

**VYHODNOCENÍ SUCHA NA ÚZEMÍ KRAJE VYSOČINA
ZA OBDOBÍ 2015–2018**

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV POBOČKA BRNO BRNO 2018

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Meteorologie	6
2.1	Metoda zpracování dat	6
2.2	Výsledky roku 2015	8
2.3	Výsledky roku 2016	11
2.4	Výsledky roku 2017	14
2.5	Výsledky roku 2018	16
2.6	Celkové zhodnocení.....	18
2.7	Využití výsledků	20
3	Hydrologie.....	21
3.1	Povrchové vody	21
3.1.1	Vyhodnocení minimálních průtoků na povrchových vodách	22
3.1.2	Dokumentace měření minimálních průtoků	23
3.1.3	Vyhodnocení vývoje vodnosti vybraných toků v jednotlivých povodích.....	25
3.1.3.1	Povodí Doubravy	29
3.1.3.2	Povodí Sázavy a Želivky	30
3.1.3.3	Povodí Moravské Dyje a Želetavky.....	33
3.1.3.4	Povodí Svratky	35
3.1.3.5	Povodí Jihlavy	36
3.1.4	Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků	40
3.1.4.1	Vliv vodních nádrží na vodnost toků	40
3.1.4.2	Podíl evidovaných vypouštění odpadních vod na minimálních průtocích	42
3.1.5	Shrnutí hydrologické situace	45
3.2	Podzemní vody	46
3.2.1	Použitá metodika.....	46
3.3	Vyhodnocení hladin mělkých vrtů.....	47

3.3.1	HGR 4320 – Dlouhá mez – jižní část	50
3.3.2	HGR 6510 – Krystalinikum v povodí Lužnice	55
3.3.3	HGR 6520 – Krystalinikum v povodí Sázavy.....	57
3.3.4	HGR 6532 – Krystalinikum Železných hor.....	62
3.3.5	HGR 6550 – Krystalinikum v povodí Jihlavy.....	67
3.4	Vyhodnocení hladin hlubinných vrtů	73
3.4.1	Vrt Studená.....	73
3.4.2	Vrt Veselý Žďár	75
3.5	Vyhodnocení vydatnosti pramenů	78
3.5.1	HGR 4330 – Dlouhá mez – severní část.....	81
3.5.2	HGR 5610 – Krystalinikum v povodí Lužnice	85
3.5.3	HGR 5620 – Krystalinikum v povodí Sázavy.....	90
3.5.4	HGR 5640 – Krystalinikum v povodí Dyje	95
3.5.5	HGR 5650 – Krystalinikum v povodí Jihlavy.....	100
3.5.6	HGR 5660 – Krystalinikum v povodí Svratky.....	105
4	Klimatologie.....	111
4.1	Teplotní a srážkové poměry Kraje Vysočina 2015 – 2018	112
4.2	Teplotní a srážkové poměry Kraje Vysočina v letech 1961 – 2017	119
4.3	Vybrané teplotní charakteristiky.....	121
4.4	Vybrané srážkové charakteristiky.....	127
5	Agrometeorologie.....	134
5.1	Evapotranspirace a vláhové poměry území	135
5.2	Vlhkostní poměry území.....	145
6	Mezioborová syntéza.....	153
7	Závěr	157

1 Úvod

Průběh počasí významně ovlivňuje veškeré procesy v naší krajině. Množství a kvalita zásob povrchových a podzemních vod, růst a vývoj zemědělských plodin, kondice vegetačního pokryvu a celkové životní podmínky lidského společenství jsou do značné míry ovlivňovány převládajícím stavem klimatu a průběhem počasí na daném území. Negativní dlouhodobé projevy počasí jako je právě například sucho, mají pak výrazný socioekonomický dopad na různé odvětví lidské činnosti a celkově pak mohou velmi razantně ovlivnit stav krajiny jako celku.

S ohledem na výskyt a úhrny srážek a převažující teplotní podmínky, kdy tyto charakteristiky spolu převážně podmiňují výskyt sucha v rámci území ČR, byl průběh počasí v období od roku 2015 až do současnosti velmi nepříznivý.

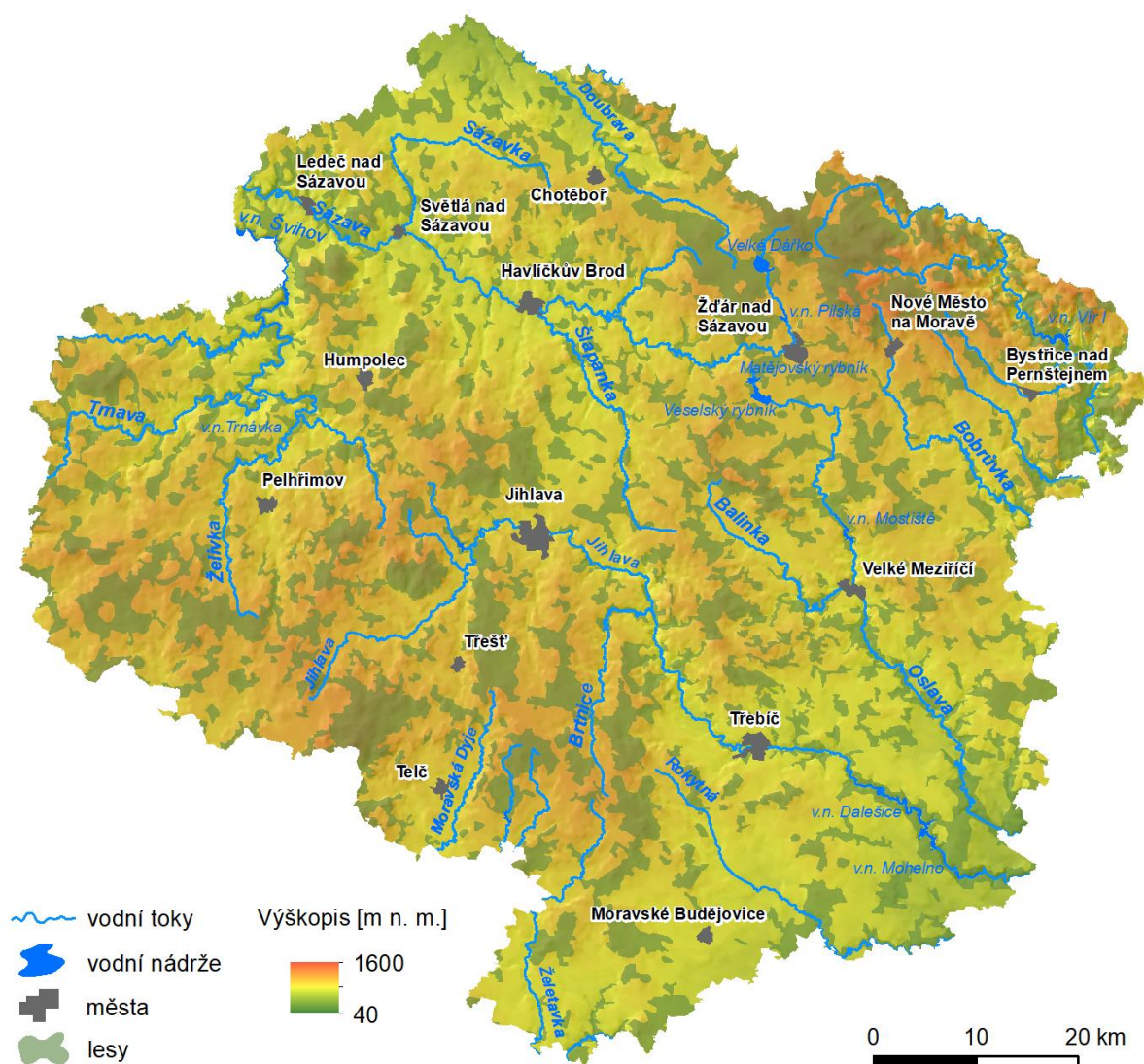
Sucho, jako jeden z hydrometeorologických extrémů, je pozvolna se vyvíjející fenomén, vyznačuje se pomalým vznikem i vývojem, který trvá měsíce a jeho projevy a dopady se objevují a propagují s určitým zpožděním. Je nutno zmínit, že sucho v rámci území ČR má nahodilý charakter a jeho projevy a dopady mohou mít v jednotlivých letech různou intenzitu a dobu trvání a mohou postihnout různé lokality s velmi obtížně předpověditelnými následky. Může se vyskytovat v průběhu celé sezóny, roku a dokonce i dekad. Stanovení začátku a konce sucha je velmi obtížné a vyžaduje řadu meteorologických, ale také hydrologických proměnných. Efekty působení sucha pak mají kumulativní charakter, přičemž velikost intenzity sucha se zvyšuje s každým dalším dnem. Důsledky sucha mohou v krajině přetrvávat i několik let poté, co je opět dosaženo normálních srážkových poměrů.

Meteorologické příčiny sucha v podobě nedostatku srážek, často kombinovaných s vysokou teplotou a velkým výparem se obvykle nejdříve projevují v deficitu půdní vlhkosti. Zemědělské sucho pak představuje nedostatek vody pro zajištění výnosů zemědělských plodin, ovlivněný výskytem meteorologického sucha. S určitým zpožděním následně dochází ke zmenšování velikosti průtoků na vodních tocích a následují poklesy stavu podzemních vod. Hydrologické sucho je vymezeno určitým počtem za sebou jdoucích dní, týdnů, měsíců i roků s výskytem relativně velmi nízkých průtoků v povrchových tocích vzhledem k dlouhodobým normálům, případně podle stavů hladin podzemních vod. V identickém pořadí následně stav sucha odeznívá, a proto i při výskytu nadnormálních srážek může stav sucha v některých formách a oblastech přetrvávat. Socio-ekonomické sucho se projevuje na zajištění vodních zdrojů pro obyvatelstvo a hospodářství - například nedostatkem kvalitní pitné vody pro obyvatele a užitkové vody pro průmysl, nemožností využívat hydroelektrárny či vodní dopravu a dalšími dopady.

Co se týká výskytu sucha v období 2015–2018, je potřeba si uvědomit, že v některých složkách krajiny se sucho objevilo již během roku 2014 a výsledný současný stav je v různé míře pokračováním tohoto

nepříznivého vývoje. Intenzita sucha se během posledních let měnila v čase i prostoru a jako vrcholy prozatím můžeme stanovit roky 2015 a 2018 s velmi patrnými důsledky a projevy na většině složek přírodního prostředí. Pro sucho v posledních letech je charakteristické, že během daného období docházelo ke střídavému výskytu meteorologického sucha s lokálním krátkodobým zmírněním sucha půdního krátkodobými srážkami. Nicméně vzhledem k přetrvávajícím nadnormálním teplotním podmínkám a celkově se zvyšujícímu srážkovému deficitu sucho hydrologické trvá a v různé míře se prohlubuje během celého období od roku 2015 až do současnosti.

Zpráva je zpracovávána primárně pro území Kraje Vysočina (viz Obr. 1) a jejím cílem je poskytnout informace v gesci ČHMÚ o přírodních příčinách, některých dopadech na přírodní prostředí a rozsahu sucha v letech 2015 až září 2018.



Obr. 1 Kraj Vysočina.

2 Meteorologie

Primární příčinou nedostatku vody v krajině je nedostatečný nebo málo účinný příjem vody, přičemž zdrojem jsou atmosférické srážky. V koloběhu vody tyto srážky buď přímo odtékají, vsakují se, vypařují se přímo nebo skrze rostliny, popřípadě setrvávají v pevném skupenství, aby koloběh mohl odstartovat později. Na průběh těchto procesů má vliv například teplota vzduchu – zvyšuje intenzitu evapotranspirace, nebo pomáhá udržet srážky v pevném skupenství. Nicméně voda vypadávající z atmosféry je základem.

Padající srážky jsou obecně vázány na konkrétní typ počasí, který lze na území České republiky přisuzovat několika synoptickým situacím. Typizace povětrnostních situací je pravidelně sestavována od roku 1946 pro území tehdejšího Československa a od roku 1991 po vzájemné konzultaci meteorologů ČHMÚ a SHMÚ zvlášť pro území České a Slovenské republiky (www.chmi.cz). K popisu tzv. dynamické klimatologie pro naše území je využívána typizace vytvořená Brádkou a kol. (1961). V Atlasu podnebí (Tolasz a kol., 2007) jsou jednotlivé typy povětrnostní situace schematicky znázorněny i s relativní četností jejich výskytu během roku. Z databáze více než 500 stanic s denními úhrny srážek byly synoptické situace, které vedou ke vzniku srážek, rozděleny do tří skupin:

- Wc, Wcs, NWc, Nc, Vfz – frontální zóna ze severního Atlantiku do střední Evropy, spojené s přechodem frontálního systému západního a severozápadního proudění.
- Wal, SWc1, SWc2, SWc3, B, Bp – situace s výškovým jihozápadním prouděním.
- NEc, Ec, SEc, C, Cv – výskyt tlakových níží v oblasti střední, jižní nebo jihovýchodní Evropy.

Jednotlivé typy synoptických situací mají pro území celé republiky převažující vliv na počasí během sledovaného dne. Ovšem jsou zde určitá zjednodušení na základě poloh hlavních synoptických útvarů a směrů proudění. Takže vývoj počasí, nebo konkrétně výskyt srážek, není shodný při dvou stejných synoptických typech, může mít ale podobné rysy. Tím hůře se srovnává vývoj počasí a typ synoptické situace, čím menší území posuzujeme. V této studii jsou pro podrobení příčin sucha sledovány typy synoptických situací z oficiálního kalendáře Typů povětrnostních situací na území České republiky pro roky 2015, 2016, 2017 a většinu roku 2018 v souvislosti s množstvím srážek padajících a změřených na území Kraje Vysočina. Typy synoptických situací za rok 2018 nebudou v době vydání studie oficiálně potvrzeny, pracovní verze se tak může mírně lišit. S přihlédnutím k výsledným statistikám lze ve spojitosti s předpokládaným vývojem povětrnostních podmínek usuzovat na trend prohlubování, či zmírňování sucha v krajině.

2.1 Metoda zpracování dat

Z výše uvedeného výčtu typů synoptických situací, při kterých zpravidla dochází ke vzniku a vypadávání atmosférických srážek by se zdálo, že při zbylých 12 anticyklonálních typech z celkových

28 posuzovaných se srážky vyskytovat nebudou. Je ovšem potřeba zmínit, že denní úhrn srážek je měřen od 7. hodiny ranní SEČ do 7. hodiny ranní SEČ následujícího dne, tudíž $\frac{1}{4}$ potenciálního úhrnu srážek spadá do dne dalšího synoptického typu. Nebo vzhledem k tomu, že reliéf zemského povrchu v Kraji Vysočina podporuje konvektivní pohyby v atmosféře, mohou se objevovat měřené či pozorované srážky v menší míře i přes dominanci anticyklonálního typu počasí.

Pro sledování denních úhrnů srážek nad územím Kraje Vysočina byla využita databáze automatických i manuálních srážkoměrů, které změřily úhrn větší než 0,1 mm. Limit byl zvolen pro odfiltrování většiny horizontálních srážek nebo i případných chyb. Celkový počet srážkoměrů se pohybuje od 62 do 73 a jsou zde započítána i paralelní manuální měření. Hlavní zájmovou veličinou je totiž průměrný denní úhrn, který se vyskytl na určité ploše kraje. Plošný výskyt srážek je kategorizován do 4 skupin:

- 1) beze srážek – dny s nulovým denním úhrnem, nebo průměrný denní úhrn srážek menší než 1 mm na 4 % a méně stanicích (tj. 2 stanice),
- 2) ojedinělé srážky, označeny „O“ – změřeny na 4 až 25 % stanic,
- 3) srážky na polovině území, označeny „M“ – změřeny na 25 až 75 % stanic,
- 4) srážky na celém území, označeny „C“ – změřeny na 75 % a více stanic.

Množství srážek denního úhrnu je dále využito k rozdělení do kategorií do 1 mm, 1-5 mm, 5-10 mm, 10-20 mm a nad 20 mm.

Další pomůckou k hodnocení srážkových, či nesrážkových dnů jsou sloučené odhady srážkových úhrnů z meteorologických radarů a srážkoměrů. Pro jednotlivé dny bylo zjišťováno, zda se srážkové úhrny nevyskytovaly i mimo staniční měření. V letním půlroce tak lze odhalit lokální srážky s výrazně vyššími úhrny, než byly zjištěny na nejbližších stanicích ČHMÚ. Naopak při slabých srážkách pevného skupenství v zimním období jsou tyto odhady podhodnocovány a reprezentativnější jsou pozemní měření.

Pro hodnocení sucha bude nástroj sloužit spíše pro úpravu prováděných analýz. Maximální zjištěný odhad v rastru sloučené informace je zaznamenán jako potenciální maximum denního úhrnu srážek v kraji. Stejně i ze srážkoměrných stanic je vybráno maximum ze změřených denních úhrnů srážek. Obě hodnoty jsou stejné pouze v případě, že maximum radarových odhadů připadlo na pozici automatického srážkoměru, které vstupují do výpočtu sloučené informace. V případě, že byl dodatečně zjištěn vyšší úhrn ze stanice s manuálním měřením srážkových úhrnů, je maximum ze srážkoměrů větší než hodnota rastru odhadovaného úhrnu. Naopak, pokud byly výrazné srážky v místech bez srážkoměrů, je hodnota odhadu vyšší. V analýze slouží hodnota maxima srážkoměrů i sloučeného odhadu k výpočtu násobku maxima nad průměrem denních úhrnů. Čím vyšší číslo, tím větší lokální rozdíly.

2.2 Výsledky roku 2015

Tab. 1 Přehled synoptických situací v roce 2015 a počty dnů jejich příspěvku k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	13	12	1	0	0	0	0	0	0
Ap₁	15	8	6	0	0	0	0	0	1
Ap₂	24	17	3	0	0	0	0	0	4
Ap₄	1	1	0	0	0	0	0	0	0
B	32	4	5	4	0	0	0	0	19
Bp	42	6	3	7	0	0	0	0	26
Cv	11	0	2	2	0	0	0	0	7
Ea	20	13	0	0	0	0	0	0	7
Ec	5	0	0	1	0	0	0	0	4
Nc	3	0	1	0	0	0	0	0	2
NEa	5	5	0	0	0	0	0	0	0
NEc	7	0	2	1	0	0	0	0	4
NWa	10	7	2	0	0	0	0	0	1
NWc	15	1	0	0	0	0	0	0	14
SEa	20	14	2	2	0	0	0	0	2
SEc	4	0	0	0	0	0	0	0	4
SWa	36	25	5	3	0	0	0	0	3
SWc₁	10	2	0	1	0	0	0	0	7
SWc₂	10	0	2	3	1	0	0	0	4
SWc₃	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Vfz	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Wa	4	3	0	1	0	0	0	0	0
Wal	19	8	3	1	0	0	0	0	7
Wc	46	3	5	9	2	0	0	0	27
Wcs	8	0	1	2	0	0	0	0	5

Tabulky 1a 2 obsahují podrobná data za rok 2015, druhá tabulka je vždy zobrazena v relativních číslech pro lepší posouzení mezi údaji jednotlivých typů synoptických situací. Z celkového počtu dané situace jsou vybrány takové kategorie kombinace plošného zastoupení a množství srážek, které s největší pravděpodobností přispěly k prohlubování nebo udržení sucha v krajině. Sloupec „ZBYTEK“ udává část výskytu dané situace, která přinesla významnější úhrn srážek. Ostatní sloupce znamenají:

- 1) beze srážek = dny bez záznamu srážkového úhrnu ve srážkoměrech, nebo maximálně ve 4 % stanic do výše průměrného denního úhrnu 1 mm (2 stanice).

- 2) $O < 1 \text{ mm}$ = dny s ojedinělým záznamem srážkového úhrnu ve srážkoměrech (4 až 25 % stanic) do výše průměrného denního úhrnu 1 mm, ale se zjištěným maximálním denním úhrnem ze stanic nebo sloučeného odhadu do 7násobku průměrného denního úhrnu stanic.
- 3) $M < 1 \text{ mm}$ = dny se záznamem srážkového úhrnu ve srážkoměrech na polovině území (25 až 75 % stanic) do výše průměrného denního úhrnu 1 mm, ale se zjištěným maximálním denním úhrnem ze stanic nebo sloučeného odhadu do 5násobku průměrného denního úhrnu stanic.
- 4) $C < 1 \text{ mm}$ = dny se záznamem srážkového úhrnu ve srážkoměrech na celém území (75 % a více stanic) do výše průměrného denního úhrnu 1 mm, ale se zjištěným maximálním denním úhrnem ze stanic nebo sloučeného odhadu do 5násobku průměrného denního úhrnu stanic.
- 5) $O \text{ } 1\text{-}5 \text{ mm}$ = dny s ojedinělým záznamem srážkového úhrnu ve srážkoměrech (4 až 25 % stanic) ve výši průměrného denního úhrnu 1 až 5 mm, ale se zjištěným maximálním denním úhrnem ze stanic nebo sloučeného odhadu do 3,5násobku průměrného denního úhrnu stanic.
- 6) $M \text{ } 1\text{-}5 \text{ mm}$ = dny se záznamem srážkového úhrnu ve srážkoměrech na polovině území (25 až 75 % stanic) ve výši průměrného denního úhrnu 1 až 5 mm, ale se zjištěným maximálním denním úhrnem ze stanic nebo sloučeného odhadu do 3,5násobku průměrného denního úhrnu stanic.
- 7) $O \text{ } 5\text{-}10 \text{ mm}$ = dny s ojedinělým záznamem srážkového úhrnu ve srážkoměrech (4 až 25 % stanic) ve výši průměrného denního úhrnu 5 až 10 mm, ale se zjištěným maximálním denním úhrnem ze stanic nebo sloučeného odhadu do 2násobku průměrného denního úhrnu stanic.

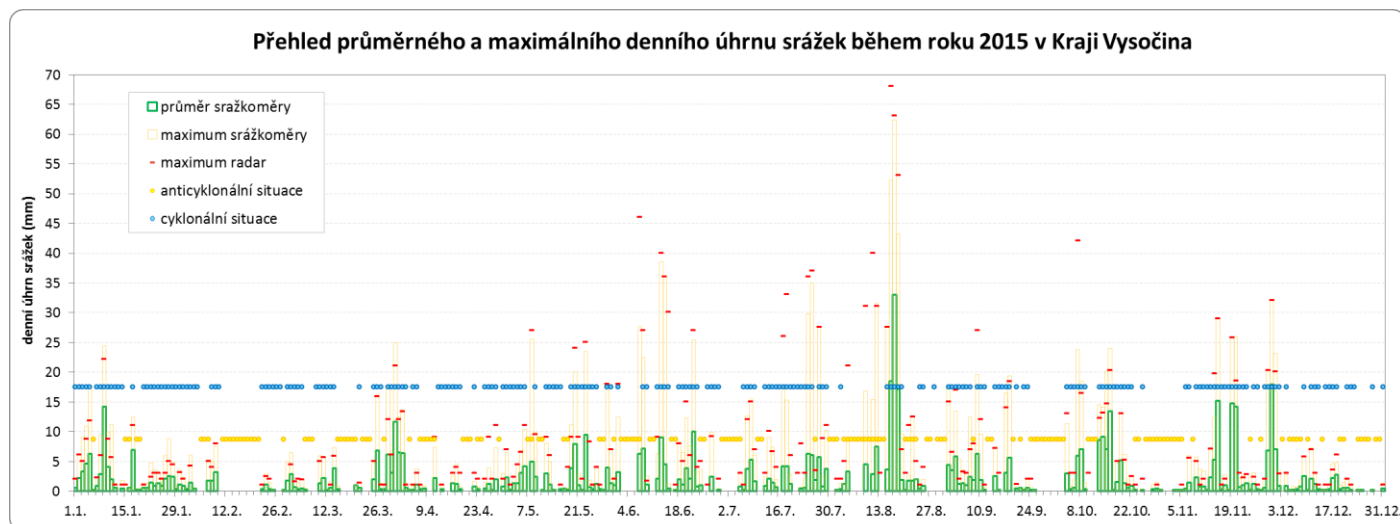
V praxi to znamená například, když na 50 % stanic přišlo s průměrným denním úhrnem 3 mm, lze to považovat stále za nedostatek vody v krajině, pokud se nevyskytovaly lokality s maximálním úhrnem vyšším než 12 mm. Stanice s vyššími úhrny jsou omezeny jen na malé území. V reálném pohledu se v přírodě vyskytují srážky s nezanedbatelným úhrnem souvisle na větší ploše, proto je zařazena ještě kategorie ad 6) s nižšími denními úhrny. Nebo jsou srážky velmi lokální a ovlivňují pouze malou část kraje, proto ještě i kategorie ad 7).

Původní ideální předpoklad, že anticyklonální synoptické situace přináší suché počasí a cyklonální mu svými srážkami brání, je nabourán z mnoha stran. Jednak prostorové měřítko posuzování synoptických situací vs. Kraj Vysočina, jednak časový nesoulad kalendářního dne a denního úhrnu srážek, nebo také vývoj počasí, který je popsán pouze převažujícím typem. Nicméně i čísla z analýz hovoří jasně. V roce 2015 byl podíl všech anticyklonálních situací dohromady nejvyšší (40,5 %, tj. 148 dní). Z toho 130 dní splňuje zvolené podmínky sucha. 59,5 % dnů v roce (217 dnů) je Česká republika ovlivňována cyklonálními situacemi, ale z nich 85 bylo „suchých“. Dohromady 215 dnů v roce nebyly žádné nebo pouze nedostatečné srážky na území Kraje Vysočina.

Tab. 2 *Přehled synoptických situací v roce 2015 a relativní četnost dnů jejich příspěvku k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.*

synoptická situace	POČET	beze srážek %	O < 1 mm %	M < 1 mm %	C < 1 mm %	O 1-5 mm %	M 1-5 mm %	O 5-10 mm %	ZBYTEK %
A	13	85,6	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
Ap₁	15	36,3	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,7
Ap₂	24	58,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3
Ap₄	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B	32	8,3	15,6	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	63,6
Bp	42	10,1	7,1	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	66,0
Cv	11	0,0	18,2	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	63,6
Ea	20	61,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0
Ec	5	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0
Nc	3	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7
NEa	5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NEc	7	0,0	28,6	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	57,1
NWa	10	52,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0
NWc	15	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,3
SEa	20	70,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
SEc	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
SWa	36	62,3	13,9	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4
SWc₁	10	11,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0
SWc₂	10	0,0	20,0	30,0	10,0	0,0	0,0	0,0	40,0
SWc₃	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Vfz	3	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,7
Wa	4	51,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0
Wal	19	42,1	15,8	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	36,8
Wc	46	5,3	10,9	19,6	4,3	0,0	0,0	0,0	59,9
Wcs	8	0,0	12,5	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5

Posloupnost srážkově významných i suchých dnů v roce 2015 ukazuje obr. 2. Zelenými sloupci je zobrazen průměrný denní úhrn srážek ze stanic. Oranžovými sloupci také změřené srážky, ale maximální denní úhrn nad celým krajem a červeně vyznačen maximální odhad srážkového úhrnu ze sloučené radarové informace. Čím více převyšují maxima daný průměr, tím více je srážka lokální s daným maximem. Naopak, pokud je maximum blízké průměru, srážky byly regionálně rovnoměrnější. Zároveň jsou v grafu označeny modrým, resp. žlutým symbolem dny s cyklonální, resp. anticyklonální synoptickou situací. V ideálním případě by sada žlutých symbolů značila suchou epizodu. V reálu je mnoho dní se zanedbatelným úhrnem srážek i pod symbolem modrým – cyklonální situace.



Obr. 2 Průběh denních úhrnů srážek v roce 2015 v Kraji Vysočina.

Obecně platí, že velmi lokální srážky s úhrnem výrazně převyšujícím okolí, jsou vázány na silné konvektivní jevy – bouřky, které se objevují v drtivé většině v letním půlroce. Takže oranžové sloupce jsou častěji násobně vyšší v tomto období. Totéž platí pro maximum sloučeného odhadu srážkových úhrnů, které mohly minout i blízké srážkoměry. Také bývá výjimkou, když se pod žlutým symbolem anticyklonální situace vyskytne „vysoký“ zelený sloupec průměrného úhrnu srážek v kraji.

V celém roce bylo pouze 11 dní, kdy průměrný denní úhrn dosáhl 10 mm a více. V kategorii 5 až 10 mm to bylo pouze 29 dní. I když většina srážek z těchto 40 případů se vyskytla na celém území kraje, byly soustředěny do druhé poloviny roku. První polovina roku zaznamenala výrazný srážkový deficit. V obdobích 18. 1. – 25. 3. (67 dní) a 3. 4. – 22. 5. (50 dní) se v řadě neobjevil den s průměrným úhrnem srážek větším než 5 mm. Navíc už od jara byl deficit srážek podporovaný vyššími teplotami vzduchu. Teplejší vzduch je také vázán na větší počet slunečných dnů při anticyklonálním typu počasí. Podobně suchých epizod se během roku objevilo více, často okolo cca 15 dnů a v závěru roku 2 epizody 25, resp. 30 dnů v řadě.

2.3 Výsledky roku 2016

Podíl dnů anticyklonálních situací se v roce 2016 snížil na 38,5 %. Také se o 4 % zvýšil podíl dnů cyklonálních situací, které lze svými srážkovými úhrny považovat za přínosné. V tabulkách 3, resp. 4 to znamená většinou vyšší čísla v posledním sloupci (ZBYTEK) v modrých řádcích.

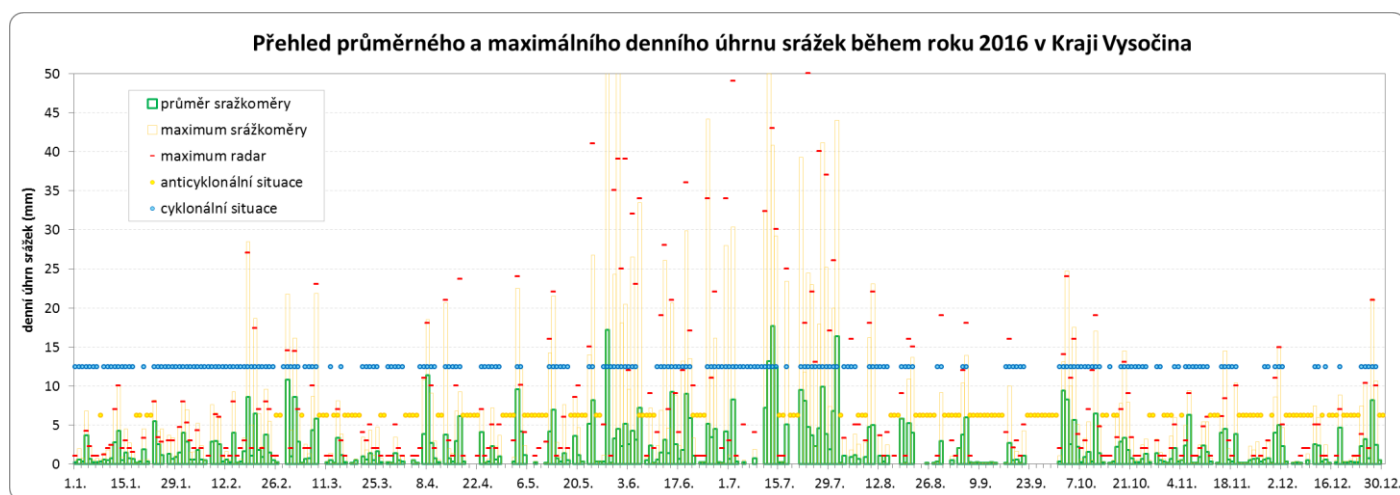
Tab. 3 Přehled synoptických situací v roce 2016 a počty dnů jejich příspěvku k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	13	12	1	0	0	0	0	0	0
Ap₁	12	10	1	0	0	0	0	0	1
Ap₂	14	10	2	2	0	0	0	0	0
Ap₃	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Ap₄	7	3	3	0	0	0	0	0	1
B	34	2	3	3	1	0	0	0	25
Bp	30	2	2	3	0	0	0	0	23
C	12	1	2	1	0	0	0	0	8
Cv	2	0	0	1	0	0	0	0	1
Ea	11	8	2	0	0	0	0	0	1
Ec	4	0	0	0	0	0	0	0	4
Nc	12	0	5	3	0	0	0	0	4
NEa	18	13	2	1	0	0	0	0	2
NEc	18	0	2	0	1	0	0	0	15
NWa	20	13	4	0	0	0	0	0	3
NWc	17	0	2	2	0	0	0	0	13
Sa	8	5	1	1	1	0	0	0	0
SEa	10	3	5	0	0	0	0	0	2
SEc	6	1	0	1	0	0	0	0	4
SWa	8	6	0	0	0	0	0	0	2
SWc₁	10	0	4	1	0	0	0	0	5
SWc₂	26	4	2	7	0	0	0	0	13
SWc₃	2	0	0	1	0	0	0	0	1
Vfz	7	1	0	1	1	0	0	0	4
Wa	19	9	7	1	0	0	0	0	2
Wal	19	10	2	0	0	0	0	0	7
Wc	20	2	0	2	0	0	0	0	16
Wcs	6	0	2	1	0	0	0	0	3

Tab. 4 Přehled synoptických situací v roce 2016 a relativní četnost dnů jejich příspěvku k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	13	45,5	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,8
Ap₁	12	46,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0
Ap₂	14	46,9	14,3	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6
Ap₃	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,0
Ap₄	7	42,9	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
B	34	2,0	8,8	8,8	2,9	0,0	0,0	0,0	77,4
Bp	30	4,3	6,7	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0
C	12	1,0	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	74,0
Cv	2	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
Ea	11	48,5	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4
Ec	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Nc	12	0,0	41,7	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3
NEa	18	58,6	11,1	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8
NEc	18	0,0	11,1	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	83,3
NWa	20	49,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0
NWc	17	0,0	11,8	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	76,5
Sa	8	16,5	12,5	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	46,0
SEa	10	30,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
SEc	6	16,7	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7
SWa	8	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0
SWc₁	10	0,0	40,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
SWc₂	26	9,7	7,7	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	55,7
SWc₃	2	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
Vfz	7	1,0	0,0	14,3	14,3	0,0	0,0	0,0	70,4
Wa	19	43,1	36,8	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8
Wal	19	35,6	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,9
Wc	20	6,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,0
Wcs	6	0,0	33,3	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0

Celkově byl rok 2016 pestřejší. Významně se zkrátily vyloženě suché epizody, byly více prokládány dny se srážkami na celém území (i když slabými), zvýšil počet dnů se slabými srážkami, tedy s průměrným úhrnem do 5 mm. Nicméně se zvýraznila prostorová proměnlivost srážek v letním půlroce. I přes vysoké a četnější maximální úhrny (o 23 dnů více maximálních úhrnů 10 mm a více než v roce 2015) se v těchto případech jednalo o lokální srážky. Častější střídání synoptických situací a delší bloky těch cyklonálních, a tedy oblačných dnů, vedlo i k nižším teplotám vzduchu v letních měsících.



Obr. 3 Průběh denních úhrnů srážek v roce 2016 v Kraji Vysočina.

2.4 Výsledky roku 2017

Rok 2017 měl nejnížší podíl dnů s anticyklonální situací (32,1 %) a zároveň pouze 20,8 % dnů s cyklonální situací přispělo dle vybraných limitů k suchu. Také pouze 6 dnů při anticyklonálních situacích se objevilo v posledním sloupci tabulky 5. Celkově se vyskytlo nejméně dní s nejslabšími srážkami (průměrný úhrn do 1 mm), ale tento úbytek se kompenzoval v kategorii s průměrem denního úhrnu 1 až 5 mm. Zároveň se proti roku 2016 zdvojnásobil počet dnů s průměrem 10 mm a více (15 dnů).

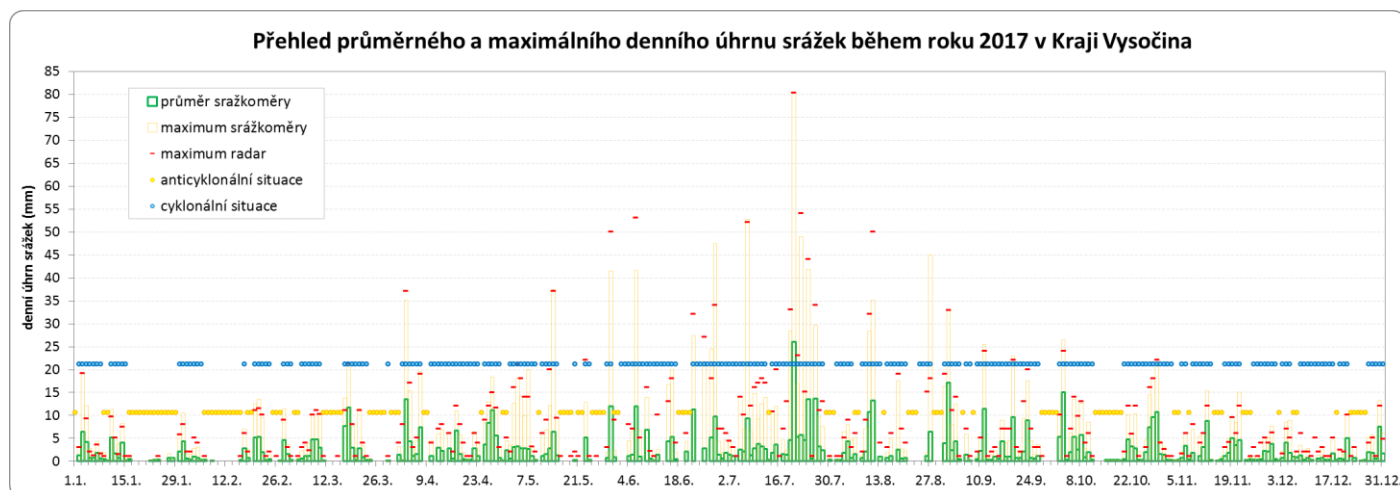
Tab. 5 Přehled synoptických situací v roce 2017 a počty dnů jejich příspěvku k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	21	19	2	0	0	0	0	0	0
Ap1	9	8	1	0	0	0	0	0	0
Ap2	18	13	3	1	0	0	0	0	1
Ap3	2	1	0	0	0	0	0	0	1
B	41	3	6	5	1	0	0	0	26
Bp	33	3	3	2	0	0	0	0	25
C	5	0	1	0	0	0	0	0	4
Cv	8	0	0	0	1	0	0	0	7
Ea	10	7	2	0	0	0	0	0	1
Nc	7	0	1	0	0	0	0	0	6
NEa	2	1	1	0	0	0	0	0	0
NEc	15	1	2	5	0	0	0	0	7
NWa	10	8	1	0	0	0	0	0	1

NWc	31	2	1	2	0	0	0	0	26
Sa	9	7	2	0	0	0	0	0	0
SEa	9	9	0	0	0	0	0	0	0
SEc	2	1	0	0	0	0	0	0	1
SWa	13	7	5	0	0	0	0	0	1
SWc1	13	0	0	1	0	0	0	0	12
SWc2	5	1	1	0	0	0	0	0	3
Vfz	9	1	0	2	0	0	0	0	6
Wa	14	11	0	2	0	0	0	0	1
Wal	28	13	1	1	0	0	0	0	13
Wc	42	3	5	2	0	0	0	0	32
Wcs	9	2	0	2	1	0	0	0	4

Tab. 6 Přehled synoptických situací v roce 2017 a relativní četnost dnů jejich příspěvků k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	21	83,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
Ap ₁	9	58,6	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3
Ap ₂	18	49,4	16,7	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	28,3
Ap ₃	2	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
B	41	4,4	14,6	12,2	2,4	0,0	0,0	0,0	66,3
Bp	33	5,0	9,1	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	79,8
C	5	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0
Cv	8	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	87,5
Ea	10	61,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0
Nc	7	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,7
NEa	2	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NEc	15	1,0	13,3	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	52,3
NWa	10	80,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
NWc	31	6,5	3,2	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	83,9
Sa	9	57,6	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2
SEa	9	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SEc	2	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
SWa	13	33,8	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,8
SWc ₁	13	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3
SWc ₂	5	1,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0
Vfz	9	1,0	0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	76,8
Wa	14	72,4	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3
Wal	28	43,9	3,6	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0
Wc	42	4,4	11,9	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0
Wcs	9	2,0	0,0	22,2	11,1	0,0	0,0	0,0	64,7



Obr. 4 Průběh denních úhrnů srážek v roce 2017 v Kraji Vysočina.

Také se zlepšilo rozložení srážek – polovina dnů s nenulovým srážkovým úhrnem zaznamenala pokrytí srážkami na celém území (nad 75 % kraje). Výrazný srážkový deficit se objevil již v prvním čtvrtletí, kdy se až do 17. 3. objevily pouze 3 dny s průměrem denních úhrnů slabě nad 5 mm. Při velmi chladném počasí to znamenalo chudou zásobu sněhových srážek.

2.5 Výsledky roku 2018

Za 9 měsíců roku 2018 se opět zvýšil podíl dnů anticyklonálních situací na 36,3 %. Dosud nejvyšší je ale příspěvek srážkově nevýrazných dnů při cyklonální synoptické situaci (25,3 %). Celkově se zvýšil podíl ojedinělých srážek na úkor srážek na větší ploše. V modrých řádcích tabulky 8 jsou proto vyšší četnosti výskytu přesunuty více vlevo do sloupců beze srážek nebo ojedinělých srážek s průměrem denního úhrnu do 1 mm.

Tab. 7 Přehled synoptických situací v roce 2018 a počty dnů jejich příspěvku k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Ap1	7	4	3	0	0	0	0	0	0
Ap2	17	12	2	1	0	0	0	0	2
Ap3	4	2	2	0	0	0	0	0	0
B	34	7	3	2	0	0	0	0	22
Bp	20	2	0	3	2	0	0	0	13

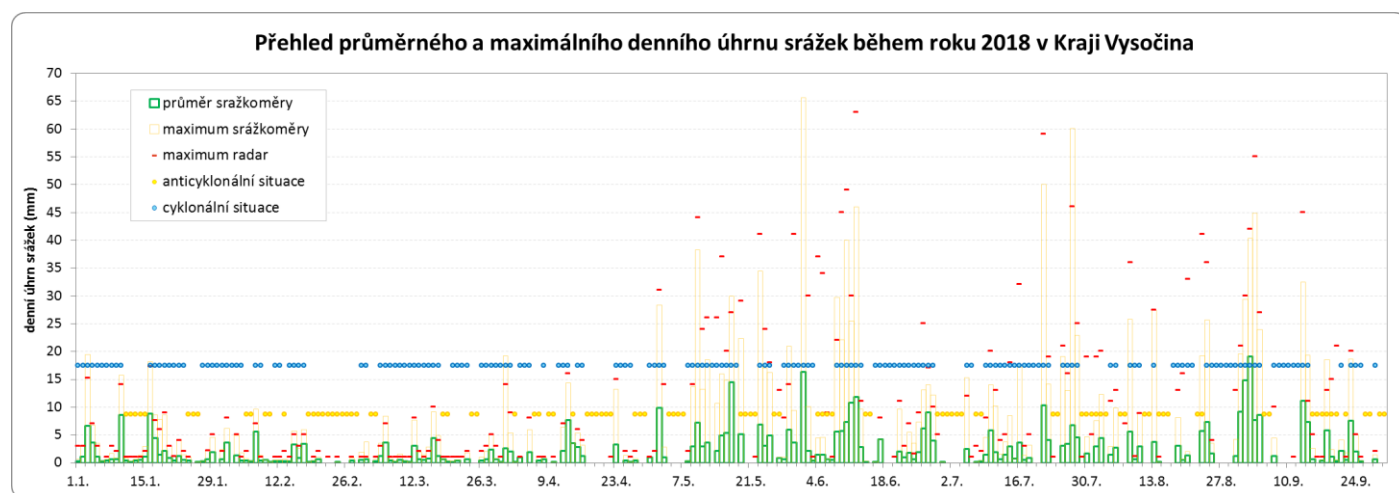
C	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Cv	9	1	2	0	0	0	0	0	6
Ea	21	13	4	1	0	0	0	0	3
Ec	5	0	1	1	0	0	0	0	3
Nc	4	0	2	0	0	0	0	0	2
NEa	14	13	0	0	0	0	0	0	1
NEc	20	3	1	1	0	0	0	0	15
NWa	9	6	1	0	0	0	0	0	2
NWc	9	0	1	0	0	0	0	0	8
Sa	2	2	0	0	0	0	0	0	0
SEa	8	3	3	0	0	0	0	0	2
SEc	17	3	2	2	0	0	0	0	10
SWa	9	5	0	1	0	0	0	0	3
SWc1	8	2	1	2	0	0	0	0	3
SWc2	4	1	1	0	0	0	0	0	2
Vfz	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Wa	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Wal	19	15	0	0	0	0	0	0	4
Wc	14	3	2	2	0	0	0	0	7
Wcs	6	0	0	1	0	0	0	0	5

Tab. 8 Přehled synoptických situací v roce 2018 a relativní četnost dnů jejich příspěvků k suchu podle vybraných kategorií denních úhrnů srážek na zvolené ploše Kraje Vysočina.

synoptická situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
A	4	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ap ₁	7	43,9	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3
Ap ₂	17	65,7	11,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6
Ap ₃	4	26,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0
B	34	16,7	8,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	68,6
Bp	20	6,0	0,0	15,0	10,0	0,0	0,0	0,0	69,0
C	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Cv	9	1,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,8
Ea	21	46,9	19,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3
Ec	5	0,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0
Nc	4	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
NEa	14	80,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4
NEc	20	11,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0
NWa	9	56,6	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,3
NWc	9	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88,9
Sa	2	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0
SEa	8	26,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5
SEc	17	12,8	11,8	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	63,7

SWa	9	35,3	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	53,6
SWc₁	8	13,5	12,5	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0
SWc₂	4	1,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,0
Vfz	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Wa	4	76,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0
Wal	19	74,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3
Wc	14	15,3	14,3	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	56,1
Wcs	6	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	83,3

V roce 2018 se vytvořily četné shluky dnů s anticyklonální situací, které jsou přerušovány jen velmi krátkodobě a navíc většinou s nízkým denním úhrnem srážek. V první polovině roku tak opět vzniká výrazný srážkový deficit, kdy období od 17. 1. do 12. 4. (85 dnů) byl zaznamenán jedenkrát vyšší průměrný úhrn než 5 mm (5,6 mm). Další srážkově nevýrazná epizoda od 13. 6. do 20. 7. (38 dnů) byla na dvou místech přerušena třemi dny s vyšším úhrnem. Výpar už tak malého množství vody v krajině byl podporován nezvykle teplým jarem.



Obr. 5 Průběh denních úhrnů srážek v roce 2018 v Kraji Vysočina.

2.6 Celkové zhodnocení

Charakter srážek v Kraji Vysočina ve dnech s nenulovým denním úhrnem je patrný jak z obrázků 2 až 5, tak z tabulky 9. Srážky jsou buď slabé (dohromady 81,8 % s průměrem denního úhrnu do 5 mm), nebo jsou velmi lokální, případně se objevují málo často. Při analýze dat mohlo docházet k nepřesnému zařazení množství srážkami zasažené plochy sloučené radarové informace do vedlejší kategorie plošného výskytu C, M, O. Do všech výstupů uvedených v tabulkách byl plošný výskyt počítán přesně z podílu srážkoměrných stanic s denním úhrnem 0,2 mm a více. Ovšem to jsou bodové informace a v případě většího shluku stanic v oblasti nemusel plošný výskyt spadat do stejné

kategorie, jako bylo posouzeno u rastrového obrázku sloučené radarové informace. Nicméně tyto plošné výskyty ovlivňují hodnoty v analýzách pouze výskytem maximální hodnoty úhrnu. Např. spodní část tabulky 9, kde jsou uvažovány maximální změřené nebo odhadované srážky z radaru dohromady. To proto, že na hodnocení velké prostorové proměnlivosti srážek není dostatečně hustá síť srážkoměrů a informace by mohly být zkreslené. Rozdíly maximálních úhrnů změřených a těch odhadovaných jsou rovněž patrné z obrázků.

Tab. 9 Celkový přehled relativní četnosti srážkových dnů podle plošného výskytu a průměru a maxima denních úhrnů v Kraji Vysočina.

Průměr denního úhrnu srážek (měření)	C 75 % území a více	M 50 až 75 % území	O 4 až 25 % území
0-1 mm	1,4	17,1	20,9
1-5 mm	28,3	10,6	3,6
5-10 mm	11,1	1,9	0,5
10-20 mm	4,4	0,0	0,0
20 a více mm	0,2	0,0	0,0
Maximum denního úhrnu srážek (měření nebo odhad)	C 75 % území a více	M 50 až 75 % území	O 4 až 25 % území
0-1 mm	0,0	0,0	4,7
1-5 mm	6,7	17,4	15,5
5-10 mm	14,8	4,1	2,2
10-20 mm	12,3	3,2	1,7
20 a více mm	10,8	4,3	2,2

Tabulka 10 shrnuje údaje z období 2015 až konec září 2018 dohromady pro všech dnů anticyklonálního typu počasí a cyklonálního typu počasí. I zde hodnoty ukazují nepřímo na charakter srážek. Sloupce s nulovou hodnotou patří kategoriím srážek, které se daným průměrným úhrnem na malé ploše sice mohly vyskytnout, ale jejich maximum bylo příliš vysoké, aby mohly podporovat sucho. Navíc průměrný úhrn kolem 5 mm většinou způsobuje déšť většího plošného rozsahu.

Cyklonální situace se vyskytují téměř ve dvou třetinách dnů. Z toho ale třetina přispívá nevýznamnými srážkami a sucho spíše podporuje. Nicméně je to důležité i z hlediska dalších povětrnostních podmínek, kdy převažuje více oblačnosti a tím i nižší teplota pro výpar. Spolu s počasím při anticyklonálních situacích tvoří ve studovaném období 55,7 % dnů, kdy lze očekávat prohlubování sucha. Obzvláště pokud jsou tyto dny v řadě za sebou.

Pokud bychom za dostatečný přísun vláhy považovali průměrný denní úhrn 10 mm a více na celém území, tak je třeba mít na paměti, že za téměř 4 roky se v Kraji Vysočina vyskytla taková situace pouze ve 41 případech (cca 3 %). Kdybychom přidali i kategorii s nižším průměrným denním úhrnem C 5-10 mm, dostali bychom se na 10 % dnů.

Tab. 10 Celková statistika 1369 dnů přispívajících k suchu podle zvolených kategorií plošného výskytu a denního úhrnu srážek v Kraji Vysočina.

synoptické situace	POČET	beze srážek	O < 1 mm	M < 1 mm	C < 1 mm	O 1-5 mm	M 1-5 mm	O 5-10 mm	ZBYTEK
anticyklonální	505	357	79	19	1	0	0	0	51
cyklonální	864	117	87	94	11	0	0	0	555
%									
anticyklonální	36.9	26.1	5.8	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	3.7
cyklonální	63.1	8.5	6.4	6.9	0.8	0.0	0.0	0.0	40.5

2.7 Využití výsledků

K posouzení, jaký typ počasí bude sucho v krajině podporovat a jaký jej bude zmírňovat, je třeba konstatovat, že cyklonální typ počasí ne vždy přináší atmosférické srážky i na Českomoravskou vrchovinu. A pokud ano, tak jsou ve většině případů slabé, nebo jsou dostatečné jen pro malou plochu území. Hlavně v letním období proto nelze očekávat, že bezesrážkovou epizodu dokonale přeruší přechod atmosférické fronty. Naopak bude spíše vyprahlá půda splavena lokálními intenzivními srážkami. Nejčastější synoptickou situací přinášející významný srážkový úhrn byly brázdy nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou (B), západní cyklonální situace (Wc) a brázda postupující přes střední Evropu (Bp). Hlavně brázdy nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou působí na počasí i více než 1 den v kuse. Tyto dynamické situace jsou s určitou mírou transformace předpověditelné až na týden dopředu, naopak stabilní anticyklonální situace mívají delší trvání a jejich pokračování se v některých případech dá odhadovat i na 14 dní. Vzhledem k tomu, že ani přerušení dlouhotrvajícího hezkého počasí cyklonální situací nemusí znamenat významné zvýšení vláh, lze využívat účinněji některá opatření nakládání s vodou v krajině.

3 Hydrologie

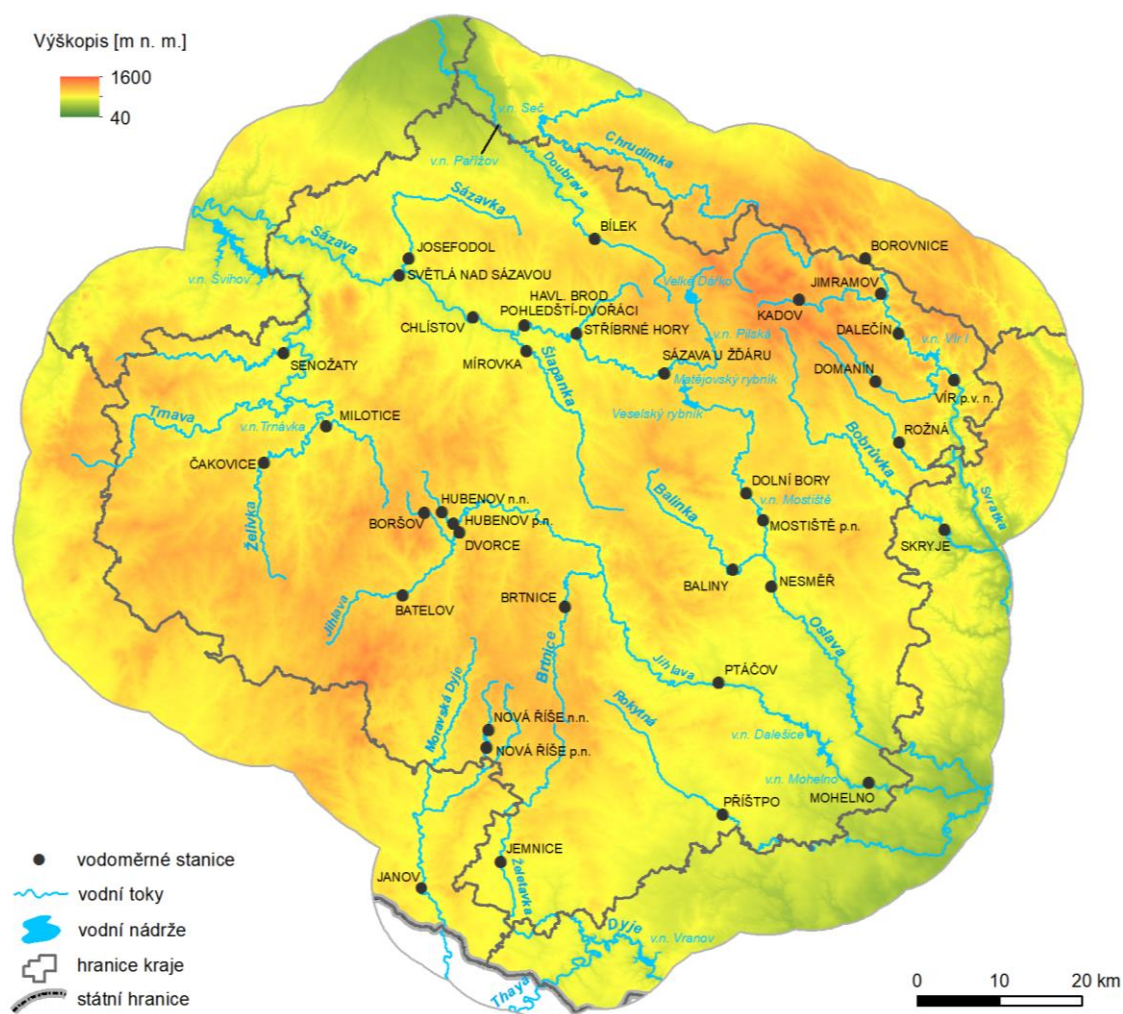
3.1 Povrchové vody

Kraj Vysočina je z hydrologického hlediska důležitou oblastí. Prochází jí evropská rozvodnice, která odděluje povodí Černého a Severního moře. Pramení zde několik významných vodních toků – Sázava, Svratka a Jihlava, na nichž leží řada významných vodních děl, jako například VD Švihov (Želivka), VD Dalešice, VD Vír I, VD Mostiště (Oslava) a VD Mohelno. Vodní nádrž Švihov je hlavním rezervoárem pitné vody pro Prahu, jde zároveň o největší vodárenskou nádrž v České republice, v Kraji Vysočina však leží jen její část. Mimo to se zde nachází cca 8 900 menších či větších vodních ploch, které tvoří přibližně 1,2 % z celkové rozlohy kraje. 10 největších je uvedeno v tabulce 11.

Tab. 11 Plošně největší vodní plochy v Kraji Vysočina.

	Název	Vodní tok	Rozloha [ha]	Plocha povodí do hráze [km ²]
1.	Švihov	Želivka	1287	1178,67
2.	Dalešice	Jihlava	457	1137,95
3.	Velké Dářko	Sázava	196	21,62
4.	Vír I	Svratka	189	410,25
5.	Trnávka	Trnava	86	339,35
6.	Mostiště	Oslava	84	222,34
7.	Veselský rybník	Oslava	81	14,78
8.	Mohelno	Jihlava	75	1154,69
9.	Matějovský rybník	Oslava	61	5,91
10.	Pilská	Sázava	53	35,65

Pro odvádění vod z území Vysočiny jsou důležitými toky Svratka, Sázava (levostranný přítok Želivka), Jihlava (levostranný přítok Oslava) a Želetavka. Chráněná krajinná oblast Žďárské vrchy je odvodňována Svratkou do řeky Moravy, Doubravou a Sázavou do řeky Labe. Významnými vodárenskými nádržemi v povodí těchto řek je především nádrž Švihov na řece Želivce, která je rezervoárem pitné vody pro Prahu. Další významnou vodní plochou, ležící na řece Sázavě, je rybník Velké Dářko, který díky své rozloze je největším rybníkem Českomoravské vrchoviny. V povodí Svratky je důležité zmínit i vodárenskou nádrž Vír I, která slouží k zásobování města Brna a jeho okolí (Vírský oblastní vodovod). Vody z Křižanovské vrchoviny jsou odváděny do Moravy řekou Jihlavou a Oslavou. V povodí Jihlavy byly postaveny významné vodní nádrže, a to Dalešice a Mohelno na Maršovském potoce vodárenská nádrž Hubenov a na řece Oslavě pak vodárenská nádrž Mostiště. Pomyslnou hranici mezi Javořickou a Křižanovskou vrchovinou tvoří Moravská Dyje. Na jejím levostranném přítoku Řečice byla vystavěna vodárenská nádrž Nová Říše. Západní oblast území Vysočiny v Křemešnické vrchovině odvodňuje Želivka do řeky Labe. Popisovaná oblast je zobrazena na Obr. 6.



Obr. 6 Kraj Vysočina s polohou vodoměrných stanic.

V následujících kapitolách a odstavcích následuje popis hydrologické situace na území Vysočiny se zaměřením na minimální průtoky v tocích. Při hodnocení se vychází z dat pořízených z 35 vodoměrných stanic (viz Tab. 14), které zaznamenávají vodní stavy, z nichž jsou pomocí měrných křivek vyhodnocovány průtoky a dále z hydrometrických měření, která jsou na tocích prováděna v pravidelných intervalech za účelem zpřesnění vztahů mezi vodními stavy a průtoky.

3.1.1 Vyhodnocení minimálních průtoků na povrchových vodách

Průtoky ve vodních tocích úzce souvisí s množstvím srážek na povodí. Dojde-li k výraznému deficitu úhrnů srážek během roku, pak se tento úbytek projeví výskytem minimálních průtoků. Pokud se v oblasti vyskytne významnější srážka, průtoky krátkodobě vzrostou, ale většinou rychle klesají zpět na úroveň před srážkovou epizodou. Od roku 2015 až do současnosti došlo k významným výskytům minimálních průtoků prakticky v celé České republice. Příčinou je velmi malé množství sněhových

zásob v zimním období, vysoké teploty vzduchu a významný deficit srážek v jarní resp. podzimní sezóně. Z hlediska režimu odtoku to znamená, že v jarním období nedochází k doplnění zásob podzemních vod v takovém rozsahu, který by jinak umožňoval nadlepšování odtoku do povrchových vod ve zbytku roku.

Ukazatelem počátku období s minimálními průtoky a vzniku hydrologického sucha je dosažení nebo pokles hodnoty průtoků pod hodnotu Q_{355d} neboli 355denní průtok. Takový průtok je v dlouhodobém průměru dosažen nebo podkročen po dobu 355 dní v roce. Pokud se průtoky ještě zmenší k hodnotám 364denního průtoky nebo i nižší, může se jednat o velmi významné hydrologické sucho.

3.1.2 Dokumentace měření minimálních průtoků

V průběhu roku probíhala na profilech v Kraji Vysočina pravidelná hydrometrická měření. Z jejich výsledků je zřejmé, že u většiny toků došlo k poklesu pod úroveň 364denního průtoky. Tato minima byla zaznamenána především v druhé polovině letního období, kdy došlo k výrazným poklesům průtoků až na absolutní historická minima. Na Borovském a Martinickém potoce v povodí Sázavy bylo v srpnu 2018 zaznamenáno úplné vyschnutí vodního toku (viz Tab. 12). Je však zřejmé, že počet vodohospodářsky významných vodních toků, které vyschly, byl výrazně vyšší, nejsou však pozorovány.

Tab. 12 Přehled profilů, kde bylo detekováno vyschnutí toku.

Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Datum	Průtok Q [m ³ .s ⁻¹]
Borovský potok	Stříbrné Hory	71,3	22. 08. 2018	0
Martinický potok	Senožaty	113,3	23. 08. 2018	0



Obr. 7 Vyschlý Martinický potok v profilu Senožaty dne 23. 8. 2018.

Kromě Borovského a Martinického potoka (viz Obr. 7) bylo zaznamenáno historické minimum i na Sázavě (Havlíčkův Brod-Pohledští Dvořáci), kde byl dne 22. srpna 2018 změřen průtok $0,014 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, který tvoří jen 9 % hodnoty 364denního průtoku. V profilech na Sázavě pod Havlíčkovým Brodem (Chlístov a Světlá nad Sázavou) už změřené průtoky tvořily asi polovinu 364denního průtoku (Tab. 13). Historická minima byla změřena i na Šlapance (Mírovka), Želivce (Čakovice) a Jankovském potoce (Milotice). V povodí Svratky byly změřeny průtoky v rozmezí 17 % (Bobruvka - Skryje) až 46 % (Svratka - Borovnice) hodnoty 364denního průtoku (viz Obr. 8). Ve většině profilů v povodí Svratky byly změřeny průtoky, které byly nižší než v létě roku 1992 (nejnižší změřená minima). V povodí Jihlavy byla změřena historická minima v profilu Ptáčov, kdy byl 29. srpna 2018 zaznamenán průtok nižší než v roce 1934. Dále na Rokytne, kde bylo v profilu Příštpo 31. srpna 2018 změřeno jen $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (plocha povodí $262,5 \text{ km}^2$), což je méně než dosavadní minimum $0,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ z roku 1979.



Obr. 8 Měření průtoku přístrojem FlowTracker v profilu Borovnice na Svratce (22. 8. 2018).

Tab. 13 Výsledky vybraných hydrometrických měření zaznamenávající minimální průtoky za období 2015 až srpen 2018.

Tok	Profil	Plocha povodí [km ²]	Datum	Průtok Q [m ³ .s ⁻¹]	Poměr Q/Q _{364d} [%]
Doubrava	Bílek	64,2	21. 8. 2018	0,008	32
Borovský potok	Stříbrné Hory	71,3	13. 8. 2018	0,004	8
Sázava	Havl. Brod-Pohledští Dvořáci	381,3	22. 8. 2018	0,014	9
Šlapanka	Mírovka	252,9	13. 8. 2018	0,030	20
Sázava	Chlístov	794,9	7. 8. 2018	0,324	46
Sázavka	Josefodol	124,4	8. 8. 2018	0,045	52
Sázava	Světlá nad Sázavou	1142,1	7. 8. 2018	0,497	45
Želivka (Hejlovka)	Čakovice	121,2	23. 8. 2018	0,013	30
Jankovský potok	Milotice	128,5	23. 8. 2018	0,054	54
Martinický potok	Senožaty	113,3	28. 8. 2018	0,002	5
Řečice	Nová Říše pod nádrží	23,6	28. 11. 2017	0,001	33
Želetavka	Jemnice	145,7	28. 8. 2018	0,013	41
Svratka	Borovnice	128,0	22. 8. 2018	0,073	46
Fryšávka	Jimramov	65,9	22. 8. 2018	0,043	36
Svratka	Dalečín	366,9	22. 8. 2018	0,151	37
Bobruvka	Skryje	222,0	21. 8. 2018	0,020	17
Jihlava	Batelov	73,5	18. 7. 2018	0,060	65
Jihlava	Dvorce	307,3	18. 7. 2018	0,197	68
Maršovský potok	Hubenov nad nádrží	15,6	18. 7. 2018	0,008	53
Brtnice	Brtnice	95,3	29. 8. 2018	0,006	32
Jihlava	Ptáčov	962,7	29. 8. 2018	0,458	61
Balinka	Baliny	166,5	3. 8. 2018	0,007	58
Rokytná	Příštpo	262,5	31. 8. 2017	0,013	24

3.1.3 Vyhodnocení vývoje vodnosti vybraných toků v jednotlivých povodích

Pro hodnocení vodnosti byly použity průměrné denní průtoky za období od 1. ledna 2015 do 31. srpna 2018 ve vodoměrných stanicích v oblasti Kraje Vysočina. Toto období se vyznačovalo výskytem průtoků, které v mnoha povodích klesly na absolutní historická minima. K hodnocení období s minimálními průtoky ve vodoměrných stanicích se používá nejčastěji hodnota průtoky Q_{355d} neboli 355denní průtok, který je označován za mez pro hydrologické sucho. Ke srovnání však bylo využito i hodnoty Q_{364d} (364denní průtok). Výsledky vyhodnocených denních průtoků, s počtem podkročení 364denního a 355denního průtoky v období 2015 až srpen 2018 jsou uvedeny v tabulce č. 14.

Podkročení 355denního průtoku je také graficky znázorněno na obrázku 11. Podkročení 355denního průtoku bylo zaznamenáno u všech uvedených stanic kromě profilu na toku Oslava - Mostišť pod nádrží. Ve zmíněném profilu jsou průtoky nadlepšovány manipulacemi na VD Mostišť. Hydrologické sucho tedy postihlo prakticky celý Kraj Vysočina. Počet dní podkročení 364denního průtoku ukazuje (Tab. 14), že bylo velmi významné. Nejhuře na tom byla horní část povodí Svratky, Želetavka, Maršovský potok, Jedlovský potok, Brtnice, Jankovský potok, Sázava nad Želivkou a povodí Moravské Dyje.

Tab. 14 Vybrané profily s počtem dní dosažení nebo podkročení Q_{355d} a Q_{364d} za období 1. 1. 2015 až 31. 8. 2018.

Tok	Stanice	Plocha povodí [km ²]	Počet dnů s Q_{355} a menším [dny]	Počet dnů s Q_{364} a menším [dny]
Doubrava	Bílek	64,17	208	71
Sázava	Sázava u Žďáru	132,68	101	22
Borovský potok	Stříbrné Hory	71,29	301	158
Sázava	Havlíčkův Brod-Pohledští Dvořáci	381,29	211	111
Šlapanka	Mírovka	252,91	277	186
Sázava	Chlístov	794,87	225	124
Sázavka	Josefodol	124,42	285	138
Sázava	Světlá nad Sázavou	1142,12	237	138
Želivka	Čakovice	121,20	124	47
Jankovský potok	Milotice	128,55	152	65
Martinický potok	Senožaty	113,28	282	159
Želetavka	Jemnice	145,69	385	238
Řečice	Nová Říše nad nádrží	17,07	317	90
Moravská Dyje	Janov	517,96	331	137
Svratka	Borovnice	127,97	374	195
Fryšávka	Kadov	20,93	373	168
Fryšávka	Jimramov	65,93	276	146
Svratka	Dalečín	366,94	220	70
Bystřice	Domanín	21,41	411	182
Svratka	Vír pod vyrovnávací nádrží	486,55	74	53
Nedvědička	Rožná	57,19	101	31
Bobruvka	Skryje	222,01	250	58
Jihlava	Batelov	73,48	117	79
Jedlovský potok	Boršov	16,09	532	242
Jihlava	Dvorce	307,35	229	92
Maršovský potok	Hubenov nad nádrží	15,65	381	257
Maršovský potok	Hubenov pod nádrží	19,77	65	0
Brtnice	Brtnice	95,32	381	175
Jihlava	Ptáčov	962,71	213	49

Jihlava	Mohelno	1154,83	108	0
Oslava	Dolní Bory	210,21	139	10
Oslava	Mostiště pod nádrží	222,51	0	0
Balinka	Baliny	166,50	70	4
Oslava	Nesměř	478,83	10	0
Rokytná	Příštpo	262,51	245	160

Pro zajímavost je zde uvedena fotografie vodní nádrže Vír na řece Svatce (viz Obr. 9).



Obr. 9 Vodní nádrž Vír na řece Svatce dne 22. 8. 2018.

Pro vyhodnocení minimálních průtoků v tocích bývá nepříjemným jevem vyschnutí vodočtu, ke kterému došlo například na toku Balinka v profilu Baliny (viz Obr. 10).



Obr. 10 Vodočet na suchu na toku Balinka v profilu Baliny dne 13. 9. 2018.



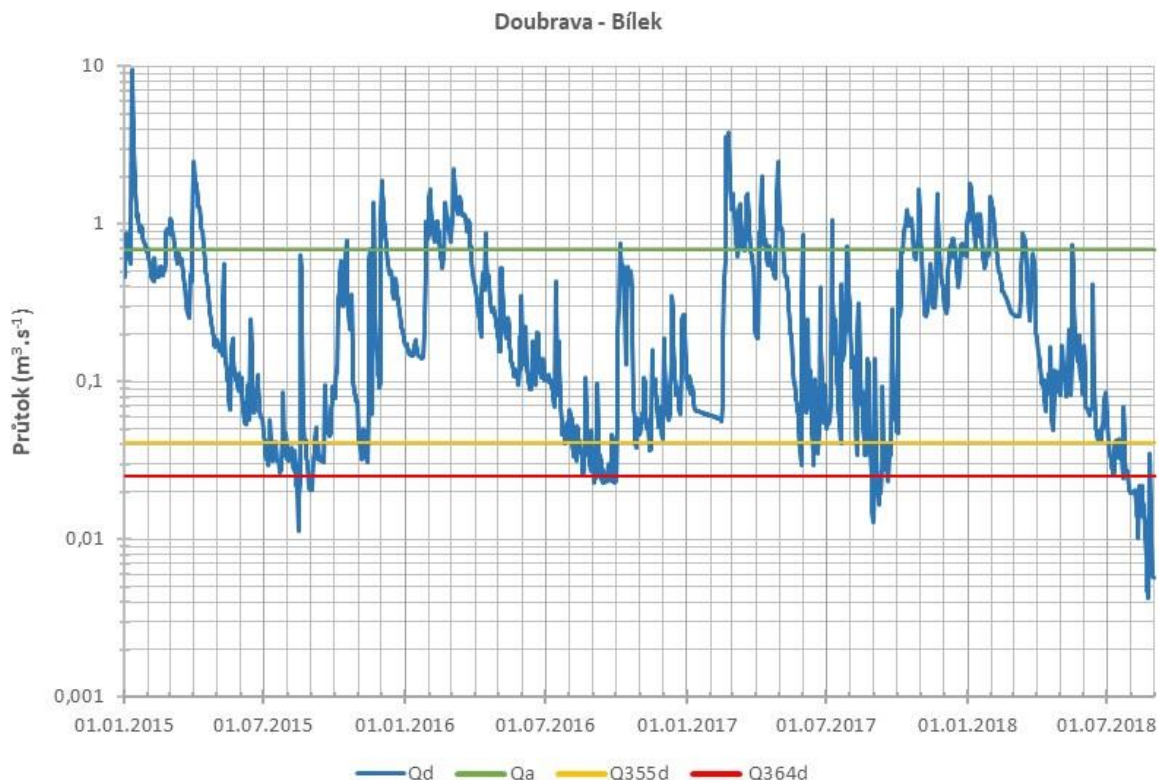
28

V následujících kapitolách 3.1.3.1 až 3.1.3.5 je území Vysočiny rozčleněno na jednotlivá povodí vybraných hlavních toků. Pro tato povodí byly vykresleny hydrogramy průměrných denních průtoků (viz Obr. 12 až 27) v období od 1. ledna 2015 do 31. srpna 2018 ve vybraných profilech (vodoměrných stanicích) s barevně vyznačenými liniemi, které vyjadřují charakteristiky vodnosti vycházející z aktuálního referenčního období 1981-2010: dlouhodobý průměrný průtok (Q_a), 355denní průtok (Q_{355d}) a 364denní průtok (Q_{364d}). Svislá osa grafů je v logaritmickém měřítku, pro lepší čitelnost průběhu minimálních denních průtoků.

Období leden 2015 až srpen 2018 charakterizují čtyři suchá období, kdy byla často dosažena nebo podkročena hodnota Q_{355d} , tedy hodnota, která je považována za kritickou mez indikující počátek hydrologického sucha. Hydrologické sucho bylo ve většině povodí nejčastěji dosaženo v období od června do listopadu 2015, koncem léta 2016, začátkem a v létě roku 2017. V roce 2018 byl 355denní průtok podkročen převážně v druhé polovině letní sezóny a to nejvýrazněji za celé hodnocené období. Dlouhodobý průměrný roční průtok Q_a byl u všech vybraných profilů dosažen jen krátkodobě při významnějších srážkových epizodách nebo při vzestupu průtoků z tání sněhové pokrývky. Dále jsou patrné výskyty ledových jevů a zámrazy hladin vodních toků, kdy se průtok po několik dnů nezměnil (např. počátek roku 2017).

3.1.3.1 Povodí Doubravy

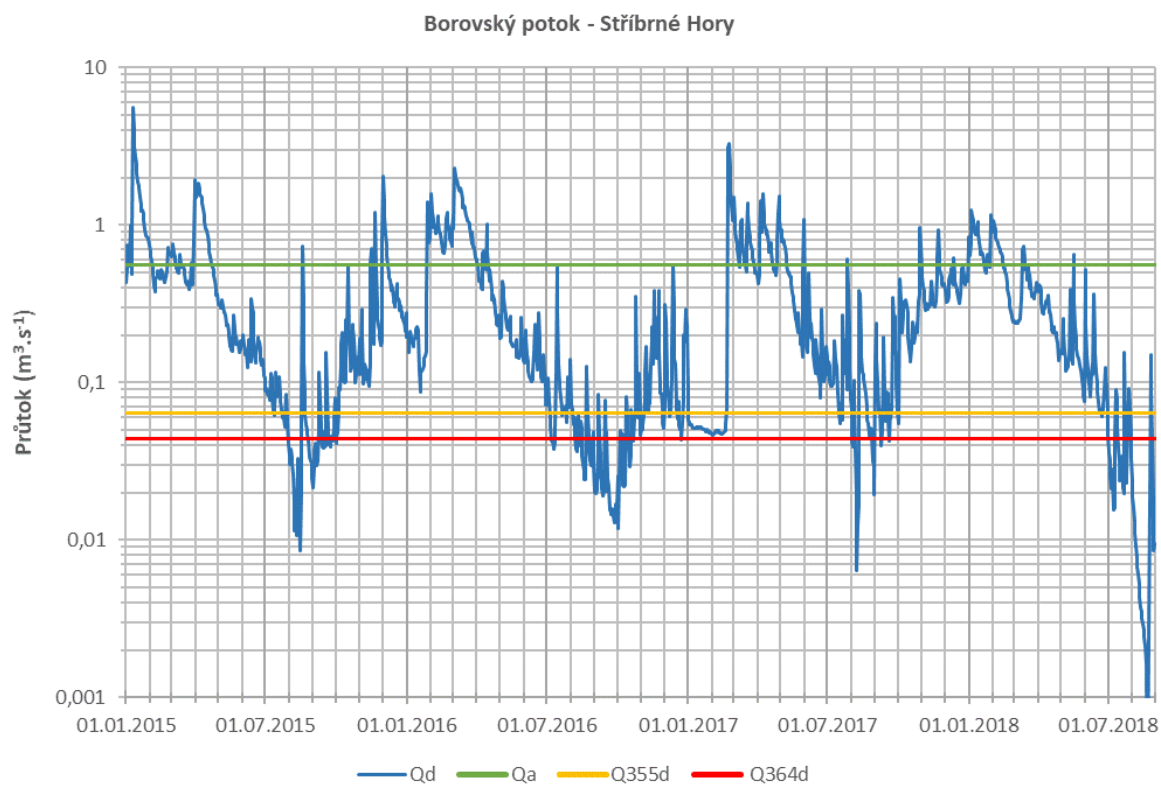
Povodí Doubravy tvoří cca 4 % z Kraje Vysočina. Pro hodnocení vodnosti byla vybrána stanice Bílek ležící na řece Doubravě, mezi Chotěboří a Ždírcem nad Doubravou (viz Obr. 12). Denní průtoky se většinou pohybovaly pod hodnotou dlouhodobého průměrného průtoku Q_a ($0,684 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), který byl překročen při vyšších srážkových úhrnech (např. srpen 2017), častěji však v jarním období při tání sněhu. 355denní průtok ($0,041 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) byl podkročen ve všech hodnocených letech. Nejdelší souvislé období podkročení Q_{355} bylo od 24. 7. 2018 do 1. 9. 2018 (40 dní). Celkově byl tento průtok podkročen 208 dní za celé hodnocené období. Hodnota Q_{364} ($0,025 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) byla podkročena nejdéle od 29. 7. 2018 do 24. 8. 2018, tedy 27 dní, z celkových 71 dní za hodnocené období.



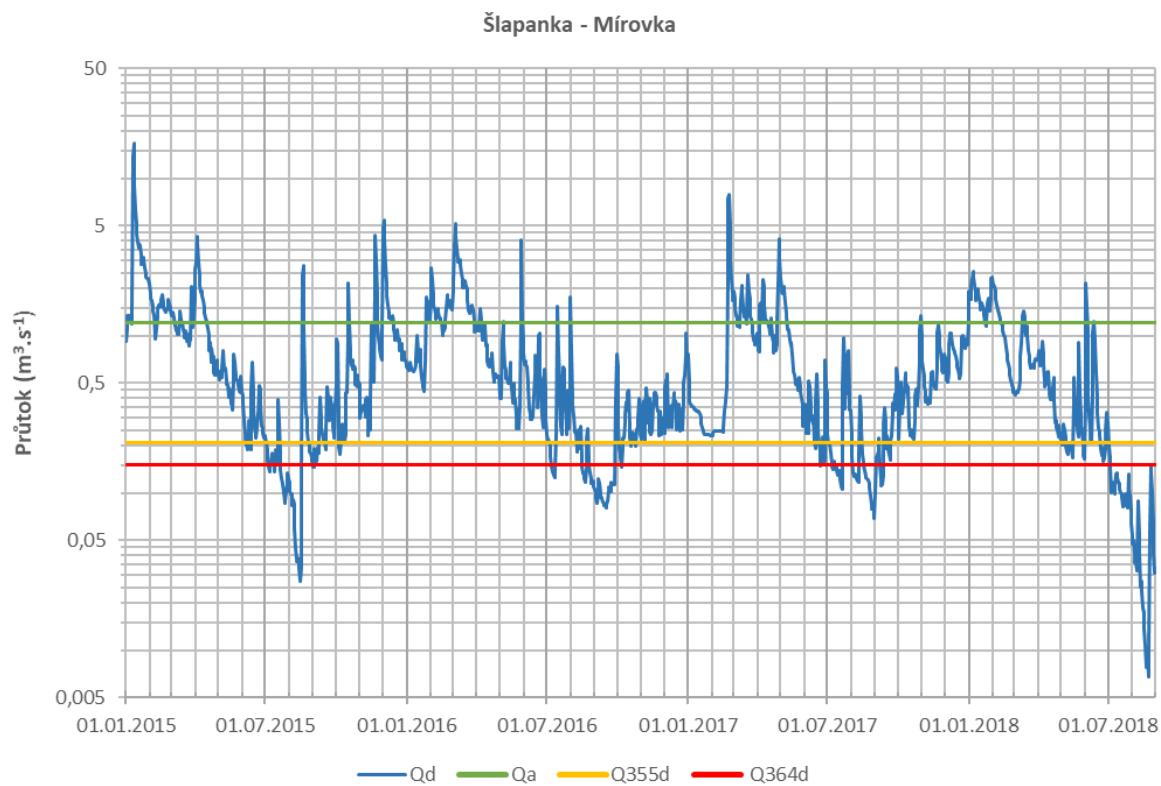
Obr. 12 Průběh průměrných denních průtoků v Doubravě v profilu Bílek.

3.1.3.2 Povodí Sázavy a Želivky

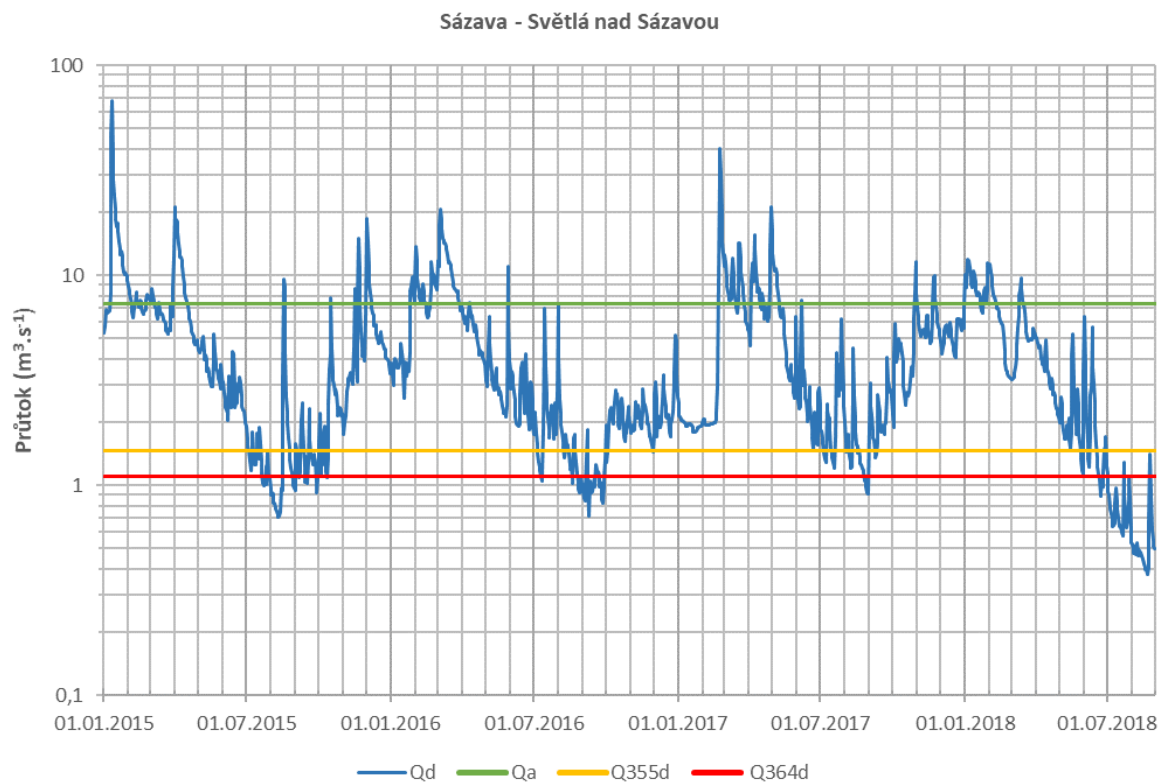
Sázava odvodňuje přibližně 33 % území z Kraje Vysočina, z toho cca 13 % zaujímá povodí Želivky. Odtokovou situaci v těchto povodích reprezentují hydrogramy průměrných denních průtoků ve stanicích Stříbrné Hory, Mírovka, Světlá nad Sázavou, Milotice a Senožaty (Obr. 13 až 17). Z toho Milotice a Senožaty reprezentují povodí Želivky. Zatímco v letech 2015 – 2017 průtoky poklesly pod úroveň 355denního průtoků na více než 50 dní vždy s několika přerušeními, v roce 2018 se takto dlouhá období vyskytovala ve všech profilech (mimo Stříbrné Hory) již bez přerušení. Nejdelší kontinuální dosažení nebo podkročení bylo zaznamenáno v profilech Světlá nad Sázavou a Milotice trvající 63 dní. Dokonce takto dlouhé období začalo shodně 30. 6. 2018 v obou profilech, i když každý leží na jiném toku a přetrvalo až do konce srpna (data od září 2018 už nejsou ve studii zahrnuta). Extrémní hranice sucha, tedy Q_{364d} ($0,044 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) byla v hodnoceném období nejdéle podkročena bez přerušení v profilu Mírovka, celkem 59 dní (od 4. 7. 2018 do 31. 8. 2018). Tato hranice však nebyla podkročena v roce 2016 v profilu Milotice a v roce 2017 v profilu Milotice a Senožaty. Celkově průběh denních průtoků v pozorovaných profilech a také celková doba podkročení (Tab. 14) ať už Q_{355d} či Q_{364d} poukazují na to, že povodí Želivky nebylo postiženo hydrologickým suchem v takovém rozsahu jako zbylá část Sázavy v Kraji Vysočina.



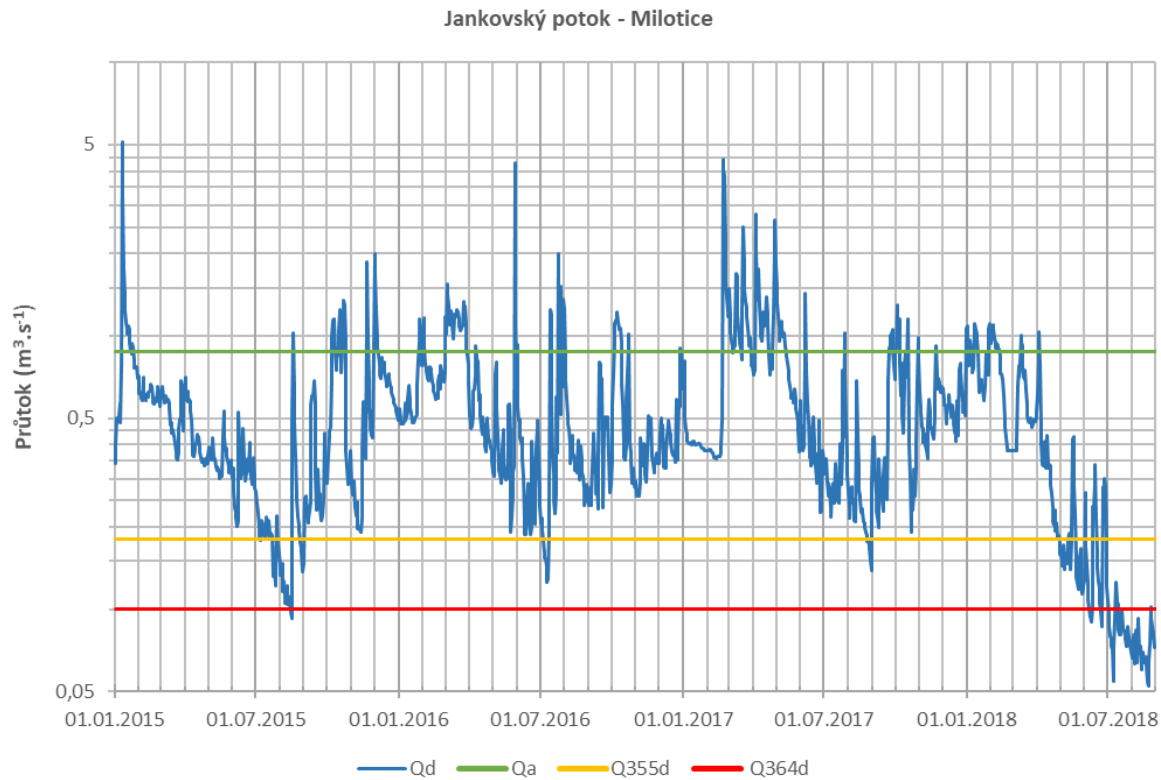
Obr. 13 Průběh průměrných denních průtoků v Borovském potoce v profilu Stříbrné Hory.



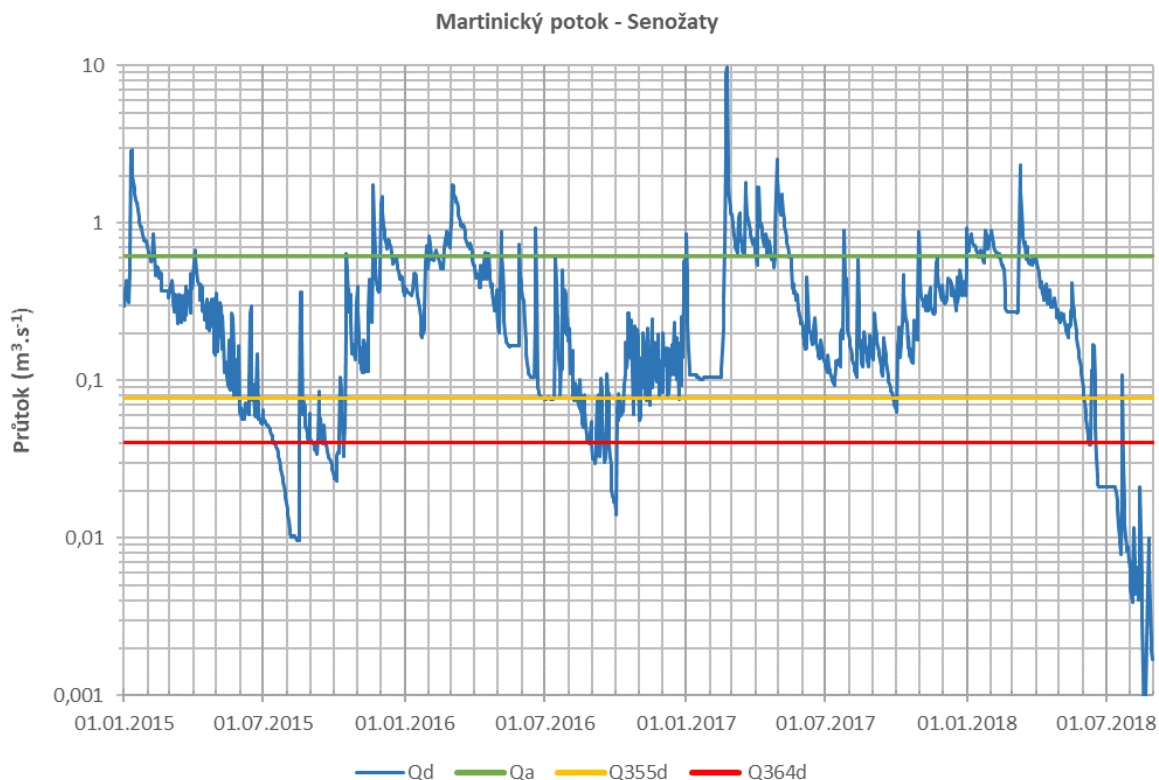
Obr. 14 Průběh průměrných denních průtoků ve Šlapance v profilu Mírovka.



Obr. 15 Průběh průměrných denních průtoků v Sázavě v profilu Světlá nad Sázavou.



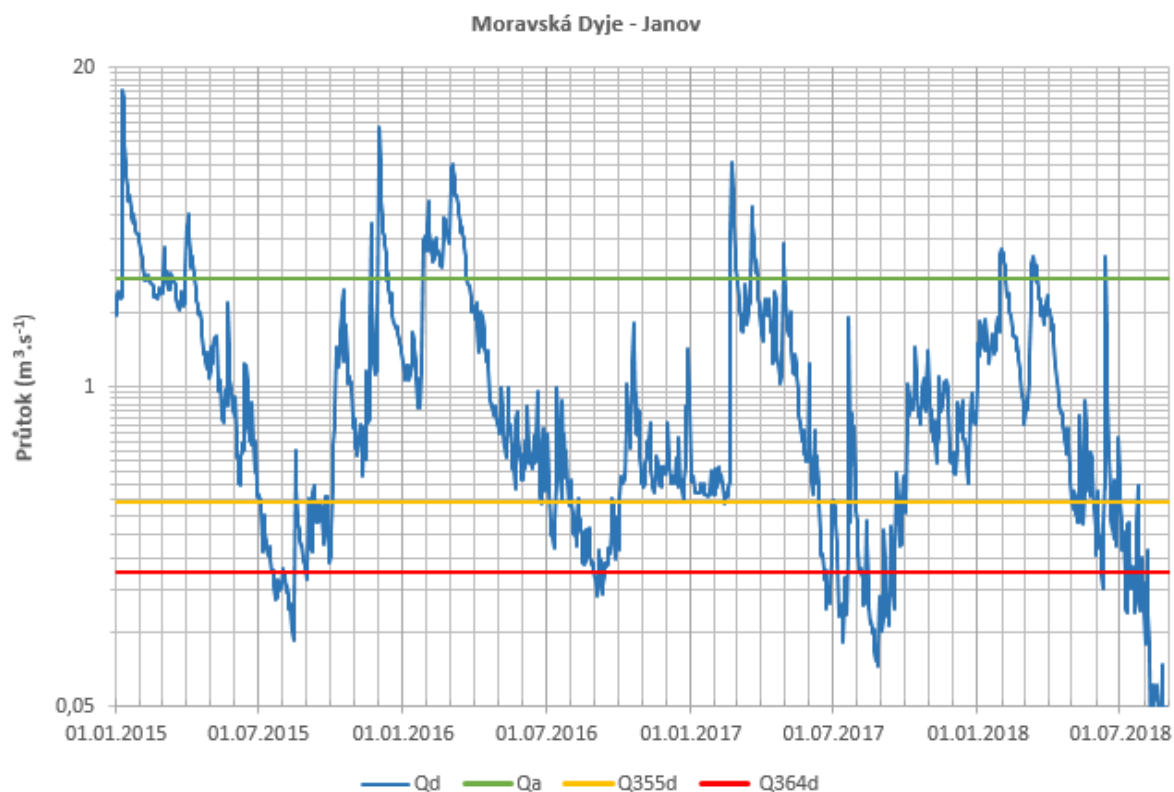
Obr. 16 Průběh průměrných denních průtoků v Jankovském potoce v profilu Milotice.



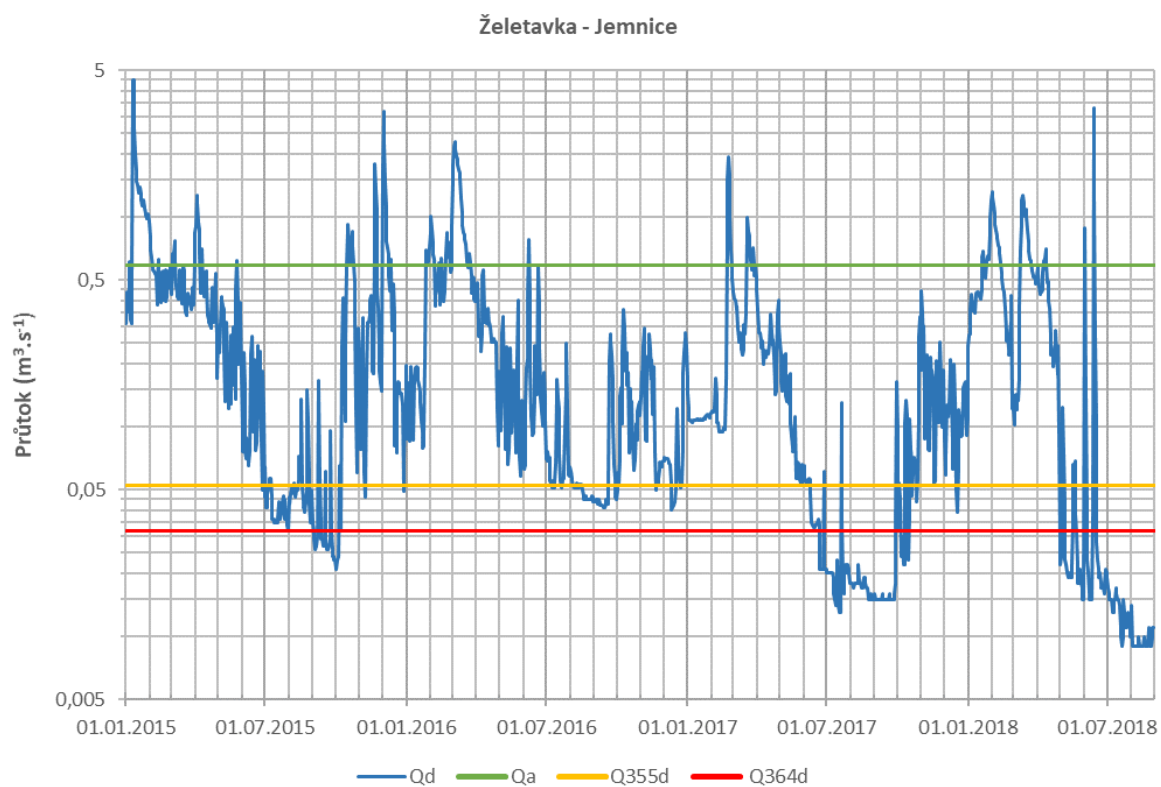
Obr. 17 Průběh průměrných denních průtoků v Martinickém potoce v profilu Senožaty.

3.1.3.3 Povodí Moravské Dyje a Želetavky

Povodí Moravské Dyje tvoří cca 3 % a povodí Želetavky také cca 3 % z rozlohy Kraje Vysočina. Pro hodnocení vodnosti v tomto povodí byla vybrána stanice Janov, která se nachází přímo na Moravské Dyji (viz Obr. 18) a stanice Jemnice ležící na Želetavce (viz Obr. 19). Hydrologické sucho v profilu Janov v období 2015 až srpen 2018 trvalo přes 330 dní, z nichž nejdéle trvající epizoda s hodnotou Q_{355d} nebo nižší trvala 51 dní (od 30. 7. do 18. 9. 2017). V roce 2018 nejdelší trvání hydrologického sucha začalo 24. 7., což je do konce srpna 39 dnů, ale je velmi pravděpodobné, že hydrologické sucho přetrvávalo i v dalších měsících. O něco hůř na tom byla Želetavka v profilu Jemnice, kdy byl bez přerušení dosažen nebo podkročen 355denní průtok 385 dnů, z toho nejdéle 76 dní v roce 2018 (17. 6. – 31. 8.) a 71 dní v roce 2017 (21. 7. – 29. 9.).



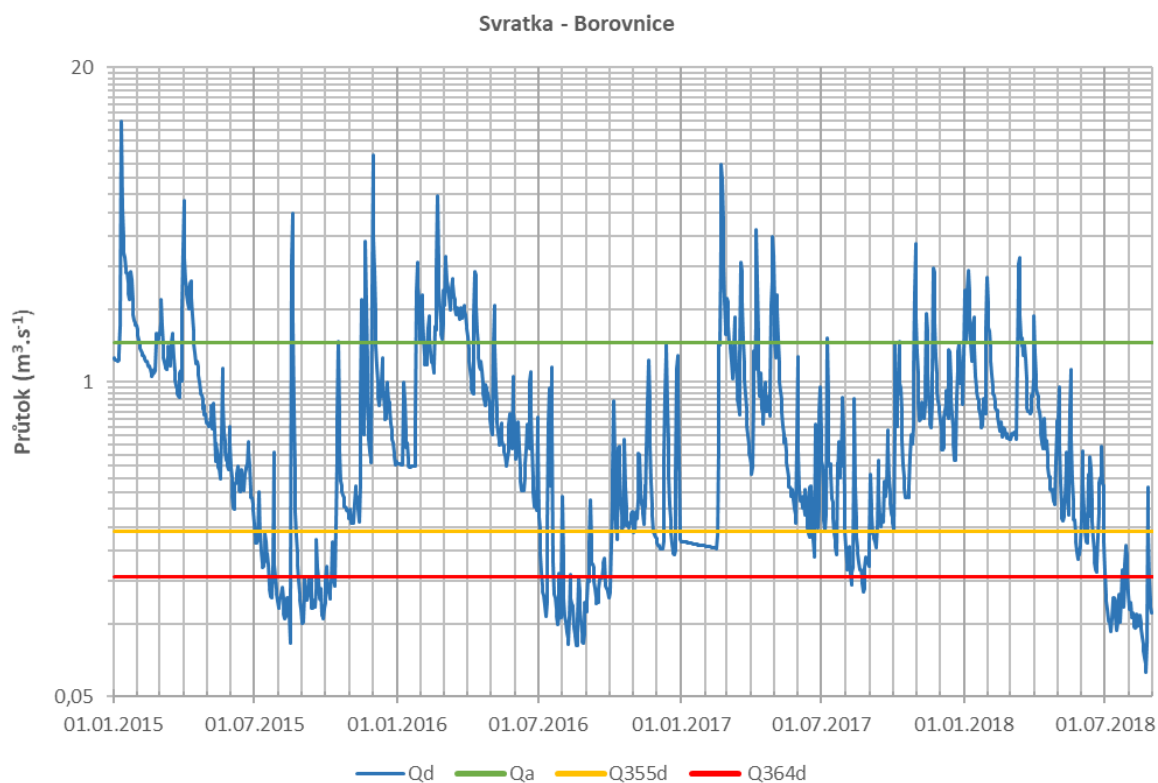
Obr. 18 Průběh průměrných denních průtoků v Moravské Dyji v profilu Janov.



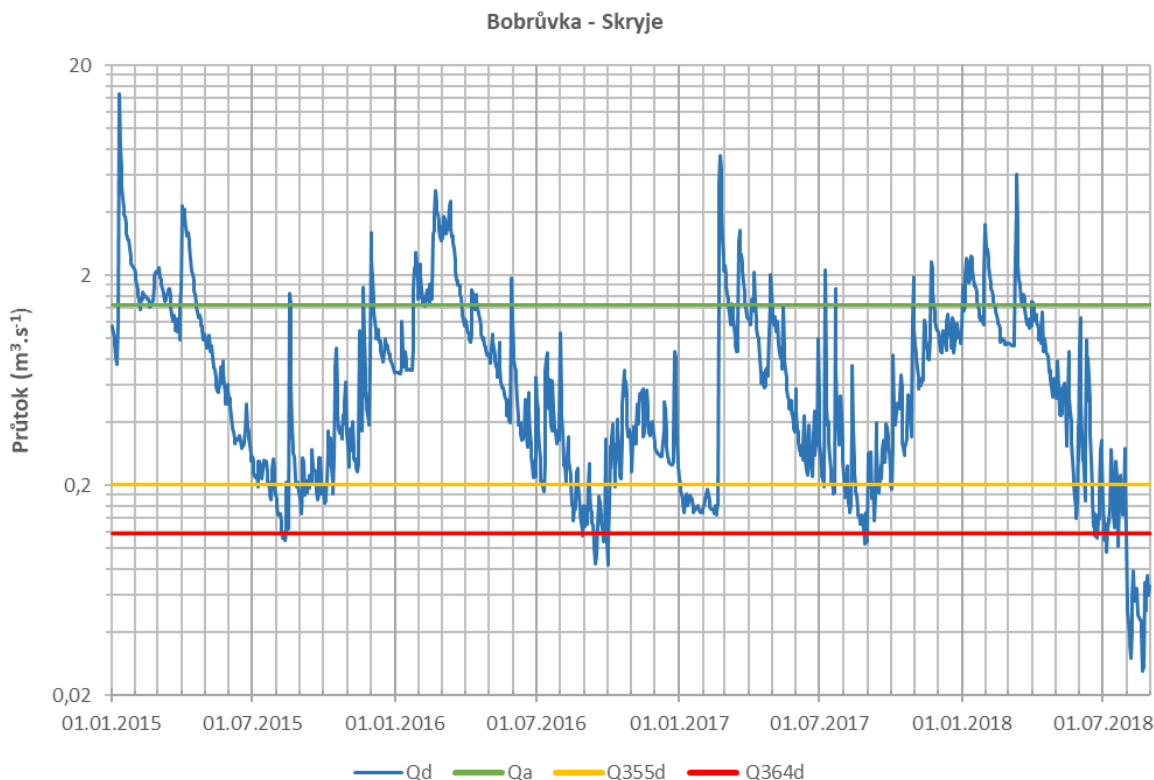
Obr. 19 Průběh průměrných denních průtoků v Želetavce v profilu Jemnice.

3.1.3.4 Povodí Svatky

Povodí Svatky zaujímá přibližně 13 % z Kraje Vysočina. Hydrologickou situaci zde reprezentují hydrogramy v profilech Borovnice ležící v horní části Svatky a Skryje na Bobrůvce (viz Obr. 20 – 21). Hydrogramy z obou stanic mají podobný průběh nárůstů a poklesů průměrných denních průtoků, mírně vyrovnanější jsou průtoky v profilu Skryje. Celkový počet dosažení nebo podkročení Q_{355d} byl 372 dní v profilu Borovnice a 248 dní v profilu Skryje. V porovnání s podkročením Q_{364d} výrazně ubylo podkročených dnů v profilu Skryje (57) oproti počtu podkročených dnů v Borovnici (194), tedy průtok v Bobrůvce tak výrazně neklesal. V Borovnici byly období s průtoky nižšími než Q_{355d} podobných délek v létě 2015 a 2018, toto podkročení trvalo 51 (24. 8. 2015 – 13. 10. 2015) resp. 56 dnů (30. 6. 2018 – 24. 8. 2018) bez přerušení. Ve Skryjích byla tato hodnota podkročena souvisle nejdéle 32 dní, a to 31. 7. 2018 – 31. 8. 2018 (data od září 2018 už nejsou ve studii zahrnuta).



Obr. 20 Průběh průměrných denních průtoků ve Svatce v profilu Borovnice.



Obr. 21 Průběh průměrných denních průtoků v Bobrůvce v profilu Skryje.

3.1.3.5 Povodí Jihlavy

Podíl povodí Jihlavy na celkové ploše Kraje Vysočina je cca 35 %, z toho Oslava tvoří 11 % a Rokytná 6 %. Pro hodnocení vývoje průměrných denních průtoků v povodí byly vybrány vodoměrné stanice Batelov a Ptáčov, které leží na páteřním toku Jihlava. Dále stanice Baliny a Nesměř, které charakterizují povodí Oslavy, a Příštpo v povodí Rokytne.

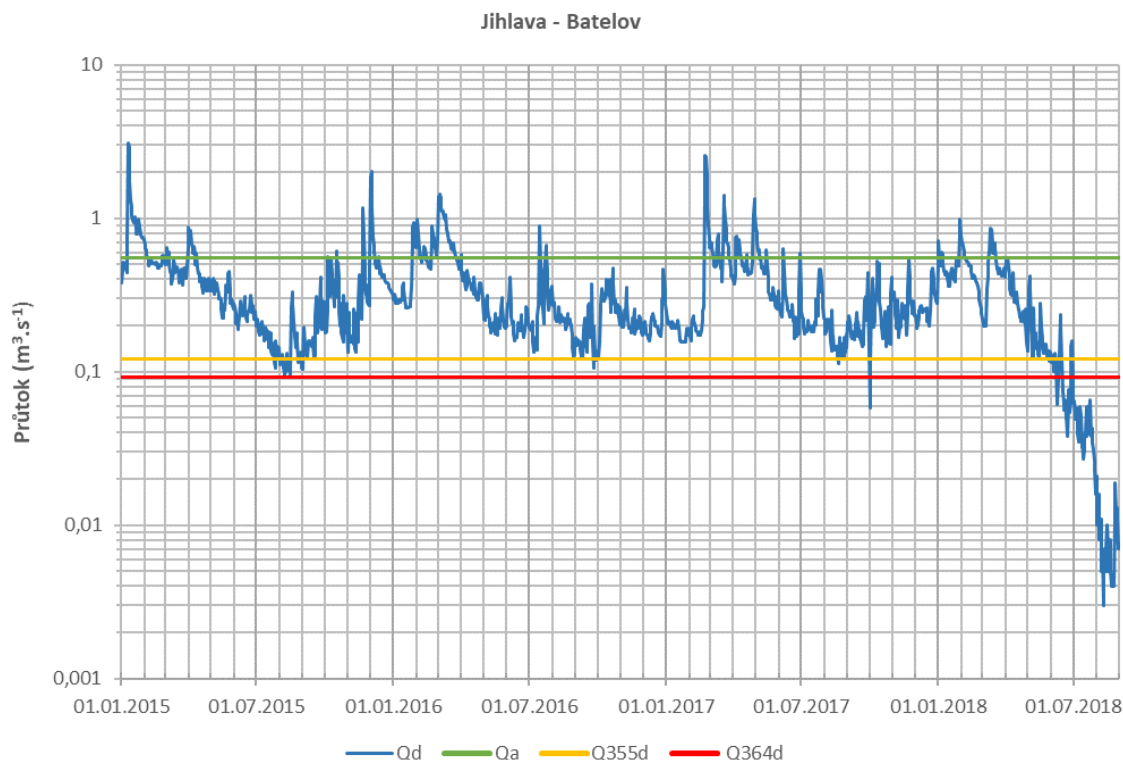
V profilu Batelov (Obr. 22) byla hranice sucha ($Q_{355d} = 0,122 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) podkročena několikrát ve všech hodnocených letech, ale v roce 2018 průtoky poklesly extrémně. Období s nejdelším podkročením Q_{355d} bez přerušení trvalo v Batelově 63 dní (30. 6. 2018 – 31. 8. 2018), přitom tato hranice byla v období 2015 – 2017 podkročena jen 26 dní. Stanice Ptáčov (Obr. 24) ležící níž na toku Jihlava už má podkročení 355denního průtoků ($1,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) častější, celkem 211 dní za sledované období. U této stanice je nejdelší období podkročení Q_{355d} bez přerušení měřeno od 24. 7. 2018 do 24. 8. 2018, podobně dlouhé období bylo také v roce 2015 (20. 7. 2015 – 16. 8. 2015).

Stanice Brtnice (Obr. 23) ležící na Brtnici, pravostranném přítoku Jihlavy, se odtokovými poměry trochu liší od zbytku povodí Jihlavy. Počtem dní dosažení nebo podkročení Q_{355d} (381 dní) se tato stanice výrazně vymykala ostatním stanicím na Jihlavě, toto je patrné i počtem 104 dní podkročení Q_{355d} bez přerušení. I když těžištěm této studie je hodnocení minimálních průtoků v tocích,

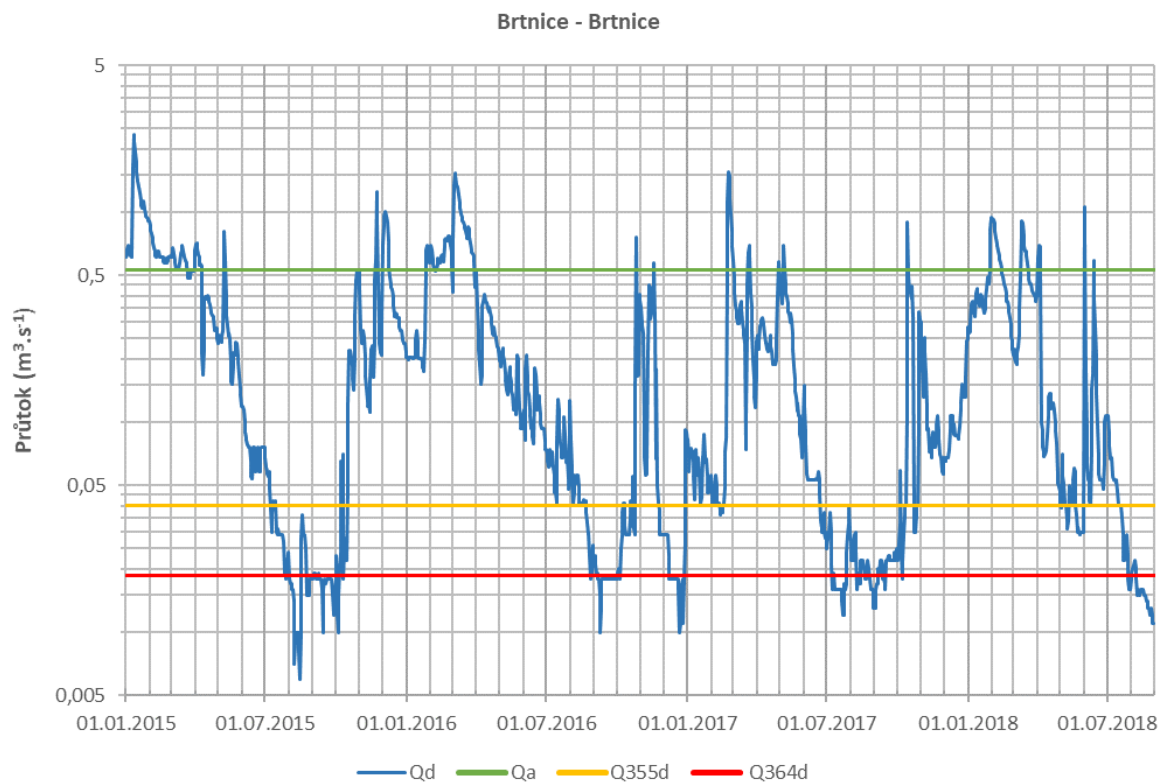
tak lze zmínit i výskyt povodňové události z lokálních přívalových srážek dne 1. června 2018 v povodí Brtnice. V suchém letním období ve velmi malém prostoru v okolí obce Brtnice spadlo přes 90 mm srážek za pár hodin, což vyvolalo sérii bleskových povodní. Ve vodoměrné stanici Brtnice na Brtnici byla zaznamenána kulminace $5,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá jednoletému až dvouletému průtoku. Na Jestřebském potoce, který je přítokem Brtnice, však byla situace mnohem závažnější. Kulminační průtok, který přitékal do zastavěné části obce Jestřebí, dosáhl odhadem až $11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je více jak stoletý průtok. Následkem této extrémní události došlo k mnoha škodám na obecním a soukromém majetku.

Hranice sucha ($Q_{355d} = 0,0426 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) byla v profilu Baliny (Obr. 25) podkročena 70 dní za celé sledované období s nejdéle trvajícím podkročením bez přerušení od 5. 9. 2016 do 17. 9. 2016. Průtoky nižší než 355denní ($0,393 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) průtok byly v profilu Nesměř (Obr. 26) podkročeny pouze 10 dní za roky 2015 – 2018, a to od 31. 7. 2018 – 7. 8. 2018 a od 30. 8. 2018 do 31. 8. 2018. Příčinou těchto krátkých trvání dosažení nebo podkročení Q_{355d} je nadlepšování průtoků manipulacemi na nádrži Mostišť.

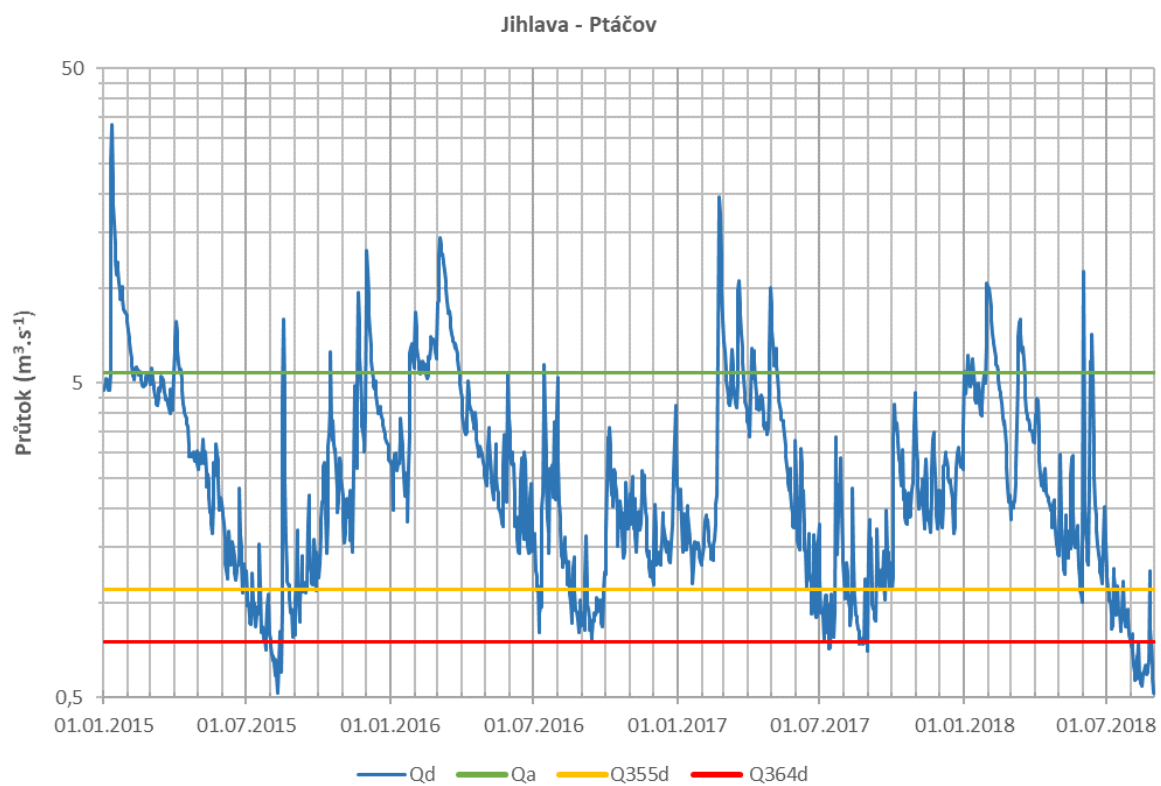
V profilu Příštpo na toku Rokytná (Obr. 27) se průtoky nižší než 355denní průtok ($0,087 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) vyskytovaly 243 dní během let 2015 – 2018. Nejdelší období podkročení tohoto průtoku je od 20. 8. 2015 do 2. 10. 2015. Zajímavé je, že v roce 2015 průtoky téměř neklesly pod hranici Q_{364d} , ale v následujících letech už ano, a to na více jak 20 dní jdoucích po sobě. A v roce 2017 nebyl na toku téměř dosažen ani dlouhodobý průměrný průtok Q_a .



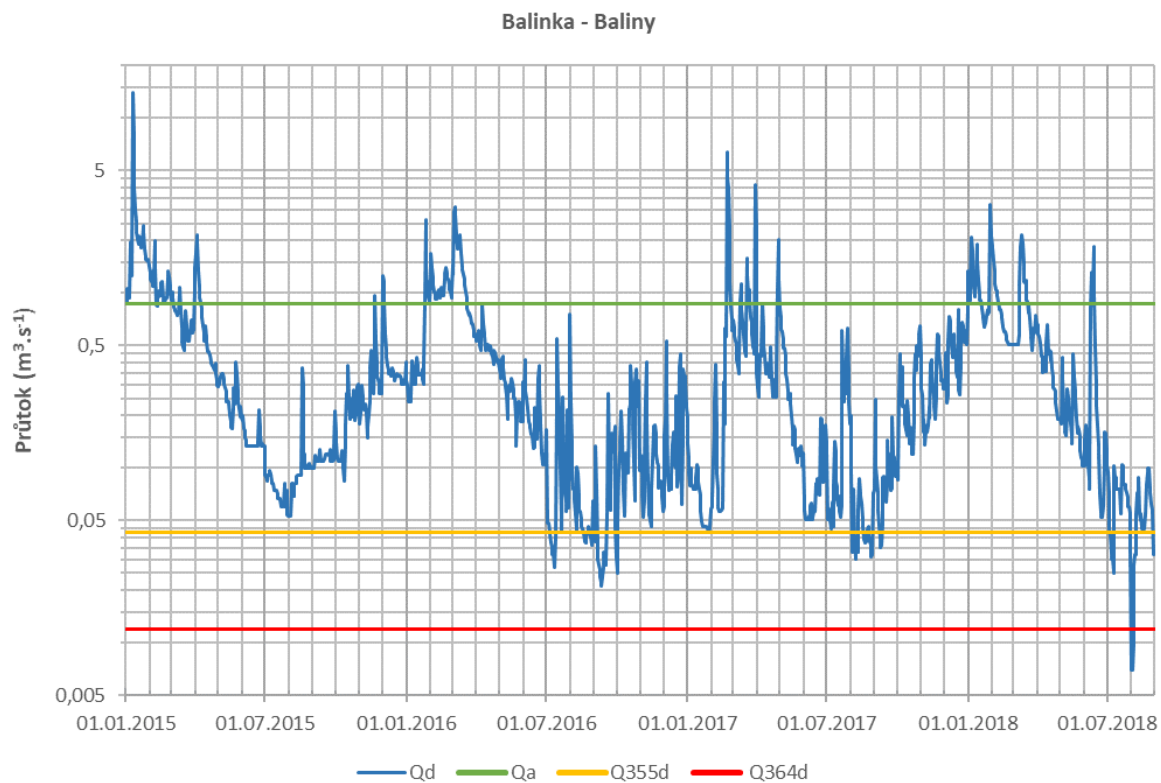
Obr. 22 Průběh průměrných denních průtoků v Jihlavě v profilu Batelov.



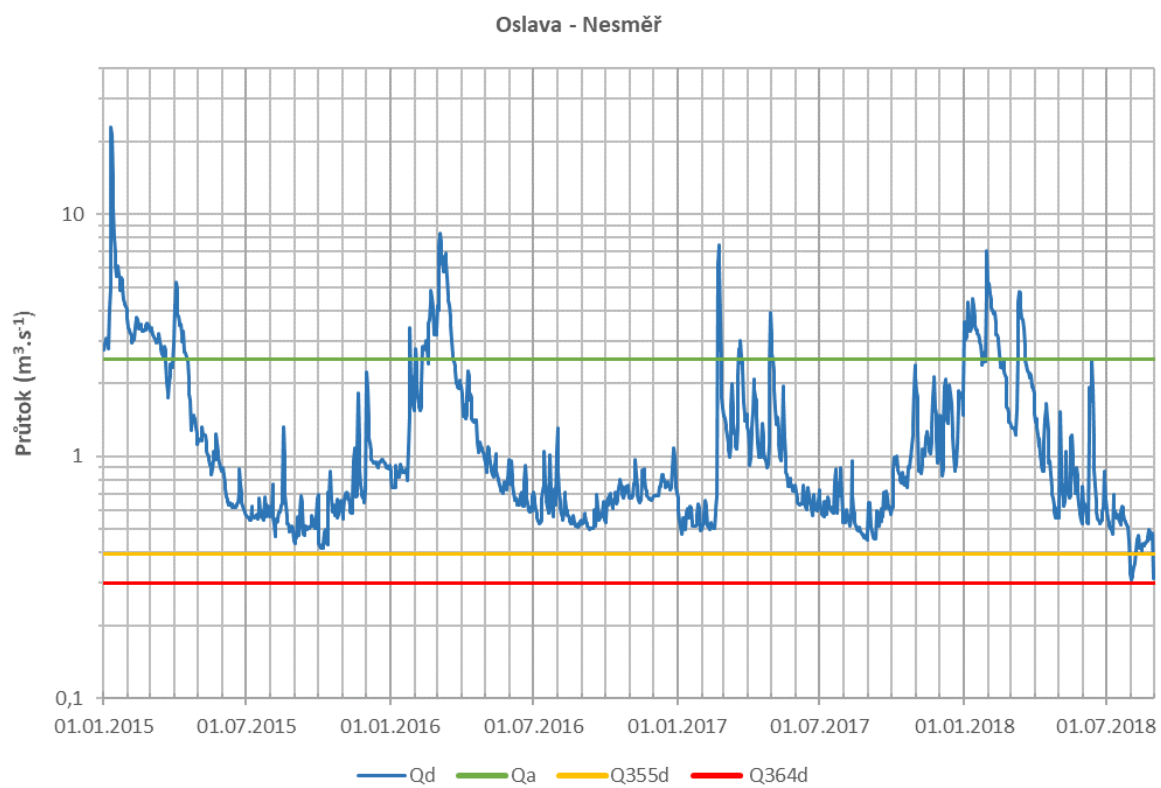
Obr. 23 Průběh průměrných denních průtoků v Brtnici v profilu Brtnice.



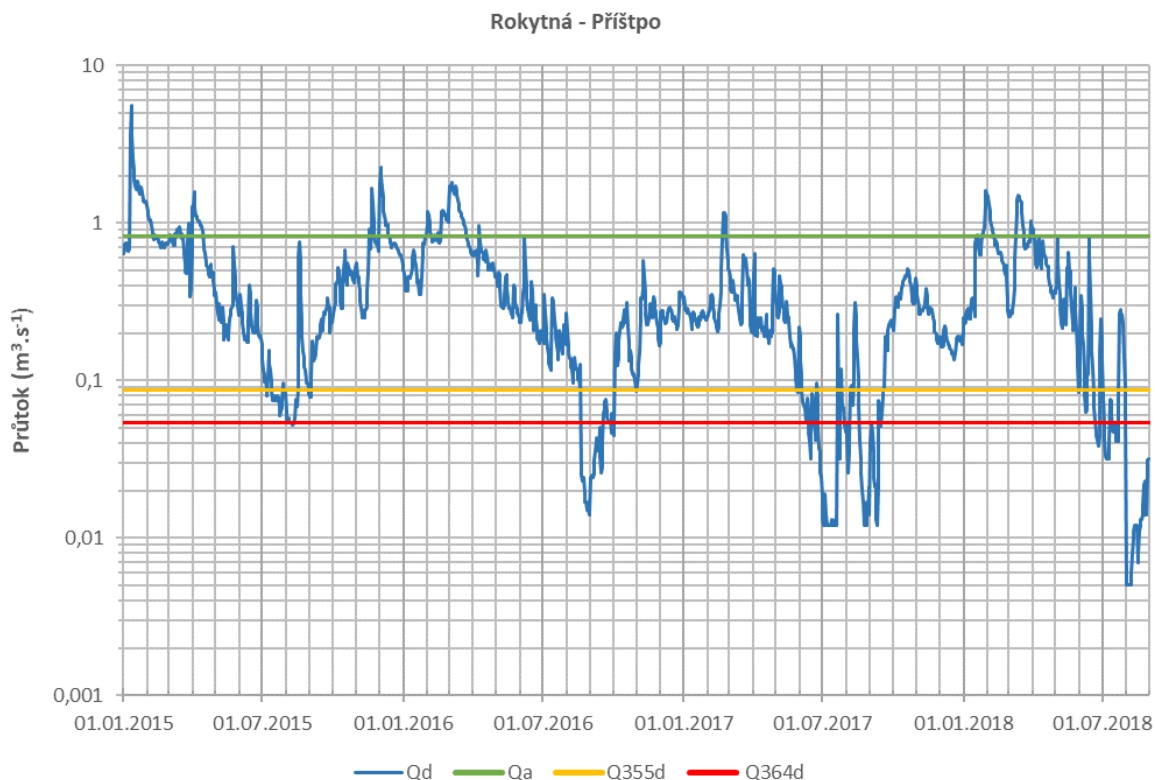
Obr. 24 Průběh průměrných denních průtoků v Jihlavě v profilu Ptáčov.



Obr. 25 Průběh průměrných denních průtoků v Balince v profilu Baliny.



Obr. 26 Průběh průměrných denních průtoků v Oslavě v profilu Nesměř.



Obr. 27 Průběh průměrných denních průtoků v Rokytné v profilu Příštpo.

3.1.4 Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků

3.1.4.1 Vliv vodních nádrží na vodnost toků

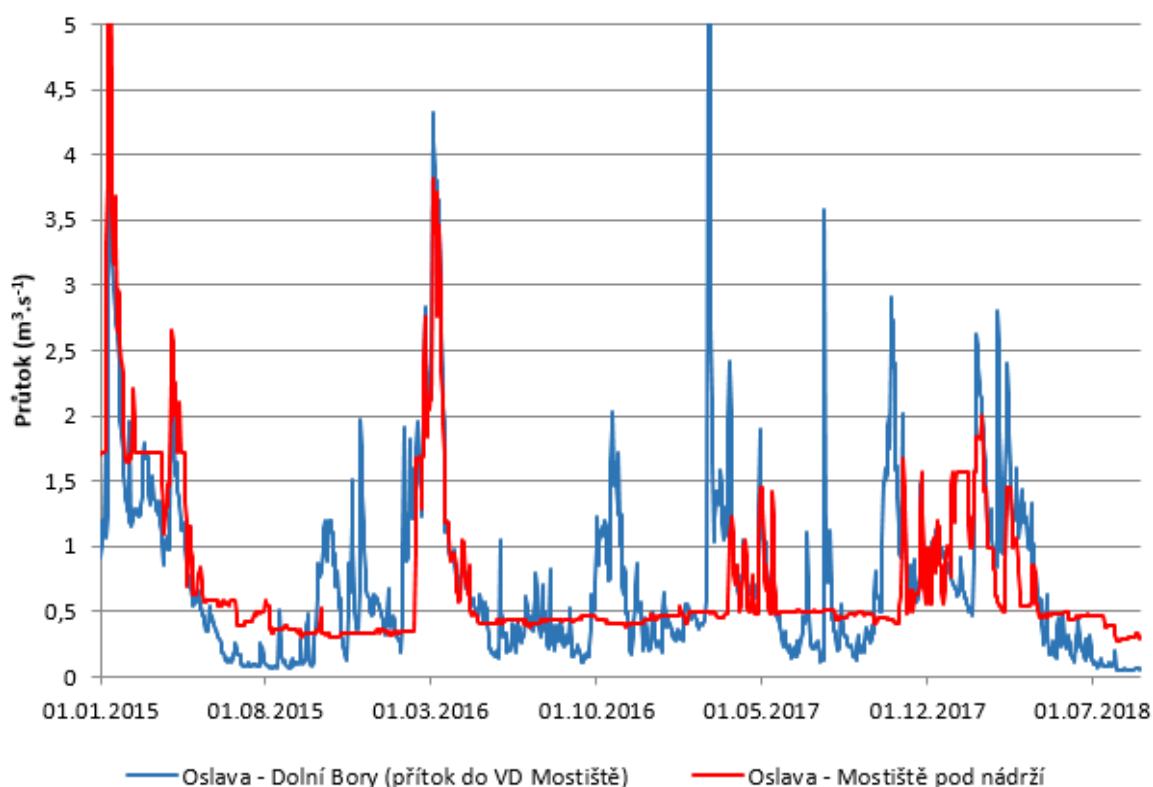
V Kraji Vysočina se nachází několik vodních nádrží, které mají významný vliv na nadlepšování průtoků v tocích. V dobách, kdy jsou přítoky do nádrží velmi malé, umožňují nádrže udržovat minimální zůstatkové průtoky, které jsou často několikanásobně vyšší než přítoky do nádrží. Nadlepšováním průtoků na odtoku z nádrže zajišťují využitelnost vody pro hospodářské a další účely. Pokud však tato záporná bilance (kdy výrazně více vody z nádrže odeče, než do ní přiteče) přetrvává delší dobu, pak dochází k významným úbytkům akumulované vody v nádrži (klesá objem a hladina v nádrži), v extrémním případě až hrozí vyschnutí nádrže.

U významných nádrží jsou v provozu vodoměrné stanice nad i pod těmito nádržemi a lze tak pozorovat rozdíly na jejich přítoku i odtoku. V tabulce č. 15 je uvedený seznam několika takových nádrží. U těchto stanic jsou uvedeny minimální denní průtoky za období od ledna 2015 do srpna 2018. Ve většině případů ukazují, že do nádrží průměrně přitékalo výrazně méně vody, než odtékalo. Například do nádrže Hubenov na konci září 2016 nepřitékalo prakticky nic, ale ve stejnou dobu z ní odtékalo až $0,015 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Tab. 15 Srovnání minimálních denních průtoků ve stanicích nad a pod nádrží za období leden 2015 až srpen 2018.

Nádrž	Stanice nad nádrží	$Q_d \text{ min [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$	Stanice pod nádrží	$Q_d \text{ min [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$
Dalešice / Mohelno	Ptáčov	0,518	Mohelno	0,957
Vír I / Vír II	Dalečín	0,158	Vír p. v. n.	0,993
Mostiště	Dolní Bory	0,050	Mostiště pod nádrží	0,268
Hubenov	Hubenov nad nádrží	0	Hubenov pod nádrží	0,004
Nová Říše	Nová Říše nad nádrží	0,002	Nová Říše pod nádrží	0,006

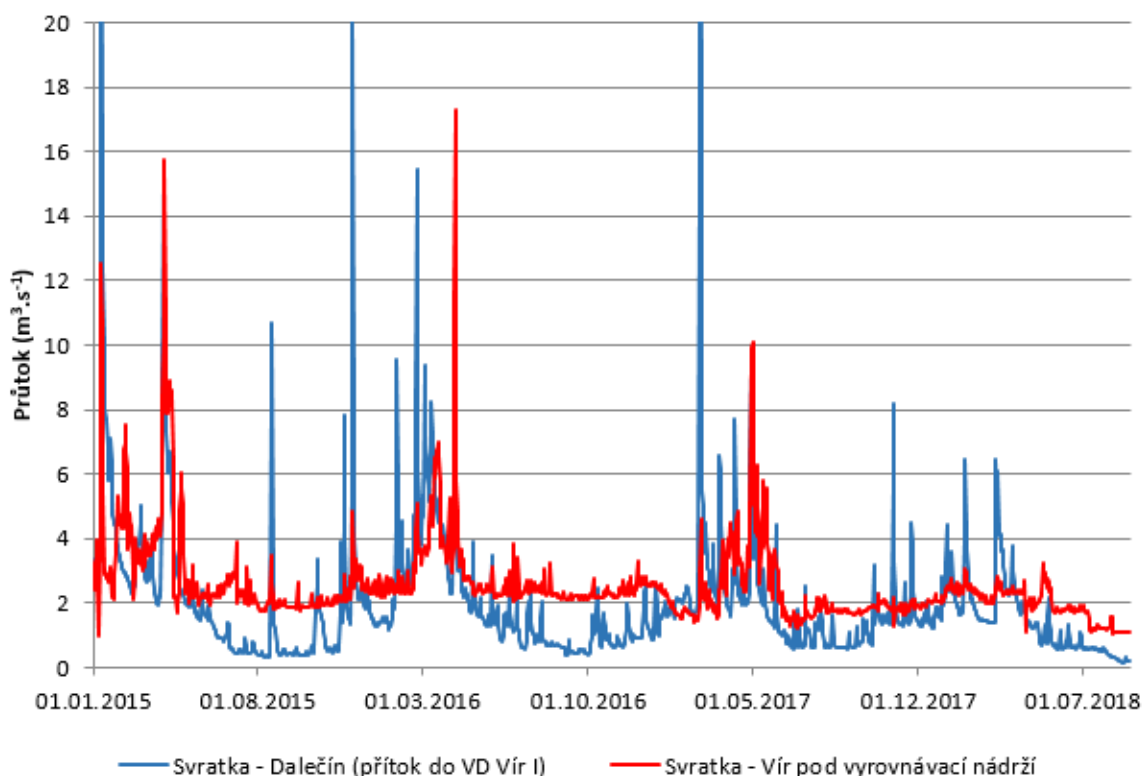
Pro demonstraci vlivu vodních nádrží na vodnost toků v období leden 2015 až srpen 2018, byly vybrány nádrže Mostiště a Vír I (resp. Vír II). Z vyhodnocených průměrných denních průtoků (obr. 28 a 29) je zřetelně vidět význam těchto vodních děl v obdobích hydrologického sucha.



Obr. 28 Průběh průměrných denních průtoků na Oslavě v profilech na přítoku a odtoku z VD Mostiště.

Vodárenská nádrž VD Mostiště má výrazný vliv na stabilizaci průtoků na řece Oslavě. V období let 2015 až srpen 2018 byly průtoky v řece Oslavě nadlepšovány vlivem manipulace na tomto vodním díle. Přítok do nádrže poklesl v průběhu léta významně pod $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, odtok z nádrže byl ale

v průměru $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Touto zápornou bilancí došlo k významnému poklesu hladiny a snížení objemu akumulované vody v nádrži. Podobná situace nastala rovněž v případě vodní nádrže Vír I na řece Svratce. V letních měsících v období leden 2015 až srpen 2018 poklesl přítok do nádrže jen na pouhých $0,16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je 5 % dlouhodobého průměrného průtoku. Odtok pod soustavou nádrží Vír I a Vír II však nepokročil $0,99 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Došlo tedy k dramatickému úbytku objemu akumulované vody v nádrži.



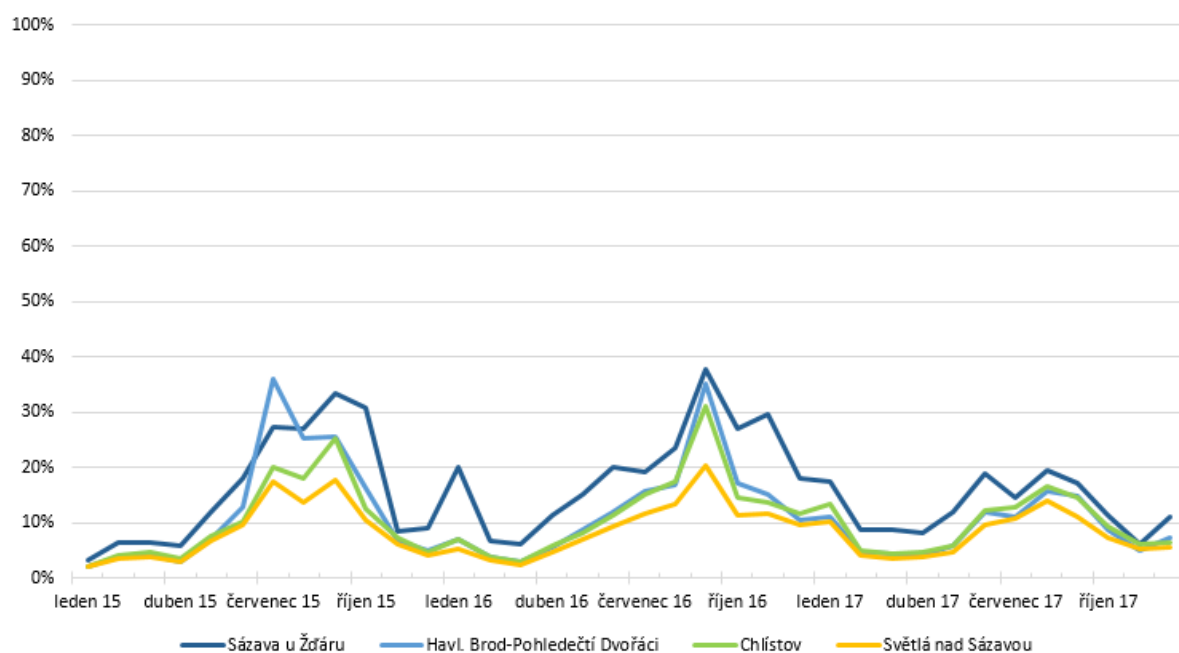
Obr. 29 Průběh průměrných denních průtoků na Svratce v profilech na přítoku a odtoku z VD Vír I.

3.1.4.2 Podíl evidovaných vypouštění odpadních vod na minimálních průtocích

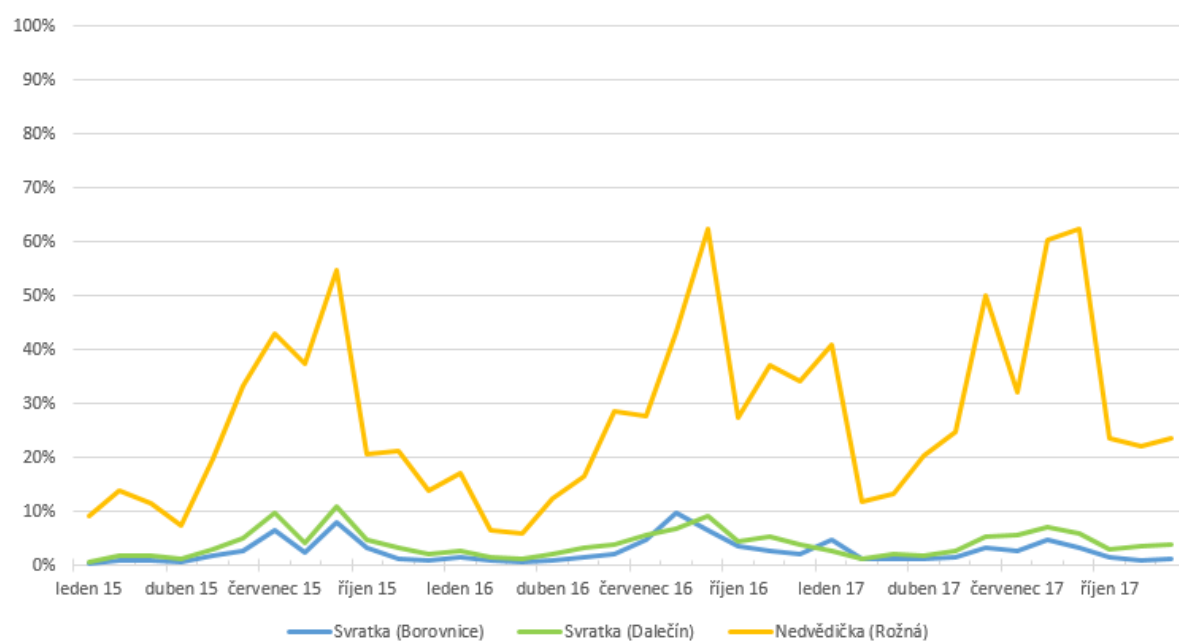
Ve studovaném období leden 2015 až srpen 2018 průtoky v tocích poklesly natolik, že mnohdy úplně vyschly a voda v korytech stála bez pohybu. Například čistírny odpadních vod ale dále fungovaly bez přerušení. U menších toků to znamená, že prakticky jediným odtokem byla odpadní voda z čistíren odpadních vod. Tento fakt je patrný z analýzy podílu evidovaných vypouštění odpadní vody na průtocích ve vodoměrných stanicích (viz Obr. 30 až 32), které je zpracováno od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2017 (evidované vypouštění za rok 2018 není zpracováno). Z této analýzy je zřejmý významný podíl vypouštěné vody na celkovém průtoku, který na Rokytne ve stanici Příštpo dosahuje až 80 % (viz Obr. 32). Ve vodoměrných stanicích v povodí Sázavy je patrný pokles podílu vypouštěných odpadních vod na celkovém průtoku se vzrůstající plochou povodí (viz Obr. 30). Sázava do stanice Sázava u Žďáru má plochu povodí 133 km^2 , zde na přelomu léto/podzim dosahuje

podíl mezi 30 – 40%. Naproti tomu stanice Světlá nad Sázavou, která má plochu povodí 1142 km², v témže období dosahuje max. 20 %. V případě stanic v horní části povodí Svratky je zřejmý významný podíl vypouštěných odpadních vod ve vodoměrné stanici Rožná na toku Nedvědička (viz Obr. 31). Příčinou jsou s velkou pravděpodobností důlní vody vzniklé při těžbě a zpracování nerostných surovin v oblasti Rožné (uraninit a coffinit). V povodí Jihlavy kromě již zmiňované stanice Příštpo na Rokytne lze zmínit stanici Ptáčov, kde se významně projevuje vliv vypouštění odpadních vod z ČOV Třebíč. V situaci, kdy v Jihlavě (Ptáčov) protékalo méně než 0,5 m³.s⁻¹ a z ČOV Třebíč vytékalo kolem 0,1 m³.s⁻¹, v takovém případě podíl vypouštění odpadních vod mohl být velmi významný.

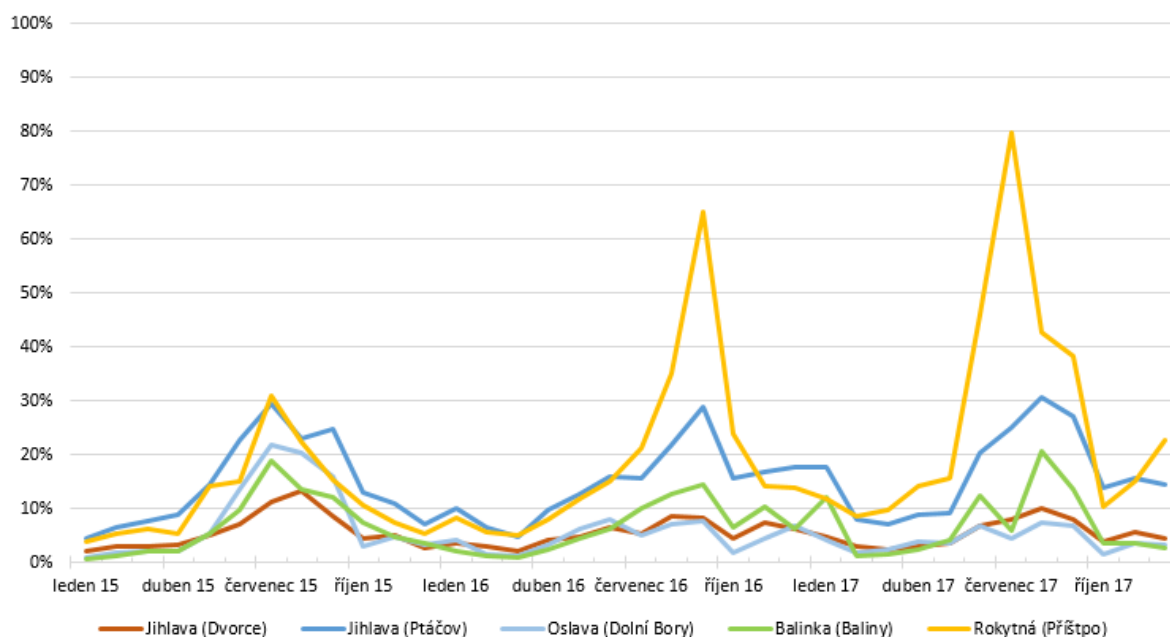
Je také nutné říci, že uváděné podíly evidovaných vypouštění odpadní vody na průtocích byly počítány vždy za celé povodí po jednotlivé stanice. Při výpočtech se vycházelo ze seznamu vypouštění odpadních vod, kde se eviduje množství vypouštěné odpadní vody za měsíc, od jednotlivých subjektů. Vedení této evidence je stanoveno zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách. Údaje z této evidence byly převzaty od podniků Povodí Moravy, s.p., Povodí Labe, s.p. a Povodí Vltavy, s.p. Do této evidence nejsou zahrnuty vypouštění odpadních nebo důlních vod, jejichž množství je nižší než 6000 m³ za rok nebo nižší než 500 m³ za měsíc (výjimkou jsou koupaliště), což je upraveno v zákoně o vodách v souvislosti s nakládáním s vodami. Tyto údaje byly dále přepočítány na měsíční průtoky a srovnány s měsíčními průtoky naměřenými ve stanicích. Ostatní možná ovlivnění vodnosti toku, a tím i podílu vypouštěných vod (zásak, výpar, neevidovaný odběr vody, balastní vody, atd.) nebyly uvažovány, protože pochopení a podrobná analýza jednotlivých povodí je velice složitá, vstupuje do ní celá řada přírodních i antropogenních faktorů a podchytit tak reálné ovlivnění mnohdy ani není možné. Cílem této kapitoly je tedy pouze upozornění, že s prohlubujícím se suchem a snižující se vodností toku, výrazně roste podíl vypouštěných vod (na jejich množství sucho nemá zásadní vliv) ve vodách povrchových.



Obr. 30 Podíl evidovaných vypouštění odpadní vody na průtocích v Sázavě v období let 2015 až 2017.



Obr. 31 Podíl evidovaných vypouštění odpadní vody na průtocích v povodí horní Svatky v období let 2015 až 2017.



Obr. 32 Podíl evidovaných vypouštění odpadní vody na průtocích v povodí Jihlavy v období let 2015 až 2017.

3.1.5 Shrnutí hydrologické situace

Na základě výše zmíněných údajů je zřejmé, že hydrologické sucho v období let 2015 až srpen 2018 postihlo většinu vodních toků v oblasti Kraje Vysočina. Na většině toků hladiny klesly po dobu několika týdnů výrazně pod úroveň 355denního a 364denního průtoku, což potvrzují i hydrometrická měření provedená v terénu. Některé toky na několik dní zcela vyschly (Borovský potok, Martinický potok, Libochovka, atd.). Dle výsledků hydrometrických měření a délce dnů, kdy byly průtoky pod úrovní 355denního a 364denního průtoku, došlo v roce 2018 na většině toků k poklesům průtoků až na historická minima. Hydrologické sucho tedy postihlo prakticky celý Kraj Vysočina. Nejdelší podkročení Q_{355} bylo zaznamenáno v povodí Jedlovského potoka, horní Svratky, Moravské Dyje, Maršovského potoka, Brtnice, Želetavky, Sázavy nad Želivkou, Borovského potoka, Sázavky a Martinického potoka. Déle trvající minimální průtoky ve vodoměrné stanici Boršov na Jedlovském potoce jsou pravděpodobně způsobeny převodem části vody z Jedlovského potoka do Maršovského potoka ve smyslu nadlepšení průtoků na přítoku do VD Hubenov.

Na základě naměřených dat ve vodoměrných stanicích začalo ve většině povodí docházet k vyčerpávání zásob podzemních vod v březnu 2018 (ve smyslu dotace podzemních vod do povrchových), od té doby denní průtoky významně klesaly až do minim v srpnu 2018. Nejrazantnější měsíční pokles denních průtoků většinou proběhl v dubnu a květnu a především však v červenci až srpnu, kdy například ve stanici Brtnice byl 1. července 2018 denní průtok $0,107 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

a 31. července 2018 pak už jen $0,016 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (z Q_{330} denní pod Q_{364} denní průtok), což je pokles na 15 % původní hodnoty. Tento půlroční klesající trend denních průtoků je zcela patrný prakticky na všech sledovaných tocích ve všech povodích (kromě toků nadlepšovaných nádržemi). Příkladem nadlepšování průtoku nádržemi je vodní nádrž Mostiště na Oslavě, kde průtoky na přítoku do nádrže (Dolní Bory) poklesly pod úroveň Q_{355} denního průtoku, ale pod nádrží v profilu Mostiště pod nádrží nedošlo k pokročení Q_{355} denního průtoku. S výskytem minimálních průtoků se rovněž významně projevilo vypouštění například z čistíren odpadních vod (ČOV). Po úplném vyschnutí vodního toku byly vypouštěné odpadní vody jediným odtokem z povodí. Tento podíl vytékajících odpadních vod dosahoval až 80 % (Rokytná – Příštpo) z celkového průtoku, který v daném profilu na vodním toku protékal.

3.2 Podzemní vody

Klimatologické a půdní sucho, dané nedostatkem srážek, které se vyskytne v průběhu jediného roku ve vegetačním období, může mít katastrofální následky, pokud jde např. o zemědělskou úrodu, ale z hlediska zásobování obyvatelstva nemusí být jeho dopady tak významné. Podstatně nepříznivější situace však nastává, když se deficit srážek prohlubuje v rámci víceletého období, kdy dochází k postupnému poklesu zásob podzemních vod. V případě výrazně zakleslých úrovní hladin podzemních vod dochází k značnému zmenšení dotace do povrchových toků a nástup hydrologického sucha na povrchových tocích může po odeznění odtoku z jarního tání nastat ve vegetačním období velmi rychle.

3.2.1 Použitá metodika

Pro vyhodnocení režimu podzemních vod v Kraji Vysočina bylo použito srovnávacího referenčního období 1981 – 2010 a dále období leden 2015 – červen 2018 pro všechny objekty hlubinné a mělké sítě vrtů a dále pro objekty pramenů, které se v kraji sledují.

Stav sucha je charakterizován třemi kategoriemi závažnosti odvozenými za referenční období 1981 – 2010. Jako mírné sucho jsou označeny stavy mírně podnormální s pravděpodobností překročení 75 – 85 %, jako silné sucho stavy silně podnormální s pravděpodobností překročení 85 – 95 % a jako mimořádné sucho jsou označeny mimořádně podnormální stavy, které odpovídají nejnižším 5 % pozorování (96 % a více).

Pro obě období byla vyhodnocena dlouhodobá měsíční křivka překročení (DMKP) s charakteristickými normály pro hodnocení režimu podzemní vody, konkrétně dlouhodobý měsíční normál (50 % DMKP) a meze charakterizující stupně sucha (75 %, 85 % a 95 % DMKP). U objektů byl vyhodnocen roční chod podzemní vody jako průměrné měsíční hodnoty, průměrné měsíční minima a průměrné měsíční

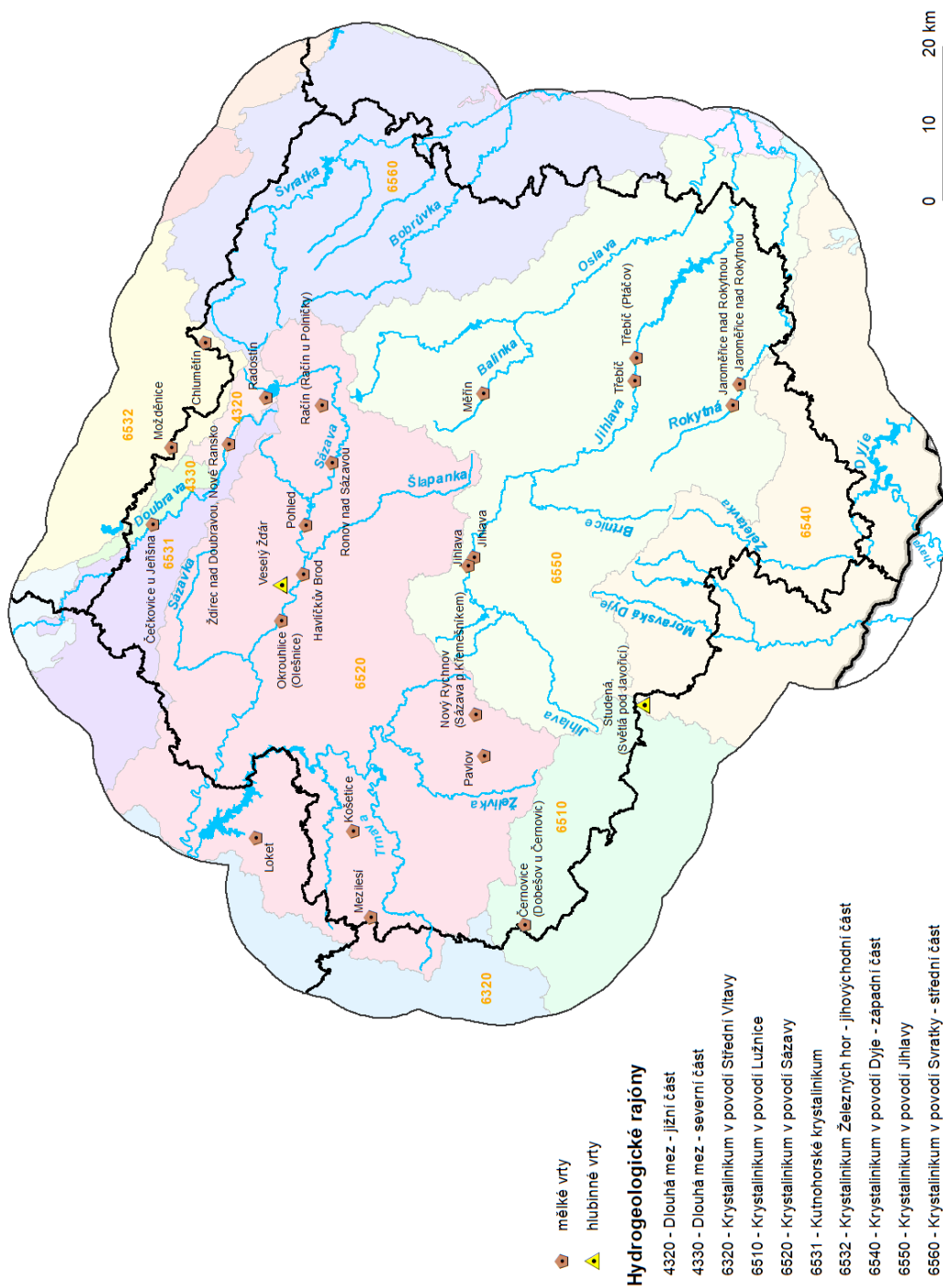
maxima. Dále byly vyhodnoceny absolutní minimální a maximální hodnoty za celou dobu pozorování objektů. Pro objekty hlubinných vrtů bylo použito dlouhodobé křivky překročení (DKP) pro celé referenční období, vzhledem ke kratším pozorovacím řadám. Vrty popisují stav podzemní vody pod terénem, prameny pak vydatnosti podzemní vody v l/s.

3.3 Vyhodnocení hladin mělkých vrtů

V Kraji Vysočina je celkem 22 vrtů mělké sítě, které zasahují do kvartéru. Zvodně jednotlivých vrtů jsou maximálně do hloubky 15 m. V okrese Jihlava se nachází 2 vrty, v okrese Pelhřimov 5 vrtů, v Okrese Třebíč a Žďár nad Sázavou shodně po 4 vrtech a v okrese Havlíčkův Brod je celkem 7 mělkých vrtů. Pro vyhodnocení období 2015 – 2018 jsou objekty rozděleny podle hydrogeologických rajónů (dále HGR) vzhledem ke shodné struktuře podloží. Rozdělení dle okresů by bylo v případě objektů sledujících podzemní vody zkreslené a neobnášelo by přesné informace. V jednotlivých skupinách dle HGR je vyhodnoceno období leden 2015 – červen 2018. Data od července 2018 nejsou autorizována a nelze je statisticky prozatím vyhodnotit.

Jednotlivé pozorované vrty ležící i relativně blízko sebe mohou reprezentovat různé geologické struktury s různým režimem podzemních vod. Interpolací hodnot úrovní hladin z nejbližších sousedních vrtů lze proto dosáhnout reprezentativnějšího vyjádření míry hydrologického sucha podzemních vod v dané oblasti. V Kraji Vysočina jsou zastoupeny tyto HGR:

- 6550 – Krystalinikum v povodí Jihlavy (povodí Dyje) – 7 mělkých vrtů
- 6520 – Krystalinikum v povodí Sázavy (povodí Dolní Vltavy) – 9 mělkých vrtů
- 6510 – Krystalinikum v povodí Lužnice (povodí Horní Vltavy) – 1 mělký vrt
- 6532 – Krystalinikum v povodí Železných hor – jihovýchodní část (povodí Horního a středního Labe) – 2 mělké vrty
- 4320 – Dlouhá mez – jižní část (povodí Horního a středního Labe) – 3 mělké vrty



Obr. 33 Situace hlubinných a mělkých vrtů.

Podloží tvoří horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika. Dlouhou mez tvoří horniny sedimentů svrchní křídy. Přehled jednotlivých vrtů je uveden níže v tabulce.

Tab. 16 Přehled mělkých vrtů v Kraji Vysočina.

č. obj.	název objektu	tok	okres	HGR	název HGR	horniny HGR	plocha HGR [km ²]	povodí
VB0303	Jihlava	Jihlava	Jihlava	6550	Krystalinikum v povodí Jihlavy	Horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika	2568,94	Dyje
VB0304	Třebíč	Jihlava	Třebíč					
VB0305	Třebíč (Ptáčov)	Jihlava	Třebíč					
VB0308	Jaroměřice nad Rokytnou	Rokytná	Třebíč					
VB0310	Jaroměřice nad Rokytnou	Rokytná	Třebíč					
VB0412	Jihlava	Jihlava	Jihlava					
VB0443	Měřín	Balinka	Žďár n. Sáz.	6532	Kryst. Železných hor	Horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika	726,16	Horní a stř. Labe
VP0252	Chlumětín	Chrudimka	Žďár n. Sáz.					
VP0254	Možděnice	Chrudimka	Havl. Brod					
VP0360	Radostín	Doubrava	Žďár n. Sáz.	4320	Dlouhá mez - jižní část	Sedimenty svrchní křídý	65,72	
VP0362	Ždírec nad Doub. (Nové Ransko)	Doubrava	Havl. Brod					
VP0365	Jeřišno (Čečkovice)	Doubrava	Havl. Brod					
VP1035	Černovice (Dobešov u Černovic)	Lužnice	Pelhřimov	6510	Kryst. v p. Lužnice	Horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika	1533,84	Horní Vltava
VP1304	Ronov nad Sázavou	Sázava	Havl. Brod	6520	Krystalinikum v povodí Sázavy		2677,41	Dolní Vltava
VP1306	Pohled	Sázava	Havl. Brod					
VP1308	Havlíčkův Brod	Sázava	Havl. Brod					
VP1309	Okrouhlice (Olešnice)	Sázava	Havl. Brod					
VP1311	Pavlov	Bělá	Pelhřimov					
VP1327	Račín u Polničky	Sázava	Žďár n. Sáz.					
VP1329	Košetice	Želivka	Pelhřimov					
VP1330	Mezilesí	Trnava	Pelhřimov					
VP1331	Nový Rychnov (Sázava p.Křemeš.)	Bělá	Pelhřimov					

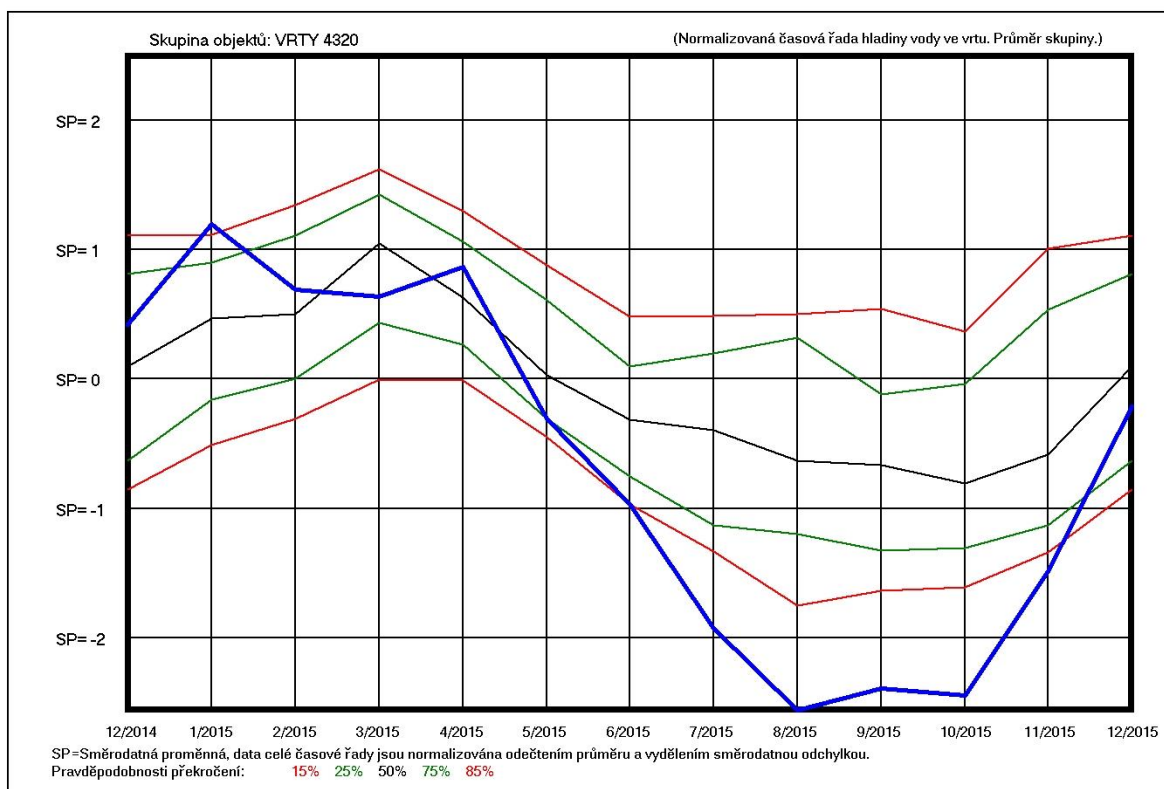
3.3.1 HGR 4320 – Dlouhá mez – jižní část

Do rajónu spadají 3 vrty, konkrétně VP0360 Radostín (nadm. výška 619,08 m n.m., odměrný bod (OB) 0,77 m, terén 618,31 m n.m.), VP0362 Ždírec nad Doubravou (nadm. výška 538,93 m n.m., odměrný bod (OB) 0,82 m, terén 538,11 m n.m.) a VP0365 Čečkovice (nadm. výška 376,08 m n.m., odměrný bod (OB) 0,83 m, terén 375,25 m n.m.). Přehled dosažených maxim a minim stavů hladiny podzemní vody uvádí tabulka 17.

Tab. 17 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

objekt	průměrný stav	minimum	maximum
VP0360	-0,86 m	-1,55 m (2007)	-0,25 m (1981)
VP0362	-1,68 m	-2,64 m (1992)	-0,55 m (1997)
VP0365	-1,0 m	-1,73 m (1990)	-0,37 m (2009)

Průběh průměrné celkové hladiny v mělkých vrtech HGR 4320 **za rok 2015** je znázorněn na obr. 34, kde osa y vyjadřuje směrodatnou odchylku. Z grafu je patrný zvyšující se deficit mělkých zvodní podzemních vod již od jara. V době obvyklých jarních maxim nedosáhla hladina ani na normální úroveň (černá čára v grafu) na tzv. měsíční křivce překročení (dále MKP) a od dubna klesala s větší intenzitou, než je pro dané měsíce obvyklé. Klesání hladiny neprobíhalo na jednotlivých vrtech stejně. Rozdíly zařazení výšek hladiny v mělkých vrtech na MKP pro jednotlivé vrty jsou znázorněny v tabulce 18.



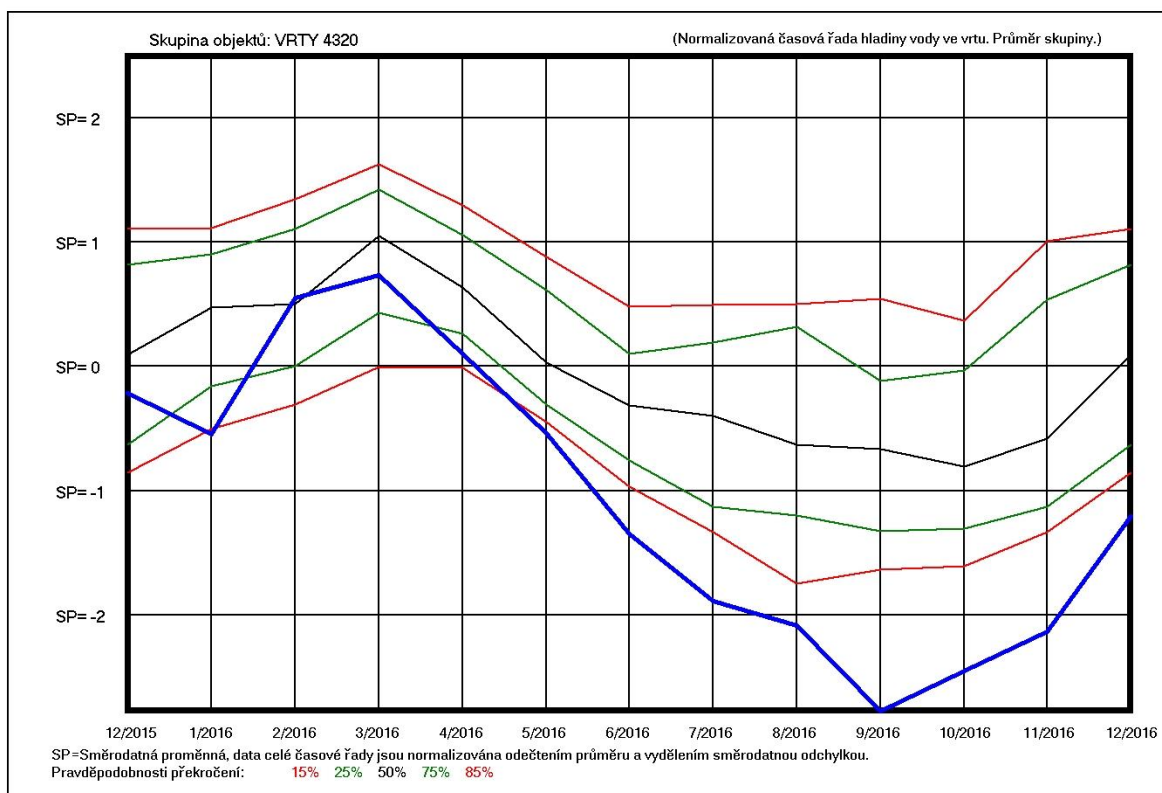
Obr. 34 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 4320 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 18 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtů i celou skupinu.

objekt	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0360	28	47	67	39	75	97	97	97	97	97	91	67
VP0362	9	46	67	20	77	79	85	95	89	88	88	60
VP0365	5	29	78	47	67	77	93	96	91	94	84	67
celá sk.	14	41	71	35	73	84	92	96	92	93	88	65

V tabulce 18 jsou světle červenou barvou zvýrazněny hodnoty pro nízkou hladinu v rozmezí MKP 75 – 84 % a tmavě červenou jsou zvýrazněny hladiny velmi nízké pod mezí pro sucho, tj. 85 % MKP. Stav podzemních vod je hodnocen podle pravděpodobnosti překročení hladiny ve vrtu v příslušném kalendářním měsíci. Hodnoty MKP jsou měsíční křivky překročení spočítané za období 1981 – 2010, přičemž hodnoty v rozmezí 25 – 75 % značí normální stav. Hodnoty s pravděpodobností překročení 75 – 85 % jsou stavy podnormální a hodnoty nad 85 % stavy silně podnormální. Analogicky znamená pravděpodobnost překročení 15 – 25 % nadnormální stav hladiny, která je vyznačena světle modrou

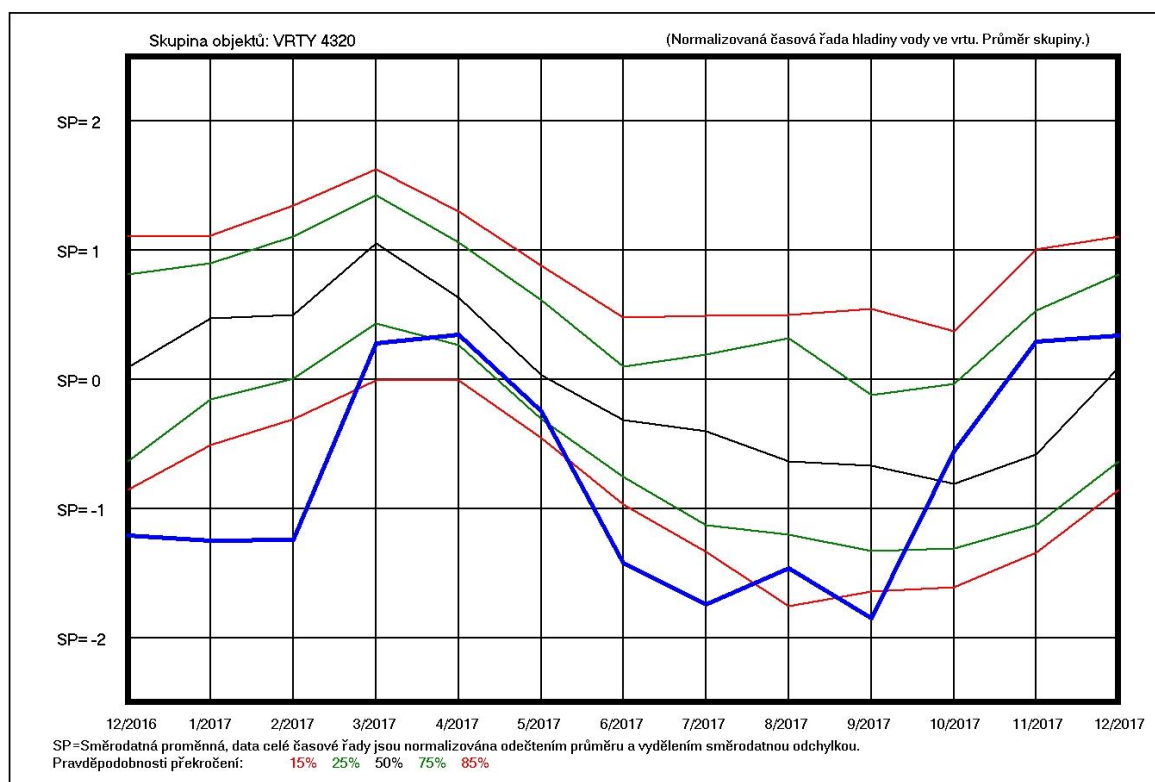
barvou. Analogicky je vyhodnocen také rok 2016, 2017 a 2018, jejichž grafické a tabulkové přehledy následují níže.



Obr. 35 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 4320 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 19 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrty i celou skupinu.

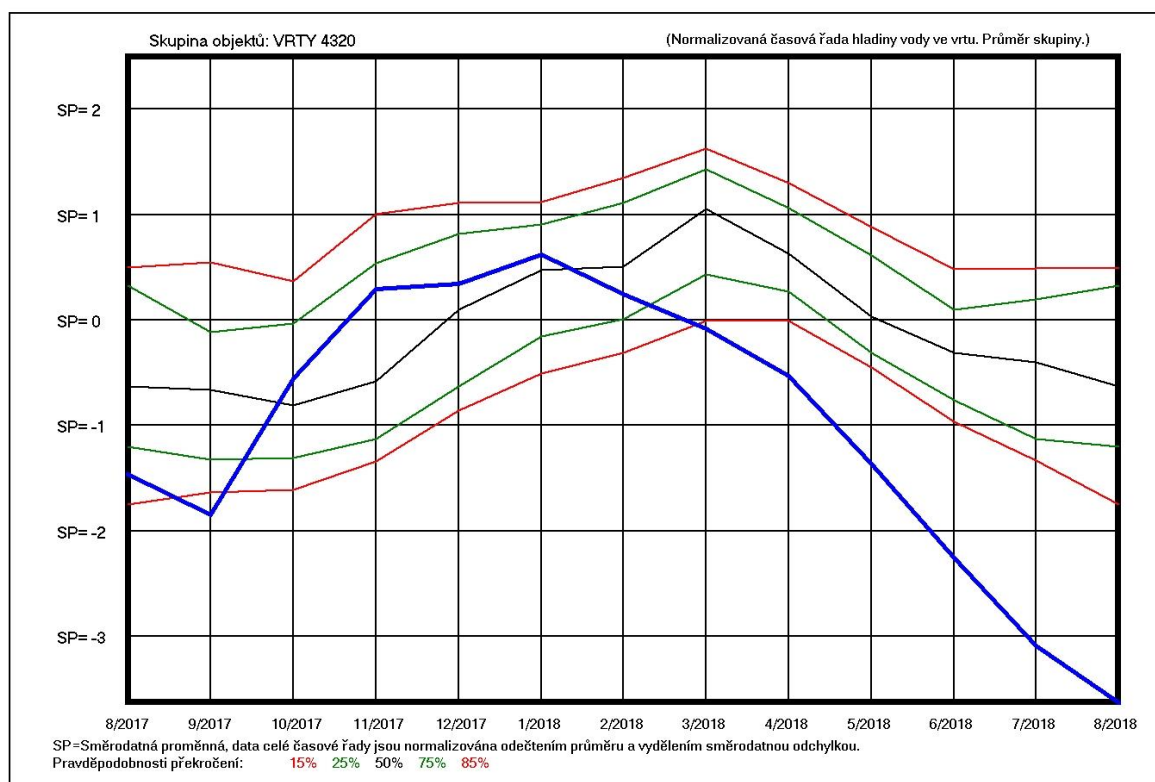
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0360	84	53	73	82	86	97	96	94	97	97	97	97
VP0362	86	31	43	76	77	57	75	80	86	85	88	91
VP0365	90	61	77	91	89	94	97	89	95	92	89	90
celá sk.	87	48	64	83	84	83	89	88	93	91	91	93



Obr. 36 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 4320 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 20 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrty i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0360	97	97	83	78	86	97	93	89	97	59	44	47
VP0362	95	97	67	40	50	28	62	58	73	46	25	29
VP0365	96	94	86	78	86	97	97	80	76	21	25	56
celá sk.	96	96	79	65	74	74	84	76	82	42	31	44



Obr. 37 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 4320 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 21 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtů i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0360	50	77	85	97	97	97	97	97				
VP0362	12	51	84	97	94	81	97	97				
VP0365	59		89	95	97	97	97	97				
celá sk.	40	64	86	96	96	92	97	97				

Z průběhu hladin podzemních vod vyplývá, že rok 2015 byl v rajónu HGR 4320 až do dubna normální, v prvních měsících roku dokonce nadnormální u dvou ze tří vrtů sledované skupiny. V květnu hladiny podzemní vody zaklesly pod 75% úrovně MKP, tedy do oblasti mírného sucha, které se v červenci v celé oblasti rozšířilo do úrovně silného až mimořádného sucha s úrovní MKP nad 85 %. Tato situace přetrvávala až do měsíce prosince, kdy se vlivem sněhové pokrývky hladiny podzemních vod vrátily do

normálních stavů kolem 65 % MKP. Rok 2016 byl opět velmi suchý, již v lednu vrty dosáhly hranic silného sucha. Pouze v únoru a v březnu byly v dané oblasti hladiny podzemních vod v rozmezí pro normální stav, tedy od 48 % do 64 %. Od dubna opět nastoupila sucha, která přetrvávala až do měsíce září 2017. Výjimku tvoří pouze vrt VP0362, který je ovlivněn blízkostí povrchového toku. Díky podzimním a zimní srážkám se hladiny podzemní vody v oblasti stabilizovaly v období říjen 2017 – únor 2018 na stavy kolem 42 % MKP. Od března 2018 opět nastává prudký pokles k mimořádným suchům a hodnotám pod 95 % MKP, v této konkrétní oblasti až na hodnoty 97 %. Tento stav přetrvává do současnosti.

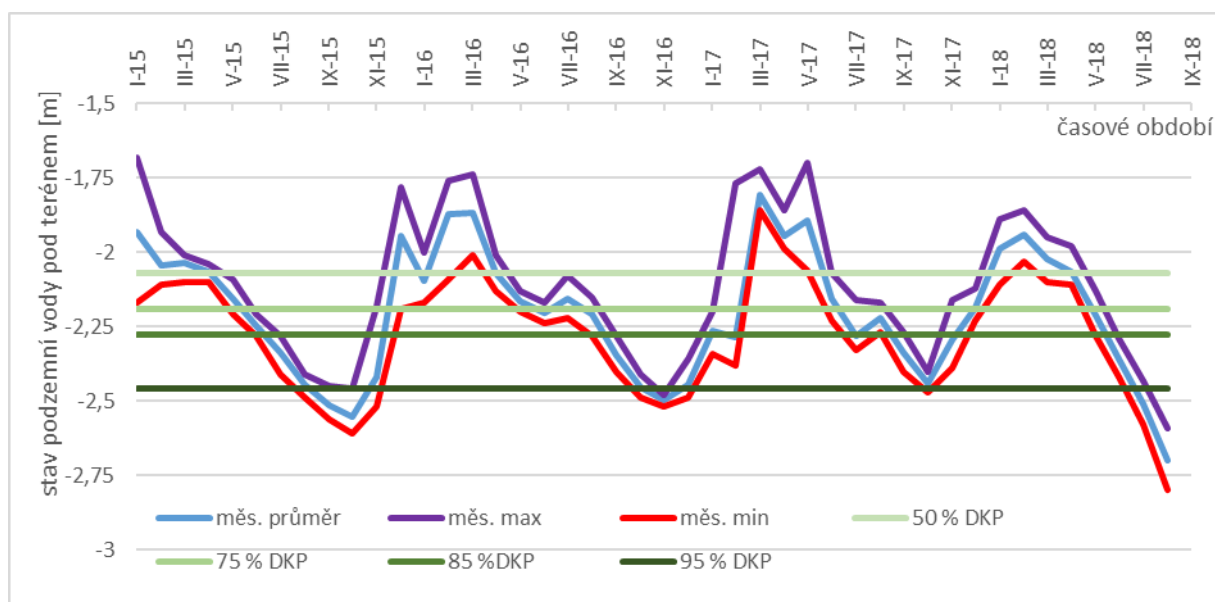
3.3.2 HGR 6510 – Krystalinikum v povodí Lužnice

Do rajónu spadá pouze jeden vrt VP1035 Černovice (Dobešov u Černovic) v okrese Pelhřimov. Celková hloubka vrtu je 35 m. Nadmořská výška vrtu je 570,68 m n.m., odměrný bod (OB) 0,94 m, terén 569,74 m n.m. Jeho vyhodnocení bylo provedeno odlišně od oblastí, kde je skupina vrtů.

Vrt byl vybudován v roce 2007, a proto je zde referenční období stanoveno od roku 2007 do roku 2014. Jak z něj vyplývá, v rámci sezónního doplňování podzemních vod byl v období leden 2015 – červen 2018 zachován pravidelný chod s opakující se roční periodou. Hladiny podzemní vody však byly výrazně zaklesnuty, po většinu roku pod hranicí 50 % DKP. V roce 2015 byly hladiny podzemní vody od srpna do listopadu zaklesnuty pod hranici 95 % DKP, tedy v oblasti mimořádného sucha a mimořádně podnormálních stavů hladin. Od prosince 2015 do dubna 2016 se hladina podzemní vody ve vrtu zvedla nad 50 % DKP, tedy na normální stav. Od srpna 2016 až do února 2017 hladina spodní vody opět zaklesla pod hranici 75 % DKP. Nad úroveň 50 % DKP se dostaly hladiny pouze v měsíci dubnu a květnu, poté opět dochází k poklesu. V říjnu 2017 klesá zásoba podzemní vody na úroveň 95 % DKP. Rok 2017 byl vývojem hladin podzemní vody velmi podobný roku 2015, kdy se vrt v oblasti sucha pohyboval půl roku. V roce 2018 zaklesla hladina podzemní vody na hranici sucha začátkem července a od té doby stále klesá. Na vrtu nedochází k pravidelnému ročnímu chodu formou sezónního doplňování podzemní vody a zásoba vody se blíží k absolutnímu minimu za dobu pozorování.

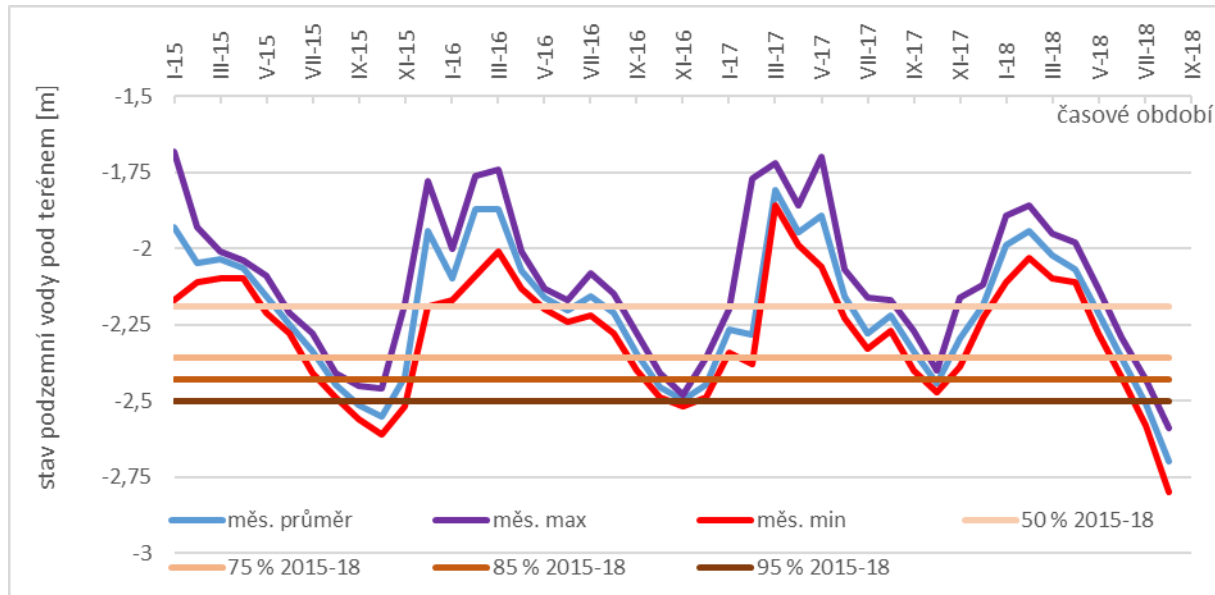
Tab. 22 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

	průměr	minimum	datum	maximum	datum
2015 - 2018	-2,20 m	-2,59 m	srpen 2018	-1,86 m	březen 2016
od poč.pozorování	-1,65 m	-2,67 m	14.11.2008	-0,79	8.2.2012



Obr. 38 Stavby hladin vrtu VB9757 za srovnávací období 2007 – 2014.

Na obr. 39 je znázorněn průběh hladin ve vrtu v období leden 2015 – červen 2018 a křivka překročení spočítaná pro sledované období. Z následující tabulky je pak zřejmé, jak by se změnily hranice pro sucho, pokud by tento stav i nadále přetrvával. Z rozdílu změn lze pak vyhodnotit, jak významně sucho ovlivňuje zásobu podzemní vody.



Obr. 39. Stavby hladin vrtu VB9757 za srovnávací období leden 2015 – červen 2018.

Na základě srovnání dlouhodobých křivek překročení lze vyhodnotit, jak se změnily hranice pro určení sucha. U 50% DKP, která určuje normální stav, se jedná o pokles o 12 cm, což procentuálně znamená propad o 6 %. Pro hranici 75 % DKP je to procentuální změna o 8 % a pro 85 % DKP změna o 7 %, u obou hranic je pokles 16 - 17 cm. U mimořádného sucha, které stanovuje 95 % DKP změna hladiny

podzemní vody dosahuje 2 % s hodnotou poklesu o 4 cm. Jednoznačně tak vyplývá, že zásobnost podzemní vody se v období 2015 – 2018 snížila.

Tab. 23 Změna hranic pro určení sucha.

hladiny PZV v [m]	2007 – 2014	2015 – 2018	pokles	% změna
50 % normál	-2,07	-2,19	0,12	5,80%
75 % mírné sucho	-2,19	-2,36	0,17	7,76%
85 % silné sucho	-2,28	-2,43	0,16	6,81%
95 % mimořádné sucho	-2,46	-2,50	0,04	1,63%

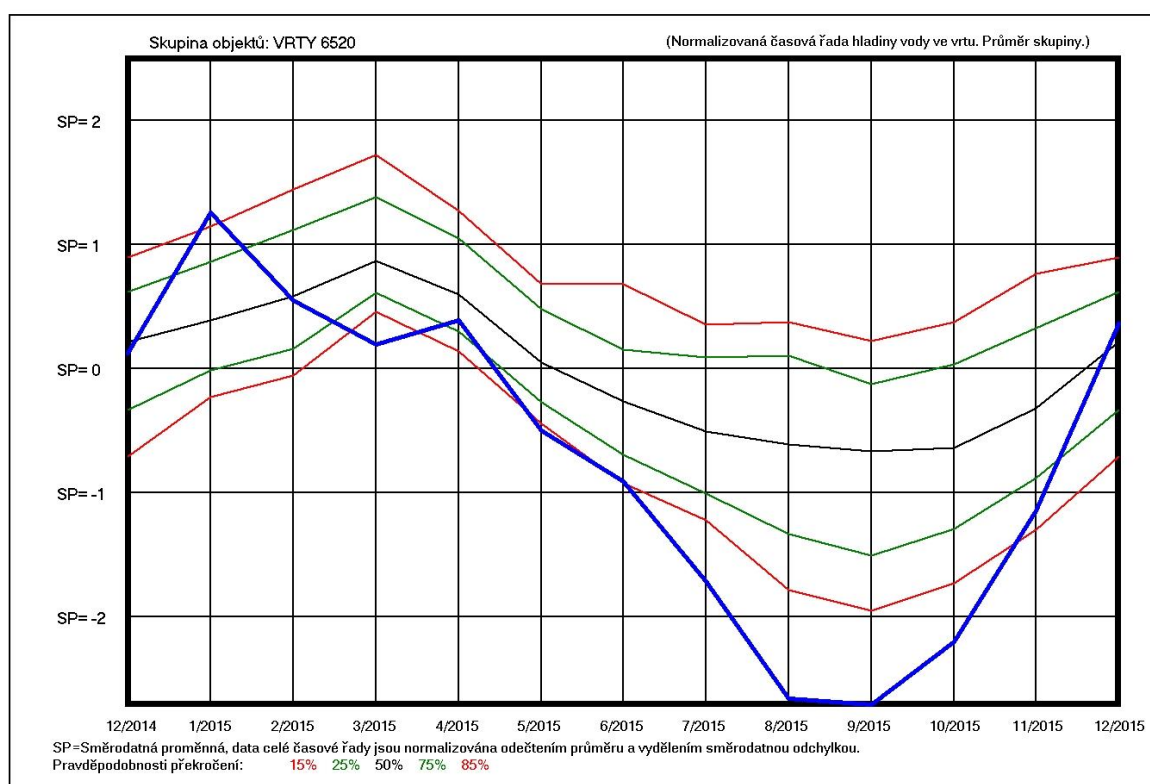
3.3.3 HGR 6520 – Krystalinikum v povodí Sázavy

Do rajónu spadá 9 vrtů, konkrétně 4 v okrese Havlíčkův Brod – VP1304 Ronov (nadm. výška 454 m n.m., odměrný bod (OB) 0,68 m, terén 453,32 m n.m.), VP1306 Pohled (nadm. výška 423,01 m n.m., odměrný bod (OB) 0,73 m, terén 422,28 m n.m.), VP1308 Havlíčkův Brod nadm. výška 409,23 m n.m., odměrný bod (OB) 0,76 m, terén 408,47 m n.m.) a VP1309 Okrouhlice (nadm. výška 398,66 m n.m., odměrný bod (OB) 0,77 m, terén 397,89 m n.m.). V okrese Pelhřimov to jsou vrty VP1311 Pavlov nadm. výška 510,62 m n.m., odměrný bod (OB) 0,8 m, terén 509,82 m n.m.), VP1329 Košetice nadm. výška 513,93 m n.m., odměrný bod (OB) 0,87 m, terén 513,06 m n.m.), VP1330 Mezilesí nadm. výška 534,53 m n.m., odměrný bod (OB) 0,98 m, terén 533,55 m n.m.) a VP1331 Nový Rychnov nadm. výška 639,52 m n.m., odměrný bod (OB) 0,9 m, terén 638,62 m n.m.). Na území okresu Žďár n.S. leží pak vrt VP1327 Račín u Poličky nadm. výška 647,39 m n.m., odměrný bod (OB) 0,87 m, terén 646,52 m n.m.). Přehled dosažených maxim a minim stavů hladiny podzemní vody uvádí tabulka 24.

Tab. 24 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

objekt	průměrný stav	minimum	maximum
VP1304	-0,64 m	-1,33 m (2015)	0,31 m (2006) - zatopen
VP1306	-0,71 m	-1,33 m (2017)	0,51 m (2010) - zatopen
VP1308	-1,28 m	-2,29 m (1983)	-0,09 m (2006)
VP1309	-1,31 m	-2,12 m (1980)	-0,21 m (1970)
VP1311	-0,54 m	-1,86 m (2015)	-0,08 m (2010)
VP1327	-6,23 m	-7,32 m (2017)	-3,86 m (2009)
VP1329	-2,1 m	-2,69 m (2015)	-1,25 m (2009)
VP1330	-1,27 m	-1,57 m (2009)	-0,38 m (2010)
VP1331	-8,66 m	-9,20 m (2008)	-6,79 m (2010)

Průběh průměrné celkové hladiny v mělkých vrtech HGR 4320 **za rok 2015** je znázorněn na obr. 40, kde osa y vyjadřuje směrodatnou odchylku. Z grafu je patrný zvyšující se deficit mělkých zvodní podzemních vod již od jara. V době obvyklých jarních maxim nedosáhla hladina ani na normální úroveň (černá čára v grafu) na tzv. měsíční křivce překročení (dále MKP) a od dubna klesala s větší intenzitou, než je pro dané měsíce obvyklé. Klesání hladiny neprobíhalo na jednotlivých vrtech stejně. Rozdíly zařazení výšek hladiny v mělkých vrtech na MKP pro jednotlivé vrty jsou znázorněny v tab. 25. Vrty VP1327, VP1329, VP1330 a VP1331 mají krátké pozorovací řady a musely by být vyhodnoceny za nestandardní období, které může zkreslit výstupy. Z tohoto důvodu byly vyhodnoceny pouze vrty, které lze vztáhnout k referenčnímu období 1981 – 2010.

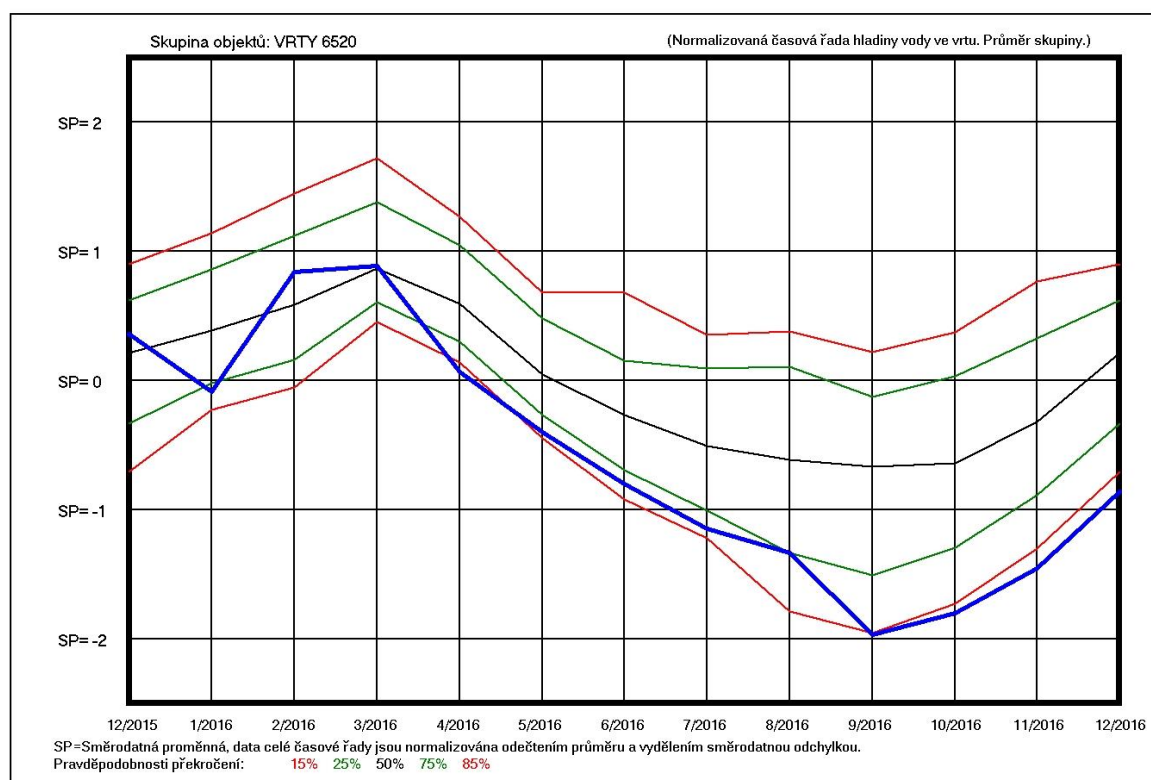


Obr. 40 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6520 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 25 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtu i celou skupinu.

objekt	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP1304	28	50	91	67	67	86	97	97	97	97	89	67
VP1306	3	54	97	59	97	89	94	91	90	90	78	35
VP1308	11	32	82	49	77	79	89	87	79	76	48	23
VP1309	3	53	93	77	90	72	85	89	87	90	80	33
VP1311	38	75	86	96	95	88	97	97	97	96	92	44
celá sk.	17	53	90	70	85	83	92	92	90	90	77	40

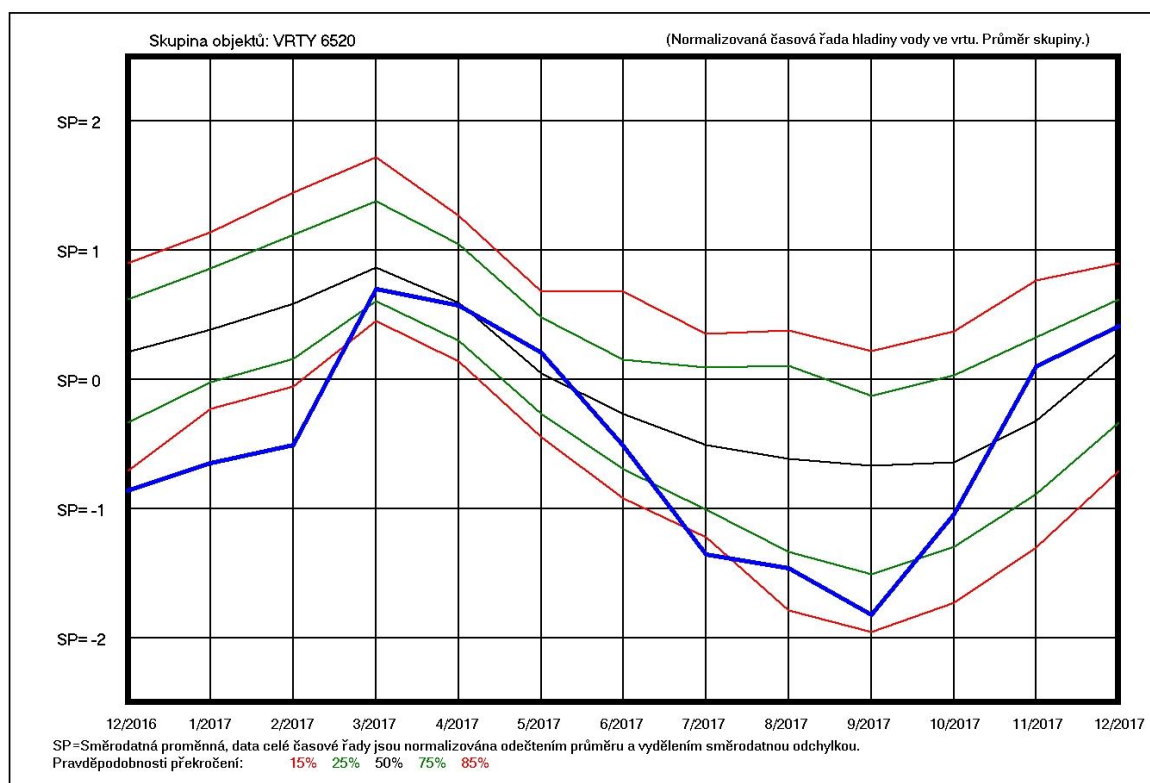
Analogicky je vyhodnocen také rok 2016, 2017 a 2018, jejichž grafické a tabulkové přehledy následují níže.



Obr. 41 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6520 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 26 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtu i celou skupinu.

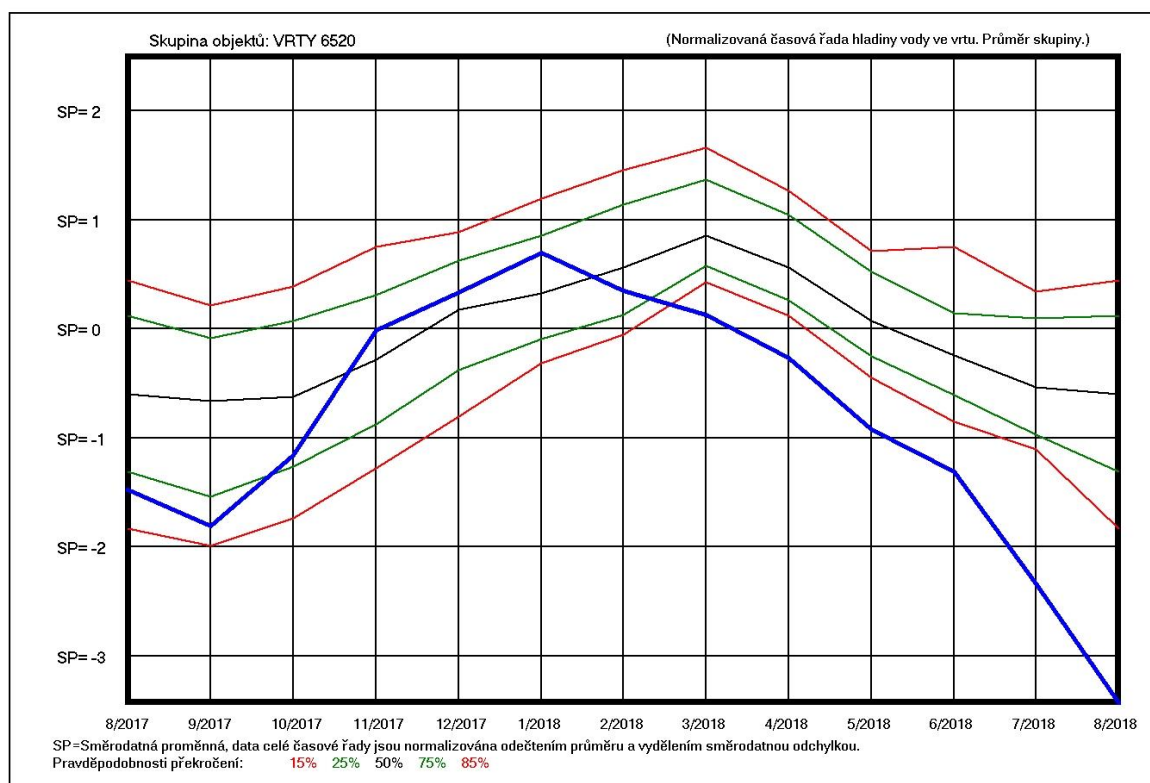
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP1304	91	49	78	88	86	86	95	97	97	97	97	97
VP1306	91	25	35	92	97	89	96	85	93	97	97	97
VP1308	65	26	38	79	63	64	60	70	80	81	82	89
VP1309	86	33	43	85	89	93	84	85	88	92	91	88
VP1311	67	67	67	87	80	50	37	11	45	37	44	53
celá sk.	80	40	52	86	83	76	74	70	81	81	82	85



Obr. 42 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6520 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 27 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtu i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP1304	97	95	88	78	63	90	97	78	91	47	26	50
VP1306	97	97	44	47	67	92	97	92	92	91	52	39
VP1308	93	92	75	57	27	33	69	65	77	65	37	26
VP1309	90	88	46	33	11	31	77	75	86	46	21	22
VP1311	67	67	53	33	31	50	79	68	72	68	52	56
celá sk.	89	88	61	50	40	59	84	76	84	63	38	39



Obr. 43 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6520 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 28 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtů i celou skupinu.*

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP1304	38	85	97	97	97	97	97	97				
VP1306	24	67	97	97	97	97	97	97				
VP1308	21	39	85	91	83	88	91	92				
VP1309	není vyhodnoceno											
VP1311	58	67	79	90	97	96	97	97				
celá sk.	35	64	90	94	94	94	96	96				

Z průběhu hladin podzemních vod vyplývá, že rok 2015 byl v rajónu HGR 6520 až do dubna normální, v lednu 2015 dokonce nadnormální u tří z pěti vrtů sledované skupiny. V březnu 2015 poprvé hladiny dosáhly mimořádných such, ovšem v březnu se rychle vrátily do normálních stavů v rámci celé oblasti. Lokálně se situace na vrtech lišila dle ovlivnění, které se v konkrétních oblastech nachází. V květnu hladiny podzemní vody zaklesly pod 85% úroveň MKP, tedy do oblasti silného sucha, které se v červenci v celé oblasti rozšířilo do úrovně mimořádného sucha s úrovní MKP nad 90 %. Tato situace přetrvávala až do měsíce listopadu, kdy se vlivem sněhové pokrývky hladiny podzemních vod vrátily do normálních stavů kolem 70 % MKP, v prosinci dokonce na úroveň 40% MKP. Rok 2016 byl v rámci celé oblasti normální až mírně suchý. V lednu byly hladiny na úrovni 80 % MKP, v únoru a březnu se deficit vyrovnal a úrovně hladin se pohybovaly na 40 – 52 % MKP, tedy ve stavu normálním. Od května 2016 byly hladiny zaklesnuty v úrovni mírného sucha a to až listopadu 2016. V prosinci 2016 pak došlo v oblasti k poklesu na hranici silného sucha – 85% MKP. Rok 2017 v rajónu HGR 6520 také nebyl až tak extrémní. Pouze v měsících leden a únor byla oblast nad hranicí 88 %, tedy v silném suchu. Od března až do července se pohybovaly hladiny podzemních vod kolem normálu v rozsahu 40 – 61 %. V červenci dochází k zaklesnutí hladin do mírného sucha (76 – 88 % MKP). Díky podzimním a zimní srážkám se hladiny podzemní vody v oblasti stabilizovaly v období říjen 2017 – únor 2018 na stavy v rozsahu 38 – 64 % MKP. Od března 2018 opět nastává prudký pokles k mimořádným suchům a hodnotám nad 94 % MKP. Tento stav přetrvává do současnosti.

3.3.4 HGR 6532 – Krystalinikum Železných hor

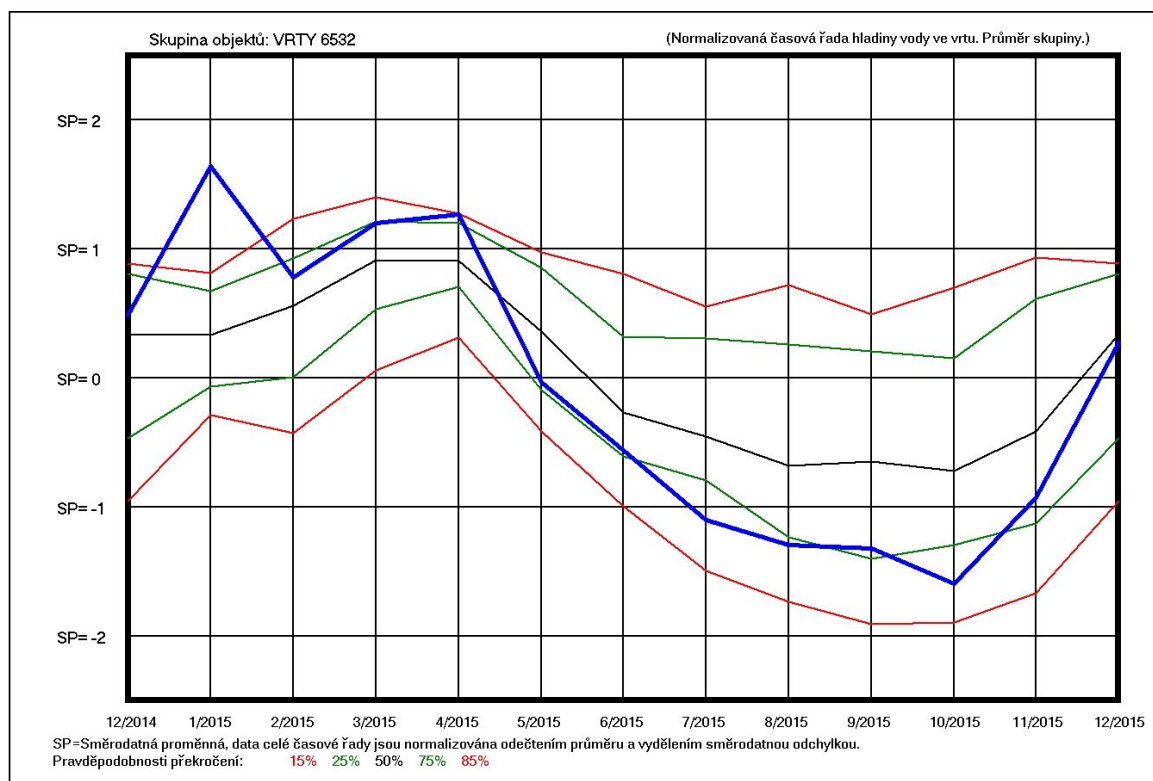
Do rajónu spadají 2 vrtů, konkrétně VP0252 Chlumětín (nadm. výška 630,49 m n.m., odměrný bod (OB) 1,07 m, terén 629,44 m n.m.) a VP0254 Možděnice (nadm. výška 564,32 m n.m., odměrný bod

(OB) 1,07 m, terén 563,25 m n.m.). Přehled dosažených maxim a minim stavů hladiny podzemní vody uvádí tabulka 29.

Tab. 29 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

objekt	průměrný stav	minimum	maximum
VP0252	-0,427 m	-1,31 m (1992)	0,42 m (1965) - zatopen
VP0254	-1,825 m	-2,99 m (1992)	-0,57 m (1966)

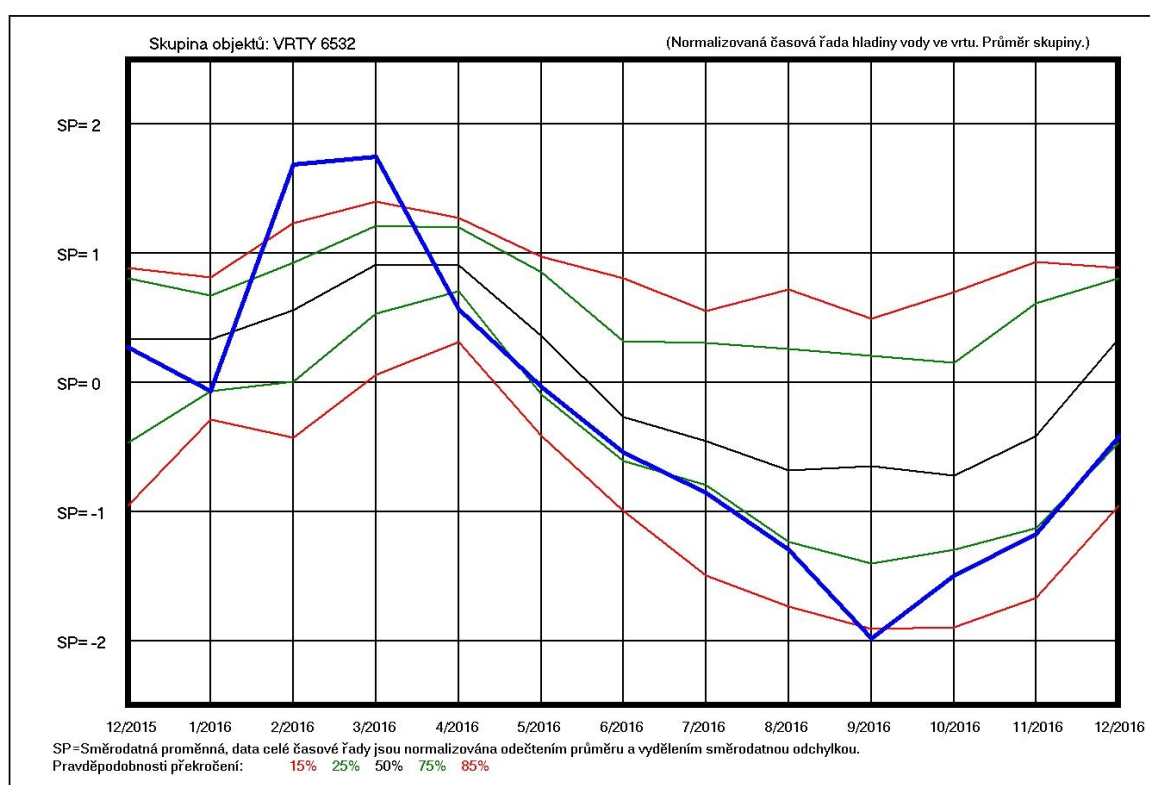
Průběh průměrné celkové hladiny v mělkých vrtech HGR 6532 **za rok 2015** je znázorněn na obr. 44, kde osa y vyjadřuje směrodatnou odchylku. Rozdíly zařazení výšek hladiny v mělkých vrtech na MKP pro jednotlivé vrty jsou znázorněny v tab. 30.



Obr. 44 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6532 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 30 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtů i celou skupinu.

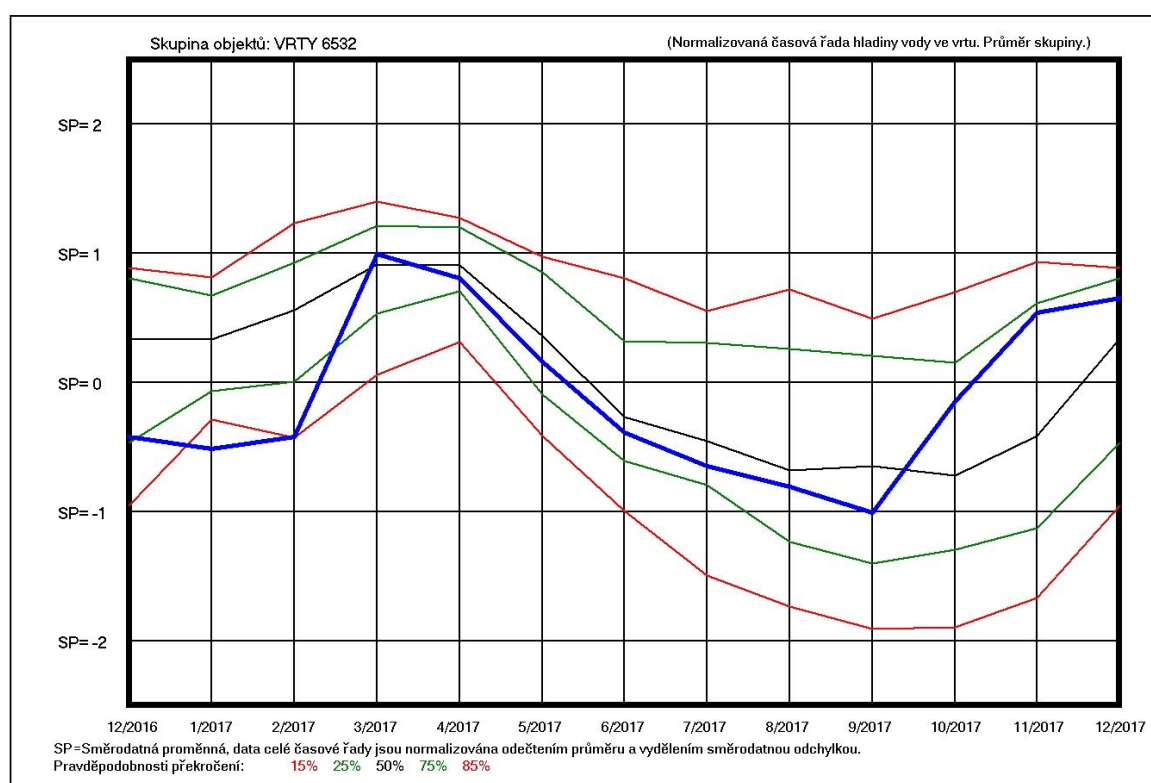
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0252	3	22	24	33	67	67	80	75	70	80	68	50
VP0254	4	46	27	11	74	71	79	85	77	83	67	53
celá sk.	4	34	26	22	70	69	80	80	74	82	68	52



Obr. 45 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6532 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 31 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtý i celou skupinu.

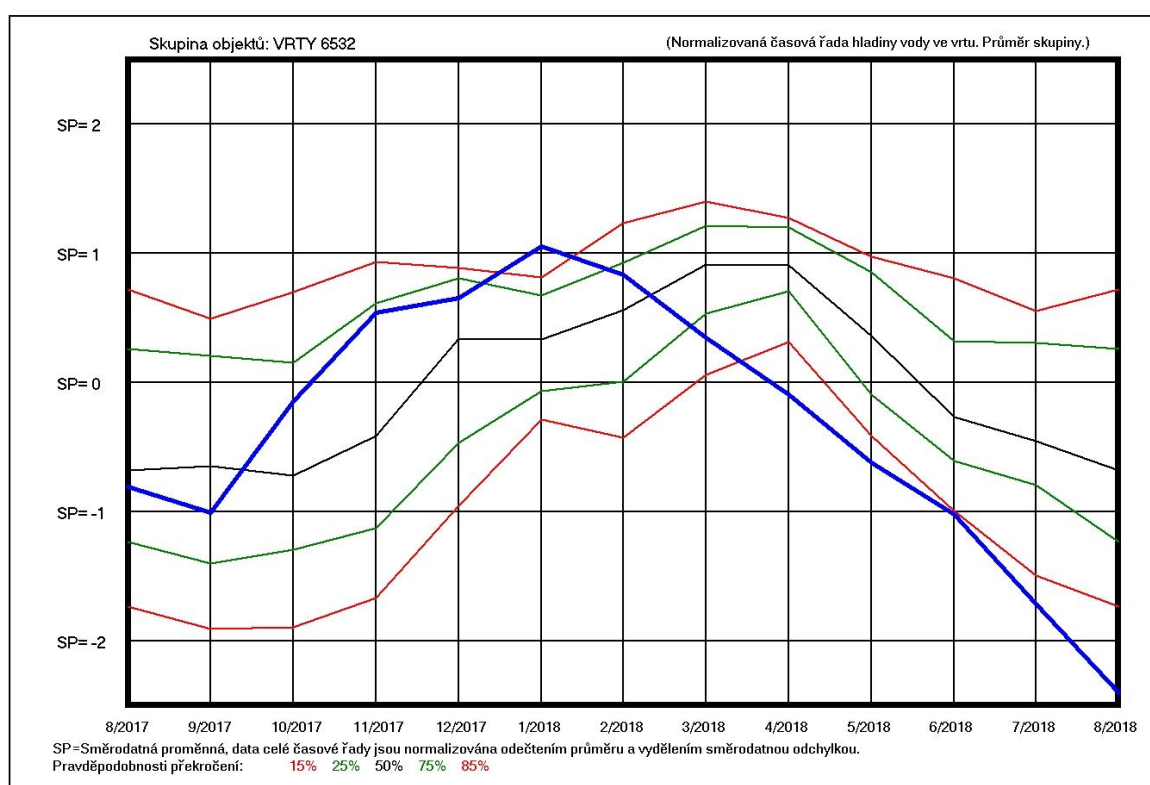
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0252	64	3	10	80	75	75	77	78	89	78	76	71
VP0254	78	5	4	78	65	63	72	65	79	81	75	78
celá sk.	71	4	7	79	70	69	74	72	84	80	76	74



Obr. 46 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6532 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 32 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtů i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0252	88	77	62	50	55	53	67	50	68	31	23	33
VP0254	87	87	33	68	65	61	63	57	59	38	32	30
celá sk.	88	82	48	59	60	57	65	54	64	34	28	32



Obr. 47 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6532 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 33 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtů i celou skupinu.*

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VP0252	10	3	77	92	89	89	97	96	87	90	83	
VP0254	8	63	80	88	92	84	86	89	88	88	88	
celá sk.	9	33	78	90	90	86	92	92	88	89	86	

Z průběhu hladin podzemních vod vyplývá, že rok 2015 byl v rajónu HGR 6532 až do července normální, v lednu (4 % MKP) a dubnu 2015 (22 % MKP) dokonce nadnormální. V červenci 2015 hladiny zaklesly do oblasti mírného sucha (80 % MKP), které přetrvávalo až do října 2015. Listopad 2015 až leden 2016 byl opět normální, v rozsahu 52 – 71 % MKP. Únor a březen 2016 byly opět nadnormální měsíce s hodnotami do 10 % MKP. V březnu 2016 došlo k výraznému poklesu na úroveň 79 % MKP, tedy mírné sucho. Květen až srpen 2016 byly opět měsíce s normálním chodem hladin podzemních vod. Od září do prosince 2016 hladiny zaklesly do oblasti mírného sucha. Leden a únor 2017 byly hladiny zaklesnuty na úroveň silného sucha. Zbytek roku 2017 byl opět normální v rozsahu 28 – 65 % MKP. Díky sněhové pokrývce v měsících leden a únor 2018 se hladiny držely opět vysoko, kolem 9 – 33 % MKP. Od března 2018 došlo i v této oblasti k silnému nedostatku srážek a hladiny klesly do oblasti silného sucha v rozmezí 86 – 92 %. Tento stav přetrvává do současnosti.

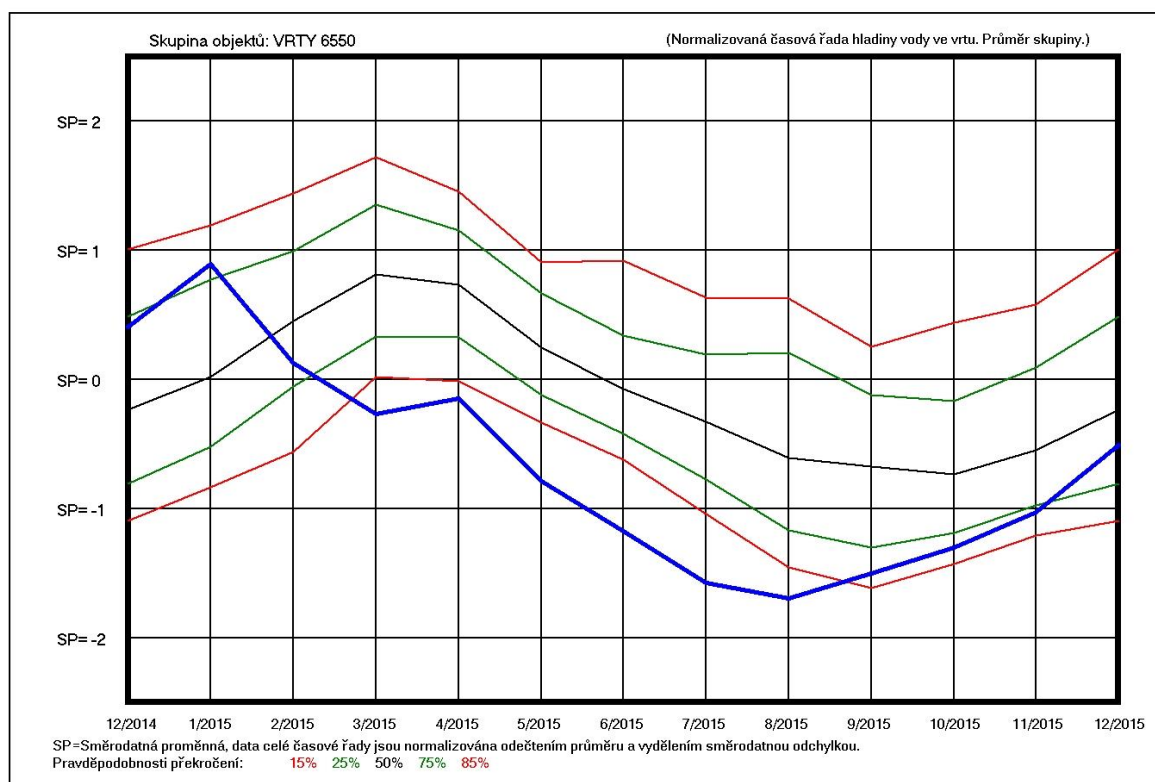
3.3.5 HGR 6550 – Krystalinikum v povodí Jihlavy

Do rajónu spadá 7 vrtů, konkrétně VB0303 Jihlava (nadm. výška 473,66 m n.m., odměrný bod (OB) 0,85 m, terén 472,81 m n.m.), VB0304 Třebíč (nadm. výška 392,23 m n.m., odměrný bod (OB) 0,8 m, terén 391,43 m n.m.), VB0305 Ptáčov (nadm. výška 388,4 m n.m., odměrný bod (OB) 0,85 m, terén 387,55 m n.m.), VB0308 Jaroměřice nad Rokytnou (nadm. výška 427,31 m n.m., odměrný bod (OB) 0,75 m, terén 426,56 m n.m.), VB0310 Jaroměřice n.R. (nadm. výška 417,85 m n.m., odměrný bod (OB) 1,02 m, terén 416,83 m n.m.), VB0412 Jihlava (nadm. výška 476,67 m n.m., odměrný bod (OB) 0,75 m, terén 475,92 m n.m.) a VB0443 Měřín (nadm. výška 492,37 m n.m., odměrný bod (OB) 1,01 m, terén 491,36 m n.m.). Přehled dosažených maxim a minim stavů hladiny podzemní vody od terénu uvádí tabulka 34.

Tab. 34 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

objekt	průměrný stav	minimum	maximum
VB0303	-1,977 m	-2,83 m (1969)	-0,98 m (2006)
VB0304	-1,422 m	-3,31 m (1990)	0 m (1985) - zatopen
VB0305	-1,019 m	-1,89 m (2017)	0,15 m (2005) – zatopen
VB0308	-1,292 m	-1,86 m (2018)	-0,32 m (1969)
VB0310	-0,781 m	-1,86 m (1995)	0,32 m (1987) – zatopen
VB0412	-2,5 m	-3,18 (2009)	-0,96 m (2018)
VB0443	-2,643 m	-2,9 m (2009)	-1,72 m (2016)

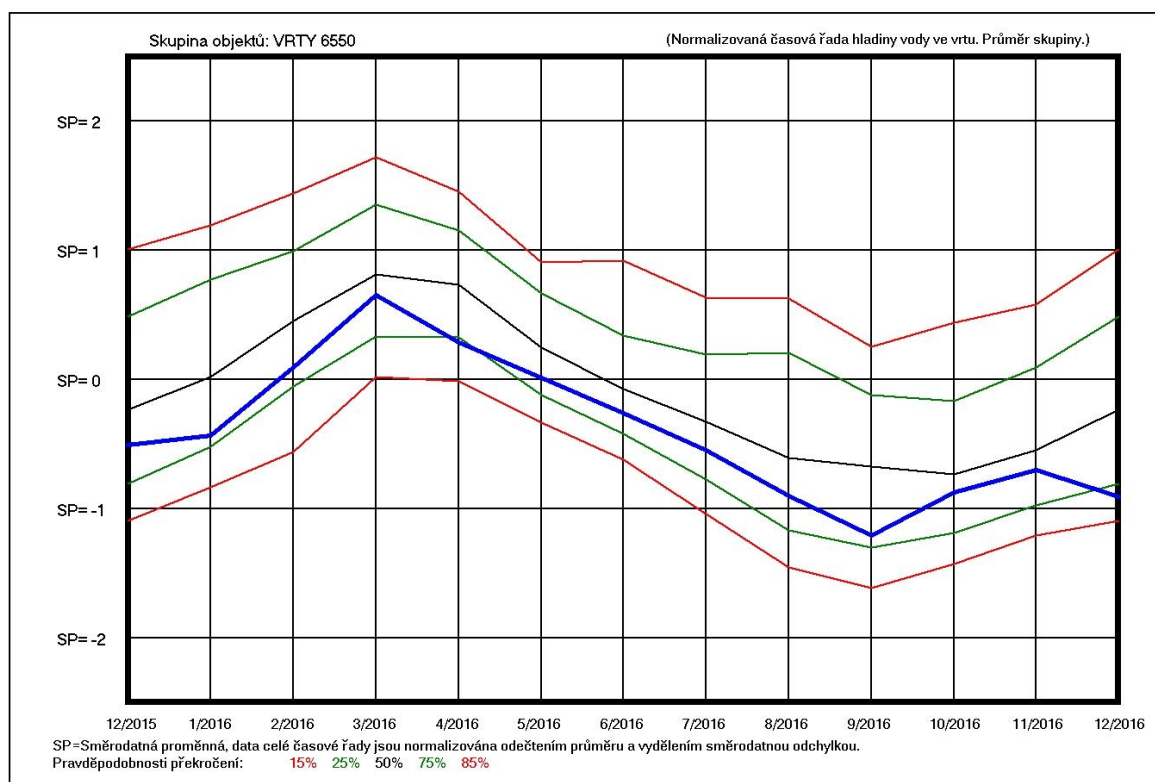
Průběh průměrné celkové hladiny v mělkých vrtech HGR 6550 **za rok 2015** je znázorněn na obr. 48, kde osa y vyjadřuje směrodatnou odchylku. Rozdíly zařazení výšek hladiny v mělkých vrtech na MKP pro jednotlivé vrty jsou znázorněny v tab. 35. Vrty VB0304, VB0412 a VB0443 jsou opět objekty, které mají nestandardní referenční období, tudíž nebyly do vyhodnocované skupiny zařazeny. Průběhy hladin podzemní vody jsou však velmi podobné zbývajícím vyhodnoceným objektům a mají stejné tendence vývoje zásoby podzemní vody. Analogicky je vyhodnocen také rok 2016, 2017 a 2018, jejichž grafické a tabulkové přehledy následují níže.



Obr. 48 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6550 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 35 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtu i celou skupinu.

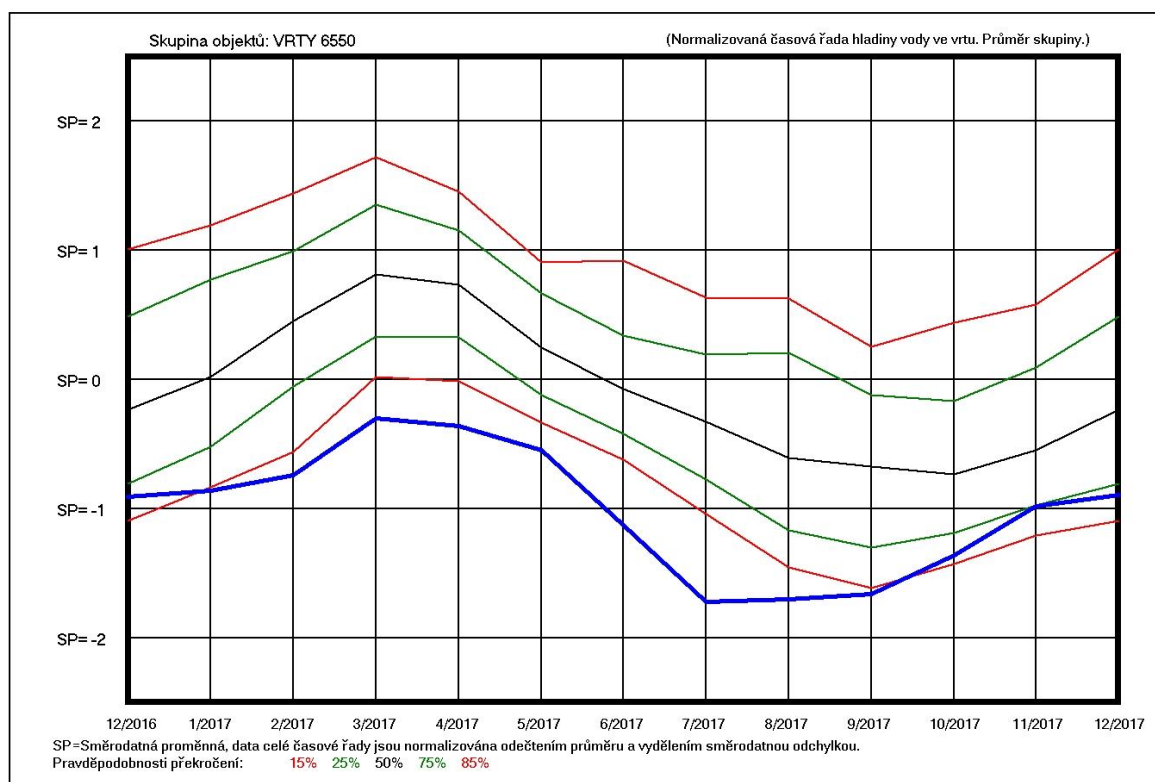
objekt	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VB0303	37	90	95	97	97	97	97	97	85	63	47	40
VB0305	12	22	53	71	74	88	94	97	91	90	85	66
VB0308	20	45	68	75	71	79	91	83	70	63	75	50
VB0310	29	67	87	90	91	92	92	91	87	90	90	84
celá sk.	24	56	76	83	83	89	94	92	83	76	74	60



Obr. 49 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6550 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 36 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrty i celou skupinu.

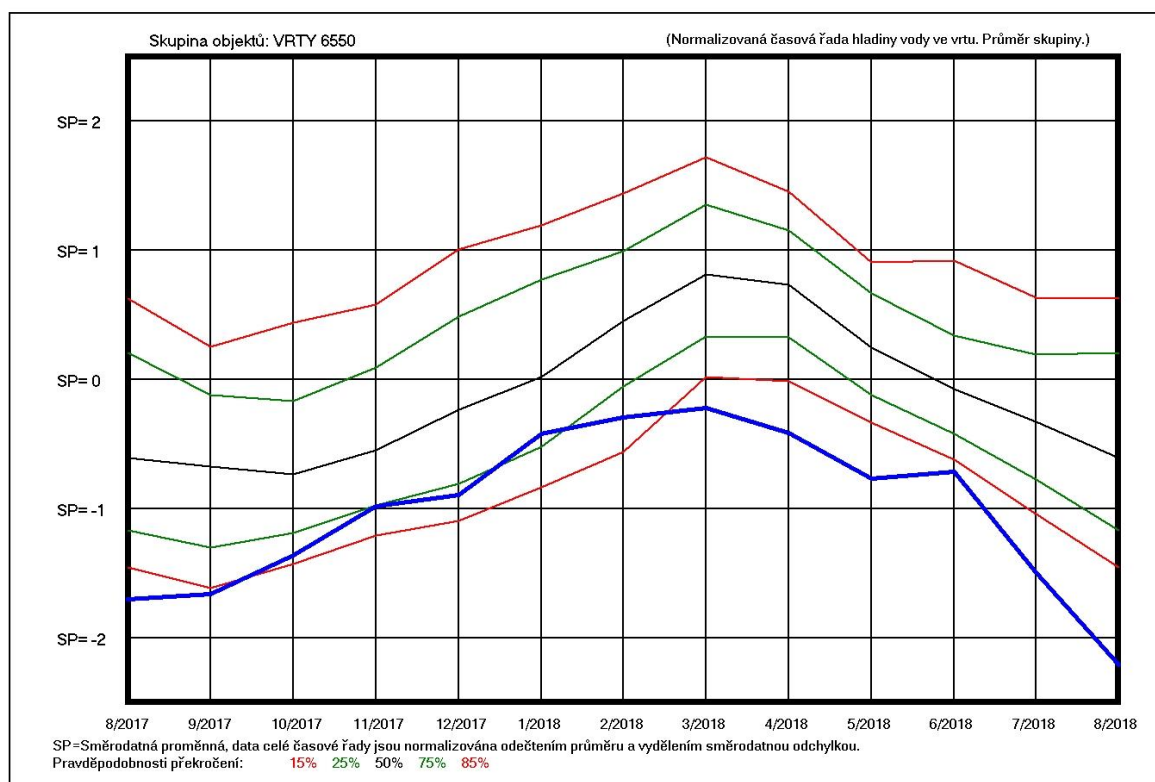
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VB0303	46	23	20	54	15	17	7	17	9	5	10	35
VB0305	65	78	55	72	69	85	83	75	86	93	94	97
VB0308	69	66	68	82	82	79	86	85	83	81	79	78
VB0310	90	88	81	90	90	91	90	83	90	89	91	91
celá sk.	68	64	56	74	64	68	66	65	67	67	68	75



Obr. 50 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6550 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 37 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrtu i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VB0303	44	58	15	13	10	23	47	37	39	14	12	15
VB0305	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
VB0308	85	81	87	92	92	97	97	94	89	88	86	86
VB0310	93	94	93	93	92	97	97	91	90	88	91	90
celá sk.	80	82	73	74	73	78	84	80	79	72	72	72



Obr. 51 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů HGR 6550 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 38 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé vrty i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
VB0303	3	39	70	78	85	20	87	97	58	74	35	
VB0305	97	97	95	97	97	97	97	97	97	97	97	
VB0308	74	81	85	92	93	92	96	97	78	88	88	
VB0310	87	81	87	91	91	93	92	92	84	87	91	
celá sk.	65	74	84	90	92	76	93	96	79	86	78	

Z průběhu hladin podzemních vod vyplývá, že rok 2015 byl v rájónu HGR 6550 velmi suchý. Informace o celkovém hodnocení skupiny zkresluje vrt VB030 Jihlava, který je v blízkosti řeky a je jí silně ovlivněn – jeho chod koresponduje se stavem toku. Vrtý v dané oblasti již od dubna 2015 vykazují stav sucha, na většině z nich je pozorováno silné sucho v délce minimálně 6 měsíců a s hodnotami

kolem 90 % MKP. V roce 2016 je situace v oblasti obdobná, díky větším srážkám je sucho z části pouze mírné. Mimořádné sucho se vyskytuje opět s délkou přesahující 5 měsíců jsoucích za sebou. Od roku 2017 je v rajónu HGR 6550 situace z pohledu podzemní vody kritická, víceméně celý rok jsou hladiny zaklesnuty pod úroveň 97 % MKP, tedy v mimořádném suchu. Tento stav přetrvává i v roce 2018, s mírnými výkyvy vlivem místních srážek.

3.4 Vyhodnocení hladin hlubinných vrtů

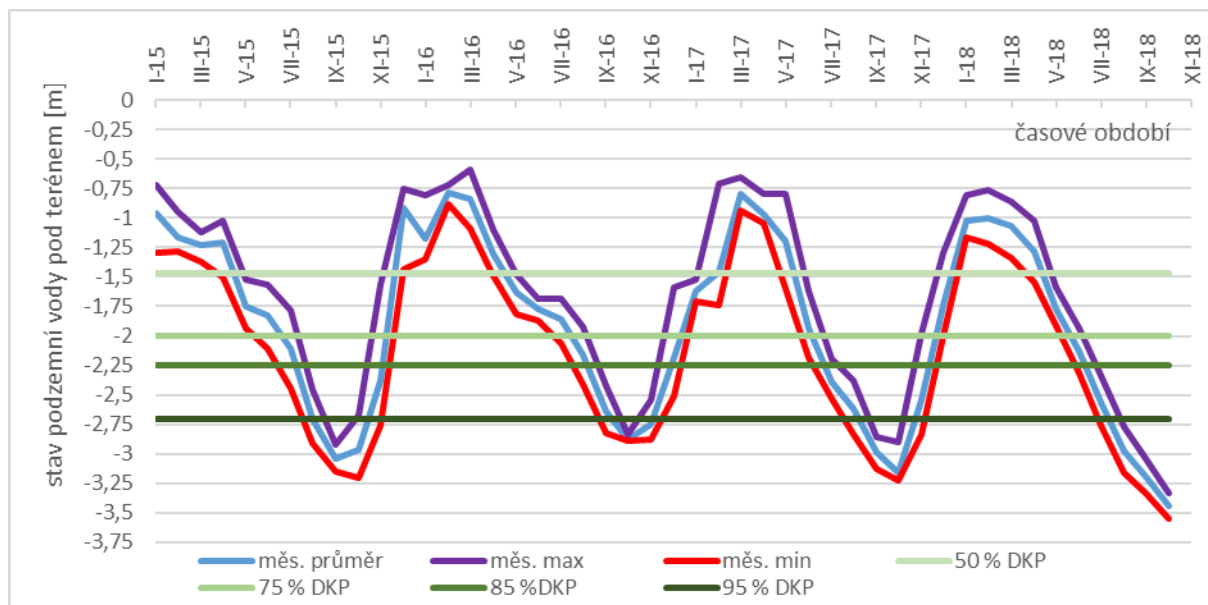
V Kraji Vysočina se nachází dva hlubinné vrty, které byly v daném období sledovány. Jedná se o vrt Studená (Světlá pod Javořicí) v okrese Pelhřimov (VB9757) v nadmořské výšce 722,7 m n.m. a vrt Veselý Žďár v okrese Havlíčkův Brod (VP7900) v nadmořské výšce 465,78 m n.m. Z hydrogeologického hlediska patří vrty do krystalinika Českomoravské vrchoviny. Vrt Studená spadá do krystalinika v povodí Sázavy, pod povodí Labe, oblast Dolní Vltava. Vrt Studená leží na hranici Kraje Vysočina a Jihočeského kraje. Vrt Veselý Žďár spadá do krystalinika v povodí Dyje, pod povodí Dunaje, oblast Dyje. Geologicky se zde vyskytují horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika.

3.4.1 Vrt Studená

Průměrné, maximální a minimální měsíční stavy hladin podzemní vody ve vrtu Studená znázorňuje níže uvedený obr. 52. Vrt byl vybudován v roce 2007, a proto je zde referenční období stanoveno od roku 2007 do roku 2014. Jak z něj vyplývá, v rámci sezónního doplňování podzemních vod byl v období leden 2015 – červen 2018 zachován pravidelný chod s opakující se roční periodou. Hladiny podzemní vody však byly výrazně zaklesnuty, po většinu roku pod hranicí 50 % DKP. V roce 2015 byly hladiny podzemní vody od května do listopadu zaklesnuty pod hranici 75 % DKP, tedy v oblasti mírného sucha, v měsících srpen až listopad klesly pod hranici 85 % DKP tedy do oblasti silného sucha. V období září a říjen 2015 vrt zaklesl na úroveň 95 % DKP, tedy pod hranici mimořádného sucha a mimořádně podnormálních stavů hladin. Od prosince 2015 do dubna 2016 se hladina podzemní vody ve vrtu zvedla nad 50 % DKP, tedy na normální stav. Od srpna do prosince 2016 hladina spodní vody opět zaklesla pod hranici 75 % DKP. V měsících září až listopad 2016 se hladiny dostaly pod 85 % DMKP do silného sucha. Pod hranici 95 % DKP v roce 2016 spodní voda nezaklesla. Rok 2017 byl vývojem hladin podzemní vody velmi podobný roku 2015, kdy se vrt v oblasti sucha pohyboval půl roku, konkrétně od června do prosince 2017. V roce 2018 zaklesla hladina podzemní vody na hranici sucha začátkem června a od té doby stále klesá. Na vrtu nedochází k pravidelnému ročnímu chodu formou sezónního doplňování podzemní vody a zásoba vody se pohybuje na absolutních minimech za dobu pozorování.

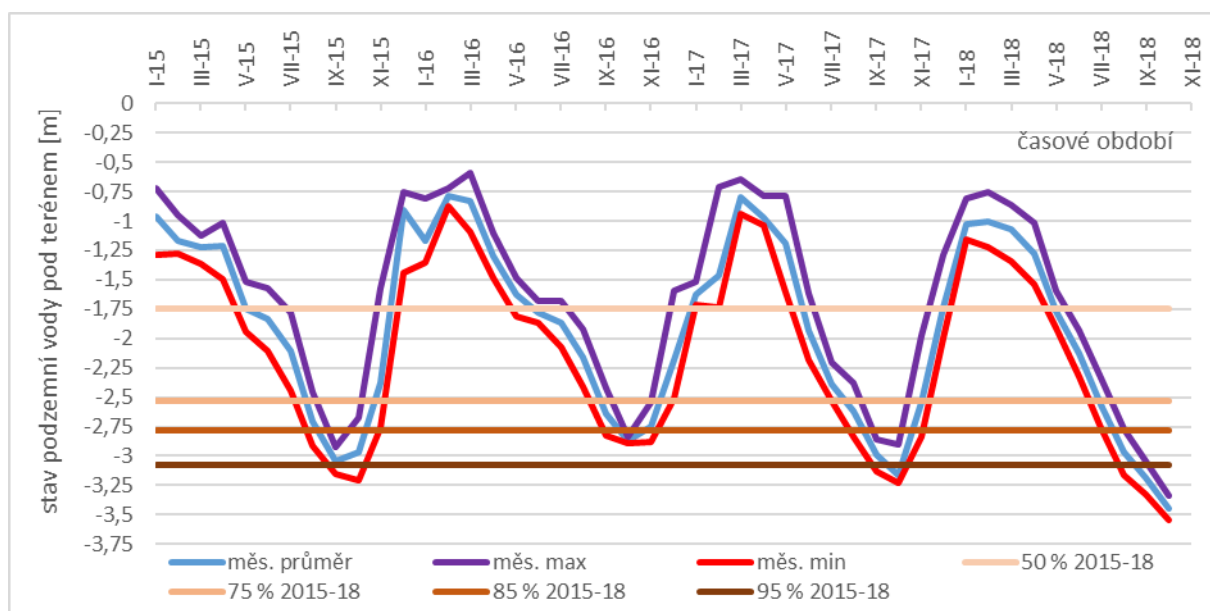
Tab. 39 Srovnání průměrné hladiny PZV, minim a maxim.

	průměr	minimum	datum	maximum	datum
2015 – 2018	-1,74 m	-3,55 m	22.10.2018	-0,59 m	5.3.2016
od poč. pozorování	-1,65 m			-0,37 m	17.3.2009



Obr. 52 Stav hladin vrtu VB9757 za srovnávací období 2007 – 2018.

Na obr. 53 je znázorněn průběh hladin ve vrtu v období leden 2015 – červen 2018 a křivka překročení spočítaná pro sledované období. Z následující tabulky je pak zřejmé, jak by se změnily hranice pro sucho, pokud by tento stav i nadále přetrvával. Z rozdílu změn lze pak vyhodnotit, jak významně sucho ovlivňuje zásobu podzemní vody.



Obr. 53 Stavby hladin vrtu VB9757 za srovnávací období leden 2015 – červen 2018.

Na základě srovnání dlouhodobých křivek překročení lze vyhodnotit, jak se změnily hranice pro určení sucha. U 50% DKP, která určuje normální stav, se jedná o pokles o 28 cm, což procentuálně znamená propad o 19 %, pro hranici 75 % DKP je to procentuální změna o 27 % a pro 85 % DKP změna o 24 %, u obou hranic je pokles 54 cm. U mimořádného sucha, které stanovuje 95 % DKP pak změna hladiny podzemní vody dosahuje 14 % s hodnotou poklesu o 37 cm. Jednoznačně tak vyplývá, že zásobnost podzemní vody se snížila v období 2015 – 2018.

Tab. 40 Změna hranic pro určení sucha.

Hladiny PZV v [m]	2007 - 2014	2015-2018	pokles	% změna
50 % normál	-1,47	-1,75	0,28	19,05%
75 % mírné sucho	-2,00	-2,53	0,54	26,82%
85 % silné sucho	-2,25	-2,785	0,54	23,78%
95 % mimořádné sucho	-2,71	-3,08	0,37	13,65%

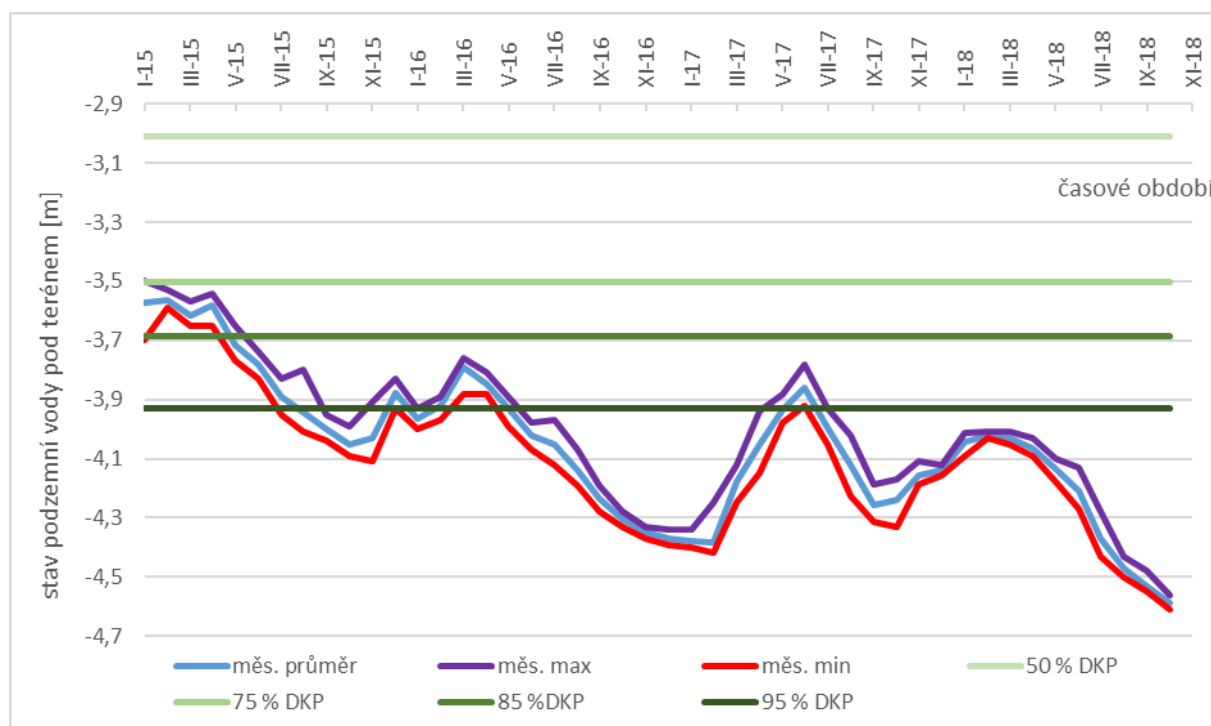
3.4.2 Vrt Veselý Žďár

Průměrné, maximální a minimální měsíční stavy hladin podzemní vody ve vrtu Veselý Žďár znázorňuje níže uvedený obr. 52. Vrt byl vybudován taktéž v roce 2007, a proto je zde referenční období stanoveno stejně jako u předchozího vrtu. Jak z něj vyplývá, v celém období 2015 – 2018 se zásoba podzemní vody pohybovala pod hranicí 75 % DKP, tedy v mírném suchu. V rámci sezónního

doplňování podzemních vod zde není zachován ani pravidelný chod s opakující se roční periodou, která je posunutá o celé 4 měsíce v roce 2016. V roce 2017 došlo sice k částečné obnově sezónního chodu vlivem vydatných srpnových srážek, ale ani zde nebyl zachován v pravidelném průběhu. V roce 2018 již sezónní chod zcela zmizel a dochází zde k souvislému poklesu hladiny podzemní vody. V roce 2015 byly hladiny podzemní vody od srpna do prosince zaklesnuty pod hranici 95 % DKP, tedy v oblasti mimořádného sucha. V lednu 2016 se dostaly vlivem sněhové pokrývky nad tuto hranici a udržely se v pásnu silného sucha (85 % DKP) až do května 2016 s výkyvem v měsíci únoru, kdy opět zaklesly hladiny. Od června 2016 pak hladina podzemní vody zaklesla opět pod hranici 95 % DKP, kde se pohybovala až do května 2017, s extrémem v měsíci únoru 2017. Měsíce červen a červenec 2017 se vlivem sezónních srážek dokázaly vrátit do rozmezí 85% – 95%, na konci července však opět zaklesly na úroveň mimořádného sucha, kde se pohybují až do současnosti (Obr. 52). Na vrtu nedochází k pravidelnému ročnímu chodu formou sezónního doplňování podzemní vody a zásoba vody se pohybuje na absolutních minimech za dobu pozorování.

Tab. 41 Srovnání průměrné hladiny PZV, minim a maxim.

	průměr	minimum	datum	maximum	datum
2015 - 2018	-4,013 m	-4,56 m	22.10.2018	-3,5 m	13.1.2015
od poč.pozorování	-3,36 m			-1,9 m	29.6.2013

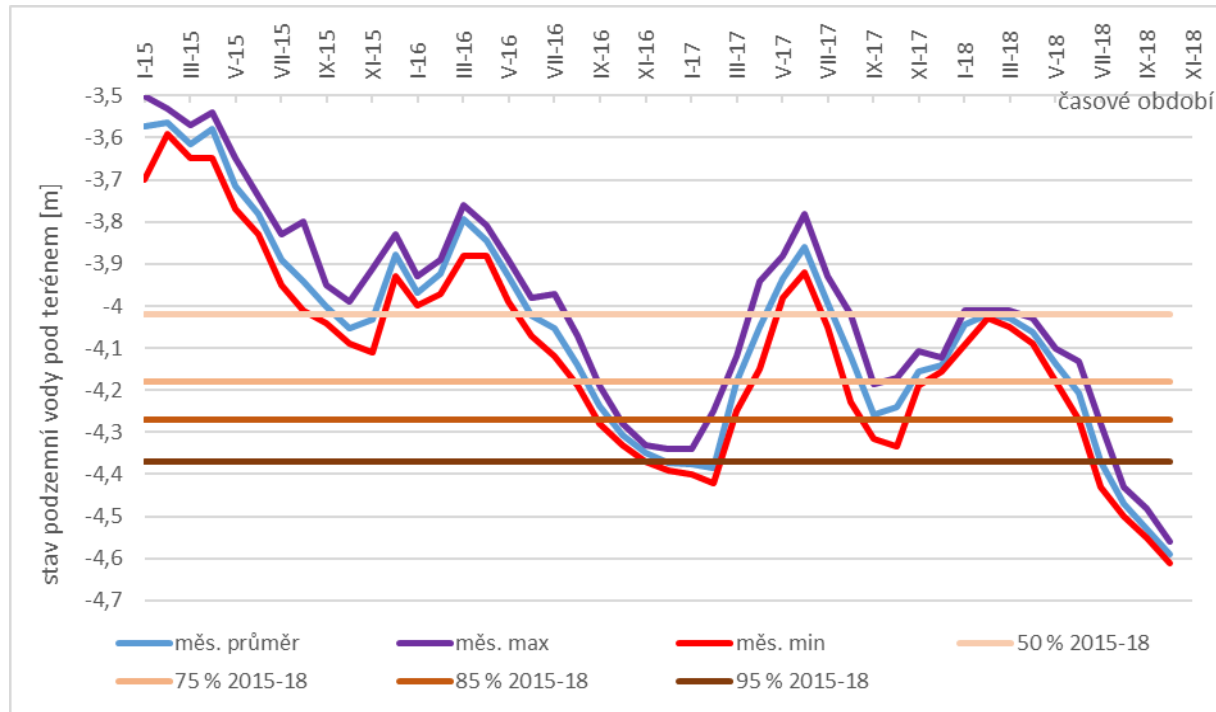


Obr. 54 Stav hladin vrtu VP7900 za srovnávací období 2007 – 2018.

Na obr. 55 je znázorněn průběh hladin ve vrtu v období leden 2015 – červen 2018 a křivka překročení spočítaná pro sledované období. Z následující tabulky je pak zřejmé, jak by se změnily hranice pro sucho, pokud by tento stav i nadále přetrvával. U 50% DKP, která určuje normální stav, se jedná o pokles o 1,01 m, což procentuálně znamená propad o 34 %, pro hranici 75 % DKP je to procentuální změna o 19 % a pokles hladiny o 68 cm, pro 85 % DKP změna o 16 % a pokles o 59 cm. U mimořádného sucha, které stanovuje 95 % DKP pak změna hladiny podzemní vody dosahuje 11 % s hodnotou poklesu o 44 cm. Jednoznačně tak vyplývá, že v období 2015 – 2018 se zásobnost podzemní vody snížila.

Tab. 42 Změna hranic pro určení sucha.

hladiny PZV v [m]	2007 - 2014	2015 - 2018	pokles	% změna
50 % normál	-3,01	-4,02	1,01	33,55%
75 % mírné sucho	-3,50	-4,18	0,68	19,31%
85 % silné sucho	-3,69	-4,27	0,59	15,88%
95 % mimořádné sucho	-3,93	-4,37	0,44	11,20%



Obr. 55 Stavy hladin vrtu VP7900 za srovnávací období leden 2015 – červen 2018.

3.5 Vyhodnocení vydatnosti pramenů

V Kraji Vysočina je celkem 38 pramenů, které ČHMÚ sleduje od 60. let minulého století. V okrese Jihlava se nachází 7 pramenů, v okrese Pelhřimov 6 pramenů, v okrese Třebíč 5 pramenů, ve Žďáru nad Sázavou 13 pramenů a v okrese Havlíčkův Brod je celkem 7 pramenů. Pro vyhodnocení období 2015 – 2018 jsou objekty rozděleny podle hydrogeologických rajónů (dále HGR) vzhledem ke shodné struktuře podloží. Rozdělení dle okresů by bylo v případě objektů sledujících podzemní vody zkreslené a neobnášelo by přesné informace. V jednotlivých skupinách dle HGR je vyhodnoceno období leden 2015 – 2018, do měsíce pro který jsou dostupná data a jsou autorizována techniky ČHMÚ.

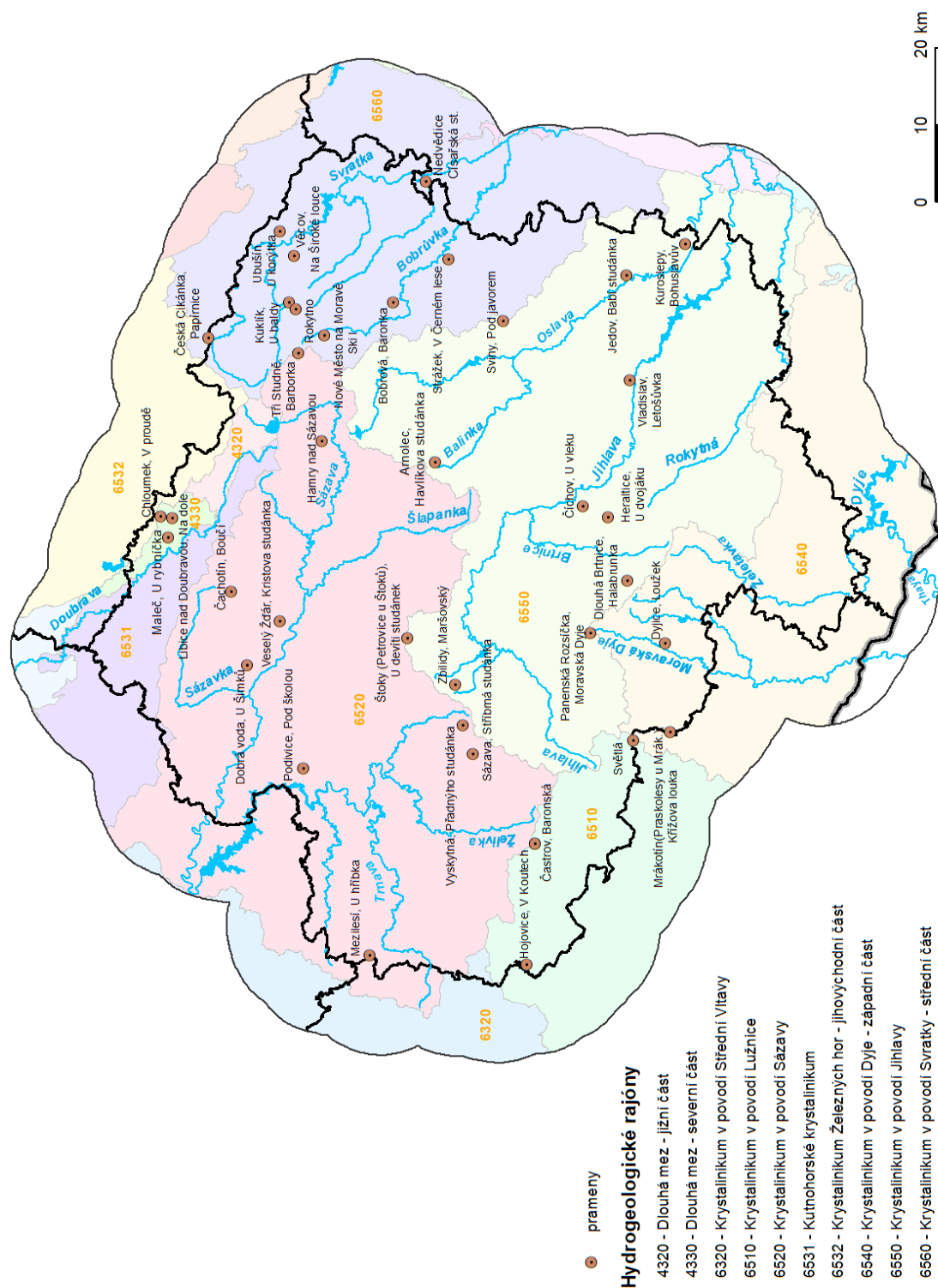
Jednotlivé pozorované prameny ležící i relativně blízko sebe mohou reprezentovat různé geologické struktury s různým režimem podzemních vod vzhledem k tomu, že prameny jsou různých typů – puklinové, suťové, zlomové apod. Interpolací hodnot vydatností z pramenů, ležících v jednom hydrogeologickém rajónu lze proto dosáhnout reprezentativnějšího vyjádření míry hydrologického sucha podzemních vod v dané oblasti. V Kraji Vysočina jsou u pramenů zastoupeny tyto HGR:

- 4330 – Dlouhá mez – severní mez (povodí Horní a střední Labe) – 3 prameny
- 6510 – Krystalinikum v povodí Lužnice (Horní Vltava) – 3 prameny
- 6520 – Krystalinikum v povodí Sázavy (povodí Dolní Vltavy) – 8 pramenů
- 6540 – Krystalinikum v povodí Dyje (povodí Dyje) – 3 prameny
- 6550 – Krystalinikum v povodí Jihlavy (povodí Dyje) – 9 pramenů
- 6560 – Krystalinikum v povodí Svatky (povodí Dyje) – 11 pramenů

Podloží tvoří horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika. Dlouhou mez tvoří horniny sedimentů svrchní křídý. Přehled a situace jednotlivých pramenů je uveden níže v obr. 56 a tab. 43.

Tab. 43 Přehled pramenů v Kraji Vysočina.

č. obj.	název objektu	tok	okres	HGR	název HGR	horniny HGR	plocha [km ²]	povodí	
PP0115	Libice nad Doub. (Lhůta), Na dole	Doubrava	Havl. Brod	4330	Dlouhá mez - severní část	Sedimenty svrchní křídý	60,34	Horní a střední Labe	
PP0120	Maleč (Blatnice), U rybníčka								
PP0121	Chloumek, V proudě								
PP0257	Studená (Horní Pole), Brabenc. louka	Nežárka	Jihlava	6510	Kryst. v povodí Lužnice	Horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika	1533,84	Horní Vltava	
PP0271	Hojovice, V Koutech	Lužnice	Pelhřimov						
PP0620	Častrov (Pelec), Na bahnech	Žirovnice							
PP0310	Hamry nad Sázavou, U staré vápenice	Sázava	Žďár n. Sáz.	6520	Krystalinikum v povodí Sázavy		2677,41	Dolní Vltava	
PP0319	Výskytná, Přadnýho studánka	Želivka	Pelhřimov						
PP0320	Sázava, Stříbrná studánka								
PP0324	Mezilesí, U hříbka	Trnava							
PP0327	Podivice, Pod školou	Želivka							
PP0341	Veselý Žďár, Kristova studánka	Sázava	Havl. Brod						
PP0359	Čachotín, Boučí								
PP0766	Malčín (Dobrá Voda), U Šimků								
PB0207	Panenská Rozsíčka, Moravská Dyje	Mor. Dyje	Jihlava	6540	Kryst. v povodí Dyje		1822,69	Dyje	
PB0215	Práskolesy u Mrákotína, Křížova louka								
PB0444	Dyjice, Loužek								
PB0363	Zbilidy, Maršovský	Jihlava	Havl. Brod	6550	Krystalinikum v povodí Jihlavy		2568,94		
PB0364	Petrovice u Štoků, U devíti studánek								Jihlava
PB0367	Dlouhá Brtnice, Halabrunka								Třebíč
PB0370	Heraldice, U dvojáku		Jihlava						
PB0371	Vladislav, Letošůvka								
PB0386	Arnolec, Havlíkova studánka	Oslava	Třebíč						
PB0390	Jedov, Babí studánka								
PB0391	Kuroslepy, Bohuslavův								
PB0439	Brtnický Číchov, U vleku	Jihlava							
PB0146	Česká Cikánka, Papírnice	Svratka	Žďár nad Sázavou	6560	Krystalinikum v povodí Svratky		1608,34		
PB0147	Kuklík, U haldy								
PB0148	Studnice u Rokytka, Sládkovo								
PB0150	Tři Studně, Barborka								
PB0189	Strážek, V Černém lese								
PB0286	Nové Město n. M., Ski I								
PB0290	Nedvědice, Císařská st.								
PB0298	Ubušín, U korýtka								
PB0299	Věcov, Na Široké louce								
PB0378	Sviny u Křižanova, Pod javorem								Oslava
PB0497	Horní Bobrová, Baronka	Svratka							



Obr. 56 Situace pramenů.

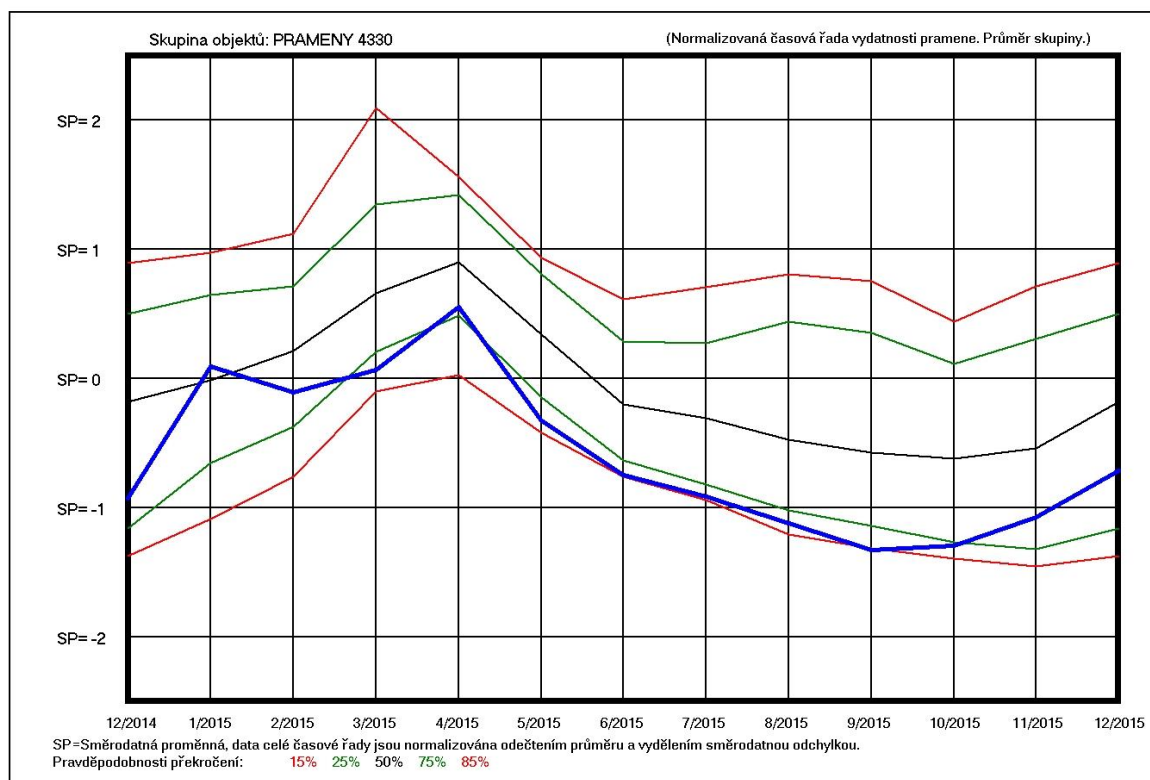
3.5.1 HGR 4330 – Dlouhá mez – severní část

Do rajónu spadají v Kraji Vysočina tři prameny, Libice nad Doubravou (Lhůta), místní název pramene Na Dole – PP0115, pramen v k.ú. Maleč (Blatnice), místní název U rybníčka – PP0120 a pramen v k.ú. Chloumek s místním názvem V proudě – PP0121. Přehled dosažených maxim a minim spolu s dlouhodobým průměrem vydatností podzemní vody v prameni uvádí tab. 44.

Tab. 44 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

vydatnost [l/s]	průměr	minimum	datum	maximum	datum
PP0115	1,62	0,03	14.11.1990	5,08	11.3.1981
PP0120	1,09	0,37	6.3.1991	2,61	5.4.2006
PP0121	1,96	0,21	6.10.1971	5,0	2.3.1977

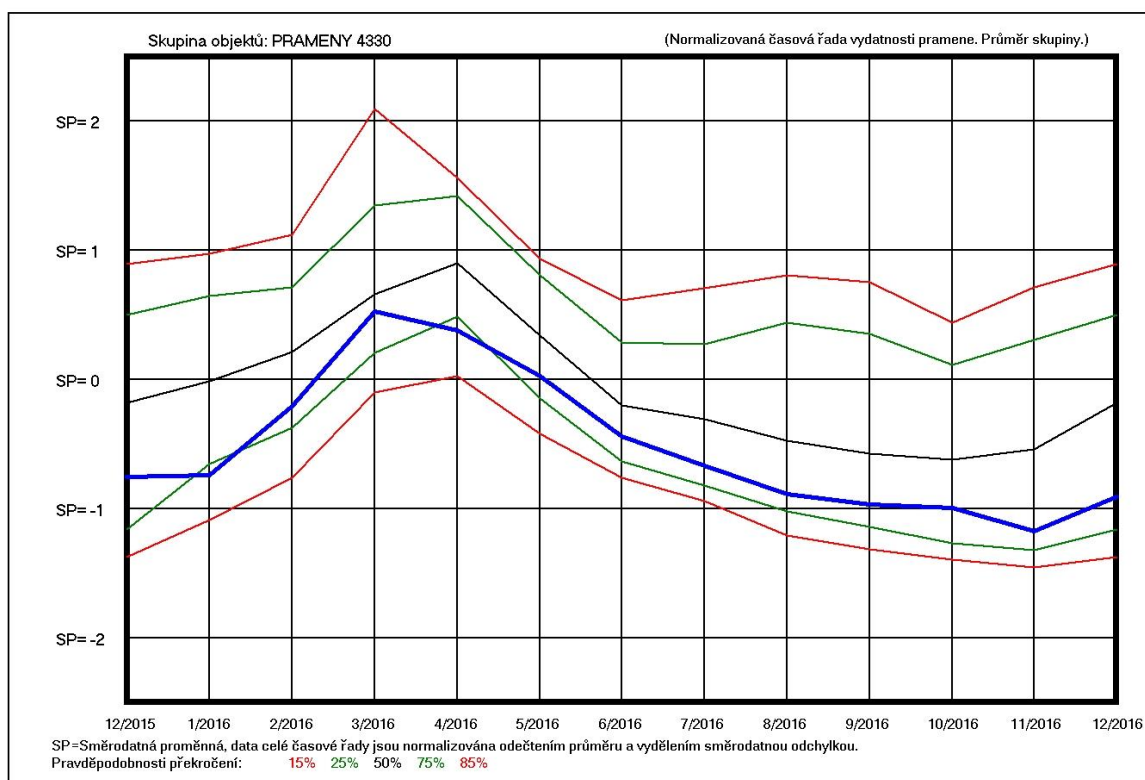
Následuje tabulkové a grafické vyhodnocení hydrogeologického rajónu dle obdobné metodiky jako u mělkých vrtů, pro jednotlivé roky z období 2015 – 2018.



Obr. 57 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 4330 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 45 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

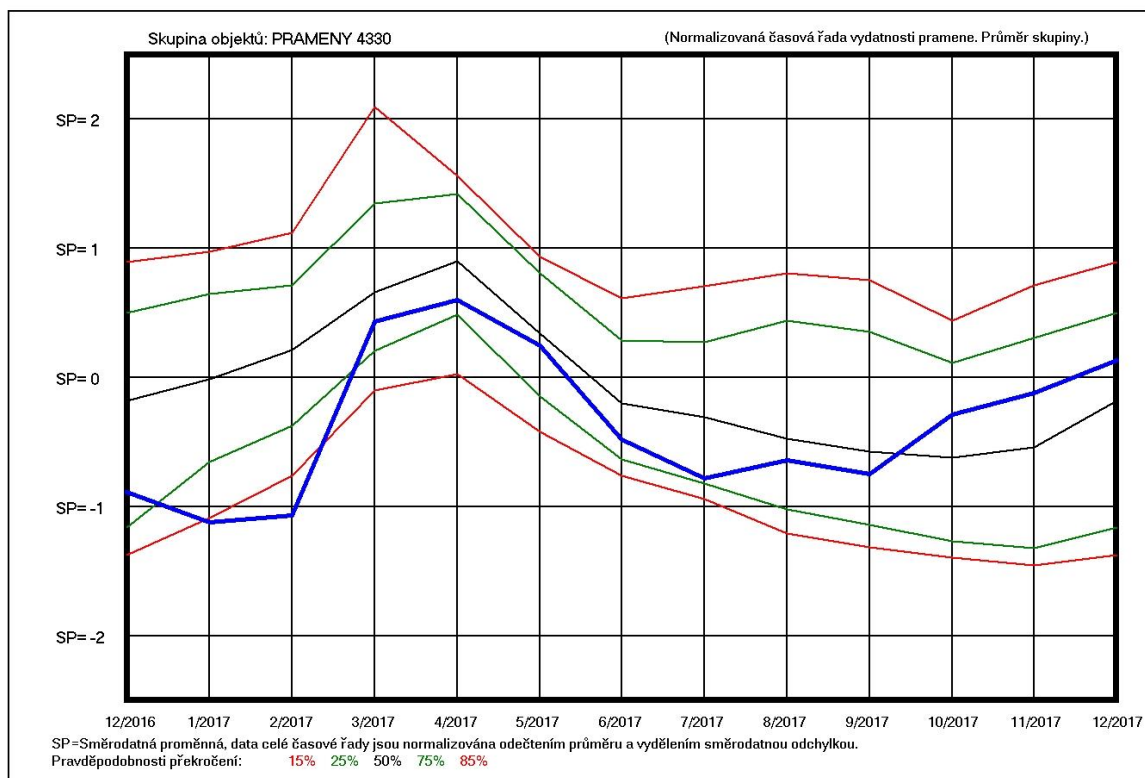
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0115	26	52	87	65	74	68	66	60	81	65	52	46
PP0120	81	85	87	87	89	89	88	87	82	77	71	71
PP0121	31	54	65	61	82	95	95	94	95	90	78	74
celá sk.	46	64	80	71	82	84	83	80	86	77	67	64



Obr. 58 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 4330 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 46 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

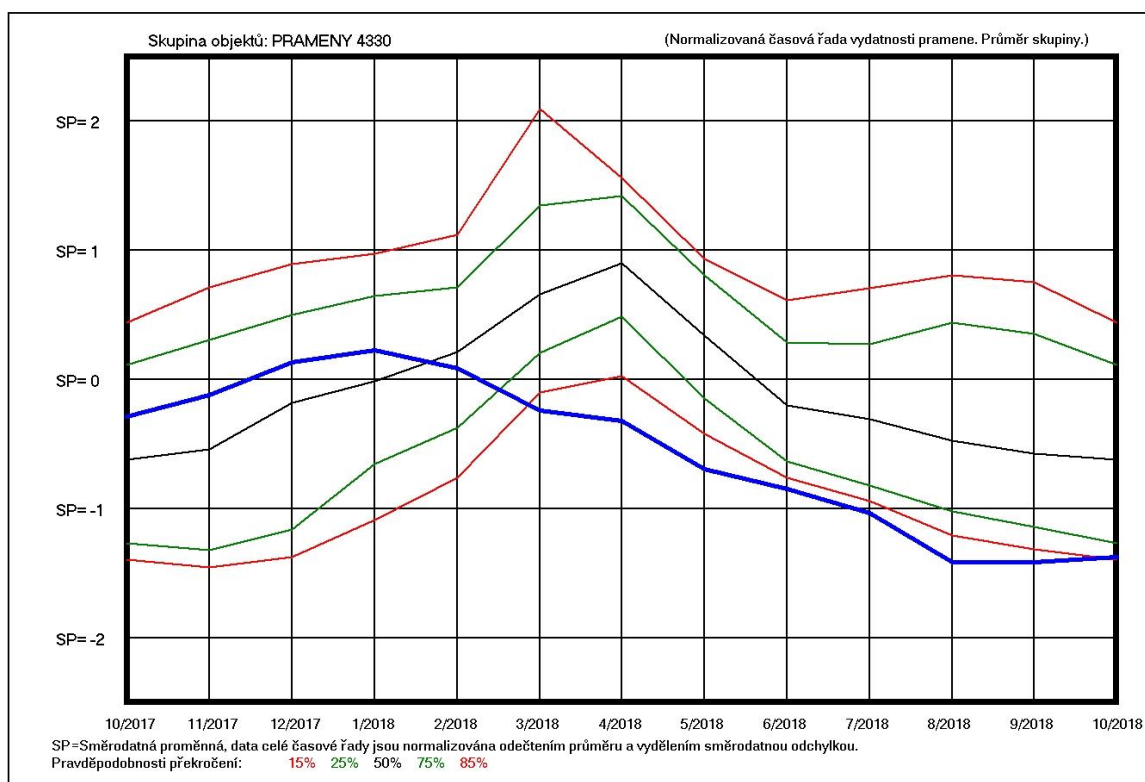
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0115	62	46	24	44	33	36	44	59	60	49	57	59
PP0120	79	81	81	85	86	85	85	74	64	77	85	73
PP0121	92	64	52	76	62	79	88	85	81	66	78	72
celá sk.	78	64	52	68	60	67	72	73	68	64	73	68



Obr. 59 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 4330 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 47 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

Zařazení úrovně hladiny na MKP v %												
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0115	84	90	43	53	31	44	50	55	50	35	23	21
PP0120	84	92	90	89	88	90	89	60	56	52	65	65
PP0121	89	97	55	62	46	65	80	58	67	29	25	29
celá sk.	86	93	63	68	55	66	73	58	58	39	38	38



Obr. 60 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 4330 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 48 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.*

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0115	26	44	91	93	97	88	89	97	97	75		
PP0120	76	81	90	91	90	92	93	94	90	90		
PP0121	21	41	88	94	97	97	97	97	92	85		
celá sk.	41	55	90	93	95	92	93	96	91	83		

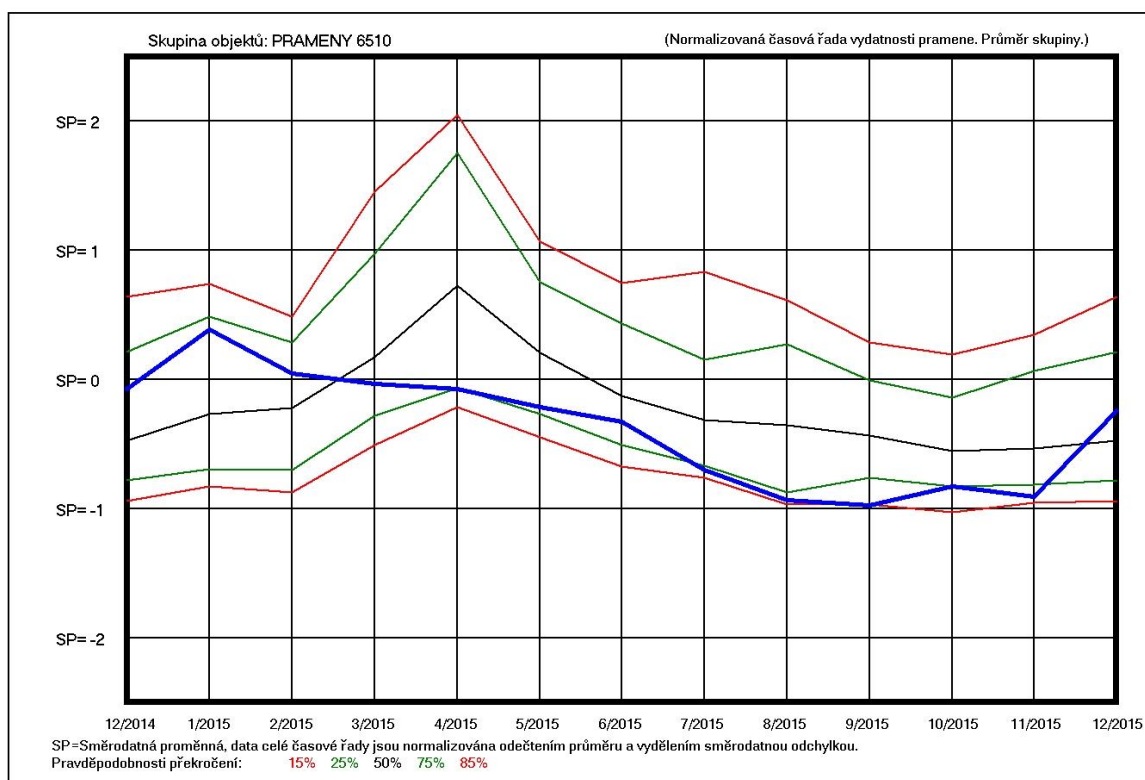
V rámci hodnocení celé skupiny HGR 4330 lze říci, že rok 2015 byl z pohledu vydatností pramenů mírně suchý, kdy od března do srpna 2015 byla úroveň MKP v rozsahu 71 – 84 %. V září se oblast dostala do silného sucha (86 % MKP), v zimních měsících se vydatnosti opět vrátily do normálů 64 – 67 % MKP. Rok 2016 byl na pramenech celkově vyhodnocen jako normální, kdy se celoročně vydatnosti pohybovaly v rozmezí 52 – 68 % MKP, s výjimkou v měsíci lednu, kdy vydatnosti klesly na 78 % MKP (mírné sucho). Sucho se v roce 2017 projevilo pouze v lednu (86 % MKP – silné sucho) a únoru (93 % MKP – silné sucho). Zbytek roku 2017 byl v oblasti normální, vydatnosti se od března do prosince pohybovaly na úrovni 38 – 73 % MKP, na konkrétních pramenech byly vydatnosti dokonce v zimních měsících nadnormální, kolem 23 % MKP. Leden a únor 2018 byly vydatnosti na pramenech také ještě normální, kolem 41 – 55 % MKP. Od března 2018 došlo k prudkému poklesu vydatností až do oblasti mimořádného sucha, konkrétně v měsících květnu a srpnu. Ostatní měsíce (do října 2018) byly vydatnosti velmi nízké, v oblasti silného sucha.

3.5.2 HGR 5610 – Krystalinikum v povodí Lužnice

Do rajónu spadají v Kraji Vysočina tři prameny, Studená (Horní Pole), místní název pramene Brabencova louka – PP0257, pramen v k.ú. Hojovice, místní název V koutech – PP0271 a pramen v k.ú. Častrov (Pelec) s místním názvem Na bahnech – PP0620. Pramen PP0271 Hojovice je silně ovlivněn místním potokem, který do něj při vysokých stavech vtéká a znehodnocuje měření vydatností. Přehled dosažených maxim a minim spolu s dlouhodobým průměrem vydatností podzemní vody v prameni uvádí tabulka 49.

Tab. 49 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

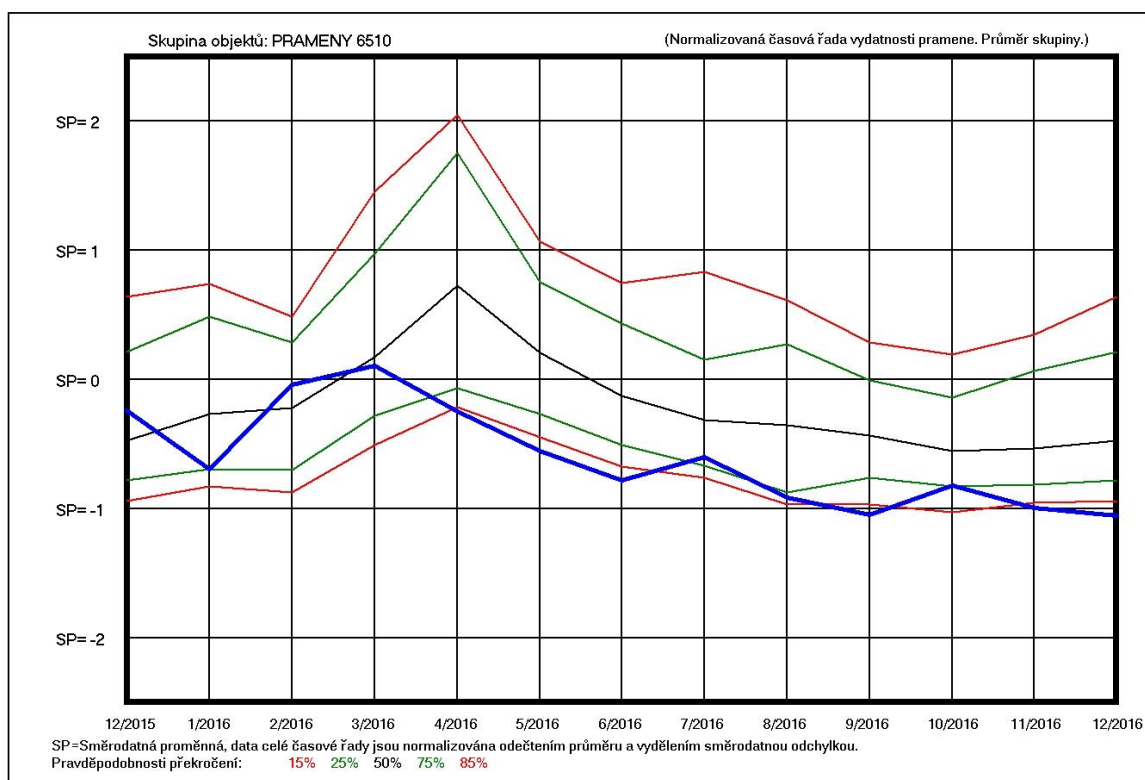
vydatnost [l/s]	průměr	minimum	datum	maximum	datum
PP0257	0,76	0	7.1.2015	7,14	7.8.1985
PP0271	1,19	0	22.7.2015	4,0	19.8.2005
PP0620	2,47	1,09	10.1.1990	9,0	17.6.1987



Obr. 61 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6510 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 50 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

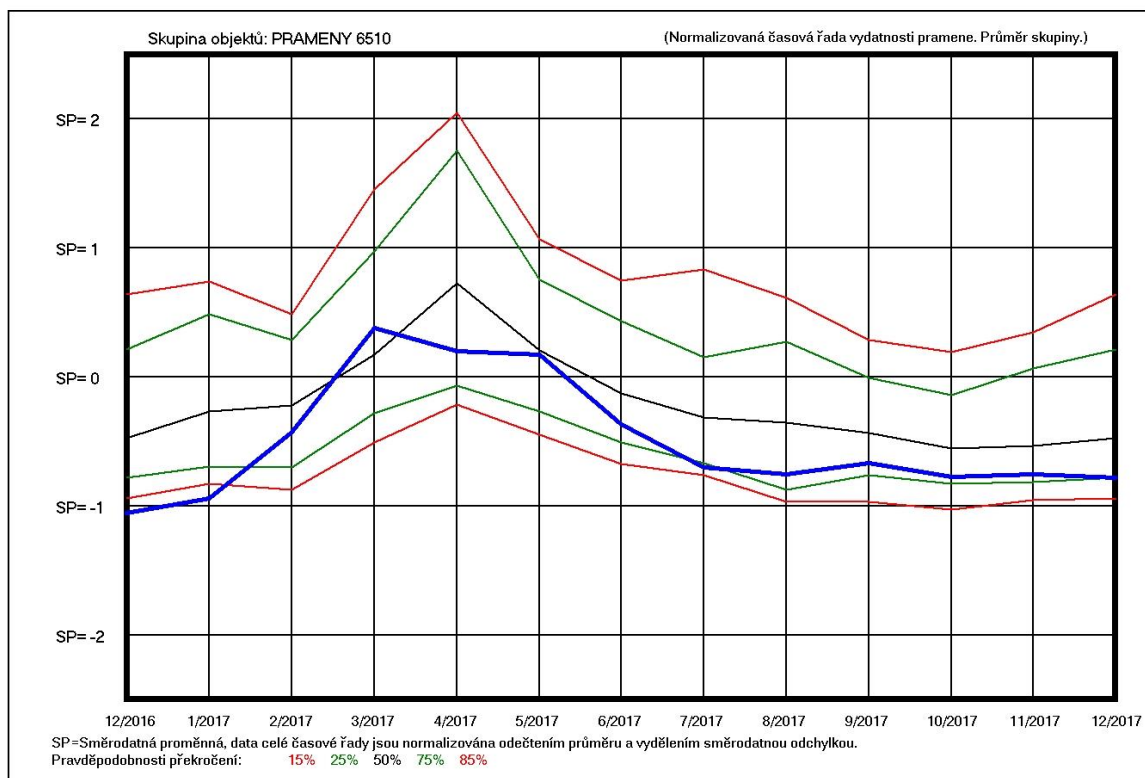
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0257	5	36	77	70	65	54	60	73	80	50	75	38
PP0271	28	37	70	89	85	61	97	97	97	97	97	25
PP0620	52	38	37	67	67	75	77	74	79	78	73	61
celá sk.	28	37	61	75	72	63	78	81	85	75	82	41



Obr. 62 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6510 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 51 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.*

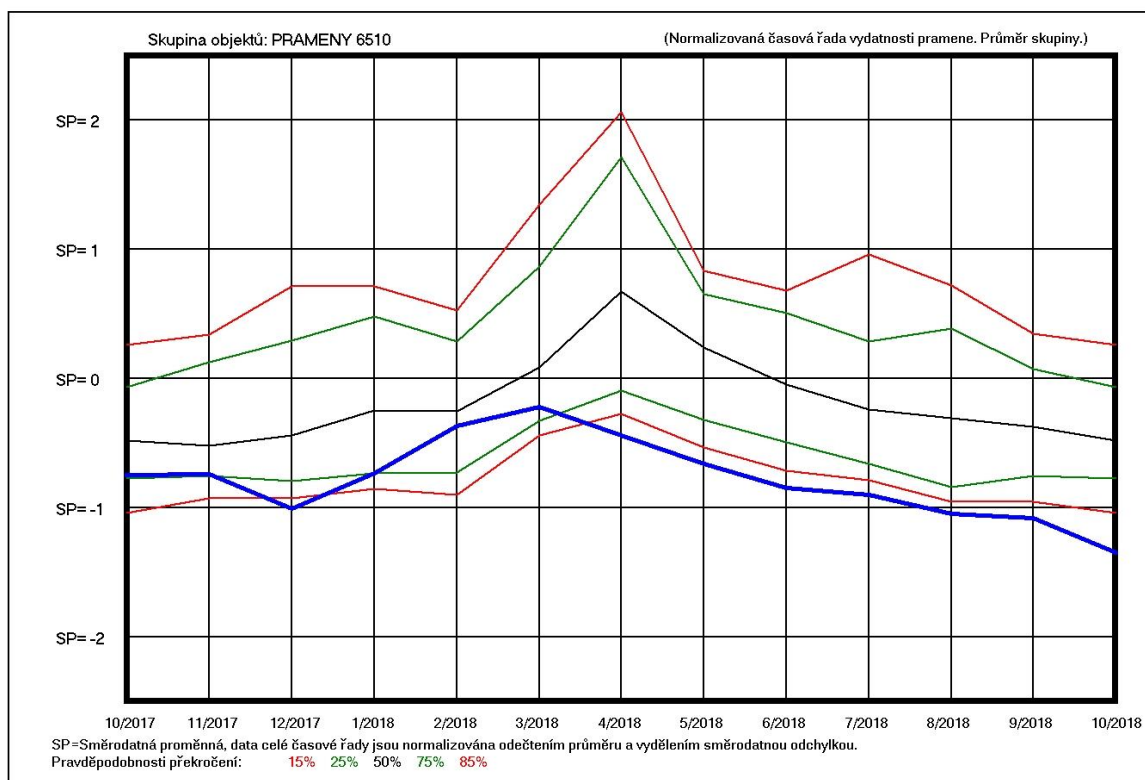
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0257	96	15	37	97	97	89	56	65	89	45	82	91
PP0271	67	59	76	91	89	97	69	97	97	97	97	97
PP0620	62	50	48	74	86	87	85	75	81	80	85	90
celá sk.	75	41	54	87	91	91	70	79	89	74	88	93



Obr. 63 *Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6510 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.*

Tab. 52 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0257	91	28	18	54	26	60	86	64	60	58	56	91
PP0271	97	62	58	66	43	48	60	53	54	65	63	43
PP0620	90	92	55	80	86	89	90	90	89	87	90	90
celá sk.	94	61	44	67	52	66	79	69	68	70	70	75



Obr. 64 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6510 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 53 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.*

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0257	65	33	47	97	88	85	92	91	88	97		
PP0271	není vyhodnocován vzhledem k ovlivnění místním tokem											
PP0620	85	79	90	92	94	97	97	96	95	96		
celá sk.	75	56	68	94	91	91	94	94	92	96		

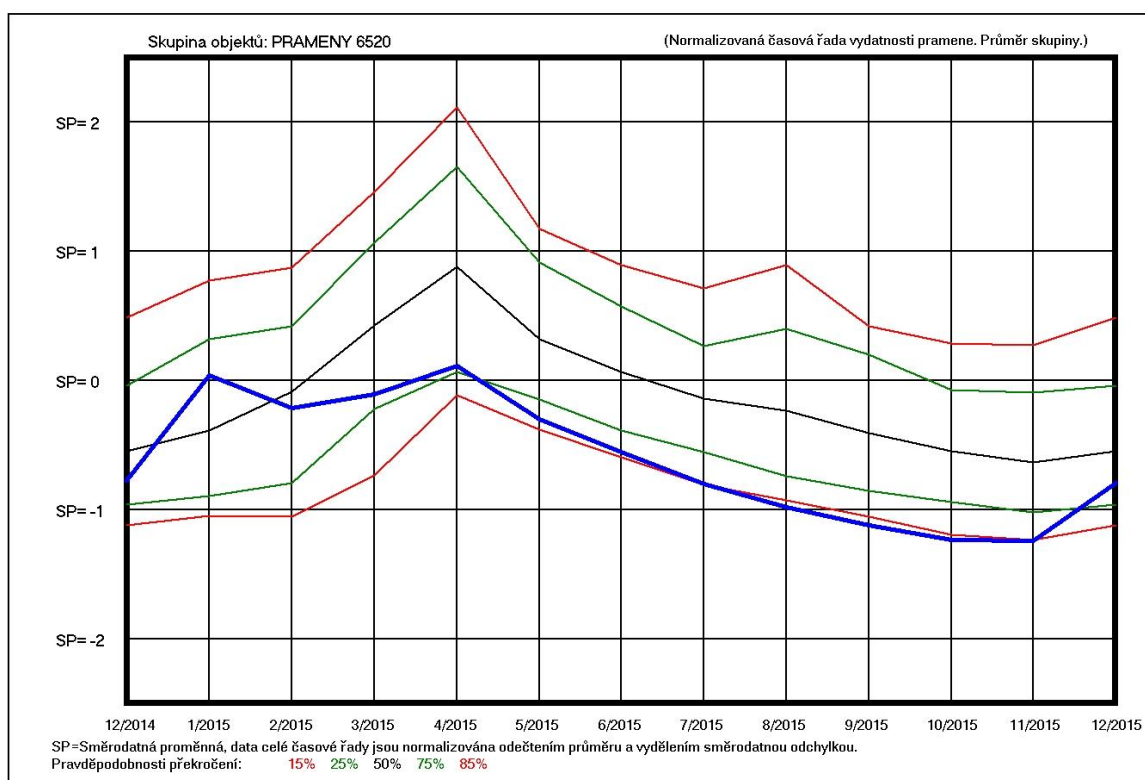
V rámci hodnocení celé skupiny HGR 6510 lze říci, že rok 2015 byl z pohledu vydatností pramenů mírně suchý, kdy od dubna do listopadu 2015 byla úroveň MKP v rozsahu 75 – 85 %, s výjimkou v měsících květen a červen, kdy byly vydatnosti normální v rozsahu 63 – 72 %. V období leden a únor byly vydatnosti nadnormální v rozsahu 28 – 37 %, v březnu byly vydatnosti v normálu (61 %), v prosinci 2015 byly vydatnosti normální (41 % MKP). Rok 2016 byl na pramenech celkově vyhodnocen jako silné sucho, v rozsahu 87 – 93 % MKP, od dubna do prosince s výjimkou letních měsíců. Vlivem srážek se vydatnosti zlepšily a dostaly se na 70 % MKP, tedy na normální stav. Nejvyšší vydatnosti byly zaznamenány na pramenech v období únor – březen, kdy se pohybovaly v rozsahu 41 – 54 % MKP. Rok 2017 lze celkově hodnotit jako průměrný. Vydatnosti se od února do prosince 2017 pohybovaly v rozsahu 44 – 79 % MKP, jednalo se o mírně podnormální rok. Pouze leden 2017 byl na pramenech vyhodnocen jako silné sucho, kdy vydatnosti pramenů dosáhly hranice 94 % MKP. Rok 2018 se z počátku jevil jako rok normální, vydatnosti se do března pohybovaly v rozsahu 56 – 75 % MKP. Od dubna vydatnosti pramenů poklesly nad 90 % MKP, v říjnu dokonce až na hranici 96 % MKP, tedy do oblasti mimořádného sucha.

3.5.3 HGR 5620 – Krystalinikum v povodí Sázavy

Do rajónu spadá v Kraji Vysočina osm pramenů. Jedná se o Hamry nad Sázavou, místní název pramene U staré vápenice (PP0310), pramen v k.ú. Výskytná (Přádného studánka - PP0319), pramen v k.ú. Sázava, místní název Stříbrná studánka (PP0320), pramen v k.ú. Mezilesí, místní název U hříbka (PP0324), pramen v k.ú. Podivice, místní název Pod školou (PP0327), pramen v k.ú. Veselý Žďár, místní název Kristova studánka (PP0341), pramen v k.ú. Čachotín, místní název Boučí (PP0359) a pramen v k.ú. Malčín (Dobrá voda) s místním názvem U Šimků (PP0766). Přehled dosažených maxim a minim spolu s dlouhodobým průměrem vydatností podzemní vody v prameni za celou délku pozorování (1960 – 2018) uvádí tabulka 54.

Tab. 54 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

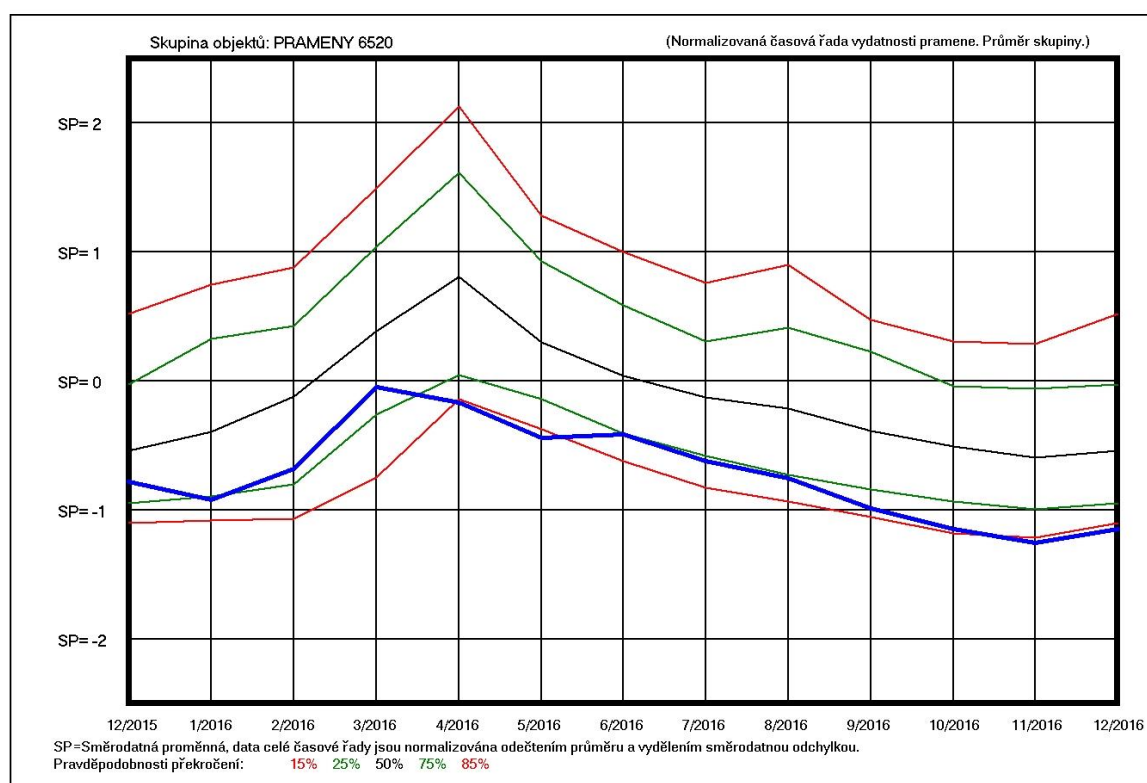
vydatnost [l/s]	průměr	minimum	datum	maximum	datum
PP0310	0,569	0,01	16.9.2009	2,89	4.2.1976
PP0319	1,077	0,24	17.11.1993	6,22	9.6.2014
PP0320	0,647	0,05	20.2.1972	4,81	31.8.1966
PP0324	1,053	0,01	3.11.1982	3,39	7.8.2010
PP0327	0,817	0,26	30.10.2015	2,73	18.3.1981
PP0341	0,76	0,29	24.1.2007	1,15	8.11.2006
PP0359	0,905	0,07	12.11.2003	11	30.3.1988
PP0766	0,665	0,157	29.5.2017	4,84	29.3.2006



Obr. 65 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6520 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

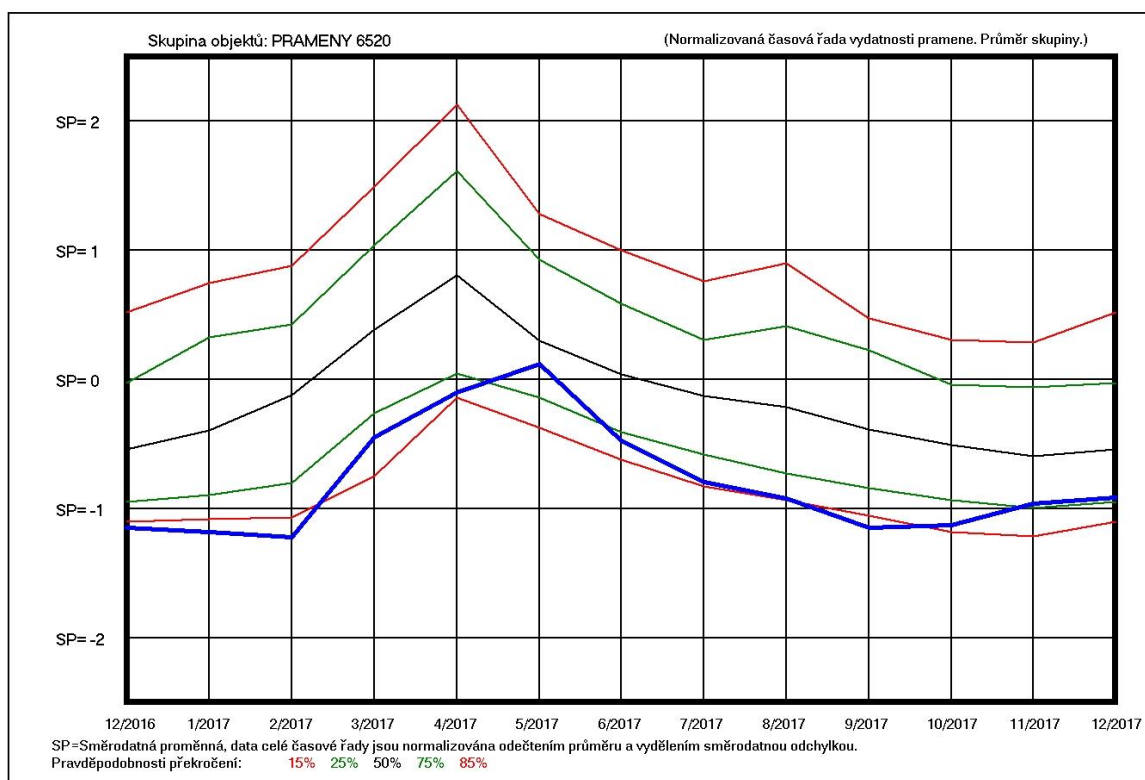
Tab. 55 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.*

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0310	10	38	62	71	80	82	89	93	92	92	88	59
PP0319	12	35	48	61	70	73	83	87	88	80	77	29
PP0320	59	66	90	94	96	97	97	97	97	97	97	97
PP0324	38	30	62	86	86	80	79	91	91	91	38	30
PP0327	16	51	60	90	93	95	96	97	97	97	97	70
PP0341	v rámci sledovaného období nebyl statisticky vyhodnocován											
PP0359	21	45	73	34	58	59	52	62	64	62	61	41
PP0766	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
celá sk.	35	51	70	75	82	83	84	88	89	87	85	65



Obr. 66 *Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6520 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.*

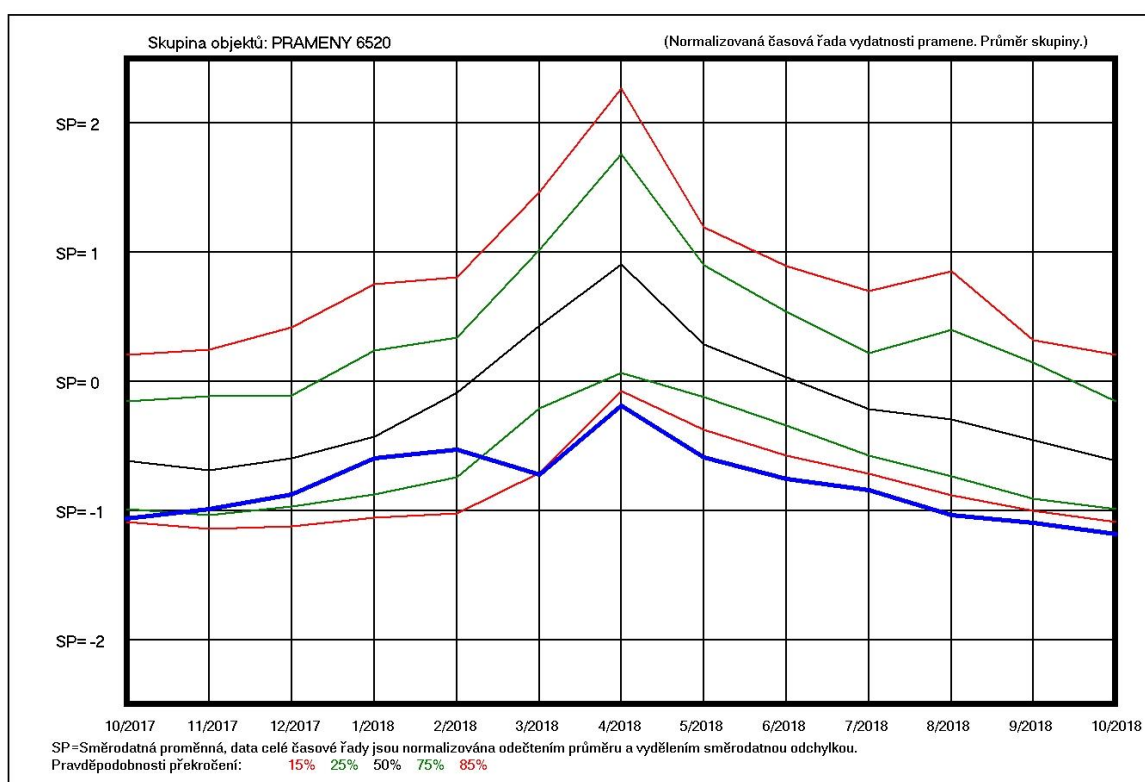
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0310	72	60	48	91	88	94	90	92	93	95	97	97
PP0319	61	51	49	80	86	22	22	19	39	48	55	61
PP0320	97	97	93	96	97	97	97	95	97	97	97	97
PP0324	83	87	86	90	90	64	69	75	82	79	83	87
PP0327	77	62	70	91	91	91	91	72	84	90	97	97
PP0359	52	45	29	63	71	69	75	88	85	85	88	88
PP0766	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
celá sk.	76	71	67	86	88	76	77	76	82	84	87	88



93

Tab. 57 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

objekt	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0310	97	97	82	91	80	92	88	90	90	78	60	54
PP0319	73	79	50	61	63	71	82	86	86	82	67	80
PP0320	97	97	96	90	85	90	97	97	97	97	97	97
PP0324	80	80	81	79	48	74	75	75	87	85	86	86
PP0327	97	93	75	85	49	85	90	75	97	78	62	67
PP0359	97	97	76	82	15	44	61	75	76	68	48	34
PP0766	92	92	92	92	83	92	92	92	92	92	92	92
celá sk.	90	91	79	83	60	78	84	84	89	83	73	73



Obr. 68 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6520 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 58 *Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.*

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PP0310	42	53	79	94	97	97	97	97	97	97		
PP0320	97	96	97	97	97	97	97	97	97	97		
PP0327	35	56	79	91	94	97	97	97	97	97		
PP0359	30	37	79	92	87	80	85	92	92	90		
PP0766	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92		
celá sk.	59	67	85	93	93	93	94	95	95	95		

Pro prameny PP0319 Výskytná a PP0324 Mezilesí nejsou statistiky za rok 2018 dostupné.

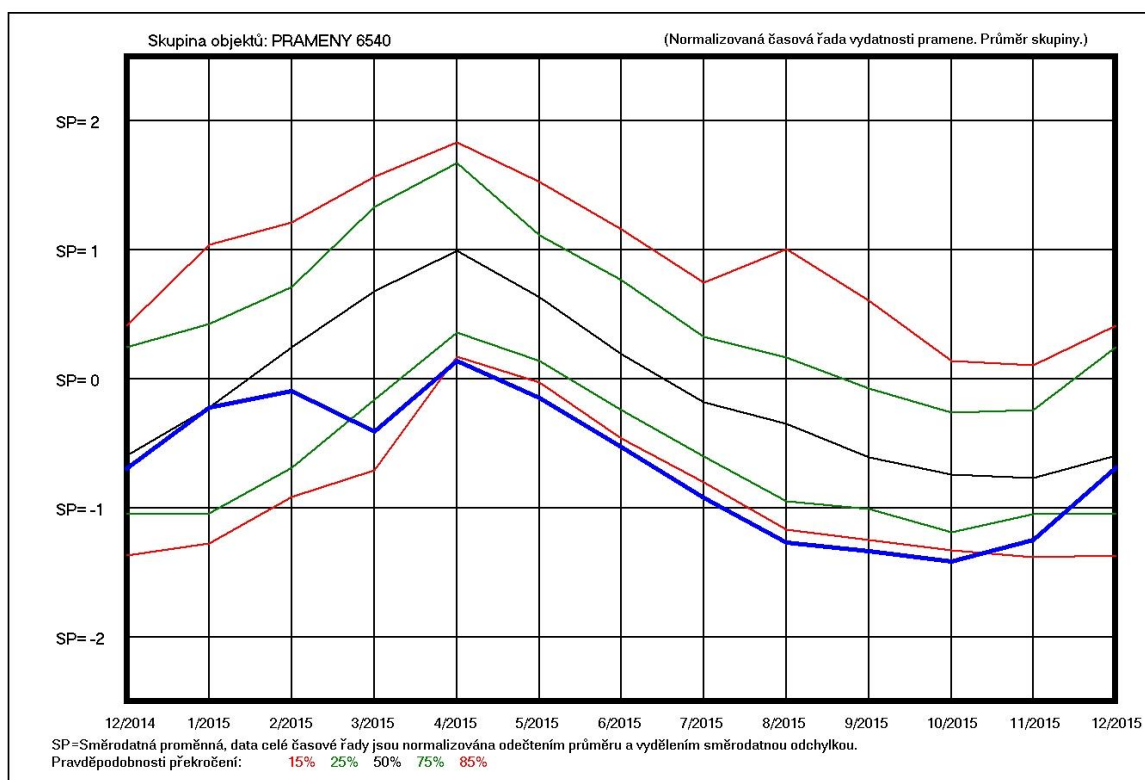
V rámci hodnocení celé skupiny HGR 6520 lze říci, že rok 2015 byl z pohledu vydatností pramenů mírně až silně suchý. Do dubna 2015 se vydatnosti pramenů pohybovaly v rozmezí 35 – 70 % MKP, tedy v normálu. Od dubna do srpna klesly vydatnosti na úroveň mírného sucha, v rozsahu 75 – 84 % MKP. Od srpna do listopadu 2015 došlo k poklesu vydatností do oblasti silného sucha (75 – 84 % MKP). V prosinci 2015 vydatnosti vzrostly vlivem zimních srážek na 65 % MKP, tedy na normální stav. Rok 2016 byl opět mírně až silně suchý. Silné sucho se projevilo v období duben – květen a listopad – prosinec 2016 (87 % MKP). Měsíce únor a březen byly z pohledu vydatností normální (67 – 71 % MKP), zbývající měsíce roku 2016 pak byly mírně suché (76 – 84 % MKP). Silné sucho pokračovalo i v roce 2017, kdy v lednu a únoru 2017 klesly vydatnosti až na 91 % MKP. Od března do srpna 2017 byly vydatnosti opět malé, v oblasti mírného sucha (78 – 84 % MKP), s výjimkou května (60 % MKP). V měsíci září vydatnosti opět klesly pod hranici silného sucha (89 % MKP). K mírnému zlepšení vydatností pramenů došlo na konci roku, v listopadu a prosinci se vydatnosti pohybovaly na úrovni 73 % MKP. Výrazné zlepšení situace nastalo v lednu 2018 (59 % MKP), avšak od února vydatnosti pramenů začaly opět klesat (67 % MKP). Od března 2018 jsou vydatnosti pod hranicí silného sucha (85 – 94 %), od srpna dokonce na hranici mimořádného sucha (95 % MKP).

3.5.4 HGR 5640 – Krystalinikum v povodí Dyje

Do rajónu spadají v Kraji Vysočina tři prameny. Jedná se o Panenskou Rozsíčku a pramen Moravské Dyje (PB0207), pramen v k.ú. Práskolesy u Mrákotína, místní název Křížova louka (PB0215) a pramen v k.ú. Dyjice s místním názvem Loužek (PB0444). Přehled dosažených maxim a minim spolu s dlouhodobým průměrem vydatností podzemní vody v prameni za celou délku pozorování (1960 – 2018) uvádí tabulka 59.

Tab. 59 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

vydatnost [l/s]	průměr	minimum	datum	maximum	datum
PB0207	0,381	0,01	2018	1,9	30.3.1988
PB0215	0,548	0	2015-2018	1,68	6.6.1965
PB0444	0,336	0	2007	2,55	14.8.2002

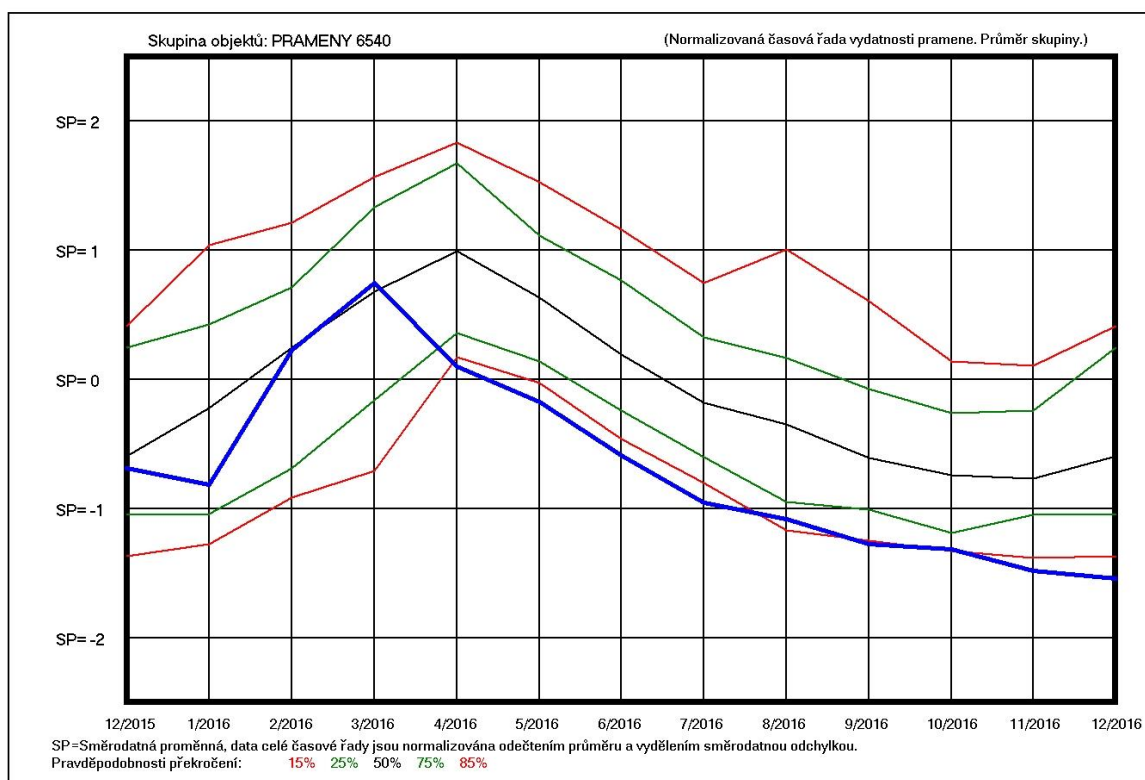


Obr. 69 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6540 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 60 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

objekt	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0207	3	23	65	78	87	79	85	82	80	85	65	13
PB0215	97	95	94	96	97	97	97	97	97	97	97	97
celá sk.	50	59	80	87	92	88	91	90	88	91	81	55

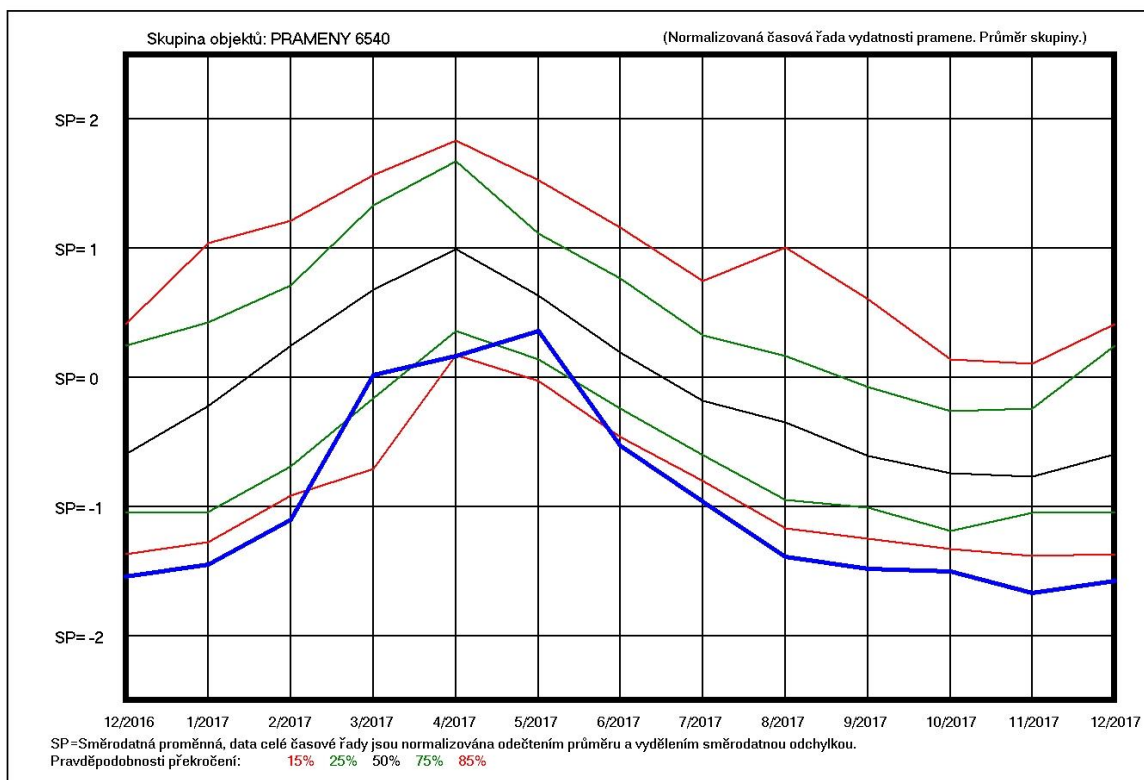
Pramen PB0444 Dyjice nemá pro období 2015 – 2018 vyhodnoceny statistiky, proto není v celkovém hodnocení uveden.



Obr. 70 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6540 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 –2010.

Tab. 61 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

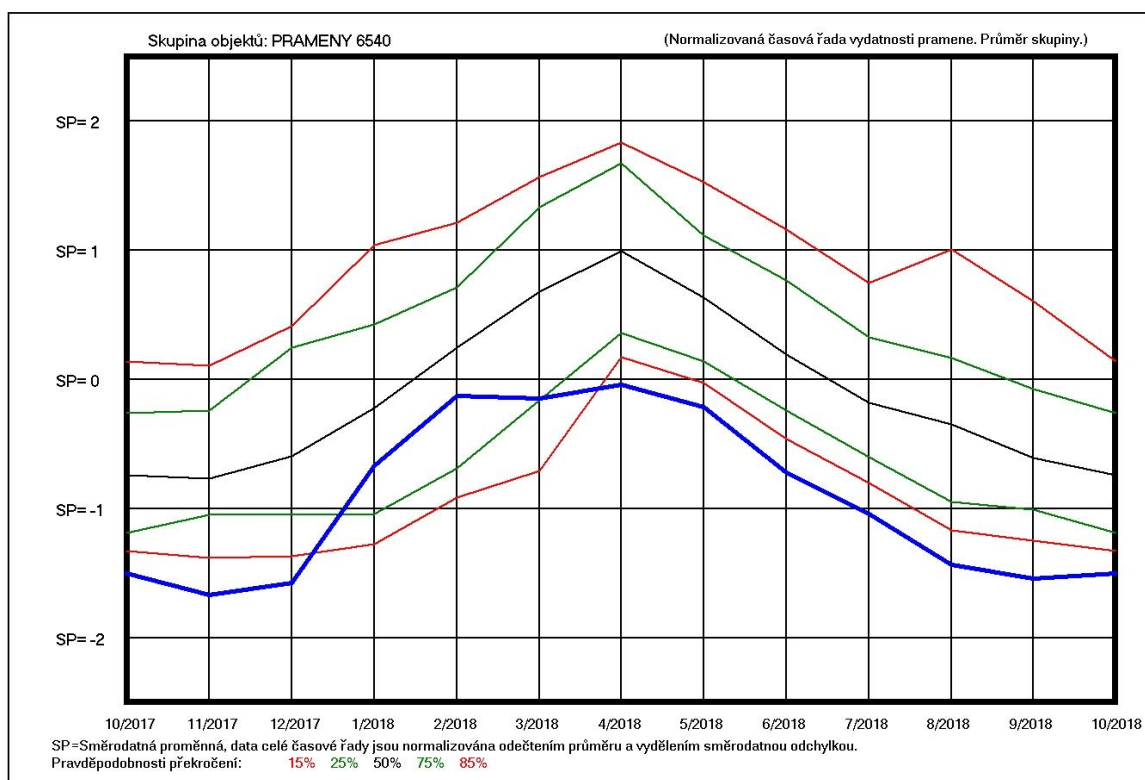
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0207	51	23	15	85	91	85	89	65	75	75	90	97
PB0215	85	78	80	93	96	97	96	97	97	93	86	84
celá sk.	68	50	48	89	94	91	92	81	86	84	88	90



Obr. 71 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6540 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 62 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0207	97	96	65	83	40	79	89	93	92	97	90	86
PB0215	88	91	74	88	88	97	97	97	97	97	97	97
celá sk.	92	94	70	86	64	88	93	95	94	97	94	92



Obr. 72 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6540 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 63 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0207	31	26	59	97	95	97	97	97	97	97		
PB0215	96	94	90	96	97	97	97	97	97	97		
celá sk.	64	60	74	96	96	97	97	97	97	97		

V rámci hodnocení celé skupiny HGR 6540 lze říci, že rok 2015 byl z pohledu vydatností pramenů silně suchý, kdy od dubna do října 2015 byla úroveň MKP v rozsahu 87 – 92 % MKP. První měsíce roku byly normální (50 – 59 % MKP), od března došlo k výraznému poklesu vydatností (80 % MKP). V zimních měsících se vydatnosti opět vrátily do normálu 55 - 48 % MKP, konkrétně v období prosinec 2015 – březen 2016. Následoval opět silný pokles vydatností, který trval až do prosince 2016. Nejhorší situace byla v květnu 2016, kdy vydatnosti klesly na 94 % MKP. Tento stav přetrvával i v roce 2017,

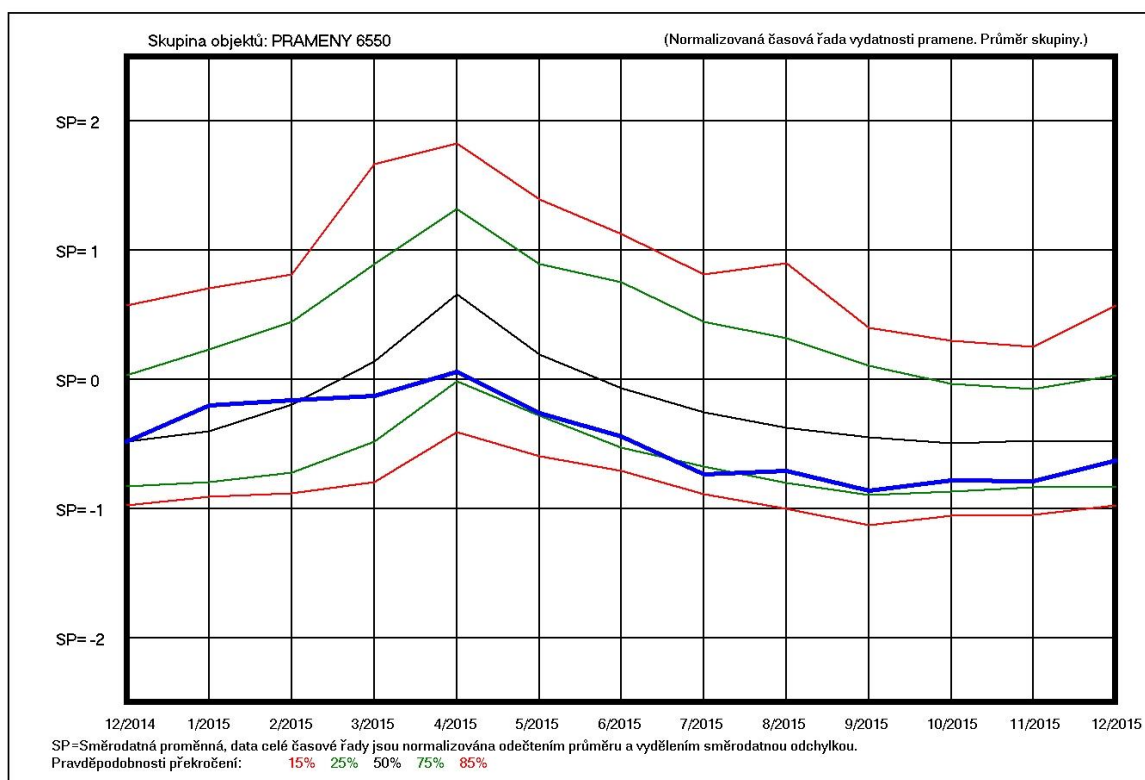
s výjimkou měsíců březen a květen zaklesly vydatnosti pramenů pod hranici silného sucha, tedy pod 85 % MKP. Nejhorší situace byla v říjnu 2017 – 97 % MKP (mimořádné sucho). Zimní srážky v roce 2018 vrátily vydatnosti na pramenech do normálu v období leden – březen 2018 (60 – 74 % MKP), poté došlo opět k výraznému poklesu do oblasti mimořádného sucha (96 – 97 % MKP).

3.5.5 HGR 5650 – Krystalinikum v povodí Jihlavy

Do rajónu spadá v Kraji Vysočina devět pramenů. Jedná se o Zbilidy a pramen Maršovský (PB0363), pramen v k.ú. Petrovice u Štoků (U devíti studánek – PB0364), pramen v k.ú. Dlouhá Brtnice, místní název Halabrunka (PB0367), pramen v k.ú. Heraltice, místní název U dvojáku (PB0370), pramen v k.ú. Vladislav (Letošůvka – PB0371), pramen v k.ú. Arnolec (Havlíkova studánka – PB0386), pramen v k.ú. Jedov (Babí studánka – PB0390), pramen v k.ú. Kuroslepy (Bohuslavův – PB0391) a pramen v k.ú. Brtnický Číchov s místním názvem U vleku (PB0439). Přehled prvních dosažených maxim a minim spolu s dlouhodobým průměrem vydatností podzemní vody v prameni za celou délku pozorování (1960 – 2018) uvádí tabulka 64.

Tab. 64 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

vydatnost [l/s]	průměr	minimum	datum	maximum	datum
PB0363	0,882	0,12	12.1.2000	5,2	12.4.2010
PB0364	1,726	0,35	3.9.2014	4,75	14.8.2002
PB0367	0,379	0,01	16.11.1983	2,07	22.5.1985
PB0370	0,769	0,09	15.8.1990	3,40	7.3.2002
PB0371	0,521	0,31	6.9.1995	4,45	12.3.1986
PB0386	0,25	0,07	2.12.2016	0,98	28.3.1965
PB0390	0,224	0,05	7.7.1971	0,62	23.2.1977
PB0391	0,148	0,02	2.6.1993	2	16.3.2005
PB0439	0,193	0,01	17.10.2012	0,67	7.5.1980

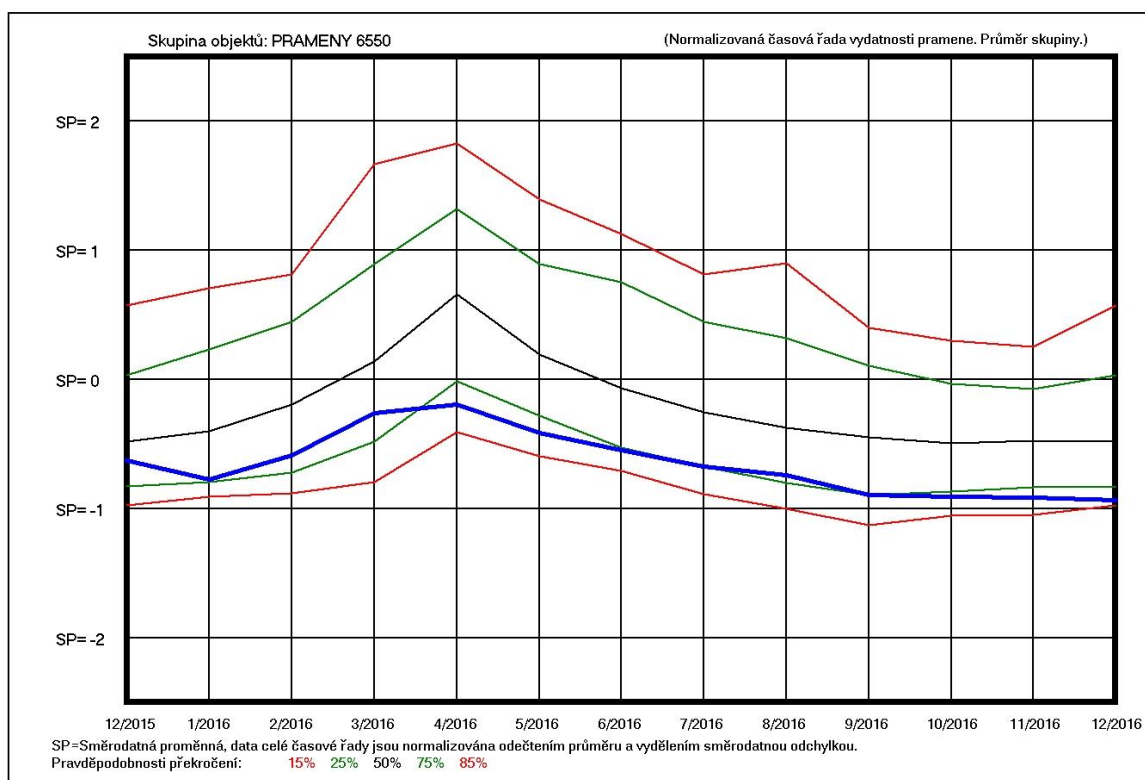


Obr. 73 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6550 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 65 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0363	35	45	25	82	89	81	93	91	91	91	90	45
PB0364	88	79	82	88	89	97	97	97	97	97	97	97
PB0367	7	16	63	86	97	97	97	92	90	82	75	52
PB0370	3	19	49	56	73	71	72	70	67	50	44	12
PB0371	15	21	45	50	33	43	47	46	50	43	41	50
PB0386	90	91	85	90	85	90	93	90	90	90	87	89
PB0390	67	85	97	90	97	50	90	33	67	67	97	97
PB0391	33	33	41	36	30	33	33	39	33	33	41	42
celá sk.	42	49	61	72	74	70	78	70	73	69	72	60

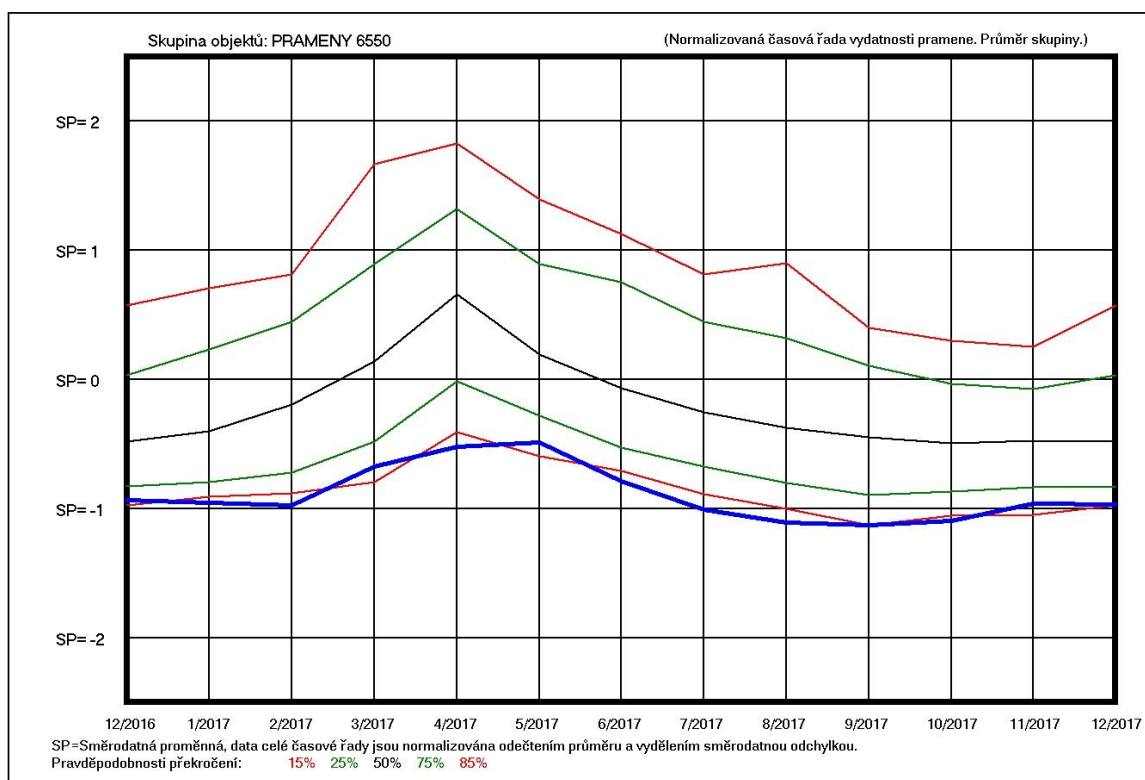
Pramen PB0439 Brtnický Čichov nemá pro období 2015 – 2018 vyhodnoceny statistiky, proto není v celkovém hodnocení uveden.



Obr. 74 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6550 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 66 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

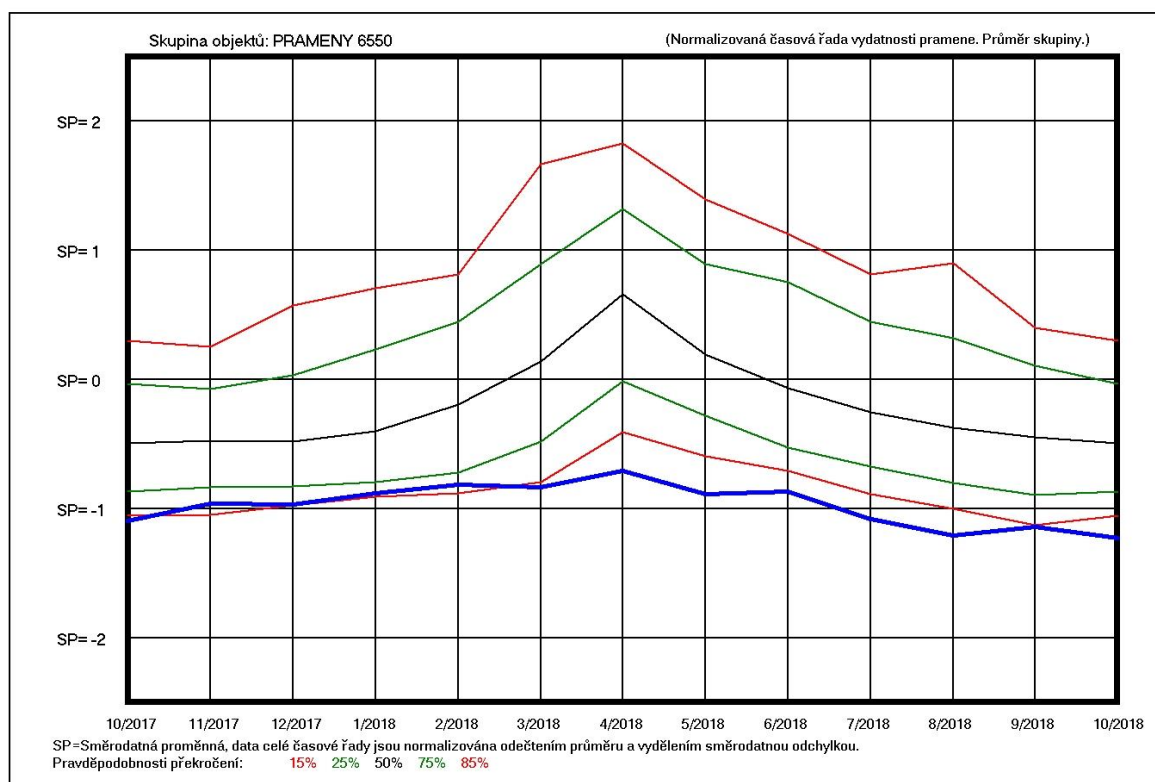
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0363	77	68	76	89	91	67	62	50	66	57	60	71
PB0364	97	97	95	94	96	97	97	96	97	97	97	97
PB0367	81	75	49	86	97	97	97	92	90	90	90	97
PB0370	44	14	13	77	75	76	75	83	90	90	90	93
PB0371	56	53	64	64	65	67	75	76	75	75	75	80
PB0386	93	94	91	92	90	97	97	97	95	97	92	97
PB0390	97	97	90	85	75	59	50	33	33	50	75	75
PB0391	44	50	50	50	46	47	47	47	54	59	50	50
celá sk.	74	68	66	80	79	76	75	72	75	77	79	82



Obr. 75 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6550 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 67 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0363	83	90	62	78	64	74	79	80	71	74	75	77
PB0364	97	97	97	96	95	97	97	97	97	97	97	97
PB0367	97	97	93	96	97	97	97	93	93	90	80	89
PB0370	90	95	46	70	31	77	90	85	75	72	33	39
PB0371	87	87	90	90	90	92	88	92	90	87	87	97
PB0386	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	94	97
PB0390	97	97	97	97	97	97	97	90	75	95	97	97
PB0391	67	67	67	79	82	85	82	85	82	85	85	85
celá sk.	89	91	81	88	82	90	91	90	85	87	81	85



Obr. 76 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6550 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 68 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0363	83	77	83	95	97	97	96	97	97	97		
PB0364	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97		
PB0367	86	81	82	89	97	97	97	95	72	82		
PB0370	14	17	49	79	82	81	90	85	75	90		
PB0371	97	90	97	97	97	93	90	97	90	97		
PB0386	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97		
PB0390	97	97	97	97	97	97	97	97	67	97		
PB0391	90	90	88	90	92	94	90	93	90	97		
celá sk.	83	81	86	93	94	94	94	95	86	94		

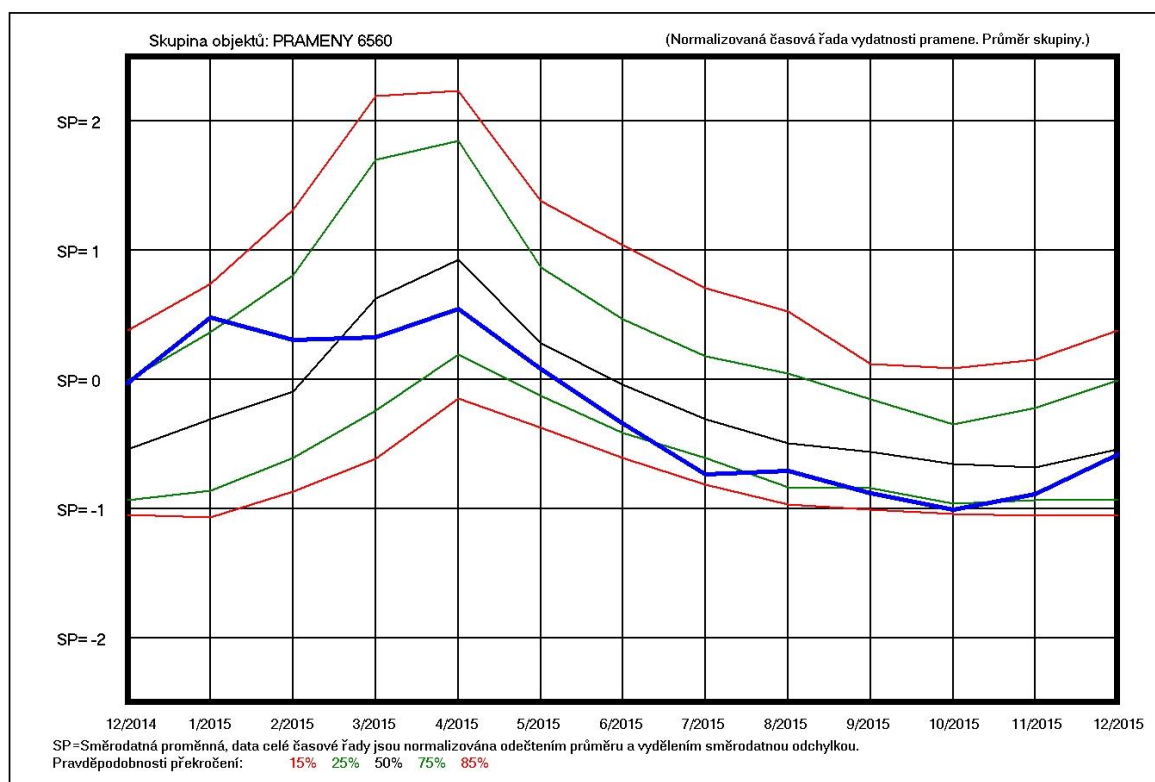
Z průběhu vydatností pramenů vyplývá, že rok 2015 byl v rajónu HGR 6550 celkově průměrný. Jednotlivé prameny však vykazují odlišné vydatnosti, v závislosti na poloze v rámci rajónu a lokálním vývojem meteorologické situace, jak je zřejmé z předchozích tabulek. Stejně hodnocení je zřejmé i v roce 2016, kdy sice skupina jako celek vykazuje normální až mírně suchý rok, je však nutné přihlídnout k jednotlivým pramenům. Oproti roku 2015 je zde již vidět trend klesajících vydatností. V roce 2017 dochází v celé oblasti rajónu 6550 k výraznému poklesu vydatností, víceméně celý rok 2017 lze označit jako silně suchý, mimo měsíců březen, květen a listopad (81 - 82 % MKP). Celá skupina pramenů vykazuje pokles vydatností na 91 % MKP, u jednotlivých pramenů dokonce až pod hranici mimořádného sucha na hodnotu 97 % MKP. V roce 2018 klesající trend vydatností pokračuje, celá skupina se od března 2018 pohybuje pod hranicí silného sucha (86 % - 94 % MKP), v měsíci srpnu dokonce na hranici mimořádného sucha (95 % MKP).

3.5.6 HGR 5660 – Krystalinikum v povodí Svratky

Do rajónu spadá v Kraji Vysočina jedenáct pramenů. Jedná se o Českou Cikánku a pramen Papírnice (PB0146), pramen v k.ú. Kuklík (U haldy – PB0147), pramen v k.ú. Studnice u Rokytne, místní název Sládkovo (PB0148), pramen v k.ú. Tři Studně, místní název Barborka (PB0150), pramen v k.ú. Strážek (V Černém lese – PB0189), pramen v k.ú. Nové Město na Moravě (Ski I – PB0286), pramen v k.ú. Nedvědice (Císařská studánka – PB0290), pramen v k.ú. Ubušín (U korýtka – PB0298), pramen v k.ú. Věcov (Na Široké louce – PB0299), pramen v k.ú. Sviny u Křižanova (Pod javorem – PB0378) a pramen v k.ú. Horní Bobrová s místním názvem Baronka (PB0497). Přehled prvních dosažených maxim a minim spolu s dlouhodobým průměrem vydatností podzemní vody v prameni za celou délku pozorování (1960 – 2018) uvádí tabulka 69.

Tab. 69 Dlouhodobý průměr, minimum a maximum za dobu pozorování ČHMÚ.

vydatnost [l/s]	průměr	minimum	datum	maximum	datum
PB0146	0,576	0,03	30.9.2015	6,38	8.4.1987
PB0147	3,095	0,93	28.2.1990	6,55	16.6.2010
PB0148	1,672	0	24.12.2014	5,68	11.3.1981
PB0150	0,509	0,1	27.2.1985	2,49	15.4.1987
PB0189	0,181	0	12.12.2007	1,3	13.4.1994
PB0286	0,469	0,02	28.9.2016	1,47	16.4.2009
PB0290	0,189	0	5.6.2013	0,3	25.3.1981
PB0298	0,303	0,04	7.12.2016	3,21	9.7.1997
PB0299	0,78	0,22	26.12.1990	10,2	18.3.1981
PB0378	0,17	0,02	29.8.1990	5,35	21.1.1976
PB0497	0,164	0,07	24.6.1998	0,98	5.4.2006

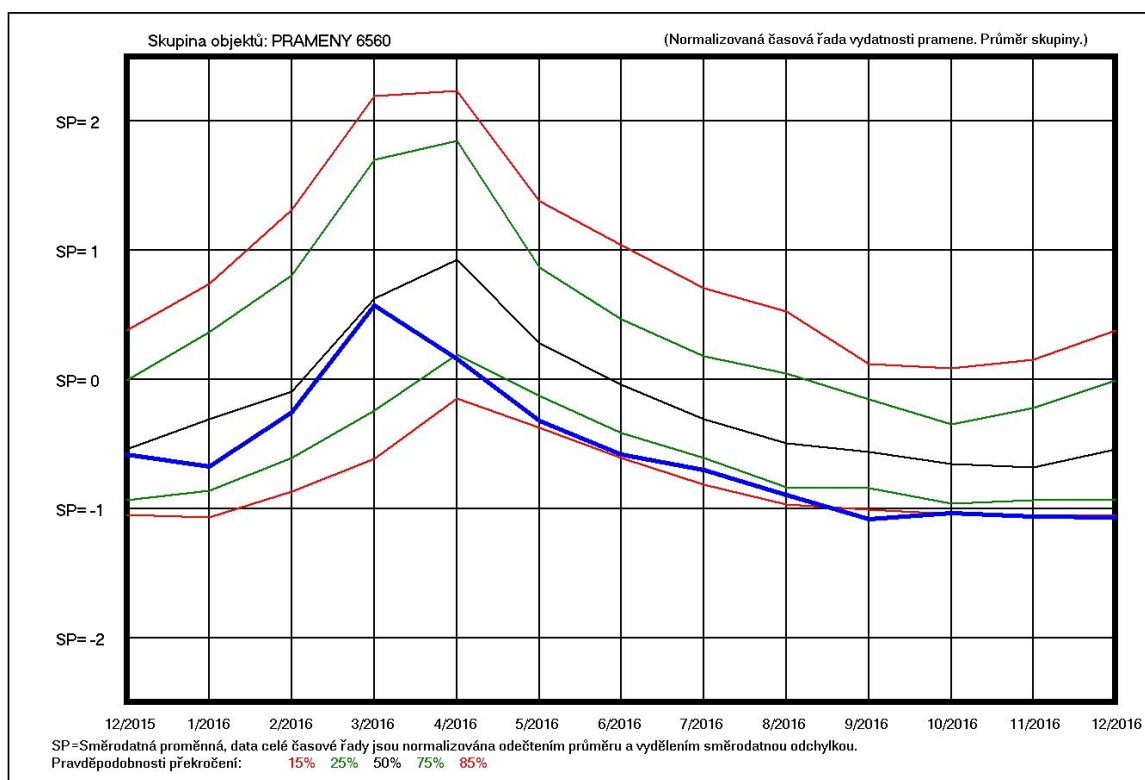


Obr. 77 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6560 (modře) za rok 2015 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 70 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0146	3	26	58	83	80	91	97	94	93	95	90	60
PB0147	16	19	22	25	35	48	51	52	65	68	48	37
PB0286	38	44	66	48	62	75	79	39	75	93	37	17
PB0298	8	38	72	79	81	85	96	64	97	97	95	85
PB0299	54	56	64	72	70	64	88	95	95	78	63	41
PB0497	13	50	70	71	44	58	75	50	41	67	67	67
celá sk.	22	39	59	63	62	70	81	66	78	81	70	53

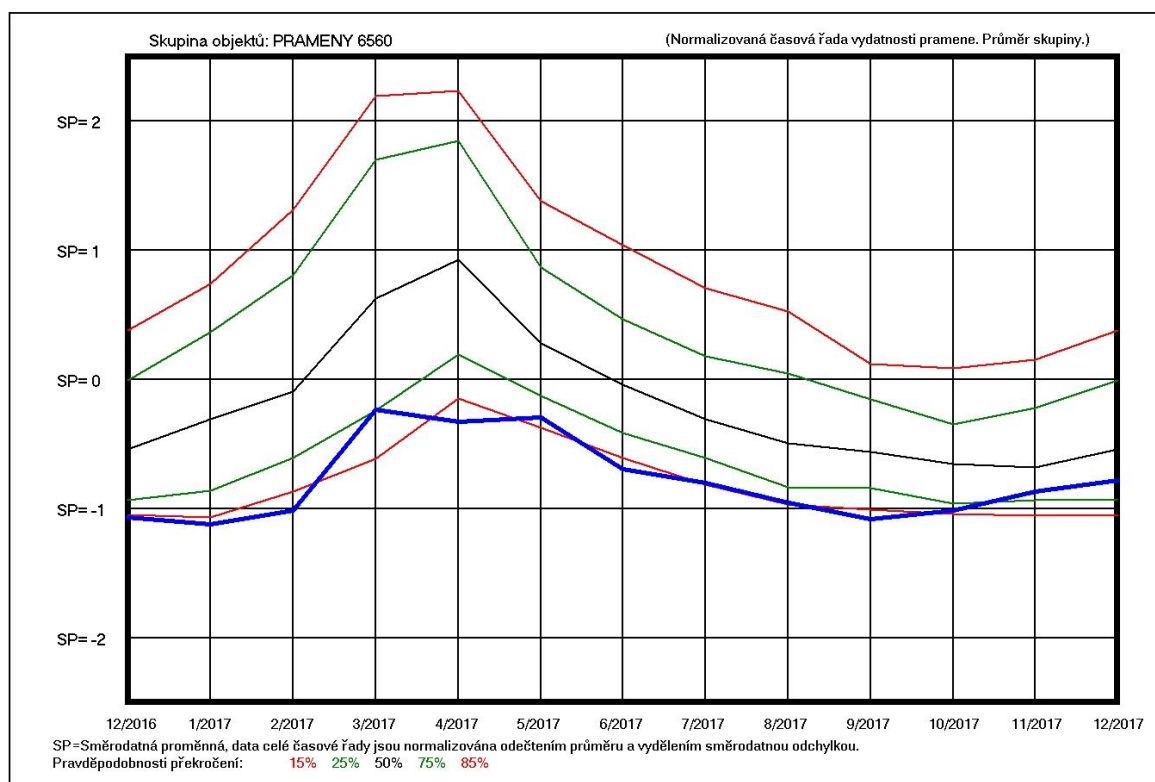
Prameny PB0148 Sládkovo, PB0150 Barborka, PB0290 Císařská studánka a PB0378 Pod javorem nemají pro období 2015 – 2018 vyhodnoceny statistiky, proto nejsou v celkovém hodnocení uvedené. Pramen PB0189 Strážek procházel v roce 2015 rekonstrukcí.



Obr. 78 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6560 (modře) za rok 2016 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 71 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2016 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

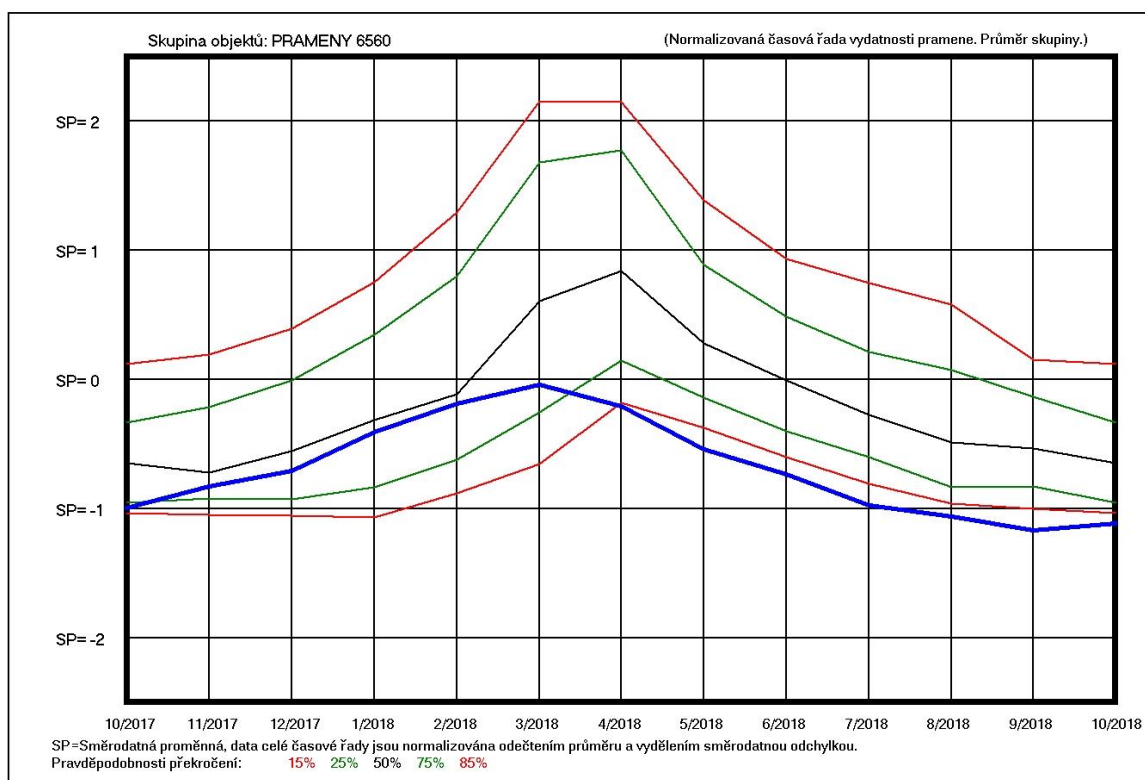
	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0146	65	26	27	62	61	85	89	93	94	92	90	90
PB0147	51	44	50	50	75	76	57	61	77	65	62	61
PB0189	69	67	47	75	81	82	78	85	82	75	91	95
PB0286	75	36	43	89	97	90	75	81	97	95	92	90
PB0298	74	83	69	92	97	97	93	97	97	97	97	97
PB0299	65	75	55	76	83	87	88	91	93	81	82	88
PB0497	67	73	70	88	85	67	75	50	85	85	85	90
celá sk.	67	58	52	76	83	83	79	80	89	84	86	87



Obr. 79 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6560 (modře) za rok 2017 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 72 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2017 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0146	85	89	48	84	18	79	88	90	92	85	45	35
PB0147	65	86	61	79	84	80	73	81	77	70	67	58
PB0189	90	85	90	97	97	97	97	97	97	97	95	97
PB0286	95	90	53	90	97	97	67	55	75	50	18	25
PB0298	97	97	94	97	97	97	97	97	97	97	97	95
PB0299	92	97	88	94	87	86	92	93	96	91	71	62
PB0497	90	91	90	92	91	90	75	75	90	85	85	85
celá sk.	88	91	75	90	82	89	84	84	89	82	68	65



Obr. 80 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu vydatností pramenů HGR 6560 (modře) za rok 2018 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981 – 2010.

Tab. 73 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných vydatností pramenů v roce 2018 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivé prameny i celou skupinu.

	Zařazení úrovně hladiny na MKP v %											
objekt	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
PB0146	27	26	67	89	97	97	97	97	97	97		
PB0147	41	36	26	63	74	75	80	77	91	88		
PB0189	94	86	90	97	97	97	97	97	97	97		
PB0286	43	38	75	89	97	92	97	97	97	97		
PB0298	69	86	89	97	97	97	97	97	97	97		
PB0299	55	50	65	85	95	97	97	97	97	97		
PB0497	67	85	90	92	92	91	90	90	90	90		
celá sk.	57	58	72	87	93	92	94	92	95	94		

Z průběhu vydatností pramenů vyplývá, že rok 2015 byl v rajónu HGR 6560 celkově průměrný. Jednotlivé prameny však vykazují odlišné vydatnosti, v závislosti na poloze v rámci rajónu a lokálním vývojem meteorologické situace, jak je zřejmé z předchozích tabulek. Stejné hodnocení je zřejmé i v roce 2016, kdy sice skupina jako celek vykazuje mírně až silně suchý rok, je však nutné přihlédnout k jednotlivým pramenům. Oproti roku 2015 je zde výrazný pokles vydatností. V roce 2017 dochází v celé oblasti rajónu 6560 k výraznému poklesu vydatností. Skoro celý rok 2017 lze označit jako silně suchý, mimo měsíců listopad a prosinec 2017 (65 – 68 % MKP). Od ledna až do října 2017 se vydatnosti pramenů pohybují v rozsahu 75 – 91 % MKP, v závislosti na letních srážkách, kdy dochází k zlepšení situace. V roce 2018 klesající trend vydatností pokračuje, celá skupina se od března 2018 pohybuje pod hranicí silného sucha (87 % – 94 % MKP), v měsíci září dokonce na hranici mimořádného sucha (95 % MKP). Díky zimním srážkám byly vydatnosti pramenů v období leden – únor v normálu, kolem 57 % MKP.

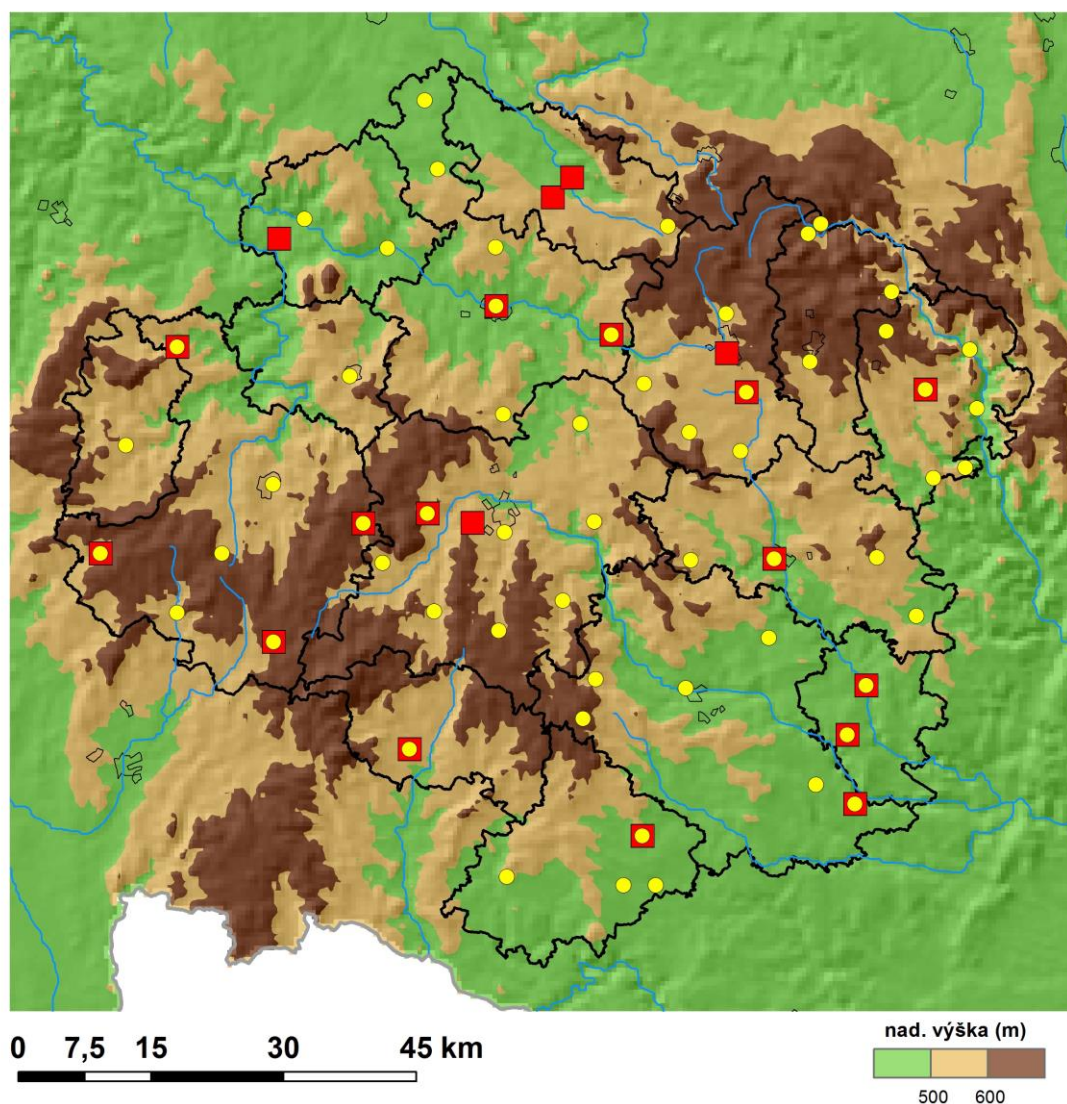
4 Klimatologie

Pro klimatologické vyhodnocení byly vybrány charakteristiky, které by měly nejlépe popisovat stav posledních let. V prvním kroku byly vyhodnoceny základní teplotní a srážkové poměry za celý Kraj Vysočiny. Jako srovnávací období bylo v celé kapitole použito normálové období 1981–2010 z něhož byly použity průměrné hodnoty. Dále byly vybrány vždy dva klimatické indexy a to v rámci teplotních a srážkových poměrů.

Jako vstupní data sloužily data ze sítě meteorologických stanic ČHMU. V Kraji Vysočina bylo vybráno 20 klimatologických stanic, kde se měří většina základních meteorologických prvků (teplota vzduchu, srážky, rychlost větru, sluneční svit, vlhkost vzduchu atd.) a 58 srážkoměrných stanic. Dlouhodobé hodnoty (za normálové období i časové řady od roku 1961) prošly kontrolou kvality dat, homogenizací a byly zde doplněny všechny chybějící hodnoty, aby nedošlo ke statistickému znehodnocení výsledků (Štěpánek a kol 2011, 2013). Období 2015–2018 vychází z měřených údajů uložených v databázi CLIDATA. Většina analýz byla prováděna na základě interpolovaných dat do plochy kraje. Pro tyto účely byl použit jako interpolační metoda regresní krigging v rozlišení 500×500 m. Pro časové řady 1961–2018 bylo naopak využito průměrkování meteorologických stanic.

Problém byl nestejná délka vyhodnocovaného období. Rok 2018 byl totiž uzavírán k měsíci září, tedy nebyl naplněn celý rok. Z toho důvodu byl rok 2018 vyhodnocován jako průměr/suma za měsíce leden až září a také za stejné období byl brán dlouhodobý průměr. U roků 2015–2017 byly vždy brány v potaz roční hodnoty. U časových řad 1961–2018 by ale takové porovnání nebylo vhodné, jelikož by výsledky za rok 2018 vycházely nižší než roky předtím. Proto u teplotních a srážkových indexů bylo období leden až září 2018 přepočítáno na hodnoty celého roku (průměrné hodnoty pro říjen-prosinec byly přičteny k naměřenému období leden až září). U základních charakteristik jako je průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek byly dlouhodobé trendy vypočteny pouze pro období 1961–2017, jelikož v těchto případech by došlo k ještě větší míře ovlivnění výsledků.

Pro některé analýzy byla použita diferenciacce podle nadmořských výšek. Vzhledem k reliéfu Kraje Vysočina za podmínky, aby dané kategorie postihovaly podobnou velikost a nešlo o zanedbatelně malé území, které může zkreslit výrazně výsledky, byly vybrány tři kategorie. Tím jsou pod 500 m n.m., což je území na jihovýchodě a severozápadě kraje. Dále oblast mezi 500–600 m n.m., která se nachází na jihozápadě a severovýchodě kraje. V rámci těchto oblastí se pak nachází nejvyšší partie kraje a ty jsme zařadili do kategorie nad 600 m n.m.



Obr. 81 Kraj Vysočina rozdělený podle studovaných kategorií nadmořských výšek s vyznačením použitých klimatologických (červeně) a srážkoměrných (žlutě) stanic.

4.1 Teplotní a srážkové poměry Kraje Vysočina 2015–2018

Průměrná teplota vzduchu v Kraji Vysočina je 7,3°C (1981–2010). V nadmořských výškách pod 500 m n.m. je průměrná teplota 8,0 °C (tabulka 74), naopak v nejvyšších partiích kraje (nad 600 m n.m.) je to 6,7°C. Všechny studované roky 2015–2017 byly teplotně nadprůměrné. Rok 2018 byl porovnáván pouze v období leden až září a to bylo také teplotně nadprůměrné. Roky 2015 a 2018 byly výrazně teplejší než období 2016–2017. Rok 2018 zatím svým průběhem vykazuje, že by mělo jít o nejteplejší rok za studované období. Rozdíl podle nadmořských výšek není výrazný. Odchytky jsou zde velmi podobné. V letech 2015 a 2018 byly vyšší teploty, než je obvyklé, hlavně v severní části kraje (ORP Havlíčkův Brod, Žďár n. Sázavou, Nové Město na Moravě. V letech 2016 a 2017 nejsou

zásadní prostorové rozdíly, menší odchylky od normálu se ukazují v jižní části kraje (ORP Pelhřimov, Třebíč, Moravské Budějovice).

Za celé období leden 2015 až září 2018 bylo 33 měsíců ze 45 (73 %) teplotně nadprůměrných. Všechny sezóny s výjimkou zimy 2017 byly taktéž teplotně nadprůměrné. To lze považovat za významnou teplotní anomálii.

Tab. 74 *Průměrná roční teplota vzduchu pro Kraj Vysočina a vybrané nadmořské výšky v letech 2015 – 2018 včetně porovnání s dlouhodobým průměrem 1981 – 2010 (rok 2018 je porovnáván za období leden až září).*

Období	Vysočina		<500 m		500–600 m		>600 m	
	Abs (°C)	Rel (rozdíl)	Abs (°C)	Rel (rozdíl)	Abs (°C)	Rel (rozdíl)	Abs (°C)	Rel (rozdíl)
2015	9,1	1,8	9,6	1,6	9,0	1,7	8,4	1,7
2016	8,3	1,0	8,9	0,9	8,2	0,9	7,6	0,9
2017	8,3	1,0	8,9	0,9	8,2	0,9	7,6	0,9
2018 (I-IX)	10,8	1,9	11,5	2,0	10,7	1,9	10,1	1,9
1981-2010	7,3		8,0		7,3		6,7	
1981-2010 (I-IX)	8,9		9,5		8,8		8,2	

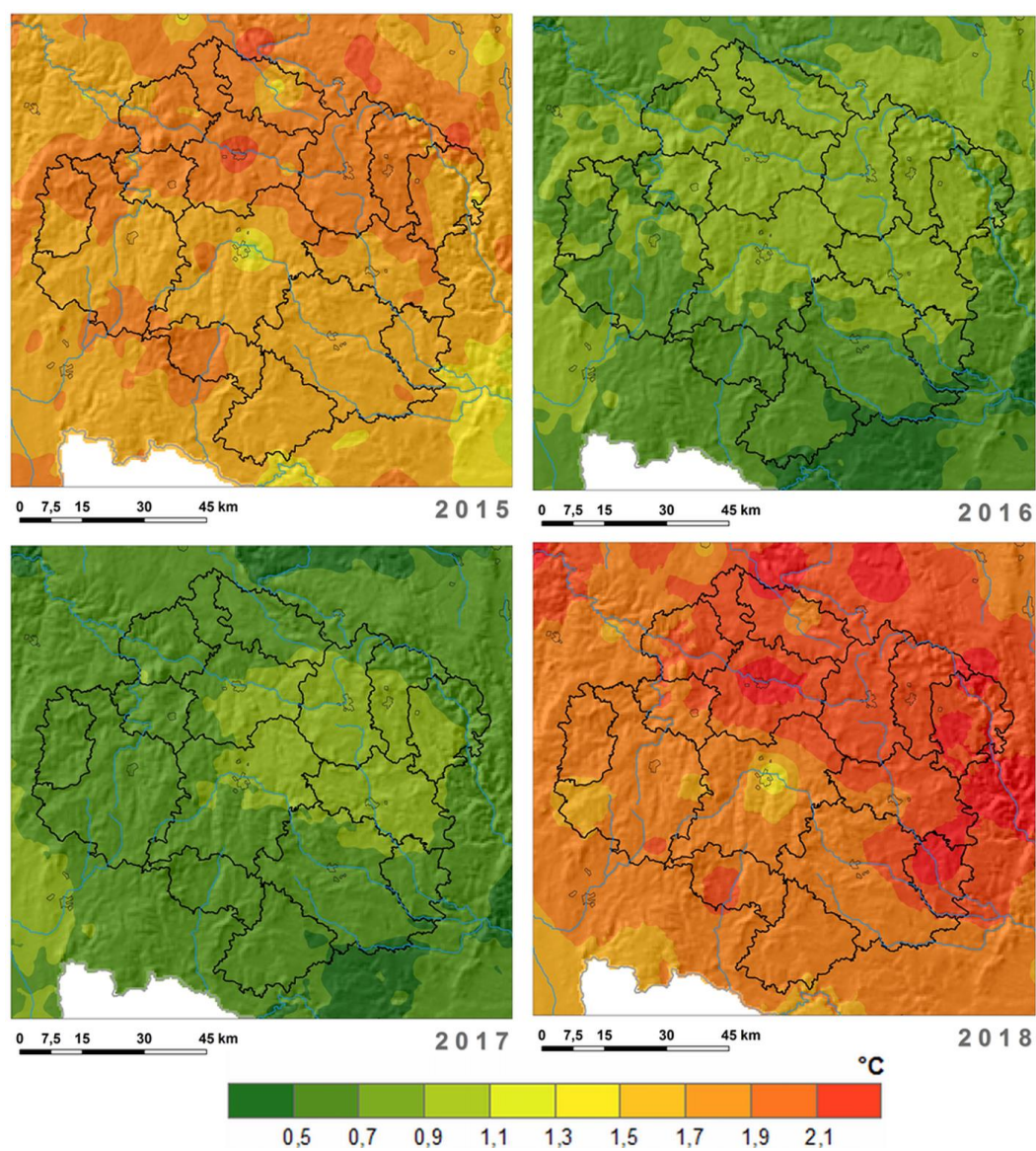
Tab. 75 *Průměrná suma srážek pro Kraj Vysočina a vybrané nadmořské výšky v letech 2015 – 2018 včetně porovnání s dlouhodobým průměrem 1981 – 2010 (rok 2018 je porovnáván za období leden až září).*

Období	Vysočina		<500 m		500–600 m		>600 m	
	Abs (mm)	Rel (%)	Abs (mm)	Rel (%)	Abs (mm)	Rel (%)	Abs (mm)	Rel (%)
2015	556,2	82,6	502,6	81,1	563,2	83,0	617,2	83,6
2016	554,3	82,3	502,3	81,1	557,8	82,2	621,2	84,1
2017	651,2	96,7	585,5	94,5	662,9	97,7	719,4	97,4
2018 (I-IX)	392,2	72,4	381,5	75,9	392,3	71,9	406,7	68,9
1981-2010	673,4		619,7		678,5		738,6	
1981-2010 (I-IX)	541,9		502,4		545,5		589,9	

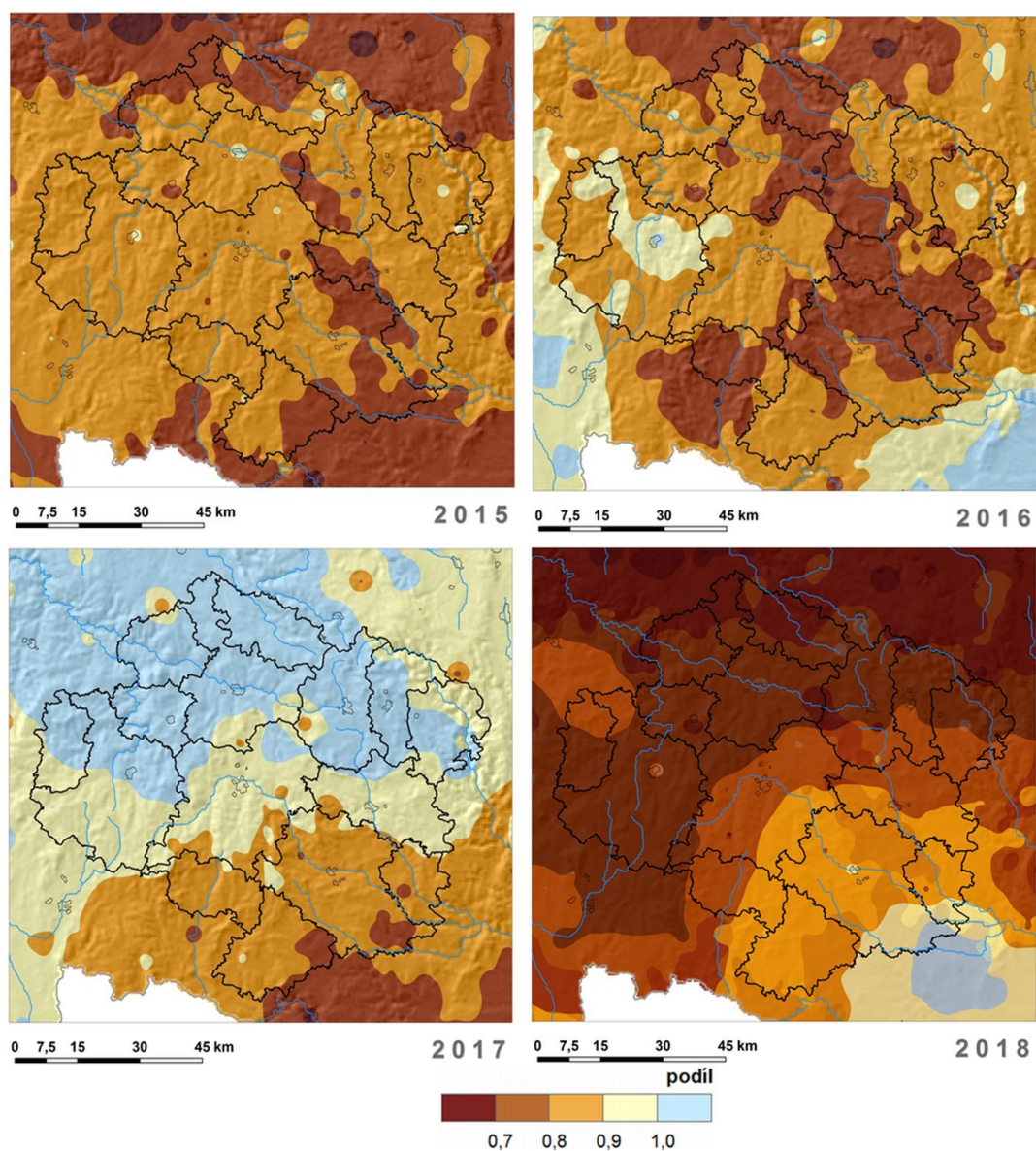
Průměrná suma srážek v Kraji Vysočina za dlouhodobé období 1981–2010 je 673,4 mm. S rostoucí nadmořskou výškou je logicky srážkový úhrn vyšší. V nadmořských výškách nad 600 m je úhrn o 20 % vyšší než v polohách pod 500 m v rámci kraje. Všechny studované roky byly srážkově podprůměrné, i když rok 2017 můžeme hodnotit jako normální, jelikož deficit byl velmi malý. Roky 2015, 2016 a 2018 (jen I–IX) byly srážkově výrazně deficitní. Shodně rok 2015 a 2016 měl o 18 % méně srážek. Situace v roce 2018 je ještě více alarmující, kdy je deficit momentálně 28 % průměru. Rozdíly podle

nadmořských výšek jsou ve většině let malé. Vybočuje z toho rok 2018, kdy je deficit srážek znatelnější ve vyšších nadmořských výškách než v polohách pod 500 m. Tento rozdíl je dán hlavně tím, že na jihovýchodě kraje, kde jsou nižší nadmořské výšky, se v letošním roce vyskytlo několik bouřkových situací, naopak na západě a severozápadě je pozorován větší deficit. Jak lze vidět na obrázku 83, tak nejpostiženějšími ORP je Chotěboř, Havlíčkův Brod, Humpolec a Pelhřimov. Relativně dobrá situace v roce 2018 je v ORP Třebíč a Náměšť nad Oslavou. V roce 2015 a 2016, kdy byl pozorován také významný deficit, tak prostorově výrazné rozdíly nejsou. V roce 2017 je zaznamenán rozdíl mezi vlhčí severozápadní oblastí a srážkovým deficitem na jihovýchodě.

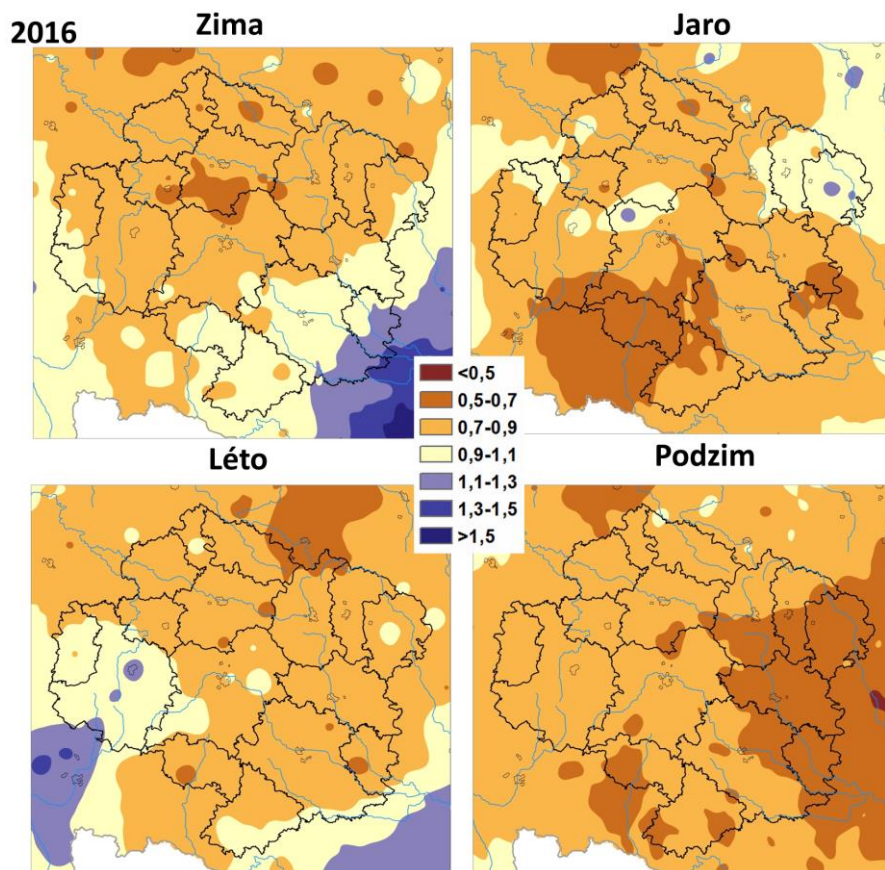
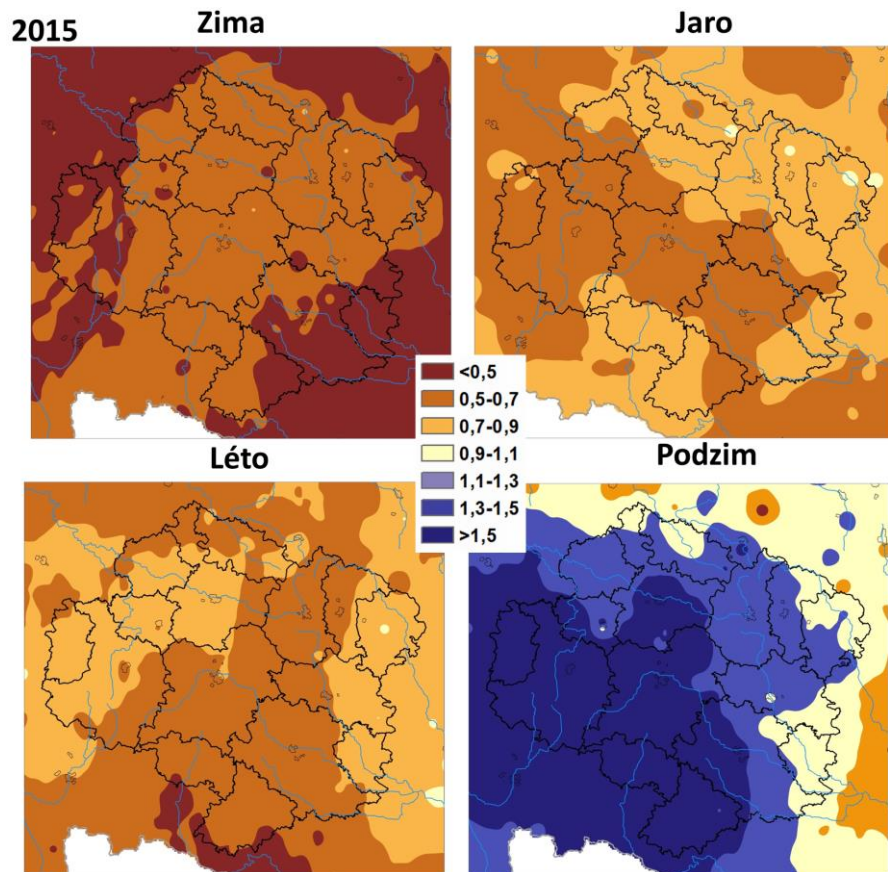
Za celé období 2015 až září 2018 bylo z celkových 45 měsíců 33 měsíců srážkově podprůměrných. V roce 2015 a 2016 to byly vždy tři měsíce srážkově nadprůměrné, v roce 2017 čtyři měsíce a v roce 2018 zatím jen dva měsíce. Jak lze vidět na obrázku 82, tak většina sezón trpěla deficitem srážek. Pouze podzim v roce 2015 a 2017 byly srážkově bohatší, kde byly místy i dvojnásobné úhrny. Naopak nejhorší situace byla v zimě 2015, kdy srážek spadla jen zhruba polovina toho, co je obvyklé.

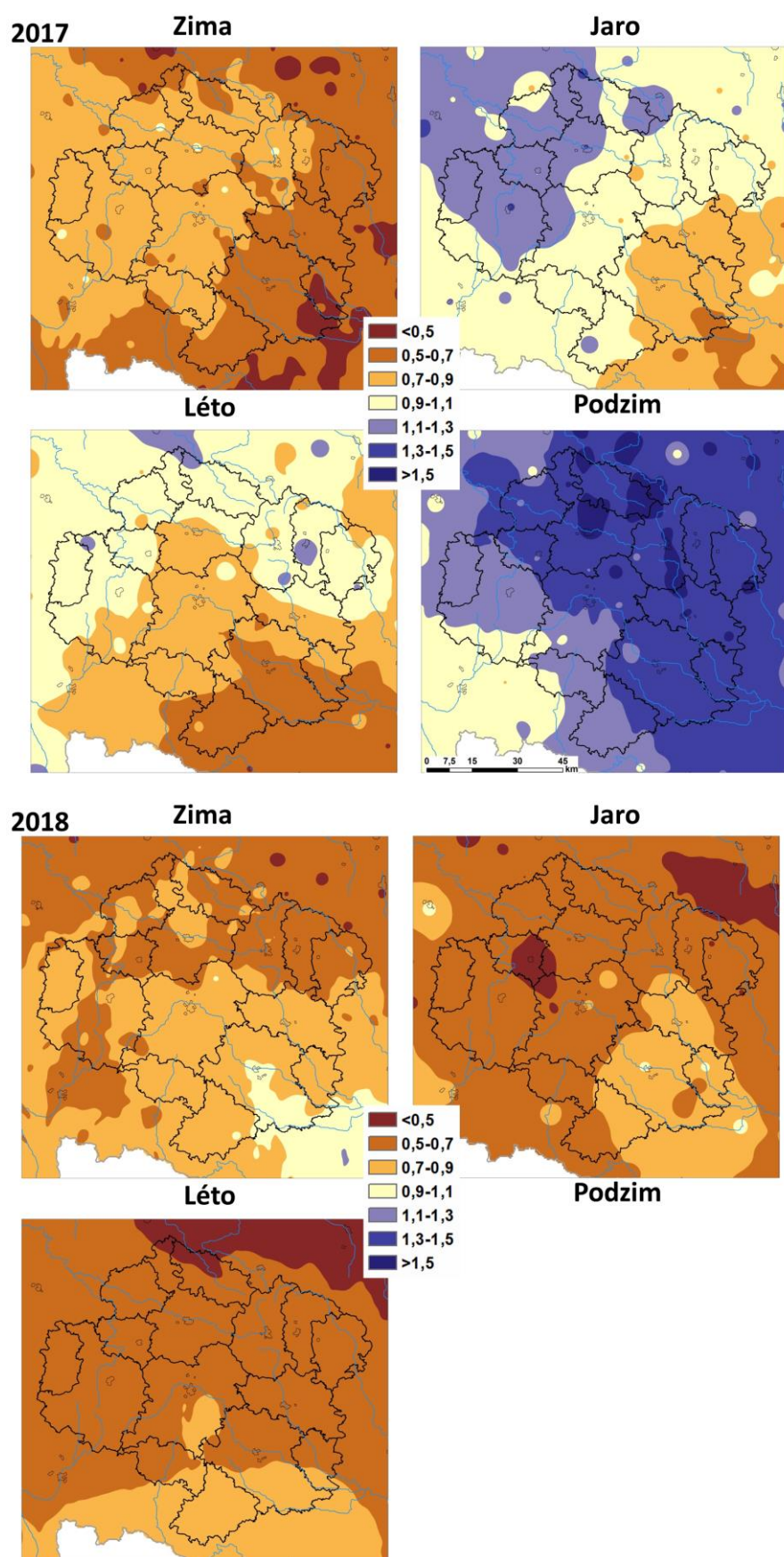


Obr. 82 Odchylka teploty vzduchu za období 2015-2018 v Kraji Vysočina vzhledem k dlouhodobému průměru 1981–2010.

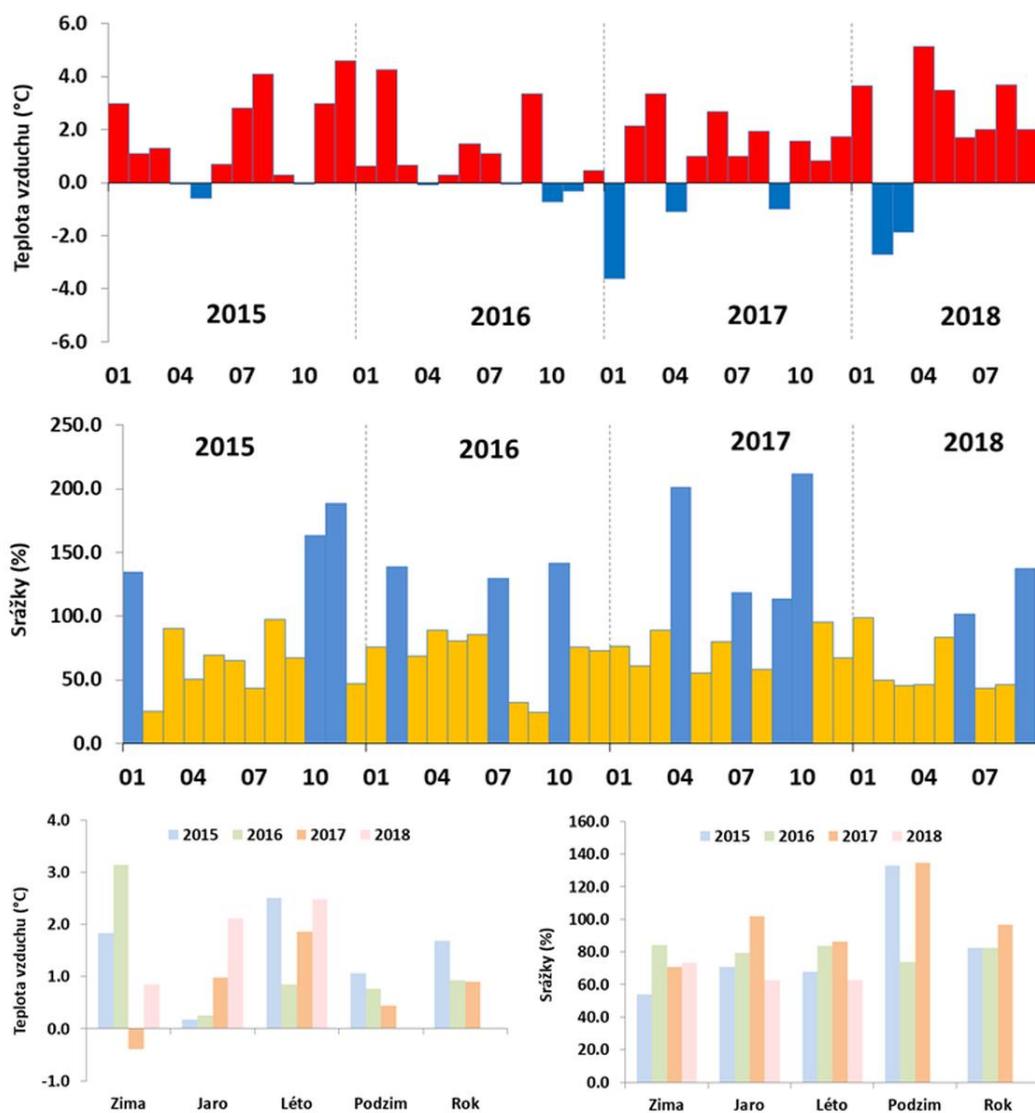


Obr. 83 Podíl ročních úhrnů srážek za období 2015–2018 v Kraji Vysočina vzhledem k dlouhodobému průměru 1981–2010.





Obr. 84 Podíl sezónních srážek za období 2015–2018 v Kraji Vysočina vzhledem k dlouhodobému průměru 1981–2010.



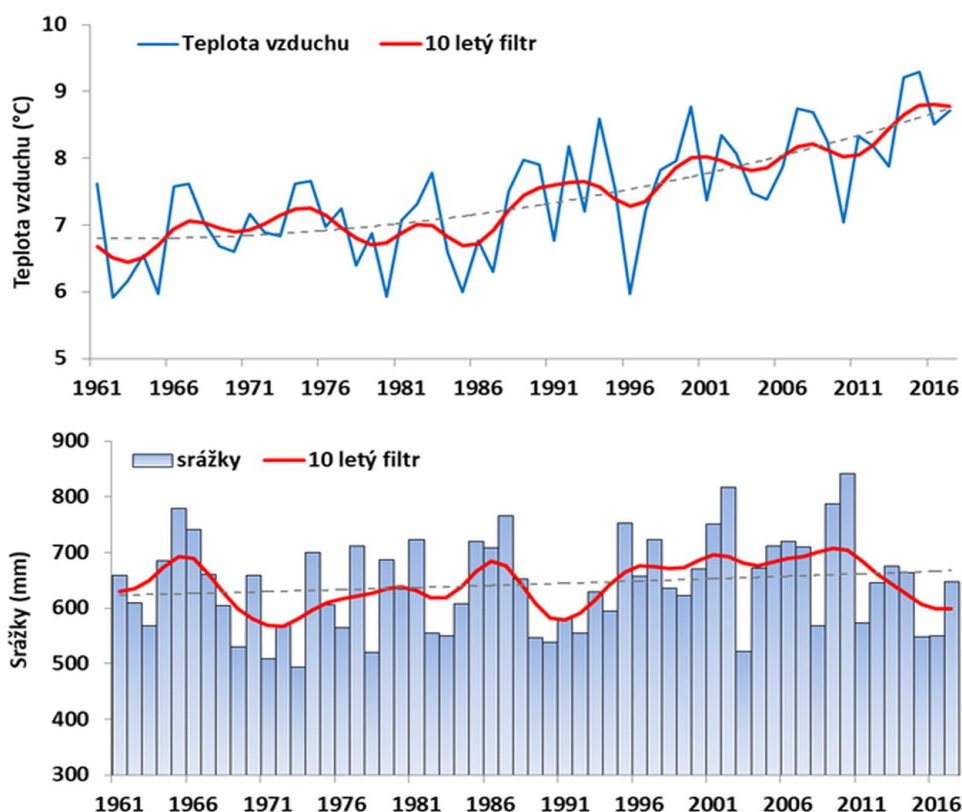
Obr. 85 Měsíční a sezónní hodnoty odchylek teplot vzduchu a srážek vzhledem k dlouhodobému průměru 1981–2010 pro Kraj Vysočina.

4.2 Teplotní a srážkové poměry Kraje Vysočina v letech 1961–2017

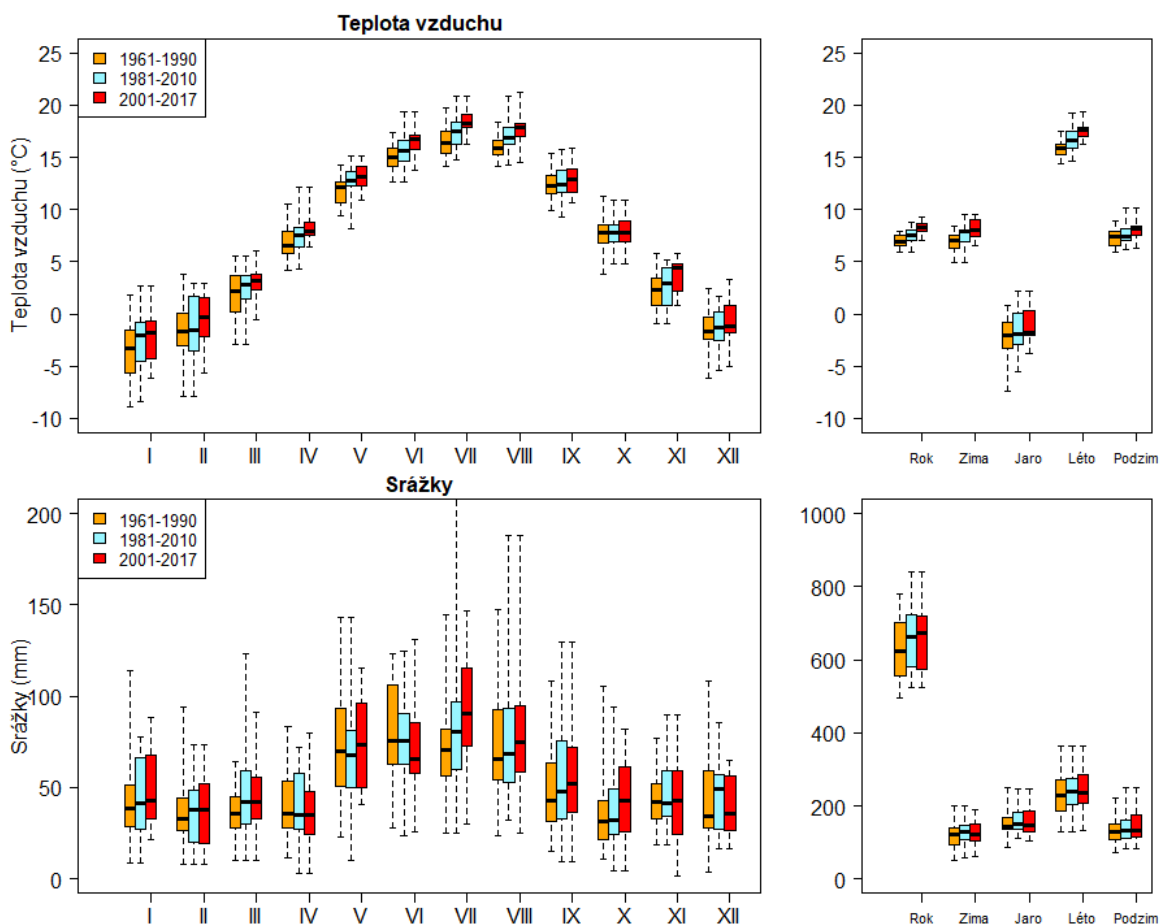
Teplota vzduchu má klasický roční chod. Nejteplejším měsícem je červenec a srpen a naopak mezi nejchladnější patří prosinec a leden. Jak lze vidět na obrázku 86, tak teplota vzduchu nám postupně roste nahoru. Oteplování v Kraji Vysočina začalo v polovině 80. let. 20. století. V období 1961–1990 byla průměrná teplota vzduchu v Kraji Vysočina 7,0 °C. V posledním období 2001–2017 je tento roční průměr již 8,2 °C. Nejteplejším rokem byl 2015 a pak 2014, které byly o 2,3 resp. 2,2 °C teplejší než normál 1961–1990. Posledním podprůměrným rokem byl 1996. Od té doby jsou pouze roky buď normální, nebo teplotně nadnormální. Nejchladnější byl rok 1962. To se projevuje i ve vypočtených trendech. Roční hodnoty, sezóny a většina měsíců vykazuje statisticky významný nárůst teploty

vzduchu. V Kraji Vysočina se nejintenzivněji oteplují letní měsíce. Tento trend je vyšší, než jsou průměrné hodnoty v České republice. Naopak vliv oteplování je nejmenší na podzim.

Srážky také vykazují obvyklý roční chod. Nejvíce srážek spadne v letních měsících a to 36 % ročního úhrnu. Jaro a podzim se pak na celoročním úhrnu srážek podílejí 24 % respektive 21 %. Na zimní srážky tak zbývá 19 % roční sumy. Průměrný úhrn srážek v normálovém období 1961–1990 byl 629 mm. Za zkoumané období pozorujeme pozvolný nárůst, jelikož v období 2001–2017 je tento průměr již 671 mm. Ve vývoji srážek je pozorováno několik epizod. Období bohatší na srážky bylo od roku 1995 do 2010 (průměr 697 mm). Naopak od roku 2011 je průměr v kraji jen 615 mm. Další chudší období nastalo v letech 1989 až 1994. Zde spadlo jen v průměru 575 mm srážek za rok. To se projevilo i ve známé sušší periodě v letech 1991–1994. Nejvíce srážek bylo zaznamenáno v roce 2010 (134 %) a naopak srážkově nejchudším rokem byl 1973 (79 %). Srážky se projevují hlavně velkou variabilitou, což způsobuje, že zde není většinou pozorován žádný statisticky významný trend. Tomu je tak i v Kraji Vysočina za období 1961–2017. Prakticky u všech sezón a roku s výjimkou jara je pozorován statisticky nevýznamný nárůst srážkových úhrnů. Nejvíce srážek přibývá v Kraji Vysočina na podzim. Naopak konstantní situace zůstává na jaře. Mezi jednotlivými měsíci panuje velký rozdíl a je to dáno již zmíněnou variabilitou.



Obr. 86 Vývoj roční teploty vzduchu a srážkových úhrnů na území Kraje Vysočina v letech 1961–2017.



Obr. 87 Roční chod teploty vzduchu a srážek v kraji Vysočina ve třech obdobích (1961–1990, 1981–2010 a 2001–2017).

Tab. 76 Lineární trend teploty vzduchu ($^{\circ}\text{C}/10$ let) a srážek ($\text{mm}/10$ let) pro Kraj Vysočina v období 1961 – 2017 (tmavě jsou statistické významné, $p = 0,05$).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
Teplota	0,45	0,29	0,38	0,32	0,39	0,35	0,50	0,52	0,13	0,11	0,31	0,42	0,35	0,40	0,37	0,46	0,18
Srážky	2,19	-0,38	2,25	-0,46	-1,84	-3,26	5,02	0,55	3,35	1,62	-0,62	-0,50	7,91	1,33	-0,06	2,30	4,36

4.3 Vybrané teplotní charakteristiky

Pro danou studii byly vybrány dvě teplotní charakteristiky, které reprezentují extremitu klimatu s dopadem na sucho. První jsou tropické dny, které poukazují na rychlejší vysychání hlavně během letních měsíců. Tropický den je den, v němž teplota vzduchu vystoupá nad hranici 30°C . Za těchto dní půda podstatně rychleji vysychá a také se zvyšuje výpar z vodních hladin.

Průměrný počet tropických dní v celém Kraji Vysočina byl v letech 1981–2010 5,3 dne (tabulka 77). Počet těchto dnů klesá s rostoucí nadmořskou výškou. Naprostá většina těchto dnů nastává v letních

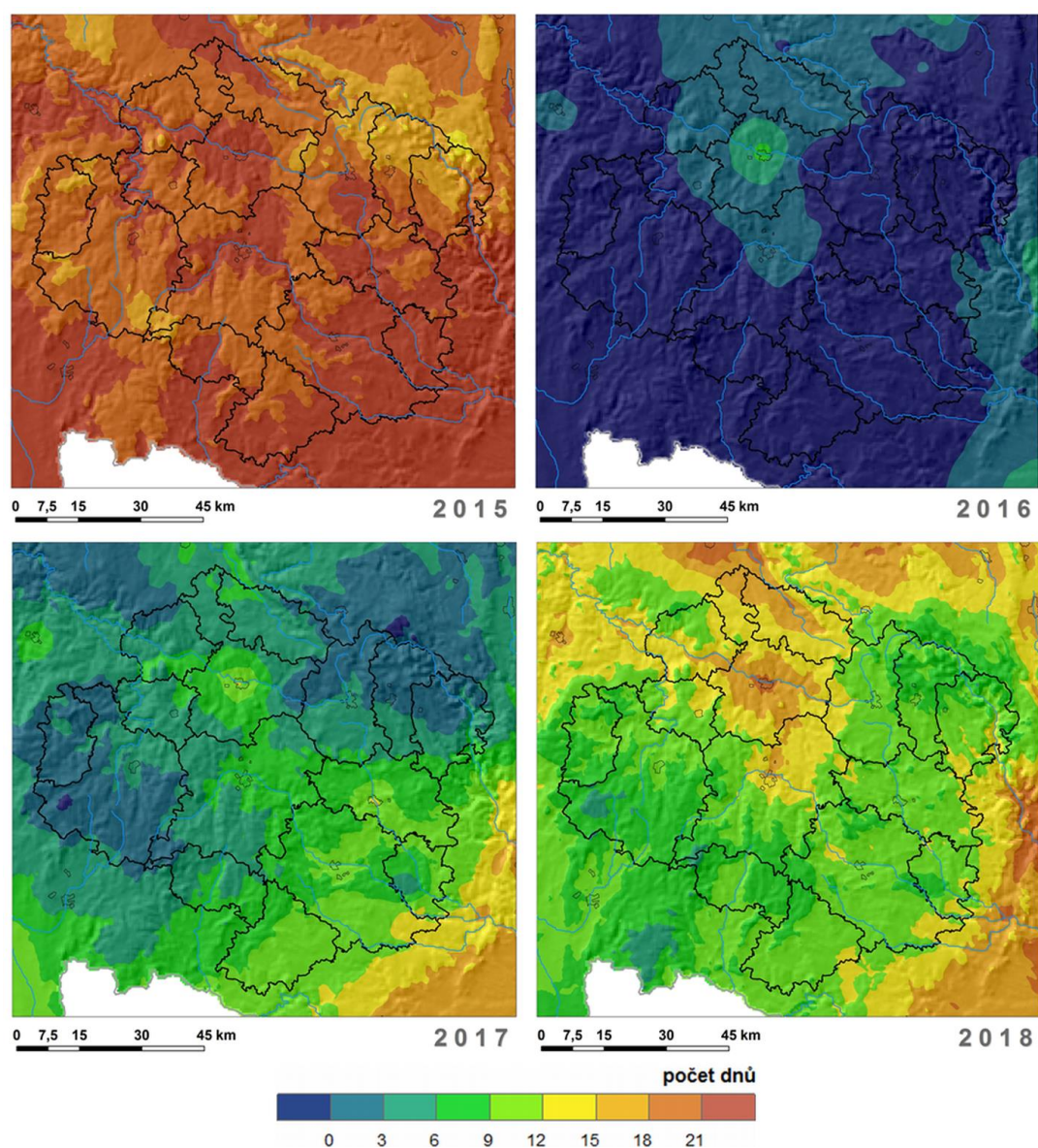
měsících. Občas se objevuje i v září, ale v dalších podzimních měsících již ne. Proto letošní dosažená suma počtu tropických dní lze považovat za konečnou a je možné ji srovnávat s dlouhodobým celoročním průměrem.

Z dlouhodobého hlediska počet tropických dní roste a to v celé republice. Kraj Vysočina v tomto není výjimka (obrázek 89). Výraznější nárůst těchto dní je pozorován hlavně po roce 2000. Výskyt těchto dní byl ve vyšších nadmořských výškách v minulosti spíše výjimkou, v posledních 20 letech se ale tento trend mění. Shodně nejvíce tropických dní bylo v Kraji Vysočina v letech 2003 a 2015, kdy na některé ze stanic bylo zjištěno až 34 dnů. V průměru za celý kraj je ale rekordní rok 2015. Opakem může být rok 1980, kdy se žádný tropický den v Kraji Vysočina nevyskytoval. Dlouhodobý trend byl zjištěn jako statisticky významný a roste o 1,6 dne za 10 let.

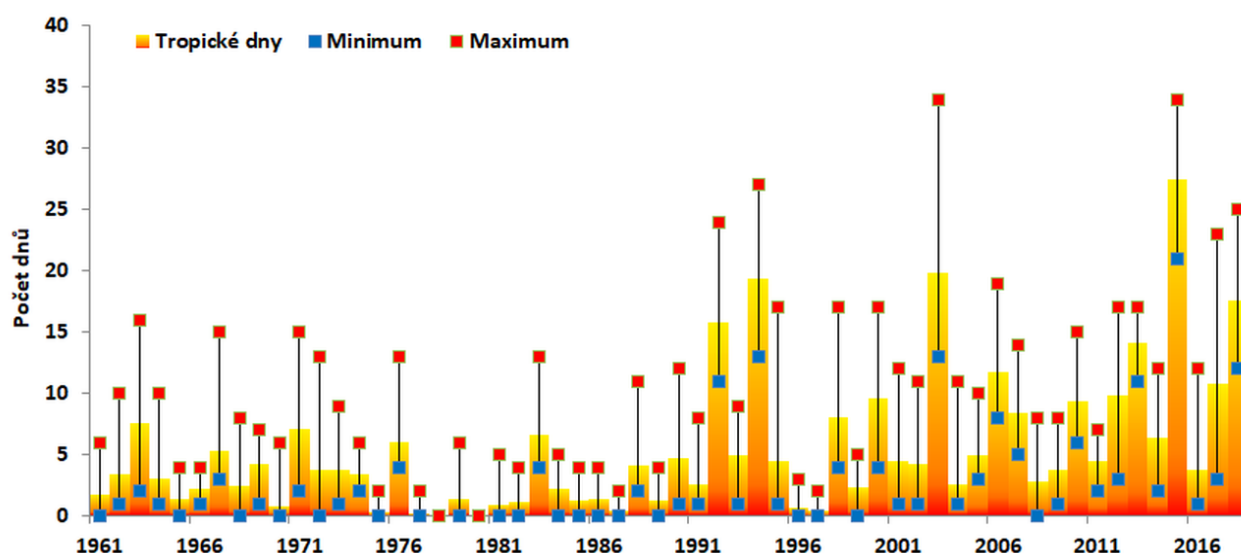
Ze studovaného období 2015–2018 bylo nejvíce těchto dní v Kraji Vysočina v roce 2015, které následuje letošní rok 2018. V roce 2015 bylo těchto dnů 5 krát více než dlouhodobý průměr a největší odchylka byla na jihovýchodě kraje (Moravské Budějovice, Třebíč, Náměšť nad Oslavou). Překvapivě bylo výrazné množství tropických dnů i ve vyšších nadmořských výškách. Nad 600 m n. m. byl rozdíl až 6,5 násobný. Letošní rok patřil v České republice na řadě míst k rekordním, ale na Vysočině nebyl tento rozdíl od průměru tak výrazný. Je to až čtvrtý rok s největším množstvím tropických dní. Na stanicích ve zkoumaném kraji bylo těchto dnů od 12 do 15. I tak byl počet tropických dnů trojnásobný oproti dlouhodobému průměru. Prostorové rozdělení bylo ale jiné než v roce 2015. Největší rozdíl těchto dnů byl zaznamenán na severozápadě kraje (Havlíčkův Brod, Chotěboř). Opačná situace nastala v roce 2016, kdy horkých dnů bylo dokonce méně, než je dlouhodobý průměr a to ve všech nadmořských výškách. Na stanicích Kraje Vysočina se pohyboval počet těchto dnů od 1 do 12. Kromě severní části kraje byly podprůměrné hodnoty ve všech ORP (obrázek 88).

Tab. 77 Počet tropických dní pro Kraj Vysočina a vybrané nadmořské výšky včetně porovnání s dlouhodobým průměrem 1981 – 2010.

Období	Vysočina		<500 m		500–600 m		>600 m	
	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)
2015	25,8	20,5	29,3	22,0	25,3	20,4	21,9	18,6
2016	4,1	-1,2	6,2	-1,1	3,9	-1,0	1,7	-1,6
2017	10,9	5,6	15,1	7,8	10,2	5,3	6,4	3,1
2018	16,1	10,8	19,7	12,4	15,7	10,8	11,7	8,4
1981-2010	5,3		7,3		4,9		3,3	



Obr. 88 Diference počtu tropických dní v Kraji Vysočina v letech 2015–2018 oproti dlouhodobému průměru 1981–2010.



Obr. 89 Počet tropických dní na základě průměru/maxima/minima z meteorologických stanic v Kraji Vysočina v letech 1961–2018.

Aktuální suma teplot vzduchu nad 5°C nám charakterizuje celé vegetační období. To je většinou definováno kontinuálním nástupem teplot vzduchu nad 5°C v jarních měsících a opětovným dlouhodobějším poklesem pod tuto hranici na podzim. Často se proto v bioklimatologii používá aktuální suma teplot vzduchu. Čím vyšší, tím indikuje delší vegetační období, které je spojeno s větším čerpáním vody z půdy rostlinami. Hlavně její dřívější nástup pak způsobuje nedostatek vláhy na přelomu jara a léta, pokud tedy nejsou doplňovány častými srážkami.

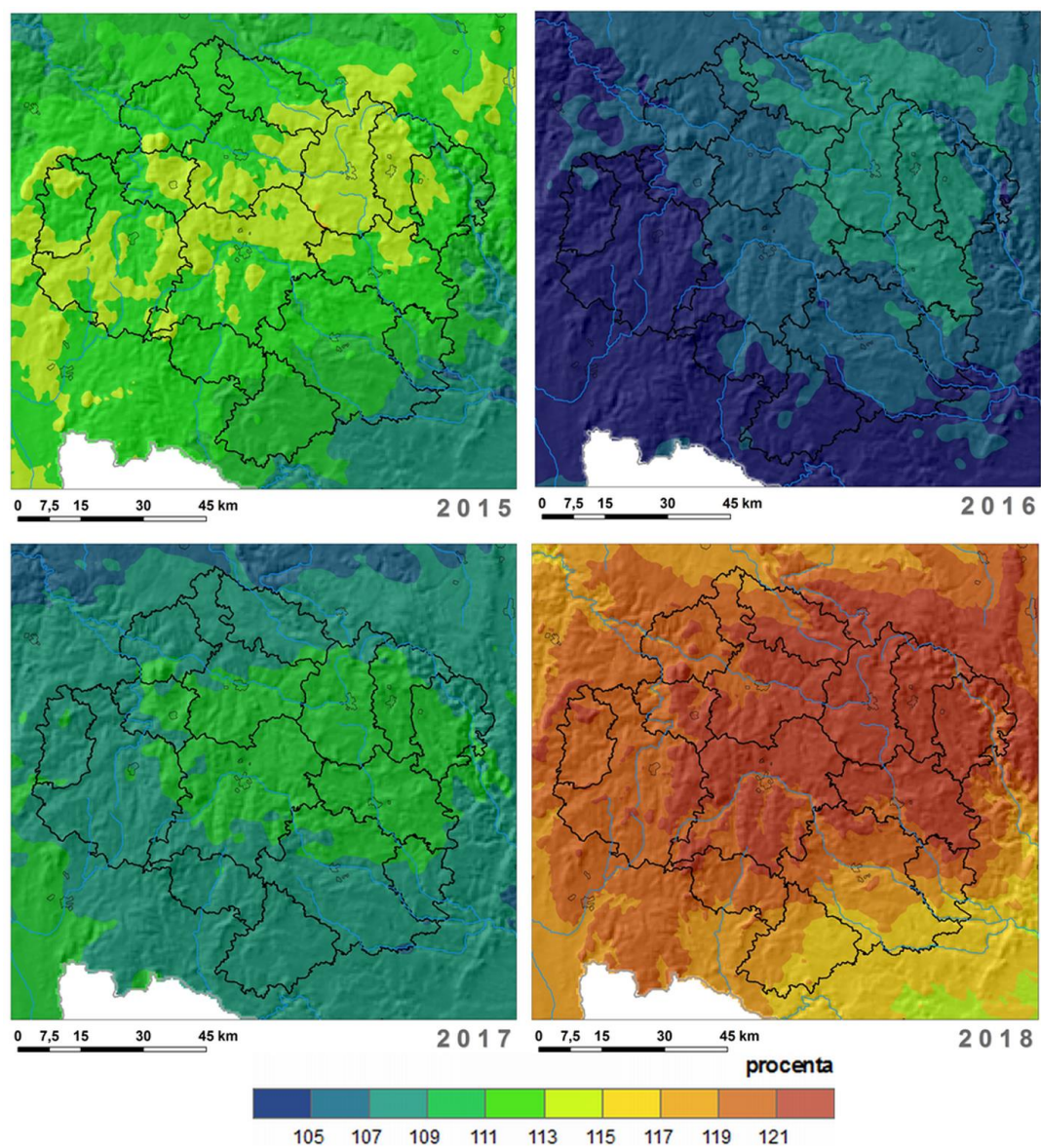
Průměrná aktuální suma teplot vzduchu nad 5°C v letech 1981–2010 je 2850,6 °C. Pro období leden až září, které je referenční pro rok 2018 je to 2560,6°C, což je skoro 90 % sumy za celý rok. Suma těchto teplot vzduchu nad 5°C logicky opět klesá s nadmořskou výškou. V oblastech Kraje Vysočiny ležících pod 500 m n. m. je tato suma v průměru o 14 % vyšší než ve vrcholových partiích kraje. Největší suma je podle předpokladu v letních měsících. Jaro a podzim vykazují podobné hodnoty. V zimě je těchto dní málo a průměrná suma aktivních teplot vzduchu je jen okolo 32°C. (tedy maximálně 6 dní za zimu). Jak lze vidět na obrázku 90, tak aktuální suma teplot vzduchu nad 5°C dost výrazně roste a to již od počátku 80. let 20. století. K výraznějšímu posunu pak dochází po roce 1996. To znamená, že se nám tak prodlužuje vegetační sezóna a je větší tendence k nástupu suché epizody. Nárůst těchto teplot je statisticky významný a to 101 °C za 10 let (tedy o 4 %). To znamená, že je maximálně o 20 dní za rok více s průměrnou teplotou nad 5°C.

Ve studovaném období 2015–2018 je situace odlišná oproti vyhodnocení tropických dnů. Jelikož kromě února a března byl celý průběh dosavadního roku 2018 teplotně nadprůměrný a to v řadě měsíců i rekordně, tak i suma teplot vzduchu je vysoká. V dlouhodobém srovnání je rok 2018 nejvýše. Ke konci září je suma o 20 % vyšší, než je dlouhodobý průměr a to pro všechny nadmořské výšky. Prostorově je tato odchylka nižší na jihovýchodě kraje (Moravské Budějovice, Třebíč). K největšímu

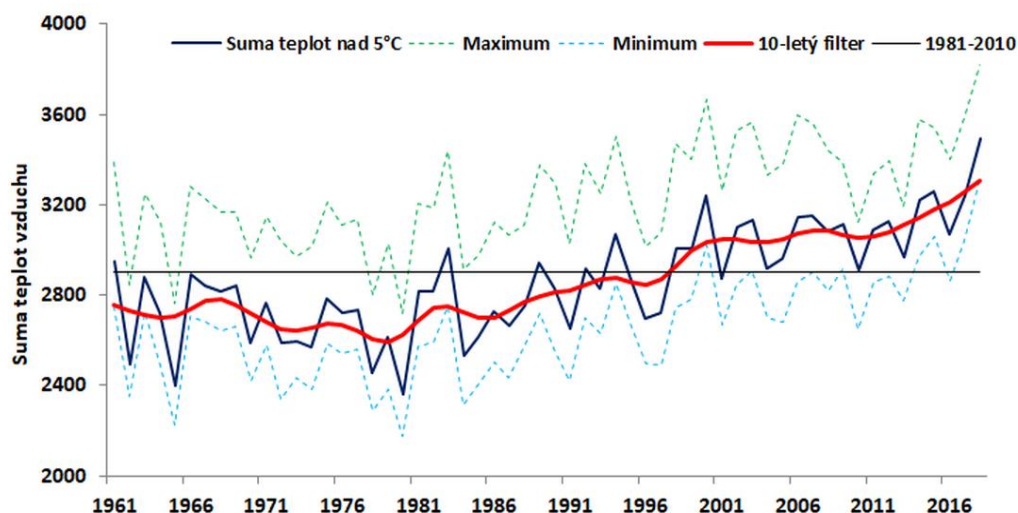
rozdílu oproti průměru dochází paradoxně ve vysokých nadmořských výškách kraje (Nové Město na Moravě, Žďár nad Sázavou, Bystřice nad Pernštejnem). Rok 2015 měl sumu teplot vzduchu nad 5°C vyšší o 12 % než dlouhodobý průměr. Největší nárůst byl v ORP Žďár nad Sázavou. Změny v letech 2016 a 2017 byly sice menší, ale vykazují podobný znak. Tedy na severovýchodě kraje, kde jsou i vyšší nadmořské výšky je tento nárůst sum teplot vzduchu největší z kraje (obrázek 90). To znamená, že zde se nám prodlužuje vegetační období a to by se mohlo pozitivně projevit v zemědělské výrobě při pěstování některých plodin. Na druhou stranu se zde zvyšuje riziko ubývání půdní vláhly ve srovnání s minulostí.

Tab. 78 Aktuální suma teplot vzduchu nad 5°C pro Kraj Vysočina a vybrané nadmořské výšky včetně porovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (rok 2018 je porovnáván je za období leden až září).

Období	Vysočina		<500 m		500–600 m		>600 m	
	Abs (°C)	Rel (%)	Abs (°C)	Rel (%)	Abs (°C)	Rel (%)	Abs (°C)	Rel (%)
2015	3198,8	112,2	3360,5	111,1	3178,7	112,6	3012,4	113,2
2016	3021,3	106,0	3202,7	105,9	2995,6	106,1	2820,1	105,9
2017	3102,8	108,8	3281,8	108,5	3079,2	109,1	2899,9	108,9
2018 (I-IX)	3092,7	120,8	3223,2	119,1	3076,7	121,3	2942,0	122,2
1981-2010	2850,6		3025,6		2823,2		2662,0	
1981-2010 (I-IX)	2560,6		2705,3		2536,4		2407,8	



Obr. 90 Diference aktivní sumy teplot vzduchu nad 5°C v Kraji Vysočina v letech 2015–2018 oproti dlouhodobému průměru 1981–2010 (rok 2018 je vyhodnocen za období leden–září).



Obr. 91 Suma aktivních teplot vzduchu nad 5°C na základě průměru/maxima/minima meteorologických stanic v Kraji Vysočina v letech 1961–2018 (rok 2018 je dopočítán na hodnoty odpovídající celému roku).

4.4 Vybrané srážkové charakteristiky

Pro danou studii byly vybrány dvě srážkové charakteristiky, které by měly ukazovat změnu srážkového charakteru. V průměrných sumách srážek za různá období nedochází k výrazným změnám a je proto nutné se zaměřit právě na jiné specifika. Změnu klimatu totiž doprovází změna srážkového charakteru. Z dlouhodobého hlediska v České republice dochází k nárůstu dlouhých období bez významného deště a poté dojde k silné průtrži mračen, kdy během krátké chvíle (desítky minut až několik hodin) spadne výrazné množství srážek.

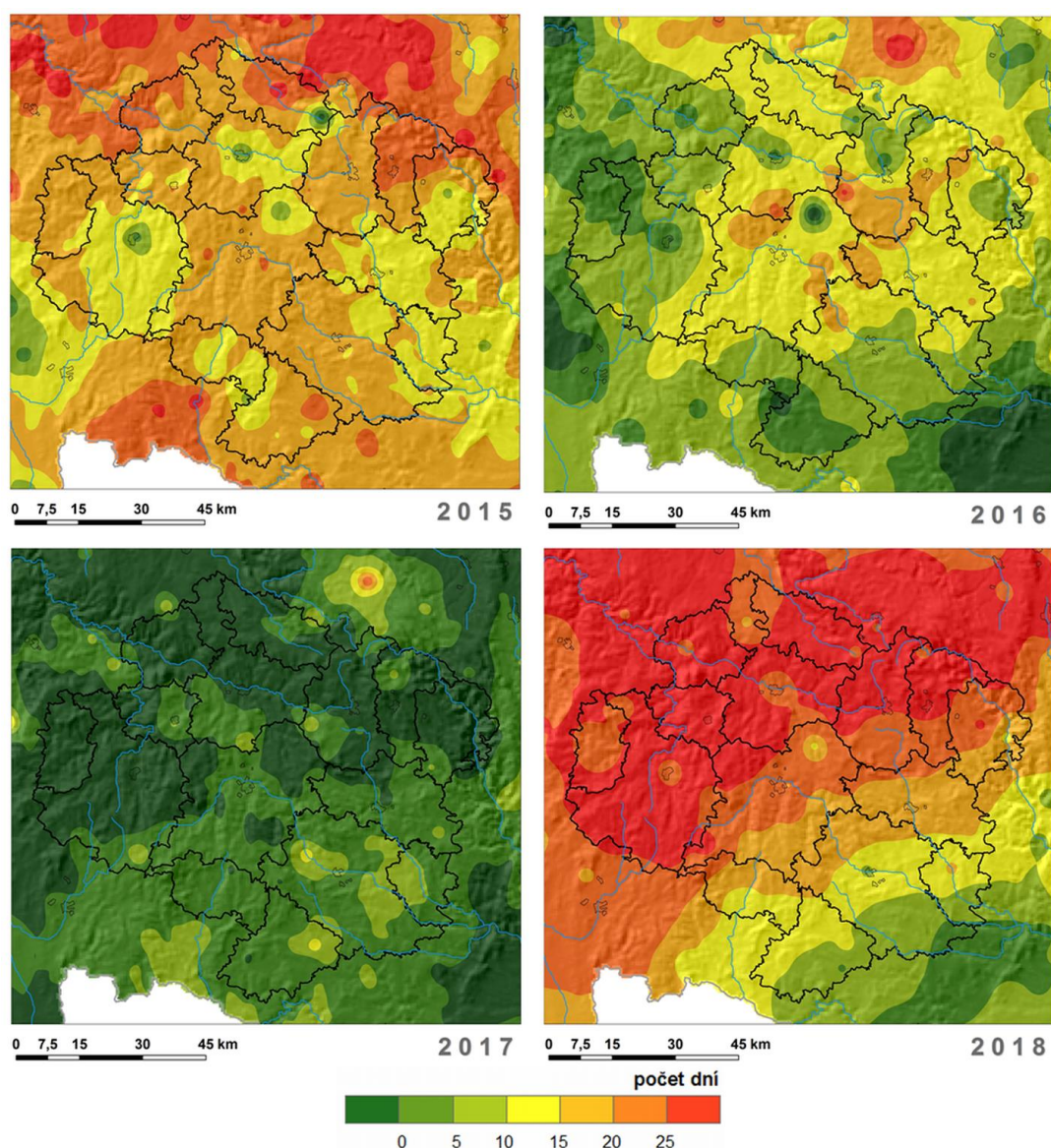
Počet bezsrážkových dnů jsme v tomto případě definovali jako den, kdy vůbec neprší nebo je úhrn menší než 1 mm. Za rok je těchto dnů v Kraji Vysočina okolo 253, což je 69 % všech dnů. S rostoucí nadmořskou výškou je bezsrážkových dní méně, ale rozdíly nejsou v rámci Kraje Vysočina zásadní.

V rámci našeho studovaného období bylo nejméně dnů, kdy významněji pršelo v dosavadním roku 2018. Těchto dnů je v období leden až září 2018 o 21 více než je dlouhodobý průměr, což je o 11 % více. V roce 2015 a 2016 bylo těchto dnů o 16, respektive 10 více než je obvyklé. Naopak v roce 2017 nebyl zaznamenán rozdíl. Prostorově významné rozdíly v rámci kraje jsou zaznamenány prakticky jen v roce 2018 (obrázek 92 a 93). Počet bezsrážkových dnů (obrázek 94) zde dobře kopíruje srážkové sumy v kraji. Nejpostiženější oblast je tedy ORP Chotěboř, Havlíčkův Brod, Humpolec a Pelhřimov. Relativně dobrá situace v roce 2018 je v ORP Třebíč a Náměšť nad Oslavou. Rok 2018 je v tomto případě zajímavý i z důvodu, že deficit srážkových dnů je citelnější ve vyšších partiích Vysočiny, což může mít hlavně dopad do oblasti vodního hospodářství.

V letech 1961–2018 zde nepozorujeme statisticky významný trend ve změně počtu dnů se srážkou menší než je 1 mm, ale jsou zde patrné určité fáze. Jednou z nich je poslední období od roku 2011, od kdy se datuje i začátek každoroční větší epizody sucha na území republiky. Od tohoto období nám počet dní, kdy významně neprší, vzrůstá. Rok 2018 má zatím předpoklady se zařadit na první místo, jako rok s nejmenším počtem významných dešťových dnů v Kraji Vysočina. Nejvíce těchto dnů bylo dosud v roce 2003, 2011 a 1991.

Tab. 79 *Počet bezsrážkových dnů (pod 1 mm) pro Kraj Vysočina a vybrané nadmořské výšky včetně porovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (rok 2018 je porovnáván je za období leden–září).*

Období	Vysočina		<500 m		500–600 m		>600 m	
	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)
2015	268,9	16,2	276,3	16,4	267,2	15,9	262,2	16,7
2016	262,9	10,2	268,7	8,8	262,1	10,8	256,4	10,9
2017	252,7	0,0	261,2	1,3	250,9	-0,4	244,8	-0,7
2018 (I-IX)	209,3	21,0	210,8	17,2	209,3	22,0	207,4	24,4
1981-2010	252,7		259,9		251,3		245,5	
1981-2010 (I-IX)	188,3		193,6		187,3		183,0	



Obr. 92 Rozdíl počtu bezsrážkových dnů (pod 1 mm) v Kraji Vysočina v letech 2015–2018 oproti dlouhodobému průměru 1981–2010 (rok 2018 je vyhodnocen za období leden–září).

Větší úhrny srážek za den jsou zaznamenávány hlavně během bouřkové činnosti a jejich výskyt je hodně lokální. Tyto dny se vyskytují hlavně v letních měsících. Velké úhrny srážek jsou v menší míře spojeny také s přechodem velkých frontálních systémů nebo stabilních tlakových níží.

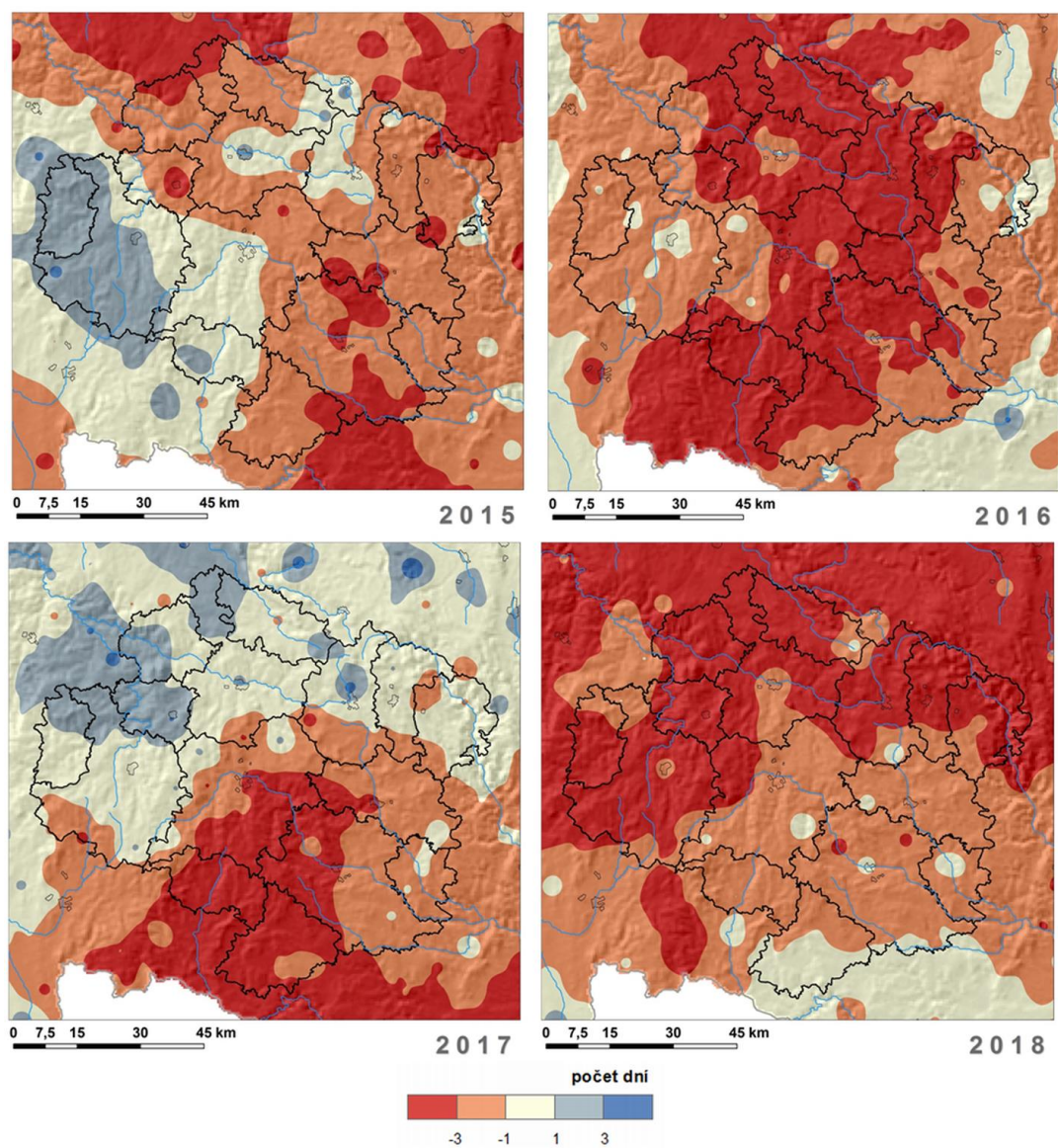
V Kraji Vysočina je těchto dní v průměru 8 za rok. Ve vyšších nadmořských výškách jich je skoro o 2 více než v nižších polohách Kraje Vysočina. Ve všech zkoumaných letech bylo těchto dnů méně než je obvyklé, což se odlišuje od dlouhodobé změny charakteru srážek v České republice. Nejméně těchto dnů bylo v roce 2016 a nejpostiženější bylo ORP Telč-Chotěboř. Deficit intenzivních srážek byl hlavně v nižších partiích kraje. Opačná situace je v roce 2018, kdy méně těchto převážně bouřkových úhrnů bylo v nejvyšších částech Vysočiny. Prostorové rozložení zde dobře souhlasí jak se srážkovými sumami, tak i s počtem bezsrážkových dnů. V roce 2015 a 2017 se více intenzivních srážek objevilo na

západě kraje (ORP Pacov, Pelhřimov a Humpolec). Naopak výraznější deficit byl zaznamenán v ORP Telč a Moravské Budějovice.

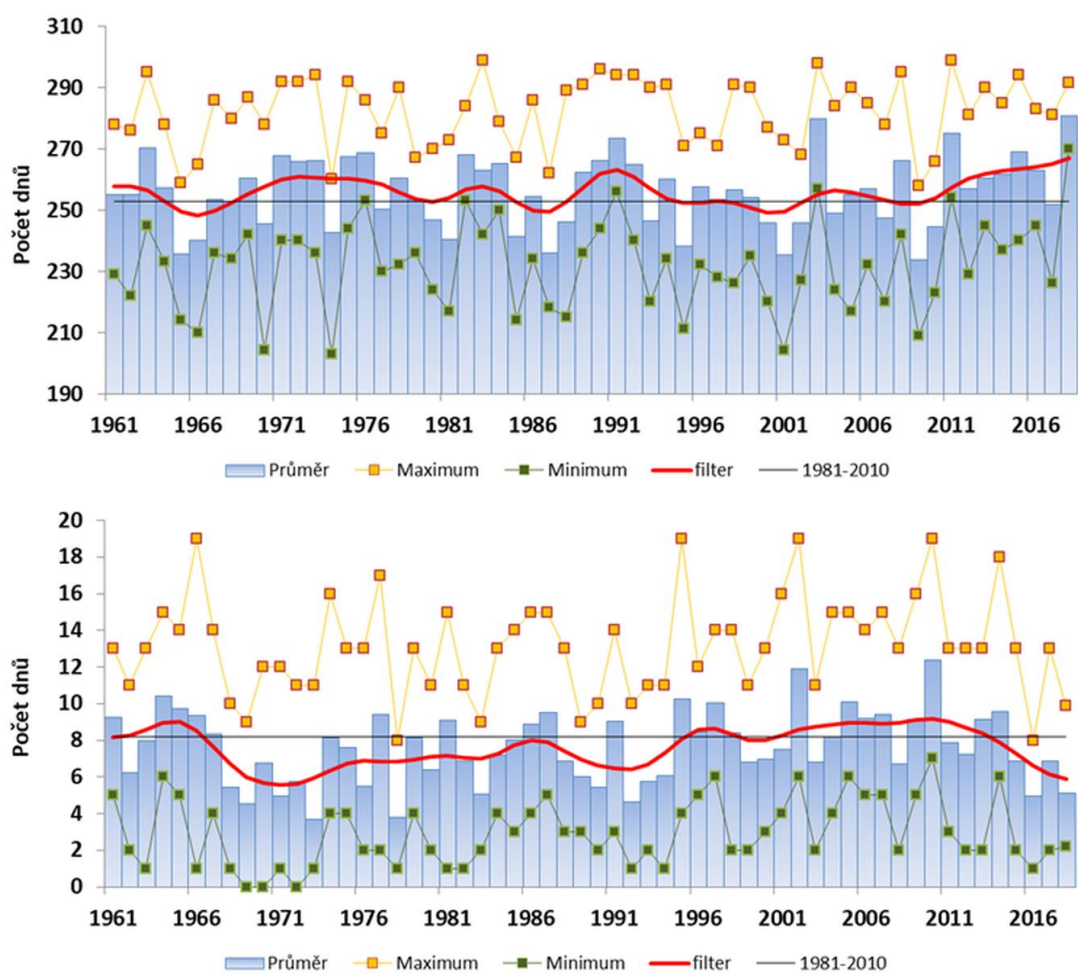
V období 1961–2018 není pozorován na území Kraje Vysočina statisticky významný trend v počtu dnů se srážkou nad 15 mm. Opět jsou zde ale pozorovány některé významné epizody. Celé období 1968–1986 bylo charakteristické tendencí k malému počtu dnů s tak intenzivním deštěm. Naopak v letech 2002 až 2014 pozorujeme zvýšené množství těchto srážek, což je často spojováno se změnou klimatu. Naopak v letech 2015 až 2018 je vidět, že těchto dní je výrazně méně. To může být i příčinou toho, že sucho se v těchto letech projevovalo intenzivněji.

Tab. 80 *Počet dnů se srážkou nad 15 mm pro Kraj Vysočina a vybrané nadmořské výšky včetně porovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (rok 2018 je porovnáván je za období leden–září).*

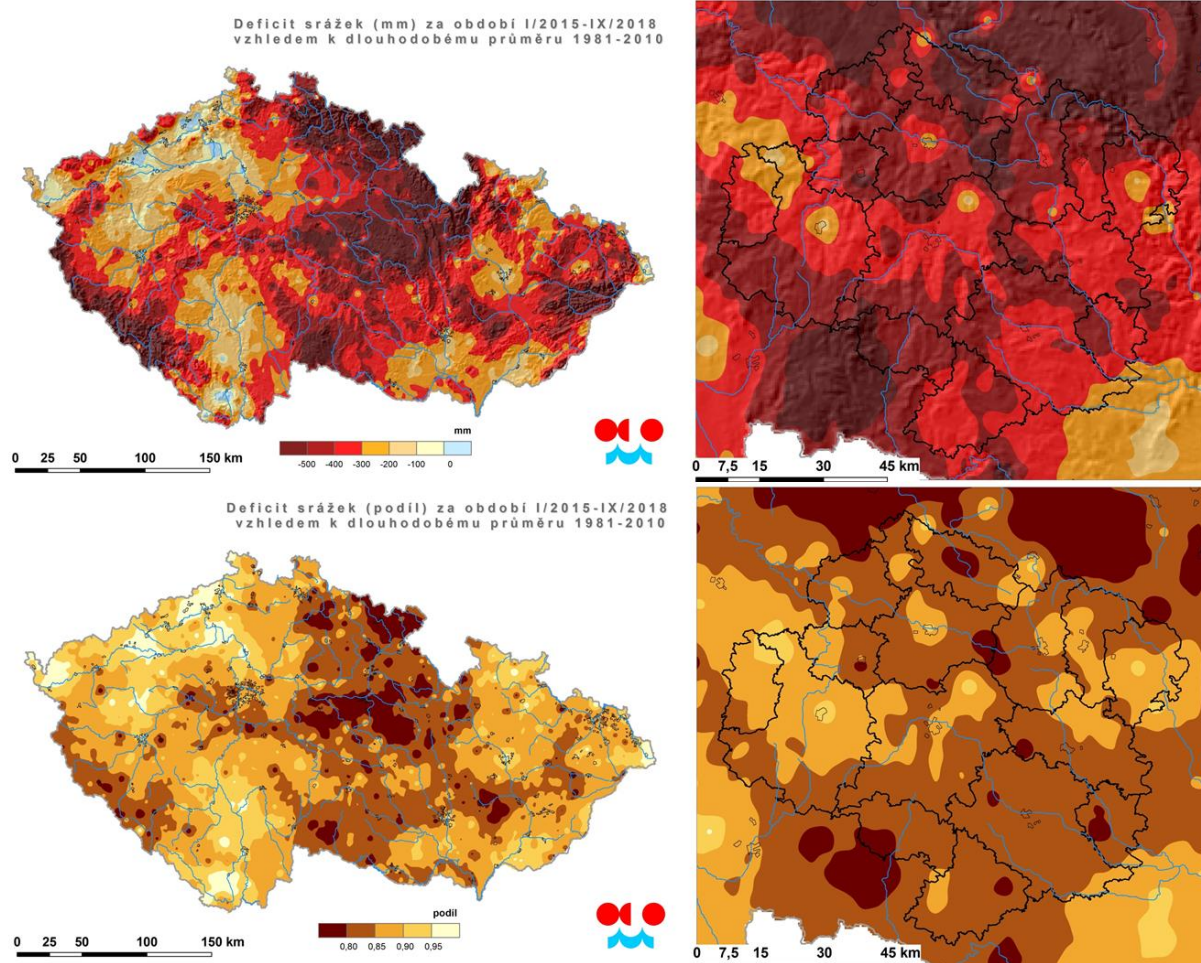
Období	Vysočina		<500 m		500–600 m		>600 m	
	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)	Abs (dny)	Rel (rozdíl)
2015	6,9	-1,3	5,4	-2,1	7,1	-1,1	8,8	-0,5
2016	5,1	-3,1	4,5	-3,0	5,0	-3,2	6,2	-3,1
2017	7,1	-1,1	6,5	-1,0	7,0	-1,2	8,3	-1,0
2018 (I-IX)	4,9	-2,8	4,6	-2,5	4,9	-2,8	5,3	-3,2
1981-2010	8,2		7,5		8,2		9,3	
1981-2010 (I-IX)	7,7		7,1		7,7		8,5	



Obr. 93 Rozdíl počtu dnů se srážkou nad 15 mm v Kraji Vysočina v letech 2015–2018 oproti dlouhodobému průměru 1981–2010 (rok 2018 je vyhodnocen za období leden–září).



Obr. 94 Počet dnů se srážkou pod 1 mm (nahoře) a se srážkou nad 15 mm (dole) v Kraji Vysočina v letech 1961–2018 (rok 2018 je dopočítán na hodnoty odpovídající celému roku).



Obr. 95 Deficit srážek za celé zkoumané období leden 2015 až září 2018 na území České republiky (vlevo) a v Kraji Vysočina (vpravo).

5 Agrometeorologie

V rámci agrometeorologické části zprávy jsou analyzovány a prezentovány výstupy ukazující vývoj a prostorové rozložení vybraných agroklimatických charakteristik v Kraji Vysočina ve zkoumaném období na základě výstupů z agroklimatického modelu AVISO využívaného k monitorování stavu a intenzity sucha na ČHMÚ. Základními zkoumanými veličinami jsou potenciální výpar (evapotranspirace), základní (klimatická) vláhová bilance a jako charakteristika prezentující stav zásoby vody v půdě je zde využito analýz hodnot tzv. zásoby využitelné vody v půdě.

Pro výpočet výše zmíněných charakteristik v období 2015 – 2017 byly jako vstupní data použity časové řady meteorologických prvků z uceleného souboru 268 stanic tzv. technických řad. Jedná se o datové řady kontinuálně vytvářené v ročním kroku na ČHMÚ Brno pro celou ČR. Na základě těchto vstupních dat proběhl výpočet modelem AVISO. Data pro část roku 2018 pak pochází z kontinuálního běhu modelu AVISO pro Monitoring sucha zveřejňovaného na webovém portálu ČHMÚ. Vstupní data tedy pochází z operativního měření automatických stanic v rámci staniční sítě ČHMÚ. Veškeré prezentované výsledky a statistické analýzy agroklimatických charakteristik pak vycházejí ze sady rastrových vrstev spočítaných v denním kroku metodou prostorové interpolace z modelovaných staničních dat. Stejným způsobem byly spočítány i dlouhodobé hodnoty agroklimatických charakteristik srovnávacího normálového období 1981 – 2010. Tím je z hlediska hodnocení možné postihnout co nejlépe celou plochu Kraje Vysočina.

Charakteristiky potenciální evapotranspirace, vláhové bilance a zásoby využitelné vody v půdě je možno využít k analýze vlivu dlouhodobých klimatických podmínek na vláhové poměry v různých oblastech nebo také k monitoringu aktuálního stavu a intenzity vývoje sucha či výsušnosti krajiny a deficitu vody dle aktuálního vývoje meteorologických prvků během roku. Tak je možné definovat lokality s vláhově nepříznivými podmínkami a to jak z dlouhodobého hlediska, tak i v průběhu daného sledovaného období v reálném čase.

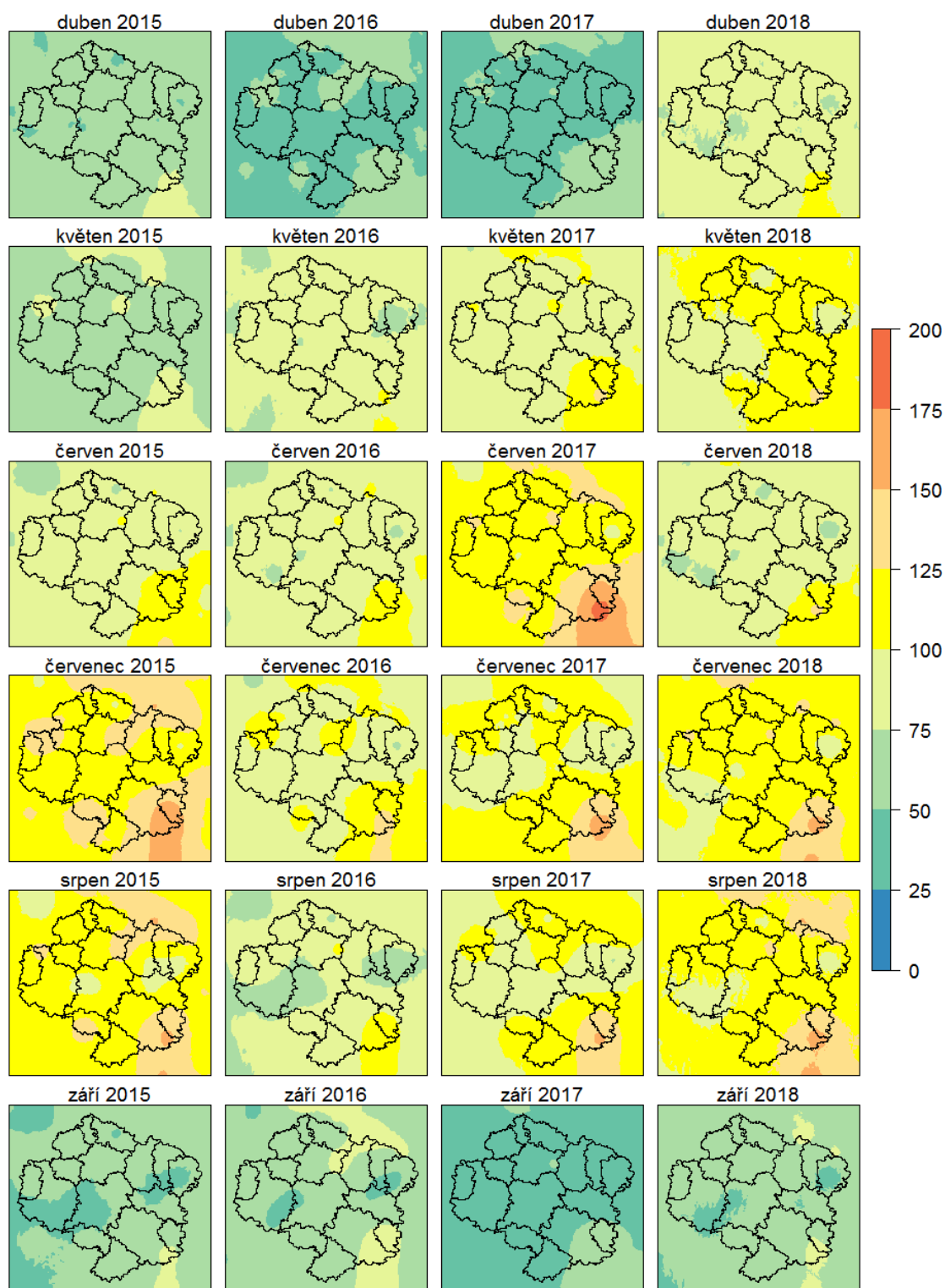
5.1 Evapotranspirace a vláhové poměry území

Potenciální evapotranspirace jako deficitní složka bilance vody v krajině představuje celkové množství vody, které se může vypařit z půdy (evaporace z půdy) a vegetačního krytu (transpirace rostlin) při současném optimálním nasycení půdního horizontu vodou a za konkrétních klimatických podmínek. V praxi to znamená, že hodnoty potenciální evapotranspirace jsou ovlivněny chodem a variabilitou základních meteorologických prvků a vyjadřují tak potenciál atmosféry odebírat vlhkost z vegetace a půdního krytu, která je maximálně dostupná. Dominantním faktorem pro intenzitu evapotranspirace je primárně teplota vzduchu. Nutno zdůraznit, že v přírodních podmínkách potenciální evapotranspirace převyšuje evapotranspiraci aktuální, a to hlavně v teplém půlroce, resp. ve vegetačním období, kdy je množství dostupné vody k vypařování nižší. Fytometrické charakteristiky vypařujícího povrchu (u plodin např. albedo, plocha listoví, efektivní výška porostu, aerodynamická rezistence, rezistence plodiny a další) jsou při výpočtu potenciální evapotranspirace po celý kalendářní rok nastaveny na maximální, resp. optimální hodnoty.

Vláhová bilance obecně jako jedna z charakteristik poukazuje na zvýšenou pravděpodobnost možného výskytu sucha pak jednoduchým způsobem analyzuje vláhové poměry v krajině za určitý časový interval. Jedná se o vzájemný rozdíl mezi srážkami a potenciální evapotranspirací travního porostu. Evapotranspirace ve své potenciální podobě je prakticky shodná s maximálně možnými hodnotami výparu při optimálních vláhových podmínkách v půdě. U základní vláhové bilance se při výpočtu potenciální hodnoty evapotranspirace neberou v úvahu vlhkostní podmínky podloží, tvořené půdním horizontem. V podstatě vyjadřuje vliv klimatických podmínek na bilanci (a taktéž na výpar) při současném potlačení všech ostatních činitelů, které výpar ovlivňují (půdní vlhkost apod.). Lze tedy hovořit o tzv. klimatické vláhové bilanci. Toto je nutno mít na zřeteli při případném vzájemném porovnávání základní vláhové bilance jednotlivých míst či oblastí. Výchozím vztahem pro výpočet evapotranspirace travního porostu je úplná (na podmínky území České republiky modifikovaná) Penman-Monteithova kombinovaná rovnice s korekcí na teplotu vypařujícího povrchu a s vyjádřením vlhkosti vzduchu pomocí tlaku vodní páry počítaná pomocí agrometeorologického modelu AVISO.

Evapotranspirace i vláhová bilance se stejně jako srážky vyjadřují v milimetrech, proto lze tyto veličiny mezi sebou porovnávat.

Dané charakteristiky lze nejlépe vyhodnotit v sumě za určitý časový úsek (měsíc, sezona, rok). Porovnávat v čase a prostoru lze jak aktuální hodnoty, tak hodnoty srovnané k dlouhodobé hodnotě (normálové období). Na obrázcích dále jsou měsíční sumy potenciální evapotranspirace za vegetační období jednotlivých let (obr. 96) a jejich procentuální srovnání k dlouhodobému normálu 1981–2010 (obr. 97).



Obr. 96 *Potenciální evapotranspirace travního porostu – sumy za jednotlivé měsíce vegetačního období v milimetrech.*

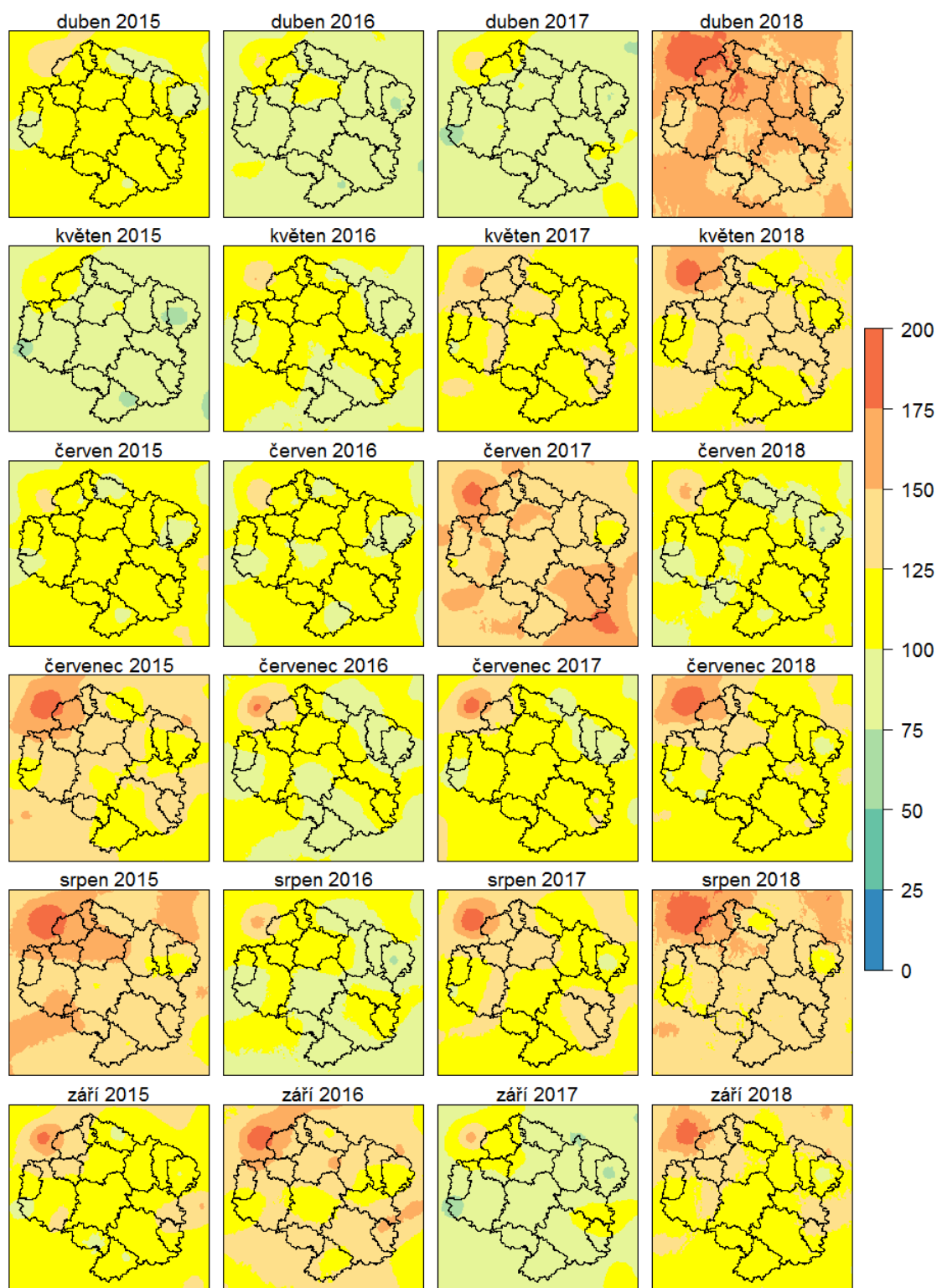
Vzhledem k faktu, že je intenzita evapotranspirace silně závislá na hodnotách teploty vzduchu, jsou oblasti s nejvyššími hodnotami evapotranspirace situovány logicky převážně v jižní a jihovýchodní části území a v níže položených částech kraje. Vyšší úhrny evapotranspirace jsou tedy obecně

sledovány na jihovýchodě kraje v ORP Třebíč a Náměšť nad Oslavou. V zimním a předjarním období (leden až březen) jsou hodnoty výparu vzhledem k následnému teplému půlroku relativně nízké, nicméně ve srovnání s dlouhodobým průměrem byly hodnoty v lednu 2015 a 2018 výrazně nadnormální a to převážně v západní a severozápadní části kraje. Výrazně nadnormální byly hodnoty výparu také v únoru roku 2016. Naopak v roce 2018 byla potenciální evapotranspirace v měsících únor a březen v Kraji Vysočina mírně podnormální kolem 75 % obvyklého úhrnu v tomto období.

Měsíce duben a květen 2015 byly z hlediska úhrnu evapotranspirace normální, následně pak ale přišlo období s nadprůměrnými hodnotami výparu od června do září, kdy díky vysokým teplotám byly primárně v měsících červenci a srpnu zaznamenány vysoce nadprůměrné hodnoty potenciální evapotranspirace. Výrazně nadprůměrné hodnoty evapotranspirace pak vykazovaly i měsíce listopad (na většině území kraje byla měsíční suma o 50 % vyšší než je dlouhodobý průměr) a v severozápadní části kraje pak i měsíc prosinec (175 % dlouhodobého průměru v ORP Světlá nad Sázavou).

Situace s podmínkami podporujícími vyšší úhrny potenciální evapotranspirace pokračovala i na začátku roku 2016 v lednu a hlavně pak v únoru, kdy v západní polovině kraje byly zjištěny nadnormální úhrny potenciální evapotranspirace. Nejvyšší hodnoty nad 75 % dlouhodobého měsíčního úhrnu vykazovaly ORP Světlá nad Sázavou a Humpolec a částečně pak i Havlíčkovobrodsko a Pelhřimovsko. Období od března do srpna pak hodnoty potenciální evapotranspirace nevykazovaly výrazné odchylky od obvyklých hodnot. Tato situace pak pokračovala mimo mírně nadprůměrné hodnoty za září až do listopadu. V prosinci pak byly zaznamenány výrazně nadprůměrné hodnoty v oblasti ORP Humpolec (nad 175 % normálu).

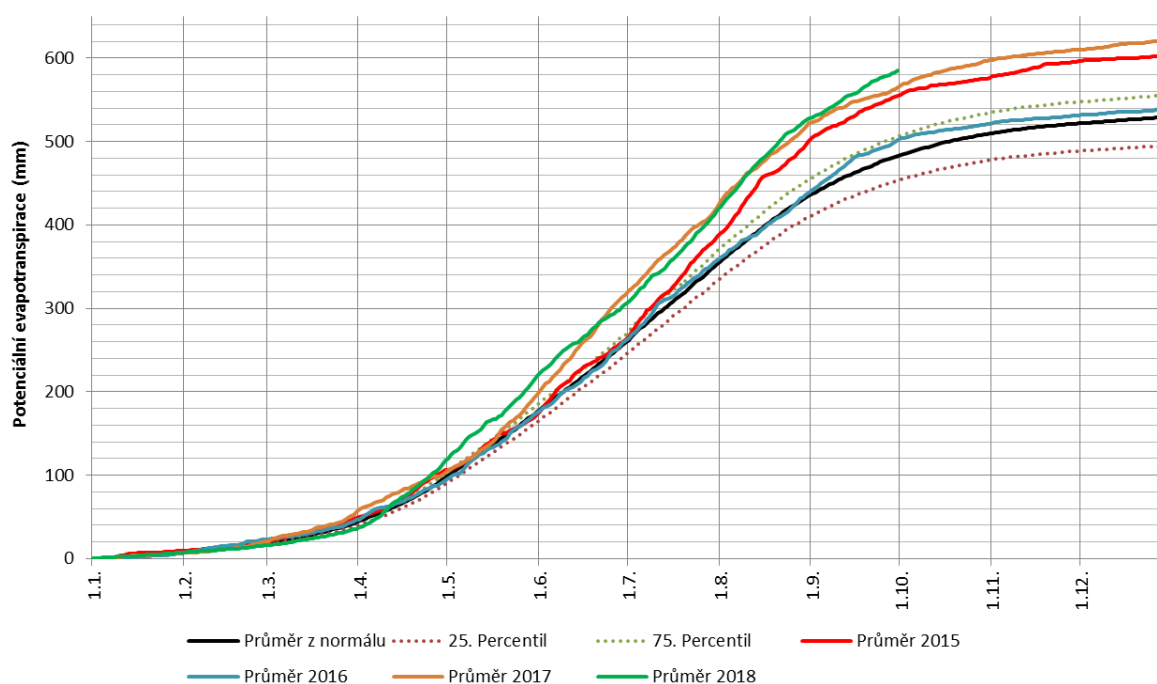
V roce 2017 byly v předjarním období z hlediska hodnot potenciální evapotranspirace nadprůměrné měsíce únor a hlavně pak březen, v němž byly nejvyšší hodnoty indikovány v SZ oblasti kraje a pak také v oblasti ORP Velké Meziříčí a Náměšť nad Oslavou (o více 150 % normálu). V měsících duben a květen pak byl výpar normální až mírně nadnormální. Následoval pak výrazně nadnormální měsíc červen s hodnotami výparu na většině území kraje nad 100 mm / měsíc, v jihovýchodní části kraje až kolem 150 mm / měsíc (více jak 150 % normálu). Následovalo pak období červenec až listopad s mírně nadnormálními hodnotami evapotranspirace, s výjimkou měsíce září, který měl hodnoty evapotranspirace na většině území normální. V prosinci pak panovaly na zhruba 2/3 území kraje hodnoty evapotranspirace vyšší o 25 až 75 % nad dlouhodobým normálem.



Obr. 97 *Potenciální evapotranspirace travního porostu – srovnání sumy za jednotlivé měsíce vegetačního období v procentech normálu 1981–2010.*

Nejpostiženější oblasti se nacházely v ORP Humpolec, Světlá nad Sázavou, Havlíčkův Brod a Chotěboř. Z hlediska sucha nepříznivě vysoké hodnoty potenciální evapotranspirace ve srovnání s dlouhodobým normálem pak pokračovaly v severozápadní části kraje i v lednu 2018. Pak došlo ke zlepšení situace

a měsíční úhrny v únoru a březnu pak byly v kraji spíše mírně podnormální. Pak ovšem následovaly měsíce duben a květen s výrazně nadnormálními úhrny evapotranspirace, kdy v dubnu byly hodnoty evapotranspirace na většině území kraje o více jak 50 % vyšší než je dlouhodobý normál. Podmínky podporující nadnormální hodnoty evapotranspirace pak pokračovaly až do září, kdy nejvyšší rozdíl od normálu vykazoval měsíc srpen s nejvíce postiženými oblastmi v ORP Světlá nad Sázavou a Havlíčkův Brod.



Obr. 98 Průběh kumulativní hodnoty průměrné pot. evapotranspirace v Kraji Vysočina v jednotlivých letech ve srovnání s normálem (průměrem a 25. a 75. percentilem).

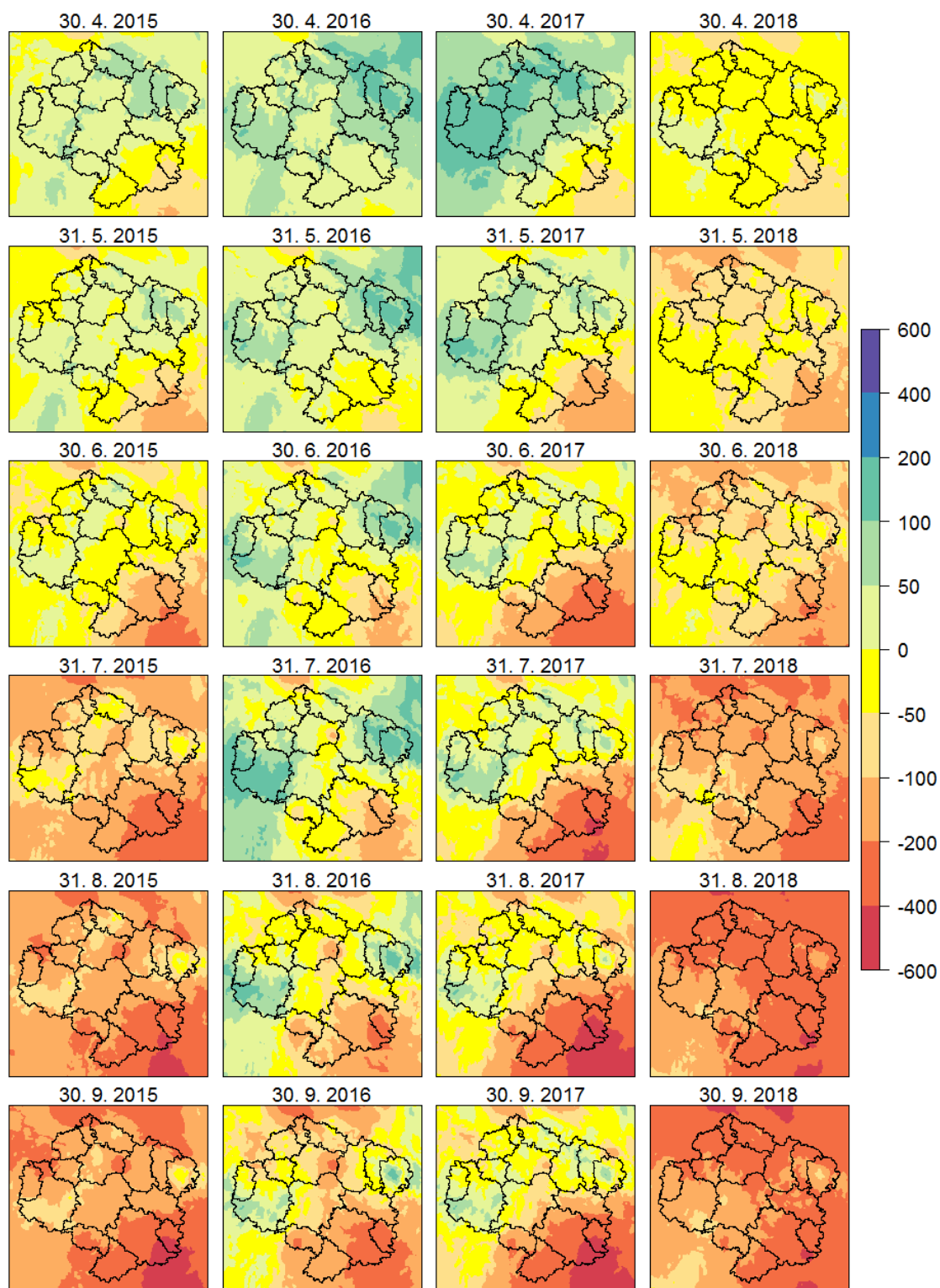
Graf výše ukazuje průběh denních hodnot potenciální evapotranspirace v jednotlivých letech ve srovnání s kumulativní křivkou průměrných denních hodnot za normálové období 1981–2010. Křivky ukazují, že sledované období 2015–2018 bylo ve všech čtyřech hodnocených letech nadnormální. Normál je pro tuto charakteristiku 530 mm. Nejvíce se této hodnotě přiblížil rok 2016, který ji překonal o 9 mm. Následoval rok 2015, který normál překonal o 73 mm a rok 2017, ve kterém hodnota potenciální evapotranspirace převýšila normál o 91 mm. Nejvyšších hodnot potenciální evapotranspirace, tedy i největšího zesílení sucha patrně dosáhne, jak naznačuje křivka, rok 2018. Z grafu je dále patrné, že v letech 2017 a 2018 zhruba od 2. poloviny května jsou kumulované hodnoty do konce roku v Kraji Vysočina výrazně vyšší než v 75 % let srovnávaného normálového období 1981–2010.

Vysoké hodnoty potenciální evapotranspirace ve spojení s deficitními úhrny srážek pak jsou hlavními faktory pro výskyt sucha v takto postižených oblastech. Použitá charakteristika vláhové bilance jako kombinace srážek mínus potenciální evapotranspirace funguje jako dobrý indikátor predispozice

území k suchu s ohledem na převažující stav a vývoj meteorologických prvků. Negativní hodnoty vláhové bilance indikují tedy převažující vliv výparu nad srážkami tedy v důsledku odběr disponibilní vody z krajiny a její vysušování.

V roce 2015 zaznamenaly v období od února do konce září, s výjimkou března, všechny měsíce negativní úhrny vláhové bilance na většině území kraje. Nejvíce negativní úhrny byly pak zaznamenány v červnu (v JV části až -50 mm) a pak ještě výrazněji v červenci, kdy na většině území byl měsíční úhrn mezi -50 a -100 mm. Nejvíce postiženou byla jihovýchodní část kraje. Při pohledu na kumulativní hodnoty od začátku roku je pak zřejmé, že od konce června dochází k výraznému prohlubování deficitních hodnot vláhové bilance, kdy většina území kraje má koncem července hodnoty pod -100 mm. Tato situace se pak dále zhoršuje až do poloviny srpna (skoro 60 % území kraje má úhrn vláhové bilance od začátku roku pod -200 mm), kdy dochází ke krátkodobému nadlepení vlivem výrazných srážek. Pak ovšem nadále trvá nepříznivý vývoj s výrazně negativními hodnotami vláhové bilance pod -100 mm na více jak 70 % území kraje. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem byly hodnoty vláhové bilance od dubna až do září ve všech měsících nižší. Většina území všech ORP s výjimkou ORP Moravské Budějovice, Velké Meziříčí a Bystřice nad Pernštejnem měly sumu vláhové bilance ke konci září o více jak 200 mm nižší než je dlouhodobý průměr 1981–2010. K mírnému zlepšování docházelo až od poloviny října, nicméně i navzdory tomu ke konci roku 2015 výrazně převažovaly v kraji území s negativním roční hodnotou vláhové bilance, kdy nejnižší hodnoty byly na Třebíčsku a v ORP Náměšť nad Oslavou.

V roce 2016 převažovaly na většině kraje až do poloviny roku relativně vyrovnané hodnoty vláhové bilance. K postupnému snižování hodnot směrem k negativní bilanci docházelo od června a nejnižší hodnoty byly v jižní a jihovýchodní části kraje a také v centrální části. Ke konci září byly na více jak 60 % území kraje hodnoty sumy vláhové bilance od začátku roku pod -50 mm.



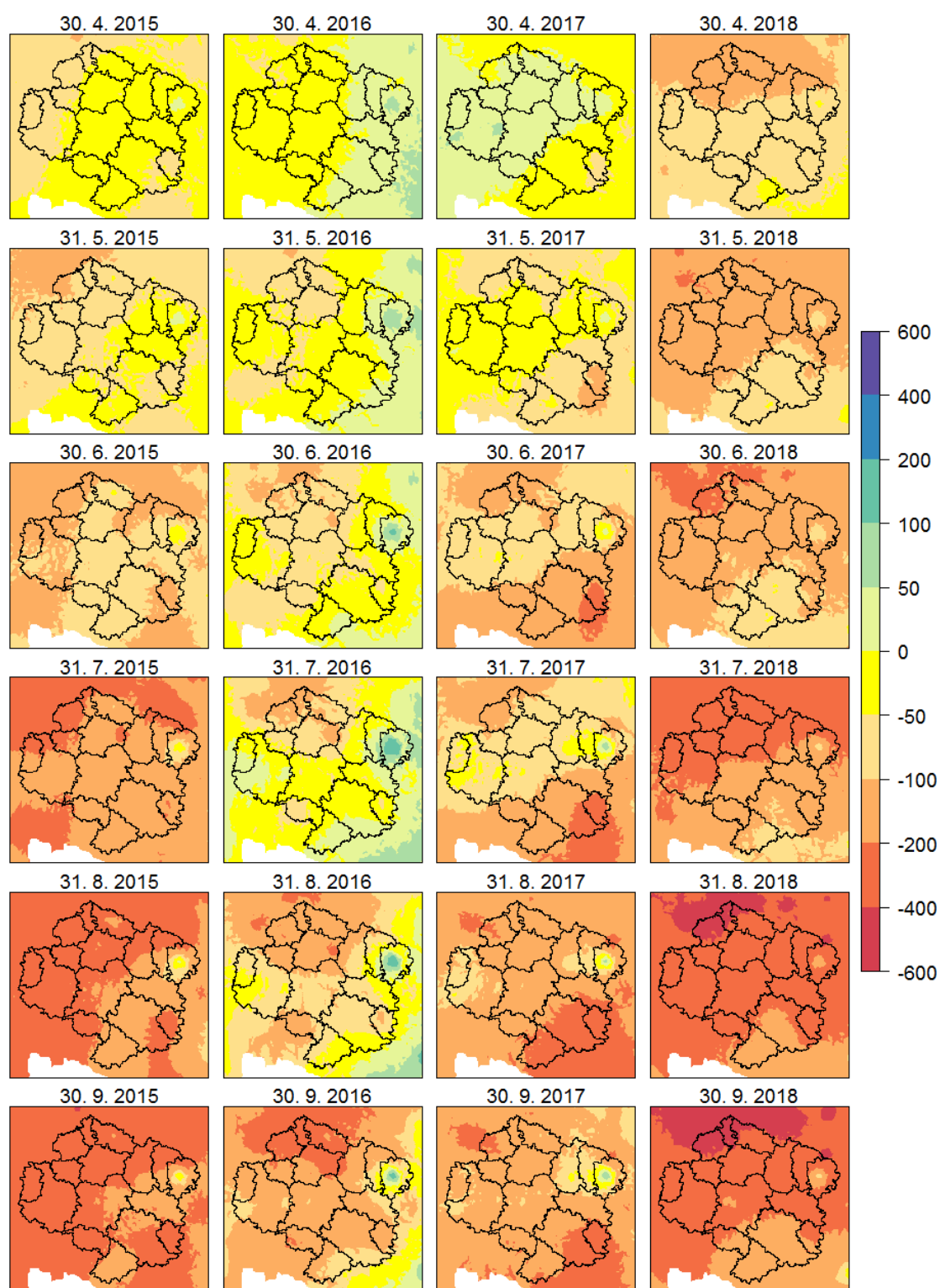
Obr. 99 Základní vláhová bilance travního porostu – aktuální stav ke konci měsíců ve vegetačním období v milimetrech.

Situace se pak zlepšovala směrem ke konci roku jen velmi pozvolna. Vzhledem k normálu byl ovšem deficit vláhové bilance od začátku roku ke konci září nižší na většině území kraje o více jak 100 mm,

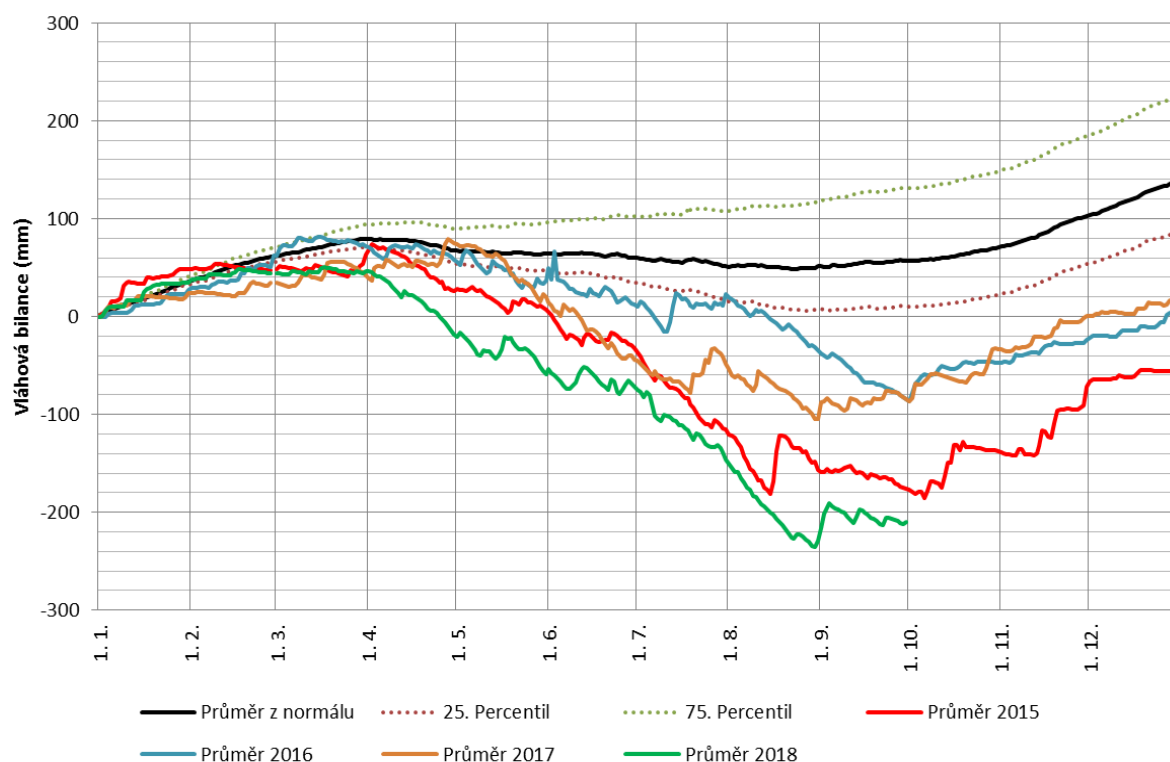
s tím, že nejvyšší rozdíl vůči dlouhodobým hodnotám měly ORP Světlá nad Sázavou, Havlíčkův Brod a Chotěboř.

Začátek roku 2017 až do konce března se vyznačoval na celém území Kraje Vysočina mírně podnormálními úhrny vláhové bilance vzhledem k dlouhodobému průměru. V dubnu pak došlo k výraznějšímu zlepšení situace, kdy na většině území ke konci dubna převažovaly pozitivní hodnoty vláhové bilance. V květnu a v červnu byly měsíční úhrny vláhové bilance silně negativní s hodnotami kolem -50 mm za měsíc, na jihovýchodě i pod -100 mm v červnu a došlo k razantnímu snížení celkového úhrnu vláhové bilance kumulované od začátku roku. Na konci června bylo více jak 30 % území kraje postiženo souhrnným deficitem vláhové bilance od začátku roku větším než 50 mm. Na konci září pak většina území kraje měla rozdíl sumy vláhové bilance od dlouhodobého normálu více jak -100 mm. Do konce roku pak docházelo k velmi pozvolnému zlepšování stavu. Nejvíce postiženými oblastmi s ohledem na negativní hodnoty vláhové bilance byli v roce 2017 ORP Třebíč, Náměšť nad Oslavou, Moravské Budějovice a Světlá nad Sázavou.

V roce 2018 byla v měsících leden až březen vyrovnaná měsíční suma vláhové bilance. Od dubna do srpna pak byly měsíční sumy vláhové bilance negativní a převládal výpar nad srážkami - v dubnu, červenci a srpnu byly měsíční sumy vláhové bilance -50 až -100 mm na většině území kraje. Ke konci července dosahovala suma vláhové bilance od začátku roku na více než 70 % území kraje hodnot pod -200 mm a rozdíl vůči dlouhodobému průměru byl mezi -200 až -400 mm. K výraznému zhoršení stavu došlo i v srpnu a srážkově bohatší září zlepšilo situaci v hodnotách vláhové bilance jen velmi mírně. Území ORP Světlá nad Sázavou a S část ORP Havlíčkův Brod měly indikován ke konci září deficit vůči dlouhodobému průměru více jak 400 mm. Na cca 95 % území kraje bylo ke konci září dosaženo hodnot kumulace vláhové bilance od začátku roku pod -100 mm.

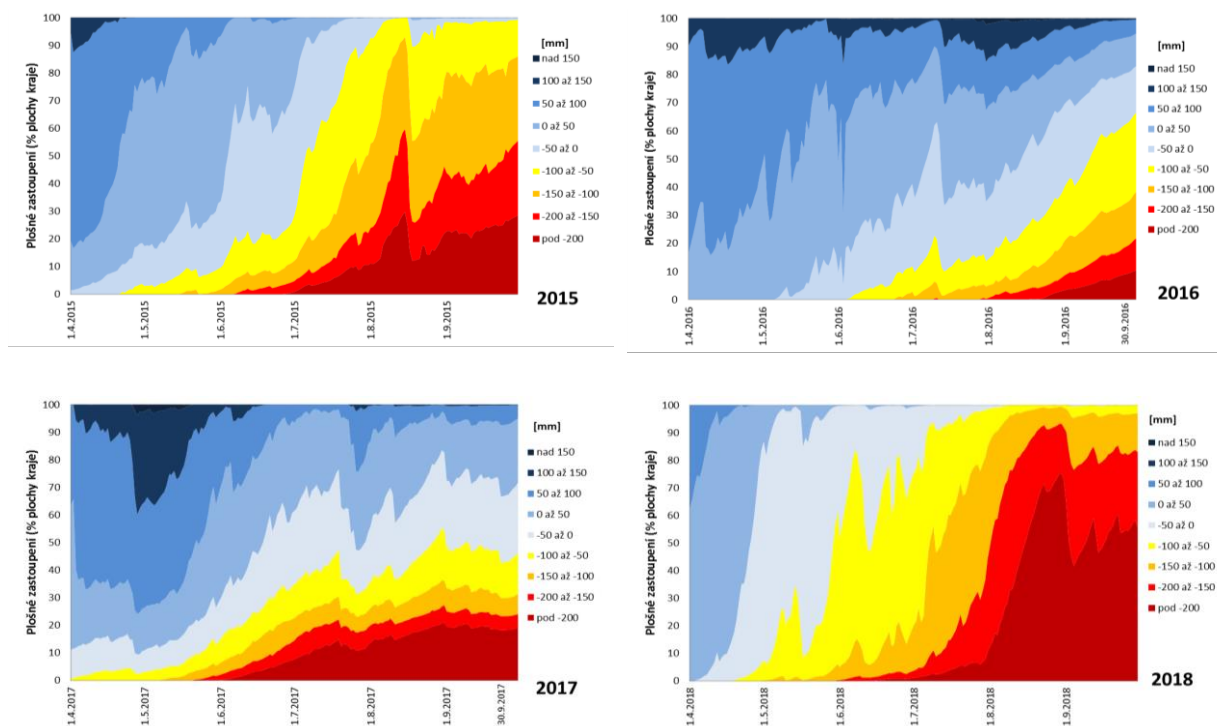


Obr. 100 Základní vláhová bilance travního porostu – srovnání s normálem ke konci měsíců ve vegetačním období v milimetrech.



Obr. 101 Roční průběh denních kumulativních hodnot průměrné vláhové bilance (mm) v Kraji Vysočina ve srovnání s normálem (průměrem a 25. a 75. percentilem).

Průběh kumulativních křivek denních průměrných hodnot v jednotlivých letech (obr. 101) naznačuje, že celé sledované období 2015 – září 2018 bylo, co se týká hodnot vláhové bilance, vzhledem k normálu podnormální až velmi silně podnormální. Nejsušším rokem je možno prozatím vzhledem k dosavadnímu průběhu hodnotit rok 2018, ve kterém byla také dosažena absolutně nejnižší průměrná denní kumulativní hodnota pro Kraj Vysočina a to -230 mm na začátku září. Druhým nejsušším byl rok 2015, ve kterém byla dosažena minimální hodnota -182 mm a ani v závěru daného roku se hodnoty nevyšplhaly na 0 mm. Podnormální průběh byl zaznamenán také v letech 2016 a 2017. Nedošlo však k takovým poklesům jako ve zmíněných letech 2015 a 2018 a současně na konci těchto let byl deficit vyrovnán a hodnoty se vyšplhaly nad 0 mm. Z výš zmíněných průběhů je možné usuzovat, že v Kraji Vysočina docházelo v období od roku 2015 do současnosti k postupnému stálému narůstání deficitu vláhové bilance, který nezvládaly srážkové úhrny dostatečně kompenzovat. Z obr. 101 je také patrné, že k výraznému prohlubování deficitu vláhové bilance a tedy k potenciálnímu ohrožení suchem docházelo na území Kraje Vysočina v letech 2015 a hlavně v roce 2018 již v průběhu jarních měsíců dubna, resp. března. Takový průběh má velmi negativní dopady na rostlinný pokryv a indikuje již na počátku vegetace výrazné problémy s dostupností vody ať už pro počátek vegetace rostlin či následně v hydrologickém systému.



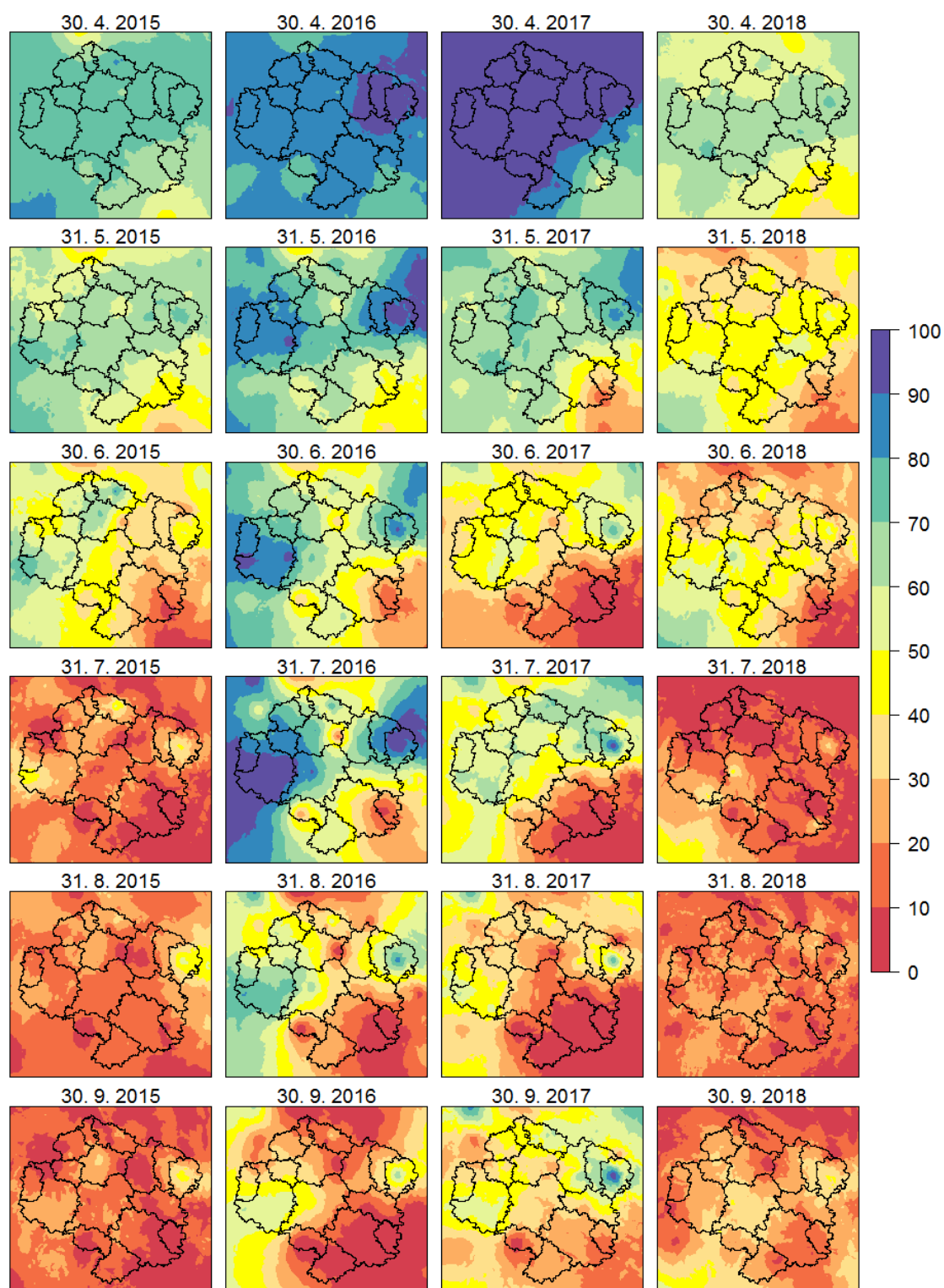
Obr. 102 Průběh plošného zastoupení kategorií kumulativní vláhové bilance (mm) v jednotlivých letech na území Kraje Vysočina.

5.2 Vlhkostní poměry území

Co se týká analýzy stavu počítané zásoby vody v půdě, jedním ze základních výstupů modelu AVISO je aktuální deficit půdní vody pod travním porostem vyjádřený v mm, který charakterizuje množství vody v půdě, nedostávající se do polní vodní kapacity což je množství vody, které je daná půda reálně schopna pojmout. Odvozenou charakteristikou, která je založena na algoritmu výpočtu aktuálního deficitu, je zásoba využitelné vody v půdě (ZVVP) pod travním porostem v mm či v procentech využitelné vodní kapacity (% VVK). Touto hodnotou je možno obecně zjednodušenou formou určovat množství půdní vody v mm, které je v půdě obsaženo mezi základními půdními hydrolimity polní vodní kapacitou a bodem vadnutí. Obdobné vyjádření je možné v procentech využitelné vodní kapacity (% VVK), která se bere jako rozdíl mezi polní vodní kapacitou a bodem vadnutí a jedná se množství vody dostupné pro rostliny. Modelování zásoby využitelné vody v půdě je velmi obtížné. Jako vypařující povrch se pro zobecnění v tomto případě uvažuje travní porost. V rámci výstupů je tedy vlhkost půdy vyjádřena pomocí modelové (vypočítané) zásoby využitelné vody v půdě v procentech využitelné vodní kapacity (% VVK) ve vrstvě 0–100 cm za předpokladu středně těžké půdy pokryté travním porostem. Toto zobecnění bylo zvoleno pro porovnání jednotlivých oblastí z hlediska obsahu vody v půdě v závislosti na různém vlivu měnících se meteorologických podmínek během roku v jednotlivých oblastech a také z důvodu, že problematika vody v půdě je výrazně

komplikována skutečností, že naše půdní poměry jsou velmi pestré a v naprosté většině případů různorodé i jen v širším okolí klimatologických stanic, kde probíhá měření hodnot vstupních meteorologických prvků do modelu AVISO. Proto pro analýzu a určení oblastí s nepříznivým vývojem klimatických vlivů na stav zásob půdní vody bylo zvoleno toto zpracování, kdy je tedy možné objektivně zhodnotit míru negativního působení vývoje klimatologických prvků na stav vody v krajině. Z hlediska fyzikálních omezení modelu začátkem roku, kdy se obecně předpokládá relativně vysoké či plné nasycení svrchního půdního profilu a ztížené interpretaci v mrazovém období se sněhovou pokrývkou, jsou výsledky zásoby využitelné vody v půdě hodnoceny převážně až od začátku teplého půlroku (od 1. 4.).

V roce 2015 docházelo postupně od dubna vlivem teplotních podmínek a nižších srážkových úhrnů k poklesu hodnoty zásob vody v půdě, kdy už měsíce duben a květen byly mírně podprůměrné. Ke konci června už pak na většině území kraje panovaly hodnoty pod 75 % normálu 1981–2010, kdy nižší hodnoty pod 50 % VVK byly zaznamenány převážně ve východní polovině kraje. Jihovýchodní část kraje pak byla už v této době postižena velmi výrazně s hodnotami ZVVP pod 30 % VVK. Následující měsíce červenec až září pak vykazovaly deficit ZVVP ještě mnohem více prohloubený, kdy velké části území ORP Telč, Moravské Budějovice, Třebíč a Náměšť nad Oslavou vykazovaly hodnoty ZVVP pod 10 % VVK, tedy okolo bodu vadnutí a více jak 90 % území kraje vykazovalo hodnoty ZVVP pod 30 % VVK. Krátkodobé zlepšení situace přišlo s výraznými srážkovými úhrny v polovině srpna, následně se pak situace na celém území kraje opět zhoršila. Ve srovnání s normálem pak ke konci měsíců červenec, srpen i září byl hodnoty ZVVP na většině území pod 50 % dlouhodobé průměrné hodnoty. Podnormální hodnoty pak přetrvávaly v jihovýchodní části kraje až do konce roku, naopak v západní části došlo od listopadu k výraznému zlepšení situace a doplnění zásob vody v půdě. Jako nejvíce postižená území v roce 2015 se jeví ORP Náměšť nad Oslavou, Žďár nad Sázavou, Třebíč a Telč.



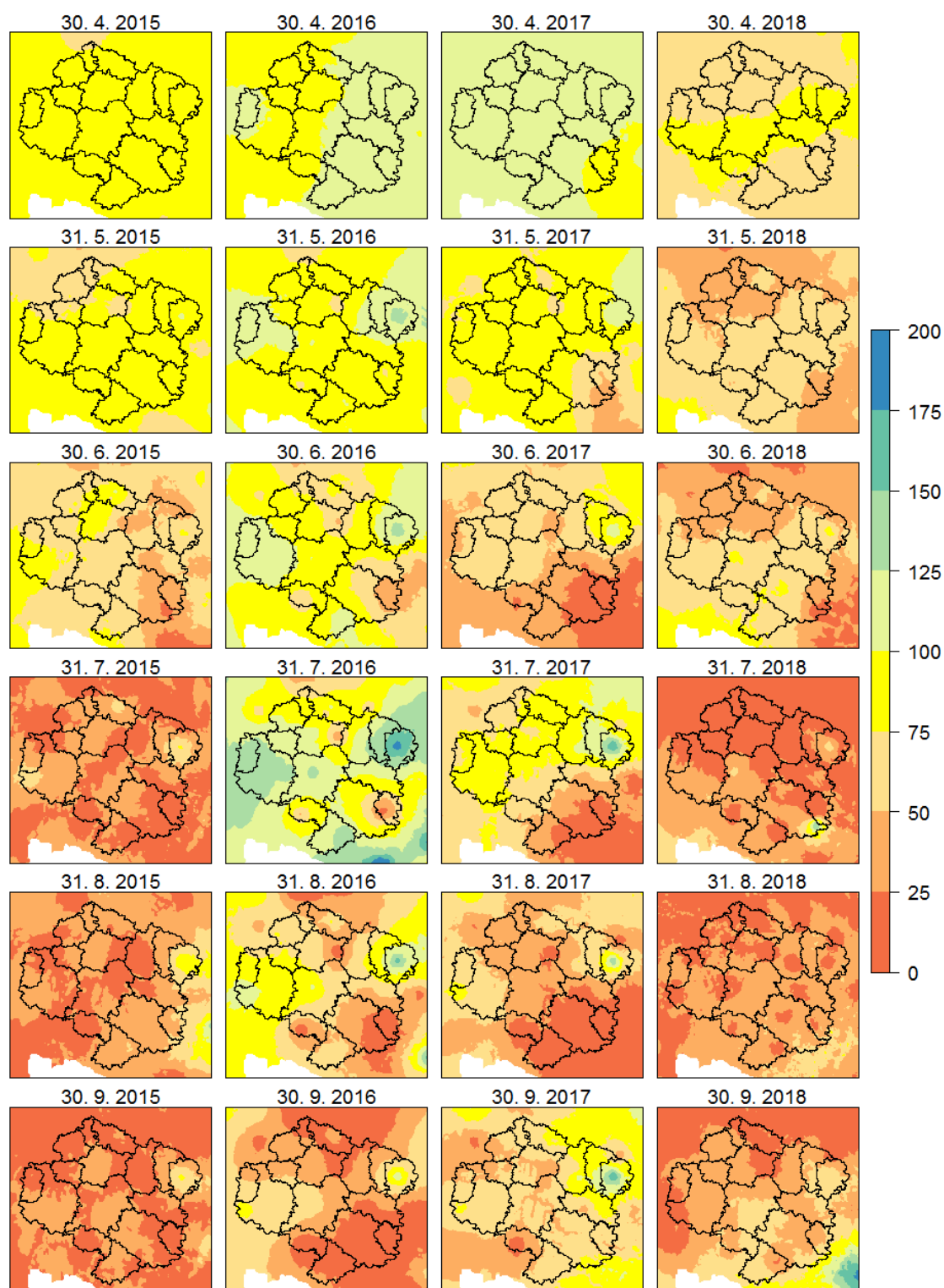
Obr. 103 Stav modelové zásoby využitelné vody v půdě pod travním porostem (v % VVK) ke konci jednotlivých měsíců ve vegetačním období.

V roce 2016 byly podmínky týkající se ZVVP lepší než v předchozím roce. Až do konce června byly hodnoty ZVVP relativně příznivé, kdy nejhůře na tom bylo ORP Náměšť nad Oslavou s hodnotami pod 50 % normálu (stav ZVVP byl pod 30 % VVK). Během srpna a září pak došlo ke zhoršení podmínek

a snížení hodnot zásoby vody v půdě na velké části území kraje, kdy ke konci září celá jižní a jihovýchodní část kraje vykazovala hodnoty ZVVP pod 20 % dlouhodobého průměru. Podobně na tom byly i severně položené ORP Chotěboř a částečně také Havlíčkův Brod a Žďár nad Sázavou. Reálné hodnoty zásoby vody v půdě byly odhadovány na hodnoty pod 20 % VVK. V následujícím období směrem ke konci roku docházelo k doplňování ZVVP, nicméně v jihovýchodní části kraje přetrvávaly podnormální stavy až do konce roku.

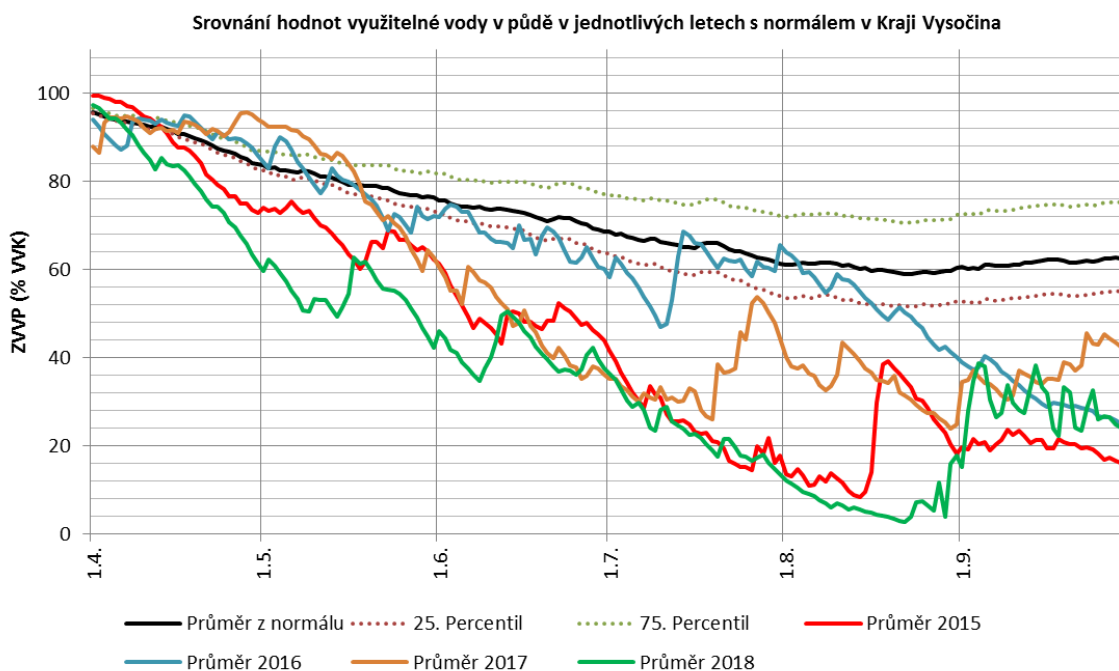
V roce 2017 byla zásoba vody až do konce května ve srovnání s dlouhodobým průměrem normální. Pouze v oblasti Třebíčska a ORP Náměšť nad Oslavou byly hodnoty ke konci května výrazněji podnormální. V červnu došlo potom v jižní a hlavně jihovýchodní části kraje ke snížení hodnot ZVVP místy až pod 25 % VVK a na 50 % území byly hodnoty ZVVP pod 40 % VVK. Ke konci července pak lze z mapy (Obr. 103) vysledovat výrazný rozdíl mezi severní a jižní částí kraje, kdy v jižní a jihovýchodní části převládají území s ZVVP pod 30 %. Naopak v S části jsou hodnoty ZVVP obecně nad 50 % VVK. Následně v srpnu docházelo k rozšiřování oblastí s hodnotami ZVVP pod 30 % VVK i do ostatních částí kraje a ke konci srpna území s těmito nebo nižšími hodnotami zabíralo více jak 60 % území kraje. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem pak na většině území kraje byl stav zásoby vody v půdě pod 50 % normálu. Nejvíce postiženy byly ORP Moravské Budějovice, Třebíč, Telč a Náměšť nad Oslavou. Vzhledem k výrazným srážkovým úhrnům během podzimu došlo k celkovému zlepšení situace na většině území kraje, hodnoty ZVVP pod 50 % VVK přetrvaly pouze v ORP Náměšť nad Oslavou a částečně i v ORP Třebíč.

Rok 2018 byl, co se týká průběhu a stavu podmínek působících na hodnoty ZVVP, z hodnoceného období nejvíce negativní. Již od dubna hodnoty ZVVP vykazovaly podnormální stav, který se v průběhu roku razantně zhoršoval. Ke konci července byly hodnoty ZVVP pod 25 % dlouhodobého normálu na více jak polovině území kraje s tím, že tento stav více převládal v severní polovině území kraje. Nejnižší hodnoty byly pozorovány v průměru do zhruba poloviny srpna, kdy pro více jak 90 % území kraje vykazoval model hodnoty ZVVP pod 20 % VVK. Koncem srpna a v září došlo vzhledem k výrazným srážkám ke zlepšení situace. Ke konci září nicméně více jak 70 % území kraje vykazovalo hodnoty pod 30 % VVK a celý kraj měl hodnoty pod 75 % dlouhodobého normálu.



Obr. 104 Srovnání modelové zásoby využitelné vody v půdě pod travním porostem s normálem (v % normálu) ke konci jednotlivých měsíců ve vegetačním období.

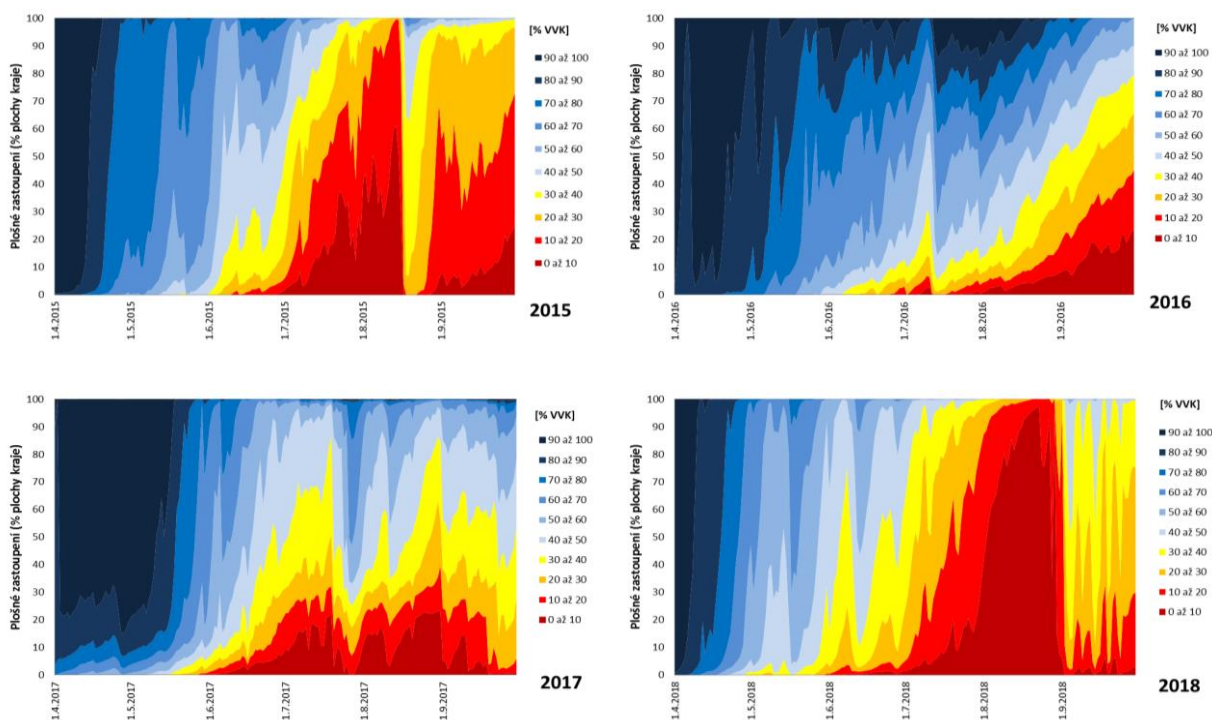
Hodnoty ZVVP směrem ke konci září pak vykazovaly opět sestupný trend a zhoršování podmínek zásoby vody v půdě. Nejvíce postiženými oblastmi se do konce září v roce 2018 jevíly ORP Světlá nad Sázavou, Havlíčkův Brod, Chotěboř, Humpolec, Náměšť nad Oslavou a Žďár nad Sázavou.



Obr. 105 *Průběh zásoby využitelné vody v půdě (v % VVK) v roce 2017 – průměrné denní hodnoty pro Kraj Vysočina.*

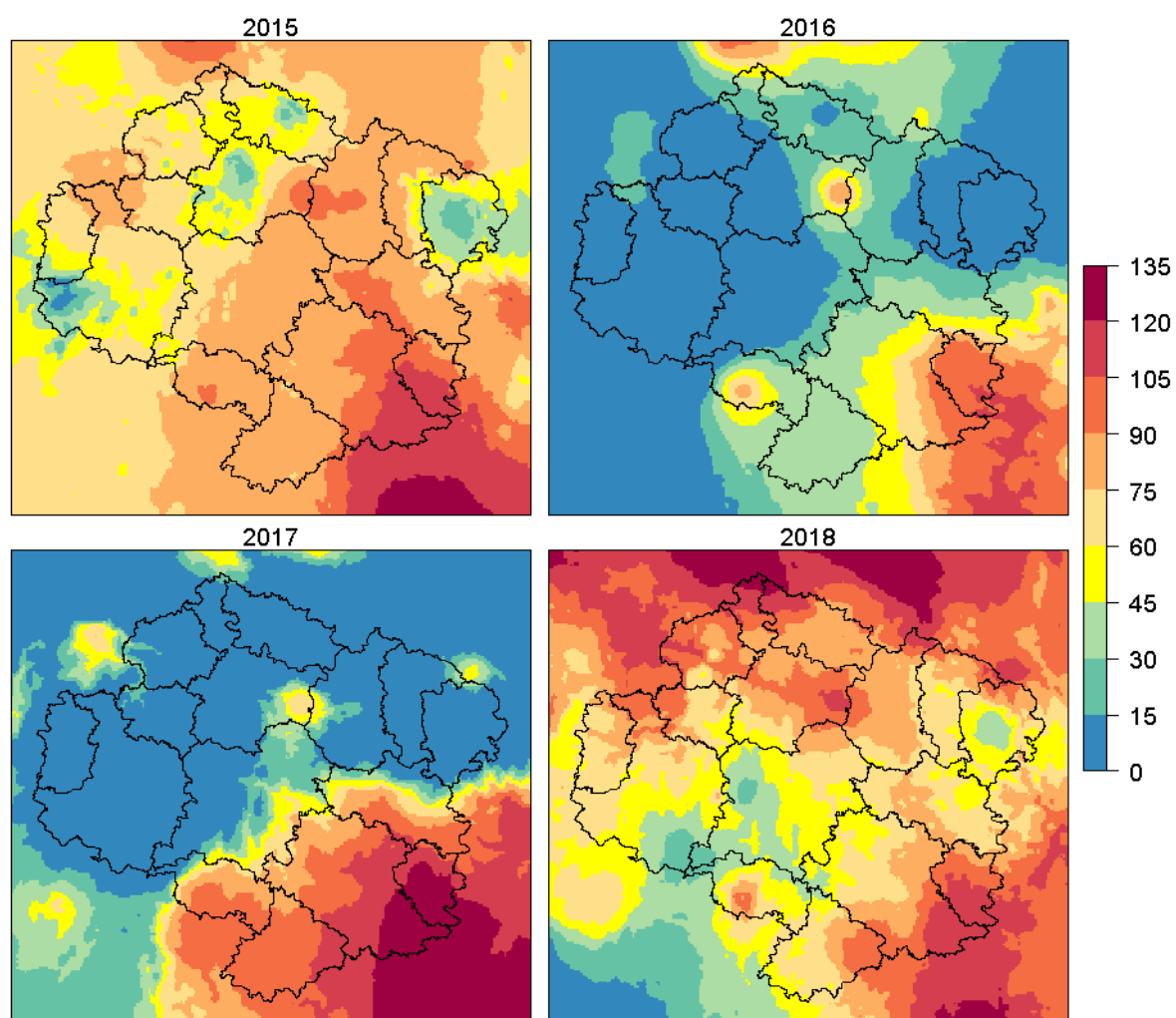
Pokud se podíváme na průběh průměrných hodnot ZVVP v Kraji Vysočina ve vegetačním období (teplý půlrok od dubna do září) v jednotlivých letech, je zřejmé, že srovnávané roky 2015 – 2018 byly obdobně jako vláhová bilance a potenciální evapotranspirace podnormální. Nadnormálních hodnot bylo dosaženo na jaře roku 2017 a 2016. Pár nadnormálních dní bylo zaznamenáno také v létě roku 2016 a na jaře roku 2015. Následně však v roce 2015 hodnoty ZVVP klesaly hluboko pod normál a to až k hodnotě 8 % VVK, tedy až k bodu vadnutí, kdy těchto hodnot bylo dosaženo zhruba v půlce srpna. Nejsušším rokem byl rok 2018, ve kterém bylo dosaženo absolutního minima v rámci průměrných hodnot pro kraj za sledované období a to necelých 3 % VVK. Toto minimum bylo zaznamenáno 22. srpna. Normálové hodnoty nebyly na konci vegetačního období překonány ani dosaženy v žádném ze sledovaných roků.

Průběh hodnot ZVVP ve sledovaném období ukazuje na fakt, že v rámci jednotlivých let se vždy vyskytovaly v Kraji Vysočina období s velmi negativními podmínkami působícími negativně na stav zásoby využitelné vody v půdě a obecně prohlubujícími intenzitu sucha. V letech 2015 a pak 2018 jsou tyto negativní vlivy nejmarkantnější, nicméně i v letech 2016 a pak především v roce 2017 byly výrazné epizody se silně podnormálními hodnotami ZVVP zasahující plošně významné části kraje.



Obr. 106 Průběh plošného zastoupení kategorií zásoby vláhy v půdě (% VVK) v jednotlivých letech na území kraje.

Na Obr. 107 jsou pak zobrazeny mapy s počtem dnů s hodnotou ZVVP pod 30 % VVK ve vegetačním období (1. 4.–30. 9.), kdy tato hodnota znamená stres suchem pro rostliny. Z map je vidět, že v roce 2015 bylo více jak 90 dnů s hodnotami pod ZVVP pod 30 % VVK v ORP Třebíč a Náměšť nad Oslavou a na většině území kraje pak podmínky indikující stres suchem převládal po více jak 75 dnů během teplého půlroku. Vegetační období v roce 2016 pak bylo s ohledem na počet dnů se stresem sucha pro rostliny výrazně příznivější, pouze v jihovýchodní části území byl počet dní nad 60 (cca 1/3 z celkové délky vegetačního období) a na většině území byl počet dnů pod 45. Rok 2017 byl počtem dnů s hodnotou ZVVP pod 30 % VVK v severních 2/3 území kraje podobný s rokem 2016, nicméně se projevilo výrazné rozdělení území z hlediska hodnot ZVVP na severní část území kraje s relativně příznivými hodnotami během vegetačního období a naopak jižní resp. jihovýchodní část, kde byly přítomny velmi intenzivní projevy sucha. V rámci území ORP Velké Meziříčí, Telč, Moravské Budějovice, Třebíč a Náměšť nad Oslavou byly indikovány dlouhé epizody s hodnotami ZVVP pod 30 % VVK, tedy se stresem suchem v půdě. Vegetační období roku 2018 bylo s ohledem na počet dnů s hodnotami ZVVP pod 30 % VVK také velmi nepříznivé a hlavně byly dlouhé epizody s vysokým počtem těchto dnů přítomny na většině území kraje. Oblasti s nejvyššími počty dnů je možné identifikovat v severní a také jihovýchodní části území Kraje Vysočina.



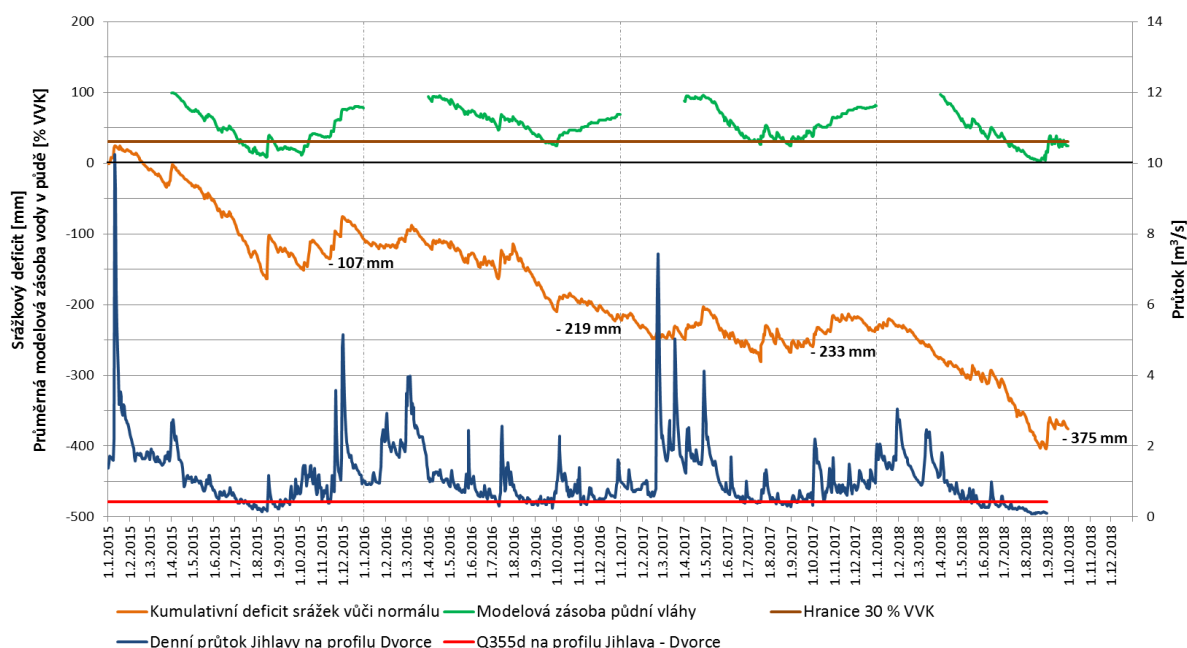
Obr. 107 Počet dnů s modelovou zásobou půdní vláhý pod 30 % VVK ve vegetačním období (1. 4.–30. 9.).

6 Mezioborová syntéza

Za účelem plošné lokalizace nejvíce postižených oblastí Kraje Vysočina s ohledem na vývoj a stav klimatologických, agrometeorologických a hydrologických veličin v období 2015 – 2018, byl proveden pokus o syntetické řešení na základě vstupu vícero charakteristik různého typu.

Na obr. 108 je pro představu znázorněn průběh jednotlivých vstupních charakteristik využitých následně pro mapové vyhodnocení v plošné lokalizaci během celého období 2015 až září 2018. V grafu je tedy možné sledovat průběžný nárůst průměrného srážkového deficitu vzhledem k dlouhodobému normálu v Kraji Vysočina. Dále jsou zde zobrazeny denní hodnoty zásoby využitelné vody v půdě v % VVK (pro 1 m hluboký půdní profil pod referenčním travním porostem) z modelu za vegetační období (1. 4.–30. 9.) zprůměrované pro celou plochu Kraje Vysočina, včetně zobrazení hranice 30 % VVK indikující výrazný stres suchem pro rostliny. Vzhledem k tomu, že hydrologické údaje o průtocích nelze jednoduše zprůměrovat do plochy, je v grafu zobrazen jako reprezentativní průběh denních průtoků Jihlavy na profilu Dvorce (střední část toku), včetně hranice 355 denního průtoků Q_{355d} .

Z grafu je patrný výrazný nárůst deficitu srážek od jara roku 2015 a pak také začátkem léta 2018. Tato změna deficitu srážek se odrazila v hodnotách ZVVP, které následkem toho výrazně klesly v průměrných hodnotách v kraji pod hranici 30 % VVK. V průtoku na Jihlavě je pak díky tomu patrný vyšší počet dnů kdy se průtoky pohybovaly pod hranicí Q_{355d} . Dále je patrné, že v případě zlepšení situace v rámci srážkového deficitu, se toto odrazilo v hodnotách nasycení půdy vodou, které reagovaly navýšením zásoby vody v půdě a také je tuto změnu možné pozorovat v grafu průtoků, kdy dojde k jejich nadlepšení. Také je možné sledovat, že v letech 2016 a 2017 průměrné hodnoty deficitu srážek a ZVVP neměly obecně tak strmý pokles a zásoba využitelné vody v půdě neatakovala v průměru na kraj tak výrazně hranici 30 % VVK. To se ostatně projevilo i v zobrazené řadě průtoků na Jihlavě kdy extrémní hodnoty v těchto letech nejsou zastoupeny v takovém počtu jako například v průběhu roku 2018.



Obr. 108 Průběh srážkového deficitu, modelové zásoby půdní vláhy a průtoku na řece Jihlava.

Vzhledem k vazbě mezi průběhem výše v grafu zobrazených prvků bylo přikročeno k syntéze údajů postavených na daných prvcích. Mapový výstup pro syntézu dat z hlediska oboru klimatologie, agroklimatologie a hydrologie byl vytvořen součtem tří rastrů s plošným rozlišením 1 km, z nichž každý obsahuje čtyři kategorie závažnosti výskytu sucha na území kraje z pohledu měřených či počítaných charakteristik (či prvků). Klasifikace jednotlivých prvků daných oborů předkládá tabulka 81.

V rámci klimatologických charakteristik byla provedena kategorizace na základě rozdílu kumulativního úhrnu srážek proti normálu. V denním kroku kumulované srážky se porovnávaly s kumulací normálových srážek a vzniklý kumulativní rozdíl (deficit) byl rozdělen do kategorií tak, aby kategorie rovnoměrně reprezentovaly celé území kraje. Výpočet kumulativní hodnoty deficitu srážek byl proveden bodově pro stanice a následně interpolován do plochy kraje.

V rámci agroklimatologie byla použita suma dnů ve vegetačním období, kdy byla modelová hodnota zásoby využitelné vody v půdě (ZVVP) pod 30 % VVK, znamenající výrazný stres suchem pro rostliny. Tyto hodnoty byly spočítány bodově pro stanice a interpolovány do plochy území kraje. Mapové vyjádření sumy počtu dnů pro jednotlivé roky jsou na obr. 107. Tyto počty dnů byly sečteny a kategorizovány podle toho, jakou měrou panovaly v průběhu všech čtyř vegetačních sezon (období duben–září v každém roce, celkem tedy 24 měsíců) a s ohledem na rovnoměrnou reprezentaci zkoumané charakteristiky na území kraje.

Jak je uvedeno výše, hodnoty deficitu srážek a počtu dnů ZVVP pod 30 % VVK jsou zjišťovány ze staničních měření, resp. na základě modelového výpočtu pro stanice a tyto data jsou následně

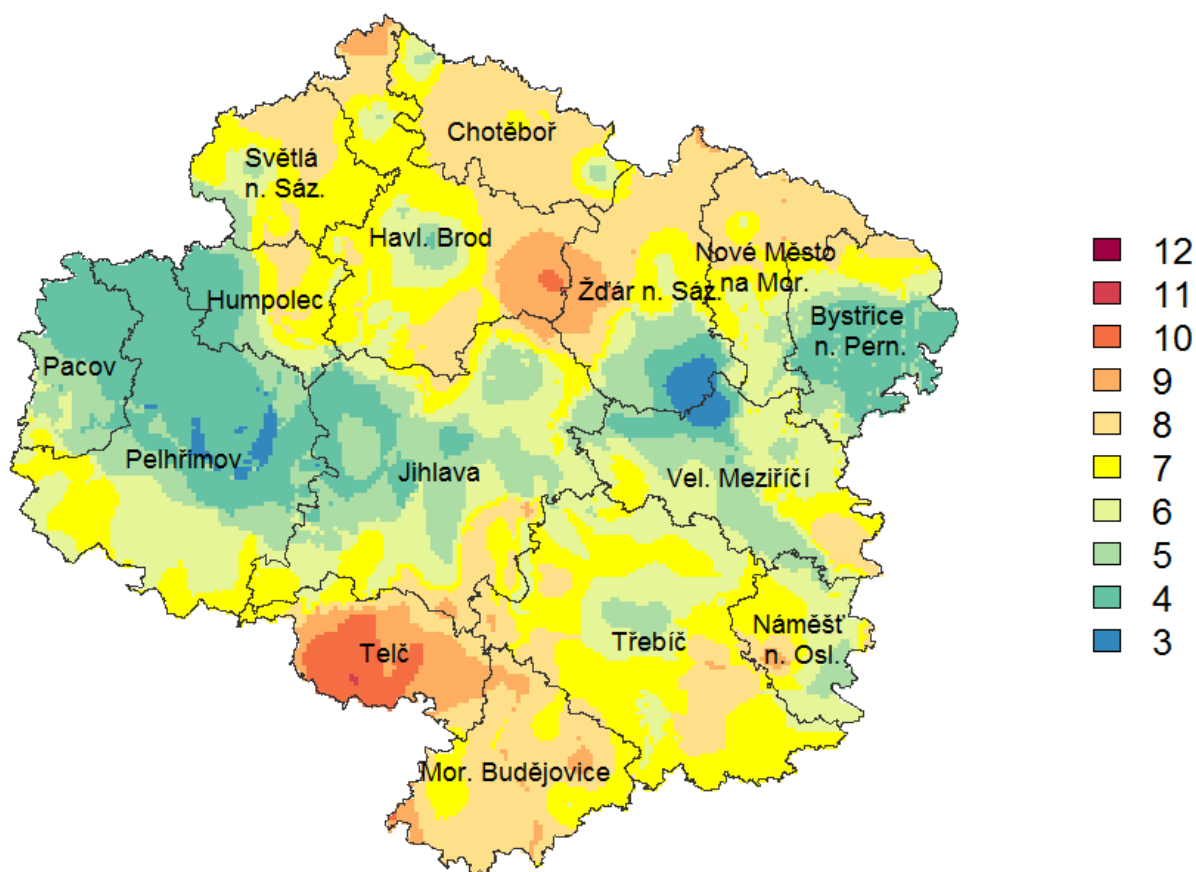
interpolovány pomocí prostorových statistických metod do plochy. Toto řešení s ohledem na výraznou prostorovou proměnlivost srážek nemůže být z hlediska lokalizace srážek přesné a je potřeba k němu i takto přistupovat. Obzvláště v letních měsících při přechodu bouřek se projevuje výrazná izolovanost jednotlivých srážkových epizod, kdy síť srážkoměrných stanic i přes svou hustotu nemusí některé srážkové události či velikost úhrnu správně zaznamenat.

Pro zastoupení hydrologického hodnocení území byly kategorizovány počtu dnů podkročení hydrologického sucha (průtoku Q_{355d}) ve stanicích za období 1. 1. 2015 až 31. 8. 2018. Tato kategorizace byla provedena pro povodí 3. řádu odvodňujících území kraje.

Tab. 81 *Parametry kategorií bodového hodnocení jednotlivých charakteristik.*

Kategorie	Klimatologický vstup (deficit srážek od normálu)	Agroklimatologický vstup (počet dnů s ZVVP < 30 % VVK)	Hydrologický vstup (počet dnů s $Q < Q_{355d}$)
1	nad -350 mm	méně než 120 dnů	méně než 100 dnů
2	-350 až -400 mm	120 až 240 dnů	100 až 200 dnů
3	-400 až -450 mm	240 až 360 dnů	201 až 330 dnů
4	pod -450 mm	více než 360 dnů	více než 331 dnů

Součtem tří rastrových vrstev vznikla jako výsledná syntetická mapa na obrázku 109. Relativně nejnižší stupeň výskytu sucha je značen hodnotou 3 (1+1+1) danou součtem jednotlivých vrstev s kategoriemi závažnosti sucha a relativně nejvyšší stupeň hodnotou 12 (4+4+4).



Obr. 109 Syntetická mapa závažnosti výskytu sucha na území Kraje Vysočina (vyšší číslo na stupnici značí vyšší závažnost s ohledem na 3 použité kritéria)

Z pohledu výsledné syntézy použitých podkladů (Obr. 109) se jako nejvíce postiženou lokalitou vzhledem k závažnosti sucha v období 2015 až září 2018 jeví ORP Telč a části ORP Havlíčkův Brod a Žďár nad Sázavou. Nižší závažnost sucha dle syntézy lze dále indikovat v ORP Moravské Budějovice, Chotěboř a Třebíč a pro část území ORP Nové Město na Moravě a Světlá nad Sázavou. Naopak relativně lepší podmínky panovaly v centrální části kraje – tedy na části ORP Pacov, Humpolec, Pelhřimov, Jihlava, Velké Meziříčí, Žďár nad Sázavou a Bystřice nad Pernštejnem.

7 Závěr

Vývoj povětrnostních podmínek v Kraji Vysočina byl během sledovaného období posuzován obecně na základě **typů synoptických situací**. Hlavním cílem bylo odlišit dny s počasím beze srážek typickým pro **anticyklonální synoptické situace** a dny s počasím při **cyklonálních situacích**, které umožňují vznik atmosférických srážek. Na základě měření srážkových úhrnů a také z rastrového pole kombinovaného odhadu meteorologických radarů byly hodnoceny denní úhrny srážek a jejich plošný výskyt na území kraje. Z analýz podle vybraných limitů úhrnů srážek, které lze považovat za nevýznamné a tudíž přispívající suchu, vyplývá, že průměrně 22,3 % dnů cyklonálních situací je nutné přiřadit ke dnům bez srážkově významného příspěvku do krajiny. Spolu s anticyklonálními situacemi bylo na Vysočině za celé období 55,7 % dnů, kdy nepršelo vůbec, nebo velmi málo, nebo více, ale pouze na malé ploše.

Z hlediska posloupnosti nepříznivých situací vychází nejhůře rok 2015. Kromě mírně vyššího počtu anticyklonálních situací jsou navíc tyto dny shlukovány do delších epizod, které jsou jen krátce přerušovány dny s malým úhrnem. V zimě a na jaře tak vznikly epizody trvající i 2 měsíce bez významného srážkového úhrnu. Tyto často se opakující vzorce počasí spolu s vhodným prouděním umožnily větší prohřívání vzduchu a povrchu, což vyústilo ve velmi teplé počasí. V dalších letech byly tyto epizody bez deště kratší a méně četné a spíše v chladnějších částech roku. Extrémem pak byla téměř 3 měsíční suchá epizoda na počátku roku 2018. Sušší chladné části roku se také projeví na nevýznamné zásobě vody ve sněhové pokrývce, stejně jako tomu bylo posledních 8 zim.

Z analýzy je patrný také **charakter srážek**, převažují slabé (průměrný denní úhrn v kraji 1-5 mm) ač jsou nejčastěji na celém území. Podobnou četnost mají srážky velmi slabé. Srážky jsou velmi lokální, zjištěná maxima v kraji přesahují průměrný úhrn i více než 20tinásobně. Vydátné srážky na velké části území jsou spíše vzácností. Za sledované období se objevil průměrný úhrn v kraji 10 a více mm pouze 41krát. Průměr nad 20 mm pouze 2krát, zato maximum nad 20 mm (měření nebo odhad) 156krát.

Za nejvhodnější synoptické situace, které přinesly nejvíce srážek do celého regionu, lze považovat **brázdy nízkého tlaku vzduchu nad střední Evropou a západní cyklonální situace**, ty se totiž objevovaly nejčastěji. Očekávání těchto situací v předpovědi počasí však nemusí mít pozitivní důsledky, protože významné srážky se u nich vyskytly pouze cca v 10 % případů.

Z klimatologického hlediska lze v Kraji Vysočina roky 2015 a 2018 označit jako více extrémní než roky 2016 a 2017. Celé období bylo o 1,3°C a 73 % času teplejší než je dlouhodobý průměr 1981–2010. Nadprůměrné teploty postihly rovnoměrně všechny výškové stupně zastoupeny v kraji. Teplejší hlavně v letech 2015 a 2018 byla severní část kraje (ORP Havlíčkův Brod, Žďár n. Sázavou, Nové Město na Moravě). Z dlouhodobého hlediska nám teplota vzduchu v Kraji Vysočina stále narůstá a to intenzivněji od poloviny 80. let 20. století. Od roku 1996 jsou zaznamenány už jen teplotně

nadprůměrné nebo normální roky. Období 2001 – 2017 je o 1,2°C teplejší než 1961 – 1990. Nejintenzivněji se otepluje v letních měsících, což se projevuje v nárůstu **horkých dní** (teplota nad 30°C). Nejvíce těchto dnů bylo za studované období v roce 2015 a to i ve vyšších nadmořských výškách (6,5 krát více než je obvyklé). Dochází i k prodlužování vegetačního období, což přináší své klady i zápory. Mezi zápory patří zvýšené riziko poškození pozdními jarními mrazy a dřívějšímu vyčerpání půdní vlhkosti a nástupu suchých period na přelomu jara a léta.

Srážkové úhrny dlouhodobě nevykazují statisticky významný trend, jelikož zde převládá výrazná variabilita. Roky 2015, 2016 a 2018 byly srážkově podprůměrné, pouze rok 2017 byl srážkově normální. Podle dosavadních úhrnů je rok 2018 ze studovaného období nejsušší, kdy napršelo jen 72 % obvyklého množství. V roce 2015 a 2016 to bylo 83 %. Většina sezón byla srážkově podprůměrných, pouze na podzim 2015 a 2017 bylo srážek více, než je normál.

Za zkoumané období 3 roků a 9 měsíců (leden 2015 až září 2018) napršelo v průměru 2 154 mm, což je o 408 mm (84 %) méně než je dlouhodobý průměr 1981–2010. **Největší deficit srážek** byl zjištěn v ORP Chotěboř a to 497 mm. Dále nejvíce srážek chybí v okresech Telč a Žďár nad Sázavou. V porovnání s dlouhodobým průměrem jsou nejpostiženějšími ORP Telč (82 % dlouhodobého průměru), Náměšť nad Oslavou (82 % dlouhodobého průměru) a Chotěboř (83 % dlouhodobého průměru). Analyzované období se také vyznačovalo dlouhými epizodami bez významného deště (pod 1 mm/den) a zároveň menším množstvím intenzivních srážek (nad 15 mm/den). To je hlavní příčinou tak zásadního deficitu srážek v kraji.

Nadnormální teplotní poměry v kombinaci s prohlubujícím se výrazným srážkovým deficitem jsou hlavními určujícími faktory pro stav a vývoj agrometeorologických charakteristik umožňujících indikovat svým plošným a časovým rozložením potenciální intenzitu, dobu trvání a územní rozložení „**klimatologického**“ a „**půdního**“ sucha. A to převážně v závislosti na stav a vývoj hodnot meteorologických prvků během zkoumaného období.

Po většinu hodnoceného období 2015–2018 panovaly v celém kraji podmínky pro **potenciální evapotranspiraci** nadnormálně příznivé, nejvíce je to zřejmé v ORP Světlá nad Sázavou a Havlíčkův Brod, dále také na Pelhřimovsku a Třebíčsku. Nejvyšší odchylky od normálu se vyskytly v dubnu 2018 v ORP Světlá nad Sázavou a Havlíčkův Brod, kdy dosahovaly měsíční úhrny výparu hodnot o 75 % vyšších než je dlouhodobý průměr pro daný měsíc. Dále se vyskytly nadprůměrně vysoké hodnoty výparu v červnu 2017 s hodnotami nad 150 % normálu v ORP Třebíč a Náměšť nad Oslavou. Velké odchylky měsíčních úhrnů potenciální evapotranspirace od normálu byly i v červenci a srpnu 2015 opět s lokalizací na území ORP Světlá nad Sázavou a Havlíčkův Brod. Odchylky od normálu pak vykazuje i srpen roku 2018 zejména pak v SZ části Kraje Vysočina. Mimo vegetační období byl z hlediska srovnání s normálem významný také leden (130 % normálu) a listopad (165 %) roku 2015, únor (137 %) roku 2016, březen (139 %) a prosinec (135 %) roku 2017 a leden (104 %) roku 2018.

Evapotranspirace působí jako ztrátová složka vody v krajině a je možné ji jednoduše bilancovat vůči srážkám, kdy tedy rozdílem srážek a potenciální evapotranspirace dostaneme charakteristiku **základní vláhové bilance krajiny**. Obvykle se hodnoty vláhové bilance udávají jako kumulace za určité období. Zde byly vyhodnocovány měsíční sumy a pak také kumulace od začátku kalendářního roku. Nejvyšší deficit vláhové bilance během vegetačního období vykazovaly roky 2015 a ještě více pak rok 2018. V roce 2015 byly nejnižší hodnoty vláhové bilance území v ORP Třebíč a Náměšť nad Oslavou, vůči dlouhodobému normálu pak měly všechna ORP s výjimkou ORP Moravské Budějovice, Velké Meziříčí a Bystřice nad Pernštejnem sumu vláhové bilance ke konci září o více jak 200 mm nižší. V roce 2016 byly na více jak 60 % území kraje hodnoty sumy vláhové bilance od začátku roku ke konci září pod -50 mm. Vzhledem k dlouhodobému normálu měly nejvyšší deficit vláhové bilance ke konci září oblasti v ORP Světlá nad Sázavou, Havlíčkův Brod a Chotěboř a to více jak 200 mm. V roce 2017 byly z pohledu měsíčních úhrnů vláhové bilance výrazně podnormální měsíce květen a červen, s tím že prohlubování negativní vláhové bilance probíhalo především v jižní a jihovýchodní části Kraje Vysočina i v dalších měsících. Oblastmi s nejvíce negativní hodnotou vláhové bilance byly v roce 2017 ORP Třebíč, Náměšť nad Oslavou, Moravské Budějovice a Světlá nad Sázavou s extrémně deficitním úhrnem vláhové bilance od začátku roku do konce září mezi -200 až -400 mm a v nejvíce exponovaných lokalitách na Třebíčsku a v ORP Náměšť nad Oslavou pak dokonce pod -400 mm. Srážkově bohatší poměry na západní návětrné straně Vysočiny a naopak vyšší výpar v jihovýchodní části prostorově výrazně diferencoval území kraje. Jižní a jihovýchodní oblasti kraje tedy vykazovaly v tomto období velmi intenzivní projevy sucha, naopak severní část kraje měla hodnoty vláhové bilance výrazně nižší, i když stále silně podnormální. Rok 2018 byl pak z pohledu bilance srážek vůči potenciální evapotranspiraci ze zkoumaného období nejvíce extrémní. Prakticky od dubna do konce srpna výrazným způsobem narůstal deficit vláhové bilance na celém území Kraje Vysočina. Území ORP Světlá nad Sázavou a severní část ORP Havlíčkův Brod měly ke konci září deficit sumy vláhové bilance vůči dlouhodobému průměru více jak 400 mm, ve zbytku kraje pak převládal rozdíl vůči normálu v rozmezí -100 až -400 mm.

Výrazný deficit srážek v kombinaci s nadprůměrnými teplotami zvyšujícími potenciální evapotranspiraci se zákonitě musí projevit v zásobě vody v půdě. Modelované hodnoty **zásoby využitelné vody v půdě** sice nejsou schopny ve všech případech ukázat reálný stav vody v půdním profilu pod konkrétními porosty, ale je možné na jejich základě plošně lokalizovat a odhadnout míru negativního působení klimatologických prvků na zásobu vody v půdě a tím pádem i na **projevy půdního sucha**. Obecně lze říci, že během celého zkoumaného období docházelo v různých částech kraje k výskytu různě dlouhých epizod půdního sucha s rozdílnou intenzitou projevů. V roce 2015 už na konci června v jihovýchodní části kraje byla půda nasycena pouze z 30 % VVK. Velké části území ORP Telč, Moravské Budějovice, Třebíč a Náměšť nad Oslavou v následujících měsících červenec

a srpen vykazovaly hodnoty ZVVP pod 10 % VVK, tedy okolo bodu vadnutí. Jako nejvíce postižená území v roce 2015 se pak z pohledu ZVVP jeví ORP Náměšť nad Oslavou, Žďár nad Sázavou, Třebíč a Telč. Rok 2016 byl z hlediska zásoby využitelné vody v půdě příznivější, nicméně během srpna a září došlo ke zhoršení podmínek a konci září celá jižní a jihovýchodní část kraje vykazovala hodnoty ZVVP pod 20 % dlouhodobého průměru. Podobně špatně na tom byly i severně položené ORP Chotěboř a částečně také Havlíčkův Brod a Žďár nad Sázavou. V roce 2017 se od června do konce července projevoval výrazný rozdíl mezi severní a jižní částí kraje, kdy v jižní a jihovýchodní části převládaly území s ZVVP pod 30 %. Naopak v S části byly hodnoty ZVVP obecně nad 50 % VVK. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem pak na většině území kraje byl stav zásoby využitelné vody v půdě pod 50 % normálu ke konci září. Nejvíce postiženy byly ORP Moravské Budějovice, Třebíč, Telč a Náměšť nad Oslavou. I přes výrazné zlepšení situace na podzim díky srážkám přetrvaly hodnoty ZVVP pod 50 % VVK v části území ORP Náměšť nad Oslavou a částečně i v ORP Třebíč. V roce 2018 docházelo od dubna k výraznému poklesu nasycení půdy. Ke konci července již byly hodnoty ZVVP pod 25 % dlouhodobého normálu na více jak polovině území kraje. Horší podmínky převažovaly v severních oblastech kraje. Do zhruba poloviny srpna pro více jak 90 % území kraje pak vykazoval model hodnoty ZVVP pod 20 % VVK. I přes zlepšení situace koncem srpna a pak v září díky srážkám následně pokračoval negativní trend opětovného zvyšování deficitu ZVVP. Jako oblasti s nejvyšším deficitem zásoby využitelné vody v půdě se do konce září v roce 2018 jeví ORP Světlá nad Sázavou, Havlíčkův Brod, Chotěboř, Humpolec, Náměšť nad Oslavou a Žďár nad Sázavou s nasycením pod 30 % VVK.

Výrazný deficit srážek a s ním související výrazně negativní hodnoty vláhové bilance v krajině byly primárními příčinami následného vzniku **hydrologického sucha** v období let 2015 až 2018, jehož počátek je vymezen alespoň 4 denním dosažením nebo poklesnutím pod hodnotu Q_{355d} (355denní průtok). Hodnota Q_{355d} je průtok, který je v dlouhodobém průměru dosažen či podkročen pod dobu 355 dní v roce. Pokles průtoků v tocích na úroveň hydrologického sucha postihlo většinu povodí v oblasti Kraje Vysočina. Na většině toků poklesly průtoky po dobu několika týdnů výrazně pod úroveň nejen 355denního ale i 364denního průtoku, což potvrzují i hydrometrická měření provedená v terénu. Některé vodohospodářsky významné toky na několik dní zcela vyschly (Borovský potok, Martinický potok, Libochovka, atd.). Dle výsledků hydrometrických měření a délce dnů, kdy byly průtoky pod úrovní 355denního a 364denního průtoku, došlo v roce 2018 na většině toků k poklesům průtoků až na absolutní historická minima. Nejdelší dosažení a podkročení Q_{355} bylo zaznamenáno v povodí Jedlovského potoka, horní Svatky, Moravské Dyje, Maršovského potoka, Brtnice, Želetavky, Sázavy nad Želivkou, Borovského potoka, Sázavky a Martinického potoka. Déle trvající minimální průtoky ve vodoměrné stanici Boršov na Jedlovském potoce jsou pravděpodobně způsobeny převodem části vody z Jedlovského potoka do Maršovského potoka ve smyslu nadlepšení průtoků na přítoku do VD Hubenov.

Na základě naměřených dat ve vodoměrných stanicích začalo ve většině povodí docházet k **vyčerpávání zásob podzemních vod** v březnu 2018 (ve smyslu dotace podzemních vod do povrchových), od té doby denní průtoky významně klesaly až do minim v srpnu 2018. Nejrazantnější měsíční pokles denních průtoků většinou proběhl v měsících duben až květen a především však v měsících červenec až srpen kdy například ve stanici Brtnice byl 1. července 2018 denní průtok $0,107 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a 31. července 2018 pak už jen $0,016 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (z Q_{330} denní pod Q_{364} denní průtok), což je pokles na 15 % původní hodnoty. Tento půlroční klesající trend denních průtoků je zcela patrný prakticky na všech sledovaných tocích ve všech povodích (kromě toků nadlepšovaných nádržemi). Příkladem nadlepšování průtoků nádržemi je vodní nádrž Mostišť na Oslavě, kde průtoky na přítoku do nádrže (Dolní Bory) poklesly pod úroveň Q_{355} denního průtoky, ale pod nádrží v profilu Mostišť pod nádrží nedošlo k podkročení Q_{355} denního průtoky. S výskytem minimálních průtoků se rovněž významně projevilo vypouštění odpadní vody například z čistíren odpadních vod (ČOV) nebo důlních vod vzniklých při těžbě nerostných surovin. Po úplném vyschnutí vodního toku byly vypouštěné odpadní vody jediným odtokem z povodí. Tento podíl vytékajících odpadních vod dosahoval až 80 % (Rokytná – Příštpo) z celkového průtoky, který v daném profilu na vodním toku protékal. Pravděpodobné vypouštění důlních vod do povrchových vod bylo zaznamenáno v povodí Nedvědičky (horní Svratka) v profilu Rožná, kde podíl vypouštění odpadních vod na celkovém průtoky byl významný. Je tedy zřejmé, že vypouštění odpadních vod do toků významně oddalovalo jejich vysychání.

Klimatologické a půdní sucho, dané nedostatkem srážek, které se vyskytne v průběhu jediného roku ve vegetačním období, může mít katastrofální následky, pokud jde např. o zemědělskou úrodu, ale z hlediska zásobování obyvatelstva nemusí být jeho dopady tak významné. Podstatně nepříznivější situace však nastává, když se deficit srážek prohlubuje v rámci víceletého období, kdy dochází k postupnému poklesu zásob podzemních vod. V případě výrazně zakleslých úrovní hladin podzemních vod dochází k značnému zmenšení dotace do povrchových toků a nástup hydrologického sucha na povrchových tocích může po odeznění odtoku z jarního tání nastat ve vegetačním období velmi rychle.

Výše uvedeným popisem lze charakterizovat období let 2015–2018, kdy se ve vodních tocích vyskytovaly dlouhodobě výrazně podprůměrné průtoky. V roce 2015 se nadto vyskytlo i velmi významné hydrologické sucho, které postihlo převážnou část ČR. Hlavními příčinami byly:

- teplotně nadnormální a srážkově podnormální zimní období,
- teplotně nadnormální až silně nadnormální roky 2014–2018,
- výrazně srážkově podnormální roky 2015–2018,
- srážkově podnormální rok 2016 v některých regionech ČR.

Následkem byl zejména postupný **pokles zásob podzemní vody** během tohoto období, který přetrvává a prohlubuje se i v roce 2018.

Podzemní vody v Kraji Vysočina jsou sledovány na třech typech objektů. Jedná se o **vydatnosti pramenů, sledování mělké zvodně a hluboké zvodně**. Vydatnosti pramenů jsou závislé na typu pramenů (suťový, puklinový, průlinový apod.), jejich poloze a místním okolí. Vrtů jsou závislé na geologii, umístění vrtu (jiný chod má vrt v zastavěné oblasti, jiný ve volném prostranství a i zde je třeba rozlišit, zda se vrt nachází v zemědělské oblasti (pole) nebo v lese. Dalším aspektem vyhodnocení vrtů je ovlivnění člověkem – závlahy, odběry vody, obhospodařování půdy.

V rámci celého období je nejlepší situace v HGR 6532 – Krystalinikum v povodí Železných hor – jihovýchodní část, povodí Horního a středního Labe. V oblasti jsou pouze mělké vrtů, bez přítomnosti pramenů. Z průběhu hladin podzemních vod vyplývá, že rok 2015 byl až do července normální, v lednu a dubnu 2015 dokonce nadnormální. V červenci 2015 hladiny zaklesly do oblasti mírného sucha, které přetrvalo až do října 2015. Listopad 2015 až leden 2016 byl opět normální. Únor a březen 2016 byly opět nadnormální měsíce. V březnu 2016 došlo k výraznému poklesu do oblasti mírného sucha. Květen až srpen 2016 byly opět měsíce s normálním chodem hladin podzemních vod. Od září do prosince 2016 hladiny zaklesly do oblasti mírného sucha. Leden a únor 2017 byly hladiny zaklesnuty na úroveň silného sucha. Zbytek roku 2017 byl opět normální. Díky sněhové pokrývce v měsících leden a únor 2018 se hladiny držely opět vysoko, i v nadnormálních stavech. Od března 2018 došlo k silnému nedostatku srážek a hladiny klesly do oblasti silného sucha. Tento stav přetrvává do konce hodnoceného období, tedy do konce září 2018.

Naopak nejhorší situace je v rajónech HGR 6550 krystalinikum v povodí Jihlavy (povodí Dyje) a HGR 6560 krystalinikum v povodí Svatky (povodí Dyje). V rajónu HGR 6550 je celkem vyhodnocených 7 mělkých vrtů a 9 pramenů, v rajónu HGR 6560 pak 11 pramenů, mělké vrtů zde k dispozici nejsou. Oba rajóny vykazují podobný vývoj hladin podzemních vod. Rok 2015 byl v rajónech velmi suchý. Vrtů i prameny v dané oblasti již od dubna 2015 vykazují stav sucha, na většině z nich je pozorováno silné sucho v délce minimálně 6 měsíců a s hodnotami kolem 90 % MKP. V roce 2016 je situace v oblasti obdobná, díky větším srážkám je sucho z části pouze mírné. **Mimořádné sucho** se vyskytuje opět s délkou přesahující 5 měsíců jdoucích za sebou. Od roku 2017 je v rajónech situace z pohledu podzemní vody kritická, víceméně celý rok jsou hladiny zaklesnuty pod úroveň 97 % MKP, tedy v mimořádném suchu. Tento stav přetrvává i v roce 2018, s mírnými výkyvy vlivem místních srážek.

Stanovení počátku míry působení **meteorologického, půdního či hydrologického sucha** je velmi obtížné. Je také potřeba vzít v úvahu zpoždění projevů hydrologického sucha v povrchových a podzemních vodách vůči suchu meteorologickému či půdnímu. Jednotlivé projevy sucha se mohou v různých oblastech v čase prolínat a to, že z hlediska průběhu meteorologických prvků dojde k zlepšení situace a negativní projevy meteorologického či půdního sucha v krajině skončí,

neznamená, že sucho hydrologické nebude dále v různé míře pokračovat až do doby, kdy vzhledem k vývoji počasí a deficitu srážek dojde k opětovné gradaci projevů sucha. S ohledem na výstupy z klimatických modelů je zřejmé, že vzhledem ke zvyšující se teplotě vzduchu podmiňující míru evapotranspirace v krajině, je možno předpokládat, že oblasti Kraje Vysočina zasažené suchem v období 2015–2018 jsou predisponována k jeho výskytu v různé intenzitě i v následujících letech. Nutné je ovšem také zmínit, že vzhledem k vysoké časové a prostorové variabilitě srážek, je reálně nemožné lokalizovat oblasti, v nichž se v následujících letech může projevit případný deficit srážek.

Zdroje dat a literatura

Hydrologické a meteorologické databáze ČHMÚ.

BRÁDKA, J., a kol., 1961. Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích. HMÚ Praha, 32 s.

TOLASZ, R., a kol., 2007. Atlas podnebí Česka, Climate atlas of Czechia. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP).