VÝVOJ POČTU OBYVATELSTVA A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY V OBCÍCH MORAVSKÉHO KRASU: POTENCIÁLNÍ VLIV NA ORGANICKÉ ZNEČIŠTĚNÍ VODNÍHO PROSTŘEDÍ

Dana Hübelová, Ivo Pavlík

Abstract

Water plays a key role in formation of the karstic regions. Due to human activities, both surface water and karstic water is organically polluted. This pollution was acknowledged already in the 17th century when the number of people and the extent of their activities (such as mining of minerals and woods and building of settlements) increased considerably. Analysis of the development of the human population between 1869 and 2015 proves this point. The increase in human population has been most dynamic since the beginning of the 21st century due to the trend of suburbanization. Unfortunately, building of sewer systems and wastewater treatment plants is not able to keep up with the increase in the number of houses. In 2015, 42.1% of the municipalities in the Moravian Karst did not have a wastewater treatment plant. Currently, municipal wastewater from municipalities without wastewater treatment plants seem to be the most serious source of organic pollutants in the Moravian Karst.

Keywords: demography, population density, human activities, epidemiology

Úvod

Chráněná krajinná oblast (CHKO) Moravský kras (MK) je unikátním krasovým prostorem. V důsledku geologických poměrů, klimatických a hydrologických podmínek se v tomto území vytvořil rozvinutý krasový reliéf. Typologicky se jedná o holokarst, tj. úplný kras se značným rozvojem povrchového i podzemního krasového fenoménu (Správa CHKO MK, 2016). Na utváření krasového prostředí se významnou měrou podílela voda. Ta hrála i v MK důležitou roli při rozvoji železářské výroby, populačním růstu obyvatel a vzniku sídel (Absolon, 1970).

Organické znečištění vody, protékající povodím MK bylo popisováno již od 17. stol. Ze všech těchto uchovaných informací vyplývá, že vodní prostředí MK bylo hojně organicky znečištěno. Lze předpokládat, že toto znečištění souviselo především s lidskou činností (těžba nerostných surovin, odlesňováním a zemědělskou činností). Vystává proto otázka, jaké jsou hlavní zdroje organického znečištění vody (povrchové a krasové) v současné době a jak k němu přispívá činnost lidí a rozsah urbanizovaného území. Z předešlých ekologických studií prováděných v rámci sledování environmentálních a podmíněně patogenních

mykobakterií v MK ve vodním prostředí vyplývá, že je významné organické znečištění nejenom přímo v prostoru CHKO MK, ale také v celém povodí vodních toků ústících do MK (Modra et al., 2016, Pavlík a kol., 2016a). Komunální odpadní voda se v současné době jeví jako jeden z nejvýznamnějších rizikových faktorů při eutrofizaci povrchových vod a při šíření různých původců infekčních i neinfekčních onemocnění lidí a zvířat v prostředí ekonomicky rozvojových i rozvinutých zemí (Pavlík, 2014, 2016).

Vybavenost obcí technickou infrastrukturou (kanalizace a čistírna odpadních vod; ČOV) často není optimální a nestačí reagovat na populační přírůstky a výstavbu rodinných domů Hübelová a kol., 2016). V povrchových tocích a ve vodě v krasovém prostředí jsou nyní často zjišťovány intenzivní kontaminace organickými složkami, které vedou k eutrofizaci vody a představují jak na povrchu, tak v krasovém podzemí značná zdravotní pobytová rizika (Pavlík a kol., 2016a, Modra et al., 2016).

Obyvatelstvo, lidská činnost, sídla a technická infrastruktura v MK

Lidé a sídla v regionu MK se rozvíjeli v určitých historicko-prostorových souvislostech, které vymezovaly jejich hospodářskou činnost (Hrala et al., 1994). V MK je možné sledovat projevy tzv. geografické inercie, neboť historická provázanost kulturního a společenského rozvoje obyvatel a jejich ekonomické úrovně je patrná v regionu stále. Přestože význam původních lokalizačních faktorů (železná ruda, bukovo-dubové lesy, vodní energie, vápenec atd.) již poklesl, projevila se setrvačnost železářské výroby (geografická inercie) a schopnost její následné transformace do strojírenské výroby (Chalupová, 1997). Tyto faktory měly vliv na historický vývoj počtu obyvatel a formování sídelní struktury s její technickou infrastrukturou (vodovody, kanalizace a čistírny odpadních vod - ČOV).

Díky archeologickým výzkumům víme, že jeskyně MK poskytovaly útočiště a ochranu lidem doby kamenné (Fic, 1983). Jeskynní lokality je možné již v této době vnímat jako součást sídelní struktury krajiny (Ondrušková, 2011). Lze ale přepokládat, že pravěké osídlení MK nemohlo nijak zásadně ovlivnit kvalitu povrchové a krasové vody (Hübelová, Pavlík, 2016a). Obdobím rozvoje osídlení se stala doba železná, která byla s největší pravděpodobností také počátkem železářské výroby v MK (Wankel, 1887, Absolon, 1970, Golec, 2007). Doba železná byla spojena s růstem počtu obyvatel a zpracováním rud železa, kdy se mohl projevit vliv lidské činnosti na kvalitu krasového prostředí a vody (těžba dřeva jako paliva a stavebního materiálu, částečná přeměna lesní půdy v půdu zemědělskou apod.; Hübelová a Pavlík, 2016a).

Tradice výroby železa pokračovala s příchodem Slovanů a v období Velkomoravské říše (Kreps, 1976, Fic, 1983, Golec, 2014) i středověku (Kreps, 1976, Bukhard, 1977). V období vrcholného středověku (12.–15. stol.) se vytvořila

nová síť vesnic (Štřof, 1987), z nichž ale mnohé opět zanikly (Černý, 1992), a to vlivem válek, vnitřních konfliktů, ale i vlivem hromadných infekčních nemocí. V období středověku s největší pravděpodobností docházelo v souvislosti se zvyšující se železářskou výrobou a formováním systému sídelní struktury k narušování hydrologických poměrů na povrchu (obr. 1). Odlesňování se projevovalo zvýšenou erozí půdy, která byla ve větším množství splavována do krasového podzemí (obr. 2). Vznik a populační růst nových sídel, který musel souviset s rozšiřováním rostlinné i živočišné výroby, pravděpodobně vedl ke zhoršení kvality povrchové i krasové vody. Historické názvy některých propadání MK (Nová Rasovna a Stará Rasovna) dokládají také záměrnou likvidaci uhynulých zvířat do podzemních prostor (Pavlík, 2014, Hübelová a Pavlík, 2016a).

Obr. 1: Těžba ve středověku byla značně závislá na vodním zdroji; systém různých změn vodních toků vedl často ke značné půdní erozi

Figure 1: In the Middle Ages, mining was largely dependent on water sources; the system of stream regulation often led to significant soil erosion

Zdroj: Georgius Agricola De re metallica libri XII. Liber Octavus. 1561 Basilej

Obr. 2: Na dobových rytinách z okolí Blanska je patrné značné odlesnění Moravského krasu od 15. až do 19. stol: Blansko roku 1400 (vlevo) a Nový hrad z roku 1828 (vpravo)

Figure 2: Extensive deforestation of the Moravian Karst from the 15th to the 19th century is obvious on the contemporary engravings from the surroundings of Blansko: Blansko in 1400 (left) and Nový hrad in 1828 (right)

Zdroj: dobové rytiny

Na počátku novověku byla pro změny sídelní struktury nejvýznamnější třicetiletá válka, kdy došlo k zániku mnoha vesnic z důvodů škod a šíření nemocí lidí a zvířat (Černý, 1992, Pavlík, 2014). Po této přeměně již nabývá charakter sídelní struktury současné podoby. Železářská výroba v regionu MK pokračovala a technologicky se rozvíjela (Chylík, 1948, Kreps, 1976, Bukhart, 1977). I v období novověku hrály sídelní roli jeskyně MK, které sloužily k ustájení dobytka, úkrytu lidí a majetku v době válek (Wankel 1882, Wágner 1959, Ondrušková, 2011).

Organické znečištění vody, protékající povodím MK, bylo popisováno již od 17. stol. Pozorováno bylo především splavované dřevo v okolí propastí a propadání, kterými vnikala voda do podzemních prostor (Hertod, 1669). Tentýž autor rovněž popisuje organické znečištění především ve vztahu k jeskyním s aktivním vodním tokem. Rozkládající se organická hmota pravděpodobně produkovala podle jeho slov „otravné plyny“ nebezpečné pro návštěvníky. Rovněž však popisuje v jeskyních i „odporný zápach, v jehož přítomnosti však ještě louče hořely. Nagel (1749) se o téměř 100 let později zmiňuje o Sloupské jeskyni, nacházející se v MK, jako o „hlbokém a zapáchajícím skalním labyrintu“. Mayer (1781) také konstataje, že Sloupské jeskyně mu připadaly „nanejvýš obtížnými k prozkoumání“, protože byly místem, kde se „nedá dýchat“. Wankel (1882) popisuje Sloupskou jeskyni jako prostor, ve kterém „vzduch příšerně páchne, ale světla nezhasínají“. Rovněž již vyzníval, že „velké množství vody na jaře vyplní předsíň Sloupské jeskyně, kde se usazuje velká masa bahna, mnoho metrů vysoká“.

Rovněž můžeme předpokládat, že toto znečištění souviselo především s lidskou činností, která v té době spočívala především v těžební činnosti (v MK se

těžila železná ruda, vápenec, pisky a cihlářské hlíny; obr. 3), v odlesňování (tavení železa vyžadovalo značné množství dřevěného uhlí; obr. 4) a v zemědělské činnosti (obr. 5 a 6), která zajišťovala obyvatelům obživu (Absolon, 1970).

Obr. 3. Těžba ve středověku značně zasahovala do rázu krajiny odlesňováním spojeným se značnou erozí

Figure 3: In the Middle Ages, mining significantly influenced the landscape through deforestation which led to extensive soil erosion

Zdroj: Georgius Agricola De re metallica libri XII. Liber Octavus. 1561 Basilej

Obr. 4: Práce na milíři v okolí Adamova: Reprofoto z knihy Dějiny adamovských železáren a strojírén do roku 1905, Miloš Kreps

Figure 4: Men working on a heap near Adamov: photograph taken from the book History of iron-works and machine-works in Adamov until 1905 by Miloš Kreps

Zdroj: <http://blanensky.denik.cz/serialy/adamov-od-hamru-po-tiskarske-stroje20110221.html>

Obr. 5: Adamovské železářny před rokem 1815: vzdálené svahy Moravského krasu jsou prakticky odlesněné, v údolní nivě je patrná čilá zemědělská činnost

Figure 5: Iron-works in Adamov before 1815: remote slopes of the Moravian Karst are basically deforested, in the floodplains there are apparent agricultural activities

Zdroj: <http://blog.mas-moravsky-kras.cz/?p=39&page=4>

Obr. 6: Jedovnice 1912: na okraji rybníku je patrné vytěžené dřevo, krajina Moravského krasu vopzdálí je značně odlesněná pro zemědělskou činnost

Figure 6: Jedovnice in 1912: mined out wood is visible on the waterside of the local pond, the remote landscape of the Moravian Karst is considerably deforested due to agricultural activities

Zdroj: dobová pohlednice

Vývoj přesného počtu obyvatel regionu MK je dostupný od roku 1869 (ČSÚ, 2016a,b). Analýzy dokládají lineární populační růst a zvýšení populační

zátěže do roku 2015 o celou třetinu. Současně byl v časovém období 1869–2015 zaznamenán trojnásobný růst počtu domů (Hübelová a Pavlík, 2016b). Rostoucí lidnatost znamenala rozšiřování sídel a intenzifikaci zemědělství, což vedlo ke zvyšování zátěže pro krajinu, kvalitu povrchové vody a vodního prostředí v jeskyních i ekologickou stabilitu (Nagel, 1749, Wankel, 1889, Kříž, 1892, Hübelová a Pavlík, 2016a, Pavlík a kol., 2016a,b).

Přelom 21. století znamenal růst počtu obyvatel v obcích MK. Přesto některé z obcí vykazují relativně nízký podíl obyvatel napojených na kanalizace a ČOV nebo vůbec obecní ČOV nedisponují (Hübelová a Pavlík, 2016b; Hübelová a kol., 2016). V posledních letech se výrazně mění také dynamika obyvatelstva v MK. To je možné prokázat na příkladu populačních změn v 11 obcích střední části MK. V období let 2001–2006 převažoval ve zkoumaných obcích celkový úbytek obyvatel, naopak v období let 2008–2013 nastává u většiny obcí zcela opačný trend. V roce 2015 je zřejmé, že populační vývoj se již zcela diferencuje, a to zejména vlivem pokračující suburbanizace v zázemí města Brna (Hübelová a kol., 2016).

Cíl a metody

Obecným cílem je identifikovat rizika spojená s organickým znečištěním povrchových a následně i krasových vod v MK v souvislosti s populačním vývojem a zátěží urbanizovaného prostoru. Významným zdrojem organického znečištění jsou zejm. komunální odpadní vody (Pavlík a kol., 2016b). Dílčím cílem je na základě statistických metod (Toušek, Kunc, Vystoupil, 2008) analyzovat:

1. vývoj počtu obyvatel v MK a okresu Blansko pomocí bazického a řetězového indexu,
2. vývoj koncentrace obyvatelstva prostřednictvím grafického zpracování (Lorenzova křivka) a
3. vybavenost obcí MK technickou infrastrukturou (vodovody, kanalizace a ČOV).

Data jsou čerpána z časové řady let 1869–2011 Historického lexikonu obcí (ČSÚ, 2016a). Časová řada je doplněna o aktuální data roku 2015 (ČSÚ, 2016b; tab. 1). Data o technické infrastruktuře jsou dostupná v databázi Sčítání lidu, domů a bytů v intervalu obvykle deseti let (ČSÚ, 2015).

Analyzovaná sídla (19 obcí; tab. 1) jsou lokalizována buď přímo v CHKO MK, nebo v blízkosti tak, že svojí aktivitou mohou v povodí řek a potoků přítékajících do MK ovlivňovat kvalitu vodního prostředí (Pavlík a kol., 2016b). Proto je v daném případě regionem MK myšlena nejen samotná CHKO, ale také blízký prostor za hranicí CHKO MK v povodí přítékajících vodních zdrojů (Sloupský potok, Bílá voda a Lopač odvodňující severní část MK, Jedovnický a Křtinský potok odvodňující střední část MK a Říčka odvodňující jižní část MK). Poněvadž téměř celý prostor CHKO MK leží administrativně v okrese Blansko, byl srovnávaným územím populačního vývoje zvolen tento okres.

Tab. 1: Vstupní data – vývoj počtu obyvateľ v 19 obciach regionu MK v letech 1869–2015

Table 1: Input data – development of population in 19 municipalities in the Moravian Karst between 1869 and 2015

Obec (řazeno abecedně)	Počet obyvatel							
	1869	1880	1890	1900	1910	1921	1930	1950
Březina	560	623	639	650	720	672	675	623
Bukovina	423	422	439	457	490	455	393	333
Bukovinka	373	405	449	407	422	430	387	423
Habrůvka	483	486	592	618	600	549	575	709
Holštejn	239	238	253	248	260	240	211	220
Hostěnice	435	510	534	560	657	596	598	539
Jedovnice	1 540	1 448	1 483	1 731	1 933	1 831	1 742	1 760
Kotvrdovice	828	862	870	845	886	962	859	848
Krasová	290	322	339	342	323	328	305	290
Křtiny	612	571	558	547	530	504	513	649
Ostrov u Macochy	1 089	1 210	1 172	1 140	1 173	1 234	1 261	1 261
Petrovice	514	519	537	594	586	615	636	577
Rudice	687	773	843	887	1 001	1 010	918	947
Senetářov	725	721	747	747	746	711	661	584
Sloup	539	425	436	467	636	579	595	610
Šošůvka	477	649	713	703	732	728	680	628
Vavřinec	537	635	698	768	761	770	729	690
Vilémovice	532	582	576	565	659	616	610	542
Žďár	532	541	539	626	609	574	552	439
Obec	1961	1970	1980	1991	2001	2011	2015	-
Březina	684	707	693	628	593	812	956	-
Bukovina	330	323	332	322	322	353	371	-
Bukovinka	446	442	391	355	304	476	517	-
Habrůvka	464	446	370	346	335	388	411	-
Holštejn	223	226	209	161	147	153	163	-
Hostěnice	590	534	510	457	450	644	695	-
Jedovnice	1 857	1 930	2 177	2 440	2 487	2 748	2 763	-
Kotvrdovice	911	890	858	866	838	862	900	-
Krasová	325	329	293	257	248	291	348	-
Křtiny	779	822	826	754	768	796	808	-
Ostrov u Macochy	1 277	1 216	1 173	1 111	1 086	1 081	1 112	-
Petrovice	546	533	445	399	419	606	627	-
Rudice	998	938	882	793	824	903	943	-
Senetářov	617	598	542	524	493	510	536	-
Sloup	676	751	913	931	891	931	947	-
Šošůvka	682	697	700	694	711	670	690	-
Vavřinec	644	657	685	621	645	648	866	-
Vilémovice	525	461	388	302	303	283	328	-
Žďár	422	415	398	363	359	365	390	-

Zdroj dat: ČSÚ (2016a, b)

Výsledky

Sídlní struktúra MK je tvorená prevažne stredne veľkými vesnicami (150–1 000 obyvateľ), pouze dve sídla (Jedovnice, Ostrov u Macochy) z 19 analyzovaných obcí patrí k veľkým vesniciam s počtom obyvateľ vyšším než 1 tis. (tab. 1). Tomu také odpovídá podprůměrná hustota obyvateľstva. Lidnatost MK byla jak v roce 1869, tak v roce 2015 podstatně nižší než v okrese Blansko (tab. 2). Charakter sídlení struktury dokresluje tzv. koeficient blízkosti, který je pro obec MK 2,9 km, zatímco pro obec okresu Blansko 1,4 km.

Tab. 2: Hustota obyvateľstva MK a okresu Blansko (rok 1869 a 2015)

Table 2: Population density in the Moravian Karst and Blansko region (1869 and 2015)

Území	Hustota obyvateľstva obyv./km ²	
	1869	2015
MK	71,3	91,1
okres Blansko	82,7	125,4

Zdroj dat: ČSÚ (2016a, b)

Analýzou a porovnaním relatívnych ukazateľů vývoje počtu obyvateľ v časovej rade let 1869–2015 v regionu MK a okresu Blansko lze dojít k závěru, že souhrnným trendem je populační růst. Jednotlivé fáze celkového přírůstu obyvateľ jsou však rozdílné. V MK se po růstu od roku 1869 projevil ve 20. a 30. letech minulého století pokles obyvateľ patrně v souvislosti s úpadkem železářské výroby. Naproti tomu v okrese Blansko je výraznější propad v období hospodářské krize 30. let a zejména období 2. světové války. Po 2. světové válce počet obyvateľ v MK spíše stagnuje, a to až do přelomu tisíciletí, což je dáno vesnickým charakterem regionu. V okrese Blansko je od 50. let minulého století patrný naopak relativně dynamický růst počtu obyvateľ. Je to způsobeno odlišnou velikostí sídel a zejména obecným trendem urbanizace a industrializace měst ČR (resp. okresu Blansko), která se ale nijak významně nedotkla obcí v MK. V první dekádě 21. století se v MK výrazně projevil vliv suburbanizačních a decentralizačních procesů, zatímco populační růst v okrese Blansko už od 90. let minulého století celkově stagnuje (graf 1).

Lorenzova křivka ukazuje vývoj koncentrace obyvateľstva v MK (graf 2). Průběh křivek pro kumulované hodnoty populace a kumulované hodnoty rozlohy (katastru) obcí v roce 1869 i v roce 2015 se nijak výrazně neodlišuje. Také vzdálenost od přímky rovnováhy není značná. To dokládá, že koncentrace obyvateľ v MK je relativně rovnoměrná, a to jak v minulosti (rok 1869), tak v současné době (rok 2015). Současne je důkazem jednotného charakteru sídlní struktury MK, která je tvorená stredne veľkými vesnicami bez prítomnosti miest.

Graf 1: Bazický a řetězový index počtu obyvatel regionu MK a okresu Blansko v časové řadě 1869–2015

Graph 1: Fixed base index and chain index of the population in the Moravian Karst and Blansko region in the time period of 1869–2015

Zdroj dat: ČSÚ (2016a, b)

Graf 2: Koncentrace obyvatelstva regionu MK v roce 1869 a v roce 2015

Graph 2: Population density in the Moravian Karst in 1869 and 2015

Zdroj dat: ČSÚ (2016a, b)

Analýzy dokazujú, že obce MK populačne rostu, čímž se zvyšujú nároky na management s komunální odpadní vodou ekologická i zátěž prostředí z hlediska jejího množství a kvality. V současné době nedisponuje 8 (42,1 %) z 19 zkoumaných obcí ČOV (tab. 3). Ačkoliv nově postavené rodinné domy nebo domy po rekonstrukci musí vlastnit malou domácí ČOV, jejich provoz a nakládání s odpadní vodou jsou mnohdy problematické (Einsiedel et al., 2010, Hillebrandt et al., 2015). Nově je vybudována obecní ČOV v obci Březina a k nové ČOV v obci Jedovnice jsou aktuálně připojeny obce Rudice, Senetářov, Krasová a Vilémovice.

Tab. 3: Technická infrastruktura v 19 obcích regionu MK v letech 2001, 2011 a 2015

Table 3: Technical infrastructure in 19 municipalities in the Moravian Karst in 2001, 2011 and 2015

Obec (řazeno abecedně)	2011			2011			2015
	podíl trvale obydlených bytů připojených na:						ČOV
	vodovod	kana- lizace	ČOV	vodovod	kana- lizace	ČOV	
	%			%			
Březina	98,4	7,9	NE	93,3	17,7	NE	ANO
Bukovina	98,0	17,5	NE	93,0	17,2	NE	NE
Bukovinka	95,3	20,6	NE	91,2	16,2	NE	NE
Habrůvka	94,0	11,2	NE	92,2	0	NE	NE
Holštejn	100,0	4,3	NE	92,7	1,8	NE	NE
Hostěnice	98,0	75,0	ANO	94,3	88,3	ANO	ANO
Jedovnice	99,0	93,4	ANO	93,6	95,5	ANO	ANO
Kotvrdovice	96,0	33,5	NE	94,0	34,0	NE	NE
Krasová	98,7	97,4	ANO	92,6	100,0	ANO	ANO
Křtiny	100,0	69,2	ANO	96,9	77,2	ANO	ANO
Ostrov u Macochy	99,4	37,2	ANO	93,7	83,9	ANO	ANO
Petrovice	99,2	12,8	NE	95,7	11,7	NE	NE
Rudice	99,6	83,2	ANO	97,5	90,2	ANO	ANO
Senetářov	97,1	43,2	NE	91,5	35,5	NE	ANO
Sloup	100,0	77,6	ANO	96,5	85,1	ANO	ANO
Šošůvka	100,0	32,9	NE	94,4	31,0	NE	NE
Vavřinec	100,0	23,3	NE	95,5	20,6	NE	NE
Vilémovice	97,1	43,2	NE	91,5	35,5	NE	ANO
Žďár	99,1	11,3	ANO	94,5	84,5	ANO	ANO

Zdroj dat: ČSÚ (2015)

Deforestation in karst environment often leads to an increase in erosion activities, which subsequently lead to an increase in contamination of surface waters in karst areas with organic substances causing eutrophication of water (Jiang et al., 2009; van Beynen a Bialkowska-Jelinska, 2012; Hillebrand et al., 2015).

Worldwide in karst environment represent sufficient sources of drinking water a big problem. Regardless of contamination of these sources of wastewater, therefore

i komunální odpadní vodou, bývá pro obyvatele těchto oblastí a turistických ruch velké ohrožení. Proto jsou v krasových oblastech státem podporovány výstavby ČOV, které mohou zásadním způsobem zlepšit kvalitu povrchových vod (Andreo et al., 2006; Pronk et al., 2007; Haakh, 2010; Goepfert a Goldscheider, 2011; Jiang, 2013). Jsou známé případy kontaminace této krasové vody např. v Mexiku lidskými odpady detekovanými prostřednictvím fekálních sterolů (Arcega-Cabrera et al., 2014). Značná rizika jsou v obcích, ve kterých nejsou vybudovány obecní ČOV, představována domácími (malokapacitními) ČOV. Porušení jejich funkčnosti je snadné např. při víkendových úklidech domácností, při častých návštěvách většího počtu osob v době svátků apod. V této době je kapacita domácích ČOV nedostačující a komunální odpadní voda vytéká do vodotečí prakticky nevyčištěná (Einsiedl et al., 2010).

Závěr

Z výsledků analýz vyplývá, že v současné době je s největší pravděpodobností hlavním zdrojem organického znečištění komunální odpadní voda pocházející z obcí bez ČOV. Přitom růst počtu obyvatel v obcích bez ČOV je možné považovat z pohledu MK za vysoce rizikový. Volnočasové aktivity návštěvníků MK jsou často spojené s pobytem u vody (a to nejenom u tekoucích potoků na povrchu MK), ale také v těsném kontaktu s vodou, která se nachází v podzemí, nebo z podzemních prostor vyvěrá na povrch. Návštěvníci MK a obyvatelé obcí nacházejících se jak v MK, tak v povodí vodních toků, které přitékají do MK, často tuto povrchovou vodu považují za čistou, kvalitní a z infekčního hlediska i za bezpečnou (nepublikovaná pozorování). Předkládaná práce jednoznačně ukazuje, že význam suburbanizačního procesu zejména v obcích bez ČOV, představuje značné riziko organického znečištění povrchových vod komunálními vodami odpadními v MK.

Poděkování

Článek vznikl za finanční podpory grantového projektu GAČR č. 16-13231S „Vodní prostředí v krasu: dopad lidských aktivit na „geomikrobiologii“.

Literatura

- ABSOLON, K. 1970. *Moravský kras 1*. Praha: Academia, 1970, 888 s.
- ANDREO, B. – GOLDSCHIEDER, N. – VADILLO, I. – VÍAS, J.M. – NEUKUM, C. – SINREICH, M. – JIMÉNEZ, P. – BRECHENMACHER, J. – CARRASCO, F. – HÖTZL, H. – PERLES, M.J. – ZWAHLEN, F. 2006. Karst groundwater protection: First application of a Pan-European Approach to vulnerability, hazard and risk mapping in the Sierra de Líbar (Southern Spain).

- In *Science of the Total Environment*. ISSN 0048-9697. 2006, vol. 57, no. 1-3, pp. 54-73.
- ARCEGA-CABRERA, F. – VELÁZQUEZ-TAVERA, N. – FARGHER, L. – DERRIEN, M. – NOREÑA-BARROSO, E. 2014. Fecal sterols, seasonal variability, and probable sources along the ring of cenotes, Yucatan, Mexico. In *Journal of Contaminant Hydrology*. ISSN 0169-7722, 2014, vol. 168, pp. 41-49.
- BUKHARDT, R. 1977. O historické těžbě železných rud v Moravském krasu. In *Sborník Okresního vlastivědného muzea VI-VII (1974-75)*. 1977, s. 46-49.
- FIC, B. 1983. *Okres Blansko*. Praha: Geodetický a kartografický podnik, 1983. 148 s.
- ČERNÝ, E. 1992. *Výsledky výzkumu zaniklých středověkých osad a jejich plužin*. Brno: Muzejní vlastivědná společnost, 1992.
- ČSÚ. 2015. *Databáze demografických údajů za obce ČR*. In ČSÚ [online]. Praha: ČSÚ, 2016. [cit. 2016.09.05.] Dostupné na internetu: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-obce-cr>
- ČSÚ. 2016a. *Historický lexikon obcí České republiky 1869-2011*. In ČSÚ [online]. Praha: ČSÚ, 2016. [cit. 2016.08.29.] Dostupné na internetu: https://www.czso.cz/csu/czso/iii-pocet-obyvatel-a-domu-podle-kraju-okresu-obci-a-casti-obci-v-letech-1869-2011_2015
- ČSÚ. 2016b. *Databáze demografických údajů za obce ČR*. In ČSÚ [online]. Praha: ČSÚ, 2016. [cit. 2016.08.30.] Dostupné na internetu: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-obce-cr>
- EINSIEDL, F. – RADKE, M. – MALOSZEWSKI, P. 2010. Occurrence and transport of pharmaceuticals in a karst groundwater system affected by domestic wastewater treatment plants. In *Journal of Contaminant Hydrology*. ISSN 0169-7722. 2010, vol. 117, no. 1-4, pp. 26-36.
- GOEPPERT, N. – GOLDSCHIEDER, N. 2011. Transport and variability of fecal bacteria in carbonate conglomerate aquifers. In *Ground Water*. ISSN 1745-6584, 2011, vol. 49, no. 1, pp. 77-84.
- GOLEC, M. 2007. Cesta do podsvětí: Býčí skála. In *Živá archeologie*. ISSN 1213-1628, 2007, roč. 8, s. 39-44.
- GOLEC, M. 2014. Jeskyně Býčí skála a její okolí ve středověku. In *Pravěk. Nová řada*. ISSN 1211-8338, 2014, roč. 22, s. 345-368.
- HAAKH, F. 2000. Improvements of wastewater treatment for groundwater protection in the Haertsfeld. In *Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg*. ISSN 0300-8665, 2000, vol. 105, pp. 207-212.
- HERTOD-TODTENFELDT, J. F. 1669. *Tartaro-Mastix Moraviae, per quem rariora ac admiranda in faecundo hujus regionis gremio effusa*. Viennae, 1669, 263 s.
- HILLEBRAND, O. – NÖDLER, K. – SAUTER, M. – LICHA, T. 2015. Multitracer experiment to evaluate the attenuation of selected organic

- micropollutants in a karst aquifer. In *Science of the Total Environment*. ISSN 0048-9697, 2015, pp. 338-343.
- HRALA, V. – KAŠPAR, V. – VITVAROVÁ I. 1994. *Geografie světového hospodářství: vybrané kapitoly*. Praha: Vysoká škola ekonomická. 1994. 131 s. ISBN 80-7079-232-9.
- HÜBELOVÁ, D. – PAVLÍK, I. 2016a. Historický potenciál cestovního ruchu v Moravském krasu - vývoj osídlení a lidské činnosti a rizika znehodnocení vodního prostředí. In *Studia Turistica*. Jihlava: VŠPJ. ISSN 1804-252X, 2016. (v tisku)
- HÜBELOVÁ D. – PAVLÍK, I. 2016b. Vybraná rizika znehodnocení krasového prostředí lidskou činností na příkladu CHKO Moravský kras. In *11. mezinárodní konference Aktuální problémy cestovního ruchu*. Jihlava: Vysoká škola polytechnická, 2016. (v tisku)
- HÜBELOVÁ, D. – HOŘINEK, M. – PAVLÍK, I. 2016. Dynamika obyvatelstva v letech 2001–2015 a úroveň technické infrastruktury obcí střední části Moravského krasu s ohledem na rizika kontaminace povrchové vody komunálním odpadem. In *Region v rozvoji společnosti*, Brno: Mendelova univerzita, 2016 (v tisku).
- CHALUPOVÁ, D. 1997. *Průmyslová výroba na Blanensku*. Brno: Pedagogická fakulta, katedra geografie, diplomová práce. 1997. 109 s.
- CHYLÍK, J. 1948. *Přehled dějin moravského průmyslu I*. Brno: Matice Moravská.
- JIANG, Y. 2013. The contribution of human activities to dissolved inorganic carbon fluxes in a karst underground river system: evidence from major elements and $\delta^{13}\text{C}(\text{DIC})$ in Nandong, Southwest China. In *Journal of Contaminant Hydrology*. ISSN 0169-7722, 2013, vol. 152, no. 1, pp. 1-11.
- JIANG, Y. – WU, Y. – GROVES, C. – YUAN, D. – KAMBESIS P. 2009. Natural and anthropogenic factors affecting the groundwater quality in the Nandong karst underground river system in Yunan, China. In *Journal of Contaminant Hydrology*. ISSN 0169-7722, 2009, vol. 109, no. 1-4, pp. 49-61.
- KREPS, M. 1976. *Dějiny adamovských strojů a železáren do roku 1905*. Brno: Blok, 1976.
- KŘÍŽ, M. 1892. Die Hohlen in den mährischen Devonkalken und ihre Vorzeit. I. Die Slouperhohlen. In *Jahrb. d. k. k. Reichenstadt*. Wien, 1892, roč. 41, č. 3., s. 443–570.
- MAYER, J. 1781. *Versuch einer Beschreibung der Gegend um Sluppe in Mähren*. Berlin : Schriften d. Berlinischen Ges. naturf. Freunde. Bd. II, 1781, s. 56–65
- MODRA, H. – BARTOS, M. – HRIBOVA, P. – ULMANN, V. – HUBELOVA, D. – KONECNY, O. – GERSL, M. – KUDELKA, J. – VOROS, D. – PAVLIK, I. 2016. Mycobacteria in the Moravian Karst environment (Bull Rock Cave and the relevant water catchment area): the impact of water sediments, earthworm castings and bat faeces. In *Veterinární medicína*. ISSN 1805-9392, manuscript.
- NAGEL, J. A. 1749. *Beschreibung deren auf Allerhöchsten Befehl Ihrer Röm.*

- Kaas und Königl. Maytt. Francisci I. untersuchten in dem Hertzogthum Crain befindlichen Seltenheiten der Natur.* Rukopis v dvorní knihovně vídeňské. MZK Rp-1.011.965, 1749. 97 s.
- ONDRUŠKOVÁ, S. 2011. *Pravěk Moravského krasu (neolit – doba stěhování národů)*. Brno: Filozofická fakulta, katedra archeologie a muzeologie, diplomová práce. 2011. 206 s.
- PAVLÍK, I. 2014. *Rozvoj zdravého regionu. Význam infekčních onemocnění lidí a zvířat a zoonóz při rozvoji regionů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-033-1.
- PAVLÍK, I. 2016. Rekreační u vody nemusí být vždy bezpečná: zdravotní rizika kontaminace povrchových vod různými původci onemocnění. In *Region v rozvoji společnosti*, Brno: Mendelova univerzita, 2016. (v tisku).
- PAVLÍK, I. – BARTOŠ, M. – GERŠL, M. – ULMANN, V. – ŠTEFKA, L. 2016a. Sledování výskytu mykobakterií ve vodním prostředí Moravského krasu. In *Sborník z konference „Setkání speleologů v Moravském krasu, Speleofórum 2016“*, 22. – 24. dubna 2016, Sloup, ISSN 1211-8397, ISBN 978-80-87857-20-5, vol. 35, 121-124.
- PAVLÍK, I. – KONEČNÝ, O. – HÜBELOVÁ, D. 2016b. Povrchové a krasové vody v CHKO Moravský kras: pobytová rizika a jejich prevence. In *Studia Turistica*. Jihlava: VŠPJ. ISSN 1804-252X, 2016. (v tisku)
- PRONK, M. – GOLDSCHIEDER, N. – ZOPFI, J. 2007. Particle-size distribution as indicator for fecal bacteria contamination of drinking water from karst springs. In *Environmental Science & Technology*. ISSN 0013-936X. 2007, vol. 41, no. 24, pp. 8400–8405.
- SPRÁVA CHKO MK. 2016. *Charakteristika oblasti – geomorfologické a krasové jevy*. [online]. Praha: Agenda ochrany přírody a krajiny ČR, 2016. [cit. 2016.09.10.] Dostupné na internete: <http://moravskykras.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/zemdelstvi/>
- ŠTROF, A. 1987. Pravěké osídlení Křtinska. In *Křtiny a okolí*. 1987, s. 9-17.
- TOUŠEK, V. – KUNC, J. – VYSTOUPIL, J. 2008. *Ekonomická a sociální geografie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. ISBN 978-8-07380-114-4. 411 s.
- VAN BEYNEN, P.E. – BIALKOWSKA-JELINSKA, E. 2012. Human disturbance of the Waitomo catchment, New Zealand. *Journal of Environmental Management*. ISSN 0301-4797. 2012, roč. 108, č. 3, s. 130–140.
- WÁGNER, J. 1959. *Z pověstí adamovských lesů*. VZA III/3, 1959.
- WANKEL, J. 1882. *Bilder aus der Mährischen Schweiz und ihrer Vergangenheit*. 1882, český překlad: *Obrazy z Moravského Švýcarska a jeho minulosti*. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost; Blansko: Okresním muzeum, 1984.
- WANKEL, J. 1887. O současnosti člověka a o výsledcích nálezu v jeskyni Býčí skála na Moravě. In *Sborník OMB '87*, Blansko, text z 1887, s. 71-74.

DEVELOPMENT OF POPULATION AND TECHNICAL INFRASTRUCTURE IN MUNICIPALITIES OF THE MORAVIAN KARST: POTENTIAL INFLUENCE ON THE ORGANIC POLLUTION OF WATER

Summary

Settlements in the Moravian Karst were developing considerably during the Iron Age which was probably also the beginning of iron-working in the region. During Middle Ages the increase in iron-working and formation of the settlement structure led to changes in the surface hydrology. Historical sources in the 17th century imply that in this time period water in the Moravian Karst was already polluted organically. This pollution was probably related mainly to human activities (such as mining of minerals, deforestation, agriculture and permanent settlement structures).

Currently, the settlement structure of the Moravian Karst is mostly composed of medium-sized municipalities (between 150 and 1,000 inhabitants), only two out of the 19 analyzed municipalities have more than 1,000 inhabitants. Population density in the region reflects these numbers (91.1 inhabitants/km²). The analysis of the development of the population in the Moravian Karst in the time period 1869–2015 shows that the general trend is increase in population. The population of the Moravian Karst was stagnant after the World War II until the end of the millennium. This is due to the rural character of the region which was not influenced by urbanization and industrialization during the socialist era. On the other hand, the suburbanization process which took place in the first decade of the 21st century had its influence on the Moravian Karst. Conclusions drawn from the analysis indicate that the wastewater from the municipalities without wastewater treatment plants is currently probably the most prominent source of organic pollution. At the same time the current increase of population in the municipalities without wastewater treatment plants in the Moravian Karst poses a high-risk. Technical infrastructure of the municipalities (most importantly sewage systems and wastewater treatment plants) is often insufficient, it is not able to cope with the increase of population and housing development. Only 42.1% of municipalities in the Moravian Karst has its own wastewater treatment plant. Ecological studies carried out as a part of the monitoring of environmental and potentially pathogenic mycobacteria show that significant organic pollution takes place not only in the nature preserve of the Moravian Karst but in the whole catchment area of the streams which empty into the area. Currently, surface streams and water in the karstic area are often found to be highly organically contaminated. This contamination causes water eutrophication and pose a health risk both on the surface and in the karstic underground system. Municipal wastewater seems to be currently one of the most significant risk factors causing surface water eutrophication and the spread of numerous infectious and noninfectious causative agents of the diseases of both humans and animals.

PhDr. Dana Hübelová, Ph.D.

Ústav demografie a aplikované statistiky

Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií

Mendelova univerzita

Třída Generála Píky 7, Brno

E-mail: dana.hubelova@mendelu.cz

Prof. MVDr. Ivo Pavlík, CSc.

Ústav teritoriálních studií

Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií

Mendelova univerzita

Třída Generála Píky 7, Brno

E-mail: ivo.pavlik@mendelu.cz