

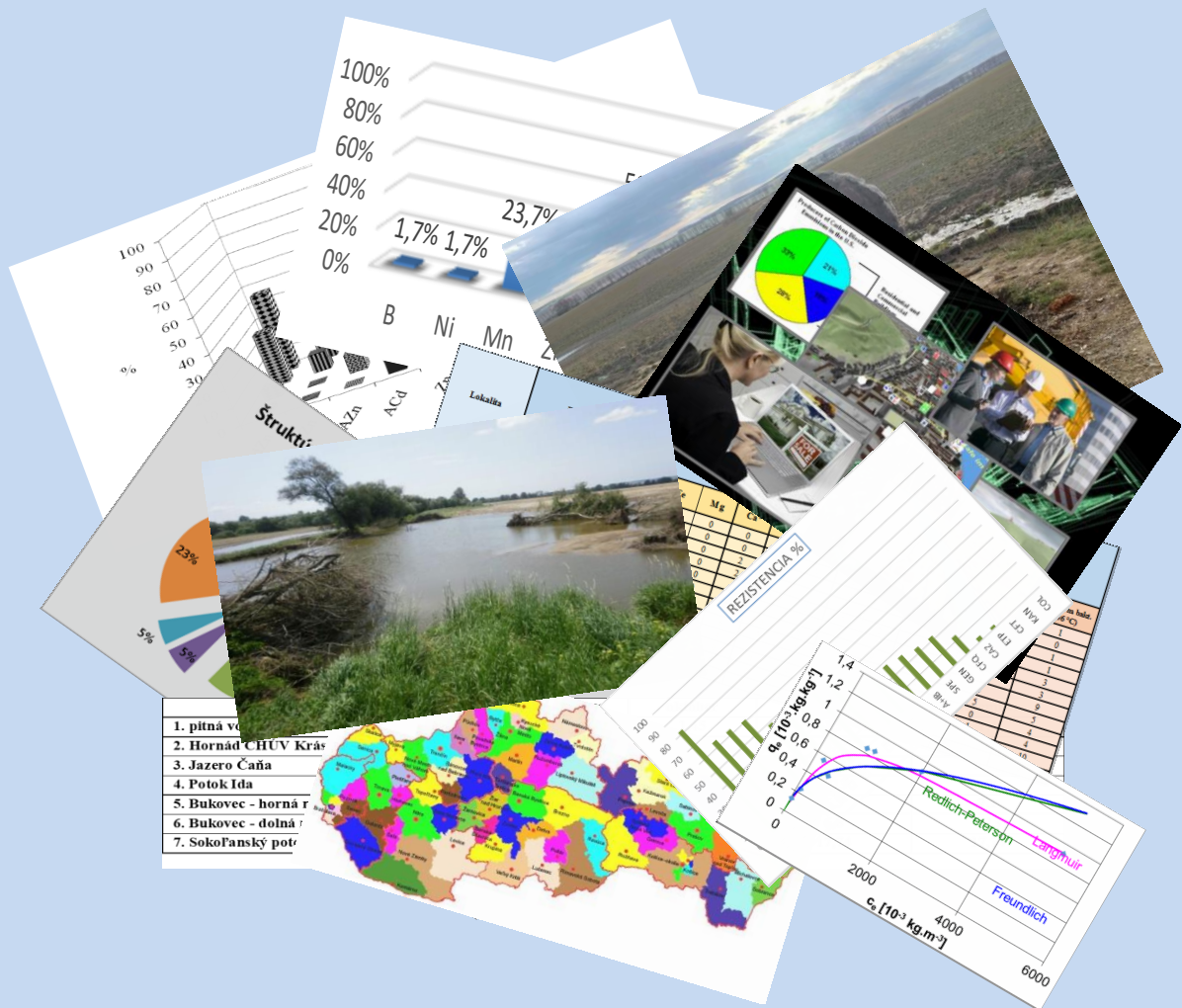
VODA

strategická surovina budúcnosti

18.-22. 3. 2019

Geovedná expozícia FBERG

Košice



Zborník príspevkov

VODA
strategická surovina budúcnosti
Zborník príspevkov

18.-22. 3. 2019

Geovedná expozícia FBERG

Košice

Editori:

Tomáš Bakalár

Michaela Očenášová

Henrieta Pavolová

Organizačný výbor

doc. Ing. Tomáš Bakalár, PhD.

doc. Ing. Stanislav Jacko, PhD.

Ing. Igor Miňo, PhD.

doc. Ing. Henrieta Pavolová, PhD.

Podujatie sa organizovalo v spolupráci

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, TUKE



Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach



UNIVERZITA VETERINÁRSKEHO LEKÁRSTVA A FARMÁCIE
V KOŠICIACH

Tepelné hospodárstvo, s.r.o. Košice



Environcentrum, s.r.o. Košice



Recenzenti

doc. Ing. Tomáš Bakalár, PhD.

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií
Technická univerzita v Košiciach

doc. Ing. Marcela Bindzárová Gergel'ová, PhD.

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií
Technická univerzita v Košiciach

doc. RNDr. Zuzana Hajduová, PhD.

Podnikovohospodárska fakulta so sídlom v Košiciach
Ekonomická univerzita v Bratislave

doc. RNDr. Katarína Kysel'ová, PhD.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky

Ing. Igor Miňo, PhD.

Katedra životného prostredia, veterinárskej legislatívy a ekonomiky
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

doc. Ing. Henrieta Pavolová, PhD.

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií
Technická univerzita v Košiciach

Ing. Alexander Tokarčík, PhD.

Energetický klaster Prešovského kraja

Ing. Dana Tometzová, PhD.

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií
Technická univerzita v Košiciach

Obsah

Úvodné slovo	7
Tomáš BAKALÁR, Henrieta PAVOLOVÁ, Petra PUŠKÁROVÁ, Ľubica KOZÁKOVÁ:	
Removal of manganese from water using natural zeolite	9
Katarína BEŇOVÁ, Michaela ŠPALKOVÁ:	
Kontaminácia vôd rádionuklidmi	17
Katarína BEŇOVÁ, Michaela ŠPALKOVÁ:	
Vzájomné pôsobenie vybraných ťažkých kovov a azoxystrobinu vo vode	19
Marcela BINDZÁROVÁ GERGEOVÁ, Žofia KUZEVIČOVÁ, Štefan KUZEVIČ, Michaela OČENÁŠOVÁ:	
Vybrané hľadiska spracovania priestorových údajov	23
Katarína ČULKOVÁ, Eva MANOVÁ, Eva MIHALIKOVÁ:	
Return on investments to a small hydropower plant construction	27
Jaroslav DUGAS ml., Andrea SEŇOVÁ, Henrieta PAVOLOVÁ, Tomáš BAKALÁR, Ľubica KOZÁKOVÁ:	
Zefektívnenie protipovodňových opatrení a činností počas povodňovej aktivity	31
Rudolf HROMADA, Igor MIŇO:	
Zmeny chemických a mikrobiologických ukazovateľov vôd počas ich využitia v technologickom procese v hutníckom priemysle	39
Igor MIŇO, Rudolf HROMADA, Peter KORIM:	
Environmentálne záťaž a ich vplyv na kvalitu vodných zdrojov	43
Igor MIŇO, Nad'a SASÁKOVÁ:	
Kvalita pitnej vody používanej v potravinárskom priemysle	47
Ján PINKA:	
Využitie podzemných vôd pre tepelné čerpadlá	49
Nad'a SASÁKOVÁ, Táňa HRUŠKOVÁ, Igor MIŇO, Eva HOLOTOVÁ:	
Hygienické zabezpečenie pitnej vody na farme	59
Nad'a SASÁKOVÁ, Ingrid PAPAJOVÁ, Tatiana SZABÓOVÁ, Gabriela GREGOVÁ, Igor MIŇO:	
The influence of the environment and movement of people on the quality of bottled drinking water	63

Tatiana SZABÓOVÁ, Gabriela GREGOVÁ, Ján VENGLOVSKÝ, Nad'a SASÁKOVÁ, Ingrid MINDŽÁKOVÁ:	
Prehľad antibiotikorezistencie v odpadovej vode	67
Katarína TEPLICKÁ:	
Ekonomické aspekty využívania vodných zdrojov v ťažobnej spoločnosti	69
Dana TOMETZOVÁ:	
Chloridovo-sodné minerálne pramene na Slovensku a ich využitie pre rozvoj turizmu .	75

Posterová sekcia

Tomáš BAKALÁR, Henrieta PAVOLOVÁ, Ľubica KOZÁKOVÁ, Petra PUŠKÁROVÁ, Martina VASILKOVÁ KMECOVÁ:	
Mining water treatment by combined membrane processes	22
Marcela BINDZÁROVÁ GERGEOVÁ, Žofia KUZEVIČOVÁ, Štefan KUZEVIČ, Juraj GAŠINEC, Slavomír LABANT, Marcela TAUŠOVÁ:	
VEGA 1/0754/18 Hodnotenie geometrických a topologických vlastností objektov sídelnej zástavby pre podporu budovania inteligentných	38
Marcela BINDZÁROVÁ GERGEOVÁ, Žofia KUZEVIČOVÁ, Štefan KUZEVIČ:	
3D data ako súčasť rozhodovacích procesov	46
Henrieta PAVOLOVÁ, Tomáš BAKALÁR, Ľubica KOZÁKOVÁ, Alexander TOKARČÍK:	
Vývoj disparít v hospodárení s vodou v SR	58
Dana TOMETZOVÁ:	
Železnaté vody na Slovensku a ich využitie pre turizmus	66

Úvodné slovo

V jednej kvapke vody môžeš spoznať celý svet !

(indické príslovie)

Voda je najrozšírenejšou látkou na Zemi, základnou zložkou životného prostredia, základným migračným a transformačným médiom v biosfére a je aj základnou podmienkou existencie života na Zemi. Vo všeobecnosti voda tvorí jeden z najrozšírenejších a zároveň najpotrebnejších prírodných zdrojov bez možnosti jej alternovania v mnohých národohospodárskych činnostiach a bežných antropogénnych aktivitách. Z celospoločenských funkcií vody vyplýva aj skutočnosť, že v celosvetovom meradle sa stala strategickou surovinou a teda aj determinantom ďalšieho environmentálneho a socio-ekonomického rozvoja. Práve z tohto dôvodu je potrebné s vodou efektívne hospodáriť –akumulovať ju pre obdobie jej nedostatku a predchádzať nepriaznivým účinkom v období prebytku.

Územie SR je bohaté na vodné zdroje a práve z tohto dôvodu sa všeobecne voda pokladá za úplnú samozrejmosť a bežnú súčasť každodenných aktivít. Avšak s neustále zvyšujúcimi sa industriálnymi, poľnohospodárskymi a samozrejme aj ostatnými antropogénnymi činnosťami sa zvyšuje aj kvalitatívne zaťaženie vôd, čo sa interaktívne prejaví vo zvyšujúcich sa nákladoch na jej úpravu a čistenie. Z týchto dôvodov efektívne hospodárenie s vodou nespočíva len v zabezpečení potrieb neustále sa rozvíjajúcej ľudskej spoločnosti, ale aj v kvantitatívno-kvalitatívnej ochrane vodných zdrojov. K tejto skutočnosti prispel a fakt, že voda bola v zmysle § 1 zákona č. 409/2014 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon o vodách č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov definovaná ako „*strategická surovina, ktorej deficit môže zapríčiniť ohrozenie zdravia a života obyvateľstva, resp. primárnych funkcií štátu*“.

Voda, ako prírodná surovina, spája lokálne s regionálnym a celosvetovým, ktorá spája otázky celosvetovej bezpečnosti – bezpečnosti potravín, zdravotníctva, urbanizácie a energií. Voda je naša najcennejšia prírodná surovina. Avšak klimatické zmeny, znečisťovanie životného prostredia, enormný nárast populácie, to všetko sú príčiny toho, že voda je čím ďalej tým viac dôležitý a nenahraditeľný prírodný zdroj. Viac ako 2/3 našej Zeme pokrýva voda, ale iba menej ako 1% z nej môže byť použité na priame použitie, t.j. pitie. Najväčšia časť vody je potrebná na výrobu rôznych výrobkov dennej spotreby. Bez dobrého plánovania a prispôsobenia budú stovky miliónov ľudí ohrození hladom, chorobami, výpadkami energií a chudobou. Rýchlo sa meniace podmienky na celom svete vytvárajú nový „tlak“ na vodu

a neistoty a riziká jej samotného využívania. Schopnosť spoločnosti vyrovnat' sa s týmito nárokmi je veľmi rôzna, do veľkej miery je určená jej inštitucionálnymi a právnymi rámcami a dostupnosťou finančných a ľudských zdrojov.

Ako bolo spomenuté, voda spája lokálne s regionálnym a celosvetovým, čo predstavuje cyklus, systém akcií a reakcií, ktoré sa odzrkadlia na všetkých úrovniach a ako bumerang sa stokrát silnejšie vrátia tam, odkiaľ vyšli.

Tento zborník príspevkov sa svojim charakterom snaží svojou troškou prispieť k správne mu pochopeniu vody – ako strategickej suroviny budúcnosti determinujúcej udržateľný rozvoj ľudskej spoločnosti.

Removal of manganese from water using natural zeolite

Tomáš BAKALÁR^{1,a}, Henrieta PAVOLOVÁ^{1,b}, Petra PUŠKÁROVÁ^{1,c}, Eubica KOZÁKOVÁ^{1,d}

¹Technical University of Košice, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies, Letná 9, 042 00 Košice, Slovakia

^atomas.bakalar@tuke.sk, ^bhenrieta.pavolova@tuke.sk, ^cpuskarovap@gmail.com, ^dlubica.kozakova@tuke.sk

Abstract.

Due to the high content of manganese in natural water in Slovakia the research on manganese removal from water is concentrated on efficient, low-cost and easy to use technologies. In this study zeolite, ZeoAqua 0.5 – 1, ZeoAqua 1 – 2.5, and ZeoAqua 0.5 – 2.5, were investigated as sorbents to lower the high manganese level below the limit for drinking water. The zeolites are tested for Mn(II) removal to find the removal capacities. The zeolites were characterised, used in batch sorption experiments and evaluated using three isotherms. The samples were agitated for 2 hours at 200 min⁻¹, 25 °C, and the initial pH of the solution of 7. The maximum sorption capacities of ZeoAqua 0.5 – 1, ZeoAqua 1 – 2.5, and ZeoAqua 0.5 – 2.5 were 0.954, 0.824, and 0.923 x 10⁻³ kg.kg⁻¹, respectively, implying that the highest sorption capacity for Mn(II) removal has the adsorbent with the smallest particles.

Keywords: zeolite, manganese, adsorption, isotherm.

Introduction

This work investigates the use of specific zeolite based sorbents to lower the high manganese level below the limit given by the Decree No. 247/2017 of the Ministry of Health of the Slovak Republic laying down details on drinking water quality, drinking water quality control, monitoring program and risk management of drinking water supply in Slovakia which is 50.0 µg per litre in drinking water. Unfortunately, this limit value of manganese is exceeded in more than 50% of monitored sources of groundwater and surface water based on the data from the Information System for Monitoring the Environment of the Slovak Hydrometeorological Institute. This is the reason why not only new technologies have to be developed but also the existing ones have to be evolved in order to make them more efficient, more low-cost and more easy to use. The investigated technology is not novel but the reason for the study was the high manganese concentration in most of natural water in Slovakia and to test the efficacy of Slovakia-based natural zeolite in the removal of Mn from aqueous systems – making it more efficient, reducing costs, improving the economic viability, though the economic aspect is not the merit of the study, and making it simpler.

Materials and methods

Mn(II) solutions were prepared from analytic grade MnSO₄·H₂O, obtained from ITES Vranov, Ltd. (SK). Analytic grade hydrochloric acid and sodium hydroxide were used to adjust the pH, both obtained from ITES Vranov, Ltd. (SK).

Zeolites

Zeolites are aluminosilicates, naturally occurring minerals, with an open framework crystal structure. Zeolites are widely used in many applications, for example as molecular sieves, adsorbents, surfactants, as well as for removal of cations from acid mine water and industrial wastewater. Natural zeolites have high capacity in removing heavy metals from contaminated water, are relatively cheap, safe, and environmentally friendly adsorbents. The zeolite quarry, where the samples used for study were obtained from, is located in Nižný Hrabovec (SK) and is considered to be one of the largest deposits and cleanest zeolite areas in Europe (Zeochem, 2017). The basic characteristic of the zeolite is in Tab. 1.

ZeoAqua (0.5-1, 1-2.5, 0.5-2.5) has functions of triple filtration, i.e. macrofiltration, microfiltration, ion exchange. It can eliminate odour, remove ammonia and other contaminants from water. It adsorbs the pollutants on the extremely large mineral surface and increases the effectiveness of sanitizer. It is non-toxic (Zeochem, 2017). The particle size distributions are presented in Figs 1-3.

Tab. 1 Zeolite characteristics (Zeocem, 2017)

Chemical composition	[%]
SiO ₂	65-71.3
Al ₂ O ₃	11.5-13.1
CaO	2.7-5.2
K ₂ O	2.2-3.4
Fe ₂ O ₃	0.7-1.9
MgO	0.6-1.2
Na ₂ O	0.2-1.3
TiO ₂	0.1-0.3
Si/Al	4.8-5.4
Mineral composition	[%]
Clinoptilolite	84
Cristobalite	8
Clay mica	4
Plagioclase	3-4
Rutile	0.1-0.3
Silica	Traces
Physical and mechanical properties	
Bulk density	1600-1800 kg.m ⁻³
Specific surface	30-60 m ² .g ⁻¹
Specific weight	2200-2440 kg. m ⁻³
Whiteness	70 %
Hardness (Mohs Scale)	1.5-2.5
Porosity	24-32 %
Ion-exchange properties	[mol.kg ⁻¹]
Ca ²⁺	0.64-0.98
Mg ²⁺	0.06-0.19
K ⁺	0.22-0.45
Na ⁺	0.01-0.19
Total ion-exchange capacity	1.20-1.50

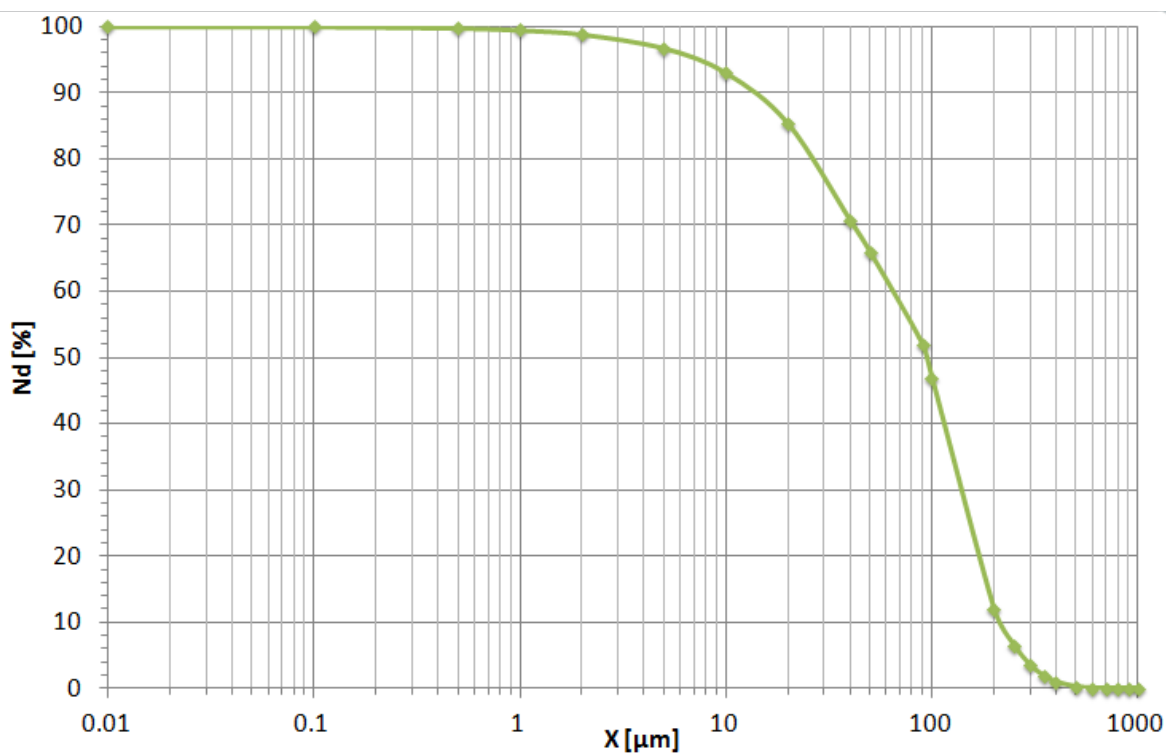


Fig. 1 Particle size distribution of ZeoCem Aqua 0.5 – 1.

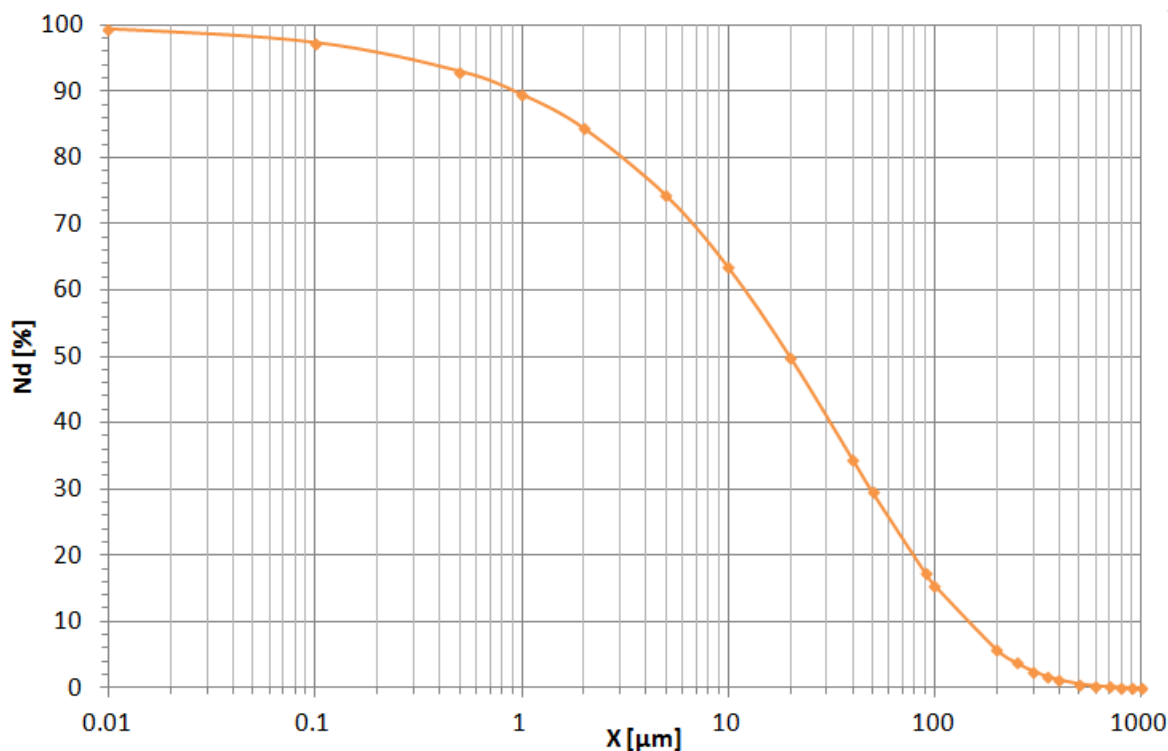


Fig. 2 Particle size distribution of ZeoCem Aqua 1 – 2.5.

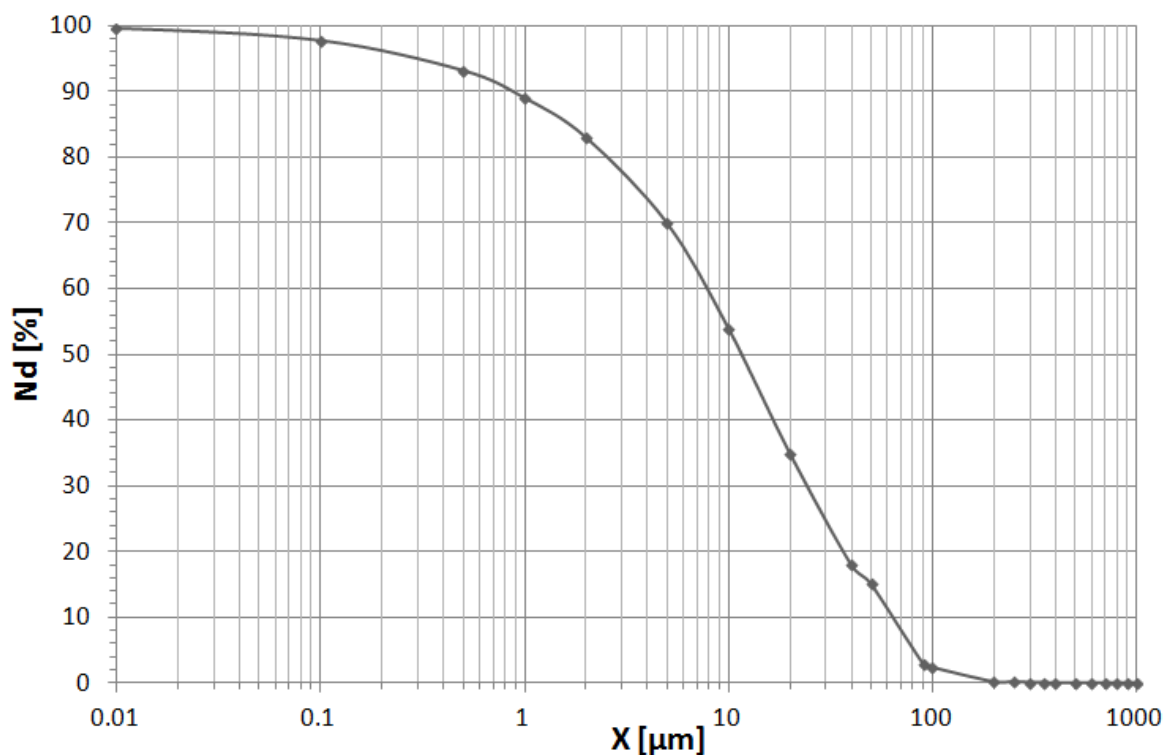


Fig. 3 Particle size distribution of ZeoCem Aqua 0.5 – 2.5.

Sorption experiments

The equilibrium experiments were carried out with a series of flasks containing 100 mL (V) of metal ion solution of different initial concentrations ($C_0 = 0.001$ to 1 g.L^{-1}) prepared from manganese sulphate and a fixed dosage of sorbent ($C_a = 1 \text{ g.L}^{-1}$) which were agitated for 2 hours in a rotary shaker at 200 min^{-1} , with a temperature control at $25 \text{ }^\circ\text{C}$, what was sufficient for the metal ions adsorption to reach an equilibrium. The initial pH of the solution was 7.

After equilibration and sedimentation of suspensions the samples were settled and the solutions were analysed for metal content by AAS as described below. The amounts of metal adsorbed q_e ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in each flask were determined from the difference between the initial metal concentration C_0 and metal concentration at equilibrium C_e ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) in the solution and were calculated according to equation:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m_a} \quad (1)$$

m_a (g) is the weight of adsorbent, V (L) is the volume of solution.

All the experiments were performed in triples and the result was taken as the average value of each experiment.

Data analysis

Adsorption isotherms are a critical piece of information on optimization of the use of adsorbents. Isotherm models provide an adequate description of Mn (II) adsorption equilibria on zeolites. The following isotherms were used:

- Freundlich (1906):

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \quad (2)$$

K_f ($\text{m}^{3/n}\cdot\text{kg}^{-1/n}$) is adsorption capacity, n is intensity (1); the isotherm represents sorption taking place on a heterogeneous surface with interaction between the adsorbed molecules (Albadarin et al., 2011),

- Langmuir (1916):

$$q_e = \frac{q_m a_L C_e}{1 + a_L C_e} \quad (3)$$

q_m ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) is maximum sorption capacity, a_L ($\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$) is adsorption energy; the isotherm represents sorption taking place on a homogenous surface within the adsorbent (Günay et al., 2007),

- Redlich-Peterson (1959):

$$q_e = \frac{K_R C_e}{1 + a_R C_e^\beta} \quad (4)$$

K_R ($\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$) and a_R ($\text{m}^{3\beta}\cdot\text{kg}^{-\beta}$) are constants, β (1) is exponent; the isotherm is used as a compromise between the Langmuir and Freundlich systems (Albadarin et al., 2011).

Regression analysis

The two-parameter adsorption isotherms were transformed into linear forms for obtaining adjustable parameters by linear regression analysis; though the three-parameter isotherm were not fitted to experimental data by linear regression means but in this case non-linear least squares analysis was applied.

For that reasons, a minimization procedure has been adopted to solve isotherms and kinetic equations by minimizing the sum of error squared between the predicted values and the experimental data using the solver add-in function of the Microsoft Excel. In order to quantitatively compare the applicability of isotherm equations in fitting to data, non-linear correlation coefficient (R^2) was calculated.

Metal concentration analysis

The concentrations of metals in solutions were measured by the atomic absorption spectrometer (AAS) iCE 3300 Thermo Scientific (USA) with deuterium correction background. The samples were settled and the clear solution was used for the analysis. The samples were diluted, if necessary, using distilled water. The measurements were conducted at a wavelength of 279.5 nm with a detection limit of $0.020 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. The standards were prepared from Manganese standard solution for AAS, obtained from Acros Organics, Thermo Fisher Scientific Inc., Geel (BE) by dilution in distilled water.

Results and discussion

The parameters of the isotherms for Mn(II) adsorption onto ZeoAqua 0.5 – 1, ZeoAqua 1 – 2.5, and ZeoAqua 0.5 – 2.5 are presented in Tab. 2.

The maximum sorption capacity of Mn(II) onto ZeoAqua 0.5 – 1 is $0.95 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. The equilibrium data and the fitted data of Mn(II) adsorption by isotherms are displayed in Figure 2. The correlation coefficients are in the range of 0.8560 to 0.9561. Based on the regression analysis and the fit in the graphics the best describing isotherm is Langmuir isotherm.

The maximum sorption capacity of Mn(II) onto ZeoAqua 1 – 2.5 is $0.82 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. The equilibrium data and the fitted data of Mn(II) adsorption by isotherms are displayed in Figure 3. The correlation coefficients are in the

range of 0.7385 to 0.9018. Based on the regression analysis and the fit in the graphics the best describing isotherm is Langmuir isotherm.

Tab. 2 Adsorption isotherm constants of Mn(II) on ZeoAqua

Adsorbent		ZeoAqua 0.5 – 1	ZeoAqua 1 – 2.5	ZeoAqua 0.5 – 2.5
Freundlich isotherm	k_f	0.0502	0.0185	0.1412
	n	2.6143	2.0325	4.6468
	R^2	0.8675	0.7385	0.1532
Langmuir isotherm	q_m	0.9545	0.8246	0.9231
	a_L	0.0052	0.0029	0.0033
	R^2	0.9561	0.9018	0.9331
Redlich-Peterson isotherm	k_R	0.3141	0.6606	0.6768
	b_R	6.1031	35.4243	4.6678
	β	0.6208	0.5087	0.7884
	R^2	0.8560	0.8007	0.9768

The maximum sorption capacity of Mn(II) onto ZeoAqua 0.5 – 2.5 is 0.92 mg.g⁻¹. The equilibrium data and the fitted data of Mn(II) adsorption by isotherms are displayed in Figure 4. The correlation coefficients are in the range of 0.1532 to 0.9768. Based on the regression analysis and the fit in the graphics the best describing isotherm is Redlich-Peterson isotherm.

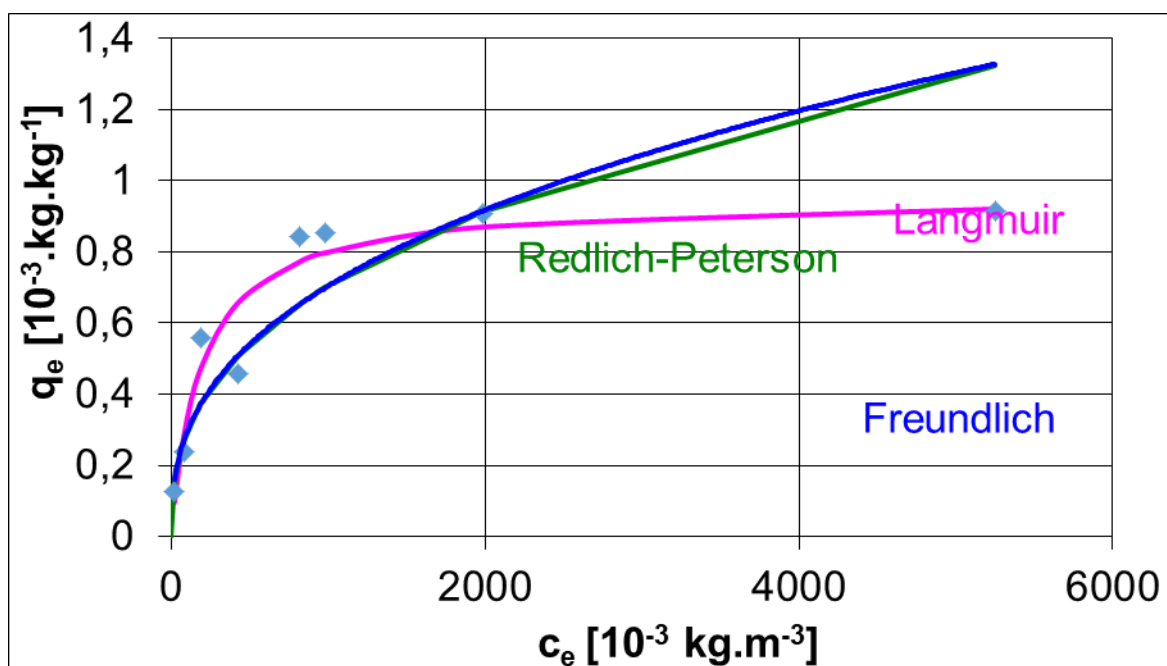


Fig. 2 Adsorption isotherms of Mn(II) on ZeoAqua 0.5 – 1

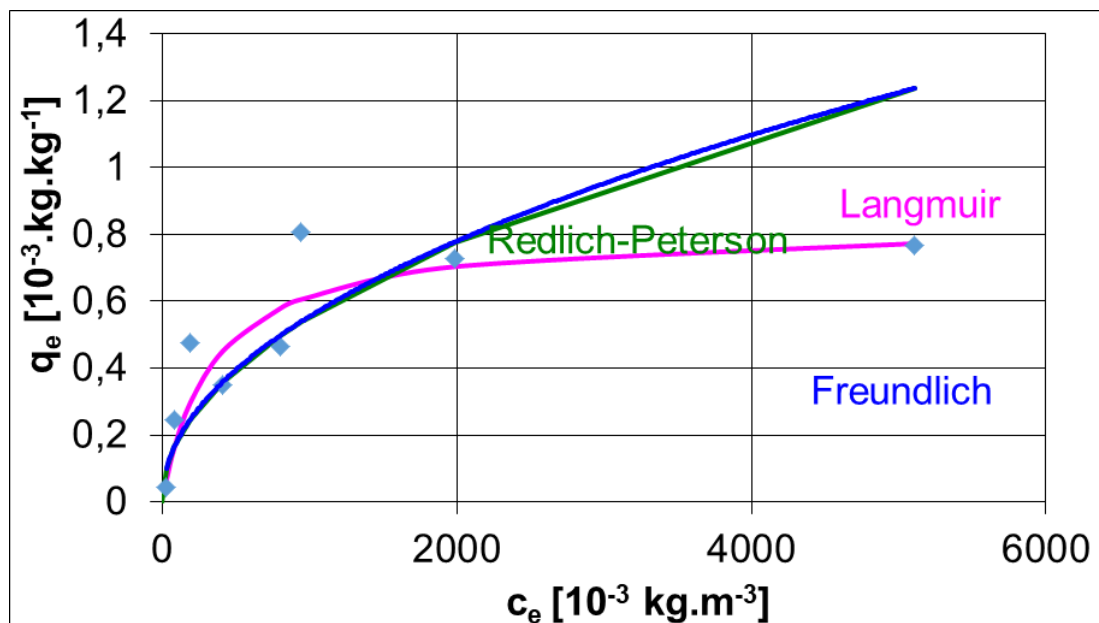


Fig. 3 Adsorption isotherms of Mn(II) on ZeoAqua 1 – 2.5

Tab. 3 A comparison of sorption capacities of different Mn(II) adsorbents

Adsorbent	q_{\max} [mg.g ⁻¹]	Temperature [°C]	Initial pH	Source
ZeoAqua 0.5 – 1	0.954	20	7	
ZeoAqua 1 – 2.5	0.824	20	7	
ZeoAqua 0.5 – 2.5	0.923	20	7	
ZeoCem Mn dark	3.057	20	7	(Bakalár and Pavolová, 2018)
ZeoCem Mn light	2.143	20	7	(Bakalár and Pavolová, 2018)
ZeoCem Mn mixed	2.105	20	7	(Bakalár and Pavolová, 2018)
Natural Chilean zeolite	7.114	25	6	(Taffarel and Rubio, 2010)
Manganese oxide coated Chilean zeolite	30.216	25	6	(Taffarel and Rubio, 2010)
Natural zeolite tuff from the Vranjska Banja deposit (Serbia)	8.610	25	6	(Rajic et al., 2009)
Natural zeolite from Sivas-Yavu (Turkey)	7.680	25	6	(Ates, 2014)
Aluminium modified natural zeolite from Sivas-Yavu (Turkey)	25.120	25	6	(Ates, 2014)
NH ₄ ⁺ exchanged natural zeolite from Sivas-Yavu (Turkey)	24.330	25	6	(Ates, 2014)
Natural zeolite from the Manisa-Demirci region (Turkey)	31.200	25	6	(Ates and Akgül, 2016)
NaOH modified natural zeolite from the Manisa-Demirci region (Turkey)	66.100	25	6	(Ates and Akgül, 2016)
Natural zeolite from Manisa-Gördes in Western Anatolia (Turkey)	8.241	25	6-7	(Erdem et al., 2004)
Unmodified bentonite (no further details)	12.410	20	5.49	(Randelović et al. 2011)
Surfactant-modified alumina	1.480	30	8.05	(Khobragade and Pal, 2014)
White rice husk ash	18.010	35	*	(Tavlieva et al., 2015)
Carbonyl iron microparticles	0.600	25	7	(Funes et al., 2014)
Sugarcane bagasse	0.676	23	4.5	(Esfandiar et al., 2014)
Activated carbon	1.897	23	4.5	(Esfandiar et al., 2014)
Granular activated carbon from coconut shell	2.545	30	*	(Jusoh et al., 2005)
Granular activated carbon	7.630	20	7	(Goher, et al., 2015)
Amberlite IR-120H	8.710	20	7	(Goher, et al., 2015)

*no pH adjustment

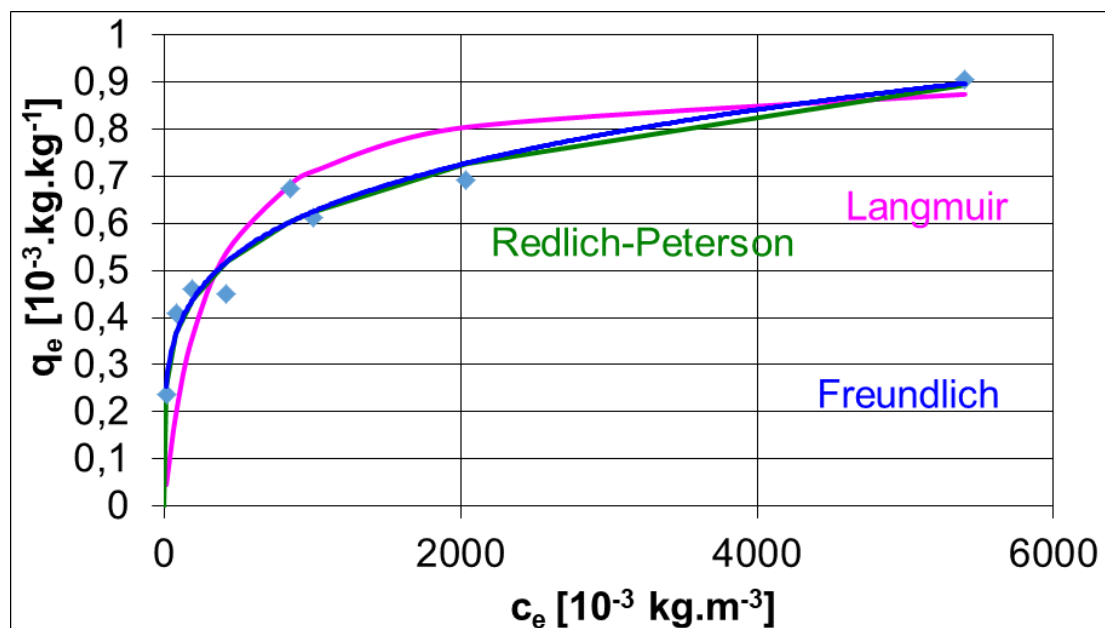


Fig. 4 Adsorption isotherms of Mn(II) on ZeoAqua 0.5 – 2.5

Conclusion

The adsorption study was conducted with three sorbents based on zeolite. Based on the correlation coefficients we evaluated the equilibrium and selected the most suitable isotherm. The study confirmed that the experimental data are best described by Langmuir isotherm for both ZeoAqua 0.5 – 1 and ZeoAqua 1 – 2.5, and by Redlich-Peterson isotherm for ZeoAqua 0.5 – 2.5. ZeoAqua 0.5 – 1 with smaller mean particle size has the highest sorption capacity for Mn, which might be caused by the particle size of the adsorbent. Further studies will concentrate on searching for other sorbents, especially those based on natural materials from Slovakia and their comparison under different conditions, especially varying pH and temperature as well as their modifications.

Acknowledgement

This work was supported by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education of Slovak Republic under the grant No. 1/0515/18.

References

- A.B. Albadarin, A.H. Al-Muhtaseb, N.A. Al-laqtah, G.M. Walker, S.J. Allen and M.N.M. Ahmad, 2011. Biosorption of toxic chromium from aqueous phase by lignin: mechanism, effect of other metal ions and salts, *Chemical Engineering Journal*, 169(1-3), 20-30.
- A. Ates, 2014. Role of modification of natural zeolite in removal of manganese from aqueous solutions, *Powder Technology*, 264, 86-95.
- A. Ates and G. Akgül, 2016. Modification of natural zeolite with NaOH for removal of manganese in drinking water, *Powder Technology*, 287, 285-291.
- T. Bakalár, H. Pavolová, 2018. Removal of manganese from water using modified natural zeolite, *International Journal of Engineering Research and Technology*, 11(12), 2045-2059
- E. Erdem, N. Karapinar and R., Donat, 2004. The removal of heavy metal cations by natural zeolites, *Journal of Colloid and Interface Science*, 280(2), 309-314.
- N. Esfandiari, B. Nasernejad and T. Ebadi, 2014. Removal of Mn(II) from groundwater by sugarcane bagasse and activated carbon (a comparative study): Application of response surface methodology (RSM), *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(5), 3726-3736.
- H.M.F. Freundlich, 1906. Über die Adsorption in Lösungen, *Zeitschrift fuer Physikalische Chemie*, 57(A), 385-470.
- A. Funes, J. de Vicente, L. Cruz-Pizarro and I. de Vicente, I., 2014. The influence of pH on manganese removal by magnetic microparticles in solution, *Water Research* 53, 110-122.

- M.E. Goher, A.M. Hassan, I.A. Abdel-Moniem, A.H. Fahmy, M. H. Abdo and S.M. El-sayed, S. M., 2015. Removal of aluminum, iron and manganese ions from industrial wastes using granular activated carbon and Amberlite IR-120H, *Egyptian Journal of Aquatic Research* 41(2), 155-164.
- A. Günay, E. Arslankaya and I. Tosun, 2007. Lead removal from aqueous solution by natural and pretreated clinoptilolite: Adsorption equilibrium and kinetics, *Journal of Hazardous Material*, 146(1-2), 362-371.
- A. Jusoh, W.H. Cheng, W.M. Low, A. Nora'aini, A. and M.J. Megat Mohd Noorb, 2005. Study on the removal of iron and manganese in groundwater by granular activated carbon. *Desalination* 182, 347-353.
- M.U. Khobragade and A. Pal, 2014. Investigation on the adsorption of Mn(II) on surfactant-modified alumina: batch and column studies, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(4), 2295-2305.
- I. Langmuir, 1916. The constitution and fundamental properties of solids and liquids. Part I. Solids, *Journal of American Chemical Society* 38(11), 2221-2295.
- N. Rajic, D. Stojakovic, S. Jevtic, N. Zabukovec Logar, J. Kovac and V. Kaucic, 2009. Removal of aqueous manganese using the natural zeolitic tuff from the Vranjska Banja deposit in Serbia, *Journal of Hazardous Material*, 172(2-3), 1450-1457.
- M.S. Ranđelović, M.M. Purenović, A.R. Zarubica, I.D. Mladenović, J.M. Purenović and M.Z. Momčilović, 2011. Fizičko-hemijska karakterizacija bentonita i njegova primena u uklanjanju Mn²⁺ iz vode, *Hemijska industrija* 65(4), 381-387.
- O. Redlich and D.L. Peterson, 1959. A useful adsorption isotherm, *The Journal of Physical Chemistry* 63(6), 1024-1024.
- S.R. Taffarel and J. Rubio, 2010. Removal of Mn²⁺ from aqueous solution by manganese oxide coated zeolite, *Minerals Engineering*, 23(14), 1131-1138.
- M.P. Tavlieva, S.D. Genieva, V.G. Georgieva and L.T. Vlaev, 2015. *Molecular Liquids*, 211, 938-947.
- Zeocem, 2017. [online], [cited 24.2.2017], available on-line: <http://www.zeocem.com/sk/>

Kontaminácia vôd rádionuklidmi

Katarína BEŇOVÁ^{1,a}, Michaela ŠPALKOVÁ^{1,b}

¹Katedra biológie a genetiky, Ústav biológie, zoológie a rádiobiológie, UVLF Košice, Komenského 73
^aKatarina.Benova@uvlf.sk, ^bMichaela.Spalkova@uvlf.sk

Abstrakt

Slovensko je krajinou bohatou na minerálne vody. Minerálne vody vznikajú infiltráciou zrážkových vôd pod zemský povrch priepustnými horninami, týmto procesom sa obohacujú o minerálne látky. Podľa množstva a typu minerálnych látok a teploty rozlišujeme minerálne vody termálne, minerálne vody stolové, minerálne vody liečivé a mineralizované prírodné vody. Pri kontakte s pôdou a horninami sa voda obohacuje aj o rádionuklidy. V tejto práci sme sa zaoberali kontamináciou minerálnych vôd zo sedemástich lokalít Slovenska. Vodu sme odoberali v množstve 5 l na jednu vzorku. Na stanovenie celkovej aktivity alfa a beta bola použitá metóda merania scintilátorom NA6201. Na stanovenie aktivity ²²⁶Ra bola použitá scintilačná emanometrická metóda. Pre stanovenie U_{nat} bola použitá spektrofotometrická metóda. Najvyššia celková aktivita alfa a celková aktivita ²²⁶Ra bola zistená v Kúpeľoch Piešťany. Najvyššia celková aktivita beta bola zistená v prameni Sv. Kríža – Sivá Brada a Unat v Gemerke – Tornaľa.

KLúčové slová: aktivita alfa, aktivita beta, rádionuklidy, voda

Úvod

Na Slovensku bolo doteraz zaregistrovaných 1284 minerálnych prameňov, z nich niektoré už zanikli. Niektoré sa využívajú tak pre balneologické účely, ako aj pre komerčné účely, ako prírodné minerálne vody (Hanigovská a kol. 2008). Prírodné minerálne vody, minerálne vody liečivé a termálne minerálne vody okrem minerálnych látok obsahujú aj rádionuklidy. Rádionuklidy sú zodpovedné za rádioaktivitu vody, ktorá býva práve v podzemných vodách vyššia ako v povrchových. Dlhodobé užívanie vôd so zvýšenou rádioaktivitou, môže mať negatívny dopad na ľudské zdravie. Doporučená dávka rádioaktivity prijatej vodou by nemala prekročiť 0,1 mSv za rok. Rádioaktívne vody sa však úspešne používajú na balneoterapiu, hlavne na liečbu pohybových ochorení, príkladom sú aj Jáchymovské kúpele.

Materiál a metodika

Vzorky minerálnych vôd sme odoberali zo sedemástich lokalít Slovenska: Sivá Brada, Piešťany kúpele, Tornaľa, Turčianske Teplice, Košice, Mariánka pri Bratislave, Dargov, Bardejovské kúpele, Volovské vrchy, Turzová, Kysucké Beskydy, Herľany, Dobrá voda, Horné Orešany, Chtelnica, Nová Lehota, Považský Inovec.

Odoberali sme ich v množstve 5 l na jednu vzorku v priebehu rokov 2010 a 2011. Po odobraní sa vzorka o objeme 3 l odparovala z kadičky pod infralampami. Po odparení značného množstva vody sme vzorku premiestnili do porcelánových nádobiek a nechali odparovať do sucha. Usadeninu z porcelánovej misky sme vyškrabali a rovnomerne naniesli na meraciu miskú. Preparáty pripravené na meracích miskách sme sušili v teplotovzdušnom sterilizátora a merali sme ich po 24h od vysušenia. Na detekciu sa používa nízko pozadový scintilačný detektor NA6201.

Výsledky

Meraním sme zistili, že najväčšia celková aktivita alfa bola nameraná v kúpeľoch Piešťany 9,81 Bq.l⁻¹. Najväčšia celková aktivita beta bola nameraná v prameni sv. Kríža Sivá Brada 4,42 Bq.l⁻¹. Najväčšia aktivita ²²⁶Ra bola zistená v Kúpeľoch Piešťany 1,932 Bq.l⁻¹. Najväčšia aktivita U_{nat} bola zistená v Gemerke 0,425 mg.l⁻¹ (Tab.1.).

Diskusia

Existujú miesta na zemi kde úroveň radiácie je desať krát vyššia ako priemerná hodnota prirodzeného radiačného pozadia, delta rieky Níl a Kongo, niektoré ostrovy Nového Zélandu, niektoré oblasti Brazílie, Indie (Kiršin a kol. 1988). Obsah rádia v minerálnych a termálnych vodách v Jáchymove obsahuje až 18,5 MBq.m⁻³ (Love 1951). V oblasti Badgastein v Rakúsku je známy vysoký obsah ²³⁸U (Srncik a kol. 2010). Priemerné

hodnoty aktivity U_{nat} v minerálnych vodách na Slovensku vypočítaných z 243 vzoriek je $0,0045 \text{ Bq.l}^{-1}$. Priemerná hodnota ^{226}Ra z 243 vzoriek bola $0,196 \text{ Bq.l}^{-1}$ (Mátel 2011).

Tab. 1 Najvyššie namerané aktivity vo vzorkách.

Zdroj	Lokalita	Alfa	Beta	^{226}Ra	U_{nat}
		[Bq.l ⁻¹]	[Bq.l ⁻¹]	[Bq.l ⁻¹]	[mg.l ⁻¹]
prameň Sv. Križa	Sivá Brada	$2,91 \pm 0,85$	$4,42 \pm 0,53$	$0,241 \pm 0,016$	$0,341 \pm 0,027$
prameň 60°C	Piešťany Kúpele	$9,81 \pm 0,58$	$2,52 \pm 0,14$	$1,932 \pm 0,046$	$0,029 \pm 0,002$
Gemerka	Tornaľa	$1,29 \pm 0,30$	$< 0,39$	$0,113 \pm 0,011$	$0,425 \pm 0,033$
prameň	Turčianské Teplice	$2,00 \pm 0,28$	$0,61 \pm 0,08$	$0,489 \pm 0,024$	$0,051 \pm 0,004$
vrt G5 – Anička	Košice	$1,10 \pm 0,26$	$0,25 \pm 0,15$	$0,143 \pm 0,012$	$0,037 \pm 0,003$
prameň	Mariánka pri Bratislave	$0,15 \pm 0,06$	$< 0,10$	$0,005 \pm 0,002$	$0,023 \pm 0,002$
prameň	Dargov	$0,09 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,03$	$0,008 \pm 0,003$	$0,014 \pm 0,001$
hlavný prameň	Bardejovské kúpele	$0,99 \pm 0,43$	$< 0,65$	$0,091 \pm 0,010$	$0,032 \pm 0,002$
prameň	Kráľová studňa, Volovské vrchy	$< 0,07$	$0,12 \pm 0,02$	$< 0,012$	$0,013 \pm 0,001$
prameň	Turzová-Živčáková	$< 0,07$	$0,05 \pm 0,02$	$< 0,012$	$0,017 \pm 0,001$
gejzír	Herľany	$< 1,83$	$0,96 \pm 0,36$	$0,244 \pm 0,018$	$0,133 \pm 0,010$
prameň	Svrčinovec-Zátky, Kysucké Beskydy	$< 0,06$	$< 0,03$	$< 0,013$	$0,015 \pm 0,001$
Zlatá studňa	Dobrá Voda	$< 0,08$	$< 0,05$	$< 0,008$	$< 0,02$
Husí stok	Horné Orešany	$< 0,011$	$< 0,05$	$< 0,009$	$< 0,022$
Vyvieračka pod Bacharkou	Chtelnica	$< 0,07$	$< 0,05$	$< 0,008$	$0,035 \pm 0,001$
Kyselka Dastín, Považský Inovec	Nová Lehota	$0,86 \pm 0,27$	$0,20 \pm 0,10$	$0,109 \pm 0,014$	$0,034 \pm 0,003$
Lucka, Lúka nad Váhom	Považský Inovec	$0,08 \pm 0,04$	$0,05 \pm 0,02$	$< 0,016$	$0,015 \pm 0,001$

Za rádioaktívnu sa voda pokladá, ak aspoň jedna z uvedených hodnôt prekračuje limity: koncentrácia U_{nat} je viac ako $0,03 \text{ mg.l}^{-1}$, objemová aktivita ^{226}Ra nad $0,5 \text{ Bq.l}^{-1}$ a objemová aktivita ^{222}Rn je nad 200 Bq.l^{-1} (Mátel 2011). Z monitorovania minerálnych vôd na Slovensku za obdobie 1992 – 2010 vyplýva, že vo svojom mineralizáte obsahujú rádioaktivitu, ale jej hodnoty nepredstavujú zvýšené zdravotné riziko (Vrábel 2010).

Záver

Cieľom našej práce bolo zmonitorovať obsah rádionuklidov a žiarenia v prameňoch na území Slovenska. Zvýšené hodnoty sme zistili hlavne v lokalitách Sivá Brada, Piešťany, Košice a Tornaľa.

Nami zistené výsledky sa zhodujú s údajmi iných autorov. Z monitorovania minerálnych vôd na Slovensku vyplýva, že vo svojom mineralizáte obsahujú rádioaktivitu, ale jej hodnoty nepredstavujú zvýšené zdravotné riziko.

Literatúra

- Hanigovská, S., Pixová, L., Verčimáková, K. (2008). Carbonic Mineral Water of Eastern Slovakia and Abilities of Their Exploitations Acta Montanistica Slovaca Ročník 13, číslo 2, 259 - 266
- Kiršin, V.A. a kol. (1988). Veterinární radiobiologie, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1988, 190s.
- Love, S. K. (1951). Natural Radioactivity of Water. Ind. Eng. Chem., 43, 1541.
- Mátel, L. (2011). Rádioekológia, Kartiprint, Bratislava, ISBN 978- 80- 89553-01-3.
- Srncík, M., Steier, P., Wallner, G. (2010). Determination of the isotopic ratio $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ in Austrian water samples, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 268, 1146–1149.
- Vrábel, V. (2010). Doporučené množstvá vody na pitie z vybraných minerálnych prameňov a vrtov Východoslovenského regiónu, 2. vedecká konferencia Košice.

Vzájomné pôsobenie vybraných ťažkých kovov a azoxystrobinu vo vode

Katarína BEŇOVÁ^{1,a}, Michaela ŠPALKOVÁ^{1,b}

¹Katedra biológie a genetiky, Ústav biológie, zoológie a rádiobiológie, UVLF Košice, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika

^aKatarina.Benova@uvlf.sk, ^bMichaela.Spalkova@uvlf.sk

Abstrakt

V predloženej práci sme sledovali účinky síranu zinočnatého, chloridu kadmnatého, a azoxystrobinu na letalitu *Artemia franciscana*. Sledovali sme pôsobenie samotného azoxystrobinu, zinku a kadmia a ich vzájomných kombinácií. Štatisticky významné zníženie letality sme pozorovali v skupinách s kombináciou azoxystrobin zink a kadmium. Podobný účinok sme zaznamenali aj v skupine azoxystrobin zink a kadmium. Tieto výsledky poukazujú na skutočnosť že zink je buď priamo viazaný na molekulu azoxystrobinu alebo ovplyvňuje enzymatický systém zodpovedný za škodlivý účinok azoxystrobinu.

KLúčové slová: *Artemia franciscana*, azoxystrobin, kadmium, síran zink

Úvod

Zinok má značnú afinitu k ligandom obsahujúcim dusík a síru. V biologických systémoch sa nachádza vo väzbe s mnohými organickými látkami, napríklad bielkovinami, aminokyselinami, nukleovými kyselinami. Zinok ako významný biogénny prvok je súčasťou mnohých metaloenzymov. Kadmium je toxikologicky významný kontaminant životného prostredia. Primárnym miestom škodlivého účinku kadmia sú bunkové membrány, ktoré strácajú svoje štruktúrne a funkčné vlastnosti. Pôsobí inhibične na aktivitu mnohých enzýmov. Je známy biologický antagonizmus kadmia voči zinku (Chukhlova a kol., 2001).

Azoxystrobin je fungicíd so širokým spektrom účinku proti hlavným druhom patogénnych plesní, hlavne z rodov Ascomycetes, Basidiomycetes, Deuteromycetes a Oomycetes. Inhibuje klíčenie spór a rast mycélia. Je to jeden z najpoužívanejších fungicídov v celosvetovom meradle. Azoxystrobin je charakterizovaný ako nebezpečný pre ryby, a aj ostatné vodné živočíchy (Tomlin, 2000).

Súčasným trendom je znižovanie počtu pokusov na zvieratách na minimum. V zmysle Smernice Rady Európy (1986) sú za zvierat považované všetky živé stavovce okrem človeka, vrátane voľne žijúcich, ich rozmnožovania schopné larvy, nie však plody alebo embrya. Preto sme v tejto práci využili alternatívny biotest II. generácie na *Artemia franciscana* (Dvořák, 1995; Dvořák, 2002). Intenzívna poľnohospodárska výroba si vyžaduje zvýšené používanie pesticídov, čo má za následok zvýšenú zaťaženosť ekosystému. S rastúcim stupňom znečistenia sa zvyšuje záujem o dôsledky vzájomného pôsobenia rôznych druhov cudzorodých látok na živé systémy.

Materiál a metódy

V experimente boli použité *Artemia franciscana* vyliahnuté v morskej vode ktorá mala nasledovné zloženie: (NaCl 23,900 g.l⁻¹, MgCl₂.6H₂O 10,830 g.l⁻¹, CaCl₂.6H₂O 2,250 g.l⁻¹, KCl 0,680 g.l⁻¹, Na₂SO₄.10H₂O 9,060 g.l⁻¹, NaHCO₃ 0,200 g.l⁻¹, SrCl₂.6H₂O 0,040 g.l⁻¹, KBr 0,099 g.l⁻¹, H₃BO₃ 0,027 g.l⁻¹; pH - 8,31.) (Dvořák, 2005). 10 ks čerstvo vyliahnutých naupliových štádií sme umiestnili do polystyrénových Petriho misiek o priemere 60 mm pri celkovom objeme morskej vody 10 ml (vrátane vzorky). V pokuse boli použité roztoky:

- chlorid kadmnatý (CdCl₂.2H₂O) v koncentrácii 50 mg/l,
- síran zinočnatý (ZnSO₄.7H₂O) v koncentrácii 150 mg/l,
- azoxystrobin v koncentrácii 0,3 mg/l,

samostatne a vo vzájomných kombináciách (Tab. 1). Všetky skúmané roztoky boli riedené v morskej vode. Experiment bol rozdelený do 8 pokusných skupín (Tab. 1).

V každom pokuse bolo 50 jedincov, ktorí boli rozdelení do 5 samostatných skupín (misiiek) po 10 jedincov. V experimente bolo celkovo použitých 400 jedincov. Petriho misie boli po predchádzajúcej dezinfekcii termostatu (Kočišová, 2005) umiestnené pri teplote 20 ± 1 °C.

V časovom intervale 24, 48, 72 a 96 hod. sme vykonali odčítanie živých artémií. Výsledky sme porovnali oproti kontrolnej skupine a štatisticky vyhodnotili. Zároveň boli štatisticky porovnané skupiny obsahujúce

azoxystrobin. Na vylúčenie odľahlých hodnôt sme použili Deanov-Dixonov test (Dvořák, 1995). Rozdiely medzi jednotlivými skupinami sme testovali pomocou signifikantných rozdielov preukázateľnosti (Wayland, 1991).

Tab. 1 Pokusné objekty boli rozdelené do 8 pokusných skupín nasledovne

Rozdelenie pokusných skupín	Koncentrácia CdCl ₂ ·2H ₂ O (mg/l)	Koncentrácia ZnSO ₄ ·7H ₂ O (mg/l)	Koncentrácia azoxystrobinu (mg/l)
K	0	0	0
A	0	0	0,3
Cd	50	0	0
Zn	0	150	0
ACd	50	0	0,3
AZn	0	150	0,3
CdZn	50	150	0
ACdZn	50	150	0,3

Výsledky a diskusia

V kontrolnej skupine sme pozorovali 4 % letalitu *Artemia franciscana*. Po 24 a 48 hodinách expozície sme pozorovali štatisticky významné zvýšenie letality v skupinách ktoré obsahovali azoxystrobin samotný a azoxystrobin v kombinácii s kadmim v porovnaní s kontrolnými skupinami. Po 72 hodinách expozície sme pozorovali štatisticky významnú letalitu vo všetkých pokusných skupinách okrem skupín ktoré obsahovali samotný zinok a zinok v kombinácii s kadmim, v týchto skupinách v porovnaní s kontrolou rozdiel nebol štatisticky významný. Po 96 hodinách expozície sme pozorovali štatisticky významne zvýšenú letalitu vo všetkých pokusných skupinách v porovnaní s kontrolou.

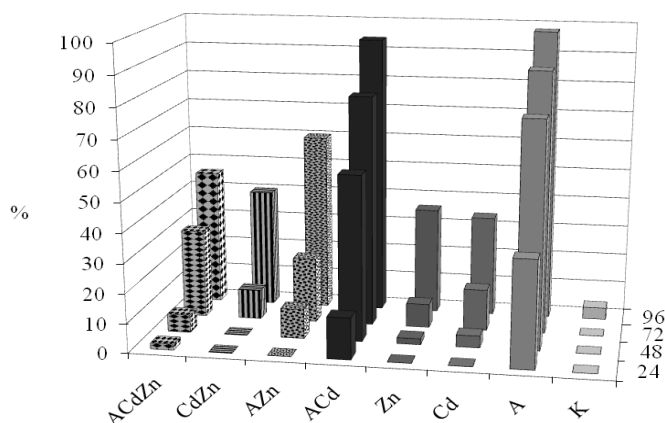
Tab. 2 Letalita *Artemia franciscana*

Skupina experimentu	24 hod.			48 hod.			72 hod.			96 hod.		
	x	n	s	x	n	s	x	n	s	x	n	s
K	0	5	0,0	0	5	0,0	0	5	0,0	4	5	4,3
A	36	5	21,5	76*	5	17,2	88*	5	8,6	98*	5	4,3
Cd	0	5	0,0	4	5	4,3	14*	5	4,3	34*	5	8,6
Zn	0	5	0,0	2	5	4,3	8	5	4,3	36*	5	12,9
ACd	14	5	8,6	56*	5	12,9	78*	5	12,9	94*	5	4,3
AZn	0	5	0,0	10	5	0,0	22*	5	8,6	60*	5	12,9
CdZn	0	5	0,0	0	5	8,6	10	5	4,3	40*	5	0,0
ACdZn	2	5	0,0	6	5	0,0	30*	5	8,6	46*	5	12,9

x – priemerná letalita v %; n – počet testovaných skupín; s – smerodajná odchylka; $\alpha = 0,05$

* - štatistická významnosť preukázaná v porovnaní s kontrolnou skupinou

Pri porovnaní skupiny obsahujúcej azoxystrobin samotný so skupinami obsahujúcimi azoxystrobin v kombinácii sme pozorovali štatisticky významné zníženie letality v skupinách ktoré obsahovali zinok (AZn) a zinok v kombinácii s kadmim (ACdZn) toto zníženie letality sme pozorovali vo všetkých časových intervaloch. V skupine ktorá obsahovala azoxystrobin v kombinácii s kadmim (ACd) sme štatisticky významné zníženie letality pozorovali po 24 a 48 hodinách expozície (Obr. 1).



Obr. 1 Letalita *Artemia franciscana*

K zaujímavým pozorovaniam tohto experimentu patrí interakcia síranu zinočnatého a azoxystrobinu. Pri porovnaní pôsobenia azoxystrobinu 0,3 mg.l⁻¹ sme pozorovali výrazný ochranný účinok síranu zinočnatého na

toxické pôsobenie azoxystrobinu. Tento efekt mohol byť spôsobený buď priamou väzbou zinku na molekulu azoxystrobinu, čo v konečnom dôsledku spôsobilo obmedzenie jeho škodlivých vlastností. Alebo tiež väzbou na enzymatický systém, ktorým sa prejavuje škodlivé pôsobenie azoxystrobinu.

Z hľadiska letality artemií bola dôležitá aj kombinácia zinku a kadmia (CdZn) v porovnaní so skupinou ktorá obsahovala navyše azoxystrobin (ACdZn) v tejto sme pozorovali najnižšie hodnoty letality so všetkých kombinovaných skupín obsahujúcich azoxystrobin. V skupinách obsahujúcich zinok a kadmium buď samostatne alebo vo vzájomnej kombinácii sme pozorovali rovnaký stupeň letality (Koreneková, 2002; Kottferová, 2001; Dvořák, 2000).

Záver

Sledovaním letality v skupinách, kde sme použili chlorid kademnatý a síran zinočnatý a azoxystrobin samostatne alebo v ich vzájomných kombináciách, sme pozorovali zlepšenie prežívania skupín obsahujúcich azoxystrobin v kombinácii so zinkom resp. v kombinácii azoxystrobin zinok a kadmium. Tento jav môžeme pravdepodobne vysvetliť ochranným účinkom zinku a jeho zlúčenín voči škodlivému pôsobeniu azoxystrobinu. A už známym antagonistickým pôsobením zlúčenín zinku voči škodlivému pôsobeniu kadmia.

Literatúra

- Dvořák, P. (1995). Modifikovaný test s *A. salina* pro sledování vlivu interakcí cizorodých látek. Toxicita a biodegradabilita odpadů a látek významných ve vodním prostředí (sborník). Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický a Aqachemie, Milenovice 1995. s. 25-29.
- Dvořák, P., Beňová, K. (2002). The investigation of interactions of low doses of ionizing radiation and risk factors by means of *Artemia salina* biotest. Folia Veterinaria, 46, 4 : 195-197.
- Dvořák, P., Beňová, K., Toropila, M., Grolichová, M. (2000). Interakcia nízkej dávky gama žiarenia s nízkymi koncentraciami chloridu kademnatého a dichromanu draselného. Aktuálne otázky bioklimatológie zvierat, VFU Brno, ISBN 80-7305-392-6, s. 5-8
- Dvořák P., Beňová K. (2002). Sledovanie interakcií nízkych dávok ionizujúceho žiarenia a rizikových prvkov pomocou biotestu s *Artemia salina*. Ekológia a veterinárna medicína V., Košice, ISBN 80-88985-72-2, 53.
- Dvořák, P., Šucman, E., Beňová, K. (2005). The development of a ten day biotest using *artemia salina* nauplii. Biologia, Bratislava, 60/5; 593-597.
- Dvořák, P., Šucman, E. (1995). Statistika ke cvičením z biofyziky. Ústav Biochemie a biofyziky FVHE VFU, Brno, 13 s.
- Chukhlov, A. B., Tokalov, S. V., Yagunov, A. S., Westendorf, J., Reincke, H., Karbe, L. (2001). In vitro suppression of thymocyte apoptosis by metal-rich complex environmental mixtures: potential role of zinc and cadmium excess. Sc. Of Total Environ., 281, p. 171 -173.
- Kočišová, A. (2005). Dezinfekcia prostredia – súčasť preventívnych opatrení pri infekčných chorobách a parazitózach v chovoch zvierat, Dezinfekce, Dezinfekce, Deratizace, 4, ročník XIV, str. 149 – 153.
- Koreneková, B., Skalická, M., Korének, M. (2002). Chróm vo vzťahu k organizmu zvierat. INFOVET 4 – 2002, IX. ročník 35.
- Kottferová, J., Koréneková, B., Siklenka, P., Jacková, A., Hurná, E., Šály, J. (2001). The effect of Cd and vitamin D₃ on the solidity of eggshell, Eur Food Res technol 212,153-155.
- Směrnice rady evropy z 24.listopadu 1986 ke sblížení právních a správních předpisů členských států pro ochranu zvířat používaných pro pokusy a jiné vědecké účely (86/609/EWG) "Evropská konvence o ochraně obratlovců používaných pro pokusné a jiné vědecké účely". Společnost pro vědu o laboratorních zvířatech. Praha 1991. 39 s.
- Tomlin, C. D. S. (2000). The pesticide Manual 2000. Berkshire, Uk: BCPC Publications, 2000. ISBN 1-901396-12-6, s. 1976.
- Wayland, J., Hayes, Jr. (1991). Dosage and Other Factors Influencing Toxicity. In Handbook of Pesticide Toxicology. Volum 1. General Principles. Academic Press p. 39-97.



MINING WATER TREATMENT BY COMBINED MEMBRANE PROCESSES

Tomáš Bakalár, Henrieta Pavolová, Eubica Kozáková, Petra Puškárová, Martina Vasílková Kmecová
 Technical University of Košice, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies,
 Institute of Earth Resources, Letná 9, 042 00 Košice, Slovakia,

Abstract

The aim of this work is to propose a membrane technology for mining water treatment so that the treated water meets the quality criteria of water for release into a recipient or industrial use. First polluted water was prepared, containing high concentrations of metals as well as other elements. Water was treated by selected membrane processes (stage 1 - microfiltration, stage 2- reverse osmosis). The stage 2 produced demineralized water, which was remineralised using Semidol – a dolomitic filter-material approved under DIN EN 1017 and DIN 2000It can be concluded that the resulting water quality in terms of hardness and presence of nitrates and heavy metals improved and the water treatment method is suitable for preparation of both water safe for the environment and industrial water.

Introduction

Contamination of water in Slovakia and worldwide is a serious problem nowadays. Treatment of water using membranes is common for many applications, including softening, desalination, TDS reduction and elimination of specific components such as iron and arsenic and other metals and solid components (Odel, 2010). Microfiltration, in terms of membrane processes, is quite similar to classical filtration. The separation takes place on the basis of the particle size (0.1 to 10 mm) captured on the membrane. The pressure applied at microfiltration is relatively low (<0.2 MPa) compared to other filtration processes. It is often used as water pre-treatment for subsequent treatment by reverse osmosis or electrodialysis. It is a reliable barrier method for disposing of solid micro-particles, microorganisms and other pollutants in water from different sources. (Kajitvichyanukul et al., 2011). Reverse osmosis is a high pressure method used for removal of dissolved metals and salts from the water. Due to typical pore size and large separation ability reverse osmosis is an effective way of removing almost all common water contaminants except volatile organic compounds (Odel, 2010).

Materials and Methods

Water samples analysis were done in the original sample and after each stage.

The water was treated by selected membrane processes (stage 1 – microfiltration and stage 2 – reverse osmosis). The output water after both the stages of treatment was (1) remineralised and (2) demineralised water, which were specified by final concentrations of individual indicators (see Figure 1).

The microfiltration system is equipped with a ceramic membrane (Membralox). The active layer of the membrane is made of $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ which is placed on a rigid porous base. The membrane is resistant to mechanical stress, pressure shock, heat to 150 °C. The pH range is from 0.5 to 13.5 which allows membrane cleaning by aggressive chemicals. Membrane has a tubular form with inner diameter of 7 mm. Its length is 25 cm and the effective membrane area is 50 cm². The average pore size of the membrane is 0.1 – 0.5 μm .

The reverse osmosis system is also equipped with ceramic membrane. It is working in temperature range of 2 – 40 °C and pressure range 300 – 600 kPa.

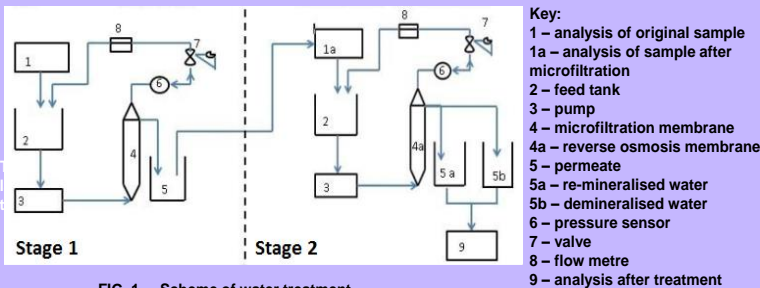


FIG. 1 – Scheme of water treatment.

Results

As shown in Figure 2, the original water sample before treatment contained 134.27, and 130.38 mg/l of calcium, and manganese ions, respectively. After the treatment the value dropped to a concentration of 32.06, and 10.94 mg/l, respectively. As shown in Figure 3, the original water sample before treatment contained 123.08, 134.69, and 108.06 mg/l of chlorides, sulphates, and nitrate ions, respectively. After the treatment the value dropped to a concentration of 8.43, 3.45, and 0.84 mg/l, respectively. As shown in Figure 4, the original water sample before treatment contained about 5 mg/l of arsenic, copper, iron, and nickel ions each. After the treatment the value dropped to zero.

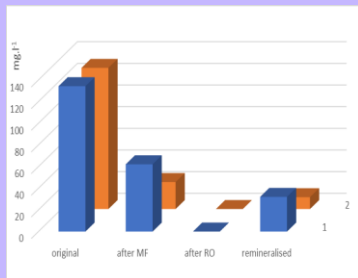


FIG. 2 – Cations concentrations.
 Key: 1 – Ca ions
 2 – Mg ions

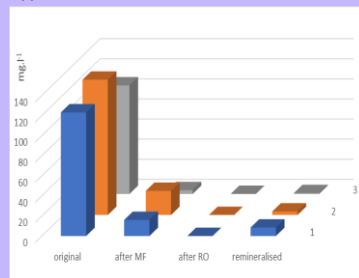


FIG. 3 – Anions concentrations.
 Key: 1 – chloride anions
 2 – sulphate anions
 3 – nitrate anions

Results

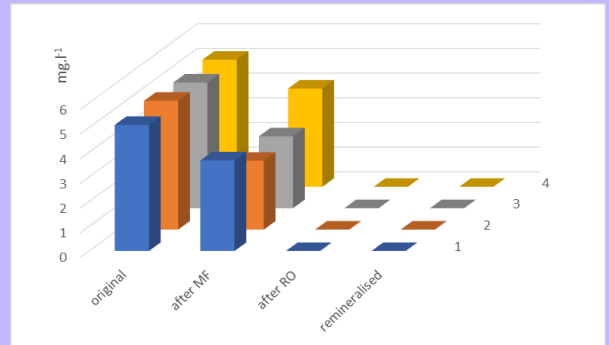


FIG. 4 – Heavy metal ions concentrations.
 Key: 1 – arsenic ions 2 – copper ions
 3 – iron ions 4 – nickel ions

Table 1 summarizes the changes of pH, temperature and conductivity of the water in the original sample and after each stage. The water temperature after the particular stages was influenced by the ambient temperature.

Stage	pH	conductivity [mS.m ⁻¹]	Temperature [°C]
Original	7.18	693	10.5
After MF	6.40	756	20.5
After RO - demineralised	7.59	0	19.7
After RO - remineralised	8.72	104	19.7

TAB. 1 – Parametres after each stage.

Discussion and Conclusions

These days the protection of water and reduction of pollution is a very serious matter in national and international scale. There are many methods and technologies to reduce pollution. In this work the focus was put on an alternative technology of water purification consisting of reverse osmosis with microfiltration pre-treatment and remineralisation post treatment. This process effectively removes pollutants and water can be used in industrial technologies, released into the environment, or, after further appropriate treatment, even for drinking.

The aim of this study was to design and implement water treatment by membrane technologies so that the treated water meets the quality criteria for water released into a recipient (watercourse) or for demineralised water.

This technology is in accordance with the knowledge and requirements of sustainable development and appears as the most appropriate solution to achieve required quality of mining water after treatment. The use of treated water in technologies has also not only an ecological but also economic effects and mainly contributes to the "eco-image" of the company which decides for this method of processing and purification of mining water.

The quality of the water in terms of hardness presence of cations and anions, especially heavy metals, improved and therefore it can be confirmed that the used membrane technology is an effective method of water treatment.

References

- Odel, L. H. (2010). Treatment Technologies for Groundwater. Denver: American Water Works Association.
- Kajitvichyanukul, P., Shammas, N. K., Hung, Y., Wang, L. K., Ananattarachai, J. (2011). Potable Water Biotechnology, Membrane Filtration and Biofiltration. In: Wang, L. K., Chen, J. P., Hung, Y., Shammas, N. K. (Eds.). Membrane and Desalination Technologies. New York: Springer (Humana Press).
- Semidol (2014). Information available at: <http://www.dolomitwerk.de/en/list-of-material/semidol/>.

Vybrané hľadiská tvorby 3D modelov

Marcela BINDZÁROVÁ GERGELOVÁ^{1, a}, Žofia KUZEVIČOVÁ^{1, b}, Štefan KUZEVIČ^{2, c}, Michaela OČENÁŠOVA^{2, d}

¹Ústav geodézie, kartografie a GIS, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 19, 041 20 Košice, Slovensko

²Ústav zemských zdrojov, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 19, 041 20 Košice, Slovensko

^amarcela.gergelova@tuke.sk, ^bzofia.kuzevicova@tuke.sk, ^cstefan.kuzevic@tuke.sk,

^dmichaela.ocenasova@tuke.sk

Abstrakt.

Pokročilé úrovne informačných a geoinformačných technológií ovplyvňujú náš každodenný život a stávajú sa jeho neoddeliteľnou súčasťou. Dôležitou a nenahraditeľnou súčasťou vnímania priestoru okolo nás je komplexné porozumenie dynamicky sa meniacich pribiehajúcich procesov. Táto vzájomná interakcia je badateľná medzi všetkými prvkami, ktoré okolitý priestor tvoria. Vnímame ich v koncepte priemyselnej sféry, budovania infraštruktúry inteligentných miest, sídelnej zástavby, budovania 3D modelov, detekcia a klasifikácia objektov a mnohých iných oblastiach, v ktorých je potrebné efektívne pracovať a využívať 3D dáta. 3D geopriestorové dátové súbory sa týmto spôsobom stávajú súčasťou všetkých rozhodovacích procesov na rôznych úrovniach.

KLúčové slová: 3D dáta, priestorové modely, rozhodovacie procesy,

Úvod

V súčasnej dobe narastá význam a aplikačné využitie priestorového modelovania objektov reálneho sveta. Priam je možné konštatovať, že už by sme nenašli sféru, ktorá by svoje rozhodovacie procesy efektívne riadila bez zohľadnenia priestorového hľadiska. K tomu napomohol súčasný technologický pokrok ako aj rozvoj výpočtovej techniky, softvérového vybavenia a predovšetkým vytvorenie nových dátových formátov umožňujúcich plný 3D prístup. Prechod z dvojrozmerného priestoru do trojrozmerného v počítačových CAD a GIS systémoch bol otázkou času. Tvorba priestorových modelov expanduje v rôznych sférach spoločenského diania. Svoje uplatnenie priestorové modely nachádzajú v medicíne, automobilovom priemysle, v turizme, v simuláciách výrobných procesov a pod. Účinným nástrojom pre zachytenie reálnej skutočnosti predstavuje práve 3D zobrazenie (Obr. 1). Open Geospatial Consortium (OGC) identifikovalo referenčné 3D geopriestorové dátové súbory pre ich neobmedzené využitie. Tieto súbory údajov boli vybrané tak, aby reprezentovali širokú škálu rôznych štandardných formátov (3D Data, 2019).



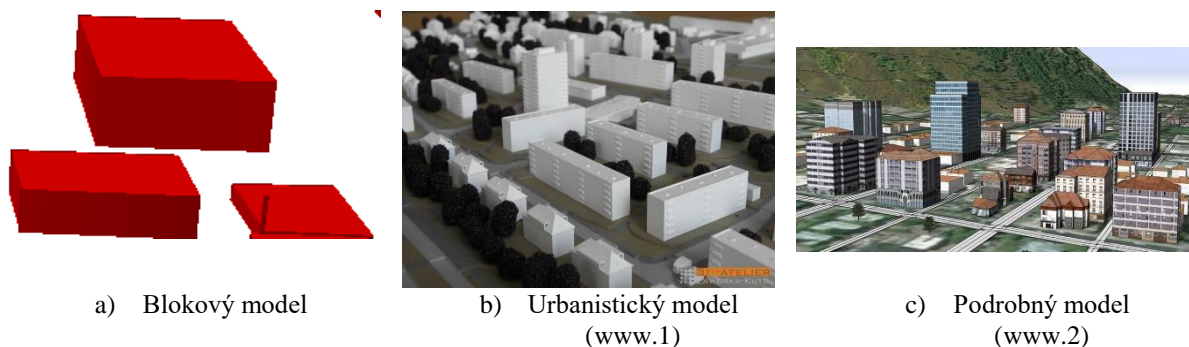
Obr. 1 Pokročilé využitie 3D geopriestorových dátových

Zdroj: <https://www.opengeospatial.org/domain/built>

V súčasnosti je však kladený veľký dôraz na efektívne a hlavne presné vytváranie priestorových modelov, ktoré vystihujú reálnu situáciu modelovaného javu. Špičkové výskumné a komerčné pracoviská prichádzajú každým dňom s ponukou moderných aplikácií na báze nielen softvérových produktov, vďaka ktorým je možné vytvárať dokonalé 3D zobrazenia rôznorodých modelov. Táto skutočnosť pomaly ale isto končí éru zobrazenia v 2D prostredí. Novým trendom návrhu a finálnej tvorby modelov sledovaných javov v 3D zobrazení je

revolúcia v spôsobe zberu priestorových informácií, ktorá je podporovaná predovšetkým modernými prístupmi v tejto oblasti. Tento prístup výraznou mierou rieši problém kvality a kvantity získaných vstupných údajov pre tvorbu priestorových modelov (Orfánus, et. al., 2011).

Priestorový model sledovaného objektu môže byť zobrazený vo viacerých úrovniach zobrazenia. Ich prehľadnú štruktúru zobrazuje Obr. 2.



Obr. 2 Viac úrovňové zobrazenie objektov priestorových modelov

Pre doplnenie informácií k prezentovanej skupine model podľa Obr. 2, je potrebné uviesť nasledujúce (Gergel'ová, et al., 2014):

- Za blokový model, je možné považovať model, ktorý zobrazuje základný pohľad na územie, napr. budovy majú sice správnu výšku, ale nemajú vymodelovanú strechu.
- Urbanistický model dopĺňa blokový model o základné tvary striech.
- Podrobný model zahŕňa všetky podstatné detaily aj s fototextúrou..

Príspevok bude po obsahovej stránke venovaný tvorbe 3D priestorových modelov rôznych objektov reálneho sveta s prihliadnutím na zvolené hľadiská pre potreby ďalšieho využitia v procese priestorového modelovania. Pri riešení uvedenej problematiky bude dôraz kladený na problematiku získania a spracovania priestorových informácií, ktorá sa v oblasti riešenej problematiky považuje za kľúčovú.

Metódy zberu a zdroje údajov pre tvorbu priestorových modelov

Zber priestorových informácií pre potreby tvorby priestorových modelov predstavuje jeden z časovo a finančne najnáročnejších úloh. Existuje mnoho rôznych zdrojov geografických priestorovo orientovaných údajov a mnoho spôsobov ich zberu. V praxi sa uplatňujú dve hlavné metódy zberu dát:

- priame (priamy zber údajov na objekte alebo na jeho nespracovanom obraze),
- nepriame (vychádzajúci z údajov, ktoré sú k dispozícii v spracovanej forme (napr. mapy, štatistiky a pod.).

Voľba metódy zberu údajov je závislá od spôsobu jej aplikačného využitia a od druhov a charakteru objektov, ktorých údaje je potrebné získať. Platí však pravidlo, že zber musí byť dostatočne presný a úplný pre účel, pre ktorý sa realizuje. Získaný súbor základných geopriestorových dát je reprezentantom výsledku aplikácie vybraných geodetických metód pre jeho vytvorenie boli použité. Výsledná priestorová informácia je v tomto prípade chápaná ako prostriedok poznávania sledovaného objektu alebo javu. Pre finalizáciu celého procesu zberu priestorových informácií je potrebné získať údaje v digitálnej forme, ktoré sú rozhodujúcim základom pre nasadenie 3D GIS. Vzhľadom na neustále zvyšujúce sa požiadavky je možné zber priestorových údajov rozdeliť delíme do dvoch skupín (Obr. 3) (Repáň, 2008).



Obr. 3 Požiadavky na zber priestorových údajov

Existuje viacero spôsobov, ako je možné o sledovaných objektoch a javoch reálneho sveta získať priestorové údaje. Dostupné spôsoby zohľadňujú aj súčasné trendy v oblasti zberu priestorových informácií a sú prezentované v nasledujúcej podobe (Pavelka, 2006; Filipova et al., 2016):

- Digitálna fotogrametria (letecká, pozemná, družicová)
- Laserové skenovanie (letecké, pozemné)
- Triangulačné 3D skenery
- Radarová interferometria (letecká, družicová)
- Geodetické metódy (pozemné meranie)
- GNSS (Globálne navigačné satelitné systémy)
- Bezpilotné zariadenia

Možnosti tvorby priestorových 3D modelov

Súčasná možnosti vytvárania priestorových 3D modelov sú otvorené a efektívne k nim prispievajú dostupné možnosti softvéru a hardvéru. Neustále napredujúci vývoj v oblasti geografických informačných systémov zdokonaľuje koncepčné princípy súvisiace s priestorovou informáciou (jednoduchší spôsob spracovania priestorovo orientovaných údajov). Silné vizualizačné nástroje prostredia GIS ponúkajú viacero techník, ktoré možno efektívne využívať pre zobrazenie objektov v 3D prostredí. Prezentácia objektov v 3D prostredí podporujú rôzne typy výmenných formátov (Hřebíček et al., 2017):

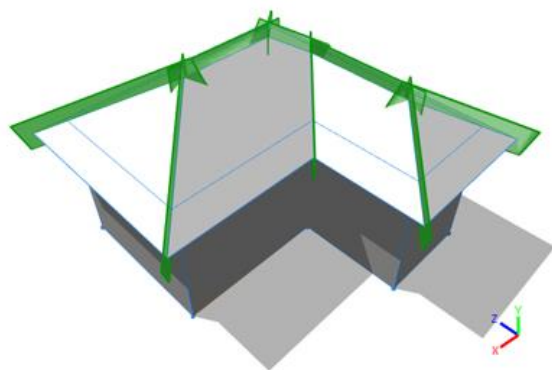
- VRML (Virtual Reality Modelling Language).
- MultiPatch.
- X3D (Extensible 3D).
- COLLADA.
- XML.
- GML (Geography Markup Language) – CityGML.
- KML (Keyhole Markup Language).

Tak, ako bolo vyššie uvedené OGC je reprezentantom štandardizácie formátov, ktoré sa využívajú pre tvorbu 3D modelov. Podporu návrhu a tvorby 3D modelov umožňujú dostupné softvérové nástroje. 3D reprezentácia budov, ich infraštruktúry, okolitého terénu je v súčasnosti reprezentovaná prostredníctvom City GML (úplný popis 3D objektov pomocou geometrie, topológie, sémantiky a pod.) (Tsiliakou et al., 2013). Ide o otvorený štandardizovaný dátový model, ktorý je podporovaný grafickým značkovacím jazykom GML, ktorý podporuje modelovanie, ukladanie a manipuláciu s priestorovými informáciami. Výhody aplikačného nasadenia GML sa sústreďa na vytvorenie unifikovaného obrazu v zmysle topológie sledovanej skupiny geoprvkov. Samotný proces tvorby 3D modelov je v súčasnosti spájaný s pojmom procedurálne modelovanie, ktorého súčasťou sú CGA procedúry (tvarové gramatiky). Modelovanie pomocou dopredu definovaných pravidiel umožňuje veľmi rýchle modelovanie objektov aj prostredníctvom atribútovej tabuľky. Pravidlá CGA sú definované prostredníctvom prístupov zobrazených na nasledujúcom Obr. 4.



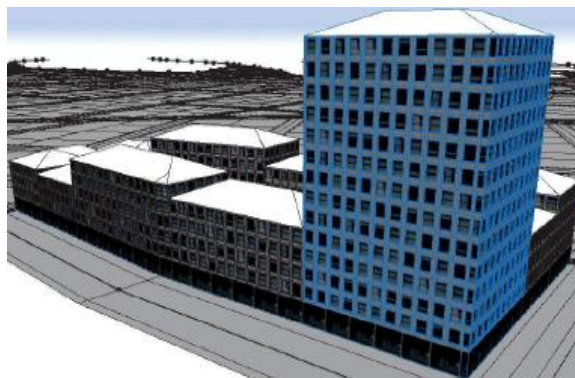
Obr. 4 Možnosti využitia CGA pravidiel
Zdroj: Müller et al., 2006

Podporu práce s CGA pravidlami v dnešnej dobe ponúka CityEngine, ktorý pre používateľov predstavuje pokročilý nástroj pre procedurálne generovanie miest. Má veľmi široké uplatnenie. Názornú ukážku práce v tomto prostredí ponúka Obr. 5.



```
Roof --> set(trim.horizontal, true)  
comp(f) { all : X }(www.esri.com)
```

Obr. 5 Procedurálne generovanie miest s podporou CGA pravidiel



Záver

Príspevok bol zameraný na prezentáciu možností spracovania dát do podoby procedurálnych 3D modelov. V príspevku bola prezentovaná návrhová stránka práce s výmennými formátmi, ktoré podporujú spracovanie priestorových modelov. 3D modelovanie s v súčasnej dobe stáva štandardom pre ľubovoľné typy priestorových analýz od modelovania povodní, hluku, vibrácií, dopadu slnečného žiarenia až po urbanistické štúdie miest s environmentálnym zameraním (napr. s ohľadom na zmenu klímy otepľovanie centier miest). Predpokladom kvalitnej priestorovej analýzy je vytvorený 3D model zvolenej lokality so splnenými požiadavkami na kvalitu vstupných dát.

Podakovanie

Autori príspevku ďakujú za finančnú podporu grantovej agentúre VEGA č. grantu 1/0754/18.

Zoznam literatúry

- Filipova, S. et al. (2016). Creating 3D model of an open pit quarry by UAV imaging and analysis in GIS. Proceedings, 6th International Conference on Cartography and GIS. Dostupné na: <<https://cartography-gis.com/docs/bca/iccgis2016/ICCGIS2016-67.pdf>>.
- Gergel'ova, M. et al. (2014). Automation of Spatial Model Creation in GIS Environment Inžynieria Mineralna. Vol. 33, no. 1 (2014), s. 15-22. ISSN 1640-4920
- Hřebíček, J., Denzer, R., Schimak, G., Pitner, T. (2017). Environmental Software Systems. Computer Science for Environmental Protection. 12th IFIP WG 5.11 International Symposium, ISESS 2017 Zadar.
- Müller, P. et al. (2006). Procedural modeling of buildings. ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2001, 25(3).
- OGC. (2019). 3D Data. Dostupné na: <<https://www.openeospatial.org/resources/data>>.
- Orfánus, M. et al. (2011). Protipovodňová ochrana Modry - meracie práce. Manažment povodí a povodňových rizík: Zborník príspevkov, 7s.
- Pavelka, K. (2006). Fotogrammetrie 20. Praha: ČVUT, 2006. 193 s. ISBN 80-01-02762-7.
- Repáň, P. (2008). Zber údajov pre GIS. Dostupné na: <http://www.pce.sk/clanky/body_zbor98_2.htm>.
- Tsiliakou, E., Labropoulos, T., Dimopoulou, E. (2013). Transforming 2D cadastral data into a dynamic smart 3d model. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-2/W2. ISPRS 8th 3DGeoInfo Conference & WG II/2 Workshop.
- www.1: <http://3d-atelier.cz>
- www.2: <https://www.esri.com>

Return on investments to a small hydropower plant construction

Katarína ČULKOVÁ^{1, a}, Eva MANOVÁ^{2, b}, Eva MIHALIKOVÁ^{3, c}

¹Technical University Košice, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies, Letná 9, 040 01 Košice, Slovakia

²Economic University Bratislava, Faculty of Business Economics with seat in Košice, Tajovského 13, 041 30 Košice, Slovakia

³Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Faculty of Public Administration, Popradská 66, 041 00 Košice, Slovakia

^akatarina.culkova@tuke.sk, ^beva.manova@euke.sk, ^ceva.mihalikova1@upjs.sk

Abstract.

Small hydropower plants in Slovakia present potentially a very rich source of clean energy. They are used as energy sources all over the world and new technologies allow us to use them more efficiently. In present time effectiveness of investment to hydropower is a subject to a number of discussions in domestic, as well as foreign studies and expert publications. In the presented contribution we analyse the example of investment to a construction of small hydropower plant according to payback period, orientated mainly to the economic evaluation of the project. Importance of such analysis lies in the using of energy production in hydropower plant that contributes to the increasing of state energetic safety by using own natural primary sources of energy. We came to a conclusion that hydropower energy has its possible usage due to the acceptable effectiveness, regarding the environment.

Keywords: economic evaluation, investment, payback period, small hydropower plant, Slovakia.

Introduction

The European Union as a whole is dependent on import of primary energy sources – around 50%. Accepted liabilities in the area of the environment protection present other influence to the energetic strategy of EU; therefore, this strategy is concentrating mainly on the area of energy to the energetic effectiveness, with not negligible potential in the individual member states (Adamisin et al., 2018). Moreover, program of activities in area of energetic had become main tools for achievement of indicative goal for energy production (Intelligent energy – Europe, etc.). EU member states agreed on increasing of energy production from RES in 2009 (Badami, et al., 2014). The goal till 2020 is to achieve 20% rate of energy used from RES. In 2011 it was 13.4% that presented a growth of about 0.9%. Europe is investing considerably into renewable energies for a sustainable future, promoting significantly new hydropower, wind, and solar plants (Jerez, et.al, 2013).

In Slovakia electric energy is mostly provided by nuclear and thermal power stations, with the rest produced in hydroelectric power stations. In this sector RES still represent a very low share in Slovakia. Nonetheless, the years 2009 and 2010 specifically represented a turning point in legislation promoting RES, with the introduction of both a guaranteed repurchase period for buying electricity produced using various RES and a fixed price. This resulted in greater investor interest in the building of energy sources to produce heat and electricity including those derived from hydropower plants construction.

Presently the volume of Slovakian river flows shows a support to the construction of small hydropower plants, when only 11% of small hydropower plants energy is used (Maťuga, 2009). European Union and Slovakian government support small hydropower plants also by legislation. A construction of small hydropower plant is timely and financially demanding but after initial investment there are only necessary low operational costs. Small hydropower plants are characterized by a long time of operating life, mostly up to 70 years.

An evaluation of investment to hydropower plant construction

Small hydropower plants are power plants with installed performance up to 10 MW. In Slovakia approximately 160 small hydropower plants are constructed, presenting 17% of total hydro energetic potential (Maťuga, 2009). They are environmentally friendly and stable source of electric energy. Moreover, energy of water can be used effectively with effective change of around 90% which presents the highest effectiveness of all types of power plants.

As for the economic assessment of the investment to small hydropower plants, decisions on whether to proceed with and implement a project, or on selecting a project from a number of different versions, are taken on the basis of a number of economic indicators (Haque and Somerville, 2013). These indicators evaluate the yield

(return) of the resources invested in the hydropower plant construction. Several methods are used in the theory and practice of financial management for assessing the efficiency of investments (Korcsmáros and Seres-Huszárik, 2015). The methods used mostly are (Chiang, et al., 2010):

1. simple payback period – time required for a return on investment (T_p),
2. true payback period (calculated using discounted cash flow from the project),
3. net present value (NPV),
4. internal rate of return (IRR).

Simple payback period presents the time required for a return on investment (T_p). The simple payback period is defined as the time required recovering the total cost of investment in a project through future revenue. This means the period it takes for the investor to earn back the resources invested in the project. Determining the period of recovery is not complicated and is based on project cash flow, consisting of income and expenditure made over the life of the project (Chiang, et al., 2010).

$$T_p = \frac{IC}{CF}$$

where IC = invested cost,
CF = annual cash flow from project.

The determined payback period of the project is then compared with the normalised value chosen by the company (generally according to past experiences and other investment opportunities). This period differs according to the sector in which the company operates. If the payback period is lower than the normalized value, then the project should be approved. The shorter the period of return, the more advantageous the project is.

The main advantage of this method is that it is simple and easy to understand the calculations; however, it does not consider time, i.e. the different time values of money obtained or invested at different times. This shortcoming can be avoided if a true payback period is used, as given below.

A true payback period, or as some authors call it – a discounted payback period – is defined as the depreciable capital investment divided by the projected positive annual cash flow from the project. The payback period in discounted cash flow T_D is calculated according to:

$$\sum_{t=1}^{T_D} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0$$

where CF_t – cash flow from project in year t (changes to cash flow following project implementation),
r – discount rate (hurdle rate, alternative capital costs, real interest rate),
 $(1+r)^{-t}$ – discounting factor,
t – evaluated period ($1-T_D$),
 T_D – year in which investment will be returned,
IC – investment costs.

Within the investment expenditure we included all the financial expenditure spent on investment that has a payback period of longer than one year. Investment expenditure generally includes:

- expenditure on acquiring (purchasing) machinery, equipment, the cost of delivery to the company, installation and drawing up and collating project documentation. If investment was obtained in relation to research and development expenses, then these must also be included as part of capital expenditure,
- expenditure on continued growth of net working capital,
- reduced expenditure on income from the sale of replacement machinery or equipment, and associated tax costs relating to the sale (Simonidesová et al., 2018).

Payback period of chosen small hydropower plant construction

Payback period is one of the most important factors that play role during the consideration to construct hydropower plant. Small hydropower plants are not characterized by low payback period; many times, it presents 10-20 years. On the other hand, they have very high life cycle. At the calculation of payback period we considered calculation of energy produced, with assumption that hydropower plant was constructed in 2009, when repurchase price of electricity was 12 cent/kWh. Moreover, two financially most sophisticated factors of construction had been considered, mainly turbine together with generator and supply pipes with length 500 meters (Jaspi Justice, 2007). 5 years had been added to the final payback period, as well as other expenses, for example building construction, digging a channel for supply pipes, etc. (Mařuga, 2009).

Chosen evaluation of small hydropower plant is one of the two hydropower plants in the village, owned by village. One hydropower plant has a power of 18 kW, the other one has a power of 96 kW. The whole investment to the project presented 848 344 €, but mostly (69%) the construction of hydropower plant was funded by INTERREG IIIA SR-ČR, supporting interregional cooperation between Slovakia and Czech Republic. In the hydropower plant Kaplan turbine is installed. According to the following calculation we calculated the performance of 4000 hours (instead of 8760 hours) per year. The number of hours was decreased due to the maximum performance that is provided by hydropower plant not during the whole year.

$$Q = 400 * P, [Q] = h \times MW = MWh$$

According to the mentioned calculation the annual produced energy from the hydropower plant –was calculated to be 384 MWh. The Regulatory Office for Network Industries gives origin of the energy production in a value 300 MWh. Purchase price per one MWh is 94,8€. Hydropower plant belongs to the price group of 112.85 € per one MWh but the construction of hydropower plant was financed from the reserve funds more than 50%, the purchase price is decreased by 16%. The total annual income thus presents 33 843 €, from which the payback period is 7.8 years for the investment made by the village and 25 years for whole investment.

Comparing the payback period for two variants of small hydropower plant construction

Consequently, two types of small hydropower plants were compared from the view of payback period and annual profit. One of the types is the small hydropower plant with a supply channel, which means that the river flow is only partially dammed. The second type of the small hydropower plant is with total flow. Both investments have the same purchasing costs of 3 000 000 €. The volume of annual depreciations is also the same – 212 000 €. The small hydropower plant with supply channel has the annual profit of 104 560 € and small hydropower plant with total damming flow has the annual profit of 84 950 €.

Tab. 1. A comparison of payback period in the investments

	Small hydropower plant with supply channel	Small hydropower plant with damming flow
Initial investment	3 000 000	3 000 000
Annual depreciation	212 000	212 000
Annual profit	104 560	84 950
Annual cash flow total	316 560	296 950
Payback period	9 years and 6 months	9 years and 11 months

From the results there is obvious that as for the economic view according payback period the more convenient and less risky is the first type of investment, which means small hydropower plant with supply channel. The first type of investment is convenient also from the view of profitability. From the view of influence of small hydropower plant to the living environment small hydropower plant with supply channel presents again the most convenient investment.

Conclusion

The goal of the contribution was an analysis of the investment activity of the construction of chosen small hydropower plant, as well as the evaluation of investment effectiveness by payback period. According to the data and the analysis it can be stated that from the view of payback period as well as from the view of profitability and living environment protection investment to construction of small hydropower plant with supply channel has perspective future development. Suggestion to increase investment to hydropower plant construction proves necessity to make gradual accepting of measurements, supporting business with energy, produced from hydropower plants in Slovakia and to remove barriers in this area, political, economic, administrative or legislative ones.

Acknowledgement

Contribution presents partial result of project solving 1/0515/18 „The decision-making model of process of evaluating raw material policy of regions” and 1/0651/2018 “Research of institutional environment influence to the corporate social responsibility, consumers satisfaction and performance of the company”.

References

- Adamisin P., Kotulic R., Mura L., Kravcakova Vozarova I., Vavrek R. (2018). Managerial approaches of environmental projects: an empirical study. *Polish Journal of Management Studies*, 17(1), 27-38.
- Badami, M., Camillieri, F., Portoraro, A., Vigliani, E. (2014). Energetic and economic assessment of cogeneration plants: A comparative design and experimental condition study. *Energy*, 71, 255-262.
- Chiang, Y.H., Cheng Eddie, W.L., Lam P.T.I. (2010). Employing the Net present Value – Consistent IRR methods for PFI contracts. *International Journal of Production Research*, 48(7), 1983-2001.
- Haque, N. and Somerville, M. (2013). Techno-economic and environmental evaluation of biomass dryer. *Procedia Engineering*, 56, 650-655.
- Jerez, S., Trigo, M., Vicente, S.M., Pozo, V.D., Lorente, P.R., Lorenzo, L.J, Santos, A.F, Montávez, J.P. (2013). The Impact of the North Atlantic Oscillation on Renewable Energy Resources in Southwestern Europe. *Journal of Applied Meteorology & Climatology*, 52(10), 2204-2225.
- Korcsmáros, E., and Seres Huszárík, E. (2015). Innovation activity of corporations. *Acta Oeconomica Universitatis Selye* 4(2), 75 – 83.
- Maňuga, M. (2009). Malé vodné elektrárne. Posterus, 1-9.
- Simonidesová, J., Stašková, S., Feranecová, A., Manová, E., Remiáš, P. (2018). Tax Incentives in the Countries of the Visegrad Four. *Problems and Perspectives in Management*. - Sumy : LLC "CPC "Business Perspectives", 16(1), 115-123.
- Stavebný zákon č. 50/1976 účinný od 1.6.2007 a Zákon o energetike č.656/2004, dostupný na: http://jaspi.justice.gov.sk/jaspiw1/jaspiw_mini_fr0.htm

Zefektívnenie protipovodňových opatrení a činností počas povodňovej aktivity

Jaroslav DUGAS ml.^{1,a}, Andrea SEŇOVÁ^{1,b}, Henrieta PAVOLOVÁ^{1,c}, Tomáš BAKALÁR^{1,d},
Eubica KOZÁKOVÁ^{1,e}

¹Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Letná 9,
042 00 Košice, Slovakia

^ajaroslav.dugas@tuke.sk, ^bandrea.senova@tuke.sk, ^chenrieta.pavolova@tuke.sk, ^dtomas.bakalar@tuke.sk,
^elubica.kozakova@tuke.sk

Abstrakt.

Súčasná spoločnosť musí riešiť problémy nielen finančné, ale globálnym problémom sa stáva aj starostlivosť o životné prostredie. Povodne sa dnes stávajú často skloňovaným pojmom, na ktorý neexistuje univerzálne riešenie. Cieľom tohto príspevku bolo poukázať na hlavné činnosti správcu vodných tokov na Slovensku – Slovenský vodohospodársky podnik š.p. Banská Štiavnica, Správu Povodia Hornádu a Bodvy v Košiciach a problémy, ktoré musela riešiť v súvislosti s často intenzívnymi povodňami v minulosti. Zámerom bolo analyzovať postupnosť krokov v oblasti plánovania protipovodňových opatrení a počas povodňovej aktivity, vyhodnotiť ich efektívnosť a súčasne navrhnúť niektoré inovačné prvky, opatrenia a technologické postupy, ktoré by mohli v budúcnosti prispieť k zmierneniu následkov spôsobených povodňami.

Kľúčové slová: vodné hospodárstvo, protipovodňové opatrenia, povodne, povodňové riziko.

Úvod

Človek už od svojho vzniku chápal, že jeho život musí byť v symbióze s prírodou, ale mnohokrát zistil, že príroda je silnejšia než on. Vývoj a existencia spoločnosti je podmienená aj vývojom nových technológií, procesov a rôznych inovácií, ktoré sú pre človeka nevyhnutné. Veda, výskum a inovácie sú pre rozvoj spoločnosti neodmysliteľné, ale musíme si uvedomiť, že je nevyhnutné znášať aj riziká a negatívne javy, ktoré sú s týmto rozvojom spojené. Za to, že povodeň sa stala pre našu spoločnosť škodlivou a nebezpečnou si môže ľudstvo samé tým, že vode vzalo jej prirodzený priestor a postavilo jej mnoho prekážok. Tie však predstavovali pre človeka určitú nevyhnutnosť – ako napríklad usídlenie sa v blízkosti vodných tokov, pretože voda je zdrojom životných potrieb človeka. Ľudská činnosť, zásahy do krajiny, lesníctvo, urbanizácia a iné ovplyvnili povodňový režim, ale tieto ľudské činnosti sa nepovažujú za príčiny, ktoré povodeň spôsobujú. Rôzne názory o tom, že povodne sú iba negatívnym následkom rôznych aktivít civilizácie, ktorá poškodila prírodu, nemajú žiadnu oporu v histórii ľudstva ani v histórii vývoja našej Zeme (Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území Slovenskej republiky).

Z analýz, týkajúcich sa povodní vyplýva, že: „Povodne sú súčasťou kolobehu vody v prírode a vyskytovali sa už milióny rokov predtým, ako sa vyvinul človek. Je to fenomén s mimoriadnymi prejavmi v odtokovom procese. Každá povodeň je, čo do svojho vzniku a priebehu jedinečný prírodný úkaz, ktorý sa takmer všade, nielen na území Slovenska vyskytoval odpradáva (Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území Slovenskej republiky).“

Špecifickým prípadom sú privalové povodne. Tie spôsobujú dažde s veľkou intenzitou, ale v krátkom časovom trvaní. Privalové povodne zväčša zasiahnu iba malé geografické územie. „Počas privalových povodní sa môže špecifický odtok z územia za mimoriadne krátky čas zvýšiť až 1000 násobne. Od roku 1995 sa na území Slovenska vyskytlo viac než 100 privalových povodní a zdá sa, že frekvencia ich výskytu narastá (Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území Slovenskej republiky).“

Povodne sú pojmom, ktorý má celosvetový rozmer. Problematika sa rieši v globále a spojitosti, kde boli spustené projekty rôzneho charakteru aj rozmerov, aby hlbšie štúdie extrémnych prejavov priniesli aspoň čiastočné úspechy. Extrémne povodne sa vyhodnocujú:

- meteorologicky,
- hydrologicky,
- ekonomicky.

Identifikujú sa hlavné príčiny, vyčíslujú sa škody, ktoré povodeň spôsobila a na základe zistení sa vypracúvajú škodové krivky, ktoré sa stávajú nápomocnými pri hodnotení rizík a účinnosti opatrení. Výsledkom má byť ochrana pred ich nepriaznivými účinkami, úprava legislatívy a znižovanie povodňového rizika. Toto

všetko sa implementuje v rôznych vydaniach medzinárodných a národných príručiek. Zapojenie našich odborníkov do procesu vedecko-výskumnej základne bolo z rôznych dôvodov málo intenzívne. Často to boli odvolania sa na nepriaznivý stav vo finančnej oblasti.

Preto je veľmi dôležité urýchlene a koordinovane začať dopĺňať vedomosti a v oblasti vedy a výskumu použiť aj poznatky zo zahraničia. Do úvahy však bude potrebné vziať špecifické prejavy a príčiny extrémnych povodní na Slovensku a taktiež sprievodné javy týchto povodní (Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území Slovenskej republiky). Ako uvádza Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území SR: „Podľa Konceptie vodohospodárskej politiky SR do roku 2015 je veda, výskum a normatívna činnosť vo vodnom hospodárstve zameraná na:

- optimalizáciu využívania vodných zdrojov Slovenska a ich ochranu,
- vedecko-výskumnú činnosť v oblasti riadenia povodí,
- riešenie projektov a návrhov opatrení protipovodňovej ochrany,
- dopad klimatickej zmeny na vodný režim,
- plošný a trvalý monitoring stavu všetkých povodí.“

Z výsledkov v praxi a z teórie manažmentu môžeme konštatovať, že systematický prístup prináša lepšie výsledky ako silná jednorazová kampaň. Zaoberať sa systematicky, globálne a s predstihom problémom povodní sa javí ako dôležitý prístup, ktorý si uvedomuje celá spoločnosť, ktorá nevie oddeliť človeka od prírody. Spojenie vodného hospodárstva, poľnohospodárstva, priemyslu aj inovácií je z pohľadu do budúcnosti dôležitou nielen teóriou, ale aj praxou.

Aby sa dosiahli čo najefektívnejšie účinky ochrany, jednotlivé oblasti sa navzájom prekrývajú a dopĺňajú tak, aby nežiaduce účinky povodní boli čo najmenšie. Avšak povodniam sa zabrániť nedá, my môžeme iba zmierniť ich niekedy až životu nebezpečné a nepriaznivé účinky. Medzi základné intervenčné opatrenia manažmentu povodní môžeme zaradiť aj opatrenia uvedené v Tab.1.

Tab. 1 Príklady zmiernujúcich intervenčných opatrení

OPATRENIA	PRÍKLADY
redukcia odtoku v povodí v zdroji jeho tvorby	priepustnosť, zalesňovanie
zadržovanie, odtoky	poldre, mokrade, vodné nádrže
zvyšovanie prietocnej kapacity tokov	rozšírenie, prehĺbenie koryta, kanály
oddelenie riek a populácie	hrádze, územné plánovanie
práca krízového manažmentu počas PA	varovný a predpovedný systém, evakuácia
obnova po povodniach	poistenia, kompenzácie

Negatívne a významné následky koncom 20. storočia a začiatkom 21. storočia sa stali dôležitým impulzom na prijatie smernice Európskej únie, ktorá upravuje hodnotenia a manažment povodňových rizík (Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES).

Kritické stanoviská postupne viedli k sformovaniu nového prístupu k ochrane pred povodňami – k integrovanému manažmentu povodňového rizika. Základom integrovaného manažmentu povodňového rizika je riešenie dvoch základných problémov (Vyhláška č. 159/2014 Z. z.):

- hodnotenie povodňového rizika a poznanie jeho priestorovej variability,
- výber optimálnej protipovodňovej stratégie, resp. kombinácie viacerých stratégií a im zodpovedajúcich opatrení v závislosti od úrovne povodňového rizika.

Výskum povodňového rizika má multidisciplinárny charakter a je predmetom záujmu, hydroológov, sociológov, ekonómov, geografov a environmentalistov. Každá z disciplín pristupuje k hodnoteniu povodňového rizika zo svojho uhla pohľadu, čo prináša so sebou určitú rôznorodosť vo vecnom vyjadrení povodňového rizika, v terminológii a v metodologických postupoch jeho hodnotenia a manažmentu (Čamrová, Jílková, 2006).

Metodologické postupy hodnotenia protipovodňového rizík

Povodne patria medzi procesy, ktorých riziko ohrozuje všetkých a spoločnosť sa tejto problematike musí venovať bez ohľadu na svoje hranice. Ochrana pred týmto živlom si vyžaduje neustálu pozornosť celej spoločnosti, odbornej i laickej, pretože riziká sú veľké a negatívne dopady majú obrovský rámeč. Ide o škody spôsobené na majetku, na zdraví ľudí, škody na životnom prostredí (Meyer et al., 2009). Ochrana pred povodňami môžeme zhrnúť do 5-tich bodov (WMO, GWP, 2004, Výročná správa SVP):

1. Prevencia

- 1.1. Zohľadniť povodňové riziká v územnom plánovaní a výstavbe.
- 1.2. Citlivý prístup k využívaniu krajiny, racionálne hospodárenie.

2. Ochrana územia

- 2.1. Príprava, výstavba, opravy a údržba, preventívne technické a netechnické opatrenia.
3. *Pripravenosť správcov vodných tokov a všetkých ostatných zložiek*
 - 3.1. Pripravenosť technická, metodická, organizačná a personálna.
4. *Účinná reakcia na povodňovú situáciu*
 - 4.1. Nepretržitý monitoring meteorologickej a hydrologickej situácie a vydávanie predpovedí.
 - 4.2. Včasné varovanie.
 - 4.3. Vykonávanie povodňových zabezpečovacích a povodňových záchranných prác.
5. *Odstraňovanie následkov a poučenie sa*
 - 5.1. Obnovenie podmienok na život.
 - 5.2. Analýza príčin povodní.
 - 5.3. Rozbor účinnosti preventívnych opatrení.
 - 5.4. Aktualizácia plánov manažmentu povodňových rizík a povodňových plánov

Na základe skúseností možno konštatovať, že každý prípad treba posudzovať individuálne, s ohľadom na hydrologické, morfologické, či geologické podmienky danej oblasti postihnutej povodňou, resp. opakujúcimi sa povodňami. Keďže nastávajú značné výkyvy v počasi, zrážky sú nerovnomerne rozložené v rámci roka, ako aj v rámci územia Slovenskej republiky. Preto povodňové situácie vznikajú aj na miestach, ktoré predtým nebývali postihnuté týmito nepriaznivými hydrologickými javmi (vybreženie vody z toku, zaplavenie extravilánu, intravilánu obcí, pivníc domov, atď.). Každá riešená oblasť je jedinečná a návrh je obmedzený rôznymi okrajovými podmienkami, napr. mostami, priepustami v toku, výstavbou v blízkosti toku, nedostatočnou plochou na vytvorenie záplavovej oblasti, atď.

Objekt skúmania

Riziko povodní a povodňové ohrozenie je v súčasnosti tak vysoko aktuálne, že v zmysle Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES z 23. októbra 2007 o hodnotení a manažmente povodňových rizík si bude do budúcnosti vyžadovať objektivnosť posudzovania a prehodnotenie postupov pri určovaní jednotlivých rizík. Vytvoriť absolútnosť ochrany pred fenoménom povodní a záplavami, ktoré sú veľmi závažné je ani z pohľadu technického ani po stránke ekonomickej nemožné. Predbežné hodnotenie povodňového rizika vykonáva v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 313/2010 Z. z. správca vodných tokov – SVP š. p. Banská Štiavnica (ďalej len SVP, š. p.). Cieľom príspevku je poukázať na prierezové činnosti SVP – Správy Povodia Hornádu a Bodvy v Košiciach, ktorá je ohrozovaná častými povodňami, čo narúša jej hlavné poslanie – vykonávanie preventívnych opatrení pred povodňami.

Správa Povodia Hornádu a Bodvy, ktorá patrí v rámci SVP š.p. medzi najväčšie svojou rozlohou a dĺžkou spravovaných tokov, je objektom nášho skúmania a návrhu na zefektívnenie činností pri realizácii protipovodňových opatrení.

Prípadová štúdia a diskusia

V posledných rokoch v dôsledku zmeny klímy dochádza častejšie k extrémnym prejavom počasia čo má za následok tak lokálne ako aj celoplošné povodne. Podľa § 2 zákona NR SR č. 7/2010 o ochrane pred povodňami je povodeň charakterizovaná ako „dočasne zaplavené územie, ktoré zvyčajne nie je zaliate vodou“ a vzniká:

- a) ak hladina vodného toku sa prechodne zvýši, hrozí vyliatie vody z koryta alebo sa voda z koryta už vylieva (obr.1),



Obr. 1 Košice Džungľa – Hornád, povodeň 2010

- b) ak prirodzený odtok vody je dočasne zamedzený a dochádza k zaplaveniu územia vodami (obr.2),



Obr. 2 Gyňov, povodeň 2014

- c) ak v dôsledku ľadov hrozí vyliatie vody z koryta alebo vzniká ľadová zátarasa, zápcha alebo iná prekážka v koryte toku.



Obr. 3 Levočské lúky, povodeň 2014

Pre naplnenie úlohy ochrany pred povodňami je nutné vynaložiť nemalé finančné prostriedky. Vzhľadom k vývoju celosvetovej ekonomiky sú finančné zdroje značne obmedzené a ich získavanie je komplikované nakoľko sú uprednostňované iné priority z pohľadu štátu. To je jeden z dôvodov, pre ktorý nie je možné vykonávať preventívne opatrenia v plnom rozsahu, čo má za následok, že časť spravovaného územia je v horšom stave a je viac ohrozená prípadnými povodňami. Ďalším faktorom je technické vybavenie a ľudský potenciál, ktorý má určitú kapacitu a nedokáže pokryť všetky požiadavky a nároky.

Tieto objektívne dôvody sú často krát príčinou toho, že pri výskyte povodňových situácií sú niektoré úseky viac poškodené a vyžadujú si vyššie náklady pozostávajúce z nákladov na zabezpečovacie práce a v konečnom dôsledku aj na riadne vykonanú opravu buď vlastnými kapacitami alebo dodávateľským spôsobom.

Pri týchto povodňových situáciách zamestnanci SVP š. p. v zmysle zákona NR SR č.7/2010 vykonávajú na vodných tokoch a vodných stavbách opatrenia, ktoré sú nevyhnuté:

- hliadkové služby
- zabezpečovacie práce
- vypracúvajú priebežné správy
- plnia úlohy počas mimoriadnej situácie na ohrozenom území alebo území, ktoré už bolo zasiahnuté priebeh povodní zaznamenávajú v dokumentačných prácach.

Analýza nákladov na úpravu tokov

Pravdepodobne nikdy nedôjde k vyvážení požiadaviek a možností, ale je úlohou vodohospodárov čo najpresnejšie vytypovať úseky určené na preventívne opatrenia tak, aby dochádzalo k čo najnižším škodám. Z dlhodobých pozorovaní je možné identifikovať tieto lokality aj v súčinnosti s SHMÚ a takto znížiť riziká na minimum.

Pre ilustráciu uvádzame Case Study týkajúcu sa povodni z roku 2014, ktorá bola jednou z najrozsiahlejších v posledných rokoch a to aj čo sa týka intenzity tak aj zasiahnutého územia.

Analýza sa týka obce Vyšná Šebastová v Prešovskom kraji, ktorá je jednou z najviac ohrozených obcí počas ktorejkoľvek povodne, nakoľko ide o lokality kde spádové podmienky sú veľmi náročné a kapacita miestneho potoka nedokáže odvieť väčšie množstvo vody.

Tab. 2 dokumentuje vynaložené náklady na zabezpečovacie práce, ktoré vznikli tým, že nebolo možné v rámci preventívnych opatrení opraviť poškodené úseky, čím by sa predišlo poškodeniu opevňovacích prvkov, v tomto prípade sa jedná o limnobloky, ktoré boli použité na úpravu koryta.

Tab. 2 Vyšná Šebastová – rozpočet na zabezpečovacie práce

ROZPOČET							
P.Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množstvo celkom	Cena jednotková	Cena celkom
1	2	3	4	5	6	7	8
		HSV	Práce a dodávky HSV				1 929,820
		4	Vodorovné konštrukcie				1 539,613
1	321	462511270	Zahádzka z lomového kameňa bez preštrkovania z terénu, hmotnosti jednotlivých kameňov do 200 kg	m ³	25,000	49,682	1 242,050
2	321	462519001	Príplatok za urovanie viditeľných plôch zahádzky z kameňa, s hmotnosť kameňov do 200kg z terénu	m ²	62,500	4,761	297,563
		99	Presun hmôt HSV				390,207
3	321	998332011	Presun hmôt pre úpravy vodných tokov a kanály dĺžky do 7000 m, hrádze ochranné, rybničné a ostatné	t	52,104	7,489	390,207
		Celkom					1 929,820

V rámci zabezpečovacích prác v čase vyhlásenia II. resp. III. stupňa povodňovej aktivity bol uložený lomový kameň tak, aby nedošlo k poškodeniu miestnej komunikácie a k ďalšiemu poškodzovaniu pravostranného opevnenia (obr. 4).



Obr. 4 Vyšná Šebastová – zabezpečovacie práce

Tab. 3 Vyšná Šebastová – náklady na opravu

Kód položky	Popis	MJ	Množstvo celkom	Cena jednotková	Cena celkom		
1	2	3	4	5	6	7	
		HSV	Práce a dodávky HSV			7 563,413	
		1	Zemné práce			85,875	
1	182101101	Svahovanie trvalých svahov v zárezoch v hormone triedy 1-4	m ²	62,500	1,374	85,875	
		3	Zvislé a kompletne konštrukcie			6 374,525	
2	320101111	Osadenie železobetónových prefabrikátov s hmotnosťou jednotlivo do 1000 kg	m ³	25,000	78,581	1 964,525	
3	5926201600	Limnoblok IBT 5/10 (100x100x40)	ks	63,000	70,000	4 410,000	
		4	Vodorovné konštrukcie			279,438	
4	451571111	Lôžko pod dlažby zo štrkopiesku hrúbka vrstvy do 100 mm	m ²	62,500	4,471	279,438	
		6	Úpravy povrchov, podlahy, osadenie			247,063	
5	627451112	Vyplnenie škár cementovou maltou s vyčistením škár na hĺbky do 70 mm opevnenia z lomového kameňa s vyškárovaním	m ²	62,500	3,953	247,063	
		99	Presun hmôt HSV			576,512	
7	998332011	Presun hmôt pre úpravy vodných tokov a kanály dĺžky do 7000 m, hrádze ochranné, rybničné a ostatné	t	79,213	7,278	576,512	
		Celkom					7 563,413



Obr. 5 Vyšná Šebastová – po oprave

Obr. 5 dokumentuje, že po vykonaných zabezpečovacích prácach bolo potrebné odstrániť kameň použitý v rámci zabezpečovacích prác, ktorý bol odvezený na určenú skládku a následne sa pristúpilo k riadnej oprave v zmysle projektovej dokumentácie. Ako opevňovací prvok boli použité limnobloky, ktoré sa uložili do betónového lôžka s vyškárovaním.

Z uvedených údajov je zrejmé, že v prípade ak by boli pred povodňami vykonané preventívne protipovodňové opatrenia v rámci opráv a údržby, tak náklady vynaložené na opravu by predstavovali čiastku cca 7 563 €. Táto čiastka by bola konečná. Nakoľko tieto preventívne opatrenia neboli vykonané došlo následkom povodní k poškodeniu opevnenia, čím vznikli náklady na zabezpečovacie práce vo výške cca 1 930 € a následne s tým spojené nevyhnutné náklady vo výške 720 €.

Toto potvrdzuje naše konštatovanie, že nedostatočným realizovaním protipovodňových opatrení dochádza v konečnom dôsledku k vyšším nákladom. Údaje v tabuľkách dokumentujú „iba“ náklady týkajúce sa opravy samotného vodného toku a nezohľadňujú náklady, ktoré vznikli na inom majetku štátu a občanov (oplotenia, poškodené hospodárske budovy, poľnohospodárska pôda, komunikácie atď.).

Odporúčania a opatrenia na zmiernenie škôd

- Vo vybraných lokalitách najčastejšie postihnutých povodňami zriadiť medzi skládku materiálu – hlavne kameňa, piesku, vriec a ďalšie.
- Doplniť do zásob dostatočný počet čerpadiel na čerpanie vnútorných vôd s potrebnou kapacitou.
- Vyrobiť nad rámec vlastnej spotreby limnobloky ako jeden z dôležitých opevňovacích prvkov.
- Zakomponovať do zákona o verejnom obstarávaní výnimku týkajúcu sa živelných pohrôm, v našom prípade mimoriadnych povodňových situácií.
- Pripraviť zmluvy o budúcich zmluvách na prenájom strojov a dodávku materiálu – kameň, piesok.

Prínos z realizácie protipovodňových preventívnych opatrení na území obcí spočíva v:

- eliminácii extrémnych prietokov, rozsahu a početnosti povodní, ktoré môžu vzniknúť z plôch na území vlastnej obce a eliminácii pôdnej erózie (ochrana pôdneho fondu),
- zlepšení zásob podzemnej a povrchovej vody na území obce vrátane zlepšenia jej kvality,
- zlepšení mikroklimatických podmienok a odolnosti územia voči extrémnym prejavom počasia,
- zvýšení konkurencieschopnosti územia elimináciou potenciálnych rizík, strát a hrozieb.

Záver

Keďže povodne nás ohrozujú stále viac, pričom je to viac menej neočakávaný fenomén, je potrebné zabezpečiť ochranu ľudí a majetku vhodnými protipovodňovými opatreniami, ktoré budú spĺňať ako ekologické, tak aj ekonomicko-prevádzkové hľadiská. Problematika riešenia vodného hospodárstva špeciálne v oblasti ochrany pred povodňami je omnoho širšia. Do tohto komplexu zapadá napr. výstavba hrádzí, výstavba záchytných nádrží, budovanie priehrad, financovanie vodného hospodárstva a podobne. Týmito problémami sa zaoberajú jednak tímy odborníkov na rôznych úrovniach ako aj široká verejnosť prostredníctvom samospráv a súčasne aj takmer každý z obyvateľov Slovenska, ktorého sa tieto problémy bezprostredne týkajú. Ide tu hlavne o ochranu majetku štátu, občanov a čo je najdôležitejšie – o ochranu ľudského života. Preto považujeme túto oblasť za veľmi dôležitú a veríme, že najbližšia budúcnosť ukáže opodstatnenie vážnosti krokov, ktoré sa jej budú venovať.

Zoznam použitej literatúry

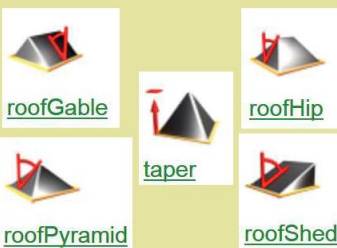
- Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území Slovenskej republiky. [online]. 2019. [cit. 2019-03-03]. Dostupné na internete: <http://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/priloha_1-suhrn_vysledkov_analyzy.pdf>
- Čamrová, L.- Jílková, J. a kol. 2006. Povodně v území - institucionální a ekonomické souvislosti. Praha: Eurolex Bohemia, 2006. 176 s. ISBN 80-7379-000-9.
- Meyer, V., Scheuer, S., Haase, D. 2009. A multicriteria approach for flood risk mapping exemplified at the Mulde river. Germany. Nat. Hazards, 48, 17-39.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES z 23. októbra 2007 o hodnotení manažmente povodňových rizík. Úradný vestník Európskej únie L 288, 6.11. 2007.
- Vyhláška č. 159/2014 Z.z. o vyhodnocovaní výdavkov na povodňové zabezpečovacie práce, povodňové záchranné práce a povodňových škôd
- Vyhláška č. 252/2010 Z.z. o predkladaní priebežných správ o povodňovej situácii a súhrnných správach o priebehu povodní, ich následkoch a vykonaných opatreniach.
- Výročná správa SVP š.p. 2017. [online].[cit. 2019-04-03]. Dostupné na internete: < <https://www.svp.sk/wp-content/uploads/2012/11/v%C3%BDro%C4%8Dn%C3%A1-spr%C3%A1va-na-web.pdf>>
- WMO, GWP, 2004. Integrated flood Management. APFM Technical Documents No. 1. World Meteorological Organization and Global Water Partnership, Geneva.
- Zákon NR SR č.7/2010 Z.z. o ochrane pred povodňami.



VEGA 1/0754/18 HODNOTENIE GEOMETRICKÝCH A TOPOLOGICKÝCH VLASTNOSTI OBJEKTOV SÍDELNEJ ZÁSTAVBY PRE PODPORU BUDOVANIA INTELIGENTNÝCH

ANOTÁCIA PROJEKTU

Jednou z hlavných výziev na úrovni riadenia miest a obcí v Slovenskej republike je vytvorenie inteligentných riešení pre zabezpečenie udržateľného zásobovania energiou do budúcnosti. Sídlna zástavba na svojej miestnej úrovni predstavuje potenciál v podobe strešných plôch a fasád, ktoré môžu výrazným spôsobom prispieť k efektívnejšiemu využívaniu obnoviteľných zdrojov energie. Hlavným cieľom projektu je zhodnotenie geometrických a topologických vlastností objektov sídelnej zástavby z hľadiska využitia ich potenciálu pre solárnu stratégiu. Východiskom riešenia bude špecifikácia faktorov solárnej stratégie udržateľnosti mestskej zástavby na základe, ktorej bude spracovaná informačno - kvalifikačná báza údajov všetkých objektov, tvoriaca základ spracovania pre vytvorenie 3D modelu mesta a nadstavbovej časti - inteligentný systém rozhodovania. Pri tvorbe odpovedajúceho dátového modelu sa bude prihliadať na mieru jej aplikačného využitia pre ľubovoľné územie.



Základné typy striech (Esri.com)



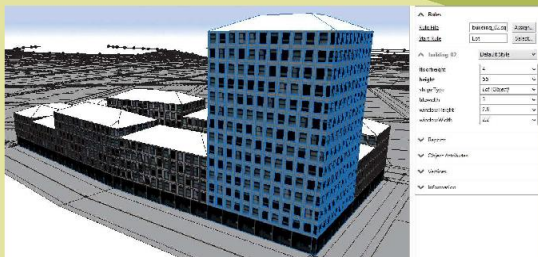
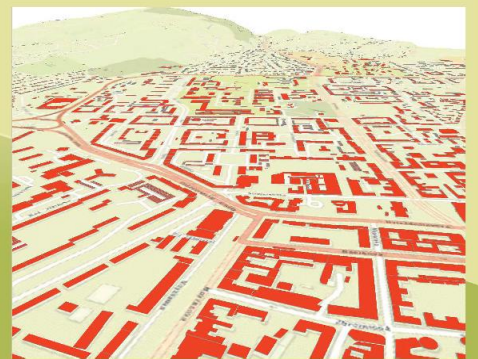
Umiestnenie fotovoltaických panelov na budove Deliusovho pavilónu



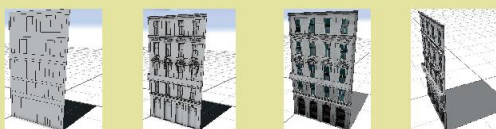
Proces segmentácie objektov sídelnej zástavby

Vedecké ciele projektu

- hlavným cieľom projektu je zhodnotenie geometrických a topologických vlastností objektov zaradených do kategórie LAU 2
- kategorizácia objektov sídelnej zástavby (OSZ)
- návrh metodiky hodnotenia potenciálu strešných objektov
- vytvorenie informačno - klasifikačnej bázy údajov OSZ
- návrh inteligentného systému pre automatizované spracovanie OSZ
- tvorba 3D modelu mesta na báze procedurálneho modelovania
- prezentácia výsledkov prostredníctvom webu



Proces parametrického modelovania



Postup modelovania architektonických prvkov fasády



Zmeny chemických a mikrobiologických ukazovateľov vôd počas ich využitia v technologickom procese v hutníckom priemysle

Rudolf HROMADA^{1,a}, Igor MIŇO^{1,b}

¹Ústav hygieny zvierat a životného prostredia, Katedra životného prostredia, veterinárskej legislatívy a ekonomiky, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice

^arudolf.hromada@uvlf.sk, ^bigor.mino@uvlf.sk

Abstract

This article is focused on the quality of water before, and after its use in the steel industry by comparing its chemical and microbiological parameters. It describes the sources of used industrial and drinking water, its chemical and physical treatment. It indicates pollution sources in the technological process and cleaning methods of contaminated water for repeated usage and return to the environment. Further, it compares quality of the main water resources, used by local steel company and water quality discharged into the Sokolany creek. The result obtained by microbiological and chemical analysis of samples, from areas where water is acquired for further use, confirm that the quality of water in the area is variable. The best results are attained on Ida creek and both the Bukovec reservoirs, where anthropogenic impact is less significant. Negative values are indicated on the Hornád river and the Čaňa lake. The worst values of indicators were recorded in the Sokolany creek.

Key words: chemical and microbiological parameters, contamination of water, pollution sources

Úvod

Monitoring vôd v Slovenskej republike a opatrenia v oblasti vodného hospodárstva reguluje smernica 2000/60/EC Európskeho parlamentu a Rady (Rámcová smernica o vode) platná od 22. decembra 2000. Smernica poskytuje legislatívny rámec pre zavedenie jednotnej vodnej politiky v krajinách EÚ. Zdôrazňuje podporu trvalo udržateľného hospodárenia s vodou založeného na dlhodobej ochrane dostupných vodných zdrojov. Základom vodnej politiky sa stáva integrované riadenie vodných zdrojov v rámci povodí, ktoré spočíva v koordinácii strategických cieľov v relevantných sektoroch, ako je poľnohospodárstvo, lesníctvo, priemysel a iné, s cieľmi dosiahnutia dobrého stavu vôd. Požiadavky RSV smerujú predovšetkým k ochrane vôd a vodných ekosystémov. Vychádzajú zo základných environmentálnych cieľov. RSV sa zameriava na zachovávanie a zlepšovanie vodného prostredia v spoločnosti. Tento cieľ sa v prvom rade týka kvality príslušných vôd. Podporným prvkom pri zabezpečovaní dobrej kvality vody je aj regulácia množstva, a preto je nutné prijímanie takých opatrení týkajúcich sa množstva vôd, ktoré slúžia cieľu zabezpečenia vyhovujúcej kvality vôd. Monitoring povrchových vôd vykonávajú rezortné inštitúcie MŽP SR (MŽP SR, 2011).

V monitorovanej oblasti Košíc sú hlavnými tokmi Hornád a Torysa, v západnej časti Bodva a Ida. Hornád je v tejto oblasti zaťažený splaškovými a priemyselnými odpadovými vodami tvoriacimi sa v meste Košice. Dlhodobo negatívne zaťažovaným je Sokoliansky potok, vypúšťaním priemyselných odpadových vôd zo závodu U. S. Steel Košice (USSKE). V roku 2009 tvorilo množstvo vypúšťaného znečistenia 640,2 t. Antropogénne ovplyvnenie tokov Bodva a Ida je menej výrazné. Negatívne zaťaženie tokov je umocňované znečistením z neodkanalizovaných obcí priamo v zaťaženej oblasti, tiež v širšom okolí. 56% obcí v tejto oblasti nemá vybudovanú verejnú kanalizáciu s ČOV (SAŽP, 2009).

Limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia vo vypúšťaných odpadových vodách pre USSKE definuje integrované povolenie činnosti prevádzky č. 2997-30870/2007/Kov/570021406 podľa zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (Tab. 1). Tieto hodnoty sa považujú za dodržané, ak ani v jednej zlievanej alebo bodovej vzorke nebude prekročená určená koncentračná hodnota „m“ a objem odpadových vôd vypúšťaných z ČOV nesmie prekročiť hodnoty dané týmto rozhodnutím.

Hygienické požiadavky vyplývajúce z nariadenia Európskeho parlamentu a Rady Európskeho Spoločenstva č.852/2004 majú mimoriadny význam vo všetkých etapách výrobného procesu. Neoddeliteľnou súčasťou tohto procesu je sanácia, ktorou sa vytvárajú a zabezpečujú bezchybné hygienické podmienky prostredia.

Tab. 1 Emisné limity pre znečisťujúce látky v odpadových vodách vypúšťaných do Sokolanského potoka

Ukazovateľ	Limitné koncentračné hodnoty [mg. l ⁻¹]		Bilančné hodnoty	
	p	m	kg.deň ⁻¹	t.rok ⁻¹
pH - reakcia vody	6 - 9	9	-	-
Cl ⁻ - chloridy	250	300	27 397,4	10 000
SO ₄ ²⁻ - sírany	200	250	21 918	8 000
RL ₅₅₀ - rozpustené látky pri 550 °C	740	800	81 096,4	29 600
RL ₁₀₅ - rozpustené látky po žíhaní	900	1 000	98 630,8	36 000
NL - nerozpustené látky	35	40	3 835,6	1 400
CHSK _{Cr} - chemická spotreba kyslíka	30	60	3 267,7	1 200
NEL - nepolárne extrahovateľné látky	1,5	1,5	164,4	60
Cr _{celk} - celkový chróm	0,1	0,2	11	4
Cr ⁶⁺ - šesťmocný chróm	0,025	0,05	2,7	1
Fe - železo	2,7	3	296	108
N-NH ₄ - amoniakálny dusík	2	3,5	219,2	80
CN _{celk} - kyanidy celkové	0,1	0,2	11	4
CN _{tox.} - kyanidy toxické	0,02	0,1	2,2	0,8
Fenoly	0,05	0,1	5,5	2
Zn - zinok	0,3	0,3	33	12
S ²⁻ - sulfidy	0,05	0,05	5,5	2
P _{celk} - celkový fosfor	0,4	0,4	43,8	16
AOX - absorbovateľné organicky viazané halogény	30 ¹⁾	80 ¹⁾	3,288	1,2
Cl ₂ - aktívny chlór	0,2	0,3 ²⁾	21,9	8
Mn - mangán	0,2	0,3	21,9	8
PAU - polycyklické aromatické uhľovodíky	2 ¹⁾	6 ¹⁾	0,219	0,08
N-NO ₂ - dusitanový dusík	0,5	0,8	54,8	20
N _{celk} - celkový dusík	15	35	1 643,8	600

p – priemerné povolené koncentračné hodnoty jednotlivých ukazovateľov znečistenia

m – maximálna limitná hodnota koncentrácie znečistenia v príslušnom ukazovateli v zlievanej, resp. bodovej vzorke

Metodika

Za účelom monitoringu boli odoberané vzorky zo siedmych odberných miest. Odberné miesto pre pitnú vodu bola administratívna budova DZ Energetika (USSK DWOO-V-035). Ako zdroje priemyselnej vody pre hutnícky podnik sa využívajú rieka Hornád, horná a dolná Bukovecká priehrada a jazero Čaňa, kde bolo odobratých päť vzoriek. Posledným miestom bol výpusť z ČOV Sokolany, kde sa vyčistená voda dostáva do recipientu – Sokolanského potoka. Odbery vzoriek boli vykonané v 3 po sebe nasledujúcich mesiacoch (sep. – dec. 2012).

V odobratých vzorkách vody sa vykonala kvantitatívna analýza obsahu dusičnanov, chloridov a obsahu kyslíka. Bola stanovená hodnota pH. Hodnota koncentrácie vodíkových iónov sa stanovila podľa normy STN EN ISO 10523. Na meranie bol použitý pH meter Hach vybavený ISE kyslíkovou elektródou. Pri kvantitatívnom stanovení dusičnanov bol použitý iónometer WTW. Samotné meranie bolo vykonané pomocou ión-selektívnej elektród. Chloridy boli stanovené kvantitatívne podľa normy STN ISO 9297. Použila sa priama argentometrická titrácia podľa Mohra s chromanom draselným, ako vizuálnym indikátorom.

Výsledky

Štúdia bola zameraná na zistenie niektorých mikrobiologických a chemických ukazovateľov vôd, ktoré sú využívané v hutníckom podniku USSKE. Zároveň sme posúdili tieto ukazovatele aj vo vode v Sokolanskom potoku, do ktorého sú vypúšťané odpadové vody z podniku po úprave v podnikovej ČOV. Hodnoty boli štatisticky porovnané programom GraphPad prism testom ANOVA.

Tab. 2 Koliformné baktérie

KB – KTJ/100ml	norma	október	november	december
1. pitná voda - USSK DWOV-V-035	0	0	0	0
2. Hornád CHÚV Krásna	0	NP	NP	NP
3. Jazero Čaňa	0	NP	NP	NP
4. Potok Ida	0	2	1	1
5. Bukovec - horná nádrž	0	14	12	12
6. Bukovec - dolná nádrž	0	21	18	17
7. Sokol'anský potok	0	NP	NP	NP

Tab. 3 Kultivovateľné mikroorganizmy pri 37°C

KM 37 – KTJ.ml ⁻¹	norma	október	november	december
1. pitná voda - USSK DWOV-V-035	20	0	0	0
2. Hornád CHÚV Krásna	20	NP	NP	NP
3. Jazero Čaňa	20	NP	NP	NP
4. Potok Ida	20	10	8	9
5. Bukovec - horná nádrž	20	15	11	12
6. Bukovec - dolná nádrž	20	62	40	38
7. Sokol'anský potok	20	NP	NP	NP

Tab. 4 Hodnoty pH

pH	Norma	október	november	december
1. pitná voda - USSK DWOV-V-035	6 - 8,5	7,14	7,13	7,13
2. Hornád CHÚV Krásna	6 - 8,5	7,85	7,01	6,96
3. Jazero Čaňa	6 - 8,5	7,18	7,32	7,21
4. Potok Ida	6 - 8,5	6,54	6,56	6,59
5. Bukovec - horná nádrž	6 - 8,5	6,76	6,78	6,74
6. Bukovec - dolná nádrž	6 - 8,5	6,84	6,73	6,73
7. Sokol'anský potok	6 - 8,5	7,96	7,91	7,82

Tab. 5 Obsah kyslíka

O ₂ – mg.l ⁻¹	norma	október	november	december
1. pitná voda - USSK DWOV-V-035	>5	7,34	7,31	7,31
2. Hornád CHÚV Krásna	>5	10,56	10,21	10,29
3. Jazero Čaňa	>5	10,2	10,1	9,99
4. Potok Ida	>5	15,6	14,5	14,8
5. Bukovec - horná nádrž	>5	10,3	10,2	10,2
6. Bukovec - dolná nádrž	>5	10,6	9,64	9,57
7. Sokol'anský potok	>5	10,2	9,86	9,44

Tab. 6 Hodnoty koncentrácie dusičnanov

NO ₃ - mg.l ⁻¹	norma	október	november	december
1. pitná voda - USSK DWOV-V-035	50	1,45	1,5	1,4
2. Hornád CHÚV Krásna	50	8,1	8,1	8,08
3. Jazero Čaňa	50	10,2	10,1	9,98
4. Potok Ida	50	5,13	2,13	3,98
5. Bukovec - horná nádrž	50	6,8	6,5	7,1
6. Bukovec - dolná nádrž	50	7,2	6,8	6,13
7. Sokol'anský potok	50	17,78	17,74	17,74

Tab. 7 Hodnoty koncentrácie chloridov

Cl ⁻ - mg.l ⁻¹	október	november	december
1. pitná voda - USSK DWOV-V-035	38	38	38
2. Hornád CHÚV Krásna	76	62	60
3. Jazero Čaňa	81	76	70
4. Potok Ida	40	38	37
5. Bukovec - horná nádrž	45	45	46
6. Bukovec - dolná nádrž	52	45	40
7. Sokol'anský potok	148	128	120

Záver

Záverom môžeme konštatovať, že kvalita vôd tvoriacich zdroj vody pre hutnícky podnik U.S.Steel Košice je na lepšej úrovni, ako voda po jej využití v hutníckom kombináte. Kvalita zdrojov vody je tak isto na rôznej úrovni. Najlepšiu kvalitu sme zistili v potoku Ida a Bukoveckých nádržiach, čo môže byť v súvisе s tým, že sú lokalizované mimo husto obývaných oblastí a prítoky sú prevažne z lesných oblastí. Vo vyhodnocovanom období mesiacov september až december 2012 nebol prekročený žiaden z limitov, stanovený príslušným povolením pre odpadové vody U.S.Steel Košice. Tieto parametre boli porovnávané s uvádzanými hodnotami pre odpadové vody, ktoré spoločnosť každý mesiac zverejňuje.

Kvalita vody je v priamom súvisе so zdravím ľudí a zvierat. Relatívny nedostatok pitnej vody sa podpisuje na ľahostajnom postoji ľudí k životnému prostrediu. Mnohí z nich si ani neuvedomujú, že svojim benevolentným prístupom k nakladaniu s odpadmi, znečisťujú zdroje povrchovej i podzemnej vody. Na východnom Slovensku je mnoho obcí, kde dosiahlo znečistenie podzemnej vody takú úroveň, že dlhodobo nevyhovujú normám pre pitnú vodu a vodu je nutné dovážať. Osobný prístup k tejto problematike by mal prevážiť ekonomickú otázku a budúcnosť vlastného zdravia postaviť na prvé miesto v stupnici priorít.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol za podpory Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA č.003UVLF-4/2016.

Použitá literatúra

- STN EN ISO 6222: Kvalita vody. Stanovenie kultivovateľných mikroorganizmov. Počítanie kolónií po očkovaní do kultivačného živného agarového média. 2001.
- STN ISO 10523: Kvalita vody. Stanovenie pH.
- STN ISO 9297: Kvalita vody. Stanovenie chloridov. Argentometrické stanovenie s chrómanovým indikátorom (Mohrova metóda). 2000.
- STN ISO 9308-1: Kvalita vody. Stanovenie Escherichia coli a koliformných baktérií. Časť 1: Metóda membránovej filtrácie (ISO 9308-1: 2000)
- Zákon č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon). 2004.

Environmentálne záťaž a ich vplyv na kvalitu vodných zdrojov

Igor MIŇO^{1,a}, Rudolf HROMADA^{1,b}, Peter KORIM^{1,c}

¹Ústav hygieny zvierat a životného prostredia, Katedra životného prostredia, veterinárskej legislatívy a ekonomiky, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice
^aigor.mino@uvlf.sk, ^brudolf.hromada@uvlf.sk, ^cpeter.korim@uvlf.sk

Abstrakt

Ťažké kovy sa v malých množstvách prirodzene nachádzajú v zemskej kôre, avšak pri zvýšenej koncentrácii majú drastický dopad na ľudí a životné prostredie. Cieľom tejto práce bolo zistenie nadlimitných hodnôt vybraných prvkov v pitných a povrchových vodách. Skúmané vzorky boli odoberané z rôznych miest východného Slovenska, ktoré sú environmentálne zaťažené či už po súčasnej alebo minulej priemyselnej činnosti. Vo výsledkoch z analýz pitnej vody sa pri prvom odbere v nadlimitných hodnotách najčastejšie jednalo o Fe, Mn a nízke hodnoty Ca, čo predstavovalo u Fe 50,9 %, Mn 27,3 %, a Ca 14,1 % a pri druhom odbere Fe 54,3 %, Mn 22 %, a Ca 17 % z celkového počtu 59 nadlimitných hodnôt pri oboch odberoch. Súčasťou práce bolo vo vybraných lokalitách aj skúmanie stavu povrchových vôd, kde vo všetkých odobratých vzorkách boli nadlimitné hodnoty mangánu, železa a selénu, pričom v jednej vzorke bola zistená zvýšená hodnota olova - 38,35 µg/l.

KLúčové slová: environmentálna záťaž, ťažké kovy, pitná voda

Úvod

Jedným z dôsledkov rozvoja priemyselnej výroby je aj neustále vzrastajúce množstvo vypúšťaných priemyselných odpadových látok do prostredia. Z environmentálneho hľadiska je nebezpečná najmä akumulácia toxických látok v pôde a vo vode. Problematika znečistených povrchových a podzemných vôd spôsobuje diferencovanie územia Slovenska na oblasti so životným prostredím veľmi dobrej kvality, až po územia s prekročenými limitmi znečistenia. Takto narušené životné prostredie predstavuje približne 25 percent rozlohy územia Slovenskej republiky. Na znečistení povrchových a podzemných vôd východného Slovenska sa podieľa hlavne priemyselná činnosť, taktiež významnou mierou k nemu prispieva nízka úroveň čistenia komunálnych odpadových vôd a častá absencia kanalizácie v obciach. Ďalším zdrojom znečistenia vôd je poľnohospodárska činnosť a používanie agrochemikálií. Dopad na kvalitu vodných zdrojov má aj odpadové hospodárstvo, množstvo a druh skládok odpadov v regióne. Toxicita znečisťujúcich látok je podmienená aj koncentraciou jednotlivých prvkov (Tab. 1). V stopových množstvách sú niektoré nevyhnutné pre správny priebeh biochemických životných procesov, pričom pri zvyšovaní ich koncentrácie v životnom prostredí môžu byť pre človeka a zvieratá toxické, resp. karcinogénne (Martoň, 1984).

Tab. 1 Maximálne prípustné koncentrácie niektorých prvkov v prírodných vodách

PRVOK (mg.l ⁻¹)	PITNÁ VODA	VODÁRENSKÉ TOKY	POVRCHOVÉ VODY
Ca	>30,0	150,0	200,0
Fe	0,3	0,5	2,0
Mg	10,0–30,0	50,0	100,0
Mn	0,1	0,1	0,3
Ni	0,02	0,05	0,1
Pb	0,01	0,02	0,05
Se	0,01	0,01	0,05
Zn	3,0	0,05	0,1

Metodika

Pri určení miest odberu sa zohľadňovalo:

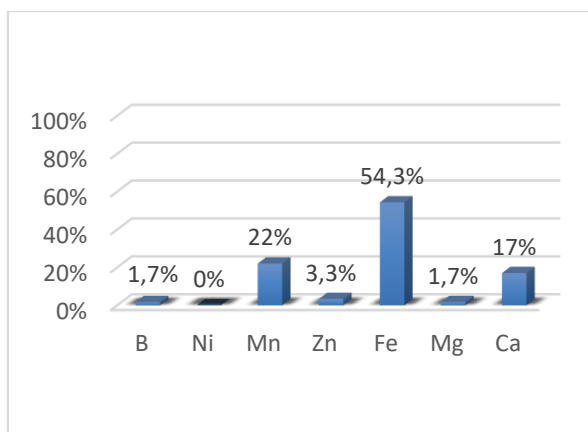
- Povodie riek Zemplína s environmentálnou záťažou: Ondava, Laborec, Uh.
- Možnosť porovnať vzorky v závislosti na ročnom období.
- Zistenie možného rizika kontaminácie vody priesakmi z čerpacích staníc a skládok odpadov.

- Rôznorodosť vodných zdrojov (studne, vodovody, vodné toky, kanály).

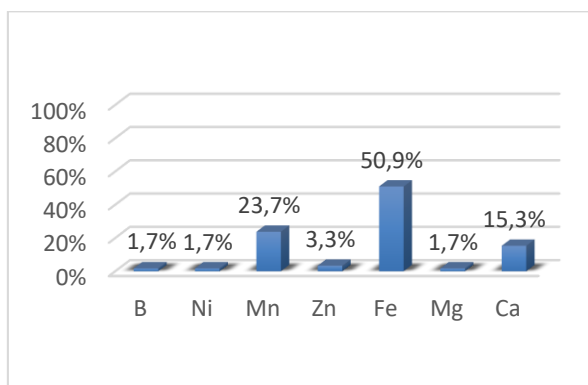
Vzorky vody boli odoberané v množstve 2 l do plastových vzorkovníc. Podľa nariadenia vlády pre stanovenie kovov v bežných koncentráciách sa ako vzorkovnice použili fľaše z polyetylénu s vysokou hustotou (PTFE). Pre stanovenie kovov v ultrastopovej analýze sa použili vzorkovnice vyrobené z perfluoralkózy (PFA) alebo hexafluoretenpropenu (FEP). Aby sa predišlo absorpcii niektorých kovov na stenách vzorkovnice, vzorky boli stabilizované prídavkom 0,5 ml HNO₃ na 100 ml vzorky a do doby analýzy uschované pri teplote 4 °C. Následne sa každá vzorka analyzovala dvakrát na laserovom analyzátore s indukčne viazanou plazmou a hmotnostným spektrometrom (ICP).

Výsledky

Pri chemickom vyšetrení bola zisťovaná koncentrácia 7 prvkov. Vo výsledkoch z analýz pitnej vody sa pri prvom odbere v nadlimitných hodnotách najčastejšie jednalo o Fe, Mn a nízke hodnoty Ca, ako je odporúčaná hodnota, čo predstavovalo u Fe 50,9 %, Mn 27,3 %, a Ca 14,1 % a pri druhom odbere Fe 54,3 %, Mn 22 %, a Ca 17 % z celkového počtu 59 nadlimitných hodnôt pri oboch odberoch (Obr. 1). Okrem toho boli zistené dva prípady zvýšenej hodnoty zinku a jedenkrát uránu a horčíka. Obdobný bol nález pri druhom odbere, kde bola zaznamenaná aj zvýšená koncentrácia niklu a uránu (Obr. 2). Súčasťou práce bolo vo vybraných lokalitách aj skúmanie stavu povrchových vôd, kde vo všetkých odobratých vzorkách boli nadlimitné hodnoty mangánu, železa a selénu, pričom v jednej vzorke bola zistená zvýšená hodnota olova - 38,35 µg/l.



Obr. 1 Podiel nadlimitných hodnôt vybraných prvkov v pitnej vode pri 1. odbere



Obr. 2 Podiel nadlimitných hodnôt vybraných prvkov v pitnej vode pri 2. odbere

Diskusia

Veľké zdravotné riziko pre človeka a zvieratá predstavujú kovy, ktoré sa v organizme akumulujú. Mnohé ovplyvňujú sensorické vlastnosti vody často už v koncentráciách, keď sa ešte toxicky neprejavujú. Medzi najtoxickéjšie kationy patrí napr. Be²⁺, As³⁺, As⁵⁺, Cd²⁺, Cr⁶⁺, Hg⁺, Hg²⁺, Pb²⁺ (Kocourek et al., 2003). Vysoká dostupnosť kovov vyplývajúca z ťažby a priemyselnej činnosti, likvidácie čistiarenských kalov alebo oxidovania pôdy je rastúcim problémom v poľnohospodárstve a lesníctve. Vody z poľnohospodárstva obsahujúce pesticídy a hnojivá s obrovským množstvom anorganických aniónov a kovov môžu byť začlenené do potravinového reťazca. Znečistenie vodného prostredia anorganickými chemikáliami je hrozbou pre vodné

organizmy vrátane rýb (Kožíšek, F. et al., 2001). V práci (Peng, K. C., 2012) zameranej na skúmanie úrovne znečisťujúcich látok v orgánoch Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) bolo poukázané na akumuláciu niektorých ťažkých kovov, ktorá ovplyvňuje ich fyziologický stav. Prírodným zdrojom zinku a zároveň zdrojom znečistenia vôd sú zinkové rudy (sfalerit, smithsonit). Väčšie množstvo zinku sa dostáva do podzemných vôd pri oxidačnom rozklade sulfidických rúd. Umelým zdrojom zinku v prírodných vodách môžu byť odpadové vody z povrchovej úpravy kovov, výroby viskózy a pozinkované kovy (nádoby, potrubia). Viaceré štúdie (napr. Martoň, J. et al., 1984; Ondrašovičová, O., 1988; Patrik, M., 1989) uvádzajú, že hlavným zdrojom mangánu vo vzduchu a vode je výroba železa a ocele spolu so spaľovaním motorovej nafty vo vozidlách. Nadlimitný nález mangánu a železa vo vzorkách sa vysvetľuje tým, že mangán a železo sa do zdroja pitnej vody dostávajú prevažne z geologického podložia (Pavolová, H. et al., 2006).

Záver

Vody z riek, ktoré boli skúmané v tejto práci nesú následky environmentálnej záťaže po súčasnej alebo minulej priemyselnej činnosti. Konkrétne sa jedná o rieku Ondava, kde je hlavným znečisťovateľom Bukóza Hencovce, ďalej Laborec s bývalým Chemlonom v Humennom a Chemko v Strážskom ako aj rieka Uh, ktorú ohrozujú ropné odpady z Ukrajiny. Stav životného prostredia sa však postupne každým rokom zlepšuje. Klesajú emisie škodlivých látok z priemyslu do ovzdušia a vody, čo je spôsobené prísnejšou legislatívou (napr. Nariadenie vlády SR č. 491/2002 Z.z. ktorým sa ustanovujú kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd plus vyhlášky MŽP SR v oblasti požiadaviek na kvalitu užitkovej a pitnej vody, ďalej zavádzaním nových technológií, ale do značnej miery aj ekonomickým kolapsom mnohých významných znečisťovateľov. Získané hodnoty v našej práci sú iba indikáciou toxicity vybraných prvkov v zdrojoch vody, ktoré nemožno považovať za nástroj na riešenie zdroja kontaminácie.

Podakovanie

Príspevok vznikol za podpory Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA č.003UVLF-4/2016.

Použitá literatúra

- ATSDR : Toxicological profile for nickel. Draft for public comment. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1996
- Kocourek, V.; Hajslová, J.; Tomanová, M.: Přehled imisní zátěže agrárneho ekosystému vybranými prioritními organickými polutanty. Výzkumní ústav rostlinné výroby, Praha, 2003, 95.
- Kožíšek, F.; Kríž, J.; Kubinová, R.: Zdravotní rizika životného prostředí“ – Státní zdravotní ústav, Centrum hygieny životného prostředí, Praha 2001, 19.
- Martoň, J.; Tölgyessy, J.; Hyánek, L.; Piatrik, M.: Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vôd. Alfa Bratislava, 1984, 684.
- NARIADENIE VLÁDY SR č. 491/2002 Z.z., ktorým sa ustanovujú kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd
- Ondrašovičová, O.: Kontaminácia vodných zdrojov odpadmi živočíšnej výroby a možnosti ich ovplyvňovania, Habilitačná práca, Košice 1998, 173.
- Pavolová, H.; Bakalár, T.; Bodnárová, L.: Analýzy vodných zdrojov v južnom Zemplíne. Acta Montanistica Slovakia, 11, 2006, 1, 86-91.
- Patrik, M.: Chémia, Biológia a Toxikológia Vody a Ovzdušia, Bratislava 1989, 168- 169.
- Peng, K. C., Lee, S. H., Hour, A. L., Pan, C. Y., Lee, L. H., & Chen, J. Y.: Five different piscidins from Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: analysis of their expressions and biological functions. PloS one, 2012 - 7(11), e50263.
- VYHLÁŠKA MZ SR č. 151/2004 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 398/2002 o podrobnostiach určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov a o opatreniach na ochranu vôd
- VYHLÁŠKA MZ SR č. 146/2004, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MZ SR č. 30/2002 Z.z. o požiadavkách na vodu na kúpanie, kontrolu kvality vody na kúpanie a na kúpaliská
- VYHLÁŠKA MŽP SR č. 636/2004, ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody a na sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch
- ZÁKON č. 238/1991 Zb. o odpadoch v znení zákona NR – SR č. 255/1993 Z. z., č. 43/1994 Z. z.
- ZÁKON č. 184/2002 o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (vodný zákon)



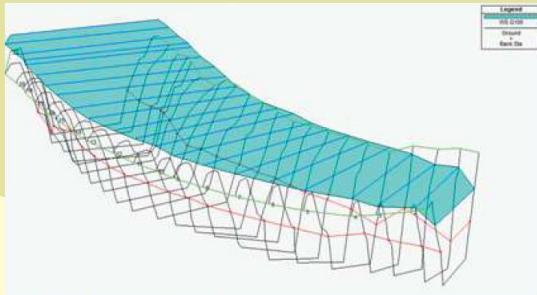
3D data ako súčasť rozhodovacích procesov

ABSTRAKT

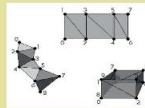
Pokročilé úrovne informačno – geoinformačných technológií ovplyvňujú náš každodenný život a stávajú sa jeho neoddeliteľnou súčasťou. V koncepte priemyselnej sféry, budovania infraštruktúry inteligentných miest sídelnej zástavby, budovania 3D modelov, detekcia a klasifikácia objektov a mnohých iných oblasti je efektívne pracovať a využívať 3D dáta. 3D geopriestorové dátové súbory sa týmto spôsobom stávajú súčasťou rozhodovacích procesov na úrovni komunít alebo spoločenských ľudí. Z celej skupiny základných funkcií, ktoré tieto súbory svojim užívateľom ponúkajú patria napr.:

- 3D dátové štruktúry
- Algoritmy pre spracovanie 3D dát
- 3D vizualizácia

Spoločným menovateľom aplikačného využitia v rôznych oblastiach je zabezpečenie udržateľného rozvoja spoločnosti.



3D priestorový model časti riečného koryta



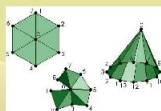
Aplikácia 3D dát v
 oblasti
 vodného hospodárstva



3D priestorový model mostného objektu nad úrovňou vodnej nádrže



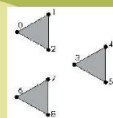
3D vizualizácia priestoru pre šport a rekreáciu



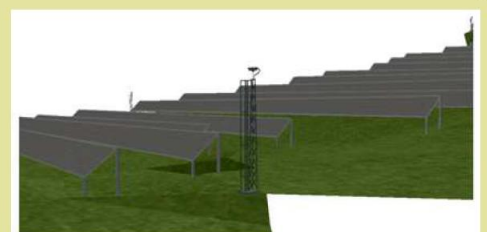
Aplikácia 3D dát v
 oblasti
 budovania
 inteligentných miest



Proces spracovania 3D dát pre povodňové modelovanie



Aplikácia 3D dát
 pre podporu
 využívania
 OZE



Kvalita pitnej vody používanej v potravinárskom priemysle

Igor MIŇO^{1,a}, Nad'a SASÁKOVÁ^{1,b}

¹Ústav hygieny zvierat a životného prostredia, Katedra životného prostredia, veterinárskej legislatívy a ekonomiky, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice
^aigor.mino@uvlf.sk, ^bnada.sasakova@uvlf.sk

Abstrakt

Kvalita pitnej vody používanej v potravinárskom priemysle musí spĺňať prísne hygienické požiadavky. Kvalita vody v priebehu technologických procesov v rôznych etapách výroby je v tejto štúdií hodnotená metódami chemického a mikrobiologického vyšetrenia z odobraných vzoriek. Výsledky porovnávame s požiadavkami na kvalitu pitnej vody podľa nariadenia Rady Európskeho Spoločenstva č. 852/2004. Táto práca zdôrazňuje význam správnej hygienickej praxe pre prechádzanie mikrobiálnej kontaminácie a chemického znečistenia v potravinárskom priemysle.

Kľúčové slová: chemické a mikrobiologické vyšetrenie vody, kontaminácia, hygienické požiadavky

Úvod

Hygienické požiadavky vyplývajúce z nariadenia Európskeho parlamentu a Rady Európskeho Spoločenstva č.852/2004 a Svetovej zdravotníckej organizácie majú mimoriadny význam vo všetkých etapách výrobného procesu. Neoddeliteľnou súčasťou tohto procesu je sanácia, ktorou sa vytvárajú a zabezpečujú bezchybné hygienické podmienky prostredia.

Cieľ práce

Cieľom tejto práce je hodnotenie kvality pitnej a oplachovej vody používanej v potravinárskom priemysle na základe zmeny jej kvality v priebehu technologických postupov v mliekarenskom priemysle ako aj hodnotenie celkovej kvality výrobného prostredia.

Metodika

Kvalita pitnej vody bola hodnotená metódami chemického a mikrobiologického vyšetrenia odobratých vzoriek pitnej a oplachovej vody využívanej v technologickom procese spracovania mliekarenských výrobkov. Mikrobiologickými vyšetreniami boli stanovené počty kultivovateľných mikroorganizmov pri teplote 22°C a 37°C, počty koliformných baktérií a *E. coli*.

Výsledky

Výsledky chemického vyšetrenia pitnej vody boli v súlade s limitmi kvality pitnej vody, žiaden významný sledovaný parameter nebol podľa nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 496/2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu, prekročený. Z mikrobiologického vyšetrenia zdroja pitnej vody vyplynulo, že v letných mesiacoch (jún – júl) je zvýšený počet koliformných mikroorganizmov a *E. coli*, ktoré poukazujú na riziko znečistenia zdrojov pitnej vody, ktorá je priamo používaná v procese výroby potravinárskych výrobkov. Táto pitná voda je však následne dezinfikovaná chlorovaním. Vyšetrenie vody po chlorácii poukázalo na významnosť dezinfekcie vody, nakoľko po nej nebola zistená prítomnosť koliformných baktérií (KB) a *E. coli* (EC), ako indikátorových baktérií poukazujúcich na znečistenie vodného zdroja organickými dusíkatými látkami, alebo fekálnym znečistením, čo bolo potvrdené aj chemickým vyšetrením. Vzorky oplachovej vody v mesiacoch jún a júl vykazovali nepočítateľné kolónie koliformných mikroorganizmov v oplachovej vode z tanku. Oplachová voda sa využíva len v rámci technologického procesu oplachovania a následne je vypúšťaná do kanalizácie, ale v prípade nedostatočnej dezinfekcie prevádzky by mohla predstavovať hrozbu novej kontaminácie prostredia, pokiaľ by nebola prevádzka pravidelne dezinfikovaná v jej jednotlivých technologických postupoch (Sasáková et al., 2013).

Záver

Analýzou vzoriek pitnej a oplachovej vody v mliekarenskom podniku sme dospeli k záveru, že dezinfekcia a správna hygienická prax sú veľmi dôležité z hľadiska dodržiavania požiadaviek týkajúcich sa mikrobiálnej kontaminácie a chemického znečistenia.

Pod'akovanie

Práca bola vykonaná za podpory grantovej úlohy MŠ SR VEGA č. 1/0950/12.

Použitá literatúra

- HOWD, R. A., FAN, A. M. Risk assessment for chemicals in drinking water. 1 st ed. Hoboken: John Wiley and Sons, Inc., 2008, 371 s. ISBN 978-0-471-72344-8.
- NARIADENIE VLÁDY Slovenskej republiky č. 496/2010 z 8. decembra 2010, ktorým sa menia doplnia nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. 2010.
- SASÁKOVÁ, N., VESZELITS LAKTIČOVÁ, K. a kol. Sanitácia v potravinárstve: Vysokoškolská učebnica. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, 2013, 136 s.
- World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality: Recommendations, Zväzok 1. World Health Organization, 2004, 515 s. ISBN 9789241546386.

Využitie podzemných vôd pre tepelné čerpadlá

Ján PINKA^{1,a}

¹Ústav zemských zdrojov, Fakulta BERG, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 19,
042 00 Košice, Slovenská republika

^ajan.pinka@tuke.sk

Abstract.

The article deals with the use of groundwater for heat pumps from an economic and environmental point of view and raises problems to improve their utilization from a quantitative point of view. The primary energy savings of fossil fuels (given by chemical energy - the heat of solid, gaseous or liquid natural fuel sources) are quantitatively proportional to CO₂ savings, and heat pumps are therefore, in terms of global warming, compared to conventional heat production with more environmentally friendly technology proportionally achieved by quantitative saving primary energy.

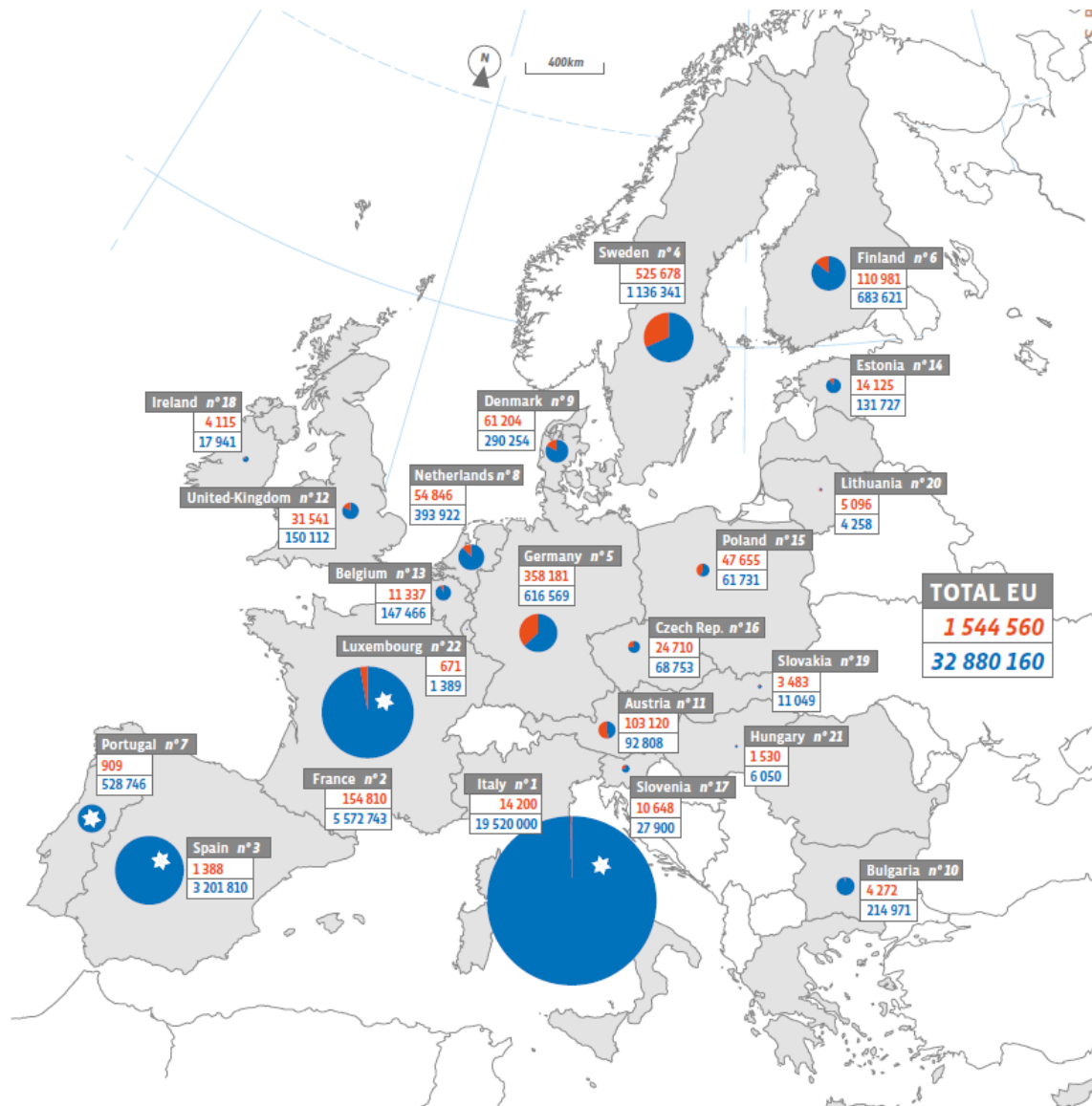
Keywords: groundwater, heat pumps, liquid natural fuel

Úvod

Tepelné čerpadlá sú alternatívne zariadenia pre výrobu tepelnej energie v porovnaní s jej klasickou výrobou pomocou spaľovania fosílnych palív. Princíp ich funkcie je založený na termodynamickom obehu strojného chladiaceho zariadenia. Tepelné čerpadlá môžu za určitých podmienok dosiahnuť v porovnaní s klasickou konvenčnou výrobou tepelnej energie výrazné úspory primárnej energie - teda tepelnej energie obsiahnutej v chemickej forme vo fosílnych palivách a môžu byť najefektívnejšou formou zabezpečovania ohrievacích ale aj chladiacich procesov v priemysle aj v komunálnej sfére. Úspory primárnej energie fosílnych palív (dané chemickou energiou - výhrevnosťou pevných, plyných alebo kvapalných prírodných palivových zdrojov) sú kvantitatívne priamo úmerné úsporám emisií CO₂ a tepelné čerpadlá sú teda z hľadiska vplyvu na globálne otepľovanie planéty v porovnaní s klasickou výrobou tepla ekologickjšou technológiou úmerne dosiahnutým kvantitatívnym úsporám primárnej energie. V prípade, že primárna pohonná energia pre systémy tepelných čerpadiel nie je získavaná z chemickej energie fosílnych palív, ale napríklad z jadrovej a vodnej energie, potom použitie takýchto energetických zdrojov nemá negatívny ekologický vplyv, pretože pri ich výrobe nedochádza k emisiám CO₂.

Tepelné čerpadlá vo svete a na Slovensku

Vo svete ako aj v štátoch EÚ je systém vykurovania prostredníctvom tepelných čerpadiel úplne bežný (Obr. 1). V južných krajinách Európy (Taliansko, Francúzsko a Španielsko) sa tepelné čerpadlá využívajú najviac (Milenič et al., 2010). V susednom Rakúsku ich používa každá tretia domácnosť, zatiaľ čo v severných štátoch ako sú Švédsko alebo Fínsko sa tepelné čerpadlá považuje už za štandard, čo však súvisí so štedrými finančnými úľavami od štátu. Vo Fínsku majú tepelné čerpadlá prvý rok elektrinu zadarmo a vo Švédsku dostávajú obyvatelia paušálny príspevok. Vo Francúzku dostáva každý obyvateľ pri kúpe tepelného čerpadla od štátu 50% z kúpnej ceny (Allen and Milenič, 2003). Na Slovensku je využívanie tepelných čerpadiel stále ešte iba na začiatku (Pinka et al., 2007). V súčasnosti je na Slovensku inštalovaných len niekoľko stoviek až niekoľko desiatok tisíc týchto zariadení (v roku 2017 sa využívalo 14 532 tepelných čerpadiel na Slovensku). V roku 2010 sa odhadovaný počet inštalovaných kusov pohyboval len okolo 155 tepelných čerpadiel, čo je v porovnaní s ostatnými európskymi krajinami veľmi málo (pozri tab. 1). Hlavným dôvodom takto nízkeho záujmu zo strany odberateľov energie a stále malého rozšírenia tohto zariadenia sú relatívne vysoké vstupné náklady, ktoré sú potrebné na kúpu tepelného čerpadla a vybudovanie celého vykurovacieho systému spolu s vyhlbením čerpaceho a tzv. vsakovacieho vrtu (v prípade typu voda - voda). Pri ostatných typoch sú náklady porovnateľné (Tab. 2).



Obr. 1 Počet využívania tepelných čerpadiel v niektorých krajinách Európskej únie
Prameň: Pinka, J., 2016

Tepelné čerpadlo je cyklicky pracujúci tepelný stroj, kde celý proces prebieha v uzatvorenom okruhu a všetky deje sa periodicky opakujú. V nasledujúcom texte si opíšeme jeden cyklus. Teplonosné médium (látka, ktorú nechávame vyparovať a odoberá teplo zo zdroja; následne ju necháme skondenzovať a odovzdáva nám naakumulované teplo; jednoducho povedané ide o „prenášač“ tepla) prúdi v kvapalnom stave k zdroju tepla (podzemná voda, vzduch, veľký objem pôdy). Toto médium je v rovnováhe so svojim okolím a pri danom tlaku a teplote nemá snahu meniť svoj stav na iný. V mieste, kde chceme získať teplo, náhle znížime tlak média (väčšinou za pomoci expanzného ventilu). Pokles tlaku spôsobí, že teplota vyparovania média klesne pod teplotu zdroja energie a médium sa vyparí. Pri vyparovaní médium odoberá teplo z okolia a akumuluje ho v sebe. Následne je médium v plynnom stave aj s naakumulovanou energiou vedené k miestu, kde túto energiu chceme zžiť (napríklad k akumuláčnemu zásobníku vody). V danom mieste teraz náhle zvýšime tlak (väčšinou pomocou kompresora). Čo sa stane? Zvýšenie tlaku spôsobí, že teplota kondenzácie média narastie nad teplotu v zásobníku vody a médium začne kondenzovať. Pri kondenzácii je teplo, ktoré sa v médiu naakumulovalo pri vyparení, odovzdané do vody v zásobníku. Odovzdané teplo spôsobí nárast teploty okolia a jednoducho povedané, zohrejeme vodu, ktorou potom môžeme napríklad vykurovať (t.j. zohriata voda zo zásobníka je rozvádzaná napr. do podlahového kúrenia alebo sa využije pre ďalšie účely domácnosti). Po kondenzácii a odovzdaní tepla sa médium opäť dostane do východiskového stavu a tento cyklus sa znovu opakuje.

Tepelné čerpadlo je teda cyklicky pracujúci tepelný stroj, ktorým za pomoci vhodnej zmeny tlaku média vieme riadiť jeho odparovanie a kondenzáciu, čo nám umožňuje prenášať energiu z miesta s nižšou teplotou na miesto s vyššou teplotou (Pinka et al 2005).

Tab. 1 Celkový počet využívania tepelných čerpadiel (TČ) v niektorých štátoch Európskej únie v rokoch 2016 a 2017

Krajina (štát)	2016			2017		
	TČ vzduch / voda	TČ zem / voda	Celkový počet TČ	TČ vzduch / voda	TČ zem / voda	Celkový počet TČ
Italy	19 045 000	14 220	19 059 220	19 520 000	14 200	19 534 200
France	5 085 653	151 770	5 237 423	5 572 743	154 870	5 727 613
Spain	2 289 432	1 293	2 290 725	3 201 810	1 388	3 203 198
Sweden	1 057 666	514 038	1 571 704	1 136 341	525 678	1 662 019
Germany	551 958	339 946	891 904	616 569	358 181	974 750
Finland	629 480	102 995	732 475	683 621	110 981	794 602
Portugal	384 080	857	384 937	528 746	909	529 655
Netherland	316 899	50 943	367 842	393 922	54 846	448 768
Denmark	272 470	60 691	333 161	290 254	61 204	351 458
Bulgaria	214 971	4 272	219 243	214 971	4 272	219 243
Austria	79 065	99 547	178 612	92 808	103 120	195 928
United-Kingdom	130 852	29 183	160 035	150 112	31 541	181 653
Belgium	91 938	9 374	101 312	147 466	11 337	158 803
Estonia	116 717	12 375	129 092	131 727	14 125	145 852
Poland	45 361	41 995	87 356	61 731	47 655	109 386
Czech Republic	54 975	23 149	78 124	68 753	24 710	93 463
Slovenia	24 900	10 050	34 950	27 900	10 648	38 548
Ireland	13 484	3 824	17 308	17 941	4 115	22 056
Slovakia	8 495	3 315	11 810	11 049	3 483	14 532
Lithuania	2 760	4 463	7 223	4 258	5 096	9 354
Hungary	5 400	1 310	6 710	6 050	1 530	7 580
Luxembourg	1 309	555	1 864	1 389	671	2 060
Total EU 28	30 422 864	1 480 165	31 903 029	32 880 160	1 544 560	34 424 720

Prameň: Pinka, J., 2016

Tab. 2 Rozdelenie tepelných čerpadiel

Podľa systému	vzduch/voda		zem/voda		voda/voda
	<55°C	>55°C	vertikálny	plošný	
Iné rozdelenie tepelných čerpadiel					
Pre vyššie teploty	EVI		2°kompr	kaskáda	
Podľa prevedenia	Monoblok		split	multi split syst	
Podľa typu kompresora	on/off		invertor	digitálne riadený	
Podľa princípu	Parný kompresorový		Absorpčný	Iný	
Podľa typu chladiva	Syntetické		Prírodné		
Podľa hnacej energie	Elektrické		Plynové	Hybridné	
Podľa využitia elektriny	Smart (inteligentné riadenie využitia lacnejšej elektriny s akumuláciou)				
Akumulátor	Áno/Nie				
Podľa veľkosti	RD		Admin. budova	Priemysel	

Prameň: Pinka, J., 2016

Druhým a nie menej dôležitým faktorom je aj environmentálna politika zo strany štátu, ktorý v súčasnosti nepodporuje, alebo veľmi málo dotuje zavádzanie alternatívnych zdroje energie, či už formou priameho príspevku na jeho vybudovanie, alebo rôznych daňových úľav, či iných ekonomických výhod pre potencionálnych záujemcov. Slovenská republika na podporu využívania alternatívnych zdrojov energie zaviedla projekt, ktorý poskytuje dotácie pri inštalácii kotlov na biomasu a slnečných kolektorov slúžiacich na vykurovanie a ohrev vody pre rodinné a bytové domy. Takáto dotácia však ešte nebola schválená aj v prípade inštalácie tepelných čerpadiel. O tejto téme sa už v médiách veľa napísalo, avšak so žiadnym výsledkom. Východoslovenská energetika má pre prípad využívania technológie tepelných čerpadiel stanovenú špeciálnu

cenovú tarifu s názvom EKO DOM (DD6). Mesačná platba za jedno odberné miesto je vo výške 5,1236 €. Vo vysokej tarife je spoplatnená sadzbou 0,1528 €/1 kWh, a v nízkej tarife 0,1317 €/1 kWh. Nezanedbateľný podiel na tomto stave má aj nízka informovanosť laickej verejnosti o výhodách, ktoré táto technológia prináša. Obyvatelia pri hľadaní vhodného riešenia vykurovania svojich domov mnohokrát stavia na tradičné a osvedčené metódy. Najznámejší Európsky výrobcovia tepelných čerpadiel sú uvedení v tabuľke 3.

Tab. 3 Európsky výrobcovia tepelných čerpadiel

Spoločnosť	Typ (značka) tepelného čerpadla	Krajina výrobcu TČ
BDR Thermea	De Dietrich	France
	Sofath	France
	Chappée	France
	Remeha	Holandsko
	Oertli Thermique	France
	Brotje	Spolková republika Nemecko
Bosch Thermotechnology	Bosch	Spolková republika Nemecko
	Buderus	Spolková republika Nemecko
Daikin Industries	Daikin Europe	Belgicko
	Rotex	Spolková republika Nemecko
Atlantic	Atlantic	France
Nibe	Nibe Energy System	Švédsko
	CTC	Švédsko
	Technibel	France
	KNV	Rakúsko
Vaillant Group	Vaillant	Spolková republika Nemecko
	Saunier Duval	France
Viessmann Group	Viessmann	Spolková republika Nemecko
Stiebel Eltron	Thermia	Spolková republika Nemecko
	Stiebel Eltron	Spolková republika Nemecko
Waterkotte	Waterkotte	Spolková republika Nemecko

Prameň: Pinka, J., 2016

Kritériá na využívanie podzemných vôd

Použitelnosť podzemnej vody je závislá na výdatnosti vrtu Q , čiže na dostupnom množstve vody zo studne, na mernej teplote vody c (merná tepelná kapacita = konštanta 4,2 KJ/kg/°C) a teplote podzemnej vody, a to na redukcii tepla cez tepelné čerpadlo ΔT . Táto závislosť je vyjadrená rovnicou (Allen, A. and Milenič, D., (2003):

$$E = c \cdot Q \cdot \Delta T \quad [\text{kW}] \quad (1)$$

Rovnica ukazuje, že limitujúcimi faktormi z hľadiska opodstatnenia použitia podzemnej vody pre tepelné čerpadlá sú:

- teplota podzemnej vody,
- množstvo podzemnej vody,
- kvalita podzemnej vody.

Teplota podzemnej vody

Použitie podzemnej vody, odoberanej z prostredia na ochladzovanie v tepelných čerpadlách, je limitované kritérium rizika zamrzania, ktoré hovorí, že nie je bezpečné vody ochladzovať na nižšiu teplotu ako sú 4 °C. Na druhej strane je však daná aj maximálna teplota, a to, že teplota vody získanej z tepelných čerpadiel by nemala dosiahnuť teploty vyššie ako 40-50°C. Malo by byť stanovené, že v dnešnej dobe nie je možné dosiahnuť vyššiu teplotu ako 50 °C v jednoduchých tepelných čerpadlách, bez ohľadu na kapacitu.

Vo všeobecnosti platí, že minimálna teplota vody vhodná na využitie je 7°C. Deficit teploty je však potom možné vykryť množstvom čerpanej vody. Teplota vody po využití tepelnej energie sa výraznejšie nemení a nie je preukázaný vplyv na kvalitu vody.

Množstvo podzemnej vody

Využívanie tepelného čerpadla nie je limitované teplotou vody vo vrte, ale množstvom tepla, ktoré môže byť vytiahnuté z tejto vody. Teda, voda vo vrte s nižšou teplotou môže byť využitá, ak množstvo, teda filtračný prietok, je dostatočný. Pre potreby priemerného rodinného domu je potrebné dosiahnuť konštantnú výdatnosť 0,5 l.s⁻¹ počas celej životnosti tepelného čerpadla. Možnosť čerpania potrebného množstva vody je nutné overiť hydrodynamickou skúškou. Pri tejto skúške by sa malo po dobu minimálne 28 dní z vrtu nepretržite čerpať požadované množstvo podzemnej vody. Súčasne s čerpaním je nutné vykonať taktiež vsakovaciu skúšku do vhodne zriadeného vsakovacieho vrtu. V podmienkach kvartérnych (najčastejšie fluvialnych sedimentov) s nenapätou zvodňou sa odporúča realizovať vsakovací vrt, ktorý svojou hĺbkou a vystrojením odpovedá čerpaciemu vrtu. V niektorých prípadoch môže byť práve zle zostrojený vsakovací vrt zdrojom množstva problémov (Pinka et al., 2007). Pri vypúšťaní podzemnej vody späť do horninového prostredia, platí pri nenapätej zvodni, že prostredie, z ktorého bola voda odčerpaná, túto vodu po využití a ochladení bezproblémovo prijme späť.

Kvalita podzemnej vody

Kvalita podzemnej vody môže byť tiež limitujúcim faktorom vzhľadom na jej schopnosť reagovať s istými prvkami a spôsobovať koróziu alebo zanášanie trubiek.

Voda by nemala obsahovať mechanické nečistoty, ako piesky či kaly, ktoré môžu zaniest' filtre a výmenníky tepelného čerpadla. Pred využívaním podzemnej vody je nutné vykonať aj laboratórne skúšky, na prítomnosť niektorých chemických prvkov.

Pri používaní podzemnej vody pre tepelné čerpadlá sa okrem množstva vody určuje aj chemická analýza pre vybrané chemické ukazovatele:

- celková mineralizácia,
- hodnota pH,
- celková tvrdosť,
- voľný chlór,
- obsah Fe rozpusteného vo vode,
- obsah Mn rozpusteného vo vode.

Ak voda limitné hodnoty uvedených parametrov nespĺňa je potrebné medzi tepelné čerpadlo a okruh s vodou zaradiť rozoberateľný výmenník, ktorý sa dá čistiť. Zhorší sa tým však účinnosť zariadenia. Upravovať vodu pred jej využitím je z ekonomického hľadiska nevhodné.

Podmienky využívania podzemných vôd pre tepelné čerpadlá na Slovensku

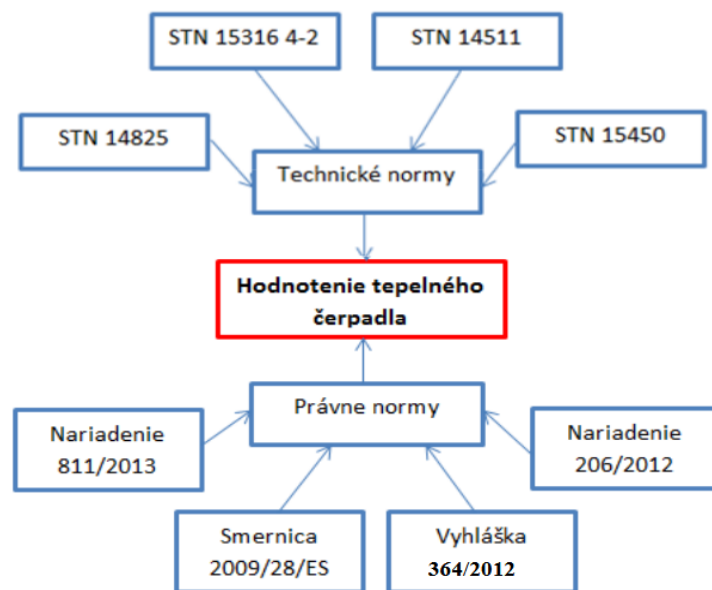
V prípade záujmu vybudovať na svojom pozemku studňu za účelom využívania podzemných vôd ako zdroja pre tepelné čerpadlá je potrebné dobre poznať legislatívnu týkajúcu sa úkonov s tým súvisiacich. Predmetné činnosti sú upravované dvoma zákonmi, a to Zákonom č. 364/2004 Z.z. o vodách a Nariadením vlády Slovenskej republiky č. 755/2044 Z.z. ktorým sa ustanovuje výška neregulovaných platieb, výška poplatkov a podrobnosti súvisiace s poplatňovaním užívania vôd.

Práva a povinnosti fyzických osôb a právnických osôb k vodám a nehnuteľnostiam, ktoré s nimi súvisia pri ich ochrane, účelnom a hospodárnom využívaní, oprávnenia a povinnosti orgánov štátnej vodnej správy upravuje zákon č. 364/2004 Z.z. o vodách.

Podľa § 17 ods.1 písmeno h) a i) tohto zákona je nakladanie s vodami činnosť ovplyvňujúca vodné pomery (hydrogeologický prieskum) a využívanie energetického potenciálu podzemných vôd (využívanie vôd pre tepelné čerpadlo). Podľa ods. 2 ten, kto nakladá s vodami, je povinný dbať o ich ochranu, vynakladať potrebné úsilie na zlepšovanie ich stavu a zabezpečovať ich hospodárne a účelné využívanie podľa podmienok a požiadaviek tohto zákona a dbať tiež na to, aby neboli porušované práva iných a záujmy chránené osobitnými predpismi; a je povinný dbať aj na ochranu vodných pomerov a na ochranu vodných stavieb. Platné právne normy, nariadenia, vyhlášky, smernice a slovenské technické normy pre tepelné čerpadlá sú názorne uvedené na obr. 2.

Po získaní vyššie uvedených dokumentov je nutné požiadať Stavebný úrad o kolaudačné rozhodnutie na vodnú stavbu.

Jedným z najvýhodnejších energetických zdrojov tepla je podzemná voda, ktorá sa z hľadiska jej využitia nachádza v zemskej kôre v dvojakej forme, a to obyčajná a geotermálna podzemná voda.



Obr. 2 Hodnotenie tepelného čerpadla podľa technických noriem, vyhlášok a smerníc (Pinka, J., 2016)

Podzemná voda

Je z energetického hľadiska veľmi výhodným zdrojom tepla o teplotnej úrovni od 4°C po 10 °C bez výraznejších teplotných fluktuácií. Pre otvorené systémy je ale potrebná vzhľadom na vodohospodárske predpisy reinjektáž použitého prietoku do ďalšieho podzemného vrtu, zatvorené systémy vyžadujú vyparovanie pracovnej látky v podzemnom výmenníku tepla, čo prináša zníženie teplotnej úrovne vo výparníku a tak zníženie energetickej efektívnosti inštalácie. Hlavnou nevýhodou oboch systémov sú investične pomerne vysoké náklady pre získanie predmetného vodného zdroja tepelnej energie. Pri danom hodnotení je treba vychádzať z regionálnych potrieb možného využitia podzemných vôd pre prevádzku tepelných čerpadiel. Z uvedeného hľadiska sa ako najvhodnejšie javí na prvom mieste územné a správne rozdelenie Slovenska a na druhom mieste jeho regionálne hydrogeologické rozdelenie. Pre územné a správne rozdelenie Slovenska bola využitá v súčasnosti platná schéma z roku 1996, ktorá vymedzuje 8 krajov a 79 okresov (obr. 3) (Pinka, J., 2016).



Obr. 3 Okresy Slovenskej republiky
Prameň: Pinka, J., 2016

Konkrétne hodnotenie využiteľnosti množstiev podzemných vôd pre dané účely je potom viazané na územie vymedzené hranicami okresu. V každom zo 79 okresov sú zhodnotené v zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska podmienky výskytu, obehu a akumulácie obyčajných podzemných vôd. Osemtriedna klasifikačná stupnica priepustnosti hornín podľa koeficienta filtrácie je uvedená v tab.4.

Tab.4 8-triedna klasifikácia priepustnosti hornín podľa koeficienta filtrácie

Trieda priepustnosti	Označenie priepustnosti	Koeficient filtrácie k [$m \cdot s^{-1}$]	Príklad
I.	veľmi silná	$> 1 \cdot 10^{-2}$	hrubozrnný štrk
II.	Silná	$1 \cdot 10^{-2}$	hrubozrnný piesčitý štrk
III.	dost' silná	$1 \cdot 10^{-3}$	piesčitý štrk
IV.	Mierna	$1 \cdot 10^{-4}$	piesok
V.	dost' slabá	$1 \cdot 10^{-5}$	zahlinený štrk
VI.	Slabá	$1 \cdot 10^{-6}$	zahlinený piesok
VII.	veľmi slabá	$1 \cdot 10^{-7}$	piesčitý íl
VIII.	nepatrná	$1 \cdot 10^{-8}$	íl

Vysvetlivky k použitým symbolom v tabuľke 2:

k – koeficient filtrácie vyjadrujúci mieru priepustnosti pórového prostredia pre vodu s danou kinematickou viskozitou. Číselne sa rovná filtračnej rýchlosti pri jednotkovom hydraulickom gradiente. Má rozmer rýchlosti a vyjadruje sa v ($m \cdot s^{-1}$).

Q_v – využiteľná výdatnosť vrty predstavujúca hodnotu optimálneho čerpaného množstva vody z jedného objektu. Má rozmer objemu deleného časom vyjadrenéj vo vedľajších jednotkách, t.j. $l \cdot s^{-1}$.

tv – teplota vody, miera tepelného stavu vody meraného vo vrte, vyjadrená vo vedľajších jednotkách - ($v \text{ } ^\circ C$).

Prameň: Pinka, J., 2016

Geotermálna podzemná voda

Geotermálna voda o teplotnej úrovni 15 až 90 °C je energeticky veľmi výhodným zdrojom pre tepelné čerpadlá, základnou nevýhodou sú veľmi vysoké investičné náklady na jej získanie (vrty do hĺbky až niekoľko km), vysoký stupeň korózie a inkrustácie a jej dostupnosť len v mieste výskytu. Výhodným riešením môže byť využitie geotermálnej vody o vysokej teplote najprv na získanie tepla priamo vo výmenníkoch tepla voda – voda a potom pri jej ochladení na 15 až 25 °C ako zdroj tepla pre tepelné čerpadlá (Horbaj et al 2009).

Pracovné látky tepelných čerpadiel

Ako pracovné látky tepelných čerpadiel sa používajú v zásade tie látky, ktoré umožňujú realizáciu termodynamického chladiaceho obehu v chladiacich zariadeniach nazývané vo všeobecnosti chladiivami.

Vzhľadom na to, že vo väčšine systémov tepelných čerpadiel je potrebná pre výrobu tepla vyššia kondenzačná teplota ako v chladiacich zariadeniach (tá je daná väčšinou teplotou okolitého vzduchu alebo vody používanej pre chladenie kondenzátora), sú pre tepelné čerpadlá vhodné chladiivá s vyššou teplotou skupenskej premeny v závislosti od tlaku. Z prírodných chladiiv, tzn. z látok prirodzene existujúcich v našej biosfére, ktoré majú zanedbateľný alebo nulový vplyv na rozpad ozónovej vrstvy Zeme ako aj na globálne otepľovanie, je možné pre tepelné čerpadlá použiť:

- o amoniak (NH_3), je to z termodynamického hľadiska veľmi efektívna pracovná látka, nevýhodou je jej horľavosť, výbušnosť a toxicita, preto pripadá do úvahy predovšetkým pre použitie v systémoch s nepriamym (sekundárnym) rozvodom chladu, s bezpečnostnou ventiláciou priestorov a pod. V budúcnosti sa predpokladá širšie použitie amoniaku najmä vo vysokoteplotných priemyselných tepelných čerpadlách po dokončení vývoja potrebných vysokotlakých kompresorov (do 40 barov výtláčného tlaku),
- o uhl'ovodíky (HCs), sú horľavé chladiivá známe už z dávnej histórie. V súčasnosti propán, propylén a zmes propánu, butánu, izobutánu a etánu sa ukazujú ako energeticky výhodné pracovné látky pre tepelné čerpadlá pri malej kvantite náplne v obehu a dodržaní ďalších bezpečnostných opatrení.
- o voda, je vynikajúcim chladiivom pre vysokoteplotné priemyselné tepelné čerpadlá pre jej vhodné vlastnosti, netoxickosť, nehorľavosť a iné. Je ju možné použiť v rozsahu kondenzačných teplôt od 80 do 150 až 300 °C. Základnou nevýhodou je malá objemová tepelná kapacita ($J \cdot m^{-3}$), čo vyžaduje veľké a drahé kompresory.
- o CO_2 je perspektívnym chladiivom pre tepelné čerpadlá vzhľadom na jeho priaznivé vlastnosti ako netoxickosť, nehorľavosť, kompatibilitosť k rôznym mazivám, konštrukčným materiálom, má vysokú objemovú tepelnú kapacitu a je možné dosiahnuť nízky pomer kondenzačného a výparného tlaku, čo priaznivo vplýva na dosiahnutie vysokej energetickej efektívnosti obehu. Nevýhodou je nutnosť použitia tzv. transkritického termodynamického obehu, kedy tlak po kompresii dosahuje nadkritické hodnoty (približne 70 až 90 barov (tzn. 0,7 až 0,9 MPa)), pri odvode tepla nedochádza teda ku kondenzácii chladiiva ako v kompresorovom chladiacom obehu. Vývoj odpovedajúcich vysokotlakých kompresorov pre CO_2 sa v súčasnosti ukončuje, problémom zatiaľ zostávajú vysoké investičné náklady na realizáciu takéhoto obehu.

V súčasnosti sa pre tepelné čerpadlá používajú najmä pracovné látky z oblasti umelo vytvorených látok, ide o halogénované uhl'ovodíky všeobecne už niekoľko desaťročí najviac využívané v chladiacej technike pre ich výborné termofyzikálne vlastnosti, najmä vysokú objemovú tepelnú kapacitu, nehorľavosť, nevýbušnosť,

netoxicity a iné. Základnou nevýhodou týchto látok je, že niektoré z nich (tie ktoré obsahujú chlór) spôsobujú rozpad ozónovej vrstvy Zeme a všetky zapríčiňujú globálne otepľovanie (skleníkový efekt). Stupeň týchto ekologicky škodlivých vlastností jednotlivých chladív je rôzny a preto ich rozdelíme na:

- plne halogenované uhľovodíky (CFCs), kde všetky atómy vodíku sú nahradené halovými prvkami (fluórom a chlór). Tieto majú z hľadiska rozpadu ozónovej vrstvy Zeme aj skleníkového efektu kvantitatívne najhoršie pôsobenie a preto na základe medzinárodných dohovorov (v zmysle Montrealského protokolu a následných dodatkov) bola ich výroba a obchodovanie s nimi zastavené od roku 1966.

- čiastočne halogenované uhľovodíky (HCFCs), kde v molekule zostal prinajmenšom jeden atóm vodíku. Tieto chladivá majú výrazne kvantitatívne menšie ekologicky škodlivé účinky najmä na rozpad ozónovej vrstvy Zeme (až 50 krát) a preto je ich možné ešte v súčasnosti vyrábať a obchodovať s nimi (požívajú sa najmä ako náhradné a alternatívne chladivá za CFCs chladivá v starých zariadeniach), do nových zariadení sa už nepoužívajú. Medzinárodné dohovory postupne redukovujú ich výrobu v EÚ s ukončením v roku 2010 a používanie v roku 2015.

- fluorované uhľovodíky (HFCs), kde sú atómy vodíka nahradzované iba fluórom, teda molekula neobsahuje z ekologického hľadiska na ozónovú vrstvu zeme škodlivý chlór. Treba si uvedomiť, že aj tieto halogenované uhľovodíky, často nesprávne označované ako „ekologicky neškodlivé alebo čisté,“ spôsobujú v obdobnej kvantitatívnej miere ako HCFCs uhľovodíky globálne otepľovanie planéty.

Výber pracovnej látky pre systémy tepelných čerpadiel je potrebné vykonať najmä z hľadiska prevádzkových podmienok – ide o potrebnú teplotnú úroveň v kondenzátore (treba kontrolovať najmä teplotu chladiva po kompresii, ktorá je podstatne vyššia ako kondenzačná pri kondenzačnej teplote asi 45 až 50 °C dosahuje aj nad 100 °C s halogenovanými uhľovodíkmi, pričom väčšina z týchto chladív začína byť nestabilná pri teplote 120°C), kompatibility s mazacími olejmi a materiálmi, ekologických vlastností (v súčasnosti do nových zariadení sa používajú už len HFCs chladivá).

Použitie jednotlivých druhov chladív má samozrejme aj vplyv na dosahovanú úroveň energetickej efektívnosti obehu (hodnôt COP a PER). Všeobecne je ale potrebné konštatovať, že energetická efektívnosť prevádzky systému tepelného čerpadla v oveľa väčšej miere ako na použitom chladive závisí od samotného návrhu systému, podmienkach prevádzky (najmä spôsobu regulácie), mieste a druhu aplikácie a pod.

Záver

Tepelné čerpadlá môžu za určitých podmienok dosiahnuť, v porovnaní s klasickou konvenčnou výrobou tepelnej energie výrazné úspory primárnej energie teda tepelnej energie získanej spaľovaním fosilných palív a môžu byť v mnohých praktických aplikáciách súčasne tiež najefektívnejšou formou zabezpečovania ohrievacích, ale aj chladiacich procesov v priemysle aj v komunálnej sfére. To samozrejme vyžaduje nielen dosiahnutie úspor primárnej energie ale aj ich ekonomickú efektívnosť, čo z hľadiska užívateľa znamená nielen dosiahnutie nižších celkových ročných nákladov na výrobu tepla v porovnaní s klasickým systémom, ale dosiahnutie primeranej návratnosti vložené investície (v oblasti priemyselných tepelných čerpadiel by nemala návratnosť prekročiť viac ako 10 rokov, v oblasti súkromných užívateľov – vykurovanie rodinných domov a podobne je prijateľná doba návratnosti do 5 rokov) na takýto spôsob výroby tepla. Energetickú aj ekonomickú výhodnosť a účelnosť použitia systému tepelného čerpadla pre výrobu tepla prípadne chladu z vyššie uvedených hľadísk je možné dosiahnuť najmä ak:

- ako zdroj nízkotepelnej energie je použitý vonkajší vzduch (ktorý je z hľadiska minimálnej investičnej náročnosti na jeho získanie základným, všeobecne dostupným energetickým zdrojom), alebo odpadné energetické toky z priemyselných technologických alebo iných tepelných procesov (využiteľné predovšetkým pre veľké priemyselné tepelné čerpadlá).

- potrebná teplotná úroveň produkovaného tepelného toku pri použití vzduchu ako zdroja nízkotepelnej energie sa zníži na maximálnu teplotu v hraniciach približne 40 až 45 °C (čo vyžaduje pri aplikácii na vykurovanie použitie veľkoplošných vykurovacích systémov).

- systém tepelného čerpadla je navrhnutý pre podmienky konkrétnej jednotlivej aplikácie, ide napríklad o optimalizáciu jednotlivých komponentov, hospodárnu reguláciu množstva a teploty produkovaného tepelného toku a iné ako aj o návrh rôznych kombinovaných systémov výroby tepla, chladu aj elektrickej energie pre špeciálne podmienky jednotlivých užívateľov uvedených tokov energií.

- ak je pre potrebu vykurovania a výroby teplej úžitkovej vody v Európskych klimatických podmienkach pre tepelné čerpadlá vzduch – voda použitý bivalentný systém dimenzovaný na 20 až 60 % maximálnej potreby tepla pri zabezpečení 50 až 90 % ročnej potreby tepelnej energie.

Ďalší rozvoj a rozšírenie použitia tepelných čerpadiel v komunálnej aj priemyselnej sfére predpokladá okrem výskumného úsilia zameraného najmä na optimalizáciu energetickej efektívnosti tejto technológie konkrétnu štátnu stimuláciu a finančnú podporu trhu, ktorá umožní v oveľa širších aplikáciách ekonomickú konkurenciu schopnosť týchto zariadení voči klasickým technológiám výroby tepla, ktoré sú všeobecne investične výrazne lacnejšie. Takýmto spôsobom je podporovaný rozvoj použitia tejto technológie vo viacerých ekonomicky

vyspelých štátoch strednej aj severnej Európy, kde sa predpokladá v blízkej budúcnosti až 30 %-ný podiel výroby tepla tepelnými čerpadlami pre vykurovacie a ohrievacie procesy v komunálnej sfére. Rozvoj použitia tepelných čerpadiel v SR v porovnaní s ostatnými európskymi štátmi je zatiaľ minimálny (napríklad v Rakúsku je ich počet približne niečo vyše 195 000, v Českej republike je to čosi nad 93 000 a u nás rádože iba niečo cez 14 500 inštalácií), čo je zapríčinené nielen malou a často nesprávnou informovanosťou potenciálnych užívateľov o možnostiach tejto technológie výroby tepla, ale najmä absenciou významnejších štátnych finančných alebo iných stimulácií (napríklad priamych dotácií, zvýhodnených úverov, preradenie do nižšej skupiny DPH a podobne) pre využitie tepelných čerpadiel. Najmä pre efektívne využitie systémov tepelných čerpadiel so vzduchom ako zdrojom nízko-teplotnej energie pre vykurovanie rodinných domov, bytov a podobne bude nutne potrebná štátna finančná podpora takýchto inštalácií, aby bolo možné dosiahnuť pre užívateľa ekonomickú efektívnosť investície. Zvýšenie možností ekonomicky efektívnych aplikácií tepelných čerpadiel v našich podmienkach prinesie rast cien tepelnej energie obsiahnutej vo fosilných palivách (najmä zemného plynu) a zvyšovanie efektívnosti výroby elektrickej energie najmä rozšírením kogeneračnej výroby tepla a elektriny, čo môže priniesť v budúcnosti relatívne znížovanie jej ceny v porovnaní napríklad so zemným plynom. Pomohla by tiež zvýhodnená tarifa na odber elektriny alebo plynu (v prípade použitia pohonu kompresora plynovým spaľovacím motorom). V súčasnosti sú v SR realizované najmä tepelné čerpadlá využívajúce ako zdroj nízko-teplotnej energie geotermálnu vodu a niekoľko menších jednotiek typu vzduch - voda prevažne pre výrobu teplej užitkovej vody alebo vykurovanie malých objektov. Veľké rezervy vo využití tepelných čerpadiel v SR sú v oblasti priemyselných tepelných čerpadiel veľkých výkonov vzhľadom na dostatok odpadných tepelných tokov najmä z technologických priemyselných procesov, ktorých využitie by umožnilo vysoko energeticky aj ekonomicky efektívne inštalácie. Problémom je potreba využitia takto efektívne získaných tepelných tokov v mieste ich produkcie, teda v mieste veľkých priemyselných prevádzok najmä v energetickom a potravinárskom priemysle. Tepelné čerpadlá patria medzi najúčinnnejšie spôsoby ako zvýšiť podiel nízkouhlíkovej energie pri vykurovaní budov. Tie sa v súčasnosti podieľajú zhruba 15 % na celkovom dopyte po energii vo svete. Technológia tepelných čerpadiel nie je nová a už dlho sa používa aj pri chladení alebo klimatizácii. Predaj čerpadiel však globálne nebol doteraz vôbec významný. No ako si všimá Medzinárodná energetická agentúra vo svojej správe World Energy Investment 2018, predaj čerpadiel na vykurovanie budov teraz celosvetovo expanduje mimo tradičných trhov, akým je napríklad Japonsko. V niektorých veľkých ekonomikách, ako Európa alebo Čína, sa propaguje ich potenciálne kľúčová úloha v elektrifikovaní vykurovania a znižovaní spotreby fosilných palív. Tak isto sa zlepšili výkonnostné parametre a náklady. Očakáva sa, že predaj tepelných čerpadiel vzrastie zo súčasného 2,5 % podielu zo všetkých vykurovacích zariadení vo svete.

Použitá literatúra

- Allen, A., Milenič, D. (2003): Low enthalpy geothermal heat resources from groundwater in fluvio-glacial gravels of buried valleys, Elsevier Science, Journal of applied energy, vol. 74, 1-2, 2003, p. 9-19
- Horbaj, P., Pinka, J., Čekanová, P., Braunmiller, G. (2009): Využívanie geotermálnej energie v Nemecku versus Slovensko. In: Pro - Energy magazín. Vol. 3, no. 3, p. 50-56. ISSN: 1802-4599.
- Milenič, D., Vasiljevič, P., Vranješ, A. (2010): Criteria for use groundwater as renewable energy source in geothermal heat pumps for building heating / cooling purposes. Energy and buildings, vol. 42, 5, p. 649-657
- Pinka, J. (2016) : Hydrogeologické a inžénárske vrty. Monografia. VŠB TU Ostrava, p.1-305. ISBN 978-80-248-3938-7
- Pinka, J., Wittenberger, G., Sidorová, M. (2005): Možnosti využitia geotermálnej energie na Slovensku. In: Zborník vedeckých prác VŠB-TU Ostrava. Vol. 51, no. 1, p. 225-230. ISSN 0474-8476
- Pinka, J., Wittenberger, G., Sidorová, M., Vizi, L.(2007): Utilization of geothermal energy for electric power. In: Wiertnictwo-Nafta-Gas. Vol. 24, no. 1, p. 373-380. ISSN: 1507-0042.

Hygienické zabezpečenie pitnej vody na farme

Nad'a SASÁKOVÁ^{1,a}, Táňa HRUŠKOVÁ^{2,b}, Igor MIŇO^{1,c}, Eva HOLOTOVÁ^{1,d}

¹Katedra životného prostredia a veterinárskej legislatívy a ekonomiky, Ústav hygieny zvierat a životného prostredia, UVLF v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika

²Katedra chémie, biochémie a biofyziky, Ústav lekárskej chémie, UVLF v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika

^anada.sasakova@uvlf.sk, ^btatiana.hruskova@uvlf.sk, ^cigor.mino@uvlf.sk, ^deva.holotova@student.uvlf.sk

Abstract

The aim of the work was monitoring of the quality of drinking water used for cattle on farms in the Prešov region. Drinking water provided from a farm well must comply to the requirements for drinking water in accordance with the Regulation of the Government of the SR No. 496/2010 Coll. which specifies the methods of the water quality control used for human consumption and meets the criteria set by the European Union regulations and WHO recommendations. Based on the unsatisfactory results of microbiological analyzes, Chloramine T was used for the disinfection of wells on the farm. Chloramine T was added to the drinking water source in the prescribed dose, where higher active chlorine values were found compared to the limit. Experimental chlorination of water was carried out to reduce the value of active chlorine in disinfected water due to the adverse effects of chlorine in drinking water on the health status of animals associated with trihalomethan formation. Based on it the conditions for regular disinfection of individual water sources were determined consequently. The individually determined dose of Chloramine T disinfectant based on the chlorination test was significantly lower than the maximum dose specified by the manufacturer.

Keywords: drinking water, microbiological analyses, Chloramine T

Úvod

Jedným zo základných predpokladov úspešného chovu zvierat a výroby produktov živočíšneho pôvodu je bezpečnosť pitnej vody používanej pre ľudí a pre napájanie zvierat. Vplyvom negatívnych dopadov antropogénnej činnosti na životné prostredie dochádza k znižovaniu kvality vôd, a preto je nevyhnutné neustále sledovať kvalitu vodných zdrojov podzemnej a povrchovej vody (Sasáková et al., 2013). Monitoring zdrojov pitnej vody zahŕňa stanovenie dôležitých mikrobiologických a fyzikálno-chemických ukazovateľov, ktorých prítomnosť indikuje možné organické znečistenie, predovšetkým pochádzajúce z exkrementov zvierat, skladovania odpadov, prírodných a umelých hnojív a pod. (Fridrich a kol., 2014).

Na základe samočistiacej vlastnosti pôdy a vody sa podzemná voda zbavuje znečisťujúcich látok prechodom cez pôdne vrstvy, ako aj prirodzenou filtráciou prírodnými procesmi. Podľa sledovaných hodnotení podzemnej vody však až u 60 % studní bola zistená prítomnosť jedného alebo viacerých indikátorov znečistenia indikátorovými koliformnými baktériami alebo aj prítomnosťou *E. coli*, ako priameho indikátora fekálneho znečistenia (WHO, 1996; WHO, 2011; Správa o stave životného prostredia, 2016).

V súčasnosti je mnoho infekčných chorôb zvierat a ľudí prenosných vodou kontaminovanou exkrementami, ktoré sú zdrojom baktérií, vírusov a parazitov. Z toho dôvodu je potrebná ochrana vodných zdrojov pred znečistením, následné čistenie vody a zabezpečenie jej hygienickej bezpečnosti. V súčasnosti sa na dezinfekciu vody používajú najviac zlúčeniny na báze chlóru, ktoré zabezpečujú aj reziduálnu ochranu proti mikrobiálnemu rastu (Hrušková a kol., 2016).

Cieľom práce bolo monitorovať a vykonať analýzu fyzikálno-chemických a mikrobiologických ukazovateľov kvality pitnej vody z individuálneho zdroja na Agrofarme. Na základe získaných nevyhovujúcich výsledkov mikrobiologických rozborov bola pitná voda v studni pokusne dezinfikovaná prídavkom rôznych dávok komerčne vyrábaného prípravku Chloramín T.

Materiál a metódy

Vzorky pitnej vody boli odoberané z Agrofarmy, ktorá sa nachádza cca 13 km od Prešova severozápadným smerom. Farma sa zaoberá chovom viac ako 230 ks strakatého hovädzieho dobytku, nachádza sa tu teľacia škôlka, venujú sa tiež chovu dojníc a produkcii mlieka. V zahraničí je známa ako jeden z najväčších producentov plemenných býkov na Slovensku. Farma má vlastný zdroj zásobovania pitnou vodou. K dispozícii má päť studní situovaných neďaleko od seba s kapacitou 8000 l.d⁻¹. Z jednotlivých studní sa voda privádza do rezervoára, kde

sa mieša a spoločným potrubím je privádzaná na farmu. Pitná voda je rozvádzaná do napájačiek pre zvieratá a používa sa aj pre zásobovanie ľudí, ako aj ostatné činnosti spojené s výrobou.

Vzorky pitnej vody boli už pri odbere posúdené z hľadiska senzorického, kedy boli sledované ukazovatele, ktoré by mohli byť zmenené počas ich dopravy do laboratória, ako sú farba, zápach, zákal, tiež prítomnosť tuhých častíc. Zároveň bola pri odbere zaznamenaná teplota odoberanej vzorky vody. Vzorky vody boli odoberané v období január – február, kedy bolo v rozmedzí cca 5 dní vykonaných 7 odberov.

Stanovenie fyzikálno-chemických a mikrobiologických ukazovateľov sa vykonalo podľa Nariadenia vlády SR č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej pre ľudskú spotrebu, ako aj podľa WHO (2008) a Horákovej a kol. (2003).

Nasjprv boli stanovené hodnoty vybraných ukazovateľov kvalitatívne: prítomnosť amónnych iónov, dusitanov, dusičnanov, chloridov, voľného chlóru, fosforečnanov a železa. V prípade pozitívneho výsledku uvedených parametrov boli tieto ukazovatele stanovené kvantitatívne. Kvantitatívne boli stanovené aj nasledovné ukazovatele: vodivosť, reakcia vody (pH), nasýtenie vody kyslíkom, suma vápnika a horčíka predstavujúca tvrdosť vody, chemická spotreba kyslíka manganistanom draselným (CHSK_{Mn}).

Na stanovenie vybraných ukazovateľov vody boli použité nasledovné postupy:

- Hodnoty pH boli odmerané pH-metrami firmy HACH a WATERPROF pH Tester 30 podľa STN ISO 10523. Vodivosť bola meraná konduktometrom WTW InoLab Cond 720.
- Množstvo amónnych iónov bolo stanovované spektrofotometricky použitím metódy s Nesslerovým činidlom podľa STN ISO 7150-1.
- Na stanovenie celkovej tvrdosti vzoriek vody bola použitá chelatometrická titrácia odmerným roztokom chelatónu III na indikátor eriochrómová čerň T.
- Dusitany boli stanovené v pitnej vode spektrofotometricky v zmysle STN EN 26777.
- Koncentrácia dusičnanov bola stanovená potenciometricky dusičnanovou iónselektívnou elektródou WTW priamo vo vzorkách vody.
- Koncentrácia chloridov vo vzorkách vody bola stanovená argentometricky. Pri titrácii s odmerným roztokom AgNO₃ bol ako indikátor použitý K₂CrO₄ (Mohrova metóda) podľa STN ISO 9297.
- Fosforečnany boli stanovené reakciou ortofosforečnanov s molybdénanom amónnym v kyslom prostredí (H₂SO₄) spektrofotometricky prístrojom DR 2800 firmy HACH.
- Množstvo voľného Cl₂ bolo stanovené jodometrickou titráciou na škrobový indikátor do žltého sfarbenia roztoku v zmysle STN EN ISO 7393-3.
- Stanovenie nasýtenia vzoriek vody kyslíkom bolo vykonané elektrochemickou metódou použitím membránovej sondy LDO prístroja HQ Series Portable Meters firmy HACH.
- Chemická spotreba kyslíka manganistanom draselným (CHSK_{Mn}) vyjadruje množstvo organických látok prítomných vo vzorke vody manganistanom draselným (KMnO₄) v kyslom prostredí (H₂SO₄) v zmysle STN EN ISO 8467.
- Z mikrobiologických ukazovateľov boli stanovené počty kultivovateľných mikroorganizmov pri 22°C (KM22) a pri 37°C (KM37) podľa STN EN ISO 6222 zalievacou metódou a kultiváciou na mäsopeptónovom agare pri 22°C počas 72 hodín a pri 37°C počas 48 hodín. Počty koliformných baktérií (KB), počty enterokokov (EK) a baktérii *Escherichia coli* (EC) boli stanovené metódou membránovej filtrácie podľa STN ISO 9308-1. Na kultiváciu bol použitý Endo agar pri teplotách 37°C a 43°C počas 24 hodín. Pri filtrácii sa použilo 10 ml vzorky vody pri individuálnom zásobovaní.
- Prítomnosť koliformných baktérií bola okrem toho potvrdená vykonaním laktózovej skúšky, ktorá je založená na schopnosti týchto baktérií skvasovať laktózu, čo v prípade prítomnosti uvedených baktérií vo vzorke spôsobuje zmenu pôvodne modrej farby použitého laktózového bujónu na žltú.

Na dezinfekciu vody bol použitý komerčne vyrábaný prípravok Chloramín T. Množstvo pridaného chlóróvneho prípravku bolo vypočítané na základe objemu vody v studniach tak, aby bola použitá optimálna dávka, ktorá by zabezpečila hygienickú bezpečnosť pitnej vody a zároveň bol splnený požadovaný limit pre reziduálny aktívny chlór 0,3 mg.l⁻¹ vody. Chlórovanie vody, najmä veľmi organicky znečistených, môže byť sprevádzané tvorbou trihalometánov a haloctových kyselín (THMs), ktoré majú karcinogénne vlastnosti (Zhao et al. 2012; Sorlini et al. 2014).

Výsledky a diskusia

Hodnoty fyzikálno-chemických ukazovateľov vzoriek vody, ktoré spĺňali limitné hodnoty podľa nariadenia vlády č. 496/2010 Z. z. sú uvedené v tabuľke č. 1. Ukazovateľ sumy Ca²⁺+ Mg²⁺ bol prekročený len minimálne pri každom odbere.

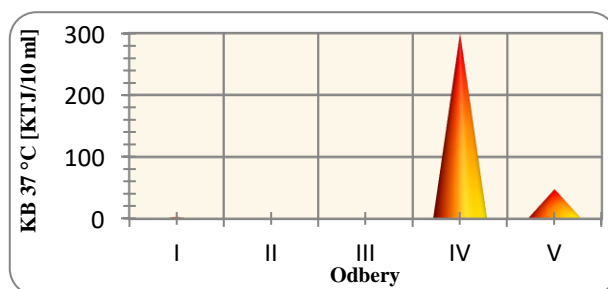
Výsledky mikrobiologických rozborov boli nevyhovujúce z dôvodu prekročenia limitných počtov u všetkých sledovaných baktérií. Zvýšené počty mikroorganizmov poukazujú na nedostatočné zabezpečenie vodných

zdrojov, a preto bolo potrebné studne dezinfikovať. Na dezinfekciu studní bol použitý Chloramín T ako schválený dezinfekčný prostriedok na dezinfekciu studní v dávke odporúčanej výrobcom.

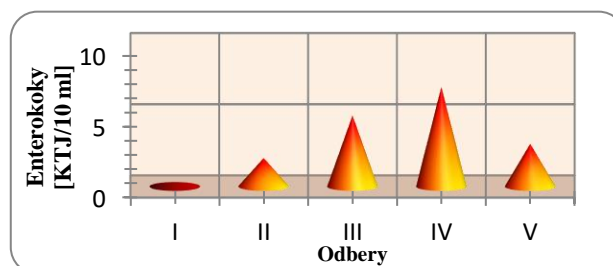
Tab. 1 Fyzikálno-chemické parametre vzoriek vody

Ukazovateľ	496/2010 Z. z. limity	Odbery						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Ca ²⁺ + Mg ²⁺	1,1 – 5 mmol/l	5,18	5,2	5,27	5,78	5,21	5,26	5,21
pH	6,5 - 9,5	6,9	7,0	7,4	7,2	6,9	7,26	7,1
O ₂	> 50 %	67,5	73	89	78	55,4	58,9	45,4
konduktivita	125 mS/m	98,9	100,3	100,3	99,5	99,5	94,9	95,4
CHSK _{Mn}	3 mg/l	1,3	1,3	1,2	0,9	0,9	1,0	1,28
NH ₄ ⁺	0,5 mg/l	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂ ⁻	0,1 mg/l	0	0	0	0	0	0	0
NO ₃ ⁻	50,0 mg/l	15	13	15	24	23	5	11
Cl ⁻	250 mg/l	9	20,3	24,8	24,3	18	13,5	18,1
PO ₄ ³⁻	1mg/l	0	0,1	0	0	0	0	0
voľný chlór	0,3 mg/l	0	0	0,15	0,1	0	0	0

Bolo vykonané pokusné chlórovanie vody v studniach a bola stanovená jednorazová dávka na chlórovanie v množstve 20 g na každú studňu. Po dezinfekcii boli odobraté vzorky vody na mikrobiologické stanovenia indikátorových ukazovateľov. Výsledky mikrobiologických rozborov poukázali na pretrvávajúcu prítomnosť sledovaných baktérií, preto bola dávka dezinfekčného prípravku zdvojnásobená a následne bola voda v studniach dezinfikovaná. Na zabezpečenie hygienickej bezpečnosti pitnej vody bola v päťdňových časových intervaloch aplikovaná zvýšená dávka - t. j. 40 g na jednu studňu. Výsledky mikrobiologických rozborov ukazovateľov fekálneho znečistenia - koliformných baktérií a enterokokov počas dezinfekcie studní sú uvedené na Obr. 1 a 2.



Obr. 1 Počty koliformných baktérií počas chlórovania



Obr. 2 Počty enterokokov počas chlórovania

Z grafov na Obr. 1 a 2 vyplýva, že aj po 25 dňoch trvania dezinfekcie uvedených zdrojov pitnej vody boli detegované baktérie poukazujúce na fekálne znečistenie vodných zdrojov. Preto bolo potrebné studne vyčistiť a následne znovu dezinfikovať. Zároveň bolo upravené aj okolie studní a zamedzený prístup chovaných zvierat k vodným zdrojom. V priebehu tretieho a štvrtého časového intervalu pokusného chlórovania studní došlo aj k zmene počasia, nastali prudké dažde a ochladenie. Toto sa následne prejavilo aj na zvýšení počtov sledovaných mikrobiologických ukazovateľov, hlavne koliformných baktérií a enterokokov. Z uvedeného je možné predpokladať, že dávka 40 g na jednu studňu s frekvenciou chlórovania približne každých 5 dní je dostatočujúca počas suchého obdobia, nepostačuje však v období so zvýšeným množstvom zrážok. Pri väčšom množstve

zrážok dochádzalo zrejme vo zvýšenej miere k priesakom zrážok obohatených o splašky a fekálie do spodnej vody. Vzhľadom na to, že studne neboli hlboké ani objemné, boli týmito prímiesami značne znečistené a hlavný zdroj pitnej vody bol značne zaťažený fekálnym znečistením predovšetkým z farmy zvierat, ako je uvedené aj v práci Hrušková a kol. (2016). Z toho dôvodu je potrebné zabezpečiť ochranu každého vodného zdroja podľa Vyhlášky č. 29/2005 Z. z., o podrobnostiach určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov. Ochranné pásmo prvého stupňa v rámci ochrany podzemných vôd uvádza, že minimálna vzdialenosť je 10 m od studne a zároveň je tu zakázaná akákoľvek činnosť, ktorá môže byť prameňom znečistenia zdroja pitnej vody. Jedná sa hlavne o skladovanie organických odpadov a situovanie fariem hospodárskych zvierat. Sasáková a kol. (2015) porovnávali kvalitu individuálnych (studne) a hromadných zdrojov pitnej vody na farme dojníc, kde bolo zistené, že iba v studniach bola detekovaná prítomnosť koliformných baktérií ako predstaviteľa fekálneho znečistenia pitnej vody. Poukázali na nevyhnutnosť pravidelného sledovania mikrobiologickej kvality pitnej vody a jej dezinfekciu chlórými prípravkami v prípade prekročenia limitov sledovaných indikátorových baktérií. Zároveň zdôraznili význam ochrany vodných zdrojov pred bodovým znečistením (vypúšťanie obsahov žumpy, prenikanie dusíkatých látok a baktérií do podzemných vôd) aj difúznym znečistením (farmy zvierat).

Záver

Kvalita pitnej vody v studniach na farme bola zásadne ovplyvnená aj zvýšeným množstvom zrážok, kedy bolo možné pozorovať komplexné zhoršenie sledovaných ukazovateľov. Pri zvýšenej frekvencii a intenzite zrážok je nutné pri nezmenenej dávke skrátiť interval chlórovania z dôvodu zabezpečenia hygienických a mikrobiologických požiadaviek kvality pitnej vody a ochrany zdravia zvierat následkom prienikov znečisťujúcich látok ako sú splašky a fekálie z maštali a odpadová voda. Význam ochrany vodných zdrojov sa zvyšuje v súvislosti s klimatickými zmenami, v dôsledku ktorých dochádza k záplavám. Na druhej strane dlhšie pretrvávajúce obdobia sucha vedú k znižovaniu hladiny spodných vôd spojenej so zmenami ich kvality.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom Ministerstva kultúry a vzdelávania grantovou agentúrou VEGA 2/0125/17.

Literatúra

- Fridrich, B., Krcmar, D., Dalmacija, B., Molnar, J., Pesic, V., Kragulj, M., Varga, N. (2014). Impact of wastewater from pig farm lagoons on the quality of local groundwater. *Agricultural Water and Management* 135, 40–53.
- Horáková, M. a kol. (2003). *Analytika vody*. 2nd ed. University of Chemistry and Technology, Prague.
- Hrušková, T., Sasáková, N., Bujdošová, Z., Kvokačka, V., Gregová, G., Verebová, V., Valko-Rokytovská, M., Takáč, L. (2016). Disinfection of potable water sources on animal farms and their microbiological safety. *Veterinarni Medicina* 61 (4): 173-186.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 496/2010 Z.z. z 8. decembra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 354/2006 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- Sasáková, N., Veselitz-Lakticová, K., Hromada, R., Chvojka, D., Koščo, J., Ondrasovič, M. (2013): Contamination of individual sources of drinking water located in environmentally polluted Central Spis Region (Slovakia). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 3, 262– 265.
- Sasáková, N., Gregová, G., Venglovský, J., Papajová, I., Nowakowicz-Debek, B., Bozakova, N. (2015): Hygiene aspects of drinking water sources used in primary milk production. *Modern Environmental Science and Engineering* 1 (6): 311-317.
- Vyhláška č. 29/2005 Z. z. o podrobnostiach určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov a o opatreniach na ochranu vôd.
- WHO (1996): *Guidelines for drinking-water quality. Health criteria and other supporting information*. 2nd ed. Vol.2, Geneva.
- WHO (2008): *Guidelines for Drinking-water Quality* 3rd ed. Vol.1. Recommendations, Geneva.
- WHO (2011): *Enterohaemorrhagic Escherichia coli (EHEC) Fact sheet No. 125*.
- Sorlini S, Gialdini F, Biasibetti M, Collivignarelli C (2014): Influence of drinking water treatments on chlorine dioxide consumption and chlorite/chlorate formation. *Water Research* 54, 44–52.
- Zhao YA, Anichina JA, Lu XA, Bull RJ, Krasner SC, Hrudey ES, Li X (2012): Occurrence and formation of chloro- and bromobenzoquinones during drinking water disinfection. *Water Research* 46, 4351–4360.

The influence of the environment and movement of people on the quality of bottled drinking water

Nad'a SASÁKOVÁ^{1,a}, Ingrid PAPAJOVÁ^{2,b}, Tatiana SZABÓOVÁ^{1,c}, Gabriela GREGOVÁ^{1,d}, Igor MIŇO^{1,e}

¹University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Kosice, Department of the Environment, Veterinary Legislation and Economics, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovak Republic

²Parasitological Institute of the Slovak Academy of Sciences, Hlinkova 3, 040 01 Košice, Slovak Republic

^anada.sasakova@uvlf.sk, ^bpapaj@saske.sk, ^ctatiana.szaboova@uvlf.sk, ^dgabriela.gregova@uvlf.sk, ^eigor.mino@uvlf.sk

Abstract

The study is focused on evaluation of the influence of the environment and movement of people on the quality of bottled water in a dispenser located at the department of the environment. Bottled water was available to students and staff of the department in the period from November 2015 to January 2017. About 60 people on average moved around the equipment daily. They collected water to disposable plastic cups or bottles. The water was obtained from a ground source of spring water located in a protected area Vihorlat, district Michalovce. Before bottling, the water was analysed for physical-chemical and microbiological parameters at the filling station. During the subsequent period, additional samples were analysed for the same parameters. The evaluation involved selected parameters which indicate the quality of drinking water. Throughout the investigation, the limit values were not exceeded in any sample thus confirming good quality of water from the investigated source.

Keywords: bottled water, physical-chemical, microbiological determinations

Introduction

Water is essential for life and its quality must be protected for prevention of disease spreading and sustainable society. The protection of water sources against pollution is a global issue, particularly with regard to potential effects of anthropogenic activities and global climate changes (Younger, 2007).

The Slovak Republic accepted legislation which is particularly concerned with the quality of ground water as an important drinking water source (Council Directive 91/676/EEC, 1991). The hydrogeological conditions in the Slovak territory are favourable for accumulation and circulation of ground water.

Unpolluted nature and neo-volcanic origin of Vihorlat mountain area guarantee the high quality of water with stable composition. With regard to low solubility of volcanic material, the mineralization of water from this territory is low and thus is suitable for all population categories. Protective zones are large enough to protect water from pollution. The source of spring water is referred to as HKJ – 3 and it is 130 meters below the ground and the pump is 30 meters deep. The spring yield is 16.6 l.s⁻¹. The water obtained from ground source is filled into 3- to 5-gallon bottles in a filling station by means of a fully automated lined International Triton 450. In the filling process ozone mixed with air is used to disinfect the bottles. This technology is waste-free and advantage is the elimination of odor and taste of water. The bottles are then transported to consumers. The SEONE SO-701 dispenser is used to dispense water.

Materials and methods

Water samples for analysis were collected directly from the source of spring water in the Protected Landscape Area Vihorlat. The sampling interval was from November 2015 to January 2017. Samples were collected each season throughout the year.

The SEONE SO-701 dispenser is designed for gallons with a capacity of 18.9 liters of water. These gallons of water have a consumption period of 3 months. The consumption information is listed at the gallon closure. The dispenser performs regular automatic deep ozone disinfection at 00:00 - 00:30.

The dispenser was located in the corridor near the window at a distance of 1.5 m. The distance from toilet was approximately 5 m. About 60 people (students and staff) on average moved around the dispenser daily. They collected water to disposable plastic cups or bottles and they used the water to drink.

The samples of water were evaluated on the basis of limits set by the Government Regulation of the Slovak Republic No. 496/2010 Coll., which specifies requirements on water used for human consumption and on determination of quality of water used for human consumption. The parameters were also evaluated with respect to the 28th chapter, part 3 of the Codex Alimentarius (2010) which specifies requirements on obtaining, delivery,

filling, transportation and examination of drinking water filled in consumer containers (i.e. bottled drinking water) and manipulation with this water and its introduction to market.

The analysis of samples included evaluation of physical (sensory) parameters, such as colour, turbidity, odour and taste. Concerning the chemical parameters pH, level of ammonia, nitrates, nitrites, chlorides, residual chlorine and chemical oxygen demand - COD, phosphates, content of calcium and magnesium and saturation with oxygen were determined according to Horakova *et al.*, (2003). The microbiological analysis included plate counts of *E. coli*, total coliform bacteria (CB), intestinal enterococci (EC) and bacteria cultivated at 22 °C and 37 °C (BC22 and BC37). The microbiological methods used involved inoculation of samples onto relevant nutrient agars and cultivation for prescribed time at optimum temperatures (Mackler & Merkle, 2000; WHO, 2008).

In addition to the above parameters we also took microbiological swabs from the dosing equipment and determined aerial microorganisms by sedimentation method in the environment where the bottled water was stored and used. The examinations were carried out for the period of 2 years.

Results and discussion

The results of microbiological parameters of quality of ground water from Vihorlat are in the Tab 1 (n=5, average). Throughout the investigation, the limit values of physical, chemical and microbiological parameters were not exceeded in any sample which confirmed good quality of the investigated water source.

Tab. 1 Microbiological parameters of water from Vihorlat

	E. coli [KTJ/250 ml]	CB [KTJ/250 ml]	EC [KTJ/250 ml]	BC22 [KTJ/ml]	BC37 [KTJ/ml]
Limit	0	0	0	100	20
2015	0	0	0	41	8
2016	0	0	0	34	5
2016	0	0	0	37	6
2017	0	0	0	35	7

The physical (sensory) parameters, such as colour, turbidity, odour and taste were without any changes during examinations of bottled water. All obtained results for chemical parameters (pH, level of ammonia, nitrates, nitrites, chlorides, residual chlorine and chemical oxygen demand - COD, phosphates, content of calcium and magnesium and saturation with oxygen) comply with requirement for this type of water according to limits set by the Government Regulation of the Slovak Republic No. 496/2010 Coll.

All results obtained in the study of bottled water allowed to conclude that the quality of examined water was very high. Physical, chemical and microbiological limits set for drinking water were not exceeded in any of the samples examined throughout the study.

Conclusion

In the study, the examined water fully complied with all requirements on drinking water for human consumption and the results indicated excellent quality of water source. Physical, chemical and microbiological limits set for drinking water were not exceeded in any of the samples examined throughout our study.

Acknowledgment

The study was supported by Slovak Ministry of Culture and Education Grant Agency by the project VEGA no. 2/0125/17.

References

- Codex Alimentarius of the Slovak Republic No. 18794/2010 regulated natural mineral water, spring water and bottled drinking water. The eighth head of the Food Code defines the requirements for the acquisition, treatment, bottling, importation and control of drinking water packaged in consumer packaging (i.e. packaged drinking water) and handling and marketing (28th chapter, part 3.)
- Council Directive 91/676/EEC (1991) on protection of water against contamination with nitrates from agricultural sources.
- Government Regulation of the Slovak Republic No. 496/2010 Coll. defining requirements for water intended for human consumption and quality control of water intended for human consumption.
- Horakova M. (2003). Analysis of water. VŠCHT, Praha.

- Mackler, B.A. & Merkle, J.C. (2000). Current knowledge on groundwater microbial pathogens and their control, *Hydrogeol J.*, 8 (1).
- WHO (2008). *Guidelines for Drinking-water Quality*.
- Younger, P. L. (2007). *Groundwater in the Environment*. Victoria Blackwell Publishing, Oxford, 2007.

ŽELEZNATÉ VODY

NA SLOVENSKU

a ich využitie pre turizmus
Ing. Dana Tometzová, PhD

ÚVOD

V rámci balneografickej klasifikácie sa za železnaté vody považujú vody, ktoré obsahujú nad 10 mg/l Fe²⁺. Z 1620 prameňov, ktoré na Slovensku máme je 69 železnatých, zväčša uhličitých. Podľa obsahu farmakologicky významných prvkov sú to u nás najzdravnejšie vody. Železo sa bežným rozpušťaním minerálov dosieva do vôd iba v nepatrnom množstve, a preto nezvyknú byť hlavnou zložkou minerálnych vôd. Rozpušťaňiu železa napomáha prítomnosť oxidu uhličitého a najmä kyseliny sírovej, ktorá vzniká rozkladom sulfidických rúd – hlavne pyritu. Železnaté vody sa teda vyskytujú buď ako uhličitú vodu (kyselky), alebo banskú vodu.

Napriek tomu, že obsah železa v minerálnych vodách býva nízky, výrazne sa prejavuje pri výtoku, keby otojnocné železo na vzduchu oxiduje na trojmočné, čím sa vytvára charakteristický povlak hydroxidov. Aj keď je v niektorých prípadoch v minerálnych vodách železo nežiaducou prímiesou, pretože vylučované hydroxidy môžu spôsobovať problémy pri kúpeľnom využití aj pri plnení do fľaš, mnohé železnaté vody sa využívajú pre balneoterapeutické a pitné účely.

LIČIVÉ ÚČINKY ŽELEZNATÝCH VÔD

Železnaté pramene sú náspomocné pri liečbe nízkej hladiny železa (z nedostatku železa) a výslednej anémie z nedostatku železa. Železo je tiež používané pre zlepšenie športových výkonov, liečbu deficitu pozornosti, hyperaktivity (ADHD), a atov. Niektorí ľudia tiež používajú železnaté vody pri liečbe Crohnovej choroby, depresie, na odstránenie únavy či pri neschopnosti oiehňňňt. Vhodné sú aj počas dojčenia, tiež pri pooperačných či poúrazových srtážach krví, pri vredoch. Odporúčajú sa rovnako darcom krví po odberoch.



Výskyt železnatých prameňov na Slovensku

ANALÝZA ŽELEZNATÝCH PRAMEŇOV NA SLOVENSKU

Názov prameňa v zanknutých kúpeľoch Korytnica	Chemické zloženie	Výdatnosť	Teplota vody	Celková mineralizácia
Zofia	Síranovo-hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	5,3 l/min	6,5°C	3448,59 mg/l
Jozef	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	neznáma	6,5°C	3486,74 mg/l
Antonín	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	5,3 l/min	8,0 °C	3587,40 mg/l
Vojtech I	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	15 l/min	7,3 °C	1945,53 mg/l
Vojtech II	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	1,1 l/min	8,5 °C	3206,78 mg/l
Klement	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	21 l/min	9,0 °C	3280,15 mg/l

Najvyšší obsah železa (Fe) na Slovensku bol zistený v Horných Stráňoch – až 210 mg/l, avšak vrt LC-12 bol zlikvidovaný. Vysoké obsahy železa sú aj v Hornom Tisovníku (90 mg/l), Slovenskej Vsi (65 mg/l), vo Veľkej Lúke (66 mg/l), v Jenkoviaciach (47,6 mg/l), Stankovanoch (40 mg/l), Hajňačke (33 mg/l), Prešove (Borkút má), Hodejove (11,1 mg/l). Najvýznamnejšie železnaté vody sú však v kúpeľoch Korytnica, kde obsah Fe dosahuje v prameni Jozef 32 mg/l, v prameni Jozef 31,10 mg/l, prameni Antonín má 21,40 mg/l v prameni Vojtech II je 19,8 mg/l, Klement má 13,75 mg/l a v prameni Vojtech I je 10 mg/l. Ďalším významným prameňom z hľadiska obsahu železa je Lekársky prameň v Bardejovských Kúpeľoch s obsahom Fe 20 mg/l. Kolonádny, hlavný prameň, pramene Napoleon a Anna tiež obsahujú železo, ale v menšom množstve. V kúpeľoch Sliac obsahuje prameň Štefánik 27 mg/l Fe²⁺, aj prameň Lenky obsahuje železo, avšak opäť v menšej miere. Keďže sa v rámci kúpeľných kúpeľov využíval aj prameň Medokýš v Partizánskej Lúpe (Železná) s obsahom Fe 12 mg/l. Dnes slúži najmä miestnym obyvateľom či okoloidúcim turistom.

Názov prameňa a lokalita	Chemické zloženie	Výdatnosť	Teplota vody	Celková mineralizácia
Lekársky prameň, Bardejovské kúpele	hydrouhlitanovo-chlordová, sodná, uhličitá, železnatá, so zvýšeným obsahom kyseliny boritej, studená, hypotonická	16 l/min	17,0 °C	6470,46 mg/l
Borkút má, Prešov-Haniska	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, železnatá, studená, hypotonická voda	1,0 l/min	10,0 °C	1531,57 mg/l
Doskový prameň, Slovenská Ves	uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	0,5 l/min	9,0 °C	845,67 mg/l
Vrt P-19, Veľká Lúka	síranovo-hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, železnatá, studená, hypotonická voda	12,5 °C	4308,75 mg/l	
Štefánik, Sliac	hydrouhlitanovo-síranová, vápenato-horečnatá, železnatá, studená, hypotonická voda	0,1 l/min	12,0 °C	633,45 mg/l
Pod Hôrku, Stankovany	hydrouhlitanovo-síranová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda		8,5 °C	4760,42 mg/l
Medokýš-Železná, Partizánska Lúpa	síranovo-hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, železnatá, studená, hypotonická voda	0,2 l/min	6 °C	3459,42 mg/l
Medokýš, Horný Tisovník	hydrouhlitanová, vápenato-železnato-sodná, uhličitá, studená, hypotonická voda		16,0 °C	1074,22 mg/l
Kyselka na lúke, Jenkovec	hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda	neznáma	12,0 °C	1673,25 mg/l
Sľavica, Hajňačka	síranovo-hydrouhlitanová, vápenato-horečnatá, uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda		9,5 °C	1081,3 mg/l
Sľavica pri kúpeľoch, Hodejov	uhličitá, železnatá, studená, hypotonická voda		11,0 °C	543,12 mg/l

ZÁVER

Problémom v niektorých prípadoch je súčasny stav prameňov a ich bezprostredného okolia. Mnohé nie sú udržiavané, nenachádza sa pri nich žiadna informačná tabuľa, ktorá by popisovala bližšie o aký prameň sa jedná a aké má zloženie či indikácie. Pramene sú zakryté neestetickými betónovými skrzami. Chýbajú prístrešky, altánky, prípadne, ak sú, nie sú udržiavané. V obci Hajňačka kedysi fungovali vahové kúpele, dnes po nich zostala iba zanedbaná studňa s nefunkčnou pumpou. Podobná situácia je aj v Hodejove. Spomenuté železnaté pramene by bolo potrebné revalidovať, sprístupniť ich okolie širokej verejnosti a postupne prinavrátiť jedinečným lokalitám ich pôvodnú spoločenskú a liečiteľskú funkciu.

LITERATÚRA

Kerekeš J. Kúpeľníctvo a jeho význam v turizme. Bratislava: Wellprint, 2018. s.31-32.
Krahulec P. Minerálne vody Slovenska – Balneografia a Krenografia. I, Martin: Osveta, 1977. 452. s. 166-172.
Rebro, A. Vzácné a obdivované vody Slovenska. 1. Bratislava: SAP, 1996. 182. s. 81-92,94,96,97.
Slovak spas and wellness. Bratislava: Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky, 2016. s. 2,4,6,7,2.



Prehľad antibiotikorezistencie v odpadovej vode

**Tatiana SZABÓOVÁ^{1,a}, Gabriela GREGOVÁ^{1,b}, Ján VENGLOVSKÝ^{1,c}, Nad'a SASÁKOVÁ^{1,d},
Ingrid MINDŽÁKOVÁ^{1,e}**

¹Ústav hygieny zvierat a životného prostredia, Katedra životného prostredia, veterinárskej legislatívy a ekonomiky, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice
^atatiana.szaboova@uvlf.sk, ^bgabriela.gregova@uvlf.sk, ^cjan.venglovsky@uvlf.sk, ^dnada.sasakova@uvlf.sk, ^eingrid.mindzakova@uvlf.sk

Abstrakt

Antibiotikorezistencia *E. coli* kmeňov, ako aj iných pôvodcov klinicky významných ochorení vo vode pochádzajúcej z čistiarní odpadových vôd neustále narastá. Najčastejšími príčinami progresívneho vývoja rezistencie je zvyšujúca sa preskripcia antibiotík, s čím súvisí aj zvyšovanie selekčného antibiotického tlaku. Rezistencia voči antibiotikám sa v akvatickom prostredí u jednotlivých druhov baktérií postupne vyvíja a negatívne vplýva na rieky, do ktorých je následne vypúšťaná. Takýmto spôsobom sa rezistentné enterobaktérie môžu šíriť do životného prostredia, čo predstavuje vážne zdravotné riziká pre nielen pre populáciu ľudí, ale aj zvierat. Táto práca zdôrazňuje význam monitorovania minimálnej inhibičnej koncentrácie (MIC) podľa VET01-S2 za účelom získania nových informácií a poznatkov o výskyte antibiotikorezistentných enterobaktérií v odpadových vodách.

KLúčové slová: odpadová voda, čistiareň odpadových vôd, antibiotikorezistencia, minimálna inhibičná koncentrácia

Úvod

Čistiarne odpadových vôd (ČOV) prijímajú odpadové vody z rôznych zdrojov vrátane nemocníc a domácností, ktoré sú významným zdrojom antibiotík a antibiotikorezistentných baktérií. Prítomnosť antibiotikorezistentných baktérií *E. coli* na odtoku čistiarne odpadových vôd predstavuje ešte stále potenciálne riziko šírenia týchto mikroorganizmov a ich génov rezistencie na ďalšie populácie baktérií, ktoré sú následne po všetkých stupňoch prečistenia uvoľňované na odtoku do riek, kde naďalej prežívajú a cirkulujú v akvatickom ekosystéme (Djenadi, K. a kol., 2018; Proia, L. a kol, 2018).

Cieľ práce

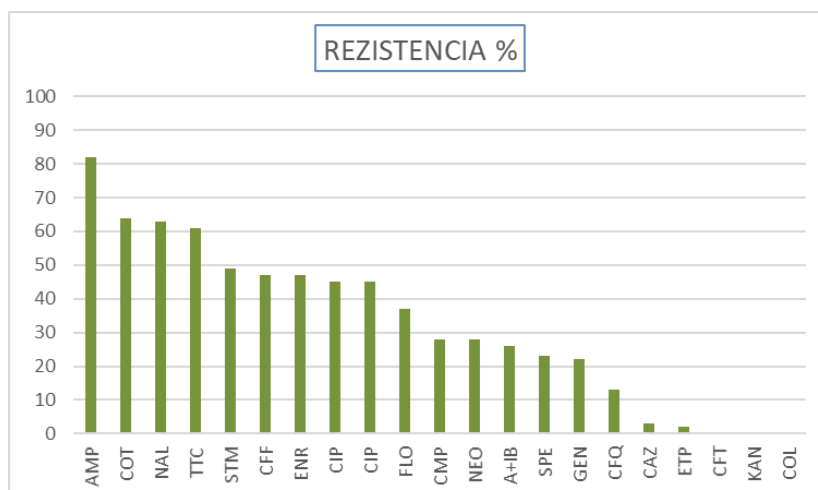
Hlavným cieľom tejto štúdie bolo zistiť a vytvoriť prehľad o aktuálnej incidencii koncentrácie antibiotikorezistencie u *E. coli* izolovaných z prítoku a odtoku čistiarne odpadových vôd na základe stanovenia minimálnej inhibičnej koncentrácie (MIC).

Metodika

K testovaniu antimikrobiálnej citlivosti bola použitá komerčne modifikovaná NCCLS mikrodilučná metóda - komerčný MidiVet kit na 20 testovaných antibiotík v nasledovnom poradí: ampicilín; ampicilín+sulbaktám; ertapeném, ceftiofur; ceftriaxón; ceftazidím; cefquinóm; gentamicín; streptomycín; neomycín; spektinomycín; kyselina nalidixová; enrofloxacin; ciprofloxacín; chloramfenikol; flórfenikol; tetracyklín; kotrimazol, colistín (Gattringer, R. a kol., 2002; Gregova, G. a kol., 2012). U jednotlivých kmeňov *E. coli* bola MIC stanovená podľa VET01-S2 (CLSI 2013).

Výsledky

Najvyššie percento rezistencie zo všetkých vyšetrených vzoriek *E. coli* na 20 testovaných antibiotík bolo detegované u ampicilínu, čo sa preukázalo až u 82% *E. coli* kmeňov. Vysoké percentuálne zastúpenie rezistencie *E. coli* bolo potvrdené u kotrimazolu (64%), kyseliny nalidixovej (63%) a tetracyklínov (61%). Rezistencia enterobaktérií voči skupine beta-laktámových antibiotík – cefalosporínov bola odhalená takmer u polovice *E. coli* kmeňov. Fluorochinolónová rezistencia *E. coli* kmeňov na ciprofloxacín a enrofloxacin bola preukázaná taktiež u vyše 45% vyšetrených vzoriek. Výskyt rezistencie *E. coli* na karbapenémové antibiotiká (ertapeném) bol zaznamenaný u 2% vyšetrených izolátov. Percentuálne vyjadrenie výskytu antibiotikorezistencie u *E. coli* kmeňov izolovaných z odpadovej vody čistiarne je znázornené v zostupnom poradí k jednotlivým antibiotikám na obr. 1.



Obr. 1. Minimálna inhibičná koncentrácia antibiotík v odpadovej vode

Záver

Nové informácie a poznatky zistené v tejto štúdií poukazujú na aktuálny stav vyskytujúcej sa rezistencie u *E. coli* kmeňov v odpadovej vode, a to hlavne na betalaktámové antibiotiká, fluórochinolóny a ďalšie druhy antibiotík. Výskyt antibiokorezistentných enterobaktérií a reziduí antibiotík predstavujú vážny environmentálny problém vyžadujúci si potrebu regulácie užívania antibiotík. Pravidelné monitorovanie vzoriek vody a vykonávanie ďalších úprav v ČOV sa odporúčajú ako prvý krok, aby sa v blízkej budúcnosti aspoň čiastočne zabránilo možným problémom súvisiacim s prítomnosťou antibiotík a rezistentných baktérií v akvatickom prostredí.

Pod'akovanie

Táto práca bola realizovaná a financovaná za podpory projektov VEGA 2/0125/17 a APVV-16-0171.

Použitá literatúra

- CLSI 2013: VET01-S2: Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated From Animals, 2013; p. 1-168.
- Djenadi K, Zhang L, Murray A. K., Gaze W. H. Carbapenem resistance in bacteria isolated from soil and water environments in Algeria. In *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 15, 2018, 262-267.
- Gattringer R, Niks M, Ostertág, R., Schwarz K, Medvedovic H, Graninger W, Georgopoulos A. Evaluation of MIDITECH automated colorimetric MIC reading for antimicrobial susceptibility testing. In *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 49 (4), 2002, 651-659.
- Gregova G, Kmetova M, Kmet V, Venglovsky J, Feher A. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* isolated from a poultry slaughterhouse. In *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19 (1), 2012, 75-77.
- Proia L, Anzil A, Subirats J, Borrego C., Farré M., Llorca M., Balcázar J. L., Servais P. Antibiotic resistance in urban and hospital wastewaters and their impact on a receiving freshwater ecosystem. In *Chemosphere*, 206, 2018, 70-82.

Ekonomické aspekty využívania vodných zdrojov v ťažobnej spoločnosti

Katarína TEPLICKÁ^{1,a}

¹Technická univerzita Košice, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Park Komenského 19,
042 00 Košice, Slovensko

^akatarina.teplicka@tuke.sk

Abstract.

Environmental pollution is related to the growth of economic activity that negatively affects the environment. The objective of the Operational Program Environment is to invest in the water sector. A mining company uses water resources for its mining activities. The economic impacts of the use of water resources in mining are presented in the contribution through economic indicators - indices and we follow the trend of fees for the use of water resources by the mining company. The level of fees has decreased over the period considered, which a positive trend is for the mining company. At the end of the paper we propose a form of streamlining the process of using water resources. Reducing environmental pollution in businesses is focused on three strategies, which represent a reduction in raw material intensity, changes in the production of environmental products, environmental consumption and disposal of products after their lifetime. Water management is addressing the issue of reducing waste of water resources.

Keywords: calcite, mining, efficiency, index, economic trend

Úvod

Základnou stratégiou podnikov, ktoré ovplyvňujú kvalitu životného prostredia je znižovanie zaťaženia na životné prostredie a zložky životného prostredia [2]. Hlavným zámerom ťažobných podnikov je orientácia na tri základné stratégie v procese ochrany a tvorby životného prostredia. Prvá stratégia je orientovaná na zníženie surovínovej náročnosti podnikateľskej činnosti v zmysle efektívneho využívania zdrojov s environmentálnou orientáciou, pričom voda predstavuje základný prírodný zdroj. Druhá stratégia je orientovaná na environmentálne vlastnosti výrobkov s cieľom znižovania spotreby nerastných surovín a energie, pričom voda je považovaná za zdroj energie vo výrobných procesoch. Tretia stratégia je zameraná na environmentálne priaznivé zneškodňovanie výrobkov po dobe ich životnosti a efektívne využívanie všetkých foriem odpadov, ktoré vznikajú vo výrobnom procese ťažobnej organizácie ako sú napríklad odpadové vody [1]. Z hľadiska trvalo udržateľného využívania vodných zdrojov je potrebné zabrániť zbytočnému plytvaniu vodou v ťažobnom podniku, eliminovať straty vo vodovodnej sieti, stanoviť limity využívania vodných zdrojov na základe miery ich samoobnovy, zvýšiť využívanie úžitkovej vody v prospech ochrany pitnej vody, zabrániť znehodnocovaniu vodných zdrojov, revitalizovať vodné toky, efektívne využívať meliorácie a pod. [3]. Zámerom environmentálnej politiky v kapitole Ekonomika životného prostredia je aj preferencia projektov zameraných na úsporu a racionálne využívanie surovín (voda) a energie (vodné elektrárne) [4].

Cieľ a metodika

Hlavným zámerom príspevku je poukázať na využívanie vodných zdrojov v ťažobnom podniku a ekonomické aspekty spotreby, využívania a vypúšťania vôd. V rámci metodologickej prípravy používame analytické a grafické metódy, indexnú štatistickú analýzu, porovnávanie a návrh modelu na riešenie ekonomických dopadov ťažobného podniku v oblasti znečisťovania životného prostredia s orientáciou na základnú zložku životného prostredia – vodu.

Výsledky a diskusia

Ekonomické dopady znečisťovania životného prostredia analyzujeme v ťažobnej spoločnosti (Obr.1), ktorá má pôsobenie v zmysle rozvoja svojho podnikania pre dodávanie materiálu oceľiarenským a sklárskym spoločnostiam a je zameraná na ťažbu a spracovanie vápenca, dolomitu, na zušľachtovanie, mletie a triedenie vápenca najmä pre oblasť hutníctva, briketovanie odpadového vápna. Stratégia ťažobnej spoločnosti je orientovaná na rozširovanie briketovania a granulovania z dôvodu narastajúceho dopytu na trhu a diverzifikácia podnikania v oblasti recyklácie hutníckych odpadových materiálov. Výrobným sortimentom ťažobnej spoločnosti sú vápencový štrk, piesok, múčka, lomový kameň. Ponuka oceľiarenskych materiálov je pomerne široká a ponúka kusové vápno, vápenné brikety, zmes pre injektážnu metalurgiu, zmes pre odsírovanie surového

železa, syntetická troska, krycia troska, koagulátor a iné. Vzhľadom k ponuke sortimentu ťažobnej spoločnosti je potrebné zohľadňovať aj dopady na životné prostredie. Ťažobná spoločnosť v rámci svojho výrobného programu musí využívať aj vodné zdroje k zabezpečeniu environmentálnej ťažby. Ťažobný proces produkuje prach, ktorý je potrebné zvlhčovať a tak ťažobná spoločnosť je nútená využívať vodné zdroje. V príspevku analyzujeme čiastkové ekonomické dopady využívania vodných zdrojov a vypúšťania odpadových vôd v ťažobnej spoločnosti (Obr. 1 – Obr. 6).



Obr. 1 Pohľad na kameňolom ťažobnej spoločnosti
Zdroj: www.ametys.sk/kamenolom

Prezentovaná ťažobná spoločnosť platí poplatky za vodné a stočné, odpadové vody, poplatky za ťahanie žumpy, ktoré predstavujú pre ťažobnú spoločnosť nákladovú položku, ktorá sa premieta aj pri tvorbe zisku a poukazuje na efektívne riadenia znečisťovania životného prostredia, čo je dnes prioritným ukazovateľom konkurencieschopnosti a uplatnenia sa na trhu v oblasti ťažobného priemyslu. Poplatky za vodné a stočné platí spoločnosť štvrťročne, na konci kalendárneho mesiaca každého štvrťroka. Ťažobná spoločnosť využíva vodu na skrúpanie, aby zabránila veľkému prachu, ktorý vzniká ťažobným procesom pri ťažbe, výrobe vápenca a v značnej miere poškodzuje životné prostredie okolia kameňolomu. Trend vývoja poplatkov za vodné a stočné sme sledovali za obdobie troch rokov (Tab. 1).

Tab. 1 Vývoj poplatkov za vodné a stočné v sledovanom období 2016-2018

Rok/ (€)	I.Q	II.Q	III.Q	IV.Q	SPOLU
2016	246	458	1506	637	2847
2017	336	502	467	478	1783
2018	9	279	955	148	1391

Tab. 2 Reťazový a bázičný index poplatkov za vodné a stočné v sledovanom období 2016-2018

Rok	2016	2017	2018	TREND
Ir	x	0,63	0,78	POKLES NÁKLADOV
Ir (%)	x	63	78	POKLES
Ib	x	0,63	0,49	POKLES NÁKLADOV
Ib (%)	x	63	49	POKLES

Na základe štatistickej analýzy poplatkov – reťazový a bázičný index (Tab. 2) za obdobie troch rokov 2016-2018 sme zistili, že poplatky za vodné a stočné v ťažobnej spoločnosti klesali a výrazný pokles bol zaznamenaný v roku 2017 o 1064 € a v roku 2018 o 392 €. Celkový prínos v ekonomickej oblasti predstavuje úsporu od roku 2016 vo výške 1456 €. Pri využití reťazových a bázičných indexov sme zistili celkový pokles poplatkov za vodné a stočné v sledovanom období. Pri bázičkom indexe sme stanovili základné obdobie rok 2016, s ktorým sme porovnávali náklady na poplatky za vodné a stočné v ťažobnej spoločnosti. Závery poukázali na pokles nákladov voči sledovanému obdobiu 2016, pričom výrazný pokles oproti sledovanému roku 2016 bol v roku 2018, kedy náklady klesli o 1456 €, čo predstavuje 51% zníženie. Úspora na vodnom a stočnom

bola zaznamenaná z dôvodu technologických úprav na zariadení pre oblasť ovzdušia na zníženie prašnosti pri ťažbe a spracovaní vápenca.

Druhá nákladová položka, ktorá bola sledovaná v ťažobnej spoločnosti bola zameraná na odpadové vody a poplatky za odpadové vody (Tab. 3), ktoré spoločnosť platí Východoslovenskej vodárenskej spoločnosti dvakrát ročne. Odpadové vody vznikajú z ťažobnej činnosti a najmä odpadové vody vznikajúce pri znižovaní zaťaženia ovzdušia prachom, ktorý je potrebné kropiť a pri prevádzke mokrých mechanických odlučovačov, ktoré sú pre spoločnosť veľmi dôležité z titulu oddelenia tuhých znečisťujúcich látok z vyrábaných materiálov, ktoré sa odlučujú prostredníctvom zariadení na odlučovanie tuhých častíc. Na základe uskutočnenej indexnej analýzy (Tab. 4) podľa reťazových a základných indexov môžeme konštatovať, že vývoj poplatkov za odpadové vody sa od roku 2016 menil najprv rastom, v roku 2018 poklesom. Výška poplatkov za odpadové vody sa v roku 2018 znížila o 32 €. Poplatky za vypúšťanie odpadových vôd sa stanovujú na základe princípu znečisťovateľ platí na základe množstva za kalendárny rok, mesiac a zároveň poplatok zohľadňuje aj koncentračné limity a bilančné limity. Povinnosť platiť poplatky sa nevzťahuje na vypúšťanie odpadových vôd z chladenia turbín, z odľahčovacích objektov stokovej siete, reinjektovaných odpadových vôd pochádzajúcich zo zdrojov geotermálnych vôd.

Tab. 3 Vývoj poplatkov za odpadové vody v sledovanom období 2016-2018

Rok/ (€)	I.polrok	II.polrok	SPOLU
2016	144	137	281
2017	159	168	327
2018	123	172	295

Tab. 4 Reťazový a základný index poplatkov za odpadové vody v sledovanom období 2016-2018

Rok	2016	2017	2018	TREND
Ir	x	1,16	0,91	NÁRAST/ POKLES
Ir (%)	x	116	91	
Ib	x	1,16	1,04	NÁRAST/ POKLES
Ib (%)	x	116	104	

Ťažobná spoločnosť platí poplatky aj za ťahanie žumpy (Tab. 5) dvakrát ročne, podľa naplnenia, objemu žumpy. Ak sa žumpa naplní rýchlejšie je to ovplyvnené zvýšenou výrobou, ťažbou a druhým faktorom je vplyv počasia. Poplatky za ťahanie žumpy sa od roku 2016 postupne znižovali o 158 €. V roku 2017 bol zaznamenaný pokles výšky nákladov o 174 € a v roku 2018 sa náklady mierne navýšili o 16 €. Tieto zmeny sa odvíjali od stavu ťažby v ťažobnej spoločnosti a od stochastického faktora – počasia, ktoré spoločnosť nevie ovplyvniť.

Tab. 5 Vývoj poplatkov za ťahanie žumpy v sledovanom období 2016-2018

Rok/ (€)	I.mesiac	II.mesiac	SPOLU
2016	259	128	387
2017	106	107	213
2018	114	115	229

Tab. 6 Reťazový a základný index poplatkov za ťahanie žumpy v sledovanom období 2016-2018

Rok	2016	2017	2018	TREND
Ir	x	0,55	1,07	POKLES/NÁRAST
Ir (%)	x	55	107	
Ib	x	0,55	0,59	POKLES
Ib (%)	x	55	59	

Ak by sme hodnotili stav environmentálnych nákladov (Tab. 7) v ťažobnej spoločnosti v zmysle ekonomických dopadov na jednotlivé zložky životného prostredia, môžeme konštatovať, že ťažobná spoločnosť má najvyššie environmentálne náklady v oblasti znečisťovania vôd, ovzdušia a recyklácie odpadov. Z hľadiska ekonomického vplyvu na životné prostredie a na finančné krytie environmentálnych nákladov predstavujú práve poplatky za využívanie a spotrebu vody vysoké environmentálne náklady ťažobnej spoločnosti, ktoré je potrebné v strategickom pláne vytýčiť ako prioritný cieľ orientovaný na znižovanie environmentálnych nákladov za vodné a stočné orientované na zložku životného prostredia – vodu. Z hľadiska štátnej podpory boli v rámci programu Operačný program Kvalita životného prostredia vyhlásené výzvy aj pre oblasť vodného hospodárstva so zameraním na intenzifikáciu a modernizáciu úpravní povrchových vôd za účelom zabezpečenia bezpečnej pitnej vody, výzva na výstavbu stokovej siete a čistiarní odpadových vôd a iné. Ťažobná spoločnosť musí tieto environmentálne náklady riešiť ako strategický a zároveň prioritný problém súvisiaci s ochranou životného prostredia.

Tab. 7 Environmentálne náklady v sledovanom období 2016-2018

Náklady v (€)	2016	2017	2018	SPOLU
Poplatky za vydobytý nerast	550	276	1015	1841
Poplatky za dobývací priestor	332	332	332	996
Poplatky za vodné a stočné	2847	1783	1391	6021
Poplatky za odpadové vody	281	327	295	903
Poplatky za ťahanie žumpy	387	213	229	829
Poplatky za znečisťovanie ovzdušia	1323	1184	593	3929
Poplatky za recykláciu a likvidáciu odpadu	668	467	1166	2301

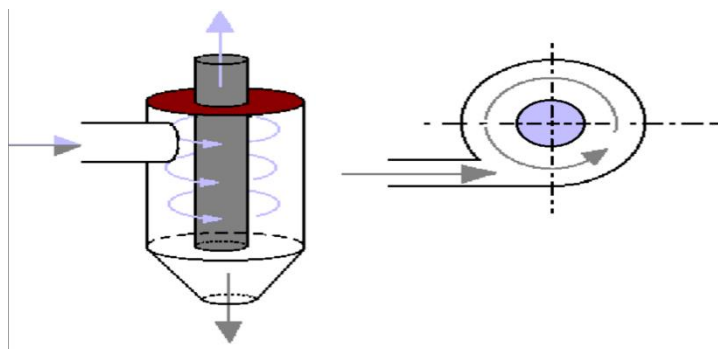
Znižovanie záťaže na životné prostredie je prioritným zámerom ťažobnej spoločnosti a faktorom, ktorý môže spôsobovať riziká v oblasti podnikania. Z hľadiska dosahovania konkurenčnej výhody a uplatnenia sa na trhu ťažobného priemyslu je dôležité, aby ťažobná spoločnosť hľadala efektívne a prijateľné riešenia pre všetky zúčastnené strany. Vzhľadom k záťažiam na životné prostredie sme sa snažili navrhnúť zmeny v ťažobnej spoločnosti v zmysle znižovania záťaží a efektívneho environmentálneho riadenia ťažobnej spoločnosti. Najvyšší podiel environmentálnych nákladov (Obr.2) sa premieta v poplatkoch za vodné a stočné, potom poplatky za znečisťovanie ovzdušia a poplatky za odpadové vody. Tento problém vychádza z nadmernej prašnosti v procese ťažby a spracovania vápenca.



Obr. 2 Environmentálne náklady ťažobnej spoločnosti

Zdroj: interné dokumenty spoločnosti

V ťažobnej spoločnosti v rámci eliminácie nákladov navrhujeme pridať odlučovače na zachytávanie prachových častíc v priebehu ťažobného procesu a zároveň implementovať systém environmentálneho manažérstva, ktorý by detailne sledoval znečisťovanie všetkých zložiek životného prostredia. Problém znečisťovania ovzdušia spočíva v tom, že vo filtrovom komíne sa nachádza vápencová múčka, ktorá spôsobuje prašnosť a preto je potrebné zabezpečiť nový odlučovač, ktorý zabráni a zachytí malé čiastočky vápencovej múčky. Vysokú prašnosť ťažobná spoločnosť musí riešiť zakropovaním pomocou vodných zdrojov a preto sú náklady na vodné a stočné najvyššou položkou z environmentálnych nákladov. Ťažobnej spoločnosti môžeme navrhnúť vírové odlučovače – cyklóny (Obr. 3). Princíp separácie v cyklóne je kombináciou gravitácie a odstredivých síl. Plyny, ktoré vchádzajú do cyklónu sa dostávajú do rotácie a vzniká plynový vír. Odstredivé sily oddeľujú častice popolčeka od nosného plynu a tlačia ich smerom k stene cyklónu, po ňom sklzážajú na dno do výsypky. Cyklónové odlučovanie je metóda odstraňovania častíc zo vzduchu, plynu alebo pary, bez použitia filtrov. Rotačný efekt a gravitácia sú použité na oddelenie zmesi pevných látok a kvapaliny. Veľká rýchlosť rotácie vzduchu je tvorená v cylindrickom alebo kužeľovitom kontajnery zvanom ako cyklón. Vzduch prúdi v špirále, začínajúc na vrchole (širší koniec) cyklónu končiac na spodnom dne, kde vzduch ďalej prúdi stredom cyklónu a vyjde vrchom. Väčšie (hustejšie) čiastočky v rotujúcom prúde majú viacej zotrvačnosti, aby prúdili v tesnej krivke a narazia na vonkajšiu stenu, potom padnú na dno cyklónu, kde sa môžu odstrániť. V kužeľovitom systéme, kde rotuje prúd proti úzkemu koncu cyklónu, rotačný rádius prúdu je redukovaný, a takto sú oddeľované menšie čiastočky.



Obr. 3 Cyklón – odlučovač
Zdroj: www.enviro.sk

Zároveň pre riadenie environmentálnych nákladov a starostlivosť o životné prostredie navrhujeme zaviesť systém environmentálneho manažérstva (Tab. 8) v ťažobnej spoločnosti, vzhľadom k tomu, že ťažobná spoločnosť nemá zavedený systém na kontrolu životného prostredia. Environmentálny manažérsky systém je dobrovoľným nástrojom environmentálneho správania sa podnikov.

Prínosy zavedeného environmentálneho manažérkeho systému sa prejavujú vo forme úspor energie, úspor vody, minimalizácie odpadu, recyklácie, v prehľadnosti environmentálnych nákladov, v minimalizácii environmentálnych poplatkov a pokút za znečistenie životného prostredia. Zámerom zavedenia systému EMS je znižovanie produkcie škodlivých odpadov a environmentálnych záťaží, tvorenie predpokladov pre udržateľný rozvoj, minimalizovanie spotreby energie a surovín, zvyšovanie environmentálneho povedomia u odberateľov, zameranie sa na dlhodobú perspektívnu stratégiu v oblasti ochrany životného prostredia, vypracovanie efektívneho environmentálneho profilu. Ak chce ťažobná spoločnosť implementovať systém EMS je potrebné uskutočniť niekoľko základných krokov, ktoré začínajú vypracovaním environmentálnej politiky, nastáva fáza environmentálneho plánovania, realizácia a prevádzkovanie EMS systému, po zavedení EMS je potrebné vykonávať preverky a interné audity, ktoré kontrolujú udržiavanie systému a nakoniec nastáva fáza certifikácie a obdržanie certifikátu.

Tab. 8 Základný postup zavedenia systému environmentálneho manažérstva

Krok	Aktivita	Obsah aktivity	Výstup
1.	Vypracovanie environmentálnej politiky	<ul style="list-style-type: none"> • Deklarovať rozhodnutie o zavedení EMS • Definovať dlhodobé a krátkodobé env. ciele • Závazok realizácie env. politiky 	<ul style="list-style-type: none"> • Písomný zverejnený dokument
2.	Environmentálne plánovanie	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikácia E- aspektov činnosti podniku • Analýza dodržiavania E- legislatívy • Formulácia E- cieľov pre všetky útvary • Vypracovanie programu EMS 	<ul style="list-style-type: none"> • E- profil podniku • E- program podniku • Audity
3.	Realizácia a prevádzka EMS	<ul style="list-style-type: none"> • Rozdelenie právomocí a zodpovednosti • Príprava personálu • Spracovanie dokumentácie EMS • Návrh systému operatívneho riadenia EMS • Návrh reakcie EMS na havarijný stav 	<ul style="list-style-type: none"> • Úlohy manažérstva EMS • Určenie výkonného útvaru • Príručka EMS • Reglementy pracovných postupov
4.	Preverky a prevencia	<ul style="list-style-type: none"> • Návrh monitorovacieho systému • Návrh postupu realizácie nápravných a preventívnych opatrení • Návrh programu preverovania funkčnosti EMS • Inovácie EMS 	<ul style="list-style-type: none"> • Postup monitoringu • Program preveriek EMS
5.	Certifikácia EMS	<ul style="list-style-type: none"> • Preskúmanie EMS • Certifikácia EMS podniku 	<ul style="list-style-type: none"> • Certifikát EMS

Zdroj: Teplická, 2012

Záver

Ekonomický rast a rozvoj podnikateľských činností a priemyslu, konzumný štýl života vo výraznej miere ovplyvňujú znečisťovanie životného prostredia. Znižovanie znečisťovania životného prostredia je súčasťou operačného programu Kvalita životného prostredia. V oblasti vodného hospodárstva je Operačný program Kvalita životného prostredia zameraný na odpadové vody, pitnú vodu, monitorovanie vôd, zabezpečenie spojitosti vodných tokov, ako aj na koncepčné a informačné aktivity.

Slovenská inovačná a energetická agentúra ako sprostredkovateľský orgán pre Operačný program Kvalita životného prostredia (www.minzp.sk) vydala usmernenie k výzve zameranej na zníženie energetickej náročnosti a zvýšenie využívania obnoviteľných zdrojov energie v podnikoch. Zároveň vhodným legislatívnym nástrojom sú aj ekonomické nástroje legislatívne upravené ako poplatky za znečisťovanie životného prostredia a jeho

zložiek, a za hospodárske využívanie prírodných zdrojov. Okrem toho fyzické a právnické osoby platia environmentálne dane, poplatky, odvody a iné platby za poškodzovanie životného prostredia. Zároveň legislatívne predpisy plnia ja motivačnú funkciu pre právnické alebo fyzické osoby, ktoré chránia ŽP alebo využívajú prírodné zdroje v súlade s princípmi trvalo udržateľného rozvoja, zvýhodnené úpravami daní a odvodov alebo poskytovaním úverov a dotácií. Ekonomické nástroje sú chápané ako jedna z možností podporujúca pozitívne zmeny v oblasti ochrany ŽP a riadenia prírodných zdrojov. Environmentálna účinnosť ich uplatňovania spočíva v znížení negatívnych vplyvov na životné prostredie a redukcii environmentálnych škôd.

Použitá literatúra

Teplická, K. 2012. Nástroje environmentálnej politiky a ich prínosy v praxi. Edičné stredisko – Fakulta BERG, Košice, 2012.

Zákon č. 17/1992 Z. z. o životnom prostredí v znení neskorších predpisov.

Zákon 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)

www.minzp.sk – ekonomika životného prostredia.

Chloridovo-sodné minerálne pramene na Slovensku a ich využitie pre rozvoj turizmu

Dana TOMETZOVÁ^{1,a}

¹Oddelenie geo a montánneho turizmu, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach, Boženy Němcovej 32, 042 00, Košice, Slovensko

^adana.tometzová@tuke.sk

Abstrakt

Predkladaný príspevok analyzuje súčasný stav slaných (chloridovo-sodných) minerálnych prameňov na západnom, strednom aj východnom Slovensku. Zaoberá sa mechanizmom vzniku "solňaniek", ich výskytom viazaným na evapority, chemickým zložením a celkovou mineralizáciou jednotlivých slaných prameňov. Článok skúma chemické vlastnosti, výdatnosť, celkovú mineralizáciu, počet a stav prameňov, teplotu a hĺbku vrtov 13 vybraných lokalít, ktorých hodnota a význam pre turizmus je vzájomne porovnávaný. Popísané sú aj lokality s kedyysi slávnymi a šľachtou navštevovanými kúpeľmi, ktoré sú však v súčasnosti už len spomienkou. Slané minerálne vody majú významnú úlohu pri liečbe dermatologických (psoriáza, ekzémy), ženských, žalúdočných, respiračných ochorení, a využívajú sa taktiež pri liečbe zväčšenej štítnej žľazy či ako prevencia proti tvorbe zubných kazov. Z tohto dôvodu je nutné si uvedomiť ich potenciál, dlhodobo zabezpečiť ich kvantitatívnu aj kvalitatívnu ochranu a s tým súvisiaci udržateľný rozvoj.

KLúčové slová: slané pramene, chloridovo-sodné pramene, balneológia, geoturizmus

Úvod

Na Slovensku sa vyskytujú všetky známe typy minerálnych vôd, s výnimkou rádioaktívnych. Celkovo sa na území našej republiky nachádza 1620 prameňov, z ktorých cca 30 je s výrazným zastúpením NaCl. Väčšina prameňov je uhličítých (789), hydrogenuhličitanovo-vápenato-horečnatých (149), sírnych (219), železnatých prameňov je 69 a jódových 8. Jednotlivé minerálne pramene sa okrem dominujúcich aniónov a katiónov môžu členiť aj podľa ďalších kritérií ako sú: obsah rozpustených plynov, hodnota pH, teplota prameňa, osmotický tlak, obsah biologicky užitočných látok a celková mineralizácia.

Za chloridovo-sodné minerálne vody označujeme vody, kde koncentrácia chloridu sodného presahuje 1g/l, respektíve 393 mg sodíka na liter alebo 607 mg chloridu na liter a svoj pôvod majú spojený s ložiskami soli (Solivar, Solňá Baňa). Výskyt chloridovo-sodných prameňov sa v niektorých prípadoch viaže na priepustné fľušové vrstvy. Medzi takýmito prameňmi prevládajú naftové solňanky. Okrem toho, že solné pramene vieme nájsť v blízkosti naftových vrtov (Gbely), sú prípady kedy sa tieto pramene vyskytujú aj pri uhoľných ložiskách (Rapovce) alebo ložiskách zemného plynu. Solné diapíry, tvorené niektorými evaporitovými minerálmi, hlavne halitom, môžu vytvárať nepriepustnú zátku, tzv. cap rock, čím zabraňujú úniku uhlíkovdík. Práve v podloží takýchto pascí sa môže hromadiť ropa alebo zemný plyn až do formy ložiskových akumulácií. Charakteristickou vlastnosťou evaporitov je nízka porozita a evapority sa zvyknú plasticky deformovať, čo na rozdiel od krehko sa správajúcich okolitých hornín, v ktorých pri deformácii vznikajú pukliny, zabraňuje úniku ropy. Na území Slovenska sú prirodzené pramene slanej vody zriedkavé a sú vždy studené. Teplé solňanky sú známe len z hlbinných hydrogeologických či geotermálnych vrtov (Rapovce). Charakteristickým znakom mnohých chloridových vôd je zvýšená prítomnosť jodidov a bromidov (Číž, Oravská Polhora). Najviac slaných prameňov nájdeme v okresoch Trebišov a Senica. Kvalitatívne najhodnotnejšie sú pramene v Michal'anoch, Cigel'ke či Veľ'atoch.

Chloridovo-sodným vodám, ich výskytu a vlastnostiam sa zo slovenských autorov venovali najmä Rebro (1996), Franko a Melioris (2000). Brehuv a Magula (2008) popísali solňanky a ich využitie hlavne v súvislosti s ťažbou halitu. Zahraničné publikácie sú zamerané pravažne na terapeutické a liečebné účinky slaných vôd. Podľa Razumova et al. (2009), ktorý testoval účinok chloridovo-sodných vôd na laboratórnych zvieratách a ľudských subjektoch, slaná voda zabezpečuje výrazné zmenšenie peptických vredov žalúdka či dvanástnika. Využívanie takýchto prameňov na balneoterapeutické účely na území Španielska popísal Maraver et al. (2018). Možnosti využitia chloridovo-sodných vôd na liečbu chôrbu u detí ako napr. dysmetabolická nefropatia skúmal Sidorenko et al. (2008) alebo atopická dermatitída (Zakachurina, 2002).

Terapeutické a liečivé účinky chloridovo-sodných vôd

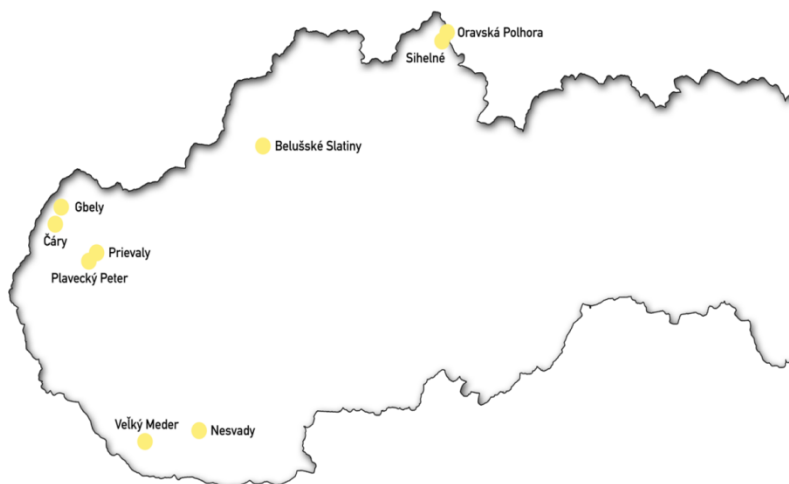
Vyššie spomenuté odborné práce a ich výsledky dokazujú, že chloridovo-sodné pramene a ich liečivé účinky nie sú iba ľudovými radami starých mám. Lekári slané pitné kúry odporúčajú detským aj dospelým pacientom pri ochoreniach dvanástnika, žalúdka či obličiek. Terapeutické účinky minerálnych vôd sú medicínsky dokázané dlhoročným výskumom. Zo "soľaniek" sa vyrábajú nosné spreje, soľné pastilky proti bolestiam a zápalom hrdla či hlasiviek. Výhodou je, že takéto nosné spreje nie sú návykové, nepoškodzujú ani nevysušujú nosnú sliznicu, neobsahujú chemické ani konzervačné látky. Tieto vody slúžia aj na výrobu minerálok, ktoré sa pri problémoch s dýchacími cestami dajú inhalovať pomocou moderných inhalačných zariadení. Inhalácia napomáha vykašliavaniu hlienov, pri chronických zápaloch a pri odstraňovaní smogových častíc z priedušiek. Mnoho pacientov tieto minerálne vody používa aj na kloktanie alebo vymývanie ústnej dutiny ako prevenciu zubného kazu.

Podobne ako sírne pramene aj slané vody liečia rôzne dermatologické ochorenia ako napr. atopická dermatitída či psoriáza. Popri pobytoch pri mori aj slovenské slané kúpele vedia pomôcť pacientom s kožnými ochoreniami nielen hydroterapiou a pitnými kúrami, ale aj prostredníctvom liečebného systému TOMESA. Toto zariadenie sa nachádza v niektorých slovenských kúpeľných domoch a imituje podmienky pri Mŕtvom mori. Princípom liečby TOMESA je synchronne podávanie a optimálne vzájomné zladenie kúpeľa a ožarovania. Systém je klinicky overený a jedinečné liečebné výsledky sú vedecky zdokumentované s vysokou účinnosťou (96%).

Slané vody môžu mať využitie aj v kozmetickom priemysle. Pôsobia proti akné, udržiavajú ľudskú pokožku sviežu a elastickejšiu. Slaná voda svojimi minerálmi urýchľuje hojenie rán, ale aj rast vlasov. Vlasy sú pevnejšie a takáto voda napomáha aj pri odstraňovaní lupín či zabraňuje vypadávaniu vlasov. Chlorid sodný sa ako prírodná organická zlúčenina využíva v mnohých kozmetických produktoch (šampóny, mydlá, prípravky na ústnu hygienu, ale aj prípravky na opaľovanie, starostlivosť o nechty a podobne). Minerály v soli sú protizápalové, majú antiseptický a analgetický účinok, Takáto voda dokáže ničiť nielen baktérie, ale aj zápach a pomáha človeku v boji proti nadmernému poteniu sa. Balneoterapia v chloridovo-sodných vodách sa preto odporúča pacientom ako doplnková liečba popri medikamentóznej liečbe.

Analýza chloridovo-sodných prameňov na Slovensku

Na Slovensku sú slané pramene prevažne viazané na výskyt flyšového pásma (Oravská Polhora, Sihelné, Mikulášová) alebo na sedimentárny neogén (Veľký Meder, Nesvady, Sobrance, Veľaty, Michalany, Byšta). K významným lokalitám "soľaniek" na západnom Slovensku patria lokality (Obr.1): Slaná voda, Oravská Polhora; Sihelné; Belušké Slatiny; Čáry; Prievaly; Plavecký Peter; Veľký Meder a Nesvady.



Obr. 1 Rozloženie slaných minerálnych prameňov na západnom Slovensku

Slaná voda, Oravská Polhora

V súčasnosti už nefunkčné kúpele nájdeme na úpätí Babej hory v Oravskej Polhore (Obr.2). V minulosti sa využívali na liečbu zväčšenej štítnej žľazy, minerálnou vodou sa liečili ženské a kožné ochorenia. Prvá chemická analýza Slanej vody sa vykonala v roku 1843. Ide o jódovo-brómovú vodu s prevahou chloridu sodného, ktorý má ropný pôvod a pestrú chemickú skladbu. Obsah kyseliny boritej je 659 mg na liter. Významne zastúpený je aj bróm, jód, lítium a sírovdík. Obsah solí je do 50 g/l vody, čo ju zaraďuje k tzv. ruským rosolom. Z pohľadu regionalizácie minerálnych vôd patrí do oblasti flyšového pásma a je typom, ktorý sa nazýva flyšová kyselka.

Pramene majú celkovú mineralizáciu od 436,14 do 44842 mg/l a teplotu od 7,4 do 10,5°C. V minulosti sa voda využívala miestnymi obyvateľmi najmä na varenie. Existovalo tu 10 drevených kúpeľných domov s kapacitou 100 hostí. Voda sa vyvážala vo fľašiach do Južnej Ameriky, USA a Anglicka. Kúpele zanikli po 1. sv. vojne, kedy boli zapálené a vyrabované. Napriek niekoľkým pokusom o ich obnovu sa revitalizácia zatiaľ neuskutočnila. Prameňov je tu 6, ale nie sú prístupné turistom ani miestnym, keďže je väčšina z nich zaplombovaná alebo zamknutá v drevených objektoch. Najvyšší obsah NaCl má prameň Arta (Na 16 379 mg/l a Cl 26 539 mg/l).



Obr. 2 Slaná voda, Oravská Polhora
Zdroj: orava-region.sk

Kúpele Belušské Slatiny

Kúpele ležia v okrese Púchov, v Trenčianskom kraji. Vybudované boli v 14. storočí, ale čo sa týka prameňov tie boli známe už oveľa skôr. Prvú zmienku o teplých prameňoch nám zanechal Ján Thurzo z roku 1731. Slatinská voda patrila medzi najúčinnejšie a mohla byť využívaná na liečbu kožných, tráviacich ochorení, ale tak isto aj na liečbu kostí, kĺbov a svalov. Pravidelným sledovaním prameňov sa zistilo, že v rozmedzí každých 7 rokov klesá tlak vody z neznámych geologických príčin. Táto vlastnosť je najväčšou zvláštnosťou Belušských Slatín. Začiatok budovania kúpeľov sa datuje k roku 1864. Nad miestom, kde vyvierali pramene postavili bazén. Ten je v súčasnosti nevyužívaný a zarastený. Do kúpeľnej budovy boli umiestnené vane. Privádzala sa do nich liečivá voda, ktorá bola zohriata na 43°C (teplota prameňov je od 10 do 21°C). Od roku 1932 kúpele slúžili na rôzne účely (kláštor, domov sociálnej starostlivosti, detský tábor). Zo 7 prameňov, ktoré sa tu v dnešných dňoch nachádzajú je výrazne chloridovo-sodný iba jeden a nachádza sa priamo v altánku Panny Márie Lurdskej. Celková mineralizácia sa pohybuje v rozmedzí 1750 – 1780 mg/l.

Lokalita Gbely

Slaná voda v obci Gbely bola nájdená pri odvrtávaní naftového vrtu. Jedná sa o naftovú soľanku s teplotou 19°C. Voda je chloridová (3452 mg/l), sodná (2600 mg/l), jodobromová, so zvýšeným obsahom kyseliny boritej, studená, hypotonická. Výdatnosť je 15 l/min, hĺbka vrtu 540 m a celková mineralizácia 7 715 mg/l. Samotný vrt sa nachádza priamo v areáli funkčného kúpaliska.

Stredné Slovensko disponuje iba 4 výrazne chloridovo-sodnými prameňmi (Obr.3). Z týchto prameňov je najvzácnejšou lokalitou Číž.



Obr. 3 Rozloženie slaných minerálnych prameňov na strednom Slovensku

Kúpele Číž

Kúpele Číž sú situované pri sútoku Rimavy a Slanej v Rimavskej kotline, blízko hraníc s Maďarskom. V kúpeľoch je vzácna jódová, chlorido-sodná minerálna voda (obsah Na 4680 mg/l a Cl 7169 mg/l) s vysokým obsahom brómu a lítia. Liečia sa tu nervové, gynecologické choroby a choroby z porúch látkovej výmeny. Predovšetkým pacienti s poruchami pohybového aparátu navštevujú tieto kúpele. Prítomné jódovo – brómové vody patria k jediným svojho druhu na Slovensku. Celková mineralizácia prameňov je 13162 mg/l, teplota vody 10,8°C a výdatnosť 260 l/ deň. Ako prvý bol nájdený prameň Themis sedliakom Andrejom Harnóczom, ktorý na svojom pozemku kopal studňu. Neskôr boli navŕtané aj pramene Hygiea a Neptun.

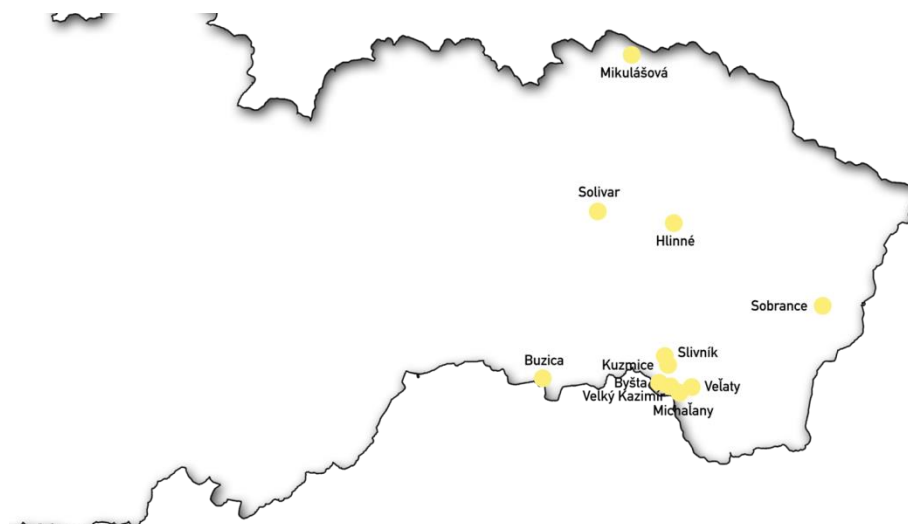
Rapovce

Termálne kúpalisko Novolandia sa nachádza na juhu stredného Slovenska v blízkosti obce Rapovce. Mesto Lučenec je vzdialené 5 kilometrov. Slaný prameň bol nájdený pri uhoľnom prieskume ešte pred 1. sv. vojnou. Geotermálna voda vyvierá z hĺbky približne 1501 metrov a disponuje teplotou 39°C. Vďaka prvkom, ktoré sa nachádzajú vo vode je vhodná na balneologické liečebné účely a rovnako aj na inhaláciu. Má pozitívne účinky pri liečbe chorôb spojených s pohybovým aparátom a pohybového ústrojenstva. Rovnako sa tu liečia kožné choroby, choroby dýchacích a žalúdočné problémy. V komplexe sa nachádzajú 4 bazény.

Želovce

Lokalitu známu aj pod názvom Šošár nájdeme neďaleko obce Želovce. Pôvodne boli v oblasti dva, neskôr až šesť prameňov. V zložení vody sa nachádza síra, železo. Klasifikovaná je ako uhličitá, zemitá s vysokým obsahom glauberovej soli. Obsah chloridov je 640 mg/l a sodíka je 1150 mg/l. Od dávnych čias sa využívala ako minerálna pitná voda. Jeden z jej prameňov dokonca využívali na ťažbu solí. Pramene ovplyvňovali osídľovanie danej lokality. Z roku 1879 sa zachoval plán prestavby kúpeľného domu. Na začiatku 20. storočia kúpele navštevovali statkári, ktorí prišli v nedel'u na partičku šachov. V tejto dobe bol Šošár významný ako kultúrne a výletné centrum pre okolie. V rokoch 1945 a 1946 kúpele prešli renováciou. Liečili sa tu reumatické choroby. Potom však začala sláva kúpeľov upadať až úplne zanikli. Dobrovoľníci z okolia sa rozhodli uskutočniť revitalizáciu bývalého kúpeľného areálu a v dnešných dňoch je tu vytvorený udržiavaný park, s drevenými sochami, lavičkami, ohniskom a cyklistickou trasou, ktorá vedie popri prameňoch.

Na východnom Slovensku sa nachádza najväčší počet slaných minerálnych prameňov (Obr.4). Predovšetkým juho-východná časť Slovenska je na tieto pramene mimoriadne bohatá. Mnohé z prameňov boli v minulosti naplno využívané v lokálnych kúpeľoch (Sobrance, Byšta, Veľaty, Hlinné). Ani jedny z kúpeľov sa však nezachovali.



Obr. 4 Rozloženie slaných minerálnych prameňov na východnom Slovensku

Veľaty

Prameň so slanou vodou bol miestnym známy už od čias 18. storočia. Profesor Paul Kitaibel v jednom zo svojich diel nazval prameň Aqua Velejtenis. Územie Veľát v tomto období vlastnila grófká Júliana Szapáry z rodu Csáky. Prameň sa vyskytoval na súkromných pozemkoch. Nachádzal sa v správe majiteľov kaštiela a príslušného parku. Rodina Andrásyovcov získala pozemok vďaka sobášu. Koncom 19. storočia sa pri prameni nachádzali kúpele. Využívali sa pri liečbe zápalov horných dýchacích ciest a pri ochorení štítnej žľazy. Prameň bol využitý rodinou Andrásyovcov do obdobia po 1. svetovej vojne. Po 2. svetovej vojne sa vojenské munície likvidovali hádzaním do „grófskej studne.“ Revitalizáciu lokality začal obecný úrad na jar roku 2014 vyčistením

a upevnením kamenného jadra pôvodnej “grófskej studne“. Úpravy sa skončili v lete roku 2016 (Obr.5). Prameň má teplotu 4°C, celkovú mineralizáciu 13 994 mg/l, obsah Na je 2402 mg/l a Cl 2580 mg/l.



Obr. 5 Slaná studňa, Veľaty

Sobrance

V minulosti sa nazývali aj slovenské Karlove Vary. Nachádzajú sa v katastri obce Tržná - dnes pod názvom Tibava, v blízkosti Michaloviec. Verejnosti boli známe už v 14. storočí. V roku 1400 sa tu vyberal poplatok vo výške 4 grajciare za kúpanie. Od 18. storočia sa tu liečili aj kožné choroby. Okrem pacientov, ktorých trápili dermatologické choroby kúpele v Sobranciach navštevovali tak isto ľudia trpiaci zápalom kĺbov či žalúdočnými problémami. Veľkou pomocou bola chloridovo-sodná, sírna stredne mineralizovaná, izotonická voda. V čase najväčšieho rozmachu sa v kúpeľoch vystriedalo aj okolo 500 rodín. Pacientom sa aplikovali rovnako aj bahenné zábaly. 2. svetová vojna mala veľký vplyv na ďalšiu budúcnosť kúpeľov. Počas leteckých náletov boli takmer zrovnané so zemou. V roku 2004 bola prevádzka kúpeľov ukončená a od roku 2006 sa budovy nachádzajú v súkromnom vlastníctve. Váradyho vila je jedinou budovou, ktorá sa zachovala. Sú tu 4 pramene, z ktorých sa jeden (Očný prameň) využíval aj na liečbu ochorení očí. Kúpeľný prameň má obsah sodíka 2554 mg/l a chloridov 465 mg/l.

Cigeľka

Nachádzajú sa v okrese Bardejov. Blízko obce sú situované Bardejovské kúpele. V Cigeľke bolo v minulosti viac ako 30 prameňov. Veľa z nich bolo zlikvidovaných alebo sú momentálne v zlom stave. V dnešnej dobe sa 6 prameňov využíva na pitné kúry. Najvyšší obsah NaCl majú pramene Štefan (Na 4670 mg/l a Cl 2212 mg/l) a Cigeľka II (Na 8375 mg/l a Cl 3731 mg/l). V roku 1750 našli robotníci pri výkopových prácach fľašu s pergamenom. Na nej bol maďarský text o slanej vode. O sto rokov neskôr maďarský lekár menom Ištván Ambrózy, nechal vykopať studňu a prameň dostal meno Ištvanus. O pár rokov bol premenovaný na Stephanus a dnes je nám známy pod menom Štefan. Postupom času našli ďalšie minerálne pramene: Ludovicus, Apollo, Slovan, Glória, Matka, Veterán a mnoho ďalších. V katastri obce bolo vykopané jazero, postavila sa kúpeľná budova, prvá plniareň a turistická chata. Areál ponúkal viacero možností a tak ho navštevovali ľudia z okolitých obcí. V čase po roku 1940 plniareň zamestnávala 20 ľudí. Voda sa vyvážala do zahraničia. Po páde režimu sa tu vystriedalo niekoľko majiteľov. Produkcia vody rýchlo klesla, rekreačná oblasť sa postupne vyprázdňovala a budovy chátrajú dodnes. Produkcia cigeľskej plniarne bola kedysi viac ako 3 milióny fliaš ročne. V súčasnosti sa produkcia pohybuje okolo 150 000 fliaš za rok. Napriek nefunkčnosti kúpeľov sa prameň Štefan využíva v miestnej plniarni. Je jediným využívaným zdrojom slanej liečivej minerálnej vody. Vysoká mineralizácia prameňa s prevažnou slanou zložkou upravuje trávenie a lieči poruchy látkovej výmeny a cukrovku.

Buzica

28 km od Košíc sa nachádza Slaný vrt – Buzica (Obr.6) s hydrogénuhličitanovo – chloridovou, sodnou, uhličitou studenou, hypertonickou vodou, so zvýšeným obsahom kyseliny kremičitej a lítia. Celková mineralizácia prameňa dosahuje 10 620 mg/l. Obsah sodíka je 2924 mg/l a 2360 chloridov mg/l. Prameň je síce upravený a neďaleko sa nachádza aj altánok s lavičkou, avšak akákoľvek informačná tabuľa o zložení vody a názve prameňa chýba.



Obr. 6 Prameň Buzica

Byšta

Rekreačné stredisko v Byšte (Obr.7) známe aj ako Byšta – kúpele je od obce vzdialené 1,5 km. Vystavené bolo v 20. storočí. Kúpele mali ďaleko od romantických vidieckych kúpeľov. Tvorili ich dve liečebné budovy. Medzi hlavné choroby, ktoré sa tu liečili patrili žalúdočné, reumatické alebo cievne choroby. Na liečbu sa používali slané, zásadité minerálne pramene s celkovou mineralizáciou 9 938 mg/l a teplotou 22°C vo forme vaňových kúpeľov. Voda vo vrte BŠ-1 obsahuje 1085 mg/l sodíka a 1147 mg/l chloridov.



Obr. 7 Nefunkčné kúpele Byšta

Michaľany

Slaný vrt v Michaľanoch (Obr.8) sa nachádza neďaleko nefunkčného železničného depa. Zloženie vody je výnimočné – obsah sodíka dosahuje 6759 mg/l a obsah chloridov 4550 mg/l. Prameň by sa v budúcnosti mohol využiť na vybudovanie inhalačného strediska alebo aspoň na vybudovanie pitného pavilónu. Voda je hydrogénuhličitanovo – chloridová, sodná, sírna, so zvýšeným obsahom kyseliny boritej, studená, hypertonická s teplotou 10°C a celkovou mineralizáciou 21 298 mg/l (jedna z navyšších mineralizácií zo spomenutých prameňov).



Obr. 8 Slaný vrt, Michalany

Záver

V rámci zmapovaných lokalít s výskytom chloridovo-sodných prameňov majú najvyššiu celkovú mineralizáciu pramene v Cigeľke (29 000 mg/l), Dolných Plachtinciach (24 416 mg/l), v Michal'anoch (21 298 mg/l) a Kuzmiciach (14 933 mg/l). Pre porovnanie slávna česká minerálna voda Vincentka stáčaná do fliaš a vyvierajúca v areáli kúpeľov Luhačovice má celkovú mineralizáciu iba 9854 mg/l. Napriek tomu sú zo spomenutých slovenských slaných prameňov na plniarenske účely využívané iba pramene v Cigeľke. Z pohľadu výdatnosti sú najzaujímavejšie pramene v Beluškých Slatinách (od 10 do 360 l/min) a Gbely (15 l/min). Jediným termálnym slaným prameňom je prameň v Rapovciach (39°C).

Vo väčšine prípadov je problémom súčasný stav prameňov a ich bezprostredného okolia. Mnohé nie sú udržiavané, nenachádzajú sa pri nich žiadne informačné tabule, ktoré by popisovali chemické zloženie prameňov, ich históriu, dôvod zániku či indikácie. Pramene sú zachytené do neestetických betónových skruží, z ktorých mnoho nie je ani zakrytých žiadnym poklopom a tak chránených proti znečisteniu. Bývalé kúpeľné areály a doposiaľ nikdy nevyužité pramene by bolo potrebné revitalizovať, sprístupniť ich okolie širokej verejnosti a postupne prinavrátiť jedinečným lokalitám ich pôvodnú spoločenskú, kultúrnu a liečiteľskú funkciu. Ukážkovými príkladmi revitalizácie niektorých z analyzovaných prameňov sú napr. bývalé kúpele Veľaty alebo lokalita Želovce (Šošár).

Použitá literatúra

- Brehuv J., Magula R.: Zabudnuté stavby v Zlatej Bani, vybudované pre banskú a solivarskú činnosť, *Acta Montanistica Slovaca*, 13(2), 2008, s.241-247.
- Cigeľka – Napriec časom - liečivá voda [online]. Oficiálna webová stránka obce Cigeľka, 2018 [cit. 2019-3-15]. Dostupné na: <http://www.obeccigelka.sk/-zaujímavosti>
- Číž – kúpele [online]. Oficiálna webová stránka kúpeľov Číž, 2018 [cit. 2019-3-15]. Dostupné na: <http://www.kupeleciz.sk/>
- Franko O., Melioris L.: Minerálne a termálne vody Slovenska – vznik a rozšírenie, *Podzemná voda*, 6(1), 2000, s. 3-29.
- Franko O., Michalíček M.: Jódobromové vody Slovenska. Západné Karpaty, séria hydrogeológia a inžinierska geológia, 4, Geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 1982, s. 97 – 133.
- Kostelník M. Kúpele na starých pohľadniciach. Bratislava: DAJAMA, 2013, s.22, 25, 88, 91,93.
- Krahulec P. Minerálne vody Slovenska – Balneografia a Krenografia.1.Martin: Osveta, 1977, s. 166-172.
- Kvasnička J.: Belušké Slatiny – zabudnuté kúpele [online]. Blog denníka SME, 2017 [cit. 2019-3-15]. Dostupné na: <https://jankvasnicka.blog.sme.sk/c/461885/belusske-slatiny-zabudnute-kupele.html>
- Maraver F., Carabajo J.M., Corvillo I., Morer C., Vazquez I., Fernández-Torán M.A., Armijo F.: The chloride mineral waters of spanish spas. Applications and indications, *Medicina Naturista*, 12(2), 2018, s.51-56.
- Rapovce – Aquapark [online]. Oficiálna webová stránka termálneho kúpaliska Rapovce, 2018 [cit. 2019-3-15]. Dostupné na: <http://www.aquaparknovolandia.sk/>

- Razumov A.N., Surkov N.V., Frolkov V.K. & Ziniakov N.T.: Therapeutic and preventive effects of sulfate-chloride-sodium mineral water in experimental peptic ulcer, *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoj kultury*, (3), 2009, s. 22-25.
- Rebro A. Vzácné a obdivované vody Slovenska. 1. Bratislava: SAP, 1996, s. 69,113,144,152, 153,157.
- Sarvaš A., Lipták M. a Beňák M. Naše Karlove Vary a ich biedny koniec. *N magazín – Čierne diery*. 2017, s.42-45.
- Sidorenko S.V., Zavgorud'ko T.I., Zavgorud'ko V.N.: The possibility of using chloride sodium, magnesium, and calcium-rich mineral water for the treatment of children with dysmetabolic nephropathy, *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoj kultury*, (5), 2008, s. 41-42.
- Zakachurina I.V., Khan M.A. a Koriukina, I.P. Hydrocarbonate-sodium chloride mineral water in rehabilitating children with atopic dermatitis. *PubMed*. 1, 2002, s.42.
- Zakovič M. Bodiš D., Fendek M., Potfaj M., Gabauer G., Bálint J.: Geologický výskum jódo-brómových vôd vo vybraných oblastiach SSR. *Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava*, 1988, 68 s.
- Zakovič M., Potfaj M., Fendek M. & Bodiš D.: Júdo-brómové podzemné vody v oblasti Oravskej Polhory, *Podzemná voda*, 15(2), 2009, s. 230 – 239.

VODA – strategická surovina budúcnosti

Zborník príspevkov

Editori: Tomáš Bakalár, Michaela Očenášová, Henrieta Pavolová

Grafika: Tomáš Bakalár, Janette Drabbová, Henrieta Pavolová

Vydavateľ: Technická univerzita v Košiciach

Miesto vydania: Košice

Rok: 2019

Vydanie: prvé

Náklad: 105 ks

Rozsah: 82 strán

ISBN 978-80-553-3309-0 (verzia na CD)

NEPREDAJNÉ