the highest in humid alder-tree habitats (localities A) on the river banks – geobiocoenose 5 BC 4-5, degree of influence II.
4. In general, high species diversity and population density was recorded in humid localities in more nutrient trophic series (BC) with near-nature vegetation structure.
5. Spruce monocultures and other forest segments with changed vegetation structure (degree of influence IV and higher) seem to be very poor.
6. The majority of recorded species is bound by its occurrence in forest ecosystems with humid conditions (see Graph 1). There is 69% of forest species (SILVICOLAE) in Zemská brána Valley. Forest species are represented by Silvicolae s.str. (SI), Silvicolae s.l. mesicolae (SI(MS)) and Silvicolae s.l. hygrophilae (SI(HG)) ecoelements – each 23%. In Lomná Valley, there was recorded 58% forest species

(SILVICOLAE). It includes ecoelements Silvicolae s.str. (SI), Silvicolae s.l. mesicolae (SI(MS)) and Silvicolae s.l. hygrophilae (SI(HG)) – each 16%. These ecoelements are supplemented with Silvicolae s.l. thamnophilae and Silvicolae s.l. hygricolae species in Lomná Valley – each 5%. Furthermore, there is 23% in Zemská brána Valley and 26% in Lomná Valley represented by MESICOLAE (MS) species. Additionally, wetland species (PALUDICOLAE) are represented by 8% in Zemská brána Valley and 11% in Lomná Valley (mainly on localities A). In addition, there is 5% of Stagnicolae et rivicolae (SG-RV) species in Lomná Valley. It includes only one species - *Radix peregra* that was found in additional survey of the valley.

7. Three recorded species are categorized as vulnerable species according to Juříčková et al. (2001). It is *Perpolita hammonis* that was found in both valleys and *Macrogastra tumida* and *Vestia turgida* that were recorded in Lomná Valley.
8. Generally we can say that it is mollusk fauna of foothills and mountain type in both cases.
9. Majority of species recorded in Zemská brána Valley is characterized by a large interval of their normal occurrence within vegetation degrees therefore we are talking about euryvalent species. In contrast to foregoing, the

environmental conditions of Lomná Valley allow occurrence of some more demanding species (e.g. *Isognomostoma isognomostomos*, *Macrogastra ventricosa* etc.).

10. There was recorded slightly higher soil acid-base in Lomná Valley. The average soil pH value is 4.16 in Zemská brána Valley and 4.7 in Lomná Valley localities.

3.2 Discussion

Different ecological conditions of these two valleys proved to a great extent during their comparison. Within each valley, there were reflected the different conditions of various localities, respectively various geobiocenose type groups differently altered by human activity. Most of the habitats in Zemská brána Valley can be called as less suitable for mollusks (*Mollusca*). This fact is reflected in poor populations of many recorded species. The main negative factors are: 1. Considerable substrate acidity and 2. Altered species composition of plant communities on certain localities. The former factor corresponds to gneiss bedrock and entic Podzols soil cover. According to foregoing, the "poor" geobiocenose type groups *Abieti fageta* even *Fageta piceoso-abietina* were differentiated here. The latter factor is reflected if we compare natural or near-nature forest segments to poor spruce monocultures. The occurrence of shelled snails was recorded only once during 6 surveys on localities in spruce monocultures (F) in both valleys. These species were found on locality F in Zemská brána Valley but all of them were found in the fallen decayed tree trunk which marginally reached into the monitoring area. No other species were found in the surroundings. It points out the importance of dead wood which is a natural component of forest ecosystem but it is mostly absent in economic forests. The ecological conditions of most habitats in Zemská brána Valley are suitable primarily for no-shell snail or shelled snail with wide ecological valence such as *Arianta arbustorum*.

The geobiocoenoses of Lomná Valley has more convenient ecological conditions for shelled snails. Trophic conditions of this valley would allow the occurrence of geobiocoenose type groups *Abieti-fageta typica* or *Abieti-fageta aceris inferiora*, which are also prevalent here. However, a large part of the delimited area is characterized by altered plant communities similarly to Zemská brána Valley. These habitats of spruce monocultures are characterized by subsidence of demanding plant species and most of shelled snails. No-shell snails are more abundant in these habitats.

Alder-tree habitats located along main streams of valleys (localities A) were found as the most convenient for land snails. Good trophic and moisture conditions cause high richness of *Fraxini-alneti superiora* geobiocoenoses. Typical land snail of these localities is *Succinea putris* that is highly abundant in both valleys. However, the composition of snail species in these localities is relatively different in comparison to valleys

despite we are talking about the same geobiocenose type groups with similar degree of influence by human activities. Totally, there were found 18 species on these localities and 7 species are common to both valleys. Locality in Lomná Valley was richer in Carpathian species (*Macrogastra tumida* and *Vestia turgida*) and moreover in more demanding species, e.g. *Isognomostoma isognomostomos*, *Petasina unidentata* or *Macrogastra ventricosa*.

Generally, hemi-nitrophilous trophic series BC (floodplain and slope detritus) and higher moisture series were the richest in land snail species. In poorer trophic series (A, AB even B) and altered habitats, there were found only euryvalent shelled snails or no-shell snails.

4 Conclusion

Some stenovalent animal species may indicate geobiocoenoses already by its occurrence but if we are talking about euryvalent species its high abundance in optimal conditions is mostly an indicator. In the case of mollusks we usually find only euryvalent species in poor or altered habitats and more demanding species join in habitats with suitable conditions. If we relate this hypothesis to geobiocoenological classification system we can expect that the variability among different geobiocoenose type groups accords with accrument of more demanding species in richer (nutrient) and natural geobiocoenoses (primarily BC, C, CD, D trophic series and higher moisture series). Admittedly, the further research is required to define differential malakocoenoses for geobiocoenose type groups. However, we can expect that, in spite of foregoing, we won't be able to differentiate some close geobiocoenose type groups.

Acknowledgements

I would like to express my thanks to Jaroslav Vašátko for help with determination of mollusk species. Special thanks go to Jan Lacina and Martin Culek for help with differentiation of geobiocoenose type groups. No less thanks go to Barbora Havelková and Tereza Malachová for language correction of this paper.

References

- [1] Bauer Z. & Tichý J., 1966: *Hnízdění budníčka lesního (Phylloscopus sibilatrix sibilatrix Bechstein) v některých biocenózách východní části podhůří Hrubého Jeseníku*. Zool. listy 15 (2): 147-160.
- [2] Bauer Z. & Tichý J., 1968: *Příspěvek k poznání živočišné složky některých geobiocenóz podhůří Hrubého Jeseníku na základě výzkumu ptáčí fauny*

- (*Parus ater ater L.*). Zprávy geografického ústavu ČSAV (5): 37-41, Brno.
- [3] Buček A. & Lacina J., 1981: *Využití biogeografické diference při ochraně a tvorbě krajiny*. In Sb. českosl. geogr. spol. 86, s. 45-48.
- [4] Buček A. & Lacina J., 1999: *Geobiocenologie II*. 1. vyd., Mendelova zemědělská a lesnická universita, Brno. 240 s.
- [5] Culek M. (ed.), 1996: *Biogeografické členění České republiky*. Enigma, Praha. 244 s.
- [6] Culek M., (ed.), 2005: *Biogeografické členění České republiky, II. díl*. AOPK ČR, Praha. 800 s.
- [7] Juříčková L., Horsák M. & Beran L., 2001: *Checklist of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic*. Acta Societatis Zoologicae Bohemiae, 65: 25-40.
- [8] Korňan M. & Adamík P., 2007: *Foraging guild structure within a primaeval mixed forest bird assemblage: a comparison of two concepts*. Community Ecology 8(2): 133-149.
- [9] Králíček M. & Povolný D., 1978: *Versuch einer Charakteristik der Lepidopteren synusien als primären Konsumenten in den Vegetationsstufen der Tschechoslowakei*. Věstník Českoslov. Spol. Zool., 52: 273-278.
- [10] Laštůvka Z. & Marek J., 2002: *Motýli (Lepidoptera) Moravského krasu – diverzita, společenstva a ochrana*. KORAX, Blansko, 124 s.
- [11] Lisický M., 1991: *Mollusca Slovenska*. 1. vyd., VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava. 340 s.
- [12] Ložek V., 1964: *Quartärmollusken der Tschechoslowakei*. Rozpravy Ústředního ústavu geologického, sv. 31, ÚÚG v nakl. Academia, Praha. 376 s.
- [13] Ložek V., 1967: *Měkkýši fauna z hlediska ochrany přírody*. Zprav. CHKO Šumava, 6: 6-23 (sec. rec., in Málek 1971)
- [14] Málek J., 1971. *Lesní geobiocenózy Šumavy z hlediska výskytu měkkýšů (malakofauny)*. Zpravodaj CHKO Šumava, sv. 12: 9-14.
- [15] Pikula J. & Beklová M., 1987: *Ornithocoenoses And Their Nesting Niches In Czechoslovakia*. Folia zoologica, 36(3), s. 239-255.
- [16] Povolný D., 1979: *Einiges über die Faltersynusien von Vegetationsstufen in Mitteleuropa*. pp. 271-273. In: VII. Internationales Symposium über Entomofaunistik in Mitteleuropa. Verhandlungen, Leningrad, 19.-24. September 1977.
- [17] Quitt E., 1975: *Mapa klimatických oblastí ČSR 1:500 000*. Geografický ústav ČSAV, Brno.
- [18] Storch D. & Kotecký V., 1999: *Structure of bird communities in the Czech Republic: The effect of area, census technique and habitat type*. Folia Zool. 48: 265-277.
- [19] Šustek Z. & Žuffa M., 1986: *Spoločenstvá bystruškovitých a drabčíkovitých (Coleoptera, Carabidae et Staphylinidae) štátnej prírodnej rezervácie Šrámková*. Ochrana prírody, 7: 347-374.
- [20] Šustek Z., 1993: *Využitie Zlatníkovej geobiocenologickej klasifikácie pri štúdiu rozšírenia bystruškovitých (Coleoptera, Carabidae)*. pp. 59-63. In: ŠTYKAR J. (ed.): *Geobiocenologický výzkum lesů, výsledky a aplikace poznatků*. Sborník referátů ze sympózia k 90. výročí narození Prof. Aloise Zlatníka. Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie, Lesnická fakulta, Vysoká škola zemědělská v Brně, 150 pp.
- [21] Tichý J., 1971: *Rekonstrukce některých složek přírodních geobiocenóz jako podklad pro ochranu a tvorbu krajiny*. Campanula, 2: 119-144.
- [22] Vašátko J., 1972. *O měkkýši složce geobiocenóz dubového stupně*. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, 9, Brno, č. 8, s. 1-5
- [23] Vašátko J., 1999: *Využití některých modelových skupin živočichů pro charakteristiku krajiny České republiky*. 79 s. Habilitační práce.
- [24] Vašátko J. & Horsák M., 2000: *Měkkýši Labské nivy u Přelouče*. Východočeský sborník Práce a studie, 8. str. 237-246.
- [25] Zlatník A., 1959: *Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů*. Spisy Věd. Labor. Biocenologie a typologie lesa Lesn. fak VSŽ v Brně, č.3: 1-159.
- [26] Zlatník A., 1976: *Lesnická fytoecologie*. SZN, Praha, 495 pp.

Changes in the Extremity of Precipitation Regime in the Brno Region During the Period 1961-2007

Marie Doleželová, Petr Dobrovolný

Department of Geography, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic

mdolezalova@mail.muni.cz, dobro@sci.muni.cz

Abstract

Climate change is often being associated with increasing extremity of climate. In case of precipitation this means increased frequency of extreme events, increased portion of precipitation totals coming from such events and intensification of wet and dry spells as well. In this work possible changes in the extremity of precipitation regime in the Brno region (Czech Republic) during the period 1961-2007 were analyzed as a part of the project No. 205/09/1297 “Multilevel analysis of the urban and suburban climate taking medium-sized towns as an example” granted by Czech Science foundation. This analysis was done with the help of various climate indices that were computed from daily or monthly data. These indices included e.g. diurnal maxima, portion of days with total restricted by certain threshold, portion of appropriate precipitation sums on total amounts and some characteristics of dry spells. Time series of the indices were trend tested by means of linear trend test and non-parametric Mann-Kendall trend test. The trends are often statistically insignificant; nevertheless they show the evidence of some climate shift in the study area. This evidence is the most alarming for summer which is characteristic by higher occurrence of extreme events and by prolongation of dry spells. The most consistent are the results for the autumn but fortunately they do not bear the evidence of such dangerous changes as for the summer. Results for other seasons are also described in full details.

Keywords: precipitation, extremity index, Brno, linear trend, Mann-Kendall

1 Introduction

According to the Fourth Assessment Report (FAR) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) the climate change is the reality of 21st century. This change is characteristic by increasing extremity of climate which was hitherto broadly documented in different parts of the world and is expected to be even more pronounced in the future.

In case of precipitation, increased extremity is connected with increasing frequency of high daily totals as well as with the occurrence of extreme and dangerous events such as heavy rainstorms, hailstorms or floods. On the other hand, in another parts of the world we expect drying of climate accompanied by

higher frequency, prolongation and intensification of dry spells. All these events have substantial impacts on economy, citizen's security and human life as a whole.

We should note that climate change (observed and predicted as well) is characteristic by spatial inhomogeneity of symptoms, impacts and adaptation capacity. Thus, the studies of climate change on regional and local scale are of pressing demand. Such study for two urban areas in the Czech Republic was currently started within the framework of the project No. 205/09/1297 “Multilevel analysis of the urban and suburban climate taking medium-sized towns as an example” granted by Czech Science foundation. The goal of the presented paper which is also part of this project is to provide study of precipitation regime on the local scale for the Brno region (Czech Republic). For this reason several indices with the potential to describe somehow the extremity of precipitation regime were designed, computed and tested for trends. The analysis of climate indices is a common practice and is currently used by many authors (e.g. Aguilar et al., 2005, Tank et al., 2006, Martinez et al., 2007, Pavan et al., 2008, Nasri, Modarres, 2009).

In the Brno region, the precipitation regime was studied by Brázdil (1979) who found for the period 1951-1960 weakly expressed trend in summer precipitation totals and in absolute diurnal maxima (for further studies related to precipitation see e.g. Konícar and Kotrnec, 1976, Večeřová and Gregor, 1932).

2 Data and Methods

This study is based on the analysis of daily precipitation totals from rain-gauge stations belonging to Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) measuring network. To fulfill the goals of this paper the most recent period (1961-2007) was chosen for the analysis. This period is at the same time characterized by relatively higher quality of the data (less missing values) compared to previous periods. On the other hand much smaller number of stations is available than in the period 1931-1960 because of substantial reduction of CHMI measuring network in 1961. Thus, for the period 1961-2007 for the whole Brno region (Brno city and its surroundings to approx. to 20 km from the city centre) only 11 stations are available. Three of them are located within Brno cadastral area, the rest is in its surroundings. The details for the stations are given in *Tab.1* and *Fig. 1*.

Station name	Latitude (N)	Longitude(E)	Altitude (m a.s.l.)	Beginning of observations
Brno-Kníničky	49°14'	16°31'	240	1936
Brno-Lesná/Židenice	49°13'	16°38'	203	1929
Brno-Tuřany	49°10'	16°42'	241	1958
Babice	49°17'	16°42'	478	1881
Bučovice	49°09'	17°01'	226	1903
Kuřim	49°18'	16°32'	291	1882
Podbřežice	49°13'	16°56'	285	1942
Slavkov	49°09'	16°53'	206	1892
Těšany	49°02'	16°46'	209	1934
Zastávka	49°11'	16°22'	333	1911
Židlochovice	49°02'	16°37'	180	1900

Table 1: The list of meteorological stations in the Brno region and their details

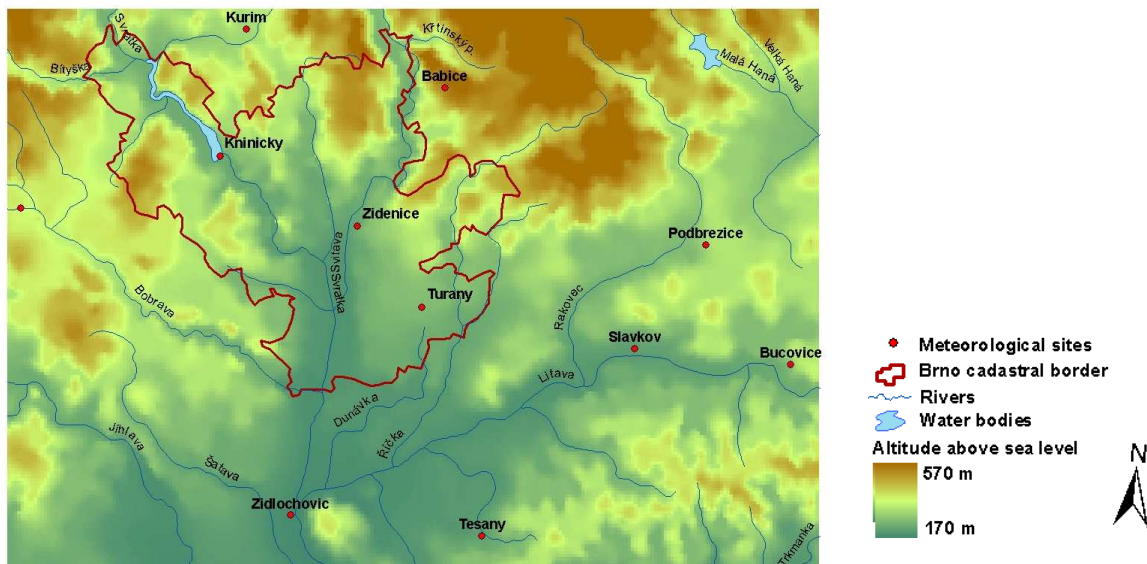


Figure 1: The location of meteorological stations in the Brno region

Monthly precipitation totals were homogenized with the help of ProClim and Anclim software package (Štěpánek, P., 2006). Homogeneity testing was based upon Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) provided by Alexandersson (1986). The reference series were calculated from several nearest stations by Inverse Distance Weighting (IDW) method. Homogeneity testing was done in several successive iterations to improve the quality of reference series (they are computed from neighbor stations and so they can contain inhomogeneities as well).

Daily and monthly precipitation totals were used to compute various characteristics describing the extremity of precipitation regime. Many of these characteristics were inspired by climate indices currently used by World Climate Research Programme (WRCP) in the CLIVAR project (www.clivar.org). Together with simple precipitation totals and maxima

the list of precipitation indices used in this work included also: portion of wet days (i.e. the days with total ≥ 1 mm) (PWD), total amount in wet days (AWD), simple daily intensity (i.e. average wet day amount) (INT), portion of days with precipitation > 95 th percentile (PD₉₅), portion of amounts in days with precipitation > 95 th percentile on total amount (AD₉₅), portion of days with precipitation > 99 th percentile (PD₉₉), portion of precipitation totals in days with precipitation > 99 th percentile on total amount (AD₉₉), portion of days with precipitation totals > 20 mm (PD_{20mm}), total amount in days with precipitation totals > 20 mm (AD_{20mm}) as well as some characteristics for dry spells (average (AVG) and maximum (MAX) length in days).

All the indices were computed for the year and particular seasons which were defined as follows:

winter – DJF, spring – MAM, summer – JJA and autumn – SON. The computation was done with the help of ProClim software. The percentiles were computed from empirical distribution in the period 1961-1990. The values of percentiles are in all cases and for all seasons (except for the 99th percentile in summer) smaller than 20 mm and for this reason also the characteristics PD20mm and AD20mm were included to see the „behavior“ of precipitation regime for higher totals. Dry spells were defined as periods with at least two consecutive days with totals < 1mm.

The extremity indices were analysed for trend by means of linear trend and Mann-Kendal trend test. The linear trend is described by formula:

$$y = ax + b, \quad (1)$$

where y is dependent variable (precipitation total), x is independent variable (time), a and b are coefficients (a is a slope of linear regression). The coefficients of linear trend are estimated by the least squares method. Statistical significance of linear trend (i.e. of „a“ coefficient) is proved by t-test which requires normally distributed data. This is true for the majority of time series used in this study. However, there are some exceptions, especially for PD_99 and AD_99 where the annual values are normally distributed but the seasonal values are not. For this reason non-parametric Mann-Kendall trend test (Mann, 1945, Kendall, 1970) was also used to detect statistical significance of trends in particular datasets. This trend test represents rank-based procedure and is non-parametric which means that it can be applied to skewed data that are not normally distributed. It is based upon Kendall τ statistic defined as follows:

$$\tau = 2S / n(n-1), \quad (2)$$

where S = P-Q and „n“ is number of concordant pairs of observations (their rankings on the two variables are in the same direction) and Q is number of discordant pairs of observations (rankings on the two variables are in reverse direction). The significance level was in all cases 5%.

3 Results

3.1 Seasonal precipitation totals and daily maxima

Trends in seasonal precipitation totals in the period 1961–2007 are in all cases statistically insignificant and mostly positive. The most consistent behavior is for the autumn where slope of linear regression is positive for all stations. For annual, winter and summer values the trend is in majority of cases positive, but there are always two or three exceptions from this rule. The slope for spring does not show any clear tendency being negative for seven stations and positive for the rest.

Similar is true also for diurnal maxima. Trends are mostly positive and statistically insignificant.

Significant increase can be seen only for annual values in Kuřim (3.2mm/10 years) and summer values in Podbřežice (2.0mm/10 years). For all seasons with exception of spring and for year positive slope of linear regression was found in the majority of cases, with the most consistent results for winter. In spring the slope is positive only for four stations, but these are not the same stations as for seasonal totals. The results for seasonal totals and daily maxima can be seen in *Table 2*.

The trend values statistically significant after t-test on the level 5% are written in bold while the values on the border of statistical significance are in italics. Underlined are the trend values statistically significant on the level 5% according the results of non-parametric Mann-Kendall (MK) trend test. Underlined by dashed line are the values on the border of statistical significance according to MK. The same denoting is used in all tables with the results of trend testing

3.2 Days with precipitation total above the given value

The study of wet days (i.e. days with total above 1 mm) is motivated also by the intention to recognize the influence of the city on precipitation regime. From recent literature it is well known that urban areas can modify the precipitation regime either by intensification of existing precipitation (the hypothesis of greater occurrence of extreme events defined e.g. by percentiles) or by their initiation (the hypothesis of greater occurrence of wet days).

For the Brno region positive trend is prevailing in case of annual values for the portion of wet days (PWD) as well as for precipitation totals in wet days (AWD) and simple wet day intensity (INT). This increase is statistically significant in Slavkov for PWD and AWD. From the point of view of results for wet days the most interesting is summer with predominant decrease in PWD which is significant for Zastávka (-1.3% of days/10 years) and increasing trend in AWD at the same time. This means that the summer is characteristic by increasing trend in INT which was proven for all the stations and is significant in Babice (0.34 mm per day/10 years). Spatially most consistent behavior of the three characteristics is again for the autumn. Regression slopes for PWD and AWD are positive with no exception (PWD is significant for Slavkov), slopes for INT are all negative (significant for Těšany). This means that trend in PWD is probably stronger than the trend in AWD. The results for winter and spring are rather spatially inconsistent with general tendency for increasing AWD in winter, decreasing PWD in spring and increasing INT in both seasons. The results can be seen in *Table 3*.

	Precipitation sums					Daily maxima				
	YEAR	DJF	MAM	JJA	SON	YEAR	DJF	MAM	JJA	SON
Brno-Kníničky	1.118	0.223	0.231	0.282	0.404	0.249	0.040	0.078	0.211	0.051
Brno-Lesná/Židenice	0.400	-0.021	-0.083	0.486	0.095	0.198	0.046	0.058	0.186	0.041
Brno-Tuřany	1.052	0.302	-0.172	0.597	0.354	0.096	0.068	0.047	0.077	0.042
Babice	0.611	0.082	-0.074	0.392	0.251	0.216	0.066	-0.021	0.212	0.040
Bučovice	1.770	0.183	0.169	0.867	0.517	0.216	0.066	-0.021	0.212	0.040
Kuřim	-0.042	-0.047	-0.348	0.068	0.141	0.321	0.040	0.013	0.238	-0.004
Podbřežice	0.729	0.184	-0.397	0.265	0.446	0.040	0.105	-0.064	0.197	0.027
Slavkov	0.984	0.259	0.000	-0.193	0.722	0.034	0.097	0.048	-0.053	0.081
Těšany	0.231	-0.107	-0.554	0.527	0.375	-0.010	0.005	-0.070	-0.034	-0.015
Zastávka	0.545	0.230	0.213	-0.029	0.268	-0.042	0.058	0.138	-0.070	-0.029
Židlochovice	-0.388	-0.259	-0.537	0.114	0.311	0.097	-0.010	-0.065	0.074	0.041

Table 2: Slope of linear regression [mm/year] for annual and seasonal precipitation totals and daily maxima for selected stations in the Brno region in the period 1961–2007

	DJF			MAM			SON		
	PWD	AWD	INT	PWD	AWD	INT	PWD	AWD	INT
Brno-Kníničky	0.050	0.153	0.001	-0.012	0.259	0.013	0.132	0.366	-0.013
Brno-Lesná/Židenice	-0.009	0.118	0.008	0.001	0.106	0.002	0.073	0.172	-0.012
Brno-Tuřany	0.035	0.317	0.011	-0.006	0.027	-0.001	0.062	0.246	-0.002
Babice	-0.030	0.105	0.013	<u>-0.046</u>	-0.067	0.008	0.086	0.201	-0.014
Bučovice	0.079	0.230	-0.001	<u>0.023</u>	0.336	0.009	0.087	0.480	-0.001
Kuřim	-0.040	0.005	0.010	<u>-0.092</u>	-0.414	0.001	0.096	0.160	-0.012
Podbřežice	0.050	0.188	0.003	-0.063	-0.610	-0.016	0.086	0.406	-0.006
Slavkov	0.079	0.277	0.010	0.060	0.376	0.004	0.142	0.652	-0.002
Těšany	-0.061	-0.273	-0.002	<u>-0.093</u>	-0.621	-0.008	0.091	0.024	-0.023
Zastávka	-0.045	-0.157	0.002	<u>-0.063</u>	0.282	0.025	0.075	0.415	-0.001
Židlochovice	-0.014	-0.286	-0.014	-0.123	-0.528	0.005	0.032	0.268	0.007

Table 3: Slope of linear regression [% of days/year, mm/year, mm per day/year] for winter, spring and autumn values of PWD, AWD and INT for selected stations in the Brno region in the period 1961–2007

In case of extreme events limited by 95th (99th) percentile similar tendencies can be seen as for wet days, but they are much more apparent. For annual values of PD₉₅ and AD₉₅ (respectively PD₉₉ and AD₉₉) the slope is predominantly positive with the exception of Těšany (both for 95th and 99th percentile). Significant values are for PD₉₅ for Slavkov (0.3% of days/10 years) and for Brno-Lesná and Brno-Kníničky for PD₉₉ (0.4% and 0.5% days/10 years) and AD₉₉ (1.9% and 2.3% of annual precipitation total/10 years). The most consistent season is winter which shows increasing trend for days as well for totals for all stations except Židlochovice. Note that many of the values are significant according to MK test especially for non-normally distributed PD₉₉. Also the summer is very consistent with the majority of positive values with the exception of Těšany (for PD₉₅ and AD₉₅) and Slavkov (for PD₉₉ and AD₉₉), but it is evident

that the number of significant values has diminished compared to the winter season. However, statistical significance of slopes for PD₉₉ according to MK represent general feature for all seasons. This is especially apparent for the autumn where all results for PD₉₉ are significant and the majority is negative. For the spring significance of PD₉₉ is true with the exception of Zastávka and the sign of the trend is predominantly positive (for further details see Table 4).

	YEAR		DJF		MAM		JJA		SON	
	PD_99	AD_99	PD_99	AD_99	PD_99	AD_99	PD_99	AD_99	PD_99	AD_99
Brno -Kníničky	0.041	0.193	<u>0.010</u>	<u>0.159</u>	<u>0.004</u>	0.015	0.017	0.300	<u>0.006</u>	0.074
Brno-Lesná/Židenice	0.046	0.230	<u>0.007</u>	0.124	<u>0.010</u>	0.194	<u>0.020</u>	0.235	<u>0.001</u>	0.011
Brno-Tuřany	0.013	0.125	<u>0.018</u>	0.282	<u>0.001</u>	0.051	0.014	0.214	<u>-0.006</u>	<u>-0.085</u>
Babice	0.031	0.137	<u>0.012</u>	0.168	<u>0.007</u>	0.061	<u>0.013</u>	0.176	<u>-0.005</u>	<u>-0.064</u>
Bučovice	0.003	0.029	<u>0.010</u>	<u>0.106</u>	<u>-0.006</u>	<u>-0.194</u>	0.016	0.181	<u>-0.003</u>	<u>-0.096</u>
Kuřim	0.019	0.149	<u>0.014</u>	0.199	<u>0.006</u>	0.131	<u>0.020</u>	0.307	<u>-0.009</u>	<u>-0.192</u>
Podbřežice	0.011	0.007	<u>0.015</u>	0.241	<u>0.001</u>	-0.108	0.025	0.334	<u>-0.008</u>	<u>-0.172</u>
Slavkov	0.041	0.068	0.015	0.201	<u>0.018</u>	0.199	<u>-0.003</u>	<u>-0.136</u>	<u>-0.003</u>	<u>-0.104</u>
Těšany	<u>-0.015</u>	-0.001	<u>0.013</u>	0.197	<u>-0.008</u>	<u>-0.126</u>	<u>-0.004</u>	0.025	<u>-0.011</u>	<u>-0.169</u>
Zastávka	0.030	0.129	<u>0.005</u>	0.064	0.017	0.295	<u>0.011</u>	0.136	<u>0.006</u>	-0.006
Židlochovice	0.026	0.129	<u>-0.003</u>	<u>0.007</u>	<u>0.001</u>	-0.027	<u>0.013</u>	0.161	<u>0.001</u>	0.033

Table 4: Slope of linear regression [% of days/year, mm/year] of annual and seasonal values of PD_99 and AD_99 for selected stations in Brno region in the period 1961–2007

Portion of days and amounts in days with precipitation totals above 20 mm (this value is in the majority of cases higher than 95th or 99th percentile –for average values of the percentiles see Table 5) (PD20mm, AD20mm) for annual values shows mainly positive but statistically insignificant trend. This tendency is apparent also for winter and summer. In winter all the slopes for PD20mm and AD20mm are significant and

positive (except for Bučovice and Těšany). In summer the majority of values are positive, but only some of them are significant. Transition seasons are characteristic by inconsistency in trend signs and great consistency in statistical significance of PD20mm according to MK (all the values are significant).

	YEAR	DJF	MAM	JJA	SON
95th percentile	8.2	5.7	7.8	12.0	7.3
99th percentile	13.1	11.4	18.2	25.7	18.4

Table 5: Average values of the 95th and 99th percentile [mm] of the period 1961–1990 from selected stations in the Brno region

	YEAR		DJF		MAM		JJA		SON	
	AVG	MAX	AVG	MAX	AVG	MAX	AVG	MAX	AVG	MAX
Brno-Kníničky	0.001	-0.001	0.009	-0.024	0.043	0.016	0.053	0.085	<u>-0.090</u>	<u>-0.141</u>
Brno-Lesná/Židenice	-0.011	-0.024	-0.008	-0.068	-0.015	-0.031	0.021	0.047	-0.048	-0.071
Brno-Tuřany	-0.004	0.054	0.027	0.050	-0.030	-0.057	0.033	0.054	-0.049	-0.049
Babice	0.029	0.082	0.070	0.074	0.037	0.049	0.042	0.073	-0.034	-0.032
Bučovice	-0.016	0.033	-0.001	0.001	-0.029	-0.044	-0.009	-0.012	-0.050	-0.019
Kuřim	0.016	0.054	0.065	0.086	0.051	0.066	0.019	-0.002	-0.066	-0.098
Podbřežice	-0.027	-0.049	0.034	0.064	0.012	0.023	-0.026	-0.051	<u>-0.090</u>	<u>-0.153</u>
Slavkov	<u>-0.073</u>	<u>-0.181</u>	-0.017	-0.074	-0.101	<u>-0.181</u>	-0.011	-0.059	-0.152	-0.229
Těšany	0.012	0.051	0.109	0.192	0.016	0.071	0.020	0.015	<u>-0.083</u>	-0.070
Zastávka	0.001	-0.045	0.046	0.047	-0.006	0.015	0.049	0.054	-0.049	<u>-0.106</u>
Židlochovice	0.018	0.077	0.028	0.062	0.025	0.003	0.048	<i>0.104</i>	-0.024	0.031

Table 6: Slope of linear regression [days/year] for average and maximum length of dry spells for selected stations in the Brno region in the period 1961–2007

3.3 Dry spells

Dry spells are recently being the subject of interests of climatologists in different parts of the world because of their potentially very serious impacts on agriculture (e.g. Nasri, Modarres, 2009, Lana et al., 2006, 2008, Usman, Reason, 2005). Prolongation of dry spells could be substantial problem also in the studied area because Southern Moravia belongs to important agricultural areas in the Czech Republic.

The results of trend analysis for average and maximum length of dry spells show great spatial inconsistency for annual and spring values with the signs of regression slopes of linear trends being positive and negative almost half and half. However, trends are mainly insignificant. On the other hand, for winter and summer the predominance of positive values is apparent especially for average length of dry spells being significant for Zastávka in summer (0.5 days/10 years). On contrary the results for autumn are negative with no exception for average length as well as for maximum length. Statistical significance was proven for Brno-Kníničky, Slavkov, Těšany and Zastávka.

4 Conclusions

Analysis of precipitation data from CHMI stations with measurements available for the period 1961–2007 was done. Various precipitation indices were designed and computed from daily or monthly precipitation totals and tested for trend. In spite of the fact that the majority of results are statistically insignificant, there can be seen the evidence of climate change characteristic by the shift to greater extremity of precipitation regime (especially in case of some characteristics and for particular seasons).

The main results of this paper can be summarized as follows:

1) The trend for annual and seasonal precipitation totals is in all cases statistically insignificant but predominantly positive (which is evident especially in the autumn and also in winter and summer).

2) The trend for daily maxima is in the majority of cases insignificant with the predominance of positive values especially in the winter and also for year, autumn and summer.

3) As far as the characteristics based on wet days are concerned, very consistent behavior can be seen for annual, summer and autumn values. On the annual scale portion of wet days is increasing as well as amounts coming from such days and mean wet day amount (simple wet day intensity). The most interesting is the summer which shows decreasing portion of wet days, but increasing totals from wet days and increasing trend in simple daily intensity. In autumn the portion of wet days is increasing as well as the totals, but the intensity

is decreasing (portion of wet days is increasing more rapidly than the totals).

4) For hitherto mentioned characteristics there can be seen very clear tendency in time and space. The most consistent are the results for autumn (the same sign of trend for all the stations) and summer. The least consistent are in all cases results for the spring. From the spatial point of view there are some stations that show different behavior than the others. These are stations in the southern part of studied area – Těšany and Židlochovice that have the highest number of exceptions (negative signs) from predominant positive trend.

5) In case of characteristics based on extreme events (defined by the 95th or 99th percentile) the frequency of statistically significant values increases (this is especially apparent for PD₉₉ in all seasons).

6) The slopes for PD₉₉ and AD₉₉ show increasing frequency of extreme events and increasing portion of totals coming from such events for year, winter, spring and summer. In autumn the frequency of extreme events is decreasing as well as their portion on total amount.

7) In case of precipitation totals exceeding 20 mm the frequency of such events and the appropriate totals are increasing especially in summer and also in winter and year while the transition seasons are characteristic by inconsistency in trend signs. The number of significant values for PD_{20mm} and AD_{20mm} is generally lower than for PD₉₉ and AD₉₉.

8) As far as the characteristics of dry spells are concerned, the trends are mainly insignificant. The highest number of significant values is for autumn where the trend for average and maximum length is always negative. On contrary for winter and summer the trend is predominantly positive.

According to these results it is evident that some changes of the climate in Brno region in the period 1961–2007 exist. A lot of results are statistically insignificant but consistent for all the stations (e.g. positive trend in PWD, AWD and seasonal sums for autumn). Nevertheless, the most alarming are the results for summer which show evidence of increasing extremity of precipitation and drying of climate at the same time. This is documented by decreasing frequency of wet days, increasing wet day intensity, positive trend in days with amount above given limit defined either by percentiles (95th and 99th) or by precipitation total (20 mm) and in totals coming from such days as well as positive trend in average and maximum length of dry spells. On contrary for autumn we see the tendency for higher frequency of wet days, decreasing wet day intensity, negative trend for frequency of extreme events and appropriate totals as well as shortening of dry spells.

The presented work was done within the project No. 205/09/1297 "Multilevel analysis of the urban and suburban climate taking medium-sized towns as an example" granted by Czech Science Foundation. We suppose that it will be further developed by the analysis of longer time series, of data from special-purpose measurements etc.

References

- [1] AGUILAR, E., PETERSON, T.C., OBANDO, P.R., et al., 2005: *Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America 1961-2003*. Journal of Geophysical Research -Atmosphere, 110, D23.
- [2] ALEXANDERSSON, H., 1986: *A homogeneity test applied to precipitation data*. J. Climatol., 6, 661-675.
- [3] BRÁZIL, R., 1979: *Vliv města Brna na srážkový režim brněnské oblasti*. Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, Geographia 1, 1979, 9, 9-20.
- [4] IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of working group to the *The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [5] KENDALL, M.G., 1970: *Rank Correlation Methods*. Charles Griffinn, London, 272 p.
- [6] KONICAR, J., KOTRNEC, J., 1976.: *Plošné rozdělení vydatných dešťů v brněnské oblasti*. Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, Tomus XVII, Geographia 10, 12, 25-28.
- [7] LANA X., MARTINEZ, M.D., BURGUENO, A., SERRA, C., MARTIN-VIDE, J., 2006: *Distribution of long dry spells in the Iberian Peninsula, years 1951-1990*. Int. J. Climatol, 26, 1999-2021.
- [8] LANA X., MARTINEZ, M.D., BURGUENO, A., SERRA, C., MARTIN-VIDE, J., 2008: *Spatial and temporal patterns of dry spell lengths in the Iberian Peninsula for the second half of the twentieth century*. Theor. Appl. Climatol., 91, 99-116.
- [9] MANN, H., 1945: *Non-parametric test of randomness against trend*. Econometrica, 13, 245-259.
- [10] MARTINEZ, M.D., LANA, X., BURGUENO, A., SERRA, C., 2007: *Spatial and temporal daily rainfall regime in Catalonia (NE Spain) derived from four precipitation indices, years 1950-2000*. Int. J. Climatol. 27, 123-138.
- [11] NASRI, M., MODARRES, R., 2009: *Dry spell trend analysis of Isfahan province, Iran*. Int. J. Climatol. 29, 1430-1438.
- [12] PAVAN, V., TOMOZEIU, R., CACCIAMANI, C., DI LORENZO, M., 2008: *Daily precipitation observations over Emilia-Romagna: mean values and extremes*. Int. J. Climatol. 28, 2065-2079.
- [13] ŠTĚPÁNEK, P., 2006: *AnClim – software for time series analysis (for Windows)*. Department of Geography, Faculty of Natural Sciences, Masaryk University, Brno. Available online at www.climahom.com.
- [14] TANK, A.M.G.K., PETERSON, T.C., QUADIR, D.A., et al., 2006: *Changes in daily temperature and precipitation extremes in central and south Asia*. Journal of Geophysical Research -Atmospheres, 111, D16.
- [15] USMAN M.T., REASON, C.J.C., 2005: *Dry spell frequencies and their variability over southern Africa*. Climate Research, 26, 3, 199-211.
- [16] VEČEŘOVÁ, J., GREGOR, A., 1932: *Hodinové záznamy vzdušných srážek na meteorologické observatoři české techniky v Brně za léta 1912-1922*. Práce Moravské přírodovědecké společnosti, 7, 44 p.

Písemný operát Stablního katastru a jeho přínos pro studium dynamiky využití krajiny

Petr Dvořák

Ústav Geoniky AV ČR Ostrava, Oddělení environmentální geografie, Brno
dvorak@geonika.cz

Abstrakt

Cílem tohoto příspěvku je poukázat na výjimečnou roli Stablního katastru (dále jen SK) v popisu krajiny 1. poloviny 19. století. SK je významné dílo nejen pro svoji vysokou historickou, ale i estetickou hodnotu, jedinečný tím, že nám zobrazuje v detailu nejen využití ploch, ale obsahuje také základní popis společenských a ekonomických aspektů sídel v období počínající průmyslové a zemědělské revoluce v českých zemích. Jádrem příspěvku je analýza údajů z SK Dolních Kounic a vytvoření uceleného „obrazu“ území, na základě sociální, materiálně technické, ekonomické a hospodářské situace popsané v písemném operátu SK tohoto města. Nosnými pilíři tohoto obrazu jsou data o obyvatelstvu a způsobu jeho obživy, systému hospodaření, pěstovaných plodinách a chovaných zvířatech. Nemenší pozornost je věnována využití ploch, kterých písemný operát SK vymezuje v Dolních Kounicích deset.

Klíčová slova: Land use, krajina, Stablní katastr, Dolní Kounice

1 Úvod

Vývojem krajiny, historickým, nebo dynamickým land-usem se zabývá v posledních dvou dekádách mnoho autorů, nejenom geografů (Bičík 2004, Jeleček 1995, Brůna, Křovák 2006, Boltížiar et al. 2008., Olah 2003 apod.), ale i historiků (Semotanová 2001,) a krajinných ekologů a environmentalistů i sociologů (Lipský 2000, Sádlo, Karlík 2002, Cílek 2004). Za rozmachem tohoto výzkumného směru v geografii stojí rychlý nástup výpočetní techniky, programového vybavení a poměrně snadná dostupnost dat, které nám nyní umožňují tvorbu řady porovnatelných „snímků krajiny“ již od 1. poloviny 19. století. V rámci tvorby časových řad, které se využívají pro hodnocení vývoje krajiny, se uplatňují zejména dva pilíře studia historického land use, jedním z nich je analýza kartografických podkladů, leteckých a družicových snímků. Tyto podklady zaznamenávají aktuální stav území v době vzniku daného díla, tedy aktuální land use včetně velikostní charakteristiky jednotlivých ploch, jejich prostorové rozmístění a vzájemné vazby. Druhým pilířem jsou statistické údaje, které vycházejí

z katastrálních šetření a prezentují tvrdá data o základních způsobech využití půdy – o druhu a výměře jednotlivých typů land use. Většina prací v současnosti kombinuje oba dva zdroje dat, přičemž ve studiích zaměřených na jednotlivé katastry, nebo na menší území, dominují data získaná z map (Olah 2003, Lipský 2000, Brůna, Křovák 2006), v měřítku okresů, krajů, nebo celé republiky převažuje jeden zdroj – statistická data (Bičík 2004, Kabrda 2004, Štych Bičík, Jeleček 2003, Jeleček 1995), nebo mapové podklady (Mackovčín P., Demek J, Havlíček, M. 2007) či družicové snímky - práce projektu CORINE LAND COVER (Feranec 2009).

Předkládaný text je historicko geografická studie malého moravského města Dolní Kounice vzniklá analýzou dat ze SK tohoto města, které se nachází necelých 20 km jihozápadně od Brna. v členité krajině přechodu Bobravské vrchoviny do Dýjsko svrateckého úvalu.

2 Data a metodika

Počátek tvorby SK, tohoto na svou dobu velkoryse pojetého díla je dán patentem císaře Františka I. O stablním katastru daně pozemkové ze dne 23. prosince 1817. Tento nový katastr měl nahradit dřívější katastrální soupisy a jeho hlavním cílem bylo zefektivnění výběru pozemkových daní. Pro studium krajiny a land use jsou podstatná tato doporučení, které patent mimo jiné obsahoval (Kuchař 1961, Novotný 1911):

1. katastr bude obsahovat všechny pozemky hospodářsky obdělávané i neobdělávané, bez ohledu na panskou nebo poddanskou půdu
2. pozemky budou geometricky zaměřeny, zobrazeny, sepsány a popsány
3. pozemky budou rozlišeny podle druhu a užívání

Postupně byly podle společného postupu zpracovány části rakouského císařství, které se kryjí s později vytvořeným předlitavskem, tedy území Čech, Moravy, rakouského Slezska, Dolní a Horní Rakousko, Solnohradsko, Štýrsko, Korutany, Krajina, Přímoří, Dalmácie a Velkovévodství Krakovské (Kuchař 1961) V této studii nevyužijeme celého SK, ale jen jeho dvou částí – písemného a měřičského operátu. Písemný operát SK Dolních Kounic vznikl mezi roky 1840 a 1842 a v současnosti je uložený v Moravském zemském archivu v Brně. Úvodních 14 paragrafů se

věnuje velmi podrobnému popisu celého katastru, jeho fyzickogeografickým podmínkám, počtu obyvatelstva, počtu domů a rodin, zaměstnání obyvatelstva, orientaci zemědělské produkce, využití půdy, průmyslové výrobě, druhu živností a silniční síti.

Jelikož tvorba písemného operátu spadá ještě před zavedení metrického systému jsou jako plošné míry užívány Jochy (Jitra, 1 jitra = 0,5755 ha) a Klaftery (Sáhy, 1 sáh = 3,5966 m²) Je třeba zdůraznit, že všechny zápisy byly pořizovány v němčině a povětšinou ručně psané kurentem. (psaná forma němčiny, dnes již nepoužívaná), což z praktického hlediska ztěžuje překlad a limituje využití těchto rozsáhlých písemností.

Měřičský operát tvoří samotné katastrální mapy zobrazující veškeré pozemky hospodářsky obdělávané i jiné (neplodné). Pro potřeby této studie byly použity kolorované povinné císařské otisky SK, které zaznamenávají aktuální stav využití krajiny v době jejího mapování, tedy v roce 1825, bez případných pozdějších úprav. V případě Dolních Kounic jde o soubor osmi mapových polí na šesti mapových listech, jejichž správcem je Ústřední archiv zeměměřičství a katastru v Praze. Webová prezentace jeho sbírek je dostupná na <http://archivnimapy.cuzk.cz/>.

3 Stabilní katastr Dolních Kounic

3.1. Údaje o sídle a obyvatelstvu

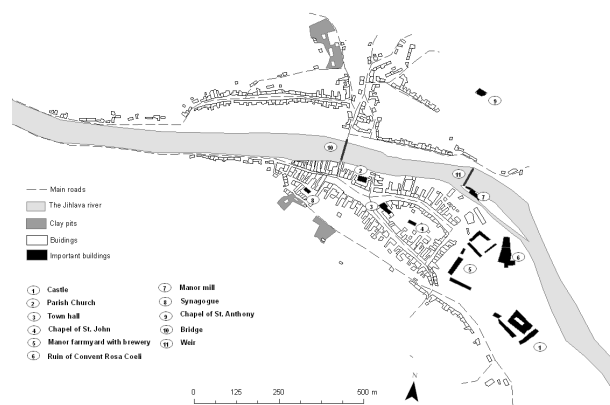
Úvodní pasáže písemného operátu SK jsou věnovány podrobné topografické charakteristice celého katastrálního území Dolních Kounic, popisu hranic, včetně vyjmenování všech sousedních katastrálních území. Poloha města je vymezena vůči Brnu a s ohledem na hlavní komunikace. Katastr je popsán následovně: „Jihozápadně od provinčního hlavního města Brna a napravo od hlavní průjezdové silnice do Vídně se rozprostírá oblast s osadou, jejíž značná část leží ve velkém údolí Jihlavy, které probíhá od jihovýchodu na severozápad. Povrch je nerovný, hluboce přeřatý říčním korytem Jihlavy, klima je mírné, více suché nežli vlhké“. Celková rozloha katastru je uváděna 1556 jochů a 1259 klaftrů (895,9 ha, současná rozloha katastru Dolních Kounic se změnila jen velmi nepatrně, vzrostla o 1,3 ha na 897,2 ha)

Německý název obce byl Kanitz, jeho český, nebo jak uvádí operát „moravský“ ekvivalent pak Kanice, jako používaný jazyk je udávána moravština, ale mnoho obyvatel mluvilo i německy. V roce 1840 měli Kounice celkem 2792 obyvatel (1295 mužů a 1497 žen). Ve 396 obydlených domech žilo 620 rodin, což je v průměru 1,56 rodiny, čítající 7 členů na jeden dům, majiteli domů bylo 126 měšťanů a 223 domkařů, ve vlastnictví židů bylo 35 domů. Při pozdější revizi písemného operátu je vepsán ještě stav obyvatelstva v roce 1843, který mírně narostl na 2805 (1300 mužů a 1505 žen).

Hustota zalidnění činila 313 ob/km², přičemž průměr českých zemí byl v roce 1850 pouhých 84 ob/km² (Kárníková 1965)

Zástavba je kompaktní v nivě řeky Jihlavy, výjimkou byla malá osada Karlov vzdálená asi 2 km severně od centra. Přejížděnou zónu do extravilánu obce tvoří prstenec zahrad, na který navazuje již plužina. Město je rozděleno řekou Jihlavou na dvě části, spojené dřevěným mostem, na kterém se vybíralo mýto. Velikostně i významově je podstatnější pravobřežní část, kde se nachází náměstí s radnicí, a dalšími významnými objekty, které můžeme díky SK přesně lokalizovat. Jde zejména o církevní stavby a budovy správních orgánů. Centrem města bylo tržiště obklopené roubenými domy, farní kostel (poničen při povodni v roce 1862 a následně zbořen), kaple Svatého Jana na nejvyšším bodě centrální části města, v blízkosti Kaple se nacházel panský dvůr s pivovarem a panský mlýn. Na vyvýšenině nad městem se dodnes tyčí „panský zámek – kolébka knížecího domu Kouniců nyní vlastnictví knížete Dietrichsteina – Proskau-Leslie a sídlo panských správních orgánů“. Poslední významnou částí je na západní straně tržiště židovská čtvrť. (V roce 1850 mělo židovské obec 649 členů, což byla asi čtvrtina celkového počtu obyvatel). O zástavbě na levém břehu řeky se SK zmiňuje jen velmi okrajově, je uveden jeho rozdílný sociální statut obyvatelstva „domy jsou obydleny chudou vrstvou obyvatelstva“.

Zástavba je zděná (nespalná), nezděných (spalných asi dřevěných) budov je minimum, jde o hospodářské budovy v objektu cihlen a zázemí některých domů poblíž panského dvora. Další významné objekty jsou prostorově lokalizovány na obrázku 1.



Obr 1. Schéma zástavby Dolních Kounic dle SK.

Řeka byla částečně regulována jezem, čehož využíval mlýn, SK se zmiňuje i o nákladném zemním valu k ochraně polí mezi Dolními Kounicemi a Pravlovem, jinak nebyla řeka nijak regulována a docházelo k zanášení koryta a vzniku šterkopískových lavic na březích. SK popisuje pravidelně se opakující jarní povodně takto: „po tání sněhu a pršení koryto řeky není schopno zadržet tu spoustu vody a to je pak povodeň“

tak silná, že větší část městečka na obou březích řeky je nejen zatopena, ale i pokryta písekem“

3.2. Údaje o zemědělské výrobě a využití půdy

Údaje o zemědělské výrobě a využití půdy jsou velmi podrobně vykresleny, protože byly hlavním bodem pro vyměřování daně. Podíl půdy využívané v zemědělství činil v Dolních Kounicích 87,7%, druhou nejvýznamnější kategorií s 10,1% byla neplodná půda (vodní plochy, skály, komunikace), které nepodléhala daním. Zastavěná plocha činila jen 1,5% a lesy pouhých 0,7% katastrální plochy, viz obr 2.

Nejvíce zastoupeným typem land use je orná půda, kterou podle bonity písemný operát dělí na 4 třídy (I třída 44,4 ha, II třída 100,6 ha, III třída 111,5 ha a IV třída 101,1 ha). Zemědělské produkci dominuje stále používaný trojpolní systém hospodaření, což se v komentáři o zemědělské produkci neobešlo bez kritiky. „při úpravě půdy na pěstování stébelnatých a luskových plodin nejsou vlastníci pozemků pokročilí, v zemědělském podnikání zde nikdo nevykíná a nemůže být proto pro ostatní příkladem“

Jako hlavní plodiny jsou uváděny ozimá pšenice, ozimé žito, ječmen, oves, čočka, fazole a brambory, v menší míře pak hrách a kukuřice. Mezi ornou půdu je možno zařadit i pole s ovocnými stromy (24,5 ha), kde ovocné stromy zabíraly asi 1/3 plochy a na zbytku se hospodařilo jako na normální orné půdě. Na pomezí mezi pastvinou a ornou půdou stojí kategorie střídavý úhor (německy Trisch Aecker), tyto plochy byly zejména na příkrých svazích s málo úrodnou půdou s množstvím skeletu, hlavně v severní části katastru, celkem jich SK vyčleňuje 27,2 ha. Čtyřletý cyklus využívání těchto ploch spočíval v jednorocí produkci brambor a fazolí a tříletém následném užívání coby pastviny pro ovce.

Přebytky zemědělské produkce byly nabízeny na místním trhu nebo dodávány na trh do Brna. Podíl polí na zemědělském půdním fondu byl 52,1%, vezmeme-li v úvahu používaný úhorový systém, pak aktuální zornění katastru klesne minimálně o 1/3 na necelých 35% a se započítáním střídavého úhoru ještě více.

Druhous nejvýznamnější složkou zemědělského půdního fondu byly vinice. Celkově jich bylo 211,3ha, což odpovídalo 26,9% zemědělského půdního fondu. Německy se tyto kultury nazývaly Wechselweingarten, což by se dá přeložit jako střídavé, přechodné vinice. Tento název vystihuje podstatu systému hospodaření na těchto plochách, která spočívala ve střídavém pěstování vinné révy a využití jako orné půdy. Cyklus této změny trval 36 let. Nejprve po 24 let zde byl vinohrad a poté zde 12 let byla orná půda. Vinohrad se zakládá sedmi až osmi tisíci hlavami vinné révy na 1 joch (12 165 - 13 903 hlav / ha). Pěstovalo se červené i bílé víno, úroda je popisována jako dobrá, ale „tu a tam kvůli nevhodnému umístění jsou výnosy nejisté“. Větší přebytky měl jen panský dvůr, většina vína se ale spotřebovala v místě nebo v blízkém okolí. Průměrná

velikost parcely s vinohradem byla jen 0,0185 ha. Vinohrady byly rozděleny podobně jako orná půda do 4 tříd podle bonity (I třída 35,8 ha, II třída 101,1 ha, III třída 66,2 ha, IV třída 6,3 ha), rozhodujícím faktorem byla kvalita půdy a orientace parcely. Réva je pěstována zejména na levobřežní části katastru v pásmu 230 – 320 m.n.m,

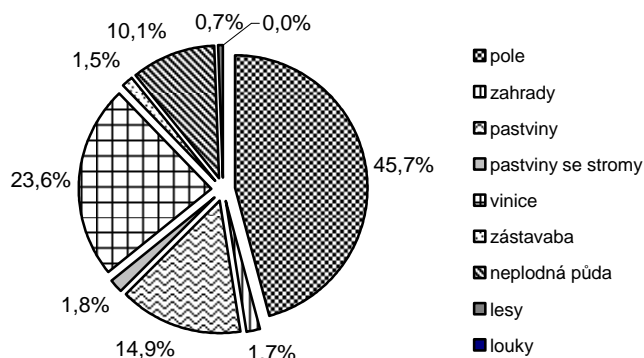
Pro chov hospodářských zvířat, který v této době stále probíhal volně bez ustájení, byly velmi důležité pastviny. Ty byly na jinak špatně využitelných pozemcích, hlavně na strmých svazích, v údolích malých vodních toků a stržích, menší plochy lemovaly silnice a rozdělovaly bloky polí. Podle doplňkového vyžití byly v rámci SK pastviny rozděleny do 3 kategorií: na pastviny využívané jen pro pastvu (133,45 ha), pastviny s ovocnými stromy (14,1 ha, hlavně zámecký kopec a pastviny kolem osady Karlov) a pastviny s keři a stromy (1,6ha). Jestliže připočteme k těmto pastvinám ještě 3/4 rozlohy střídavého úhoru, který se také používal pro pastvu, dává nám součet ploch použitelných pro pastvu 170 hektarů.

Celkový stav dobytka uváděný v SK čítá 30 koní, 2 býci, 116 krav, 35 telat, 900 šlechtěných ovcí a 120 prasat. Koně, skot a prasata byly chovány volně, což se neobešlo bez hodnotícího komentáře tvůrce oceňovacího operátu. „největší nevýhodou je chov dobytka na volných pastvinách, což je systém hospodaření, které masnou produkci dobytka i hnoje brzdí“ Největší hospodářství v Dolních Kounicích byl panský dvůr, na který připadalo 6 koní, 20 krav, telata a 30 prasat.

Poslední částí zemědělského půdního fondu jsou zahrady, které bezprostředně navazovaly na zástavbu a tvořily zázemí téměř každého domu a byly využívány pro pěstování zeleniny a ovoce. Zahrady byly rozděleny do dvou skupin dle bonity. První třídu tvořily větší rovinaté pozemky v blízkosti řeky, druhou pak výše položené strmější pozemky. Průměrná velikost zahrady činila 0,056 ha. Nejčastěji pěstované ovocné stromy v zahradách i mimo ně byly třešně, višně, jabloně, hrušně a švestky, výjimečně ořechy, broskve a meruňky. Ušlechtilejším odrůdám se zde ale podle SK nedařilo. Ze zeleniny uvádí SK okurky, salát a zelí.

Zastavěná plocha činila 13,1 ha, většina domů byla postavena z pevných materiálů, pokryta taškami a v poměrně dobrém stavebním stavu, stavby stojící mimo centrum, zejména na levém břehu řeky měly hliněné zdi a doškové střechy, ale i jejich stav je hodnocen jako docela dobrý. „Stavebních pozemků je málo, můžeme je nalézt pouze v zahradách“ Tato zmínka odpovídá i pozdějšímu stavebnímu vývoji, kdy docházelo k zahušťování zástavby a zastavování spíše těchto ploch než k plošnému rozrůstání. Kromě výše zmíněných staveb a institucí se v městečku nacházela ještě fara, škola, synagoga, radnice, chudobinec, nemocnice a osamocený hostinec na Karlově kopci.

Lesních ploch bylo opravdu málo, hlavně na severních hranicích katastru, celkem to bylo 6,1 ha jehličnatého porostu, na jedné parcele i porostu smíšeného.



Obr. 2. Využití ploch katastrálního území Dolních Kounic dle Stabilního katastru.

3.3. Obchod, průmyslová výroba a živnosti

Průmyslová výroba byla v Kounicích teprve v počátcích, přesto zde v textilní továrně již fungoval parní stroj o 8 koňských silách. Továrna Arnošta Baltazara byla také největším zaměstnavatelem (30 mužských a 50 ženských pracovníků). Odbytiště svých výrobků měla v nedalekém Brně, dále obchodovala i s Vídní, Maďarskem a Haličí. Palivo pro parní stroj pocházelo z černouhelných dolů u nedalekých Rosic, celkem ho spotřebovali 1800 centů (1 cent = 56 kg) a 150 sáhů dřeva (1 sáh = 1,52m³) z blízkého okolí. Dalšími většími podniky byl panský pivovar a mlýn. SK uvádí existenci sedmi palíren, jejichž roční produkce činila dohromady 400 věder pálenky (1 vědro = 61,117litru /nebo 56,6) z brambor a žita pro místní a blízké okolí. Mocné pokryvy sprašových hlín využívaly tři cihelny s roční produkcí 300 000 cihel a 60 000 střešních tašek, která dle SK „sotva postačuje na potřebu městečka a sousedních obcí, kde je výstavba pevných budov v rozkvětu“ Hlavním zdrojem energie ve městě je již černé uhlí, jednak díky malým zásobám dřeva a blízkosti černouhelných dolů, roční spotřebu odhaduje SK přibližně na 2160 centů. Živností které SK vypočítává je 24 pokrývaly kompletní potřebu tehdejší společnosti a činily Dolní Kounice obchodním i řemeslným centrem pro blízké okolí, ve městě působil 1 lékař, 1 panský a 1 židovský zubař Základem obživy téměř všech rodin bylo zemědělství, ale jen málo se věnovalo jen jemu, mimo něj se věnovali různým živnostem a obchodu, nebo práci na stavbě železnice z Vídně do Brna. Židovské obyvatelstvo se živilo i díky panujícím omezením obchodem a podnikáním.

4 Závěr

Stabilní katastr je ucelené, na svoji dobu maximálně objektivní a přesné dílo o kvantitativním i kvalitativním stavu půdního fondu a ekonomiky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku.ale i Rakousku a Dalmácii. Unikátní je svojí podrobností, rozsahem věcným i územním a jednotnými pravidly podle nichž vznikl a které usnadňují porovnatelnost jeho výstupů i v mezinárodním kontextu. Velice cenný je precizně zpracovaný mapový operát, ze kterého doposud ještě vychází 70% současných katastrálních map (Pešl 2001), což hovoří za vše. Písemný operát je bohatý na detailní historickogeografické data o celém katastrálním území, jež by se dala seřadit do 3 kategorií: údaje o sídle a katastru, informace o zemědělské výrobě a využití půdy, údaje o průmyslové výrobě, obchodu a živnostech.

Krajina Dolních Kounic tak jak ji zachytil SK, je krajinou na přelomu, stále se zde neprojevila plně zemědělská revoluce v podobě systému střídavého hospodářství a dalších intenzifikačních opatření. Z pohledu průmyslu je tomu naopak, průmyslová výroba se zde již rozvíjí, nejvýznamnějším podniky je textilní továrna a cihelny, město je hospodářským a obchodním centrem pro blízký region. Krajinně pokrýváce dominuje mozaika polí, vinic a pastvin, která zejména na levobřežní části katastru je velmi drobná a pestrá. Z mapového operátu je patrná snaha o využití každého možného pozemku – pastviny jsou v údolích vodotečí i na velmi strmých svazích, neobhospodařované zůstávají prakticky jen holé skály. Město je determinováno reliéfem a řekou, která ho dělí i významově na jádro (centrum města na pravém břehu) a periferii na levém břehu. Špatné dopravní napojení a poloha Dolních Kounic mimo hlavní obchodní cesty a železnici vedla v pozdější době k jeho stagnaci.

Literatura

- [1] Bičík, I. (2004): *Dlouhodobé změny využití krajiny České republiky. Životné prostredie*, 2004, 38, 2, s. 81-85, ISSN 0044-4863.
- [2] Jeleček, L. (1995): *Využití půdního fondu České republiky 1845-1995: hlavní trendy a širší souvislosti*. Sborník ČGS, 100, č. 4, s. 276-291.
- [3] Kuchař, K. (1961): *Vývoj mapového zobrazení Československé socialistické republiky, III.díl, Mapování a měření Českých zemí od pol. 18.stol. do počátku 20.stol. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha, 80 s. + 14 mapových listů*

- [4] Lipský, Z. (2000): *Sledování změn v kulturní krajině*. ČZU Praha, Lesnická práce, 71 s., ISBN 80-213-0643-2
- [5] Sádlo, J., Karlík, P. (2002): *Krajinně-ekologické interpretace starých map prostřednictvím geobotaniky: příklad Josefského mapování*. In: Němec, J. (ed.): *Krajina 2002 – od poznání k integraci*, Ústí nad Labem 2002. 1. vyd., MŽP, Praha. 118 s. ISBN 80-7212-225-8.
- [6] Semotanová, E. (2001): *Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí*, Libri, Praha, 263 s. ISBN 80-7277-078-0In:
- [7] Lněničková, J. (1999): *České země v době předbřeznové 1792 – 1848*. Libri, Praha, 463 s. ISBN 80-85983-27-3.
- [8] Fialová, L. et. al (1998). *Dějiny obyvatelstva českých zemí*. Mladá fronta, Praha, 398 s. ISBN 80-204-0720-0
- [9] Cílek, V. et al. (2004): *Vstoupit do krajiny*. Dokořán, Praha, 112 s. ISBN 80-86569-58-6.
- [10] Novotný, F. (1911): *Nauka o rakouském katastru a knihách pozemkových*. Praha.
- [11] Mackovčín, P., Demek, J., Havlíček, M.(2007): *Význam historických map pro studium vývoje krajiny ČR za posledních 250 let*. Geografická revue vol. 2/2, s.159 – 171, ISSN 1336-7072
- [12] Kárníková, L. (1965): *Vývoj obyvatelstva v českých zemích 1754 – 1914*. Nakladatelství ČSAV, Praha 401 s.
- [13] Bičík, I., Jeleček, L. (2003): *Long Term Research of LUCC in Czechia 1845–2000*. In: Jeleček, L.et al. (eds.): *Dealing with Diversity*. 2nd International Conference of the European Society for Environmental History, Prague, 2003. Proceedings. KSGRR PřF UK, Prague, s. 224–231.
- [14] Kabrda, J. (2004): *Influence of natural conditions on land use in the Vysočina region and its changes since the mid-19th century*. AUC – Geographica 39 č.2, s. 15–38.
- [15] Olah, B. (2003): *Vývoj využitia krajiny podpoľania*. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 110 s ISBN 80 -228-1251-X
- [16] Štěpánek, V. (1996): *Data o struktuře ploch: jejich spolehlivost a vypovídací schopnost*. Geografie – Sborník ČGS 101, (1), s. 13-21.
- [17] Brůna, V., Křováková ,K. (2006): *Interpretation of Stable Cadastre Maps for Landscape Ecology Purposes*. International Conference on Cartography &GIS. Borovets, Bulgaria, [online]. [cit. 2009-10-10] URL: <http://bruna.geolab.cz/bibl.htm>
- [18] Boltžiar, M. et al. (2008): *Potential of antique maps and aerial photographs for landscape changes assessment – an example of the High Tatra Mts*. Ekológia .27, (1) ILE SAS, Bratislava, s. 65–81
- [19] Feranec, J., Ořáhel, J. (2009): *Land cover/land use change research and mapping in Slovakia*. Geographia Slovaca 26, s. 169 – 190.
- [20] Gojda, M. (2000): *Archeologie krajiny: vývoj archetypů kulturní krajiny*. Academia. Praha. 238 s .ISBN 80-200-0780-6.
- [21] Pešl I., (2001): *Ještě k výměrám parcel (nebo pozemků?)*. Zeměměřič 8 (8+9). . [online]. [cit. 2009-10-10]. URL: <http://www.zememeric.cz>

Změny ve využívání krajiny v okrese Hodonín za pomoci studia starých topografických map

Marek Havlíček

Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno

marek.havlicek@vukoz.cz

Abstrakt

V tomto příspěvku jsou zkoumány změny ve využívání krajiny v okrese Hodonín na základě starých topografických map z let 1836–1841, 1876, 1953–1955, 1991 a 2002–2006. Byly kvantifikovány podíly jednotlivých kategorií využití ploch za pomoci GIS, identifikovány hlavní trendy a trajektorie změn v krajině, vymezena stabilně a nestabilně využívaná území. Největší změny ve využití krajiny zahrnují výrazné snížení ploch trvalých travních porostů, zvýšení ploch orné půdy, vinic a sadů a postupný růst zastavěných ploch. 46,6% z celého území zůstalo stabilně využíváno. Stabilně využívané plochy jsou tvořeny především ornou půdou a lesem. Stabilně využívány byly také některé vinice a velmi malé plochy trvalých travních porostů.

Klíčová slova: využití krajiny, topografické mapy, stabilně využívané plochy, procesy změn v krajině, okres Hodonín

1 Úvod

Při sledování dlouhodobých změn ve využití krajiny jsou uplatňovány různé metodické přístupy, které jsou založené na zpracování statistických datových souborů, využívají historické literární podklady a zdroje, letecké a družicové snímky, topografické mapy středního měřítká a katastrální mapy velkého měřítká [5], [6].

Topografické mapy středního měřítká umožňují polohově přesné sledování změn v krajině od poloviny 19. století. V rámci středoevropského prostoru jsou hojně používána rakouská, uherská, pruská a saská vojenská mapování. Originály map rakouského a uherského vojenského mapování jsou uloženy ve Vídni a Budapešti a jsou předmětem zájmu odborníků ze všech nástupnických zemí bývalého Rakouska-Uherska [1], [5], [6].

Na území okresu Hodonín bylo již zpracováno několik studií zaměřených na změny krajiny s využitím starých a současných topografických map [2], [3], [4], [8], [9].

2 Materiál a metodika

Hodnocení změn v krajině bylo provedeno na základě dostupných starých a současných topografických map s využitím geografických informačních systémů. Na území okresu Hodonín bylo použito 2. rakouské vojenské mapování 1:28 800 (1836-1841), 3. rakouské vojenské mapování 1:25 000 (1876), československé vojenské topografické mapy 1:25 000 (1953-1955), československé vojenské topografické mapy 1:25 000 (1991), základní mapy ČR 1:10 000 (2002-2006). Vektorizací těchto mapových podkladů vzniklo 5 základních mapových sad využití ploch v okrese Hodonín. Sledováno bylo celkem 9 základních kategorií využití ploch: 1 – orná půda, 2 – trvalý travní porost (TTP), 3 – zahrada a sad, 4 – vinice a chmelnice, 5 – les, 6 – vodní plocha, 7 – zastavěná plocha, 8 – rekreační plocha, 0 – ostatní plocha.

Za pomoci geografických informačních systémů (software Arc GIS 9.x) byly kvantifikovány podíly jednotlivých ploch využití krajiny, vymezena stabilně a nestabilně využívaná území, popsány procesy změn v krajině pomocí trajektorií změn a zhodnocena celková intenzita změn v krajině. Metodiky tvorby map využití ploch a analýz změn v krajině vychází z přístupu autorů brněnského pracoviště Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. [6], [8].

Vhodným ukazatelem doplňujícím charakteristiku změn v krajině je celková intenzita změn využití krajiny, která byla podobným způsobem využita např. u prací Olaha, Boltížiara, Petroviče [7], Skokanové [8], Havlíčka, Borovce, Svobody [5]. Jednotlivým kategoriím využití ploch byla přiřazena hodnota respektující intenzitu využívání krajiny lidskou společností. Nejvyšší hodnota 5 byla přiřazena zastavěným plochám a ostatním plochám, vzniklým antropogenní činností, hodnota 4 byla přiřazena kategorii orná půda, hodnota 3 sadům, vinicím, rekreačním plochám, hodnota 2 vodním plochám a trvalým travním porostům, hodnota 1 lesům. Celková intenzita využití krajiny se rovná součtu rozdílů intenzit mezi jednotlivými mapovanými obdobími $I = (I^{1876} - I^{1836}) + (I^{1953} - I^{1876}) + (I^{1991} - I^{1953}) + (I^{2006} - I^{1991})$. Výsledná hodnota se pohybuje v rozmezí od -4 do 4. Kladné hodnoty 1 až 4 ukazují na intenzivnější způsob využívání krajiny s maximálním tlakem na krajinu u hodnoty 4. Záporné hodnoty od -4 do -1 ukazují na extenzivní způsob

využívání krajiny lidskou společností. Hodnota 0 charakterizuje vyvážené využívání krajiny; jsou zde zastoupeny plochy, které jsou stabilně využívány a plochy, v kterých byl v průběhu sledovaného období zásah vedoucí k intenzifikaci využití krajiny vyvážen zásahem opačným - extenzifikací.

Trajektorie změn využití krajiny odráží dynamiku vývoje krajiny. Trajektorie změn v krajině vychází z metody využití v pracích [8] a [10]. Systematicky je zde identifikováno, které plochy jsou náchylné ke změnám využívání. Při popisu trajektorií změn jsou využity tři identifikátory – počet změn ve využití, podobnost a diverzita kategorií využití krajiny. Na základě těchto tří ukazatelů bylo vymezeno 6 základních skupin trajektorií změn v krajině – stabilní, kvazistabilní, stupňovitá, cyklická, dynamická a bez jednotného trendu.

3 Vymezení území

Okres Hodonín je součástí Jihomoravského kraje, skládá se ze tří obcí s rozšířenou působností - ORP Hodonín, ORP Kyjov a ORP Veselí nad Moravou. Leží zde celkem 82 obcí, z toho 8 má statut města: Hodonín, Veselí nad Moravou, Kyjov, Dubňany, Strážnice, Vracov, Bzenec a Ždánice. Převládá zde nížinný a pahorkatinný reliéf, pouze jihovýchodní části a severní části okresu mají charakter vrchovin, případně hornatin. Nachází se zde celkem 7 geomorfologických celků, převážná část území patří do geomorfologických celků Dolnomoravský úval a Kyjovská pahorkatina, v jihovýchodní části okresu na nížinný reliéf úvalu navazují Vizovická vrchovina a Bílé Karpaty, severní část okresu Hodonín tvoří geomorfologické celky Ždánický les, Chřiby a Litenčická pahorkatina. Nejvyšší bod okresu se nachází v Bílých Karpatech v blízkosti říce Durda (842 m n. m.), nejnižší bod okresu leží na řece Moravě u Mikulčic (158 m n. m.).

Mezi nejvýznamnější říční toky okresu patří řeka Morava s levostranným přítokem Velička, dále pak Kyjovka a Trkmanka, které jsou součástí povodí Dyje. Okres Hodonín se řadí mezi nejteplejší a nejsušší okresy v ČR, přibližně polovina území patří do nejteplejší klimatické oblasti, v pahorkatinách a vrchovinách jsou zastoupeny i mírně teplé oblasti a ve vrcholových částech Bílých Karpat oblast chladná. V půdním pokryvu Hodonínska převažuje široké spektrum zemědělských půd nad půdami lesními. Nejčastěji jsou zde zastoupeny černozemě a černice.

V tomto regionu se nachází jedno velkoplošné chráněné území – Chráněná krajinná oblast Bílé Karpaty, tři přírodní parky – Ždánický les, Strážnické Pomoraví, Mikulčický luh a celkem 37 maloplošných zvláště chráněných území. V rámci mezinárodní ochrany přírody je chráněna evropská biosférická rezervace UNESCO Bílé Karpaty. Nejnověji vymezené lokality s mezinárodní ochranou jsou součástí soustavy NATURA 2000 - tři ptačí oblasti a 31 evropsky významných lokalit.

4 Výsledky a diskuze

První mapa využití ploch byly vytvořena na základě 2. rakouského vojenského mapování v měřítku 1:28 800, v této oblasti bylo mapování provedeno v letech 1836–1841. Orná půda zabírala 45,3 % území, je to nejméně za celé sledované období. Trvalé travní porosty byly na svém maximu – zabíraly území 26,5 %, nejčastěji se vyskytovaly v okolí vodních toků. Lesy se nacházely na 20,9 %, největší souvislé plochy lesa byly severně od Hodonína, ve Ždánickém lese, Chřibách a Bílých Karpatech. Podíl vinic činil 3,6 %, jejich největší plochy byly v okolí Mutěnic, Čejkovic, Dolních Bojanovic, Starého Poddvorova, Petrova, Bzence a Blatnice. Vodní plochy zabíraly pouze 0,7 %, byly zastoupeny rybníční soustavou na Kyjovce, Prušánce, Trkmance a poměrně velkým Čejským jezerem. Zastavěné plochy zabíraly 2,2 % (Tab. 1).

Druhá mapa využití ploch byla vytvořena na podkladě 3. rakouského vojenského mapování z roku 1876 v měřítku 1:25 000. Byl zaznamenán výrazný nárůst ploch orné půdy (54,2 % území). U trvalých travních porostů nastal výrazný pokles podílu ploch na 16,8 %. K významnému poklesu zastoupení došlo také u vodních ploch - pouze 0,06 % (Tab. 1). Zanikla tak poměrně velká rybníční soustava na řece Kyjovka, Čejské jezero a rybníční soustava na potoce Prušánka. U 20,2 % ploch došlo ke změně ve využití, 79,8 % ploch zůstalo stabilně využíváno. Nejčastějším typem změny byl přechod z trvalých travních porostů do orné půdy (8,2 % z celého území), dále přechod z TTP do lesa (3,4 %), tedy procesy zemědělské intenzifikace a zalesňování. Za hlavní příčinu těchto výrazných změn můžeme označit zásadní změny ve způsobu zemědělského hospodaření, vysokou poptávku po cukrové řepě v tomto regionu a úspěšnou metodu zalesňování tzv. Moravské Sahary.

Následující mapa využití ploch z roku 1953–1954 vznikla na základě československé vojenské topografické mapy v měřítku 1:25 000. Podíl orné půdy nadále stoupal a dosáhl svého maxima (57,35 %). U trvalých travních porostů pokračoval výrazný pokles podílu ploch (8,8 %), louky se zachovaly pouze v nivě řeky Moravy a v Bílých Karpatech (Tab. 1). Došlo k částečnému obnovení vodních ploch, především na řece Kyjovce. U 20,1 % ploch došlo ke změně ve využití, 79,9 % ploch zůstalo stabilně využíváno. Nejčastějším typem změny byl přechod z trvalých travních porostů do orné půdy (7,2 % z celého území), dále přechod z TTP do lesa (1,7 %) a přechod z orné půdy do zastavěných ploch (1,7 %). K procesům zemědělské intenzifikace a zalesňování tak přistupuje v tomto období i proces urbanizace.

Čtvrtou mapovou sadou, která posloužila pro vymezení ploch využití krajiny, byla československá vojenská topografická mapa z roku 1991. Podíl orné půdy se snížil asi o 6 % a dosáhl hodnoty 51,1 % (Tab. 1). U trvalých travních porostů nadále pokračoval pokles podílu ploch a dosáhl minima (6,6 %). Výrazně se zvýšil podíl ploch vinic (5,2 %) a sadů (2,2 %). Postupně narůstal i podíl zastavěných ploch (7,5 %). U

19,1 % ploch došlo ke změně ve využití, 80,9 % ploch zůstalo stabilně využíváno. Nejčastějším typem změny byl přechod z orné půdy do vinic (3,4 % z celého území), přechod z trvalých travních porostů do orné půdy (3,3 %) a přechod z orné půdy do zastavěných ploch (2,8 %). V zemědělské krajině okresu Hodonín sehrála nejdůležitější roli v tomto období zemědělská intenzifikace spojená se scelováním pozemků a koncentrací zemědělské velkovýroby v zemědělských družstvech a státních statcích. V okrese Hodonín probíhala i urbanizace a industrializace, především pak v jeho největších sídlech a těsném zázemí.

Pro tvorbu poslední páté mapy využití ploch v okrese Hodonín posloužila Základní mapa ČR v měřítku 1:10 000 z let 2002–2006 (na většině území z roku 2003). Podíl orné půdy zůstal zachován na stejné úrovni, dosáhl hodnoty 50,6 % (Tab. 1). U trvalých travních porostů došlo poprvé k nárůstu podílu ploch (7,0 %), zejména díky obnově luk v oblasti Bílých Karpat. Podíl ploch vinic činil 4,0 %, u sadů byl podíl 2,4 %. Mírně narůstal podíl zastavěných ploch (7,7 %). U 12,7 % ploch došlo ke změně ve využití, 87,3 % ploch zůstalo stabilně využíváno. Po roce 1989 se v krajině České republiky projevují častěji dříve málo běžné procesy - suburbanizace, která je vázána především na větší města a jejich okolí, a proces zemědělské extenzifikace, jako důsledek obnovy a rekultivace krajiny, případně hospodaření v ekonomicky málo prosperujících zemědělských oblastech. Nejčastějším typem změny byl přechod z vinic do orné půdy. V tomto období ještě nebyl zaznamenán trend nárůstu ploch vinic související s legislativními podmínkami při vstupu do Evropské unie. Tato mapová sada spíše zachycuje původní trend poklesu ploch vinic související s transformací zemědělských podniků a jejich často těžkou ekonomickou situací. V roce 2003 činila výměra všech vinic v České republice 11 825 ha, v následujících letech stoupala a v roce 2006 činila 15 519 ha.

U 46,6 % území okresu Hodonín došlo na základě studia pěti mapových sad z let 1836 až 2006 ke změně ve využívání krajiny. 27,5 % území prodělalo jednu změnu ve využití ploch, 13,5 % území dvě změny, 4,9 % území tři změny a 0,8 % území čtyři změny. Nejvíce změn proběhlo v těsné blízkosti řek Morava a Kyjovka, v širším zázemí města Hodonín, v okolí Rohatce a Dubňan, ale také na okrajových svazích Ždánického lesa a Bílých Karpat. 53,4 % území okresu Hodonín zůstalo stabilně využíváno, šlo zejména o rozsáhlé plochy orné půdy (33 901 ha, 30,86 % z celého území) zastoupené především v nížinách a pahorkatinách (Dolnomoravský úval, Kyjovská pahorkatina, Vizovická vrchovina). Stabilně byly využívány také lesní komplexy ve vrchovinách v severní části okresu (Ždánický les, Chřiby, Litenčická pahorkatina), některé lesy v Bílých Karpatech, doubravy v okolí Hodonína a Bzence, a také některé části lužního lesa v okolí Mikulčic a Petrova (19 400 ha, 17,66 % z celého území). Trvalé travní porosty byly na všech pěti mapových sadách zaznamenány na 2738 ha, tedy 2,49 % z celého území. Jejich největší zastoupení je

v oblasti Bílých Karpat, zbytek těchto ploch pak lze nalézt v blízkosti řeky Moravy. Stabilně zůstala využívána také historická jádra měst a obcí zahrnutá v kategorii zastavěné plochy (1 937 ha, 1,76 %), plochy vinic ve významných vinařských obcích okresu Hodonín (657 ha, 0,60 %). Zajímavostí tohoto regionu je, že zůstalo po celé sledované období stabilně využíváno jen 6 ha vodních ploch a 3 ha sadů.

Okres Hodonín ovšem není z hlediska změn v krajině homogenním územím, jsou výrazné rozdíly mezi jednotlivými geomorfologickými celky okresu (Tab. 2). Nejvíce změn ve využití krajiny bylo zaznamenáno v zemědělsky intenzivně využívaném Dolnomoravském úvalu (56,8 %), u 35,9 % ploch došlo k jedné změně ve využití krajiny, u 14,8 % ke dvěma změnám. Poměrně překvapivé je zjištění, že v podílu změněných ploch jsou na druhém místě Bílé Karpaty (změna na 46,2% území). Zde většina změn souvisí s kategorií trvalých travních porostů. Přibližně stejný podíl změněných ploch vykazuje Kyjovská pahorkatina a Litenčická pahorkatina (43,2 % a 42,4 %), ovšem u Kyjovské pahorkatiny je vyšší podíl vícenásobných změn v krajině, což je způsobeno také vyšším podílem vinic a sadů, které jsou v rámci katastru běžně přemísťovány. Výrazně méně změn ve využití ploch je zaznamenáno v severní části okresu Hodonín – Ždánický les (33,2 %), Litenčická pahorkatina (28,3 %) a Chřiby (21,9 %). Podíl stabilně využívaných ploch v jednotlivých geomorfologických celcích se značně odlišuje. Zatímco u Ždánického lesa a Chřibů je většina stabilně využívaných ploch v kategorii les, u Kyjovské pahorkatiny a Vizovické pahorkatiny většinu tvoří orná půda. V Dolnomoravském úvalu je podíl stabilně využívaných ploch lesa a orné půdy vyvážený. V Bílých Karpatech se k stabilně využívaným plochám lesa a orné půdy řadí také rozsáhlé areály zdejších typických luk.

Celková intenzita změn v krajině v okrese Hodonín měla nejvyšší podíl u vyváženého trendu využití (62,42 %), který zahrnuje stabilně využívané plochy a plochy s vyváženým způsobem využívání (intenzifikační zásah nahrazen extenzifikačním). Za celé sledované období převažovala intenzifikace (23,40%) nad extenzifikací (14,18%). Charakteristika celkové intenzity změn v krajině v geomorfologických celcích okresu Hodonín je v Tab. 3. Pouze v Bílých Karpatech a Chřibech převažovala extenzifikace nad intenzifikací.

Výpočet trajektorií změn v krajině v okrese Hodonín potvrdil, že nejvyšší zastoupení mají stabilní trajektorie (53,37%), dále pak stupňovitě (13,98%) a kvazistabilní (13,51%). Trajektorie bez jednotného trendu byly na 9,28%, cyklické na 7,67 % a dynamické na 2,19%. Trajektorie změn v jednotlivých geomorfologických celcích okresu jsou popsány v Tab. 4.

Tab. 1: Vývoj využití ploch v okrese Hodonín v letech 1836–2006 (v %)

Kategorie využití ploch	1836–1841	1876	1953–1955	1991	2002–2006
orná půda	45,30	54,16	57,35	51,07	50,62
trvalý travní porost	26,51	16,80	8,76	6,55	6,98
zahrada a sad	0,88	0,43	1,53	2,21	2,44
vinice a chmelnice	3,55	3,08	2,24	5,21	3,95
les	20,87	22,99	24,97	26,38	27,19
vodní plocha	0,67	0,06	0,46	0,58	0,67
zastavěná plocha	2,21	2,46	4,53	7,52	7,66
rekreační plocha	0,00	0,00	0,02	0,30	0,35
ostatní	0,00	0,02	0,13	0,19	0,14
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tab. 2: Podíl počtu změn ve využití krajiny v letech 1836–2006 (v %) v geomorfologických celcích okresu Hodonín

Počet změn	0	1	2	3	4	Celkem	Plocha (ha)
Bílé Karpaty	53,75	27,30	13,47	4,67	0,81	100,00	18336
Dolnomoravský úval	43,22	35,87	14,76	5,45	0,70	100,00	33973
Chřiby	78,14	9,51	6,61	4,46	1,28	100,00	2211
Kyjovská pahorkatina	56,80	23,83	13,92	4,67	0,77	100,00	35458
Litenčická pahorkatina	71,74	16,55	9,06	2,26	0,39	100,00	417
Vizovická vrchovina	57,59	28,78	10,29	2,89	0,46	100,00	11696
Ždánický les	66,81	11,82	12,74	6,82	1,80	100,00	7781

Tab. 3: Podíl celkové intenzity využití krajiny v letech 1836–2006 (v %) v geomorfologických celcích okresu Hodonín

Geomorfologický celek	vyvážený trend	intenzifikace	extenzifikace
Bílé Karpaty	64,10	14,35	21,55
Dolnomoravský úval	51,02	31,52	17,46
Chřiby	84,16	4,89	10,96
Kyjovská pahorkatina	66,86	22,38	10,76
Litenčická pahorkatina	77,92	17,17	4,91
Vizovická vrchovina	65,12	28,14	6,74
Ždánický les	76,94	12,52	10,53

Tab. 4: Podíl trajektorií změn ve využití krajiny v letech 1836–2006 (v %) v geomorfologických celcích okresu Hodonín (BJT = bez jednotného trendu)

Trajektorie změn	BJT	cyklická	dynamická	kvazistabilní	stabilní	stupňovitá
Bílé Karpaty	7,75	9,26	1,93	14,90	53,75	12,4
Dolnomoravský úval	12,32	6,10	2,49	16,17	43,22	19,70
Chřiby	5,76	3,71	2,88	5,65	78,14	3,86
Kyjovská pahorkatina	8,58	8,72	2,06	12,30	56,80	11,54
Litenčická pahorkatina	4,24	5,92	1,55	8,92	71,74	7,63
Vizovická vrchovina	5,71	6,81	1,12	13,62	57,29	15,15
Ždánický les	9,40	8,44	3,52	6,47	66,81	5,35

5 Závěr

Z hlediska využívání krajiny lze okres Hodonín považovat za krajinu s poměrně velkým zastoupením změněných ploch (46,6 % území). Od roku 1836 do roku 2006 je alarmující především úbytek trvalých travních porostů, které měly před 170 lety své největší zastoupení v nivách řek a potoků. V rámci okresu

Hodonín existují regionální diference změn v krajině, jejich největší rozsah byl zaznamenán v Dolnomoravském úvalu, Bílých Karpatech, Kyjovské pahorkatině a Vizovické vrchovině a souvisí s procesy intenzifikace zemědělství, urbanizace a obecně s intenzivní antropogenní činností v krajině. Za stabilně využívaná území lze považovat Ždánický les, Chřiby a Litenčickou pahorkatinu.

References

- [1] Brůna V., Buchta I., Uhlířová L. (2002): Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování. *Acta Universitatis Purkynianae – Studia Geoinformatica II.*, 81 Ústí nad Labem, 46 s.
- [2] Demek J., Havlíček M., Mackovčín P. (2009): Landscape Changes in the Dyjsko-svratecký and Dolnomoravský Grabens in the period 1764-2009 (Czech Republic). *Acta Pruhoniana*, no.91, p. 23-30.
- [3] Havlíček M., (2008): Využití krajiny na Hodonínsku od 19. století do současnosti. In: Kubiček P., Foltýnová D. (eds.): *Sborník přednášek konference Geoinformatika ve veřejné správě Brno 2008*, CAGI (Czech Association for Geoinformation), CD.
- [4] Havlíček M., 2009. Hodnocení změn krajiny Kyjovska od pol. 19. stol. do současnosti. In: Poštolka, V., Lipský, Z., Popková, K., Šmída, J. (eds). *Geodny Liberec 2008. Sborník příspěvků*, 264 s. + CD ROM (příspěvek na CD, 7 s.), ISBN 978-80-7372-443-6
- [5] Havlíček M., Borovec R., Svoboda J. (2009): Long-term changes in land use in the Litava River basin. *Acta Pruhoniana*, no. 91, p. 31-37.
- [6] Mackovčín P. (2009): Land use categorization based on topographic maps. *Acta Pruhoniana*, no. 91, p. 5-13.
- [7] Olah, B., Boltížiar, M., Petrovič, F. (2006): Land use changes relation to georelief and distance in the East Carpathians Biosphere Reserve. *Ekológia (Bratislava)*, vol. 25, no. 1, p. 68-81.
- [8] Skokanová H. (2009): Application of methodological principles for assessment of land use changes trajectories and processes in South-eastern Moravia for the period 1836–2006. *Acta Pruhoniana*, no. 91, p.15-21.
- [9] Sweeney S., Jurek M., Bednar M. (2007). Using place names to interpret formel flodddplain connectivity in the Morava River, Czech Republic. *Landscape Ecology*, vol. 22, no. 7, p. 1007-1018.
- [10] Swetnam, R. D. (2007): Rural land use in England and Wales between 1930 and 1998: Mapping trajectories of change with a high resolution spatio-temporal dataset. *Landscape and Urban Planning*, vol. 81, no. 1-2, pp. 91-103.

Constructing Regional Advantage in South Moravia Region

Dávid Jánošík

Masaryk University, Department of Geography
janosik@mail.muni.cz, <http://geogr.muni.cz/>

Abstract

Article is focused on constructing of regional advantage in South Moravian Region, on process, which is by current innovation strategy discourse increasingly important. It considers potential of South Moravian Region with emphasis on dynamic side of innovation process (unprompted as well as forced creation of new subjects, cooperation and networking). At the same time it attempts to give a broader sight of impacts influencing the stage of regional innovation system resulting from applying of existing innovation policy. Constructing of regional advantage in South Moravian Region is understood as selective process, which brings positives as well as negatives and structures activities and strategies of subjects, which operate within its territory.

Keywords: regional advantage, competitiveness, regional absorption capacity, regional innovation system, knowledge base, related variety

1 Introduction

Increasing global competition which generates pressure on national and regional economies raised the need for supporting of their competitiveness through innovation activities. This is also very important part of current EU policies and fundings. Region is nowadays considered to be a space where innovation activities happen and in the same time environment which is moreless determinative for regional actors to exert innovations (e.g. Oughton, Landabaso, Morgan 2002; MacKinnon 2002). It is very important to differ between two concepts – core and periphery. Knowledge and innovation are related to the core, whilst „periphery is what follows standardised forms of production, with low added value and complexity (Komninos, 2008, 13). Asheim and Gertler (2005, 291) assert that „the more-knowledge intensive the economic activity, the more geographically clustered it tends to be“. Contextual to this is Cooke and De Laurentis (2002)¹ who argue that cities, which can be considered as cores, are on average „twice as advantaged by their knowledge intensity over towns and rural areas compared to their already existing advantages from agglomeration economies“.

¹ In European Commission 2006, 40

South Moravian Region is strongly divergent, contains of Brno agglomeration as a strong national knowledge centre on the one side and rural surroundings on the other. Application of regional innovation policy makes this difference even wider. This article will try to look on potentialities of alternative regional innovation policy model which gives attention to the role and impact of the public sector in the economy of South Moravia Region. This model is based on idea of constructing regional advantage (European Commission, 2006).

At the beginning of this article I will present a conceptual frame, by introducing policy model of creating regional advantage and concepts of related variety and knowledge bases², which are associated with this model. This concepts stem mostly from article of Asheim, Boschma and Cooke Constructing regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases.

Then I would like to have a closer look on current situation of regional innovation system and assertion of creating regional advantage model in South Moravian Region. The last part of this article will try to sketch future challenges for regional innovation development.

2 Theory of constructing regional advantage (CRA)

„The theory of constructed advantage allows for more attention to the role and impact of the public sector in economy. It also highlights policy support, preferably in public-private partnerships, by acknowledging to a greater extent the importance of institutional and economic complementarities in knowledge economies than do theories of comparative and competitive advantage. Instead of market failure, the rationale for policy intervention is the reduction of interaction or connectivity deficits. A regional innovation systems approach, which is key to constructed advantage, sees such deficits as the core problem of innovation in the EU.“

(European Commission, 2006, 12)

Key concept of regional innovation system (RIS) is mostly understood as a combination of individual

² Two other important concepts of creating regional advantage theory, distributed knowledge networks and policy platforms, are not discussed in this article.

actors (firms, universities, intermediate organizations, research institutes, governmental institutions, but also buyers, sellers, suppliers, etc.) and their interactions and relations with aim to generate innovations. Emphases³ are in this concept put on:

- activities of firms as part of network of public and private organisations generating new technologies,
- linkages between organizations with flows of intellectual resources,
- learning as a key economic resource.

Regional innovation system (RIS) should provide such environment, which will give best conditions for stimulation of innovation creation. Andersson and Karlsson (2004) argue that continuous product and process innovations are prerequisites for sustainable competitiveness of regions. Regional policy representatives should therefore find best ways of supporting firms and remedy the market failure in constantly changing conditions of global economy. Precise appearance of regional innovation system (best way it would look like) still have not been determined, what is a fundamental problem of all types of studies of regional innovation systems⁴. One of the reason is maybe in different characteristics of RIS in different regions. There are big differences not only between high-technology and specialized regions, but often also between regions with similar structures (Andersson, Karlsson, 2004). This corresponds to the argument that there exists no one-size-fits-all recipe which should be applicable for all regions, and also that there is large scale and developmental diversity between European regions (European Commission, 2006).

Competitive advantage is not spontaneous. It results from collective actions and various initiatives of triple helix⁵ organizations. Nevertheless, these initiatives for collaborations are not mostly automatic and firms need support to begin with cooperation with neighbouring firm or colocated knowledge creating organisation to strengthen their knowledge bases (European Commission, 2006). This is a fundamental need of firms, because as Penrose (1995, xvi-xvii) argued „, a firm's rate of growth is limited by the growth of knowledge within it, but a firm's size by the extent [of] administrative efficiency. As the generation of knowledge and its exchange is one of the key factors here, let's have a closer look on different knowledge bases. Knowledge bases are important for shaping of innovation processes in firms and industries.

One of the crucial notions of theory creating regional advantage are differentiated knowledge bases.

The innovation process of firms and industries is strongly shaped by their specific knowledge base and theory of constructing regional advantage distinguish between three types of knowledge base: analytical, synthetic and symbolic (Skokan, Rumpel, 2007). Usefulness of these knowledge types⁶ can be different for needs of specific firm. Vice versa firm need to have absorption competences for usage of this knowledge as base of innovation activity and is itself bearer of the knowledge. Policy representatives should know specifications of knowledge bases localised in the region (mainly analytical). Science based (analytical) knowledge is regarded by Laestadius (2007)⁷ as more important for innovation and competitiveness of firms than other two types. If these are three knowledge bases moreless needed for innovation generation, than there should be add fourth dimension - region supportive knowledge base. This concerns what Lagendijk and Conford (2000) calls regional development industry.

Mentioned knowledge bases needful for innovation processes of firms should be extend with supportive knowledge base. It represents information about regional innovation system, understandings of strengths and weaknesses of localised industry and universities. Supportive knowledge base contains also identification of needs and opportunities that are hidden in the region and are utilizable for regional actors (mainly firms), have awareness of absorption capacity of region and other information needed for support development.

This knowledge base should serve as an overview of regional possibilities and potentials (or external resources in innovation and learning process - e. g. by means of finding suitable partner) and is ready to be exploited by firms. We can consider this as an indirect support of their activities oriented towards innovation. Bearer are mainly intermediary bodies or enlightened people in university or governmental structures. Supportive knowledge base is also important to avoid lock-in of the region. It gives an opportunity to seasonable adaptation of regional path-dependent trajectory. This, as whole supportive knowledge base concept, has not yet had any empirical evidence and should be therefore viewed as interesting idea, which, if proved and interconnected with other concepts, can help understand further circumstances within regional innovation system.

³ de la Mothe and Paquet (1998) cited in Andersson and Karlsson (2004)

⁴ Markusen (1999) cited by Doloreux (2004).

⁵ For triple helix concept see e.g. Leydesdorff, Meyer, 2006; Etzkowitz 2008.

⁶ For further specification of analytical, synthetic and symbolic knowledge bases see e.g. European Commission (2006).

⁷ Laestadius (2007) cited in Asheim, Boschma, Cooke (2007).

Analytical (science based)	Synthetic (engineering based)	Symbolic (artistic based)	Supportive (agency based)
Developing new knowledge about natural systems by applying scientific laws; <i>know why</i>	Applying or combining (in novel ways) existing knowledge; <i>know how</i>	Creating meaning, aesthetic qualities, affect; <i>know who</i> critical	Creating knowledge about regional elements, relations and governance and help specific knowledge; <i>know about (partially how)</i>
Scientific knowledge, models, deductive	Problem-solving, inductive, custom production	Creative process	Investigative and incitory process,
Collaboration within and between research units	Interactive learning with customers and suppliers	Learning-by-doing in studio, project teams	Learning by supporting,
Strong codified knowledge content	Partially codified knowledge, strong tacitness	Strong semiotic knowledge content, some forms highly context-specific	Partially codified knowledge content
Drug development	Mechanical engineering	Advertising	Regional development

Table 1: Differentiated knowledge bases: A typology
Source: Asheim, Boschma, Cooke 2007, edited by author

Another crucial notion of CRA is related variety. It is defined as „sectors that are related in terms of shared or complementary knowledge bases and competences“ (Asheim, Boschma, Cooke, 2007, 4) and it „allows higher absorptive capacity and more rapid diffusion of innovations among related user-producer communities“ (European Commission, 2006, 14). There need to exist cognitive proximity, which ensure effective communication and interactive learning between, so a knowledge can spill over. Too much cognitive proximity can be the cause of cognitive lock-in⁸. Related variety can be secured by two main knowledge resources: internal and external. Asheim, Boschma, Cooke (2007, 7) argue, that „ a region might benefit especially from extra-regional knowlegde when it originates from sectors that are related or close, but not quite similar to the sectors present in the region.“

The long term growth and development of regions depends on their ability to diversify into new applications and new sectors while building on their current knowledge base and competences⁹„As related variety has systemic and intangible features, it is almost impossible to copy or imitate new sectors that are strongly embedded in, and depend on region-specific related variety“ (Asheim, Boschma, Cooke 2007, 7)

⁸ Nooteboom (2000) cited in Asheim, Boschma, Cooke (2007).

⁹ Boschma (2004) cited in Asheim, Boschma, Cooke (2007).

3 CRA in South Moravian Region

South Moravian Region was first region in Czech Republic, which started with focused support of innovation activities within its area. First Regional Innovation Strategy was created in 2002 with aim to utilize internal regional strenghts and support regional competitiveness by succesive creation of innovation infrastructure for nascency of innovation milieu and knowledge-based economy. Only recently there occured changes in approach of innovation policy. In the beginning, focus was mainly on support of new innovative companies and entrepreneurs in the region. Regional Innovation Strategy 3 became more interconnected with regional actors and tries to establish new kind of policy based on personal contacts with important regional researchers, R&D firms to start with organised support of applied science, technology transfer and resulting innovations.

Albeit progressive, present innovation system in South Moravia Region is still in developing stage. Nevertheless, it is very advisable to make it sustainable from the beginning. Prerequisite for this is to know current limits of development. It means to use only resources that we have possibilities and strengths for, to keep alive existing activities in the long term. Here is one application of knowledge bases and related variety concepts. To get awareness (for policy makers) about first mentioned is a long-run process which will take a lot of efforts and arise with gaining more experiences and higher level of systematization within creation of stronger and more effective regional

innovation system. Related variety is already observable in R&D activities of some firms in the region (see Figure 1).

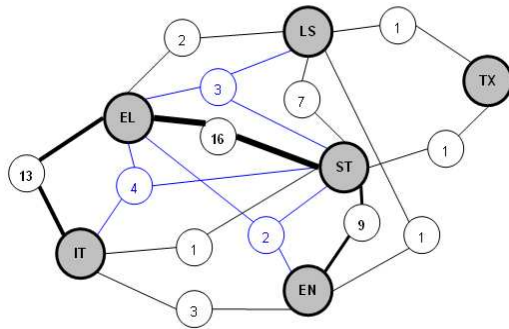


Figure 1: Number of interdisciplinary overlaps in R&D companies in South Moravian Region.

IT – Information Technologies,

EL – Electrotechnics ,

LS – Life Sciences

ST – Machinery, EN – Environmental technologies

TX – Textile industry.

Source: Adámek P., Csank P. et al. 2008.

Field research on companies from South Moravian Region which is a part of Regional Innovation Strategy 3 showed that a lot of progressive firms in region have their knowledge interdisciplinary overlapped. As Adámek and Csank (2008) argue that „companies that build their competitive advantage around knowledge of field boundaries are those having a greater chance of generating innovations that are unique and hard to imitate.“

The recommendations of Adámek and Csank for South Moravian regional innovation strategy towards reinforcing of interdisciplinary overlaps (related variety) in firms were:

- innovative enterprising database (knowledge about firms knowledges, problems, development ambitions and successes)
- innovation networking (organising of meetings between companies in various fields)
- innovation culture (support of this culture by organising activities of various forms such as publicity, competitions), declared political priority and realized support, innovation academies, field innovation counseling, etc.)
- innovation internationalisation (organising a series of business missions/trips of selected companies into selected locations, with emphasis on potential of visited location to contribute and help firms to advance to a higher level in creating added value by such international cooperation.

In other words, regional development industry¹⁰ should be intensified, or if you want knowledge support,

¹⁰ Term of Lagendijk and Conford (2000).

internal and external networking and support of innovation culture should be provided by regional intermediaries to reinforce interdisciplinary overlappings in firms.

When talking about constructing regional advantage in South Moravian region we can talk also about creating of particular features of regional innovation system. Brno agglomeration has diversified structure of economy as well as institutional and organizational base, what is necessary condition for innovation performance, because as Asheim, Boschma and Cooke (2007) argue, diversity is a trigger of new ideas, induces knowledge spillovers, and provides valuable resources required for innovation. As this base is growing thanks to preparing projects of large R&D structures (centres of excellence – ICRC and CEITEC, regional R&D centres), it is supposed that Brno have a potential to become region of excellence in the future. Figure 2 shows us five strategic priorities of innovation policy which support regional innovation system. It also gives examples of supportive activities or projects, which already exist, as well those, which are proposed presently¹¹ and can better outline us part of present as well as future regional innovation system of South Moravia region.

For having a closer picture of the regional innovation system of South Moravia region, we should specify the most important actors, that are creating and influencing it. Let have a look on triple helix of government, R&D institutions and firms.

Within government elements¹² the most important (beside national) are strategies of regional governmental bodies, South Moravian Region (Strategy of economic development of South Moravian Region) and City of Brno (Strategy for Brno), which have both strongly implemented support of research and development, innovations, education and creation of new high-tech branches. Fullfilment of these priorities mirrors in establishing specialized implementing agencies. South Moravian Innovation Centre is responsible for beginning innovation companies support, creation of supportive innovation infrastructure and establishing technology transfer system in the region. South Moravian Centre for International Mobility provides assistance to human resources, which are needful for the R&D activities in the region. Regional Development agency takes care of foreigner investors in the region and supports innovation culture (project of Science Museum).

R&D institutional element is represented by five big public universities, Academy of Sciences and other research centres is at the moment focused mainly on

¹¹ Some of them are dependent on selection of superior committees of Operational Programmes. They will decide which projects will be assessed as best for funding.

¹² Komminos (2008) differs within regional innovation system between elements, relations and governance

basic research, financed mostly from public budgets. Nevertheless situation (in the second best CR region) has been changing thanks to centres of technology transfer which are investing their efforts to support applied science. Transfer of technologies from universities to firms is now the most important activity for several regional actors. It will be one of fundamental activities also for research centres CEITEC and International Clinical Research Centre, which should strongly support development of regional innovation system in South Moravian Region.

Element of firms consists of approximately 300 innovative firms, from which 50 have really excellent research and development. Cooperation and partnerships between firms, universities and intermediaries is progressively deepen.

Nowadays infrastructures are still in process of construction as well as are the relationships and governance continually changing. It seems that region has all prerequisites to become knowledge-based and excellent. It is still a challenge to build effective regional innovation system as we know it from western regions. Komminos (2008) differs between four stages of making the core of excellence. The starting point is the „absence“ of spatial competitive advantage based on regional system of innovation. Enterprise rely on their own internal capabilities for innovation creation.

The regional environment does not contribute to their innovation capability. Second stage is represented by „clusters“ within which companies develop local networks and obtain knowledge and innovation capacity from associated enterprises and organisations. Third stage is called „multi-cluster regional systems“ within which industrial districts and islands of research and technology tend to come together in a wider regional system of institutions and partnership networks. South Moravian regional innovation system looks like have most common, with this stage, although has currently only embrionic and low intensity profile, in the future this can be model stage to which it will have the closest. The last is „going global“ stage which could be characterised by innovative clusters and agglomerations, institutional mechanisms and digital spaces and which intertwined and generate multi-level innovation system which is labeled by Komminos as „intelligent city/region“. Characterisation and possible classification of South Moravian regional innovation system needs to be subject of further analyses.

“We cannot predict the emergence of innovation and consequently manage it, but we can create environments within which innovation is generated“ (Komminos, 2008, 1). Radical innovations needs better supportive environments.

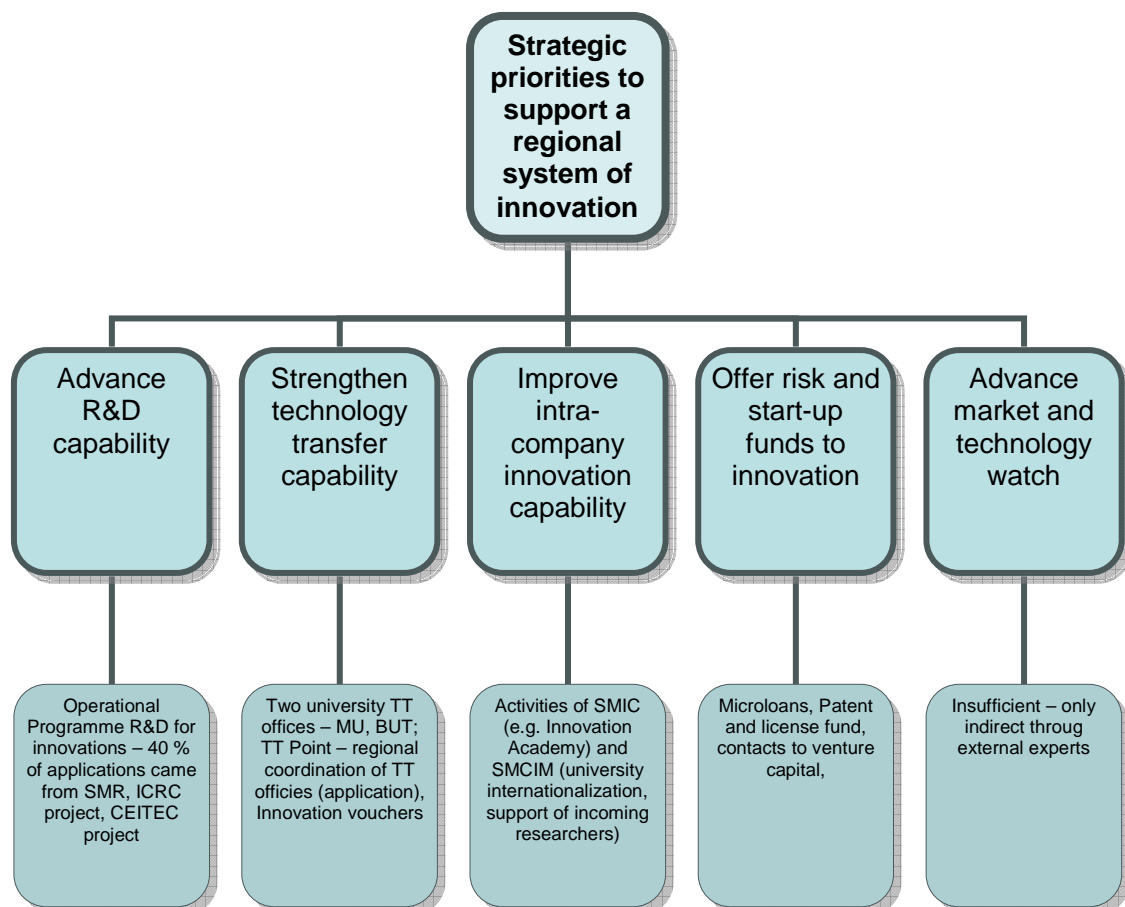


Figure 2: Innovation policy adapted to regional systems of innovation with examples of activities in South Moravian Region. Source: Komminos (2008), edited by autor.

4 Future challenges for regional innovation development

There are lot of questions concerning the construction of regional advantage that have not yet been asked and responded. The discourse that entails the principles of CRA is mostly positive, discusses the advantages and is almost blind to the shortcomings that go hand in hand. Not denying all the positives that I mentioned in this article, the further researches should focus on usage of this theory in rural and periphery areas. By these, innovation development originate from different approaches, which are then altered to different kind of specialized policies. An interesting example of successful innovation policies in rural areas can be found in West Wales (see Cooke 2006). Concept of related variety have been used here and region become successful by bringing together number of not very related sectors in innovative synthesis (Asheim, Boschma, Cooke 2007). Utilization of advantages of rural environment, even if not so big as in the case of cities, is the way to improve economy and come up with sustainable development of this areas.

Another way of possible availing of CRA theory could be its application on concept of intelligent city. Concept of intelligent city (Komninos 2008, 1) „represents „third generation“ strategy for making environments of innovation (after innovative clusters and regional systems of innovation)“. Komninos (2008, 19) defines two key factors in intelligent cities:

- „the local or regional innovation system which guides the development of knowledge and technologies to organisations in the area (business, universities, technology centres, incubators, etc.)
- the digital information and knowledge management environment, which enhances the provision of information, communication, decision-making, technology transfer, and cooperation for innovation easier.“

Whether there is a potential to use this concept for regional development in South Moravia or other region in Czech Republic is a question which needs further analysis.

References

- [1] ADÁMEK P., CSANK P. (ET AL.) *Terénní průzkum firemní sféry. Závěrečná zpráva z terénního průzkumu firem pro formulaci Regionální inovační strategie Jihomoravského kraje 3.* 2008, 62 p.
- [2] ANDERSSON M., KARLSSON C. *Regional Innovation Systems in Small & Medium-Sized Regions A Critical Review & Assessment.* Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation 10, Royal Institute of

Technology, CESIS - Centre of Excellence for Science and Innovation Studies. 2004, 25 p. Online at: <http://www.infra.kth.se/cesis/documents/WP10.pdf>

- [3] ASHEIM B, BOSCHMA R., COOKE P. *Constructing regional advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases.* Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG) 0709, Utrecht University, Section of Economic Geography, 2007, 35 p. Online at: <http://econ.geo.uu.nl/peeg/peeg0709.pdf> on 7.11.2009
- [4] ASHEIM B. AND GERTLER M. *The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems.* In Fagerberg J., Mowery D. and Nelson R. (Eds.) 2005, The Oxford Handbook of Innovation. pp. 291-317, Oxford University Press, Oxford.
- [5] BRACZYK H., COOKE P., HEIDENREICH M. *Regional innovation systems: the role of governances in a globalized world.* Routledge 1998, 499 p.
- [6] COOKE P. *Constructing advantage in Perseli, Pembrokeshire.* In OSMOND J. (ED.) *The Preseli Papers.* Cardiff, Institute of Welsh Affairs. 2006,
- [7] COOKE P., DE LAURENTIS C. *The index of knowledge economies in the European Union: Performance Rankings of cities and regions.* Regional Industrial Research Report 41, Centre of Advanced Studies, Cardiff University, 2002.
- [8] DOLOREUX D., PARTO S. *Regional Innovation Systems: A Critical Review.* 2004, 26p. Online at: www.urenio.org/metaforesight/library/17.pdf on 8.11.2009
- [9] ETZKOWITZ H. *The triple helix: university-industry-government innovation in action.* Routledge, 2008, 164 p., online at: <http://books.google.cz/books?id=mo-MB6u-AMQC&pg=PP1&dq=triple+helix&hl=en#v=onepage&q=&f=false>
- [10] KOMINOS N. *Intelligent Cities and Globalisation of Innovation Networks.* Routledge 2008. 308 p.
- [11] LAGENDIJK A., CONFORD J. *Regional institutions and knowledge – tracking new forms of regional development policy.* Geoforum 31, 2000, pp. 209-18.
- [12] LEYDESORFF, MEYER, *Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems.* Introduction to the special issue Research Policy, 35, 2006, 21

s., Online at: <http://dlist.sir.arizona.edu/1251/02/rp06th5.pdf>

- [13] MACKINNON D. ET AL. *Learning, innovation and regional development: a critical appraisal of recent debates*. Progress in Human Geography 26, 3, 2000, pp. 293-311.
- [14] OUGHTON C., LANDABASO M., MORGAN K. *The Regional Innovation Paradox: Innovation Policy and Industrial Policy*. Journal of Technology Transfer 2002, 27, pp. 97-110.
- [15] PENROSE E. *The Theory of the Growth of the Firm (Third Edition)*. Oxford: Oxford University Press. 1995, 272 p. Online at: http://books.google.cz/books?id=aigWHVhP5tsC&dq=penrose+the+theory+of+the+growth+of+the+firm&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=bs75SpP8FYXEnQO30aHFCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CBQQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false on 7.11.2009.
- [16] SKOKAN K., RUMPEL P. *Constructing Regional Advantage: Does it matter for Czech regions?* Published in: Econ '07 1 14, 2007, pp. 187-194. Online at: http://mpa.ub.uni-muenchen.de/12378/1/MPRA_paper_12378.pdf
- [17] <http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy/vysledky-hodnoceni-po-zasedani-vyberove-komise-ridiciho>, online on 8.11.2009.

Environmental benefits of allotment garden colonies for big-city and its inhabitants

Sandra Keyzlarová

Masaryk University, Faculty of Science, Department of Geography

keyzlar@sci.muni.cz

Abstract

The urbanization has been changing the landscape around us very quickly. Cities have been growing in both horizontal and vertical directions. The functional utilization of their areas - both inside and outside the cities - has been changing due to various aspects arising from needs and feasibilities of contemporary society. Allotment garden colonies are a significant part of urban landscape in many central European cities. For the city and its inhabitants they constitute urban vegetation, public space and developing zones for other usage. The question to consider is what environmental, social and economic value they represent for the cities' environment. There is need to draw a conclusion on how to deal with such areas. Will the garden colonies be preserved, changed partially or totally? For this purpose it is necessary to analyze the historical aspects of their development and to compare this situation with the situation abroad. Changing them impetuously into fully built-up areas could lead to undesirable increase in environmental risks in landscape resulting in decrease of environment quality.

1 Introduction – Theoretical resources

Allotment garden colonies (further only as AGC) represent a specific way of using landscape. The multiplicity of their functions suggests describing them as “multifunctional”. They have a significant environmental, social and economic importance. That's why is necessary to use a wide range of scholarly literature, from landscape ecology to human geography up to urbanism, landscape and land-use planning.

Many architects (Auboeck, 1972, Vanicek, Tuzinska, 1979), geographers (Vagner, 2004), environmentalists (Hoskova et al., 2008) and sociologists (Boudna, 1974) dealt with AGC, with their appearance and their functions. Besides that there is a lot of literature dealing with ACG only marginally. These are works dealing with the topic of urban vegetation, city and suburban pastime as their main topic. ACG play a part even by creating master plans. For this reason the city of Brno had a “General of gardens” (1982) and “An evaluation of allotment gardens localities on the area of the Brno city” (Ageris, 2006) elaborated.

ACG are an important part of (sub)urbanized landscape regarding their surface. The importance

of landscape itself and every part of it is documented in European landscape convention (Florence, 2000). The convention emphasizes the necessity of considerate dealing with landscape and the purpose of participative landscape planning.

Various approaches to landscape, its multiple meanings reminds Antrop (2006). He claims that the landscapes often lose landscape diversity and identity, landscape character and sense of place. Traditional landscapes become fragmented and are gradually replaced by new ones. He accented demands on transdisciplinary cooperation.

If we want to perceive ACG as a part of (sub)urban landscape, we have to look for a broader theoretical framework in land-use of city landscape and its changes, in man's intervention into his/her environment and its impacts. Man uses landscape in his/her surroundings in various ways. He/she lives there, works there and relaxes there. By land-use of landscape we understand a particular manifestation of man's activity in space and time. This manifestation includes in itself certain historic, economic, social and cultural potential and represents a compromise between natural givenness of the area, technical possibilities and human knowledge (Zigrai, 1995). The contemporary landscape is then a result of mutual operation of abiotic, biotic and socioeconomic spheres. A town-dweller uses landscape for gardening or cabining to weaken the deficiency of the country way of life.

As ACG are predominantly located in urban and suburban landscape, it is necessary to start from knowledge of urban ecology when studying this subject matter (Sukopp, 1990; Marzluff et al., 2008). Even many Czech and Slovak geographers, landscape ecologists and environmentalists deal with the land-use of landscape and its changes. The theoretic basis is given for example by Zigrai (1983, 1995). Bicik (2004), Lipsky (2000), Supuka (2004) and others deal with long-term changes in utilization of landscape.

Blank un-built areas in city centres and its surroundings is rather an exceptional event. Developers and investors, naturally, seek for such places to make use of them in a most possible profitable way (shopping centres, blocks of flats etc.), i.e. sites with a strong share of built-up area. Built-up area belongs to one of serious threats for urban land. Soil sealing is a current topic, which can be documented in works of Burghardt (2006), Feller (2006), Hillel (2008), Wessolek (2008) and even in the report of the European Commission (2006). The boosting threat of soil sealing should be a warning

signal against surface change of AGC into another way of land-use.

2 Allotment garden colonies in a city

Gardening by itself became one of the Central European phenomena. People living in big cities were searching for a way how to spend their spare time. The new town-dwellers coming from country were missing direct contact to the countryside and a possibility to farm the land. Garden towns were designed in Great Britain at the turn of 19th and 20th century by Howard (Hall, 2002). Schreber's gardens were created in Germany so that families could spend their free time together.

Later, especially during long communistic period people did not have many opportunities. Borders were closed, quality of housing (small flats in panel houses) was very low, cottages in countryside expensive and markets were almost empty. Allotment garden colonies served as resource of fruit and vegetable, place for self-fulfilment and recreation and as an important part of urban green areas.

Allotment garden colonies make up nowadays a vast proportion of urban landscape. For example,

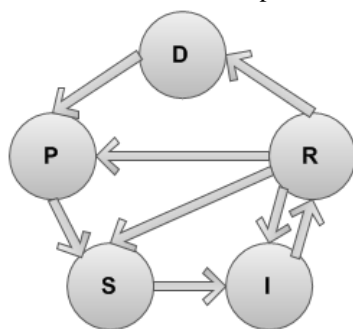


Fig. 1. The scheme of DPSIR chain.

The chain operation: The driving force of processes that pressure the environment have caused changes in the state of environment which bring about an impact on one's health, biodiversity, the function of ecosystems, and the like, which leads to a formation of various measurements and instruments for elimination, or remedy of damage to the environment, i.e. response. Following DPSIR was made by the example of Brno, Czech Republic.

Driving forces

The initial driving forces that led to setting up AGC were social and ecological development factors (Germany – Schreber: family gardens; Great Britain – Howard: garden towns). Country people were coming to towns in the times of urban development and AGC were thus offering social space and a piece of nature. Political signals (the communist era) became a strong impetus. AGC competed successfully with cottages and cabins; they gave inhabitants at least a partial feeling of freedom. Even the city environment itself forces its inhabitants to search for green areas to relax, which is what AGC offer to various age groups (children play

in Brno, with its 1 282 ha, they take up 6 % of the city's main area. The area of allotment garden colonies has undergone certain development during its almost two-hundred-year history and it has changed its appearance and functions. Even the relationships of gardeners to their allotments are completely different. The city would like to use major parts of these areas for other, more profitable reasons. Therefore, this topic is being discussed these days and it is important to deal with this subject in a matter-of-fact and comprehensive way.

2.1 Importance of allotment garden colonies for big city environment

When considering the importance of allotment garden colonies, all parties should ask the question of what influence AGC have upon the city environment. The DPSIR analysis, principles of which were elaborated on the basis of methodological principles of the OECD and the EEA (European Environmental Agency), may help when thinking about this problem. Thanks to particular indicators, this causal-consequential chain (Fig. 1) depicts the condition of the environment in relation to other elements of landscape sphere and the human factor.

The elements of DPSIR chain:

- D – driving forces
- P – pressure
- S – state
- I – impact
- R – response

there, adults use their free time for active or passive relaxation and so on). Pensioners have often developed strong emotional ties to their garden in such an AGC and they have got used to their gardens. Many garden users find it luxurious – in a town landscape – to build something, to grow something by them. Some of them grow fruits and vegetables because they want to live healthy and they want to know the conditions they are grown in. Another driving force to own a piece of land in AGC has recently become speculation in allotments. The prices of gardens in AGC that are in the city plan designated for development, has risen.

Pressure

The property users in AGC have burdened the environment with their activities. It is however minimal in comparison to the possible surface development area of this land. If an AGC is prohibited and the public is banned from there, then it becomes a barrier to the landscape. Pressure on the environment is brought about by still larger built-up areas (especially in relation to converting them to permanent residency). The number of cottages has increased, along with houses,

pavements, pools and so on. The risk has also increased, by the amount and by the types of artificially supplied energy, by the production of waste and by the way of its disposal (burning, “scrap-heaps behind fences”).

State

As was mentioned above, the total area of AGC in Brno approximates to 1282 ha. AGC are spread out evenly and that they create quite an extensive net. But we can encounter deserted allotments in almost every AGC. Their either being closed or open to the public markedly influences views of the environmental condition. The impenetrability of AGC turns the urban vegetation into a landscape barrier. AGC physically differ, which also brings about various aesthetic impressions. Nevertheless, they still remain a part of our culture.

Impact

Most of the negative impacts have already been mentioned in a way. One of them is the abandoned allotments that have lost their meaning, original function as well as significance. Such places attract undesirables, new wilderness establishments, invasive species of plants spread and so on. On the other hand, experience and research have repeatedly confirmed the fact that urban vegetation fulfils social, ecological, environmental and urban functions (Rehackova, Pauditsova, 2006). From the point of view of city environment, the essential functions of all kinds of city vegetation in urban landscape are similar. Such city vegetation fulfills hygienic functions (cutting down the amount of noise, dust, content of microorganisms in the air; dust spreading prevention, protection against sun glare), bioclimatic function (the influence on the temperature, air movement and humidity) and soil protective functions (cutting down on erosive processes and runoff).

There are many positive impacts on the city environment. AGC give also shelter to birds, reptiles and amphibians.

Response

Several necessary measures follow from the above mentioned steps of analysis:

- To save green and functional areas in cities
- Not to abuse environmentally significant areas
- for long-term developed areas as the former make up important reserves for future generations
- To suit these areas to the demands of modern society
- To solve the issue of abandoned allotments (partial transformation) and closed colonies
- Then to consider a possibility of using brownfields for built-up areas
- To set these measures in ground plan documentation

2.2 Allotment garden colonies, city and threats

Areas located in the vicinity of the city centre with low share of built-up area and high share of city vegetation interest many investors whose intentions with the given sites are different from their original appearance. However, for its quality environment the city necessarily needs sufficient amount of green areas. Permanently built-up areas have lots of negative aspects for its surroundings. Soil sealing comes amongst the most distinct threats for soil.

There are many different definitions of soil sealing in scholarly literature. The serious and essential thing, however, is that it comes to separation of pedosphere from atmosphere and surface biosphere (Berlekamp, Pranzas, 1992, In Burghardt, 2006). The soil is covered with layers of impermeable material, or the natural character of soil is changed in such a way that the soil itself becomes impermeable and is thus unable to perform many of its functions. Many researches concentrate on the negative aspects of soil sealing. Naturally, soil sealing has an impact upon urban climate, soil properties, water movements etc. It comes to the soil loss by excavating, to the loss of fertility, to the loss of both fauna and flora. The habitat is damaged by so called landscape cutting. The surface runoff, expenses on environmental improvement owing to broadening of thermic island, dust presence and the like, increase. Life space of low environmental quality is thus created. On the other hand, the built-up areas bring advantages regarding all human activities (Burghardt, 2006).

AGC still belong to surfaces with low level of built-up area. This fact is proved by following table (Table 1). AGC with their one-third share of built-up area come amongst surfaces which are classified by low level of soil sealing.

Even results of field research carried out in Vienna in the middle of 2008 correspond to these data. Eleven randomly selected AGC – located on the Vienna area - were evaluated. Several typical representatives from every AGC were chosen, in which calculations on the basis of MCA were carried out. Individual objects in AGC create built-up area of 15 % of total surface. Not a single chosen AGC exceeded one-third built-up area (Table 2).

Soil represents a limited natural source which cannot be renewed in the time horizon of human life (Burghardt, 2006). Every free piece of land should be protected and used only in a prudent way. AGC, either used for floricultural purposes, recreation or living, come amongst surfaces with low or very low share of built-up area.

Table 1: Sorts of urban land-use and levels of sealed soils documented on the example of the town of Witten in Germany and classification of its levels.

Land-use type	Sealed surface (%)	Level
Public vegetation, public gardens	0-20	very low
Villa districts	20-40	low
AGC	20-40	low
Individual houses	40-60	middle
Estate housing	50-70	middle
Terraced houses	60-80	high
Industrial and commercial premises	70-100	high
Open block housing	70-90	high
Closed block housing	80-100	very high
Streets, car parks and adjacent vegetation	80-100	very high
Sports grounds	80-100	very high

Modified according to: Clever, Korndörfer (1991), Burghardt (1993); Böckner (1985), In Burghardt (2006).

Table 2: The extent of built-up areas in chosen AGC in Vienna in 2008.

ACG	Built up-area [%]
Am Ameisbach	32,71
Garten- und Tierfreunde am Laaerberg	32,82
Gartenfreunde Ottakring	20,79
Gartenfreunde XII	30,18
Gross Jedlersdorf	13,47
Hackenberg	27,67
Ob der Als	17,87
Obstfreunde	15,45
Simmeringer Haide	23,59
Wasserwiese	25,78
Zukunft auf der Schmelz	15,19
Avarage	23,23

Source: field research

3 Conclusion

If it comes to the dissolution of AGC, they should be replaced by at least environmentally equivalent areas. Loss of any kind of urban vegetation surely bears an increase in environmental risks. If the areas of AGC turn into something else, some other kind of vegetation should be considered first. In case of building objects serving permanent residency, ecological living should be contemplated, ideally with houses surrounded by green areas, let's say "a green island town" in a city.

References

- [1] Auboeck, M.: *Schrebergaerten in Wien*, Analyse. Wien, 1972, 172 p.
- [2] Bicik, I.: *Long-term land use changes in Czech Republic (Dlouhodobé změny využití krajiny České republiky)*. In: *Zivotné prostredie*, 2004, 38, 2, p. 81-85, ISSN 0044-4863.

- [3] Boudna, R.: *Cabining and garden recreation, comparative study to the problem of environment on the grounds of the city Brno*. (Chatova a zahradkarska rekreace, komparativni studie k problematice zivotniho prostredi na uzemi mesta Brna). Doctoral thesis, Faculty of Philosophy, Jan Evangelista Purkyne University. Brno, 1974, 156 p.
- [4] Breuste, J., Feldmann, H., Uhlmann, O.: *Urban ecology*. Springer, 1998, 714 p., ISBN 978-3540646174.
- [5] Burghardt, W.: *Soil sealing and soil properties related to sealing*. In *Functions of Soil for human Societies and the Environment*, Geological Society, London, 2006, p. 117-124, ISBN 1-86239-207-2
- [6] European Commission: *Soil protection. The story behind Strategy.*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2006, 28 p., ISBN 92-79-02066-8
- [7] Feller, C., Manlay, R. J., Swift, M. J., Bernoux, M.: *Functions, services and value*

- of soil organic matter for human societies and the environment: a historic perspective. In *Functions of Soil for human Societies and the Environment*, Geological Society, London, 2006, p. 9-22, ISBN 1-86239-207-2
- [8] Fellmann, J., Getis, A., Getis, J.: *Human Geography. Landscape of Human Activities*. WCB/McGraw-Hill, 1997, ISBN 0-07-115705-0.
- [9] Forman, R. T. T., Godron, M.: *Landscape ecology* (Krajinná ekologie). Academia, Praha, 1993, 584 p., ISBN 80-220-0464-5.
- [10] Gehl, J., Gemzoe, L.: *Public Spaces, Public Life*. The Danish Architectural Press, 2004, 96 p., ISBN 8774073052.
- [11] Hall, P.: *Cities of Tomorrow*. Blackwell Publishing, Oxford, 2002, 554 p. ISBN 0-631-23252-4.
- [12] Hillel, D.: *Soil in the environment, crucible of terrestrial life*. Elsevier Academic Press, Amsterdam, 2008, 308 s., ISBN 978-0-12-348536-6
- [13] Keyzlarova, S.: *Allotment garden colonies in Brno – specific land-use of suburban landscape* (Zahradkarske kolonie v Brne – specificke vyuzivani primestske krajiny). Diploma work. Masaryk University, Brno, 2005, 92 p.
- [14] Hoskova, K. et al.: *In a city as in the countryside* (Ve meste jako na venkove). Veronica, 2008, XXII. roč., č. 5, p. 13 – 15.
- [15] Composite authors: *Evaluation of garden localities on the grounds of the city of Brno* (Vyhodnoceni zahradkarskych lokalit na uzemi mesta Brna). Ageris, 2006, 38 p.
- [16] Composite authors: *Allotment garden colonies viewed by Brno people* (Zahradkarske kolonie optikou brnenske verejnosti). ZO ČSOP Veronica, 2006, 45 p.
- [17] Composite authors: *General of gardens* (Generel zahradek). Department of ground planning and architecture of the city of Brno. Brno, 1982, 24 p.
- [18] Marzluff, J., Shulenberger, E., Endlicher, W.: *Urban ecology. An International Perspective on the Interaction between Humans and Nature*. Springer, New York, 2008, 808 p., ISBN 978-0-387-73411-8
- [19] Rehackova, T., Pauditsova, E.: *Evaluation of urban green spaces in Bratislava*. In *Boreal Environment Research*, 9, p. 469-477, ISSN 1239-6095.
- [20] Rehackova, T., Pauditsova, E.: *Greenery in Urban Landscape* (Vegetacia v urbannom prostredi). Cicero s.r.o., Bratislava, 2006, 132 p., ISBN 80-969614-1-1.
- [21] Sukopp, H.: *Stadtoekologie. Das Beispiel Berlin*. Dietrich Reimer Verlag, Berlin, 1990, 456 p., ISBN 3-496-00970-5.
- [22] Sukopp, H.: *On the early history of urban ecology in Europe*. Prestia, Praha, 2002, p. 373-393.
- [23] Supuka, J.: *Bringing natural elements into urban areas* (Vnasanie prirodnych prvkov do urbanizovaneho prostredia). *Zivotne prostredie*, Vol. 37, No. 5, 240-243, 2003, ISSN 0044-4863.
- [24] Vagner, J.: *Creation and development of allotment garden colonies on the territory of the Czech Republic*. In: *Geografie a promeny poznani geograficke reality*. Sbornik prispevku z Mezinarodni geograficke konference, Ostravska univerzita, Prirodovedecka fakulta, 2004, p. 231-237, ISBN 80-7042-788-4.
- [25] Vanicek, M., Tuzinska, I.: *Analysis of cottage and garden colonies* (Riesenie chatovych a zahradkarskych osad). Slovenske vyskumne a vyvojove centrum urbanizmu a architektury, ALFA, Bratislava, 1979, 102 p.
- [26] Wessolek, G.: *Sealing of Soils*. In *Urban ecology. An International Perspective on the Interaction between Humans and Nature*. Springer, New York, 2008, 808 p., ISBN 978-0-387-73411-8, p. 161 – 179.
- [27] Zigrai, F.: *Importance of intergrational studie sof land use in geography and landscape ecology by the example of model area Lucka in Liptov* (Integracny vyznam studia vyuzitia zeme v geografii a krajinnej ekologii na priklade modeloveho uzemi Lucky v Liptove). In *Geograficke studie 4/95*, Vysoka skola pedagogicka, Nitra, 1995, 134 p., ISBN 80-88738-98-9.
- [28] Zigrai, F.: *Landscape and land-use* (Krajina a jej vyuzivanie). UJEP, Brno, 1983, 132 p.

Agrorurální struktura ČR pohledem plateb a podpor poskytovaných v rámci Společné zemědělské politiky

Ondřej Konečný¹

¹ *Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Brno
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií, Ústav regionálního rozvoje a veřejné správy, Brno*

Abstrakt

Současná česká krajina je již několik tisíciletí významně ovlivňována lidskou činností. Zemědělství představovalo v minulosti hlavní faktor většiny změn v krajině a i v současnosti je jejich významným činitelem a výrazným způsobem ovlivňuje podobu české krajiny (zachová ji). Nynější struktura zemědělských subjektů v prostoru České republiky je obtížně uchopitelná, neboť soubor relevantních dat odrážející současnou agrorurální strukturu na nižší, než okresní úrovni, je nedostatečný. Předkládaný příspěvek ukazuje možnosti využití seznamu příjemců podpor a plateb v rámci Společné zemědělské politiky administrované Státním zemědělským fondem (SZIF), coby alternativního a doplňujícího zdroje dat, poskytující základní představu o současné agrorurální struktuře až do obecní úrovně.

Klíčová slova: Agrorurální struktura, Společná zemědělská politika, zemědělství, Česká republika, podpory a platby, SAPS, SZIF

1 Úvod

Zemědělství se již po několik tisíciletí významně podílí na vzhledu krajiny a jejího využití. Zatímco jej lze v minulosti označit za jednoho z hlavních aktérů výrazné dynamiky změn v krajině, v současnosti již lze zemědělství chápat jako prostředek stability, „údržbáře“ a ochránce kulturní krajiny, neboť k významnějším změnám ve využití krajiny (landuse) zemědělskou činností příliš nedochází. Naopak stále dominantnější pozici v proměně české krajiny má především pokračující suburbanizace a dezurbanizace, výstavba dopravní infrastruktury, občanské vybavenosti a rozvoj průmyslových zón.

I přestože v současnosti v zemědělství nepracuje ani 5 % zaměstnaných osob ČR, pro některé oblasti státu představuje stále důležitou úlohu poskytovatele pracovních příležitostí. Ať již v podobě sezónních či celoročních prací, výdělku na hlavní či vedlejší činnost -

v podniku právnických osob (PPO) či jako soukromě hospodařící rolník (podnik fyzických osob - PFO). Soubor subjektů hospodařících na zemědělské půdě lze charakterizovat jako agrorurální struktury a dále je segmentovat podle zvolených znaků. Analýzou následně můžeme získat poznatky o způsobu obdělávání krajiny, jednotlivé úloze podniků právnických osob a soukromě hospodařících rolníků, rozlišit velikostní poměry farem a identifikovat difference v rámci České republiky. Na základě takto zjištěných poznatků lze interpretovat jednotlivé regionální rozdíly v zemědělské výrobě v České republice s ohledem na odlišnou strukturu vlastnických poměrů zemědělských subjektů v regionu a pokusit se analyzovat míru závislosti vybrané charakteristiky na charakteru agrorurálních struktur.

2 Literatura a zdroje dat

Informace o agrorurálních strukturách poskytují nejen oficiální statistické zdroje dat, ale také řada odborných vědeckých prací, ať již geografů či ekonomů, kteří se věnují zejména problematice zemědělství a rozvoje venkova. Níže jsou uvedeni alespoň někteří autoři podávající určitý pohled na řešené téma a dále jsou rozvedeny zdroje využitelných kvantitativních dat z jednotlivých šetření a censů v zemědělství.

2.1 Literatura

Základní organizaci zemědělské výroby dle vlastnických vztahů a charakteru zemědělských subjektů v ČR věnuje pozornost řada geografů. Zejména v společenském transformačním období docházelo k významným proměnám českého zemědělství a změně vlastnických vztahů v tomto sektoru. Z mnoha odborných geografických prací na toto téma lze zmínit publikaci autorů V. Jančáka a A. Götze (1997) zabývající se územní diferenciací vývoje českého zemědělství po roce 1990 do úrovně okresů. V. Jančák spolu s I. Bičkem v roce 2005 vydali ještě jednu práci věnující se transformačním procesům v českém zemědělství. Transformaci českého zemědělství a změnám ve vlastnických poměrech se soustavně

¹105996@mail.muni.cz

zabýval A. Věžník (1995, 2004). Studium agrorurálních struktur je zacílena pozornost i slovenskými autory např. P. Spišiak (2005).

Od vstupu České republiky do Evropské unie je zájem odborníků a vědců věnován především dopadům Společné zemědělské politiky (SZP) na české zemědělství, a to i z pohledu změn ve vlastnických poměrech zemědělských subjektů, finančních toků směřujících do zemědělství, institucionální formě podpory a problematice velikosti farem v celoevropském srovnání. Zajímavým výstupem je zpráva podaná A. Věžníkem (2005), coby vedoucího řešitelského kolektivu, zabývající se změnami agrorurálních struktur v regionu NUTS 2 Jihovýchod v návaznosti na dopady strukturálních fondů EU na restrukturalizaci českého zemědělství a venkova. Dopady Společné zemědělské politiky na regiony EU se zabývají M. Shucksmith, K. J. Thompson, D. Roberts (2005).

Z řad zemědělských ekonomů lze zmínit publikace a příspěvky V. Bečvářové (2008a, 2008b) analyzující úlohu přímých plateb v evropském zemědělství a celkový vývoj českého zemědělství s ohledem na zapojení ČR do struktur Evropské unie. Aktuální otázkou velikosti zemědělských farem v České republice a komparací s ostatními státy EU v návaznosti na budoucí podobu zemědělské politiky EU se zabývá I. Zdráhal (2008).

2.2 Statistické zdroje dat

Jako primární zdroj dat umožňující pohled na celkovou strukturu zemědělských subjektů činných v jednotlivých regionech (do úrovně okresů) lze označit celostátní sčítání *Agrocensus*, konané v letech 1995 a 2000 a od roku 2003 pravidelně uskutečňované *Strukturální šetření v zemědělství*. Vzájemná srovnatelnost výsledků výše zmíněných šetření je omezena a limitována rozdílnou metodikou využívanou během sčítání.

Významně rozdílný metodický přístup zkrslující výsledky za účelem zhodnocení dynamiky agrorurálních struktur se objevil v censech pro roky 1995 a 2000. Zatímco v roce 1995 byla prahová hodnota zpravodajské jednotky (tj. zemědělské jednotky šetřené sčítáním) nastavena na 3 ha zemědělské půdy, v roce 2000 se tato hodnota snížila na 1 ha, což značně ovlivnilo dosažené výsledky a možnou interpretaci. V důsledku této skutečnosti došlo v roce 2000 k významnému nárůstu podniků fyzických osob, zatímco podniků právnických osob se tato změna metodiky významněji nedotkla, neboť obecně hospodaří na výrazně vyšších výměrách zemědělské půdy.

Od roku 2003 je hlavním zdrojem dat a informací o celkovém rozměru českého zemědělství do úrovně okresů *Strukturální šetření v zemědělství*, které se provádí v dvouletém cyklu tj. další šetření byla uskutečněna v roce 2005, 2007. Šetření za rok 2009 právě probíhá a jeho výsledky by měly být zveřejněny v roce 2010. Toto šetření se provádí na základě nařízení

komise EU a je povinné pro všechny členské státy. Data šetření jednotlivých států zpracovává Evropský statistický úřad (EUROSTAT) a výsledky vydává v publikaci *Statistic in focus – Farm Structures Survey*. Šetření se týká subjektů, které splňují některou z následujících prahových hodnot zjišťování:

- obhospodařují alespoň 1 ha obhospodařované zemědělské půdy vlastní nebo pronajaté,
- nebo 1 500 m² intenzivních ploch (sady, zelenina, květiny), nebo 1 000 m² vinic, nebo 300 m² skleníků a pařenišť,
- nebo chov alespoň 1 kusu skotu, nebo 2 kusů prasat, nebo 4 kusů koz a ovcí, nebo chov 50 kusů drůbeže, nebo 100 kusů králíků nebo kožšinových zvířat.

Obsahem šetření jsou jak údaje o výměře a využití obhospodařované půdy a stavech hospodářských zvířat, tak i o počtu a struktuře pracovníků, o zemědělských strojích a zařízeních a další informace, jako je např. ekologické hospodaření, nezemědělské činnosti pro rozvoj venkova apod. Do šetření je zahrnuto zhruba 70 % evidovaných zpravodajských jednotek. Podnikatelské subjekty (právnické i fyzické osoby) s velkým rozsahem zemědělské výroby podléhají zjišťování plošně. Podniky fyzických osob s malým rozsahem výroby a drobní soukromě hospodařící rolníci jsou šetření ve vybraných 4 514 obcích České republiky².

Za nevýhody tohoto šetření z hlediska využití dat pro analýzu agrorurálních struktur lze považovat chybějící časová období, hrubou územní strukturu umožňující pouze analýzu do úrovně okresů, nepostihnutí některých zemědělsky činných podniků, následné možné nepřesnosti způsobené dopočtem údajů za chybějící jednotky a absence dat ukazující finanční podpory a platby směřující do zemědělského sektoru. Přitom právě tyto platby a podpory v současnosti představují významný zdroj příjmů českých zemědělských podniků a v řadě případů se ukazují jako klíčové v zajištění finanční stability subjektu a jeho dalšího působení v zemědělském sektoru (KONEČNÝ, O., 2008).

Tyto omezení se naopak netýkají využití databáze příjemců podpor a plateb v rámci Společné zemědělské politiky spravované SZIF, coby alternativního a doplňujícího zdroje k výše uvedeným statistickým šetřením. Způsob využití databáze, jeho výhody a limity, a příklad možného výstupu zobrazující vybranou charakteristiku agrorurální struktury ČR jsou uvedeny a diskutovány v následujících kapitolách příspěvku.

² Zdroj: Český statistický úřad. *Strukturální šetření v zemědělství - ZEM 2007*. [on-line]

3 Využití seznamu příjemců plateb a podpor v rámci SZP

Zemědělské subjekty v ČR mají v současnosti široké možnosti využití podpor a „kompenzačních plateb“ v rámci Společné zemědělské politiky platné pro všechny členské státy Evropské unie. Nad rámec těchto plateb mohou dále využít podpory stanovené čistě zemědělskou politikou České republiky. Tyto platby však musejí být v souladu s celkovými nastaveními a programovými opatřeními SZP.

V rámci SZP lze rozoznat 3 základní typy plateb:

- Platby na společná organizaci trhu (SOT)
- Přímé platby
- Platby v rámci Programu rozvoje venkova (projektová a neprojektová opatření)

Do přímých plateb je řazena platba SAPS (Single area payment scheme) a národní doplňková platba TOP-UP. Zejména platba SAPS je vhodná k analýze vybraných charakteristik agrorurálních struktur a níže je této platbě věnováno více prostoru. Významný vypovídací prostorový aspekt mají také kompenzační platby v rámci neprojektových opatření Programu rozvoje venkova. Jedná se především o platby kompenzující méně příznivé podmínky pro zemědělskou činnost (LFA platby – Less favoured area) a platby na agroenvironmentální opatření (AEO) podporující zemědělství šetrné k životnímu prostředí a přírodě. Tyto platby jsou obdobně jako platba SAPS vztaheny na celkovou obhospodařovanou plochu, což lze považovat za nejvýznamnější faktor vhodného charakteru těchto plateb za účelem analýzy některých charakteristik agrorurálních struktur ČR.

Výše zmíněné platby a dotace jsou administrovány Státním zemědělským intervenčním fondem, který spravuje jejich veřejně přístupnou databázi.

3.1 Platba SAPS

Platbu SAPS lze označit jako nejdůležitější finanční podporu zemědělského sektoru, neboť představuje přibližně 1/3 všech financí směřujících na uskutečňování SZP a je mezi jednotlivými podpůrnými finančními nástroji nejužívanější. Tento fakt je způsoben 2 základními povahami platby:

1. Platba SAPS podmiňuje nárok na ostatní platby tzn. chce-li zemědělský subjekt využít některou z podpor a plateb, musí pobírat platbu SAPS
2. „Jednoduše platby“ SAPS, neboť nárok na její získání je pro zemědělské podniky nejsnáze dosažitelný

Z těchto důvodů je platba SAPS nejčastěji využívanou platbou zemědělskými subjekty a také nejvhodnější platbou k analýze základních charakteristik agrorurálních struktur. Jako omezující

faktor se může jevit skutečnost, že stále dochází k zvyšování počtu příjemců přímé platby SAPS. Jedná se však především o soukromě hospodařící rolníky s malými výměrami zemědělské půdy, neboť většina významných subjektů činných v zemědělském sektoru různé formy dotací a podpor využívá.

3.2 Seznam SZIF

Příjemci dotací a podpor v rámci SZP jsou v seznamu SZIFu uvedeni jednotlivě, přičemž jednotlivé atributy, které lze z databáze za jednotlivé subjekty zjistit jsou uvedeny níže. Jsou jimi:

- Název subjektu
- Adresa
- Typ podnikání
- Oblast
- Rok
- Fond
- Opatření
- Výše dotace ČR
- Výše dotace EU

Informace o příjemcích jsou poskytovány na základě zákona o svobodném přístupu k informacím. Na základě adresného určení lze určit přesné sídlo subjektu tj. obec, v níž má PPO své sídlo resp. bydliště soukromě hospodařícího rolníka. Z tohoto důvodu lze v případě potřeby získat jmenný seznam všech činných zemědělských subjektů až do úrovně žádoucí obce, mikroregionu či správního obvodu obce s rozšířenou působností.

Dalším významným atributem je charakter podnikání, který rozlišuje právě podniky právnických osob a podniky fyzických osob. Oblasti, do nichž jsou jednotliví příjemci zařazeni, se až na několik výjimek shodují s územním okresním členěním ČR. Tato skutečnost představuje jeden z limitů využití seznamu příjemců. Oblasti SZIFu, jež jsou utvořeny z více okresů:

1. České Budějovice a Český Krumlov
2. Plzeň-město, Plzeň-sever, Plzeň-jih
3. Cheb a Sokolov
4. Chomutov, Most, Teplice, Ústí nad Labem
5. Praha-město, Praha-východ, Praha-západ
6. Jablonec nad Nisou, Liberec
7. Jeseník, Šumperk
8. Opava, Ostrava
9. Frýdek-Místek, Karviná

Kromě zvolení požadovaného roku a zdrojového fondu lze získat soubor příjemců dotací na základě typu opatření tj. typu platby, jež byly diskutovány výše. Důležitým atributem je celková výše dotace, jak ze zdrojů EU, tak ze zdrojů národních, v závislosti na typu platby. Finanční výše platby také umožňuje vyčíslit velikost obhospodařované plochy, na níž je daný typ

platby vázán. Pro jednotlivé roky jsou vždy implicitně stanoveny výše plateb na hektar dle jednotlivých plateb. Na základě tohoto vztahu lze tedy vypočítat, jak velká plocha zemědělské půdy je v rámci zvolených územních jednotek obdělávána a tedy určitě neleží ladem. Využívání zemědělské půdy, na níž pobírají zemědělské subjekty platbu, je základní podmínkou k přidělení dotací.

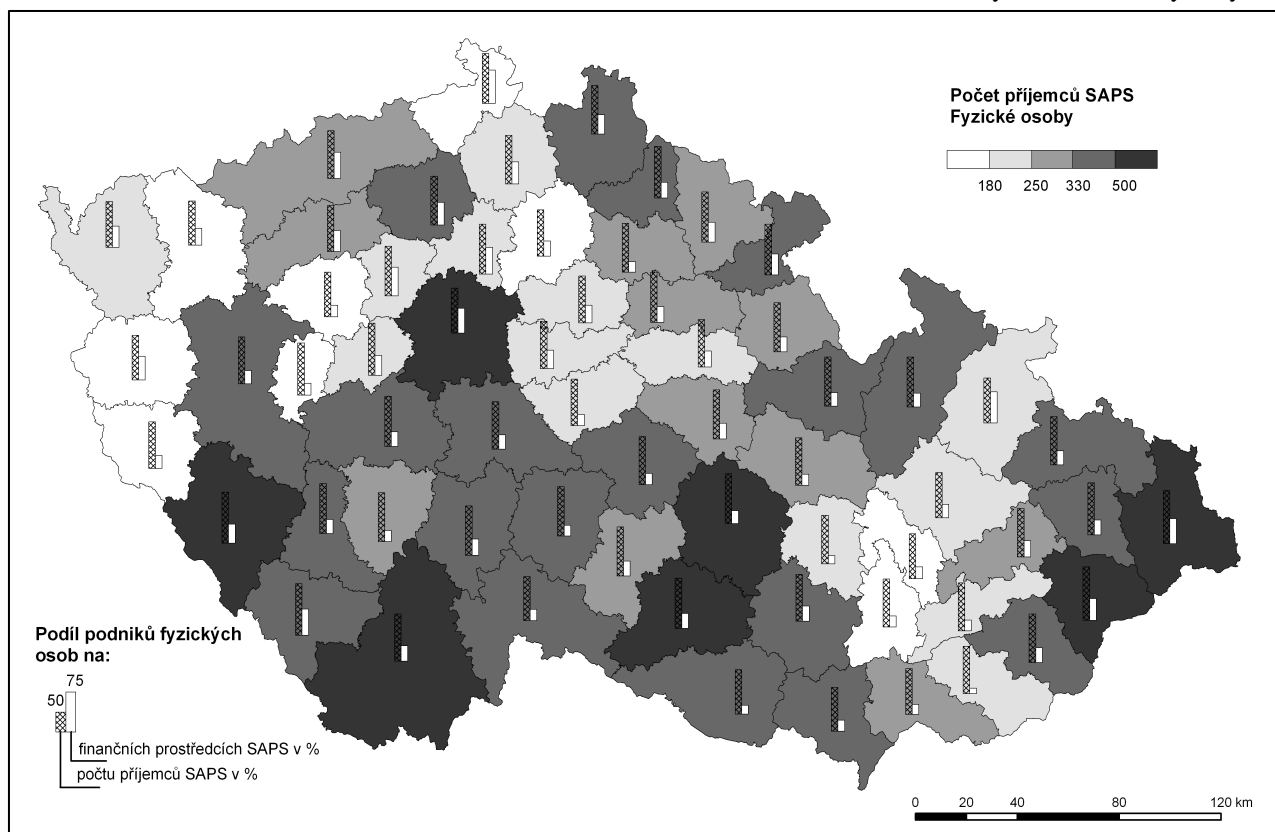
Nevýhodou zpracování dat seznamu příjemců je bodové, nikoliv plošné, přiřazení územní působnosti zemědělských subjektů. Z dostupného seznamu lze totiž zjistit, kde má daný podnik sídlo, zemědělec bydlí, nicméně to ještě neznamená, že v daném území obhospodařuje zemědělskou půdu. Velké zemědělské podniky zpravidla hospodaří i na desítkách katastrálních územích, mnohdy přesahující hranice bývalých okresů.

3.3 Příklad využití seznamu příjemců plateb: význam soukromě hospodařících rolníků v agrorurální struktuře ČR

Z předchozí kapitoly lze vyvodit poměrně široké možnosti využití seznamu příjemců plateb a podpor dané množstvím využitelných atributů, které se k příjemcům vztahují. Významným znakem

agrorurálních struktur je způsob podnikání a typ vlastnictví zemědělského subjektu tj. zda-li se jedná o podnik právnických osob (nejčastěji zemědělská družstva, akciové společnosti a společnosti s ručením omezeným) či podnik fyzických osob (soukromě hospodařící rolníci). Do roku 1990 měly v zemědělství dominantní roli jednotná zemědělská družstva a státní statky. Soukromně hospodařící rolníci působili pouze na nepatrné výměře (3,9 %) zemědělské půdy České republiky, především v horských oblastech Beskyd (ovlivnění zemědělskou politikou v Polsku). Během transformačního období českého zemědělství převažovaly již transformovaná zemědělská družstva a obchodní společnosti (akciové společnosti a společnosti s ručením omezeným). I přes rozsáhlé restituční byla v tomto období účast soukromě hospodařících rolníků poměrně nízká (1/5 zemědělské půdy) (JANČÁK, V., GÖTZ, A., 1997).

Situaci v roce 2008 z tohoto hlediska lze mimo jiné analyzovat na základě zpracování seznamu příjemců SAPS dle jednotlivých oblastí působnosti regionálních pracovišť SZIFu (obrázek 1). V rámci celé České republiky je význam podniků fyzických osob dle plateb SAPS vůči PPO stále nízký, neboť na PFO připadlo pouze necelých 29 % finančních prostředků vyplacených na platby SAPS³. V rámci vymezených oblastí však lze nalézt významné rozdíly. Vysoké



Obrázek 1: Význam podniků fyzických osob v agrorurální struktuře ČR dle podílu na celkovém počtu příjemců a finanční podpoře platby SAPS v roce 2008 (pramen: Seznam příjemců plateb SZIFu, vlastní dopočty a zpracování)

³ Protože je platba SAPS vyplácena na velikost obhospodařované plochy, lze tento údaj chápat také jako procentuální podíl zemědělské půdy ČR, na níž hospodaří podniky fyzických osob pobírající tuto platbu.

objemy finančních prostředků na celkovém množství platby SAPS směřovaly zemědělským subjektům PFO hospodařících v pohraničních oblastech, kde před rokem 1990 působily státní statky (Děčín – 60 %, Bruntál – 56 %, Prachatice a oblast složená z okresů Ústí nad Labem, Most, Teplice a Chomutov – 47 %, Tachov – 43 %), na Beskydsko (Frýdek-Místek – 45 %, Vsetín – 40 %) a do úrodných oblastí středních Čech (Kladno – 52 %, Mělník – 48 %, Praha – 45 %). Naopak nejmenší úlohu hrály PFO na jižní Moravě (Blansko – 15 %, Znojmo – 16 %, Hodonín – 18 % a Vyškov – 20 %) a s ní sousedících oblastí (Uherské Hradiště – 10 %, Pelhřimov – 19 %, Kroměříž a Svitavy – 20 %).

Naproti tomu, ani v jedné z oblastí netvořili PFO méně než 79 % celkového počtu příjemců platby. V rámci tohoto ukazatele se neprojevila významnější koncentrace oblastí vyznačující se nízkým zastoupením PFO na celkovém počtu příjemců. V případě oblastí, které vykázaly nejvyšší zastoupení fyzických osob na celkovém počtu příjemců lze vysledovat určité územní koncentrace. Opět to je Beskydsko-severní Morava (Vsetín – 97 %, Frýdek-Místek – 96 % a Nový Jičín – 94 %), oblasti východních Čech (Semily – 93 %, Náchod – 92 %, Hradec Králové a Trutnov – 91 %) a oblasti při řece Berounce (Rokycany a Beroun – 94 %).

Výše naznačené skutečnosti ukazují na výrazné disproporce mezi podílem celkového množství finančních prostředků a podílem na celkovém počtu příjemců platby SAPS v podnicích fyzických osob. PFO představují daleko častější formou hospodaření v zemědělství, nicméně jejich úloha dle obdělávané zemědělské půdy je významně nižší než u podniků právnických osob. Tato skupina obchodních společností a družstev sice není příliš početná, nicméně obdělávají téměř 2/3 zemědělské půdy České republiky, na níž je nárokována šetřená platba. Tomuto stavu odpovídá významně více finančních prostředků resp. zemědělské půdy na jednoho příjemce z řad PPO vůči stejné charakteristice PFO.

4 Závěr

Diskutovaný seznam příjemců plateb v rámci Společné zemědělské politiky je i přes svá některá omezení poměrně vhodným alternativním a doplňujícím zdrojem pro analýzu zemědělského sektoru, zejména agrorurálních struktur.

Lze jej brát jako soubor vybraných informací rozšiřující poznatky a výsledky Strukturálního šetření v zemědělství ČR a jako zcela jedinečný zdroj dat o množství a alokaci finančních toků proudících do českého zemědělství skrze jednotlivé nástroje a platby v rámci Společné zemědělské politiky EU. Výhodu využití těchto dat představuje možnost vytvoření kontinuální časové řady a analýza vybraných charakteristik agrorurálních struktur až do úrovně obcí. Využitím adresného atributu lze identifikovat významné aktéry zemědělské činnosti v malých územních jednotkách a tyto poznatky dále využít k zpracování

potřebných analýz, situačních zpráv či během tvorby strategických programových dokumentů.

Literatura

- [1] A. Věžník a kol.. *Analýza změn agrorurálních struktur*. Brno: Centrum pro regionální rozvoj MU, 2005. 99 s.
- [2] A. Věžník, L. Bartošová. *Selected regional geographical differences of the Czech Republic agriculture, after the transformation processes*. In: *Zemědělská ekonomika*. Praha: Česká akademie zemědělských věd - Ústav zemědělských a potravinářských informací, Vol. 50, 5/2004. s. 207 - 216.
- [3] A. Věžník. *Aktuální problémy ČR. Zemědělství*. Ostrava: Ateliér Milata. 1995.
- [4] Český statistický úřad. *Strukturální šetření v zemědělství - ZEM 2007*. Dostupný na WWW <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/strukturalni_setreni_v_zemedelstvi_zem_2007> [cit. 5.11.2009].
- [5] I. Bičků, V. Jančák. *Transformační procesy v Českém zemědělství po roce 1990*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2005. 103 s.
- [6] I. Zdráhal. *CAP "Health check" and the farms size structure in EU*. In *ICABR 2008*. Brno: Mendel University, 2008, s. 916--923.
- [7] M. Shucksmith, K. J. Thompson, D. Roberts. *CAP and the regions: The territorial impact of the Common agricultural policy*. Wallingford: CABI publishing, 2005. 232 s.
- [8] O. Konečný. *Dopady strukturální politiky EU na možnosti rozvoje zemědělství v okrese Vsetín*. Diplomová práce na PřF MU Brno, 2008. 101s.
- [9] P. Spišiak a kol.. *Agrorurálne štruktúry Slovenska po roku 1989*. Bratislava: GEOGRAFIKA, 2005. 186 s.
- [10] Státní zemědělský intervenční fond. *Program rozvoje venkova České republiky na období 2007 - 2013*. Dostupný na WWW <http://www.szif.cz/irj/go/km/docs/apa_anon/cs/dokumenty_ke_stazeni/eafrd/1180428724933.pdf> [cit. 6.11.2009].
- [11] Státní zemědělský intervenční fond. *Seznam příjemců dotací*. Dostupný na WWW <<http://www.szif.cz/irj/portal/anonymous/spd>> [cit. 2.6.2009].

- [12] V. Bečvářová a kol.. *Vývoj českého zemědělství v evropském kontextu*. Brno: MZLU v Brně, 2008. 64 s.
- [13] V. Bečvářová. *Přímé platby v evropském modelu zemědělství*. In: *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis : Acta of Mendel University of agriculture and forestry Brno*. 2008. sv. LVI, č. 3, s. 21--28.
- [14] V. Jančák, A. Götz. *Územní diferenciaci českého zemědělství a její vývoj*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 1997. 81 s.

The assessment of forest areas in term of windthrow occurrence using GIS

Lukáš Krejčí

Faculty of Forestry and Wood Technology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, Brno, Czech republic

krejci.lucas@gmail.com

Abstract

This paper is attempting to shed light on the basic approaches and methods (observational, empirical and mechanistic approach) of assessing wind damage hazard using widely available GIS software. The paper describes the development of dataset, methods and maps for the spatial prediction of windthrow hazard. The statistical method of logistic regression is used to predict the probability of this hazard. Logistic regression formulas are incorporated into GIS and a windthrow hazard map is then derived from the model using raster calculator in ArcGIS Spatial Analyst. The potential for spatial prediction of wind damage using logistic regression, and its results are discussed at the end of the paper

Keywords: windthrow, GIS, natural hazard, logistic regression

1 Introduction

In the last decades, we have witnessed a serious surge in windthrow occurrence caused by wind, snow and ice which has resulted in damage to our forests. Wind damage results in both direct costs (serious financial loss, additional cost of harvesting and reduced timber value) and indirect costs (increasing erosion, impact on water regime, disappearance of original biotopes and species etc.). In spite of the fact that windthrows are natural event and their occurrence have been well-known for a long time, it is partially possible to reduce their impact and damage. Advanced technologies like geographical information systems (GIS), Spatial decision support systems (SDSS) and predictive models provide enhanced and dedicated tools which allow effective assessment of forest areas and help reduce wind damage.

Wind damage isn't only a significant problem in forests in the Czech Republic. It is believed that the damage caused by wind costs European countries more than 15 million euros a year and in some extreme cases dramatically more. For example, storms in Northern Europe in December 1999 overturned more than 300 million m³ of timber. In January 2005, storms overturned more than 85 million of timber [11].

Czech forests have been badly hit by extreme storm events many times in the last decades, with the Šumava mountains being among the most affected areas. The most extreme windstorms in the Šumava mountains in the past include the storms between the years 1868 – 1878 and 1955-1962. In each period over 3 million cubic meter of timber was damaged [5], [13]. Four extreme storms have affected Šumava forests since 1985, emphasising the urgency and scale of the problem (catastrophic windstorms in 1984, 2002, 2007-Kyrill, 2008-Emma).

2 Windthrow risk assessment approaches

The risk can be defined as the probability of a tree or stand being blown down by an extreme wind and in terms of engineering risk integrates the probability of an event with consequences of the damage. The consequences include, for example, changes in the water regime associated with stand loss resulting in the reduction of retention of watershed and flooding [4].

Generally there are three main ways of assessing windthrow risk: empirical, mechanistic and observational. The resulting models then relate scale of damage or probability to one of following: tree, site, stand, topographic and climate variables. Empirical approach use a qualitative assessment which have been widely adopted by decision-makers to assess wind damage risk. Empirical models usually relate the occurrence of wind damage in sample unit to the attributes of these units. Empirical models can provide quite accurate results in specific locations and may be easy transferred to other locations with similar conditions. Mechanistic approach is based on calculation in two separate stages. The first stage is to calculate the above-canopy "critical wind speed" which is required to break trees and in the second stage is calculating the probability of a such wind occurring at the location. Most of the mechanical models currently available on the market can be regarded as hybrid models due to the fact that the component calculations include both empirical relationships and physical relationships.

A wide range of empirical, mechanical models and observational methods have been developed since the eighties to assist forest managers better assess the risk

of windthrow. An example of a widely used empirical method is windthrow hazard classification [8] used in Great Britain. WHS provide a method to assess risk, based on a scoring assessment of four site factors (wind zone, elevation, exposure and soil). Hybrid mechanistic/empirical models can be represented by HWIND model [9] and ForestGALES [3] which have been accepted within the research community. The main advantage of ForestGALES is the fact that it can be adopted for use outside of Great Britain where it was originally designed. The current version has been successfully adapted for use in New Zealand, south-west France, Japan, Canada and in terms of project Stormrisk in countries of North Sea Region (Denmark, Sweden, Germany, Norway). An example of this method being used to evaluate damage risk to forest stands for conditions in the Czech Republic would be a complex regional wind damage risk classification (WINDARC) developed by Lekeš and Dandul [6]. The method uses an airflow model for calculating terrain exposure classification and permanent exposure classification. A consequence of combination both classifications results in a complex regional wind damage risk classification which represents a wind damage risk to forest stands.

3 Description of study area

In this study, the chosen area is located in south-west part of National Park (NP) Šumava Mts. (Bohemian Forest Mts.) in the Czech Republic. National Park (NP) Šumava Mts. (Bohemian Forest Mts.) together with the Bavarian National Park on the border with Germany and with buffering zone has been declared as Šumava Protected Landscape Area (90,000 ha) and represents one of the largest protected area in Europe [12].

The location of the study area was chosen particularly because of a high occurrence of windthrows, whose number is repeatedly growing and resulting in considerable damage in forests of Šumava. It is bounded on the south by German National Park Bayerischer Wald (Bavarian Forest) and on the north and west by the Protected Landscape Area Šumava (CHKO).

According to the established geomorphological division of the Czech Republic [1] study area in the hierarchical assortment had been incorporated in to the Geomorphological Province Česká vysočina. It belongs to geomorphological whole Šumava, its sub-wholes Šumavské pláně (Šumava Plains) and Železnorudská hornatina (Železná Ruda Highlands). It is about 55 km long, at most 20 km wide and its area is about 670 square km. The Železnorudská hornatina (Železná Ruda Highlands) is about 200 square km large and it is situated in the most western part of the Šumava mountains in the surroundings of Železná Ruda. The highest peak of this part is Jezerní hora (Lake Mount - 1,343 m) above Černé jezero (Black Lake).

The climate of study area is wet and cool with mean annual precipitation 900-1050 mm and mean annual temperature 4,5 – 5,5°C in elevation between 800-970

m. In elevation between 970-1210 m annual precipitation is 970-1210 mm and mean annual temperatures are 4,0 – 4,5°C. The high altitude areas has annual precipitation higher than 1200 mm and mean annual temperature between 2,5 and 4,0°C [10].

The study area can be considered very interesting from a hydrological point of view especially due to the fact that is situated in the main European water-shed between the North and Black sea. There can also be found two of five glacier lakes developed on the Czech side of the mountains. Most of the area falls into the Labe watershed but the small area around Železná Ruda falls into Dunaj (Danube) watershed. Lake Laka, the smallest and the most elevated lake in Šumava mountains, lying 1096 m above sea level, can be found inside the study area below the Debrník Mountain. The lake Prášílské jezero is situated in a glacier rock basin under 150 meters high cliff of Poledník. Its dike consists of nine-meters wall of granite boulders and two moraines. The lake is up to 15 meters deep.

The study area is under populated and there is only one built-up area (Prášily) situated inside the area of interest. Administratively area belongs to the Plzeň (Pilsen) region and Euroregion Šumava.

4 Methods and materials

Methods and materials included data acquisition and building dataset, determination of dependent and independent (explanatory) variables, creation of sample units, data screening, application of statistical method of logistic regression using statistical software and incorporation of logistic regression formulas into the GIS. The windthrow hazard map was then obtained using raster calculator in ArcGIS Spatial Analyst.

4.1 Data acquisition and building dataset

The data used for this study were derived or obtained from aerial photographs, field inventory, digital elevation model, forest maps and topographic maps. Digital elevation model (DMR) created using Topo to Raster interpolation method specifically designed for the creation of hydrologically correct DMR was used in the study (digital contour data in the interval 5 m and point elevation map were provided by the Šumava National Park). The windthrow areas were detected and identified by aerial photographs taken in 2006 and in 2007 (aerial photographs used in study from 2007 were acquired especially for purposes of monitoring wind damage caused by hurricane Kyrill immediately after the calamity occurred). Forest data used for wind damage assessment included Regional Plans of Forest Development (RPF) data (typology map, map of forest vegetations levels, map of functional forest potential etc.), forest stand map and information regarded to logging history. Most of data, spatial layers and information related to the wind risk assessment were obtained from the Šumava National Park.

4.2 Data sampling, screening and determination of variables

Due to the fact that occurrence of windthrow is a rare event and measures of damage (for instance percentage of segment area loss) are not normally distributed, approaches based on normal regression are not appropriate for prediction of windthrow. Logistic regression allows to predict discrete outcomes (sample unit damage/undamaged) and are better suited to the problem of rare occurrences such as windthrow. It uses the method of maximum likelihood to estimate parameters and takes the model form [7]:

$$Y = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} = \frac{1}{1 + e^{-g(x)}}$$

where

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$$

and

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p \text{ – parameter estimates,}$$

$$x_1, x_2, \dots, x_p \text{ – predictor variables.}$$

Logistic regression has proven to be a useful tool to estimate the probability of windthrow. It has been utilized by Valinger and Fridman (1999), Jalkanen and Matilla (2000), Canham et al. (2001), Mitchell et al. (2001), Peterson (2004), Lanquaye - Opoku and Mitchell (2005), and Scott and Mitchell (2005) to predict the probability of windthrow on an individual tree level [2].

This statistical method was therefore used in this study to assess windthrow risk and generate the probability of windthrow occurrence for each sample unit of study area.

In order to perform logistic regression using statistical software it was necessary to create a set of dependent variables which represent the presence of damage. As stated above, the dependant variable is usually dichotomous and can take the value 1 with a probability of success or the value 0 with the probability of failure. Sets of dependant variables were then derived from the spatial layer containing attributes related to occurrence of windthrow. In the second step a set of independent variables was created. Unlike the dependant variables, the independent variables in logistic regression can take any form, and logistic regression makes no assumptions about the distribution of the independent variables.

The creation of sample units was crucial before construction a segment database, which included both independent and dependent variables. Sample units were generated using ArcGIS Spatial Analyst extension and study area was then subdivided into sample units (25 x 25 m). The segment database was extracted by overlaying layer onto the other using ArcGIS Analysis Tools from ArcToolbox. Each segment from the segment database contained a centroid (a point situated in the centre of sample unit). The entire dataset

contained 110 864 points (each point/centroid represented 25 x 25 m segment). In the next step were removed non-forest segments and the final dataset contained 85 141 segments.

4.3 Statistical analysis

Logistic regression was performed using SAS 9.1 with the logistic procedure. The list of potential independent (explanatory) variables was refined to include only the relevant variables. Pearson correlation coefficients were applied to identify variables which were highly correlated with the other variables to minimize multicollinearity. After a suitable list of potential independent variables was obtained, the stepwise selection methods were chosen to aid in the formulation of a model. As a result of the stepwise method of variable selection, ELEV, VEK, ZAKM, SM_H, VLHK, HLOUB and ZAST_S were found to be the most important explanatory variables (the parameters were estimated using the method of maximum likelihood).

Parameter	Estimate	Standard Error	Wald Chi – Square	Pr > ChiSq
Intercept	-16,0743	0,2574	3900,2361	< .0001
ELEV	0,00794	0,000149	2833,7505	< .0001
VEK	0,0221	0,000433	2607,6719	< .0001
ZAKM	0,1198	0,0160	55,6719	< .0001
VLHK	-0,1379	0,0118	136,7561	< .0001
HLOUB	0,3226	0,0143	510,2636	< .0001
ZAST_S	0,0156	0,00127	152,8259	< .0001

Table 1: Variables and coefficients in logistic model

5 Results

A windthrow hazard map was derived from the model using raster calculator in ArcGIS Spatial Analyst. The logistic regression formula incorporated into the ArcGIS map calculator took the form:

$$\log(p/(1-p)) = (-16.0743 + \text{ELEV} * 0,00794 + \text{VEK} * 0,0221 + \text{ZAKM} * 0,1198 - \text{VLHK} * 0,1379 + \text{HLOUB} * 0,3226 + \text{ZAST_S} * 0,0156$$

or

$$p = \exp(-(-16.0743 + \text{ELEV} * 0,00794 + \text{VEK} * 0,0221 + \text{ZAKM} * 0,1198 - \text{VLHK} * 0,1379 + \text{HLOUB} * 0,3226 + \text{ZAST_S} * 0,0156) / (1 + \exp(-16.0743 + \text{ELEV} * 0,00794 + \text{VEK} * 0,0221 + \text{ZAKM} * 0,1198 - \text{VLHK} * 0,1379 + \text{HLOUB} * 0,3226 + \text{ZAST_S} * 0,0156)))$$

p – probability of windthrow hazard

ELEV – elevation

VEK – forest stand age

ZAKM – forest stand density

VLHK – site humidity

HLOUB – soil depth

ZAST_S – % of Norway spruce in stand

The logit (log of the odds) was calculated and then converted to a probability. A large part of study area has a low (0-0,05) risk and occupies more than 50% of study area. The concentrations of higher risk areas are evidently visible on the map and both high risk categories (0,25-0,45;0,46-0,89) occupy approximately 11% of study area. The remaining probability categories (0,06-0,10;0,11-0,15;0,16-0,25) with medium risk occupy approximately 37% of area.

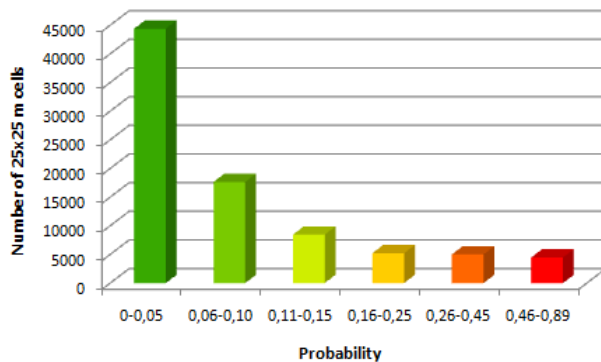


Figure 1: Number of 25x25 m cells for forested portions of study area occupied by each damage probability range.

The proportion of damaged segments increased with increasing of elevation (ELEV), forest age (VEK), forest stand density (ZAKM), soil depth (HLOUB), site humidity (VLHK) and the percentages of Norway spruce in the stand (ZAST_S). These results were expected and are consistent with prediction with other researchers.

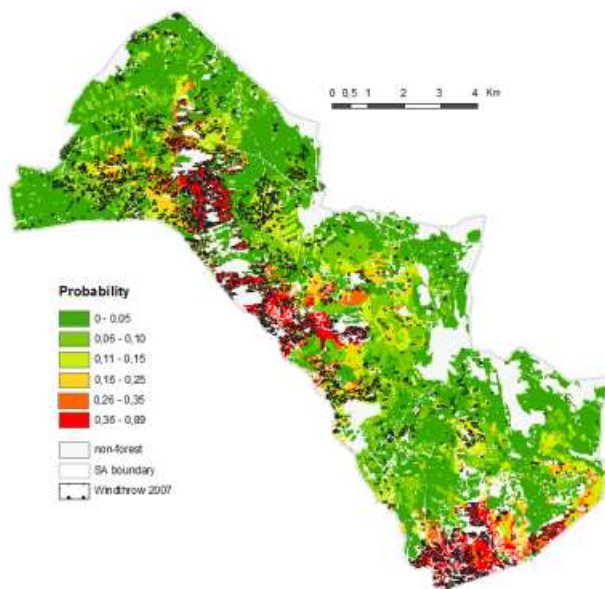


Figure 2: Windthrow hazard map

6 Conclusion

Windthrows are influenced by many factors at the tree, stand and landscape levels and sometimes the interaction can possibly complicate the assessment. The important fact for managing windthrows is not only the knowledge on how various factors relate to windthrow but also how they can relate to each other. One of the main aims of this study, apart from using GIS and logistic regression for assessing wind hazard damage, was also to understand how the factors affect the occurrence of such a rare event as windthrow.

This paper attempted to shed light on the basic approaches and methods used by researchers and forest managers to assess potential wind risk. The process of assessing wind damage hazard using widely available GIS software ArcGIS 9.2 was described in the paper. The potential of statistical method of logistic regression was examined and logistic regression itself was described in the text. The results obtained by using GIS and logistic regression were discussed at the end of the paper.

Acknowledgement

I would like to thank assoc. prof. RNDr. Jaromir Kolejka, CSc., who is my Ph.D. Mentor, for support, encouragement, advices and supervision. This paper was written with support of program INTERREG IIB CADSES in the framework of the project STRiM.

References

- [1] DEMEK, J., et al. *Geomorfologie českých zemí*. Praha: Academia, 1965. 336 s.
- [2] DRAKE, T. *Empirical Modeling of Windthrow Occurrence in Streamside Buffer Strips* [on-line]. c2008 [cit. 2009-10-09]. <http://ir.library.oregonstate.edu/jspui/bitstream/1957/9544/1/Drake_Thesis.pdf>
- [3] GARDINER, B. et al. *ForestGALES – A PC-based wind risk model for British Forest – USER'S GUIDE* [on-line]. June 2004 [cit. 2009-10-27]. <[http://www.forestry.gov.uk/pdf/ForestGALES2_manual_2004.pdf/\\$FILE/ForestGALES2_manual_2004.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/ForestGALES2_manual_2004.pdf/$FILE/ForestGALES2_manual_2004.pdf)>
- [4] GARDINER, B. et al. Review of mechanistic modelling of wind damage risk to forests. *Forestry* [on-line]. 2008, vol. 81, no. 3 [cit. 2008-04-05]. <<http://forestry.oxfordjournals.org/cgi/reprint/81/3/447>>
- [5] JELÍNEK, J. *Větrná a kůrovcová kalamita na Šumavě z let 1868 až 1878*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 1985. 35 s.
- [6] LEKEŠ V., DANDUL I. Klasifikace rizika polomů - WINDARC. *Lesnická práce* [on-line]. 1999, roč.

78, č. 5 [cit. 2009-10-2]. <<http://lespace.silvarium.cz/content/view/1865/156/>>

- [7] *Logistic regression* [on-line]. c2005 [cit. 2009-10-5]. <<http://luna.cas.usf.edu/~mbrannic/files/regression/Logistic.html>>
- [8] MILLER, K.F. *Windthrow hazard classification. Forestry Commission Leaflet 85*. London: Her Majesty's Stationery Office, 1985.
- [9] PELTOLA, H. et al. *A Mechanistic Model for Assessing the Risk of Wind and Snow Damage to Single Trees and Stands of Scots pine, Norway spruce and birch* [on-line]. 1999 [cit. 2009-09-28]. <<http://www.forest.joensuu.fi/storms/hwinkkuv.htm>>
- [10] TOLASZ, R. et al. *Atlas podnebí Česka*. 1. vydání. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. 255 s. ISBN 9788086690261
- [11] *Tree stability and climate* [on-line]. 2009 [cit. 2008-03-10]. <<http://www.forestresearch.gov.uk/fr/INFD-639A92>>
- [12] ULBRICHOVÁ, I. et al. Development of the spruce natural regeneration of mountain sites in the Sumava Mts. *Journal of Forest Science* [on-line]. 2006, vol. 52, no. 10, p. 446-456 [cit. 2009-10-8]. <http://www.cazv.cz/userfiles/File/JFS%2052_446-456.pdf>
- [13] VICENA, I. *Ochrana lesa proti polomům*. 1. vydání. Praha, 1964.

Possibilities of geomorphologic assessment: a case study from Podyjí NP

Lucie Kubalíková¹

¹*Faculty of Science, Masaryk University Brno*

Abstract

The assessment of geomorphologic sites is one of the tools of geoconservation. For the geomorphologic assessment it is possible to use the concept "geomorphosites" which includes inventorying, evaluation and proposals for management and rational use of the sites. This concept was used for assessment of selected geomorphologic sites in the western part of National Park Podyjí; the results of the assessment can serve as a base for proposals for rational use and management and other perspectives of the use of the geomorphologic assessment are outlined.

Keywords: geomorphologic assessment, concept "geomorphosites", Podyjí National Park

1 Introduction

Geomorphologic assessment and inventorying can serve as a tool for geoconservation and management of geoheritage and geodiversity. The concept of geodiversity was for the first time developed in Australian Natural Heritage Charter (2002) [1] and the principles of geoconservation were defined in the same document. In general, we can define the geoconservation as an activity of humans that is oriented to the conservation of geoheritage (geologic, geomorphologic and pedologic elements, forms and processes). These activities include both management and strategies for rational use of this heritage [14].

The geomorphologic assessment itself can be used for comparison between geomorphologic sites, for classification of the sites and also can be applied for management measurements and rational use for the sites.

Concept "geomorphosites" seems to be an applicable tool for the geomorphologic assessment. This concept was presented by PANIZZA [8] and it is developed in the various research institutions especially in western and southern Europe (for example Université de Lausanne, Switzerland, Università di Modena, Italy, Universidade do Minho, Portugal). By the International Association of Geomorphologists (IAG) the working

group Geomorphosites exists and it is oriented on the development of methods of geomorphologic assessment, educational activities and geoconservation.

Under the geomorphosites concept various methods of geomorphologic assessment exist (see chapter 2). For the geomorphologic assessment of the sites in western part of Podyjí National Park a modified method was proposed; this method comes out from methods that have already been used.

2 Methods

Geomorphosites can be defined as geomorphologic landforms that have acquired a scientific, cultural/historical, aesthetic and/or social/economic value due to human perception; the term "geomorphosites" was introduced by PANIZZA [8]. Geomorphosites can be single geomorphologic objects or wider landscapes. These geomorphosites can be modified, damaged, and even destroyed by the impacts of human activities [9]. As synonyms the terms "geotops, geomorphologic assets or sites of geomorphological interest" are employed.

The geomorphosites are classified by different points of view: 1) activity (in relation to presence or absence of current process): active x passive 2) dimensions: simple geofoms x geomorphologic landscapes x geomorphologic systems [13].

As mentioned above, the geomorphosites can acquire various values. REYNARD et al. [12] divide these values in two groups: 1) scientific values that present an importance for understanding to a form, process or evolution. Within the geomorphologic sites, the processes are considered one of the most important scientific values together with representativeness of the form and process, uniqueness and palaeogeographical significance of the site, 2) additional values include cultural, aesthetic, economic/social and ecological values. Cultural value is represented by the archaeological or historic significance of the site and can both be influenced by geomorphology of the site and can have an influence on the site. The perception of the aesthetic value is based on the colour contrast, structure of the space or heterogeneity of the site. For these facts it is the most problematic value to catch and

¹ LucieKubalikova@seznam.cz

describe. Economic or social value is related to the potential for use of the site especially for so called geotourism. Ecological value of the site expresses the relation between geomorphologic elements of the site and biota and as well as cultural value can both be influenced by geomorphology of the site and can have an influence on the site.

According to GRANDGIRARD [5] the assessment can be based on three basic questions: What? Why? How? The question What? represents the object of assessment (landform, landscape) and comprises the inventorying and description of the geomorphosites. Why? is related to the aims of the assessment: finding and inventorying of the important geomorphologic sites, assessment of the human activities on the geomorphosite, management of the site, possibly popularization of the site. The question How? covers the methods that are used for above mentioned assessment. These methods are outlined in the next paragraphs.

At Università di Modena e Reggio Emilia, PANIZZA [8] and CORATZA, GIUSTI [4] proposed a method for geomorphologic assessment where especially scientific value is accented. This method was applied for EIA in the Modena province in Italy. Besides the scientific values (integrity, uniqueness and representativeness) the evaluation of some additional values is proposed.

In Spain, there are two main research institutions where the geomorphologic assessment is examined: Universidad de Cantabria and Universidad de Valladolid. BRUSCHI [3] (Cantabria) presents the method based on the evaluation of the scientific values and potential for use, but comprises also the need for protection of the geomorphosite. GONZALES-TRUEBA [6] (Valladolid) comes out from the geomorphologic mapping and covers both scientific values and additional values. He also mentions the use of site for education and vulnerability. Both methods were applied in Picos de Europa National Park in northern Spain.

Universidade do Minho in Portugal uses the method of PEREIRA [10]. This method is based on assessment of scientific and additional values and takes into account the potential for use and protection of the locality.

At University de Lausanne, Switzerland, the method of REYNARD et al. [12] is employed. This method comprises the assessment of scientific values (representativeness, integrity, palaeogeographical significance), additional values (historic, cultural, religious or symbolic values) and tries to evaluate the existence of the products that support the sites.

A special method was developed by PRALONG [11] and it serves for an assessment of geomorphosites for tourism. The parameters that are taken into account are for example distance between existing viewpoints, number of the artistic works (for example paintings, poems, tales) or presence of tourist infrastructure.

The above methods use different means of evaluation, both direct and indirect, for example expert's estimate or numerical evaluation. The majority of the methods are numerical. The numerical methods have the advantage of relative objectivity, but even there are certain parameters that can be measured with difficulties and could be the source of disagreements. Another problem of the assessment process is subjectivity, especially in the evaluation of aesthetic and cultural aspects of the site, but also in evaluation of the scientific significance of the site.

The presented methodology for Podyjí National park is based on the above-described methods and keeps this procedure: 1) identification of significant geomorphologic sites (based on the literature, maps and field survey), 2) a detailed inventory of selected sites (general information, geology, geomorphologic data - morphology and genesis, environmental conditions, a description of the cultural components of the site, aesthetic aspect, availability, background, presence services, current status of the site, potential threats and risks), 3) numerical evaluation of sites, 4) synthesis (classification of the sites, management proposals, possible use of the site, proposed legislative protection).

The presented methodology was used for assessment of selected geomorphosites in the western part of the NP Podyjí. Its results were confronted with the methods proposed by PEREIRA and GONZALES-TRUEBA. The final part of the assessment was to present proposals for rational use of sites for their conservation and management. Attached, the assessment forms can be seen.

3 Study area

Podyjí National Park is located on the south border of Moravia between the towns of Znojmo and Vranov nad Dyjí. The national park was declared in 1991, it has 63 km². In 2000, the Austrian part declared the national park Thayatal and the important bilateral area came into being. The axe of the national park is the deep valley of river Dyje which is the typical centroeuropean phenomena covered by natural forests (see Fig. 1).

Geologically, there are three main units in wider area. The eastern part is created by the core of the Dyje dome, mainly of granite. The division between eastern and western part makes the Lukov group formed by phylit and mica schist and in the western part dominates gneiss type Bíteš [2].

The geomorphology of the area is very problematic, as mentioned above, the main form of relief is the Dyje valley with meanders, alluvial plains and others typical fluvial landforms [7]. The important feature of relief is also cryogenic relief with forms like block accumulations, rock towers and others. Important features of the relief are also the anthropogenic forms like water-gangs, vineyards, anthropogenic terraces etc. The study area itself forms a western part of the Podyjí national park: it is a segment of the valley of Dyje and

the valleys of its branches approximately between towns Vranov and Hardegg on the Austrian side.



Fig. 1 Dyje valley; a view from Ice Caves (photo: author, 2009)

Most similar river valleys have been modified by the construction of dams, roads and recreational facilities. Since the greater part of today's National Park was part of the border zone, the territory has been spared such interference.

Selection of significant geomorphologic sites was based on field survey and study of relevant literature. Eight geomorphologic sites were chosen: 1) Ice Caves, 2) Hardegg Lookout, 3) Rock City, 4) Hamry Folds, 5) Castle Rock, 6) Abandoned Meander, 7) Block accumulation at Braitava, 8) Segment of Dyje valley (see Fig. 2).

Site No. 1, Ice Caves is important especially for existence of pseudokarst phenomena and extensive block accumulations, so it has a high scientific potential. The aesthetic value is represented by viewpoint near Obelisk that has certain cultural significance as well.

Hardegg Lookout, site No. 2, represents a site with high aesthetic and scenic value thanks to existence of the valuable overview. It has also a very high potential for use for tourism because it is one of the best known sites of the western part of the National park.

On the contrary, the site No. 3, Rock City is known only within the researchers; it is situated out of the tourist paths and in fact the access is prohibited. The site is important due to existence of the range of cryogenic, pseudokarst and gravitational forms (torres, block accumulations, rock towers).

Site No. 4 Hamry Folds is rather geological than geomorphologic site. The main reasons of protection are pygmic folds of different scale.

Castle Rock, locality n. 5, is significant particularly because of its high aesthetic and cultural value. The castle situated on the rock is closely related to the geomorphologic form and in the past, its construction was conditioned by the existence of this landform.

Abandoned Meander, locality n. 6, represents fluvial landform that has a very high potential for pedagogic and educational activities. There is a risk of spreading of vegetation that can lead to a degradation of the site.

As the site No. 3, the site No. 7, Block accumulation at Braitava, is situated out of tourist paths, so it is practically unknown and non-visited. It has a high educational and scientific potential.

The last locality, segment of Dyje valley, is very well conserved deep valley incised into the surrounding surface. It includes various fluvial forms like incised meanders or alluvial plains and it possesses both high scientific (especially palaeogeographical value) and additional values.

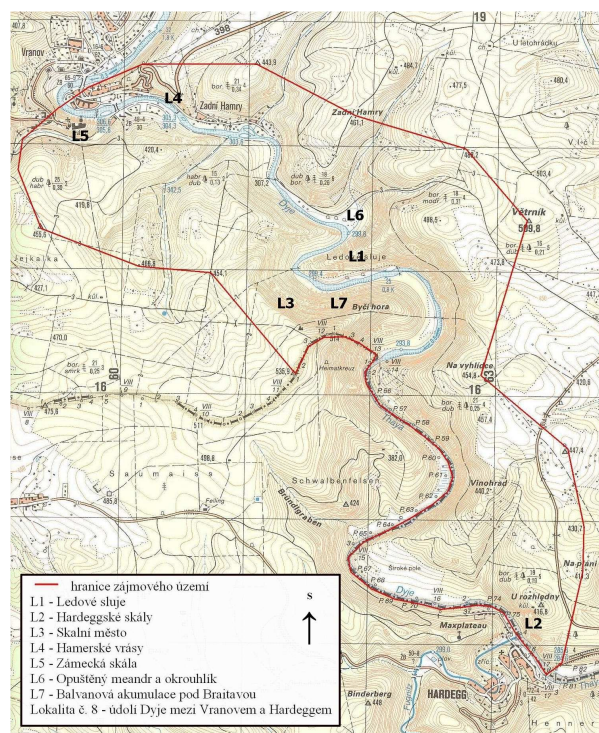


Fig. 2 Selected localities in the study area (data: Military map 1:25 000)

4 Results

Eight significant geomorphologic sites in the western part of the National Park Podyjí were assessed using methods by PEREIRA, GONZALES-TRUEBA and method proposed by author. The aim of the use of these three methods was to compare their results and show the suitability of the method proposed by author for geomorphologic assessment. The final comparison shows Table 1. The location of site No. 8 in the first is identical within all the applied methods, and then the values differ, however, remains true that the site No. 4 (Hamry Folds) and No. 1 (Ice Caves) have a relatively high number of points especially due to their scientific value.

Methodologies also agree on the order of the site No. 5 (Castle Rock). Increased volatility is manifested in other localities, especially in locality No. 2 (Hardegg Lookout), which is relatively highly evaluated by the proposed methodology and obtains a low score in the GONZALES-TRUEBA's methodology. Conversely, site No. 6 (Abandoned Meander) received approximately the same ranking across all three methodologies.

ranking	PEREIRA (2006)	GONZALES (2005)	author's method
1	L8 (16,05)	L8 (140)	L8 (25,5)
2	L4 (14,65)	L1 (118)	L1 (21,5)
3	L1 (14,49)	L4 (105)	L4 (20,75)
4	L5 (11,85)	L5 (97)	L5 (19)
5	L6 (11,08)	L3 (96)	L2 (16)
6	L3 (10,63)	L6 (94)	L6 (15,25)
7	L2 (10,61)	L7 (89)	L7 (14,25)
8	L7 (9,47)	L2 (65)	L3 (13,75)

Tab. 1 Final comparison of the results (L1 - L8: selected localities described above)

On the basis of the inventorying, detailed description and assessment we can do a synthesis: alert to risks or threats, estimate the potential for use and present some proposals for management of the sites.

L1 - Ice Caves are very well preserved especially thanks to the fact that caves themselves are not accessible by public. This site has an extraordinary scientific and pedagogical potential, but in the case of possibility of access to the Caves, significant threats would appear. High potential for educational use can be employed during the organised excursion with a guide.

Aesthetically very valuable locality No. 2 Hardegg Lookout suffers principally from the movement of the tourists of the marked path and consecutive degradation of the soil and vegetation cover. This unwelcome phenomenon could be reduced for example by higher frequency of checks guard nature; however, the problem could be the financial possibilities of the National Park Administration.

Site No. 3, Rock City is probably one of the most preserved sites in the western part of the National Park thanks to its inaccessibility. The site has a high potential for educational activities and high scientific and cultural value, but it is relatively remote, so the design and creation of hiking trails would probably need certain financial resource.

The current usage of the site No. 4 (Hamry Folds) is sustainable, even if the existence of the road above the site may cause some problems. Another source of problems can be ingrowth vegetation, according to the Administration of NP this problem is already treated by elimination of undesirable vegetation. The pedagogical potential is supported by information panel so the locality can be used for the education of the public.

Castle Rock (site No. 5) is particularly important in terms of culture. That is why it is mainly used for these reasons (the visit of the Vranov castle) and scientific values are not employed so much. Despite the situation of the site in the first zone of the national park there can be observed camping activities in this area. The solution could be similar as in the case of the site No. 2.

Despite the strong scientific and pedagogical potential value, Abandoned Meander, site No. 6, is neglected and remains only a short stop on the way from Vranov to Ice Caves. The reason may be, for example, that the geomorphologic features of the site are partially wiped and distinguished shape gradually overgrows with vegetation.

The locality No. 7, Block accumulation at Braitava offers considerable educational potential, although it is one of many similar accumulations in the area of interest. It is situated in the inaccessible part of the first zone of the national park as well as Rock City. Given the relative proximity of these sites, there is a possibility to introduce tourist path (see Fig. 2), or use both sites for organized geomorphologic aimed guided tours.

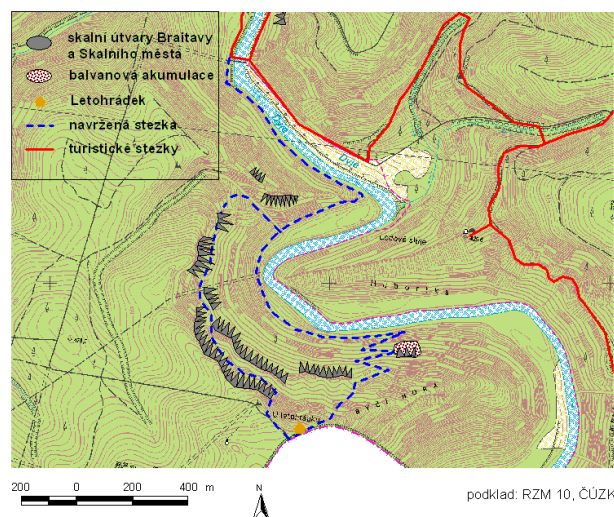


Fig. 3 Proposal for the tourist path connecting the site No. 3 (Rock City), No. 7 (Block Accumulation) and Braitava Belvedere

The site No. 8, Dyje valley can be considered as a very important geomorphosite thanks to its scientific, cultural and aesthetic values. The management of this site is based on the rational use of both natural and cultural and aesthetic aspects of the site. From a scientific perspective, the site is valued especially for its live component, non-living elements of nature in the context of conservation do not have such attention (there are no care plans for the geologic and geomorphologic sites, these sites are included in the management and care plan of the first zone of National Park). The above mentioned facts propose the question whether the wider attention should be offered to the sites of geo(morpho)logic interest. After all, it is the

geomorphologic and geological component of the landscape, which usually determines all the other components of the landscape.

5 Discussion and conclusion

The above comparisons aimed to elaborate a critical evaluation of the proposed methodology for NP Podyjí. Based on a comparison can be concluded that the proposed methodology can also be used for assessing the geomorphologic sites. Of course it would be possible to compare the proposed methodology with other methodologies, which have been described above, but it would probably go far beyond the scope of this work. Despite the fact that it would be probably possible to use the proposed methodology to other territories, it should be noted, that in some respects there are some imperfections and defects (for example evaluation of aesthetic sites or objectivity in evaluating the scientific parameters of the site). Consequently, this methodology will be further refined and developed.

In the western part of the Podyjí NP, the main objective of the inventorying and assessment itself was to evaluate the scientific and added values in the selected sites, to identify potential for use and to propose possible management of these sites. This synthesis was done and some proposals for rational use were presented, although these proposals may not meet with understanding both the Administration of Podyjí NP and other researchers engaged in this area.

As mentioned above, the geomorphologic and geological component usually determines all the other components of the landscape, so they are very important and worthy of protection. Inventory and assessment of geomorphosites may help identify these elements and appreciate its importance for both wildlife and the activities of human society and may thus significantly contribute to the understanding of the need to protect non-living nature.

References

- [1] AUSTRALIAN HERITAGE COMMISSION. *Australian Natural Heritage Charter*, 2nd edition, 2002, [online]. <http://www.environment.gov.au/heritage/ahc/publications/commission/books/pubs/australian-natural-heritage-charter.pdf>, 10th September 2009.
- [2] BATÍK, P. *The contact between the variscan and Cadomian blocks in the Svratka Dome (Bohemian Massif, Czech republic)*. Bulletin of Geosciences, 2004, Vol. 79, No. 4, 243-250,. ISSN 1214-1119.
- [3] BRUSCHI, V. M. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Disertační práce. Universidad de Cantabria, Santander, 2007.
- [4] CORATZA, P., GIUSTI, C. *Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites*. II Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, 2005, Vol. 18, No. 1.
- [5] GRANDGIRARD, V. *L'évaluation des géotopes*. Geologia Insubrica, 1999, Vol. 4 [online]. [http://pagesperso-orange-fr_geotop_article_arti_Grandgd-htm_jriwtdt51.pdf](http://pagesperso-orange.fr/geotop/article_arti_Grandgd-htm_jriwtdt51.pdf), 29th July 2009.
- [6] GONZÁLEZ-TRUEBA, J. J. *El macizo central de los Picos de Europa: Geomorfología y sus implicaciones geoecológicas en la alta montana cantábrica*. Tesis doctoral. Universidad de Santander, 2006.
- [7] KIRCHNER, K., IVAN, A. *Reliéf NP Podyjí a jeho okolí jako styčné soustavy oblasti českého masivu a karpatské soustavy*. Thayensia 1998, roč. 1, s. 29-52. ISSN 1212-3560.
- [8] PANIZZA, M. *Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey*. Chinese Science Bulletin, 2001, Vol. 46, s. 4-6.
- [9] PANIZZA, M., REYNARD, E. *Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie*. Géomorphologie: relief, processus, environnement, 2005, No. 3 [online]. <http://geomorphologie.revues.org/index336.html>, 6th March 2009.
- [10] PEREIRA, P. *Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho*. Tese doutoral. Universidade do Minho, Braga, 2006.
- [11] PRALONG, J.-P. *A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites*. Géomorphologie: relief, processus, environnement, 2005, No. 3. [online]. <http://geomorphologie.revues.org/index350.html>, 6th March 2009.
- [12] REYNARD, E. et al. *A method for assessing the scientific and additional values of geomorphosites*. Geographica Helvetica, 2007, Jg. 62, Heft 3, s. 148-158.
- [13] REYNARD, E. (ed.) *Geomorphosites*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Mnichov, 2009, 240 s. ISBN 978-3-89937-094-2.
- [14] SHARPLES, C. *Concepts and principles of geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service website, September 2002 [online]. <http://xbiblio.ecologia.edu.mx/biblioteca/Cursos/Manejo/Geoconservation.pdf>, 10th September 2009.

ATTACHEMENT: ASSESSMENT FORMS

1. Method for geomorphologic assessment proposed by PEREIRA (Universidade do Minho, Portugal)

SCIENTIFIC VALUE (maximum 5.5)
Ra Rareness in relation to the area
0 It is not one of the most important 5
0.25 It is not one of the most important 3
0.50 One of the most important 3
0.75 The most important
1.00 The only occurrence
In Integrity/Intactness
0 Highly damaged as a result of human activities
0.25 Damaged as a result of natural processes
0.50 Damaged but preserving essential geomorphological features
0.75 Slightly damaged but still maintaining the essential geomorphological features
1.00 No visible damage
Rp Representativeness of geomorphological processes and pedagogical interest
0 Low representativeness and without pedagogical interest
0.33 With some representativeness but with low pedagogical interest
0.67 Good example of processes but hard to explain to non experts
1.00 Good example of processes and/or good pedagogical resource
Dv Number of interesting geomorphological features (diversity)
0 1
0.33 2
0.67 3
1.00 More than 3
Ge Other geological features with heritage value
0 Absence of other geological features
0.17 Other geological features but without relation to geomorphology
0.33 Other geological features with relation to geomorphology
0.50 Occurrence of other geosite(s)
Kn Scientific knowledge on geomorphological issues
0 None
0.25 Medium: presentations, national papers
0.50 High: international papers, thesis
Rn Rareness at national level
0 More than 5 occurrences
0.17 Between 3 to 5 occurrences
0.33 2 occurrences
0.50 The only occurrence
ScV Scientific value (Ra + In + Rp + Dv + Ge + Kn + Rn)
ADDITIONAL VALUES (maximum 4,5)
Cult Cultural value
0 Without cultural features or with cultural features damaging the site
0.25 Cultural features with no connection to landforms
0.50 Relevant cultural features with no connection to landforms
0.75 Immaterial cultural features related to landforms
1.00 Material cultural features related to landforms
1.25 Relevant material cultural features related to landforms
1.50 Anthropic landform with high cultural relevance
Aest Aesthetic value
0 - 0,5 Low
0.5-1 Medium
1-1.5 High
Ecol Ecological value
0 Without relation to biological features
0.38 Occurrence of interesting fauna and/or flora
0.75 One of the best places to observe interesting fauna and/or flora
1.12 Geomorphological features are important for ecosystem(s)
1.50 Geomorphological features are crucial for the ecosystem(s)
AdV Additional values (Cult + Aest + Ecol)

USE VALUE (maximum 7.0)
Ac Accessibility
0 Very difficult, only with special equipment
0.21 Only by 4 wheel-drive vehicle and more than 500 meters by footpath
0.43 By car and more than 500 meters by footpath
0.64 By car and less than 500 meters by footpath
0.86 By 4 wheel-drive vehicle and less than 100 meters by footpath
1.07 By car and less than 50 meters by footpath
1.29 By bus on local roads and less than 50 meters by footpath
1.50 By bus on national roads and less than 50 meters by footpath
Vi Visibility
0 Very difficult or not visible at all
0.30 Can only be viewed using special equipment (e.g. artificial light, ropes)
0.60 Limited by trees or lower vegetation
0.90 Good but need to move around for a complete observation
1.20 Good for all relevant geomorphological features
1.50 Excellent for all relevant geomorphological features
Gu Present use of the geomorphological interest
0 Without promotion and not being used
0.33 Without promotion but being used
0.67 Promoted/used as landscape site
1.00 Promoted/used as geomorphosite or geosite
Ou Present use of other natural and cultural interests
0 Without other interests, promotion and use
0.33 With other interests but without promotion and use
0.67 With other interests and their promotion, but without other use
1.00 With other interests, with promotion and use
Lp Legal protection and use limitations
0 With total protection and prohibitive use
0.33 With protection, with use restriction
0.67 Without protection and without use restriction
1.00 With protection but without use restriction or with very low use restriction
Eq Equipment and support services
0 Hostelry and support services are more than 25 km away
0.25 Hostelry and support services are between 10 and 25 km away
0.50 Hostelry and support services are between 5 and 10 km away
0.75 Hostelry or support services are less than 5 km away
1.00 Hostelry and support services are less than 5 km away
UsV Use value (Ac+Vi+Gu+Ou+Lp+Eq)
PROTECTION VALUE (maximum 3.0)
In Integrity/Intactness
0 Highly damaged as a result of human activities
0.25 Damaged as a result of natural processes
0.50 Damaged but preserving essential geomorphological features
0.75 Slightly damaged but still maintaining the essential geomorphological features
1.00 No visible damage
Vu Vulnerability of use as geomorphosite
0 Very vulnerable, with possibility of total loss
0.50 Geomorphological features may be damaged
1.00 Other, non-geomorphological features may be damaged
1.50 Damage can occur only in/along the access structures
2.00 Not vulnerable
PrV Protection value (In + Vu)
TOTAL VALUE: ScV + AdV + UsV + PrV (maximum 20)

2. Method for geomorphologic assessment proposed by GONZALES-TRUEBA (Universidad de Valladolid, Spain)

criteria	points
SCIENTIFIC VALUE	
Genesis	max. 10
Morphology: morphstructures	max. 10
Morphology: erosional landforms	max. 10
Morphology: accumulation landforms	max. 10
Dynamics: inherited process	max. 10
Dynamics: current process	max. 10
Chronology	max. 10
Lithology	max. 10
Geologic structures	max. 10
Sedimentary structures	max. 10
ADDITIONAL VALUES	
Landscape and aesthetic	max. 10
Cultural elements: association with heritage elements	max. 10
Cultural elements: cultural content (myths, paintings, literature)	max. 10
Cultural elements: historical content	max. 10
Educational value: resources	max. 5
Educational value: levels	max. 5
Scientific value	max. 5
Scientific representativeness	max. 5
Real tourist contents	max. 5
Potential for tourist attraction	max. 5
USE AND MANAGEMENT VALUES	
Accessibility	max. 2
Fragility	max. 2
Vulnerability	max. 2
Intensity of use	max. 2
Risk of degradation	max. 2
State of conservation	max. 2
Impacts	max. 2
Quality of view	max. 2
Limits of acceptable change	max. 2

3. Method for geomorphologic assessment proposed by author

1. SCIENTIFIC VALUE	
criteria	points
1.a representativeness	max. 1
1.b preservation, conservation	max. 1
1.c exemplarity, pedagogical value	max. 1
1.d similar places in the area of interest	max. 0,5
1.e similar places in the state	max. 1
1.f presence and diversity of meso and microforms	max. 1
1.g presence of other non/geomorphologic aspects (geological, pedological)	max. 1
1.h knowledge of the site within the Earth Sciences, professional publications	max. 1
1.i geological significance (for understanding the geological evolution)	max. 0,5
1.j palaeogeographical significance (for the reconstruction of the landscape, climate, etc.)	max. 1
1.k level of legislative protection of geo(morpho)logic reasons	max. 1
Scientific value in total	max. 10
2. ADDITIONAL VALUES	
criteria	points
2.a aesthetic value	
colours and their number	max. 0,5
structure, number of clearly identifiable elements	max. 0,5
overall aesthetic value	max. 1
2.b ecological value	
relation between ecologic and geomorphologic elements	max. 1
presence of important protected species of flora and fauna	max. 0,5
level of legislative protection for environmental reasons	max. 0,5
2.c cultural value	
historical and archaeological importance	max. 1
religious and symbolic significance	max. 1
literary and artistic significance	max. 1
2.d knowledge of the site thanks to its ecological, aesthetic and cultural values	max. 1
Additional values in total	max. 8
3. POTENTIAL FOR USE	
criteria	points
3.a visibility	max. 1
3.b access (on foot, by car, public transport)	max. 1
3.c presence of infrastructure	max. 1
3.d approximate number of visitors per year	max. 0,5
3.e current use of geoscientific value	max. 1
3.f current use of other values	max. 0,5
3.g total number of options for the use of the site	max. 1
3.h limits of the use, access etc.	max. 1
3.i existence of commercial products presenting site	max. 1
Potential for use in total	max. 8
4. THREATS AND VULNERABILITY	
criteria	points
4.a existence of current threats leading to degradation of the site	max. 1,5
4.b potential threats leading to degradation of the site for access to the site	max. 1,5
4.c existing legislative protection	max. 1
Threats and vulnerabilities in total	max. 4
TOTAL VALUE	max. 30

Landscape Restoration after Opencast Mining. Case Study

Sokolov - East

Zdeňka Lipovská¹

The Mendel University of Agriculture and Forestry, Department of Applied and Landscape Ecology

Abstract

This paper summarizes findings about natural conditions of the Sokolov-East region. Emphasis was placed mainly on the problems of landscape and its changes in the mining and reclamation. The findings about made, ongoing and scheduled reclamations were collected as the main output of the work.

The terrain research was realized. Valuable information was obtained through the municipal representatives, leaders of the microregion and Sokolovska Uhelna Mining Company.

Nowadays, Sokolovska Uhelna Mining Company is a single company managing with coal reserves in the Sokolov region. It specializes not only in mining, processing and converting coal into higher forms of energy, but also in removing effects of mining activities in the landscape - in rehabilitation.

The following examples of successfully completed rehabilitation can be given: nature trail near Lomnice, two lakes at the former quarry Boden, Swimming pool Michal, Lake Bila voda and Golf course Sokolov. Lake Medard-Libik is being filled with water nowadays.

The work was processed as a part of the project Ecological and Cultural Restoration of Mining Regions. It is the common research of the ReSOURCE project which is focused on innovative concepts of structural changes in the mining regions, characterized by small and medium-sized cities. In addition to the restoration of landscape, the research is focused on the rehabilitation of social system and on the finding of optimal economic basis after the termination of mining.

ReSOURCE is an initiative of seven regions from five countries sharing similar problem: finding the best possibilities for good coexistence with the former and somewhere still existing mining. Three scientific institutions also take part in this project.

The Czech Republic is represented just by the Sokolov-East microregion. The Mendel University of Agriculture and Forestry is subcontracted partner of the project.

Keywords: Restoration, Opencast Mining, Landscape

1 Introduction

ReSOURCE is an initiative of Central European regions characterized by small and medium-sized towns in which the mining industry is declining or has recently come to its end. The aim is to restore the competitiveness of these structurally disadvantaged areas and stimulate sustainable development.

The end of mining does not leave just brownfields and polluted land behind which must be cleaned up and regenerated. Affected cities and regions face major challenges to find new economic perspectives.

Resources from the dying industry can provide the basis for innovative development strategies: Mining dumps can be used for the cultivation of biomass, mine waters as sources for geothermic energy, conveyer bridges as event backdrops - thus problems become opportunities.

Former mining regions in Central Europe share a number of similar potentials. This is where ReSOURCE comes in: As an EU project, it offers an optimal platform for exchange and for the joint development of new approaches, by carefully aimed publicity measures, it increases the political awareness of opportunities in post-mining landscapes [17].

Partners have entered the ReSOURCE project with their own knowledge, experience and ideas to confront them to that coming from other latitudes trying to find the shortest ways to make their regions attractive and competitive.

The project whose overall budget exceeds 3 million EURO is co-financed by European Regional Development Fund within the Central Europe Programme. The project was launched on the 1st of January 2009 and will be finished on 31st of March 2012 [16].

The project includes ten partners from five countries. The regional partners are District of Zwickau, Economic Region of Chemnitz-Zwickau, IBA Fürst-Pückler-Land and Centre for Enterprise and Technology, Mansfelder Land from Germany, Styrian Eisenstraße Society from Austria, Microregion Sokolov-East from Czech Republic, City of Salgotarjan from Hungary and Regionalni center za razvoj Zagorje from

¹ zdenka.lipovska@uake.cz

Slovenia. The scientific partners are Leibniz Institute of Ecological and Regional Development from Germany, University Graz from Austria, Urbanistični inštitut Ljubljana from Slovenia, and the subcontracted partners are Eötvös Loránd University (ELTE) in Budapest and the Mendel University of Agriculture and Forestry (MZLU) in Brno [15].



Figure 1: Logo of ReSOURCE initiative, resource [16]

2 Methodology

The survey focused on the Sokolov-East microregion which is partner of initiative ReSOURCE for the Czech Republic. The methods of regional geography including study of literature and written sources and terrain research were used from a methodological point of view. The quarries, the reclaimed areas and the individual municipalities were visited. The photographic documentation was taken. Various materials were collected. Valuable information was obtained through the municipal representatives, the leaders of the microregion and Sokolovska Uhelna Mining Company.

3 Area Determination



Figure 2: The map of the Sokolov–East microregion, source <http://www.sokolov-vychod.cz/mikroregion.php>

The Sokolov-East microregion is a union of municipalities, created under the provisions of § 49 of the Municipalities Act No. 128/2000 Coll. The common element of created microregion is the attempt to

common action, partnership and coherence in promoting common interests and solving problems of communities nearby the opencast mines. Municipalities, involved in the association, are affected by mining activity which will continue approximately until 2030. The river Ohře is another characteristic of microregion, it forms a natural link among some of the communities.

The towns of Březová, Chodov, Loket, Nové Sedlo a Sokolov and the villages of Dolní Rychnov, Hory, Jenišov, Královské Poříčí, Lomnice, Mírová, Vintřův, Staré Sedlo and Šabina are the members. The association of municipalities is located in Western Bohemia, in the Karlovy Vary region, in the Sokolov district and also marginally in the Karlovy Vary district [1].

According to the biogeographical classification of the Czech Republic [2], the territory is a part of the Cheb - Sokolov bioregion. It is a basin which is filled mainly with acid sands and clays, with numerous wet habitats and biota disrupted by opencast mining. The main part is represented by oak-coniferous of 4th vegetation belt, potential vegetation is represented by acidified oaks, alders and low bogs.

It is the prehistoric settlement area. Most of the bioregion area was deforested, the secondary structure of wood (spruce, pine) predominates in existing forests. Previously, there were a lot of meadows and pastures, in the recent past, their area was strongly reduced. There are numerous lakes in the western part, while the eastern part is characterized by anthropogenic forms (opencast mines, dumps, evaporation ponds).

According to Quitt [6] the territory is located in a slightly warm area SL 4 and SL 7. The climate is slightly warm and relatively dry due to the rain shadow. The territory is under the influence of strong regional temperature inversions, particularly in winter months. The Ohře valley is characteristic by exposure climate and higher valley inversion [2]. The average annual temperature is around 7°C, the average annual rainfall is 700 mm in diameter [10].

Basic rock formations are represented by sands, clays (partly tuffitic) and neogene gravel. Subsoil crystalline appears in numerous places. The relief is mostly flat and it has the character of rugged upland and flat highland from 75 to 150 (-170) m high [2].

Brown soil is the most widespread soil type, it is usually strongly acidic. Soil conditions are strongly influenced by coal mining and the following soil creation, made by agricultural or forest reclamation mainly on the dumps, pit-run gravel quarries, evaporation ponds etc. These are typical anthropogenic and degradation soils, often on acid intoxicated substrates of different chemical and physical properties and granularity composition [14].

The territory belongs to the Ohře basin [14]. There are a lot of ponds and some of them are used for fish breeding. There are also numerous sedimentation tanks

around industrial zones. In the last decade, water has been used to reclaim the areas affected by opencast mining.

According to Skalický [7], the area belongs to hilly vegetation zone.

Flora is not very rich but, due to the specific media, it is enriched with scarce elements. The bioregion is characterized by a strong representation of subatlantic species. It has a typical hercynian flora with western influences (*Erinaceus europaeus*, *Pseudohydromys occidentalis*, *Bufo calamita*) [2].

4 Landscape and Reclamation

4.1 Impact of Mining and reclamations on Landscape

Opencast mining affects all landscape components and functions. After initiation of mining, the ongoing landscape development is disrupted, the original ecosystems are removed, the original topography is significantly changed, the fundamental ecological relations are irreversibly disturbed, and biodiversity is rapidly reduced. These consequences are compounded into total ecological destabilization and into elimination of the aesthetic values and the recreational potential of the landscape [8]. Specialists call this situation landscape memory loss [9].

By the law, it is clear that the mining companies themselves are required to carry out subsequent rehabilitation of the land. Procedures of landscape restoration are processed for each mining site generally till its mining termination and they are continuously updated according to the particular process of mining activities. The need for this long-term planning is dictated by the fact that the quarry which occupies an area of several square kilometres and has a decades lifespan, affects the landscape in surrounding for a long time and conditions for its future use are made long before the biological rehabilitation - thus during the mining and manipulating with overburden masses [11].



Figure 3: Družba Quarry, photo Z. Lipovská

The Podkrušnohoří area was considered as the most anthropogenic affected area of the Czech Republic since the sixties. The opencast mining of lignite and higher

concentration of industry were the reasons. Especially opencast coal mining changed the form of large landscape units in northern Bohemia. The territory affected by mining activities is estimated at about 250 km². It consists of lignite quarries, dumps of overburden soils, areas in various stages of reclamation and operating areas. Under current legislation, the mining companies are required to remove the effects of mining by reclamation. Regeneration of the area after mining is a challenge. It is not enough just to ensure the stability of slopes, to plant vegetation in the devastated areas, to ensure the care of forest cultivation and farming techniques to achieve good growth of biomass. It is the revitalization of regional units which would lead to the creation of new ecologically stable and aesthetic landscape, including restoration of its functions [12].

4.2 Sokolovska Uhelna Mining Company

Sokolovska Uhelna Mining Company, a.s. was established by the majority property investment of the former state enterprises Fuel Company Vřesová, Lignite Mines Březová, Reclamation Sokolov and Mine Services Sokolov on the 1st January 1994. The main fields of company activities are lignite mining and its modifying into fuels and commercial activities with the resultant products [3].

The company has to remove the effects of its activities. Sokolovska Uhelna Mining Company tries to create valuable landscape units. They try to create both biologically valuable ecosystems and conditions for recreational activities.

There are performed mainly forest, agricultural and water reclamation in the Sokolov district [3].

By the end of 2006, most of the rehabilitated land was reclaimed by forest reclamation (over 58% of realized rehabilitations), followed by agricultural (over 35%) and only 2.5% by hydric rehabilitation (the rest by the other ways) (according to [3]). The share of water reclamation is growing today. This is not only due to the demand for recreational sites but also due to the lower price of this recultivation type.

The forest reclamation is realized mainly on the slopes, Gray and Black alder, Bergahorn, European ash, Durmast, Oak and Crane are often chosen from broadleaves, Scots pine, Norway spruce and European larch from conifers. Domestic shrubs, especially fruitful, are also planted there.

The agricultural reclamation is made using either topsoil, removed during the land occupation, in a layer about 35 cm or without topsoil, straight on cypress clay, which creates the majority of local dumps.

The land affected by mining is usually regenerated by technical reclamation. It is based on the use of technical and biological processes which aim at restoration of economic use of devastated areas [13].

The conventional rehabilitation focuses primary on improving the production function of reclaimed land, it

also tries to improve non-production function, particularly in the areas of matter and energy flow in the ecosystem, such as reducing surface runoff, erosion reduction etc. But even the recultivation is well done, the improvement of non-productive landscape features is usually not sufficient, especially in the biodiversity recovery. Sokolovska Uhelna Mining Company, with the participation of other organizations, supports the creation of biologically valuable ecosystems in the dumps since 1992. In fact, this is the extra access that is not completely legislatively and methodically resolved yet. For example, our current legislation provides only the creation of production areas as recultivation measure, whereas a certain percentage of space is already pre-defined for the production of biologically valuable ecosystems in Germany. Sokolovska Uhelna Mining Company chose this solution because they had to respond in advance to the existence of an interesting natural area in the foreground of Jiří quarry whose extraction was necessary for further operation of the quarry. It was necessary to design and implement a set of measures acceptable to the residents of nearby municipalities, government bodies and public authorities. This led to research aimed at assessing the possibility of creating similarly biologically valuable ecosystems in the mining dumps [3].

Three types of potential forest cover (wetland alder, acidified oak and pine oak and xerothermophilous formations on a limited area) were presented in after-mine dumps area of Sokolovska Uhelna Mining Company. Water and bog phytocenose, spring phytocenose, phytocenose of saline soils and xerothermophilous formations of slopes are considered as non-forest phytocenose. For the overall restoration of landscape features, wetland type of communities should be preferred (in the corresponding positions and locations with undistorted stability of the dump body). Thermophilous oak and xerothermophilous hems are suitable for dry south exposure [4].

4.3 Reclamation Examples

Made reclamations

Ježek's nature trail and arboretum

The so called Ježek's nature trail was built to learn about environmental specifications of mining dumps and their natural development. It was built in the southwestern part of Podkrušnohorská dump above Lomnica village in 1995. There was created a large arboretum on Antonin dump near Sokolov.

Boden Quarry - fish farming and recreation

Two smaller lakes were made in the reclamation pit of the Boden quarry about 300 meters far from Habartov town. The smaller one is about 5 hectares large, with cubic capacity of 75,000 m³ and a maximum depth of 4 m and it is used for fishing. The larger one is 10 hectares large, with the cubic capacity of 328,000 m³ and a maximum depth of 6.5 m and is used for summer

recreation for residents of Habartov town and vicinity. The adjacent territory is grassed and being afforested.

Michal – swimming pool

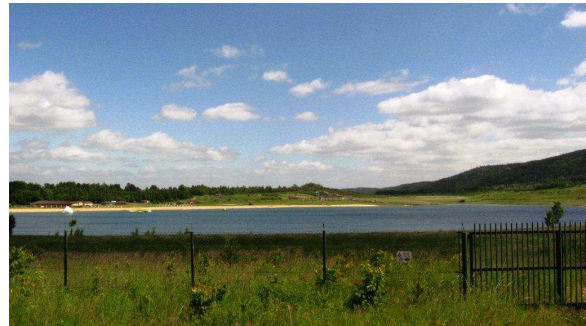


Figure 4: Swimming Pool Michal, photo Z. Lipovská

The lake about 29 ha large was made on the Michal quarry. Swimming pool Michal is the largest recreational pond near Sokolov. It was built in 2002 and it was made operational in 2004. Fuel tank capacity is 800,000 m³, maximum depth 5.6 m and average depth 2.85 m. The dimension of maximum level in the tank is 452.00 meters above sea level [3].

The construction of recreational sports complex which would improve the use of lakes was built on the northern slopes of the dam. There are a sandy beach, grassed areas with mature trees and buildings of social background, as a restaurant, changing rooms, showers, including network engineering and driveway with a large parking lot. A switchback, a water slide, floating piers, shipyards and minigolf were also built [19]. The forest rehabilitation is ongoing in the rest of the former Michal quarry. Planning documentation incorporated the tank to the suburban zone of Sokolov.

Smolnice dump - Bíla Voda

Smolnice dump is located between Vřesová and Chodov. Lake called Bíla Voda (White Water) is situated on the edge of this dump. A sandy beach for recreational and sports activities was created by Sokolovska Uhelna Mining Company in 2003. The surroundings of lake were transformed by forest reclamation and grassing.

Golf course



Figure 5: Golf Course Sokolov, photo Z. Lipovská

A golf course was built in the eastern part of Silvestr site near Dolni Rychnov.

The golf course is situated at altitude of 430 m above sea level and it covers an area of about 100 ha. Height difference between highest and lowest points on the pitch is 42 meters. Overall length of 18-hole course is 6,288 m. The area of green is from 500 m² to 640 m² large, total area is 13,793 m². Each hole has 4 tees [18].

Ongoing reclamations

Medard - Libík



Figure 6: Water filling of Medard-Libík Lake, photo Z. Lipovská

The reclamation of remaining pits of former quarries Medard – Libík, Lítov – Boden and Gustav is currently ongoing. The lignite mining in the Medard – Libík quarry was completed in March 2000. The lake variant of reclamation was chosen after examining of several options [5]. Future Medard – Libík Lake should be filled up to 2012. The total area will be over 485 ha, maximum depth 50 m [3].

Reclamation of the surroundings is mainly performed by forest method of natural character. It should function as suburban recreational forest. The total area of 1,183 ha is divided into 619.42 hectares of forest reclamation, 497.88 hectares of water reclamation, 50.73 hectares of agricultural reclamation and 14.97 hectares of other reclamation [3].

The eastern part of the territory should be used for recreation - water sports, sports center and recreation accommodation of various forms. A space for culture and art would be created in the western part, built on St. Mary Chlum (in landart style), education, science, research, golf courses and recreation [20].

Planned reclamations

Zoo

In the next stage of the planned reclamation work, the reclamation of Silvestr II.A dump is being realized. It is situated between Březová and Dolní Rychnov. The area is about 100 ha. This phase aims to build a zoo, park, biocentre and geological and ecological paths with the requisite background. Michal site and Silvestr site should become sports and recreational area in the future.

Jiří and Družba

The last remaining large pit in Sokolov region, formed at the end of coal mining in Jiří and Družba

quarries after 2036, is considered to be filled with water. The lake about 1,322 ha large, with a volume of 515 million m³ of water, with a maximum depth of 93 m, should come into being. Both of these large dams are being supposed to be filled with water from the river Ohře.

5 Conclusion

The work aims to unite the knowledge about nature and landscape conditions of the Sokolov region. The Sokolov-East microregion has been long known for its bad image as the landscape polluted and damaged by industrial and mining activities, however, nowadays the landscape hides a big potential. During reclamation activities, the new landscape is being created and its creation can be, to some extent, influenced by the wishes of local municipalities and their inhabitants.

Sokolovska Uhelna Mining Company has a statutory obligation to remove the effects of its actions. Great benefit for the local area is that the management of the company, which is also the largest employer in the region, is composed of the local people.

Sokolovska Uhelna Mining Company realized a big amount of forest, agricultural, water and other rehabilitations. In particular, forest, water and other rehabilitations mean potential for the recreation development in this area. Water tanks, arboretum, nature trails, biking trails, golf course, various sports etc. came into being there. However, only recreation and landscape restoration will not be enough for the reconstruction of the region when mining ends. Thousands of jobs will disappear, thus it is necessary to look for new opportunities in all possible sectors.

The local landscape also offers a great opportunity to science and research, particularly in research of the development of succession stages in dumps and quarries. Therefore, it is very appropriate to restore a part of the area naturally. Sokolovska Uhelna Mining Company supports this method but the problems is the current legislation - since the mining sites are often removed from the agricultural land resources or land, designed to perform functions of the forest, just temporarily.

As a part of ReSOURCE initiative, not only landscape problems, but also economic and social problems, will be solved. There is a need for cooperation of municipalities, businesses and administrations at the national level and the transfer of international experience in Central Europe is equally important.

Acknowledgements

The work was processed as a part of the project Ecological and Cultural Restoration of Mining Regions which is the common research of the ReSOURCE

project which is focused on innovative concepts of structural changes in the mining regions.

References

- [1] ABRI, s.r.o. *Integrovaná rozvojová strategie svazku obcí: Mikroregion Sokolov-východ*. Těšovice: ABRI, s.r.o., 2007. 92 s.
- [2] CULEK, M. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996. 347 s.
- [3] FROUZ, J., POPPERL, J., PŘIKRYL, I., ŠTRUDL, J. *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku*. Sokolov: Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., 2007. 26 s.
- [4] PECHAROVÁ, E., WOTAVOVÁ, K., HEJNÝ, S. Perspektiva vegetace výsypkových lokalit Sokolovska. Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí. *Sborník z mezinárodní konference věnované 50. výročí provádění rekultivací v severozápadních Čechách*. Teplice, 2001.
- [5] POLÁČKOVÁ, V., KOUBEK, P. *Urbanistická studie západní části Sokolovské pánve: Jezero Medard*. Praha: Urbanistický ateliér, UP-24, 2005. 68 s.
- [6] QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Academia, Studia Geographica 16, GÚ ČSAV, 1971. 73 s.
- [7] SKALICKÝ, V. Regionálně fyto geografické členění. In HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. *Květena České socialistické republiky*. Praha: [s.n.], 1988. s. 103-121.
- [8] SKLENIČKA, P. a kol. Non-productive principles of landscape rehabilitation after long-term open-cast mining in Northwest Bohemia. *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*. 2004, vol. 104, s. 83-88.
- [9] SKLENIČKA, P., LHOTA, T. Landscape heterogeneity - a quantitative criterion for landscape reconstruction. *Landscape and Urban Planning*. 2002, vol. 58, no. 2, s. 147-156.
- [10] TOMÁŠEK, J. *Dokumentace k záměru Obalovna živičných směsí Chodov HERKUL a.s. a Vodohospodářské stavby, společnost s ručením omezeným*. Mníšek pod Brdy, 2008.
- [11] VOŠTOVÁ, V., RŮŽIČKA, M. Povrchová těžba a optimální rekultivace. *IUAPPA*. 2000, s. 191-193.
- [12] VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P. Obnova funkce krajiny po těžbě uhlí. In ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T.: XIV. *Česko-slovenská bioklimatologická konference*. Lednice na Moravě: 2002. s. 647-653. ISBN 80-85813-99-8.
- [13] VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P., JENIŠTA, J., ŠVEC, J. Obnova funkce krajiny po těžbě uhlí. *Functions of energy and water balances in Bioclimatological Systems*. Nitra: 2003. s. 8-13. ISBN 80-8069-244-0.
- [14] ZAHRADNICKÝ, J. MACKOVČIN, P. Plzeňsko a Karlovarsko. In MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M. *Chráněná území ČR, svazek XI*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 2004. 588 s.
- [15] CENTRAL EUROPE Programme. *ReSOURCE: Partners* [online]. [2008] [cit. 2009-11-01]. Dostupný z WWW: < <http://www.resource.eu/en/about-the-project/partners/>>.
- [16] CENTRAL EUROPE Programme. *ReSOURCE: Turning Problems into Potentials* [online]. [2008] [cit. 2009-11-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.resource-ce.eu/en/about-the-project/resource/>>.
- [17] Economic Region Chemnitz-Zwickau GmbH. *ReSOURCE Leaflet*. Zwickau: Büro für Design, 2007. 6 s.
- [18] GCSO. *Golf Sokolov* [online]. [2006] [cit. 2009-11-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.golf-sokolov.cz/index.php?menu=2>>.
- [19] Koupaliště Michal. *Michal - přírodní koupaliště: Vybavenost* [online]. 2009 [cit. 2009-11-03]. Dostupný z WWW: < <http://michal-sokolov.cz/vybavenost> >.
- [20] Leben. *Medard* [online]. 2006 [cit. 2009-11-03]. Dostupný z WWW: < http://www.medard-lake.eu/historie_a_soucasnost_projektu/12006>.

Městský marketing na příkladu okresu Svitavy

Libor Lněnička

Masarykova univerzita Brno

lnenicka@ped.muni.cz

Abstrakt

Hlavní pilíř městského marketingu představuje ekonomický, sociální, kulturní a fyzický rozvoj celého města. Základním determinantem úspěšného rozvoje každého je schopnost komunikace a kooperace mezi všemi relevantními aktéry jako jsou podniky, firmy, komunální politici, správa města, svazy, sdružení, neziskové organizace, kulturní a religiózní instituce atd. Přestože představy a zájmy jednotlivých aktérů jsou v mnoha případech diferencované a na první pohled problematicky slučitelné, musí být parciální zájmy odpovídajícím způsobem eliminovány ve prospěch flexibility a konkurenceschopnosti města s následnou implementací do strategie rozvoje města. Městský marketing jako koncept založený na komunikaci a kooperaci nabízí perspektivní šanci spojit různé aktéry nejenom v rámci jednoho projektu, ale i v rámci kontinuálního celoměstského udržitelného rozvoje a tím integrovat dříve heterogenní síly v jeden efektivní celek. Záměrem toho příspěvku je ukázka uplatňování principů městského marketingu na regionální úrovni v oblasti cestovního ruchu na příkladu okresu Svitavy, potažmo na příkladu turistické oblasti Českomoravské pomezí.

Abstract

The key element of the city marketing is represented by the economic, social, cultural and physical development of the whole city. Basic determinants of the successful development is the presence of cooperation and communication competences among all relevant actors like companies, local politicians, city administration, unions, associations, non-profit organizations, cultural and religious institutions, etc. Despite the fact that in many cases the visions and interests of the individual actors are different, and on first sight they lack synergy, the partial interests must be appropriately eliminated in favor of the flexibility and competitiveness of the city with consecutive implementation into the city development strategy. Basic aim of this paper is the new instrument of regional development - city marketing in case study in region Svitavy. For the case study was choiced the branche of tourism.

Klíčová slova: městský marketing, cestovní ruch, okres Svitavy, turistická oblast, Českomoravské pomezí.

Key words: City marketing, tourism, region of Svitavy, tourist district, region of Českomoravské pomezí.

1 Úvod

V souvislosti nastartováním nového směru politiky cestovního ruchu v České republice po roce 2000 (Koncepte státní politiky cestovního ruchu 2002 – 2006 a Koncepte státní politiky cestovního ruchu 2007 – 2013) dochází stále častěji k prohlubování spolupráce mezi jednotlivými sektory národního hospodářství. Koncepte představuje střednědobý strategický dokument, který vychází především z rozvojových možností cestovního ruchu v České republice a účinnými nástroji podněcuje jeho další rozvoj. Základním atributem Koncepte je rozvoj odvětví cestovního ruchu, který vychází z mobilizace zejména privátních zdrojů zaměřených na cestovní ruch a dále také rozvoj systémového a koncepčního přístupu veřejné správy na všech úrovních jako zdroje konkurenceschopnosti, zaměstnanosti a hospodářského růstu zejména v územích s vhodným potenciálem pro efektivní rozvoj tohoto odvětví.

Pokud budeme vycházet z dílčích priorit nastavených v koncepci, musíme začít pracovat i s novými nástroji uplatňování koncepce v konkrétním regionu a v případě cestovního ruchu v konkrétním turistickém regionu, či oblasti. Hlavní prioritou našeho zájmu je priorita č. 3: Marketing cestovního ruchu a rozvoj lidských zdrojů. Právě marketingové nástroje mohou významně nastartovat pozitivní bilanci cestovního ruchu v dané oblasti či regionu. Marketing patří mezi základní nástroje stimulace regionálního rozvoje na lokální, regionální i národní úrovni. V případě menších sídelních celků si jej dokážeme představit ve formě městského marketingu, tedy nástroje podporujícího komunikaci a kooperaci mezi stranou poptávky a nabídky. Především pak klade důraz na institucionální zajištění komunikace a kooperace, přičemž zohledňuje procesní inovace v řízení rozvoje měkkých lokalizačních faktorů, jejichž charakter umožňuje stimulaci a rozvoj z lokální úrovně tj. měst (Rumpel, 2001).

Z hlediska orientace městského marketingu na jednotlivé sektory (bydlení, maloobchod, průmysl, doprava, životní prostředí apod.) můžeme definovat jako samostatný sektor i cestovní ruch ve formě např. destinačního managementu. Aby však destinační management splnil svoji úlohu, měl by orientovat na širší území, než jen na úroveň konkrétního sídelního celku. Proto v některých turistických oblastech České republiky můžeme najít již značné přesahy městského

marketingu také do regionální úrovně. Fenomémem současné doby je zakládání různých destinačních agentur, marketingových organizací atd., a to vše za účelem zajištění společné spolupráce v oblasti propagace cestovního ruchu dané oblasti.

2 Destinační management jako klíčový nástroj marketingu

Česká republika stojí dnes zhruba na prahu II. etapy charakteristické vznikem regionálních organizací cestovního ruchu. Je také zřejmé, že management destinací v tomto úzkém pojetí je aplikovatelný pouze v turisticky exponovaných oblastech, ve kterých patří cestovní ruch k pilířům ekonomické základny a kde počet návštěvníků překračuje „kritickou“ hranici pro budování vyspělých forem destinačního řízení.

Tento fakt má důležité implikace pro pochopení způsobu řízení cestovního ruchu v České republice, který je s určitým zjednodušením ve fázi, kterou si prodělaly vyspělé destinace typu Rakouska nebo Švýcarska před 20-30 lety. Budování důvěry a hledání forem spolupráce mezi konkrétními subjekty v území je dlouhodobou záležitostí a navíc je nepřenositelné. Budování destinačního managementu v ČR tak není možné založit na prosté aplikaci zahraničních modelů, které vznikaly v dlouhodobém procesu a navíc často v rozdílných institucionálních podmínkách. Zahraniční zkušenosti ale mohou být minimálně inspirací při koncipování podpory destinačního řízení v ČR. Jednou ze slabin turistických destinací v České republice je absence produktově orientovaného přístupu k cestovnímu ruchu, přičemž se vynakládají poměrně velké finanční prostředky na propagaci měst a krajů na nejrůznějších veletrzích. Bez kvalitního systému propagace cestovního ruchu s jasně vymezenými vazbami na kvalitní management a veřejnou správu, jsou tyto prostředky vynakládány neefektivně.

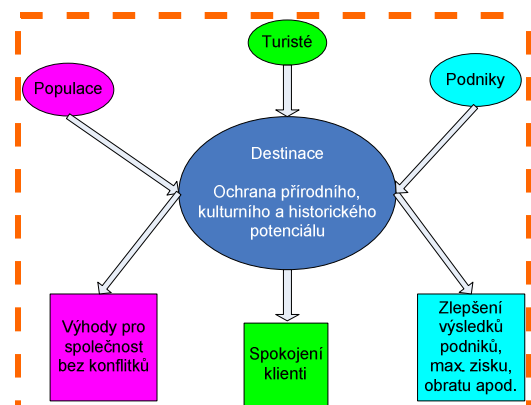
Pro rozvoj cestovního ruchu v regionu – destinaci v ČR je tedy prvotní a neoddiskutovatelnou potřebou vytvoření *destinačního managementu* s ustavením *funkce profesionálního manažera regionu* - destinace. Hlavními aktéry v řízení musejí být manažer - starostové měst a obcí – podnikatelé – vlastníci nejvýznamnějších památek – krajský úřad, kteří společně zajistí financování z veřejných i privátních zdrojů.

Podmínkami rozvoje cestovního ruchu je existence vhodného potenciálu, který je vázán zejména na krajinný ráz, existenci historických památek, možnosti sportovního a kulturního využití, spolehlivou a kvalitní infrastrukturou atd. Tyto aktivity jsou však v celém území naší vlasti rozmístěny nerovnoměrně, a proto je nutné zavést kategorii destinací cestovního ruchu. Destinace cestovního ruchu je pak cílová oblast regionu, která nabízí specifické služby, atraktivitu a produkty.

Obecně by tato oblast měla být složena ze šesti základních komponentů:

- *přitažlivost* – primární nabídka cestovního ruchu (přírodně, kulturně-historický potenciál), která množstvím, kvalitou a atraktivitou vyvolává návštěvnost,
- *přístupnost služeb* – všeobecná infrastruktura, která umožňuje přístup do regionu, pohyb mezi jednotlivými aktivitami v destinaci, služby využívané nejen turisty, ale i místními obyvateli (existence komunikací, zdravotnictví, pošt, bank apod.),
- *komfort* – infrastruktura umožňující pohyb v regionu a využití atraktivit regionu (zařízení sloužící pro ubytování, stravování, sport kulturu atd.),
- *turistické produkty* – nabídky destinací umožňující efektivní využití času návštěvníků destinace, usnadňující jejich orientaci v nabídce destinace (průvodci, propagační materiály, prezentace, infocentra, incomingové agentury atd.),
- *aktivity* – jednotlivé aktivity nabízené destinací.

Klíčovým principem řízení cestovního ruchu v destinacích je kooperace aktérů ze soukromého i veřejného sektoru. Jednotlivé subjekty v systému jednají na bázi partnerů, nikoliv konkurentů. Partnerství zainteresovaných subjektů v cestovním ruchu a destinačního managementu je základem dobré a kvalitní spolupráce vedoucí k dosažení společných zájmů a cílů. Partnerství a spolupráce by měla fungovat na principu PPP projektů. Jedná se tedy o spolupráci mezi veřejnoprávním a soukromým sektorem. Každý z partnerů pak má v destinaci své úkoly a role. Veřejný sektor má vytvářet podmínky pro rozvoj privátního sektoru. Privátní sektor pak musí mít zájem na fungování veřejného sektoru, který pro něj nemůže být soupeřem, ale právě taktéž partnerem. Základem pro dobré fungování destinačního managementu v regionu je vzájemná provázanost a spolupráce všech subjektů (viz. Obrázek č. 1).



Obrázek č. 1 Schematické vyjádření destinačního managementu a zainteresovaných subjektů

Turistická oblast Českomoravské pomezi je marketingově ovlivňována aktivitou různých institucí a organizací, zejména pak na něj působí městský marketing významných sídelních celků regionu - měst Svitavy, Moravská Třebová, Litomyšl a Polička. Turistická oblast jako celek má v rámci organizace marketingu cestovního ruchu na celém území turistické oblasti jako jeden z hlavních úkolů zajištění koordinace marketingových aktivit a tvorbu společného turistického produktu bez ohledu na existující partikulární zájmy jednotlivých měst. Pro zajištění tohoto úkolu jsou již nyní vytvořeny dobré základy vzájemné spolupráce zmíněných měst s rozšířenou působností. Velmi pozitivním jevem v tomto směru je již existující vzájemná spolupráce a zapojení kapacit měst Svitavy, Moravská Třebová, Litomyšl a Polička. Tyto města vytvořily ještě před ustanovením destinační organizace pracovní skupinu, na jejíž půdě se formovala budoucí podoba integrovaného projektu. Města dokonce sdružili finanční prostředky na společné financování nákladů na společnou propagaci.

V rámci turistické oblasti Českomoravské pomezi je marketing rozdělen na marketing prováděný jednotlivými aktéry cestovního ruchu (obce nebo podnikatele) působícími v turistické oblasti. Tyto subjekty obvykle propagují vždy pouze dílčí část atraktivit, atrakcí či služeb v turistické oblasti. Kromě toho je významná část marketingových aktivit soustředěna v rámci dobrovolných svazků obcí etablovaných v turistické oblasti.

3 Závěr

V současné době probíhá v ČR, mj. v souvislosti s přípravou celé řady regionálních strategií cestovního ruchu, velmi živá diskuse o způsobech a možnostech systémového řízení turistických destinací. Jedním z charakteristických znaků těchto diskusí je určitá bezradnost a koncepční nevyjasněnost při návrzích forem destinačního řízení, což jistě souvisí nejenom se složitostí této problematiky, ale také se stávající nevyzrálostí institucionálního prostředí ČR.

Pro budování organizačních struktur cestovního ruchu na úrovni regionů je však rozhodující aktivita a spolupráce místních aktérů. Výsledkem faktické neexistence systémové podpory ze strany centrálních orgánů je víceméně živelná snaha některých turistických regionů v ČR o budování organizačních forem cestovního ruchu, které jsou poměrně různorodé a to jak z hlediska forem tak i způsobů fungování.

Koncept spolupráce soukromých firem a vytváření podnikatelských sítí za účelem realizace společného projektu nebo výměny služeb a informací, který přináší vzájemný prospěch je uváděn v některých regionálních teoriích (např. Teorie výrobních okrsků Becattiny, 1978; Brusco, 1982) jako jeden z nejvýznamnějších faktorů konkurenceschopnosti regionů. V tomto kontextu není spolupráce subjektů

cestovního ruchu a vytváření sítí jejich vazeb na úrovni destinací obecně novým principem. Specifika destinačního managementu vyplývají spíše z charakteru odvětví, pro něhož je typická doplňkovost jednotlivých služeb a jejich specifické postavení z hlediska marketingu nebo význam spolupráce mezi veřejným a soukromým sektorem.

Turistická oblast Českomoravské pomezi začala v letní sezóně 2009 nabízet nové produkty v rámci uplatňování nástrojů marketingového mixu. Jedná se o produktové balíčky zaměřené na konkrétní návštěvníky oblasti (např. inspirativní programy zaměřené na kulturu, historii a vývoj průmyslu v oblasti). Jednou ze základních podmínek pro úspěšný rozvoj cestovního ruchu v turistické oblasti je vzájemná komunikace a koordinace aktivit mezi jednotlivými subjekty cestovního ruchu (města a obce, statní správa, turistické informační centra, podnikatelské subjekty, profesní sdružení, případně nově koncipována destinační agentura atd.). Je nezbytné další pokračování trendu zapojení orgánů veřejné správy (tj. města a obce, Pardubický kraj, dobrovolné svazky obcí atd.) do procesu realizace marketingu. Většina atraktivit (turistických cílů) v turistické oblasti patří obcím nebo státu. Regenerace památek, turistické značení, ochrana přírodních lokalit nebo oficiální propagace cestovního ruchu spadají výhradně do jejich pravomoci.

Literatura

- [1] HRALA, V (2000): *Geografie cestovního ruchu*. Praha: Vysoká škola ekonomická.
- [2] JANEČKOVÁ, L., VAŠTIKOVÁ, M. (1999): *Marketing měst a obcí*. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 186 s. ISBN 80-7169-750-8.
- [3] LNĚNIČKA, L. (2006): *Zpracování pilotního projektu na posouzení proveditelnosti budování destinací cestovního ruchu v návaznosti na oblast podpory Integrovaného operačního programu – oblast venkovské turistiky*. Brno: Eurovision, s.r.o. 156 s.
- [4] RUMPEL, P. (2002): *Městský marketing*. Veřejná správa. 2002, roč. 13, sv. 7, s. 1-8. ISSN 0027-8009.
- [5] RUMPEL, P. *Městský marketing jako inovativní koncept řízení města. Druhá národní konference kvality ve veřejné správě.* Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, odbor modernizace veřejné správy, 2005. s. 173-182. [2005-12-05]. ISBN 80-239-6156-X.
- [6] TOUŠEK, Václav; KUNC, Josef; VYSTOUPIL, Jiří a kol. *Ekonomická a sociální geografie*.

- Plzeň: Aleš Čeněk, 2008. 411 s. ISBN 978-80-7380-114-4.
- [7] VYSTOUPIL, J. a kol. (2006): *Atlas cestovního ruchu České republiky*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR.
- [8] VYSTOUPIL, J., ŠAUER, M. (2005): *Geografie cestovního ruchu*. Brno: Masarykova univerzita.
- [9] WACHOWIAK, H. (2003): *Geography of Leisure and Tourism*. In Becker, CH., Hofinger, H., Steinecke, A.: *Geographie der Freizeit und des Tourismus: Bilanz und Ausblick*. München/Sien: Oldenburg, s. 35 – 36.

Zemědělství a krajina jižní Moravy. Současný stav a tendence.

Miloslava Náplavová

Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

miloslava.naplavova@mendelu.cz

Abstrakt

In the awareness of people, the agriculture is associated with rural and rural with agriculture. Agriculture has affected the formation of rural from the ancient history. Extension of agricultural activity in each region is given by particular geographical conditions and it has an important role in the development of other economic activities. South Moravian region, due to the favorable climatic and soil conditions, retains an important position in agricultural production of the Czech Republic. It became known through the tradition of horticulture and viticulture. Besides production functions, agriculture performs also non-production function, such as landscaping. The rural landscape is generally understood as a counterpart of urbanized landscape. Traditionally it is used mainly for primary industries, mainly such as agriculture.

Keywords: agriculture, rural, South Moravian region, primary industries, viticulture, horticulture

1 ÚVOD

Zemědělství je nedílnou součástí národního hospodářství ČR. Jeho důležitost nespočívá pouze ve výrobě potravin a ostatních zemědělských produktů, ale má také velký význam pro zachování kulturní krajiny a v rámci ekologického přístupu k životnímu prostředí. Celková výměra zemědělského půdního fondu České republiky je 4 269 tis. ha (54,1% celkové rozlohy státu). Její největší část připadá na půdu ornou, i když její rozloha klesá. Na druhé straně se zvětšuje plocha trvalých travních porostů (dále jen TTP). Tento posun lze označit za pozitivní v oblastech, které mají méně příznivé podmínky pro intenzivní využívání půdy. Zemědělská činnost je nedílnou, ne-li esenciální složkou venkovského prostoru, který si zaslouží péči a podporu. Zemědělství dnes již neslouží pouze k výrobě potravin, ale přebírá na sebe i důležité společenské a ekologické funkce.

Ekologické zemědělství je perspektivní způsob hospodaření, který vytváří nový trh s produkty ekologického zemědělství, včetně nových pracovních příležitostí, a přispívá k rozvoji a údržbě

venkovské krajiny a k ochraně všech složek životního prostředí.¹

Zemědělská výroba má mezi ostatními sektory ekonomiky své specifické postavení. Na celkové zaměstnanosti se podílí jen zhruba 3 %, což je dnes již srovnatelné se západoevropskými členy EU (v roce 1990 bylo u nás zhruba 6 % ekonomicky aktivních zaměstnaných v zemědělství), na druhé straně však zemědělci obhospodařují přibližně 60 % rozlohy našeho státu. Velmi významným způsobem tak spoluutvářejí ráz a charakter krajiny. Proto má zemědělství velmi významnou a nezastupitelnou krajinotvornou funkci. V současnosti, v období vysoké přebytkovosti zemědělských produktů v Evropě, tak klesá význam produkční funkce zemědělské výroby a zároveň roste význam ostatních (mimoprodukčních) funkcí zemědělských farem. [6]

Termín krajina (landscape) se skládá ze slov „land“ = země a původně starogermského „scapjan“ = pracovat, něco tvořit. Krajinu jako takovou lze definovat různými způsoby: jako sférickou část povrchu zemského, soubor ekosystémů, prostor, který lze obsáhnout pohledem, otisk historie, ekosystém, domov atd. Krajinu lze vymezit a definovat v prostoru a čase. Krajina je utvářena působením přírodních faktorů a v poslední době stále výrazněji i činností člověka. V takovém případě mluvíme o krajině kulturní. Člověk ovlivňuje vývoj krajiny mnoha způsoby. K nejstarším, tzv. krajinotvorným činnostem patří zemědělství, vodní hospodářství a stavitelství. Pojem „krajina“ – landscape nebo landschaft se zrodil v úzké souvislosti se zemědělstvím. [5]

Úvalové části Jihomoravského kraje a podhůří Jihomoravských a Středomoravských Karpat mají půdy s nejvyšším produkčním potenciálem v ČR, ale jsou zároveň vystaveny silné antropogenní větrné erozi. Ta je většinou kombinovaná se zrychlenou antropogenní vodní erozí v malých povodích. Nejčastější nástroje v boji proti erozi půdy jsou zalesňování a zatravnění ohrožené orné půdy. O uplatňování tohoto způsobu boje proti erozi svědčí i nárůst ploch lesní půdy a TTP.

Půda Jihomoravského kraje náleží z velké části k bonitně nejcenějším půdám I. a II. třídy ochrany. Tyto půdy se ve velké míře vyskytují především v okresech Břeclav a Znojmo. Tato příhraniční

¹ www.czech.cz

oblast je současně vystavována velkému tlaku ze strany investorů na obrovské záborů půdy pro různé účely. V Jihomoravském kraji dochází v porovnání s předcházejícími roky k úbytku zemědělské půdy. Tradičně ubývá orná půda a naopak v důsledku zatravnění došlo k mírnému navýšení TTP. Snižování ploch zemědělské půdy se děje především na úkor ostatních ploch (zastavěných), ale také na úkor lesní půdy. Zalesňováním se zvýšila plocha lesních půd o cca 140 ha.²

Práce je součástí projektu DERREG „Rozvoj evropských venkovských regionů v období globalizace“ na jehož řešení spolupracuje Ústav aplikované a krajinné ekologie (MZLU Brno). Projekt je součástí 7. rámcového programu EU. Projekt zahrnuje sedm pracovních balíků z toho MZLU pracuje na pracovním balíku jedna, tři a šest (WP1- Globální zapojení a lokální založení venkovských podniků, WP3 - Environmentální kapitál a udržitelný venkovský rozvoj, WP6 - Diseminace výsledků). Dále se zapojila do pracovního balíku pět (WP5 - Syntéza a kontextualizace výzkumu a vývoje, tvorba interpretativního modelu) v rámci dodání podkladů o Jihomoravském kraji pro srovnávací analýzu jednotlivých regionů. Cílem toho příspěvku je zmapovat současný stav krajiny a zemědělství na jižní Moravě. Analýza bude sloužit k porovnání jednotlivých regionů, které se podílejí na projektu DERREG v důsledku globalizačních vlivů na venkovské regiony.

2 Krajina jižní Moravy

Přírodní vlastnosti krajiny mají vliv na způsob jejího využívání a na způsob života v ní. Významnou měrou tedy buď přímo, nebo zprostředkovaně může ovlivňovat i rozvojové šance daného území. Vhodné klimatické podmínky s dostatkem úrodné půdy, zejména v jižních částech kraje, umožnily rozšíření pěstování hospodářských plodin. Kraj je rozdělen na sedm účelových zón, které mají odlišné přírodní podmínky a potenciály a tím i odlišné způsoby využití. Výjimku tvoří pouze zóna „Aglomerace Brna“, kde urbanizační procesy převládají natolik, že jsou přírodní potenciály potlačeny až setřeny.

Účelové zóny jsou: Jevišovická pahorkatina, Zemědělský jih, Pomoravský koridor, Bílé Karpaty a Podbělokarpatí, Ždánický les a Chřiby, Dražanská vrchovina, Aglomerace Brna. [4]

3 Struktura využití území

V jižní části kraje je rozvinuto vinohradnictví a ovocnářství. V návaznosti na tradici vinařství v kraji vznikl projekt Moravské vinařské stezky,

jehož cílem je rozvoj vinařství a udržitelná venkovská turistika na jižní Moravě. [7]

Na druhé straně mají v kraji oproti průměru v ČR daleko nižší zastoupení trvalé travní porosty (4,0 % v kraji, v ČR 12,2 %). Půda poblíž dálnic a rychlostních silnic je stále velmi atraktivní pro investory, často dochází i k záborům půd v I. třídě ochrany. Současně dochází ke zvyšování podílu pozemků zemědělsky neobhospodařovaných, u kterých se vlastníci snaží dosáhnout změny využití pozemků zemědělských na pozemky stavební. Snižování rozlohy zemědělské půdy a změny v prostorovém uspořádání půdního pokryvu/půdního fondu je dopad neregulovaného, resp. špatně regulovaného prostorového růstu sídel, především měst, ale lokálně i malých sídel (urban sprawl, ribbon development). Spočívá to často v překotném růstu hypermarketů i produkčních ploch – průmyslových i smíšených zón na úrodných zemědělských půdách. Dochází zde k nadměrné koncentraci automobilového provozu jak osobních, tak nákladních aut, narušení krajinného rázu.

V Jihomoravském kraji obhospodařovaná zemědělská půda představovala výměru 363 tisíc hektarů, z toho orná půda tvořila 89,6 %. Největší díl z celku obhospodařované půdy, a to 86 %, si zemědělci najímají, zbyváající část je využívána vlastníky pozemků. V době šetření leželo ladem 325 hektarů plochy. Téměř 80 % celkové výměry obhospodařované půdy je využíváno podniky právnických osob, z toho téměř 44,7 % spravují akciové společnosti. Podle strukturálního šetření se Jihomoravský kraj řadí v krajském srovnání na čtvrté místo v rozsahu obhospodařované zemědělské půdy celkem, a to za kraje Středočeský, Jihočeský a Vysočinu, a na druhé místo v rozsahu obhospodařované orné půdy celkem za kraj Středočeský. Od roku 2003 zaznamenala rozloha obhospodařované zemědělské půdy jen mírné snížení, zvyšuje se však využití vlastní půdy majitelem pozemků a naopak klesá zájem o pronájem půdy.

Plocha TTP se v Jihomoravském kraji v průběhu sledovaných let postupně rozrůstala. Z devadesáti procent ji tvoří louky a pastviny a 2,4 % výměry připadá na extenzivní pastviny. Zbyváající část představují trvalé louky a pastviny nevyužívané k produkci. Více jak třetina plochy s trvalými travními porosty celkem patří do okresu Blansko, čtvrtina do okresu Hodonín a 16 % do okresu Brno-venkov. [2]

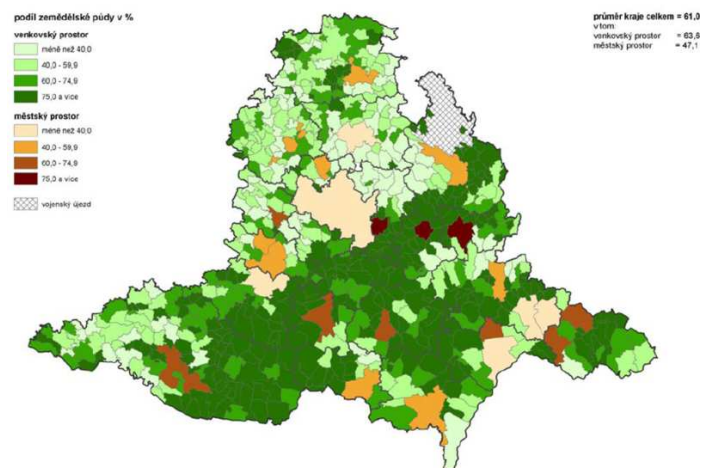
² www.kr-jihomoravsky.cz

Tab. č.1 Bilance půdy v JMK (ha)

	1991	1994	1996	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Celková výměra	706	706	706	706	706	706	706	706	706	719	719	719 555
Zemědělská půda	428	427	427	427	427	427	427	426	426	431	430	429 851
v tom:												
orná půda	359	359	359	359	360	360	359	359	358	359	358	357 309
zahrady		15 175	15 237	15 305	15 446	15 472	15 573	15 616	15 654	15 985	16 010	16 090
ovocné sady		10 486	10 394	10 276	10 093	10 000	9 920	9 596	9 198	9 315	9 292	9 252
trvalé travní porosty		28 844	28 633	28 464	27 815	27 957	28 127	28 118	28 325	29 844	29 931	29 837
chmelnice												
vinice		14 055	14 010	13 884	13 892	13 889	14 000	14 263	15 055	16 920	17 156	17 362
Nezemědělská půda	278	278	279	279	278	278	279	279	280	288	288	289 703
v tom:												
lesní plochy	195	195	195	195	195	196	196	196	196	201	201	201 418
vodní plochy			14 534	14 653	14 618	14 743	14 840	14 837	14 874	15 115	15 221	15 345
zastavěné plochy a nádvoří		13 982	14 022	14 042	14 045	13 964	13 979	13 974	13 959	14 122	14 149	14 147
ostatní plochy ¹⁾		69 117	54 713	54 659	53 921	54 166	54 519	54 940	55 336	57 665	58 090	58 93

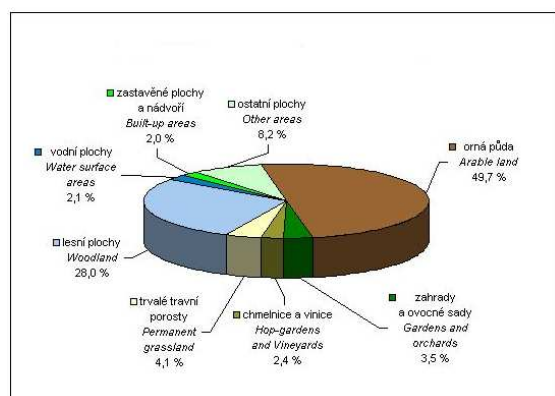
¹⁾ v roce 1994 včetně vodních ploch, *Pramen: Český statistický úřad*

Mapa č. 1 Podíl zemědělské půdy na katastrálním území obcí Jihomoravského kraje k 31. 12. 2008



Pramen: Český statistický úřad

Graf č. 1 Struktura půdy v JMK v roce 2007



Pramen: Český statistický úřad

3.1 Ekologické zemědělství

V Jihomoravském kraji bylo k 31.7 2008 evidováno 130 podniků, ve kterých je provozováno ekologické zemědělství. Protože požadavky ze strany odběratelů tohoto druhu potravin narůstají, vyvstává přirozený zájem i ze strany podnikatelů přizpůsobit se vzniklým potřebám. Současně dochází ke zvyšování podílu pozemků zemědělsky neobhospodařovaných, u kterých se vlastníci snaží dosáhnout změny využití pozemků zemědělských na pozemky stavební. V posledních letech je patrný nárůst orientace podniků na tento typ hospodaření. Pozitivní trend lze zaznamenat v nárůstu rozlohy ploch i počtu farem v produkčních oblastech jako je i Jihomoravský kraj.

Výměra zemědělské půdy registrovaných ekologických farem představovala rozlohu 9 056,1 ha (k 31.7 2008). Největší rozlohy evidovaných ploch pro ekologické zemědělství zaujímá v kraji orná půda, TTP a plochy k pěstování zeleniny a bylin. Jihomoravský kraj má nejvíce ekologických vinic v rámci ČR (v roce 2007 to bylo 227 ha). [1]

4 Situace zemědělství na jižní Moravě

V současné době v zemědělství pracuje již jen malá část obyvatel (cca desetina až třetina ekonomicky aktivních v jednotlivých venkovských obcích). Značný podíl ekonomicky aktivních obyvatel na venkově pracuje ve službách, průmyslových provozech a v řemeslných dílnách. Pro obyvatele na venkově je typická dojíždka za prací do měst. Hlavním sektorem zaměstnanosti ve venkovských obcích je průmysl s 36,3 % pracujících obyvatelstva. Sektor služeb zaměstnává 32 % pracujících venkova. Rostoucí velikost a zlepšující se dopravní poloha obce souvisí s rostoucím podílem zaměstnaných ve službách a současně s poklesem zaměstnaných v zemědělství. Nezaměstnanost ve venkovském prostoru je silně

ovlivněna dopravní polohou obce, tedy obtížnosti dojíždky.

Zemědělství se podílí na celkové hrubé přidané hodnotě kraje 2,9 %. Zemědělství a lesnictví, v porovnání s ostatními segmenty ekonomiky, je však specifické především svojí těsnou vazbou k biologickým procesům. Pro pozici zemědělství nejen v ekonomice kraje má značný význam skutečnost, že kraj má značný podíl zemědělské půdy na celkové výměře území, který překračuje 60 %. Také podíl orné půdy 50,9 % výměry území v Jihomoravském kraji (ČR 39,0%) má zásadní význam pro změny krajiny. Vedle standardní zemědělské prvovýroby se kraj v porovnání s ostatními regiony ČR vyznačuje důležitými obory speciální produkce, především ovocnářství a vinařství. Průměrná lesnatost kraje dosahovala v roce 2007 pouze 27,4 %, což je méně než celostátní průměr (33,4 %). V současné době se znatelně mění zejména pozice zemědělství a lesnictví ve vztahu k ochraně a tvorbě životního prostředí. Zdroje vody, především pitné, jejichž strategický význam pro rozvoj civilizace má stejnou váhu jako energetické zdroje, které jsou v krajině. Tu svojí činností dominantně ovlivňuje zemědělství a lesnictví. Také rostoucí poptávka zejména městského obyvatelstva po prostoru k odpočinku a rekreaci ve venkovské krajině je do značné míry věcí zemědělců a lesníků. Z mnoha důvodů je tudíž nevyhnutelné vnímat pozici zemědělství a lesnictví v Jihomoravském kraji podstatně komplexněji než je dosud obvyklé. Perspektivu jihomoravského zemědělství a lesnictví bude utvářet také transformovaná společná zemědělská politika EU realizující trend integrovaného rozvoje zemědělství a venkova.

Jihomoravský kraj patří mezi nejproduktivnější zemědělské oblasti ČR. Téměř polovina zemědělské půdy (47,2 %) leží v kukuřičné výrobní oblasti. V pořadí druhou nejvýznamnější výrobní oblastí kraje je oblast řepařská (36,7 %). Ve výrobní oblasti bramborářské leží 12,3 %, bramborářsko-ovesné 3,4 % a horské 0,4 % zemědělské půdy.

Specializací zemědělské výroby kraje je orientace na ovocnářství a vinohradnictví. Téměř 90 % výměry všech vinic v ČR připadá právě na Jihomoravský kraj (48 % představuje okres Břeclav). Vinohradnictví je rozvinuto v okresech Břeclav, Hodonín a Znojmo. V kraji se nachází také více než pětina ovocných sadů celé republiky.

I na jižní Moravě se projevují globální vlivy, které znamenají ústup od produkční funkce zemědělství. Ale vzhledem k výborným přírodním podmínkám nejsou tyto změny tak významné jako v jiných oblastech. Přeměna orné půdy na TTP se realizuje především také v méně úrodných částech kraje na Blanensku. Další variantou změn je ekologické hospodaření. Ani to není v Jihomoravském kraji příliš rozvinuto, neboť se

rozvíjí především v regionech s horšími přírodními podmínkami. Celkem se v kraji uplatňovalo ekologické zemědělství na 9 tisících ha (2008). V roce 2007 leželo v kraji ladem celkem 708 ha zemědělské půdy.

4.1 Hospodářská situace JMK

V Jihomoravském kraji k 30. září 2007 působilo v zemědělství 8 165 hospodařících subjektů. Ve srovnání krajů registruje Jihomoravský kraj největší počet podniků zabývajících se zemědělstvím (ČR 20,7 %).

Počty podniků se zemědělskou činností se postupně snižují. Jihomoravský kraj jako kraj významné zemědělské produkce ztratil největší objem tradičních zpracovatelských kapacit masa, mléka, ovoce a zeleniny ze všech krajů ČR. U zbývajících kapacit hrozí další redukce vzhledem k jejich nízké konkurenceschopnosti v rámci EU.

Počet pracovníků v zemědělství v Jihomoravském kraji se v roce 2007 proti předchozím rokům zvýšil. Podle šetření se v říjnu 2006 až září 2007 touto činností zabývalo téměř 34 tisíc osob, což je v porovnání s ostatními kraji největší počet. Z věkové struktury pracovníků je patrné, že uplatnění v tomto odvětví nachází z větší části osoby středního a vyššího věku, protože nejčetnější skupinou jsou osoby ve věku 45 až 54 let (26,8 %) a dále pak čtvrtina osob je ve stáří 55 až 64 let.

5 Změna využití půdy

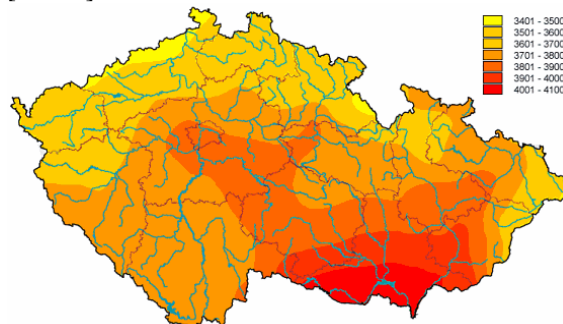
Alternativou zemědělské funkce je lesnictví. Pozice lesnictví v Jihomoravském kraji a vztah zemědělství a lesnictví je vymezen především činností ve společném prostoru venkovské krajiny. Oba tyto hlavní obory působení člověka na životní prostředí je nutno nazývat filosofií trvalé udržitelnosti rozvoje. Lesní hospodářství se na rozdíl od zemědělství vyznačuje dlouhodobostí svého hospodaření. Postupný přechod zemědělství v Jihomoravském kraji k nepotravinářské produkci a nevyhnutelné snižování podílu orné půdy jsou faktory posilující pozici lesnictví. Ústup od produkční formy zemědělství podporuje zalesňování, ale ten není v kraji příliš silný. Průměrná lesnatost kraje činí pouhých 27,4 %. Přesto se však na území kraje nacházejí jedny z nejceněnějších lesních ekosystémů lužního lesa na soutoku Moravy a Dyje. Lesní porosty se v Jihomoravském kraji v roce 2007 rozkládaly na ploše 197 tis. ha, 66,4 % výměry lesů tvořily lesy hospodářské, 31,6 % výměry spadalo do kategorie lesů zvláštního určení a 2,0 % do kategorie lesů ochranných. Rozmístění lesů je krajně nerovnoměrné s větší koncentrací na severu, zejména na území vojenského újezdu Březina.

Velmi značné změny v krajině vyvolaly suburbanizační projevy. Jde o suburbanizaci

residenční, výrobní a skladovou i komerční. Součástí těchto změn jsou dopravní stavby včetně dálničních křižovatek. Tyto změny jsou o to výraznější, že nevábné stavby suburbí vznikly na zemědělské půdě nejvyšší kvality. Na druhé straně se i ve venkovské krajině nacházejí brownfieldy, i když ne plošně rozsáhlé. Jde o bývalé objekty zemědělské velkovýroby, vojenské objekty (zejména na státní hranici), rušené železniční tratě a nádraží i drobné průmyslové podniky. Tyto objekty, jejichž počet v kraji se odhaduje až na 1 300, současnou krajinu spíše hyzdí a jejich využití bývá někdy problematické, zvláště v případě nevyjasněných vlastnických vztahů. [10]

V souvislosti s hledáním alternativních zdrojů energie připadá v kraji v úvahu výstavba solárních a větrných elektráren. Větrné parky Bošovice, Klobouky, Násedlovice, Nenkovice, Vrbice a Stavěšice jsou situovány ve specifickém typu panonské venkovské polní krajiny, jejíž současný krajinný ráz vznikl tisíciletou zemědělskou kultivací. [12] Oblast jižní Moravy je díky nejvyššímu slunečnímu svitu nejvhodnější pro výstavbu solárních elektráren v zemi, slunce zde svítí asi o deset procent víc než v severnějších částech České republiky. Energetický regulační úřad registroval 11 slunečních elektráren (2008) na jižní Moravě. [8] Další velký boom posledních dvou let je ve výstavbě fotovoltaických systémů, které přeměňují energii slunečního záření na energii elektrickou. Je třeba varovat před překotnou výstavbou velkých solárních a větrných parků v jihomoravské venkovské krajině. Výstavbu větrných elektráren je třeba zcela vyloučit tam, kde je chráněna biodiverzita a specifický krajinný ráz, tedy na územích spadajících do kategorie zvláště chráněných území, NATURY 2000, mokřadů mezinárodního významu podle Ramsarské úmluvy a skladebných prvků územních systémů ekologické stability krajiny. [12]

Mapa č. 3 Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m²]

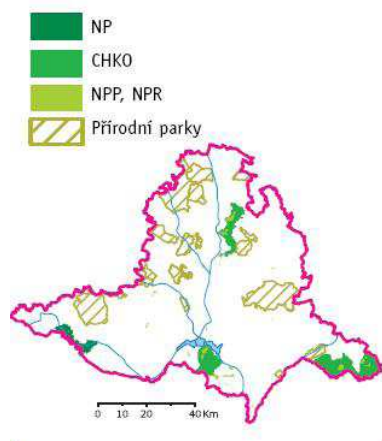


Pramen: www.atlaspodnebi.cz [11]

6 Ochrana krajiny v JMK

Jihomoravský kraj patří v rámci ČR k regionům s velmi vysokým zastoupením cenných přírodních hodnot. Nacházejí se zde veškeré způsoby legislativní ochrany území, od národního parku až po maloplošná a zvláště chráněná území. V kraji se z velkoplošných chráněných území nachází 1 národní park (NP) - Podyjí a 3 chráněné krajinné oblasti (CHKO) - Moravský Kras, Pálava a Bílé Karpaty (menší část). I když jihomoravská krajina je ve svých nejcennějších partiích chráněna již dlouhou dobu, zaznamenává její ochrana i v současnosti pod patronací Evropské unie významné změny. Na území byly zřízeny 2 biosférické rezervace UNESCO (Pálava, Dolní Morava). Na jižní Moravě se nachází i umělá krajina, která je součástí světového dědictví UNESCO: Lednicko-valtický areál. Bylo zde vymezeno mimořádně vysoké množství maloplošných chráněných území (224). Na území kraje bylo vyhlášeno 192 evropsky významných lokalit (EVL) a 8 ptačích oblastí soustavy NATURA 2000. Rovněž zde bylo vyhlášeno 20 přírodních parků. Velké množství již vyhlášených významných krajinných prvků ze zákona (VKP) je nedílnou součástí poměrně hustého územního systému ekologické stability (ÚSES) jak na regionální, tak lokální úrovni. [4] [9]

Mapa č. 2 Chráněná území JMK



Pramen: www.kr-jihomoravsky.cz

7 Závěr

Cílem příspěvku byla analýza zemědělství a krajiny jižní Moravy. Jedná se o studii, která byla vypracována pro srovnání s ostatními státy, které se podílejí na projektu DERREG. Výsledkem bude posouzení jednotlivých regionů v důsledku globalizačních vlivů.

Krajina jižní Moravy má významnou úlohu produkčního potenciálu pro ČR, proto se

nepředpokládá výrazné snížení výměr orné půdy. Současně dochází ke zvyšování podílu pozemků zemědělsky neobhospodařovaných, u kterých se vlastníci snaží dosáhnout změny využití pozemků zemědělských na pozemky stavební. Velmi značné změny v krajině vyvolaly suburbanizační projevy, které často vznikají na zemědělské půdě nejvyšší kvality. Ve venkovské krajině se dále nacházejí brownfieldy, jako například opuštěné zemědělské areály, které krajinu spíše hyzdí a jejich využití bývá někdy problematické.

Zemědělství na jižní Moravě je zaměřeno převážně na rostlinnou produkci. V posledních letech došlo k velkému poklesu živočišné výroby, zejména chovu skotu a prasat. To je způsobeno především v důsledku levnějšího importu z ostatních členských států EU. Neopomenutelná je specializace zemědělské výroby kraje na ovocnářství a vinohradnictví. Plochy vinic se v posledních letech zvýšily v důsledku dotační politiky EU. V současné době je tlak z EU na likvidaci neproduktivních vinic.

V dnešní době v zemědělství pracuje již jen malá část obyvatel (cca desetina až třetina ekonomicky aktivních v jednotlivých venkovských obcích). Značný podíl ekonomicky aktivních obyvatel na venkově pracuje ve službách, průmyslových provozech a v řemeslných dílnách. V zemědělském odvětví pracují v kraji z větší části osoby středního a vyššího věku.

Významné jsou změny zemědělského využití půdy. Dochází k ústupu od tradiční produkce potravin k TTP, energetickým plodinám, ale také vinařství. S vinařstvím souvisí i rozvoj cestovního ruchu, jako je budování vinařských stezek, které do určité míry ovlivňují krajinu a život na venkově. V posledních letech dochází k velkému budování energetických staveb (větrné, solární elektrárny a fotovoltaické systémy), které mění krajinný ráz a vzhled typické venkovské polní krajiny.

V posledních letech je patrný nárůst orientace podniků na ekologický typ hospodaření. Pozitivní trend lze zaznamenat v nárůstu rozlohy ploch i počtu farem v produkčních oblastech jako je i Jihomoravský kraj. Ekologické zemědělství není v kraji příliš rozvinuto, neboť se rozvíjí především v regionech s horšími přírodními podmínkami.

Postupný přechod zemědělství v Jihomoravském kraji k nepotravinářské produkci a nevyhnutelné snižování podílu orné půdy jsou faktory posilující pozici lesnictví. Ústup od produkční formy zemědělství podporuje zalesňování, ale ten není v kraji příliš silný. V současné době se ztlačně mění zejména pozice zemědělství a lesnictví ve vztahu k ochraně a tvorbě životního prostředí. V okrajových částech regionu jsou cenné lokality z hlediska biodiverzity a kulturních hodnot. Krajina je zkvalitňovaná v rámci husté sítě územních systémů ekologické stability.

Tato krajina má sama o sobě velký potenciál pro turistický ruch.

Literatura

- [1] Ročenka ekologického zemědělství v České Republice 2008. Vydalo: Ministerstvo zemědělství, Zpracoval: Bioinstitut, o.p.s. ve spolupráci s PRO-BIO LIGOU, ISBN 978-80-7084-736-7.
- [2] Oficiální stránky Český statistický úřad [online].[cit.15.června 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.czso.cz/>>.
- [3] Oficiální stránky Český statistický úřad Jihomoravský kraj [online].[cit.2.května 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.brno.czso.cz/>>.
- [4] Oficiální stránky Portál Jihomoravského kraje [online].[cit. 15.května 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.kr-jihomoravsky.cz/>>.
- [5] ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U.: Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008, ISBN 978-80-244-1885-8
- [6] BIČÍK, I., JANČÁK, V.: Transformační procesy v českém zemědělství po roce 1990, Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2005, ISBN 80-86561-19-4
- [7] Oficiální stránky Moravské vinařské stezky [online].[cit.2.listopadu 2009]. Dostupné na WWW: <<http://vinarske.stezky.cz>>.
- [8] Oficiální stránky Hospodářské noviny [online].[cit.3.listopadu 2009]. Dostupné na WWW: <<http://hn.ihned.cz/>>.
- [9] Oficiální stránky NATURA 2000 [online].[cit.22.října 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.nature.cz/natura2000-design3/hp.php>>.
- [10] Oficiální stránky Regionální rozvojová agentura jižní Moravy [online].[cit.22.října 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.rrajm.cz/publikace.html>>.
- [11] Oficiální stránky Atlas podnebí Česka online.[cit.25.října 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.atlaspodnebi.cz/>>.
- [12] BUČEK, A.: Větrné elektrárny a jihomoravská krajina. In: Větrné elektrárny v Jihomoravském kraji. Brno, Ekologický institut VERONICA, 2007, ISBN: 978-80-254-0148-4

Možnosti užití DPZ při studiu ekotonů

Eva Nováková

Středisko environmentální geografie, Ústav geoniky AV ČR Ostrava, pobočka Brno
novakova@geonika.cz

Abstract

Ecotones are predominantly linear transitional zones between ecosystems that can be very difficult to monitor especially for their size. Remote sensing tools seem to be proper for monitoring ecotons and automatic classification of aerial images. However, the problem of the ecotons definition arises not only in nature but also for automatic recognition. Each pixel on an image has to be several times less than the minimum width of ecotone so we prescribed the image resolution mostly in the order of centimeters.

Keywords: ecoton, remote sensing, image resolution, spectral curves

1 Úvod

Již sama definice ekotonu je věcí poměrně obtížnou a v odborných kruzích značně debatovanou. Je tedy vhodné hned na počátku určit, že ekoton v tomto příspěvku je chápán tak, jak jej definuje největší část odborníků (např. Jakrllová, Pelikán, 1999; Odum, 1977; Zólyomi, 1987; Hansen et al., 1988; Jeník, 1995), tedy jako přechodná zóna, či okrajové společenstvo mezi dvěma nebo více ekosystémy, v důsledku prolínání často s větší biodiverzitou a výhodnějšími podmínkami pro organismy než každá z hraničních biocenóz, proto tam bývá větší pestrost druhů rostlin i živočichů.

Z definice vyplývá, že ekoton je společenstvo hraniční, tedy liniové, kde délka několikanásobně přesahuje šířku, což je důležitá charakteristika pro metody dálkového průzkumu.

2 Dálkový průzkum Země a identifikace ekotonů

2.1 Typy dat dálkového průzkumu Země

Dálkový průzkum Země (DPZ) je jednou z možností jak mapovat ekotony a dále je charakterizovat. Data DPZ mohou být „obyčejné“ fotky nebo speciálně snímané obrazy. Vždy se však jedná o data povahy rastrové.

Výhodou fotek, které jsou foceny z poměrně nízké výšky z letadel je jejich přesnost, neboť fotky jsou schopny zachytit detail i lidským okem nezaznamenanatelný [1]. Pozitivně lze také hodnotit

lidskému oku blízkou reprezentaci, tj. fotka ukazuje v přirozených barvách focenou realitu. Avšak značným nedostatkem je limitovaná informace, ve fotce obsažená. Hlavní operací prováděnou nad fotkou může být pouze identifikace ekotonu a jeho rozměrů, popř. nejjednodušší analýzy sousedství.

Naproti tomu druhý typ dat obsahuje informací mnohem větší množství. Spektrální snímky bývají pořizovány jak z letadel, tak i z družic. Velkou výhodou je možnost snímat zemský povrch v různých spektrech. Nejnovějším a nejkompaktnějším typem dat jsou data hyperspektrální, která vznikají skenováním zemského povrchu v mnoha (až několika stech) úzkých spektrálních pásech. Následně je možné tato spektra skládat, nebo s nimi pracovat jednotlivě. Avšak je uchovávan kontinuuální záznam odrazových vlastností povrchů (na rozdíl od multispektrálního přístupu, ve kterém se uchovávají odrazové vlastnosti vždy pouze pro určité úzké pásy vlnových délek, které jsou předem definovány). [4]

2.2 Identifikace ekotonů

Prvním krokem při zpracování snímků (jak fotografických, tak hyperspektrálních) je identifikace ekotonů. Jak již bylo řečeno, ekotony jsou prvkem krajiny, který má výrazně liniový charakter a jehož šířka nabývá centimetrových až metrových hodnot. Jak tedy ekotony identifikovat? Samozřejmě je zde možnost vizuální interpretace, kdy je procházením fotky (snímku) ohodnoceno celé území. Tato metoda je přesná, avšak velmi časově náročná.

2.2.1 Automatická klasifikace

Další možností je tedy klasifikace automatická, jejíž výhodnost prudce stoupá s nárůstem velikosti území. Avšak je nutné si předem uvědomit, že žádnou metodou nelze zaručit 100% identifikaci všech ekotonů. Vhodnou a poměrně jednoduchou metodou je skupina algoritmů řízené klasifikace.

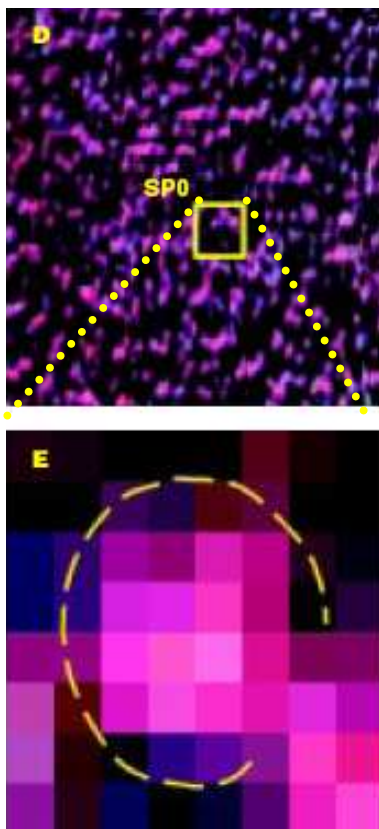
Prvním krokem je určení spojitých ploch, které reprezentují určitý typ povrchu - např. pole, les nebo vodní plochy. Touto identifikací vzniknou tzv. trénovací plochy. Právě výběr trénovacích ploch musí je nejdůležitější částí klasifikace, neboť na správné identifikaci třídy závisí budoucí klasifikace celého obrazu. Je tedy nutné třídy volit co nejvíce homogenní, udělat raději více druhů tříd i pro stejný povrch, než jich

několik spojit, ovšem za předpokladu zvýšení variability textury na snímku.

Po spuštění algoritmu jsou automaticky pro každou třídu ploch vygenerovány statistické charakteristiky. Následně algoritmus porovnává každý obrazový prvek s těmito charakteristikami a přiřadí jej do jedné z tříd. Nelze-li pixel do žádné třídy jednoznačně zařadit, zůstává označený jako nezařaditelný, neklasifikovaný. A vycházíme-li z předpokladu, že ekotony jsou druhově velmi pestré, tedy řečí počítače „nemají spojitou texturu“, pak právě nezařazené obrazové prvky s velkou pravděpodobností budou náležet do ekotonů.

Logickým následným krokem po klasifikaci je opět vizuální interpretace, která se však může zaměřit jen na území, které bylo neklasifikováno algoritmem.

Tento postup je však aplikovatelný pouze u snímků s vysokou rozlišovací schopností. Pokud rozlišení není takové, aby na šířce nejužšího ekotonu bylo několik obrazových prvků, nemá klasifikace smysl, neboť se ekoton bude zdát poměrně homogenní. Příkladem může být obrázek 1, který ukazuje, že při maximálním rozlišení může být koruna smrku reprezentována více než 20 pixely. Ekotony však existují ve všech měřítcích [3], je tedy na posuzovateli, zadat limitní rozměry, v rámci kterých budou ekotony hledány a za ekotony považovány.

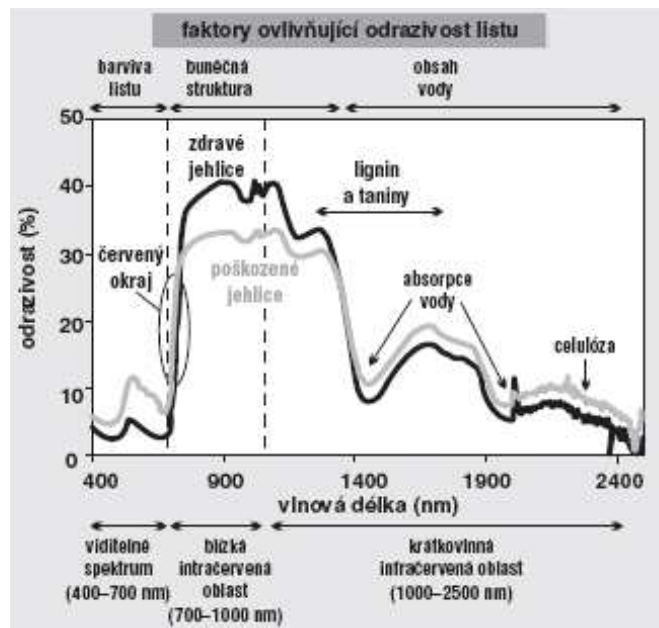


Obr. 1: snímek lesa v nepravých barvách (nahore), maximální přiblížení snímku, až po obrazové prvky (dole) (upraveno, zdroj neznámý)

2.3 Spektrální chování

2.3.1 Spektrální křivka

Jsme-li schopni ekotony identifikovat, nastává další fáze, pro kterou jsou nevhodnější právě hyperspektrální data. Díky specifické formě pořízení těchto dat, je jednou z nejdůležitějších vlastností možnost tvorby spektrálních křivek. Z průběhu křivky odrazivosti listu lze vyčíst mnoho údajů o fyziologickém a zdravotním stavu rostlin, např. množství chlorofylu i dalších listových barviv, strukturu a stav buněk listu, množství biomasy a také obsah vody v listoví. Ukázkou může být obrázek 2, který ukazuje různý průběh křivky pro zdravou a poškozenou jehlici.



Obr.2 Spektrální křivka dvou listů

2.3.2 Detekce vlastností v různých částech spektra

Jak z obrázku vyplývá, lze zkoumané spektrum rozdělit na 3 základní pásma. V prvním pásmu mezi 400 -700 nm je záření pohlcováno chlorofylem. Jedná se tedy o viditelné spektrum, které odráží barvu listů.

Na okraji druhého pásma, tedy kolem vlnové délky 700-800 nm, spektrální křivka prudce stoupá, narůstá tedy odrazivost. Kvůli své poloze se tento pás nazývá červeným okrajem. Odráží hlavně jemné změny ve fyziologii rostlin. Zde je možné detekovat poškození dřívě, než je patrné pouhým okem.

Druhým pásmem je blízká infračervená oblast (700 - 1000 nm), kde je odrazivost listu podmíněna podmíněna strukturálním uspořádáním buněk.

Třetím pásmem mezi 1000 a 2500 nm je krátkovlnná infračervená oblast, kde se projevují účinky vody. S vyšším obsahem vody klesá odrazivost.

Další lokální maxima a minima odrazivosti odpovídají obsahu chemických látek v listech. Hlavně

látky, které se občas působením stresových faktorů hromadí v listech (fenolické látky - lignin a taniny) lze poměrně dobře detekovat.

2.3.3 Využití

Nejvhodnější použití hyperspektrálních dat při studiu ekotonů:

- identifikace malých struktur v krajině – ekotonů
- rozlišení jednotlivých druhů rostlin
- množství chlorofylu i dalších listových barviv
- struktura a stav buněk listu
- množství biomasy
- obsah vody v listoví
- stupeň poškození rostlin

Výše uvedené charakteristiky lze použít při studiu, resp. charakteristice ekotonů. Spíše jen teoretickou možností je i při dostatečném rozlišení snímku a velké přesnosti spektrálních křivek odlišení jednotlivých zastoupených druhů v ekotonu. Náročnost na výpočet, odzkoušení a získání takovýchto charakteristik převažuje nad získanými daty. Pro rozlišení jednotlivých druhů na stanovištích není DPZ v našich podmínkách a na prostorově omezených lokalitách vhodným nástrojem.

3 Závěr

Dálkový průzkum Země má mnohé prostředky, které nejsou v současné době u nás dostatečně využívány ať již z hlediska ekonomické či výpočtové náročnosti nebo nedostatku informací. Jak tvrdí Eagleson [2], ekotony jako okrajová společenstva, silně vázaná na specifické podmínky, mohou být dobrým ukazatelem měnících se klimatických podmínek. Díky DPZ jsme schopni

ekotony jak identifikovat, tak monitorovat, třeba i opakovaně, jejich zdravotní stav a druhovou pestrost, což by nemělo být opomíjeno.

Článek nastínil pouze možnosti využití DPZ. Nezmiňuje a ani nijak neupozadňuje důležitost jiných forem mapování ekotonů, zvláště pak terénního výzkumu, který je v praxi nedílnou součástí zpracování i pomocí DPZ.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl díky podpoře projektu Grantové agentury České republiky „*Analýza a modelování dynamiky prostorových vazeb ekotonů v prostředí GIS.*“, registrovaného pod kódem GA205/07/0821.

Literatura

- [1] Dobrovolný, P.: Dálkový průzkum Země, Digitální zpracování obrazu. Masarykova univerzita, Brno, 1998, 210 s.
- [2] Eagleson, P. S.: Ecohydrology: Darwinian expression of vegetation form and function. Cambridge University Press. 2002, 443 s.
- [3] Farina, A.: Landscape ecology in action. Springer, 2000, 317 s.
- [4] Podhrázský, Z.: Dálkový průzkum urbanizovaných oblastí s využitím hyperspektrálních dat. [online] 2 s. dostupné z www.zbych.cz/_media/skola/hypespektralnidata.pdf

Tectonic development of central part of the České středohoří Middle Mts. during the Quaternary period

Pavel Raška¹

¹*Department of Geography, Faculty of Science, Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem*

Abstract

Cenozoic development of neovolcanic range of the České středohoří Middle Mts. was conditioned by the existence of large fault zone under the Ore Mountains. The presence of tectonic features with prevailing NEE-SWW and perpendicular orientation was documented with many geological studies. Nevertheless, the detailed reconstruction of tectonic field including orientation of faults, periods and relative intensity of movements of individual fault blocks remains in a focus of research. In this study, we use the results of geomorphologic mapping of bedrock weathering forms, reconstruction of planation (denudation) levels and river terraces, morphometric analyses performed in GIS, relative dating using Schmidt hammer NR, construction of longitudinal profiles of water streams, and interpretation of outcrops and profiles, to show the significant conditionality of present day morphology by tectonic features that were reactivated also during the Quaternary period. The results indicate the presence of especially vertical movements with intensity in tens of metres since the late Tertiary (i.e. after the development of postvolcanic planation level). Our results are also important for understanding the Quaternary morphogenesis (incision) of antecedent Elbe valley in the České středohoří Middle Mts. and of its adjoining slopes, which are subject to continuous rejuvenation that - besides other processes - causes frequent mass movements.

Keywords: tectonics, geomorphometry, structural geomorphology, river profiles, GIS, relative dating, České středohoří Middle Mts.

1 Introduction

Understanding quaternary tectonic development of any territory is of high importance for geomorphologists, because it influences the landscape character and environmental conditions in the area (Ollier, 1995; Scheidegger, 2004), and may be predisposing for different types of natural hazards as well (Alexander

and Formichi, 1993; Baknwitz et al., 2003). The volcanic and neovolcanic ranges, and volcano-sedimentary complexes have a special position among the tectonically influenced areas, since the formation of landforms themselves is related to the existence of tectonics (faults allowing the magma to rise and to form magmatic rocks and volcano-related landforms). Many of the volcanic areas are subject to subsequent tectonic activity building or rebuilding the structural plan of a landscape.

The paper analyses the quaternary tectonic development of central part of the České středohoří Middle Mts., which is one of the largest neovolcanic ranges in Central Europe, forming the very peculiar landscape being subject to legislative nature and landscape protection, on one hand, and a significant territory for landscape research in international context, on the other. The main aim of the study was to evaluate the presence of young tectonics with geomorphologic evidence and indicate the directions and approximate rates of the tectonic movements.

2 Methods

2.1 Study area

Located in Northern Bohemia, the České středohoří Middle Mts. is a SW-NE trending volcanic range of Tertiary age, that evolved in the tectonically affected area of Ohře (Eger) rift zone (Cajz, 2003) that belongs among significant intracontinental rifts. The volcanic centre of the area was located in the so called Roztocká caldera (Cajz, 2003) and the former volcanic activity is represented by the Lower Formation (lavas and pyroclastics of basanitic character), Upper Formation (pyroclastics and thin subaerial lava sheets and flows made by trachybasalts), probable Uppermost formation (basanite flows) and Late Miocene Intrusives, ranging from 36 Ma to 13 Ma (Cajz et al., 1999). The basement of the volcanic complex is formed by Palaeozoic crystalline complex of the Saxothuringian (Mlčoch, 2002; 2003), and Cretaceous sediments which are exposed by postvolcanic denudation mostly in the SW part of the České středohoří Middle Mts. Starting

¹ pavel.raska@ujep.cz

approximately in the Late Miocene or Pliocene, the volcanic activity was substituted with long period of denudation that allowed the denudation level to develop. The level was recognized in the first half of the 20th century by J. Moschelesová (1920), and remains one of the principal focuses for geomorphologists, who try to reconstruct the Quaternary development of the area. The differences in altitude of this level in different parts of the area as well as results of studies dealing with river terraces (Král, 1966; Balatka, Kalvoda 1995) indicate the Late Tertiary to Quaternary tectonic activity.

The study area itself is located in the centre of the volcanic range and is represented by deep erosive (antecedent) valley of Elbe River and its surrounding (Fig. 1). The elevation ranges from ca 140 m a.s.l. (erosional base of Elbe River) to ca 650 m a.s.l. in the slightly undulating postvolcanic denudation level.

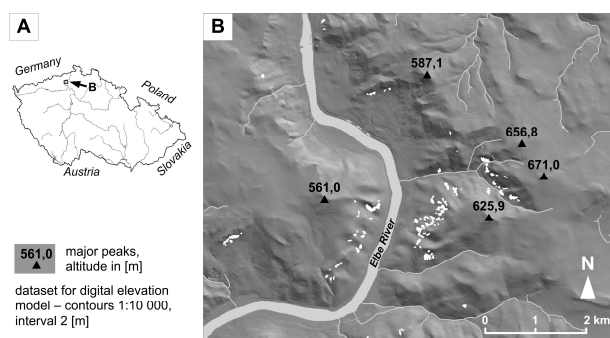


Figure 1: Study area

2.2 Mapping

The geomorphologic mapping was performed in the scale 1:10 000 using the basic map of the territory, Digital Elevation model (DEM) in the similar scale (see section 2.3), and aerial photographs with a 0,5 m pixel made in years 2004-2008. During the mapping, the attention was paid to the presence and character of large morphological segments as well as to smaller landforms with probable structural (lithological or tectonic) predisposition, such as rock cliffs, depressions, ridges with rock outcrops. The mapping of weathering forms of solid bedrock was carried out by Raška and Cajz (2007) for eastern part of the study area and showed that the tributaries of the Elbe valley were probably formed by backward erosion from the confluence with the Elbe.

2.3 Morphometric analyses

The differences in altitude of postvolcanic denudation level and obvious asymmetry of the Elbe valley made us to quantify the altitude-slope relation in the area. According to geological maps showing the proved or probable fault lines and to the results of geomorphologic mapping, the area was divided into three morphostructural segments divided by Elbe River and Průčelský potok (brook). Using the DEM created in 3d

Analyst extension of ESRI ArcView 3.2 from contour theme 1:10 000 (ZABAGED database, ČÚZK) we computed the slope inclination and altitude (raster map with 10 m density). The specific value was assigned to each pixel in each layer (30 categories of slope inclination and 12 categories of altitude) and by means of map calculator (extension Spatial Analyst) the final values representing the unique combination of altitude-slope relation have been obtained.

Much attention have been paid by several authors to incised channels and their role in understanding tectonic evolution of the area, and especially the quantitative profile parameters proved to be an efficient tool in detecting tectonic influences on the landscape (e.g. Bledsoe et al., 2002; Cunha et al., 2005; Larue, 2008). Therefore, we constructed longitudinal profiles of water streams and depressions with at least episodic presence of water using the Profile Extractor extension toolbox in ESRI ArcView 3.2. The three streams and ravines on the left valley side (Vaňov strž, Chvalovský potok and Podlešínský potok), and three on the right side (Brná strž, Průčelský potok with two tributaries and Rytin potok) were analysed. Further, the Langbein Concavity Index (LCI) was computed (Langbein, 1964), the semi-logarithmic charts for stream profiles were constructed (Goldrick, Bishop, 1995; Bishop et al., 2005) and the knick zones showing the anomalies in profile were detected (Gardner, 1983) to reveal the lithological or tectonic influences in the territory.

2.4 Landform analyses

The scree slopes are frequent landform in the České středohoří Middle Mts. and in spite of they are considered primarily depositional landforms, their lithological predisposition has also been discussed by several authors (cf. Kirchner et al., 2007; Raška, Cajz, 2007). Several types of scree slopes occur in the Elbe valley and valleys of its tributaries, including scree and blocky fields, streams or frontal accumulations. The location (altitude and distance from erosional base) and character of these types may have important role in supporting the above mentioned note that Elbe tributaries evolved by backward erosion, and in detecting the lithological or tectonic affection of the valley slopes.

We used the FRAGSTATS software (McGarigal, Marks, 1994) to compute the geometrical properties of 106 scree slopes that were detected in the territory and vectorised as separate thematic layer in GIS. Several class indices (Mean Shape Index, Edge Density, Mean Perimeter Area Ratio and Mean Patch Fractal Dimension) were computed for morphological types of the accumulation showing the complexity or simplicity of their geometrical properties in both Euclidean and fractal geometry.

2.5 Relative dating

Directions and relative rates of tectonic movements can be detected by means of different dating techniques. In the present study we used the Schmidt hammer (NR type) measurement of scree slopes located in different positions and geomorphic setting within the territory. The review of geomorphologic application of Schmidt hammer was presented by Goudie (2006). We have analysed two sets of sampling sites, all of them being built by basaltic rocks. The first one was the set of five boulder stream accumulations with low concentration of clasts. Due to their extent and geomorphic character, these accumulations were considered probably most recent and therefore reference sample for measurement of the second set of sampling sites. These accumulations have various origins such as landslides and debris flows. The measurement of 15 hits has been performed on 10 clasts (located in different parts) of each of these accumulations. The five lowest values were excluded, while the rest values have been used for statistical assessment. The second sampling set included three scree slopes, two on the right slope of the Elbe valley located in altitudes of approximately 300 m a.s.l. and 460 respectively, and one on the left slope in altitude 250 m a.s.l. Each accumulation was tested with 15 hits on each of 15 sampling clasts. Similarly to the first sampling set, the 5 lowest values that might be conditioned with fissures or roughness of a clast surface were excluded from the analyses. The rest values were statistically analysed to obtain the box plot diagram and other statistical parameters for each sampling site.

Shallow bores and natural profiles in slope depressions (ravines) were carried out as an additional relative dating technique. The two representative sites - one of each site of the Elbe valley - are interpreted in this study.

3 Results

According to former research, the denudation level that has evolved after the end of volcanism in the area has the inclination of mostly 3-10° and often levels the rocks of different types (Král, 1966). We used the GIS to delimit the area of this level and the input map was rectified according to aerial photos and terrain mapping. The denudation level is preserved well on the left valley side, whilst being destructed on the right side of Elbe River. This is the basic presumption for presence of quaternary tectonics in the area. The end of the tectonic activity was supposed to occur before the Mindel glacial, because the Mindel 1 represents the first continual river terrace preserved in the České středohoří Middle Mts (Král, 1966; Balatka, Kalvoda, 1995). The river terraces, however, are not well developed/preserved in the central part of the mountain range and reconstruction of their longitudinal profiles encounters several problems. This resulted in probable overestimating of their extent, since not all of the flat

levels on valley sides actually represent the terraces. This fact, together with presence of young landforms with linear character and controlled by geologic structures lead us to the assumption of further (though not so intense) tectonic activity.

3.1 Structural landforms and morphometry of the area

The results of geomorphologic mapping show many types of landforms that have linear-like character and may be considered lithologically or tectonically controlled. The structural ridges with rock outcrops, rock cliffs and frost-riven cliffs, ravines, waterfalls, sequences of rock pillars, needles are the most common examples of these, exhibiting most frequently WNW-ESE and approximately N-S orientation.

As noted in the previous paragraph, the denudation level is preserved differently on individual valley sides and the valley itself is asymmetric. The Fig. 2 shows geologic cross section through the Elbe valley with indication of geologic composition. The lower elevation of denudation level on the left side of the valley is apparent from the figure as well as step-like profiles of slopes conditioned by more resistant basaltic rocks (Cajz ed., 1996; Burda et al., 1998).

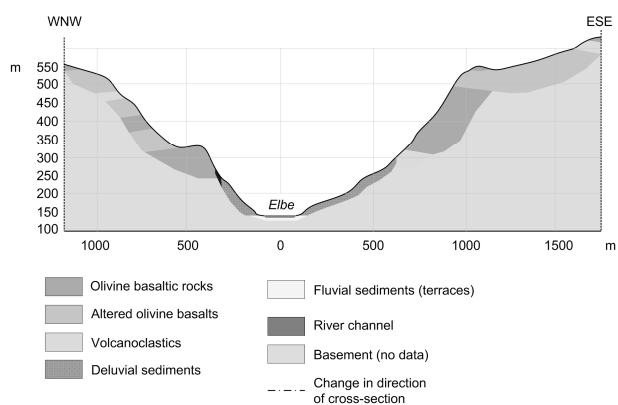


Figure 2: Geologic cross section across the Elbe river valley

The morphometric analyses of altitude-slope relation in three morphostructural segments of the area shows significant differences (Fig. 3). The maximal number of possible combinations of altitude and slope inclination was 360. The first - west segment SEG 1 included 280 combinations (150592 pixels), the second - northeast segment SEG 2 344 combinations (170385 pixels) and the third - southeast segment SEG 3 totally 320 combinations (130245 pixels). The graphs of frequency (Fig. 3) indicate the highest frequency for slightly undulating surface of denudation level. The level is more continuous and has lower altitude (the difference of ca 100 m in comparison with SEG 3) in SEG 1. The steps in valley slope profile are apparent in SEG 1 as well, located in altitudes of 125-225, 275-300, and 350-400 m a.s.l., while the steepest parts of slopes in the

latter two segments have rather continuous character. The discontinuities of denudation level in SEG 2 and 3 are apparent, too. The overall comparison of the three analysed segments indicates significant differences in morphometry of the area and support the division of the area into morphostructural segments divided by water streams that partially follow the fault lines proved by geological mapping.

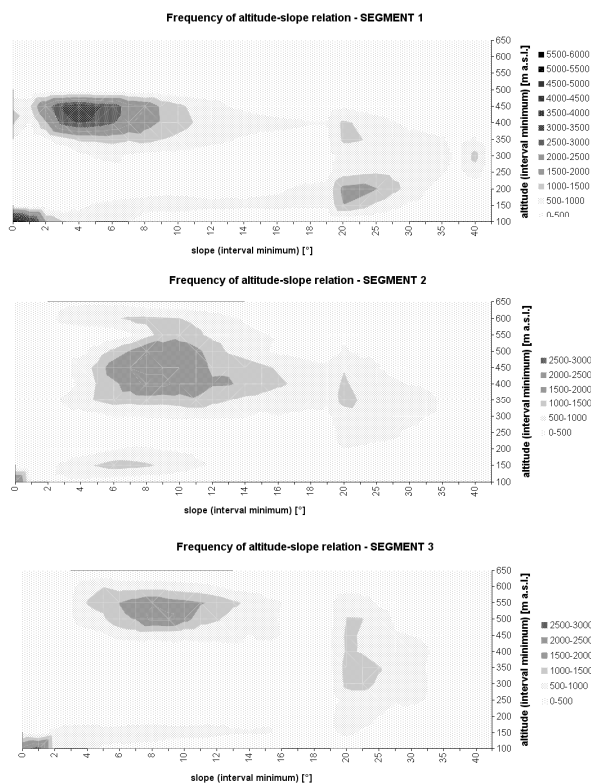


Figure 3: Frequency diagrams for the slope-altitude relation in morphostructural segments

3.2 Tectonic and lithologic influence on stream profiles

Basic parameters of longitudinal stream profiles are summarized in table 1, which shows length of the profile, height difference (total fall), height/length ratio, Langbein concavity index (LCI) without and with differentiation of concave and convex streams.

Water stream	L [m]	H diff. [m]	H/L	LCI	LCI (cx, cv)
Brná strž	2321	332	0,14	0,1024	0,1024
Průčelský potok (Němčí)	3209	475	0,15	0,1895	0,1895
> Ostrý (tributary)	950	268	0,28	0,1940	-0,1940
> Soví skály (tributary)	988	289	0,29	0,4014	-0,4014
Rytn potok	4652	395	0,08	0,3747	-0,3747
Vaňov strž	682	182	0,27	0,5385	0,5385
Chvalovský potok	1348	228	0,17	0,3772	-0,3772
Podlešínský potok	1743	272	0,16	0,3676	-0,3676

Table 1: Morphometric parameters of water streams

Most streams have profiles with steps (knick zones) that - according to interpretation of geological map - seem to be lithologically influenced and developed in

locations, where the stream reaches the resistant basaltic rocks. The LC index varies from ca 0,10 to 0,54. The lower values are typical of streams on the right Elbe valley side, whilst the higher values (more than 0,37) for the left side with an exception of Rytn potok (brook), which has the LCI 0,37 and is located on the right river bank. The knick zones were identified in each stream as a difference between $\Delta H/\Delta L$ ratio for 100 m (running) segments and total average of $\Delta H/\Delta L$ ratio among segments of all streams.

The position of knick zones differs across the streams with a relative coincidence among streams on the right side. On the left side, Podlešínský potok and Chvalovský potok have the similar-like position of knick zones, very different results were obtained for Vaňov strž. Nevertheless, this may be due to different geomorphic origin of these profiles (the first two are brooks, the third one ravine). The highest value in $\Delta H/\Delta L$ was obtained for Podlešínský brook and equals to 0,85 at the first km of the stream, where the Vaňovský waterfall (the highest one in the České středohoří Middle Mts.; height 12 m) evolved. The relative presence of knick zones is expressed as a percentage of profile length identified as a knick zone (i.e. above the $\Delta H/\Delta L$ average). The values are as follow: Vaňov strž (82,72 %), Podlešínský potok (42,11 %), Chvalovský potok (58,38 %), Průčelský potok (52,57 %), Brná (62,21 %), and Rytn potok (11,36 %).

The semi-logarithmic chart supports the previous results of a relative coincidence of knick zone location in case of left side streams (with an exception of Vaňov strž) and in case of right side ones except slightly farer position of knick zones on the Rytn potok brook.

3.3 Landform analyses of scree slopes

The assessment of geometrical properties of scree slopes and their geomorphologic type was performed to support the evidence of consecutive widening of the river Elbe and backward erosion of its tributaries. The hypothesis states the presence of younger (more dynamic) types of scree slopes higher above the erosional base. Figure 4 depicts the relation between altitude and MPFD (Mean Patch Fractal Dimension) for different types of scree slopes. The simple dominance of scree slope types in different altitudes is not so apparent from the graphs and the results are not significant enough to prove that the scree accumulations (slopes with clasts of varying size and presence of clast flows) are concentrated in higher altitudes and boulder accumulations in lower positions.

The MPFD may theoretically vary from 1 to 2 indicating Euclidean shapes (value 1) or complex shapes (value 2). While the linear regressions in the first graph do not denote any significant divergence among the scree slope types, the regressions in the second graph are more informative. They demonstrate steeper increase of shape complexity in case of scree

accumulation. This result points to the morphological diversity of scree accumulations and diversity of the edge zones that may be conditioned with recent dynamics (rock fall, sliding, debris flows) and are therefore younger. On the other hand, this result is not in agreement with statement that the dynamics limits the expansion of forest stands into the accumulation and maintains the narrow borders.

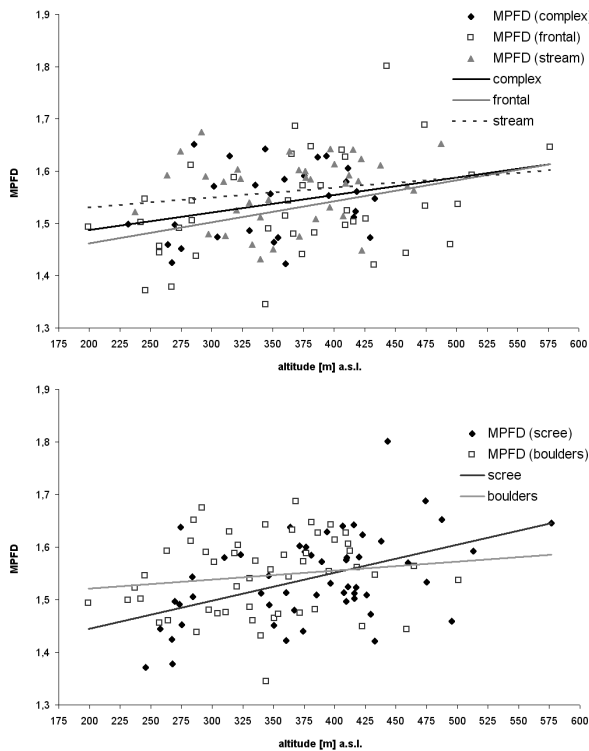


Figure 4: Relation of scree slope type to altitude and MPFD class indice

3.4 Indication of tectonic movements with relative dating

The average R values obtained from statistical assessment of Schmidt hammer tests varies from 61 to 65 in case of low concentration accumulation (debris flows and landslides) and exhibit high correlation. The average R values for scree slopes are 63,21 for accumulation in 460 m a.s.l. (Průčelská rokle), 52,62 for the accumulation with altitude of 300 m a.s.l. (Čertova jizba) and 63,19 for the third one with altitude of 250 m a.s.l. (Panenská skála). The first and third values are near to the reference set of young accumulations, but the second one differs significantly. The approximately similar altitude (as well as distance from Elbe river) of the second and third accumulation on the opposite sides of the valley, where different R values were obtained, point to the asynchronous evolution of these scree slopes. This may be interpreted by manifold influences, including vertical movements of morphostructural segments. As the oldest accumulation is located on the right valley side in low altitude, the vertical movement

might have had a character of subsidence of the morphostructural segment on the left valley side.

The interpretation of natural outcrops and pits in ravines indicates higher age of those located on the right side of the Elbe valley. The ca 1 m deep pit in the axis bench of a ravine in Brná (see above) has a distinct stratification showing episodic changes in sediment and discharge regime. Contrarily, over 2 m high outcrop near to the Vaňov strž located is built by homogeneous not stratified slope deposits (clayey soil with boulders) denoting evolution of ravine in the most recent geological history after the deposition.

4 Discussion and Conclusions

The above mentioned results demonstrate the structural control of geomorphic evolution of the study area. The tectonic influence is apparent from reconstruction of denudation level and from morphometric analyses of altitude-slope ratio. Since the denudation level is developed in the similar lithologic setting (distance of level edge on the left and right valley side does not overreach 3 km), the difference in the position of levels is not affected by different rock types, but rather by tectonics. The total tectonic shift between left and right side of the Elbe valley as interpreted from reconstruction of denudation level may reach 100 m. Also the orientation of structural landforms and presence of some linear landforms in the area (rock walls, incised streams) allows us to suppose at least the partial tectonic influence. The asymmetry in morphometric properties of morphostructural segments indicates that tectonic features had conditioned especially the erosional base of the area (Elbe River). Contrarily, the tectonic influence of water streams with frequent knick zones and high concavity index is problematic to prove, since the knick zones correspond primarily with lithological variations.

The question that arises concerns the periods of tectonic activity in the area. The asymmetry of valley slopes is developed also in lower altitudes below the level of Quaternary terraces. The steep slopes with discontinual profiles (steps) are typical of left valley side, where they are located from the upper edge of the denudation level to the lowest altitudes. Furthermore, the Schmidt hammer measurements have different results for scree slopes in same altitudes, but located on opposite sites of the valley. The interpretation of Schmidt hammer measurement is, however, problematic, because scree accumulation with same altitude on the opposite as well as on the similar valley side might have evolved asynchronously. On the other hand, the landform analysis of scree slopes (MPFD) implies that the scree (younger) accumulations are frequently developed in higher altitudes in comparison with the boulder ones. Further radiometric methods of absolute dating should therefore be used to clarify the real age of different accumulations. As regards the variances in evolution of left and right valley side, the

pits and outcrops show younger age of left valley side. These findings support - with obvious limits - the hypothesis that the tectonic movement with a character of subsidence on the left valley side occurred during the Quaternary.

References

- [1] Alexander, D., Formichi, R. *Tectonic causes of landslides*. Earth Surface Processes and Landforms 18, 1993, 311-338.
- [2] Balatka, B., Kalvoda, J. *Vývoj údolí Labe v Děčínské vrchovině*. Sbor. Čes. geogr. Společ., 100, 1995, 173-192.
- [3] Bankwitz, P., Schneider, G., Kämpf, H., Bankwitz, E. *Structural characteristics of epicentral areas in Central Europe: study case Cheb Basin (Czech Republic)*. Journal of Geodynamics 35, 2003, 5-32.
- [4] Bishop, P., Hoey, T. B., Jansen, J. D., Artza, I. L. *Knickpoint recession rate and catchment area: the case of uplifted rivers in Eastern Scotland*. Earth Surface Processes and Landforms 30, 2005, 767-778.
- [5] Bledsoe, B. P., Watson, Ch. C., Biedenharn, D. S. *Quantification of Incised Channel Evolution and Equilibrium*. Journal of the American Water Resources Association 38, 2002, 861-870.
- [6] Burda, J. et al. *Nebezpečí sesuvů v údolí Labe – okres Ústí nad Labem*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 1997, 1998, 130-133.
- [7] Cajz, V. ed. *České středohoří - geologická a přírodovědná mapa 1 : 100 000*. Český geologický ústav, Praha, 1996.
- [8] Cajz, V. *Dyke Swarm Pattern and Tectonics in the České Středohoří Mts. Volcanic Centre, Ohře (Eger) Rift, Central Europe (Starting Points for Further Research)*. Geolines 15, 2003, 15-22.
- [9] Cajz, V., Vokurka, K., Balogh, K., Lang, M., Ulrych, J. *The České Středohoří Mts.: Volcanostratigraphy and Geochemistry*. Geolines 9, 1999, 21-28.
- [10] Cunha, P. P., Martins, A. A., Daveau, S., Friend, P. F. *Tectonic control of the Tejo river fluvial incision during the late Cenozoic, in Ro' da' o—central Portugal (Atlantic Iberian border)*. Geomorphology 64, 2005, 271-298.
- [11] Gardner, T. W. *Experimental study of knickpoint and longitudinal evolution in cohesive, homogeneous material*. Geological Society of America Bulletin 94, 1983, 664-672.
- [12] Gibbard, P.L., Lewin, J. *River incision and terrace formation in the Late Cenozoic of Europe*. Tectonophysics 474, 2009, 41-55.
- [13] Goldrick, G., Bishop, P. *Differentiating the roles of lithology and uplift in steepening bedrock river long profiles: an example from Southeastern Australia*. Journal of Geology 103, 1995, 227-231.
- [14] Goudie, A. *The Schmidt Hammer in geomorphological research*. Progress in Physical Geography 30, 2006, 703-718.
- [15] Kirchner, K., Máčka, Z., Cílek, V. *Scree and blocky formations in Northern and Central Bohemia: Geologic and geomorphologic development*. Acta geogr. Silesiana 2, 2007, 19-26.
- [16] Král, V. *Geomorfologie střední části Českého středohoří*. Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. příř. Věd, 78(9), 1966, 1-65.
- [17] Langbein, W.B. *Profiles of rivers of uniform discharge*. United States Geological Survey Professional Paper 501 B, 1964, 119-122.
- [18] Larue, J.-P. *Effects of tectonics and lithology on long profiles of 16 rivers of the southern Central Massif border between the Aude and the Orb (France)*. Geomorphology 93, 2008, 343-367.
- [19] McGarigal, K., Marks, J. B. *FRAGSTATS - spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, USA, 1994.
- [20] Mlčoch, B. *Problematika regionální příslušnosti České brány k Saxothuringiku*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002, 2003, 31-32.
- [21] Mlčoch, B. *Character of the Contact between the Saxothuringian and Teplá-Barrandian Unit*. Geolines 16, 2003, 75.
- [22] Moschelesová, J. *Das Böhmisches Mittelgebirge, eine Morphoplogische Skizze*. Kartographische und Schulgeographische Zeitschrift 8, 1920, 104-111.
- [23] Ollier, C. D. *Tectonic and landscape evolution in southeast Australia*. Geomorphology 12, 1995, 37-44.
- [24] Raška, P., Cajz, V. *Formy zvětrávání skalního podloží v Průčelské rokli a Čertově jizbě v Českém středohoří*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2007, 2008, 109-112.
- [25] Scheidegger, A. E. *Morphotectonics*. Springer-Verlag, Berlin, 2004.

Concept of cultural landscape in physical and human geography: origin, differences and misunderstanding

Jan Trávníček¹

¹Department of Geography

Masaryk University, Faculty of Science

Abstract

Recently, we can see a dominance of physical geography in Czech landscape study. This article shows possible directions for understanding of emphasizing quantitative methodology and positivism. Towards this goal, this paper is focused on the origins of empirical and descriptive approach to geographical landscape research; we take a retrospective look at some of the most influential authors. We also discuss some recent difference between evolution of Cultural landscape concept in human and physical geography from the end of 1970s.

Keywords: Cultural landscape, Physical geography, Human geography, Cultural geography, Positivism, Poststructuralism

1 Introduction

Problem of conceptualization of Cultural landscape concept occurred nearly hundred years ago and it is still relevant problem not only in Geography. We can indicate a development from the role separation of natural environment and human agency to interlink material and mental, proximity and distance, observation and inhabitation, real end imaginative, objective and subjective, scientific and art and last but not least, natural and cultural [47] in cultural landscape as “complex interaction among human ideas, social structures and the physical features of the human environment, in which natural forces and human agency are inextricably entwined” [cit 25, 39].

This article explores some of the philosophical and methodological issues relating to difference use and understanding of cultural landscape concept in geographical disciplines. We emphasize Anglo-American landscape studies because of their leading role and Czech/Czechoslovakian concern in the (cultural) landscape which has key context for us.

The article is split into three parts. It starts with historical reconnoitre focused on the major figures of landscape study. Then it discusses critical reaction and

significance of cultural turn. This part is also focused on the nature of recent trends in landscape research. Our aim is not to evaluate which discourse is more suitable. Nevertheless, the final part discusses reasons and consequences of differences and non confidence between natural and humanity discourses, where geography is one of the most significant examples

2 Origins, up to the 1970s

Jones [cit. 25, 33] identifies the first academic use of term „Kulturlandschaft“ in Ratzel’s texts (end of 19. century). Ratzel defined it as “an area modified by human activity, as opposed to the primeval natural landscape”. Ratzel emphasized natural determinism and Lebensraum concept, thanks to Semple [43] also well accepted in American geography [39]. Krebs [in 25] linked „Kulturlandschaft“ to settled region (Ökumene) transformed by human. As Antrop [1] notes, already von Humbolt alluded to aesthetical qualities in his writings about the human and cultural aspects in the landscape, nevertheless he was primary concern only with description of condition and characteristics. Blache recognized the influence of local community in organizing the landscape and his specific regions (pays) are based on settlement patterns and other cultural values as well.

2.1 From Sauer to Johnson

In English-speaking world the definition of *the cultural landscape* was written by Sauer [e.g. 24; 25; 45]. He described the formation of cultural landscape from natural landscape (which is considered to be a medium). Thus, human is an agent going towards the cultural landscape as the product. Cosgrove [7] emphasized Sauer’s influence of historical, cultural and physical geography. For Sauer and his fellows (so called The Berkeley School) are key neutral empirical observations in the field. Through the accumulation of factual evidence they go towards the synthesis. Landscape in this point of view is far from contemporary urban civilisation, it is external and independent material field. For Sauer „landscape is geography... ..Landscape is cultural landscape“. Closely to Sauer, historical aspects

¹ jan.travnicek@mail.muni.cz

are emphasized by Hoskins [in 47], who was strongly influenced by geological and archaeological approach. Hoskins identified localities with obvious hints from many historical levels. Thus intense sense of temporality is emerged [6; 47].

The Berkeley school approach was criticized by Hartshorn from the view of descriptive regional geography, which examines specific combination of patterns and process of areas/regions [39]. Hartshorn found a division of the separate natural and cultural landscape illogical, as it is integral part of whole (total) landscape. Antrop [1] found Hartshorn's rejection of landscape as a fundamental object of study geography to be considered as beginning of geographers turn from landscape research. This trend continued rapidly from the end of the 2nd world war until 1970s. Geography needed to become more scientific in its method and seeking the underlying general laws that explained spatial patterns and processes and allow prediction [15]. Deductive quantitative approach dominated (geography as nomothetic spatial science) and focus of geographers upon landscape was generally lost at this time.

Exception of this development is represented by the third basic author: Jackson and his "Vernacular landscape [47]. Unlike Sauer and Hoskins (traditionalist and nostalgic point of view) Jackson accepted contemporary features of the post-war landscape by the concept of „Vernacular landscape“ (indigenous, ordinary everyday landscape produced through routine practises). Jackson emphasis not only material but also symbolic role of landscape – as the source of myth, imagination and meanings raised from societies in particular geographical areas. As Cosgrove [7] said, Jackson was the first who liberate external spectator's and internal participant's perspective. This turn to symbolic and cultural meanings signals decisive break from an empiristic understanding of geography which was distinctive for humanistic and phenomenological approaches (see below).

3 Critical reactions and bifurcation of geographies

According to Spedding [45], quantitative approach did not work for landscape as diverse assemblage of forms and attendant processes. This storage determinates discussed geographical turn from study (cultural) landscape. Revival of landscape studies was attributing by Spedding to three major developments:

- Rethinking the philosophical and methodological base (less strict definitions)
- Using of new techniques for processing spatial information
- Prominence of environmentalism and conservation as research agendas, interdisciplinary approaches

Key prerequisite of landscape comeback as main topic of geographical sciences is critical reaction against

notion of geography as spatial science, while criticism becomes the base of new approaches [6]. From *Neo-Marxian perspective* is emphasized by neglecting economical, social and political processes. Critics are based on the conflict between "true reality" and its representation through symbols and theirs meanings with ideological function [35]. Strong reaction against the positivism is *Humanistic geography*, which resurrect the cultural landscape concept as a major vehicle for analysing interface between culture and environment. Rowntree [in 25] identifies two ways of landscape studies in humanistic geography:

- Examination of the visual and material details of tangible elements
- Examination of cultural perception and visual preferences, understanding of people's cognition and reaction response to their environment

Tuan, who was focused on understanding relations among places (forming sense of place), belongs to the main actors. Relph initiates subjective term „sense of place“ [6; 46], which was particularly applied through Landscape Character methodological guidelines [32; 44]. According to Daniels' critics [in 47] humanists create ideology by dividing personal and general with emphasising the aesthetic point. By this they closed the view to real socioeconomic relations.

Morin [35] emphasises *Feminist landscape critics* challenging his masculine gaze who dominates in the landscape studies and perceptions (roles of active men and passive women) and focuses on how landscapes construct, legitimate, reproduce and contest gendered and sexualized identities. Key concept here is gender [Rose in 35; 9]. Humanistic and Feminist approaches contribute to acceptance of qualitative methodology in geographical research.

3.1 Cultural turn as a crossroad for landscape studies

In 1980s and 1990s the new cultural geography is being created. It discovers especially socio-cultural and political processes and their impact to landscape. This **cultural turn** emphasizes "culture" as a primary focal point of study not only in cultural geography but nearly in the whole human geography. Culture is understood to be constituted not only through time but also through space and as a space [6; 34]. Cosgrove [7] defines landscape as „a way of seeing“. He refers to the historical implications of perspective and focuses upon visualisation and its influence on identification and patterns of perception of western civilization through their expression of symbols and construction of their meanings. Morin [35] shows an idea that landscape may be understood via the metaphor of text [42; 14], variety interoperate in different discourses. Interpretation is restricted by limits of language – both metaphoric and linguistic, and specific of human perception [28]. Text composed here consists of both material landscape and

its representation. „Reader“ could try to undercover the codes and hidden meanings or stay on the surface and accept “order” of landscape, respectively its ideological meaning [14]. Authors led by Cosgrove, Daniels, Jackson (Duncan, Lewis, Lowenthal, Rose and others) turn to feminism, identity, language, discourse, values, ethic, power, resistance, representation [6]. The Cultural turn brings turnaround from material environment to „images“, from description to interpretation.

Physical geography also adopts more flexible and more realistic study standards [45], for example by usage of interpretative and narrative methods in geomorphology [16]. Holden [17] mentions tendency to bring together the idea of general laws (and grand theories) with local events and contexts in realistic approach.

3.2 Czech and Czechoslovakian in Landscape research

In the Middle European area geographers came back to the landscape topics as key research factors at the end of 1970s with comprehensive physical geography [33] by analysis and synthesis [11], application of systematic approach in landscape research [8] and research in interaction between human and nature in cultural landscape [22]. Landscape research became a traditional subject of physical geography [12; 30], and this trend is still evident [29] and discussed [2; 19; 26].

Development of landscape evaluation approaches as a part of landscape ecology was elaborated in the new method of LANDEP with strong emphasis of applied research and planning [41]. In 1982 the International Association of Landscape Ecology was created and the new transdisciplinary ecological approach was found in this time [1]. Lipský [30] notes that geographical and landscape ecological approaches converge gradually on.

In 90s the new environmental approaches and more practical applications were emphasized – such as natural risks and hazards [10], landscape potential and carrying capacity [23]. Question of landscape stability and sustainability [23] is an example of current application of geographical approaches in practise; e.g. biogeography through Territorial System of Ecological Stability [5] or environmental impact assessment, both included in Czech legislation and nature protection practise. In the last decades many geographers focused on changes of land use [3] and/or land cover as a way of documenting and evaluating the intensity and structure of human influence of landscape. We can see increasing application of Geographical Information Systems as a support of decision making and planning [27] or as a crucial component of research practise, mainly in material approach to landscape studies [40].

3.3 Poststructuralism in landscape, landscape in poststructuralism

If we focus on recent landscape research in Anglo-American (human) geography, we would find dominating poststructuralism, a term used to refer to philosophical currents developed especially by Foucault, Derrida and Deleuze. Foucault focuses on the role of power and its cohesion with knowledge. Power is the determinate factor for selection of legitimate discourse. Thus legitimate discourse produce landscape through beliefs, attitudes and meanings. Power is connected to theme dominance and oppression which is applied by Hynes and Hynes [20] in ESPECT/TODS framework based on 6 pillars of the environmental sustainability/security from the perspective of spatiality and emergence of power: **E**(conomy) - **S**(ociety) - **P**(olitics) - **E**(cology) - **C**(ulture) - **T**(echnology). Inner rhombus (of described hexagon) explores simultaneously the effects of **S**(patiality) and **T**(emporal) of the power/knowledge nexus: **D**(ominance) and **O**(ppression). ESPECT/TODS framework is useful for understanding to physical/material, social and also imaginative reality. Mitchell [34] is focused on question of authority, objectivity and aesthetic in representing non-European scenes. Certain European landscape forms (as authoritative ideal) have been often used to characterise, appropriate and judge non-European scenes.

Derrida shows an idea of deconstruction as a method of “reading”, suitable for detection of covered meanings. Words possessing meaning via being caught up within series of differential relations. Meaning of something is not inside; instead it is constituted by what it is not [47]. Our culture is littered with binary couples (e.g. nature/culture). They are produced by means of current thinking and they are generally understood and communicate with difficulties [28].

Poststructuralist methods (including deconstruction) above are all critical. Typical is suspicion of anything that tries to be “natural true” or “obvious”. For post-structural approaches nothing is fundamental, plurality and complexity is emphasized [47]. Example of this is Actor-Network Theory (ANT) concern of networks of actors and actants and relationships between the humans, non-humans, material and discursive. ANT is most associated with Latour [in 4] who evolved it as sociological theory based on uncovering and tracing the way how scientifically knowledge is produced through the construction of social networks. Example of application is Whatmore’s hybrid geography [in 13] with movement from geometries (topographical Euclidean space, Cartesian coordinates) to topologies as spatial register where moving and relations are stressed [21]. Taking up of the phenomenological approaches occurs through the advent of the non-representational theory [36] which doesn’t work with representation as mask, veil or ideologies – as a code to be broken: here representation is understood as varied

notions of performance, practice, materiality and embodied agency.

4 Contexts of landscape in (Czech) geographical research

We can see that most of the critical development to poststructuralism occurred in human geography. Indeed, this non-quantitative or even anti-quantitative stance makes worse the intellectual gap among geographical disciplines. Despite this, Positivism still have important role to play both human and physical geography. But there are some differences: human geographers take account of people's perception to their environment and human geographers are more concerned with stochastic modelling (less predictable subject) [15].

4.1 Physical geography as dominator?

Hynek [19] emphasizes material conception for continual domination of physical geography in Czech/Czechoslovak landscape research, which was constituted under Soviet, German and Nederland's school. Kučera [29] stresses the positivistic approach of physical-geographical research as whole. Both reason enable and advocate division of natural and cultural landscape.

According to Demek's [8] work about parting and/or splitting of natural and cultural landscape, and according to facts adduced above, the natural landscape only forms a base for the cultural landscape as a hybrid supersystem of natural and socioeconomic geosystems, where the management of its key functions lies in human hands. Demek divides the landscape by the amount of human/anthropic influence on the natural landscape into three grades:

- The indigenous cultural landscape (very close to the harmonic relationships of natural landscape)
- The damaged cultural landscape (the autoregulation is preserved, restoration is possible)
- The devastated cultural landscape (the restoration requires a huge investment of material and energy)

Žigrai [48] notes that cultural landscape is formed by rational powers of mostly economic character and irrational powers of mostly socio-psychologic nature with autochthonous and allochthonous origin, which both together shape the landscape as materialistic and spiritual tools.

If we advert to hegemony of material approaches in physical geography, in 90s human geography was criticized because of its tend to elide the materiality of landscape itself [38]. Ingold [cit in 47, 154-155] understood fundamental distinction between the „ideas of culture and matter of nature“ as it is based on academic division of labour between the natural and social sciences. It is distinct for anthropology and geography, where natural landscape is view as neutral,

external backdrop to human activities (for physical geographers) and human geographers view that landscape is only a particular cognitive or symbolic ordering of space.

4.2 Methodological movements: from Descartes to Phenomenology

In Cultural turn and critical reactions we can see redefinition and transformation of the inbred application of classical subject-object epistemological model [28; 37], the essence of being for Descartes is thinking: “Cogito ergo sum“ (“I am thinking, therefore I exist“). However he remains “separated“ and distant observer standing out of his own „landscape“. Observation is usually connected with exact, reliable and objective knowledge – we define ourselves, the fact of existence through the eyes of the visual, distance of an observer or even bird's eye view. This fact was later accepted as a basal principle of phenomenological critique (see below). The Cultural turn move us from material environment to „images“, from description to interpretation.

From the phenomenological positions rooted separation of observer as independent perceiving human subject and objective world as external pre-given reality positioned beyond and outside are attacked. Therefore empirical but also discursive approaches are critique. Visual observation is like production of detachment and objective knowledge. For Descartes there are series of significant dualisms – separation of body and mind, thought and sense, *res cogitans* and *res extensa*. Certainty of geometrical world (Cartesians coordinates) is useful for calibration of confused perception [37]. Phenomenology disputes this system of thought by “everyday lived experience“. Scenery is replaced by a specific mode of being, Cartesian spectatorial epistemology move to a phenomenological ontology. Spectator (way of seeing) turns into participant (see with landscape) via bodily practices of landscape [Ingold in 47]. Critiques of landscape phenomenology are often based on its emphasising the individualism, absence of critical point of view and neglecting the question of power [6].

5 Conclusion

From the overview above it is clearly apparent, that nowadays geography offers various interpretations and definitions of cultural landscape, often based on basal principles of continental science with marks of particular disciplines. This ambiguous could be asset because of its fluidity and ability to diverse understanding. Document analyses focused on single meanings and uses of cultural landscape can be finding in Johnes [25], universal development of geography summarized by Livingstone [31]. Hynek [18] presents a review of meanings of the term „landscape“.

Recently it is clear that human influenced the landscape to such a high degree and over large areas that the “untouched nature” does not exist as an areal category, opposite of cultural landscape. Typical use of the concept of cultural landscape in natural sciences (e.g. physical geography) is to “describe the role of humans in changing the physical surface of the earth [cit. 25, 45]. But human beings tend to be regarded as interrupting influences with negative relation to natural process.

In this article we discuss two main reevaluations of philosophical bases in landscape research: move from Descartes thinking through cultural turn to phenomenological approaches, from independent spectator through a way of seeing to interested participant. Czech geographical practise is still (most of all) in the first step of this development [19, 29], in contrast to development in Anglo-Saxon geographies. We hope these perspectives on the differing conceptualization of landscape and cultural landscape could contribute to better understanding of different interpretations of one of the crucial geographical concept: the cultural landscape.

Acknowledgements

I would like to thank to V. Herber, A. Hynek, J. Trojan, R. Osman and M. Polák for their inspiration, comments and suggestion on an earlier version of the manuscript.

References

- [1] Antrop, M. (2006): From holistic landscape synthesis to transdisciplinary landscape management. In: Trees, B. et al. (eds.). *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*. Springer, New York, pp. 27-50.
- [2] Bičík, I. (2008): *Geografie ve studiu krajiny. Reakce na stejnojmenný příspěvek doc. Hynka. Geografie–sborník ČGS*. Vol. 113, N. 1. pp. 85-88.
- [3] Bičík, I. et al. (1996): Land use/land cover changes in the Czech Republic 1845–1995. *Geografie–sborník ČGS*, Vol. 101, N. 2, pp. 92–109.
- [4] Bosco, F. J. (2006): Actor-Network theory, Network, and Relational Approaches in Human Geography. In: Valentine, G., Aitken, S. C. (eds.): *Approaches to human geography*. SAGE, London, pp. 136-146.
- [5] Buček, A., Lacina, J. (1984): Biogeografický přístup k vytváření územních systémů a ekologické stability krajiny. *Zprávy GÚ ČSAV*. Vol. 21, N. 4, pp. 27-35.
- [6] Cloke, P., Crang, P., Goodwin, M. (eds.) (2005): *Introducing human geographies*. 2nd ed. Hodder Arnold, London. 653 p.
- [7] Cosgrove, C. E. (1998): *Social formation and symbolic landscape*. The University of Wisconsin Press, Madison (Wisconsin), 293 p.
- [8] Demek, J. (1974): *Systémová teorie a studium krajiny*. *Studia geographica* 40, GÚ ČSAV Brno, Brno. 198 p.
- [9] Dixon, P. D., Jones III, P. J. (2006): *Feminist Geographies of Difference, Relation, and Construction*. In: Valentine, G., Aitken, S. C. (eds.): *Approaches to human geography*. SAGE, London, pp. 42-56.
- [10] Drdoš, J. (1992): *Prírodné prostredie: zdroje – potenciály – únosnosť – hazardy – rizika*. *Geografický časopis*. Vol. 7, N. 2, pp. 30-39.
- [11] Drdoš, J. (1977): *Komplexná fyzickogeografická analýza krajiny v západnej časti Liptovskej kotliny*. Veda, Bratislava. 123 p.
- [12] Drdoš, J., Ořahel, J. (2009): *Physical Geography and Landscape Ecology in the Slovak Republic. Životné prostredie*. Vol. 43, N. 2, pp. 62-64.
- [13] Dyer, S. (2008): *Hybrid Geographies (2002)*: Sarah Whatmore. In: Hubbard, P., Kitchin, R., Valentine, G. (eds.). *Key texts in human geography*. SAGE, Los Angeles, pp. 207-214.
- [14] Duncan J., Duncan, N. (1988): (Re)reading the landscape. *Environment and Planning: Society and Space*. Vol. 6, N. 2, pp. 117-126.
- [15] Fotheringham, A. S. (2006): *Quantification, Evidence and Positivism*. In: Valentine, G., Aitken, S. C. (eds.). *Approaches to human geography*. SAGE, London, pp. 237-250.
- [16] Harrison, S. (1999): The problem with landscape. *Geography*, Vol. 84, N. 4, pp. 355-363.
- [17] Holden, J. (2005): *Introduction to physical geography and the environment*. Pearson-Prentice Hall, Harlow. 664 p.
- [18] Hynek, A. (2009): *The Politics of Landscape on Regional and Local Levels*. *Geoscape*. Vol. 4, N. 1, pp. 10-27.
- [19] Hynek, A. (2008): *Geografie ve studiu krajiny. Geografie–sborník ČGS*. Vol. 113, N. 1, pp. 79-85.
- [20] Hynek, A., Hynek, N. (2007): *Bridging the Theory and Practice of Regional Sustainability: A Political-Conceptual Analysis*. *Geografický časopis*, Vol. 59, N. 1, pp. 49-64.

- [21] Hynek, A., Hynek, N. (2006): Investigating Hybrids and Coproductions: Epistemologies, (Disciplinary) Politics and Landscapes. *Acta Un. Carolinae - Geographica*. Vol. 41, N. 1, pp. 3-19.
- [22] Hynek, A., Trnka, P. (1981): Topochory dyjské části Znojemska. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.*, t. XXII, *Geographia* 15, opus 4, Brno. 99 p.
- [23] Izakovičová, Z., Miklós, L., Drdoš, J. (1997): Krajinnoeologické podmienky trvalo udržateľného rozvoja. VEDA, Bratislava. 183 p.
- [24] Johnston, R. J., Gregory, D., Smith, D. M. (1996): *The dictionary of human geography*, 3rd ed. Blackwell Publishers, Oxford. 724 p.
- [25] Jones, M. (2003): The Concept of Cultural Landscape: Discourse and narratives. In: Pallang, H., Fry, G. (eds.). *Landscape Interfaces. Cultural Heritage in Changing Landscapes*. Dordrecht, pp. 21-51.
- [26] Kolečka, J. (2008): Reakce na diskusní příspěvek doc. Hynka. *Geografie–sborník ČGS*. Vol. 113, N. 1, pp. 89-90.
- [27] Kolečka, J., Lipský, Z. (2007): Landscape maps in the Czech Republic in connection with world and European development. *Journal of Landscape Ecology*. Vol. 0, N. 1, pp. 54-74.
- [28] Komárek, S. (2008): Příroda a kultura: svět jevů a svět interpretací. Academia, Praha. 307 p.
- [29] Kučera, Z. (2009): Krajina v české geografii a otázka relevance přístupů anglo-americké humánní geografie. *Geografie–sborník ČGS*. Vol. 114, N. 2, pp. 145-155.
- [30] Lipský, Z. (2009): Landscape Research in Geography and its Influence on the Development of Landscape Ecology in the Czech Republic. *Životné prostredie*. Vol. 43, N. 2, p 64-66.
- [31] Livingstone, D. N. (1992): *The Geographical Tradition: Episodes in the History of a Contested Enterprise*. Oxford: Blackwell. 448 p.
- [32] Löw, J., Míchal, I. (2003): *Krajinný ráz*. Lesnická práce, Kostelec n. Č. L. 552 p.
- [33] Mičian, E. (1983): The Systems Approach to Landscape and the Sciences Realizing It with a Special Aspect to the System of Geographical Sciences. *Ecologia (ČSSR)*, Vol. 2, N. 4.
- [34] Mitchell, D. (2000): *Cultural Geography. A critical Introduction*. Blackwell Publishing, Malden. 325 p.
- [35] Morin, K. M. (2003): Landscape and Environment: Representing and Interpreting the World. In: Holloway, S., Rice, S. P., Valentine, G. (eds.). *Key Concepts in Geography*. SAGE, London, pp. 319-334.
- [36] Nash, C. (2000): Performativity in practice: some recent work in cultural geography. *Progress in Human Geography* Vol. 24, N. 4, pp. 653–664.
- [37] Novotný, J. (ed.) (2008): *Člověk mezi rozprostraněností a krajinou*. Togga, Praha. 200 p.
- [38] Olwig, K. R. (1996): Recovering the Substantive Nature of Landscape. *Annals of the Association of American Geographers*. Vol. 86, N. 4, pp. 630-653.
- [39] Peet, R. (1999): *Modern geographical thought*. Blackwell Publishers, Oxford. 342 p.
- [40] Romportl, D., Chuman, T. (2007): Proposal method of landscape typology in the Czech republic. *Journal of Landscape Ecology*. Vol. 1, N. 0, pp. 119-124.
- [41] Ružička, M., Miklós, L. (1982): Landscape Ecological Planning (LANDEP) in the Process of Territorial Planning. *Ekológia (ČSSR)*, Vol. 1, N. 3, pp. 297-312.
- [42] Sádlo, J. (1994): Krajina jako interpretovaný text. In Beneš, J., Brůna, V. (eds.). *Archeologie a krajinná ekologie*. Most, pp. 47–54.
- [43] Semple, E. C. (1911) *Influences of Geographic Environment, on the Basis of Ratzel's System of Anthropogeography*. Available online at: <http://www.gutenberg.org/files/15293/15293.txt>
- [44] Schulz, Ch. N. (1994): *Genius loci: k fenomenologii architektury*. Odeon, Praha. 218 p.
- [45] Spedding, N. (2003): Landscape and Environment: Biophysical Processes, Biophysical Forms. In: Holloway, S., Rice, S. P., Valentine, G. (eds.). *Key Concepts in Geography*. SAGE, London, pp. 281-304.
- [46] Vávra, J. (2003): Studie: Vnímání místa. Available online at: <http://www.blisty.cz/art/14798.html>
- [47] Wylie, J. W. (2007): *Landscape*. Routledge, London. 246 p.
- [48] Žigrai, F. (1998) *Land Use as a Connection between Culture and Environment – Some Theoretical and Methodological Notes*. 3rd International Conference on Culture and Environment, UNESCO, pp 2-8

The Biogeographic Foundations for Developing of Ecological Network of the Brtnice Region

Libuše Vodová¹

¹ Department of Geography, Masaryk University

Abstract

The Landscape is the most important source and space for human. Using of the landscape means changes in her structure and quality too. The area of natural habitats is being decreased and habitats are more fragmented and isolated. The ecological connectivity and the biological diversity of natural gene pool can be maintained by the ecological networks.

The Czech ecological network is called 'Territorial Systems of Ecological Stability (USES)'. It is based on the ecosystem approach. The potential natural state of geobiocenosis and the actual state of geobiocenosis are the main biogeographic foundations for delimitating and designing of TSES.

The model area for developing of ecological network is "Brtnice Region". It is situated in the Bohemian-Moravian Highlands, about 12 km southeast of the Town of Jihlava on the areas of Villages of Střížov, Přímělkov, Panská Lhota, Malé, Svatoslav, Luka nad Jihlavou, Bítovčice, Vržanov and Horní Smrčné.

The potential natural state of geobiocenosis was clasified by the geobiocenologic typology. The most common Groups of geobiocoene types (STG) are 3 AB – B 1 – 2 Querci fageta humilia, dwarfed beechwood with oak,, 4 AB – B (BC) 3 Fageta paupera superiora, depauperate beechwood of high degree, 4 B 3 Fageta typica, typical beechwood, 4 BC – C (4) 5 Fraxini alneta supriora, alder forests with ashes of high degree and 5 AB – B 3 Abieti - piceta equseti inf., beechwoods with fir.

The actual state of geobiocenosis is represented by habitats. The typology of habitats was based on the Habitat Catalogue of the Czech Republic with some complementated habitats. There are three Habitats strongly influenced or created by man dominating in research area: X2 Intensively managed fields, X5 Intensively managed meadows and X9 Forest plantations of allochtonous trees. The natural a natural friendly geobiocenosis are existing only like small fragments of these habitats: M 1.5 Reed vegetation of brooks, S1.2 Chasmophytic vegetation of siliceous cliffs and boulder scree, T 1.4 Aluvial *Alopecurus* meadows, T 1.6 Wet *Filipendula* grasslands, T 5.5 Acidophilous grasslands on shallow soils, L 2.2 Ash-alder alluvial

forests, L 3.1 Hercynian oak-hornbeam forests, L 5.1 Herb-rich neech forests, L 5.4 Acidophilous beech forests.

The results of various scientific researches can be used like other biogeographic foundations by developing of ecological network.

Keywords: Ecological Network, Territorial Systems of Ecological Stability, The Brtnice Region, Groups of Geobiocoene Types, Habitats

1 Introduction

Human activities caused changes in the landscape. The natural ecosystems were changed too: their natural habitats area are being decreased and fragmented by urbanized areas, roads and railways. It is much complicated to communicate and exchange genetic information for many natural native taxa. And this is the main reason why scientists have invented and still are developing a concept of Ecological network.

2 Ecological Network

2.1 History of Ecological Network

The Idea of ecological network as a tool for conservation of valuable habitats and species of natural gene pool of a country was born in 1970th. The pressure upon landscape increased continuously and this fact was the main impulse to create this network of "core areas, corridors and buffer zones, which provides the physical conditions necessary for ecosystems and species populations to survive in a human-dominated landscape" (JONGMAN & PUNGETTI 2004).

Estonia with its "Network of Ecologically Compensating Areas" is usually considered a pioneer of the concept of ecological networks (BENNETT & MULONGOY 2006). But the ecologica network of former Czechoslovakia - Territorial Systems of Ecological Stability (USES), was developed at the same time.

The concept of ecological network was based on MacArthur and Wilson's **Equilibrium Theory of Island Biogeography** (BENNETT & MULONGOY 2006,

¹libavodova@centrum.cz

BUČEK 2009), which is based on the context between the size of an island, its distance (separatedness) from a continent (degree of isolation), and the number of species which inhabit the island. The biodiversity of the island is the result of species' immigration and extinction, which are in balance. To give an analogy of this theory proposed in the landscape: the non – stable areas (for example intensively used agricultural lands) are compared to „oceans“ and the ecologically more stable ones to “islands” or – if they are larger – “continents”. The “oceans” create barriers to migration of organisms between the “islands” and “continents” (BUČEK 2009).

In 1980's, other European countries began to develop ecological networks. They were based on similar theoretical foundations. In addition to the Equilibrium Theory of Island Biogeography, they were based on the **Theory of Metapopulations** and **Pulliam's „Source – Sink“ Theory**. The Baltic states – Lithuania and Estonia together with the Russian Federation used **The Theory of Polarised Landscape** formulated by Russian geographer Boris Rodoman in their national programs of ecological network (BENNETT & MULONGOY 2006, BONNIN et al. 2007).

In 1990's the popularity of ecological networks significantly increased. Networks of connected areas (often protected areas) were developed in Australia, Latin America and Asia under different names. In North America originated „greenways“ – „*networks of land planned, designed and managed for various purposes, but anyway compatible with sustainable land use*“ (AHERN In JONGMAN & PUNGETTI 2004). Another North American project comparable with European ecological networks is the „Wildlands“ project. Its goal is to create „*network of wildlands, which can protect and restore natural heritage of North America*“ (NOSS In BENNETT & MULONGOY 2006).

2.2 Components of Ecological Network

The Ecological network, as mentioned above, consists of „*core areas (usually protected by) buffer zones and (connected through) ecological corridors*“ (BISCHOFF & JONGMAN In JONGMAN & PUNGETTI 2004). Names of components and their definitions differ from country to country. The following general definitions are valid in all of them (BENNETT & MULONGOY 2006):

Core areas are areas in which the protection of biodiversity has the highest priority.

Corridors connect core areas, they play an important role in preservation of environmental and ecological connectedness.

Buffer zones should eliminate negative influences of surrounding on core areas.

In some cases, there is fourth component - **sustainable-use areas** (BENNETT & MULONGOY 2006).

3 Territorial Systems of Ecological Stability (TSES)

3.1 History of the Creation of TSES

The main inducement for creation of the TSES was necessity to cope with consequences of unsuitable interventions in the landscape, which mostly accompanied the effort to increase agricultural production. The trend established in the period of collectivization in 1950's continued, and areas of continuous tracts of arable land and use of less suitable areas for agriculture increased. Balks and groves were destroyed, wetlands and wet grasslands were meliorated. These changes of landscape's structure led to the disruption of outflow and to the increased soil erosion. The changes also reflected in living organisms: numbers of species dependent on small landscape elements within fields decreased (for example numbers of the partridge *Perdix perdix*). Biodiversity as well as ecological stability of ecosystems decreased.

The Territorial Systems of Ecological Stability (TSES), defined by Buček as “*networks in the landscape that is constituted by all existing and proposed relatively ecologically stable segments, which contribute or will contribute to conservation of biological diversity in the landscape*” (BUČEK 2003), offered a way to reverse this undesirable trend and return ecological stability to landscape. TSES were developed in three levels – local, regional and supraregional. This “*selected framework of internally ecologically stable segments of landscape, which are functionally allocated in the landscape on the basis of functional and spatial criteria* (LÖW 1984)” aimed from the beginning to: ensure positive influences to the surrounding, less stable landscape; preserve landscape's gene pool and support the possibility of multifunctional land use.

In 1992, TSES were accepted as a part of the Act n. 114/1992 Sb. about nature and landscape conservation. , Executive regulation to this Act – n. 395/1992 Sb. clearly delimited what TSES consist of. Specified methodology for designing TSES is from 1995 and is called “**The Handbook of Designer of Local TSES**” (LÖW et al. 1995). The most detailed elaboration of the concept of TSES is offered in “**The methodology processes of designing of local TSES**” (MADĚRA & ZIMOVÁ 2005), which was designed as a multimedia textbook.

3.2 The Theory of Biogeographic Differentiation of Landscape in the Geobiocenological Conception

The **Theory of Biogeographic Differentiation of Landscape in the Geobiocenological Conception** (BUČEK & LACINA 2007) summarises the steps for the determination and design of TSES. The theory is based on the geobiocenological research of **prof. A. Zlatník** (ZLATNÍK 1975). This methodological procedure consists of the following stages: differentiation of potential state of geobiocenosis, differentiation of actual state of geobiocenosis, differentiation of geobiocenosis on the basis of intensity of human impact, differentiation of geobiocenosis on the basis of level of ecological stability and differentiation of areas on the basis of natural conservation, which includes delimiting of ecologically significant segments of landscape (BUČEK & LACINA 2007, MADĚRA & ZIMOVÁ 2005). The ecologically stable segments which already exist in landscape form **the frame of ecological stability of the landscape**. Its selected part is the **existing TSES**. To form an optimally functioning TSES it is necessary to supplement the existing TSES with additional elements - **designed TSES** - in the functional and spatial way.

3.3 The Components of TSES

TSES similarly as the ecological networks of other European countries consists of **three components**: centre of biotic diversity (biocentre), biological corridors (biocorridor) and interactional elements.

4 Model Area

4.1 Delimitating of Area

The model area - **Brtnice region** - was chosen from several reasons. Thanks to the geographic location physical-geographic conditions, the character of settlement, the way and the history of changes in the



Figure 1: Delimitating of Model Area

land-use can be considered “ a common cultural landscape of Czech Republic”.

The Brtnice region is situated in the central part of Czech Republic in Bohemian-Moravian Highlands, about 12 km southeast of the Town of Jihlava (see Fig.1), in the Area of Střížov, Přímělkov, Komárovice, Panská Lhota, Dolní Smrčné, Svatoslav, Bítovčice, Luka nad Jihlavou a Vržanov.

4.2 Characterization of Area

4.2.1 History of Settlement

In prehisotric period the model area was situated in the boundary forest between Bohemia and Moravia. The prehistoric people moved across the landscape in important pathway connecting lowlands of Labe river with Vindobona. Later, in the Middle Ages, this pathway was called „Haberská“. The first continual settlement originated in turn of 12th and 13th century, the settlements arised belong the pathway and belong the stream of Jihlava river. The colonisation originated from the cloisters (cloister of benedictines in the Town of Třebíč) and aristocracy (MĚŘÍNSKÝ 1988). History and character of settlement are reflecting in history of land use and in actual state of vegetation. The most valuable parts od model area are located in badly accessible places, like hillsides, rock outcrops or ravines.

4.2.2 Physical – Geographic Characterisation

The geological subsoil is formed by the rocks of older part of Czech Republic – **The Czech massif** – and his part - **moldanubic region** (CHLUPÁČ & ŠTORCH 1992). These precambric strongly metamorphic rocks - migmatite and para - gneiss are penetrated by younger paleozoic rocks. The plutonic Massif of Jihlava get out from the Earth's surface in the northwestern part of model area, is formed by granite and monzonite. The wider Massif of Třebíč is located easterly from the model area. The youngest rocks are sediments of Quaternary age, which are located around the streams.

The model area is situated in the moderately warm climatic region and subregion moderately warm 3 and moderately warm 5 (QUITT 1972). The subregion - moderately warm 5 is situated around the Jihlava and Brtnice river. The subregion moderately warm 5 has higher number of spring days (140-160) and higher number of days with average temperature 10°C a higher (30-40). The average year temperature is 7°C. The coldest months is january (average temperature -2,9°C) and the warmest month is july with average temperature 16,9°C. These data are from the meteorologic station in Jihlava. Average of quantity of precipitation in the year is 655 mm (data from precipitation station in Brtnice).

The Region of Brtnice belongs to the Hercynic biogeographical subprovince, to the biogeographic

region **1.50 The Bioregion of Velké Meziříčí** (CULEK 1996). This bioregion takes 2525 km² and it is typical with depauperate biota of the 4th beech vegetation degree with the transitions to the 5th fir – beech vegetation degree. There are seven “**Types of Bichoras**” in the model area: 4BP Dissected platforms on neutral plutonic rocks of 4th vegetation degree (v.d.), 4BS Dissected platforms on acid metamorphic rocks of 4th v.d., 4PP Hilly areas on neutral plutonic rocks of 4th v. d., 4PS Hilly areas on acid metamorphic rocks of 4th v. d., -4UP Distinct valleys on neutral plutonic rocks in dry area of 4th v. d., -4US Distinct valleys on acid metamorphic rocks in dry area of 4th v. d. and 4VS Highlands on acid metamorphic rocks of 4th v. d. (CULEK a kol. 2005)

5 The Biogeographic Foundations

5.1 Potential Natural State of Geobiocenosis

There are three ways to characterise natural state of geobiocenosis. The first is botanic ways - the potential natural state of vegetation after **The map of potential natural vegetation of the Czech republic** (NEUHÄUSLOVÁ a kol. 1998). There are four types of potential natural vegetation in the model area: beechwood with toothwort (*Dentario enneaphylli-Fagetum*), woodrushes beechwood (*Luzulo-Fagetum*), woodrushes or fir oak forests (*Luzulo albidae-Quercetum petraeae*, *Abieti Quercetum*). The most common is the type – beechwood with toothwort.

The second way is to use the **typologic system of Forest Management Institute (ÚHUL)**. There are perhaps 20 groups of forests types in model area. The most common are: 4S9 Fresh beechwood on the hillsides, 5S3 The fresh beechwood with fir and *Galium scabrum*, 5S9 The fresh beechwood with fir depauperate on the hillsides and plateaus (www.uhul.cz).

The third way is **geobiocenologic typology** (BUČEK & LACINA 2007). This classification system is similar to previous.

There are **200 Groups of geobiocoene types (GTG)**, they are formulated by three positions code. The first position is vegetation degree, the second position trophic rank a and the third is hydric rank.

The model area, the Region of Brtnice, is located in **4th beech vegetation degree**, but smaller areas of two nearby vegetation degrees – **the 3rd oak-beech vegetation degree** and the **5th fir-beech vegetation degree** are situated there too.

The groups of geobiocoene types of 3rd vegetation degree are situated on the hillsides and rock outcrops. There is group of geobiocoene types **3 AB – B 1 – 2 Querci fageta humilia, dwarfed beechwood with oak** (see Fig.2)



Figure 2: Rock outcrop with pines are changed GTG 3 AB – B 1-3 Querci fageta humilia

Sometimes there is a GTG **4 AB – B 1 – 2 Fageta humilia, dwarfed beechwood** in their surrounding. The most common GTG are **4 AB – B (BC) 3 Fageta paupera superiora, depauperate beechwood of high degree** or **4 B 3 Fageta typica, typical beechwood**. The areas surrounding to streams are more trophic and we can find here GTG **4 BC – C (4) 5a Fraxini alneta superiora, alder forests with ashes of high degree** (see Fig.3). There are small fragments of GTG **4 BC 3 Fageta aceris, beechwoods with maple** and **4 C 3 Tili acereta fagi, maple forests with linden and beech** on the slide rocks. There are transitions to 5th fir – beech vegetation degree in the highest parts of model area. The fir trees are preserved on this habitats. There are GTG: **5 AB – B 4 Abieti - piceta equseti inf, spruce groves with fir and horsetail** **5 A – AB 3 Fagi abietina 5, beechwoods with fir**, **5 B 3 Abieti – fageta typica, typical beechwoods with fir**.



Figure 3: GTG 4 BC – C (4)5a Fraxini alneta superiora, alder forests with ashes of high degree

5.2 Actual State of Geobiocenosis

The habitats are representing actual state of geobiocenosis. The typology of habitats was made in according to Habitat Catalogue of the Czech Republic (CHYTRÝ, KUČERA & KOČÍ 2001) There were delimited these **habitats strongly influenced or**

created by man: X1 Urbanized areas, X2 intensively managed fields, X3 Extensively managed fields, X5 Intensively managed meadows, X9 Forest plantations of allochthonous trees. **The natural and natural friendly geobiocenosis** are existing only like small fragments of habitats: M 1.5 Reed vegetation of brooks, S1.2 Chasmophytic vegetation of siliceous cliffs and boulder screes, T 1.4 Aluvial *Alopecurus* meadows, T 1.6 Wet *Filipendula* grasslands, T 3.5 Acidophilous dry grasslands, T 5.5 Acidophilous grasslands on shallow soils, L 2.2 Ash-alder alluvial forests, L 3.1 Hercynian oak-hornbeam forests, L 5.1 Herb-rich beech forests, L 5.4 Acidophilous beech forests and K 3 Tall mesic and xeric scrub in model area too.

5.2.1 Examples of Habitats

T 1.4 Aluvial *Alopecurus* meadows

These habitats (see Fig. 4) are situated in nutrient rich valley bottoms. The quantity of water in soil fluctuates in year. The spring flood is caused by melting snow and ice, meadows are wet and that is why, they can be managed only in summer and autumn period. These plant taxa are growing there: meadow fox-tail (*Alopecurus pratensis*), Common Velvet Grass (*Holcus lanatus*), common rush (*Juncus effusus*), Creeping Jennie (*Lysimachia nummularia*), wild mint (*Mentha arvensis*), silverweed cinquefoil (*Potentilla anserina*), Queen Of The Meadow (*Filipendula ulmaria*), Creeping Buttercup (*Ranunculus repens*), hairy sedge (*Carex hirta*), Buckhorn Plantain (*Plantago lanceolata*), red fescue (*Festuca rubra*), Meadow Geranium (*Geranium pratense*) and Brown Knapweed (*Centaurea jacea*) (VODOVÁ 2004). The ecological stability is quite high – 4.



Figure 4: T 1.4. Aluvial *Alopecurus* meadows in the Valley of Brtnice

L 5.1 Herb-rich beech forests

This habitat exists only in small fragments in the model area (see Fig.6), but previously it was one of the most common type of forest. The herb – rich forests are situated in the nutrient richer places. There are many herbs in bloom in the spring, for example: European Wild Ginger (*Asarum europaeum*), baneberry (*Actaea*

spicata), dog's mercury (*Mercurialis perennis*), spring vetch (*Lathyrus vernus*) and may lily (*Maianthemum bifolium*). The shrubby floor is rich too. There are growing these taxa: Black-berried Honeysuckle (*Lonicera nigra*), Dwarf Honeysuckle (*Lonicera xylosteum*), Paradise Plant (*Daphne mezereum*). The ecological stability is high – 4 or 5.

5.3 Ecological Stability (ES)

The habitats are evaluated on intensity of human impactes and on level of ecological stability (ES). The ecological stability in the model area is the highest (4-5) on the habitats in Valleys of rivers Jihlava and Brtnice, but low on the agricultural land on the plateaus, where habitats strongly influenced or created by man occur almost exclusively. The lowest ecological stability (1-2) have habitats X1 Urbanized areas and X2 Intensively managed fields (see Fig.5).



Figure 5: X2 Intensively managed fields (ES 1) and X5 Intensively managed meadows (ES 2) in the area of Panská Lhota

5.3.1 Ecologically Significant Segments of Landscape

The ecologically significant segments of landscape resulted from comparing of potential and actual state. All ecologically significant segments of landscape, which are in landscape existing form **The frame of ecological stability of landscape**, which will be completed by designed part of TSES to form ecological network (LÖW 1984, BUČEK & LACINA 2007, MADĚRA & ZIMOVÁ 2005).

The most of ecologically significant segments of landscape in the model area is located in the Valley of Brtnice river (see Fig.6), in the Valley of Jihlava river and highlands on left bank of Jihlava river. These areas were badder accessible than surrounding plateaus for our ancestors, their using was limited. The intensity of human impactes is there the lowest and their geobiocenosis are natural or natural friendly.

But for developing of optimal ecological network is necessary to design elements of TSES which will have possitive impacts on surrounding less stable areas (LÖw

1984). It is very important to design and realize this ecologically stabilize areas on the pleataus in the model area.

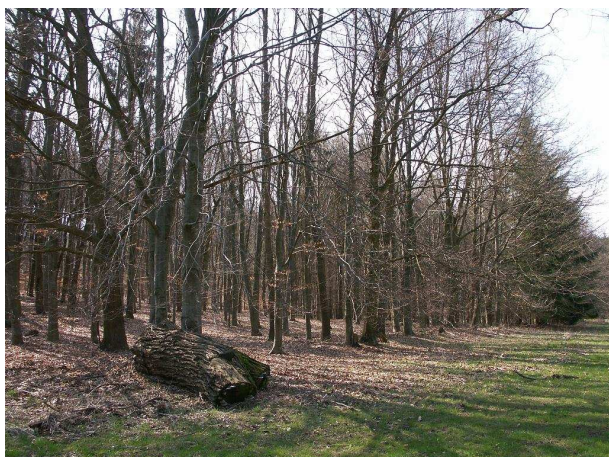


Figure 6: Ecologically significant segment of landscape - the fragment of herb-rich beech forest

6 Complementing Data for Developing of Ecological Network

It is possible to use results of explorations and researches for delimitating and designing of ecological network, these results can inform about both the biogeographically significant taxa and the non-native taxa, which can expand in model area in an invasive way. Particularly valuable are explorations of migration pathways, stopovers and barriers, which keep from migration.

References

- [1] G. Bennett & K. J. Mulongoy. *Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones*. CBD Technical Series No. 23, Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006, 97 s.
- [2] M. Bonnin et al. *Pan-European Ecological Network – taking stock*. Nature and Environment N° 146, Council of Europe, 2007, 116s. ISBN:978-92-871-6119-2.
- [3] A. Buček. ÚSES technokratická šablona nebo záchranná síť pro biodiverzitu? In: D. Romportl & T. Churman [eds.]: *Geo/biodiverzita integrující perspektivy*. Sborník abstraktů z výroční konference CZ – IALE. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2009, CD - ROM. ISBN:978-80-86561-53-0.
- [4] A. Buček & J. Lacina. *Geobiocenologie II: geobiocenologická typologie krajiny české*

republiky. 2. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 251 s., ISBN: 978-80-7375-046-6 (brož.).

- [5] M. Culek [ed.]. *Biogeografické členění České republiky, Díl I*. 1.vyd., Praha: Enigma, 1996, 347 s. ISBN:80-85368-80-3.
- [6] M. Culek a kol. *Biogeografické členění České republiky, Díl II*. 1.vyd., Praha: AOPK ČR, 2005,590 s. ISBN: 80-86064-82-4.
- [7] I. Chlupáč & P. Štorch [eds.] *Regionálně geologické členění Českého masivu na území České republiky. Časopis pro mineralogii a geologii*, 1992, roč. 37, č.4, s.258-275.
- [8] M. Chytrý, T. Kučera & M. Kočí [eds.]. *Katalog biotopů České republiky*. Praha: AOPK, katedra botaniky PŘF MU, Botanický ústav AVČR, 2001, 307 s. ISBN: 80-86064-55-7
- [9] R. H. G Jongman & G. Pungetti [eds.]. *Ecological networks and Greenways. Concept, Design, Implementation*. 1st Edition, Cambridge, UK ; New York, N.Y.: Cambridge University press, 2004, 345 s. ISBN: 0-521-53502-6.
- [10] J. Löw. *Zásady vymezování a navrhování ÚSES v územně plánovací projekci*. Brno: Agroprojekt, 1984, 55 s.
- [11] J. Löw. *Rukověť projektanta lokálního ÚSES*. Brno: Doplněk, 1995.
- [12] P. Maděra & Zimová, E. [eds.]. *Metodické postupy projektování lokálního ÚSES*. Brno: ÚLBDG LDF MZLU a L Löw a spol., 2005, CD - ROM.
- [13] Z. Měřinský. Počátky osídlení Brtnicka. In JANÁK, J. et al.: *Dějiny Brtnice a připojených obcí*. 1. vyd., Brno: Muzejní a vlastivědná společnost Brno, 1988, s. 13 - 39.
- [14] Z. Neuhäuslová a kol. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky Map of potential natural vegetation of the Czech Republic*. 1. vyd., Praha: Academia, 341 s., ISBN: 80-200-0687-7.
- [15] E. Quitt. *Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica*, Brno: Academia, 1972.
- [16] L. Vodová. *Floristický výzkum severovýchodně od Brtnice.– Diplomová práce, depon.* In: *Knihovna Katedry botaniky Přírodovědecké Fakulty Univerzity Palackého v Olomouci*, 2004, 197s.
- [17] A. Zlatník. *Ekologie krajiny a geobiocenologie*. 1.vyd., Brno: Vysoká škola zemědělská, 1975, 172s.
- [18] www.uhul.cz

Title: PhD Workshop 2009 proceedings

Editors: Radim Blaheta, Alexej Kolcun

Published by: Institute of Geonics AS CR, Ostrava

Printed by: Publishing Centre of VŠB – TU Ostrava

Ostrava, 2009

160 pages, 70 copies

Not for sale

ISBN 978-80-86407-78-4

ISBN 978-80-86407-78-4