

Zátěže životního prostředí jako dědictví důlní a energetické minulosti postindustriální krajiny Oslavanska

Hana SVATOŇOVÁ, Vladislav NAVRÁTIL, Irena PLUCKOVÁ

Abstract: *The industrial revolution in the middle of 19th century brought economic and social changes that were reflected in the landscape design. Its utilization of the landscape has changed at the end of the 20th century as the result of political and economical changes. The industrial landscape turned to the post-industrial when many plants and factories were closed and left. Radon measurement, aqua testing methods and Czech hydrometeorological Institute's data available for the Czech Republic territory can be used for describing the post-industrial landscape environmental burden. For its recent mining and industrial history, the Oslavany region was chosen as the model area for presenting environmental problems. The article deals with description of radon background, development of dust and SO₂ pollutants and aqua testing of soil extracts in the Oslavany region.*

Keywords: *post-industrial landscape, environmental burden, radon background, dust, aqua test, Oslavany region*

Úvod

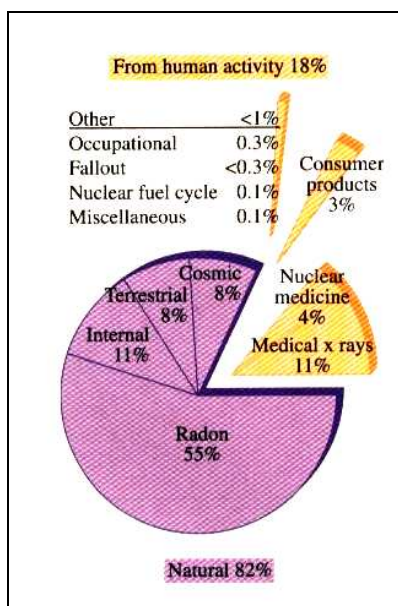
V tisíciletém vývoji krajiny je zaznamenána historie, lidské aktivity a osudy. Po průmyslové revoluci v polovině 19. století lze sledovat rozsáhlé ekonomicko-spoločenské změny, které se odrazily i v krajině – začaly se utvářet krajiny industriální. S postupujícím vývojem však i průmyslová činnost mnohde zcela utichla, krajina industriální se změnila na krajinu postindustriální. Problematika postindustriální krajiny není opomíjena v odborných pracích. Řada autorů (Šenberger, 1995; Fragner, 2001, 2007) se věnuje problematice industriální architektury a průmyslového dědictví. Krajině industriální a postindustriální věnovali kapitolu autoři Cílek, Mudra a kol. v internetové verzi knihy Vstoupit do krajiny. Martinec a Schejbalová (2004) zveřejnili studii k těžební krajině Ostravska. Změny krajiny Karvinska analyzuje Mulková a kol. Výsledky výzkumu nebezpečných hald na Slovensku přednesli na konferenci v Nitře 2010 prof. Michaeli a doc. Boltižiar (Michaeli, Boltižiar, Ivanová, 2009, Michaeli, Boltižiar, 2009a, b). Těžební krajině Rosicko-Oslavanska se dlouhodobě věnuje i J. Kolejka (např. Kolejka, 2004).

Oslavansko – krajina s těžební minulostí

Počátky těžby černého uhlí permokarbonského stáří v oblasti rosicko-oslavanských uhelných dolů se datují do druhé poloviny 18. století. V Boskovické brázdě rosicko-oslavanské pánve se vyskytují tři sloje o mocnosti od 0 do 6 m. Dobývací prostor byl vymezen na území o ploše 22,5 km². Ložisko bylo zpřístupněno pro těžbu 66 hlavními důlními díly (štolami a jámami), které v případě dolu Jindřich dosáhly hloubky až 1 450 m. Těžba byla ukončena v roce 1992. Za celé období bylo z ložiska vytěženo téměř 65 milionů tun uhlí, z toho 21 milionů tun po roce 1946. Krajina Oslavanska, tj. části celého prostoru, prodělala po objevení těžitelných zásob černého uhlí dynamickou změnu. Původně zemědělská krajina se změnila v krajinu těžební a průmyslovou s novými dominantami – haldami hlušiny, těžební věží, elektrárnou s mohutnými chladicími věžemi a haldou popela z uhlí spáleného v elektrárně. Provoz dolu Kukla byl ukončen pro nerentabilitu v roce 1973 a o dvacet let později byla uzavřena i oslavanská tepelná elektrárna. Část jejích budov (chladicí věže a technická zařízení) byla rozebrána, větší díl je brownfieltem sestávajícím z chátrajících budov industriální architektury. Pouze okrajové pozemky se staly prostorem nově fungujících firem. Konec průmyslové činnosti v Rosicko – oslavanské pánvi neznamenal i ukončení vlivů na životní prostředí. Autoři hodnotí zátěžové faktory: radonové pozadí, prašnost, znečištění oxidem siřičitým a analýzu vzorků z haldy hlušiny, strusky a z okolních půd s prosakující důlní vodou.

Radon

Radioaktivita nás doprovází odedávna doslova od kolébky až do hrobu a stala se součástí životního prostředí kolem nás, kterou si přímo neuvědomujeme, neboť je našimi smysly nepostižitelná. Uvědomovat si ji začneme a více o ní hovořit teprve tehdy, až se nějakým způsobem projeví její záporné účinky (zpravidla na našem zdraví), nebo ji potřebujeme využít k nějakému účelu. V posledních desetiletích vzrostlo silně znečištění životního prostředí. Účinky jednotlivých toxických látek se počítají a výsledkem je narušení zdravotního stavu lidské populace (Majer, 1961). V takovém případě mohou v porovnání s minulostí stačit nižší dávky ozáření ke vzniku některých nemocí. Na obr.1 je uvedeno složení průměrného ročního efektivního dávkového ekvivalentu ozáření obyvatelstva v závislosti na původu záření. Z obrázku je vidět kromě jiných překvapivých zajímavostí, že radon a jeho dceřinné produkty se podílejí na ozáření obyvatelstva téměř z 50 % a je třeba poznamenat, že v eliminaci tohoto zdroje záření jsme zatím příliš nepokročili.



Obr. 1. Složení průměrného ročního efektivního dávkového ekvivalentu ozáření obyvatelstva v závislosti na původu záření. Podle von PHILIPSBORN H, 1994.

Jak jsme již uvedli, není pro člověka samotný radon nebezpečný, jeho zdraví však mohou ohrozit dceřinné produkty radonu. Radon je vdechován a vydechován prakticky bez ozáření tkání. Zato dceřinné produkty, ať již volné, nebo usazené na aerosolech a prachových částicích, se usazují v průduškách a plicních sklípcích člověka a ozařují je. Nebezpečné jsou zejména částice o doletu několika desítek m, neboť jejich veškerá energie je soustředěna do malé oblasti živé tkáně plic – nejcitlivější je tzv. tracheobronchiální oblast plic (Hodgson, Gadioli, 1997, von Philipsborn, 1994.)

Lékařský výzkum dospěl k závěru, že toto ozařování je jedním z nejvýznamnějších faktorů, podílejících se na vzniku rakoviny plic. Žádné jiné zdravotní účinky radonu ani jeho rozpadových produktů na zdraví člověka nebyly pozorovány. Co se týká škodlivosti volných a vázaných rozpadových produktů, shodli se vědci na závěru, že volné rozpadové produkty jsou asi 30x škodlivější, než produkty vázané. Pravděpodobně je to tím, že mnohem lehčí volné částice (atomární) nemají díky malé setrvačnosti tak velkou kinetickou energii a usadí se při vdechnutí již na začátku plic (tracheobronchiální oblast). Těžké útvary – prach a aerosoly, dolétnou až do plicních sklípků, které však nejsou tak silně ozářeny, jako by tomu bylo v případě volných částic, neboť vzdálenost mezi vyzářující částicí a sliznicí je mnohem větší. Navíc jsou naše plíce vybaveny dokonalým, evolucí prověřeným mechanismem, dovolujícím odstranit (vykašlat) usazené prachové částice. Odtud plyne zdánlivě paradoxní závěr o vztahu mezi

prašností a ozářením rozpadovými produkty radonu: jistá úroveň koncentrace prachových částic ve vzduchu (zejména v uzavřených místnostech) je lepší, než ideálně čistý vzduch.

Ozáření plicní sliznice je dále závislé na věku, rychlosti dýchání, samočisticí schopnosti plic a vůbec na celkovém zdravotním stavu jedince. Výsledky měření průměrného ročního efektivního dávkového ekvivalentu se z uvedených důvodů značně od sebe liší. Můžeme však říci, že pravděpodobnost vzniku rakoviny plic je úměrná celkové vdechnuté aktivitě dceřinných produktů radonu, tj. závisí na koncentraci radonu a délce pobytu v místnosti s určitou jeho koncentrací. Abychom si co nejvíce přiblížili riziko ozáření plic produkty radonu, používáme srovnání jeho účinků s neblahými účinky kouření cigaret. Z měření, uskutečněných u nás i v zahraničí plyne, že dceřinné produkty radonu mají na svědomí 10 – 30 % onemocnění rakovinou plic (zřejmě jde převážně o nevysvětlitelná onemocnění zdravě žijících nekuřáků).

Na základě doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu byly v naší republice stanoveny tyto mezní hodnoty rovnovážné objemové aktivity dceřinných produktů radonu C_{ekv} :

- stávající zástavba 200 Bq.m⁻³
- nová zástavba 100 Bq.m⁻³.

Jsou-li tyto meze překročeny, má majitel domu nárok na státní finanční podporu na realizaci ozdravných antiradonových opatření (u nové zástavby jsou povinná).

Na katedře fyziky PdF MU bylo dosud provedeno asi 300 různých měření koncentrace radonu a jeho dceřinných produktů (měřeno pomocí přístroje LLM 500, podrobněji viz např.[4]). Výsledky asi třetiny z nich se týkají okolí Brna a některé z nich jsou uvedeny v pracích Komrská, 1999, Rodena, 2004, Hampla, 2010 a Závodníkové, 2010.

Environmentální zátěž v podobě radioaktivního záření radonu byla měřena na dvou místech v Oslavanech (Oslavany – Padochov, Oslavany – halda popílku) a dalších třech místech v blízkosti Oslavan (Rosice, Ivančice, Prštice). Hodnoty **ekvivalentní objemové aktivity radonu (EOAR)** jsou uvedeny v Tab.1. Kromě haldy strusky bylo měřeno v nevětraných sklepech obytných budov.

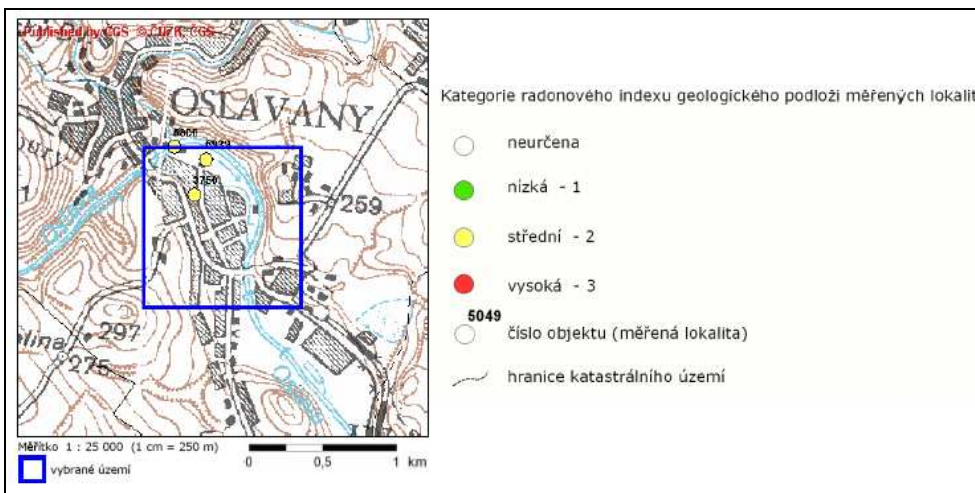
Tab. 1. Výsledky měření radonu v Oslavanech a okolí

Místo měření radonu	Naměřené hodnoty (průměrná hodnota EOAR ve sklepech budov / počet míst měření)
Oslavany - Padochov	180 Bq.m ⁻³ / 1
Oslavany	Měřena radioaktivita uskladněného popílku a vyrubané hlušiny, uskladněné na haldách. Její hodnota se nelišila od hodnoty pozadí.
Rosice	200 Bq.m ⁻³ / 4, studniční voda 28 Bq.l ⁻¹
Ivančice	220 Bq.m ⁻³ / 2
Prštice	110 Bq.m ⁻³ / 2

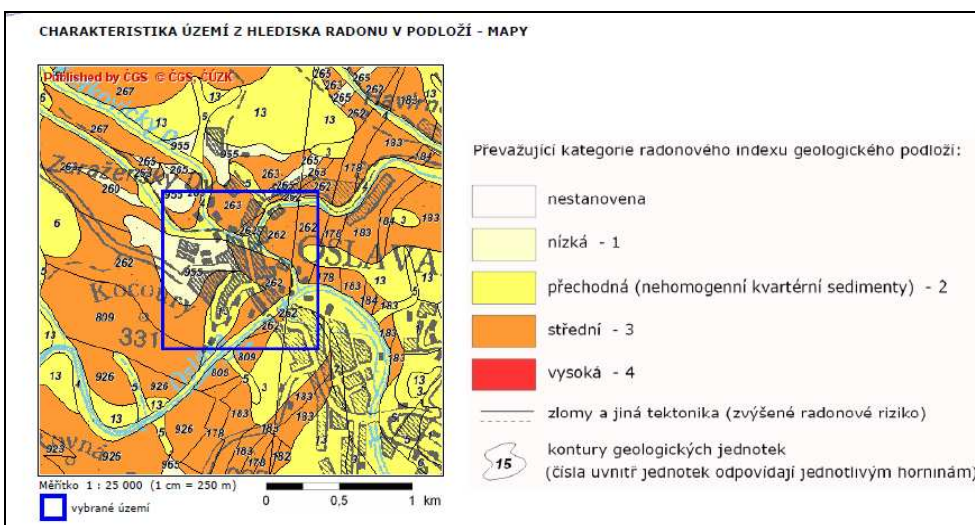
Dalšími zdroji vypovídajícími o přírodní radioaktivitě jsou údaje České geologické služby z jejich měření (obr.2) nebo odvozením z map geologického podloží (obr.3) vycházející v případě Oslavan z podloží tvořeného převážně svory, pararulami, příp. říčními sedimenty. Srovnáme – li naše měření s radonovými mapami na obr. 2 a obr. 3 vidíme, že jsou s ní kvalitativně shodná – vždy se jedná o nízké nebo střední radonové nebezpečí.

Prach

Jako environmentální zátěž lze hodnotit i zvýšenou prašnost. Rozsáhlá halda strusky s aktivní východní stěnou o výšce min. 25 m je stále zdrojem prachu pro obec Oslavany. Data z měření Českého hydrometeorologického ústavu v letech 1973 – 2002 (obr. 4) v zahradě místní mateřské školky ukazují značnou nerovnoměrnost prašnosti. Vzhledem k porůstání haldy sukcesní vegetací po ukončení činnosti elektrárny (r. 1993) se lze domnívat, že se prašnost bude postupně snižovat. Postupně se snižuje i znečištění oxidem siřičitým, který koresponduje i s celkovým zlepšením kvality ovzduší České republiky, a to především díky instalaci odsířovacích zařízení. Vývoj znečištění SO₂ v Oslavanech zachycuje obr. 5.



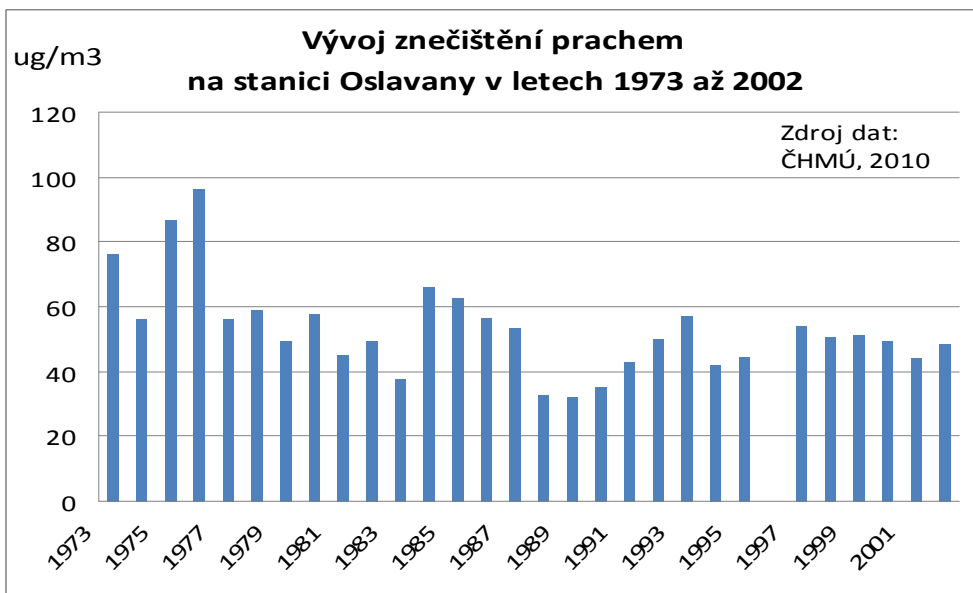
Obr. 2. Kategorie radonového indexu geologického podloží měřených lokalit zdroj: Česká geologická služba



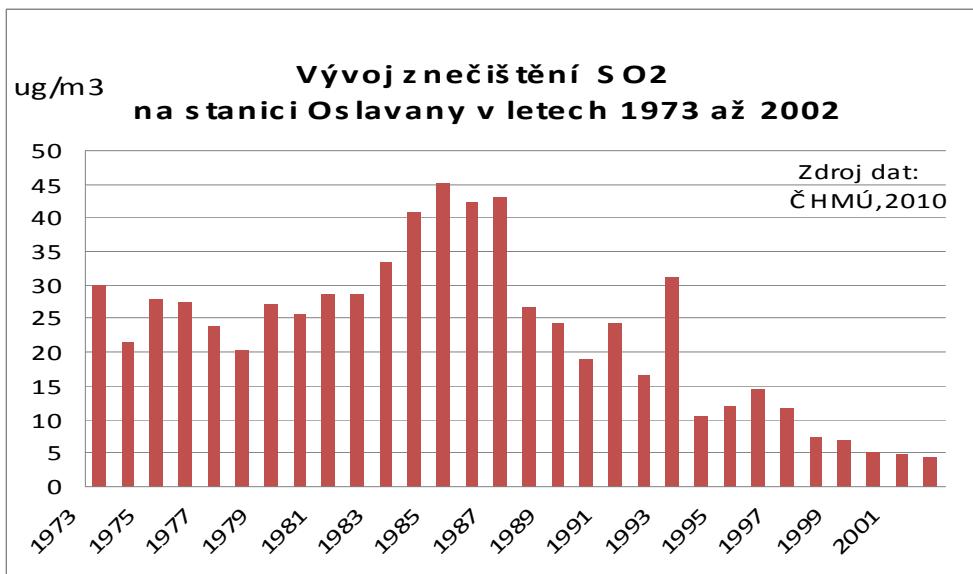
Obr. 3. Radonové nebezpečí podle geologického podloží, zdroj: Česká geologická služba

Analýza vybraných vzorků půd a hlíny

Na Oslavansku je dlouhodobě sledován především obsah důlních vod vyvěrajících na povrch tzv. Dědičnou štolou. Dozorem je pověřena firma Diamo, závod Dolní Rožínka. Volně vytékající kontaminované důlní vody z Dědičné štoly jsou čištěny v nově vybudované čistíče (od r. 2001) a následně vypouštěny do řeky Oslavy. Objem důlní vody představuje $1\,260\,000\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$, její pH = 6,0 - 6,6. Jako vedlejší kontaminanty jsou uvedeny Mn = 4,7 - 10,8 mg.l⁻¹, Fe = 50 - 90 mg.l⁻¹ a dusíkaté látky = 31 - 88 mg.l⁻¹ (podle www.diamo.cz).



Obr. 4. Znečištění prachem na stanici Oslavany v letech 1973 – 2002. Zdroj dat: ČHMÚ.



Obr. 5. Znečištění oxidem siřičitým na stanici Oslavany v letech 1973 – 2002. Zdroj dat: ČHMÚ.

Výsledky rozborů jsou využívány pro další analýzy, viz např. Kašíčková, L., 2006. V našem orientačním testování bylo použito pět vzorků hlušiny a půdy: (vzorek č. 1 – halda strusky, vzorek č. 2 – halda hlušiny, vzorek č. 3 půda v bezprostřední blízkosti vyvěrajícího pramene nedaleko haldy hlušiny a dva vzorky půdy polí u Oslavan (č. 4 a č. 5). Půda v okolí pramene byla již pro svou výrazně oranžovou barvu hodnocena jako minimálně významně obohacená (znečištěná) železem. Pro analýzy vybraných vzorků půdních výluhů byly použity aqua testy určené pro hodnocení kvality vody a další důkazové srážecí reakce využívané v analytické chemii. Výsledky testů uvedených vzorků ukazuje tab. 3.

Tab. 3. Výsledky orientačního testování výluhů vzorků pomocí aqua testu a srážecích reakcí

	Možná souvislost se spalováním uhlí	Halda strusky	Halda hlušiny	Půda - vývěr pod haldou hlušiny	Půda 1 pole Oslavany Padochov	Půda 2 klasický Oslavany Padochov
pH	Ano, kyselé deště	7,5	5	9	7,5	6,5
Celková tvrdost půdního výluhu (°dGH)	Ne	28	6	15	18	17
NH ₄ ⁺ (mg/dm ³)	Ano	1	0,5	více než 10	5	5
Volný plynný NH ₃ (mg/dm ³)	Ano, imis. limit 0,5	0,02	více než 3,6 (velmi nebezpečný obsah)	více než 3,6 (velmi nebezpečný obsah)	0,09	0,06
NO ₂ ⁻ (mg/dm ³)	Ano, spalování	X	nezjištěno	2	0,2	0,5
NO ₃ ⁻ (mg/dm ³)	Ano, spalování	10	nezjištěno	více než 25	10	10
P v půdě – anorganické formy sloučenin fosforu (mg/dm ³)	Ne	4	více jak 10	1,25	7	5
Fe ^{2+;3+} (mg/dm ³)	Ano, úletový popílek vzniklý při spalování uhlí	obsahuje	obsahuje	obsahuje velké množství	obsahuje velké množství	obsahuje velké množství
SO ₄ ²⁻	Ano, spalování	obsahuje	Obs. velké množství	obsahuje	obsahuje	obsahuje

Ze srovnání výsledku testování výluhů půdních vzorků pomocí aqua testu i srážecími reakcemi a detailnějším rozbořením důlních vod v oblasti Dědičné stoly uvedeným Kašičkovou L. (2006) na množství železa, manganu, chloru a síranů a pH v Oslavanech v letech 1998 – 2005 plyne značná korelace výsledků. I do důlních vod se jednotlivé prvky dostávají v podobě iontů z rozpuštěných solí těchto prvků. Soli jsou součástí nerostů a hornin tvořící půdní podloží.

Literatura

- CÍLEK, V., MUDRA, P., LOŽIL, V. a kol.: Vstoupit do krajiny : *O přírodě a paměti středních Čech*, <http://krajina.kr-stredocesky.cz/article.asp?id=28>
- FRAGNER, B. (ed.), 1999: Industriál v jiné situaci. Tematické číslo časopisu *Fórum architektury & stavitelství* VII, č. 10+11.
- FRAGNER, B. (ed.), 2001: *Industriální stopy*. Tematické číslo časopisu *Fórum architektury & stavitelství* IX, č. 4.
- HAMPL, L., 2010: *Diplomová práce*, Ped. Fak. MU Brno, 2010
- HODGSON, P.E., GADIOLI, E., 1997: *Introduction Nuclear Physics*. Clarendon Press, Oxford.
- KOLEJKA, J., 2006: *Rosicko-Oslavansko: krajina ve spirále*. Životní prostředí. Vol. 40, No. 4, p. 187 – 194.
- KOMPRS, M., 1999: *Diplomová práce*, Ped. Fak. MU Brno.
- Národní strategie regenerace brownfieldů. 2008. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu.
- MAJER, V., 1961: *Základy jaderné chemie*, SNTL Praha.
- MARTINEC, P., SCHEJBALOVÁ, B., 2004: History and environmental impact of mining In the Ostrava – Karviná coal field (Upper Silesian Coal Basin, Czech Republic), *Geologica Belgica*, 7/3-4: 215-223
- MICHAELI, E., BOLTÍŽIAR, M., 2009a: *Geoekologická štruktúra haldy technologického odpadu lúženca pri Sereďi*. In: Geografické informácie, Roč. 13, č. 1, Nitra: FPV UKF v Nitre, 2009. 47-59.
- MICHAELI, E., BOLTÍŽIAR, M., 2009b: *Halda technologického odpadu lúženca pri Sereďi*. In: Geografia. roč. 17, č. 4, 145-151.

- MICHAELI, E., BOLTŽIAR, M., IVANOVÁ, M., 2009: *Geoecological structure of the dump of technological waste (Fe-concentrate) at Sereď*. In: Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešoviensis. Přírodní vedy, Folia geographica 14, roč. XLIX. Prešov : FHPV PU v Prešove, 2009, 180-197. ISSN 1336-6157
- MULKOVÁ, M., POPELKA, P., POPELKOVÁ, R., 2010: *The Impact of Industrialization on the Landscape of the Ostrava-Karviná Mining District*. Landscape Ecology - methods, applications and interdisciplinary approach. (in press)
- von PHILIPSBORN, H., 1994: *Radioaktivitat und Strahlungsmessung*. Universitat Regensburg.
- RODEK, D., 2004: *Diplomová práce*, Ped. Fak. MU Brno.
- ŠENBERGER, T., 1995: *Rekonstrukce výrobně-technických staveb k novým účelům. Rozpravy Národního technického muzea v Praze 137*, NTM Praha.
- ZÁVODNÍKOVÁ, I., 2010: *Bakalářská práce*, Ped. Fak. MU Brno, 2010.
www.geologicke-mapy.cz/radon/
www.diamo.cz

Environmental Load as a Heritage of the Past Mining and Energy Industry in the Postindustrial Landscape of Oslavansko

Hana SVATOŇOVÁ, Vladislav NAVRÁTIL, Irena PLUCKOVÁ

Summary: *The region of Rosicko - Oslavansko is an example of postindustrial landscape of black coal mining and operation of a coal power plant during 80 years providing electricity for the City of Brno and its surroundings. Despite ceasing the mining and energy production activities their impact on the landscape and its inhabitants still exists. Other natural factors join to the environmental load related to the coal exploitation and burning. The authors assessed the load factors of radon background, dustiness, and sulphur oxide pollution. They analyzed five soil leach samples - slag, tailings, soil sample at the tailings heap, and two samples of soil from the settlement vicinity. Based on the radon background measurements in the surroundings of Oslavany (corresponding closely to the state norms of measurements), there is a low radon risk in this area. Only rarely there are some sites of medium risk. This fact is a direct consequence of the geological settings which does not encompass granite rocks or other types containing uranium. A higher dustiness of the city is affected due to proximity of the tailings deposits, which is excavated. For that reason there are unfavourable conditions for vegetation growth. The development of the sulphur oxide pollution corresponds with the situation in the entire Czech Republic, when after installing desulphurisation equipment the emissions of sulphur oxide decreased by 90%. Environmental load values from the samples mainly represent gaseous ammoniac, nitrites and nitrates, sulphates and iron ions of an excessive amount from the ashes originating during the coal burning. More detailed testing and analyses of other ionic compounds present in the samples will be conducted in the further steps of this project. A newly introduced purifier of mining water flowing into the Oslava river is a great positive factor for the environment in the area.*

Adresa autorov:

PhDr. Hana Svatoňová, PhD.
Katedra geografie
Pedagogická fakulta, Masarykova Univerzita
Poříčí 7, 603 00 Brno
svatonova@ped.muni.cz

prof. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc.
Katedra fyziky
Pedagogická fakulta, Masarykova Univerzita
Poříčí 7, 603 00 Brno
navratil@ped.muni.cz

Mgr. Irena Plucková, PhD
Katedra chemie
Pedagogická fakulta, Masarykova Univerzita
Poříčí 7, 603 00 Brno
pluckova@ped.muni.cz