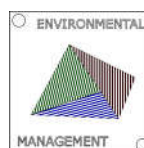


MOŽNOSTI VYUŽITÍ UMĚLÉ INFILTRACE V POVODÍ ŘEK ODRY A BEČVY

Heiduk RADIM - Miroslav KYNCL

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF ARTIFICIAL GROUNDWATER RECHARGE IN THE CATCHMENT AREAS OF THE ODRA AND BEČVA RIVERS



ABSTRAKT

Článek se zabývá řešením zásobování pitnou vodou v suchých oblastech. S ohledem na klimatické změny je třeba hledat alternativní způsoby získávání zdrojů pitné vody. Jedním z nich je umělá infiltrace. Byly sledovány a vyhodnoceny dvě lokality – Hranice na Moravě a Odry, na kterých je možné použít metodu umělé infiltrace a dosáhnout tak zvýšení zásob podzemních vodních zdrojů.

KLÍČOVÁ SLOVA: umělá infiltrace, podzemní voda, koeficient filtrace

ABSTRACT

The paper deals with supplies of drinking water in times of drought. Facing the climatic changes, it is essential to look for alternative sources of drinking water. Artificial infiltration ranks among such options. Two sites, Hranice na Moravě and Odry, have been monitored and evaluated. In those sites, it would be possible to use artificial infiltration and increase supplies of groundwater.

KEY WORDS: artificial infiltration, groundwater, coefficient of filtration

1. ÚVOD

Kvůli suchu je třeba se vypořádat s problematikou vydatnosti a kvality podzemních vodních zdrojů, sloužících pro zásobování obyvatelstva (pitnou) vodou. Neuváženým napřimováním vodních toků kvůli zemědělské zjištnosti (zejména v 70. letech 20. stol.) i kvůli průmyslové a jiné výstavbě dochází v ČR k urychlení odtoku povrchových vod z krajiny a tudíž i k redukci přirozené infiltrace.

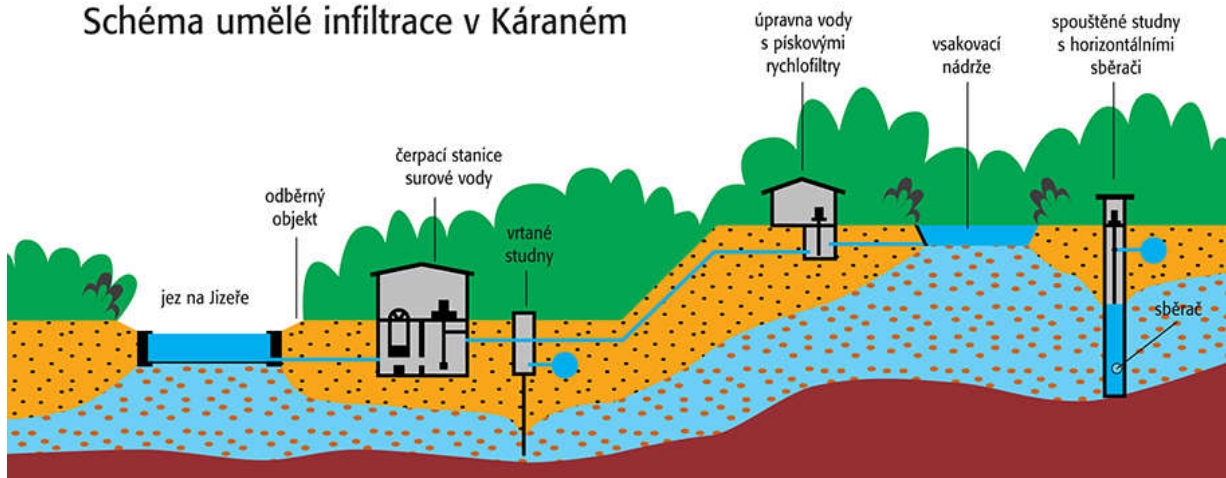
Infiltrace je součástí koloběhu vody v přírodě. Jedná se o vsakování vody do půdy a propustných hornin. Infiltrace je vedle kondenzací vodních par v půdě a kondenzací vodních par magmatu nejdůležitějším způsobem vzniku podzemní vody.

Infiltrace se dělí na přirozenou a umělou. Při přirozené infiltraci se vsakuje voda ze srážek, z povrchových vod (břehová infiltrace) nebo z tajícího sněhu. Za umělou infiltraci se pak považuje vsakování vyvolané umělým zaplavením povrchu země [1]. Voda procházející horninovým prostředím je filtrována a zbavována fyzikálních, chemických a biologických znečišťujících látek [2].

Mezi nejpoužívanější druhy infiltračních zařízení patří vsakovací nádrže, vsakovací vrty, vsakovací příkopy, vsakovací potrubí (drenáže), povrchový rozstřík a rozprašování.

Dvě základní podmínky pro zmnožování zásob podzemní vody umělou infiltrací, jsou vhodná kvalita výchozí surové vody a vhodné horninové prostředí [3].

Schéma umělé infiltrace v Káraném



Obr. 1: Schéma umělé infiltrace v Káraném – systém vsakovacích nádrží[3]

Dostatečná propustnost půdy je vyjádřena **koeficientem filtrace**, který udává rychlost proudění vody horninou v m/s.

Tab.1: Orientační hodnoty koeficientu filtrace zemin[4]

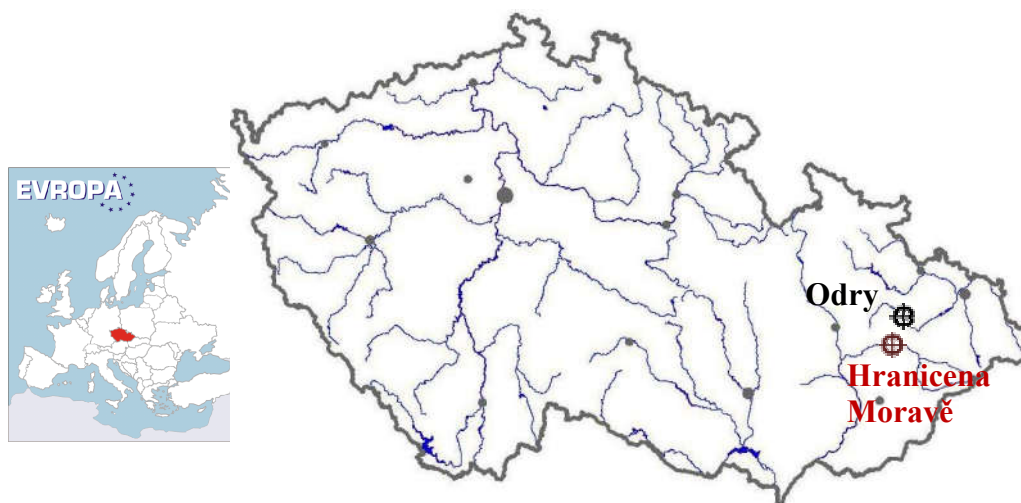
Zemina	Propustnost v m/s	Koeficient filtrace
hrubozrný štěrk	0,1 až 0,005	10^{-1} až 5×10^{-3}
jemně až středně zrnitý štěrk	0,03 až 0,0005	3×10^{-2} až 5×10^{-4}
písečný štěrk	0,01 až 0,0001	10^{-2} až 10^{-4}
hrubozrný písek	0,004 až 0,0001	4×10^{-3} až 10^{-4}
středně zrnitý písek	0,001 až 0,00006	10^{-3} až 6×10^{-5}
jemnozrnitý písek	0,0004 až 0,000006	4×10^{-4} až 6×10^{-6}
hlinitý písek, písčitá hlína	0,000075 až 0,00000005	$7,5 \times 10^{-5}$ až 5×10^{-8}
Hlína	0,000005 až 0,0000000001	5×10^{-6} až 10^{-10}
jílovitá hlína	0,000004 až 0,0000000001	4×10^{-6} až 10^{-10}
hlinitý jíl	0,00000001 až 0,0000000001	10^{-8} až 10^{-10}

(podle DWA-A 138, duben 2005)

2. VÝBĚR LOKALIT PRO UMĚLOU INFILTRACIV POVODÍCH ŘEK ODRY A BEČVY

Tento článek se zabývá a pojednává o možnostech využití umělé infiltrace pro vodárenské účely v povodích řek Odry a Bečvy. Podmínkou pro náš výběr takovýchto lokalit je existence stávající mělké studny či hydrogeologického vrtu, jakožto potenciálního jímacího zařízení.

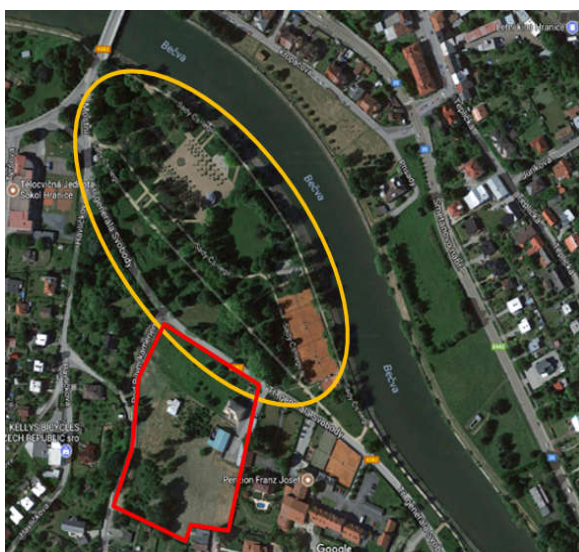
První místo k posouzení umělé infiltrace pro vodárenské účely jsou sady Čs. legií v Hranicích na Moravě v okrese Přerov, Olomoucký kraj (viz obr. 2). Jde o lokalitu v blízkosti vodního toku Bečva dříve k účelům umělé infiltrace provozovanou. Další posuzovanou lokalitou pro umělou infiltraci je okolí vodárenského hlubinného vrtu podzemních vod v Odrách v okrese Nový Jičín, Moravskoslezský kraj (viz obr.2). Fluvialní horninové prostředí řeky Odry má potenciál sloužit jako zásobárna infiltrované vody.



Obr. 2: Slepá mapa vodstva ČR[8], město Odry na řece Odře, město Hranice na Moravě na řece Bečvě

2.1 Povodí řeky Bečvy – město Hranice na Moravě

Město Hranice na Moravě je položeno v Moravské bráně. Území Moravské brány je odvodňováno řekou Bečvou, největším levostranným přítokem řeky Moravy [6]. Průměrný roční průtok v měrném profilu Teplice nad Bečvou (41,4ř.km) činí 15,5 m³/s[7]. Sady Čs. legií, zájmová lokalita pro umělou infiltraci, se nachází na 39,4ř.km.



Obr. 3: Město Hranice na Moravě, Sady Čs. legií v nivě řeky Bečvy - žlutá elipsa, Areal čerpací stanice s rybníkem - červený polygon. (www.google.cz/maps)

Z hydrogeologického hlediska je řešené území složeno ze sedimentární výplně údolního dna řeky Bečvy, což jsou sypké říční štěrky a písky. Po mechanické stránce je můžeme považovat za písčité štěrky, jehož valouny jsou velké až 30 cm, nejčastěji však 2-6cm. Ve směru do nadloží přechází štěrkokopísky v humózní střednozrnny písek, který také tvoří povrch zkoumaného území. Písky a štěrky dosahují síly vrstev minimálně 7 - 8 m. Přibližně v této hloubce pod povrchem terénu se ukládají na mořské usazeniny miocenního stáří. Štěrkopísky jsou souvisle zvodnělou a relativně dobře propustnou vrstvou, v níž mělká podzemní voda vytváří jednotný proud o mírně napjaté hladině. Jejich propustnost odpovídá koeficientu přibližně 6.10⁻⁴ m/s. Po chemické stránce obsahuje nívň voda ionty železa a manganu[10].

Nejvýznamnějším zdrojem pitné vody pro město Hranice na Moravě je přivaděč z Ostravského oblastního vodovodu. Do Hranic je nadále dodávána podzemní voda z prameniště Lhotka a Ústí avoda z úpravný

povrchové vody Radíkov. Vlastníkem skupinového vodovodu Hranice a Záhoří jsou Vodovody a kanalizace Přerov a.s.[9].

Jez Hranice na řece Bečvě, díky vzdušným hladinám, plní důležitou úlohu pro jímání mělké podzemní vody. Studny příznivě ovlivňované břehovou infiltrací, vykazují poměrně větší specifické vydatnosti, a to kolem 10 l/s[11]. Tento fakt v minulosti využívali vodohospodáři k zásobování části města Hranice pitnou vodou a to tak, že vsadech Čs.legií byla podzemní vodaz říčních náplavů odebírána ze dvou jímacích studní průměru 3 a 4 m a hloubky kolem 8 m. Dále se voda dopravovala do objektu čerpací stanice „Nový odbyt“, jehož součástí je sběrná studna, plnící i funkci jímací. Odtud byla voda přečerpávána do zemního vodojemu na kopci.

Od roku 1960 narůstala postupně a velmi značně potřeba pitné vody v Hranicích. Odběr pitné vody se zvýšil od roku 1960 do roku 1965 téměř o 50 % [12]. Pro další navýšení vydatnosti vodních zdrojů byla v sadech Čs. legií navržena a od roku 1965 až do roku 1985 provozována umělá infiltrace. Za pomoci ponorného čerpadla se povrchová voda z řeky Bečvy dopravovala ocelovým potrubím na 100m vzdálenou infiltrační plochu, kde vytékala na travnatý povrch. Vznikalo zamokřené místo a odtud voda zasakovala do horninového prostředí. Násoskovým řadem se voda nasávala ze stávajících studní do objektu čerpací stanice.

Umělou infiltrací se podařilo navýšit kapacitu vodního zdroje o 5 l/s. Tento proces fungoval do doby objevení zprovoznění nových vodních zdrojů v lokalitě Lhotka. V dnešní době již není mělká podzemní voda ze sadů Čs.legií využívána pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

Závěr a návrh řešení k bodu 2.1

První návrh využití umělé infiltrace v povodí řeky Bečvy se nabízí renovací výše popsaného původního způsobu zasakování povrchových vod do vod podzemních v lokalitě sadů Čs. legií. Další reálný způsob zavedení umělé infiltrace v zájmové oblasti přichází v úvahu zasakování povrchové vody z řeky Bečvy v areálu čerpací stanice „Nový odbyt“, kde je díky terénní prohlubni možnost zaplavení území vodou. Sady Čs.legií a areál čerpací stanice jsou od sebe pozičně odděleny silniční komunikací (viz obr. 3). Jímání infiltrované vody se může provádět přes jímací a sběrnou jímku umístěnou v objektu čerpací stanice. Pro vylepšení samotného řešení koncepce umělé infiltrace v areálu čerpací stanice můžeme k akumulaci povrchové vody využít stávající umělou vodní nádrž. Jedná se o rybník objemu asi 20 m³, umístěný na nedalekém kopci v areálu čerpací stanice.

2.2 Povodí řeky Odry - město Odry

Město Odry, rozkládající se na obou stranách řeky Odry, leží v Oderské kotlině. Průměrný roční průtok řeky Odry v Odrách je 3,58 m³/s[13]. V okolí města se do řeky vlévají čtyři menší vodní toky. Z řeky Odry odtéká asi 6 km dlouhý náhon, který zásobuje vodou soustavu pět rybníků[14].



Obr. 4: Oderská kotlina – město Odry s rybníky v nivě řeky Odry [16]

Oderská kotlina, otevírající se do Moravské brány, má zhruba obdélníkový tvar o rozměrech 2 x 3 km s delší osou směrem ze SZ na JV [15, 16]. Hydrogeologické složení v širším okolí Oderské kotliny je sestaveno z mělkého horizontu kvartérních hlíněných štěrků s volnou hladinou (kolektor o mocnosti 6,5 – 9 m), izolátoru z vápenitých jílu spodního bádenu a z hlubinného horizontu tvořeného vložkami pískovců v peltické facií (jílovité horniny) a bazálních klastik (detrit) spodního bádenu s napjatou hladinou (v hloubce 130-290 m pod terémem). Vzhledem k řešení naší problematiky nás především zajímá mělký oběh podzemní vody.

Mělká kvartérní zvrstvení na zájmové lokalitě je vázána na fluvialní zahlíněné štěrky hlavní terasy původního koryta Odry. Fluvialní sedimenty jsou tvořeny často značně jílovitými štěrky, které jsou kryty vrstvou povodňových hlín. Celková mocnost se pohybuje v rozmezí 4 – 7 m. Eolické sedimenty (větrné sedimenty) reprezentují sprašové hlíny, jejichž maximální mocnost byla ověřena na cca 12 m, východně od Oder [15].

Hladina podzemní vody v mělkém horizontu je volná a zřejmě není v přímé hydraulické souvislosti s hladinou v blízké řece Odře. Břehová infiltrace se uplatňuje pouze při zvýšených vodních stavech v Odře. Generální směr proudění podzemní vody mělkého oběhu ve fluvialních sedimentech Odry je souhlasně se spádem terénu a se směrem toku Odry, tedy od severu k jihu.

Propustnost kolektoru fluvialních zahlíněných štěrků je odhadována na $3 \cdot 10^{-4}$ m/s. Potenciální vodní zdroje vázané na mělkou zvědeň jsou velmi náchylné ke změně jejich vydatnosti s každým zásahem do změny odtokových poměrů mělkého kolektoru (stavbami či výkopovými pracemi, zbudováním nových či úpravami starých liniových staveb s hlubším založením, apod.) [18].

Patrně proto jsou v Odrách k vodárenským účelům využívány pouze hlubinné vrty o hloubce 125 – 270 m. Jedná se o čtyři podzemní zdroje - vrty OVHS 1, OVHS 2, NP 757 + HV2 a NP 769. Surová voda ze třech vrtů OVHS 1, OVHS 2, NP 757 je čerpána do čerpací stanice Odry, která je vybavena aerační věží a jímkou o objemu 30 m³. Následně je voda čerpána do vodojemů. Surová voda z NP 769 je čerpána pro potřeby firmy Mateiciuc. [17]. Provozovatelem vodovodu v Odrách je společnost Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s.

Závěr a návrh řešení k bodu 2.2

V Oderské kotlině se nachází celá řada hydrogeologických monitorovacích vrtů jak hlubinných tak i mělkých. Naším úkolem je aplikovat umělou infiltraci využitím stávajících mělkých vrtů, které budou určeny k jímání infiltrované vody. Po posouzení a zhodnocení všech důležitých parametrů pro výběr vhodného místa umělé infiltrace (přítomnost nezbytných stávajících vodárenských zařízení, dostupnost zásob surové vody, vhodnost umístění navrhovaných infiltračních objektů atd.) jsme došli k závěru, že jako nejvhodnější lokalitou se jeví okolí provozovaného hlubinného vrtu NP 769 (jižní okrajová část města Odry).

V blízkosti hlubinného vrtu se nachází 6,5 m mělký vrt VO0129 (označení dle ČHMÚ), též známý jako V36 (dle HG-průzkumu z roku 1985, Hrouzková J.). V okolí vrtů je k dispozici zatravněné infiltrační území, vhodné pro zasakování surové vody. Tu je možno nechat zasakovat do podzemí zaplavením povrchu, či rozstříkem. Jako zdroj vody k infiltraci lze využít povrchovou vodu z řeky Odry (vzdálenost cca 200 m) anebo blízké umělé jezírko, napájené povrchovou vodou z náhonu řeky Odry. Za zaručeně vydatný vodní zdroj můžeme považovat podzemní vodu z hlubinného vrtu NP 769 (hloubky 125 m). Jeho vydatnost je ověřena na 10 l/s při zapuštění čerpadla do hloubky 35 m. Podzemní voda z vrtu vykazuje zvýšený obsah železa a manganu. Zlepšení jakosti jak podzemní tak i povrchové vody můžeme dosáhnout samotnou infiltrací přes horninové prostředí. Pokud by se nepodařilo infiltraci vody docílit požadované kvality dle legislativních požadavků, lze při uvedení do provozu využít i malou úpravnu vody, která je součástí budovy hlubinného vrtu NP 769.

3. ZÁVĚR

V poslední době zažívá umělá infiltrace v celoplošném měřítku značnou renesanci. Jedná se o technologii, která může řešit celou řadu vodohospodářských a ekologických otázek, ba dokonce národohospodářské i ekonomické problémy. Jedná se o unikátní postup, který je schopen současně reagovat na tak protichůdné vodohospodářské problémy, jako jsou povodně a sucho [5].

Nám se podařilo v cílových lokalitách (povodí řek Bečvy a Odry), které patří během období sucha ke středně ohroženým lokalitám, nalézt díky umělé infiltraci řešení pro zvýšení kapacity vodních zdrojů k vodárenským účelům. V případě města Hranice na Moravě by se jednalo o znovuzprovoznění umělé infiltrace, a to buďto v sadech Čs. legií nebo v areálu čerpací stanice „Nový odbyt“. Ve městě Odry bychom využili pro umělou infiltraci vhodné lokality u hlubinného vrtu NP 769. Zde se nachází příhodné infiltrační území, vhodné vodní zdroje pro zasakování, mělký vrt pro jímání infiltrované vody a dostatečná vodohospodářská infrastruktura.

PODĚKOVÁNÍ [zaradenie príspevku]

Článek byl zpracován v rámci projektu QJ1620148 „Výzkum možností využití umělé infiltrace pro zkapacitnění zdrojů podzemních vod v suchých obdobích“ s podporou Ministerstva zemědělství ČR.

ANKNOWLEDGEMENTS

This article was written within the project QJ1620148 „Research in possible use of artificial infiltration to increase the capacities of groundwater resources in dry periods“ financed by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Hrádek F., Kuřík P., Hydrologie – kapitola Infiltrace, Česká zemědělská univerzita Praha, 2002, , strana 81-85
- [2] Česká geologická služba, *Podzemní vody - pracovní listy* [online], [cit. 2017-09-04], Available on - URL: <http://www.geology.cz/svet-geologie>
- [3] Vodárna Káranýa.s., *Vodárna v Káraném* [online], [cit. 2017-09-04], Available on - URL: www.vodarnakarany.cz
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. 2005: Arbeitsblatt DWA-A 138. Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.
- [5] HRKAL Z.: *Zhodnocení potenciálu povodí ohrožených výskytem sucha a nedostatkem vody pro využití systémů umělé infiltrace vody za účelem posílení vodárenských zdrojů v suchém období*, VÚV T.G.M., v.v.i., odbor 213, Praha, srpen 2016, 17 stran
- [6] Město Hranice na Moravě, *Hydrologický seznam podrobného rozdělení povodí České republiky* [online], [cit. 2017-09-11], [on-line] Available on - URL: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Bečva>
- [7] Portál ČHMÚ, *Průtoknařeče Bečvě* [online], [cit. 2017/09/19], Available on - URL: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307352
- [8] Geografický portál, *Slepá mapa vodstva ČR* [online], Available on - URL: <http://www.zemepis.com/reky4.php>
- [9] Město Hranice, *Vodní hospodářství* [online], [cit. 2017-09-11] Available on - URL: www.mesto-hranice.cz/cs/zivotni-prostredi/vodni-hospodarstvi-a-rybarstvi/vodni-hospodarstvi.html
- [10] Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum n.p. Žilina - závod Brno, *Hranice na Moravě – Nový odbyt - Doplnující hydrogeologický průzkum*, Brno listopad 1966
- [11] GEOtest, *Hranice na Moravě II., Doplnující hydrogeologický průzkum jímacího území*, Brno 1968
- [12] KSVK Ostrava, *Hranice, Jímací studna s násoskou v parku, Technická zpráva (1967)*, arch.č.799
- [13] Portál ČHMÚ, *Průtoknařeče Odře* [online], [cit. 2017/09/19], Available on - URL: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307097
- [14] Město Odry, *Hydrologický seznam podrobného rozdělení povodí České republiky* [online], [cit. 2017-09-15], Available on - URL: : <https://cs.wikipedia.org/wiki/Odry>
- [15] HROUZKOVÁ J.: *Vodní zdroje n.p. Praha, Hydrogeologický průzkum - Oderská kotlina*, 1985
- [16] Historie města Odry [online], [cit. 2017-09-01], Available on - URL: <http://www.oderske-vrchy.cz/clanek/historie-oblasti/historie-mesta-oder/1/>
- [17] Technický report SmVaK Ostrava a.s., červen 2013, 402 stran
- [18] GEOoffice, *Loučky na Odrou - Posílení kapacity místních zdrojů podzemní vody, Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu hlubinné zvodně bazálních klastik - vybudování vrtu HV-2*, Prosinec 2013

ADRESY AUTORŮ**Ing. Heiduk RADIM**

VŠB-Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut environmentálního inženýrství, 17 listopadu 15, 708 33, Ostrava, Česká republika
E-mail adresa: radim.heiduk.st@vsb.cz

prof. Dr. Ing. Miroslav KYNCL

VŠB-Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut environmentálního inženýrství, 17 listopadu 15, 708 33, Ostrava, Česká republika
E-mail adresa: miroslav.kyncl@vsb.cz

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.