PROGRAMY PRO VYHODNOCENÍ OPERATIVNÍCH DAT PODZEMNÍCH VOD OBJEKTŮ ČHMÚ

Vladimír Sosna[1]

Abstrakt

Český hydrometeorologický ústav provozuje jedinou státní celoplošnou pozorovací síť podzemních vod na území ČR. Její součástí je tzv. hlásná síť, ze které jsou získávána operativní data výšek hladin vody ve vrtech a vydatností pramenů. Data jsou částečně týdně a ve větším rozsahu měsíčně vyhodnocována porovnáváním s dlouhodobými normály. Na základě toho jsou programově generovány mapy, přehledové tabulky, slovní hodnocení a časové grafy.

Klíčová slova: operativní data podzemních vod, normálové statistiky, měsíční vyhodnocování operativních dat

1. Úvod

Součástí celoplošné pozorovací sítě podzemních vod Českého hydrometeorologického ústavu je tzv. hlásná síť, která je využívána ke sběru aktuálních dat výšek hladin vody ve vrtech (v m n.m.) a vydatností pramenů (v l/s). Měření většiny objektů vrtů hlásné sítě je automatizováno (čidly pro měření hydrostatického tlaku) a přenos dat na pobočky ČHMÚ je realizován pomocí GSM. Část vrtů a všechny objekty pramenů jsou stále měřeny manuálně s týdenní periodou předávání dat od dobrovolných pozorovatelů. Hlásná síť je v ČHMÚ v různých podobách provozována od sedmdesátých let. V minulosti byla operativní data vyhodnocována měsíčně centrálně i regionálně na pobočkách ČHMÚ, pokaždé poněkud odlišným způsobem. Od začátku roku 2008 bylo vyhodnocování operativních dat centralizováno a sjednoceno. Provádí ho nyní Oddělení podzemních vod (OPZV) ČHMÚ v Praze. K tomuto účelu byly vyvinuty tři programy. První pro sběr operativních dat, druhý pro výpočet normálových statistik a třetí pro jejich pravidelné týdenní a měsíční vyhodnocování.

2. Sběr operativních dat na pobočkách ČHMÚ

Pracovníci poboček ČHMÚ ručně pořizují operativní data předávaná týdně od dobrovolných pozorovatelů (část vrtů a všechny prameny) nebo získaná pomocí GSM přenosu z automatizovaných stanic. K jejich pořízení, kontrolám a případným opravám slouží program interně v ČHMÚ nazývaný PodzWin. Zkontrolovaná operativní data jsou z prostředí programu PodzWin zapisována prostřednictvím interní datové sítě do databáze ORACLE provozované centrálně na serveru v Praze-Komořanech.

3. Výpočet normálových statistik

Normálové statistiky potřebné pro měsíční vyhodnocování operativních dat podzemních vod jsou uloženy centrálně v ORACLE databázi. Pro jejich výpočet byl vyvinut program, který je provozován jako plně databázová aplikace. Znamená to, že vstupní i výstupní data jsou uložena v prostředí databáze ORACLE. Výpočet se provádí nad časovými řadami, které pracovníci poboček ČHMÚ upravili pro výpočty statistik. Především, pokud to bylo možné, doplnili případně chybějící data pomocí regrese s blízkým podobným objektem a očistili data od rušivých vlivů (např. čerpací zkoušky). K této přípravě dat byl využit výše zmíněný program PodzWin. Vlastní výpočty normálových statistik pak byly provedeny centrálně na

OPZV v Praze. Základem pro výpočet jsou časové řady měsíčních dat. Použity byly výhradně měsíční mediány, nikoliv průměry. Mediány mají oproti průměrům výhodu větší robustnosti před vychýlenými hodnotami v měření (vyplývá to z povahy dat podzemních vod, především pramenů). Tab. 1 nám dává představu o tom, které normálové statistiky byly programem vypočítány. V současné době se používají normály pro třicetiletí 1971 – 2000. Pro každý měsíc v roce je vypočítán průměr, směrodatná odchylka, šikmost, křivka překročení sestavená pro devět různých procent překročení a také přehled extrémů a příslušných roků jejich dosažení. Stejné statistiky jsou opět pro měsíční data vypočítány bez rozlišení jednotlivých měsíců v roce. V tabulce je najdeme ve sloupci „Celkem“. Nejdůležitější je celkový průměr a směrodatná odchylka. Používají se pro normalizaci dat při výpočtu tzv. „směrodatné proměnné“.

Tab. 1: Ukázka tabulky v databázi ORACLE s vypočítanými normálovými statistikami

Měsíc:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Celkem:
Počet hodnot:	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Průměr:	421.221	421.269	421.302	421.312	421.242	421.237	421.174	421.179	421.144	421.166	421.194	421.212	421.221
Směrodatná odchylka:	0.23	0.22	0.224	0.233	0.213	0.222	0.213	0.232	0.22	0.222	0.237	0.227	0.227
Šikmost:	0.393	0.128	0.136	0.028	0.058	-0.041	0.583	0.173	-0.061	0.284	0.446	0.216	0.183
90% p. překročení:	420.91	421	421.05	421.08	420.92	420.895	420.9	420.855	420.8	420.88	420.91	420.91	420.91
85% p. překročení:	420.93	421.02	421.075	421.1	420.99	420.97	420.9	420.89	420.86	420.92	420.95	420.945	420.98
75% p. překročení:	421.07	421.115	421.1	421.125	421.08	421.085	421.03	421.025	421.015	421	420.995	421.04	421.05
66% p. překročení:	421.095	421.125	421.17	421.145	421.115	421.14	421.06	421.04	421.025	421.04	421.05	421.11	421.095
medián=50% p. př.:	421.175	421.28	421.313	421.327	421.25	421.232	421.118	421.17	421.105	421.115	421.183	421.21	421.21
33% p. překročení:	421.325	421.345	421.39	421.41	421.38	421.335	421.29	421.27	421.3	421.3	421.305	421.295	421.325
25% p. překročení:	421.38	421.435	421.5	421.51	421.395	421.39	421.32	421.38	421.34	421.32	421.34	421.365	421.39
15% p. překročení:	421.515	421.505	421.54	421.58	421.47	421.52	421.35	421.45	421.405	421.43	421.495	421.44	421.5
10% p. překročení:	421.56	421.605	421.605	421.71	421.555	421.55	421.57	421.54	421.465	421.525	421.555	421.57	421.54
Maximum:	421.695	421.71	421.8	421.72	421.635	421.645	421.63	421.6	421.49	421.575	421.745	421.665	421.8
Rok maxima:	1982	1999	1997	1997	1980	1986	1980	1981	1996	1996	1996	1988	1997
Minimum:	420.9	420.87	420.875	420.815	420.9	420.855	420.88	420.82	420.74	420.78	420.78	420.78	420.74
Rok minima:	1974	1972	1974	1974	1974	1974	1985	1973	1992	1973	1973	1973	1992
Indikativ objektu:	VP1593	Klášter u Nepomuka											
Počátek ref. období:	1971												
Konec ref. období:	2000												

4. Měsíční vyhodnocování operativních dat

Vlastní vyhodnocování operativních dat provádí pracovnice OPZV v Praze v menším rozsahu týdenně (jen slovní hodnocení) a kompletně měsíčně. Souhrnné tabulky, časové grafy, mapy i texty slovního hodnocení jsou generovány pomocí programu na základě porovnání aktuálních dat a normálů v tabulkách databáze ORACLE. Program umožňuje slučovat více objektů do skupin, nejčastěji podle povodí nebo hydrogeologických rajonů a provádět vyhodnocení za celou skupinu. Tab. 2 představuje ukázku takového skupinového vyhodnocení pro povodí „Horní Berounka“ (Radbuza, Úhlava, Úslava, Mže). Jednotlivé objekty vrtů jsou zařazeny do intervalů podle pravděpodobnosti překročení nadmořských výšek hladin vody (jednička v příslušném sloupci intervalu). Za celou skupinu je vyčíslena absolutní a relativní četnost zařazení do jednotlivých intervalů. Podobné tabulky jsou počítány i pro vyhodnocování nárůstu nebo poklesu hladin ve srovnání s předchozím měsícem nebo se stejným měsícem předchozího roku. Při vyhodnocování diferencí (změn hladin) se rozdíly měsíčních hodnot normalizují pomocí poloviny dlouhodobého mezikvartilového rozpětí počítaného pro příslušný měsíc v roce. Zavádí se tak index poklesu nebo nárůstu.

Tab. 2: Tabulka zařazení objektů do intervalů pravděpodobnosti překročení hladin vody ve vrtech

SKUPINA: HORNÍ BEROUNKA							
MĚSÍC: 06							
ROK: 2010							
		Intervaly pravděpodobností překročení v %:					
INDIKATIV	OBEC	<85,100>	<75,85)	(50,75)	(25,50>	(15,25>)	(0,15>
VP1567	Vochov	0	0	0	0	1	0
VP1573	Staňkov	0	0	0	1	0	0
VP1576	Vstiš	0	0	0	1	0	0
VP1580	Nýrsko	0	0	0	0	0	1
VP1586	Lužany	0	0	0	1	0	0
VP1593	Klášter	0	0	0	1	0	0
VP1600	Líně	0	0	0	1	0	0
ABSOLUTNÍ ČETNOSTI:		0	0	0	5	1	1
RELATIVNÍ ČETNOSTI V PROCENTECH:		0	0	0	71.4	14.3	14.3

Tabulkám zařazení do intervalů pravděpodobnosti překročení a indexů meziměsíčního a meziročního poklesu nebo nárůstu odpovídá slovní hodnocení dané skupiny objektů, které najdeme na následujícím Obr. 1.

SLOVNÍ HODNOCENÍ OBJEKTŮ SKUPINY: HORNI_BEROUNKA

Hodnocení je provedeno vzhledem k normálu platnému pro daný měsíc.

MĚSÍC: 06

ROK: 2010

SEZNAM OBJEKTŮ VE SKUPINĚ: VP1567=Vochov, VP1573=Staňkov, VP1576=Vstiš, VP1580=Nýrsko, VP1586=Lužany, VP1593=Klášter, VP1600=Líně,

HODNOCENÍ VÝŠEK HLADIN VE VRTECH PODLE PRAVDĚPODOBNOSTI PŘEKROČENÍ:

71.4% objektů má hladiny okolo normálu nebo mírně zvýšené.

14.3% objektů má zvýšené hladiny.

14.3% objektů má velmi vysoké hladiny.

HODNOCENÍ NÁRŮSTU NEBO POKLESU HLADIN VE VRTECH VE SROVNÁNÍ S PŘEDCHOZÍM MĚSÍCEM:

U 42.9% objektů hladiny stagnují nebo pomalu klesají.

U 57.1% objektů hladiny stagnují nebo pomalu rostou.

HODNOCENÍ NÁRŮSTU NEBO POKLESU HLADIN VE VRTECH VE SROVNÁNÍ SE STEJNÝM MĚSÍCEM PŘEDCHOZÍHO ROKU:

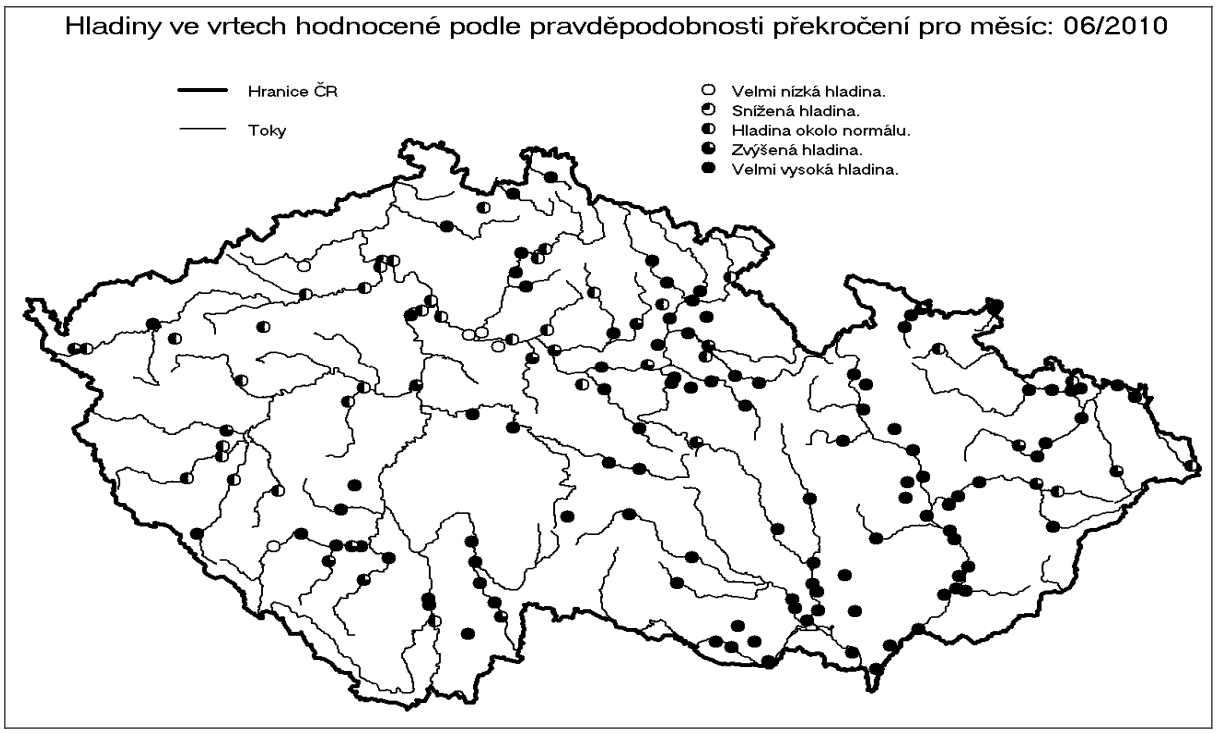
U 14.3% objektů došlo k mírnému nebo žádnému meziročnímu poklesu hladin.

U 57.1% objektů došlo k mírnému nebo žádnému meziročnímu nárůstu hladin.

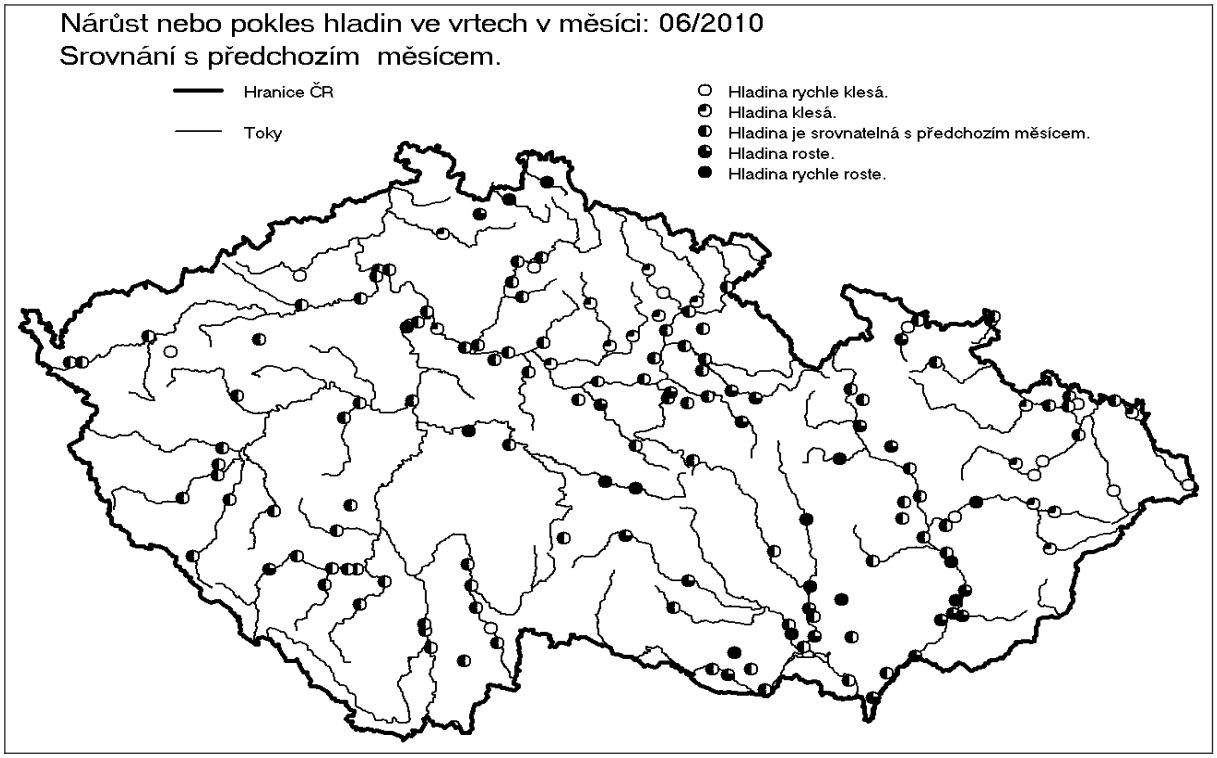
U 28.6% objektů hladiny významně meziročně narostly.

Obr. 1: Slovní hodnocení skupiny objektů vrtů generované programem

Pomocí stejného typu tabulky jako je Tab. 2 je programem pro celou Českou republiku vygenerována mapa hodnocení vrtů podle pravděpodobnosti překročení na Obr 2. Podobně mapa na obrázku Obr. 3 je generována podle tabulky indexů nárůstu nebo poklesu.

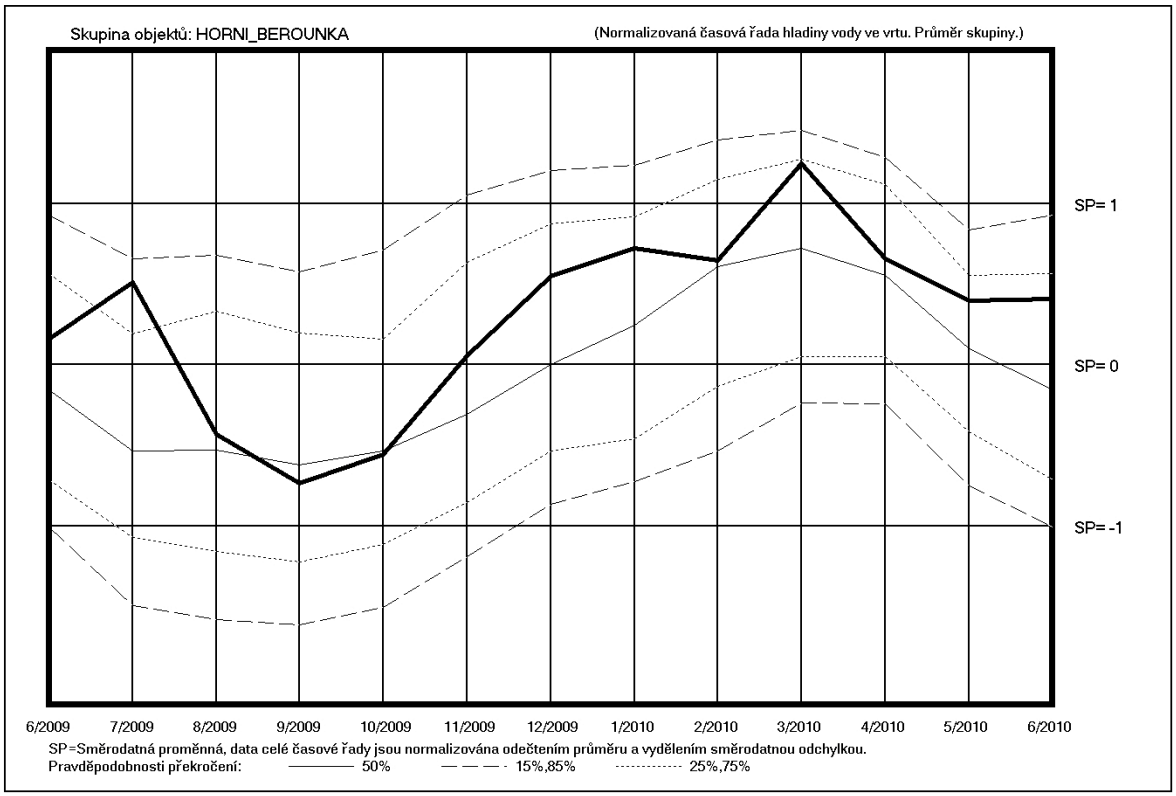


Obr. 2: Mapa hodnocení vrtů podle pravděpodobnosti překročení nadmořských výšek hladin vod



Obr. 3: Mapa nárůstů/poklesů hladin vrtů

Na obrázku Obr. 4 vidíme Graf normalizované časové řady (směrodatné proměnné, tj. od dat je odečten průměr a rozdíl je vydělen směrodatnou odchylkou). Jedná se o průměrnou hodnotu za celou skupinu „Horní Berounka“. Do grafu je v měřítku směrodatné proměnné zakreslen i dlouhodobý roční chod v podobě 15, 25, 50, 75, 85 procentních kvantilů (v opačném pořadí jsou to pravděpodobnosti překročení).



Obr. 4: Graf normalizované časové řady zprůměrované za skupinu vrtů

5. Doporučení

Aktuální mapy hodnocení operativních dat vrtů a pramenů najde zájemce na internetových stránkách OPZV ČHMÚ na adrese: http://www.chmi.cz/hydro/opzv/index.htm (nutno psát úvodní http://) nebo také na nově vznikajících stránkách http://portal.chmi.cz na titulní straně pod záložkou mapy „VODA“ a odkazem „Stav podzemních vod“. Mapy umístěné na internetu jsou v barevném provedení a jsou proto mnohem lépe čitelné, než černobílé ukázky v tomto sborníku. Další bližší informace lze získat na adrese: cerna@chmi.cz nebo sosna@chmi.cz

Kontakty na autora

1 Český hydrometeorologický ústav, OPZV, e-mail: sosna@chmi.cz