

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

# VTEI / 2016 / 5

## TÉMA

# Dopady klimatických změn na hydrologickou bilanci

6 / Teplota vzduchu a srážky na meteorologické stanici Bučnice v povodí horní Metuje

34 / Ochrana vod před dusičnany ze zemědělství

42 / Rozhovor s náměstkem pro hydrologii z ČHMÚ RNDr. Janem Daňhelkou, Ph.D.

# Úpravna vody Bedřichov

Úpravna vody Bedřichov v Jizerských horách je významným zdrojem skupinového vodovodu Liberec – Jablonec nad Nisou. Do provozu byla uvedena v roce 1987. Surovou vodu odebírá z vodního díla Josefův Důl, vybudovaném na říčce Kamenici. Díky moderním technologiím se nyní vyrovná i s výkyvy v kvalitě surové vody. Úpravna vody je dvoustupňová a dvoulinková. Její maximální výkon (výroba upravené pitné vody) je stanoven na 370 litrů za sekundu, průměrný výkon dosahuje 190 l/s.

Severočeské vodovody a kanalizace, a. s. (SČVK), zásobují pitnou vodou z úpravy Bedřichov přibližně 55 000 obyvatel, především v krajském městě Liberec.

Rekonstrukce úpravy vody (ÚV) v roce 2014 zahrnovala doplnění prvního separačního stupně (flotaci) a rekonstrukci druhého separačního stupně

(filtrace). Celkové náklady na stavbu přesáhly 120 milionů korun včetně DPH. Cílem provedené rekonstrukce bylo modernizovat technologii ÚV tak, aby se vyrovnala se zhoršenou kvalitou surové vody, ke které může dojít, když se nárazově zvýší výskyt nežádoucích mikroorganismů, a zajistila výrobu pitné vody v souladu s požadavky legislativy.

Ing. Iveta Kardianová, tisková mluvčí  
Severočeské vodovody a kanalizace, a. s.



# Obsah



- 3** Úvod
- 4** Oddělení hydrologie VÚV TGM, v. v. i.  
Josef Vojtěch Datel
- 6** Teplota vzduchu a srážky na meteorologické stanici Bučnice v povodí horní Metuje  
Pavel Tremel
- 20** Změny hydrologické bilance způsobené vlivem klimatických změn na území Karlovarského kraje  
Adam Beran, Martin Hanel, Magdalena Nesládková
- 
- 26** Korekce chyb srážek a teploty z regionálních klimatických modelů – vliv na modelování odtoku  
Martin Hanel, Roman Kožín
- 34** Ochrana vod před dusičnany ze zemědělství  
Anna Hrabánková

- 41** Autoři VTEI
- 42** Rozhovor s náměstkem pro hydrologii z ČHMÚ RNDr. Janem Daňhelkou, Ph.D.  
Redakce
- 44** Voda základ života  
Jiří Hauptmann



- 45** SOVAK ČR podporuje co nejrychlejší úplný zákaz používání glyfosátu  
Oldřich Vlasák
- 46** Právní vztahy k vodám v období vlády dynastie Lucemburků  
Arnošt Kult



## Vážení čtenáři,

ve dnech, kdy píše tento úvodník, byla jedním z hlavních mediálních témat voda. Není tomu tak jako v roce 2015 touto dobou kvůli aktuálnímu suchu, které bylo korunováno dlouhotrvajícími vysokými teplotami. Letos situace s průměrnými měsíčními srážkovými úhrny není o moc lepší než vloni, nicméně letos občas zaprší, byť většinou jen přívalově. Pole jsou a byla zelená, tráva v zahradách není spálená na troud a člověk má zdání, kdeže loňská sucha jsou. Pravda je, že zemědělské sucho nenastalo, zemědělci pravděpodobně nebudou uplatňovat kompenzace za neúrodu způsobenou suchem v roce 2016, ale jsem si jist, že budou požadovat kompenzace za jiná nepojistitelná rizika. Jinými slovy, nenastalo-li letos zemědělské sucho, máme pocit, že sucho nenastalo vůbec. Hydrologické sucho však pokračuje, hladiny podzemních vod v řadě oblastí stále zaklesávají a problém nejenže přetrvává, ale prohlubuje se. Ale co oči nevidí, srdce nebolí. Z tohoto rčení lze jednoznačně implikovat i chování našich novinářů a médií, zvláště pak médií, které informace zprostředkovávají mimo jiné obrazem. Sucho většinou není dostatečně katastrofické z pohledu počtu obětí na životech a není ani obrazem ztvárnitelné. Hydrologické sucho je tedy veskrze mediálně nezajímavé.

Zaplaťbůh, většina z nás si oddychne, protože za poslední rok bylo mediálně přesušeno. Nicméně mediální tlak, který okolo tohoto hydrologického jevu nastal, měl nejméně dva pozitivní aspekty. Prvním pozitivem byl tlak na politickou reprezentaci, která na všetečné novinářské otázky potřebovala znát odpovědi. A tudíž se ptala hydrologů a chtěla znát odpovědi na otázky, které by jí před obdobím sucha ani nenapadlo si položit, natož na ně hledat odpovědi. Druhý pozitivní aspekt byly dokola veřejně omílané floskule o změně způsobu hospodaření s vodou v krajině, způsobu obhospodařování zemědělské a lesnické půdy, potřebnosti a funkcích vodních děl atp. a jejich předávání laické veřejnosti. Takže dnes i veřejnost začala opakovat tyto otázky a volat po změně způsobu hospodaření s vodou, hospodaření v krajině. Řada laiků začala chápat, že vodní nádrže mohou plnit i jiné funkce

než jen funkce protipovodňové ochrany, zdroje pro výrobu elektřiny a rekreaci. Samozřejmě kromě těch, kterých by se osobně mohla někdy v budoucnu týkat akumulace povrchových vod, ale to už je zase mediálně zajímavější.

Důvod, proč jsem se o tomto problému rozepsal, je moje obava z toho, že se novináři a veřejnost přestanou ptát a politici přestanou poptávat odpovědi od hydrologů, aby sami měli pro občany odpovědi a řešení. A my skončíme tam, kde jsme byli nedávno, a to u přesvědčování přesvědčených, aniž by to kohokoliv z vnějšího nehydrologického světa jakkoliv zajímalo. Budeme-li nějakou práci dělat, pak jen nezbytné minimum a navíc do šuplíků.

To, o čem se v mediálním světě píše nyní, je problematika novely vodního zákona a zvýšení poplatků za odběr podzemní vody. Není mou ambicí sdělovat veřejnosti můj vcelku jednoznačný názor a ani by nebylo vhodné a seriózní zveřejňovat subjektivní názory jednotlivce na toto politikum v recenzovaném periodiku. Nicméně tématem dne je zase voda. Možná existuje příčinná spojitost mezi tím, co jsem zmiňoval výše, a problematikou poplatků. Nebo se laický svět okolo nás začíná měnit, aniž bychom to ve vlastní profesní slepotě pozorovali, a voda se ve veřejnosti stává tím, co predikujeme delší dobu i pro naše zeměpisné šířky, a to strategickou surovinou 21. století, a tudíž i politikem. V tom případě by snad moje obavy byly scestné. Kéž by.



Mgr. Mark Rieder  
ředitel VÚV TGM, v. v. i.

# Oddělení hydrologie VÚV TGM, v. v. i.

Předkládané číslo VTEI přináší čtyři příspěvky dokumentující odbornou šíři řešených problémů v oddělení hydrologie VÚV TGM, v. v. i. Sjednocujícím aspektem výzkumného zaměření odboru byla i v roce 2016 klimatická změna a její dopad na hydrosféru a vodní zdroje, jejichž následky více či méně zasahují do většiny řešených témat.

Příspěvek Pavla Tremla „Teplota vzduchu a srážky na meteorologické stanici Bučnice v povodí horní Metuje“ přináší zajímavé závěry z vyhodnocení dlouhodobých řad měřených meteorologických údajů. Není zcela běžně známo, že VÚV TGM, v. v. i., provádí od 70. let 20. století kromě hydrologických měření také dlouhodobá meteorologická pozorování na třech místech ČR – v Bučnici ve východních Čechách, v Hlasivu v jižních Čechách a v areálu ústavu v Praze-Podbabě. Článek představuje nejzajímavější výsledky měření z jednoho z těchto míst – meteorologické stanice Bučnice v povodí Horní Metuje, která je v ČHMÚ vedena pod názvem Adršpach-Horní Adršpach (H1ADRS01). Korigované měřené údaje ze 17letého období 1999–2015 byly využity pro hodnocení dlouhodobějšího časového vývoje (sezonní, roční, měsíční změny) i pro identifikaci mezi denních změn. V hodnoceném období bylo zjištěno, že se otepluje v průměru o 0,0398 °C za rok, a se změnou klimatu dochází k nárůstu jak nejteplejších dnů, tak i těch nejstudenějších.

Významná regionální hydrologická studie vzniká na území Karlovarského kraje ve spolupráci se státním podnikem Povodí Ohře. S pokračující klimatickou změnou na území ČR vznikají pro vodní hospodářství nové výzvy, související s potřebou dostatečné zabezpečení dodávek pitné i užitkové vody. Již dnes existují na území kraje oblasti s nedostatkem vody z povrchových i podzemních zdrojů a hydrologické modely identifikovaly další potenciální oblasti, kde se bude do budoucna zvětšovat napjatost vodní bilance. Článek Adama Berana, Martina Hanela a Magdaleny Nesládkové pod názvem „Změny hydrologické bilance způsobené vlivem klimatických změn na území Karlovarského kraje“ shrnuje dosavadní stav řešení projektu, jehož hlavním úkolem je navrhnout opatření vedoucí k zabezpečení požadavků na užívání vod v období nedostatku vody s důrazem na maximální využití stávající infrastruktury v konkrétních územích a lokalitách. V příspěvku je popsán dopad klimatické změny na hydrologickou bilanci jak v současné době, tak ve formě modelových simulací hydrologických změn – i pro období 2021–2050 a 2071–2099.

Zásadní problematikou použití pozměněných řad srážek a teplot z klimatických modelů pro modely hydrologické bilance (výzkum podporovaný granty TA ČR TA04020501 a GA ČR 1616549S) se zabývá článek Martina Hanela a Romana Kozína „Korekce chyb srážek a teplot regionálních klimatických modelů a jejich vliv na modelování odtoku“. Rozdělení odtoku v hydrologickém modelu, který využívá korigované srážky a teploty z klimatického modelu, neodpovídá rozdělení odtoku simulovaného na základě reálně pozorovaných časových řad. V příspěvku jsou popsány základní postupy a problémy korekce systematických chyb při použití v hydrologických modelech. Převažující používané postupy se často omezují na korekce v denním časovém kroku (což však nemusí znamenat shodu v případě delších či kratších časových úseků) a na veličiny simulované klimatickým modelem (srážky, teploty), a už nikoliv na veličiny z nich odvozované (odtok). Pro analýzu účinnosti metod korekce systematických chyb na různé veličiny v různých časových měřících byl vyvinut balík MUSICA pro R software.

Zdánlivě poněkud odlišnou problematikou se zabývá příspěvek Anny Hrabánkové „Ochrana vod před dusičnany ze zemědělství“. Článek se věnuje dlouhodobému projektu VÚV TGM zaměřenému na implementaci Nitrátové směrnice 91/676/EHS a stanovováním zranitelných oblastí ve 4letých cyklech revizí. Cílem Nitrátové směrnice (která je do českého právního řádu zavedena § 33 zákona o vodách č. 254/2001 Sb., v platném znění) je snižovat znečištění povrchových a podzemních vod, které pochází ze zemědělských zdrojů, a předcházet dalšímu takovému znečišťování, a to jednak pro zajištění dodávek kvalitní pitné vody a jednak k ochraně povrchové vody před eutrofizací. Zranitelné oblasti, které dnes zabírají 41,9 % rozlohy ČR, jsou území, kde existuje anebo hrozí do budoucna významné znečištění dusičnany ze zemědělských zdrojů. Článek zdůrazňuje nutnost kvalitního monitoringu vod pro správné hodnocení vlivu zemědělského hospodaření na stav vod. I problematika zranitelných oblastí úzce souvisí s klimatickou změnou: dochází k postupným změnám odtoku a infiltrace, zemědělského hospodaření, aplikace hnojiv apod., což má dopad na vymezení zranitelných oblastí.

**RNDr. Josef V. Datel, Ph.D.**  
vedoucí oddělení hydrologie VÚV TGM, v. v. i.



# Teplota vzduchu a srážky na meteorologické stanici Bučnice v povodí horní Metuje

PAVEL TREML

**Klíčová slova:** teplota vzduchu – srážky – denní chod teploty vzduchu – roční chod teploty vzduchu – denní chod srážek – roční chod srážek – metoda součtových řad – Bučnice

## SOUHRN

Článek se zabývá analýzou časových řad teploty vzduchu a srážek na meteorologické stanici Bučnice ve východních Čechách, kterou provozuje Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Je hodnocen průběh ročního a denního chodu obou veličin a analyzovány trendy obou veličin. Byla provedena typizace teploty vzduchu na základě rychlosti jejího růstu vůči maximu a minimu teploty.

## ÚVOD

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., provádí dlouhodobě kromě hydrologických měření i meteorologická pozorování, a to na třech místech České republiky – ve východních Čechách v povodí horní Metuje (stanice Bučnice), v jižních Čechách (stanice Hlasivo – 10 km SV od Tábora) a v areálu VÚV TGM v Praze-Podbabě.

V tomto příspěvku budou představeny nejzajímavější výsledky z měření z jednoho z těchto míst – meteorologické stanice Bučnice.

Meteorologická stanice Bučnice leží na hranici katastrálních území Teplic nad Metují (do kterého zároveň patří) a Adršpachu, jehož místní část Bučnice se nachází přibližně 100 m od areálu meteorologické stanice (obr. 1). Samotný Adršpach je necelé 2 km SZ. GPS souřadnice stanice jsou 50°36'37.356" s. š. a 16°8'57.635" v. d.

Meteorologická stanice Bučnice leží v údolí nedaleko soutoku Bučnice s Metují, je obklopena výrazně vyšším terénem (ve všech směrech s výjimkou SV převýšení o 50 až 60 m na 300 m, na SV nejprve mírný nárůst nadmořské výšky, poté větší převýšení, celkově 90 m na 1,1 km, největší terénní překážku tvoří vrchol Lada 900 m SZ od stanice s převýšením 130 m). Tento faktor je spolu s nadmořskou výškou 493 m a okolním zalesněným terénem hlavním klimatotvorným faktorem. Na stanici bývají v zimě měřeny jedny z nejnižších teplot v republice.

Údaje z meteorologické stanice Bučnice lze nalézt pod více názvy. Oficiální název stanice je Bučnice podle nedaleké místní části a potoka, který zde protéká. Název Bučnice je používán Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v. v. i., a takto je uváděn ve všech studiích. Stanice je zapojena rovněž do pozorovací sítě Českého hydrometeorologického ústavu – tam je ale uvedena pod označením Adršpach-Horní Adršpach (HIADRS01). Měření lze sledovat online na adrese: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/KW/Captor/tmp/DMULTI-HIADRS01.gif>.

Meteorologická pozorování byla pravděpodobně zahájena v 60. letech 20. století, avšak data jsou k dispozici až od 70. let 20. století. Dne 20. listopadu 1998

začalo automatické měření veličin po 15 minutách, od 25. 3. 2010 se přešlo na měření každých 10 minut.

V tomto příspěvku budou vyhodnoceny korigované měřené údaje ze 17letého období 1999–2015, z něhož byly k dispozici jak údaje pro možné hodnocení dlouhodobějšího časového vývoje (sezonní, roční, měsíční změny), tak i pro možné hodnocení mezidenních změn. Roční odvozené charakteristiky (průměr, minimum, maximum, kvantily) jsou odvozeny z ročních průměrů (tzn. ze 17 ročních hodnot), měsíční charakteristiky z měsíčních průměrů odpovídajících si měsíců (tzn. např. průměrná červencová teplota z 17 průměrných červencových teplot), denní charakteristiky z denních hodnot.

Kromě teplot vzduchu a srážek se na Bučnici měří i směr a rychlost větru, délka trvání slunečního svitu, radiace a relativní vlhkost vzduchu. Údaje o větru jsou ovlivněny polohou stanice, délka slunečního svitu nebyla v letech 2005–2009 měřena správně.

Fyzicko-geografickou charakteristiku oblasti a analýzu hydrologické bilance lze nalézt v publikaci [1].



Obr. 1. Poloha stanice Bučnice (zdroj podkladové mapy: mapy.cz)  
Fig. 1. Location of the Bučnice meteorological station





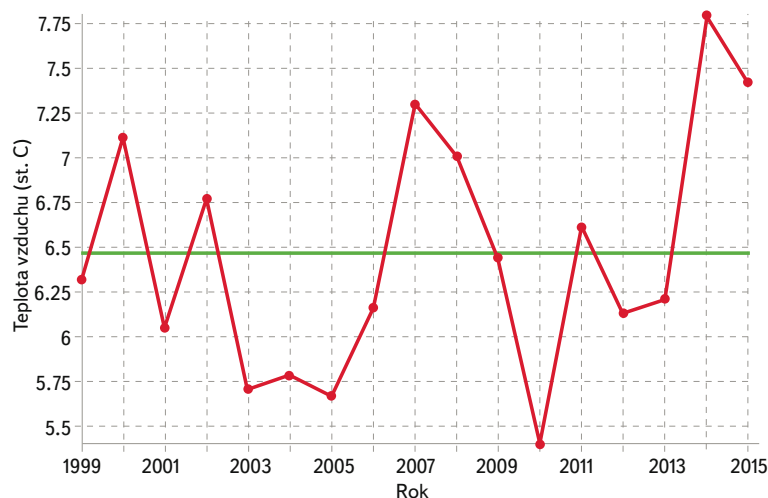
Obr. 2. Meteorologická stanice Bučnice  
Fig. 2. The Bučnice meteorological station

## TEPLOTA VZDUCHU

### Trendy v denních, měsíčních a ročních teplotách

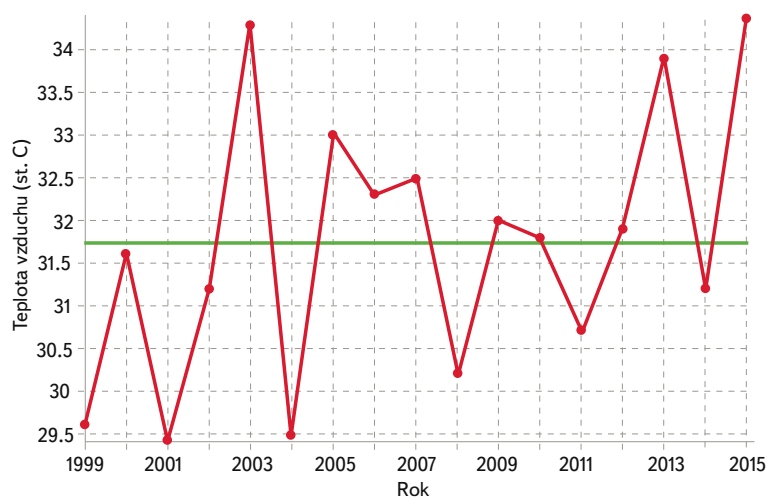
Průměrná roční teplota vzduchu je 6,46 °C (obr. 3), nejnižší 5,4 °C z roku 2010 (obr. 5), nejvyšší 7,8 °C z roku 2014 (obr. 4). Za sledované období 17 let (1999–2015) vzrostla průměrná teplota o 0,68 °C, tzn. v průměru o 0,04 °C za rok. Nejchladnějším měsícem byl leden 2006 s průměrnou teplotou -9,4 °C, nejteplejší červenec 2006 s teplotou 18,4 °C. Leden 2006 byl měsícem i s největší zápornou odchylkou teploty od průměru -6,9 °C (obr. 31), naopak leden 2007 byl nejteplejší, s kladnou teplotní odchylkou 5,2 °C. Nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou teplotou 16,1 °C, nejchladnější leden s průměrnou teplotou -3,1 °C. Významné kvantily pro jednotlivé měsíce jsou znázorněny na obr. 9.

Absolutně nejnižší teplota -31,5 °C byla naměřena 3. 2. 2012 v 6:30 hodin, nejvyšší teplota 34,4 °C byla změřena 8. 8. 2015 v 13:10 hodin. Nejnižší průměrná denní teplota -24,5 °C byla naměřena 3. 2. 2012 (tzn. ve stejný den jako absolutně nejnižší teplota), nejvyšší denní průměrná teplota 23,4 °C byla změřena 8. 8. 2013. Hodnoty nejvyšších teplot vzduchu se pozvolna zvyšují (obr. 4, tabulka 1), přičemž oteplování odpovídá i nárůstu počtu charakteristických dnů s kladnou teplotou – nejvíce se projevuje u počtu dní s vyšší teplotou (tabulka 2 až 4, obr. 6). U počtu dnů s charakteristickou zápornou teplotou vzduchu (tabulka 2 až 4, obr. 7) převažoval do roku 2006 vzestup počtu dnů se zápornou teplotou, v následném období pak dochází ke značné variabilitě počtu chladnějších a teplejších dnů, tomu odpovídá i nejprve se snižující minimální hodnota teploty vzduchu v roce a následně výrazné meziroční kolísání minimální roční teploty vzduchu. Podrobnější vyhodnocení vývoje počtu vybraných charakteristických teplot v jednotlivých letech je uvedeno v tabulkách 2 až 4, v tabulce 1 jsou pak roční extrémy.



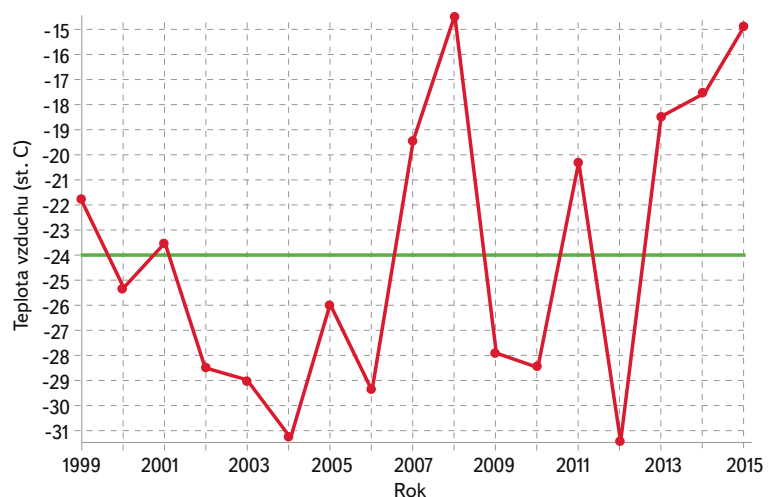
Obr. 3. Průměrná roční teplota vzduchu v jednotlivých letech (zeleně vyznačen průměr za celé období)

Fig. 3. Average annual air temperature



Obr. 4. Roční maxima teploty vzduchu v jednotlivých letech (zeleně vyznačen průměr za celé období)

Fig. 4. Maximum annual air temperature



Obr. 5. Roční minima teploty vzduchu v jednotlivých letech (zeleně vyznačen průměr za celé období)

Fig. 5. Minimum annual air temperature

Tabulka 1. Extrémy teploty v jednotlivých letech

Table 1. Extremes in the air temperature

Rok	Minimální teplota	Maximální teplota	Průměrná denní teplota	Medián denní teploty
1999	-21,8	29,6	6,3	6,5
2000	-25,3	31,6	7,1	8,0
2001	-23,5	29,4	6,1	7,4
2002	-28,5	31,2	6,8	6,5
2003	-29,0	34,3	5,7	5,7
2004	-31,3	29,5	5,8	6,9
2005	-26,0	33,0	5,7	5,8
2006	-29,4	32,3	6,2	7,8
2007	-19,4	32,5	7,3	6,7
2008	-14,4	30,2	7,0	6,6
2009	-27,9	32,0	6,4	6,9

Tabulka 2. Počet dní s charakteristickou průměrnou denní teplotou v jednotlivých letech

Table 2. Number of days with the average characteristic temperature

Rok	Nad 20	Nad 15	Nad 10	Nad 5	Pod 0	Pod -5	Pod -10
1999	2	40	139	207	87	19	4
2000	3	42	142	221	64	17	4
2001	2	53	137	199	101	24	6
2002	5	67	141	208	65	30	10
2003	4	63	138	190	100	38	19
2004	1	40	131	209	91	32	8
2005	3	57	128	197	97	38	8
2006	11	55	141	223	89	41	21
2007	4	65	127	208	42	11	1
2008	1	58	120	215	53	10	0
2009	1	48	139	215	67	28	12
2010	8	53	132	204	99	54	22
2011	1	61	142	206	73	19	11
2012	9	63	137	203	75	31	20
2013	10	46	135	200	95	29	0
2014	8	51	155	228	36	12	2
2015	15	57	128	215	48	5	0
Min	1	40	120	190	36	5	0
Max	15	67	155	228	101	54	22
Průměr	5	54	136	209	75	26	9
Medián	4	55	137	208	75	28	8

Rok	Minimální teplota	Maximální teplota	Průměrná denní teplota	Medián denní teploty
2010	-28,5	31,8	5,4	6,5
2011	-20,3	30,7	6,6	6,8
2012	-31,5	31,9	6,1	6,1
2013	-18,5	33,9	6,2	7,0
2014	-17,5	31,2	7,8	8,2
2015	-14,8	34,4	7,4	7,1
Průměr	-24,0	31,7	6,5	6,8
Minimum	-31,5	29,4	5,4	5,7
Maximum	-14,4	34,4	7,8	8,2
Medián	-25,3	31,8	6,3	6,8

Tabulka 3. Počet dní s charakteristickou maximální denní teplotou v jednotlivých letech

Table 3. Number of days with the maximal characteristic temperature

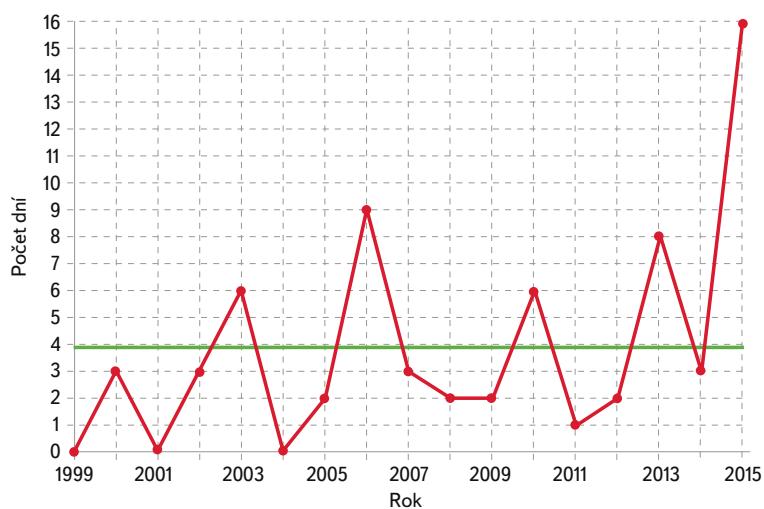
Rok	Nad 30*	Nad 25**	Nad 20	Nad 15	Nad 10	Nad 5	Pod 0***	Pod -5	Pod -10****
1999	0	16	78	146	198	241	48	8	1
2000	3	27	86	139	203	267	29	8	0
2001	0	22	67	134	192	238	49	4	1
2002	3	33	94	146	197	269	44	12	3
2003	6	44	105	159	196	246	50	9	2
2004	0	19	68	147	207	249	54	10	2
2005	2	23	78	154	204	246	62	8	0
2006	9	38	85	156	211	259	58	12	1
2007	3	36	87	147	214	272	21	3	0
2008	2	29	82	147	202	279	19	1	0
2009	2	24	87	162	207	249	45	12	3
2010	6	30	65	132	199	253	76	26	3
2011	1	29	100	160	211	264	32	6	0
2012	2	35	88	156	204	269	39	18	9
2013	8	26	80	139	198	243	51	10	0
2014	3	29	75	166	226	300	19	7	0
2015	16	40	82	150	217	281	16	0	0
Min	0	16	65	132	192	238	16	0	0
Max	16	44	105	166	226	300	76	26	9
Průměr	4	29	83	149	205	260	42	9	1
Medián	3	29	82	147	204	259	45	8	1

Pojmenování dnů: \* tropický den, \*\* letní den, \*\*\* ledový den, \*\*\*\* arktický den

Tabulka 4. Počet dní s charakteristickou minimální denní teplotou v jednotlivých letech  
Table 4. Number of days with the minimum characteristic temperature

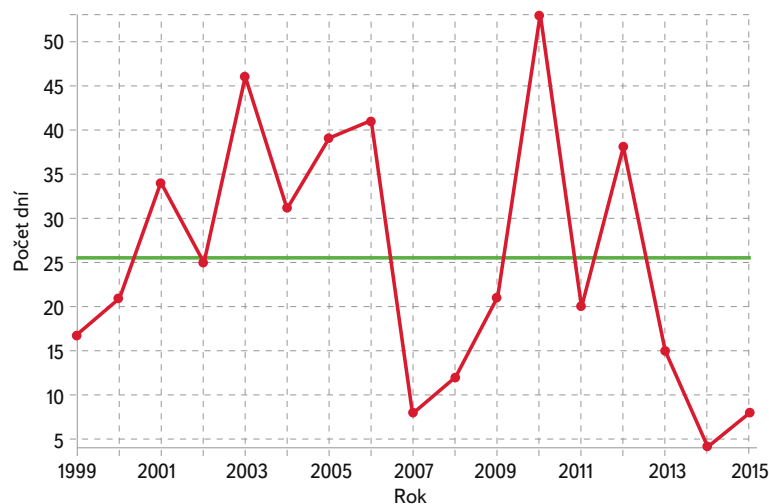
Rok	Nad 20*	Nad 15	Nad 10	Nad 5	Pod 0**	Pod -5	Pod -10	Pod -15	Pod -20	Pod -25	Pod -30
1999	0	3	34	108	163	57	17	5	4	0	0
2000	0	0	22	108	129	40	21	8	2	1	0
2001	0	1	35	120	160	75	34	14	5	0	0
2002	0	2	35	118	140	54	25	13	5	5	0
2003	0	0	18	93	183	87	46	28	13	6	0
2004	0	0	19	96	167	76	31	18	7	5	1
2005	0	1	26	97	177	80	39	19	8	1	0
2006	0	2	34	115	147	74	41	30	13	4	0
2007	0	0	29	112	148	47	8	1	0	0	0
2008	0	1	17	92	149	45	12	0	0	0	0
2009	0	0	32	98	156	58	21	15	5	1	0
2010	0	3	38	116	158	93	53	26	12	1	0
2011	0	0	34	107	160	70	20	11	1	0	0
2012	0	2	30	104	151	70	38	24	14	7	2
2013	0	2	30	104	155	60	15	2	0	0	0
2014	0	1	40	124	117	46	4	1	0	0	0
2015	0	0	34	93	160	45	8	0	0	0	0
Min	0	0	17	92	117	40	4	0	0	0	0
Max	0	3	40	124	183	93	53	30	14	7	2
Průměr	0	1	30	106	154	63	25	13	5	2	0
Medián	0	1	32	107	156	60	21	13	5	1	0

Pojmenování dnů: \* den s tropickou nocí, \*\* mrazový den



Obr. 6. Počet dní s maximální teplotou nad 30 °C (tzv. tropických dnů; zeleně vyznačen průměr za celé období)

Fig. 6. Number of days with the maximal temperature over 30 °C



Obr. 7. Počet dní s minimální teplotou pod -10 °C (zeleně vyznačen průměr za celé období)

Fig. 7. Number of days with the minimal temperature below -10 °C

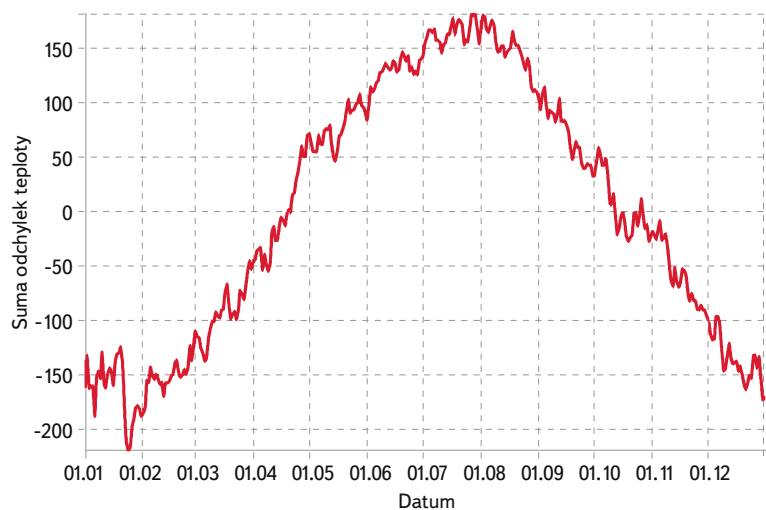
## Datum výskytu nejnižší a nejvyšší teploty v roce, období největšího růstu a poklesu teploty, teplotní singularity

Nejnižší teplota vzduchu byla naměřena nejdříve 8. prosince 2013, nejpozději 27. února 2001, medián hodnot připadá na 24. ledna, průměr na 17. leden (souvisí s prosincovými minimy teplot). Nejvyšší teplota vzduchu byla změřena nejdříve 20. června 2002, nejpozději 26. srpna 2011. Průměrně se vyskytuje kolem 20. července, medián připadá na 21. červenec. Nejčastějším měsícem výskytu ročního maxima teploty je měsíc červenec (53 % případů), následuje měsíc srpen (29 %) a červen (18 %). Roční minimum teploty se nejčastěji vyskytuje v lednu (47 % případů), následuje prosinec (29 %) a únor (24 %).

V období mezi minimem roční teploty vzduchu a následným maximem roční teploty vzduchu teplota roste a v období mezi maximem roční teploty vzduchu a následným minimem roční teploty vzduchu teplota klesá. Růst i pokles teploty není stejnoměrný. Vyhodnotit změny v ročním chodu teploty vzduchu je možno více způsoby.

Nejjednodušeji je možno analyzovat změny v ročním chodu teploty vzduchu pomocí křivky sestavené na základě kumulace součtu odchylek teploty vzduchu jednotlivých dnů od ročního průměru příslušného roku za celé období pozorování (obr. 8).

Nejnižší teplota v roce v tomto případě připadá na 24. leden, přičemž je patrný významný propad teploty vzduchu v období mezi 19. lednem a 5. únorem. Nejvyšší teplota vzduchu připadá na 29. červenec, přičemž v nejteplejším období v roce přibližně mezi 16. červencem a 8. srpnem nejsou výrazné výkyvy teploty. Na křivce růstu teploty vzduchu dochází k významnějším poklesům teploty oproti průměru v období od 19. do 28. března, mezi 4. a 9. dubnem, následně na počátku května nastává zpomalení růstu teploty, mezi 10. až 14. květnem pak výrazný pokles teploty (označován jako tzv. ledoví muži). Další singularita v chodu teploty nastává po 11. červnu, kdy dochází k dlouhodobějšímu zastavení růstu teploty. V tomto období převládá vlhké Z a SZ proudění, označované nesprávně jako letní evropský monzun, popř. jako Medard. Na sestupné fázi křivky teploty vzduchu je patrné zastavení poklesu teploty na začátku září (2.–12. září) a následně v období babího léta (mezi 19. zářím a 7. říjnem). Následně dochází k zastavení poklesu teploty mezi 13. říjnem a 7. listopadem. Krátkodobě dochází k zastavení poklesu teploty ještě mezi 11. a 18. listopadem.



Obr. 8. Průměrný roční chod teploty vzduchu

Fig. 8. Annual air temperature distribution

Za významné singularity v teplotě vzduchu na Bučnici lze označit květnové a červnové ochlazení, babí léto a oteplení od druhé poloviny října do začátku listopadu. Ostatní odchylky v teplotě vzduchu jsou méně výrazné, a proto toto období nelze považovat za singularity. Jedná se i o vánoční oblevu, oteplení mezi 26. a 28. prosincem, které je srovnatelné s ostatními teplotními odchylkami v zimě či v jiných částech křivky. Tento poznatek souhlasí i se studií [2], kde autoři studovali výskyt vánoční oblevy na 43 různých položených stanicích v období let 1961 až 2008 a žádnou souvislost zde nenalezli.

Další možnou metodou k analýze ročního chodu teploty vzduchu je možnost využití metody součtových řad, která hledá období největšího růstu teploty (NRV) a období největšího poklesu teploty (NRP) na základě kumulovaného součtu mezidenních odchylek teploty vzduchu od průměru. Období NRV je období, v němž teplota vzduchu nejrychleji roste a období NRP je období, v němž teplota vzduchu nejrychleji klesá. Podrobný popis metody součtových řad je uveden v článku [3].

Podle polohy období NRV a NRP vzhledem k teplotnímu extrému (maximu nebo minimu teploty) lze provést typizaci extrémů na čtyři typy [4]. Pro označení jednotlivých typů extrémů jsou použita písmena V a U, kde písmeno V označuje rychlý vzestup (resp. pokles) teploty a písmeno U pomalý vzestup (resp. pokles) teploty před nebo po dnu extrému. Pro maximální teplotu jsou definovány následující čtyři typy extrémů:

**1. Typ VV** – období největšího vzestupu teploty předchází dnu s výskytem nejvyšší teploty v roce a po dnu výskytu nejvyšší teploty v roce následuje období největšího poklesu teploty;

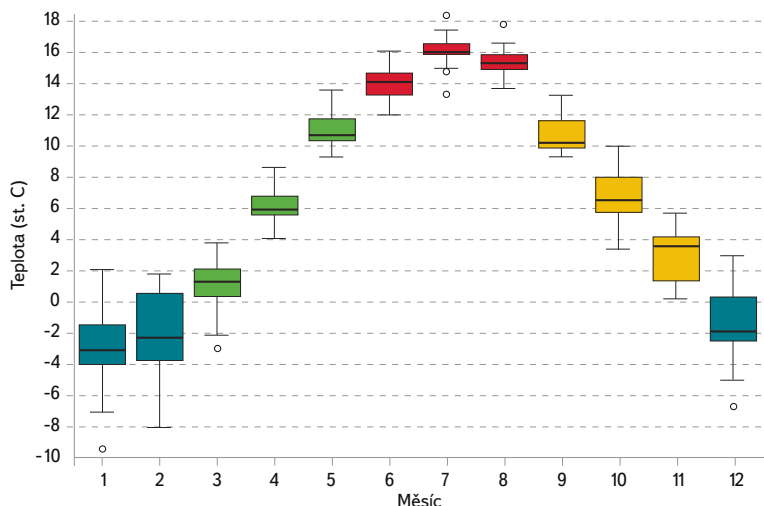
**2. Typ VU** – období největšího vzestupu teploty předchází dnu s výskytem nejvyšší teploty v roce, po dnu výskytu nejvyšší teploty v roce nastává období s pozvolným poklesem teploty;

**3. Typ UV** – nastává pozvolný vzestup teploty až ke dnu s nejvyšší teplotou v roce, po dnu s nejvyšší teplotou v roce následuje rychlý pokles teploty v období největšího poklesu teploty;

**4. Typ UU** – před dnem výskytu nejvyšší denní teploty v roce nastává pozvolný vzestup teploty a po dnu výskytu nejvyšší denní teploty v roce nastává pozvolný pokles teploty vzduchu.

Obdobná typizace platí i pro minimální teplotu s tím, že se hodnotí poloha výskytu období největšího poklesu před minimem a období největšího růstu po minimu.

U maximální teploty vzduchu (obr. 11) převládá pozvolný typ UU (všechny případy), u minima typ, v němž buď před, nebo po dni minimální teploty následuje významný pokles teploty vzduchu (82 %) – ve 41 % případů převládá typ VU, ve 29 % případů typ VV, ve 12 % případů typ UV, pozvolný typ UU nastal v 18 % případů. Převaha typu, v němž buď před, nebo po dni minimální teploty následuje významný pokles teploty vzduchu, je dán advekcí chladného vzduchu. Ochlazení, které přitom nastává, je velmi výrazné (pokles průměrné denní teploty vzduchu během několika dnů o více než  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Pokud je pokles teploty před výskytem minima menší nebo vzestup teploty po výskytu minima menší, tak převažuje růst teploty v jiné části roku, navíc období NRV (NRP) trvá déle. Obdobné zastoupení jednotlivých typů extrémů je popsáno i v [4].



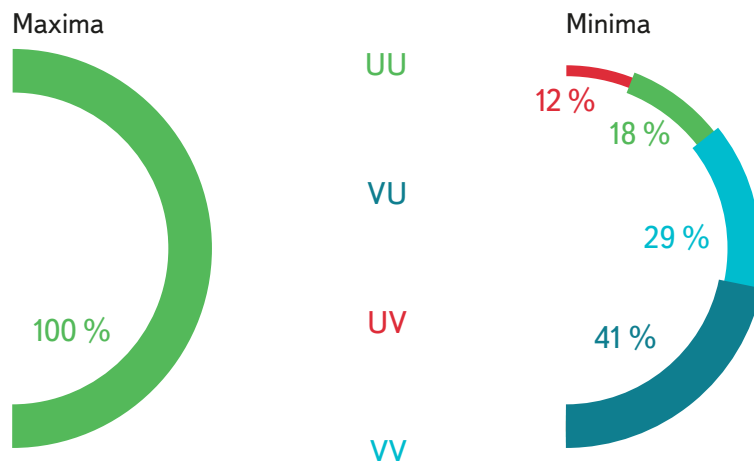
Obr. 9. Průměrný roční chod teploty po jednotlivých měsících (barevně ohraničené hodnoty mezi 25 a 75% kvantilem, dělicí čára v této oblasti představuje hodnotu mediánu, tečkovanou čarou s ohraničením jsou zobrazeny hodnoty mezi 5 a 95% kvantilem, kolečky pak odlehlejší nejmenší a největší hodnoty; obdobně jsou použity symboly i na obr. 20 až 27

Fig. 9. Annual air temperature distribution

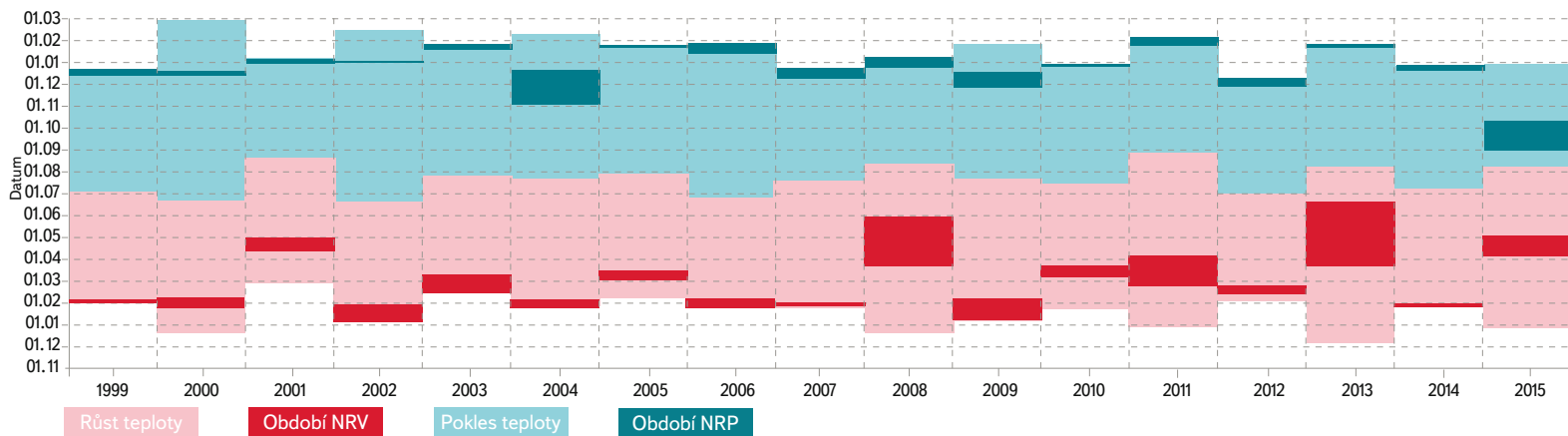
Období NRV nejdříve začalo 5. ledna a nejpozději 14. dubna, průměr a medián připadá na polovinu února (medián 12. únor, průměr 16. únor). Období NRV nejdříve skončilo 29. ledna a nejpozději 20. června, medián připadá na 24. únor a průměr na 13. březen (pozdější hodnota průměru je dána zejména velmi pozdními konci období NRV v letech 2008 a 2013). V roce 2008 trvalo období NRV od 25. března do 31. května, tzn. 68 dnů. Období NRP začalo nejdříve 4. listopadu a nejpozději 22. ledna, střední hodnoty výskytu připadají na 22. prosinec (průměr), resp. 23. prosinec (medián). Období NRP končilo mezi 8. prosincem a 3. únorem, kde medián hodnot připadá na 31. prosinec a průměr na 3. leden. Variabilita výskytu období NRV a NRP je ukázána na obr. 10.

## Datum výskytu nejnižší a nejvyšší teploty během dne, období největšího růstu a poklesu teploty

Roční chod teploty vzduchu je jednoznačný – minimum teploty bývá v zimním půlroce, maximum v letním půlroce. V denním chodu zpravidla bývá (obr. 14) minimum ráno a maximum odpoledne, avšak zejména při malé denní amplitudě vzduchu či při přechodu front tomu tak být nemusí a může být minimum a maximum teploty kdykoliv během dne (obr. 12). Tyto případy jsou typické hlavně pro zimu, avšak ve výjimečných případech tato situace může nastat i v létě. Přestože je variabilita denních chodů teploty vzduchu značná, tak v měsíčním průměru ve všech případech převládá již obvyklý denní chod teploty (obr. 13) s ranním minimem mezi 4. a 8. hodinou ranní (minimum se vyskytuje před východem Slunce) a odpoledním maximem (mezi 12. a 16. hodinou). V zimě nastává při typickém denním chodu maximum dříve (většinou do 1 hodiny po kulminaci Slunce), v létě později (až 3 hodiny po kulminaci Slunce; v létě je Slunce výše, více prohřeje vzduch). V jednotlivých letech se průměrné měsíční chody teploty vzduchu mírně liší. Zprůměruje-li se denní chod teploty ze všech dnů v roce, pak je zcela vyhlazený a meziročně se nemění (shodný tvar jako na obr. 15), nejnižší teplota nastává po 4. hodině ranní a nejvyšší před 14. hodinou. Meziročně se liší pouze suma odchylek teploty od průměru.

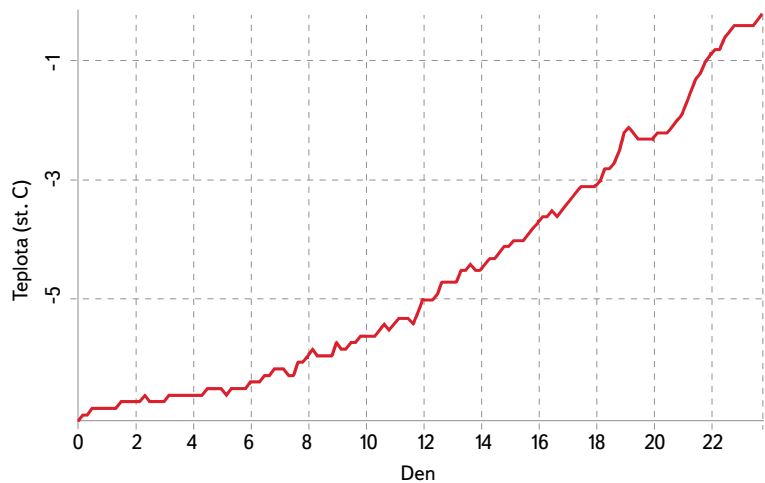


Obr. 11. Zastoupení jednotlivých typů extrémů v ročním chodu  
Fig. 11. Representation of individual types of extremes

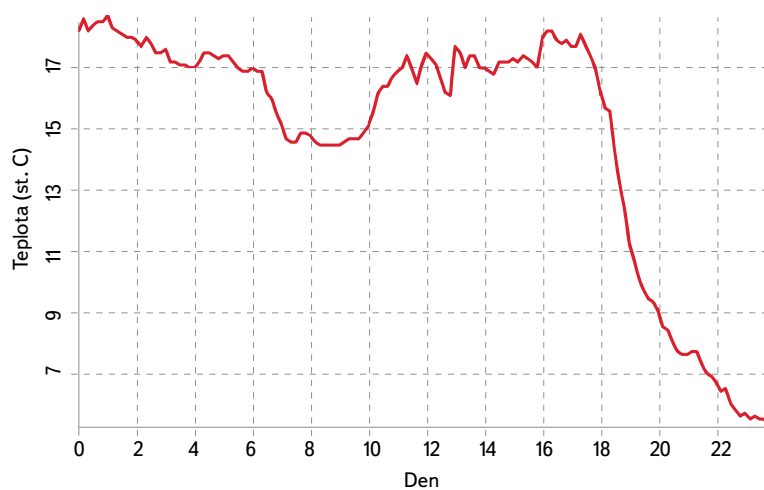


Obr. 10. Datum výskytu nejvyšší a nejnižší teploty v roce, období největšího růstu a poklesu teploty (datum výskytu nejvyšší teploty je zobrazeno jako přechod mezi zelenou a červenou barvou, datum výskytu nejnižší teploty jako přechod mezi bílou a červenou barvou)

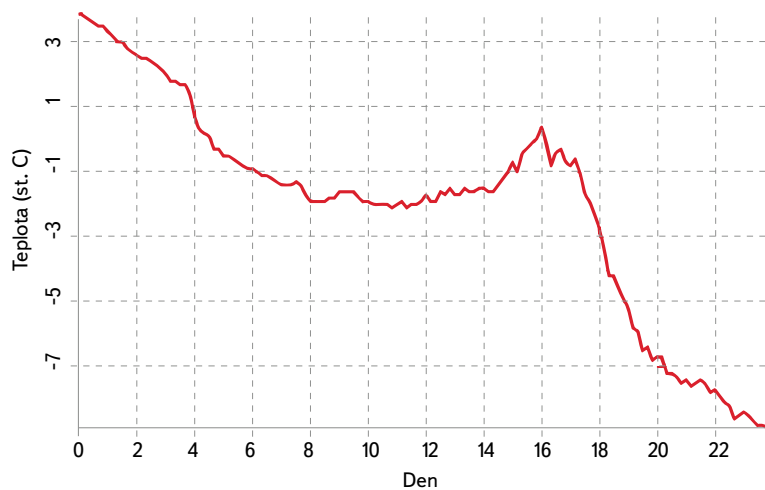
Fig. 10. Dates of the highest and lowest temperatures of the year, the period of the biggest growth and decrease in temperature



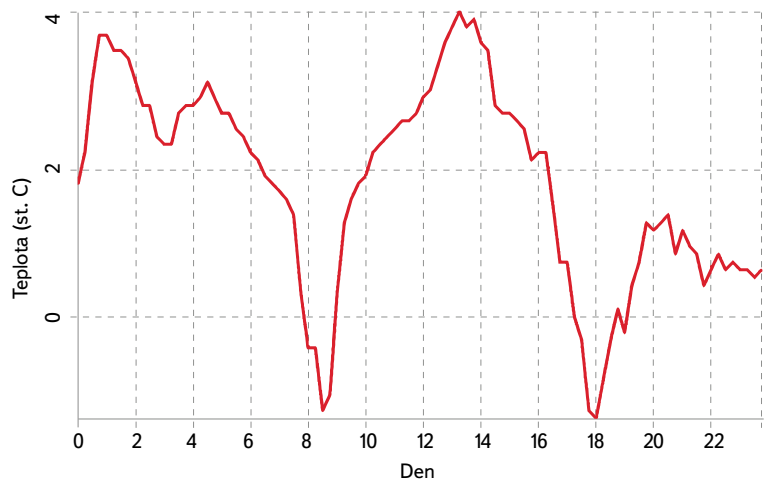
a) Denní chod z 6. 1. 2011 v časovém intervalu 10 minut



c) Denní chod z 25. 8. 2015 v časovém intervalu 10 minut

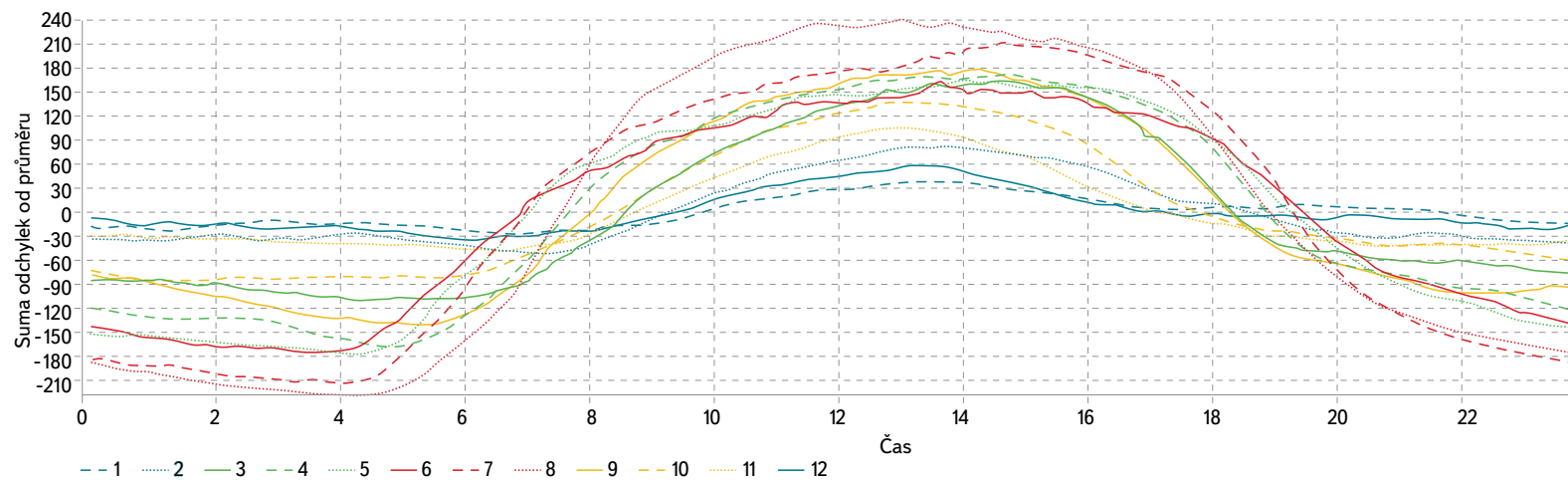


b) Denní chod z 22. 3. 2015 v časovém intervalu 10 minut

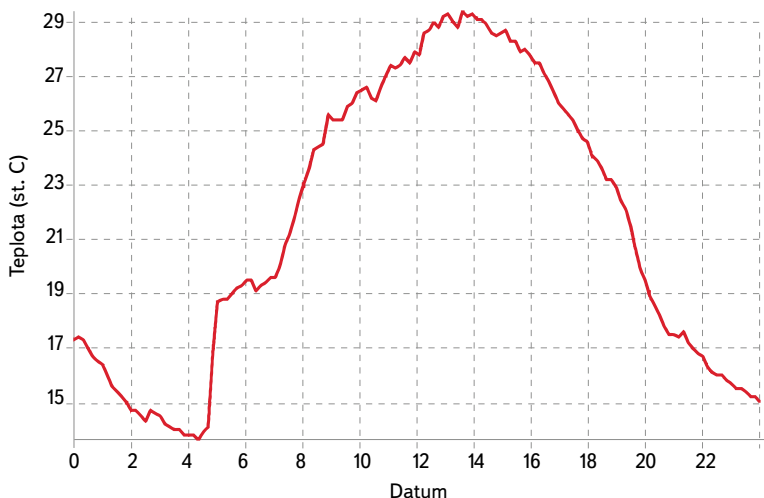


d) Denní chod z 25. 1. 2008 v časovém intervalu 15 minut

Obr. 12. Příklady atypického denního chodu teploty vzduchu  
Fig. 12. An example of an atypical distribution of air temperature



Obr. 13. Průměrný denní chod teploty vzduchu v jednotlivých měsících roku 2015 v časovém intervalu 10 minut  
Fig. 13. Average daily distribution of air temperature



Obr. 14. Příklad typického denního chodu teploty vzduchu – denní chod teploty vzduchu z 9. 8. 2015 v časovém intervalu 10 minut

Fig. 14. An example of a typical distribution of air temperature

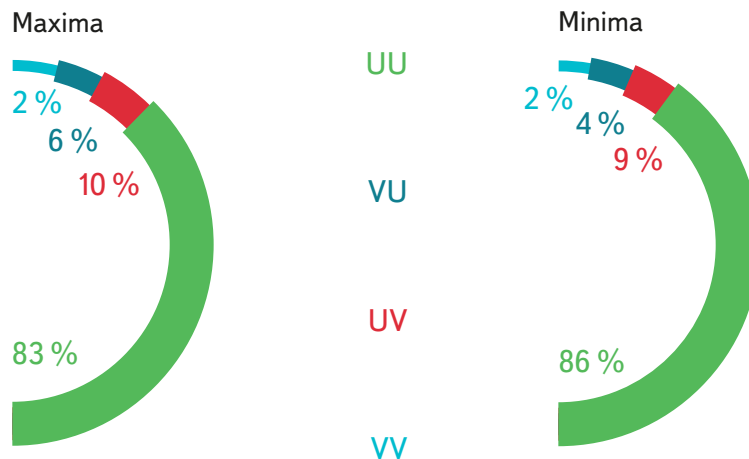


Obr. 15. Průměrný denní chod teploty vzduchu v roce 2015 v časovém intervalu 10 minut  
Fig. 15. Average daily distribution of air temperature

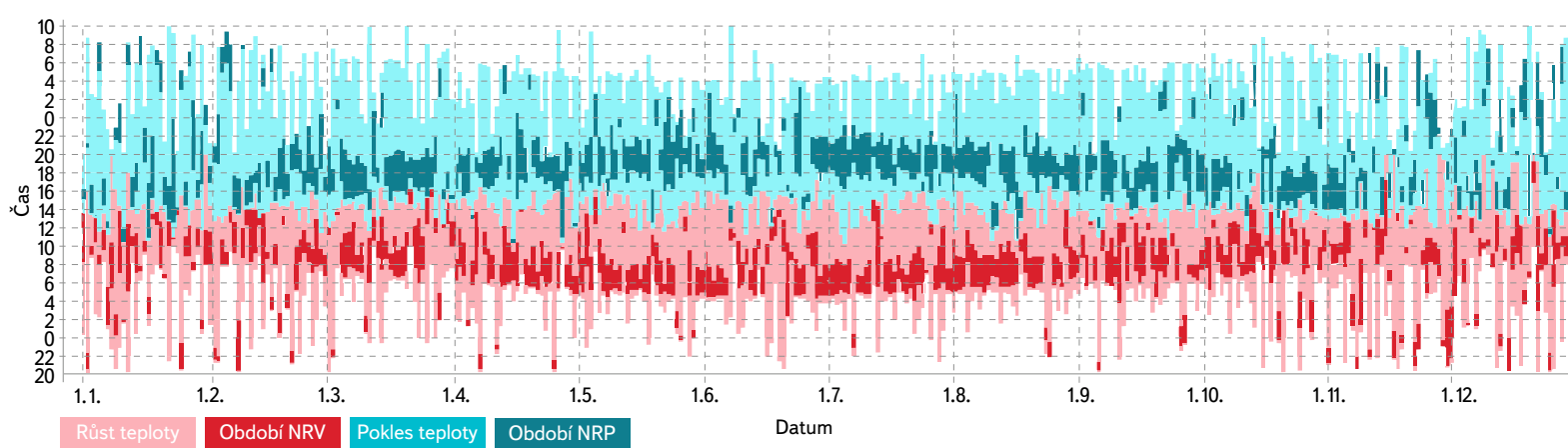
K analýze denního chodu teploty vzduchu je možno stejně jako k analýze ročního chodu teploty vzduchu použít metodu součtových řad, přičemž minimum a maximum teploty se nebude hledat v řadě denních teplot, ale v řadě 10 (resp. 15) minutových teplot. Období NRV se hledá mezi 10. a 20. hodinou a období NRP mezi 20. a 10. hodinou.

Metoda součtových řad početně jiným způsobem dokazuje hlavní vliv výšky Slunce na denní chod teploty vzduchu (obr. 17). Dalšími faktory je charakter počasí (přechod front, bouřková činnost ap.) a oblačnost (zejména v zimním období při malé teplotní amplitudě).

Vlivem těchto faktorů jednoznačně dominuje typ extrému UU (86 % u minima teploty, 83 % u maxima teploty), přičemž typ VV se vyskytuje pouze ve 2 % případů (obr. 16). Průměrná poloha období NRV a NRP přesně odpovídá nejstřednější části křivky průměrného denního chodu teploty.



Obr. 16. Zastoupení jednotlivých typů extrémů v denním chodu  
Fig. 16. Representation of individual types of extremes



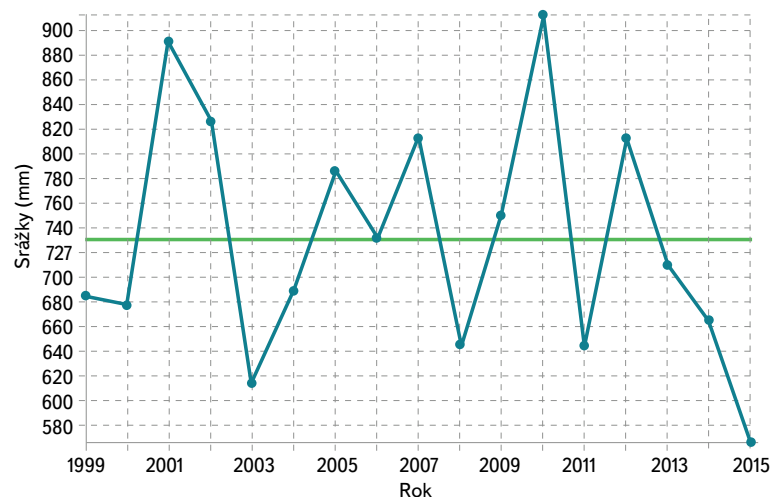
Obr. 17. Čas výskytu nejvyšší a nejnižší teploty během dne, období největšího růstu a poklesu teploty během jednotlivých dnů roku 2015  
Fig. 17. Time of occurrence of the highest and lowest temperatures during the day, greatest period of growth and a drop in temperature across days of 2015

## SRÁŽKY

Průměrný roční úhrn srážek je 730 mm, nejvyšší úhrn srážek byl naměřen v roce 2010 – téměř 913 mm, nejnižší 565 mm – v roce 2015 (tabulka 5, obr. 18, obr. 30). Průměrný počet dnů beze srážek (dnem beze srážek se rozumí den s nulovými nebo neměřitelnými srážkami do 0,1 mm; den se srážkou se rozumí den s úhrnem srážek větším nebo rovným 0,1 mm) je 162 dnů, což je přibližně 44 % všech dnů. Největší sucho, definované na základě počtu bezesrážkových dnů, bylo v roce 2011, beze srážek bylo 205 dnů, nejmenší pak v roce 2001, beze srážek bylo 134 dnů. Dochází k pozvolnému růstu počtu dnů beze srážek (obr. 19). Naopak počet dnů s úhrnem srážek nad 10 mm (tzn. včetně 10,0 mm) dlouhodobě nevyskytuje změnu v trendu. V průměru se vyskytuje 18,5 dne se srážkami vyššími než 10 mm, což je obdobná hodnota jako medián (18 mm). Nejvíce dnů se srážkami nad 10 mm bylo v roce 2010 – 22 dnů, nejméně v roce 2015 – 12 dnů. Na Bučnici se nevyskytl žádný kalendářní měsíc zcela beze srážek, nule se blížil úhrn srážek v listopadu 2011 – úhrn 0,1 mm (beze srážek bylo období od 28. října

do 29. listopadu, 30. listopadu v 16:00 bylo změřeno 0,1 mm, souvislé období se srážkami pak začalo 3. prosince). Úhrn do 10 mm (obr. 31) byl zaznamenán v 7 měsících, úhrn do 20 mm v 16 měsících. Nejvyšší měsíční úhrn srážek byl změřen v srpnu 2006 – 209,9 mm, což je jediný měsíc s úhrnem srážek nad 200 mm. Úhrn nad 100 mm byl zaznamenán ve 27 měsících. Při uvažování ročního chodu byl nejextrémnější únor 2002, kdy bylo naměřeno o více než 200 % srážek, než je v únoru obvyklé. Nejvyšší denní srážky byly 7. srpna 2006 – 61 mm.

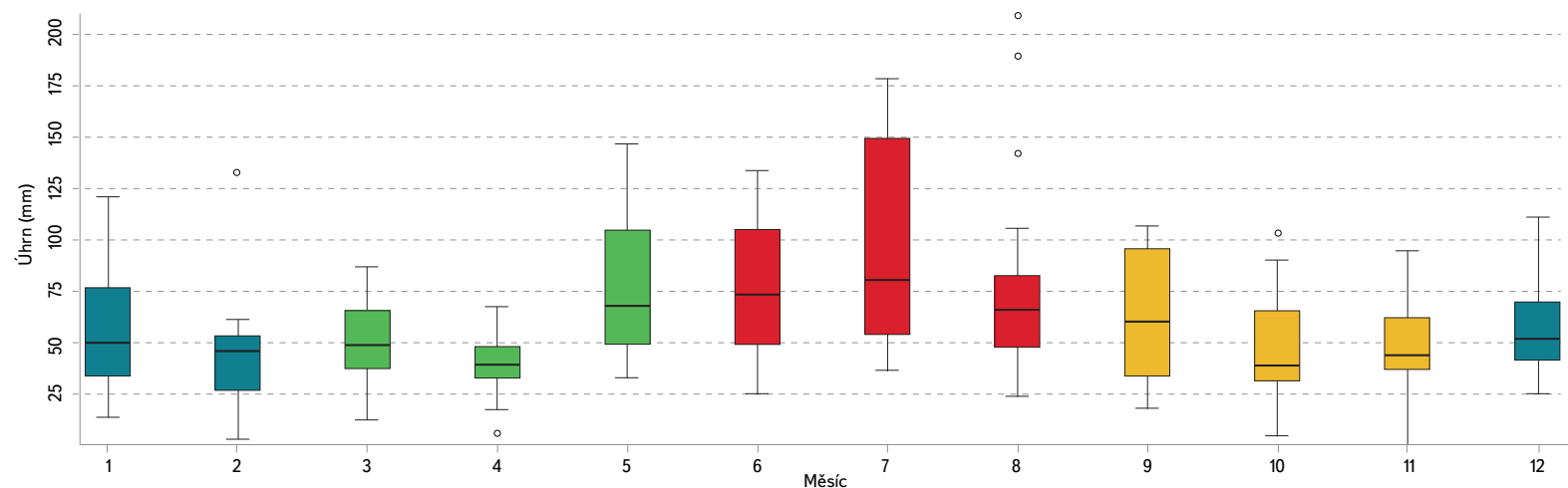
Pro analýzu sucha je důležité porovnání úhrnu srážek s velikostí teploty vzduchu. Z tohoto hlediska byly roky s nejnepříznivější kombinací malého úhrnu srážek a nadprůměrné teploty vzduchu roky 2014 a 2015, v měsíčním hodnocení jsou období s nejmenšími srážkami a větší odchylkou teploty vzduchu (obr. 31) hlavně v zimních měsících. Z měsíců mimo zimní období byl úhrn srážek do 20 mm a odchylka teploty nad 3 °C pouze v jednom měsíci – říjnu 2000 (průměrná teplota 9,8 °C, což je o 3 °C více než je průměr, srážky 18 mm, což je o 60 % méně než je průměr).



Obr. 18. Úhrn srážek v jednotlivých letech (zeleně vyznačen průměr za celé období)  
Fig. 18. Total precipitation



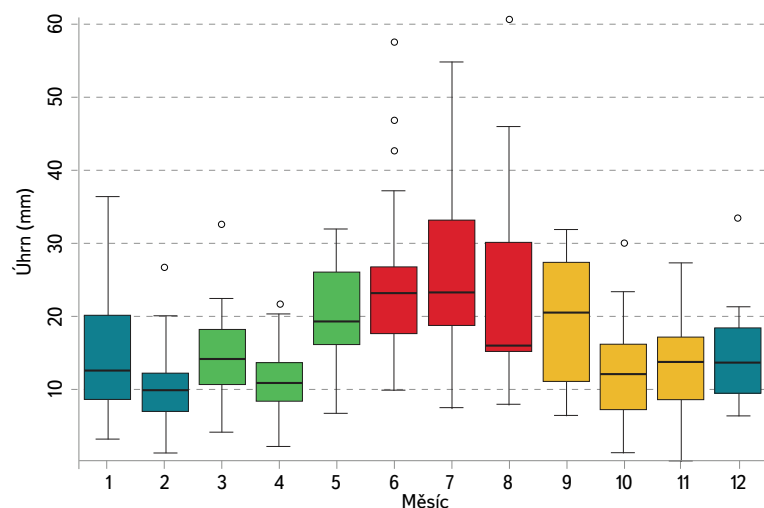
Obr. 19. Počet dnů beze srážek v jednotlivých letech (zeleně vyznačen průměr za celé období)  
Fig. 19. Number of days without precipitation



Obr. 20. Roční chod srážek v jednotlivých měsících (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehle hodnoty)  
Fig. 20. Annual precipitation distribution



Vzhledem k velké proměnlivosti srážek během jednotlivých dnů má smysl posuzovat roční chod srážek pouze na základě měsíčních srážkových úhrnů. Nejvíce srážek spadne v průměru v červenci (96 mm), nejméně v dubnu (38,5 mm), v únoru (43,1 mm) a říjnu (45 mm). V ročním chodu je výrazné maximum srážek v létě (květen až srpen s maximem v červenci) a podružné maximum v zimě (prosinec, leden), minima srážek pak na přelomu zimy a jara a na podzim. Letní hlavní maximum srážek a zimní podružné maximum souvisí se zesílenými návětrnými efekty JZ kvadrantu. Úhrny srážek v měsíci červenci jsou značně variabilní – směrodatná odchylka je 46,7 mm, rozpětí mezi 25% kvantilem (53,7 mm) a 75% kvantilem (149,6 mm) téměř 100 mm srážek. Měsíc červenec je i měsíc s nejvyššími denními srážkami – průměrně se vyskytuje alespoň 1 den se srážkou 26,1 mm, nejmenší maximální denní úhrny bývají v únoru (průměr 10,5 mm, maximum 26,6 mm). Ve většině měsíců tvoří maximální denní úhrn srážek necelou třetinu měsíčního úhrnu srážek – největší je tento poměr v průměru v červenci (34,5 %), nejmenší v lednu (24,3 %), přičemž v lednu je i v nejnepříznivějším případě tento poměr zhruba třetinový (33,7 %). Měsíc s největším počtem dní se srážkou je měsíc srpen (průměr 20 dnů, medián 18 dnů) a červenec (průměr 19,6 dnů, medián 21 dnů), měsíc s nejmenším počtem dnů se srážkou duben (průměr i medián 13 dnů), přičemž v měsíci srpnu byl nejmenší počet dnů se srážkou 15 dnů. V srpnu se vyskytuje i nejvíc dnů s vysokým



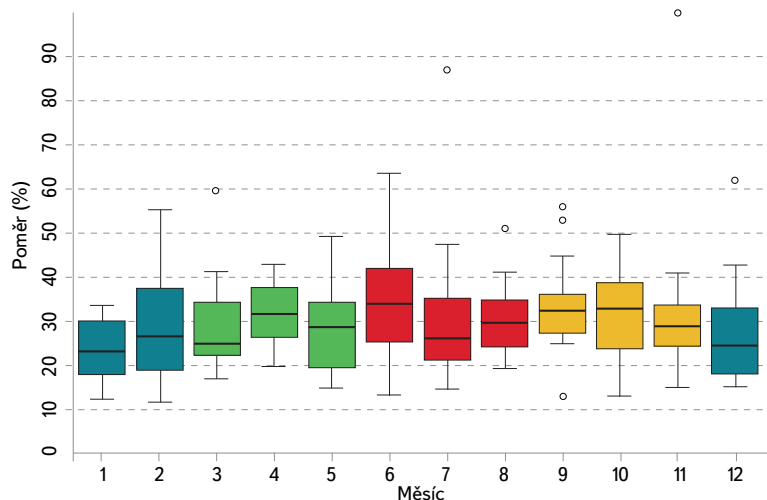
Obr. 21. Maximální denní úhrny srážek v jednotlivých měsících (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehle hodnoty)

Fig. 21. Maximum precipitation

Tabulka 5. Vybrané srážkové charakteristiky

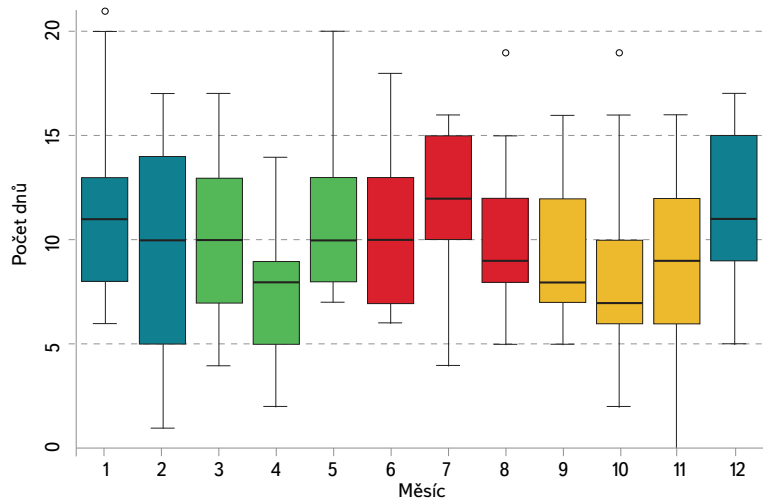
Table 5. Precipitation characteristics

Rok	Roční úhrn (mm)	Měsíční maximum (mm)	Měsíční minimum (mm)	Denní maximum (mm)	Počet dní beze srážek	Počet dní se srážkami do 1 mm	Počet dní se srážkami nad 10 mm
1999	683,3	133,7	33,9	37,2	156	233	14
2000	677,0	93,8	17,3	24,8	153	239	14
2001	891,0	178,6	32,1	41,4	134	220	24
2002	826,3	132,6	32,9	46,7	176	239	22
2003	613,5	111,7	12,2	32,0	196	270	13
2004	688,7	118,6	33,5	57,8	155	238	13
2005	786,0	157,0	4,7	27,4	149	238	20
2006	731,6	209,9	13,8	60,8	150	235	17
2007	812,6	154,5	5,9	33,5	156	227	25
2008	644,8	78,7	25,5	32,5	155	253	20
2009	750,6	110,8	5,6	26,1	135	229	18
2010	912,7	189,2	9,3	46,0	155	232	26
2011	643,9	161,5	0,1	42,2	205	275	19
2012	811,9	149,6	17,1	54,9	162	253	25
2013	709,5	113,2	31,1	45,8	160	249	17
2014	664,7	138,0	3,1	23,8	173	251	16
2015	565,0	79,6	10,1	23,4	186	260	12
Průměr	730,2	135,9	17,0	38,6	162	244	19
Minimum	565,0	78,7	0,1	23,4	134	220	12
Maximum	912,7	209,9	33,9	60,8	205	275	26
Medián	709,5	133,7	13,8	37,2	156	239	18



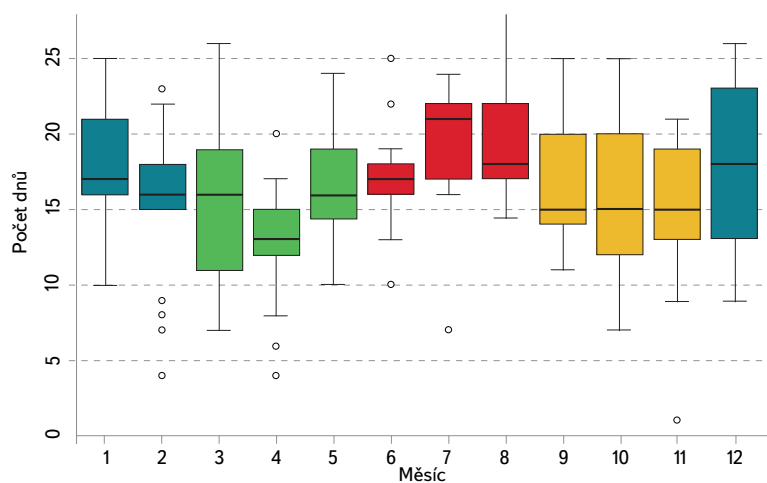
Obr. 22. Poměr mezi měsíčním úhrnem srážek a maximálním denním úhrnem (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehlé hodnoty)

Fig. 22. The ratio between monthly rainfall and maximum daily total



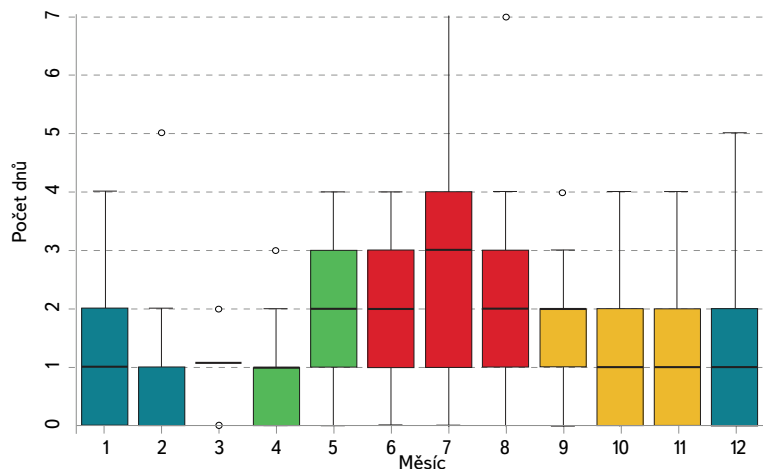
Obr. 25. Počet dnů se srážkou vyšší než 1 mm (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehlé hodnoty)

Fig. 25. Number of days with precipitation over 1 mm



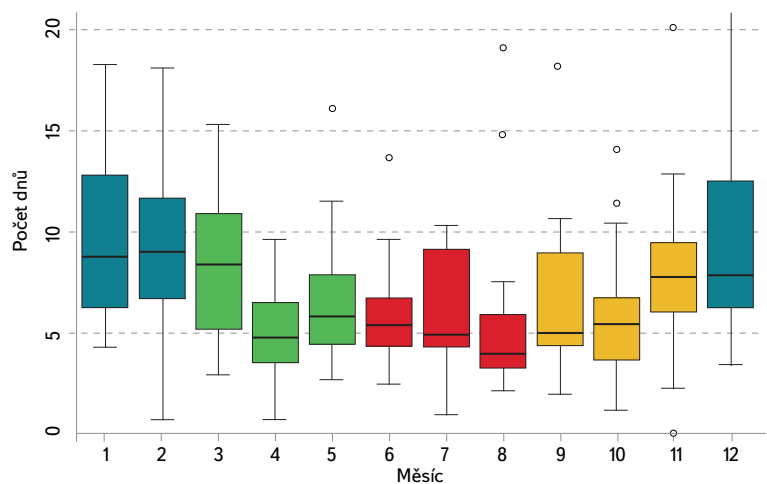
Obr. 23. Počet dnů se srážkou (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehlé hodnoty)

Fig. 23. Number of days with precipitation



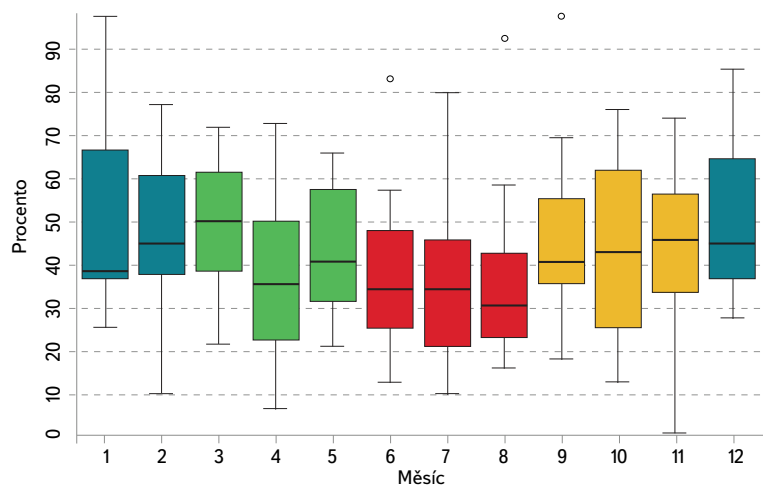
Obr. 26. Počet dnů se srážkou vyšší než 10 mm (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehlé hodnoty)

Fig. 26. Number of days with precipitation over 10 mm



Obr. 24. Počet dnů beze srážek (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehlé hodnoty)

Fig. 24. Number of days without precipitation



Obr. 27. Procento srážek během dne s nejdelším trváním srážek v měsíci (zobrazen měsíční 5, 25, 50, 75, 95% kvantil, kolečky odlehlé hodnoty)

Fig. 27. Percentage of rainfall during the day with the longest duration of rainfall in a month

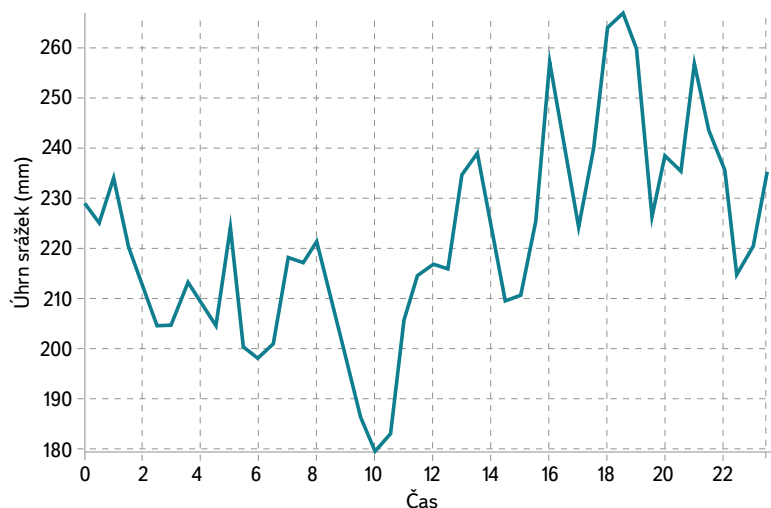
úhrnem srážek nad 10 mm – v průměru tři dny. Roční rozpětí mezi průměrným počtem minima a maxima počtu dnů se srážkami nad 1 mm je velmi malé – necelé čtyři dny. Nejmenší počet těchto dnů je v dubnu (7,6 dnů), největší v červenci (11,7 dnů). Z hlediska nejdelšího trvání srážky během jednoho dne u dne s nejdelším trváním srážky během jednoho dne během jednoho měsíce je toto období nejdelší v zimě – prosinec a leden v průměru kolem 50,3 % dne a nejméně v červenci 34,8 % dne. Podrobnější statistické vyhodnocení vybraných srážkových ukazatelů lze nalézt na obr. 20 až 27.

Průměrný roční chod srážek je v souladu s literaturou. O jeho variabilitě v jednotlivých krajích podrobněji v [5]. V celkových úhrnech srážek jsou zahrnuty jak dny, v nichž dominují padající srážky, tak dny, v nichž převažují srážky vzniklé kondenzací vody. Díky nim může být denní úhrn srážek i 0,5 mm. Z tohoto důvodu se na Bučnici nevyskytl žádný měsíc, který by byl zcela beze srážek.



Obr. 28. Denní chod srážek (sestrojený na základě sumy srážek pro 30minutové intervaly všech dnů celého období)

Fig. 28. Daily precipitation distribution



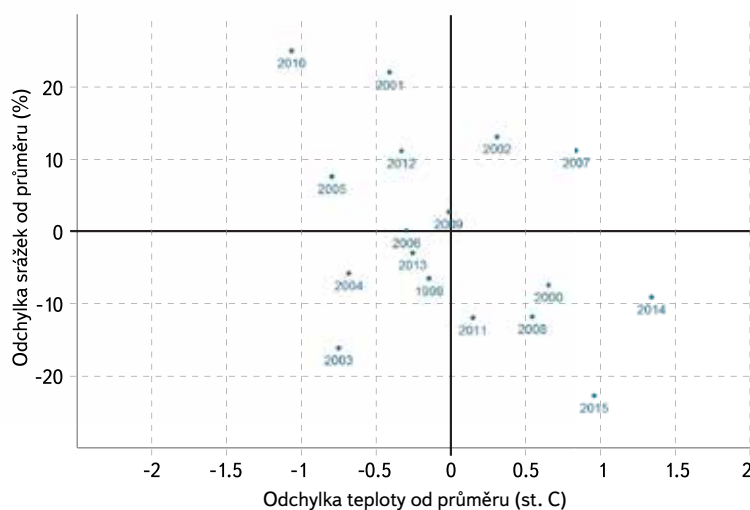
Obr. 29. Denní chod srážek (sestrojený na základě sumy srážek pro 30minutové intervaly všech dnů celého období, přičemž v každém 30minutovém období bylo vynecháno pět největších srážkových epizod)

Fig. 29. Daily precipitation distribution – without 5 biggest rainfall episodes in every period

Obdobným způsobem jako u teploty vzduchu lze přistoupit k analýze denního chodu srážek. Ten je vzhledem k ještě větší proměnlivosti hodnot nepravidelnější, nicméně z ročních úhrnů je denní chod již patrný (obr. 28). Vzhledem k možnému ovlivnění chodu srážkami z přivalových dešťů je vhodné denní chod o tyto epizody očistit (obr. 29). Na očištěných datech je jasné dopolední srážkové minimum (kolem 10. hodiny) a podvečerní maximum (kolem 18. hodiny).

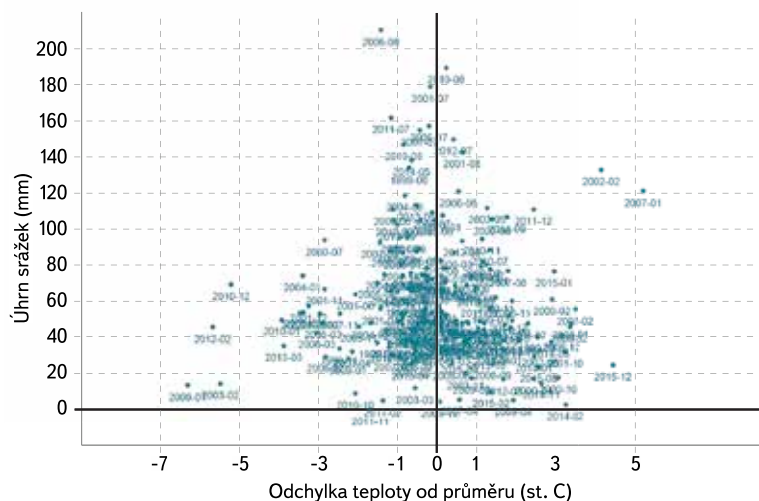
## ZÁVĚR

Průměrná roční teplota vzduchu je na Bučnici 6,46 °C. Za 17leté období 1999–2015 se otepluje v průměru o 0,04 °C/rok. Celkové oteplování se projevuje zvyšováním počtu dnů v jednotlivých intervalech s teplotou nad 10 °C. Nejteplejším měsícem je měsíc červenec s průměrnou teplotou 16,1 °C, nejchladnějším měsícem leden s teplotou -3,1 °C. Nejčastějším měsícem výskytu ročního maxima teploty je měsíc červenec (53 % případů), následuje měsíc srpen (29 %) a červen (18 %), nejchladnějším měsícem je leden (47 % případů), následuje prosinec (29 %) a únor (24 %). Nejnižší teplota v roce se nejčastěji vyskytuje 24. ledna, přičemž je patrný významný propad teploty vzduchu v období mezi 19. lednem a 5. únorem. Nejteplejším obdobím roku je období mezi 16. červencem a 8. srpnem, v tomto období nejsou příliš výrazné výkyvy teploty. Průměr z výskytu maxim teploty studovaného 17letého období připadá na 20. červenec, medián na 21. červenec. Podle křivky sestavené na základě kumulace součtu odchylek teploty vzduchu jednotlivých dnů od ročního průměru příslušného roku za celé období pozorování připadá maximum teploty na 29. červenec. Nejvýraznějšími teplotními singularitami je květnové ochlazení (v období mezi 10. až 14. květnem), červnové ochlazení po 10. červnu, babí léto (mezi 19. zářím a 7. říjnem) a oteplení od druhé poloviny října do začátku listopadu. Ostatní odchylky v teplotě vzduchu jsou méně výrazné. Nejvýraznější poklesy teploty vzduchu během roku nastávají v období vpádu chladného vzduchu kolem doby výskytu ročního minima. Denní chod teploty vzduchu ovlivňuje především poloha výšky Slunce nad obzorem, pokrytí oblohy oblačností a charakter počasí.



Obr. 30. Odchylka ročních teplot a srážek od průměru

Fig. 30. Deviation from annual mean air temperatures and annual precipitation



a) Srovnání odchylek teplot oproti úhrnu srážek jednotlivých měsíců

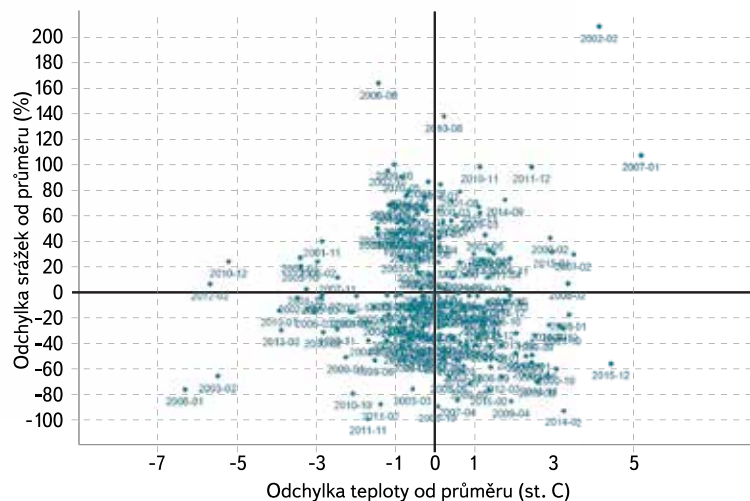
Obr. 31. Srovnání měsíčních odchylek teplot a srážek

Fig. 31. Comparison of deviations in monthly temperature and precipitation

Průměrný roční úhrn srážek je 730 mm, nejvyšší roční úhrn srážek byl 913 mm (rok 2010), nejnižší 565 mm (rok 2015). Na Bučnici se nevyskytl žádný kalendářní měsíc zcela beze srážek, nule se blížil úhrn srážek pouze v listopadu 2011 (0,1 mm). Nejvyšší měsíční úhrn srážek byl naměřen v srpnu 2006 – 209,9 mm, což je jediný měsíc s úhrnem srážek nad 200 mm. Nejvyšší denní úhrn srážek byl 61 mm (7. srpna 2006). Průměrný počet dnů beze srážek je 162 dnů, což je přibližně 44 % všech dnů. V ročním chodu je výrazné maximum srážek v létě (květen až srpen s maximem v červenci – 96 mm) a podružné maximum v zimě (prosinec, leden), což souvisí s návětrným efektem terénu. Minima srážek připadají na přelom zimy a jara (duben – 38,5 mm, únor – 43,1 mm) a na podzim (říjen – 45 mm). Ve většině měsíců tvoří maximální denní úhrn srážek necelou třetinu měsíčního úhrnu. Měsíc s největším počtem dní se srážkou je srpen a červenec (kolem 20 dnů), měsíc s nejmenším počtem dnů se srážkami duben (13 dnů). Nejdelší trvání období s výskytem srážky během jednoho dne je v zimě (kolem 50 %), nejkratší v červenci (35 %). V denním chodu je patrné maximum srážek v podvečer (kolem 18. hodiny) a minimum dopoledne (kolem 10. hodiny).

## Literatura

- [1] VIZINA, A., KAŠPÁREK, L., KNĚŽEK, M. aj. *Vodní bilance v podmínkách klimatické změny v povodí horní Metuje*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2009, 126 s. ISBN 978-80-85900-94-1.
- [2] ŠKÁCHOVÁ, H. a ŽÁK, M. Vánoční obleva v Česku – fakt nebo mýtus? *Meteorologické zprávy*, 2009, roč. 62, č. 6, s. 187–199. ISSN 0026-1173.
- [3] TREML, P. Vymezení období největšího růstu a největšího poklesu teploty vzduchu a vody metodou součtových řad. *Meteorologické zprávy*, 2010, roč. 63, č. 2, s. 52–56. ISSN 0026-1173.
- [4] TREML, P. Extrémy v teplotě vzduchu a vody – období výskytu a jejich typizace vzhledem k největšímu vzestupu a poklesu teploty. *Meteorologické zprávy*, 2010, roč. 63, č. 4, s. 108–116. ISSN 0026-1173.
- [5] TOLASZ, R. Změny ročního chodu srážek v České republice od roku 1961. *Meteorologické zprávy*, 2013, roč. 66, č. 4, s. 104–109. ISSN 0026-1173.



b) Srovnání odchylek teplot oproti odchylkám srážek v témže měsíci (tzn. uvažován průměrný roční chod srážek)

## Autor

Mgr. Pavel Tremł

✉ pavel\_tremł@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

## AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION ON THE METEOROLOGICAL STATION BUČNICE IN THE UPPER METUJE CATCHMENT

TREML, P.

TGM Water Research Institute, p. r. i.

**Keywords:** air temperature – precipitation – daily temperature distribution – annual temperature distribution – daily precipitation distribution – annual precipitation distribution – mass curve method – Bučnice

The paper deals with the analysis of time series of air temperature and precipitation at the meteorological station Bučnice in eastern Bohemia, which is operated by the TGM Water Research Institute. The annual and daily distributions of both variables were assessed, including the analysis of trends. Different types of air temperature extremes were defined based on the way of growth.



# Změny hydrologické bilance způsobené vlivem klimatických změn na území Karlovarského kraje

ADAM BERAN, MARTIN HANEL, MAGDALENA NESLÁDKOVÁ

**Klíčová slova:** vodní zdroje – model Bilan – dostupnost vodních zdrojů

## SOUHRN

Na území Karlovarského kraje byly identifikovány oblasti, jež se pravidelně potýkají s problémy nedostatku vody pro vodárenské i průmyslové využití. Od roku 2015 je ve spolupráci VÚV TGM, v. v. i., a státního podniku Povodí Ohře řešen projekt s názvem Zajištění dostupnosti vodních zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje. Projekt má za úkol navrhnout opatření vedoucí k zabezpečení požadavků na užívání vod v období nedostatku vody s důrazem na maximální využití stávající infrastruktury. V článku jsou popsány identifikované pozorované změny hydrologické bilance způsobené vlivem klimatických změn na zájmovém území Karlovarského kraje, spolu se změnami výhledovými pro budoucí časové horizonty 2021–2050 a 2071–2099.

## ÚVOD

S postupem klimatické změny na území České republiky vznikají pro sektor vodního hospodářství nové výzvy, se kterými se musí postupně vypořádat. Jsou již identifikovány oblasti, jež v současné době mají problémy se zabezpečením dostatku vody, a na základě hydrologického modelování jsou identifikovány oblasti, jež jsou potenciálně, kvůli vlivu klimatické změny, zranitelné v budoucích časových horizontech. Problémy jsou se zabezpečením vody pro vodárenské i průmyslové účely. Článek se zaměřuje na současné a výhledové změny hydrologické bilance na území Karlovarského kraje.

V roce 2010 byla zpracována Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v Karlovarském kraji [1], která vyhodnotila zabezpečení požadavků na užívání vody (odběry, minimální průtoky, režimy hladin v nádržích aj.) vzhledem k dostupným kapacitám vodních zdrojů (průtokům ve vodních tocích a disponibilních zásob ve vodních nádržích). Tato studie hodnotila zabezpečení pro

Tabulka 1. Dílčí povodí na území Karlovarského kraje (DBČ – databázové číslo, ČHP – číslo hydrologického pořadí)

Table 1. Catchments of the Karlovy Vary district (DBČ – database number, ČHP – number of hydrological order)

Dílčí povodí	DBČ uzávěrové vodoměrné stanice	ČHP	plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	výpočet odtoku
Ohře Cheb	206000	1-13-01-0140	690	-
Odrava Jesenice	206500	1-13-01-0662	412	-
Ohře Citice	207300	1-13-01-0910	678	207300-206000-206500
Teplá Březová	212000	1-13-02-0212	309	-
Ohře Karlovy Vary	214000	1-13-02-0340	821	214000-212000-207300
Ohře Žatec most	216000	1-13-03-0280	1172	216000-214000
Mže Stříbro	174000	1-10-01-1280	1144	-
Střela Čichořice	189000	1-11-02-0330	393	-
Mže Hracholusky	176100	1-10-01-1742	465	176100-174000
Střela Plasy	190000	1-11-02-0690	388	190000-189000
Blšanka Holedeč	217000	1-13-03-0830	374	-

současné i výhledové hydrologické podmínky. Již ze závěrů této studie vyplývá, že na území Karlovarského kraje se nachází oblasti, které mají problémy se zabezpečením dostatku vody v bezdeštných obdobích. Tyto problémy se ukazují již v současném období a i pro výhledová období, která uvažují postup klimatických změn, těchto zranitelných oblastí podle výsledků modelování přibývá. Identifikací zranitelných oblastí a návrhem adaptačních opatření se zabýval například projekt Navrhování adaptačních opatření pro snižování dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci z roku 2012, který se zaměřil na území povodí Orlice, Chrudimky a Blšanky [2]. Na základě definování zranitelných oblastí z hlediska nedostatku vody na území ČR v roce 2015 byl Karlovarský kraj vyhodnocen jako mírně až středně zranitelný [3, 4].

Od roku 2015 je ve spolupráci VÚV TGM, v. v. i., a státního podniku Ohře řešen navazující projekt, jenž má za úkol vytvoření certifikované metodiky pro návrh opatření vedoucích k zabezpečení požadavků na užívání vod v období nedostatku vody s důrazem na maximální využití stávající infrastruktury. Projekt má název Zajištění dostupnosti vodních zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje a je spolufinancován Ministerstvem zemědělství ČR. V článku jsou popsány výsledky hydrologického modelování pro dílčí povodí Karlovarského kraje, jež bylo jedním z výsledků prvního roku řešení zmiňovaného projektu. V dalších letech budou pro boj s nedostatkem vody v rámci projektu navržena konkrétní opatření pro identifikované lokality.

## DATA A METODY

Karlovarský kraj má rozlohu 3314 km<sup>2</sup>. V severní části kraje leží Krušné hory s nejvyšší horou Klínovec (1244 m n. m.). Páteřní řeka Ohře rozděljuje kraj přibližně v polovině a odděluje Krušné hory na severu od Slavkovského lesa (Lesný, 983 m n. m.) na jihozápadě a Doupovských hor (Hradiště, 934 m n. m.) na jihovýchodě. Slavkovský les a Doupovské hory jsou od sebe oddělené největším přítokem Ohře, řekou Teplou. Mezi další významné přítoky Ohře patří Rolava, Svatava, Libocký potok, Odrava a Bystřice.

Plocha Karlovarského kraje byla pro účely hydrologického modelování rozdělena na 11 dílčích povodí o podobné rozloze, přehled se základními identifikačními údaji je uveden v *tabulce 1*. Pro analýzu současného stavu hydrologické bilance a pro kalibraci hydrologického modelu Bilan byla zvolena časová řada 1961–2010. K dispozici byly řady teplot, srážek a odtoku. V případech, kdy nebyly k dispozici hodnoty odtoku přímo pro vybraný uzávěrový profil, byly hodnoty dopočítány odečtením mezipovodí (uvedeno v *tabulce 1* – sloupec *výpočet odtoku*).

## Model Bilan

Pro modelování hydrologické bilance na povodích byl použit konceptuální model Bilan simulující hydrologickou bilanci v denním či měsíčním časovém kroku, např. [5–7]. Pro potřeby modelování hydrologické bilance v předkládaném článku byl použit měsíční krok výpočtu. Vstupními daty jsou časové řady srážek a teploty vzduchu a pro kalibraci modelu i pozorovaný odtok. Model je řízen v měsíční verzi osmi volnými parametry, výpočtem se modeluje potenciální evapotranspirace, územní výpar, infiltrace do zóny aerace, průsak touto zónou, zásoba vody ve sněhu, zásoba vody v půdě a zásoba podzemní vody. Výpočet potenciální evapotranspirace je prováděn buď výpočtem založeným na vegetačních zónách [8], nebo výpočtem založeným na slunečním záření pro určitou zeměpisnou šířku [9]. Odtok je modelován jako součet tří složek – přímého, hypodermického a základního odtoku. V předkládaném článku se zaměřujeme na změny průměrných teplot vzduchu, srážkových úhrnů, výparu, základního odtoku a celkového odtoku.

## Scénáře klimatické změny

Pro modelování budoucích změn ve veličinách hydrologické bilance byly vybrány dva budoucí časové horizonty, a sice období 2021–2050 a 2071–2099. Tato období byla vybrána na základě obdobných studií řešených ve VÚV TGM, v. v. i., v posledních letech, aby byla zajištěna konzistentnost výsledků pro jejich porovnávání. K modelování dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci bylo vybráno celkem 15 simulací regionálních klimatických modelů (RCM), které pokrývají časové období 1961–2099. RCM jsou výstupem projektu ENSEMBLES. Všechny simulace byly řízené emisním scénářem SRES A1B s prostorovým rozlišením 25 × 25 km. Uvažováno bylo 15 RCM simulací řízených čtyřmi globálními klimatickými modely (*tabulka 2*). Jako výsledná hodnota změny hydrologické veličiny byl brán průměr z těchto 15 simulací. Popis vybraných regionálních klimatických modelů je uveden ve zprávě Hanel aj. [10] nebo Hanel a Vizina [11]. K dispozici byla data za pozorované období 1961–2010. Změny bilančních prvků byly brány k průměru ze současného období 1981–2010.

*Tabulka 2. Přehled simulací regionálních klimatických modelů (RCM)*  
Table 2. Regional climate model simulations (RCM)

Akronym	RCM	Časové období	Zdroj
<b>řízené modelem ECHAM5</b>			
RACMO_EH5 <sup>1</sup>	RACMO2.1	1950–2100	<sup>1</sup> Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI)
REMO_EH5 <sup>2</sup>	REMO5.7	1951–2100	<sup>2</sup> Max Planck Institute for Meteorology (MPI), Germany
RCA_EH5 <sup>3</sup>	RCA3.0	1951–2100	<sup>3</sup> Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI)
RegCM_EH5 <sup>4</sup>	RegCM3	1951–2100	<sup>4</sup> Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Italy
HIR_EH5 <sup>5</sup>	HIRHAM5	1951–2100	<sup>5</sup> Danish Meteorological Institute (DMI)
<b>řízené modely HadCM3Q0, HadCM3Q3, HadCM3Q16</b>			
HadRM_Q0 <sup>6</sup>	HadRM3.0	1951–2099	<sup>6</sup> Met Office Hadley Centre, UK
CLM_Q0 <sup>7</sup>	CLM2. 4. 6	1951–2099	<sup>7</sup> Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETHZ)
HadRM_Q3 <sup>6</sup>	HadRM3.0	1951–2099	<sup>6</sup> Met Office Hadley Centre, UK
RCA_Q3 <sup>3</sup>	RCA3.0	1951–2099	<sup>6</sup> Met Office Hadley Centre, UK
HadRM_Q16 <sup>6</sup>	HadRM3.0	1951–2099	<sup>7</sup> Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETHZ)
RCA_Q16 <sup>8</sup>	RCA3.0	1951–2099	<sup>8</sup> Community Climate Change Consortium for Ireland (C4I)
<b>řízené modelem ARPEGE4.5</b>			
HIR_ARP <sup>5</sup>	HIRHAM5	1951–2100	<sup>9</sup> National Centre of Meteorological Research (CNRM), France
CNRM5_ARP <sup>9</sup>	CNRM-RM5.1	1951–2100	<sup>9</sup> National Centre of Meteorological Research (CNRM), France
CHMI_ARP <sup>10</sup>	ALADIN-CLIMATE/CZ	1961–2100	<sup>10</sup> Czech Hydrometeorological Institute (CHMI), Czech Republic
<b>řízené modelem BCM2.0 driven</b>			
RCA_BCM <sup>3</sup>	RCA3.0	1961–2100	<sup>10</sup> Czech Hydrometeorological Institute (CHMI), Czech Republic

## VÝSLEDKY

### Pozorované období

Vzhledem k dostatečně dlouhým pozorovaným časovým řadám 1961–2010 byly spočítány průměrné hodnoty jednotlivých členů hydrologické bilance pro časové horizonty 1961–1990 a 1981–2010. V klimatologii jsou jako standardní uvažována třicetiletá období, často je pro kontrolní klima voleno období 1961–1990. Změny udávají pozorované změny hydrologické bilance. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 3. Změny v těchto pozorovaných obdobích nejsou většinou významné, nicméně jsou již viditelné. Za zmínku stojí změna celkové průměrné teploty o přibližně 0,5 °C. Při bližším pohledu na výsledky [12] je vidět největší oteplení v zimních měsících. S tímto souvisí zvýšený územní výpar během těchto měsíců. Vlivem popsaných změn se během jarního tání vsákne do podzemních zásob menší množství vod (vyšší výpar a povrchový odtok), které by měly dotovat povrchové toky během letních suchých období.

Průměrné roční srážkové úhrny se v období 1961–1990 pohybovaly v rozsahu 600–800 mm v povodí Ohře, v povodí Mže průměr nepřesahoval 650 mm, v povodí Střely 600 mm a v povodí Blšanky méně než 500 mm. V období 1981–2010 byl zaznamenán nárůst srážek v rozsahu 3–10 %. Nejvyšší srážkové úhrny jsou dosahovány především v horských oblastech Krušných hor a Smrčin (část Krušnohorské pahorkatiny) na severu a severozápadě území. Na jihovýchodním okraji území se již naopak na srážkovém úhrnu projevuje srážkový stín Krušných hor.

Na velikosti celkového odtoku se na území Karlovarského kraje významně projevuje vliv orografie. Odtoková výška v západní a severní části území přesahuje 300 mm ročně (povodí Ohře po Cheb, Ohře po Karlovy Vary). V povodí Teplé činil průměr přibližně 250 mm. V dolní části kraje v povodí Střely a v povodí Blšanky klesá průměrná odtoková výška díky vyšší teplotě vzduchu až pod 100 mm ročně.

### Budoucí změny v hydrologické bilanci

#### TEPLOTA

Podle modelování hydrologické bilance na základě dat ze simulací regionálních klimatických modelů se na území Karlovarského kraje zvýší průměrná teplota vzduchu v budoucím časovém horizontu 2021–2050 o přibližně 1 °C vzhledem k současnému měřenému průměru 1981–2010. Nejvíce se bude oteplovat v zimních měsících (o 1,2 °C), nejméně pak v jarních měsících (o 0,8 °C). Ve vzdálenějším časovém horizontu 2071–2099 ukazují modely zvýšení průměrné teploty o přibližně 2,7 °C vůči současnému období. Největší oteplení vykazují zimní (o 3,1 °C) a letní měsíce (o 3 °C). V podzimních měsících je nárůst průměrně o 2,7 °C, v jarních měsících je nárůst nejmenší o 2,2 °C. Změny průměrné teploty k časovému období 2071–2099 jsou znázorněny na obr. 1.

#### SRÁŽKY

Změny v průměrném ročním srážkovém úhrnu nejsou významné ani pro jeden budoucí časový horizont, v obou případech je změna do + 7 %. Pro dřívější časový horizont 2021–2050 vychází jarní a letní měsíce téměř beze změny, zimní a podzimní měsíce vykazují nárůst od 6 do 11 % vzhledem k časovému horizontu 1981–2010. Pro vzdálenější modelové období 2071–2099 je typický vyšší nárůst průměrných srážek během zimních měsíců (13–25 %), který vyvažuje pokles během letních měsíců (7–14 %). Změny průměrné srážky ve vzdálenějším časovém horizontu jsou znázorněny na obr. 2.

#### ODTOKOVÁ VÝŠKA

Průměrná roční odtoková výška se v časových horizontech 2021–2050 a 2071–2099 téměř nezmění, průměrné změny jsou do 5 %. Pro sezonní změny je typické zvýšení odtokové výšky během zimních měsíců, pro bližší období 2021–2050 do 24 %, pro vzdálenější časový horizont do 32 %. V ostatních měsících v tomto období dochází k významnému snížení odtokové výšky, během letních měsíců až o 30 %. Změny odtokové výšky v budoucím časovém horizontu jsou znázorněny na obr. 3. Pro změny základního odtoku na povodí je typický významný úbytek během letních a také podzimních měsíců.

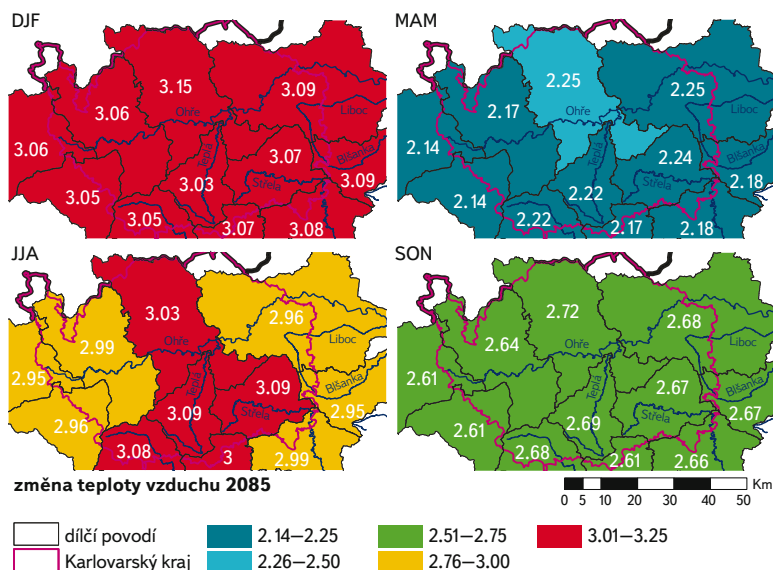
Změny hydrologické bilance jsou podrobněji popsány a uvedeny v periodické zprávě k projektu [12].

Tabulka 3. Základní klimatické a hydrologické charakteristiky dílčích povodí Karlovarského kraje; drobné rozdíly mezi srážkami a součtem územního výparu s celkovým odtokem jsou způsobeny změnou zásob podzemní vody

Table 3. Climatic and hydrological characteristics of Karlovy Vary district catchments

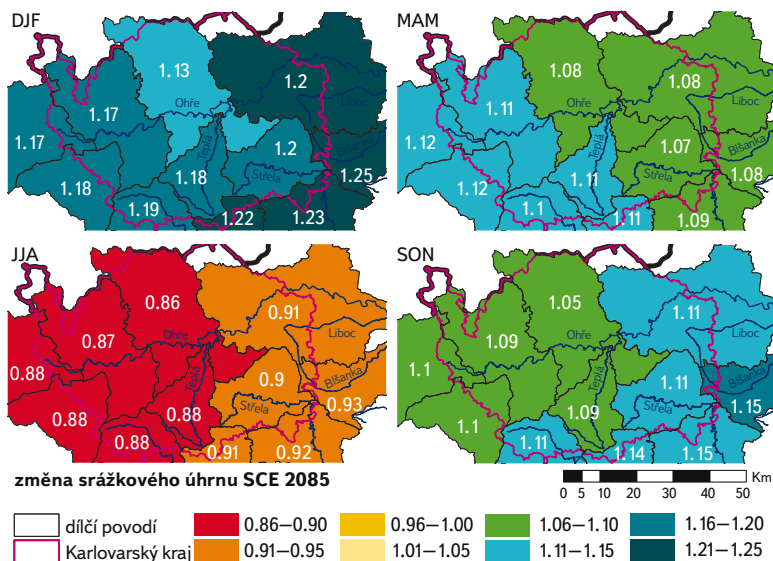
Dílčí povodí	Teplota vzduchu [°C]		Srážky [mm/rok]		Pot. evapotranspirace [mm/rok]		Územní výpar [mm/rok]		Celkový odtok [mm/rok]	
	1961–1990	1981–2010	1961–1990	1981–2010	1961–1990	1981–2010	1961–1990	1981–2010	1961–1990	1981–2010
Ohře Cheb	6,6	7,1	795	833	529	552	474	501	319	328
Odrava Jesenice	6,5	7,1	706	741	526	549	491	514	214	224
Ohře Citice	6,5	7,1	687	734	527	549	446	467	241	264
Teplá Březová	5,8	6,2	690	751	501	518	473	493	217	255
Ohře Karlovy Vary	6,1	6,6	742	822	509	531	436	460	305	359
Ohře Žatec most	6,9	7,5	614	656	542	566	475	494	140	159
Mže Stříbro	6,7	7,2	642	682	536	556	445	462	197	217
Střela Čichořice	6,2	6,7	601	619	518	538	441	454	161	164
Mže Hracholusky	6,7	7,2	560	590	534	556	445	464	115	125
Střela Plasy	6,9	7,5	528	546	543	567	458	477	72	66
Blšanka Holedeč	7,6	8,2	495	515	569	594	445	465	52	49





Obr. 1. Absolutní změny průměrné teploty vzduchu v časovém období 2071–2099 od současnosti 1981–2010; DJF – prosinec, leden, únor, MAM – březen, duben, květen, JJA – červen, červenec, srpen, SON – září, říjen, listopad

Fig. 1. Absolute changes in mean air temperature in the scenario period 2071–2099 (with respect to 1981–2010); DJF – December, January, February, MAM – March, May, June, JJA – June, July, August, SON – September, October, November



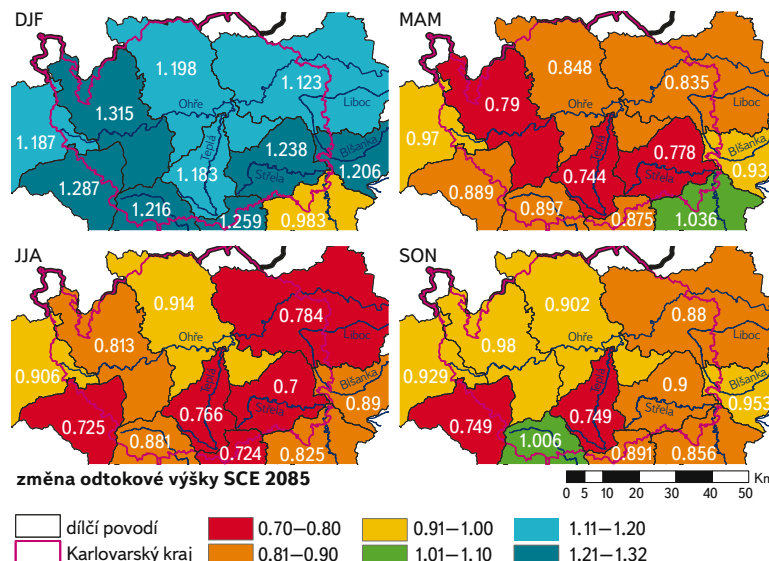
Obr. 2. Relativní změny průměrných srážkových úhrnů v časovém období 2071–2099 od současnosti 1981–2010; DJF – prosinec, leden, únor, MAM – březen, duben, květen, JJA – červen, červenec, srpen, SON – září, říjen, listopad

Fig. 2. Relative changes in mean precipitation in the scenario period 2071–2099 (with respect to 1981–2010); DJF – December, January, February, MAM – March, May, June, JJA – June, July, August, SON – September, October, November

## ZÁVĚR

Na základě modelování změn hydrologické bilance se potvrdilo, že postup klimatické změny se Karlovarskému kraji v žádném případě nevyhýbá. Charakter probíhající a modelovaných změn hydrologické bilance v Karlovarském kraji je srovnatelný se změnami probíhajícími v měřítku celé České republiky. Vliv vyšších teplot vzduchu v průběhu celého roku spolu se zvýšenými srážkovými úhrny během zimy zvyšuje odtokové výšky vodních toků a zároveň zvyšuje územní výpar během tohoto období. To má za následek nedostatečnou akumulaci vody ve sněhové pokrývce, která by se během postupného jarního tání vsakovala do kolektorů podzemních vod. Dostatečné zásoby podzemních vod jsou důležité pro dotování povrchových toků základním odtokem během přelomu léta a podzimu (srpen, září), kdy je méně srážek. V případě delších bezdeštných období, jako tomu bylo například v roce 2015, se dostupnost vodních zdrojů o to zhoršuje.

Popsané změny hydrologické bilance způsobují problémy s nedostatečným zabezpečením vodních zdrojů v oblasti Karlovarského kraje. Řešený projekt Zajištění dostupnosti vodních zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje si klade za cíl identifikovat konkrétní lokality ohrožené nedostatkem vody a navrhnout účinná adaptační opatření pro boj s nedostatkem vodních zdrojů na těchto lokalitách. Projekt je řešen ve spolupráci VÚV TGM, v. v. i., a Povodí Ohře, s. p., s předpokládaným termínem dokončení v roce 2018.



Obr. 3. Relativní změny odtokových výšek v časovém období 2071–2099 od současnosti 1981–2010; DJF – prosinec, leden, únor, MAM – březen, duben, květen, JJA – červen, červenec, srpen, SON – září, říjen, listopad

Fig. 3. Relative changes in mean runoff in the scenario period 2071–2099 (with respect to 1981–2010); DJF – December, January, February, MAM – March, May, June, JJA – June, July, August, SON – September, October, November



POZOROWACI ORODKI  
Stacja pomiarowa 13.000001

48  
46  
44  
42  
40  
38  
36  
34  
32  
30  
28  
26  
24  
22

## Poděkování

Článek vznikl na základě výzkumu prováděného v rámci projektu Zajištění dostupnosti vodních zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje (QJ1520318), který je financován Ministerstvem zemědělství ČR v rámci programu KUS. Scénáře změny klimatu byly vytvořeny v rámci projektu TA02020320, který byl spolufinancován Technologickou agenturou ČR.

## Literatura

- [1] VYSKOČ, P. aj. *Výhledová studie potřeb a zdrojů vody v oblasti povodí Ohře a dolního Labe – východní část*. Technická zpráva. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., a Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s., Praha, 2010.
- [2] MRKVIČKOVÁ, M. aj. *Navrhování adaptačních opatření pro snižování dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v České republice*. Technická zpráva. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2012. SBN 978-80-87402-25-2.
- [3] BERAN, A. a HANEL, M. *Definování zranitelných oblastí z hlediska nedostatku vody na území České republiky*. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2015, 57, č. 4–5, ISSN 0322-8916.
- [4] HANEL, M., BERAN, A. a KAŠPÁREK, L. *Hydrologická bilance povodí 3. řádu*. Technická zpráva. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015.
- [5] TALLAKSEN, L.M. and VAN LANEN, H.A.J. (eds). *Hydrological droughts – Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater*. Amsterdam, 2004.
- [6] VIZINA, A., HORÁČEK, S. a HANEL, M. *Nové možnosti modelu BILAN*. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2015, 57, č. 4–5, ISSN 0322-8916.
- [7] HORÁČEK, S., RAKOVEC, O., KAŠPÁREK, L. a VIZINA, A. *Vývoj modelu hydrologické bilance – BILAN*. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2009, 51, mimoř. č. 1, s. 2–5, ISSN 0322-8916, příloha *Vodního hospodářství* č. 11/2009.
- [8] GIDROMETEIOZDAT. *Rekomendatsii po roschotu isparenii s poverhnosti suchi*. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1976.
- [9] OUDIN, L., MOULIN, L., BENDJOURI, H., and RIBSTEIN, P. *Estimating potential evapotranspiration without continuous daily data: possible errors and impact on water balance simulations*. *Hydrological Sciences Journal*, 2010, 55: 209. doi: 10.1080/02626660903546118.
- [10] HANEL, M., BERAN, A. a KAŠPÁREK, L. *Scénáře změny klimatu*. Technická zpráva. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2015.
- [11] HANEL, M. a VIZINA, A. *Hydrologické modelování dopadů změn klimatu v denním kroku: korekce systematických chyb a přírůstková metoda*. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2010, 52, mimoř. č. II, s. 17–21, ISSN 0322-8916, příloha *Vodního hospodářství* č. 11/2010.
- [12] BERAN, A. aj. *Zajištění dostupnosti vodních zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje*. Periodická zpráva k projektu za rok 2015. Technická zpráva. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2016.

## Autoři

**Ing. Adam Beran<sup>1,2</sup>**

✉ adam\_beran@vuv.cz

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.<sup>1,2</sup>**

✉ martin\_hanel@vuv.cz

**Ing. Magdalena Nesládková<sup>1</sup>**

✉ magdalena\_nesladkova@vuv.cz

<sup>1</sup>Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

<sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí

Příspěvek prošel lektorským řízením.

## CHANGES IN THE HYDROLOGICAL BALANCE CAUSED BY CLIMATE CHANGE IMPACTS IN THE KARLOVY VARY DISTRICT

**BERAN, A.<sup>1,2</sup>; HANEL, M.<sup>1,2</sup>; NESLADKOVA, M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>TGM Water Research Institute, p. r. i.

<sup>2</sup>Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences

**Keywords:** hydrological balance – climate change – BILAN model – water resources availability

In the Karlovy Vary district, areas with lack of drinking and industrial water were identified. Since 2015, in cooperation of TGM WRI, p. r. i., and state enterprise Povodí Ohře a project called „Increasing water resources availability in selected regions of Karlovy Vary district“ is financed. The objective of the project is development of methods for proposal of adaptation measures leading to increasing reliability of water resources in the periods of water stress using existing infrastructures as much as possible. The methods will be verified on pilot basins in Karlovy Vary district. The paper describes observed changes in the hydrological balance components and future changes (2021–2050 and 2071–2099) in the hydrological balance components caused by the climate change impacts on the area of Karlovy Vary district.

# Korekce chyb srážek a teploty z regionálních klimatických modelů – vliv na modelování odtoku

**MARTIN HANEL, ROMAN KOŽÍN**

**Klíčová slova:** korekce chyb – kvantilová metoda – klimatické scénáře – modelování odtoku

## SOUHRN

Pro odhad vlivu změny klimatu na vodní režim v krajině a sektory vodního hospodářství se zpravidla užívá hydrologického modelování, kde vstupem do hydrologického modelu jsou scénářové srážky a teploty založené na simulacích klimatických modelů. Tyto simulace jsou zatíženy systematickými chybami, které lze korigovat pomocí řady dostupných metod. Nicméně se ukazuje, že shoda rozdělení korigovaných a pozorovaných vstupních veličin (srážek a teploty) nezaručuje shodu rozdělení simulovaného odtoku. To je způsobeno zejména skutečností, že běžně používané metody korekce systematických chyb klimatických modelů neodstraňují chyby v časové struktuře srážek. Dalším problémem je, že korekce se zpravidla omezuje na časové měřítko, v němž je (hydrologický) model provozován – tj. většinou denní. Ukazuje se, že přes uspokojivou korekci veličin v denním časovém kroku jsou měsíční, sezonní a roční agregace srážek zatíženy podstatnou systematickou chybou, což následně vede k chybám v dlouhodobé hydrologické bilanci a variabilitě simulovaného odtoku.

## ÚVOD

Jelikož jsou simulace klimatických modelů zatíženy systematickými chybami, nelze simulované časové řady srážek a teploty použít přímo pro hydrologické modelování. Relativně hrubé horizontální rozlišení globálních i regionálních klimatických modelů (RCM) neumožňuje adekvátně popsat orografii terénu, vznik konvektivních srážek atp. V důsledku toho je řada jevů popsána pomocí empirických nebo semi-empirických vztahů, které jsou často zmiňovány jako jedna z dominantních příčin systematických chyb v simulacích klimatických modelů [1–3].

Existuje řada studií, které se zabývají korekcí chyb klimatických modelů. Korekce simulovaných srážek a teploty spočívá v transformaci simulovaných časových řad takovým způsobem, který zaručí přijatelnou shodu vybraných statistických charakteristik simulovaných a pozorovaných veličin. Byly vyvinuty různé metody korekce systematických chyb, od transformací korigujících průměr přes nelineární transformace korigující průměr a variabilitu až po pokročilé metody transformující celé rozdělení pravděpodobnosti uvažovaných veličin, popř. vztahy mezi proměnnými. Tyto metody představuje např. [4–6]. Řada aspektů korekce systematických chyb je však problematická, viz např. [7, 8].

Simulace RCM jsou zpravidla k dispozici v denním časovém kroku. V tomto časovém měřítku také probíhá korekce simulovaných veličin i hodnocení její účinnosti. Současné metody korekce systematických chyb jsou schopné

transformovat simulovaná data tak, že rozdělení korigovaných veličin se perfektně shoduje s rozdělením veličin pozorovaných a navíc rozumně zachovává korelační strukturu mezi veličinami. Shoda rozdělení a vztahů veličin v denním kroku však neznamená shodu v případě delších či kratších časových měřítek, což je způsobeno časovou strukturou simulovaných veličin, která není zpravidla korekcí ovlivněna. Toto chování bylo popsáno např. v pracích Haerter aj. [9], Johnson a Sharma [10], Ehret aj. [7] a Addor aj. [8], nicméně ve většině praktických aplikací je tento problém často přehlížen. Hodnocení metod korekce se navíc často omezuje na veličiny simulované klimatickým modelem (např. srážky a teplota) a neuvazuje výstupy závislé na těchto veličinách (např. odtok).

V předkládaném článku jsou proto demonstrovány základní problémy korekce systematických chyb při použití v hydrologických simulacích. Ukazuje se, že rozdělení odtoku simulovaného pomocí hydrologického modelu využívajícího korigované srážky a teplotu neodpovídá rozdělení odtoku simulovaného na základě pozorovaných časových řad ani v časovém kroku, ve kterém byla korekce provedena. Pro analýzu účinnosti metod korekce systematických chyb na různé veličiny v různých časových měřítcích byl vyvinut balík MUSICA pro R software, viz <https://github.com/hanel/musica>.

## POPIS OBLASTI A DATA

Studie byla provedena na povodí Oslavy, které má rozlohu 861 km<sup>2</sup> s průměrnou výškou 500 m n. m. Průměrná roční srážka činí 594 mm, průměrná teplota 7,2 °C a průměrný průtok v ústí je 3,5 m<sup>3</sup>/s. Povodí je z větší části neregulované, pouze na horním toku Oslavy je víceúčelová vodárenská nádrž Mostišť. Nevyskytují se zde vyšší elevace, které by znesnadňovaly použití RCM.

### Pozorovaná data

Pro studii byla použita hydrometeorologická data (srážky, teplota, průtoky) v denním kroku z období 1970–1999. Časové řady srážek a teploty pocházejí z interpolovaných dat do pravidelné sítě 25 × 25 km [11], průtoky pak z vodoměrné stanice Oslavy.

Tabulka 1. Použité RCM simulace; v řádcích jsou uvedeny řídicí simulace globálních klimatických modelů, sloupce odpovídají regionálním klimatickým modelům; v jednotlivých buňkách je v závorkách uveden počet simulací podle RCP2.6 („26“), RCP4.5 („45“) a RCP8.5 („85“)

Table 1. Considered RCM simulations; driving GCM simulations are listed in rows whereas columns correspond to RCMs; a number of simulation according to RCP2.6 („26“), RCP4.5 („45“) and RCP8.5 („85“) is listed in brackets in individual cells

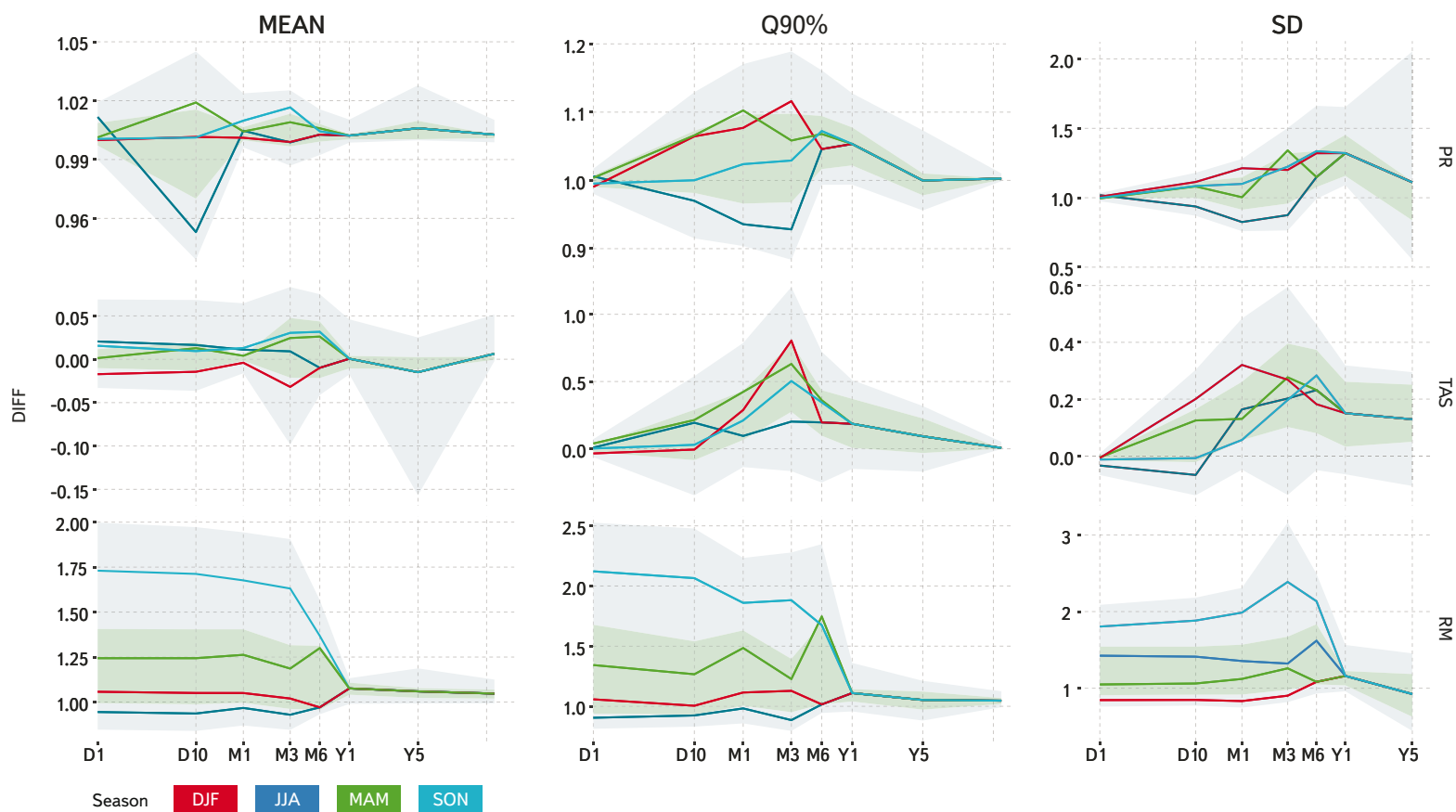
GCM	CLMcom- -CCLM4-8-17	CNRM- -ALADIN53	DMI- HIRHAM5	HMS- -ALADIN52	IPSL- -INERIS- -WRF331F	KNMI- -RACMO22E	SMHI- -RCA4	N
<b>CCCma-CanESM2</b>							45(1), 85(1)	2
<b>CNRM-CERFACS- -CNRM-CM5</b>	45(1), 85(1)	45(1), 85(1)		85(1)			45(2), 85(2)	9
<b>CSIRO-QCCCE- -CSIRO-Mk3-6-0</b>							85(1)	1
<b>ICHEC-EC-EARTH</b>	45(1), 85(1)		45(1), 85(1)			45(1), 85(1)	26(2), 45(2), 85(2)	12
<b>IPSL-IPSL-CM5A-MR</b>					45(1), 85(2)		45(2), 85(2)	7
<b>MIROC-MIROC5</b>							45(1), 85(1)	2
<b>MOHC-HadGEM2-ES</b>	45(1), 85(1)					45(1), 85(1)	26(1), 45(2), 85(2)	9
<b>MPI-M-MPI-ESM-LR</b>	45(1), 85(2)						26(1), 45(2), 85(2)	8
<b>NCC-NorESM1-M</b>							85(1)	1
<b>NOAA-GFDL- -GFDL-ESM2M</b>							85(1)	1
<b>rcp26</b>	0	0	0	0	0	0	3	3
<b>rcp45</b>	4	1	1	0	1	2	12	21
<b>rcp85</b>	4	1	1	1	2	2	15	26
<b>VŠE</b>	8	2	2	1	3	4	30	50

## RCM data

Pro vyhodnocení účinku korekce systematických chyb simulovaných časových řad srážek a teploty na simulovaný odtok bylo uvažováno 52 simulací regionálních klimatických modelů z projektu CORDEX [12]. Přehled použitých simulací udává *tabulka 1*. K dispozici bylo sedm regionálních klimatických modelů k downscalingu simulací deseti globálních klimatických modelů. Z regionálních klimatických modelů je nejpočetněji zastoupen model RCA4 (30 simulací) a CLM (8 simulací). Simulace nejčastěji využívají koncentrační scénář RCP8.5 předpokládající nejintenzivnější zvyšování radiačního působení (26 simulací) a RCP4.5 (21 simulací), méně pak RCP2.6 předpokládající snižování koncentrací skleníkových plynů (3 simulace). Pro RCP6.0 nebyla dostupná žádná simulace. Simulace jsou většinou dostupné pro období cca 1961–2100, některé 1950–2100. Prostorové rozlišení je 0,11° a 0,44°, což odpovídá cca 12 a 50 km. Všechny simulace jsou volně dostupné prostřednictvím Earth System Grid Federation.

## METODIKA

Pozorované časové řady srážek a teploty byly použity pro kalibraci hydrologického modelu Bilan (kap. Hydrologické modelování). Simulované časové řady srážek a teploty byly korigovány standardní a kaskádovou kvantilovou metodou (kap. Korekce systematických chyb). Vybrané charakteristiky rozdělení korigovaných srážek, teploty a odpovídajícího modelovaného odtoku byly porovnány (kap. Vyhodnocení) s charakteristikami pozorovaných veličin (srážek, teploty a odpovídajícího modelovaného odtoku).



Obr. 1. Zbytková chyba (relativní pro srážky a odtok, absolutní pro teplotu [°C]) po korekci standardní kvantilovou metodou pro průměr (vlevo), 90% kvantil (uprostřed) a směrodatnou odchylku (vpravo), pro srážky (nahore), teplotu (uprostřed) a modelovaný odtok (dole); barvy určují roční období (červená – zima, zelená – jaro, modrá – léto, světle modrá – podzim); vodorovná osa značí časové agregace (D1 – den, D10 – deset dnů, M1 – měsíc, M3 – tři měsíce, M6 – šest měsíců, Y1 – rok, Y5 – pět let); čáry značí průměrnou chybu, zelený (modrý) pás rozpětí 50 % a modrý pás 90 % ze všech modelů

Fig. 1. Residual error (relative for precipitation and runoff, absolute for temperature [°C]) after the standard quantile correction method for mean (left), 90% quantile (middle) and standard deviation (right), for precipitation (top), temperature (middle) and simulated runoff (bottom); colours indicate seasons (red – winter, green – spring, blue – summer, light blue – autumn); horizontal axis shows time aggregation (D1 – a day, D10 – ten days, M1 – a month, M3 – three months, M6 – six months, Y1 – a year, Y5 – five years); the lines represent mean residual error in the climate model ensemble, green (blue) area indicates an envelope of 50 (90)% of climate model simulations

## Korekce systematických chyb

Simulované časové řady srážek a teploty byly korigovány pomocí standardní kvantilové metody popsané např. [13]. Tato metoda zaručuje, že rozdělení pravděpodobnosti srážek a teploty korigovaných dat odpovídá rozdělení pravděpodobnosti pozorovaných veličin. Kvantilová metoda byla použita v denním kroku, zvláště pro jednotlivé měsíce.

Za účelem vyhodnocení vlivu korigovaného časového měřítka na modelovaný průtok byla kvantilová metoda aplikována také iterativně pro různá časová měřítka (konkrétně denní, měsíční a roční) pomocí přístupu popsaného Haerterem aj. [9]. Podstatou metody je opakovaná korekce denních časových řad na základě rozdělení denních hodnot a měsíčních a ročních agregací. Vzhledem k tomu, že korekce v jednom časovém měřítku ovlivňuje rozdělení v jiných časových měřících, je postup iterativně opakován.

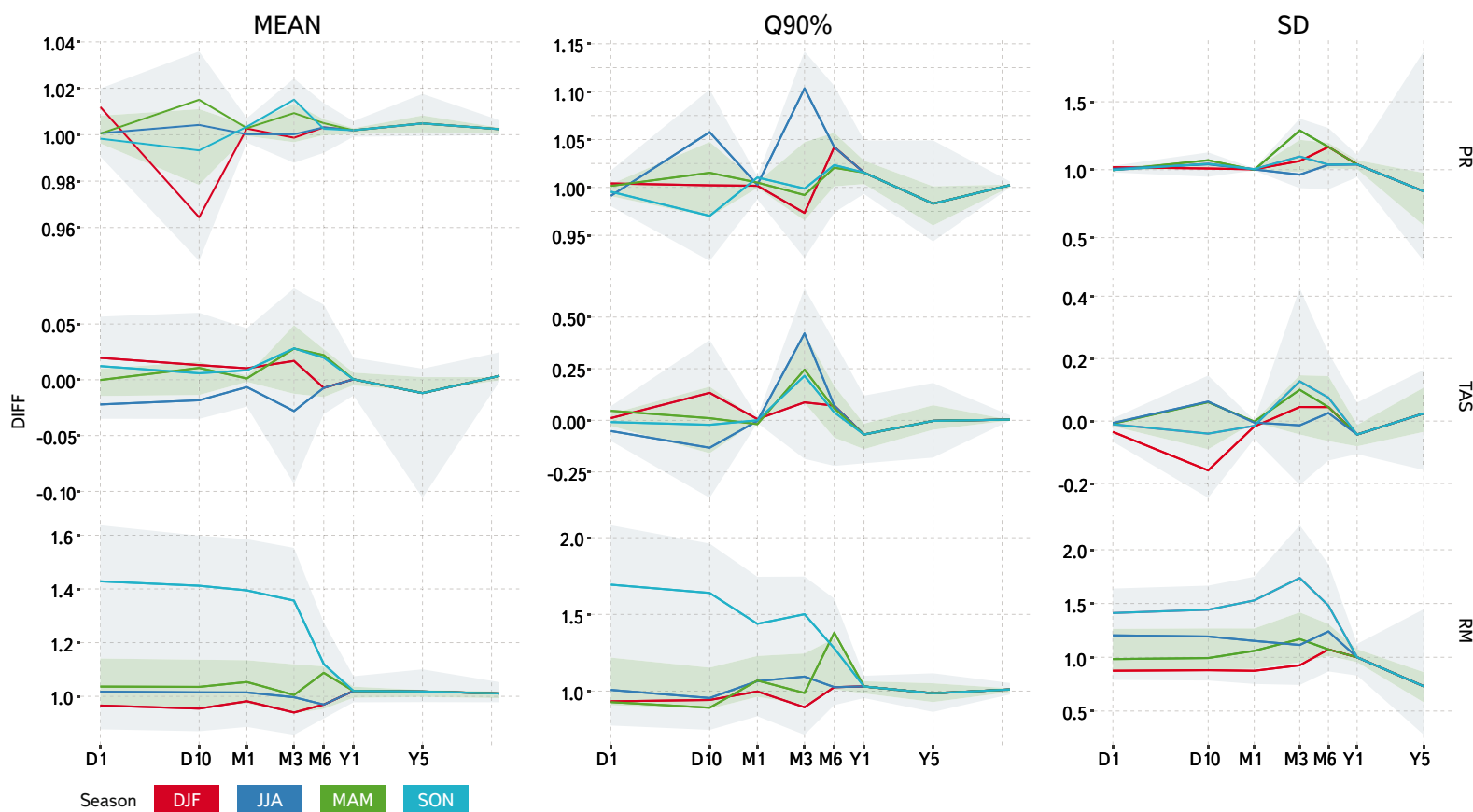
## Hydrologické modelování

Simulace odtoku z povodí Oslavy byla provedena modelem Bilan vyvíjeným ve Výzkumném ústavu vodohospodářském (VÚV). Bilan [14] je konceptuální model

hydrologické bilance, který je v denním kroku řízen šesti parametry. Srážky jsou transformovány na odtok pomocí soustavy lineárních a nelineárních nádrží. Kalibrace parametrů modelu probíhá na pozorovaných časových řadách (srážky, teplota a odtok), kdy se sleduje nejlepší shoda mezi pozorovaným a modelovým odtokem. Nakalibrovaným modelem se dále generuje odtok na základě korigovaných srážek a teploty vycházejících z RCM. Více o modelu lze nalézt na bilan.vuv.cz.

## Vyhodnocení

K vyhodnocení zbytkové chyby v korigovaných časových řadách srážek, teploty a modelovaného odtoku byl použit balík MUSICA pro prostředí R [15]. Balík umožňuje pohodlné porovnání libovolných charakteristik rozdělení hodnocených veličin pro různá časová měřítka, přičemž tato měřítka je možno uživatelsky definovat. V tomto článku jsou dále uvažována denní (D1), 10denní (D10), měsíční (M1), 3 a 6měsíční (M3 a M6) a roční a pětileté (Y1 a Y5) časové agregace. Pro kratší než půlroční agregace jsou výsledky prezentovány jako průměry pro jednotlivé sezony (MAM – březen, duben, květen; JJA – červen, červenec, srpen; SON – září, říjen, listopad; DJF – prosinec, leden, únor). Primárně se hodnotí chyba korigovaných veličin, která je dále označována jako „zbytková chyba“.



Obr. 2. Zbytková chyba (relativní pro srážky a odtok, absolutní pro teplotu [°C]) po korekci kaskádovou kvantilovou metodou pro průměr (vlevo), 90% kvantil (uprostřed) a směrodatnou odchylku (vpravo), pro srážky (nahore), teplotu (uprostřed) a modelovaný odtok (dole); barvy určují roční období (červená – zima, zelená – jaro, modrá – léto, světle modrá – podzim); vodorovná osa značí časové agregace (D1 – den, D10 – deset dnů, M1 – měsíc, M3 – tři měsíce, M6 – šest měsíců, Y1 – rok, Y5 – pět let); čáry značí průměrnou chybu, zelený pás rozpětí 50 % a modrý pás 90 % ze všech modelů

Fig. 2. Residual error (relative for precipitation and runoff, absolute for temperature [°C]) after the cascade quantile correction method for mean (left), 90% quantile (middle) and standard deviation (right), for precipitation (top), temperature (middle) and simulated runoff (bottom); colours indicate seasons (red – winter, green – spring, blue – summer, light blue – autumn); horizontal axis shows time aggregation (D1 – a day, D10 – ten days, M1 – a month, M3 – three months, M6 – six months, Y1 – a year, Y5 – five years); the lines represent mean residual error in the climate model ensemble, green (blue) area indicates an envelope of 50 (90)% of climate model simulations

## VÝSLEDKY

Z obr. 1 a 2 je patrné, že pro všechny tři prezentované charakteristiky (průměr, 90% kvantil a směrodatná odchylka) jsou zbytkové chyby velmi malé u srážek a teploty, zejména v D1 měřítku, pro které byly korekce kalibrovány. Nicméně v případě použití těchto srážek a teplot pro modelování odtoku dochází k „zesílení“ zbytkových chyb nad únosnou mez. Uspokojivé výsledky se nedostavily ani pro měřítko D1, pro které byly korekce kalibrovány. Extrémním případem je podzimní sezona (světle modře) – v absolutním vyjádření se však jedná o velmi malé hodnoty.

Korekce kaskádovou kvantilovou metodou (obr. 2) přináší výrazně lepší výsledky. Je vidět, že rozpětí chyb u srážek a teploty je v měřítcích M1 a Y1 podstatně nižší než v případě korekce standardní kvantilovou metodou (obr. 1). Bohužel u agregací D10, M3 a M6 se již tak výrazné zlepšení nevyskytuje, jelikož tyto nebyly zahrnuty do kaskádové korekce. Je zajímavé, že u modelovaného odtoku dochází k podstatnému snížení zbytkové chyby pro prezentované charakteristiky ve všech časových měřítcích.

Obr. 3 a 4 ukazují míru korelace mezi veličinami přes různá časová měřítká ve čtyřech sezonách. Lze pozorovat, že korelace pro odtok a srážku je pozitivní, naopak pro teplotu a srážku a odtok a teplotu je korelace spíše negativní. Ve všech případech míra korelace roste s časovým měřítkem. Dále je vidět, že

základní průběh korelace mezi sledovanými veličinami zůstává zachován pro simulovaná i korigovaná data a použití metody korekce systematických chyb má malý vliv na korelační strukturu. Nicméně dochází ke zlepšení v případě použití kaskádové korekce, zejména u korelace mezi srážkou a odtokem, kde lze pozorovat těsnější vztah mezi korigovanými a pozorovanými daty.

## DISKUSE A ZÁVĚR

Z prezentovaných výsledků je zřejmé, že korekce srážek a teploty pomocí standardní kvantilové metody není vhodná pro rutinní využití v hydrologických simulacích, jelikož v některých ročních obdobích vede ke značné zbytkové chybě modelovaného odtoku ve všech časových měřítcích kratších než rok, včetně denních hodnot, na kterých byla korekce kalibrována. Podobné výsledky prezentuje i Teng aj. [16]. Relativně největší zbytkové chyby se vyskytují v období nízkých průtoků (a v absolutním vyjádření se zpravidla jedná o nízké hodnoty).

Další výsledky (které nejsou kvůli rozsahu zahrnuty v tomto článku) ukazují, že podobné výsledky lze očekávat i u jiných povodí a při použití jiných hydrologických modelů. Východiskem může být využití nejnovějších (poměrně komplexních) metod popsanych Mehrotrou a Sharmou [17], které umožňují korigovat



Obr. 3. Korelace mezi srážkou a modelovaným odtokem (nahore), mezi srážkou a teplotou (uprostřed) a mezi teplotou a modelovaným odtokem (dole) pro jednotlivá roční období (DJF – zima, MAM – jaro, JJA – léto, SON – podzim); červeně jsou zobrazena korigovaná data standardní kvantilovou metodou, modře pozorovaná data a zeleně simulovaná data; vodorovná osa značí časová měřítka (D1 – den, D10 – deset dnů, M1 – měsíc, M3 – tři měsíce, M6 – šest měsíců, Y1 – rok, Y5 – pět let); čáry značí průměrnou korelaci, zelený pás rozpětí 50 % a modrý pás 90 % ze všech modelů

Fig. 3. Correlation between precipitation and modelled runoff (above), between precipitation and temperature (middle) and between temperature and modelled runoff (below) for seasons of year (DJF – winter, MAM – spring, JJA – summer, SON – autumn); data corrected by the standard quantile method are in red, observed in blue and simulated in green; horizontal axis shows time aggregation (D1 – a day, D10 – ten days, M1 – a month, M3 – three months, M6 – six months, Y1 – a year, Y5 – five years); the lines represent mean correlation coefficient, green (blue) area indicates an envelope of 50 (90)% of climate model simulations

rozdělení pravděpodobnosti a korelační a autokorelační strukturu pro veličiny v různých časových měřících. Úspěšnost těchto metod při hydrologických simulacích není nicméně zatím známa. Druhou možností je využití kombinací jednoduchých metod (např. přírůstková metoda, popř. aplikovaná v různých časových měřících) v kombinaci se stochastickými metodami umožňujícími generování dlouhodobé variability [18].

## Poděkování

Tento článek vznikl v rámci řešení projektu „Možnosti kompenzace negativních dopadů klimatické změny na zásobování vodou a ekosystémy využitím lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod“ (TA04020501), který je spolufinancován Technologickou agenturou České republiky, a projektu „Půdní a hydrologické sucho v měnícím se klimatu“ (1616549S) financovaném Grantovou agenturou České republiky.

## Literatura

- [1] BROCKHAUS, P., LÜTHI, D., and SCHÄR, C. Aspects of the diurnal cycle in a regional climate model. *Meteorol. Z.*, 2008, 17, p. 433–443, doi: 10.1127/0941-2948/2008/0316.
- [2] HOHENEGGER, C., BROCKHAUS, P., a SCHÄR, C. Towards climate simulations at cloud-resolving scales. *Meteorol. Z.*, 2008, 17, p. 383–394, doi:10.1127/0941-2948/2008/0303.
- [3] KENDON, E.J., ROBERTS, N.M., SENIOR, C.A., and ROBERTS, M.J. Realism of rainfall in a very high-resolution regional climate model. *J. Climate*, 2012, 25, p. 5791–5806, doi:10.1175/JCLI-D-11-00562. 1.
- [4] MAURAN, D., WETTERHALL, F., IRESON, A.M., CHANDLER, R.E., et. al. Precipitation downscaling under climate change: recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user. *Reviews of Geophysics*, 2010, 48(3):RG3003, doi:10.1029/2009RG000314.
- [5] TEUTSCHBEIN, C. and SEIBERT, J. Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. *Journal of Hydrology*, 2012, 456–457, p. 12–29, doi:10.1016/j.jhydrol.2012. 05. 052.
- [6] MAURAN, D., WIDMANN, M., GUTIÉRREZ, J.M., et. al. VALUE: a framework to validate downscaling approaches for climate change studies. *Earth's Future*, 2015, 3, p. 1–14, doi: 10.1002/2014EF000259.
- [7] EHRET, U., ZEHE, E., WULFMEYER, V., et al. Hess opinions „should we apply bias correction to global and regional climate model data?“ *Hydrology and Earth System Sciences*, 2012, 16, p. 3391–3404.
- [8] ADDOR, N., ROHRER, M., FURRER, R., and SEIBERT, J. Propagation of biases in climate models from the synoptic to the regional scale: Implications for bias adjustment. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, 2016, 121(5), p. 2075–2089, doi:10.1002/2015JD024040.





Obr. 4. Korelace mezi srážkou a modelovaným odtokem (nahore), mezi srážkou a teplotou (uprostřed) a mezi teplotou a modelovaným odtokem (dole) pro jednotlivá roční období (DJF – zima, MAM – jaro, JJA – léto, SON – podzim); červeně jsou zobrazena korigovaná data kaskádovou kvantilovou metodou, modře pozorovaná data a zeleně simulovaná data; vodorovná osa značí časová měřítka (D1 – den, D10 – deset dnů, M1 – měsíc, M3 – tři měsíce, M6 – šest měsíců, Y1 – rok, Y5 – pět let); čáry značí průměrnou korelaci, zelený pás rozpětí 50 % a modrý pás 90 % ze všech modelů

Fig. 4. Correlation between precipitation and modelled runoff (above), between precipitation and temperature (middle) and between temperature and modelled runoff (below) for seasons of year (DJF – winter, MAM – spring, JJA – summer, SON – autumn); data corrected by the cascade quantile method are in red, observed in blue and simulated in green; horizontal axis shows time aggregation (D1 – a day, D10 – ten days, M1 – a month, M3 – three months, M6 – six months, Y1 – a year, Y5 – five years); the lines represent mean correlation coefficient, green (blue) area indicates an envelope of 50 (90)% of climate model simulations

[9] HAERTER, J., HAGEMANN, S., MOSELEY, C., and PIANI, C. Climate model bias correction and the role of timescales. *Hydrology and Earth System Sciences*, 2011, 15, p. 1065–1079.

[10] JOHNSON, F. and SHARMA, A. A nesting model for bias correction of variability at multiple time scales in general circulation model precipitation simulations. *Water Resources Research*, 2012, 48.

[11] ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., and HUTH, R. Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series: an example of a Central European daily time series. *IDŐJÁRÁS – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 2011, 115 (1–2), p. 87–98.

[12] JACOB, D., PETERSEN, J., EGGERT, B., et. al. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 2014, 14(2), p. 563–578, doi:10.1007/s10113-013-0499-2.

[13] GUDMUNDSSON, L., BREMNES, J.B., HAUGEN, J.E., and ENGEN-SKAUGEN, T. Technical Note: Downscaling RCM precipitation to the station scale using statistical transformations – a comparison of methods. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2012, 16, p. 3383–3390, doi:10.5194/hess-16-3383-2012.

[14] VIZINA, A., HORÁČEK, S. a HANEL, M. Nové možnosti modelu BILAN. *VTEI*, 2015, 57, č. 4–5, ISSN 0322-8916.

[15] HANEL, M. a KOŽÍN, R. Bias and changes in climate model simulations at multiple time scales, 2016, v přípravě.

[16] TENG, J., POTTER, N.J., CHIEW, F.H.S., ZHANG, L., et. al. How does bias correction of regional climate model precipitation affect modelled runoff? *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 2015, 19, p. 711–728, doi:10.5194/hess-19-711-2015.

[17] MEHROTRA, R. and SHARMA, A. A multivariate quantile-matching bias correction approach with auto-and cross-dependence across multiple time scales: Implications for downscaling. *Journal of Climate*, 2016, 29, p. 3519–3539, doi:10.1175/JCLI-D-15-0356. 1.

[18] KOUTSOYIANNIS, D., EFSTRATIADIS, A., and GEORGAKAKOS, K.P. Uncertainty Assessment of Future Hydroclimatic Predictions: A Comparison of Probabilistic and Scenario-Based Approaches. *Journal of Hydrometeorology*, 2007, 8:3, p. 261–281, doi: 10.1175/JHM576. 1.

## Autoři

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**<sup>1,2</sup>

✉ martin\_hanel@vuv.cz

**Ing. Roman Kožín**<sup>1,2</sup>

✉ roman\_kozin@vuv.cz

<sup>1</sup>Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

<sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí

Příspěvek prošel lektorským řízením.

---

## BIAS CORRECTION OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE FROM REGIONAL CLIMATE MODELS – THE IMPACT ON RUNOFF MODELLING

**HANEL, M.**<sup>1,2</sup>; **KOZIN, R.**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>TGM Water Research Institute, p. r. i.

<sup>2</sup>Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences

**Keywords:** bias correction – quantile method – climate scenarios – runoff modelling

Hydrological modelling is often used for assessment of climate change impacts on water resources. Inputs into the hydrological model are represented by precipitation and temperature based on simulations of climate models. These models are biased and therefore some of the available bias-correction methods have to be applied on before using the simulated data in hydrological model. However, it is shown that identity of distributions of corrected and observed inputs (precipitation and temperature) does not guarantee identity of distributions of outputs (runoff). This is especially due to the fact, that generally used methods for correction of systematical biases of climate models do not eliminate errors in temporal structure of precipitation. Another issue is, that the corrections are usually focused only on time scale in which the hydrological model is operated, e.g. 1 day. Despite the satisfactory correction of variables in daily time step, monthly, seasonal and annual aggregations of precipitation appear to be biased, which consequently results in errors in long-term hydrological balance and variability of simulated runoff.



# Ochrana vod před dusičnany ze zemědělství

**ANNA HRABÁNKOVÁ**

**Klíčová slova:** zranitelné oblasti – dusičnany – akční program – nitrátová směrnice

## SOUHRN

Cílem směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů [1] (dále „nitrátová směrnice“) je snížit znečištění vod, které pochází ze zemědělských zdrojů, a předcházet dalšímu takovému znečištění, a to jednak pro zajištění dodávek kvalitní pitné vody a jednak k ochraně povrchové vody před eutrofizací. Transpozice nitrátové směrnice byla provedena ustanovením § 33 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů [2], kde je uloženo vládě nařízením stanovit zranitelné oblasti a v těchto oblastech upravit používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření. Zranitelné oblasti byly v roce 2003 nařízením vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech [3], vymezeny výčtem katastrálních území, která leží v povodích povrchových vod a oblastech podzemních vod, kde bylo prokázáno významné znečištění dusičnany ze zemědělských zdrojů nebo kde okolnosti nasvědčují tomu, že může dojít k dalšímu zhoršení jakosti vod. Toto nařízení vlády zároveň stanovilo, že přezkoumání zranitelných oblastí a návrhy na změny jejich rozsahu musí být předloženy vládě nejpozději do čtyř let od prvního vymezení. V současné době jsou vyhlášeny zranitelné oblasti nařízením vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu v platném znění [4], které nahradilo původní nařízení vlády č. 103/2003 Sb.

## ÚVOD

Znečištění vod dusičnany je závažný problém, který ohrožuje nejen člověka, ale také přírodu a krajinu. Rada Evropských společenství proto v roce 1991 konstatovala, že obsahy nitrátů ve vodách v určitých oblastech stoupají a dosahují hodnot, které jsou nepřiměřené vzhledem k limitům daných požadavky na jakost vod ve zdrojích používaných pro pitné účely a že tento vývoj není obecně v souladu se zájmy ochrany přírodního prostředí vyjádřenými v jiných usneseních EHS. Rada ES proto přijala směrnici 91/676/EHS k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitrátová směrnice), která ukládá členským státům vymezení zranitelné oblasti a učinit potřebné kroky ke snížení tohoto znečištění.

Požadavky uvedené směrnice byly transponovány do českého vodního práva v § 33 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, kde je uloženo vládě nařízením stanovit zranitelné oblasti a v těchto oblastech upravit používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření.

## POŽADAVKY SMĚRNICE RADY 91/676/EHS (NITRÁTOVÉ SMĚRNICE)

Hlavním cílem nitrátové směrnice je snížit znečištění vod způsobené dusičnany ze zemědělských zdrojů a předcházet dalšímu takovému znečištění.

Pro splnění požadavků této směrnice bylo nutné provést pět následujících zásadních kroků:

- Stanovit znečištěné a ohrožené vody, vytvořit monitoring jakosti povrchových a podzemních vod a monitoring účinnosti akčního programu.
- Vymezit zranitelné oblasti, které představují území odvodňovaná do povrchových a podzemních vod znečištěných nebo ohrožených dusičnany ze zemědělských zdrojů. Hlavním kvalitativním kritériem znečištění vod je koncentrace dusičnanů vyšší než 50 mg/l nebo taková koncentrace, která by mohla stanovenou hranici překročit, pokud by nebyla zavedena účinná opatření. Součástí posouzení je také určení míry eutrofizace povrchových vod. Vymezené zranitelné oblasti podléhají revizi nejpozději do 4 let od předchozího vymezení.
- Stanovit Zásady správné zemědělské praxe zaměřené na ochranu vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (dále jen „Zásady“), které představují souhrn obecných požadavků jak hospodařit, aby nedocházelo k nadměrnému zatěžování veškerých vod dusičnany. Zásady jsou uplatňovány na dobrovolné bázi na celém území ČR. Pro tyto účely jsou pak připraveny školicí programy pro zemědělce.
- Sestavit, zavést a realizovat akční program, kontrolovat a vynucovat dodržování jeho jednotlivých opatření. Akční program představuje povinné způsoby hospodaření ve vymezených zranitelných oblastech, přičemž vychází z dostupných vědeckých a technických údajů a respektuje rozdílné půdní a klimatické podmínky zranitelných oblastí. Akční program musí obsahovat požadavky stanovené v nitrátové směrnici a opatření uvedená v Zásadách.
- Pro zranitelné oblasti se tak stávají příslušná opatření stanovená v Zásadách součástí akčního programu, jehož plnění je pro podnikatele hospodařící v zemědělství povinné.

Součástí implementace nitrátové směrnice je také zajištění zpracování a odeslání povinných zpráv Evropské komisi o plnění nitrátové směrnice za každé čtyřleté období.

Zranitelné oblasti na území ČR a první akční program byly vyhlášeny nařízením vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech [3], s účinností od 11. dubna 2003, na základě zmocnění § 33 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách. První akční program pro zranitelné oblasti České republiky byl vyhlášen k 1. 1. 2004, s termínem jeho zavedení do 31. 12. 2007. První revize vymezení zranitelných oblastí byla uplatněna novelou tohoto nařízení, a to nařízením vlády č. 219/2007 Sb., s účinností od 1. 9. 2007 [5]. Druhý akční program na období 2008–2011 byl vyhlášen novelou nařízení vlády č. 103/2003 Sb., a to nařízením vlády č. 108/2008 Sb., s účinností od 4. 4. 2008 [6]. Původní předpis byl v roce 2012 zrušen novým nařízením vlády

č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu (dále jen „nařízení vlády“) [4], které s účinností od 1. 8. 2012 vyhlásil druhou revizi zranitelných oblastí a vyhlásil 3. akční program. Třetí revize vymezení zranitelných oblastí byla uplatněna novelou č. 235/2016 Sb. tohoto nařízení s účinností od 1. 8. 2016 [7]. Čtvrtý akční program a jeho úpravy v této novele vycházely především z výsledků monitoringu realizace třetího akčního programu v zemědělské praxi, nových vědeckých poznatků a požadavků Evropské komise.

## VYMEZENÍ A REVIZE ZRANITELNÝCH OBLASTÍ

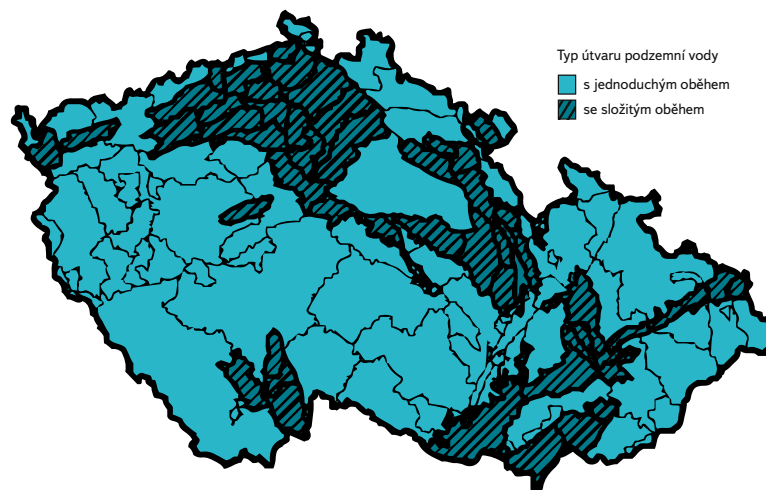
### Vymezení zranitelných oblastí

Jak již bylo výše konstatováno, první zranitelné oblasti byly vymezeny v roce 2002 [8]. Při vymezení zranitelných oblastí bylo nutné vyřešit, jak postupovat při vyhodnocování všech koncentrací podzemních a povrchových vod. Základním podkladem pro vymezení zranitelných oblastí povrchových vod bylo vymezení ověřených a neověřených oblastí v roce 1999 v projektu VaV 510/4/98 Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR [9]. Tyto oblasti byly takto rozděleny na základě posouzení, zda se jedná o vodohospodářsky významnou oblast (povodí vodárenských nádrží), dále podle toho, jaké je riziko vyplavování dusičnanů vzhledem k bilančnímu přebytku dusičnanů přítomných v půdě, a samozřejmě hlavně na základě vyhodnocení výsledků dostupného monitoringu jakosti povrchových a podzemních vod a hodnocení projevů eutrofizace způsobené dusičnany. První hodnocení probíhalo zvláště pro povrchové a zvláště pro podzemní vody. Při posouzení zranitelných oblastí podzemních vod bylo potřeba identifikovat, jak se znečištění dusičnany šíří v podzemních vodách a kde se projeví jeho účinky. Vycházelo se z přírodních podmínek útvarů podzemních vod. Podle vlastností hydrogeologické struktury je možné oběh podzemních vod rozdělit na dva případy. V prvním případě (útvary podzemní vody s jednoduchým oběhem) jde o oblasti s nesouvislým zvodněním (hlavně oblasti krystalinických hornin) nebo mělkým oběhem podzemní vody v přepovrchové zóně (především kvartérní kolektory), znečištění podzemních vod se zde většinou bezprostředně objevuje i v povrchových vodách. V těchto případech byly hodnoceny koncentrace  $\text{NO}_3$  společně v povrchových i podzemních vodách. V hydrogeologických rajonech se souvislým zvodněním (převážně v pánevích strukturách) je hlubší a složitější oběh podzemní vody. Podzemní a povrchová voda se zde tedy musí hodnotit zvláště, protože absence znečištění v povrchových vodách v těchto oblastech automaticky nevylučuje znečištění podzemních vod. Celé území ČR bylo tedy rozděleno na dva typy oblastí podle převažujícího typu oběhu podzemních vod (obr. 1).

Při rozhodování o zařazení plochy mezi zranitelné oblasti byly také použity podpůrné podklady, které umožnily odlišit původ znečištění, rozsah využití půdy v jednotlivých oblastech, intenzitu zemědělského hospodaření a obecnou zranitelnost půd a horninového prostředí.

V roce 2002 ještě nebyl zaveden speciální monitoring povrchových vod pro nitrátovou směrnici, pro hodnocení byla tedy využita všechna dostupná data z dosavadních prováděných monitoringů jakosti povrchových vod, zvláště z měření na drobných vodních tocích zajišťovaných Státní meliorační správou (SMS) a také z probíhajícího měření jakosti podzemních vod provozovaného Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Pro hospodářskou bilanci dusíku byly použity statistické údaje Českého statistického úřadu (ČSÚ) a údaje z databáze Ministerstva zemědělství (MZe). Pro rozlišení jednotlivých ekosystémů byla využita vrstva CORINE – Land Cover pořízená z družicových snímků z období 1990–1992.

Výsledné zranitelné oblasti vymezené v povodích 4. řádu byly po jejich homogenizaci převedeny z legislativně-administrativních důvodů na plochy



Obr. 1. Rozdělení území ČR podle vlastností hydrogeologické struktury útvarů podzemních vod

Fig. 1. Distribution of area of CR according to the hydrogeological structure

katastrálních území, které umožňují vlastníkově nebo uživateli pozemku identifikovat, zda se nachází ve zranitelné oblasti, či nikoliv. Pro převod území na katastry byla stanovena pevná kritéria (plocha katastru je více než ze 75 % pokryta vymezeným zranitelným územím), aby nedocházelo k nežádoucímu rozšiřování vymezených území.

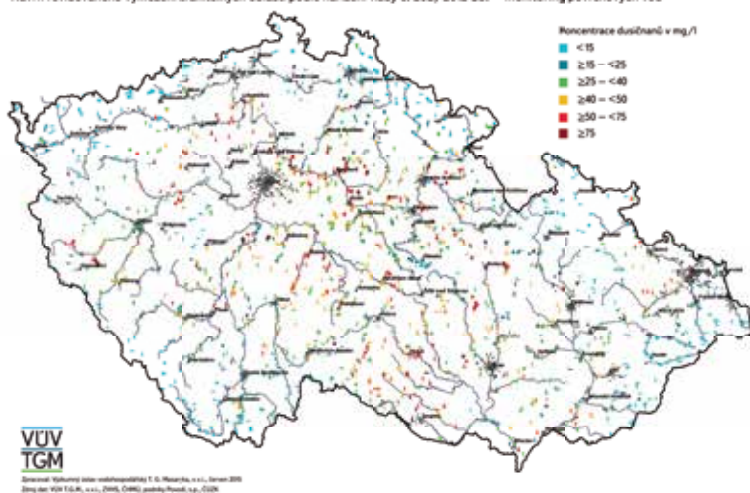
Zranitelné oblasti byly vymezeny na 36,7 % území České republiky.

## REVIZE ZRANITELNÝCH OBLASTÍ

Podle nitrátové směrnice musí probíhat pravidelné přezkoumání vymezení zranitelných oblastí do 4 let od jejího vymezení. V České republice tak proběhly již 3 revize, v letech 2007 [10], 2011 [11] a v roce 2015 [12]. Při návrhu revidovaného vymezení se vychází z předpokladu, že pokud mají být opatření akčních programů účinná a tím zajištěna ochrana vod, je nutné v každém období mezi jednotlivými revizemi zaměřit pozornost na skutečně problémové oblasti a v nich aplikovat co neúčinnější opatření, která povedou ke zlepšení stavu. Vyplývá to ze smyslu nitrátové směrnice, jejímž účelem je cílené snižování znečištění vod pomocí přísnějších požadavků v jasně definovaných oblastech. Proto Česká republika přistoupila k možnosti, že v rámci revizí budou vyhodnocena aktuální data z jakosti povrchových a podzemních vod a současně také jejich trendy, a podle těchto výsledků bude rozhodnuto buď o rozšíření plochy zranitelných oblastí, nebo v případě výrazného zlepšení stavu také o jejich zrušení. Týká se to případů, kde koncentrace dusičnanů za předchozí období byly pod hranici 25 mg/l a trend jejich vývoje byl klesající. V tomto případě je předpokládáno, že dostatečnou ochranu území již zajistí běžné nástroje (např. Zásady správné zemědělské praxe). Tato metodika byla použita ve všech třech provedených revizích.

Od roku 2002, kdy byly zranitelné oblasti vymezeny, došlo k výraznému posunu ve vývoji v oblasti datových podkladů i ke zpřesnění způsobu hodnocení. I nadále jsou pro revize používána data ČHMÚ o jakosti povrchových i podzemních vod. Výraznou pomocí pro zkvalitnění podkladů pro jednotlivé revize bylo navržení nového optimalizovaného monitoringu drobných vodních toků, který navazoval na síť provozovanou Státní meliorační správou od roku 1993 a poté její nástupnickou organizací Zemědělskou vodohospodářskou správou. Tento monitoring je cíleně situován pro potřeby nitrátové směrnice a zároveň je převážná část profilů umístěna v místech reprezentativních pro monitorování vodních útvarů podle Rámcové směrnice 2000/60/ES [13]. Monitorovací

Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb. – monitoring povrchových vod



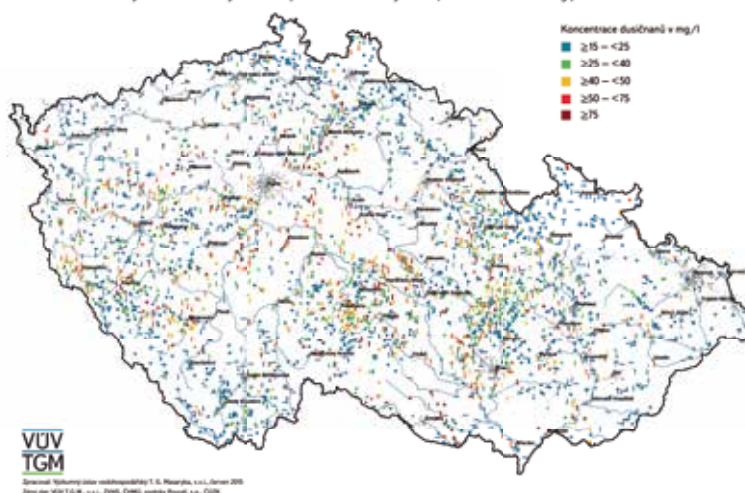
Obr. 2. Vyhodnocení monitoringu povrchových vod

Fig. 2. Assessment of the nitrate concentrations in surface water

sít se skládá z hlavních profilů, které jsou měřeny dlouhodobě každý měsíc a jsou situovány právě v místech reprezentativních pro monitorování vodních útvarů. Další součástí jsou vedlejší profily, které jsou sledovány 12x za rok a jsou rozděleny do čtyř skupin tak, aby byly měřeny v pravidelných 4letých cyklech. Výsledky těchto sledování jsou jedním ze základních podkladů pro revize zranitelných oblastí. Od zavedení této monitorovací sítě proběhlo několik jejích optimalizací a v současné době je provozována podniky Povodí podle jejich územní příslušnosti, výsledky pak spravuje Povodí Moravy, s. p.

Díky projektu Technologické agentury České republiky TA01010670 Chráněná území povrchových a podzemních vod pro lidskou spotřebu – hodnocení jakosti surové vody a jeho využití v praxi [14] bylo možné ve větší míře použít pro hodnocení jakosti také data o jakosti surové vody určené pro lidskou spotřebu pořizovaná na základě zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu [15] a jeho prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb. [16]. Jedná se o výsledky

Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb. – monitoring podzemních vod



Obr. 3. Vyhodnocení monitoringu podzemních vod

Fig. 3. Assessment of the nitrate concentrations in groundwater

měření jakosti provozovatelů vodovodů, kteří tato data v současnosti pravidelně zasílají podnikům Povodí a krajským úřadům (dříve Ministerstvu zemědělství). Tyto údaje byly vzhledem ke způsobu jejich vykazování pro hromadné vyhodnocení nedostupné, díky řešenému projektu vznikla ve VÚV TGM databáze, kterou bylo možno využít jako zásadní podklad pro hodnocení jakosti zvláště podzemních vod.

Na následujících obrázcích (obr. 2 a 3) je ukázka výsledků hodnocení jakosti povrchových a podzemních vod pro revize v roce 2015. Jednotlivá monitorovací místa jsou vyhodnocena a rozdělena do kategorií podle hodnoty koncentrací  $\text{NO}_3$ . Pokud to bylo možné z hlediska časových řad měření, u každého místa byl vyhodnocen také trend: vzrůstající (šipka směrem nahoru), klesající (šipka dolů) a stabilní (vodorovná šipka). Kde nebylo možné hodnotit trend vzhledem k počtu měření, je toto místo vyznačeno pouze jako bod.

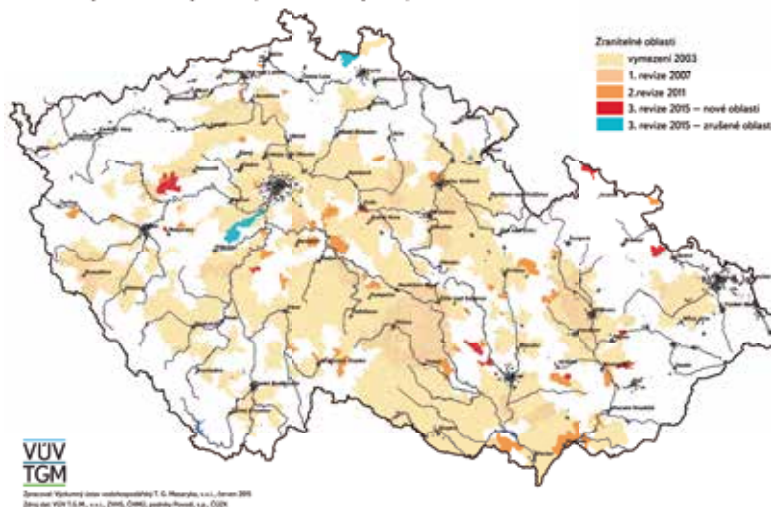
Tabulka 1. Tabulka ploch vymezených zranitelných oblastí

Table 1. Table of areas of defined vulnerable areas

	Vymezení v roce 2003	1. revize vymezení v roce 2007	2. revize vymezení v roce 2011	3. revize vymezení v roce 2015
<b>Podíl plochy zranitelných oblastí v ploše ČR (v %)</b>	36,7	39,9	41,6	41,9
<b>Podíl zemědělské půdy *) ve zranitelných oblastech k celkové ploše zemědělské půdy v ČR (v %)</b>	42,5	47,7	49,0	50,2
<b>Podíl plochy zemědělské půdy *) z celkové plochy zranitelných oblastí (v %)</b>	71,0	69,3	68,4	68,4
<b>Podíl plochy orné půdy *) z celkové plochy zranitelných oblastí (v %)</b>	57,0	58,0	54,9	53,9

\*) rozsah zemědělské půdy a orné půdy podle vrstvy Corine Land Cover 90 pro rok 2003, Corine Land Cover 2000 pro rok 2007, Corine Land Cover 2006 pro rok 2011 a Corine Land Cover 2012 pro rok 2015

Revidované vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb.



Obr. 4. Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí  
Fig. 4. Proposal for revision of the designation of vulnerable zones

Další výraznou změnou při revizích zranitelných oblastí bylo vytvoření metodiky pro hodnocení eutrofizace [17]. Hodnocení je založeno v prvním kroku na vyhodnocení koncentrací dusičnanů, pokud koncentrace přesahuje 25 mg/l, jsou tyto profily dále vyhodnocovány z hlediska celkového fosforu. U profilů, které jsou na základě tohoto posouzení hodnoceny v horším než v dobrém stavu, dochází k dalšímu kroku – určení míry vlivu zemědělského hospodaření na základě podílu dusičnanového dusíku na celkovém anorganickém dusíku ve vzorku. Na základě hodnoty tohoto poměru a podílu zastoupení zemědělských půd v povodí je toto povodí označeno jako zranitelné/nezranitelné z hlediska eutrofizace vod.

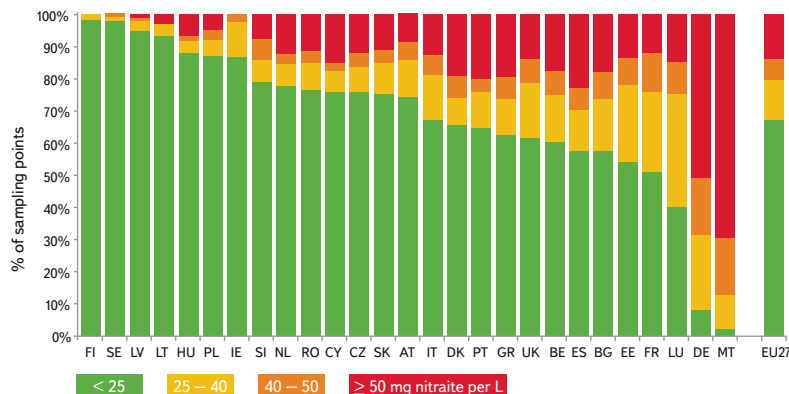
Výsledné revize zranitelných oblastí vycházejí v řešeném období z aktuálních vrstev katastrálních území a aktuálních výsledků leteckého snímkování CORINE Land Cover.

V tabulce 1 a obr. 4 je zaznamenán vývoj rozsahu zranitelných oblastí v celém období implementace nitrátové směrnice v období 2002–2015.

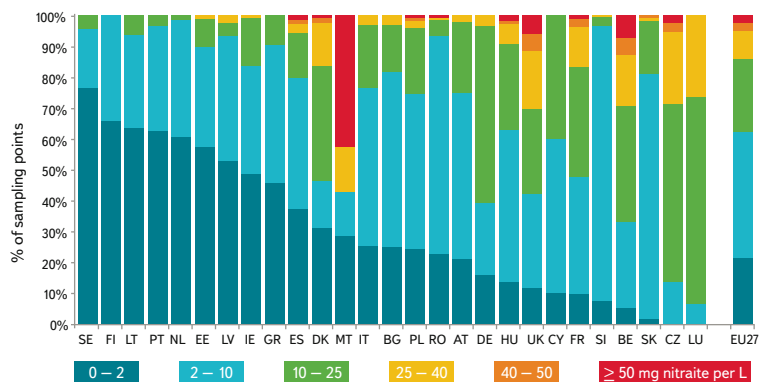
## PŘEDKLÁDÁNÍ NÁRODNÍCH ZPRÁV O PLNĚNÍ NITRÁTOVÉ SMĚRNICE

Součástí implementace nitrátové směrnice je také zajištění zpracování a odeslání povinných zpráv Evropské komisi o plnění nitrátové směrnice za každé čtyřleté období. Reportingová zpráva je odesílána každým členským státem v předepsaném formátu a obsahuje vyhodnocení a statistické údaje za předepsané období. Jedná se o údaje z oblastí monitoringu vod a plnění akčního programu, nedílnou součástí zprávy je také výhled vývoje znečištění vod z hlediska účinnosti nastavených opatření pro zlepšení její jakosti.

Evropská komise pak na základě jednotlivých národních zpráv vyhotoví celoevropskou zprávu a statistiky o účinnosti nitrátové směrnice a následně pak z těchto výsledků čerpá nové poznatky o možných potřebných důzrazech, například v oblasti nastavení akčních programů pro zemědělce. Ze statistik vyplývá, že Česká republika se nachází z hlediska rozlohy zranitelných oblastí v evropském průměru (samozřejmě zde nejsou započteny státy, které se rozhodly stanovit zranitelné oblasti celoplošně). Zajímavé je i srovnání výsledků monitoringu dusičnanů v ostatních státech. Nová evropská zpráva bude vytvořena na začátku roku 2017, uvádíme tedy pro informaci ukázkou z poslední evropské společné zprávy z roku 2012 (obr. 5–7).



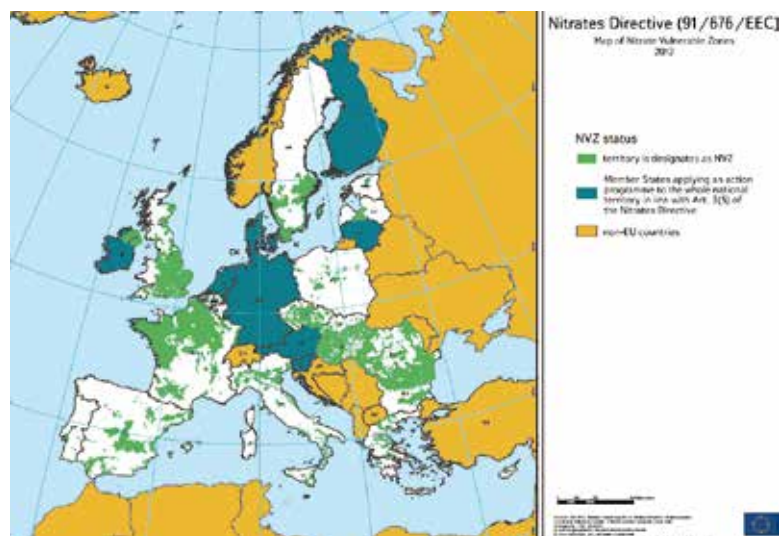
Obr. 5. Průměrné koncentrace dusičnanů v podzemních vodách podle členských států EU  
Fig. 5. Frequency diagram of groundwater classes (annual average nitrate concentrations in EU member states)



Obr. 6. Průměrné koncentrace dusičnanů v povrchových vodách podle členských států EU  
Fig. 6. Frequency diagram of average nitrate concentrations in fresh surface water classes (annual average nitrate concentrations in EU member states)

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Hlavním cílem nitrátové směrnice je chránit jakost vod v členských státech Evropské unie pomocí předcházení úniků dusičnanů ze zemědělských zdrojů do podzemních a povrchových vod. Ukazuje se, že opatření, která jsou nastavena pomocí jednotlivých akčních programů, a prosazování správné zemědělské praxe někde přinášejí své výsledky v podobě snižování znečištění zdrojů vod. Je patrné, jak nezbytné jsou kvalitní monitorovací programy a jejich vzájemná provázanost s vyhodnocováním účinnosti akčního programu a úzká spolupráce se zemědělci. Opatření akčního programu jsou každé 4leté období revidována a stále zpřísnována, ať už se jedná o období zákazu hnojení, limitů povolených dávek a způsobu hospodaření. Je nutné si ale uvědomit, že celý proces zlepšení jakosti vod má dlouhodobý charakter, a tak výsledky jsou zatím pouze pozvolné. Dílčí zlepšení je možné pozorovat například v oblastech, které mohly být v roce 2015 vypuštěny ze seznamu zranitelných oblastí, na druhou stranu ve výsledku došlo k opětovnému navýšení plochy zranitelných oblastí a z hodnocení trendů a tím také budoucího vývoje znečištění nevyplývá možnost zásadního zmenšení jejich rozsahu.



Obr. 7. Zranitelné oblasti v roce 2012; zeleně jsou uvedeny vymezené zranitelné oblasti; modrou barvou jsou vyznačena území států, které se rozhodly uvažovat celé území jako zranitelné; oranžovou barvu mají území mimo Evropskou unii  
Fig. 7. Vulnerable zones in 2012

## Literatura

- [1] CEC. Council Directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources, 91/676/EEC. Official Journal No L 375, 31. 12. 1991, p. 1.
- [2] Zákon č. 254/2001, ze dne 28. června 2001, o vodách a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Nařízení vlády č. 103/2003, ze dne 3. března 2003, o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
- [4] Nařízení vlády č. 262/2012, ze dne 4. července 2012, o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem.
- [5] Nařízení vlády č. 219/2007, ze dne 11. července 2007, kterým se mění nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
- [6] Nařízení vlády č. 108/2008, ze dne 25. února 2008, kterým se mění nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech.
- [7] Nařízení vlády č. 235/2016, ze dne 27. července 2016, o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem.
- [8] HRABÁNKOVÁ, A., ROSENDORF, P. a PRCHALOVÁ, H. *Návrh vymezení zranitelných oblastí. Závěrečná zpráva úkolu č. 1320.* Praha: VÚV TGM, 2002.
- [9] ROSENDORF, P. ed. *Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR, projekt Rady vlády ČR pro výzkum a vývoj VaV/510/4/98, souhrnná závěrečná zpráva za období řešení 1998–2002, 2003, 271 s.*
- [10] HRABÁNKOVÁ, A. aj. *Revize zranitelných oblastí pro nitrátovou směrnici. Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. Závěrečná zpráva úkolu č. 3733.* Praha: VÚV TGM, 2007.
- [11] HRABÁNKOVÁ, A. aj. *Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. Závěrečná zpráva úkolu č. 3733.* Praha: VÚV TGM, 2011.
- [12] HRABÁNKOVÁ, A. aj. *Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb. Závěrečná zpráva úkolu č. 3701. 06.* Praha: VÚV TGM, 2015.
- [13] EC. Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustávající rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Aktualizovaný pracovní překlad s anglickým originálem. Úplné znění, zahrnující text Přílohy X. (Rozhodnutí č. 2455/2001/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 20. listopadu 2001 ustávající seznam prioritních látek v oblasti vodní politiky a pozměňující směrnici 2000/60/ES). Praha, Ministerstvo životního prostředí, odbor ochrany vod, srpen 2003, 98 s.
- [14] HRABÁNKOVÁ, A. aj. TA01010670 „Chráněná území povrchových a podzemních vod pro lidskou spotřebu – hodnocení jakosti surové vody a jeho využití v praxi“, 2011–2013.
- [15] Zákon č. 274/2001 Sb., ze dne 10. července 2001, o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).
- [16] Vyhláška č. 428/2001 Sb., ze dne 16. listopadu 2001, kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).
- [17] ROSENDORF, P. a FIALA, D. *Metodika vymezení zranitelných oblastí podle eutrofizace vod pro potřeby implementace směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů.* Certifikovaná Metodika VÚV TGM, v. v. i., Výzkumný záměr MZP0002071101, subprojekt 3617, Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2011, s. 51.



## Poděkování

*Příspěvek vznikl na základě dlouhodobé činnosti podporované Ministerstvem životního prostředí a také díky práci mnoha kolegů z VÚV TGM, v. v. i., kteří se na implementaci nitrátové směrnice podíleli.*

## Autoři

**Ing. Anna Hrabánková**

✉ [anna\\_hrabankova@vuv.cz](mailto:anna_hrabankova@vuv.cz)

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

Příspěvek prošel lektorským řízením.

## WATER PROTECTION AGAINST NITRATES FROM AGRICULTURE

**HRABANKOVA, A.**

TGM Water Research Institute, p. r. i.

**Keywords:** vulnerable zones – nitrate – action programme – Nitrates Directive

The aim of Council Directive 91/176/EEC regarding the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources [1] (hereinafter „Nitrates Directive“) is to reduce water pollution coming from agricultural sources and to prevent further such pollutions in order both to provide good-quality water supplies and to protect surface water against eutrophication. Transposition of the Nitrates Directive was carried out by provision Section 33 of Act No. 254/2001 Coll., on waters, as amended [2], where it is required that in the Regulation the Government stipulates vulnerable zones and arranges use and storage of fertilisers and livestock manure, rotation of crops and implementation of anti-erosion measures within these zones. Vulnerable zones are designated in this Government Regulation No. 103/2003 Coll., of March 3, 2003 on stipulation of vulnerable zones and on the use and storage of fertilizers and barnyard fertilizers, alternation of crops and implementation of anti-erosion measures through a list of cadastral territories that are located in river basins of surface waters and in groundwater areas where substantial nitrate pollution from agricultural sources has been demonstrated or where circumstances indicate that further deterioration in water quality can occur. This Government Regulation in these zones further stated that revision of vulnerable zones and proposals concerning changes of their extent have to be submitted to the Government at least no later than four years after the first designation.





# Autoři VTEI

## Ing. Adam Beran

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ [adam\\_beran@vuv.cz](mailto:adam_beran@vuv.cz)  
[www.vuv.cz](http://www.vuv.cz)



Ing. Adam Beran je zaměstnancem oddělení hydrologie ve VÚV TGM, v. v. i., od roku 2010. V roce 2011 ukončil magisterský obor Environmentální modelování na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze. V současné době je studentem doktorského studijního programu se zaměřením na hydrologické modelování. Podílí se na řešení projektů, např. Zajištění dostupnosti vodních zdrojů ve vybraných oblastech Karlovarského kraje, Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v ČR, Rebalance zásob podzemních vod, Výzkum adaptačních opatření pro eliminaci dopadů klimatické změny v regionech ČR.

## doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ [martin\\_hanel@vuv.cz](mailto:martin_hanel@vuv.cz)  
[www.vuv.cz](http://www.vuv.cz)



Doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D., je absolventem bakalářského oboru Krajinářství (2005), magisterského oboru Environmentálního modelování (2007) a doktorského oboru Zemědělská a lesnická hydrologie (2010) na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze (FŽP ČZU). V rámci doktorského studia byl v letech 2007–2009 zaměstnancem Královského nizozemského meteorologického ústavu (KNMI), od roku 2006 je zaměstnán v oddělení hydrologie Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i., jako odborný asistent (od r. 2009) a od roku 2014 je docentem na katedře vodního hospodářství a environmentálního modelování FŽP ČZU. Zabývá se zejména analýzou extrémů v hydrologii, modelováním dopadů změny klimatu na hydrologický režim a analýzou nejistot. Je autorem řady publikací v mezinárodních i tuzemských odborných časopisech, několika monografií, certifikovaných metodik, specializovaných map a softwarů. Je řešitelem a spoluřešitelem řady výzkumných i komerčních projektů.

## Ing. Anna Hrabánková

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ [anna\\_hrabankova@vuv.cz](mailto:anna_hrabankova@vuv.cz)  
[www.vuv.cz](http://www.vuv.cz)



Ing. Anna Hrabánková je zaměstnancem Výzkumného ústavu T. G. Masaryka, v. v. i., od roku 1985, kdy nastoupila do ústavu jako výzkumný pracovník. V roce 2008 povýšila na pozici vedoucího oddělení ochrany podzemních vod a od roku 2010 je vedoucím odboru hydrauliky, hydrologie a hydrogeologie. Specializuje se na problematiku týkající se bilance množství a jakosti podzemních vod. Ing. Hrabánková vystudovala obor Vodní stavby a vodní hospodářství na Fakultě stavební ČVUT. Orientuje se v geografických informačních systémech a od roku 2009 je členkou nitrátového výboru Evropské komise. Je řešitelkou několika projektů a autorkou řady publikací.

## Mgr. Pavel Tremel

VÚV TGM, v. v. i., Praha

✉ [pavel\\_tremel@vuv.cz](mailto:pavel_tremel@vuv.cz)  
[www.vuv.cz](http://www.vuv.cz)



Mgr. Pavel Tremel vystudoval Přírodovědeckou fakultu UK v Praze, obor Fyzická geografie. Pracuje v oddělení hydrologie Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, kde se kromě hydrologických analýz věnuje i mezioborovému výzkumu a vazbám mezi hydrologií, meteorologií a klimatologií, přičemž více než 10 let se specializuje na komplexní výzkum problematiky sucha (z hydrologického i meteorologického pohledu), dlouhodobě se dále zabývá tematikou dopadů klimatické změny na vodní zdroje, problematikou teploty vody či vlivem technického zasněžování na vodní toky.



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

.CZ



## Rozhovor s náměstkem pro hydrologii z ČHMÚ RNDr. Janem Daňhelkou, Ph.D.

**Nakolik lze považovat projevy změny klimatu na území České republiky za závažné?**

Nejdříve je třeba si uvědomit, že vyhodnocení klimatického režimu nelze dělat na základě jednoho roku, ale při srovnávání delších období. V klimatologii se většinou pracuje s třicetiletým obdobím, pro něž se vyhodnocují normály a dlouhodobé průměry. Pokud bychom ale chtěli vyhodnotit, zda a jak se mění režim výskytu extrémních jevů, a zvláště to platí u povodní, tak nevystačíme ani s těmi třiceti lety a potřebovali bychom pro přijetí seriózních a robustních závěrů ještě delší řady pozorování.

Z pozorování vyplývá, že se jednoznačně zvýšila teplota vzduchu. Například počet měsíců, které jsou vyhodnoceny jako teplotně podprůměrné, je minimální. Naopak v období let 1994 až 2013 u nás celkem napršelo asi o 820 mm, tedy o 6 % více, než by odpovídalo průměrné hodnotě. Dvacet let jsme tedy žili v teplejším a vlhčím období s několika povodněmi. Domnívám se však, že v případě srážek nejsme v tuto chvíli schopni říci, zda jde o přirozený výkyv, kterých v minulosti byla celá řada, nebo počátek trvalé změny.

Mimochodem z hlediska hydrologické bilance jsou to velmi zajímavé skutečnosti. Vyšší teplota znamená vyšší evapotranspiraci a ta zatím byla, zdá se, do značné míry kompenzována větším množstvím srážek. Co se stane, pokud se srážky navrátí k normálu? Naroste negativní bilance a vody v dalších částech vodního cyklu, v tocích, v půdě, v podzemí zákonitě ubude.

**Jaké jsou nynější důsledky této změny ve srovnání s historickými hydrologickými událostmi na území České republiky?**

Popravdě řečeno, pokud jde o hydrologické extrémy, tak při pozornějším pohledu do minulosti zatím dokážeme pro současné události najít analogie – některé byly stejně velké, nebo ještě extrémnější. Například o něco delší epizoda přívalových povodní podobná roku 2009 nás postihla v roce 1875, extrémní sucho podobné 2015 zažili naši předci například v letech 1947 či 1874. I k povodni 2002 nalezneme analogii, která pochází z roku 1432.

Pokud jde o srážky, pak nepřekonané extrémy denních srážek jsou z července 1897, kdy v Jizerských horách napadlo 345 mm. Uvádí se, že při známé povodni 1872 v povodí Berounky v Mladoticích napršelo 232 mm za 90 minut. Tento údaj sice není ověřitelný, ale výsledná povodeň na neobvyklé srážky ukazuje. Naopak pokud jde o teploty, velký počet denních rekordních maxim i absolutní změřené maximum 40,4 °C pochází z posledních desetiletí.

**Do jaké míry se potvrzují změny scénářů klimatu a který z řady scénářů se v tuto chvíli jeví jako nejpravděpodobnější?**

Jednou z charakteristik projekcí změny klimatu je skutečnost, že jednotlivé scénáře se začínají vzájemně rozbíhat až později v průběhu 21. století, takže pozorovaný průběh řad hydrometeorologických prvků zatím nemůže sloužit jako potvrzení větší pravděpodobnosti některého scénáře či scénářů. Navíc

pokud bychom se zaměřili na naše území, pak platí, že klimatické modely zatím nedokáží dost věrně fyzikálně reprodukovat řadu prvků a jevů v regionálním a lokálním měřítku, platí to především pro srážky, ale třeba i pro vlhkost vzduchu nebo rychlost větru. Výsledky jejich simulací jsou proto „opravovány“ statistickými postupy, aby odpovídaly pravděpodobnosti pozorovaných dat v referenčním období, a pro scénáře budoucích změn se uvažuje spíše s relativními rozdíly mezi simulacemi. To je postup akceptovatelný pro klimatologii, ale pro hydrologii znamená řadu problémů. A to hlavně v podobě narušení fyzikálního mechanismu vodní a energetické bilance. Abych to ozřejmil, pokud například model simuluje méně srážek než ve skutečnosti padá, bude pravděpodobně simulovat i menší výpar a tím menší vlhkost vzduchu a následně jinou teplotu vzduchu, čímž zpětně ovlivňuje simulaci výparu. Každý z těch prvků dokážeme statisticky korigovat, ale taková korekce nezaručuje, že budou po korekci dávat smysl i jejich vzájemné vazby. V tomto ohledu je před oborem klimatického modelování ještě spousta práce.

No a aby toho nebylo málo, tak v našich geografických podmínkách jsou předpokládané změny srážek velmi nejisté, na severu Evropy by měly spíše narůstat, na jihu spíše klesat, my jsme v přechodové zóně s velmi nejistým trendem. Čili opravdu nedokážeme nyní nějaký scénář zcela potvrdit či vyloučit.

### **Která území jsou z hlediska projevů hydrologických extrémů nejohroženější?**

Podle mne v tomto hrají roli dva faktory. Předně, čím podrobnější měřítko použijeme, tím větší je riziko potenciálních dopadů. Jinými slovy, pokud se budeme dívat na konkrétní lokalitu, tak relativní dopad jakýchkoliv změn, ale i přizpůsobení zde bude větší než v měřítku celého státu. A za druhé, nejohroženější jsou ty oblasti, které již dnes vykazují ohrožení určitými projevy působení klimatu na krajinu, vodní cyklus či společnost. Pokud bych měl být konkrétní, uvedl bych dva případy. Prvním z nich je často zmiňované Rakovnícko, kde se již dnes projevuje nedostatek vody v důsledku velmi negativní bilance srážek a výparu. V tomto případě další nárůst teploty při stejných nebo i jen o málo menších srážkách může být kritický pro užívání vody či některé ekosystémy, protože už nyní jsme zde s vodou takřka na hraně.

Druhým příkladem jsou městské aglomerace, kde je při letních vlnách veder teplota výrazně zvyšována městským tepelným ostrovem, nedostatkem zeleně, vodních prvků a přemírrou asfaltu. Jakákoliv změna v extrému teploty či přívalových srážek zde znamená negativní dopady na zdraví obyvatel nebo na odvod vody kanalizací, navíc vzhledem k velké koncentraci lidí a aktivit je zde pochopitelně největší zranitelnost.

### **Předpokládáte, že současné relativně mírné zimy a horká suchá léta budou jedním z typických projevů klimatu a budou nastávat pravidelně?**

Podle mne jsou právě uvedené dva jevy těmi nejpravděpodobnějšími projevy změny klimatu. Pokud jde o mírné zimy, pak je jednoznačně změna vidět třeba ve srovnání s chladnějším 19. stoletím. Tehdejší zimy byly chladnější, trvaly déle a přinášely často množství sněhu i do nižších poloh, toky zamrzaly mohutnou vrstvou ledu. Výsledkem byly časté velké jarní povodně. Třeba Vltava v Praze zažila stoletou jarní povodeň v letech 1845 a 1862. Od té doby došlo k jasné změně, kdy ty největší povodně se zde vyskytují v letním období, jmenujme „stoleté“ povodně 1890 a 2002. Velké zimní povodně jsou dnes zkrátka méně pravděpodobné, což mimochodem ukazuje na skutečnost, že riziko povodní má smysl řešit i v kontextu ročního období a vůbec konkrétního času, uvědomme si například, že řešení následků povodně v únoru či březnu je jiné než v létě, potřebami evakuovaných počínaje, riziky druhotných dopadů na zdraví třeba v podobě prochladnutí a například rychlostí vysoušení objektů konče.

### **Která opatření jsou z hlediska zmírnění dopadů hydrologických extrémů podle vašeho názoru nejúčinnější?**

Nejúčinnější jsou opatření, která jsou řešena komplexně v kontextu celého povodí. Musí tedy jít o vhodnou kombinaci přírodních blízkých opatření v krajině, technické ochrany sídel a zvyšování prevence a připravenosti, např. v podobě plánů či předpovědí a výstrah. Řada věcí se udělala v minulosti dávno i nedávno, největší deficit tak v současnosti v případech povodní vidím ve stavu půdy a krajiny a její schopnosti vsakovat a zadržovat vodu a naši stále nedostatečné schopnosti jít vodě z cesty tam, kde se vylévá a vylévat vždy bude. Pořád stavíme nové objekty v záplavovém území, místo abychom z něj existující objekty spíše odstraňovali.

V případě sucha je to trochu něco jiného, tam máme rezervy mnohem větší. Předně je třeba si uvědomit, že na zmírnění sucha v půdě a v krajině je třeba hledat trochu jiná opatření než na zajištění vody v tocích a nádržích. Navíc tady nemáme ani úplně jasno z hlediska plánu, prevence a připravenosti, takže je jediné dobře, že se v tomto ohledu začaly hýbat ledy a sucho se dostalo do povědomí nejen vodohospodářů, ale i politiků, médií a veřejnosti.

### **V jakých oblastech by ČHMÚ měl rozvíjet svoje aktivity v návaznosti na probíhající změny klimatu?**

Roger Pulwarty z americké NOAA v jedné své prezentaci uvedl, že dlouhodobý monitoring je nezbytným předpokladem pro vytvoření výstražného systému. To si myslím velmi dobře vystihuje i roli ČHMÚ. Tedy zásadním úkolem pro nás je udržet kontinuitu pozorování hydrometeorologických prvků tak, abychom vůbec dokázali variabilitu a změnu klimatu identifikovat, popsat a vyhodnotit. A na to navazují všechny naše další úlohy včetně zpracování hodnot návrhových průtoků a zajištění předpovědní povodňové služby a výstrah. Všechny obory činnosti se snažíme postupně zdokonalovat a rozvíjet, protože je vidíme jako nutnost pro adaptace nejen z hlediska změny klimatu, ale jako nezbytné i pro adaptace při současném stavu. Někteří lidé si úplně nespojují to, že naše snaha zlepšit povodňovou ochranu či zvládání sucha je vlastně klimatická adaptace. Ale je to tak, že ani na současné podmínky nejsme plně adaptováni, tedy povodně, když se vyskytnou, tak působí škody, sucho má také své dopady. Výhoda je, že cokoli děláme pro řešení současného stavu, automaticky pomáhá i při změněném klimatu a není třeba tak naše aktivity v tomto smyslu nějak rozdělovat nebo chápat odděleně.

Ale abych uvedl něco konkrétního, tak osobně se domnívám, že potenciál pro rozvoj je v oblasti pravděpodobnostních sezonních predikcí a jejich dopadů v oblasti hospodaření s vodou.

### **Do jaké míry zapadají kroky České republiky do celosvětové adaptační politiky?**

V rámci cílů udržitelného rozvoje OSN jsou pro nás relevantní zejména adaptace vůči přírodním katastrofám spojeným s klimatem, implementace aktivit do národních politik a zlepšení osvěty. Takže to jsou přesně oblasti, kam logicky směřuje i úsilí na národní úrovni. Mimochodem v loňském roce vláda schválila Strategii přizpůsobení se změně klimatu a nyní probíhá zpracování Národního adaptačního plánu. V jeho rámci jsou všechny výše uvedené aspekty reflektovány a navíc ze čtyř tematických pracovních skupin, které zpracovávaly podklady pro plán, byla jedna zaměřená na sucho, jedna na povodně a jedna na další extrémní jevy. Tedy je zřejmé, že vnímáme vodu jako stěžejní faktor působení klimatu na naši společnost, a to je myslím dobře.

Redakce

# Voda základ života

Odborníkům to není třeba opakovat, ale laická veřejnost o tom nemá tušení. V Čechách je nedostatek vody a trend, který je spíše nepříznivý, bude s nejvyšší pravděpodobností pokračovat i v budoucích letech.

Běžný Čech je nicméně letos v pohodě, protože dost prší, tráva na jeho zahradě je víceméně zelená a na jeho oblíbeném koupališti je dostatek vody. Voda tekoucí z kohoutku je pro něj naprostá samozřejmost. Ani ho nenapadne se zamyslet nad tím, co pro nás voda znamená, jakým způsobem s ní zacházíme a jak si s vodou „stojíme“. Podobné informace v dlouhodobé atraktivní podobě jsou k dispozici minimálně. Nemluvím tady o nárazových zprávách v médiích, které mají zvýšit prodaný náklad dramatickými obrázky povodní nebo sucha, ale o relevantní komunikaci a nenásilné edukaci. Slovy režiséra Petra Krejčího, autora nového pořadu České televize Krajinou domova: „Naši předkové věděli o vodě a krajině mnohem víc, než víme my dnes. Zřejmě těch informací objemově nebylo tolik jako nyní, nebyly podpořené vědeckými studiemi, ale zato vycházely ze staleté zkušenosti.“

Právě na tuto zkušenost, na tyto znalosti a na tento zájem o vodu – esenci všeho živého na zemi – si dala za úkol navázat nezisková organizace Voda základ života, která spustila stejnojmenný portál [www.vodazakladzivota.cz](http://www.vodazakladzivota.cz). Jeho cílem je představit důležitost vody a její atributy nenásilnou formou, která bude pro veřejnost dostatečně atraktivní. Informace pro laickou veřejnost budou představovány populární formou tak, aby vyvolaly přirozenou zvědavost. Proto se na portále dají shlédnout zajímavosti od základních dat o vodě, přes názory osobností až k aktuálním tématům, jako je například sucho. Kromě textů a obrázků jsou na portále také poprvé k dispozici unikátní videa ze stavby našich velkých vodních děl. Řada z nich totiž nebyla ještě nikdy zveřejněna a až nyní se budou v pravidelných intervalech premiérově objevovat online. Zájemci tak získají jedinečnou příležitost vidět i desítky let staré, nikdy nepublikované dokumenty o stavbách našich významných vodních děl, vývoji českých řek a dalších zajímavých tématech. Postupem času se bude obsah samozřejmě dále rozšiřovat.

V dnešní době je ovšem potřeba mít nejen kvalitní web se zajímavým obsahem, ale také komunikovat v místech, kde informace proudí ke správným adresátům. Šlo by to popsat rčením: když nejde Mohamed k hoře, musí hora k Mohamedovi. Nečekat, až návštěvníci přijdou na stránky, ale být tam, kde se relevantní čtenáři skutečně vyskytují. Dnes to už nejsou weby, které slouží spíše

jako platforma k agregaci dat, ale především sociální sítě. Proto Voda základ života je aktivní na klíčových sociálních sítích: Facebooku s kompletním obsahem, Instagramu s fotografiemi a v neposlední řadě na YouTube s již dříve zmiňovanými videi.

Aby byl projekt nejen udržitelný, ale především po všech stránkách na patřičné úrovni, dochází na něm k propojení tří oblastí: odborné/vědecké, komerční a neziskové. Patronem projektu se tak stalo Ministerstvo životního prostředí, odbornými garanty pak Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Český hydrometeorologický ústav a Povodí Vltavy, jejichž pracovníci se podílí odbornými znalostmi na relevanci a správnosti obsahu portálu.

Firmy podporují tuto aktivitu nejen finančně, ale i tématy z praxe, která jsou velmi inspirativní. Portál Voda základ života tak vznikl díky generálnímu partnerství společnosti HEINEKEN, která se již delší dobu zajímá o problematiku zásob vody nejen v Česku (stojí například za projektem Naše mokřady – [www.nasemokradly.cz](http://www.nasemokradly.cz), který byl oceněn v rámci soutěže TOP odpovědná firma jako environmentální projekt roku 2015). Významně se podílejí společnosti Úprava vody Želivka, ČEZ, Skanska, TÜV SÜD nebo DHI.

A v neposlední řadě je tu neziskový sektor, se kterým chce Voda základ života v dlouhodobém horizontu aktivovat dobrovolnické projekty a podporu neziskového sektoru obecně. Partneři, kteří se zapojují do aktivit týkajících se vody, jsou: Člověk v tísni, Český svaz ochránců přírody a Byznys pro společnost.

Dohromady tak vzniká harmonický celek, který postupně začíná profesionálně předávat relevantní informace veřejnosti. Do budoucna autoři projektu věří, že se bude stále více zlepšovat informační úroveň a rozšiřovat edukativní role.

## Autor

**Ing. Jiří Hauptmann**

✉ [jiri.hauptmann@vodazakladzivota.cz](mailto:jiri.hauptmann@vodazakladzivota.cz)

**předseda správní rady Voda základ života, z. ú.**

## ING. JIŘÍ HAUPTMANN

Voda mě zaujala díky mému působení ve společnosti HEINEKEN, kde je považována za jeden z pilířů trvale udržitelného rozvoje. Díky tomu jsem se o vodu a všechny souvislosti s ní spojené začal zajímat intenzivněji a po čase jsem si uvědomil, že na to, jak je voda pro společnost důležitá, o ní společnost nic neví. Tak vznikla první myšlenka zlepšit komunikaci o tomto tématu ve společnosti, protože neustále vidíme pouze střípky informací, nikoliv celé spektrum. Po konzultacích s odborníky z VÚV a ČHMÚ jsme společně projekt pod záštitou Ministerstva životního prostředí představili v hrubých obrysech v březnu letošního roku a věřím, že se nám podaří ho dále rozvíjet. V tomto ohledu velmi děkuji Marku Riederovi z VÚV a Janu Daňhelkovi z ČHMÚ za teoretickou podporu a všem partnerům, kteří pomáhají projekt financovat. Těší mě osobně možná ještě víc, že na základě prvních ohlasů v médiích se mi ozývají dobrovolníci, kteří chtějí přiložit ruku k dílu a celému projektu nezištně pomoci. Utvrzuje mě to v přesvědčení, že tato tematika je opravdu podstatná a přínosná pro celou společnost.





# SOVAK ČR podporuje co nejrychlejší úplný zákaz používání glyfosátu

Přestože Evropská komise dne 29. června letošního roku rozhodla o dočasném prodloužení používání chemických přípravků obsahujících herbicidní látku glyfosát po dobu 18 měsíců, prosazuje Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, z. s. (SOVAK ČR), i Evropské sdružení vodohospodářských společností (EurEau) co nejrychlejší úplný zákaz glyfosátu.

Takový zákaz by výrazně zvýšil kvalitu povrchových vod v rámci celé Evropské unie včetně České republiky. Do povrchových vod se glyfosát dostává splachem pesticidů z polí a pokud jde o zdroje pitné vody, musí se taková voda upravovat v úpravárnách vod. Nejvyšší obsah glyfosátu v povrchových vodách byl zjištěn ve Švédsku (370 µg/l), Irsku (186 µg/l) a v Belgii (139 µg/l). Přestože situace v České republice není tak závažná, SOVAK ČR plně podporuje úplný zákaz dalšího používání glyfosátu a podporuje i stanovisko, že podmínkou zákazu použití glyfosátu bude uvedení alternativních přípravků, které nebudou vykazovat obdobně závažné dopady na zdraví člověka jako glyfosát.

Důvodem prodloužení doby uvádění glyfosátu na trh v zemích Evropské unie je možnost provést do druhé poloviny roku 2017 další hodnocení rizik pro zdraví lidí prostřednictvím Evropské agentury pro chemické látky (ECHA) v Helsinkách. Toto hodnocení by mělo potvrdit nebo vyvrátit dřívější závěr Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA), že existující vědecké studie nesvědčí o karcinogenních vlastnostech glyfosátu. Stejný názor jako EFSA vyjádřil i Společný panel pro rezidua pesticidů FVO/WHO (Potravinový a veterinární úřad/Světová zdravotnická organizace).

Dočasné prodloužení je doplněno i řadou dalších podmínek, mezi které patří to, že glyfosát nesmí být kombinován v přípravcích s látkou POE-tallowamine, musí být minimalizováno použití glyfosátu ve veřejných parcích, dětských hřištích a zahradách i agrochemické použití před sklizní.

Již v současné době je ale podle poznatků SOVAK ČR možné využívat při hubení plevelů (což je hlavní důvod používání glyfosátu) jiných, nechemických metod.

Jednou z nich je horkovodní hubení plevelů aplikací tlakové vody o teplotě 98 stupňů Celsia. Tato metoda jednak zabraňuje dalšímu růstu kořenových balů, umožňuje ale také odstraňovat i další znečištění z ošetřovaných veřejných ploch, které by jinak technicky nebylo možné likvidovat (například žvýkačky). Pilotní projekt probíhá v současné době v městské části Praha 12 ve spolupráci s Pražskými službami, a. s.

SOVAK ČR proto doufá, že i další uživatelé látek s obsahem glyfosátu přejdou na tuto efektivnější a pro vodu výrazně příznivější variantu řešení problémů s hubením plevelů.

## Autor

**Ing. Oldřich Vlasák**  
ředitel SOVAK ČR

Za technickou správnost odpovídá: Ing. Filip Wanner, Ph.D., SOVAK ČR

*SOVAK ČR je spolkem sdružujícím právnické a fyzické osoby, činné v oboru vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu, a sdružuje subjekty, jejichž hlavním předmětem činnosti je zajišťování zásobování vodou nebo odvádění a čištění či jiné zneškodňování odpadních vod, a to jak z hlediska provozování a spravování, tak z hlediska vlastnictví, rozvoje a výstavby. V současné době má SOVAK ČR 115 řádných členů a 131 členů přidružených. Řádní členové SOVAK ČR v České republice zásobují kvalitní pitnou vodou přes 9 mil. obyvatel, odvádějí odpadní vody pro téměř 8 mil. obyvatel a přes 98 % těchto odpadních vod čistí.*

# Právní vztahy k vodám v období vlády dynastie Lucemburků

## ÚVOD

V letošním roce mohl každý občan našeho státu zaznamenat vskutku význačné jubileum – sedmisté výročí narození Karla IV. Autor tohoto příspěvku původně zamýšlel zpracování právních vztahů k vodám, které by byly (jednoznačně) vymezeny obdobím vlády pouze tohoto panovníka. Zdánlivě by bylo možné říci, že „neexistuje žádný problém“. Avšak – Jan Lucemburský udělil již v roce 1333 svému synovi titul markraběte moravského – Karel byl s určitým časovým odstupem zvolen římským králem v úterý 11. července 1346 (poblíž městečka Rhens na levém břehu Rýna). Teprve později byl 26. listopadu 1346 korunován v Bonnu (kolínským arcibiskupem Walramem) a do Čech se vrátil v lednu 1347. Korunovace českého krále se konala až 2. září 1347 (provedl ji zcela nově ustanovený český arcibiskup Arnošt z Pardubic).

Karel IV. v mnohém na svého otce též plně navazoval (u řady námi zkoumaných listin bylo možné nalézt mnohdy velmi těsné souvislosti). Můžeme i konstatovat, že rovněž následovníci tohoto výjimečného vladaře (Václav IV. i Zikmund Lucemburský) postupovali zcela obdobným způsobem – v rámci „kontinuálního“ zajišťování tehdejšího platného právního řádu (převážně prostřednictvím písemného zveřejňování příslušných panovnických listin). Z uvedených důvodů jsme se proto pokusili tento náš příspěvek prezentovat pokud možno komplexně – tj. v celém časovém rozmezí vlády dynastie Lucemburků v zemích Koruny české.

## VYDANÁ PRIVILEGIA VYMEZUJÍCÍ LABSKOU VODNÍ DOPRAVU

Ještě před popisem právních vztahů ke splavným vodním tokům v období dynastie Lucemburků je zapotřebí uvést kratší poznámku o starších privilegích upravujících uvedenou problematiku. Za již poměrně „věrohodnou“ (viz též Novotný, 1913, s. 105–106) lze označit rozsáhlou listinu (Friedrich, ed., 1907, s. 53–60; Novotný, 1913, s. 104; Erben, ed., 1855, s. 51–53; Blechová-Čelebić, et al., 2015, s. 7; Hrubý, 1936, s. 105–108) knížete Spytihněva II. – přiřazovanou k roku 1057. Šlo o donaci směřovanou k tehdejší kapitule, která byla založena při (dnes již nedochované) románské bazilice sv. Štěpána, vybudované na dnešním Dómském návrší v tehdejších administrativně, strategicky i obchodně významných raně středověkých Litoměřicích. Panovník písemně stanovil, že dvě části labského cla<sup>1</sup> patří proboštovi, třetí pak bratřím (kanovníkům) – to byl povinen odvádět každý „z obyvatel této země“ (tj. z Čech), který dopravoval sůl (z Mísně) či též jiné zboží po vodě (Kotyza, ed. et al., 1997, s. 99; Hubert, 1996, s. 15). Odlišný způsob platby byl stanoven pro „cizince“. Postupně bylo v Litoměřicích příslušnými panovnickými listinami též vymezeno tzv. „právo skladu“ – to stanovilo povinnost vykládat zboží na vymezených místech a též předkupní právo litoměřických měšťanů (Hubert, 1996, s. 15). Na úvod této dílčí části našeho příspěvku je zapotřebí se též zmínit o tom, že první (již listinně doložené) právo na plavbu od Přemysla Otakara II. získal Mělník (Hubert, 1996, s. 15). Panovník povolil dovážet svobodně sůl a slanečky k tomuto městu na celkem čtyřech lodích (Čelakovský, ed., 1895, s. 59–61).

Král Jan Lucemburský následně potvrdil (s ohledem na již vydaná privilegia) litoměřickým měšťanům (v listině<sup>2</sup> s datem 4. května 1325) jejich práva (tzv. „svobody“), která jim udělili předešlí čeští králové (Václav I., Přemysl Otakar II. a Václav II.). Též došlo k opětovnému přiznání výsady (práva) na sklad zboží

dopravovaného po Labi (např. měšťané Ústí nad Labem neoprávněně skládali zboží v protilehlých Lovosicích). Čtenáře si dovolíme seznámit jen s velmi krátkým úryvkem<sup>3</sup> (jak latinským zněním, tak i českým překladem) tohoto dokumentu (Čelakovský, ed., 1895, s. 229):

„*Nos Johannes dei gracia Boemie et Polonie rex ac Lucemburgensis comes, ad vniuersorum noticiam volumus tenore<sup>4</sup> presencium deuenire... volentes, ut ipsi ciues iuribus, libertatibus et consuetudinibus Maydeburgensibus, quibus ab antiquo freti sunt, frui inantea perpetuo debeant et gaudere, et ad eos per omnes et singulas ciuitates regni nostri Boemie, que eisdem utuntur iuribus, super dubiis sentenciis diffinitendis debeat haberi recursus, sicut hactenus fieri est consuetum; quodque oneraciones et exoneraciones nauium, rerum quarumlibet in aqua ductibilium, eo iure, quo ad eos antiquis temporibus pertinuit et adhuc de iure pertinet, debeant inuiolabiles permanere. [My, Jan, z Boží milosti český a polský král a lucemburský hrabě, chceme, aby z obsahu<sup>4</sup> (této předkládané listiny) všem vešlo (toto) ve známost... chceme, aby samotní měšťané užívali práva, svobody a zvyklosti magdeburské, která od pradávna užívají – a těšili se z nich – a též všechna i jednotlivá města našeho Českého království, která užívají stejného práva, mohla se při sporných rozsudcích odvolávat (k Litoměřicím) – tak jak toto bylo doposud zvykem – a také, že má zůstat neporušené právo (povinnost) nakládání a vykládání lodí (v Litoměřicích), které vezou jakékoliv zboží, vhodné k převozu po vodě, podle práva, které jim od pradávna patřilo a doposud patří (tzv. „práva skladu“).]“*

Z pozdější doby se též dochovala listina, s datem 19. října 1352 (Čelakovský, ed., 1895, s. 477–483), ve které císař Karel IV. rozhodl spor mezi litoměřickými a mělnickými měšťany, který byl veden o plavbu na Labi. Panovník rozhodl tak, že mělničtí mohli směrem dolů vozit obilí na třech lodích (rovněž i jiné zboží), avšak při cestě zpět, když se poté plavili nahoru po Labi, mohly mít pouze dvě z nich náklad soli – na třetí pak bylo možné dopravovat jakékoliv zboží – kromě soli. Plavidla mělnických byla v Litoměřicích označována („cejchována“) – nebylo sice bezprostředně nutné tam „skládat“ zboží, povinnost platit clo však zůstala (Hubert, 1996, s. 17–18; Kilián et al., 2010, s. 84). Dovolíme si uvést jen část staročeského znění (jde o pozdější překlad<sup>5</sup> původního latinského textu):

„*My Karel z božie milosti římský král po vše časy rozmnožitel říše a v Čechách král... Také chcem, aby ti z Mělníka měli miati tři lodě v takové mieře, aby oni s těmi lodími obilí po Labi doluov, a cožkolivěk by měli jiného, vezli a sobě ty lodě k užitku přivedli, jakž by oni najlépe vymysli mohli. A když by oni po Labi zasě jeli, tehda, oni mohú těch tří lodí dvě solí aneb jinú kúpí naklásti takové, aby oni třetí lodi naložili, čímž by mohli jiným, kromě soli; neb my mieníme, nemohli-li by oni jiné kúpě najíti, tehda oni mají třetie lodě otbýti anebo tu třetí prázdnu zasě zhuoru po Labi vézti, než by suol na ně vezli. Také nemají ti z Mělníka žádné lodě doluov ani nahoru vézti, leč by prve od měšťtan z Lithoměřic znamenány byly; jestliže by vezli neznamenányi lodími, tehda mají a mohú jě ti z Lithoměřic a jich moc zdvihnúti a staviti, jakož obyčej a právo jest. Také chcem, aby měšťtění z Lithoměřic již řečené lodě znamenali vedle žádosti Mělnických první den, když by k Lithoměřicóm přišli, aneb ihned druhý den potom, oni vezte shuory neb nahoru; a jestliže by jiná to cechováníe jiti nemohlo, to oni osaditi a osvědčiti mají lidmi dobrými, a s tiem jeti tu jiezdu, a v tu mieru oni mají bezpečni býti bez hyndrování. Bylo-li by také, že by ti z Mělníka pro velikost vody neb že by voda malá byla neb jinak pro nechvíli ty lodě všecy anebo jich diel prodali aneb jě změniti chtěli, tehda mají jim Lithoměřičti ty nové lodě opět znamenati, budte malé neb veliké, a s těmi oni budu moci vézti, jakož povědieno jest. Bylo-li by také, že by těm z Mělníka již dotčené tři lodě nebo jich diel sešly, když by zasě jely, aneb kterak zahynuly, že by oni toho kupectvie na těch lodích k zemi nemohli přivézti, tehda mohú oni jiné lodě opatřiti a s tiem zhuoru se vézti takově, aby oni Lithoměřickým takovú příhodú v tom zasě*



vrácení oznámili a toho cejchování těch nových lodí na nich žádali, ty oni jim bez odmlouvání znamenati mají, jakož prve dotčeno jest. Potom ti z Mělníka mají žádati Lithoměřických měšťan, aby skladu prázdni byli zhuoru neb doluov vezúc s již řečenými třmi lodími všelikterak, jakož dotčeno jest; ale clo jich dáti mají na těch místech, kdežto z práva povinni jsú.“

## DOPRAVA DŘEVA PO VODĚ A JEHO PRODEJ

Jako velmi zajímavý dokument lze označit listinu krále Jana Lucemburského z roku 1316, ve které tento panovník právně vymezil prodej dříví v Podskalí (Čelakovský, ed., 1886, s. 22–25; Zíbrt, 1910, s. 5–6; Holec, 1971, s. 11). Měšťanům Starého Města (pražského) udělil tu výsadu, že plavec („vorař“), který připlul se stavebním dřívím, je nesměl první tři dni po svém příjezdu nikomu z Podskalí prodat. Musel je nabídnout pouze pražskému měšťanovi. Zároveň se nesměl ani měšťan, ani obyvatel z Podskalí pokusit jít vstříc k plavcům („vorařům“ – ve směru proti proudu Vltavy či Mže<sup>6</sup> /nyní Berounky/) a koupit od nich dříví – dřívě než by přistáli v Praze. Obdobně tomu bylo u palivového dříví. To se nesmělo prodávat „na vodě“ (pokud bylo ještě v řece) – povolen byl prodej až po jeho vytažení na břeh. Dovolíme si uvést jen vybranou část staročeského znění (pozdějšího překladu původního latinského textu):

„... Kterýz by koli prameny<sup>7</sup> dříví jeden neb jich víceji po řece Vltavě připlavil a v Podskalí je přistavil, aby s takovými prameny za tři dni pořád zběhlý ode dne přistavení jich počítajíc tu stál, a žádnému z Podskalí takového dříví aby neprodával, než měšťtěnínu aneb měšťtanuom předpověděného města našeho. A kdyžby ti tři dni pomínuli a vyšli, budú moci podskalští taková dříví koupiti, a tak koupená za dva dni pořád zběhlá bezpečně sobě opatřiti a je jmiti. A hned po těch dvou dnech den nastalý před polednem, budú to moci bejti, taková dříví z vody vytáhnúti a prodati budú moci komužkoli za slušné peníze. Též také ustanovujem, chtěie i tomu, aby ode všech na věčnost skutečně zachováno bylo, aby žádněj z měšťtan, ani z podskalských, ani jinej žádněj, kdož pak koli, proti nižádnému, kdož by pramen neb prameny dříví po řece Vltavě, nebo Mži<sup>8</sup> plavil, za příčinu kupování dříví nevycházel, a neb na jedné z těch dvou řekách, prvé nežliby ten plavec s tím dřívím k běhu přistavil, kupovati nesměl, aneb se o to nepokoušel, ale v lese<sup>9</sup> dříví sekati aneb sekané kupovati jeden každý muož a jemu se propouští. Také ustanovujem a to též, aby ode všech bez proměny zachováno bylo, chceme, aby naprosto žádněj v Podskalí aneb u svatého Valentína dříví ku palivu spuůsobná na vodě prodávati aneb kupovati nemohl, jedné leč by prvé z vody vyvezena a na břeh vytažena byla, a to pod pokoutou ztracení toho dříví, kdož by koli proti předpověděným<sup>10</sup> rozkazuom našim toho čeho se dopustil, a prodávati neb kupovati směl. Neb to všeckno což výš položeno jest, chceme aby ode všech, na něž se vztahuje, ustavičně zachováno bylo.“

Pozdější listina téhož českého krále z roku 1325 pak potvrdila Starému Městu právo na sklad v Podskalí (Čelakovský, ed., 1886, s. 28–29). Každý plavec byl vždy povinen vytáhnout kmeny na břeh (viz též Jičínský, 1870, s. 71–72).

Splavnou byla i řeka Ohře – jako zajímavá lze označit privilegia vydaná jak královskému městu Žatci (1335), tak i královskému městu Louny (1341), která osvobozovala příslušné měšťany (pokud by se plavili s vory) od cla vybíraného na tomto významném vodním toku (Čelakovský, ed., 1895, s. 299–300, s. 353–354; Holodňák, ed. a Ebelová, ed., 2004, s. 125; Roedl, ed., 2005, s. 71). Existuje i zmínka o plavení dřeva po řece Labi obsažená v listině Karla IV. z roku 1375 (Čelakovský, J., ed., 1895, s. 299–300, s. 686–687). Panovník nařídil rychtáři a konšelům města Kolína nad Labem provést nezbytná opatření, která měla přimět opata Sedleckého kláštera k tomu, aby nadále neomezoval svobodné plavení dříví po Labi. Pokud by opat neuposlechl, pak mohli kolínští měšťané nechat dát odstranit zabraňující vodní díla – z pověření panovníka plně na náklad zmíněného kláštera. Uvedeme jen vybranou část staročeského znění (pozdějšího překladu původního latinského textu):

„... Poněvadž některá města království našeho českého veliká od nedostatku dříví nebezpečností snášejí, že jim na Labi pro mnohé překážky tu činěné příhodně



připlavovati nemohou, protož k naší povinnosti to přísluší všelijak chtějíce, abyšte nábožné oppata a konvent kláštera sedlického, nábožné naše, k tomu jménem naším spraviti, přidržeti a přivésti povinni byli, aby oni na svém Labi, jakož se praví jmiti, svým časem pro dodávání dříví, totižto vzdělávající vrata, kteréž se obyčejně flutrynnen<sup>11</sup> jmenují, vsecky překážky zbojili, aby města naše dotčená nedostatku dříví od tohoto času nebyla takovým nebezpečstvím poddána. Kdyby se pak přihodilo, že by tíž oppat a konvent v tom odbojni a neposlušni se našli, poroučíme vám tímto listem a příkazujeme do konce takové překážky skrze vás přetrhnouti a na škodu a náklad přediečených oppata a konventu napraviti, a jak by toho potřeba byla, činiti.“

Na závěr této dílčí části našeho příspěvku se zmíníme opět o Vltavě. Za velmi zajímavý dokument lze označit pozdější listinu Václava IV. z roku 1400, která mj. vymezila zvýšení vodního cla pod hradem Orlikem (Kalousek, 1896, s. 291).

## VODNÍ MLÝNY A JEZY

Významnou českou institucí jak ve vrcholném<sup>12</sup> a pozdním středověku, tak i v raném novověku byli tzv. přísešní zemští mlynáři. S ohledem na jejich ustanovení nelze opominout (latinsky psanou) listinu markraběte Karla<sup>13</sup> (pozdějšího českého krále a římského císaře Karla IV.) z 19. května 1340 (Pátková, ed., 2011, s. 346). Zde bylo zcela nově zformulováno, že všem mlynářům podléhající pravomoci Starého Města musí být určena pevná a neměnná výška jezů (nikdo již neměl omezovat dalšího oprávněného uživatele při využití dřívě existujícího a využívaného energetického potenciálu řeky). Uvedeme pouze dva kratší úryvky z této listiny<sup>14</sup>:

„... Plene<sup>15</sup> sumus fidedignorum<sup>16</sup> testimonio<sup>17</sup> informati, qualiter cives<sup>18</sup> vestre dicte<sup>19</sup> civitatis molendina tenentes<sup>20</sup> defectus et dampna<sup>21</sup> pluries<sup>22</sup> sint perpress<sup>23</sup> pro eo, quod ipsa vestra civitas Pragensis nullam determinatam<sup>24</sup> hucusque<sup>25</sup> habebat mensuram, per quam unum molendinum vestre civitatis sine dispendio<sup>26</sup> alterius molendini debebat<sup>27</sup> et poterat debito modo<sup>28</sup> et proporcionabiliter elevari. [Byli jsme důkladně seznámeni s argumenty vážených konšelů (přísežných) – a to jak ti měšťané, kteří mají v držbě mlýny, musí často snášet (trpět) nesnáze i škody z toho důvodu, že

vaše město Praha nemá doposud žádnou míru, podle které by příslušný mlýn vašeho města bez újmy na druhém mlýnu měl povinnost – a též mohl – přiměřeně zvýšit (jezem) hladinu (řeky).]“

Na výše uvedené znění navazuje následující latinský text:

„Nos, cupientes<sup>29</sup> vestre civitati super<sup>20</sup> huiusmodi<sup>31</sup> defectibus<sup>32</sup> salubriter<sup>33</sup> providere<sup>34</sup>, vobis iudicibus<sup>35</sup> et consulibus<sup>36</sup> dicte<sup>37</sup> Maioris Civitatis Pragensis, fidelibus<sup>38</sup> paternis<sup>39</sup> et nostris dilectis<sup>40</sup>, seriose<sup>41</sup> mandamus<sup>42</sup>, omnino<sup>43</sup> volentes nostre gratie<sup>44</sup> sub obtentu<sup>45</sup>, quatenus<sup>46</sup> freti<sup>47</sup> regia<sup>48</sup> ac nostra auctoritate<sup>49</sup> unam mensuram communem<sup>50</sup> et medium<sup>51</sup> invenire<sup>52</sup> sine dilacione<sup>53</sup> qualibet debeatis, secundum quam tam divitibus quam pauperibus, tam superiora quam inferiora molendina tenentibus, equa iusticia<sup>54</sup> secundum fidem<sup>55</sup> vestram impendatur<sup>56</sup> iuxta<sup>57</sup> statum et conditionem cuiuslibet molendini, volentes omnino<sup>43</sup>, ut transgressoribus eiusdem regie<sup>48</sup>, nostre et vestre ordinacionis et statuti statim certam et gravem penam absque remissione qualibet infligere debeatis. [Přejeme si, ku prospěchu vašeho města, s ohledem na dané nedostatky, postarat se o (jejich) prospěšné odstranění; – (proto) vám, rychtářovi a konšelům (přísežným), výše (již) zmíněného (většího) Starého Města (pražského), oddaným, (zde) rodilým a nám drahým, s vážností přikazujeme – zcela i to z naší milosti chceme, s ohledem na spolehlivost naší moci královské – abyste měli povinnost jakýmkoliv způsobem bezodkladně stanovit jednu veřejně platnou společnou míru<sup>58</sup>, kterou budou dodržovat jak bohatí, tak chudí a mlýny jak výše, tak níže položené, – a tomu se podle spravedlivého práva poctivě (svědomitě) věnovali, podle stavu a podmínek jakéhokoliv mlýna, chtějíce též zcela, aby přestupníci uvedené naší královské moci a vašich nařízení a ustanovení byli jednoznačně a přísně potrestáni bez jakéhokoliv prominutí trestu.]“

Nedlouho poté byla vydána i listina krále Jana Lucemburského (již psaná ve středohornoněmčině), ze dne 23. prosince 1340, potvrzující rychtáři a konšelům Starého Města zcela nedávno vydaný právní dokument jeho syna (Pátková,

ed., 2011, s. 345–346; Čelakovský, ed., 1886, s. 60–62). Z původního dozoru přísežných mlynářů nad pražskými mlýny a jezy se kompetence postupně rozšířila na Vltavu jak pod Prahou, tak nad ní – mnohem později pak na převážnou část vodních toků v Čechách. Uvedeme jen kratší část z této listiny:

„Wir Johannes von gotes genaden chvnik<sup>59</sup> ze<sup>60</sup> Behem vnd graf ze<sup>60</sup> Luczelburg tuen chunt<sup>61</sup> offenleich<sup>62</sup> an<sup>63</sup> disem brief<sup>64</sup>, das vuer<sup>65</sup> vns sint<sup>66</sup> chomen<sup>67</sup> vnsrer lieben getrewen<sup>68</sup> richter<sup>69</sup> vnd scheppfen<sup>70</sup> vnsrer stat ze<sup>60</sup> Prag, den<sup>71</sup> si durch<sup>72</sup> gemainen<sup>73</sup> nucz<sup>74</sup> habent ladden<sup>75</sup> schreiben, als wir oft geboten haben, das man das solt haben getan, vnd der brie<sup>64</sup> loutet von wort zu wort also: [My, Jan, z Boží milosti český a polský král a lucemburský hrabě (hrabě v Lucembursku), dáváme touto listinou veřejně toto na vědomost, protože za námi přišli naši milí věrní – rychtář a konšelé (přísežní, kmeti) našeho města (tj. Starého Města) v Praze, kteří se kvůli obecnímu užívání (tj. vody) usnesli napsat – (též) protože jsme byli často žádáni, že je zapotřebí něco učinit. Tento dopis (listina) má, doslovně (slovo od slova), toto znění:]“

„Wir Wenczlab genant<sup>76</sup> Rokczaner<sup>77</sup> richter<sup>69</sup>, Meinhart hern Wolframs<sup>78</sup> svn<sup>79</sup>, Wenczlab hern Albrechts<sup>80</sup> svn<sup>79</sup>, Nyclas Rost<sup>81</sup>, Peschyl Neumberger<sup>82</sup>, Elbel Waczinger<sup>83</sup>, Mertil hern Mathes svn<sup>79</sup> von Eger<sup>84</sup>, Wolfel von dem Stein<sup>85</sup>, Thomas der Swarcz genant<sup>86</sup>, Jaksch Payer<sup>87</sup>, Meynel Rokczaner<sup>88</sup> vnd Vla hern Johans<sup>89</sup> gewantsneiders<sup>90</sup> suen<sup>91</sup>, gesworn<sup>92</sup> purge<sup>93</sup> der stat ze<sup>60</sup> Prag bechennen<sup>94</sup> vnd tuen chunt<sup>61</sup> offenlich<sup>62</sup> an<sup>63</sup> diesem prief<sup>65</sup>, das wir gesehen vnd geprueft<sup>96</sup> haben, das di selbe vnsrer stat grozzen gebrechen<sup>97</sup> leide<sup>98</sup> vnd geliden hat von sulchen sachen, das alle dye mvelen, dye vmb<sup>99</sup> di stat gelegen sein, von der obersten vncz an<sup>63</sup> dye nidersten, nieren<sup>100</sup> ein maz<sup>101</sup> haben oder ein gemezzen recht, dor<sup>102</sup> an<sup>63</sup> in<sup>103</sup> genugen schul<sup>104</sup> vnd dor<sup>102</sup> vber nyemant greiffen<sup>105</sup> geturre<sup>106</sup>, vnd das dem armen als vol<sup>107</sup> vueg<sup>108</sup> als dem reichen, vnd nach dem ein iglich<sup>109</sup> man gepowen<sup>110</sup> mueg auf das seyn alles, das er recht hat. [My, Wenczlab (Václav, Wenzel) nazývaný Rokycanský, rychtář, Meinhart (Menhart),



syn Woframa (Olbrama), Wenczlab (Václav, Wenzel), syn Albrechtův, Nyclas (Nikolaus, Mikuláš) Rost, Peschyl (Peschel) z Nymburka, Elbel Waczingger, Mertil (Martin), syn (Matyáše – Matouše /Matthiase/) z Chebu, Wolfel (Wolff, Wolflin) von Stein, Thomas (Tomáš) Swarcz (Schwarz /nazývaný Černý/), Jaksch Payer (Bayer /Bavor/), Meynel (Meinlin) Rokycanský a Ula (Ulrich /Oldřich/), syn (Johanna /Jana/), kraječe suken, přísežní měšťané města (tj. Starého Města) v Praze, jsme seznali a dáváme touto listinou veřejně na vědomost, že jsme shledali a prozkoumali, že to samé naše město trpí i trpělo značně nedobrym stavem na základě té záležitosti, že všechny mlýny, které se nacházejí v okolí města, jak ty nejnižší, tak ty nejvýše položené, nikde nemají míru (určnou výšku jezu) či stanovené oprávnění, takže to plně způsobuje značné (finanční) ztráty, které není schopen nikdo unést – a to jak bohatým, tak i chudým – protože dokoliv (totiž) může vše (tj. především jez) postavit podle svého (s tím), že má na to právo.“

S ohledem na vyměřený rozsah článku se jen ve stručnosti zmíníme o následující části této listiny. V ní bylo stanoveno, že má být celkem zvoleno osm přísežných osob, které by následně měly povinnost vyměřit jednotlivým mlýnům závaznou „míru“ (tj. výšku jezů). Jejich jmenování bylo dáno na základě jednoznačně stanoveného pravidla – čtyři členové se vybírali z celého souboru jak konšelů, tak ostatních měšťanů – čtyři pak byli doplňováni z řad pražských mlynářů (pokud s tím ovšem tito souhlasili). Osmičlenný sbor musel následně vždy povinně složit předem určenou přísahu. Každý, kdo přestoupil stanovenou míru (výšku), byl konšely peněžně potrestán<sup>11</sup> (vždy na základě posudku uvedených /bylo by možné říci, že již vodohospodářských/ přísežných znalců). Výše pokuty se pak výrazně zvyšovala při opakovaném nedodržování daného rozhodnutí<sup>12</sup>. Mnohem později (až v roce 1454) byli do sboru začleněni i někteří mlynáři mimopražští. V roce 1479 jich bylo již dvanáct (osm z Prahy). Přísežní zemští mlynáři pak poté mohli (již sami) ukládat pokuty – získané finanční prostředky následně směřovaly do královské pokladny (Klempera, 2000, s. 10–11). Sami si (pro svou potřebu) stanovili rovněž platná technická pravidla nezbytná k posuzování výšky jezů, prahů a stavidel a osazování tzv. normálových kůlů (cejchů /sloužících ke kontrole dodržování výšky hladin v jezových zdržích/) tak, aby výše položené mlýny nebyly případně omezovány při využívání jim příslušejícího energetického potenciálu posuzovaného vodního toku (Hons, 1961, s. 16).

Český král a římský císař Karel IV. rovněž vydal v roce 1366 zajímavou listinu, ve které stanovil (s ohledem na ochranu obchodu v Praze), že na Vltavě mají být jezy vystavěny tak, aby byl vždy zaručen svobodný průchod pro vory a lodě („vrata široká dvacet pražských loktů“). Dále měla být veškerá cla (která byla dříve mnohdy libovolně stanovována) zrušena či omezena. Pouze se měl vybírat poplatek (mj. v souvislosti s Karlovým mostem /„Pražským mostem“/) na všech přívozech tři míle pod Prahou a nad ní („ve výši od nepaměti stanovené“). Podobně se měla upravit cla i na Mži<sup>13</sup> (nyní nazývané Berounkou), Lužici a Otavě. Při sporech příslušela soudní pravomoc výhradně konšelům Starého Města (Čelakovský, ed., 1886, s. 134–142; Zíbrt, 1910, s. 8). Uvádíme jen vybrané části staročeského znění (pozdějšího překladu<sup>14</sup> původního středohornoněmeckého textu):

„My Karel z boží milosti římský císař, po všecky časy rozmnožitel říše a český král<sup>15</sup>, známo činíme tímto listem všem vuobec... též i my to v skutku jsme uznali, kterak před mnoha léthy a slavné paměti vysoce urozeným Václavem prvním někdy králem českým, předkem naším, i za jeho časuov všecka a všelijaká kupectví, jaká pak koli aneb kterým koli jmenem ta vlastně jmenována býti by mohla, z města našeho Budějovic po vodě, jenž Vltava slove, do napřed psaného našeho i království našeho v Čechách hlavního města pražského svobodně bez všelijakých překážek plavena a odtud také do jiných měst již jmenovaného království našeho českého i také do vsí země ku potřebám a požitku všem věrným a poddaným našim milým dodávána jsou byla. I jsme o tom od nich spraveni, že takové svobodě skrze některé pány v výš psaném království našem českém překážka k veliké škodě vsí zemi a obyvateluum v ní a to za příčinou vymyšlených a v nově usazených cel, též pro vzdělání některých jezuov se děje, tak že předdotčená kupectví a jmenovitě dříví, kteréž ku Praze plaveno bývá, na ublížení všem vuobec s velikú těžkostí se zdržuje, nás pokorně a ponížene prosíce, abychom je před

takovými jich velikými a záhubnými ztížnostmi milostivě opatřiti ráčili. I vzhledše... přikazujeme: najprvé, aby při všech jezích, kteříž na Vltavě jsou, čiž by ti kolivěk byli, to tak opatřeno bylo, aby v každým jezu vrata šíří dvaceti loktuov pražských udělána byla, tak aby skrze takové všecky vrata Vltava rovná a svobodný tok anebo spád míti mohla a toho se potřebí obávati nebylo, aby kupectví, kdyby zhuory doluov padalo, pokaziti se mělo. Též míníme a chceme, aby to hned bez prodlévání a odporu všelikého předse vzato bylo. Dále chceme, ustanovujem a pod pokutami níže psanými přikazujem, aby ta všecka cla, kteráž na Vltavě po času předjmenovaného krále Václava, předka našeho, usazena jsou, konečně složena byla a nižádný týchž cel dávatí povinen nebyl, neb my je mocí naší královskou v Čechách s dobrým vědomím zdviháme, rušíme a v nic obracujeme, vymieňujice však níže psaná cla v Hluboké, v Újezdci, v Zvíkově, na Orlíku, v Kamíku, v Bráníku a na Vyšehradě, avšak taková cla vyměřujem a tímto způsobem vysvětlujem. Předkem v Hluboké usazujem a chceme, aby z desíti dřev dlouhých nebo krátkých více nic než dva halře dáváno bylo a což by koli jiného kupectví na témž dříví, by pak i drobné dříví bylo, to všecko beze všeho vyclení svobodné býti má. Také tomu chceme, aby v Újezdci od desíti dřev dlouhých dva halře a od desíti malých neb krátkých, jakž se to jmenuje, jeden halř cla bráno bylo a všecko jiné kupectví, kteréž by na něm plaveno bylo, to ve všem svobodné týmž způsobem, jakž výš při Hluboké doloženo jest, býti má. Potom pak v Zvíkově míníme a chceme, aby z desíti dlouhých neb krátkých dřev cla toliko jeden halř brán byl a drobné neb malé dříví, kteréž na témž dlouhém neb krátkém se plaví, k tomu též jiné všecko kupectví aby všeho prázdne a svobodné bylo, jakž výš obsaženo. Dále v Orlíku jest vuole a oumysl náš, aby tu též clo nejináče než jakž v Zvíkově, pokudž na hoře vejslovně vymíněno jest, se vybíralo. K tomu chceme a ustanovujem, aby v Kamíku jeden pramen šedesáte kusuov neb voruov a každý vor deseth dřev držel, a od jednoho každého takového celého pramene toliko pět vídenských cla bráti se má. Jiné pak všeliké kupectví, kteréž by se na něm plavilo, má všeho osvobozeno býti. Také poroučíme a přísné pod uvařováním nemilosti naší, též pokutami níže psanými přikazujem, aby na jmenovaných i jiných vejs neb níže psaných clech žádný nutkán nebyl netco protřávití a neb propítí nižádným způsobem. V Bráníku také ukládáme a chceme, aby z šedesáti dlouhých dřev jedno dlouhé dřevo a od dvaceti voruov, kterýžto každý vor deset dřev krátkých držeti má, jedno dřevo krátké kanovníkuom na Hrad pražský bráno bylo. Potom také míti chceme, aby bylo na Vyšehradě týmž způsobem, jako i v Bráníku dříví cleno proboštovi, děkanovi i vsí Kapitole vyšehradské s takovýmto doložením, aby k těm dřevuom, kteréž tak cla na Vyšehradě dávati budou ode dne svatého Jiří až do svatých Petra a Pavla, apoštoluov božích, toliko dva halře dávali, po vyjití pak času a dne svatých Petra a Pavla k každým těm dřevuom, kteréž clíti budou, tři halře dávati mají, a což by kolivěk jiného kupectví na témž dříví leželo, by pak i drobné dříví bylo, to všecko svobodné býti má. Také tomu chceme a přikazujeme, aby při všech clech a jezích na vodách, jakožto Mži, Lužnici a Ottavě, tím vším způsobem, jako na Vltavě výše psáno stojí, cla, brány a jezové držání byli. Tolikéž míníme, chceme a přikazujeme, aby na již jmenovaných clech žádnéj pro nižádnú věc, jakáž by ta koli byla, hyndrován neb naříkán nebyl nižádným způsobem, než jeden každý má právo své hledati, vésti i dokonati před jmenovaným purgmistrem a raddou našeho prv dotčeného hlavního města pražského v těch místech, jakž od starodávna po právem a chvalitebnou zvyklostí království českého držáno a přišlo jest, vymieňujice ta cla, kteréž k mostu předjmenovaného našeho hlavního města pražského náležejí ve těch mílech na vodě vejsě i níže téhož mostu na všech přívozech, jakž se obyčejně bére; taková všecka cla, jakážkoli jsou, jistým naším vědomím a mocí královskou v Čechách v celosti a plné mocnosti zanecháváme a bez přerušení zuostavujeme... Paklby kdo proti tomu svévolně učinil, ten každý, kolikrátz koli svévolně proti tomu učiní, padesáte kop grošuov pražského rázu pravé pokuty propadne a té summy polovice do komory naší královské a druhá polovice již jmenovanému hlavnímu městu pražskému bez prodlévání připadnouti a položena býti má.“

Vedle vodních mlýnů postavených na pevných základech existovala i mlecí zařízení instalovaná na upoutaných říčních lodích – tzv. škrtnicích (uvedený název byl odvozen od toho, že /na rozdíl od náhonu/ bylo možné vodní kolo zastavit pouze postupným snižováním otáček – „škrćením“ /Klempera, 2000, s. 23; Klempera, 2002, s. 11/). Zřizovali je obvykle pekaři (Štěpán a Křivanová, 2008,

s. 24; Klempera, 2000, s. 11–12). Důležitým dokumentem, který umožnil pražským pekařům využívat na řece Vltavě tato zařízení, byla listina krále Václava IV. z roku 1384 (Čelakovský, ed., 1886, s. 172–173). Uvádíme pouze pozdější staročeský překlad<sup>116</sup> původní latinské listiny, která se bohužel v originále nedochovala:

„Václav z boží milosti král po všecky časy rozmnožitel říše a český král. Známo činíme tímto listem obecně přede všemi, kdož jej uzří anebo čtouce slyšeti bude, že vzhledna na znamenitou víru a stálou službu věrných našich milých purgmistra a konšelův i vsí obce našeho Většího Města pražského, kterouž jsou někdy slavné paměti císaři Karlovi panu otci a předku našemu milému i nám také pilnou snažností se zachovávali a zachovati hleděli a v časech budoucích snažněji a pilněji budou se hleděti líbiti, když od nás milostmi a svobodami novými obdařeni jsouce, je požívajíc radovati se budou; protož s dobrým rozmyslem a radou knížat, věrných našich milých, s jistým naším vědomím, mocí naší královskou tuto novou milost dáváme, aby purgmistr a konšelé i všechna obec Většího Města pražského mohli dáti a udělati škrtnice na člunech lodních, aby na vodě splejvaly tu, kdež by se jim dobře místo zlíbilo, kdyby zběhové vodní velicí byli, aby jich mohli požívatí ti, kteříž na prodej rohačky a bělný chleby dobře dělati umějí, aby dostatek mohl býti pro lid chudší poběhlý. Tento list potvrzen jest pečeti majestátu našeho královského.“

Velmi zajímavým dokumentem, který vznikl v městském prostředí, jsou tzv. Soběslavská práva (případně Práva Starého Města /pražského/ – skutečný název, zapsaný v rukopisech byl: „Kusové z listů a z práv Velikého Města pražského“). Text se skládá ze dvou částí – první je domněle připisována knížeti Soběslavovi II. – druhá pak obsahuje vlastní staroměstské právo. Vznik této sbírky se předpokládá přibližně kolem roku 1440 (pravděpodobným zpracovatelem byl protonotář Mikuláš z Humpolce spolu s protonotářem Zdímiřem ze Sedlce) – následně došlo ještě třikrát k jejímu přepracování (poslednímu v roce 1455). Při sestavování této výjimečné právní památky byly sice využity starší záznamy, náleží rady a starší zvyklosti – úvodní ustanovení hovořící o „obdarování“ králem Janem Lucemburským je však zcela evidentním falzem – příslušná práva totiž nebyla nikdy žádným českým králem potvrzena (přesto se magistrát často podle nich řídil – a to až do 17. století /Erben, 1868, s. 315–316; Čelakovský, 1904, s. 4–7; Čelakovský, 1921, s. 134–143; Havránek, ed., Daňhelka, ed. a Hrabák, ed., 1964, s. 415–421/). Pro nás jsou zajímavá pouze dvě ustanovení (Erben, 1868, s. 325–326) – první z nich je následující:

„Nejmá ižádný mlynář výše vody držeti, než jakž jim konšelé s přísežnými mlynáři vyměří. Pakli by kto výše držal, jmá pánóm deset kop dáti.“

Bezprostředně pak následuje:

„Nejmá ižádný jiný mlynuov a jezuov súditi, než konšelé Pražští.“

## Zemské právo a snaha Karla IV. o vydání obecně závazné kodifikace (Maiestas Carolina)

Kromě řady vydaných listin se Karel IV. pokusil též o kodifikaci zemského práva. Předtím než se uvedené problematice budeme podrobněji věnovat, si dovoříme uvést jen velmi krátkou zmínku o nejstarší naší právní knize (mj. psané již ve staročeštině) – jde o tzv. Knihu Rožmberskou. Jakékoliv ustanovení, které by přímo souviselo s povrchovými či podzemními vodami, zde nenalezneme – zajímavá je (bohužel jen nepřímo) pasáž<sup>117</sup> obsažená v článku 279 (Brandl, 1872, s. 104; Palacký, ed., 1840, s. 482; Jireček, ed., 1870, s. 91 /zde jako článek 187/):

„... když kto jede neb jde bezprávnú cestú, nebo loví [šlo i o rybolov], nebo pase...“

Nejvíce ambiciózním projektem (po obdobných /spíše „nesmělých“/ dřívějších pokusech krále Václava II.) bylo vydání poměrně rozsáhlé kodifikace zemského práva, která se původně nazývala (podle českého krále a římského císaře Karla IV.) *Codex Carolinus*. Teprve později (poněkud „nelogicky“) se vžilo označení *Maiestas Carolina*. Schwálení tohoto dokumentu se však Karlovi IV. nepodařilo na zemském sněmu konaném v roce 1355 prosadit (Šmahel, ed. a Bobková, ed., 2012, s. 243–244; Vaněček, ed. 1984, s. 107–124). Zákoník nikdy nebyl přímo právně účinný (jen některá ustanovení byla později v soudní praxi občas užívána). S ohledem na historický vývoj českého vodního práva si dovoříme

upozornit pouze na článek LVIII<sup>118</sup> (Palacký, ed., 1844, s. 137; Jireček, ed., 1870, s. 150–151; Karel IV., Mašek, ed. a Bláhová, ed., 2003, s. 206–207). Latinský text<sup>119</sup> pojednává o tom, že po splavných řekách se v té době běžně plavily nesvázané klády – mnohdy z královských lesů nezákonně odcizené. Pro zajímavost uvedeme pozdější staročeský překlad<sup>120</sup> (ve starší /dnes již nepoužívané/ transkripci staročeštiny /Palacký, ed., 1844, s. 137/):

„Purkrabím našim a vladařom hraduov dolepaných, nad wodami tekutými králowstwie našeho usazených, přikazujem, snažnú a pilnú strážu aby dnem i nocí jměli; neb mnohé lesy<sup>121</sup>, kteréž v lesích našich nám kradú, těmi řekami že plawie srozumiewáme, a potom bez našeho wedomie a rady to na swé potřeby obracují k škodě komory naše. Protož kdy mimo hrad neb twrz naši poplowú, ten kdož tu wládne, sám neb skrze jiného i lesy<sup>121</sup> i ty lidi stawowati má, a inhed wznese na nás zwlášt, tak dlúho je drž, donižby jiného od nás neměl u přikázanie, léčby otwěřené listy naše okázali, aneb některá znamenie na to zwláště wydaná, skrze kterážto znamenie snad jim králowská Milost dopustila, aby ten les<sup>121</sup> plawili; pod pokutú purkrabím swrchupsaným, jestližby wědomě dopuštěli jíti lesóm<sup>121</sup> proti úmyslu ustanowenie tohoto, aby úřad ztratili, a dwénásob nawrátili do komory králowy, začby ten les stál. Pakliby zmeškánie neb newědomím toho dopustil, tehdy pokutú, aby dwénásob zaplatil, začby ten les<sup>121</sup> stál, buď tresktán, a jiné pokuty těm, ktožby; rúbali neb wozili lesy proti ustanowenie, ty w swé celosti pewny ostaňte.“

Toto velmi stručné ustanovení nás mj. (v rámci širší části pojednávající o ochraně královských lesů /Kreuz, ed. a Martinovský, ed., 2007, s. 19/) informuje o tom, že po větších splavných řekách se většinou smělo (byť asi ne vždy) plavit dřevo zcela „svobodně“ (viz též výše zmíněnou listinu z roku 1366).

Místo (v českých poměrech zjevně nerealizovatelné kodifikace) *Maiestas Carolina* následně vznikla v druhé polovině 14. století právní kniha s pozdějším českým názvem Řád práva zemského (*Ordo iudicii terrae*). Jakákoliv ustanovení mající přímou či jen nepřímou vazbu na právní vymezení povrchových či podzemních vod nebo jakékoliv „vodstvo“ zde bohužel nenalezneme (Palacký, ed., 1842, s. 481–517; Jireček, ed., 1870, s. 198–255; Malý, 1995, s. 25–26).

Pokud jde o období vlády krále Václava IV., zmíníme se již jen o jednom význačném dokumentu – Právech zemských českých (nešlo o zákoník ale o tzv. právní knihu) – byl vytvořen (především na základě vlastních zkušeností) dlouholetým nejvyšším zemským soudcem (sudím) Ondřejem z Dubé. S ohledem na tehdejší majetkoprávní pojmání drobných vodních toků zde nalezneme pouze ustanovení (obdobně jako i v tzv. Knize Rožmberské – viz výše), ze kterého (byť jen nepřímo) lze dovodit, že vodní toky musely být stále, i v této době, vždy integrálně zahrnovány do celkového nemovitého majetku dědin, na jejichž území se nalézaly (Čáda, ed., 1930, s. 150–151).

## Závěrečné shrnutí

Dovolíme si je prezentovat zcela stručně. Autor tohoto příspěvku měl k dispozici celou řadu dokumentů, které však, s ohledem na redakční vymezený rozsah textu, nebylo možné bezesbytku využít – především lze zmínit jistý „deficit“ u zde, bohužel jen stručně, pojednávané oblasti právních vztahů vymezujících tehdejší lodní dopravu. Tato problematika, byť související s již poněkud odlišnými právními vztahy k vodám v současnosti svým způsobem spíše jen „okrajově“, je velmi historicky i právně zajímavá – autor příspěvku si takto „předběžně dovolí“ čtenáře informovat o svém záměru se v dalších letech právě tomuto tématu podrobně věnovat (nejen ve vazbě na zde jednoznačně vymezené časové období – ale spíše naopak v rámci plné historické posloupnosti).

## Poznámky

1. Souhrnně lze slovy Jičínského (1870, s. 66) středověký majetkoprávní vztah k vodním tokům charakterizovat takto: „... *Pokud jde o veřejný majetek na velkých řekách, pokládala se cla, výtoně a mýta vždy za důchod královské komory; vláda udělovala privilegia, vyjímal z cel města, kláštery, pány a many či zastavovala tyto důchody. Tento svrchovaný majetek neměl význam moderního pojmu – majetku veřejného; měl povahu finančního regálu...*“ (viz též Vaněček, 1970, s. 74).
2. Listina obsažena v konfirmaci privilegií litoměřických Karla IV. – Praha 25. srpna 1348 (za nápisem „*Litera magestatis super confirmacione jurium Meydburgensium regis Johannis*“). Český překlad je z 15. století v rukopisu sign. 24 G 12 (za nápisem „*O práva, o sklad, o ládovanie, o krčmy, o řemesla*“ / Čelakovský, ed., 1895, s. 234/). Dovolíme si uvést (pouze zde – tj. v poznámce) poměrně rozsáhlé, celé staročeské znění (Čelakovský, ed., 1895, s. 232–233): „*My Jan boží milosti český a polský král a lucemburské hrabie, všem majestátem tiemto oznamujem, že my milých nám měštenuov lithoměřických užítky opatřiti a je ode škod, jakož to k nám přísluší, zachovati dobrotivostí královskú žádajíce, vsecky věci osvievčených kniežat, slavné paměti pánuov dříve Václava, Otakara a Václava testě neb tchána našeho, předkuov našich, králuov českých, zápisy jim na kterážkoli práva, svobody a ohrady i obyčeje vydané a pójčené, kterýmžkoli popsáním jsú, a také vsecky věci v nich zavřené, jakožto řádně a rozumně jim zapsány jsú, potvrzujem a pevný činíme, a jakožto by majestátové jich v tento vepsání byli, obnovujem a jistým vědomím naším potvrzujem. Chtiece, aby oni měštěné práv, svobod a obyčejuov Maydburských, kterýchžto od staradávna požívali sú, i potom požívati měli věčně, a k nim ze všech měst a z každého zvláště královstvie našeho českého, kteráž týchž požívají práv, v svém pochybném rozsúzení mají mieti útočisté, jakož to dosavad bylo jest obyčejno; také všeliká naložení a složení na lodě a s lodie věci všelikterých na vodě plavíciach při téměř právé, kterými k nim od starodávných časuov příslušelo a ještě z práva přísluší, bez prerušenie mají ostati. Též měšťany naše ústské podle listuov našich vydaných v pevnosti chcme ostaviti pod výmienkú takovú, jestliže by lodě své v Lovosících neb miestech kterýcbžkoli, kromě na břehu před městem naším Lithoměřickým, naložili neb sklad učinili neboli jiné věci kteréžkoli tiem obyčejem, jakožto by jich byli, plaviece shledáni byli a právem přemoženi, že by práva dřiev řečených měšťanuov našich lithoměřických v této straně některak rušili, tehda jim měšťanom svým Lithoměřickým jistým naším vědomím odpúštíme, aby v ty věci vsecky slušné se uvázali [a] je k puožtkóm svým, k kterýmžkoli chtie, obrátili. Chcme nad to, že předřečeným měšťanom naším ústským na trhu města našeho lithoměřického obilé a věci kterýcbžkoli jiných kupovati a soli na vodě Labi doluov neb nahoru plaviti nesluší, leč prve to dřiev řečeným naším měšťanom Lithoměřickým vydáno bude ku prodání. Dopúštíme také, aby v kraji často řečeného města našeho Lithoměřického v jedné míli na vše strany ani krčem ani sladovníkuov, řezníkuov, pekařiuov, suknokrojičiuov, ševcuov, krajčí ani kovářiuov ani kteréhožkoli řemesla dělníkuov osazenie nebylo. Pakli by kto z takových proti nynějšímu přikázání našemu v dřiev řečené krajíně osadě sě některé z dřiev jmenovaných remesl směl dělati, tehdy jim měštěnom slušie vsecky takové z kraje, jakž se jim zdáti bude, odlúčiti a k přikázání našemu přinutiti. Listy, ač které tomuto odporné dáti se nám udalo, žádné moci mieti nemají. Tomu na svědecstvie majestát tento pečeti naši většití utvrditi sme kázali. Dán v Praze léta božieho tisícieho třístého pětmezcietmého.“ S ohledem na tento staročeský text si dovolíme níže rovněž uvést novočeský překlad některých dnes již méně známých výrazů. *Předřečený* adj.: *přederčený, předeřčený* značí: 1. *vpředu řečený, již jmenovaný (předpověděný)*, 2. (v čem ap.) *předem oznámený*; (o události) *předpověděný, prorokovaný*; sr. *předpověděný* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/Staročeský\\_slovník/](http://vokabular.ujc.cas.cz/Staročeský_slovník/)). *Suknokrojič* značí toho *kdo stříhá, „kráji“ sukno* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/Elektronický\\_slovník\\_staré\\_čestiny/](http://vokabular.ujc.cas.cz/Elektronický_slovník_staré_čestiny/)). *Odporný* adj. značí: *naproti postavený, protivný* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/F.\\_Šimek,\\_Slovníček\\_staré\\_čestiny/](http://vokabular.ujc.cas.cz/F._Šimek,_Slovníček_staré_čestiny/) – viz též latinskou verzi *litteras contrarias /ak./*).*
3. Plné znění (pouze ve staročeštině) uvádíme v předešlé poznámce č. 2.
4. Pražák, Novotný a Sedláček (1955 b, s. 548): „*tenor*“ = *nepřetržitý pohyb, běh, proud, průběh, postup, způsob, ráz, tón, duch*. Ve středověké latině pak tento výraz značí především: *znění* (listiny), *smysl* či *obsah* (dokumentu). Latinský internetový slovník (<http://humanum.arts.cuhk.edu>): „*sense, contents, uninterrupted course, a holding fast*“. Brinckmeier (1850, s. 611): „*Fassung und Inhalt einer Urkunde*“. Hlušíková (2009, s. 847): „*tenor, -ōris... \*zmysel, obsah: tenore praesentium zmyslom tohto listu*“. Hledíková (2008): „*tenore presencium – zněním tohoto listu, tímto listem (listinou)*“, „*tenor (litterae) – znění, text (listiny)*“. Smolová (2011): „*tenor, oris, m. – znění (listiny), běh, smysl, obsah*“, „*tenore praesentium – tímto listem, podle této listiny*“. Na závěr uvedeme heslo z *Ottova slovníku naučného* (<http://leccos.com/index.php/clanky>): „*Tenor, lat., nepřetržitý průběh; řada; smysl neb obsah (nějakého článku nebo spisu)*.“
5. Jde o (poměrně starý) český překlad již z počátku 15. století (Čelakovský, ed., 1895, s. 482).
6. Pouze pro zajímavost je vhodné uvést, že v popisované době byla Mží celá řeka od pramene až po ústí v dnešní Praze-Lahovicích (u Zbraslavi). Řeka byla Berounkou nazývána přibližně až v 17. století, šlo o úsek poblíž Berouna (říkalo se „*řeka berounských*“). Plzeňský kronikář Jan Tanner (/1623–1694/ – mj. významný člen jezuitského řádu a současník Bohuslava Balbína) jako Berouнку označoval až tok za městem Berounem. V 18. století postupně docházelo k používání tohoto nového názvu i pro střední tok od Plzně. Za počátek Berounky byl postupně považován soutok Mže a Rakovnického potoka, později se začátek Berounky posunul až k soutoku se Střelou – nakonec pak k Úslavě.
7. Pramen, -e m.: *pramen, stružka, potůček; proud, tok; zdroj; větev, odnož, výhonek; větev rodu; provazec ze zkroucených vláken; vedení, vodítko; opora* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/Malý\\_staročeský\\_slovník/](http://vokabular.ujc.cas.cz/Malý_staročeský_slovník/)); *svaz plavidel, zvl. pramen vorů: rates; o drva k palivu do Prahy žádáme, aby tři plavy zjednal; aby plavci povinni byli to clo dávatí z jednoho plavu anebo ploutvy, ale ne z každého voru... abych tři plavy lesu kúpil... dříví na tři prameny* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/Staročeský\\_slovník/](http://vokabular.ujc.cas.cz/Staročeský_slovník/)).
8. Viz poznámku č. 6.
9. Les, -a, -u m.: *les; dřevo, dříví; plavené dříví, vor* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/Malý\\_staročeský\\_slovník/](http://vokabular.ujc.cas.cz/Malý_staročeský_slovník/)).
10. *Předpověděný* (adj. k *předpověděti*): 1. [v textu] *vpředu uvedený, výše zmíněný*; [o osobě, místě] *již jmenovaný*, 2. v čem kým, ot koho ap. *předpověděný, předem oznámený, prorokovaný*; sr. *předřečený* ([http://vokabular.ujc.cas.cz/Staročeský\\_slovník/](http://vokabular.ujc.cas.cz/Staročeský_slovník/)).
11. Pravděpodobně by v současné němčině šlo o *Flutrinnen* (povodňový kanál – sloužící k převádění velkých vod – etymologicky jde o spojení *Flut* /povodeň/ a *rinnen* /řinout se, téci/).
12. Jak raný, tak i též (částečně) vrcholný středověk plně a bezevbytku pojednala Maříková (2005, s. 89–148).
13. Listina byla vydána v Brně. V květnu téhož roku se Karel totiž nacházel spolu s Janem Jindřichem na Moravě (Spěváček, 1979, s. 146).
14. Uvedený latinský text je poměrně obtížné přeložit (se znalostí pouze klasické latiny). Některé (v běžných slovnících obvykle nedostupné) výrazy (a jejich možné české ekvivalenty) proto (s ohledem na možné následné dohledání zvidavého čtenáře) poměrně podrobně níže uvádíme.

15. Listina, zahrnutá do *Liber vetustissimus Antiquae Civitatis Pragensis 1310–1518* (Pátková, ed., 2011, s. 346), je uvedena následovně: „*Karolus, domini... regis Boemie primogenitus, marchio Morawie, fidelibus paternis et nobis dilectis... iudici, iuratis, totique communitati civium Maioris Civitatis Pragensis salutem cum plenitudine omnis boni.*“ Emler (1892, s. 309) uvádí jen zkrácený (popisný) úvod: „*Karolus, regis Boemiae primogenitus, marchio Moraviae, mandat iuratis, civitatis Pragensis ut molendinis certam mensuram statuatur.*“
16. Ve středověké latině výraz *fidedignus* označoval přibližně toho, kdo byl *důvěryhodný* – bylo možné mu plně věřit, byl *ctěným*, *váženým* a též *pravdomluvným* – šlo o důvěryhodnou osobu, která mohla vše rovněž *dosvědčit* věrohodným důkazem.
17. Podle Kábrta (1996, s. 434) lze tento výraz přeložit do češtiny jako *svědectví* či *svědeckou výpověď*. V přeneseném smyslu pak ve středověku šlo i o *důkaz* (*der Beweis* – možná též o *argument* nebo ústní či písemný *doklad*).
18. Ve středověku tento výraz neoznačoval (v širším smyslu) *občany* – naopak (výhradně jen) *měšťany*.
19. Výraz *dictus* (ve středověké latině často používaný) lze přeložit jako *řečený*, *tento* – resp. *(výše) zmíněný (řečený)*.
20. Podle příslušného slovesa (s ohledem na středověkou latinu) je zřejmé, že šlo o osoby, které měly dané nemovitosti v *držbě*.
21. V daném kontextu jde o *nedostatky a škody*.
22. V současné češtině tomuto výrazu (vyskytoval se /též i dosti zřídka/ pouze ve středověké latině) odpovídá adverbium *často*.
23. *Perpetior* značí *snášet, vytrpět, zakusit*.
24. Šlo o *míru (výšku jezu)* vymezenou, určenou či (pevně) stanovenou.
25. Jde o ryze středověký výraz – bylo by možné jej přeložit ekvivalentem *doposud*.
26. Šlo o často užívaný středověký latinský výraz – v dnešní češtině by značil *ztrátu, újmu* či *škodu*.
27. *Měl povinnost*.
28. *Patřičným způsobem*.
29. *Cupiō* většinou značí (ve středověku v listinách) *přát si* (něco) – viz Smolová (2011).
30. Ve středověké latině (v ablativní vazbě) – *týkající se* (něčeho).



31. *Huiusmodi* (neskloňuje se) odpovídá zájmenu *tento* (Smolová, 2011).
32. V daném kontextu jde o *nedostaty* (i *nesnáze*) – viz poznámku č. 21.
33. Pražák, Novotný a Sedláček (1955 b, s. 430) uvádějí: „*salūbriter, adv. (saluber a) zdravě, ke zdraví, b) prospěšně, s prospěchem*“.
34. Kábrt (1996, s. 348): „*prōvideō, ěre, vidī, visum vidēt vpřed, předvídat; být prozíravý, obezřelý; pečovat, starat se: providere rei publicae starat se o stát; obstarávat: frumentum exercitui providere obstarávat obilí pro vojsko*“. Hledíková (2008) též uvádí: „*de iuris remedio providere – postarat se o zjednáni práva*“. Toto sloveso bylo často používáno ve smyslu *obstarat, zařídit někomu obročí* (beneficium).
35. Jde o (*královského*) *rychtáře* (Smolová, 2011; Čelakovský, 1921, s. 2).
36. Ve středověku byli *konšelé* označováni latinským výrazem *consules* (nejdříve jen v listinách panovníckých /Čelakovský, 1921, s. 13/). Stejně osoby jsou v pramenech nazývány též jako *iurati (jurati), socii, gesworn* – v německy psaných listinách pak lze nalézt především označení *schep(p)fen [kmeti]*. Přisežné ustanovoval vždy český král tím způsobem, že mu býval např. navržen třikrát větší počet nominovaných – král pak oficiálně jmenoval jen užší výběr (Tomek, 1892, s. 269).
37. Viz poznámku č. 19.
38. Kábrt (1996, s. 184): „*fidēlis, e věrný, spolehlivý, oddaný; poctivý, upřímný; věřící, pravověrný*“. Ve středověké latině především pak *věrný, oddaný, věřící* (Smolová, 2011).
39. Zde spíše jen v přeneseném smyslu – tj. *rodný, domácí* (Hlušíková, 2009, s. 601).
40. Kábrt (1996, s. 140): „*dīlectus, a, um (vl. part. pf. pass. od diligē) oblíbený, milý, drahý*“. Ve středověké latině šlo především o synonymum ke *cārus* či *amātus*.
41. Synonymum ke *graviter* (*vážně, důležitě, významně, s vážností*).
42. Kábrt (1996, s. 273): „*mandō, āre, āvī, ātum odevzdat, svěřit*“. Smolová (2011): „*mandō, āre, āvī, ātum – přikazovat, svěřovat*“.
43. Kábrt (1996, s. 306): „*omnīnō celkem, vůbec, zcela, úplně, dočista; ovšem*“. Hledíková (2008): „*omnīnō – vůbec*“.
44. Klas. lat.: „*grātia*“. Kábrt (1996, s. 200): „*grātia, ae, f. půvab, vděk, krása; oblíbenost, přízeň, vliv, vážnost; in gratia esse být v oblíbě, v přízni; přátelství, láska; laskavost, milost; de gratia Dei z milosti boží; vděčnost, dík*“. Smolová (2011): „*gratia, ae f. – milost, dík*“.
45. Internetový slovník (<http://www.zeno.org/Georges-1913>) uvádí: „2. *obtentus, ūs, m. (obtimeō), die Behauptung* [tvrzení, udržení, uhájení, zachování]“. Hlušíková (2009, s. 569): „*obtentus, -ūs, m. /obtimeō/ 1. obdržanie, udržanie, 2. tvrdenie*“. Synonymem pro slovní spojení „*sub obtentu*“ však bylo „*ratione* [z důvodu, kvůli] *alicuius rei* [jakékoliv záležitosti]“.
46. Podle Pražáka, Novotného a Sedláčka (1955 b, s. 363) *quātenus* značí *pokud, jak daleko, až kam, ježto* a též *aby* (spoj. účel. a snah. /v pozdní a středověké latině/). Hledíková (2008): „*quatinus, quatenus – (spojka účelová) aby*“, „*precipere, quatenus – nařizovat, aby*“.
47. Smolová (2011): „*fretus sum aliqua re – spoléhám na něco, zakládám si na něčem*“. Samotné adjektivum *fretus* značí: *důvěřující, spoléhající se, mající oporu, jistý*. Smolová (2011): „*fretus + abl. – spoléhaje na*“.
48. Kábrt (1996, s. 47): „... *auctoritate regia – z moci královské*“. Pražák, Novotný a Sedláček (1955 b, s. 392): „*regia, ae, f. a) královský palác, královský hrad, sídelní město, královské sídlo; někdy jen královský stan, b) královský dvůr, královská rodina, královská hodnost*“ (poznámka: též i *königliche Herrschaft /vláda, vladařství, panování/*).
49. Smolová (2011): „*auctoritās, ātis – f. vážnost, pravomoc*“, „*auctoritate regis Bohemiae – z pravomoci krále českého*“, „*iussu et auctoritate – z rozkazu a moci úřední*“.
50. Kábrt (1996, s. 89): „*commūnis, e – společný, obecný*“.
51. Hlušíková (2009, s. 514): „... 2. *verejnost, verejné dobro: in medium aliquid proferre niečo vyhlásiť na verejnosti, verejne oznámit, in medio ponere predostriet na verejné rozhodnutie... res in medio posita spoločný majetok*“.
52. Smolová (2011): „*invenio, ire, veni, ventum – najít, nalézt, shledat, vynalézat*“. Zachová (1994, s. 82): „*inveniō, ěre, vēnī, ventum – najít, shledat, vynalézat*“.
53. Hledíková (2008): „*absque dilacione – bez odkladu*“. Smolová (2011): „*ulteriori dilacione postergata – bez dalšího průtahu*“.
54. Pražák, Novotný a Sedláček (1955a, s. 741): „*iūstitia, ae, f. (iustus) spravedlnost, spravedlivost, spravedlivé jednání*“. Smolová (2011): „*iustitia – spravedlnost*“. Internetový slovník (<http://www.zeno.org/Georges-1913>) navíc ještě uvádí: „*iūstitia, ae, f., I) subjektiv = die Gerechtigkeit, das Billigkeitsgefühl, die Billigkeit, – II) objektiv = das Recht als Inbegriff [ideál, souhrn, úhrn] der Gesetze*“.
55. Kábrt (1996, s. 184): „*fidēs, eī, f. víra, důvěra: fide maius věc větší než víra, přesahující víru, víře nepodobná; habere fidem mít důvěru, dávat víru; věrnost, oddanost, poctivost, čest, svědomitost: bonae fidei (gen.) esse být čestný, svědomitý; cum fide poctivě, čestně... věrnost, pravdivost, hodnověrnost, jistota, důkaz; ex fide podle pravdy, hodnověrně...*“.
56. Hledíková (2008): „*impendere et superimpadari – vynaložit (úsíli) a vynaložit i sám sebe*“. Smolová (2011): „*impendo – vynaložit*“.
57. Zachová (1994, s. 83): „*iuxtā vedle, podle*“. Smolová (2011): „*iuxta + 4. p. – podle, vedle*“. Velmi podrobný internetový latinsko-německý slovník (<http://www.zeno.org/Georges-1913>) též uvádí: „*iūxtā (verwandt mit iungo)... nach, gemäß*“.
58. Viz poznámku č. 24.
59. Lexer (1872, s. 1774): „*künig, künece, -ges... König... syncop. künc, md. kunic, kunig mit voller endung kuninc, kuning...*“ (viz též Bok, 1995, s. 88).
60. Bok (1995, s. 160): „*ze, praep. – v, k*“. Lexer (1876, s. 1036): „*ze, zuo... räuml. bezeichnet es ein räumliches Ziel der Bewegung od. ein Ziel unräumlicher u. unsinnlicher tätigkeit sowie den Punkt des Verweilens: zu, in, an, bei*“.
61. Lexer (1872, s. 1782): „... *kunt tuon – ohne od. mit dat. bekannt machen, sagen, zeigen, zuteil werden lassen...*“. Viz též *kuntlichen = zřejmě, veřejně* (Bok, 1995, s. 88).

62. Lexer (1876, s. 146): „*offen-lich* adj. – *offenbar, allen wahrnehmbar oder verständlich, unverholen...*“. Bok (1995, s. 103): „*offenlich, adj. – veřejný*“.
63. Lexer (1872, s. 57): „*ane, an... 2. pröp. a, räumlich: an, auf, in, gegen (mit dat. od. accus.), b, zeitlich: in, an (mit dat.), bis an (mit accus.), auch bei zeitl. adv. an heute heute, an gestern gestern, c, abstracte Verhältnisse ausdrückend (mit dat. od. acc.): an, in, von, mit...*“.
64. Bok (1995, s. 47): „*brief, der – listina*“.
65. Bok (1995, s. 152): „*fur, für, praep. – pro, za*“.
66. Bok (1995, s. 119): „*sint (seit, seint, sent) ... poté, potom; od; potom co; když; protože*“.
67. Ve středověku existovala u tohoto slovesa velmi různorodá transkripce (Lexer, 1872, s. 1668–1669).
68. Lexer (1872, s. 949): „*ge-trüwen, ge-triuwen, ge-triwen, ge-trouwen, getrawen... glauben, anvertrauen; zutrauen, creditieren; sich zutrauen*“. Bok (1995, s. 70): „*getreu (getrawe, getrewe), adj. – věrný*“.
69. Rychtář (Bok, 1995, s. 110). Byl též i předsedou sboru přísežných (Tomek, 1892, s. 271).
70. Viz poznámku č. 36.
71. Lexer (1872, s. 949): „*danne, denne, dan, den... daher, deshalb, davon; woher, weshalb, wovon*“.
72. *Kvůli*.
73. Bok (1995, s. 66): „*... obecný, všeobecný, obecní*“.
74. Bok (1995, s. 102): „*nutz, der – užívání, užitek, požitek, majetek*“.
75. Internetový slovník (<http://woerterbuchnetz.de/>): „*lāzen... lassen*“. Lexer (1878, s. 293): „*lāzen... mit einem verabreden*“.
76. Lexer (1872, s. 949): „*ge-nant, ge-nante part. adj.; genannt, bestimmt*“.
77. Tomek (1892, s. 607): „*Václav Rokycanský 1337–1342*“ (některé níže uváděné Tomkovy české verze /překlady/ působí /bohužel/ mnohdy velmi „násilným“ dojmem).
78. Tomek (1892, s. 611): „*Menhart syn Olbramův*“ (všichni následně jmenovaní přísežní /konšelé, kmeti/ existovali v období 24. 1. 1340–21. 3. 1341 /tedy v době sepsání zde pojednávané královské listiny s datem 23. 12. 1340/).
79. Bok (1995, s. 123): „*sun, der – syn*“ (tj. *der Sohn*).
80. Tomek (1892, s. 611 /následně uváděná jména se nalézají tamtéž/): „*Václav syn Albrechtův*“.
81. *Mikoláš Rost*.
82. *Petr z Nymburka* (dle našeho názoru se zde Tomek mylí – křestní jméno *Peschyl /Peschel/* spíše souvisí s francouzským *Pasquale* /viz <http://www.vorname.de/> – šlo možná o kolonistu až z *Alsaska*). Internetová databáze (<http://www.beliebte-vornamen.de/>) uvádí: „*Peter (Petter, Petterlen, Peyr, Pett)*“.
83. *Eiblin Wacinger* (opět si s Tomkem dovolíme nesouhlasit – *Eiblin* je spíše ženským jménem).
84. *Mertlin Matoušův z Chebu*. Databáze (<http://www.beliebte-vornamen.de/>) pak podrobně uvádí: „*Martin (Mertin, Mertein, Merten, Marten, Mertten, Marte, Merte, Mertlin, Merthein, Mertlein, Marthes)*“.
85. *Wolflin od Kamene*. Internetová databáze (<http://www.beliebte-vornamen.de/>): „*Wolff (Wolf, Wolflin, Wölflein, Wolffel, Wollff, Wolfflein)*“.
86. *Tomáš Černý*.
87. *Jakeš Bavor*.
88. *Meinlin Rokycanský*.
89. *Oldřich syn Jana kraječe suken*. (Tomek /1892, s. 611/ – též i poznámky výše). Databáze (<http://www.beliebte-vornamen.de/>): „*Ulrich (Ullrich, Ullrych, Ulrych, Ul, Ullin, Ull, Ulle, Ullen, Ullein, Urrich)*“.
90. Internetový slovník (<http://woerterbuchnetz.de/>): „*gewantsnider – Tuchausschneider, Tuchhändler*“. Šlo o tzv. *kraječe suken* (obchodníka) – prodávajícího převážně drahá dovážená sukna (Tomek, 1892, s. 335).
91. Písař uvedené listiny má v mnoha případech „rozkolísaný“ pravopis – viz poznámku č. 79.
92. Viz poznámku č. 36.
93. Bok (1995, s. 47): „*burger, der – měšťan*“.
94. Bok (1995, s. 39): „*bekennen, v. – vyznat, vyznávat*“. Podrobněji pak Lexer (1872, s. 163): „*be-kennen... kennen, erkennen... Bescheid wissen, zur Erkenntnis kommen*“.
95. Opět nejednotnost pravopisu – viz poznámku č. 91.
96. Lexer (1872, s. 759): „*prüeven, brüeven, brüefen... beweisen, erweisen, dartun, schildern; bemerken, wahrnehmen; erwägen, schätzen (taxare); berechnen, nachzählen, zählen; erproben; erwägend veranlassen, hervorbringen, anstiften, zurecht machen, bewirken, rüsten u. schmücken entwickelt haben*“. Etymologicky lze doložit (přes starofrancouzštinu) vznik z latinského *probare* [též i zkoumat, prozkoumat].
97. V současné němčině značí *das Gebrechen* chorobu, nedostatek, neduh, závadu. Bok (1995, s. 63): „*gebrechen, das – nedostatek, špatný stav, škoda*“. Lexer (1872, s. 759): „*ge-brēchen stn. not [potíž, bída, nedostatek, nezbytnost, nouze, trápení, těžkost], mangel [nedostatek, vada, závada, defekt, deficit]*“.
98. Bok (1995, s. 91): „*leiden... snášet, trpět*“.
99. Lexer (1876, s. 1721): „*umbe pröp. u. adv. – auch unbe, umb, ump, ümbe, umme ümme, um üm... 1. pröp. mit acc. um, im kreise, räuml*“.
100. Bok (1995, s. 101): „*nieren, nierent, nirgent, adv. – nikde; nikam; nirgen anders nikam jinam*“.
101. Bok (1995, s. 95): „*mass, die – míra; máz...*“. Lexer (1872, s. 2064): „*mâz stn. – eine bestimmte quantität*“.



102. Lexer (1872, s. 449): „*dôr = dô*“. Lexer (1872, s. 449): „*dô adv. temp. bisweilen duo u. seit dem 14. Jh. oft mit dâ verwechselt; allgem. u. zwar 1. demonstr. dâ, damals, darauf; einen gegensatz einführend: aber, doch; oft nur den Fortschritt der Rede bezeichnend; 2. relat. als; dôr als er, dôs als sie; 3. fragend wie dô? wie nun?*“. Bok (1995, s. 50): „*do, adv. konj. – tehdy, kdy, kde, když*“.
103. Dle všeho jde o středohornoněmecké *inne*. Lexer (1872, s. 1438): „*inne räuml. adv. ine... als präpos. mit gen. innerhalb: inne des, demonstr. u. relat. indessen, unterdessen...*“.
104. Lexer (1876, s. 810): „*schul = schulde*“. Lexer (1876, s. 810): „*schulde, schult... ist im allgemeinen das Verhältnis dessen, der für etwas als Urheber einsteht, daher entweder die Verpflichtung zu Busse, Ersatz, Strafe oder auch das Verdienst: Verpflichtung etw. zu geben, das zu gebende, Geldschuld (zu zahlende od. zu fordernde), lat. debitum*“. Bok (1995, s. 116): „*schuld, die – závazek, dluh, vina*“.
105. Bok (1995, s. 73): „*greifen (an etwas) – sáhnout na něco, napadnout něco – greifen (in etwas) zasahovat do něčeho...*“.
106. Internetový slovník (<http://woerterbuchnetz.de/>): „*ge-dûren, ge-tûren – aushalten, stand halten*“.
107. Lexer (1878, s. 433): „*vol, volle, vollen adv. vollständig, gänzlich*“.
108. *Způsobit (něco)*.
109. *Každý, kdokoliv*.
110. Evidentně jde o současné německé sloveso *bebauen*.
111. Otázkou zůstává, kolik přestupníků bylo skutečně potrestáno. Listina má datum 23. 12. 1340. Lze předpokládat, že sbor byl ustanoven až někdy v průběhu jara či léta 1341. Hned na počátku následujícího roku (3. 2. 1342) byl Juditin most stržen extrémní povodní (Svoboda, Vašků a Cílek, 2003, s. 185–187). Samozřejmě nejen on – i většina mlýnů a jezů (mnohem podrobněji než výše uvedená publikace o této extrémní události pojednává Tomek /1892, s. 579–580/). Na závěr této poznámky si dovolueme uvést vlastní „historickou anekdotu“ – přestupníky následně již nikdo z konšelů trestat nemusel (vše plně zařídil „ten nahoře“).
112. Pokuta uložená konšely napoprvé činila 10 kop – tj. 600 (60×10) pražských grošů („... so sol der schuldig czehen schok grozzer zvm ersten mal zv puez geben an dye stat“). Po další (druhé /opakované/) stížnosti (pokud nebylo původní rozhodnutí dodrženo) se pokuta zvýšila na hodnotu 1 200. Napotřetí pak musel viník zaplatit 1800 pražských grošů – byl mu též konšely (ve stejném roce) zcela zakázán i provoz mlýna.
113. Viz poznámku č. 6.
114. *Kniha privilegií Staroměstských* č. 202 list 14 v Archivu hlavního města Prahy za nâpisem: „*Veiklad téhož privilegium na česko*“. Jiný český překlad uveřejnil Pelzel – též jiný je v knize *Novoměstských privilegií* č. 331 (Čelakovský, ed., 1886, s. 142).
115. Dovolíme si, pro zajímavost, uvést původní středohornoněmecké znění úvodní části této listiny: „*Wir Karln von gotes gnaden Romischer keiser, zu allen czeiten merer des reichs und konig zu Beheim...*“. Tomu ve středověké latině odpovídala tato sekvence: „*Karolus (Carolus) quartus divina favente clemencia Romanorum imperator semper augustus et Boemie rex...*“.
116. Tento pozdější překlad listu, jehož původní latinský text se nezachoval, byl zapsán do novoměstské pamětní knihy č. 332 na str. 173 (uložen v Archivu hlavního města Prahy) za nâpisem: „*Fundace a vejsada mlejnčův na loděch*“ (Čelakovský, ed., 1886, s. 173).
117. Na tento text již dříve upozornil Jičínský (1870, s. 70–71). Uvedený autor správně dovodil, že vodní toky musely být i v této době (14. stol.) převážně soukromým majetkem dědin, na jejichž území se nalézaly. O jakémkoliv veřejnoprávním pojetí menších vodních toků není proto možné v této době ještě hovořit.
118. Tento článek má latinský název: „*De custodia silvarum, quae succisae furtum ducuntur per aquas*“. Je možné jej přeložit následovně: „*O péči o stromy (klády), které (již) poražené jsou tajně (/pokradmu/ zloději) po vodách (vodních tocích – řekách) splavovány*“.
119. Původní latinský text (Palacký, ed., 1844, s. 137) je následující: „*Purggravius seu castellanos nostros castrorum infra scriptorum, super labentia flumina regni situatorum, curam vigilem et custodiam die noctuque habere volumus diligentem, ut ligna quaeque vel arbores, quae plurimae in silvis nostris subreptae per eadem flumina duci percipimus, et demum, nostra conscientia inconsulta, verti in utilitates proprias privatorum, in camerae nostrae dispendium et gravamen. Cum igitur territorium et districtum castris, cui quisque praeest, pervenerint, per eos vel per alios, quos ad id duxerint deputandos, intercipientur, et arrestentur, simul et personae quaecunque ducentes ligna et arbores supradictas; et statim facta nobis conscientia speciali, tamdiu eas teneant arrestatas, donec a nobis aliud habuerint in mandatis; nisi patentes literas nostras ostenderent, aut alia insignia, ad haec specialiter deputata, per quas forte illis majestas regia concesserit eas arbores deducendas; poena imminente castellanis praedictis, si scienter permiserint transire arbores aliquas sive ligna contra mentem ordinationis praesentis, amissionis officii et dupli restitutionis in fiscum valoris sic dictarum arborum vel lignorum. Si vero negligenter et ignoranter, poena dupli tantummodo feriatur; poenis aliis, contra caedentes vel ducentes arbores sive ligna statutis, firmis manentibus atque fixis.*“
120. S ohledem na možného zvědavého čtenáře (pro snadnější porovnání všech jazykových verzí) si dovolueme uvést i současný dostupný překlad uvedené pasáže (Karel IV., Mašek, ed. a Bláhová, ed., 2003, s. 206–207 /po našich drobných úpravách/): „*Chceme, aby naši purkrabí či kasteláni níže uvedených hradů, nalézajících se na tekoucích řekách království, věnovali bdělou a svědomitou pozornost, ve dne i v noci, veškerým kládám či stromům, které, jak jsme se doslechli, se v hojném počtu, ukradené v našich lesích, po těchto řekách přepravují a potom se přemění, bez našeho vědomí, v osobní zisk soukromníků ke škodě a tíži naší komory; když se tedy dostanou na území nebo do oblasti hradů, jimž oni vládnou, necht' jsou od nich nebo od jiných, které se k tomu rozhodnou určit, zachyceny a zadrženy; a zároveň i všechny osoby, které řečené klády a stromy přepravují; ať nám ihned, zvláště kvůli tomu, dají vědět a ať je zadržují tak dlouho, dokud od nás neobdrží nějaký jiný příkaz, pokud by tyto osoby neukázaly náš otevřený list nebo jiná, výhradně k tomu určená, poznávací znamení, jimiž jim královský Majestát povolil tyto stromy přepravit; avšak dopustí-li se toho z nedbalosti a neznalosti, bude postižen pouze trestem dvojnásobku; ostatní tresty, určené těm, kdo kácejí nebo přepravují stromy, zůstávají pevné a neměnné.*“
121. Viz poznámku č. 9.

## Literatura

- BĚLIČ, Jaromír, KAMIŠ, Adolf a KUČERA, Karel. *Malý staročeský slovník*. Vyd. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. 707 s. Učebnice pro vysoké školy.
- BLECHOVÁ-ČELEBIČ, Lenka, ed. et al. *Prameny k dějinám Židů v Čechách a na Moravě ve středověku: od počátků do roku 1347*. Vyd. 1. Praha: Historický ústav AV ČR, 2015. lxxviii, 307 s. Archiv český = Archivum Bohemicum; díl XLI. ISBN 978-80-7286-248-1.
- BOK, Václav. *Slovník středověké němčiny pro historiky*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, 1995. 168 s. ISBN 80-7040-132-X.
- BRANDL, Vincenc. *Knihna Rožmberská: kritické vydání opatřené poznámkami a glosářem*. V Praze: Nakladem Jednoty právnické, 1872. 144 s.
- BRINCKMEIER, Eduard. *Glossarium diplomaticum: zur Erläuterung schwieriger, einer diplomatischen, historischen, sachlichen, oder Worterklärung bedürftiger lateinischer, hoch- und besonders wiederdeutscher Wörter und Formeln*. Wolfenbüttel: Selbstverlag, 1850. 2 sv.
- ČÁDA, František, ed. *Nejvyššího sudího Království českého Ondřeje z Dubé Práva zemská česká*. Praha: Česká akademie věd a umění, 1930. xi, 231 s. Historický archiv; č. 48.
- ČELAKOVSKÝ, Jaromír. *Právo obce Pražské k řece Vltavě*. V Praze: J. Čelakovský, 1882. 71 s.
- ČELAKOVSKÝ, Jaromír, ed. *Sbírka pramenů práva městského království českého. Díl 1, Privilegia měst pražských = Privilegia civitatum Pragensium*. Praha: Edv. Grégr, 1886. clxvi, 811 s.
- ČELAKOVSKÝ, Jaromír, ed. *Sbírka pramenů práva městského Království Českého = Codex juris municipalis Regni Bohemiae. Díl 2, Privilegia královských měst venkovských v království Českém z let 1225 až 1419*. Praha: Česká akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění, 1895. xxxii, 1297 s.
- ČELAKOVSKÝ, Jaromír. *O začátcích ústavních dějin Starého města Pražského*. Praha: nákl. vl., 1904. 46 s.
- ČELAKOVSKÝ, Jaromír. *O vývoji středověkého zřízení radního v městech pražských*. Praha: Nakladem Důchodův obce hl. města Prahy, 1921. 266 s.
- EMLER, Josef, ed. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars III, Annorum 1311–1333*. Prae: Sumtibus regiae scientiarum societatis Bohemiae, 1890. 952 s.
- EMLER, Josef, ed. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars IV, Annorum 1333–1346*. Prae: Sumtibus regiae scientiarum societatis Bohemiae, 1892. 1012 s.
- ERBEN, Karel Jaromír, ed. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars I, Annorum 600–1253*. Prae: Typis c. r. typographiae aulicae Filiorum Theophili Haase, 1855. viii, 812 s.
- ERBEN, Karel Jaromír. *Výbor z literatury české. Díl druhý, Od počátku XV. až do konce XVI. století*. V Praze: František Řivnáč [distributor], 1868. 1710 s. České museum; č. 58.
- FRIEDRICH, Gustav. *Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae. Tomus I, inde ab A. DCCCXV. usque ADA. MCXCVII*. Prae: Typis Aloisii Wiesneri, 1907. 567 s.
- HAVRÁNEK, Bohuslav, ed., DAŇHELKA, Jiří, ed. a HRABÁK, Josef, ed. *Výbor z české literatury doby husitské. Svazek 2*. Vyd. 1. Praha: Československá akademie věd, 1964. 630 s.
- HLEDÍKOVÁ, Zdeňka. *Paleografická čítanka. Textová část 2. dotisk 1. vyd.* Praha: Karolinum, 2008. 243 s. ISBN 978-80-246-0049-9.
- HLUŠKOVÁ, Marta. *Latinsko-slovenský slovník*. Vyd. 1. Bratislava: Mikula, 2009. 934 s. ISBN 978-80-88814-67-2.
- HOFFMANN, František. *Středověké město v Čechách a na Moravě*. Vyd. 1., (celkově 2., rozš. a upr.). Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2009. 712 s. Česká historie; sv. 20. ISBN 978-80-7106-543-2.
- HOLEC, František, ed. *Pražský sborník historický*. VI, 1971. Vyd. 1. Praha: Orbis, 1971. 231 s., [30] s. obr. příl.
- HOLODŇÁK, Petr, ed. a EBELOVÁ, Ivana. *Žatec*. Vyd. 1. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2004. 516 s., [16] s. barev. obr. příl. Dějiny českých měst. ISBN 80-7106-443-2.
- HONS, Josef. *Když měřičkové, rybníkáři a trhání krajem táhli*. Vyd. 1. Praha: Mladá fronta, 1961. 305 s.
- HRUBÝ, Václav. *Tři studie k české diplomacie*. Brno: Masarykova univerzita. Filozofická fakulta, 1936. xxi, 185 s., 123 s. Spisy filosofické fakulty Masarykovy university v Brně; Číslo 42.
- JIČÍNSKÝ, Karel. *Vodní právo*. Praha: Karel Jičínský, 1870. 302 s.
- JIREČEK, Hermenegild, ed. *Codex juris Bohemici. Tomi secundae pars altera, continens Jus terrae atque jus curiae regiae saeculi XIV-mi*. Prae: Typis Grégerianis, 1870. [4], 416 s.
- KÁBRT, Jan et al. *Latinsko-český slovník*. Vyd. 4. Praha: SPN, 1996. c1957. 483 s. Střední slovníky jednostranné. ISBN 80-04-26657-6.
- KALOUSEK, Josef, ed. *Archiv český, čili, Staré písemné památky české i moravské: sebrané z archivů domácích i cizích. Díl XV*. Praha: Domestikální fond království Českého, 1896. 516 [tj 616] s.
- KAREL IV., MAŠEK, Richard, ed. a BLÁHOVÁ, Marie, ed. *Karel IV., státnické dílo*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2003. 312 s. ISBN 80-246-0771-9.
- KILIÁN, Jan a kol. *Mělník*. Vyd. 1. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2010. 438 s. Dějiny českých, moravských a slezských měst. ISBN 978-80-7422-029-6.
- KLEMPERA, Josef. *Vodní mlýny v Čechách I., Berounsko, Hořovicko, Rakovnicko, Kladensko, Slánsko, Mělnicko, Brandýsko a Mladoboleslavsko*. Vyd. 1. Praha: Libri, 2000. 275 s. ISBN 80-7277-016-0.
- KLEMPERA, Josef. *Vodní mlýny v Čechách II., Příbramsko a střední Povltaví, Sedlčansko a Voticko, Benešovsko a Vlašimsko, Posázaví, Kutnohorská, Kolínsko a Nymbursko*. Vyd. 1. Praha: Libri, 2000. 284 s. ISBN 80-7277-029-2.

KLEMPERA, Josef. *Vodní mlýny v Čechách V., Českobudějovicko, Jindřichohradecko, Vltavotýnsko, Tábořsko, Strakonicko, Českokrumlovsko, Milevsko, Písecko, Pelhřimovsko*. Vyd. 1. Praha: Libri, 2002. 235 s. ISBN 80-7277-100-0.

KOTYZA, Oldřich, ed. et al. *Dějiny města Litoměřic*. Vyd. 1. Litoměřice: Město Litoměřice, 1997. 479 s. ISBN 80-85433-48-6.

KREUZ, Petr, ed. a MARTINOVSKÝ, Ivan, ed. *Vladislavské zřízení zemské: a navazující prameny (Svatováclavská smlouva a Zřízení o ručnicích)*. Vyd. 1. Praha: Scriptorium, 2007. 526 s. ISBN 978-80-86197-91-3.

LEXER, Matthias von. *Mittelhochdeutsches Handwörterbuch*. Leipzig: Hirzel, 1872–1878. 3 sv.

MALÝ, Karel. *České právo v minulosti*. Vyd. 1. Pacov: Nuga, 1995. 269 s., [32] s. fot. ISBN 80-85903-01-6.

MARÍKOVÁ, Martina. *Středověké mlýny v českých zemích: (archeologické a písemné prameny). Mediaevalia Historica Bohemica*, 2005, 10, s. 89–148. ISBN 80-7286-091-7.

NOVOTNÝ, Václav. *České dějiny. Díl I. část II., Od Břetislava I. do Přemysla I*. Praha: Jan Laichter, 1913. 1214 s. Laichterův výbor nejlepších spisů poučných; sv. 40.

PALACKÝ, František, ed. *Archiv český, čili, Staré písemné památky české i moravské: z archivův domácích i cizích. Díl první*. W Praze: W kommissj u Kronbergra i Řivnáče, 1840. 612 s.

PALACKÝ, František, ed. *Archiv český, čili, Staré písemné památky české i moravské: z archivův domácích i cizích. Díl druhý*. W Praze: W kommissj u Kronbergra i Řivnáče, 1842. 579 s.

PALACKÝ, František, ed. *Archiv český, čili, Staré písemné památky české i moravské: z archivův domácích i cizích. Díl třetí*. W Praze: W kommissj u Kronbergra i Řivnáče, 1844. 628 s.

PÁTKOVÁ, Hana, ed. *Liber vetustissimus Antiquae Civitatis Pragensis 1310–1518: edice. Překlad Filip Charvát a Jiří Matl*. Vyd. 1. Praha: Archiv hlavního města Prahy, 2011. 638 s., [32] s. obr. příl. Documenta Pragensia. Monographia; vol. 25. ISBN 978-80-87271-40-7.

PRAŽÁK, Josef Miroslav, NOVOTNÝ, František a SEDLÁČEK, Josef. *Latinsko-český slovník. Díl 1, A–K*. 18. vyd., 2. vyd. v SPN. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1955a. 743 s.

PRAŽÁK, Josef Miroslav, NOVOTNÝ, František a SEDLÁČEK, Josef. *Latinsko-český slovník. Díl 2, L–Z*. 18. vyd., 2. vyd. v SPN. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1955 b. 684 s.

ROEDL, Bohumír, ed. *Louny*. Vyd. 1. Praha: NLN, Nakladatelství Lidové noviny, 2005. 442 s., [16] s. barev. obr. příl. Dějiny českých měst. ISBN 80-7106-662-1.

SMOLOVÁ, Věra. *Latinsko-český slovník nejen pro archiváře [zpracován jako pomůcka k výuce středověké latiny pro archiváře na FF UK]. Státní okresní archiv Příbram, 2011 [bez ISBN]. Dostupné z: [http://www.soapraha.cz/documents/praha/20111214085939-Latinsko-cesky\\_slovník.pdf](http://www.soapraha.cz/documents/praha/20111214085939-Latinsko-cesky_slovník.pdf).*

SPĚVÁČEK, Jiří. *Karel IV.: život a dílo, [1316–1378]*. Vyd. 1. Praha: Svoboda, 1979. 720 s.

SVOBODA, Jiří, VAŠKŮ, Zdeněk a CÍLEK, Václav. *Velká kniha o klimatu Země koruny české*. [Praha]: Regia, 2003. 655 s. ISBN 80-86367-34-7.

ŠMAHEL František, ed., a BOBKOVÁ Lenka ed. *Lucemburkové: česká koruna uprostřed Evropy*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství Lidové noviny, 2012. 929 s. ISBN 978-80-7422-093-7.

ŠTĚPÁN, Luděk a KŘIVANOVÁ, Magda. *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2000. 307 s. ISBN 80-7203-254-2.

ŠTĚPÁN, Luděk a kol. *Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2008. 316 s., ISBN 978-80-257-0015-0.

TOMEK, Václav Vladivoj. *Dějepis města Prahy. Díl I*. Vyd. 2. Praha: Knihkupectví Fr. Řivnáče, 1892. 658 s.

VANĚČEK, Václav. *Dějiny státu a práva v Československu do roku 1945*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Orbis, 1970. 534 s.

VANĚČEK, Václav, ed. *Karolus Quartus: piae memoriae fundatoris sui Universitas Carolina*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova, 1984. 509 s.

ZACHOVÁ, Jana. *Latina pro historiky a archiváře*. 3., přeprac. vyd. Praha: Institut sociálních vztahů, 1994. 103 s. Jazykověda. ISBN 80-85866-03-X.

ZÍBRT, Čeněk. *Praha se loučí s Podskalím: Pamětní list slavnosti, pořádané od místního odboru Ú. M. Š. pro král. Vyšehrad a okolí*. Praha: Ústřední matice školská, 1910. 64 s.

## Autor

**Ing. Arnošt Kult**

✉ [arnost\\_kult@vuv.cz](mailto:arnost_kult@vuv.cz)

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

# VTEI/2016/5

*Od roku 1959*

**VODOHOSPODÁŘSKÉ  
TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE  
WATER MANAGEMENT  
TECHNICAL AND ECONOMICAL INFORMATION**

Odborný dvouměsíčník specializovaný na výzkum v oblasti vodního hospodářství. Je uveden v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

## Ročník 58



VTEI.cz

**Vydává:** Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6

### Redakční rada:

Mgr. Mark Rieder (šéfredaktor), RNDr. Dana Baudišová, Ph.D., Ing. Petr Bouška, Ph.D., RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur, Mgr. Róbert Chriateľ, Mgr. Vít Kodeš, Ph.D., Ing. Jiří Kučera, Ing. Milan Moravec, Ph.D., Ing. Josef Nistler, Ing. Jana Poárová, Ph.D., RNDr. Přemysl Soldán, Ph.D., Dr. Ing. Antonín Tůma

### Vědecká rada:

Ing. Petr Bouška, Ph.D., doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D., prof. RNDr. Bohumír Janský, CSc., prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., RNDr. Petr Kubala, Ing. Tomáš Mičaník, Ing. Michael Trnka, CSc., Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D., Dr. rer. nat. Slavomír Vosika

### Výkonný redaktor:

Lenka Jeřábková  
T: +420 220 197 465  
E: lenka\_jerabkova@vuv.cz

### Kontakt na redakci:

E: info@vtei.cz

### Autoři fotografií tohoto čísla:

Archiv VÚV, Severočeská vodárenská společnost a. s.

### Grafická úprava, sazba, tisk:

ABALON s. r. o., www.abalon.cz

Náklad 1500 ks

Příští číslo časopisu vyjde v prosinci.  
Pokyny autorům časopisu jsou uvedeny na [www.vtei.cz](http://www.vtei.cz).

**ISSN 0322-8916**  
**ISSN 1805-6555 (on-line)**  
**MK ČR E 6365**



## MLÝN V KAMÝKU NAD VLTAVOU

Pohled na budovu mlýnice s náhonem a česlicemi. Mlýn je na tomto místě zaznamenán již na Císařském povinném otisku (1826–1843). Na vltavském jezu v Kamýku však stával mlýn jistě mnohem dříve. Rozkládal se mezi levým břehem a přilehlým vltavským ostrovem. Mlýn to byl poměrně velký a v posledním období patřil rodině Zemanů. Měl hned čtyři mlýnská kola a ve 20. letech 20. století se zde prý mlelo cca 200 q obilí týdně. K mlýnu patřila i pila. Konec mlýna přišel v poválečných letech s výstavbou Slapské a posléze Kamýcké přehrady. Řeka zde byla narovnána, náhony zavezeny a budova původního mlýna se tak ocitla poměrně daleko od řeky. Dodnes však stojí a byla využívána třeba i jako místní hasičská zbrojnice. Fotografie z přelomu 30. a 40. let 20. století.

*Text a fotografie z archivu Vojtěcha Pavelčíka, [www.stara-vltava.cz](http://www.stara-vltava.cz)*

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
VODOHOSPODÁŘSKÝ  
T.G. MASARYKA**

veřejná výzkumná instituce

**VTEI.cz**