

## Vývoj parametrů podzemních vod v neogenních zvodních dyjsko-svrateckého úvalu

Progress of quantity and quality of groundwater in neogene aquifers of Dyje-Svratka deep valley

*Pavel Hrubý*

*Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno*

### **Abstrakt**

Příspěvek se zabývá aktualizací hodnocení dlouhodobého sledování množství a kvality podzemních vod hlubšího oběhu v rámci státní pozorovací sítě hlubinných vrtů v hydrogeologickém rajonu Dyjsko-svratecký úval. Jsou v něm uvedeny výsledky měření hladin ve vybraných hlubinných vrtech za celou dobu pozorování a proveden rozbor dlouhodobých trendů pohybu hladin podzemní vody v zastižených neogenních zvodních.

Kvalita podzemních vod je posouzena pomocí každoročních odběrů vzorků vod z vybraných vrtů pozorovací sítě ČHMÚ. Na základě zpracování fyzikálně-chemických analýz vzorků za období 1995-2014 jsou v zájmové oblasti určeny hydrochemické typy vod, zóny infiltrace, transmise, a akumulace této pánevní struktury. Jakost podzemních vod v určených zónách je posouzena z hlediska potenciálního využití jako zdrojů pitné vody.

**Klíčová slova:** hlubinné vrty, zóny infiltrace, transmise, akumulace

### **Abstract**

The paper deals with the evaluation of long-term monitoring of quantity and quality of deep groundwater circulation within the state observation network of deep wells in the hydrogeological region Dyje-Svratka deep valley. The results of groundwater levels measurements in selected wells are presented for the period 1992- 2014. The long-term trends of groundwater level movement in Neogene aquifers are analysed. The groundwater quality is assessed by the annual sampling from selected wells in the observation network of ČHMI. Based on the evaluation of physico-chemical analyses of samples in the 1995-2014 period, hydrochemical water types and zones of infiltration, transmission, accumulation of this basin structure are identified in the studied area. The groundwater quality in particular zones is assessed in terms of potential utilization as a source of drinking water.

**Keywords:** deep well, zones of infiltration, transmission, accumulation

## Úvod

Cílem příspěvku je aktualizace sledování úrovní hladin a kvality podzemních vod v neogenních kolektorech Dyjsko-svrateckého úvalu. K hodnocení byla použita aktualizovaná data z pozorování na vrtech, které jsou od r. 1992 součástí Státní pozorovací sítě spravované Českým hydrometeorologickým ústavem, monitorující podzemní vody s hlubším oběhem.

Pro aktualizaci hodnocení podmínek v uvedeném pánevň-zvodněném systému bylo zpracováno pokračující režimní měření na hlubinných vrtech, zastihující hydrogeologicky významné kolektory s případnou perspektivou vodárenského využití.

## Materiál a metody

Pro monitoring **pohybu hladin** podzemní vody jsou na vrtech pozorovací sítě instalovány automatické měřicí přístroje, zaznamenávající změny hladin s intervalem měření 1 den.

Z naměřených úrovní hladin v 8 vybraných vrtech zájmové oblasti byla statisticky vyhodnocena dlouhodobá maxima, minima a dlouhodobá rozpětí hladin za roky 1992-2014 (viz tab.1). K posouzení dlouhodobých trendů pohybu hladin byly použity měsíční průměry z měření hladin, publikované do roku 2010 (Hrubý 2011), aktualizované do 2014 (viz obr. 1 a,b,c,d).

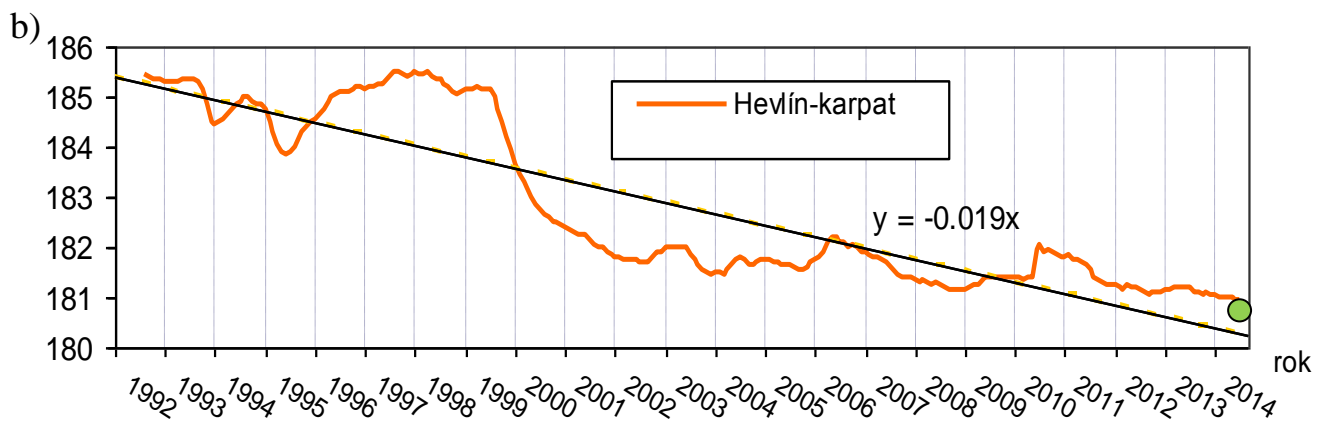
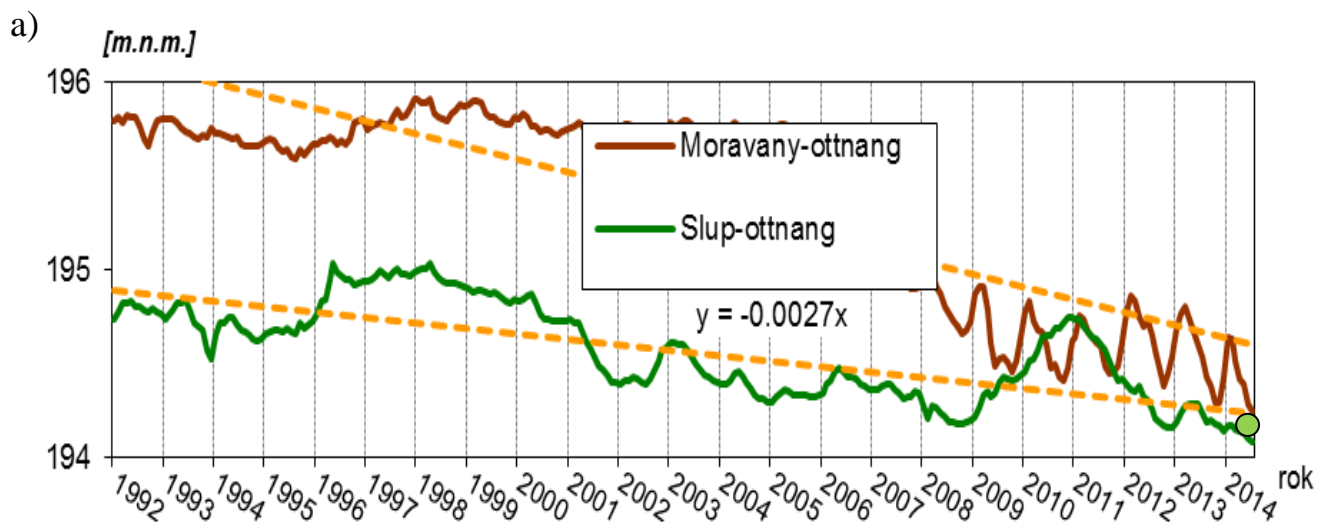
Sledování **kvality** podzemních vod ve vrtech pozorovací sítě spočívá v pravidelném každoročním odebrání vzorků vod z vrtů po odčerpání určitého množství vody. V průběhu čerpání jsou měřeny běžné fyzikálně-chemické parametry (teplota, vodivost, pH, oxidačně-redukční potenciál). Odebrané vzorky vod jsou odevzdávány do akreditované laboratoře pro stanovení koncentrací anorganických i organických látek. Analýzy jsou prováděny v rozsahu vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 252 / 2004 Sb., stanovující požadavky na pitnou vodu.

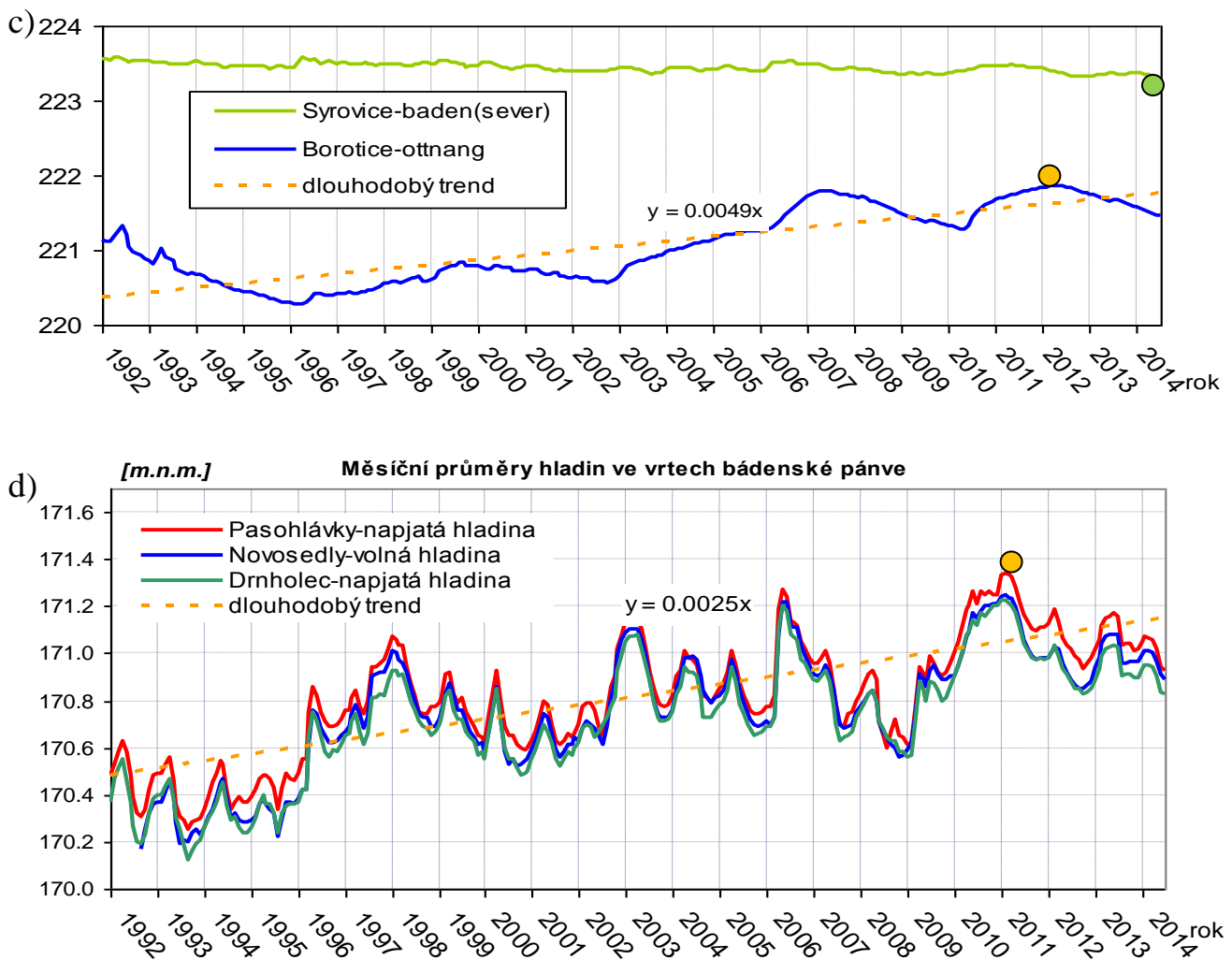
## Výsledky

Z hodnot přístrojového **měření hladin** podzemní vody ve vybraných vrtech byly spočítány statistické parametry (za období 1992-2014), které jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Statistické parametry získané z měření hladin ve vybraných rtech

Objekty		dlouhodobé min. [m.n.m.]	datum minima	dlouhodobé max. [m.n.m.]	datum maxima	rozpětí hladin
poklesové trendy	Moravany VB9808	194.27	31.10.2013	195.94	21.12.1997	1.67
	Slup VB9756	194.07	23.6.2014	195.07	20.5.1996	1.00
	Hevlín VB9755	180.92	23.6.2014	185.53	29.8.1997	4.61
	Syrovíce VB9810	223.31	30.6.2014	223.65	20.3.1996	0.34
vzestupné trendy	Borotice VB9751	220.26	18.3.1996	221.88	30.3.2012	1.62
	Drnholec VB9753	170.10	4.9.1993	171.26	25.1.2011	1.16
	Pasohlávky VB9754	170.22	23.9.1993	171.29	25.1.2011	1.07
	Novosedly VB9752	170.13	2.9.1992	171.38	25.1.2011	1.25





Obr. 1 a,b,c,d: Měsíční průměry hladin podzemní vody s vyznačením dlouhodobých trendů, i minim a maxim

Z obr.1a,b,c je zřejmé, že ve vrtech Moravany, Slup, Hevlín a Syrovce jsou dlouhodobé trendy **poklesové**, v jimi sledovaných kolektorech byla dosažena dlouhodobá minima v extrémně suchých letech 2013, 2014.

Ve vrtech Moravany, Slup a Hevlín (obr.1a,b) jsou výraznější výkyvy - obvykle na jaře maxima, na podzim minima. Dlouhodobá maxima byla dosažena ve srážkově velmi vydatném období 1996-1997.

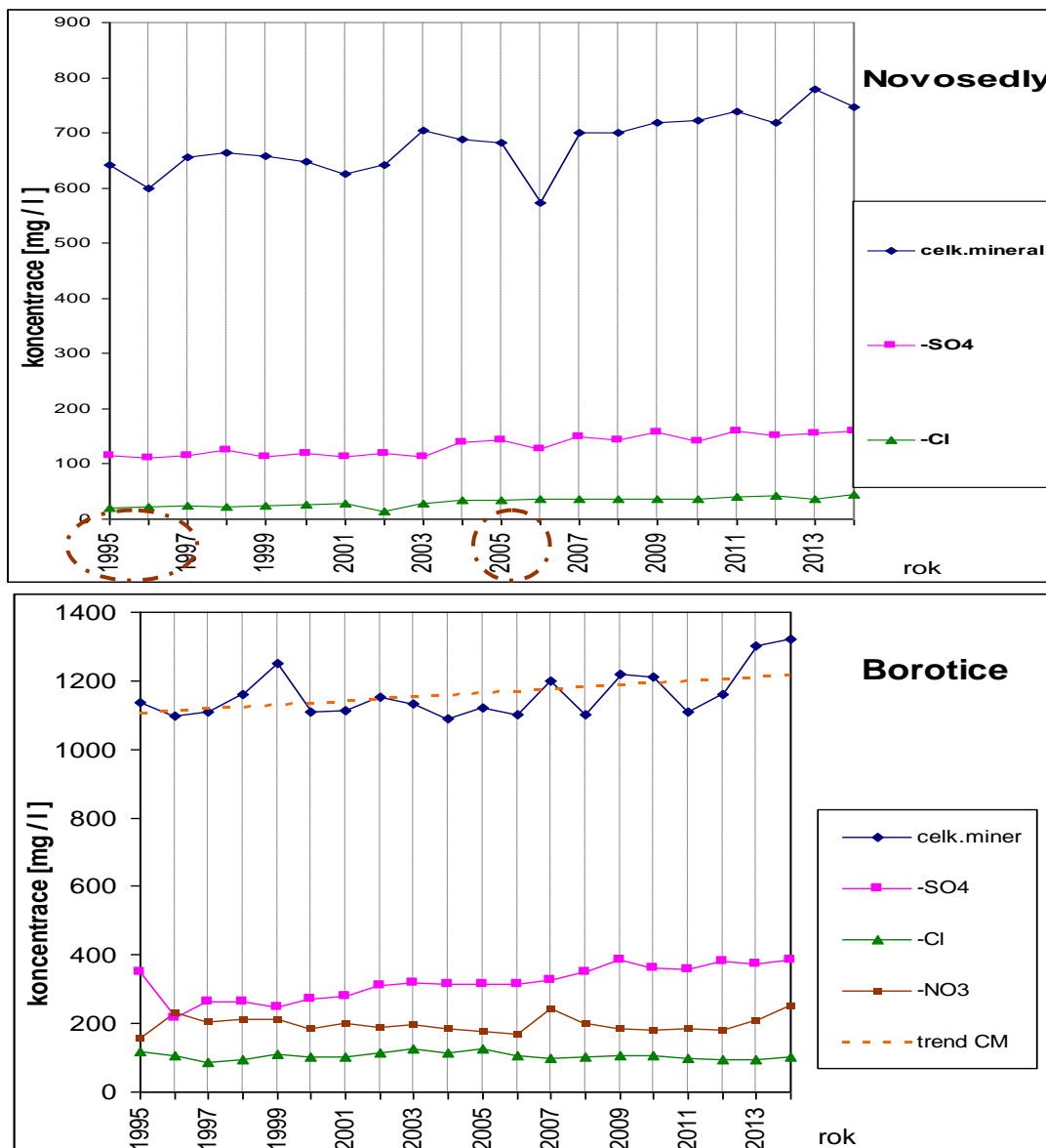
Ve vrtech Borotice, Novosedly, Drnholec a Pasohlávky (obr. 1c,d) jsou dlouhodobé trendy **vzestupné**, hladiny rozkolísané, s typicky sezónními výkyvy, reagující na infiltraci atmosférických srážek. Ve vrtech bádenské pánve - Novosedly, Drnholec a Pasohlávky

kolísá podzemní voda ve stejné nadmořské výšce, má však (dle odlišné pozice vrtů v pánvi) odlišné chemické složení (viz tab. 2).

V rámci **sledování kvality** podzemních vod byla po vyhodnocení údajů o chemickém složení vod z vrtů (z podzimního vzorkování) sestaven přehled kvalitativních parametrů (tab. 2), ve kterém jsou uvedeny průměrné hodnoty důležitých ukazatelů v jednotlivých vrtech za období 1995-2014. Dle dominujících koncentrací důležitých ukazatelů (Ca, Na, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>) jsou určeny hydrochemické typy vod a zóny infiltrace, transmise a akumulace.

Tab.2: Průměrné hodnoty chemických ukazatelů, vyhodnocené zóny a hydrochem. typy vod

ukazatel	jednotka	Syrovice VB9810 baden	Borotice VB9751 ottnang	Novosedly VB9752 baden	Slup VB9756 ottnang	Moravany VB9808 ottnang	Hevlín VB9755 karpát	Drnholec VB9753 baden	Pasohlávk VB9754 baden	limity pitná voda
<b>Ca</b>	mg/l	51	<b>195</b>	<b>99</b>	20	31	13	117	48	<80
Mg	mg/l	35	75	41	15	22	8	62	28	<125
<b>Na</b>	mg/l	22	13	21	180	134	195	190	<b>360</b>	<200
<b>SO<sub>4</sub></b>	mg/l	13	350	155	225	199	55	125	6	<250
<b>HCO<sub>3</sub></b>	mg/l	366	250	350	320	300	625	550	495	-
Cl	mg/l	8	98	40	30	51	5	<b>368</b>	<b>490</b>	<100
NH <sub>4</sub>	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<b>4</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,5</b>	<b>3,2</b>	<0,5
NO <sub>3</sub>	mg/l	21	<b>200</b>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Fe(celk.)	mg/l	0,1	0,1	<b>0,9</b>	0,1	0,1	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<0,2
Σmineral	mg/l	540	<b>1195</b>	720	810	770	840	<b>1400</b>	<b>1420</b>	<1000
pH		7,9	7,3	7,3	8,3	8	<b>8,3</b>	7,6	7,8	6.5-9
ORP	mV	+289	+345	+310	+11	+8	-46	-109	-190	
		<b>typ Ca-HCO<sub>3</sub></b>			<b>Na-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub></b>		<b>typ Na-HCO<sub>3</sub>-Cl</b>			
		<b>zóna infiltrace</b>			<b>přechodná zóna</b>		<b>zóna akumulace</b>			



Obr. 2: Dlouhodobé průběhy vybraných ukazatelů ve vzorcích z vrtu Novosedly a Borotice

## Diskuze

Z grafů na obr.1 je patrné, že u vrtů Moravany, Slup, Hevlín a Syrovce pokračují po srážkově extrémním roce 2010 **dlouhodobé trendy pohybu hladin** poklesové. Ve vrtu Slup může být poklesový trend způsoben antropogenními vlivy - exploatací příslušného kolektoru například v rámci zásobování obyvatelstva v nedalekých obcích Hodonice a Tasovice. I k výrazně klesajícímu trendu ve vrtu Hevlín pravděpodobně stále přispívá využívání podzemních vod kolektoru karpatských písků; (Kryštofová 2003). U sledovaných vrtů s **poklesovými** trendy byla dosažena nová dlouhodobá **minima** zřejmě vlivem velmi malé srážkové činnosti v období 2013-2014.

Ve vrtu Borotice je trend pohybu hladin stále mírně **vzestupný**, hladší průběh křivky (obr. 1c) dokládá stabilizující vliv laterální dotace kolektoru spodnomiocenních písků z puklinového systému hornin Českého masivu. I ve vrtech Novosedly, Drnholec a Pasohlávky (obr. 1d) je dlouhodobý trend stále mírně **vzestupný** s rozkolísaným průběhem křivky a ve všech čtyřech byla dosažena nová dlouhodobá **maxima** po extrémních srážkách v roce 2010 (s přirozeným zpožděním).

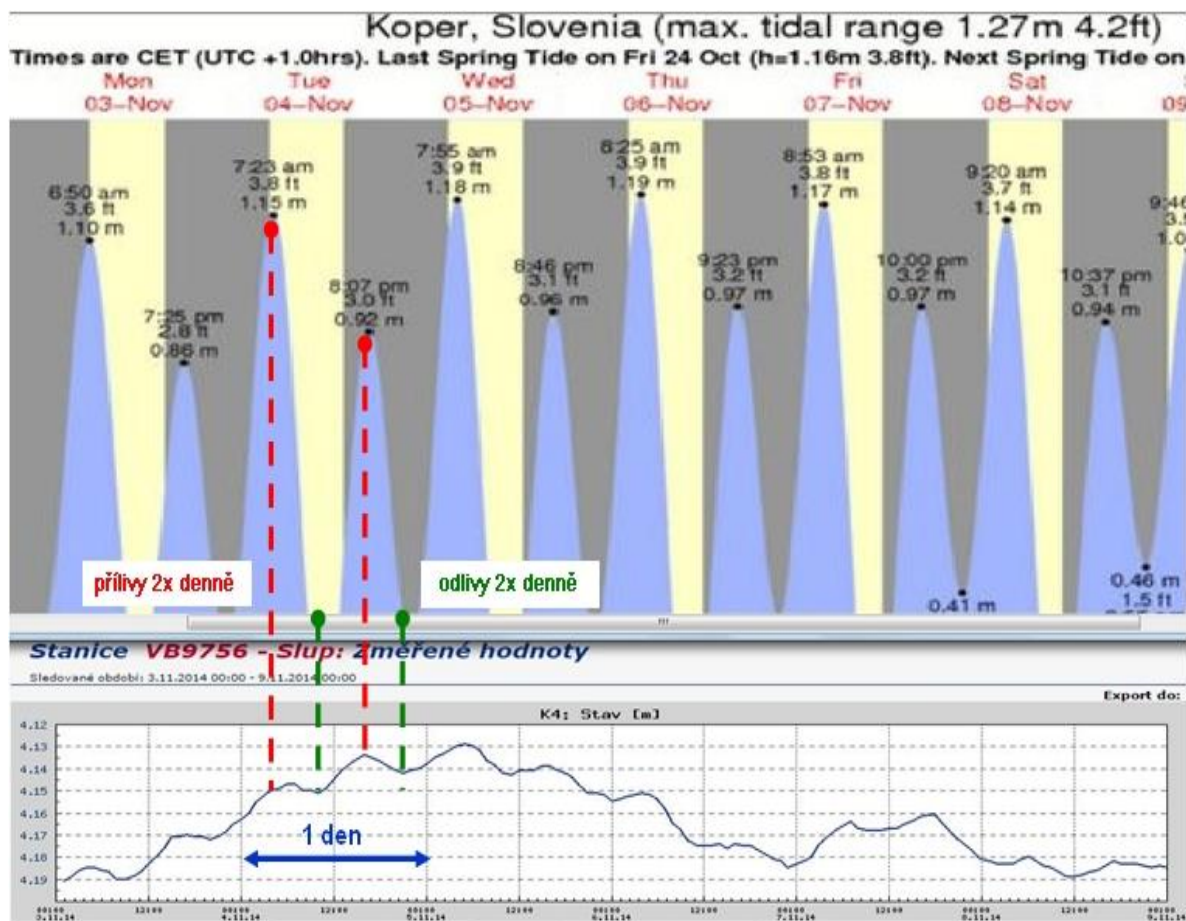
**Z hlediska kvality a využití** sledovaných vod v akumulární a přechodné zóně studované hydrogeologické struktury nevyhovují vyhlášce MZ č. 252/2004 především obsahy  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^+$  a hodnoty celkových mineralizací (viz tab. 2). U některých vrtů (převážně v akumulární zóně) nevyhovují také obsahy chloridů, sodíku, železa a manganu.

Ve vrtu Borotice vzorky nevyhovují limitům pro pitnou vodu vysokými koncentracemi dusičnanů, síranů a hodnotami celkové mineralizace, zřejmě díky zemědělské činnosti. Z analýz vzorků z vrtu Novosedly naopak vyplývá, že využití podzemních vod je vhodné v infiltrační zóně badenské pánve. Poklesy koncentrací některých ukazatelů (obr. 2) mohou být způsobeny „zředěním“ po srážkově vydatnějších obdobích např. v letech 1996-97, 2006).

V období 2010-2014 u sledovaných chemických ukazatelů nedošlo k významnějším změnám, ve vrtu Borotice dále rostou hodnoty dusičnanů, síranů a celkových mineralizací.

Pro využití podzemních vod zajímavou oblastí se stále jeví dle vzorků z vrtu Syrovice severní infiltrační zóna badenské pánve mezi Ořechovem a Syrovicemi. Fyzikálně-chemické ukazatele pro posouzení vhodnosti podzemní vody k zásobování pitnou vodou dlouhodobě vyhovují vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb. Hydraulické parametry vrtu (specifická vydatnost 1,17 l/s/m, hydraulická vodivost  $k=6,4 \cdot 10^{-5}$  m/s) naznačují, že zastižený kolektor by mohl být ve smyslu užívané klasifikace (Krásný 1986) prostředím vhodným pro využití vod k odběrům pro místní zásobování. Sledovaná zvedeň však není kryta stropním izolátorem, který by snížil riziko ohrožení kvality vody hospodářskou činností.

Ve vrtu Slup jsou pravidelně zaznamenávány pravděpodobné projevy slapových jevů (viz obr.3).



Obr. 3 Srovnání oscilací hladin ve vrtu Slup s pohybem hladiny Jaderského moře u Koperu.

## Závěr

Výkyvy hladin ve vrtech (na jaře maxima, na podzim minima) dokládají i u hlubších zvodní závislost na dotaci atmosférickými srážkami. U sledovaných vrtů s poklesovými trendy pohybu hladin byla dosažena nová dlouhodobá minima po extrémě suchém období 2013-2014. Naopak u všech čtyř vrtů se vzestupnými trendy byla dosažena dlouhodobá maxima po extrémních srážkách v roce 2010.

Chemické složení sledovaných vod a vyhodnocené typy odpovídají základním principům hydrochemické zonality v pánevně zvodněném systému. Přechodné poklesy hodnot některých chemických ukazatelů ve vrtech infiltračních zón v návaznosti na zvýšené srážkové úhrny napovídají, jak mohou být i hlubší neogenní zvodně zranitelné. Zjištěné skutečnosti dokládají, že obzvlášť infiltrační zóny je třeba lépe chránit, protože v akumulární zóně Dyjsko-svrateckého úvalu není podzemní voda vhodná pro využití k zásobování obyvatelstva pitnou vodou.



## **Literatura**

HRUBÝ, P. (2011): Kvantitativní a kvalitativní parametry podzemních vod hlubšího oběhu v jižní části karpatské předhlubně – diplomová práce, Masarykova univerzita, Brno.

KRÁSNÝ, J. (1986): Klasifikace transmisivity a její použití. – Geologický průzkum, 28, 6, 177-179. Praha.

KRYŠTOFOVÁ, E. (2003): Vysvětlivky k hydrogeologické mapě ČR v měřítku 1 : 50 000, list 34-14 Mikulov. – MS Český geologický ústav, Brno.

<http://www.tide-forecast.com/locations>, 23.2.2015

## **Kontakt**

Mgr. Pavel Hrubý, ČHMÚ, pob. Brno, Kroftova 43, 616 67, e-mail: [pavel.hruby@chmi.cz](mailto:pavel.hruby@chmi.cz)