Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015

prosinec 2015



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

Ministerstvo životního prostředí

Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015

prosinec 2015

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV

Ministerstvo životního prostředí

Fotografie na obálce: Hladový kámen na levém břehu Labe v Děčíně, foto D. Kurka

Zpracovali:

Daňhelka J., Bercha Š., Boháč M., Crhová L., Čekal R., Černá L., Elleder, L., Fiala R., Chuchma F., Kohut M., Kourková H., Kubát J., Kukla P., Kulhavá R., Možný M., Reitschläger J.D., Řičicová P., Sandev M., Střivánková P., Šercl P., Štepánek P., Valeriánová A., Vlnas R., Vrabec M., Vráblík M., Zahradníček P., Zrzavecký M.

Publikace neprošla jazykovou korekturou.

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17, 14306 Praha-Komořany

© ČHMÚ, 2015

Obsah

Shrnutí 5
1. Úvod 7
2. Vývoj meteorologické situace od ledna do října 2015 vedoucí ke vzniku sucha v ČR 8
2.1. Vývoj meteorologické situace v jednotlivých vybraných obdobích 8
2.2. Shrnutí meteorologických příčin sucha 13
3. Srážkové a teplotní charakteristiky roku 2015 15
3.1. Základní charakteristiky 15
3.2. Teplotní a srážkové poměry na území ČR od 1. ledna do 31. října 2015 16
3.3. Teplota a srážky v období sucha (červen až říjen 2015) 21
4. Vyhodnocení výparu, evapotranspirace a vláhové bilance 25
4.1. Vyhodnocení měřeného výparu z vodní hladiny 25
4.2. Vyhodnocení výparu z holé půdy 26
4.3. Vyhodnocení evapotranspirace z travního porostu 32
4.4. Vyhodnocení vláhové bilance travního porostu 38
5. Vyhodnocení vlhkosti půdy a dopadů sucha na vegetaci 45
5.1. Vyhodnocení měřené vlhkosti půdy 45
5.2. Vyhodnocení modelované vlhkosti půdy pod travním porostem 47
5.3. Vyhodnocení modelované úrovně nebezpečí požárů 55
5.4. Vyhodnocení dopadů sucha na fenologický vývoj rostlin 57
6. Vyhodnocení vývoje sněhových zásob 61
6.1. Sněhové zásoby na území České republiky 61
6.2. Hodnocení roku 2014 a 2015 68
7. Vyhodnocení minimálních průtoků na povrchových vodách 75
7.1. Dokumentace měření minimálních průtoků 75
7.2. Vyhodnocení vývoje vodnosti vybraných toků 79
7.3. Analýza extremity minimálních průtoků 84
7.4. Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků 89
7.5. Shrnutí 91
8. Vyhodnocení stavu podzemních vod 93
8.1. Vyhodnocení hladin mělkých vrtů 93
8.2. Vyhodnocení vydatnosti pramenů 97
8.3. Vyhodnocení úrovně hladiny hlubokých vrtů 102
8.4. Závěr 103
9. Vývoj na vodních nádržích 105

10. Sucho v roce 2015 ve srovnání s historickými případy sucha 116
10.1. Porovnání klimatologických a hydrologických veličin 116
10.2. Srovnání agroklimatických charakteristik roku 2015 s rokem 2003 a dlouhodobým průměrem 1981–2010..... 128
10.3. Vyhodnocení ukazatelů srážek (SPI), odtoku (SRI) a stavu podzemních vod (SGI) v roce 2015 v porovnání s jinými případy sucha v minulosti 133
10.4. Vyhodnocení odtoku pomocí nedostatkových objemů 141
11. Vliv sucha na sledování jakosti vod a režim plavenin..... 144
11.1. Ovlivnění sledování 144
11.2. Režim plavenin na vybraných stanicích v období hydrologického sucha ... 146
12. Závěr 150
Technická příloha 153

Shrnutí

Sucho v létě 2015, které postihlo území České republiky, se zařadilo mezi významné historicky významné epizody sucha na našem území.

Srážkový deficit se v ČR začal projevovat už v roce 2014 a od února 2015 pozvolna pokračoval i v průběhu jarních měsíců a do konce srpna vzrostl na 150 mm. Na začátku léta už byla krajina poměrně vysušená a situaci postupně zhoršovaly i opakující se vlny veder, některé extrémní a trvající řadu dní po sobě. Rozložení tlakových útvarů a zejména rozsáhlé a obnovující se tlakové výše přispívaly k tomu, že se do střední Evropy nedostával dostatečně vlhký vzduch z okolních moří a z oceánu. Frontální systémy, které se dostaly nad území ČR, neměly dostatečnou vlhkost pro vývoj bouřek. Nízká relativní vlhkost vzduchu a málo oblačnosti na vrcholu léta přispívaly i k celkově většímu výparu, čímž se dále prohluboval nedostatku vody v krajině.

Průměrná teplota vzduchu za vegetační období, duben až září, byla o 1,1 °C vyšší než dlouhodobý průměr za období 1981 až 2010, teplota za letní měsíce byla po roce 2003 druhá nejvyšší za dobu pozorování od 1961. Podobně srážkový úhrn v roce 2015 byl druhý nejnižší po roce 2003. S výjimkou severozápadních Čech byly srážky podnormální a místy byly menší než 60 % normálu.

Za vrchol sucha lze považovat polovinu srpna, kdy bylo přerušeno vydatnými srážkami, které krajině a vegetaci výrazně pomohly, avšak nestačily na to, aby celkovou situaci sucha ukončily. Sucho tak pokračovalo i během září a začátku října, kdy srážkový deficit stoupl až na 180 mm; situaci na povrchových tocích zlepšilo až srážkové období z poloviny října.

Srážkový deficit se projevil ve velmi negativní vláhové bilanci a vznikem půdního sucha. Dle vyhodnocení základní vláhové bilance od srpna do října vykazovalo okolo 80 % území o 100 mm nižší hodnoty než je dlouhodobý průměr 1981–2010 a na části území byla zásoba využitelné vody na středně těžké půdě s travním porostem menší než 40 %. Dalšími dopady sucha bylo zvýšené nebezpečí vzniku požárů, zejména v průběhu srpna, a posun nástupu vegetačních fází rostlin.

Hydrologické projevy sucha postihly v roce 2015 prakticky celé území České republiky. Na většině vodních toků hladina zaklesla po dobu několika týdnů významně pod úroveň 355denního průtoku, což dokládají měření provedená v terénu. V některých regionech došlo i k úplnému vyschnutí některých toků. Z dosavadních vyhodnocení vyplývá, že doba opakování 30denních a 7denních ročních průtokových minim se pohybovala v poměrně širokém rozmezí od 10 až po 100 let.

Vodní nádrže s významným zásobním prostorem přispěly ke zmírnění hydrologického sucha nadlepšováním minimálních průtoků. Zaplnění většiny nádrží v říjnu až na výjimky zůstalo nad 30 % zásobního prostoru. Hlavní vodárenské nádrže fungovaly bez poruch v důsledku sucha. Rovněž až na výjimky (Klabava, Husinec) byl z nádrží zajištěn minimální odtok předepsaný manipulačním řádem.

Z hlediska podzemních vod byly nejvíce postiženy severovýchodní Čechy a severovýchod Moravy. V polovině srpna stav sucha vykazovalo celkem 59 % mělkých vrtů 56 % pramenů. Na rozdíl od půdního sucha a sucha na povrchových vodách, stav sucha na podzemních vodách přetrval víceméně na stejném stavu až do října, kdy ve více než jedné čtvrtině sledovaných objektů byla zaznamenána historická měsíční minima.

Podle srovnání časového průběhu sucha 2015 s vybranými historickými případy (1904, 1947, 1994 a 2003), je relativně nejpodobnější průběh sucha 2003, kdy rovněž nedošlo k významnější odtokové události. Výskyt extrémní teploty a vlny veder od června do září se pak podobá roku 1947.

Deficit srážek byl srovnatelný s nejvýznamnějšími případy sucha v letech 1921, 1976 a 2003, a částečně 1911 a 1947 (sucho 1904 zde nebylo hodnoceno). Z hlediska deficitu povrchových vod v povodí Labe, Vltavy a Odry patří rok 2015 k nehorším rokům vůbec. Přitom platí, že sucho v roce 1904 bylo nejvýznamnější na jihu Čech v povodí Vltavy a Otavy, sucho 1947 bylo výraznější než sucho 2015 v povodí horního Labe a Sázavy. Naopak sucho 2015 bylo s největší pravděpodobností v povodí Lužnice nejvýznamnější z uvedených historických případů. Protože projevy sucha u podzemních vod mají větší setrvačnost, je nanejvýš pravděpodobné, podle dat od roku 1961, že epizoda 2015 patří k nejvýznačnějším vedle roků 1973, 1983, 1990, 1992 a 1993.

Dopady sucha na půdní vrstvu, potenciální výpar či evapotranspiraci z travního porostu či na vláhovou bilanci půdy byly extrémní i v letech 1973 a 1976, v 90. letech (1990,1991,1992) 20. století a v roce 2003. Při porovnání let 2003 a 2015 byly z hlediska vláhové bilance travního prostu extrémní hodnoty spíše ty z roku 2003.

1. Úvod

V roce 2015 postihla území západní a střední Evropy, včetně České republiky, významná epizoda sucha, která se postupně projevila výskytem všech typů sucha a širokým spektrem jeho dopadů.

Sucho, jako jeden z hydrometeorologických extrémů, je pozvolna se vyvíjející fenomén, jehož projevy a dopady se objevují a propagují s určitým zpožděním. Meteorologické příčiny sucha v podobě nedostatku srážek, často kombinovaných s vysokou teplotou a velkým výparem se nejdříve projevují v deficitu půdní vlhkosti. S určitým zpožděním dochází ke zmenšování velikosti průtoků na vodních tocích a následují poklesy stavu 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.

Díky historickému rozvoji infrastruktury vodního hospodářství v podobě vybudovaných vodních nádrží, či vodovodů, v roce 2015 nedošlo ke krizovým dopadům (např. významným přerušením dodávek vody domácnostem). Nicméně některé sektory hospodářství byly ovlivněny velmi významně (např. některé zemědělské činnosti, hydroenergetika).

Velikost sucha je, z důvodu jeho komplexního vývoje a dopadů, velmi obtížné vyhodnotit jedním kritériem, přesto je zjevné, že sucho v roce 2015 lze srovnávat se známými historickými epizodami sucha, např. 1947 či 2003.

Tato zpráva o suchu v roce 2015 vychází z operativních dat a produktů Českého hydrometeorologického ústavu pokrývajících časové období do konce září 2015. Kapitola popisující vývoj zásob vody ve vybraných nádržích vychází z dat a konzultací poskytnutých jednotlivými státními podniky Povodí, informace o počtu požárů byly poskytnuty Hasičským záchranným sborem ČR.

V důsledku omezení časového rozsahu hodnocených dat tato předběžná zpráva sice postihuje pravděpodobný vrchol sucha z hlediska jeho projevů v půdě a na vodních tocích, nicméně v době jejího zpracování sucho nadále pokračovalo například v podzemních vodách. Předpokládáme proto, že v průběhu roku 2016 bude zpráva aktualizována, aby poskytla komplexní vyhodnocení sucha celého roku 2015.

Cílem zprávy je poskytnout prvotní informace o příčinách a přírodních projevech sucha, jako podklad pro plnění Usnesení Vlády ČR č. 620 ze dne 29. července 2015 a pro hodnocení socio-ekonomických dopadů sucha v roce 2015 v různých sektorech. Pokud jsou ve zprávě uveřejňována hodnocení vztažená k dlouhodobým průměrům, je jako referenční období uvažováno období 1981 až 2010, pokud je referenční období odlišné, je to jednoznačně uvedeno.

2. Vývoj meteorologické situace od ledna do října 2015 vedoucí ke vzniku sucha v ČR

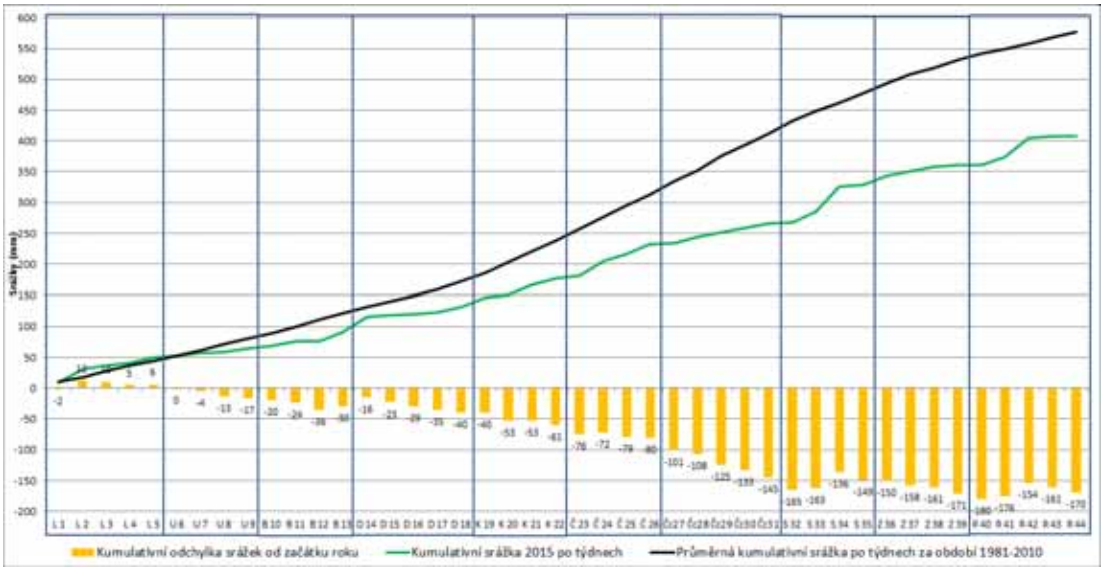
Během roku 2015 docházelo na území ČR k nárůstu deficitu atmosférických srážek, což se projevilo zejména v letních měsících výrazným nedostatkem vody v krajině a půdě, citelným snížením hladin vodních toků a malými průtoky. Tento deficit srážek, tedy meteorologické sucho, byl zapříčiněn cirkulací a anomáliemi v atmosféře. Příčiny sucha jsou ovšem komplexnější a nejsou spojené jen s aktuálním nedostatkem atmosférické vody. Důležitými faktory jsou jak interakce mezi teplotou a vlhkostí vzduchu,tak i podmínky v krajině a v půdě před samotným nástupem sucha.

Sucho postihlo nejen ČR ale i okolní státy. Pro lepší pochopení jeho vzniku a vývoje je třeba provést analýzu cirkulačních podmínek atmosféry. Ze synoptického hlediska by se analýza měla provádět na prostorově dostatečně velké oblasti jako je Atlantik – Evropa. Obecně je při suchu nedostatek srážek za delší časové období v řádech týdnů až měsíců, a proto je třeba do analýzy zahrnout i začátek vzniku srážkového deficitu.

2.1. Vývoj meteorologické situace v jednotlivých vybraných obdobích

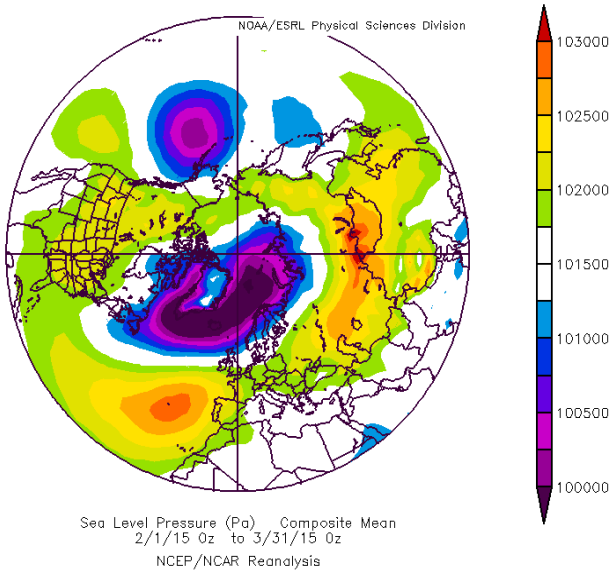
Leden až březen

V lednu převládalo západní proudění a v něm přes střední Evropu postupovaly jednotlivé frontální systémy. Srážky byly na horách většinou sněhové, v nižších polohách naopak pršelo. V únoru a březnu už začalo docházet k postupnému ubývání srážek (obr. 2.1), ve dvou více než 10denních obdobích, od 12. do 22. února a od 15. do 25. března, se dokonce nevyskytly téměř žádné srážky. Po výrazně srážkově podnormálním únoru následoval srážkově normální březen, a to jen díky tomu, že se v závěru března, a začátkem dubna, vyskytly výrazné srážky, které prohlubující se srážkový deficit zmírnily. Z hlediska nasycení krajiny sehrálo jistou roli i to, že zima 2014/2015 byla druhá v řadě, kdy zejména v nižších polohách nepadalo žádné významné množství sněhu, většina srážek byla dešťových.

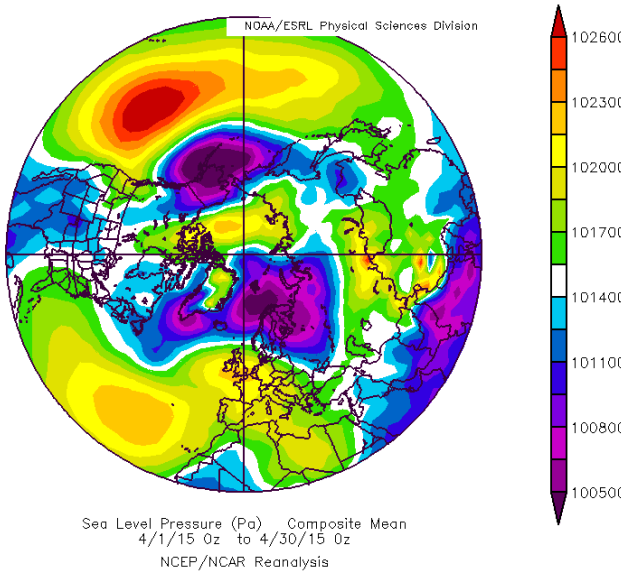


Obr. 2.1 Kumulativní vývoj srážek po týdnech v ČR za období leden až říjen 2015 v porovnání s dlouhodobými hodnotami (srovnávací období 1981–2010).

Deficit srážek ve zmíněném období byl způsoben cirkulací atmosféry v oblasti Atlantik-Evropa, a to zejména přítomností dvou výrazných anticyklon – Azorskou a Sibiřskou (obr. 2.2). Blokující Sibiřská anticyklona způsobovala v oblasti Britských ostrovů rozdělení tryskového proudění na dvě větve, jednu směřující podél pobřeží Norska a druhou do Středomoří. To mělo za následek, že frontální poruchy postupovaly většinou z východního Atlantiku přes Skandinávii k východu a jen částečně a přechodně zasahovaly do počasí ve střední Evropě. Středomořská větev přispívala k tvorbě tlakových níží ve Středomoří, které následně určovaly ráz počasí v této a přilehlých oblastech (severní Afrika, Balkánský poloostrov, resp. východní Evropa), avšak jen zřídka měly vliv na počasí v ČR. Cirkulace se výrazně změnila až v závěru března, kdy se do střední Evropy začaly dostávat frontální systémy od severozápadu a přinesly nejen ochlazení, ale i výraznější srážky.



Obr. 2.2 Průměrné přízemní tlakové pole v Pa (1 hPa = 100 Pa) na severní polokouli za období únor–březen 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).



Obr. 2.3 Průměrné přízemní tlakové pole v Pa (1 hPa = 100 Pa) na severní polokouli v dubnu 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).

Duben až květen

V dubnu a v květnu se srážky v CŘ vyskytovaly poměrně často, ovšem jejich úhrny byly většinou nízké, a tak docházelo i nadále k pozvolnému prohlubování srážkového deficitu (v průměru o 25 mm za měsíc).

Dubnová cirkulace nad Evropou byla poznamenána vlivem Azorské tlakové výše zasahující nad Britské ostrovy a západní Evropu (obr. 2.3). Střední Evropa se nacházela v jejím okrajovém proudění a frontální poruchy, které postupovaly většinou přes Skandinávii k jihovýchodu, částečně ovlivňovaly počasí v ČR. To se projevovalo četnějšími srážkami, ovšem regionálně výrazně proměnlivými a v úhrnech menšími, než je v dubnu obvyklé.

Koncem dubna a v průběhu května postupovaly frontální poruchy přes střední Evropu většinou od západu až jihozápadu a byly často střídány výběžky, potažmo oblastmi vysokého tlaku vzduchu. Vzhledem k silnějšímu západnímu proudění fronty postupovaly přes střední Evropu rychle k východu. Srážky měly častěji ve formu přeháněk a lokálních bouřek, srážkové úhrny byly na území ČR opět regionálně rozdílné a v průměru menší než dlouhodobý květnový průměr.

Červen až srpen

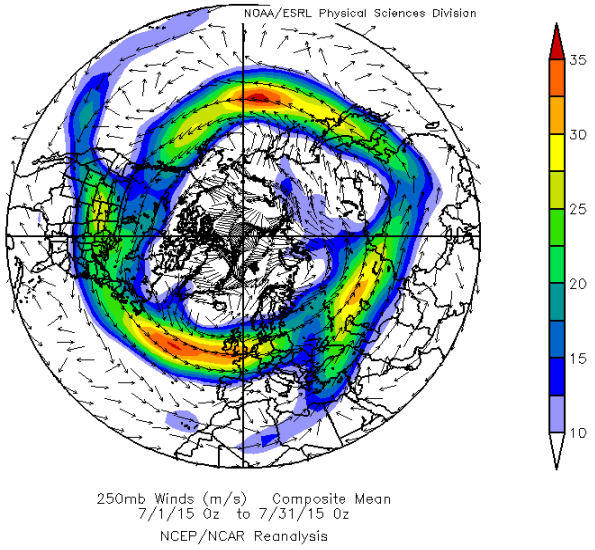
V letních měsících se na území ČR vyskytla 4 období s výrazně nadprůměrnou teplotou (popsaná jsou dále v kap. 3) a několika vlnami vysokých hodnot maximální teploty, které překračovaly i 35 °C.

V průběhu června se na většině území ČR zvyšoval srážkový deficit, regionálně se však začaly projevovat výrazné rozdíly, za celý červen napršelo např. v regionu severních Čech 120 % dlouhodobého průměru, na jižní Moravě jen 43 %.

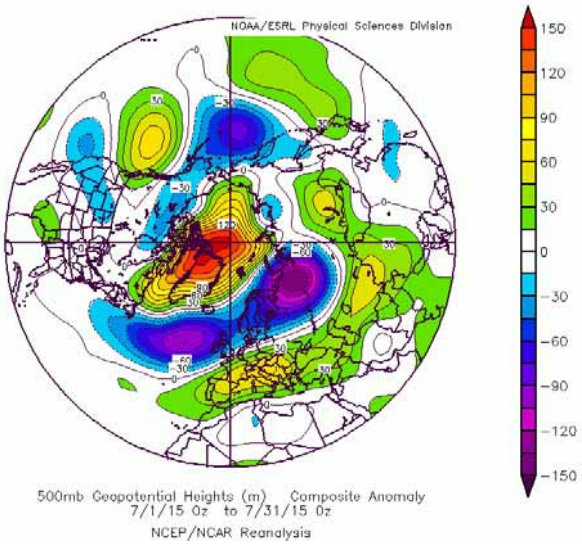
Období, které následovalo od konce června do poloviny srpna, bylo charakterizováno vysokou teplotou a výrazným úbytkem srážek. Z hlediska četnosti přechodu front přes naše území toto období nijak nevybočovalo z dlouhodobého průměru. Fronty ovšem přinášely většinou slabé srážky v podobě přeháněk, jen ojediněle i bouřek. V jednotlivých dnech se sice v bouřkách vyskytly i vydatnější srážky, ale na vývoj celkového deficitu to nemělo téměř žádný vliv.

Mezi dvěma vlnami srpnových veder se uprostřed měsíce vyskytlo období s velmi vydatnými srážkami. Jen ve dvou dnech,17. a 18. srpna,spadlo v ČR téměř 40 mm srážek, což by za normálních okolností způsobilo výraznou hydrologickou odezvu. Tyto vydatné srážky ovšem jen dočasně přibrzdily prohlubující se srážkový deficit, a tak se na konci srpna deficit srážek opět vrátil k hodnotám z konce července, tedy kolem 150 mm.

V první polovině června nad větší částí evropského kontinentu převládalo anticyklonální počasí, fronty byly řídicím výškovým prouděním směrovány přes Skandinávii, a jen přechodně přinášely do střední Evropy srážky. Před těmito frontami se nad ČR dostával teplý vzduch od jihozápadu. V druhé polovině června se proudění stočilo na západní, frontální poruchy se častěji dostávaly z Atlantiku do vnitrozemí kontinentu a přinášely občasné srážky.



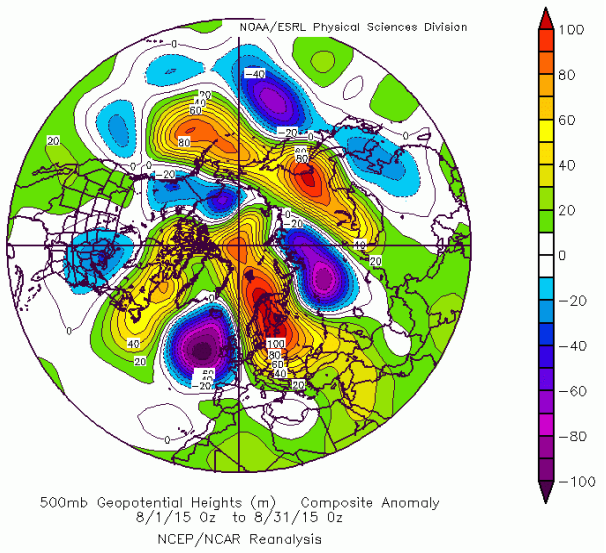
Obr. 2.4 Průměrný jet stream (250 hPa) v ms^{-1} na severní polokouli v červenci 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).



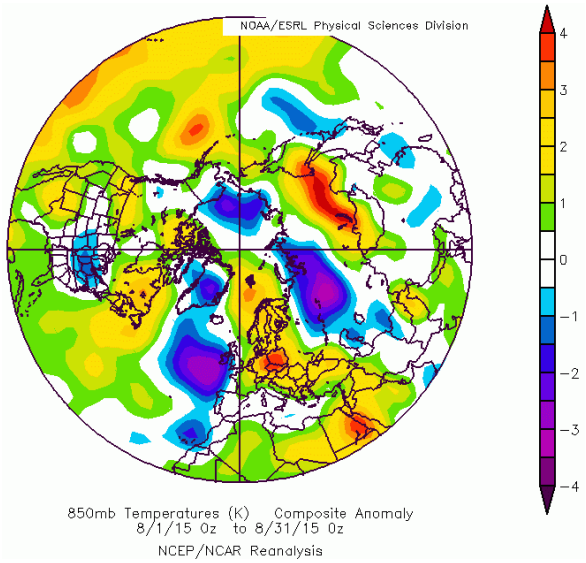
Obr. 2.5 Odchylka geopotenciální výšky v hladině 500 hPa na severní polokouli v červenci 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).

V červenci probíhalo tryskové proudění z východního pobřeží Spojených států, dále podél 50. rovnoběžky přes Britské ostrovy do severního Německa (obr. 2.4). Jižně od tohoto proudění, tedy v jižní polovině evropského kontinentu, převládala oblast vysokého tlaku vzduchu,a to i ve vyšších vrstvách atmosféry, což je znázorněno na obr. 2.5. Vzhledem k tomu, že tryskové proudění bylo kolem Britských ostrovů silnější než obvykle, byl do západní a střední Evropy vtahován velmi teplý vzduch od jihozápadu až jihu. Frontální systémy postupovaly v jihozápadním proudění z východního Atlantiku zvolna k severovýchodu, obvykle se vlnily a výraznější srážky se vyskytovaly jihozápadně a západně od území ČR. Většina vzdušné vlhkosti, která byla přenášena z Atlantiku nebo i ze Středozemního moře byla zachycena jižními svahy alpského masivu, a k nám se dostával už sušší a teplý vzduch. V oblasti vyššího tlaku vzduchu a při vysokých teplotách fronty nad naším územím slábly, a přinášely sice časté, ale už ne tak výrazné srážky v podobě přeháněk, výjimečně i bouřek.

Z obr. 2.6 je patrná velmi výrazná anomálie v rozložení tlakových útvarů v oblasti Atlantik-Evropa během srpna 2015. Mezi Islandem a Britskými ostrovy se udržovala oblast nízkého tlaku vzduchu, která se stále obnovovala. Severně až severovýchodně od střední Evropy dominoval hřeben vysokého tlaku vzduchu, jehož osa ležela přes Polsko, Pobaltské republiky a severní Švédsko. Při takovémto rozložení tlakových útvarů docházelo k blokování, resp. zpomalování postupu frontálních poruch z Atlantiku k východu, a tak se do střední Evropy dostávaly už ne příliš výrazné fronty a slabší srážky. Po zadní straně hřebene vysokého tlaku nad severovýchodní Evropou proudil v první polovině srpna do střední Evropy velmi teplý vzduch od jihu. Příliv tropického vzduchu se projevoval zejména v ČR, na Slovensku a v Polsku (obr. 2. 7).



Obr. 2.6 Odchylka geopotenciální výšky v hladině 500 hPa na severní polokouli v srpnu 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).



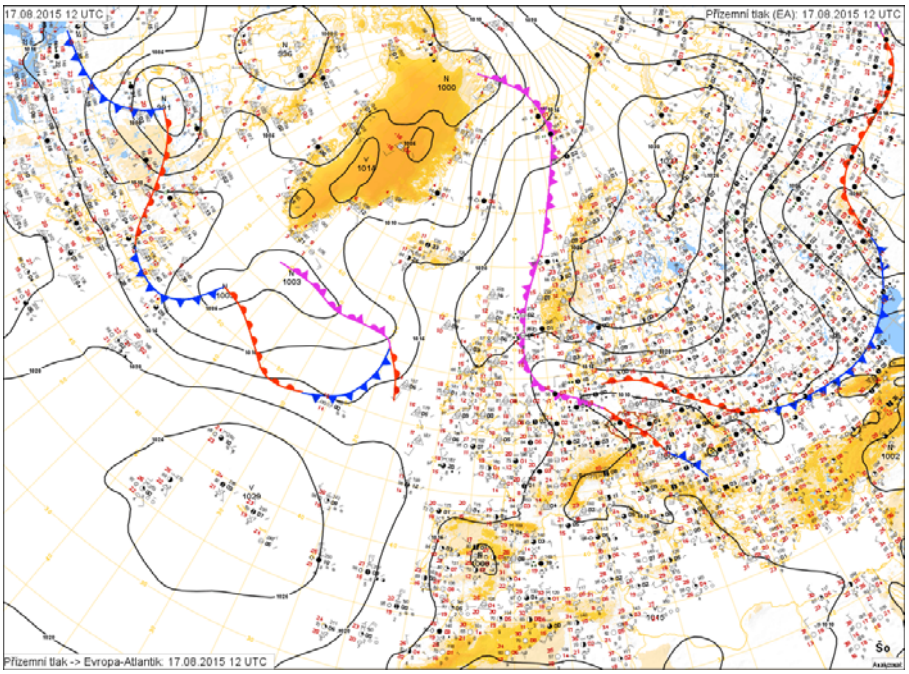
Obr. 2. 7 Odchylka teploty v hladině 850 hPa na severní polokouli v srpnu 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).

Tato cirkulace byla přerušena uprostřed měsíce srpna, kdy se nad střední Evropu dostalo zvlněné frontální rozhraní, které zde zůstalo ležet v ose severozápad–jihovýchod po dobu několika dnů (obr. 2.8). Během tohoto období se na většině území ČR vyskytly výrazné srážky, většinou ve formě trvalého deště.

Září až říjen

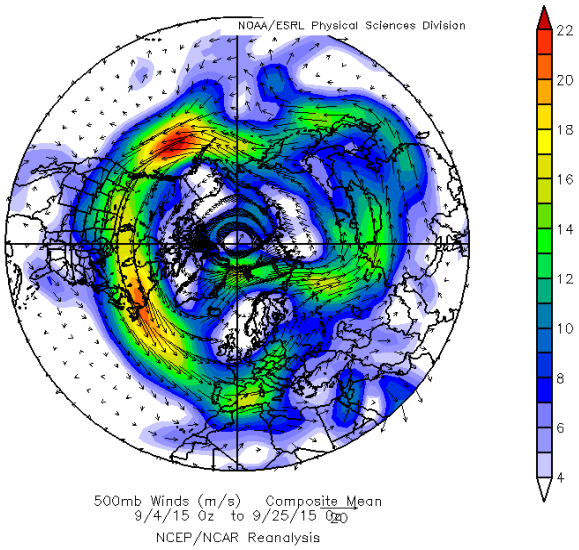
Na začátku září přešla přes území ČR výrazná studená fronta, za kterou se dostala teplota k zářijovému normálu. Zároveň se vyskytly poměrně vydatné srážky. Až do

konce druhé zářijové dekády postupovaly přes střední Evropu v řídicím výškovém jihozápadním proudění (obr. 2.9) jednotlivé frontální systémy. Srážky byly sice zaznamenány téměř každý den, ale převážně slabé. Většinou se vyskytovaly přeháňky, výjimečně i bouřky. V dalších dnech se Česká republika nacházela v nevýrazném tlakovém poli a vyskytovaly se zde pouze lokální srážky s nízkými úhrny.

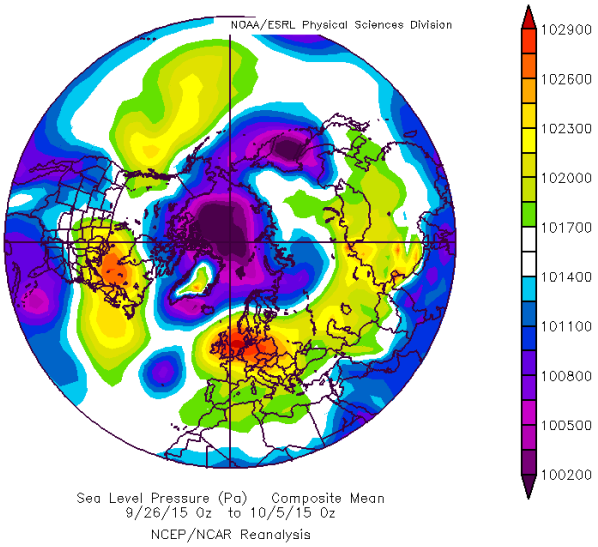


Obr. 2.8 Synoptická situace v oblasti Evropa – Atlantik dne 17. 8. 2015 ve 14:00 SELČ.

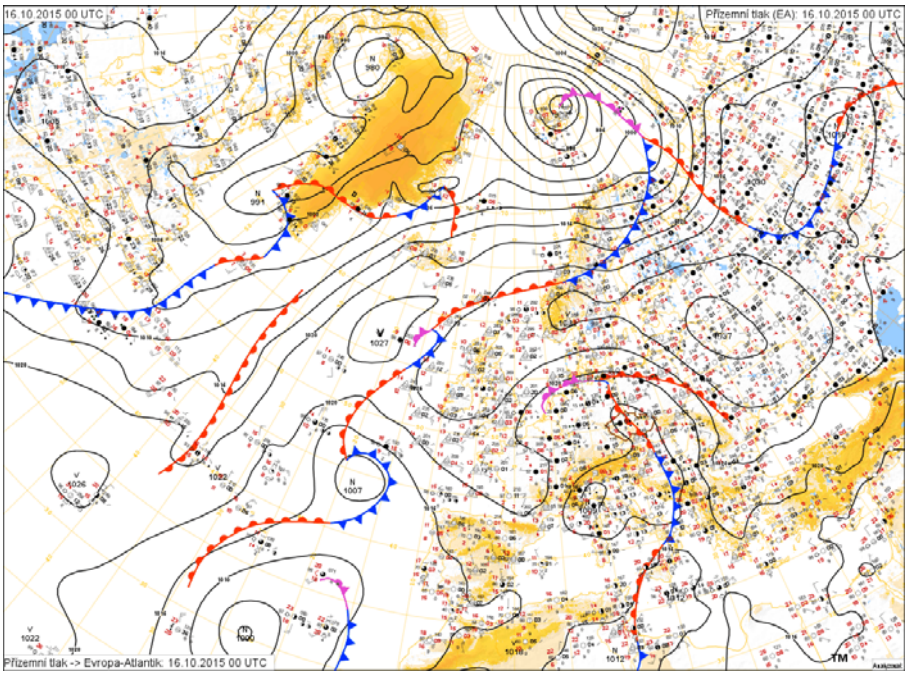
V posledním zářijovém týdnu a začátkem října byla větší část západní a střední Evropy pod vlivem tlakové výše (obr. 2.10). V tomto období se srážky vůbec nevyskytovaly, srážkový deficit začátkem října na území ČR vyvrcholil a od začátku roku dosáhl až 180 mm. Další bez srážková období, kdy převládala tlaková výše přesouvající se přes střední Evropu k východu,nastala od 10. do 12. října a od 23. října do konce měsíce. Naopak velmi vydatné srážky byly zaznamenány v období od 13. do 16 října, kdy území ovlivňovalo zvlněné frontální rozhraní spojené s tlakovou níží postupující ze západního Středomoří přes Balkán k severovýchodu (obr. 2.11). Právě srážky z tohoto období, tak jako srážky uprostřed srpna, přechodně zmírnily srážkový deficit (viz obr. 2.1). Další vývoj počasí způsobil, že na konci října se srážkový deficit opět vrátil na hodnoty z konce září, tedy kolem 170 mm.



Obr. 2.9 Průměrná geopotenciální výška v hladině 500 hPa na severní polokouli za období od 4. do 25. 9. 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).



Obr. 2.10 Průměrné přízemní tlakové pole v Pa (1 hPa = 100 Pa) na severní polokouli za období od 26. 9. do 5. 10. 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).



Obr. 2.11 Synoptická situace v oblasti Evropa- Atlantik dne 16. 10. 2015 v 02:00 SELČ.

2.2. Shrnutí meteorologických příčin sucha

Srážkový deficit se v ČR začal projevovat už v roce 2014 a od února 2015 pozvolna pokračoval i v průběhu jarních měsíců. Během června dosáhl deficit od začátku roku přibližně ¼ srážkového úhrnu vůči průměru za období 1981 až 2010 a do konce srpna vzrostl na 150 mm. Z pohledu celého sledovaného období lze konstatovat, že se jedná převážně o narůstající deficit atmosférických srážek v čase.

Deficit srážek koncem zimy a začátkem jara byl způsoben přítomností tlakových výší nad větší části euroatlantické oblasti, tedy absencí tlakových níží a s nimi spojených front se srážkami.

Pokud by se v květnu a červnu nevyskytla období s převládajícím vlhkým západním prouděním, propad srážkového deficitu by byl ještě výraznější.

Na začátku léta už byla krajina ČR poměrně vysušená a situaci postupně zhoršovaly i opakující se vlny veder, některé extrémní a trvající i řadu dní po sobě. Rozložení tlakových útvarů a zejména rozsáhlé a obnovující se tlakové výše přispívaly k tomu, že se do střední Evropy nedostával dostatečně vlhký vzduch z okolních moří a z oceánu. Frontální systémy, které se dostaly nad dané území, neměly dostatečnou vlhkost pro vývoj bouřek, které jsou v létě převažujícím zdrojem srážek. Suchá krajina s nedostatkem vláhy v kombinaci s relativně stabilním zvrstvením vzduchu nepřispívala ani k tvorbě tzv. bouřek z tepla, respektive před frontálních bouřek, které představují další zdroj srážek v letním období.

Nízká relativní vlhkost vzduchu a málo oblačnosti na vrcholu léta, kdy je nejdelší rovněž astronomický svit, přispívaly i k celkově většímu výparu. Přítomný velmi teplý vzduch byl schopen absorbovat větší množství vodní páry, čímž přispíval k dodatečnému prohlubování nedostatku vody v krajině. Všechny tyto okolnosti vedly k tomu, že srážek na území ČR bylo daleko méně než normálně, a vlhkost byla dodatečně odčerpávaná z půdy a z krajiny.

Uprostřed srpna se vyskytly vydatné srážky, které krajině a vegetaci výrazně pomohly, avšak nestačily na to, aby celkovou situaci do dalších týdnů výrazně zlepšily. Situace se zhoršovala i během září, a po výrazně suchém začátku října na území republiky vyvrcholil srážkový deficit dosahující už 180 mm. Výrazně nadprůměrné srážkové období z poloviny října sice vylepšilo srážkovou situaci, ale nijak výrazně nesnížilo celkový deficit.

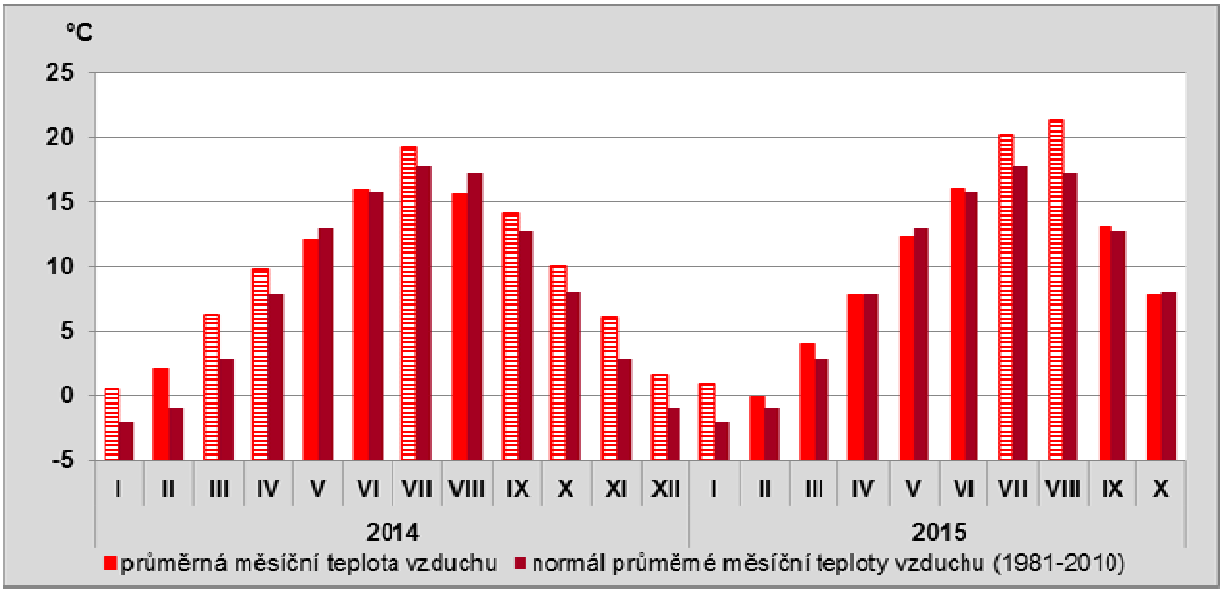
Závěrem lze uvést, že pokud by se srážky ve dvou již zmíněných srážkově výrazných období z poloviny srpna a poloviny října vyskytly v podmínkách průměrného či nadprůměrného nasycení půdy, s velkou pravděpodobností by došlo k výskytu povodňové situace minimálně regionálních rozměrů.

3. Srážkové a teplotní charakteristiky roku 2015

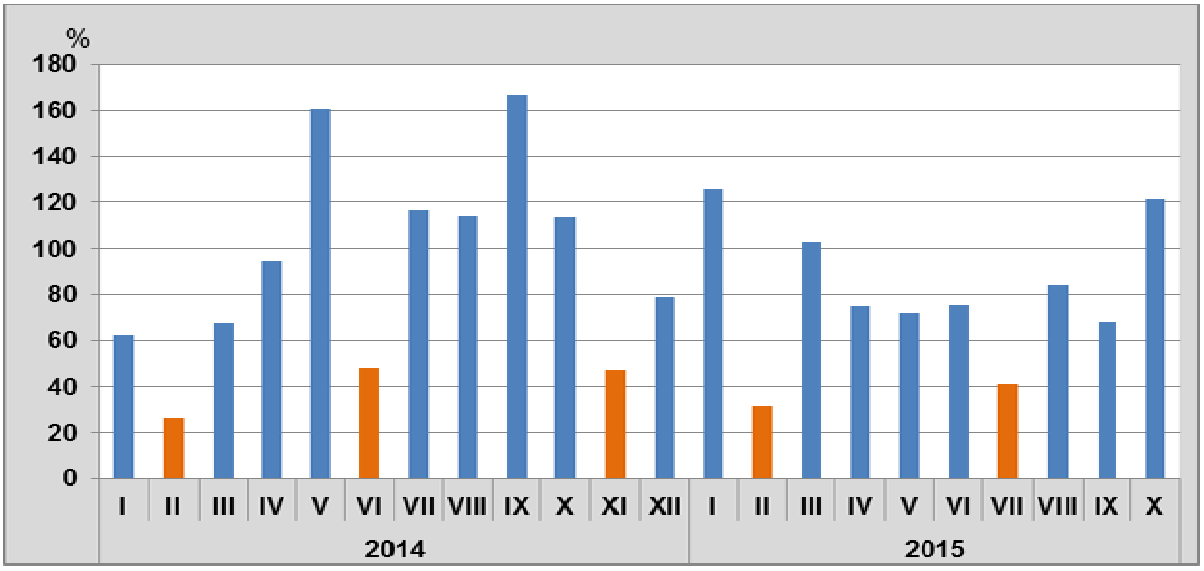
3.1 Základní charakteristiky

Výskyt nadnormální teploty a nízký úhrn srážek na území ČR byl zaznamenán již koncem roku 2014. Jak dokumentuje graf na obr. 3. 1, průměrná měsíční teplota se nad normálem období 1981–2010 pohybovala od září 2014 do ledna 2015. Listopad 2014 s odchylkou od normálu 3,1 °C byl dokonce teplotně mimořádně nadnormální, prosinec s odchylkou 2,5 °C silně nadnormální.

Zatímco září 2014 bylo srážkově nadnormální a říjen normální, listopad se srážkovým úhrnem 23 mm, což představuje 47 % normálu 1981–2010, patřil mezi srážkově silně podnormální měsíce (obr. 3.2). Přestože srážkové úhrny v prosinci a lednu byly na úrovni normálu, nedošlo k vytvoření významné sněhové pokrývky. Maximální výška sněhové pokrývky v Krkonoších na Labské boudě a v Beskydech na Lysé hoře v únoru dosáhla 140 a145 cm, na ostatních horských stanicích však zůstala pod 100 cm, na Šumavě nedosáhla ani 50 cm.Jarní měsíce březen až květen byly srážkově i teplotně normální, avšak průměrné srážkové úhrny se pohybovaly spíše pod hodnotou normálu a nestačily na dorovnání vláhového deficitu. Z průběhu průměrných srážkových úhrnů na území ČR a ukazatelů půdního sucha lze začátek výskytu sucha vymezit na začátek června 2015.



Obr. 3.1 Průběh průměrných měsíčních hodnot teploty na území ČR v období od ledna 2014 do října 2015. Šrafovány jsou měsíce, kdy byla měsíční teplota silně nadnormální nebo mimořádně nadnormální.

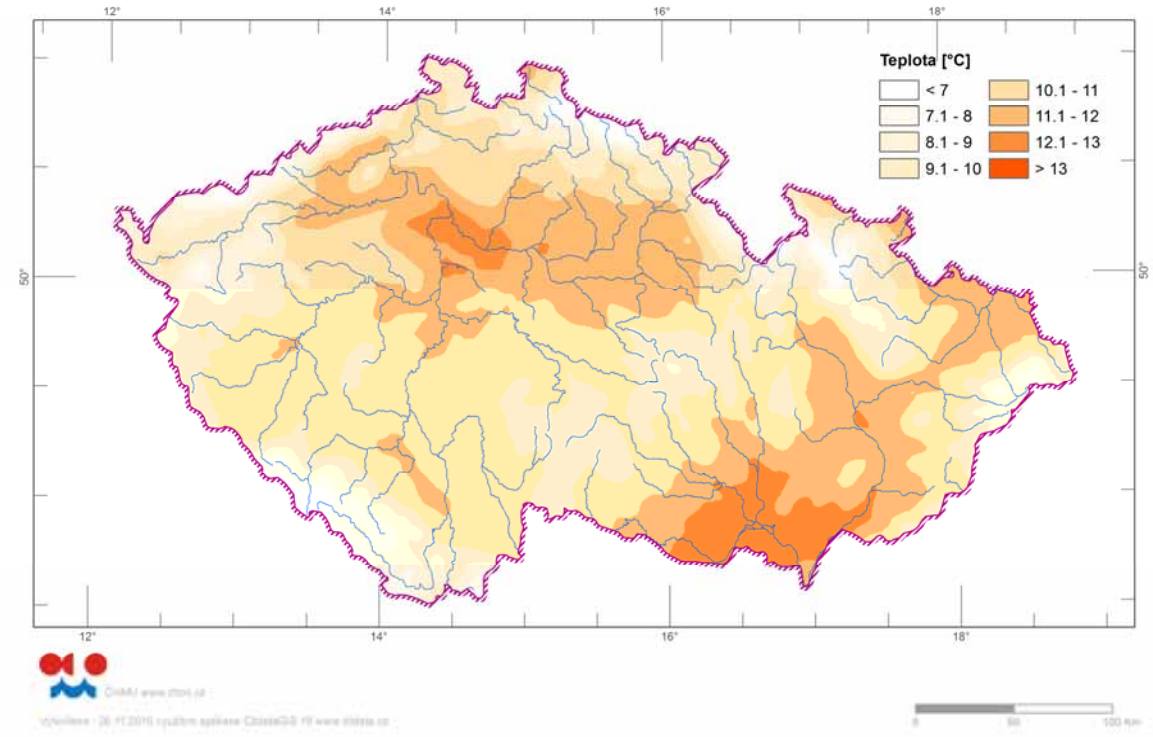


Obr. 3.2 Průběh měsíčních úhrnů srážek na území ČR v % normálu 1981–2010 v období od ledna 2014 do října 2015. Barevně odlišeny jsou měsíce, kdy byl úhrn srážek silně podnormální nebo mimořádně podnormální.

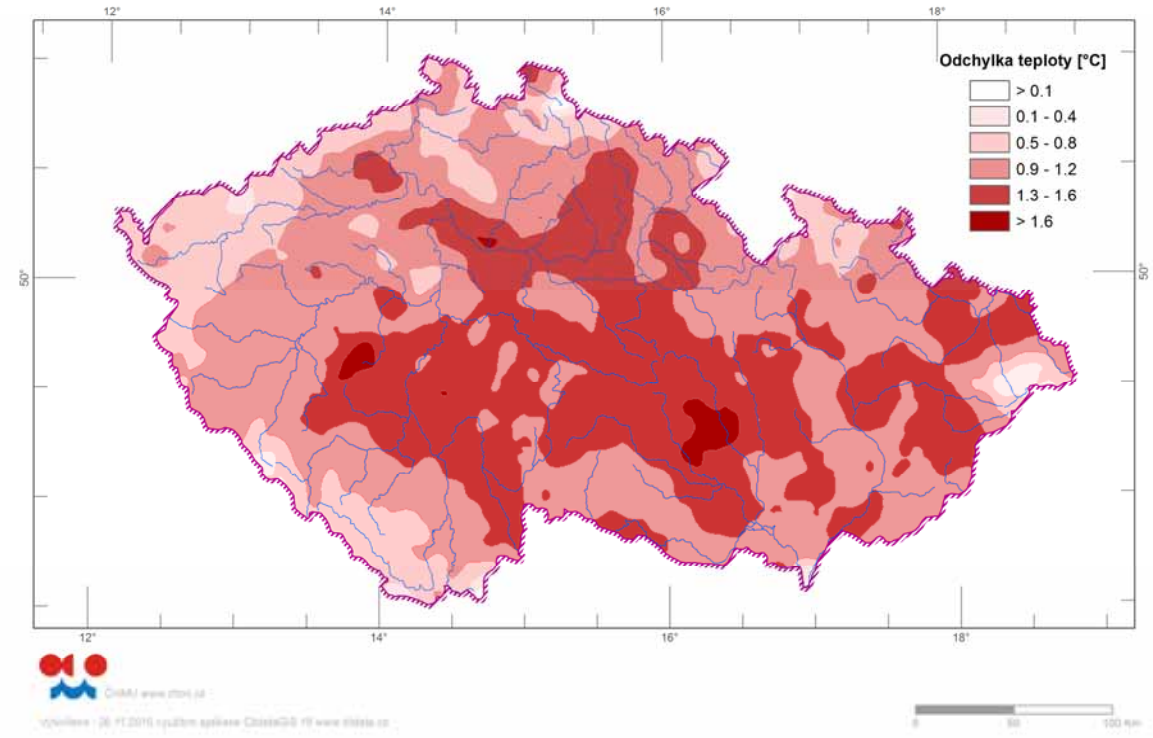
3.2. Teplotní a srážkové poměry na území ČR od 1. ledna do 31. října 2015

Rozložení průměrné teploty vzduchu a její odchylka od normálu 1981–2010 pro období od začátku roku 2015 do 31. října jsou zobrazeny na mapách na obr. 3.3 a 3.4, množství srážek v mm na mapě 3.5, v % normálu 1981–2010 na obr. 3.6.Vzhledem k tomu, že jev meteorologického sucha vedl ke vzniku sucha zemědělského, uvádíme i mapy průměrné teploty vzduchu a její odchylky od normálu (obr. 3.7, 3.8) a úhrnu srážek v mm a v % normálu za vegetační období, tj. za období od začátku dubna do konce září (obr. 3.9 a 3.10).

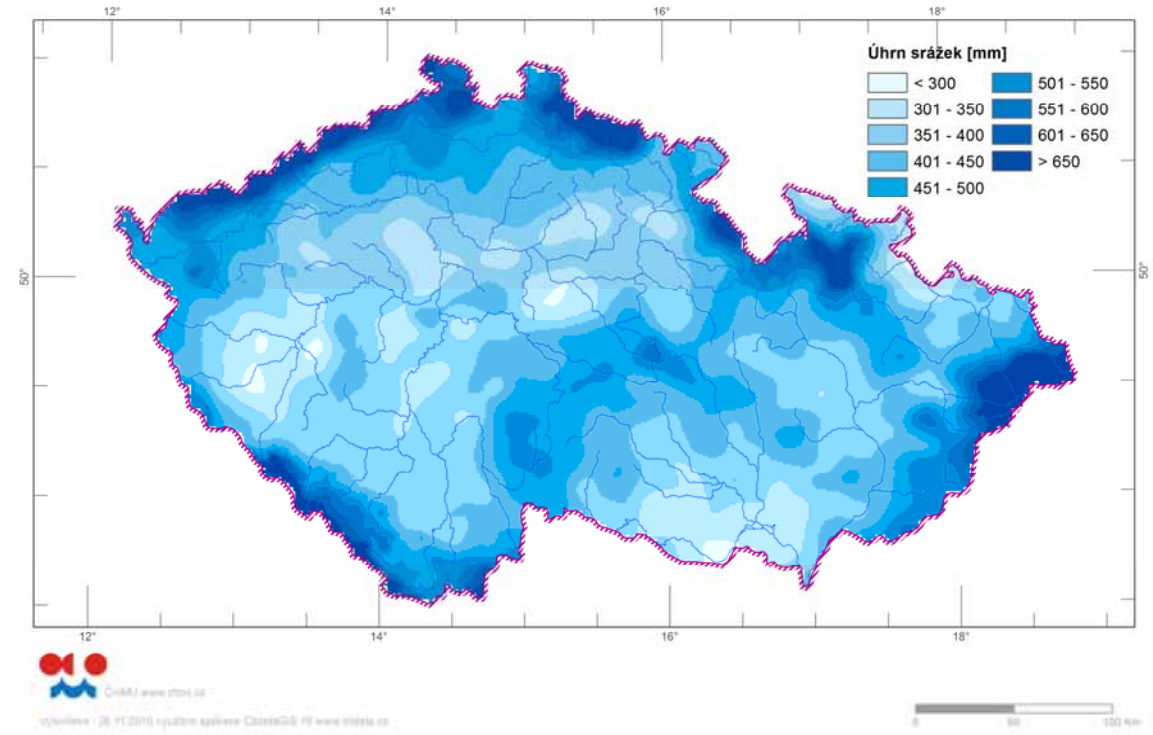
Nejvyšší průměrná teplota vzduchu pro uvedená období byla zaznamenaná na Moravě v oblasti Dyjsko-svrateckého, Dolnomoravského a Hornomoravského úvalu. V Čechách byla vysoká teplota zaznamenána téměř na celém území, s výjimkou výše položených oblastí Českomoravské vrchoviny a hraničních hor. Průměrná teplota pro období leden až říjen pro území ČR činí 10,4 °C (o 1,1 °C více než normál), průměrná teplota vegetačního období 15,2 °C byla také 1,1 °C nad normálem.Odchylka průměrné teploty od normálu 1981–2010 za uvedené období je kladná téměř pro celé území ČR (obr. 3.4, 3.8).



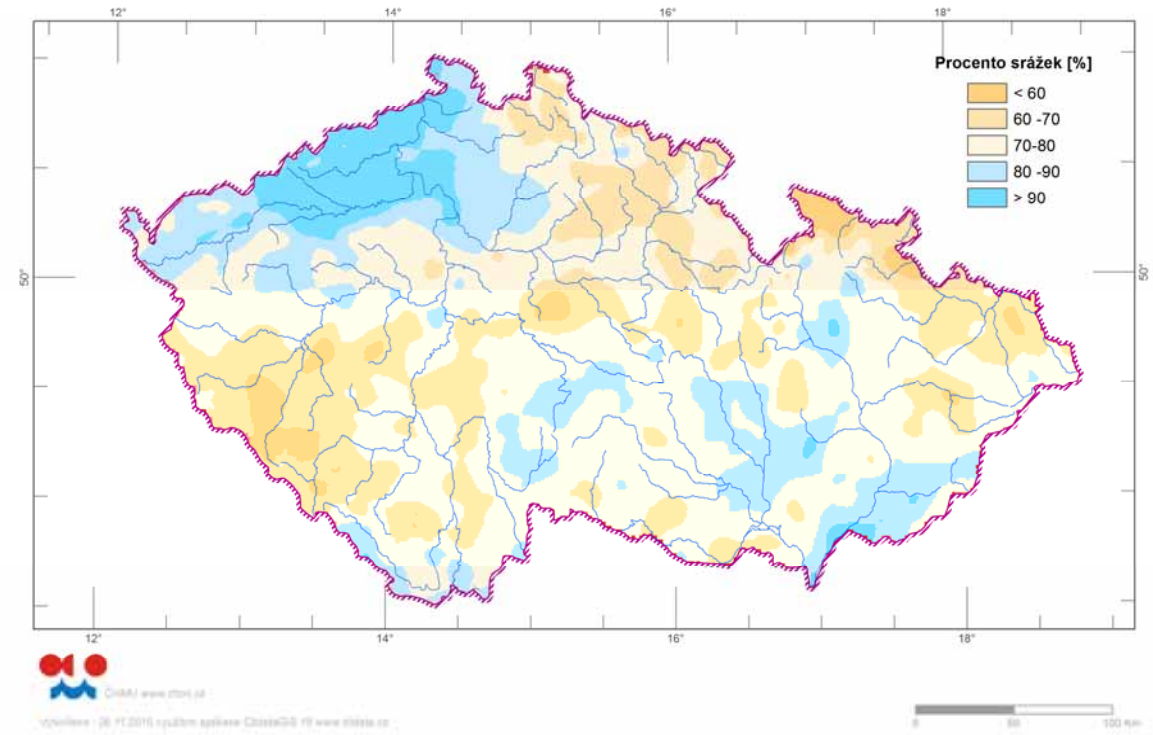
Obr. 3.3 Rozložení průměrné teploty vzduchu od 1.1. 2015 do 31.10. 2015.



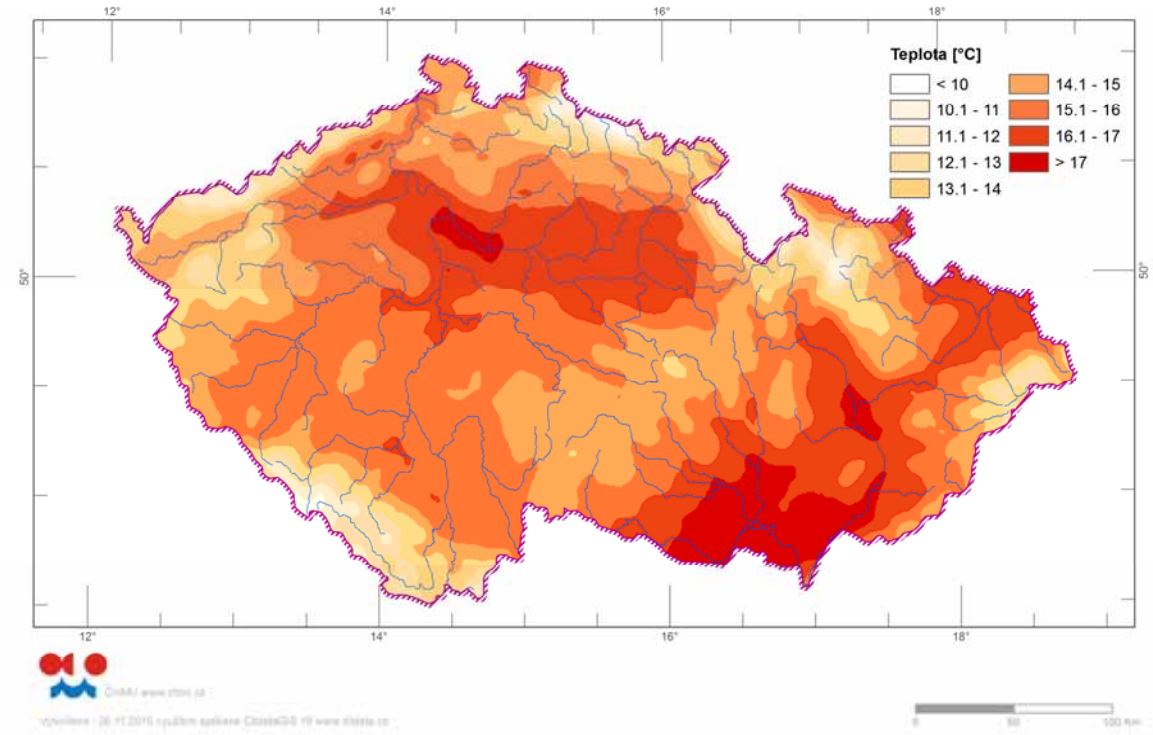
Obr. 3.4 Odchylka průměrné teploty vzduchu od normálu 1981–2010 za období od 1. 1. 2015 do 31. 10. 2015.



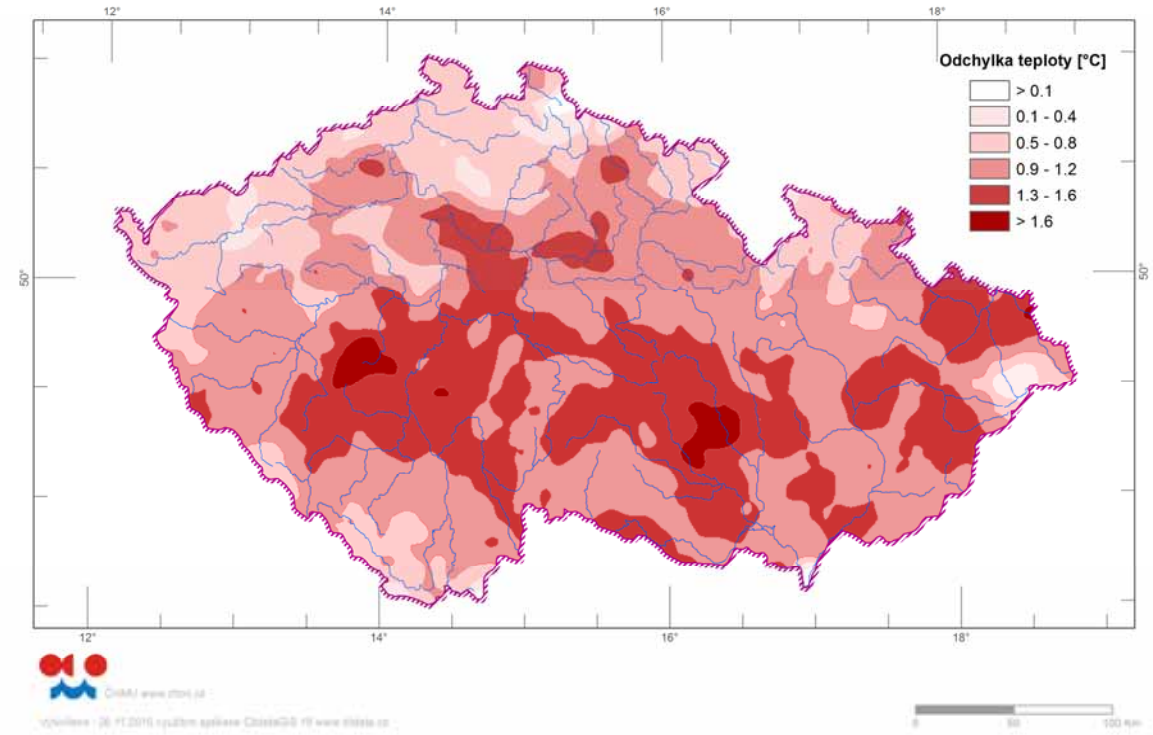
Obr. 3.5 Úhrn srážek v mm od 1. 1. 2015 do 31. 10. 2015.



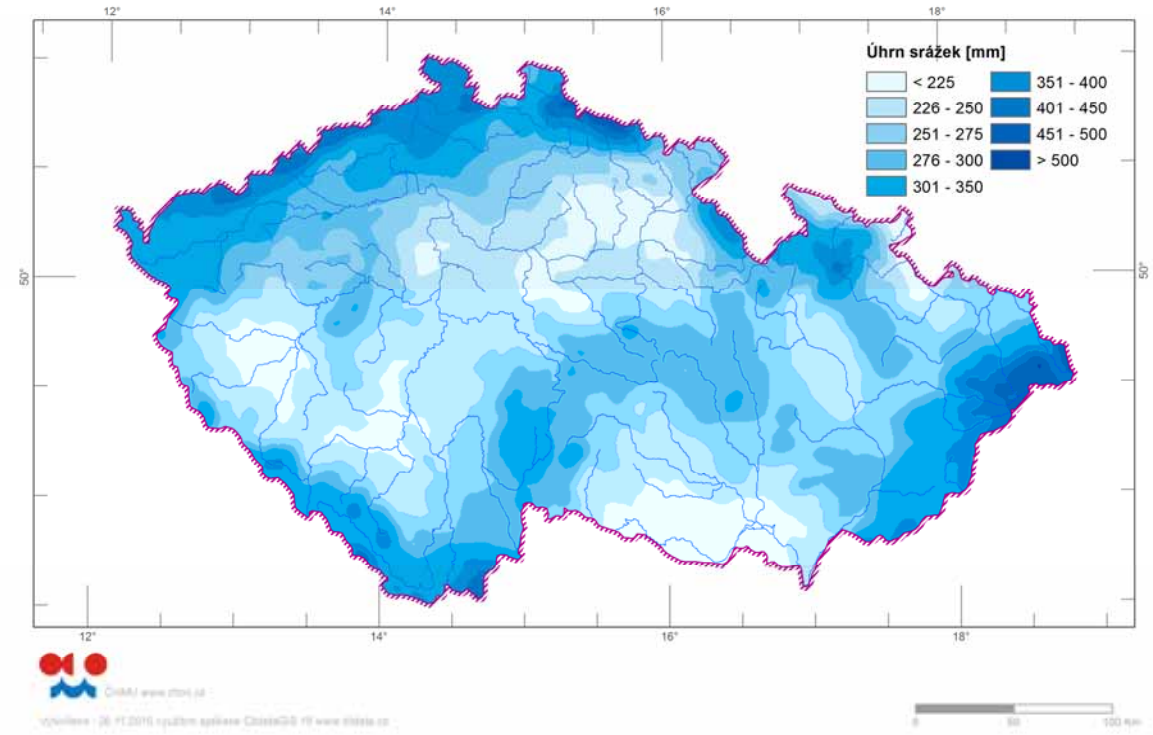
Obr. 3.6 Úhrn srážek od 1. 1. 2015 do 31. 10. 2015 v % normálu 1981–2010.



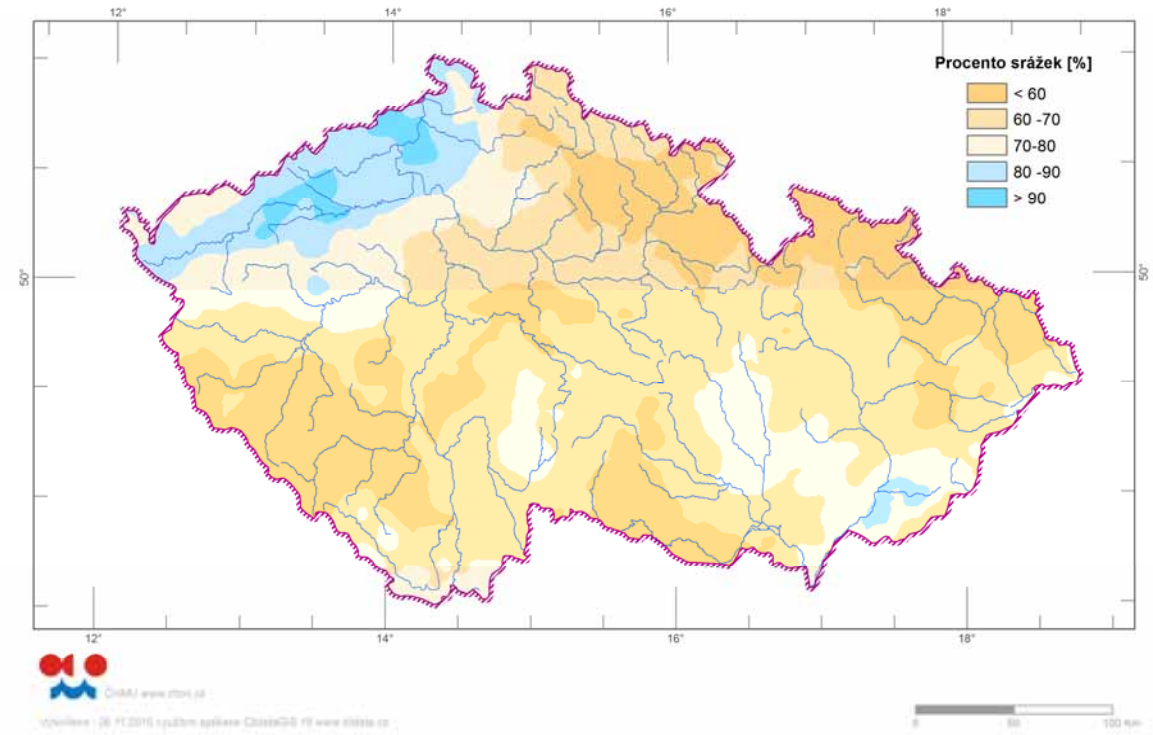
Obr. 3.7 Rozložení průměrné teploty vzduchu za vegetační období (duben až září) 2015.



Obr. 3. 8 Odchylka průměrné teploty vzduchu od normálu 1981–2010 za vegetační období (duben až září) 2015.



Obr. 3.9 Úhrn srážek v mm za vegetační období (duben až září) 2015.



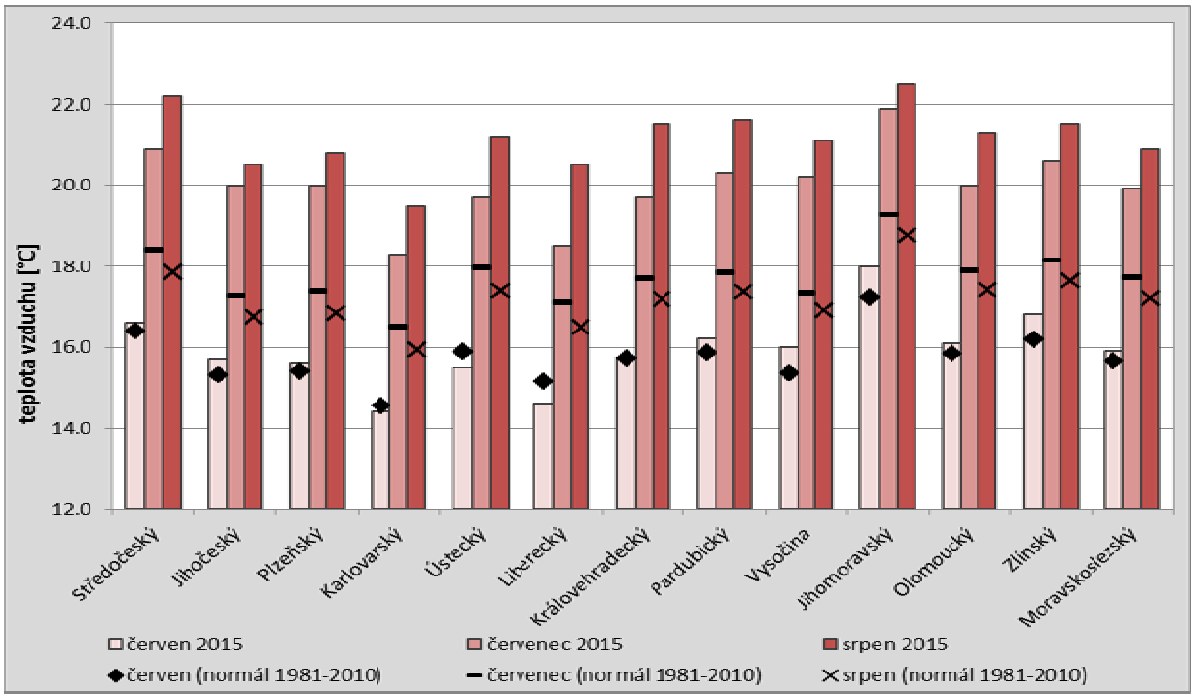
Obr. 3.10 Úhrn srážek za vegetační období (duben až září) 2015 v % normálu 1981–2010.

V průměru spadlo za období od 1. 1. do 31. 10. 2015 na území ČR 438 mm srážek, což je od roku 1961 druhý nejnižší srážkový úhrn za uvedené období, nižší úhrn 429

mm byl zaznamenán pouze v roce 2003. Na 77 % území ČR bylo za uvedené období zaznamenáno méně než 80 % normálu srážek 1981–2010 (obr. 3.6). Nejvíce srážek spadlo v horských oblastech ČR (1 062,3 mm na stanici Labská bouda, 945,8 mm na Lysé hoře). Úhrny větší než 700 mm byly naměřeny místy i ve středních polohách na severu Moravy v Jeseníkách a Beskydech (např. Morávka, Uspolka 863,8 mm, Staré Hamry 740,4 mm), v Jizerských horách (Rokytnice nad Jizerou, 723,7 mm) a na severu Čech (Chřibská 708,9 mm). Nejnižší srážkové úhrny (méně než 400 mm) byly zaznamenány na části jižní a střední Moravy, lokálně na severní Moravě, a s výjimkou severu, místy na celém zbývajícím území Čech.

3.3. Teplota a srážky v období sucha (červen až říjen 2015)

Průměrná teplota letních měsíců (červen až srpen) dosáhla pro území ČR hodnotu 19,2°C, jedná se o druhé nejteplejší léto od roku 1961, dosud nejvyšší průměrná letní teplota 19,3 °C byla zaznamenaná v roce 2003. Červen s průměrnou měsíční teplotou 16,1 °C byl teplotně normální, následoval však velmi teplý červenec a srpen. Červenec s průměrnou měsíční teplotou 20,2 °C, což je 2,4 °C nad normálem 1981–2010, se řadí mezi měsíce teplotně silně nadnormální. Teplotně mimořádně nadnormální srpen, jehož průměrná teplota 21,3 °C je o 4,0 °C vyšší než normál, se stal nejteplejším srpnem od roku 1961 na území ČR. Vyšší průměrná měsíční teplota byla zaznamenaná pouze v červenci 2006 (21,4 °C). Průměrná teploty pro jednotlivé kraje jsou znázorněny na obr. 3.11. Největší odchylka červencové teploty od normálu (2,8 °C) byla zaznamenána v kraji Vysočina, kde byla velmi vysoká i odchylka průměrné teploty od normálu v srpnu (4,2 °C). Největší odchylka srpnové teploty od normálu se vyskytla ve Středočeském a Královéhradeckém kraji (4,3 °C).



Obr. 3.11 Průměrná měsíční teplota pro červen až srpen 2015 v jednotlivých krajích ČR v porovnání s normálem 1981–2010.

Velmi teplé léto bylo spojeno s výskytem horkých vln. První horká vlna byla zaznamenána začátkem července v období od 1. 7. do 8. 7. Vysoká teplota vyvrcholila 5. 7. a 7. 7., kdy maximální denní teplota na mnoha stanicích přesahovala 35 °C. Nejvyšší maximální teplota byla naměřena 5. 7. na stanici Brandýs nad Labem (38,4 °C) a Plzeň-Bolevec (38,2 °C). Nejvyšší maximální teplota na území Moravy a

Slezska v tomto období byla naměřena 7. 7. na stanici Brod nad Dyjí (37,1 °C). Po mírném poklesu teploty následovala druhá horká vlna. Období s velmi vysokou teplotou nastalo mezi 16. 7. a 25. 7. Nejvyšší teplota byla naměřena 22. 7., kdy na mnoha stanicích byla opět překonána hodnota 35 °C. Nejtepleji bylo na stanicích Plzeň-Bolevec a Dobřichovice s maximální denní teplotou 38,0 °C. Nejvyšší maximální teplota v tomto období na území Moravy a Slezska byla naměřena 22. 7. na stanicích Strážnice (37,8 °C) a Brod nad Dyjí (37,5 °C).

Velmi výrazná horká vlna jak délkou, tak intenzitou nastala začátkem srpna. Mimořádně teplé období přetrvávalo po dobu 14 dní (3.–16. 8.) na celém území ČR. Vysoké teploty během této horké vlny vrcholila ve dnech 7. 8. a 8. 8., kdy maximální denní teplota na některých stanicích přesahovala až 38 °C. V tomto období bylo zaznamenáno až 9 dní, kdy na některých stanicích maximální teplota dosáhla hodnoty 37 °C a více. Nejvyšší maximální teplota v tomto období byla naměřena 8. 8. na stanici Řež u Prahy (40,0 °C), Dobřichovice (39,8 °C) a Ústí nad Labem, Vaňov (39,1 °C). Nejvyšší maximální teplota na území Moravy a Slezska byla naměřena 8. 8. na stanici Javorník (38,2 °C). Období vysokých hodnot teploty bylo ukončeno přechodem studené fronty 16. 8. Poslední horká vlna byla zaznamenána koncem měsíce srpna a přetrvala až do začátku měsíce září (27. 8. až 1. 9.). Nejvyšší maximální teplota byla naměřena 31. 8. na stanici Rožmitál pod Třemšínem (37,5 °C) a 1. 9. na stanici Javorník (37,4 °C).

Výskyt nadprůměrných hodnot teploty dokumentuje i zaznamenaný počet tropických dní (den s maximální teplotou ≥ 30°C) a nocí (den s minimální teplotou ≥ 20°C). Nejvyšší počet tropických dní během července 2015 (18 dní) byl zaznamenán na stanicích Brno-Žabovřesky, Lednice, Brod nad Dyjí, Strážnice a Dyjákovice. Nejvíce tropických nocí (11 nocí) bylo zaznamenáno v Praze-Klementinu. V srpnu 2015 byl nejvyšší počet tropických dní zaznamenán na stanici Dobřichovice, a to 20 dní. Nejvíce tropických nocí (15) nastalo v Praze-Klementinu.

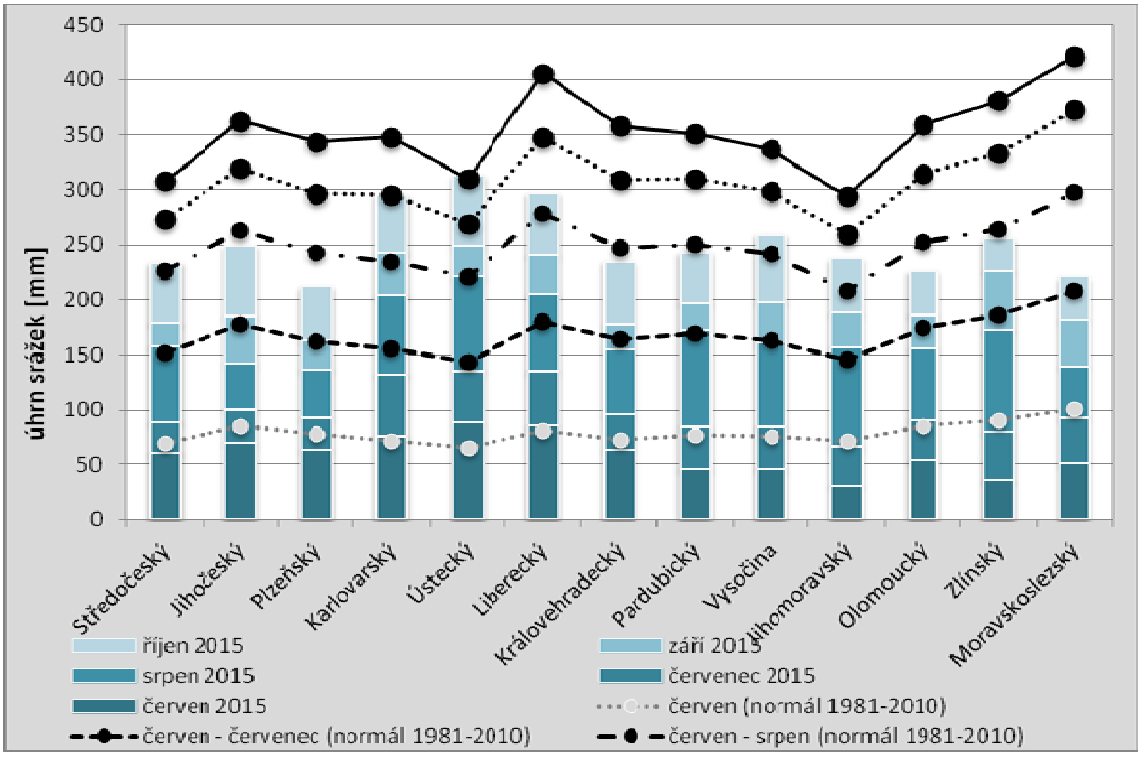
Podzimní měsíce září a říjen s průměrnou teplotou 13,1 °C (0,3 °C nad normálem 1981–2010) a 7,8 °C (0,3 °C pod normálem 1981–2010) se řadí mezi měsíce teplotně normální, přesto je průměrná teplota pro celé území ČR od ledna do října 2015 třetí nejvyšší od roku 1961. V průběhu obou měsíců průměrná denní teplota kolísala kolem hodnot normálu, střídala se období, kdy průměrná denní teplota dosahovala hodnot vysoce nad normálem, nebo naopak období výrazně chladnější než normál. Nejtepleji bylo v září a v říjnu na Moravě, nejvyšší průměrnou teplotu zaznamenaly Jihomoravský a Zlínský kraj.

Srážkový úhrn za období červen až říjen 2015 činí 247 mm a je to čtvrtý nejnižší srážkový úhrn pro uvedené období na území ČR od roku 1961. Nejméně srážek za toto období spadlo v roce 1962, kdy srážkový úhrn činil pouze 227 mm. Ještě nižší vzhledem k předešlým rokům byl v roce 2015 srážkový úhrn za období červen až září (195 mm), který byl druhý nejnižší na území ČR od roku 1961. Nejméně srážek pro toto období spadlo v roce 2003, kdy srážkový úhrn činil 182 mm.

Rozložení srážek bylo prostorově a časově nerovnoměrné, jak dokumentuje graf na obr. 3.12. Zatímco ve většině krajů ČR byl srážkový úhrn za pětiměsíční období červen až říjen 2015 výrazně nižší než normál 1981–2010, v Ústeckém kraji napadlo množství srážek srovnatelné s normálem 1981–2010. Nejméně za toto období naprršelo v kraji Plzeňském (213 mm činí 62 % normálu 1981–2010) a Moravskoslezském (221 mm činí 52 % normálu 1981–2010). Naopak nejvyšší srážkové úhrny vzhledem

k normálu byly zaznamenány na severozápadě Čech v kraji Ústeckém (313 mm, tj. 101 % normálu 1981–2010) a Karlovarském (296 mm, tj. 85 % normálu 1981–2010).

Ve většině krajů byl srážkový úhrn za období červen až říjen 2015 nižší než 80 % normálu 1981–2010. Z obr. 3.12 je patrné, že pětiměsíční srážkový úhrn byl v některých krajích srovnatelný nebo i nižší než normál 1981–2010 pro tříměsíční období červen až srpen. V Moravskoslezském kraji dokonce za celé období červen až říjen 2015 napršelo srovnatelné množství srážek, jako je normál pro dvouměsíční období červen až červenec. Nízké srážkové úhrny byly zaznamenány v červnu zejména na východě území ČR, méně než 70 % normálu spadlo v krajích Pardubický, Vysočina, Jihomoravský, Olomoucký, Zlínský a také Moravskoslezský. Srážkově podprůměrný byl ve všech krajích především měsíc červenec, kdy téměř ve všech krajích spadlo méně než 50 % normálu 1981–2010. Výjimku tvoří pouze Ústecký a Karlovarský kraj, kde červencové úhrny činí 59 %, resp. 66 % normálu. Na jihozápadě Čech (Jihočeský, Plzeňský, Středočeský kraj) a v krajích Královéhradeckém a Moravskoslezském napršelo v červenci dokonce méně než 40 % normálu. V Jihomoravském, Zlínském a Moravskoslezském kraji odpovídá srážkový úhrn za červen a červenec přibližně hodnotě srážkového normálu pro červen. Srážkové úhrny za měsíc srpen se pak pohybovaly ve většině krajů okolo hodnot normálu. Nejnižší srážkové úhrny za srpen byly zaznamenány v krajích Jihočeský, Plzeňský a Moravskoslezský, a to méně než 60 % normálu 1981–2010, naopak nejvyšší srážkové úhrny vzhledem k normálu byly zaznamenány v Jihomoravském (143 % normálu 1981–2010), Zlínském (119 % normálu 1981–2010) a Ústeckém kraji (111 % normálu 1981–2010).

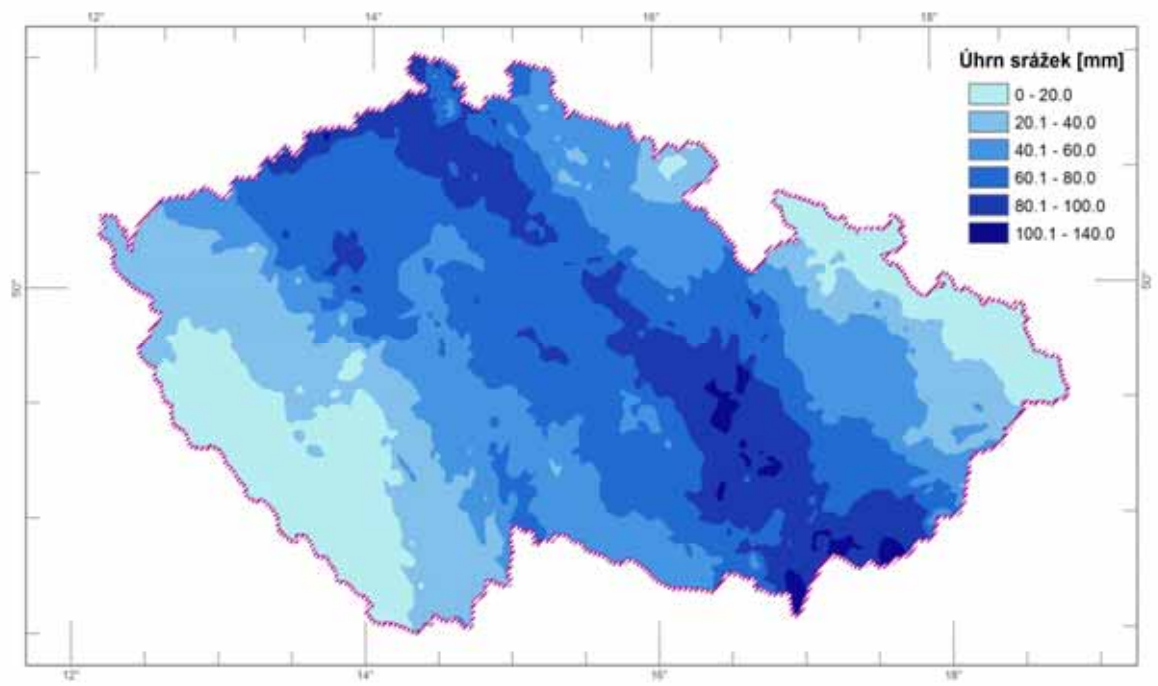


Obr. 3.12 Průměrné měsíční srážkové úhrny pro červen až srpen 2015 v jednotlivých krajích ve srovnání s normálem 1981–2010.

Většina srpnového úhrnu pochází z vydatných srážek ve dnech 14.–19. 8.,kdy nejvyšší denní srážkové úhrny přesahovaly 50 mm a místy dosáhly hodnoty až 80 mm. Nejvydatnějších srážky v těchto dnech spadly v pásmu táhnoucím se od Ústeckého kraje napříč republikou ke kraji Jihomoravskému a Zlínskému (obr. 3.13). Nejvyšší denní srážkový úhrn pro tuto srážkovou epizodu byl zaznamenán 17. 8. na stanici

Bukovinky (okres Blansko) 81,4 mm a překročil 50letou hodnotu. Přestože jednodenní úhrny srážek nebyly z hlediska extremity tak významné, v případě dvou a tříden-ních úhrnů srážek byly na některých stanicích překročeny 100leté hodnoty.

I v následujícím měsíci září se srážkové úhrny ve všech krajích pohybovaly pod hodnotami normálu 1981–2010. Nejnižší srážkové úhrny vzhledem k normálu byly zaznamenány na východě Čech v krajích Královéhradeckém a Pardubickém (37 % a 42 % normálu 1981–2010) a také v kraji Středočeském (44 % normálu 1981–2010). V říjnu byly srážkové úhrny prostorově nerovnoměrně rozloženy. Zatímco na východě republiky (Moravskoslezský, Zlínský a Olomoucký kraj) se stále pohybovaly pod hodnotami normálu, v některých krajích jej vysoce převyšovaly. Nejméně vzhledem k normálu napršelo ve Zlínském kraji (60 % normálu 1981–2010), a naopak nejvíce v Ústeckém (64 mm činí 160 % normálu), Středočeském (55 mm činí 159 % normálu 1981–2010) a kraji Vysočina (61 mm činí 157 % normálu 1981–2010).



Obr. 3.13 Úhrn srážek na území ČR od 16. do 19. 8. 2015.

4. Vyhodnocení výparu, evapotranspirace a vláhové bilance

V kapitole 4 jsou velmi stručně shrnuty a analyzovány vybrané modelově zpracované agroklimatické charakteristiky, doplněné o měřené údaje výparu (evaporace) z vodní hladiny. Je zpracován aktuální rok 2015 do poloviny října, a to se zvláštním důrazem na měsíce červen až září, které se vyznačovaly výraznými projevy extrémního sucha na většině území ČR. Je vyhodnocen aktuální stav, resp. průběh dané agroklimatické charakteristiky v roce 2015 a jeho srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.

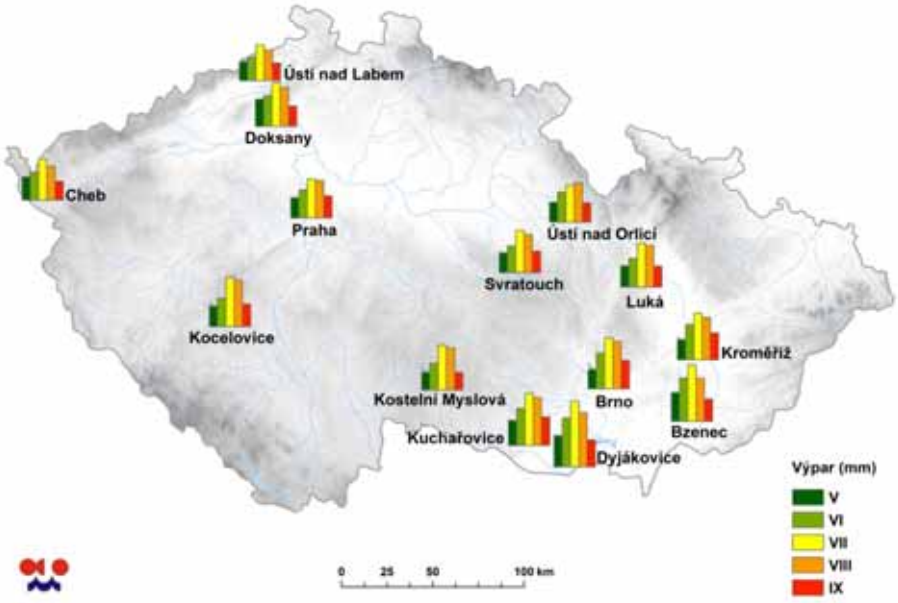
Stručná charakteristika hodnocených speciálních prvků je uvedena v technické příloze č. 4.

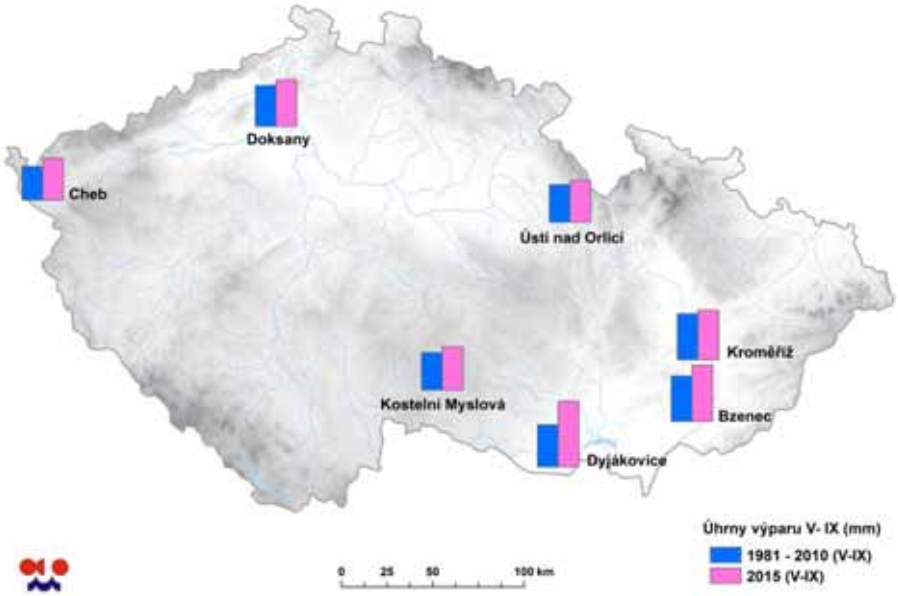
4.1. Vyhodnocení měřeného výparu z vodní hladiny

Výpar z vodní hladiny je na rozdíl od agrometeorologických charakteristik měřeným údajem. Na obr. 4.1 jsou u vybraných stanic znázorněny měsíční úhrny za období květen až září včetně srovnání roku 2015 s dlouhodobým úhrnem 1981–2010. Mapy mají pouze informativní charakter.

Průměrný úhrn měřeného výparu z vodní hladiny v roce 2015 za měsíce květen až září dosáhl 485,1 mm, nejnižší hodnotu zaznamenala stanice Ústí nad Labem (372,9 mm), nejvyšší úhrn byl na stanici Dyjákovice (667,4 mm). Nejvyšších měsíčních hodnot bylo dosaženo v červenci, pohybovaly se od 104,9 mm v Ústí nad Labem po 193,2 mm v Dyjákovicích. V srpnu byl výpar z vodní hladiny již méně intenzivní, nejnižší a nejvyšší hodnotu naměřily opět stanice Ústí nad Labem a Dyjákovice (90,6 mm a 159,2 mm).

Srovnáme-li celkový úhrn za květen až září 2015 s dlouhodobým průměrem 1981-2010, pak u všech vybraných stanic převažují úhrny roku 2015, což signalizuje celkově velmi příznivé podmínky pro výskyt sucha. Tato skutečnost je výrazná zvláště na stanicích jižní Moravy





Obr. 4.1 Výpar z vodní hladiny na vybraných klimatologických stanicích ČR v roce 2015 a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.

4.2. Vyhodnocení výparu z holé půdy

Mapy na obr. 4.2 a 4.3 analyzují na území ČR k vybraným datům v roce 2015 (14. 6., 12. 7., 16. 8. a 20. 9.) průběžný stav potenciálního výparu z holé půdy (dále jen PEVA_HP, údaje v mm), resp. průběžný stav aktuálního výparu z holé půdy (dále jen AEVA_HP, údaje v mm) a jejich vzájemné srovnání s dlouhodobými hodnotami 1981–2010 (výsledné hodnoty jsou v %). Výsledné úhrny výparu jsou v obou případech průběžně kumulovány od 1. 3. 2015.

Kumulované hodnoty PEVA_HP od 1. 3. dosáhly k 16. 8. většinou 300 až 400 mm, místy v nejnižších polohách i přes 400 mm, k 20. 9. již dosáhly na většině území 400 až 500 mm, ojediněle, zejména na jihozápadě Moravy, byly vyšší než 500 mm.

Čím jsou procentuální hodnoty vyšší, tím je PEVA_HP, resp. AEVA_HP v roce 2015 vyšší proti dlouhodobému průměru 1981–2010, a tím je vyšší pravděpodobnost záporné vláhové bilance a vyšší pravděpodobnost splnění podmínek výskytu sucha.

Bereme-li v úvahu PEVA_HP a jeho srovnání s dlouhodobými poměry, z map na obr. 4.2 lze sledovat postupně se zhoršující vlhkostní situaci na většině území, resp. je prokázána zvyšující se schopnost výsušnosti atmosféry. Do července včetně jsou dominantními intervaly 90 až 100 % a 100 až 110 % dlouhodobého průměru, avšak počínaje srpnem začíná na území naší republiky výrazně převažovat interval 110 až 125 % dlouhodobého průměru, což obecně signalizuje zhoršení vlhkostní situace a lepší podmínky pro výskyt sucha.

Podrobnou analýzou AEVA_HP (obr. 4.3) dospějeme k poněkud odlišným závěrům, než tomu je u PEVA_HP (obr. 4.2). V průběhu období červen až září sledujeme rostoucí význam zastoupení intervalů 75 až 90 % a 90 až 100 % dlouhodobého průměru.

Tuto skutečnost lze stejně jako u travního porostu logicky vysvětlit nedostatkem vody k aktuálnímu výparu; výsušnost atmosféry je podle hodnot PEVA_HP vysoká, avšak v přírodě existuje pouze omezené množství vody, které je k dispozici pro aktuální výpar (hodnota AEVA_HP). Zvýšení aktuálního výparu po částečném doplnění půdní vláhy dokumentují mapky na obr. 4.3 – zatímco kumulované hodnoty AEVA_HP dosáhly od 1. 3. do 16. 8. většinou 150 až 175 mm, k 20. 9. již byly v průměru o 50 mm vyšší.

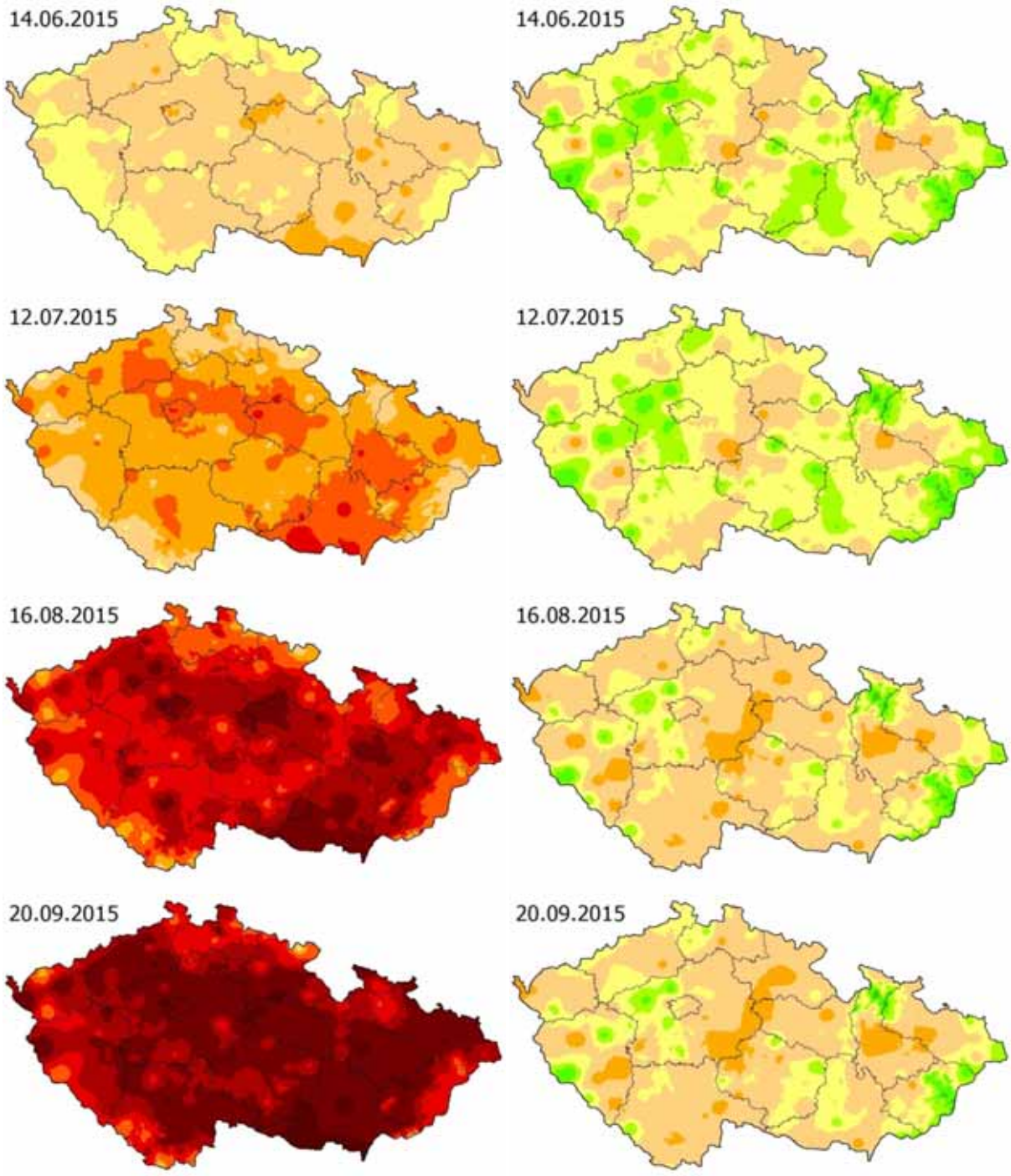
Evaporační podmínky v roce 2015 vykazovaly během vegetačního období prohlubující se negativní trend vývoje. K nejméně příznivé situaci z hlediska PEVA_HP došlo na konci sledovaného období v měsících srpen a září.

Grafy na obr. 4.4 a 4.5 zpracovávají pro celé území ČR po týdnech (období duben až polovina října) procentuální srovnání denních kumulovaných úhrnů PEVA_HP, resp. AEVA_HP (kumulace vždy od 1. 3.) v roce 2015 s dlouhodobými podmínkami 1981–2010. Z obou grafů lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % plochy připadala na vybrané intervaly (< 80 % … > 140 % dlouhodobého průměru pro PEVA_HP i AEVA_HP).

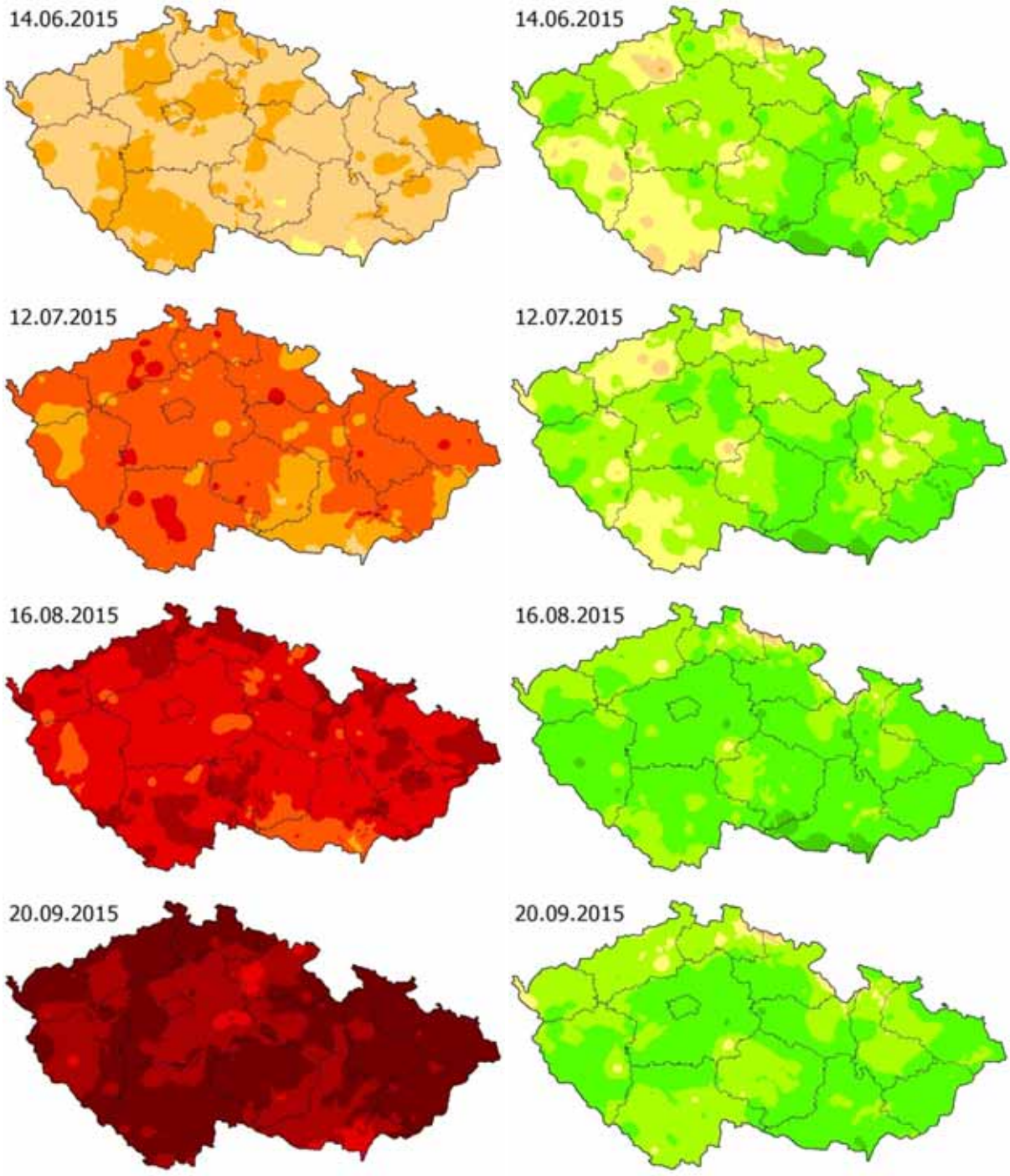
Z grafu na obr. 4.4 (analýza PEVA_HP) vyplývá pro území ČR dominantní zastoupení vláhově méně příznivého intervalu 100 až 120 % dlouhodobého průměru, a to prakticky po celé období od května do poloviny října, od srpna současně narůstá podíl intervalu 120 až 150 % dlouhodobého průměru. Z grafu na obr. 4.5 (analýza AEVA_HP) vyplývá pro území ČR dominantní a velmi výrazné zastoupení intervalu 80 až 100 % dlouhodobého průměru, a to prakticky po naprostou většinu analyzovaného období.

Časový průběh denních kumulovaných úhrnů PEVA_HP a AEVA_HP v roce 2015 (období leden až říjen) vyjádřených v % dlouhodobého průměru 1981–2010 je pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice uveden na obr. 4.6 a 4.7.

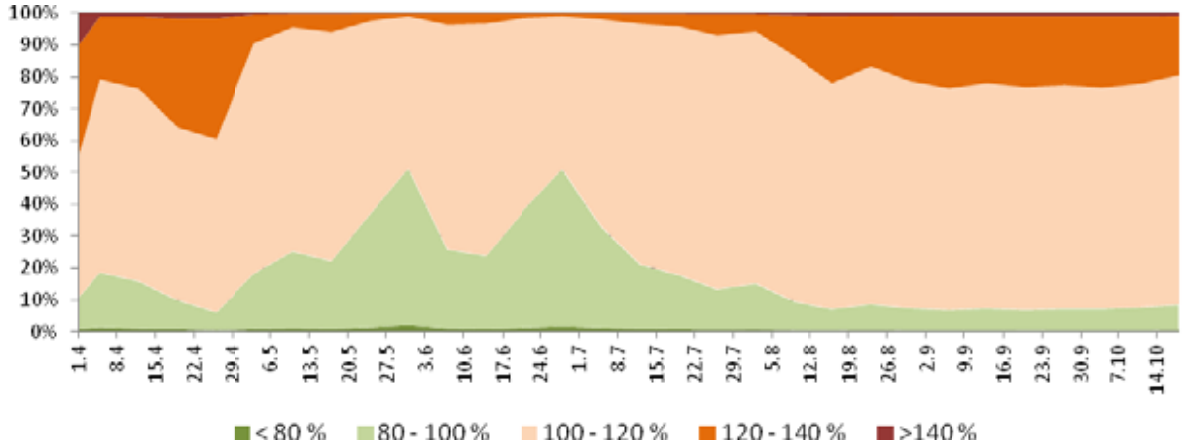
Grafy na obr. 4.8 a 4.9 dokumentují časový průběh průměrných denních kumulovaných úhrnů PEVA_HP a AEVA_HP v roce 2015 (období duben až říjen) a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 pro vybrané oblasti ČR (Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří, Vysočina). Každá z oblastí je reprezentována souborem vybraných klimatologických stanic.



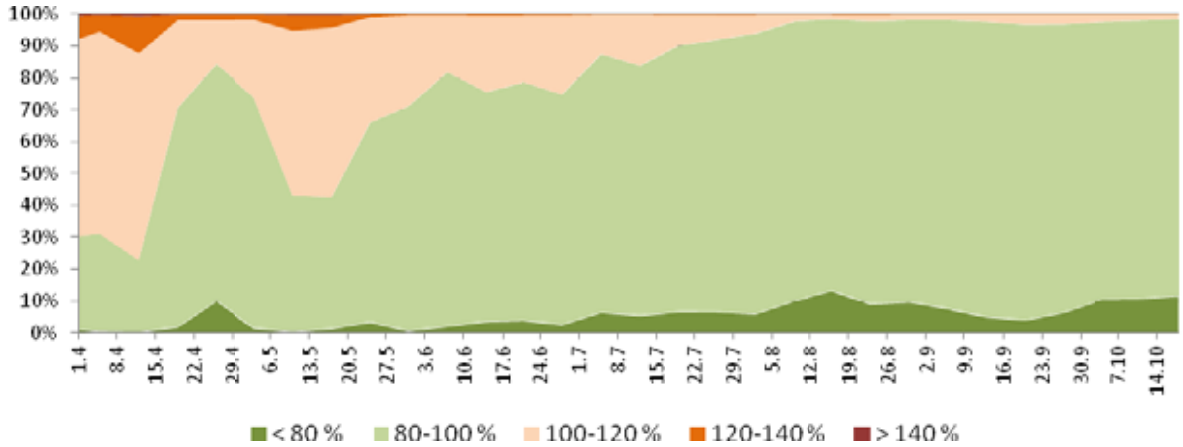
Obr. 4.2 Potenciální výpar z holé půdy na území ČR, stav kumulovaných úhrnů od 1. 3. 2015 k vybraným dnům v roce 2015 a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.



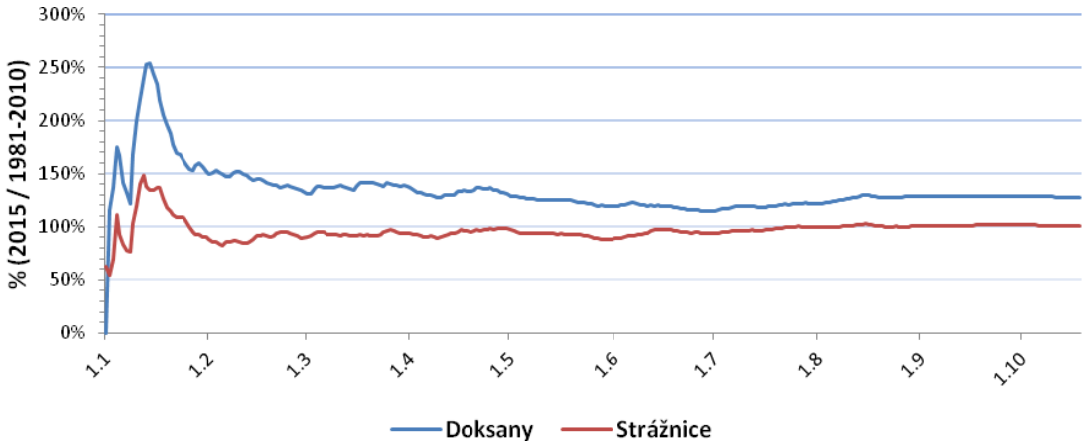
Obr. 4.3 Aktuální výpar ze středně těžké holé půdy na území ČR, stav kumulovaných úhrnů od 1. 3. 2015 k vybraným dnům v roce 2015 a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.



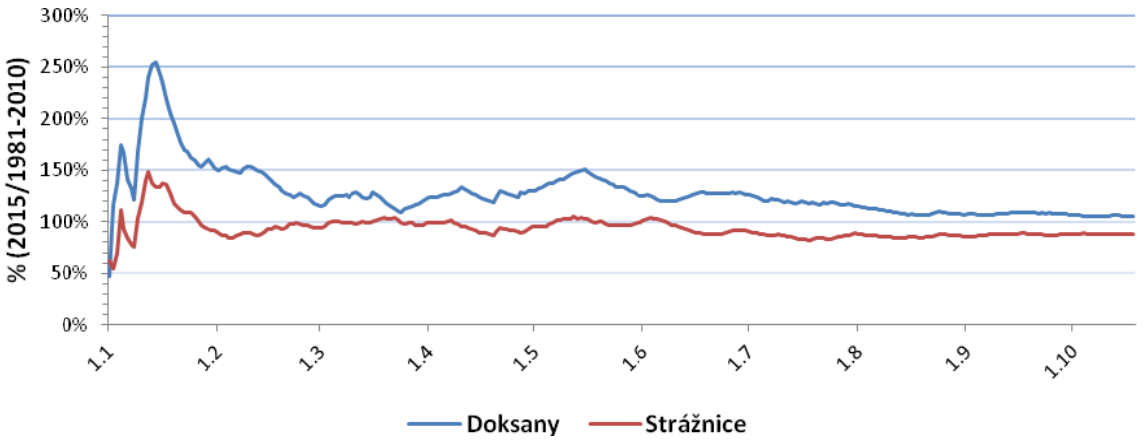
Obr. 4.4 Srovnání potenciálního výparu z holé půdy v roce 2015 s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%), kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



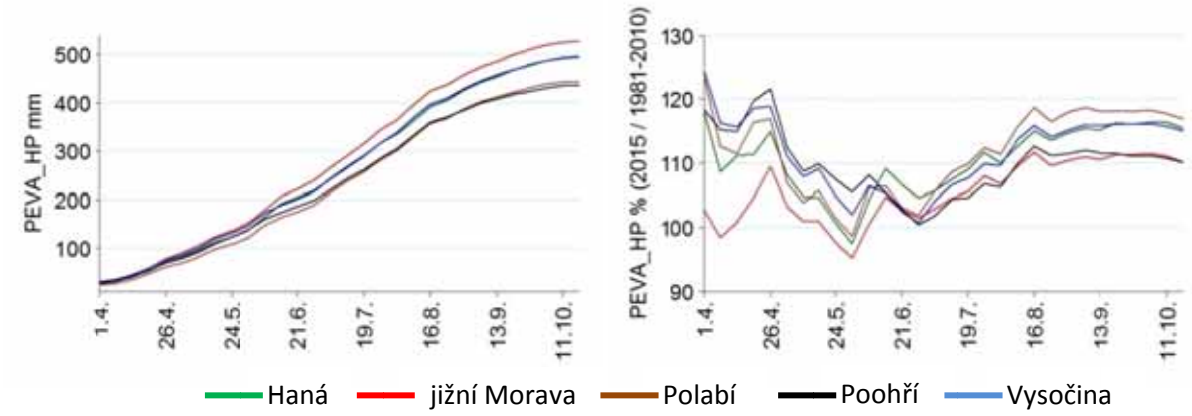
Obr. 4.5 Srovnání aktuálního výparu ze středně těžké holé půdy v roce 2015 s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%), kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



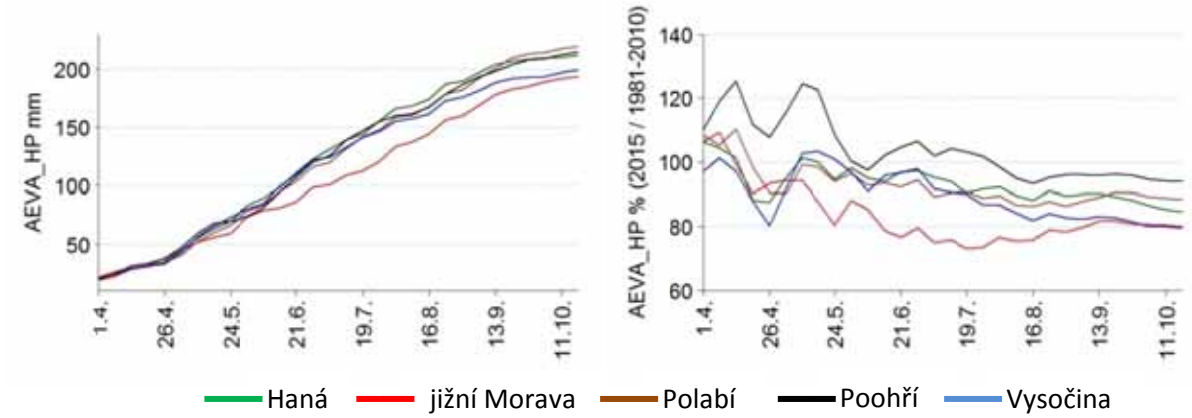
Obr. 4.6 Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny potenciálního výparu z holé půdy v roce 2015 vyjádřené v % dlouhodobého průměru 1981–2010.



Obr. 4.7 Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny aktuálního výparu ze středně těžké holé půdy v roce 2015 vyjádřené v % dlouhodobého průměru 1981–2010.



Obr. 4.8 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrné kumulované úhrny potenciálního výparu z holé půdy v roce 2015, průběžná kumulace od 1. 4. 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (graf vpravo).



Obr. 4.9 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrné kumulované úhrny aktuálního výparu ze středně těžké holé půdy v roce 2015, průběžná kumulace od 1. 4. 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (graf vpravo).

4.3. Vyhodnocení evapotranspirace z travního porostu

Mapy na obr. 4.10 a 4.11 analyzují na území ČR k vybraným dnům v roce 2015 (14. 6., 12. 7., 16. 8. a 20. 9.) průběžný stav potenciální evapotranspirace travního porostu (dále jen PEVA_TP, údaje v mm), resp. průběžný stav aktuální evapotranspirace travního porostu (dále jen AEVA_TP, údaje v mm) a jejich vzájemné srovnání s dlouhodobými hodnotami 1981–2010 (výsledné hodnoty jsou v %). Výsledné úhrny evapotranspirace jsou v obou případech průběžně kumulovány od 1. 3. 2015.

Kumulované hodnoty PEVA_TP dosáhly od 1. 3. do 16. 8. na většině území 400 až 500 mm, ojediněle, především na jižní Moravě a ve východočeském Polabí, více než 500 mm, k 20. 9. se v nižších a části středních poloh pohybovaly již mezi 500 a 600 mm, na jižní Moravě, ve východních Čechách a ojediněle i jinde přesáhly 600 mm.

Čím jsou procentuální hodnoty vyšší, tím je PEVA_TP, resp. AEVA_TP v roce 2015 vyšší proti dlouhodobému průměru 1981–2010, a tím je vyšší pravděpodobnost záporné vláhové bilance a vyšší pravděpodobnost splnění podmínek výskytu sucha.

Bereme-li v úvahu PEVA_TP a jeho srovnání s dlouhodobými poměry, z map na obr. 4.10 lze sledovat postupně se zhoršující vlhkostní situaci na většině území, resp. je prokázána zvyšující se schopnost výsušnosti atmosféry. Do července včetně je dominantní interval 100 až 110 % dlouhodobého průměru, avšak počínaje srpnem začínají na území ČR výrazně převažovat intervaly 110 až 125 % a > 125 % dlouhodobého průměru, což obecně signalizuje zvýšenou výsušnost atmosféry, zhoršení vlhkostní situace a lepší podmínky pro výskyt sucha.

Podrobnou analýzou AEVA_TP (obr. 4.11) dospějeme k poněkud odlišným závěrům, než tomu je u PEVA_TP (obr. 4.10). V průběhu období červen až září sledujeme rostoucí význam zastoupení intervalu 90 až 100 % dlouhodobého průměru, v menší míře intervalu 75 až 90 % dlouhodobého průměru; a naopak klesající podíl intervalu 100 až 110 % dlouhodobého průměru. Tuto skutečnost je možno, stejně jako u holé půdy, logicky vysvětlit nedostatkem vody k aktuálnímu výparu: výsušnost atmosféry je podle hodnot PEVA_HP vysoká, avšak v přírodě existuje pouze omezené množství vody, které je k dispozici pro aktuální evapotranspiraci (hodnota AEVA_TP). Kumulované hodnoty aktuálního výparu travního porostu dosáhly na většině území k 16. 8. 300 až 350 mm, k 20. 9., po částečném zlepšení vláhové situace, přesáhly téměř na celém území 400 mm.

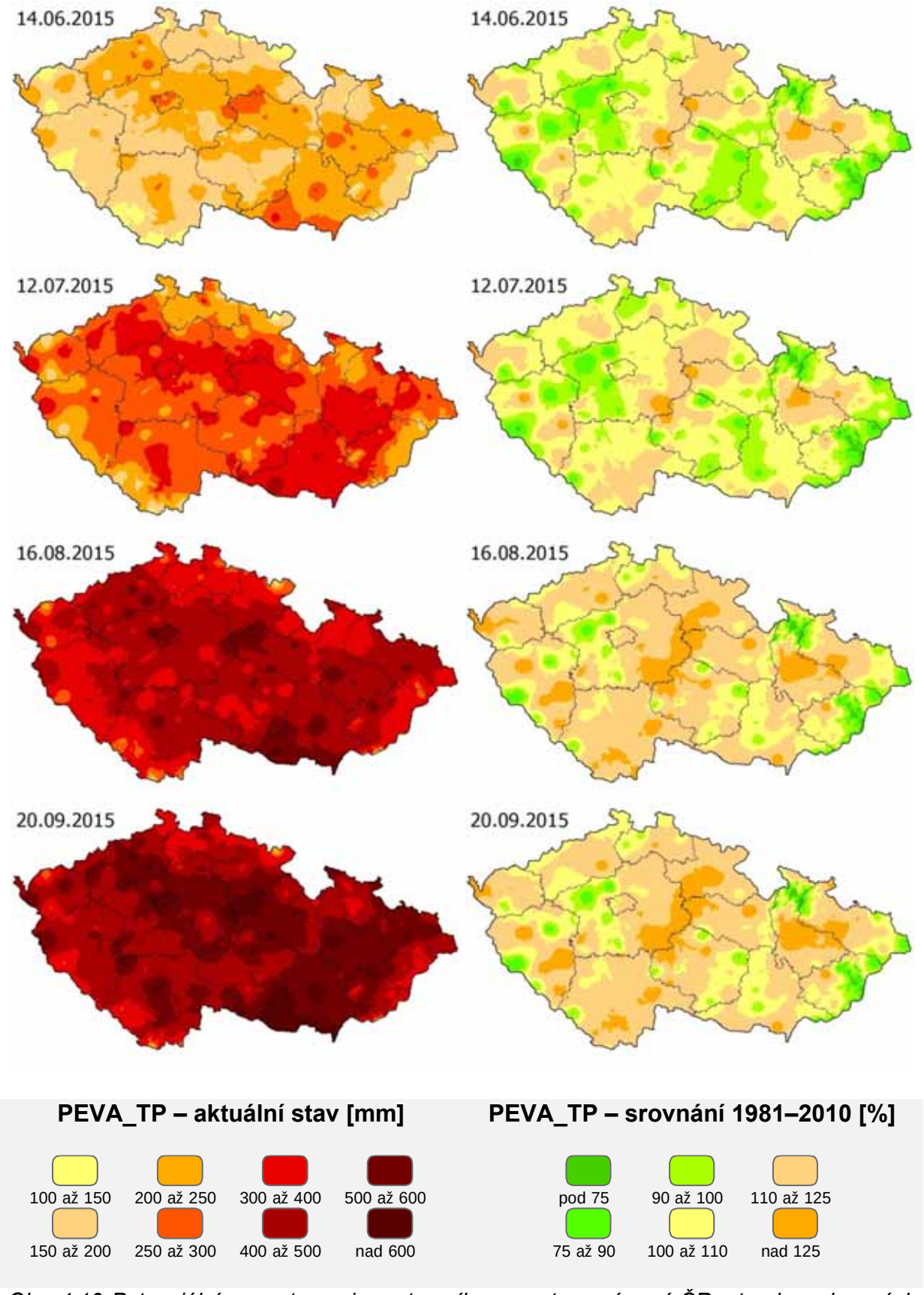
Evaporační podmínky v roce 2015 vykazovaly během vegetačního období prohlubující se negativní trend vývoje. K nejméně příznivé situaci z hlediska PEVA_TP došlo na konci sledovaného období v měsících srpen a září.

Grafy na obr. 4.11 a 4.12 zpracovávají pro celé území ČR po týdnech (období duben až polovina října) procentuální srovnání denních kumulovaných úhrnů PEVA_TP, resp. AEVA_TP (kumulace vždy od 1. 3. 2015) v roce 2015 s dlouhodobými podmínkami 1981–2010. Z obou grafů lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % plochy připadala na vybrané intervaly (< 80 % … > 140 %, resp. < 70 % … > 130 % dlouhodobého průměru pro PEVA_TP, resp. AEVA_TP).

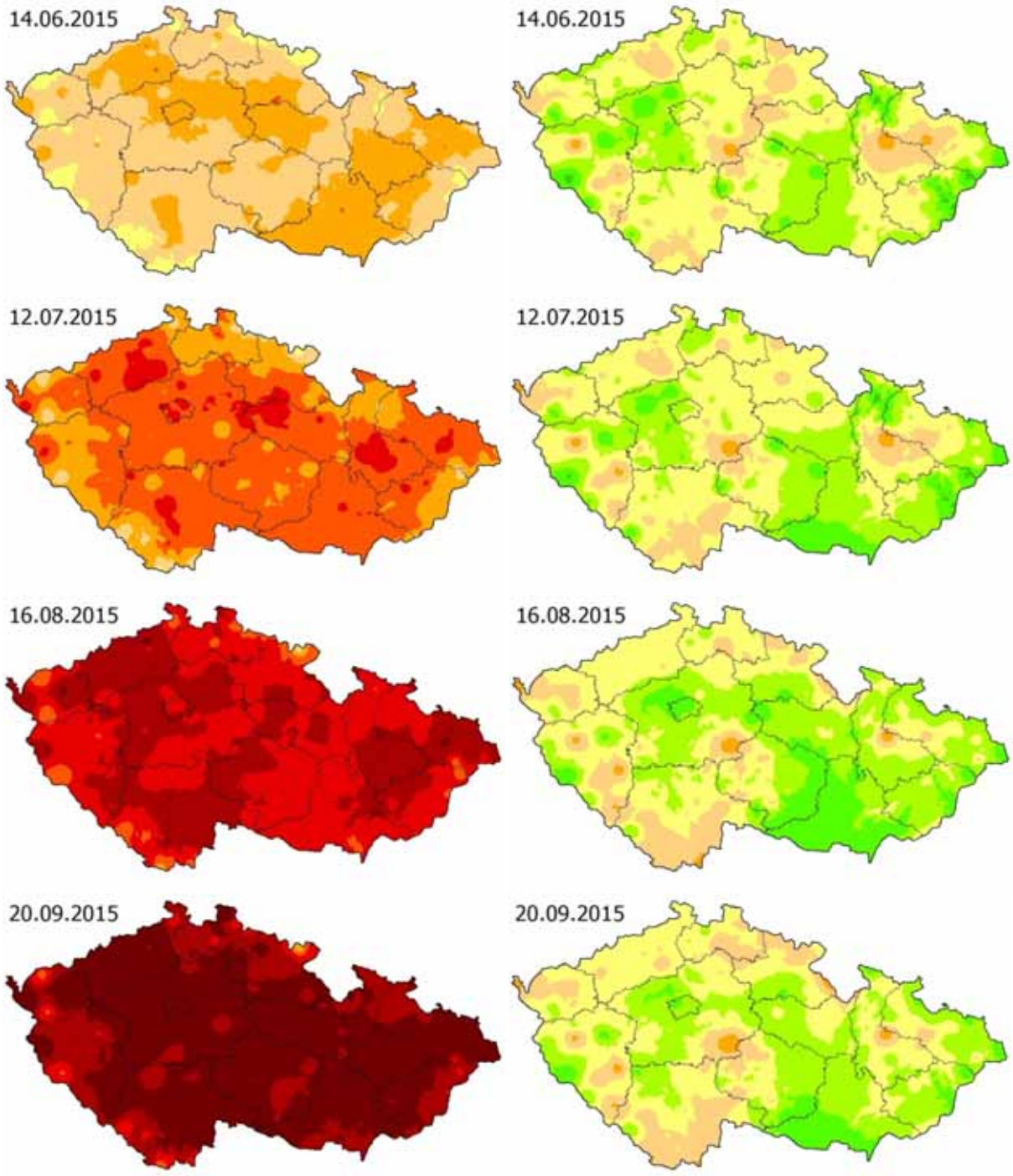
Z grafu na obr. 4.12 (analýza PEVA_TP) vyplývá pro území ČR dominantní zastoupení vláhově méně příznivého intervalu 100 až 120 % dlouhodobého průměru, a to prakticky po celé období od května, příp. už od dubna do poloviny října, od srpna současně narůstá podíl intervalu 120 až 150 % dlouhodobého průměru. Z grafu na obr. 4.13 (analýza AEVA_TP) vyplývá pro území ČR dominantní a velmi výrazné zastoupení intervalu 90 až 110 % dlouhodobého průměru, a to prakticky po naprostou většinu analyzovaného období.

Časový průběh denních kumulovaných úhrnů PEVA_TP a AEVA_TP v roce 2015 (období leden až říjen) vyjádřených v % dlouhodobého průměru 1981–2010 je pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice uveden na obr. 4.14 a 4.15.

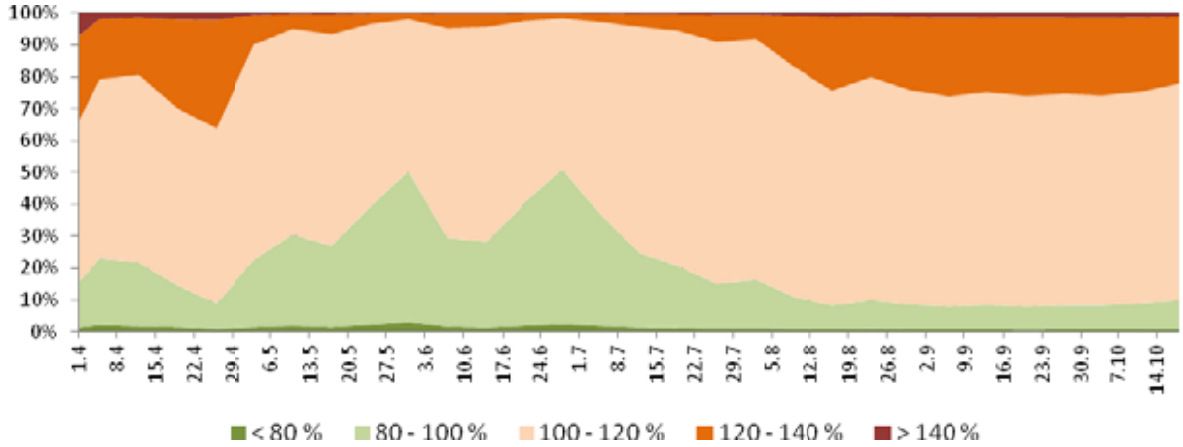
Grafy na obr. 4.16 a 4.17 dokumentují časový průběh průměrných denních kumulovaných úhrnů PEVA_TP a AEVA_TP v roce 2015 (období duben až říjen) a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 pro vybrané oblasti ČR (Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří, Vysočina). Každá z oblastí je reprezentována souborem vybraných klimatologických stanic.



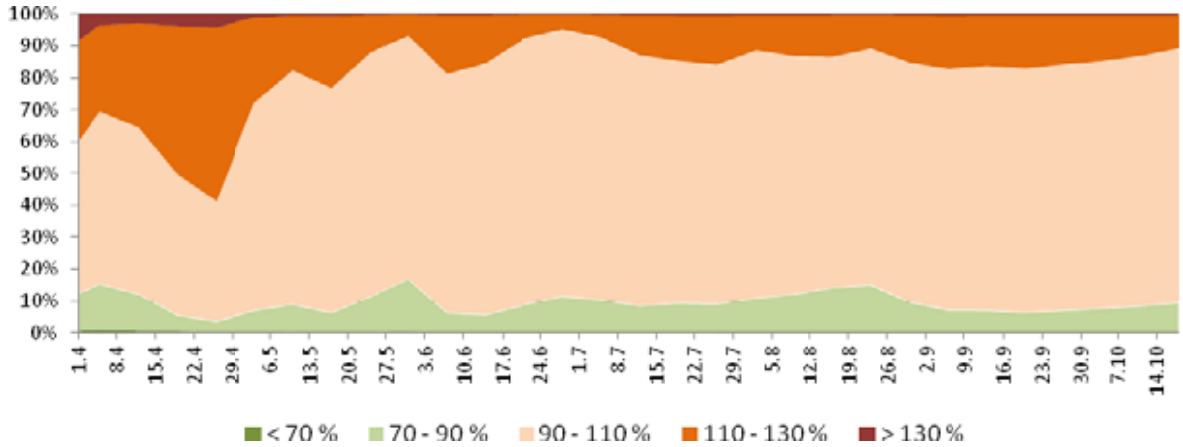
Obr. 4.10 Potenciální evapotranspirace travního porostu na území ČR, stav kumulovaných úhrnů od 1. 3. 2015 k vybraným dnům v roce 2015 a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.



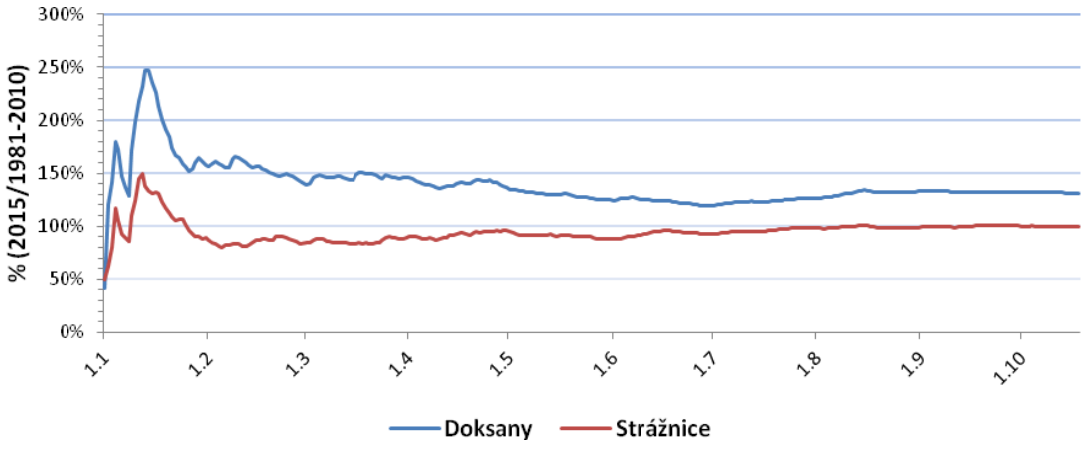
Obr. 4.11 Aktuální evapotranspirace travního prostu na středně těžké půdě na území ČR, stav kumulovaných úhrnů od 1. 3. 2015 k vybraným dnům v roce 2015 a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.



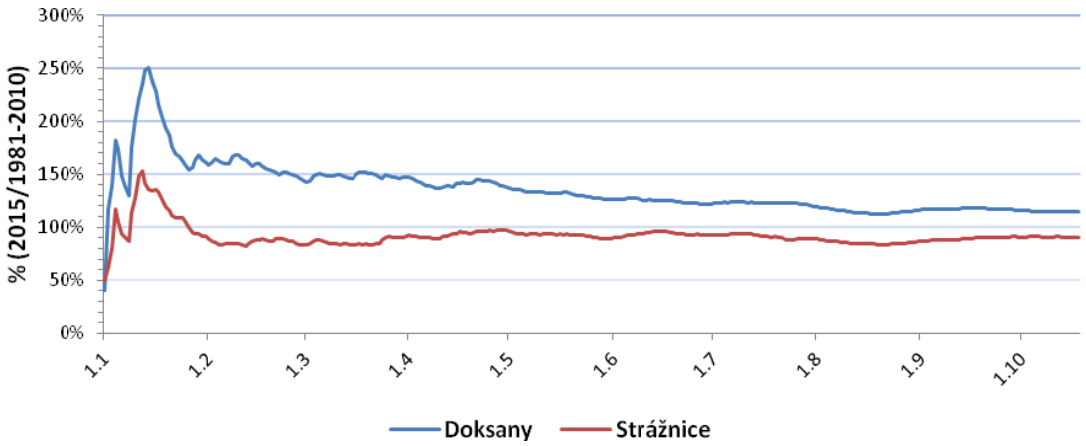
Obr. 4.12 Srovnání potenciální evapotranspirace travního porostu v roce 2015 s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%), kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



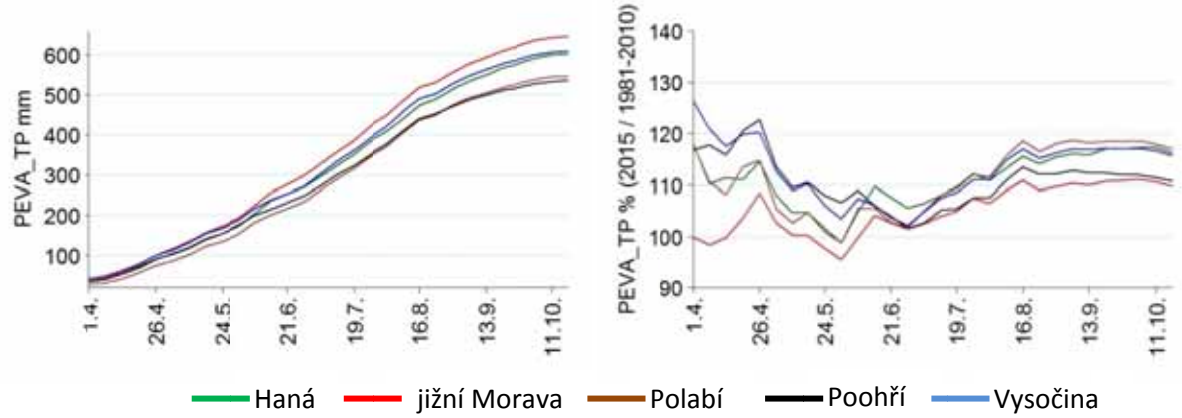
Obr. 4.13 Srovnání aktuální evapotranspirace travního porostu na středně těžké půdě v roce 2015 s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%), kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



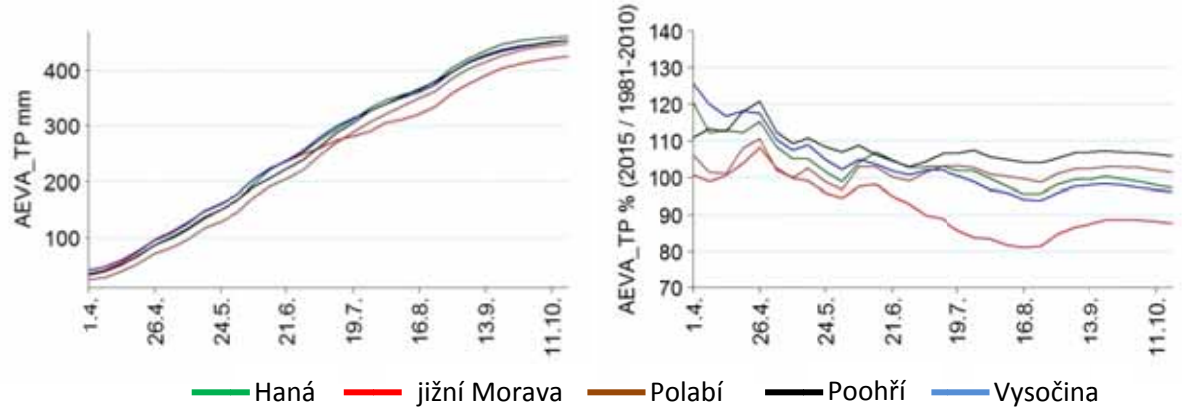
Obr. 4.14 Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny potenciální evapotranspirace travního porostu v roce 2015 vyjádřené v % dlouhodobého průměru 1981–2010.



Obr. 4.15 Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny aktuální evapotranspirace travního porostu na středně těžké půdě v roce 2015 vyjádřené v % dlouhodobého průměru 1981–2010.



Obr. 4.16 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrné kumulované úhrny potenciální evapotranspirace travního porostu v roce 2015, průběžná kumulace od 1. 4. 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (graf vpravo).



Obr. 4.17 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrné kumulované úhrny aktuální evapotranspirace travního porostu na středně těžké půdy v roce 2015, průběžná kumulace od 1. 4. 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (graf vpravo).

4.4. Vyhodnocení vláhové bilance travního porostu

Mapy na obr. 4.18 a 4.19 analyzují na území ČR k vybraným dnům v roce 2015 (14. 6., 12. 7., 16. 8. a 20. 9.) průběžný stav základní vláhové bilance travního porostu (dále jen ZVLBI_TP, údaje v mm), resp. průběžný stav aktuální vláhové bilance travního porostu (dále jen AVLBI_TP, údaje v mm) a jejich srovnání s dlouhodobými hodnotami 1981–2010 (výsledné údaje jsou opět v mm). Výsledné úhrny vláhové bilance jsou v obou případech průběžně kumulovány od 1. 3. 2015.

Čím jsou rozdíly mezi srážkami a evapotranspirací travního porostu nižší (předpoklad ZVLBI_TP i AVLBI_TP), tím jsou horší vláhové podmínky a tím je vyšší pravděpodobnost splnění podmínek výskytu sucha v krajině. Obdobně, čím jsou rozdíly mezi ZVLBI_TP, resp. AVLBI_TP v roce 2015 a dlouhodobým průměrem 1981–2010 nižší, tím je opět pravděpodobnost výskytu sucha v krajině vyšší.

Bereme-li v úvahu aktuální stav PVLBI_TP, z map na obr. 4.18 jasně vyplývá trend postupného zhoršování vláhově-bilanční situace na většině území naší republiky. V polovině června letošního roku ještě výrazně převládal interval 100 až 0 mm, avšak během srpna a září se situace celorepublikově výrazně zhoršila. Dominantní zastoupení již měly vláhově velmi nepříznivé intervaly −200 až −100 mm a −300 až −200 mm a výrazný podíl měl také interval −300 mm a méně (většina jižní Moravy, část Hané, východního Polabí a středních Čech).

Ze srovnání aktuálního stavu PVLBI_TP s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (obr. 4.18) vyplývá obdobný trend vývoje. Odchylka od dlouhodobého průměru na většině území ČR v červnu ještě byla v intervalu −100 až −50 mm, případně −50 až 0 mm, avšak v červenci již v intervalu −150 až −100 mm, případně -100 až −50 mm. Srpen a září se na většině území ČR takto vyznačovaly převahou intervalů −250 až −200 mm a −250 mm a méně (severovýchodní Morava, západní Čechy, v menší míře Polabí), které jsou z hlediska vláhy velmi nepříznivé.

Podrobná analýza aktuálního stavu AVLBI_TP (obr. 4.19) dokladuje obdobný trend vývoje jako u PVLBI_TP. Na začátku sledovaného období převažují na celém území republiky intervaly −100 až -50 mm a −50 až 0 mm, avšak již v polovině července velká část území jižní Moravy spadá do vláhově velmi nepříznivého intervalu -150 mm a méně. Zhoršené vlhkostní podmínky dále dokladují mapy pro 16. 8. a 20. 9. s výraznou převahou intervalů −150 až 100 a −150 mm na většině území republiky (nejvíce postiženy jižní Morava, Haná, části východního Polabí, středních a jižních Čech).

Srovnání aktuálního stavu AVLBI_TP s dlouhodobými podmínkami (obr. 4.19) opět vykazuje obdobný charakter jako je tomu u PVLBI_TP (obr. 4.18). Během měsíců srpen a září má podstatná část území republiky největší odchylky AVLBI_TP od dlouhodobého průměru (−250 až −200 mm, ojediněle až −250 mm a méně) na severovýchodní Moravě, v jižních a západních Čechách, ale také v oblasti Krkonoš.

Stručná textová analýza map z obr. 4.18 a 4.19 je provedena pro oblasti ČR ležící v nízkých a středních nadmořských výškách, pro něž byla prokázána záporná, místy až výrazně záporná ZVLBI_TP a AVLBI_TP. Okrajová pohoří ČR (Krkonoše, Krušné hory, Šumava, Jeseníky, Karpaty, Beskydy) se naopak v průběhu roku 2015 vyznačovala většinou kladnou vláhovou bilanci, jinými slovy, srážky vždy k určitému datu převažovaly nad evapotranspirací, což vyplývá z příslušných map.

Vláhové podmínky v roce 2015 vykazovaly během vegetačního období prohlubující se negativní trend vývoje. Závěrem lze říci, že k nejméně příznivé situaci došlo z hlediska ZVLBI_TP a AVLBI_TP ke konci sledovaného období v měsících srpen a září.

Grafy na obr. 4.20 až 4.23 zpracovávají pro celé území ČR po týdnech (období duben až polovina října) aktuální stav ZVLBI_TP, resp. AVLBI_TP (kumulace vždy od 1.3.) v roce 2015 v mm a jeho rozdíl oproti dlouhodobým podmínkám 1981–2010. Z grafů lze jednoduše určit, jaká část území ČR vyjádřená v % plochy připadala na vybrané intervaly (<–250 mm … > 50 mm a < –200 mm … > 0 mm pro ZVLBI_TP, resp. < –150 mm … > 0 mm a < –150 mm … > 50 mm pro AVLBI_TP.

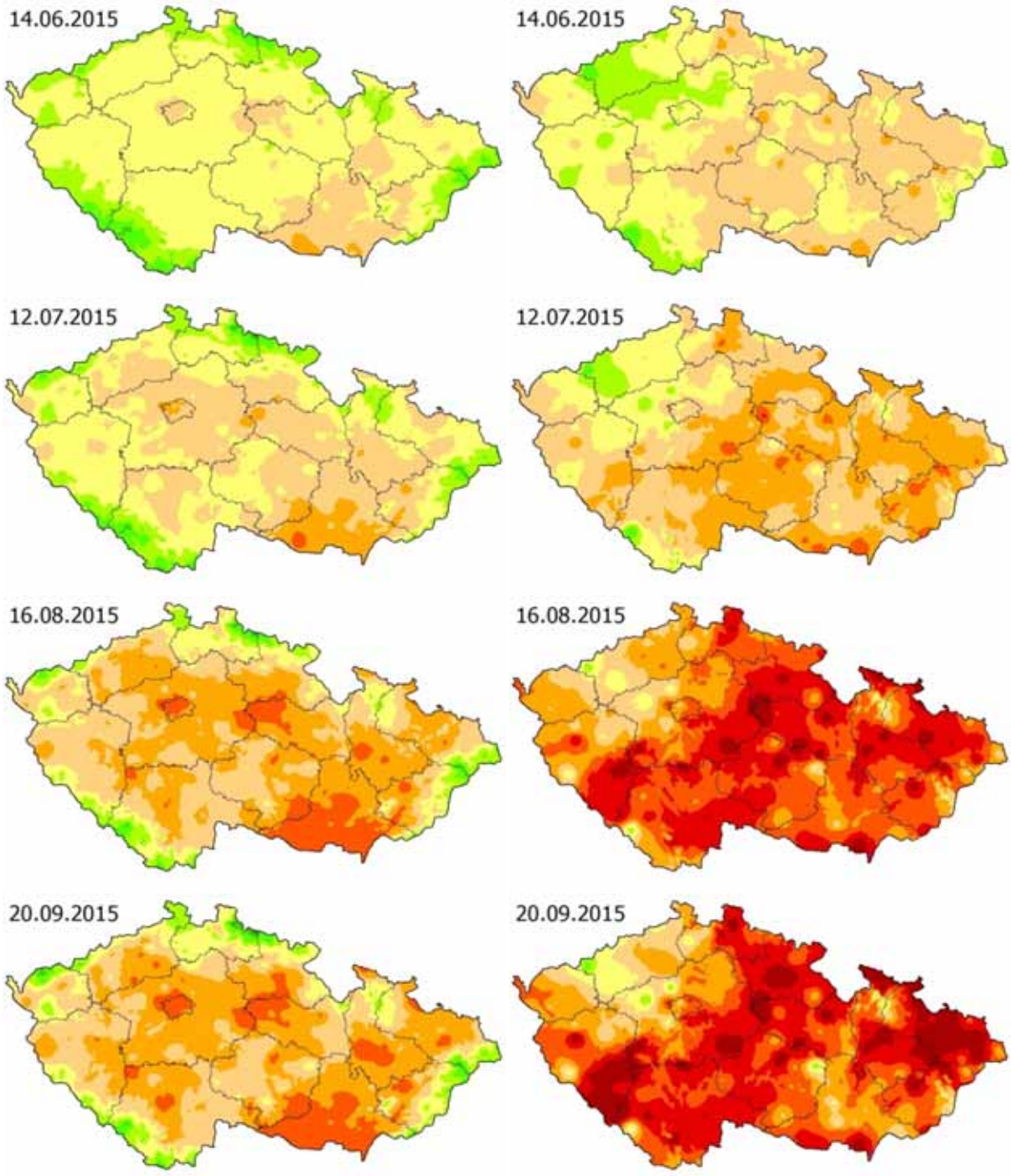
Z grafů na obr. 4.20 a 4.21 (hodnocení PVLBI_TP) vyplývá, počínaje srpnem, dominantní zastoupení vláhově nejméně příznivých intervalů < –250 mm a –250 až –150 mm (obr. 4.20, kolem 70 % území ČR), resp. < –200 mm a –200 mm až –100 mm (obr. 4.21, přes 80 % území ČR).

Výsledky zpracování AVLBI_TP (obr. 4.22 a 4.23) jsou velmi podobné. Z grafů na obr. 4.22 a 4.23 vyplývá, opět počínaje srpnem, dominantní zastoupení vláhově nejméně příznivých intervalů < –150 mm a –150 až –100 mm (obr. 4.22, téměř 70 % území ČR; obr. 4.23, nad 60 % území ČR).

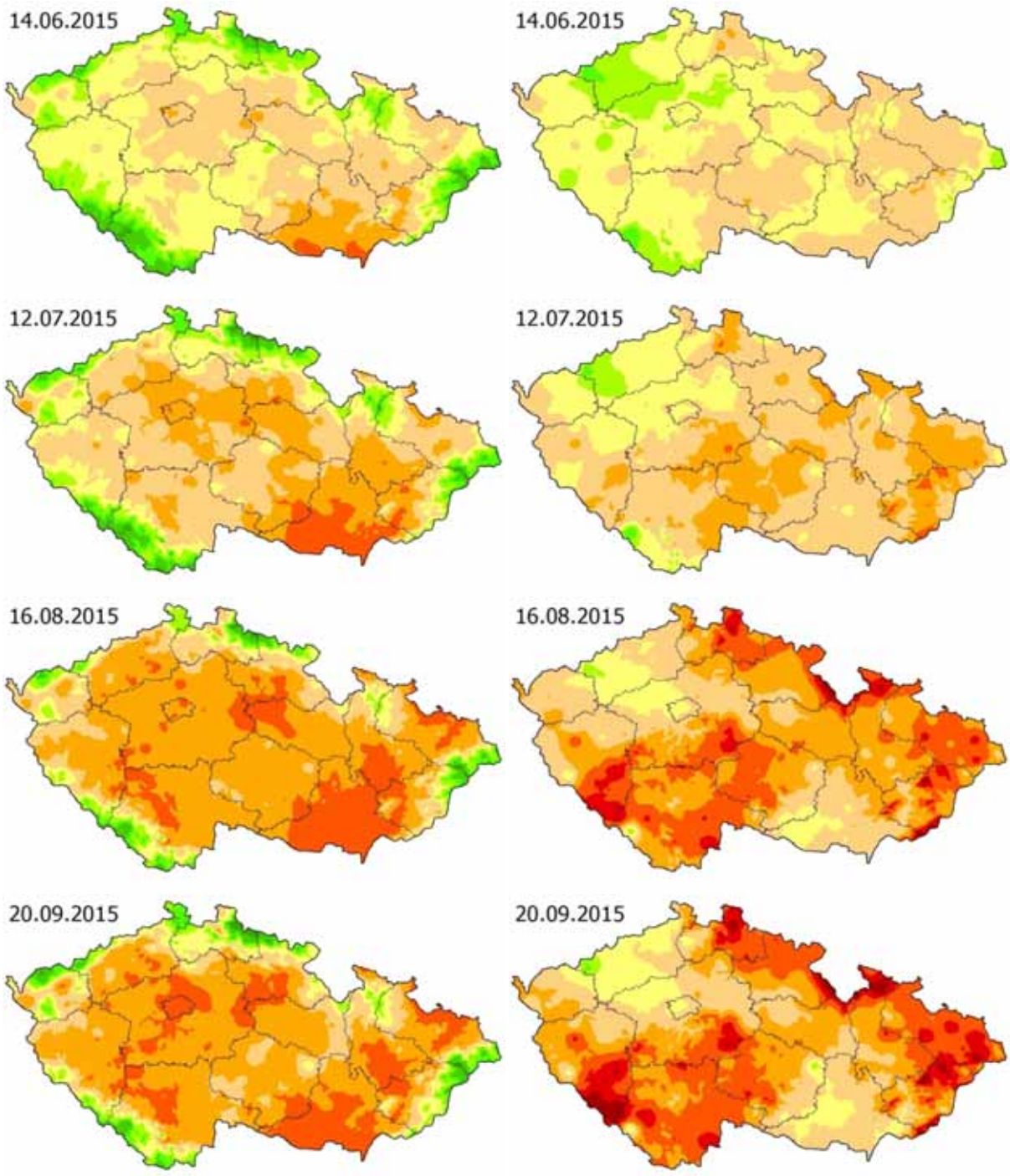
Jestliže budeme brát v úvahu aktuální stav vláhové bilance (obr. 4.20 a 4.22), pak nejméně příznivé vláhové intervaly se na území ČR objevily již v průběhu června (ZVLBI_TP) a května (AVLBI_TP).

Časový průběh úhrnů ZVLBI_TP a AVLBI_TP v roce 2015 (období leden až říjen) vyjádřených v mm jako rozdíl od dlouhodobého průměru 1981–2010 je pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice uveden na obr. 4.24 a 4.25.

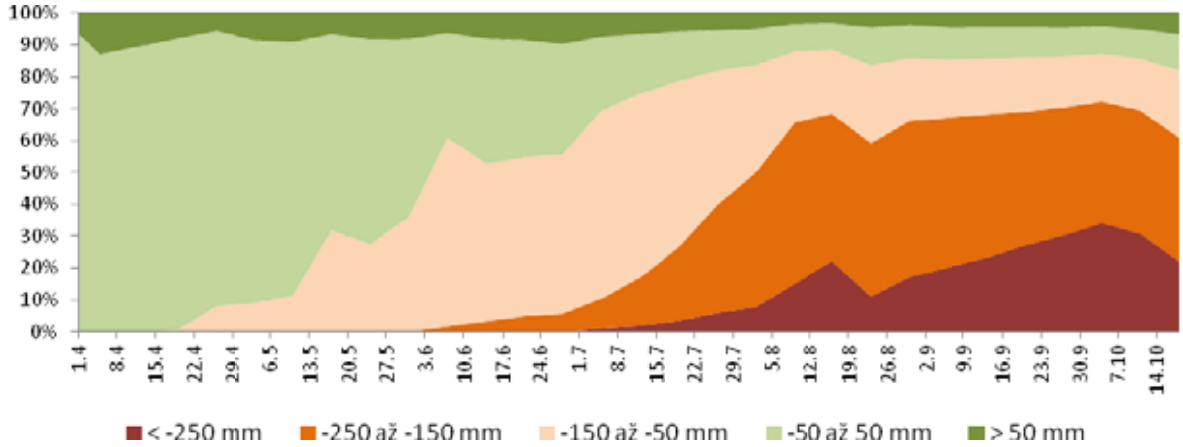
Grafy na obr. 4.26 a 4.27 dokumentují časový průběh průměrných úhrnů ZVLBI_TP a AVLBI_TP v roce 2015 (období duben až říjen) a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 pro vybrané oblasti ČR (Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří, Vysočina). Každá z oblastí je reprezentována souborem vybraných klimatologických stanic.



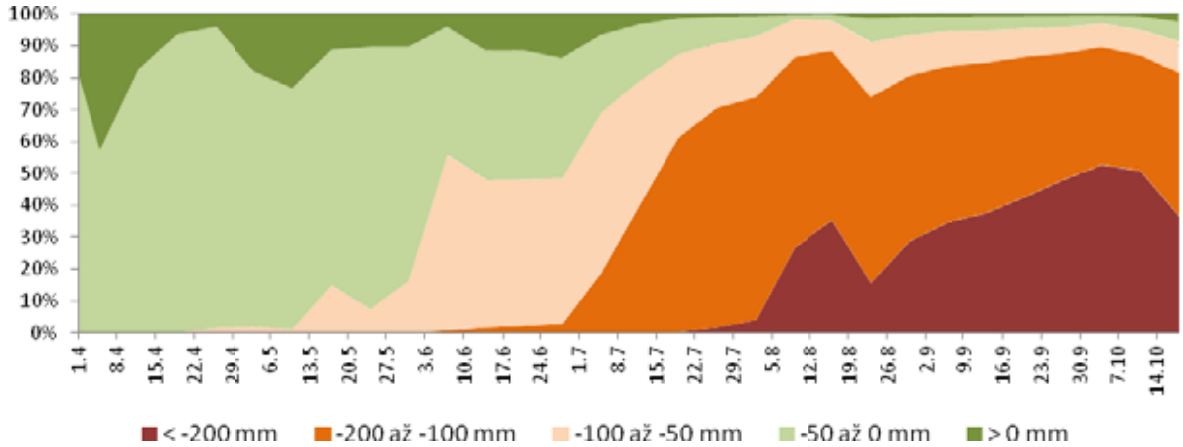
Obr. 4.18 Základní vláhová bilance travního porostu na území ČR, stav kumulovaných hodnot od 1. 3. 2015 k vybraným datům v roce 2015 a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.



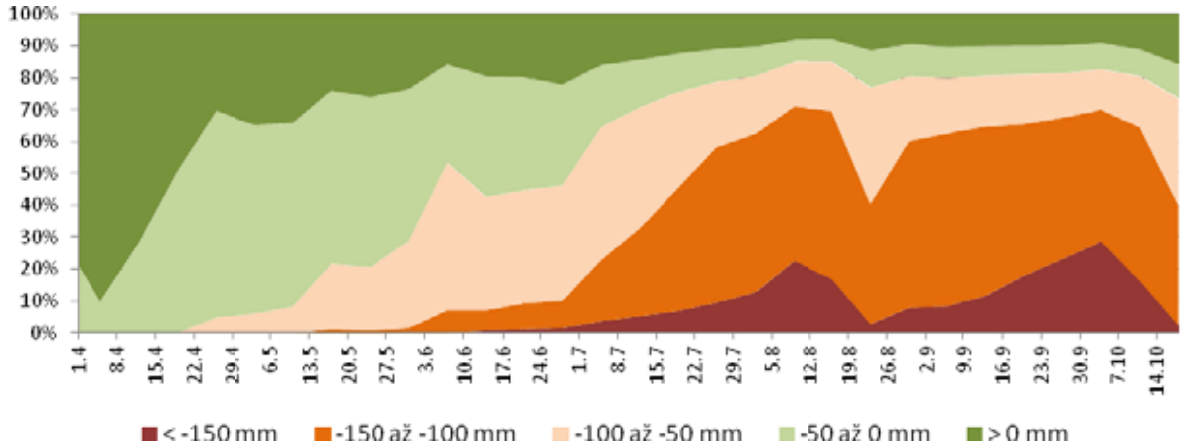
Obr. 4.19 Aktuální vláhová bilance travního porostu na středně těžké půdě na území ČR, stav kumulovaných hodnot od 1. 3. 2015 k vybraným datům a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010.



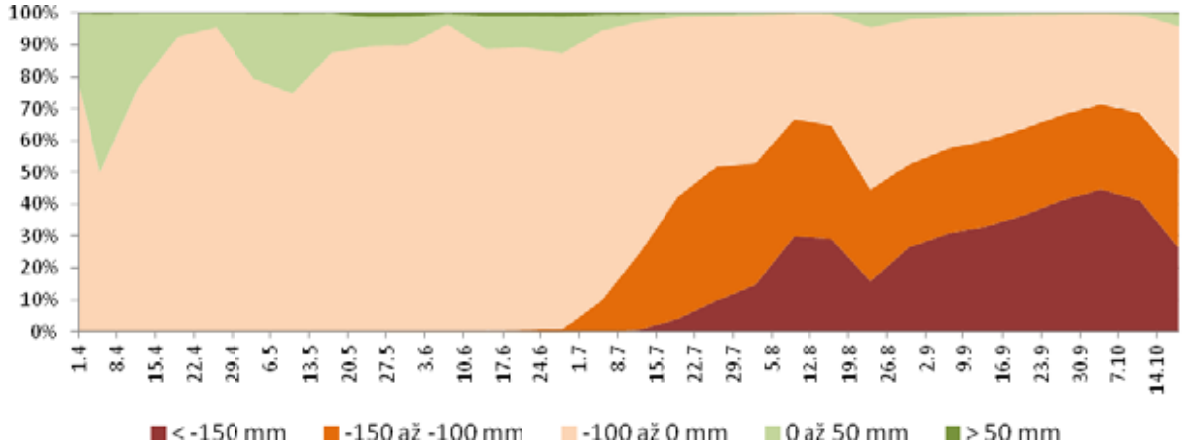
Obr. 4.20 Základní vláhová bilance travního porostu v mm, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%) v roce 2015, kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



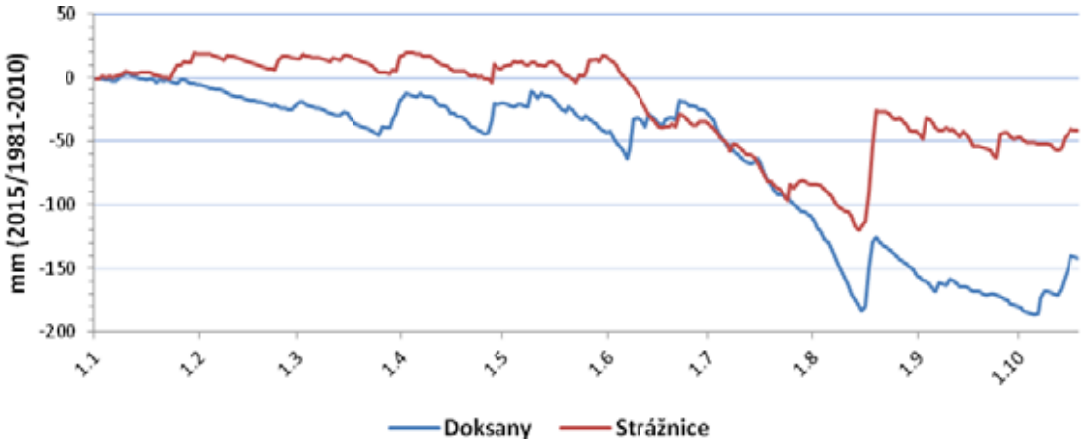
Obr. 4.21 Srovnání základní vláhové bilance travního porostu v roce 2015 v mm s dlouhodobým průměrem 1981–2010, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%), kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



Obr. 4.22 Aktuální vláhová bilance travního porostu na středně těžké půdě v mm, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%) v roce 2015, kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



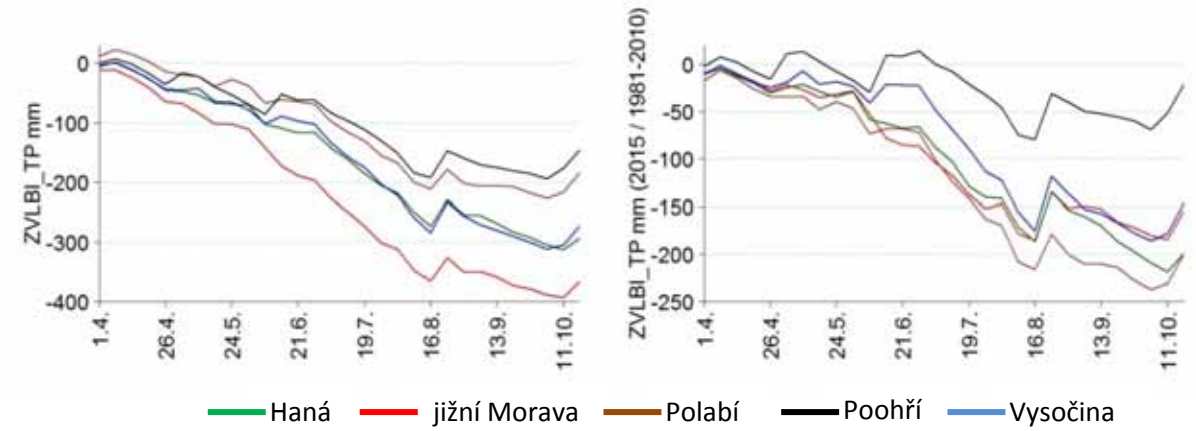
Obr. 4.23 Srovnání aktuální vláhové bilance travního porostu na středně těžké půdě v roce 2015 v mm s dlouhodobým průměrem 1981–2010, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%), kumulace hodnot od 1. 3. 2015.



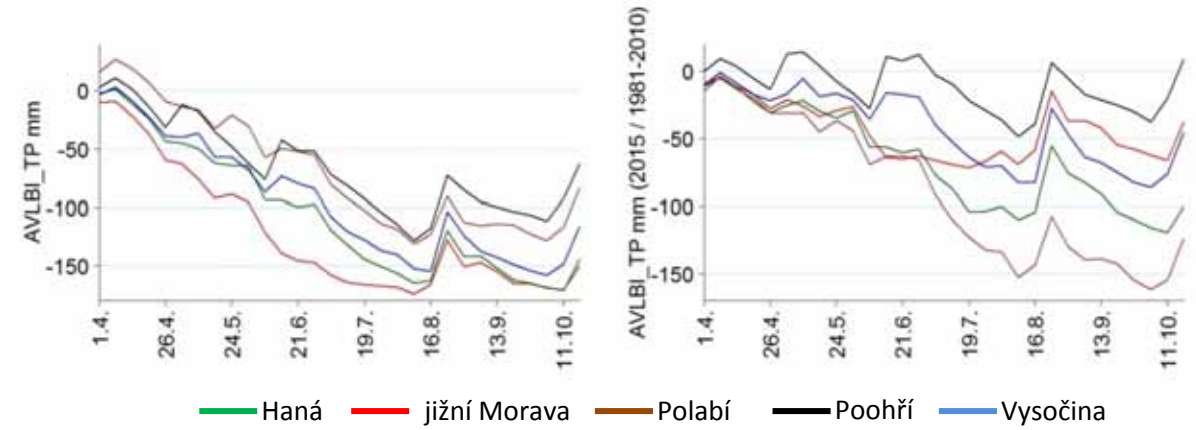
Obr. 4.24 Stanice Doksany a Strážnice, základní vláhová bilance travního porostu v roce 2015 vyjádřená v mm dlouhodobého průměru 1981–2010.



Obr. 4.25 Stanice Doksany a Strážnice, aktuální vláhová bilance travního porostu na středně těžké půdě v roce 2015 vyjádřená v mm dlouhodobého průměru 1981–2010.



Obr. 4.26 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrná základní vláhová bilance travního porostu v roce 2015, průběžná kumulace od 1. 4. 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (graf vpravo).



Obr. 4.27 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrná aktuální vláhová bilance travního porostu na středně těžké půdě v roce 2015, průběžná kumulace od 1. 4. 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 (graf vpravo).

5. Vyhodnocení vlhkosti půdy a dopadů sucha na vegetaci

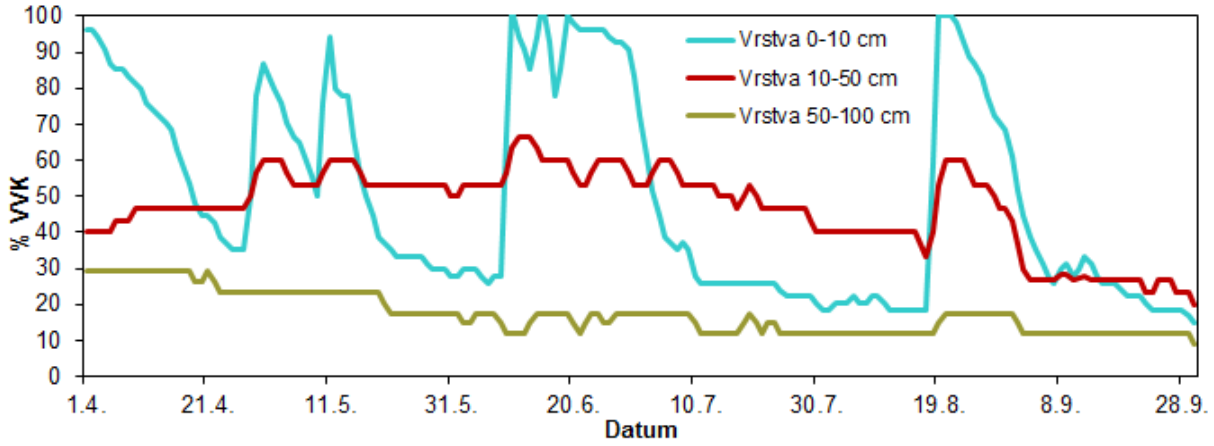
5.1. Vyhodnocení měřené vlhkosti půdy

ČHMÚ provádí v současnosti měření vlhkosti půdy na 42 meteorologických stanicích. Čidla jsou instalována na měřIcím pozemku stanice pod travnatým povrchem ve třech vrstvách: 0 až 10 cm, 10 až 50 cm a 50 až 100 cm. Vlhkost půdy je měřena v objemových procentech, pro účely prezentace i využití v praxi jsou tyto hodnoty často vyjadřovány v procentech využitelné vodní kapacity (dále jen VVK), což je pro daný půdní profil maximální objem pro rostliny využitelné vody. Matematicky se jedná o rozdíl mezi základními hydrolimity – bodem vadnutí a polní vodní kapacitou půdního profilu. Zhruba při vlhkosti na úrovni 30 % VVK se začíná významně snižovat dostupnost vody pro kořenový systém rostlin, hodnoty nižší než 30 % VVK proto lze již považovat za (půdní) sucho.

Obdobně jako u modelových hodnot vlhkosti půdy lze v letošním roce vysledovat výrazný proces vysušování až od letních měsíců. Ještě v závěru června byla průměrná vlhkost půdy ve vrstvě 0 až 100 cm nižší než 30 % VVK registrována pouze na 25 % stanic, v polovině července to bylo již na 35 % stanic, koncem července na 57 % a v polovině srpna na 75 % všech stanic. Po ochlazení a výskytu vydatnějších srážek ve druhé polovině srpna byla tato vlhkost zaznamenána již jen na 28 % stanic. Zářijový pokles vlhkosti již nebyl tak výrazný, v závěru měsíce byla průměrná vlhkost celého měřeného profilu pod 30 % VVK zjištěna na jedné třetině stanic.

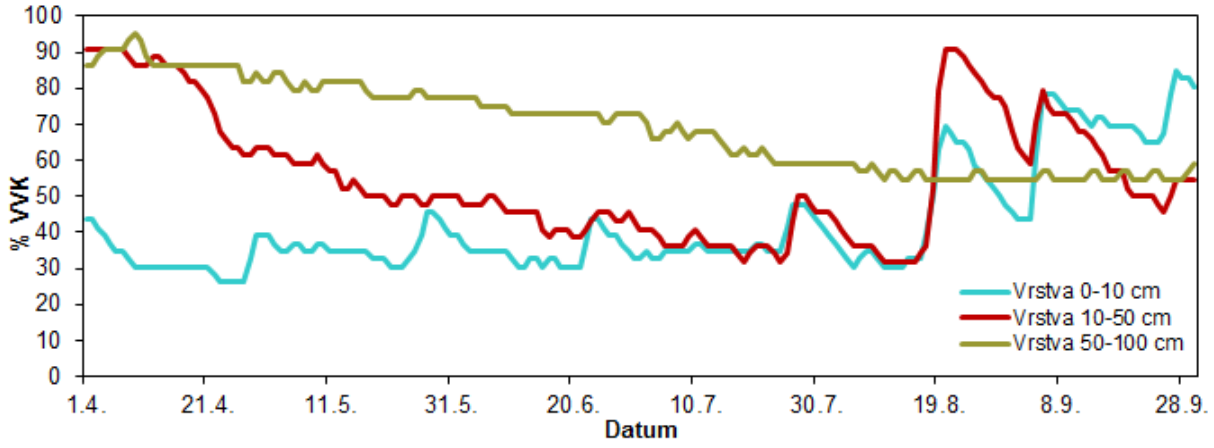
Grafy na obr. 5.1 až 5.3 ilustrují změny vlhkosti půdy na stanicích Doksany, Strážnice a Kuchařovice v průběhu vegetačního období roku 2015. Stanice Doksany reprezentuje nížinné polohy v povodí Labe a Ohře, stanice Strážnice dokumentuje stav v oblasti jihovýchodní Moravy, průběh vlhkosti na stanici Kuchařovice lze považovat za typický pro suchou oblast jižní Moravy.

V důsledku suchého podzimního a zimního období 2014/2015 výrazně klesla vlhkost půdy v Doksanech, především v nejhlubší sledované vrstvě. Zde se vlhkost držela pod 30 % VVK během celého sledovaného období a trend jejích hodnot byl stále klesající. Obě svrchní vrstvy půdy, zejména vrstva 0 až 10 cm, reagovaly výrazněji na občasné jarní a také červnové srážky, sušší období se střídala s vlhčími. Významnější pokles nastal na počátku července a vyvrcholil v závěru druhé dekády srpna, poté nastalo výrazné zvýšení vlhkosti a opět pokles, poměrně vyrovnaný průběh v září a v závěru měsíce pokles půdní vlhkosti ve všech hladinách na minimální hodnoty celého vegetačního období.



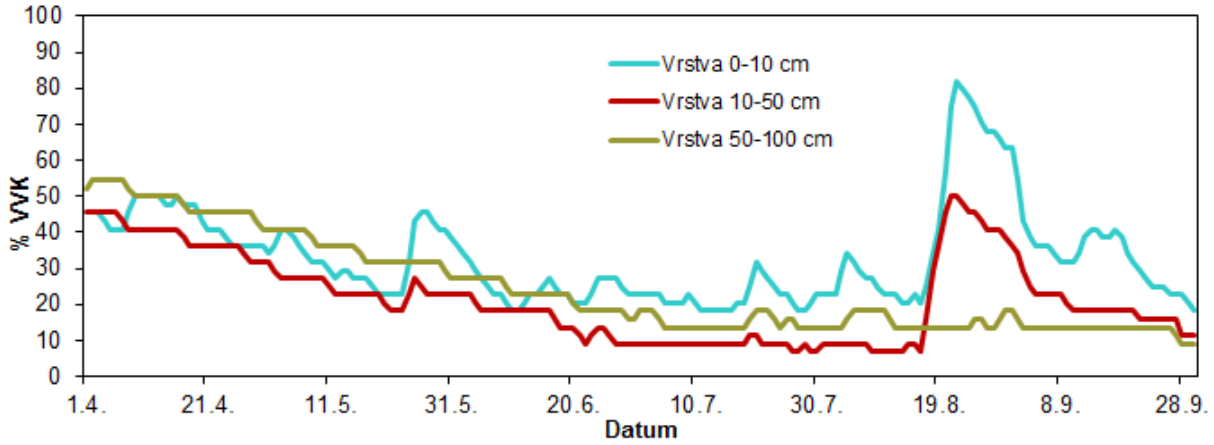
Obr. 5.1 Chod vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK pod travnatým povrchem na stanici Doksany ve vegetačním období roku 2015.

Poněkud odlišný průběh vlhkosti půdy byl zaznamenán na stanici Strážnice. Na začátku vegetačního období zde byla ve vrstvách 10 až 50 i 50 až 100 cm vysoká zásoba půdní vody, která pak začala klesat, strměji ve vrstvě 10 až 50 cm, kde po dočasném zvýšení vlhkosti z bouřkových srážek v závěru července nastal propad až ke 30 % VVK na počátku druhé poloviny srpna. Po přechodném zlepšení se vlhkost v září opět snížila a v závěru měsíce byla téměř shodná s nejhlubší vrstvou. Vysychání v nejhlubší půdní vrstvě bylo znatelně mírnější, ale pokračovalo až do konce srpna, poté zde měla vlhkost vyrovnaný průběh. Na svrchní vrstvě jsou zřejmé největší výkyvy vlivem občasných srážek, od konce června byl chod vlhkosti v této vrstvě téměř totožný s vrstvou 10 až 50 cm, konkrétní hodnoty však již byly v závěru vegetačního období v povrchové vrstvě vyšší.



Obr. 5.2 Chod vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK pod travnatým povrchem na stanici Strážnice vegetačním období 2015.

Velmi vyrovnaný průběh vlhkosti půdy ve všech sledovaných vrstvách je patrný u stanice Kuchařovice, drobné výkyvy jsou až do poloviny srpna zřetelné jen u svrchní vrstvy. Od počáteční hodnoty zhruba na úrovni 50 % VVK klesala vlhkost všech vrstev do poloviny srpna, v dalším vývoji byla vlhkost v nejhlubší vrstvě vyrovnaná, svrchní vrstvy se významně provlhčily v závěru srpna a v průběhu září opět vysychaly, na konci září se vlhkost ve všech vrstvách ustálila na hodnotách okolo 20 % VVK.



Obr. 5.3 Chod vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK pod travnatým povrchem na stanici Kuchařovice ve vegetačním období 2015.

5.2. Vyhodnocení modelované vlhkosti půdy pod travním porostem

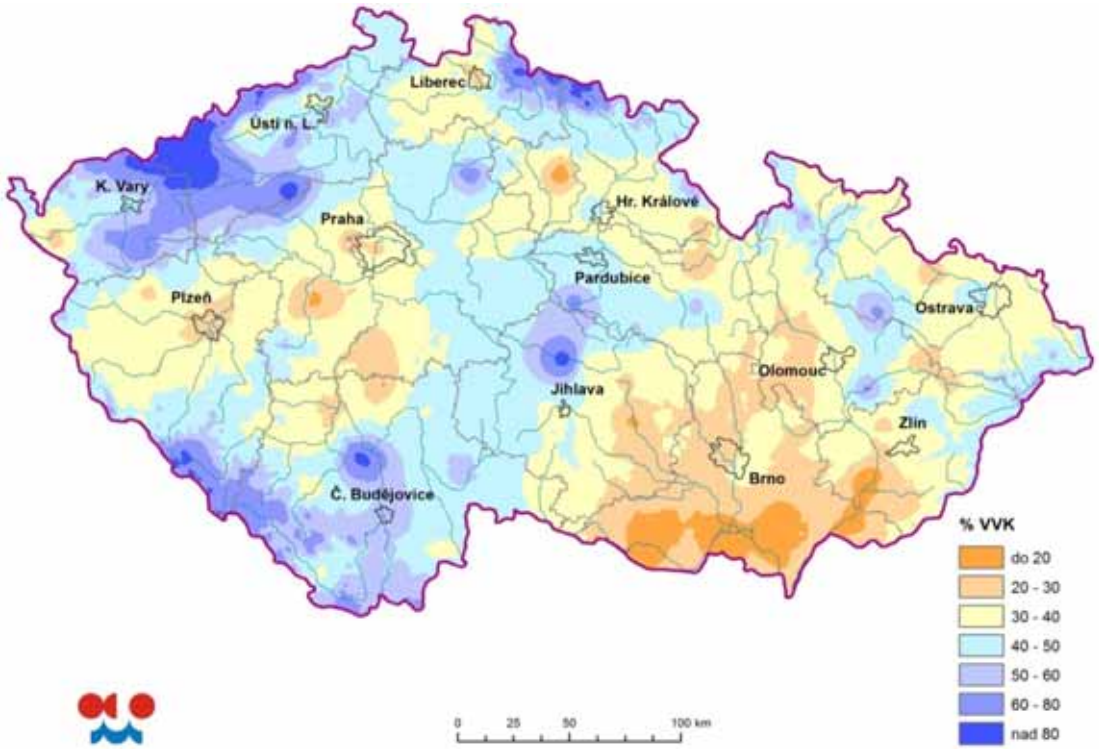
Vzhledem k řídké síti stanic s přímým měřením půdní vlhkosti a také pedologické rozmanitosti území ČR je nutné k plošnému hodnocení vlhkosti půdy využívat především výstupy modelové. V ČHMÚ je pro účely monitoringu vlhkosti půdy, a tím i sucha, provozováno několik modelů založených především na bilancování srážek, jako příjmové složky vody v krajině, a výparu, jako složky výdejové. Výpar je v naprosté většině těchto modelů zastoupen potenciální či aktuální evapotranspirací travního porostu, který tvoří tzv. standardní povrch meteorologických stanic. Pro ilustraci půdních poměrů hodnoceného období jsme vybrali ukázky ze dvou modelů, které různými přístupy odhadují vlhkost půdy v orniční vrstvě a v profilu 0 až 100 cm pod trávníkem.

Vrstva 0 až 40 cm (orniční vrstva)

V této podkapitole jsou prezentovány výstupy z modelu BASET, který hodnotí chod vlhkosti půdy pod trávníkem ve vrstvách 0 až 20 cm, 20 až 40 cm a 0 až 40 cm. Jako vrstva orniční byla v tomto případě označena vrstva do 40 cm, která se nejvíce blíží realitě zemědělských půd v ČR. Uvedený model vychází z denní bilance srážek a aktuální evapotranspirace, pro každou stanici zapojenou do výpočtu je určena hodnota využitelné vodní kapacity (VVK) dle pedologických poměrů stanice či nejbližšího okolí.

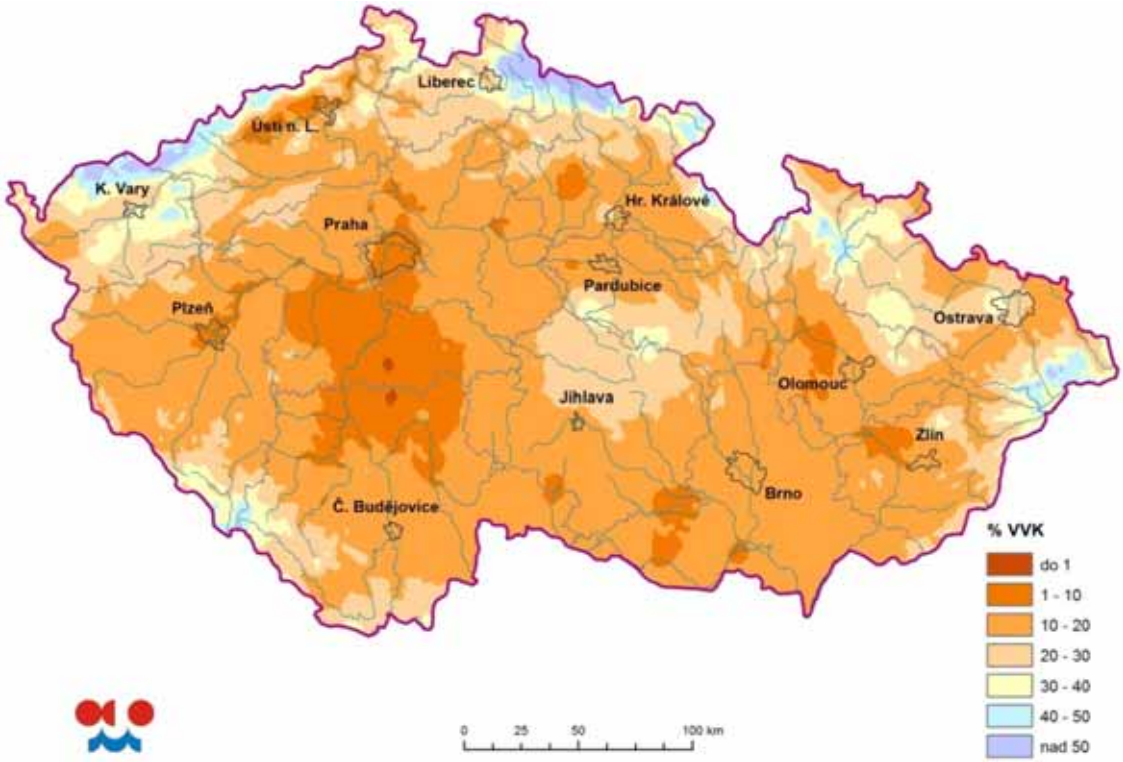
Vrstva do 40 cm reaguje ve srovnání s vrstvou do 100 cm „živěji“ na průběh počasí, to znamená, že i relativně malé srážky mohou krátkodobě zastavit proces vysychání této vrstvy a naopak při déletrvajícím deficitu srážek může vlhkost orniční vrstvy klesnout výrazněji než vlhkost vrstvy 0 až 100 cm. Extremitu letošního léta dokumentuje mimo jiné fakt, že průběh vlhkosti v této vrstvě se svým kontinuálním sestupem velmi podobal průběhu u vrstvy hlubší.

První projevy půdního sucha byly v hodnocené vrstvě zaznamenány již v dubnu, ale relativně chladnější květen se slabšími, ale během měsíce celkem rovnoměrně rozloženými srážkami, situaci částečně stabilizoval. Výraznější projevy sucha se začaly objevovat až od konce května a v průběhu června postupně sílily – mapka na obr. 5.4 zachycuje stav v polovině června, kdy je suchem postižena hlavně jižní Morava.



Obr. 5.4 Modelovaná vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na území ČR, stav k 14. 6. 2015.

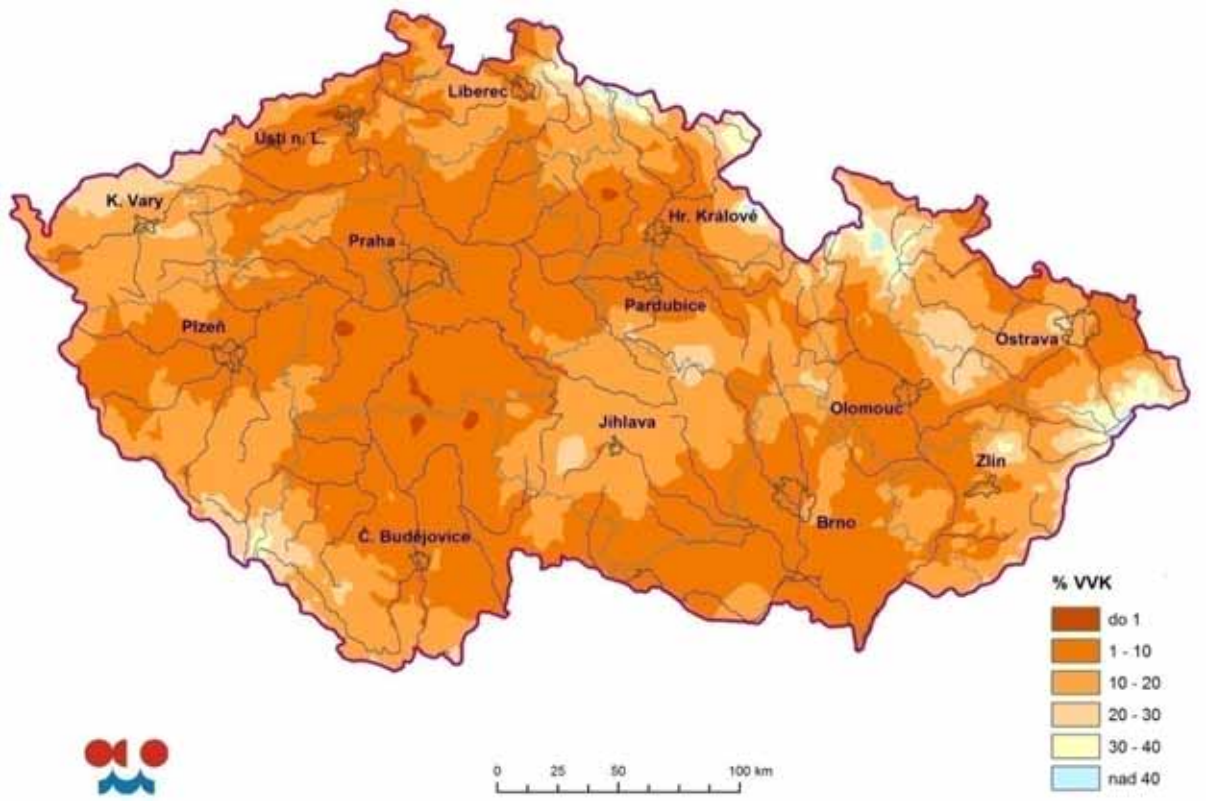
Následné prohlubování vlhkostního deficitu je zřejmé z mapky na obr. 5.5, reprezentující zhruba polovinu července. Zasažena je již většina nižších poloh, nejnižší hodnoty se nacházejí jižně od Prahy.



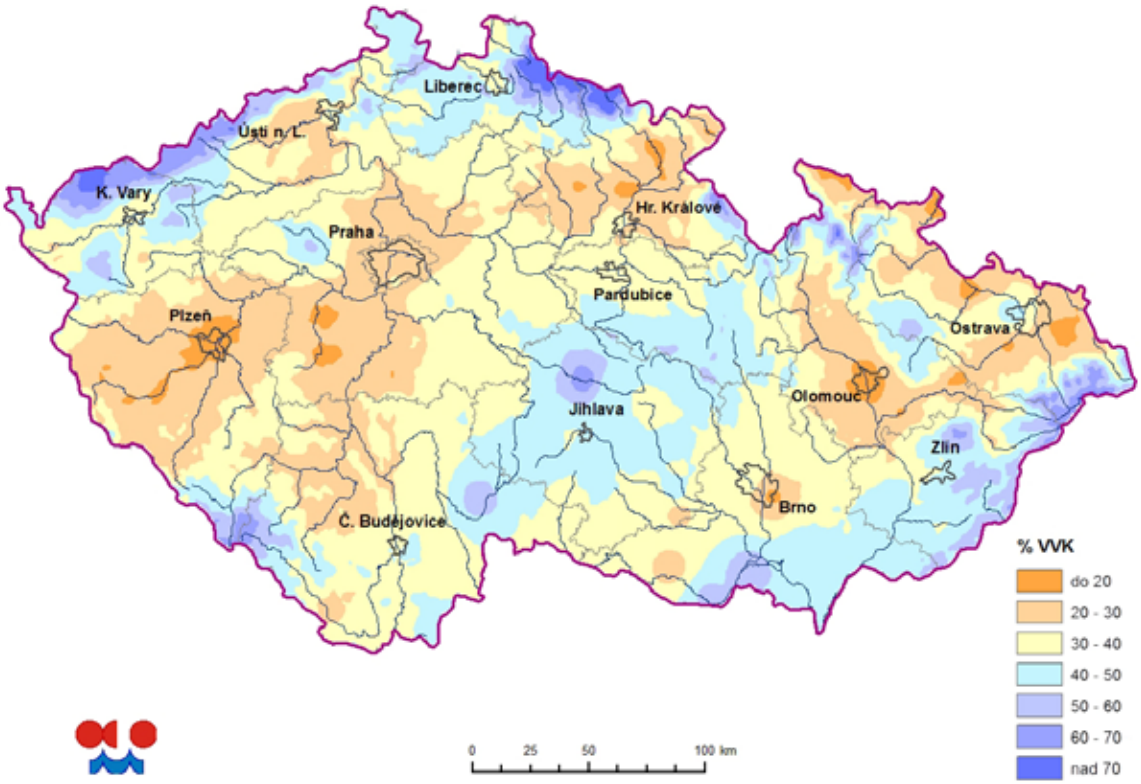
Obr. 5.5 Modelovaná vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na území ČR, stav k 19. 7. 2015.

Mapa na obr. 5.6 zobrazuje stav k 12. srpnu 2015, který lze na území ČR označit za vyvrcholení procesu vysychání orniční půdní vrstvy. V některých oblastech tento proces pokračoval ještě i následující dva až tři dny, zároveň se ale na jiných místech již začaly objevovat vydatnější srážky. Z mapky je zřejmé, že prakticky na celém území ČR byly hodnoty vlhkosti pod 30 % VVK, na většině dokonce pod 10 % VVK, tedy blízké bodu vadnutí. Celkově lze říci, že nejpostiženějšími oblastmi byly nižší polohy, z hlediska správního členění republiky na tom byly nejhůře kraje Jihomoravský a Středočeský.

Po ochlazení a poměrně vydatných srážkách v polovině srpna se vláhová situace ve vrstvě do 40 cm zlepšila, nicméně sucho na velké části území pokračovalo s menší intenzitou až do přelomu první a druhé dekády října, kdy teprve došlo k výraznému zlepšení. Stav typický pro většinu září je zachycen na obr. 5.7.

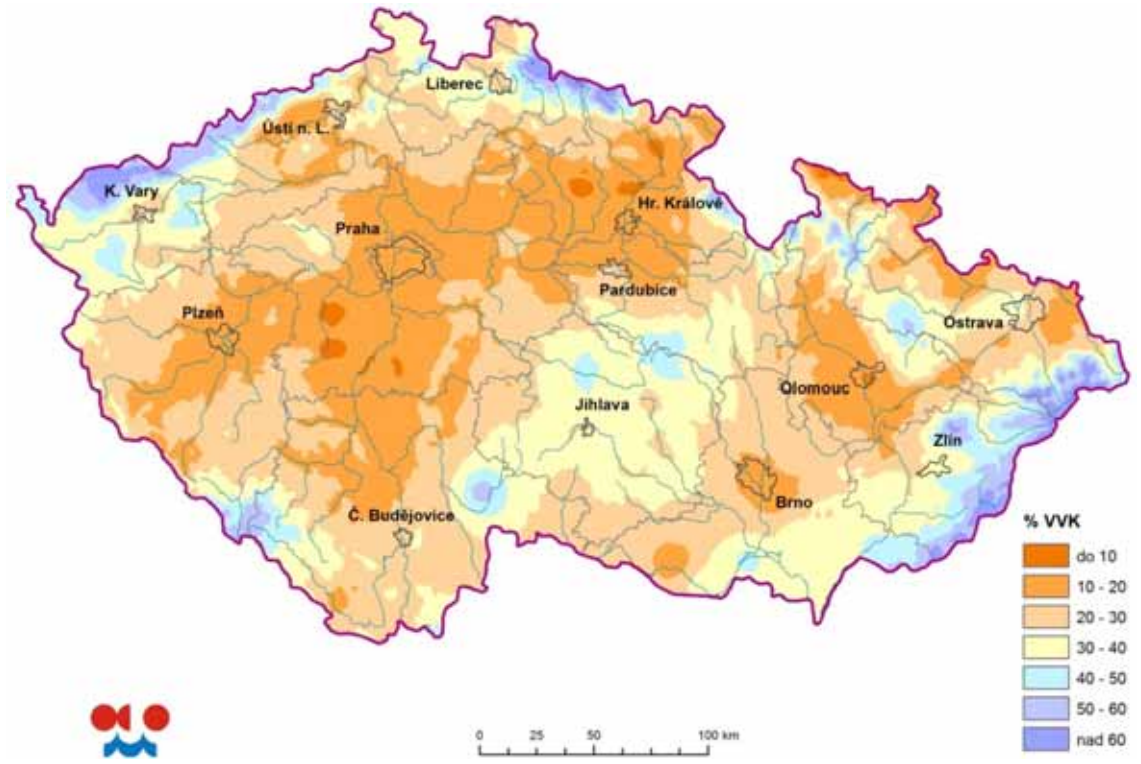


Obr. 5.6 Modelovaná vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na území ČR, stav k 12. 8. 2015.



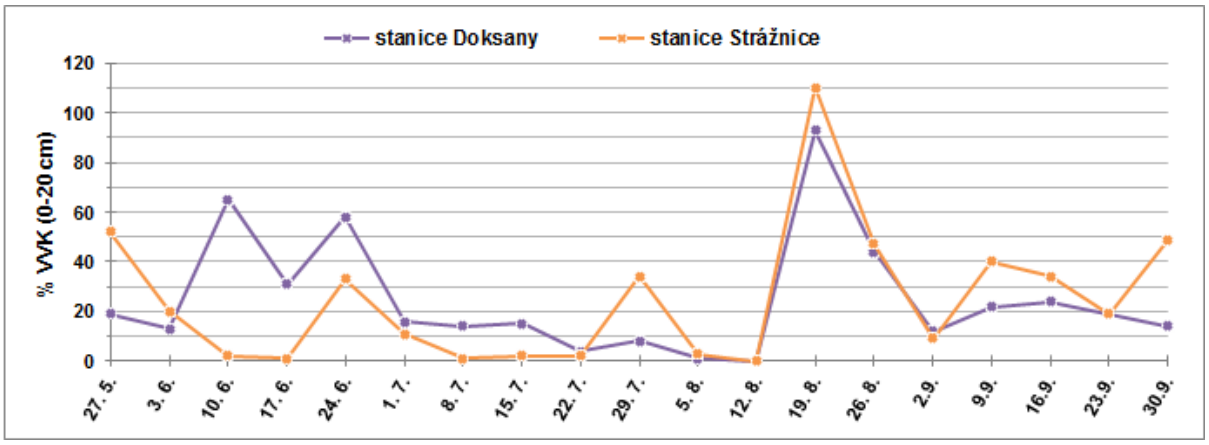
Obr. 5.7 Modelovaná vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na území ČR, stav k 13. 9. 2015.

Poslední výrazné snížení půdní vláhy ve sledované vrstvě bylo detekováno na počátku října (obr. 5.8), nejvíce bylo suchem zasaženo Polabí, rozsáhlá oblast jižně od Prahy a také střední Morava. Od druhé poloviny října již bylo sucho v orniční vrstvě zaznamenáno jen zcela ojediněle.

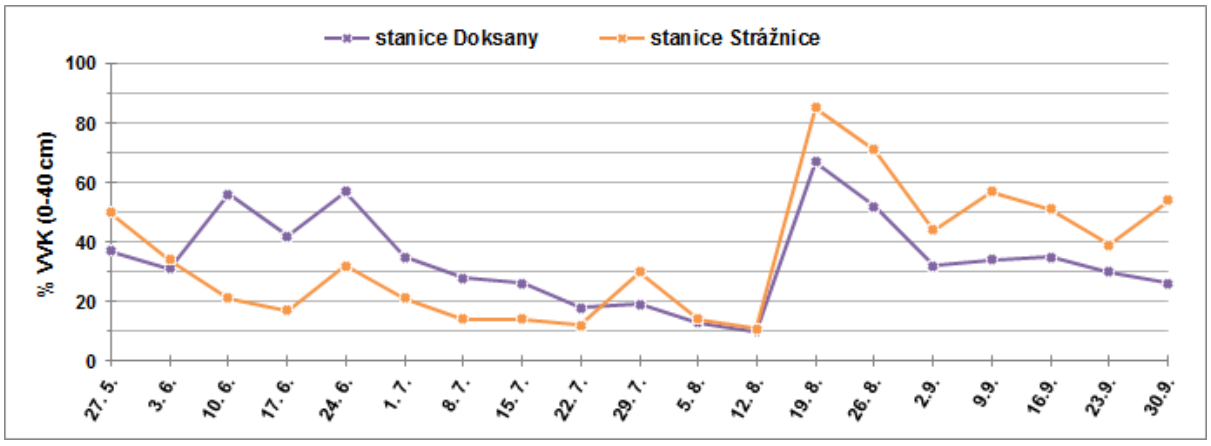


Obr. 5.8 Modelovaná vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na území ČR, stav k 4. 10. 2015.

Grafy na obr. 5.9 a 5.10 znázorňují v týdenním intervalu průběh hodnot počítané vlhkosti půdy na stanicích Doksany a Strážnice od posledního týdne května do konce září 2015. Pro srovnání je prezentována i nejsvrchnější vrstva do 20 cm, ve které byly dosaženy ještě nižší hodnoty vlhkosti, ve Strážnici se po většinu léta až do poloviny srpna blížily bodu vadnutí. Z grafů je patrné výrazné provlhčení obou půdních vrstev ve druhé polovině srpna, návrat k nízkým hodnotám na začátku září a poměrně vyrovnaný chod vlhkosti v průběhu září.



Obr. 5.9 Průběh modelované vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK ve vrstvě 0 až 20 cm pod trávníkem od konce května do konce září 2015 na stanicích Doksany a Strážnice.



Obr. 5.10 Průběh modelované vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem od konce května do konce září 2015 na stanicích Doksany a Strážnice.

Vrstva 0 až 100 cm

Pro prezentaci vlhkosti půdy pod travním porostem v profilu 0 až 100 cm jsou využity výstupy modelu AVISO. Základním výstupem zmíněného modelu jsou denní údaje aktuálního vláhového deficitu v mm, což je nedostatkové množství využitelné vody v půdě chybějící do polní vodní kapacity. Předkládané hodnocení je založeno na jednotném hydrolimitu VVK = 170 mm na 1 m půdního horizontu;z hlediska půdních druhů se jedná o půdy středně těžké, které na území ČR převládají. Výsledkem hodnocení je modelová zásoba využitelné vody v půdě s travním porostem (dále jen ZVVP_TP) vyjádřená v % VVK.

Obecně lze konstatovat, že čím jsou nižší aktuální hodnoty ZVVP_TP vyjádřené v % VVK, resp. nižší podíly aktuálních hodnot ZVVP_TP na dlouhodobém průměru (mapy

na obr. 5.11), tím je vyšší pravděpodobnost výskytu nepříznivých půdně-vlhkostních podmínek, a tedy vyšší pravděpodobnost rizika výskytu půdního sucha.

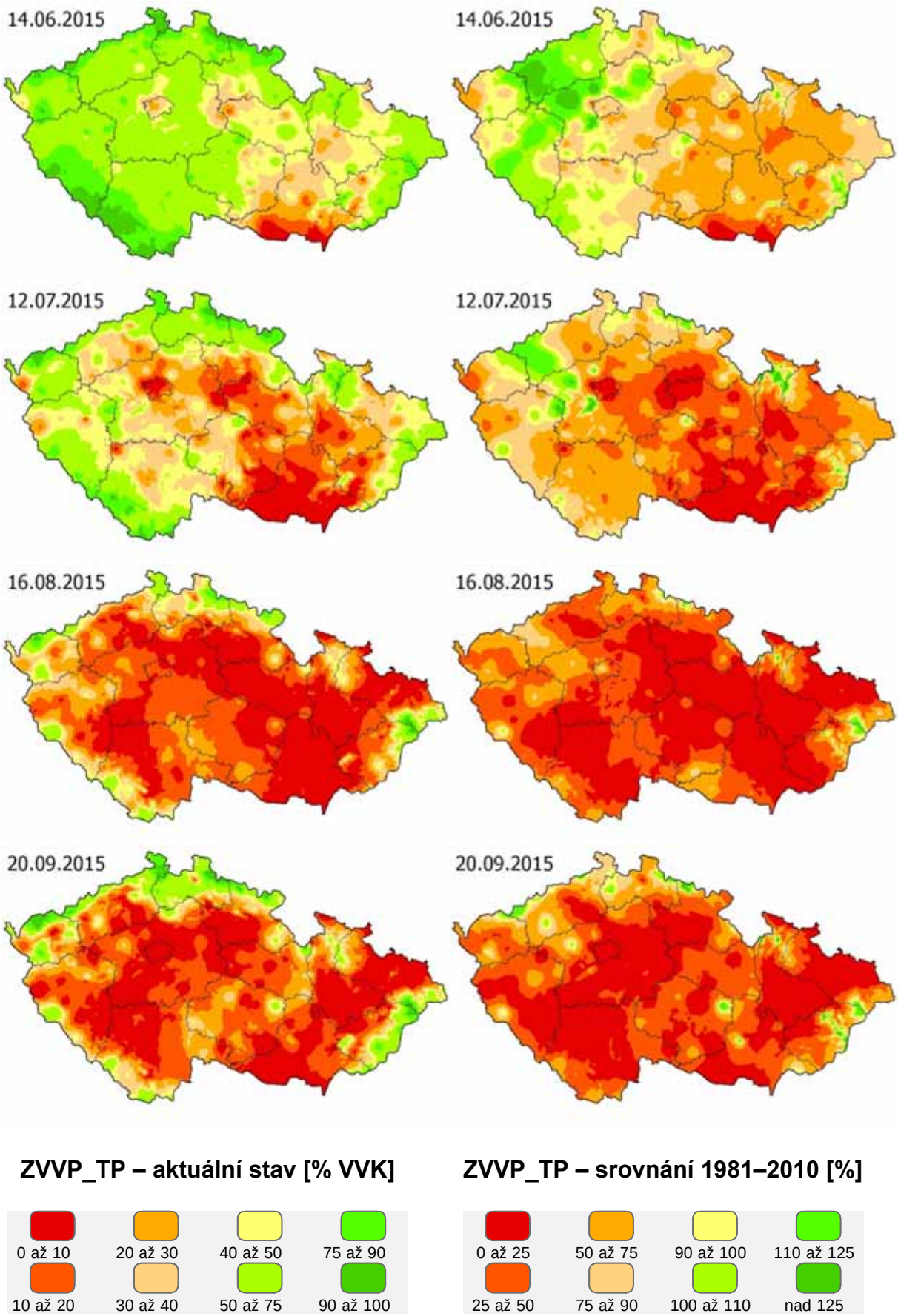
Přehledné mapy na obr. 5.11 analyzují k vybraným dnům roku 2015 (14. 6., 12. 7., 16. 8., 20. 9.) aktuální stav ZVVP_TP v % VVK a jeho srovnání s dlouhodobými podmínkami období 1981–2010 vyjádřené v %.

Až do konce května nebylo pro půdní vrstvu 0 až 100 cm dosaženo hodnot modelové ZVVP_TP pod hranicí 20 % VVK; hodnoty v rozmezí 20 až 40 % VVK byly jen ojediněle zjištěny na jižní Moravě. Výrazné zhoršení půdně-vlhkostní situace nastalo již během června a nejintenzivněji se projevilo v průběhu letních měsíců července a srpna a během prvního podzimního měsíce září, což je patrné z uvedených mapek.

Vlhkostní situace na středně těžkých půdách do hloubky 100 cm byla z pohledu ZVVP_TP velmi nepříznivá k neděli 16. 8. a na velmi nízkých hodnotách vlhkost půdy setrvávala až do druhé poloviny září, a to na naprosté většině území ČR.

Podle mapy na obr. 5.11 vykazuje aktuální stav ZVVP_TP k neděli 16. 8. na rozsáhlých územích Moravy, východních, jižních i západních Čech extrémní hodnoty vlhkosti půdy pod 10 % VVK. Další rozsáhlá území republiky spadají do kategorie 10 až 20 % VVK. K obdobným závěrům docházíme při srovnání aktuálního stavu s dlouhodobými podmínkami; prakticky stejná území ČR vykazují při srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1981–2010 velmi nepříznivé vlhkostní poměry (ZVVP_TP většinou pod 30 % průměru). Lepší půdně-vláhová situace byla modelově zjištěna pouze pro okrajová pohoří republiky. Velmi podobnou situaci v závěru září dokládá mapa k 20. 9. 2015.

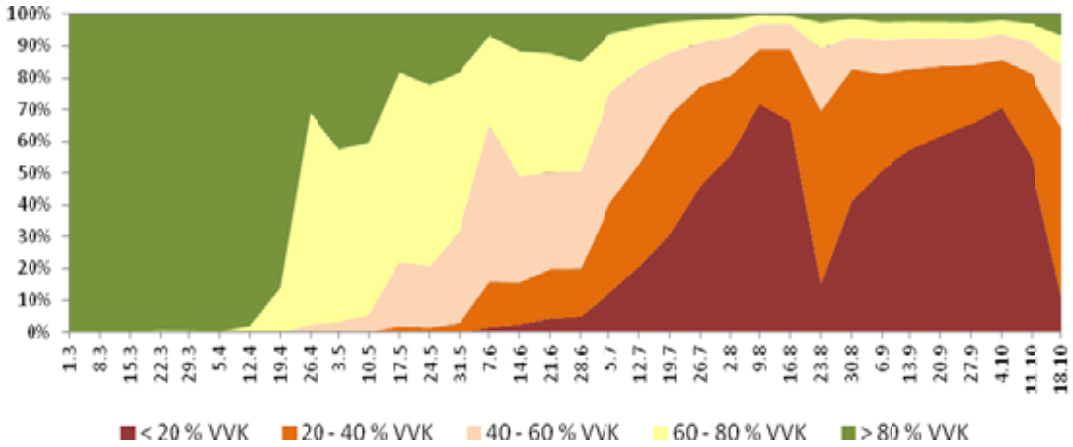
Podrobná analýza prokázala, že vlhkostní podmínky v půdě v letošním roce vykazovaly během měsíců červen až říjen prohlubující se negativní trend vývoje, přičemž nejméně příznivá situace nastala v polovině srpna a ve druhé polovině září.



Obr. 5.11 Zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách (VVK = 170mm na 1 m půdního profilu) pod travním porostem na území ČR, aktuální stav a srovnání s dlouhodobými podmínkami (1981–2010) pro vybrané dny.

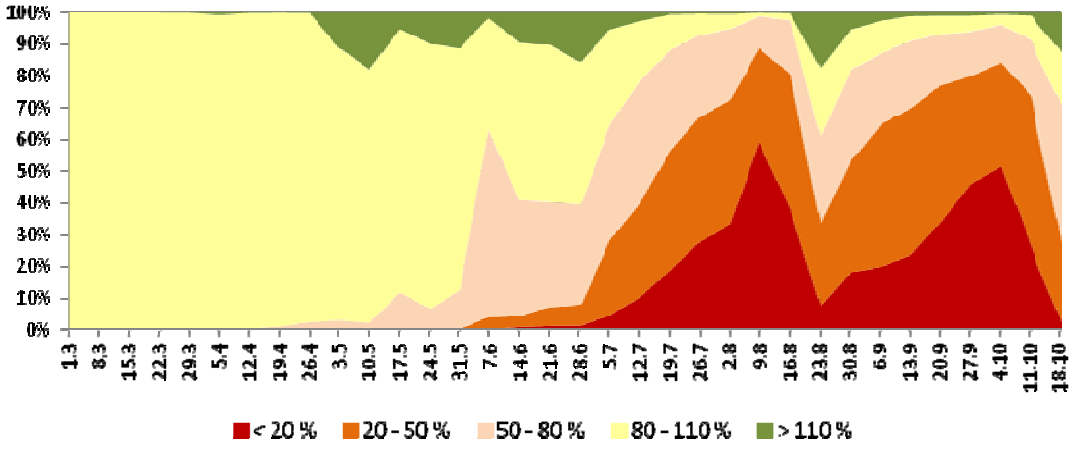
Grafy na obr. 5.12 a 5.13 zpracovávají pro celé území ČR po týdnech za období březen až polovina října aktuální stav roku 2015 a srovnání týdenních údajů ZVVP_TP s dlouhodobými úhrny 1981–2010. Z obou grafů lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % připadala průběžně po týdnech na vybrané intervaly (< 20 % VVK … > 80 % VVK, resp. < 20 % … > 110 %). Z předložených grafů vyplývá velmi výrazné zastoupení vlhkostně nejméně příznivých intervalů.

Z grafu na obr. 5.12 je zřejmé, že od poloviny srpna až do poloviny října oba nejméně příznivé intervaly (< 20 % VVK a 20–40 % VVK) průběžně charakterizovaly cca 80 % i více území ČR, a to převážně v nejnižších až středních nadmořských výškách. Jediný výrazný vzestup aktuální ZVVP_TP se projevil v polovině poslední dekády srpna, kdy vydatné srážky na většině území ČR zapříčinily krátké nadlepšení vláhových vlastností půdy. Lze konstatovat, že již od poloviny června průběžně, a navíc dosti výrazně narůstal na území ČR podíl obou vláhově nejméně příznivých intervalů.



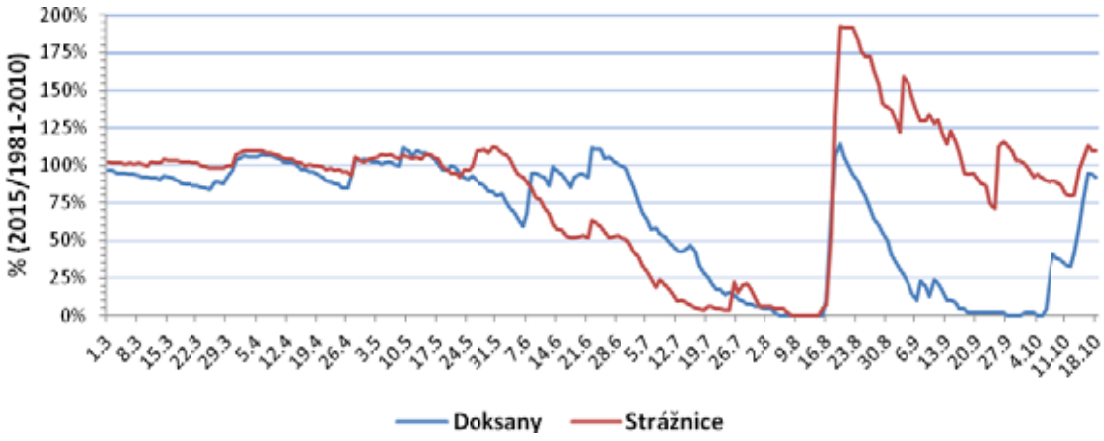
Obr. 5.12 Zásoba využitelné vody na středně těžké půdě s travním porostem na území ČR, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%) v roce 2015 (březen až říjen).

Srovnatelná situace plyne z analýzy grafu na obr. 5.13. Vydatné srážky v polovině poslední dekády srpna byly příčinou časově omezeného nadlepšení vláhových vlastností půdních podmínek i při srovnání roku 2015 s dlouhodobými poměry. Také z grafu na obr. 5.13 vyplývají pro většinu území republiky výrazně negativní projevy půdního sucha. Přibližně od poloviny července až do konce sledovaného období ZVVP_TP byla více než polovina území ČR pod 50 % dlouhodobého průměru 1981–2010.



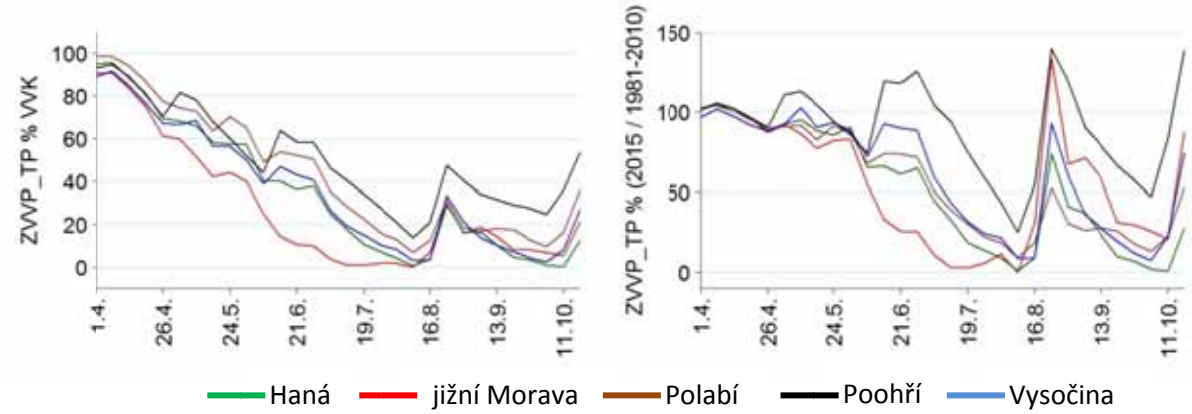
Obr. 5.13 Srovnání zásoby využitelné vody na středně těžké půdě s travním porostem v roce 2015 (březen až říjen) s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR v %.

Časový průběh denních hodnot ZVVP_TP v roce 2015 (duben až říjen) vyjádřených v % dlouhodobého průměru 1981–2010 je pro stanice Doksany a Strážnice uveden na obr. 5.14.



Obr. 5.14 Stanice Doksany a Strážnice, zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách s travním porostem v roce 2015 (duben až říjen) vyjádřená v % dlouhodobého průměru 1981–2010.

Grafy na obr. 5.15 dokumentují časový průběh průměrných hodnot ZVVP_TP v roce 2015 (období duben až říjen) a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v % pro vybrané oblasti ČR (Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří, Vysočina). Každá z oblastí je reprezentována souborem vybraných stanic.

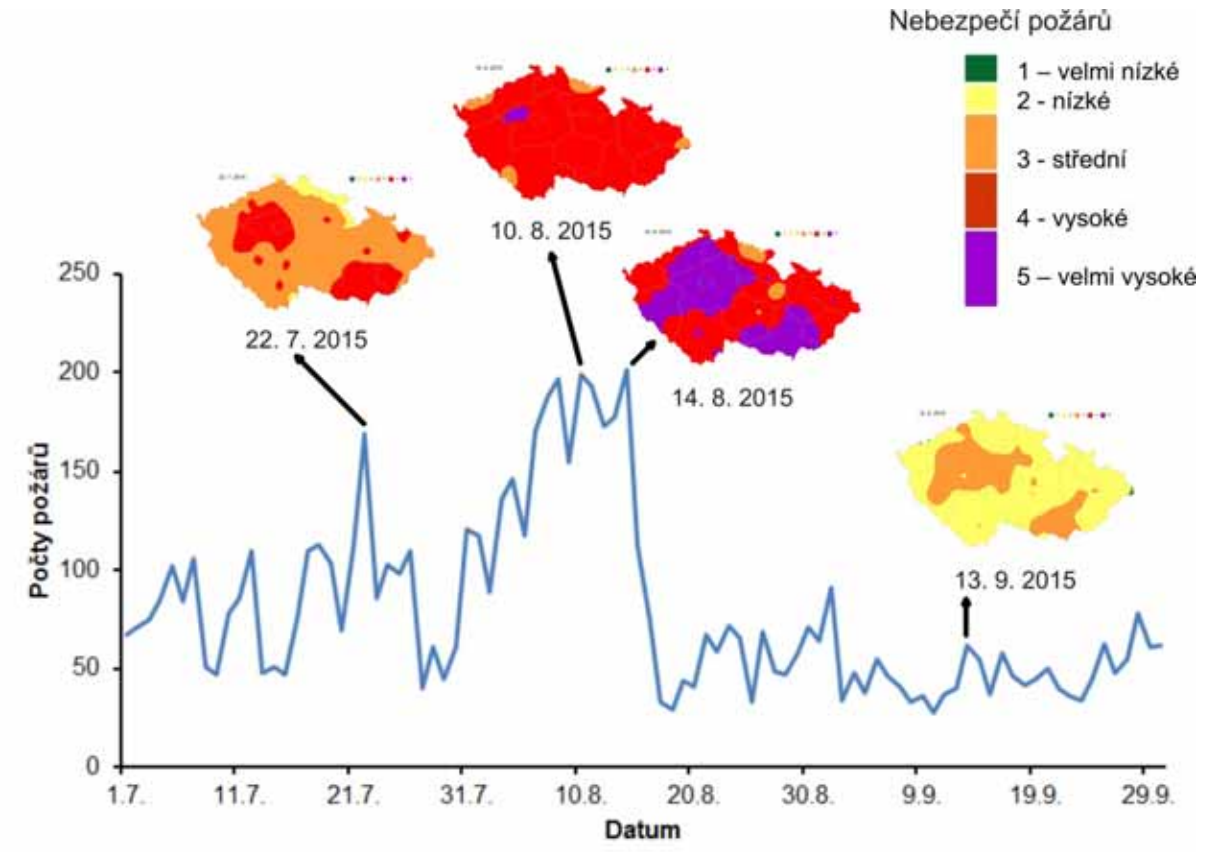


Obr. 5.15 Oblasti Haná, jižní Morava, Polabí, Poohří a Vysočina, průměrná zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách s travním porostem v roce 2015 (graf vlevo) a srovnání s dlouhodobým průměrem 1981–2010 v % (graf vpravo).

5.3. Vyhodnocení modelované úrovně nebezpečí požárů

Pro posouzení nebezpečí vzniku a šíření požárů vegetace v otevřené krajině je od roku 2006 v ČHMÚ modelově počítán tzv. index nebezpečí požárů INP. Index vyhodnocuje pro nejbližší dva dny nebezpečí požárů ve vegetačním období v pěti třídách: 1 – velmi nízké, 2 – nízké, 3 – střední, 4 – vysoké, 5 – velmi vysoké. Pro jeho výpočet jsou využívány předpovídané denní hodnoty maximálního nárazu větru, maximální teploty vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu a také vlhkosti půdy v povrchové vrstvě (využívána měřená i modelová data). Index je prezentován v mapové formě a slouží předpovědním pracovištím ČHMÚ v rámci systému integrované výstražné služby (SIVS).

Zatímco v minulých letech byly registrovány vysoké hodnoty indexu nebezpečí požárů především v jarním období, v roce 2015 se kombinací klimatického a půdního sucha s velmi vysokou teplotou vytvořily mimořádně příznivé podmínky pro vznik požárů v letních měsících. Na začátku července převládalo na většině území ČR ještě střední nebezpečí požárů, v druhé půlce měsíce již vysoké nebezpečí a na začátku srpna se vyskytovaly i oblasti s velmi vysokým nebezpečím požárů. Podle předběžných dat Hasičského záchranného sboru ČR vyjížděli hasiči k nejvyššímu počtu požárů v letním období za posledních 20 let. Ve srovnání s dlouhodobým průměrem byl v červenci dvojnásobný počet požárů, v první polovině srpna dokonce již čtyřnásobný. Častou příčinou požárů byla lidská nedbalost a neopatrnost. Průběh počtu požárů v jednotlivých dnech dobře korespondoval s vydávanou prognózou. V grafu na obr. 5.16 je zobrazen vývoj počtu požárů v ČR v červenci až září roku 2015 a mapky s indexem nebezpečí požárů pro vybrané dny. Z nich je patrné, že zatímco 22. července převládalo na většině území střední nebezpečí (oranžová barva), bylo 10. srpna vysoké nebezpečí (červená barva) a 14. srpna již velmi vysoké nebezpečí požárů (fialová barva). Srážková činnost v polovině srpna velmi rychle snížila stupeň nebezpečí na nejnižší úroveň, v září již byly podmínky pro vznik požárů méně příznivé, z grafu je patrná vyrovnanost počtu požárů v průběhu celého měsíce. Po přechodném zvýšení rizika vzniku požárů na přelomu září a října již nastalo období s poklesem tohoto rizika na minimum.



Obr. 5.16 Průběh počtu zaznamenaných požárů v ČR a mapy s předpovídaným indexem nebezpečí požárů pro vybrané dny v červenci až září 2015. Zdroj údajů o počtu požárů: Hasičský záchranný sbor ČR (předběžná data).

5.4. Vyhodnocení dopadů sucha na fenologický vývoj rostlin

Sucho bývá v podmínkách ČR téměř vždy doprovázeno i dalšími meteorologickými faktory, které jeho intenzitu zesilují a zároveň samy působí negativně na rostlinné organismy. V roce 2015 je možno uvést především periody velmi vysokých hodnot denní maximální teploty, nadprůměrný počet hodin slunečního svitu, nízké hodnoty relativní vlhkosti vzduchu a také vysokou teplotu půdy. Všechny uvedené faktory zvyšovaly deficit půdní vláhy a zároveň vytvářely podmínky, které jsou označovány jako tzv. „heat stress“, tedy ohrožení rostlin vysokou teplotou.

Hodnocení vlivu sucha na rostlinné organizmy je vhodné rozdělit na hodnocení polních plodin a volně rostoucích druhů. Vzhledem ke zrušení fenologické sítě polních plodin nemá ČHMÚ v současnosti k dispozici jednotnou metodikou napozorovaná data, na kterých by mohl být dokumentován vliv sucha na zemědělskou výrobu. Přesto je možno na základě agrometeorologické analýzy průběhu sucha, ambulantních terénních pozorování a také veřejně dostupných informací učinit tyto předběžné závěry:

- v jarním období (březen až květen) docházelo v roce 2015 sice k prvním projevům půdního sucha, ty ale neměly na většinu zemědělských kultur nijak dramatický dopad, srážkový deficit ještě nebyl příliš vysoký, příznivě působil i relativně chladnější květen;
- letní období (červen až srpen) již přineslo prudký pokles vláhy a vysokou teplotu, tyto faktory ovšem působily diferencovaně dle vývojové fáze, ve které zastihly konkrétní druhy – u části obilovin a u řepky byl vliv sucha většinou spíše pozitivní pro sklizeň i kvalitu úrody, obdobně lze hodnotit i vliv na vinnou révu, naopak u jiných plodin se sucho stalo velkým problémem, a někdy působilo až likvidačně, což se týká např. brambor, chmele, zeleniny, kukuřice, meziplodin a krmiva pro dobytek;
- začátek podzimu (září a říjen) přinesl místy komplikace při vzcházení ozimů, zejména u řepky, jejíž optimální doba setí je v září, naopak např. při sklizni cukrové řepy vznikaly v říjnu problémy v důsledku vlhka v povrchové vrstvě půdy.

Pro hodnocení dopadů sucha na volně rostoucí vegetaci jsou již k dispozici napozorovaná data z fenologické sítě ČHMÚ i z vlastních účelových pozorování prováděných v průběhu kritického období. Kromě informací o negativních dopadech sucha na vegetaci přinesla pozorování i dosti překvapivé poznatky o reakci rostlin na návrat, byť jen dočasný, příznivějších vláhových podmínek.

Nejméně se projevilo sucho na vegetaci v severních Čechách, odkud byl hlášený téměř nulový vliv na vegetaci, nejvýraznější dopady sucha byly zaznamenány v jižních a středních Čechách a v jihovýchodní polovině Moravy.

V případě bylin se projevilo sucho jejich zasycháním až spálením, zejména u trav (čeleď lipnicovité) a různých druhů jetele. S výjimkou severu Čech téměř vůbec nenarostla otava.

U dřevin jsme se setkali s různými reakcemi. Z jehličnanů byl suchem zasažen pouze smrk ztepilý, na němž byl zjištěn kombinovaný vliv meteorologických faktorů a působení lýkožrouta, který snáze napadá oslabené stromy. Uschlé starší stromy byly zjištěny v menších skupinkách na celém jihu Čech a na severu Moravy, mladší stromy usychaly na jihu Českomoravské vrchoviny plošně. Na Šumavě a v jižní polovině Českomoravské vrchoviny zasychaly a opadávaly šišky, jinde, např. v Jeseníkách,

Moravskoslezských Beskydech a v jižních Čechách bylo naopak pozorováno nezvykle velké množství šišek.

Listnaté druhy reagovaly na extrémní podmínky na mnoha místech předčasným žloutnutím listů, většinou s předstihem 1 až 2 měsíce (bez černý, lípa srdčitá, bříza bělokorá – někde plošně), u některých druhů, např. u jeřábu ptačího či habru obecného, listí uschlo, ale neopadalo. Řada dřevin shodila listy, aniž zežloutly, což bylo pozorováno především u bezu černého (celé keře, někde i plošně), buku lesního, jabloně domácí, lísky obecné a břízy bělokoré, na exponovaných místech také u trnovníku akátu, na severní Moravě částečně shodily listy i javor klen a javor mléč. Jak žloutnutí, tak opad listů nebo jejich uschnutí vedlo ke zmenšení listové plochy, a tím i snížení spotřeby vody dřevinami, protože plocha listů je dominantním faktorem evapotranspirace. U jiných druhů byla zjištěna částečná až úplná nekróza (odumření pletiv) listů, např. u všech druhů javoru a dubu, v teplejších oblastech místy i plošně.

V tabulkách 5.1 a 5.2 jsou uvedeny příklady dopadu sucha na listy vybraných dřevin. Záporná odchylka od dlouhodobého průměru (1992–2010) značí dřívější nástup příslušné fenofáze. V každé tabulce jsou modře označeny tři nejvyšší záporné odchylky od průměru.

Tab. 5.1 Nástup fáze žloutnutí listů 10 % na vybraných fenologických stanicích ČHMÚ.

Stanice/dřevina	**bříza bělokorá**	**buk lesní**	**dub letní**	**lípa srdčitá**	**jeřáb ptačí**	**bez černý**
	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka
Běleč nad Orlicí	12. 8. −28 dní	15. 8. −46 dní	16. 8. −40 dní	8. 8. −33 dní	20. 8. −19 dní	10. 8. −46 dní
Mšecké Žehrovice	10. 8. −41 dní	x	x	10. 8. −18 dní	x	x
Příkosice	x	7. 8. −49 dní	9. 8. -46 dní	6. 8. −47 dní	25. 8. −27 dní	7. 8. −48 dní
Zbiroh	15. 8. −26 dní	x	x	8. 8. −29 dní	x	x

Tab. 5.2 Nástup fáze opad listů 10 % na vybraných fenologických stanicích ČHMÚ.

Stanice/dřevina	**bříza bělokorá**	**buk lesní**	**dub letní**	**lípa srdčitá**	**líska obecná**	**habr obecný**
	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka	datum/ odchylka
Běleč nad Orlicí	27. 7. −55 dní	30. 7. −75 dní	1. 8. −68 dní	x	1. 8. −64 dní	x
Mšecké Žehrovice	12. 8. −61 dní	x	x	12. 8. −37 dní	x	x
Příkosice	x	12. 8. −56 dní	x	x	11. 8. −54 dní	11. 8. −51 dní
Zbiroh	18. 8. −31 dní	x	x	11. 8. −34 dní	x	x

Nepříznivé podmínky se projevily i na tvorbě a zrání plodů. Ze suchých plodů byly nejvíce zasaženy nažky všech v ČR rostoucích druhů javoru, jasanu ztepilého a oříšky lísky obecné, které nedozrály, uschly a opadaly. Obdobně se zastavil vývoj žaludů různých druhů dubu, jež zůstaly zelené, později rychle zhnědly a opadaly. Z dužnatých plodů byly postiženy především malvice jeřábu ptačího, které se mnohde během dozrávání scvrkly, souplodí ostružiníku křovitého, která zasychala plošně v různých stadiích vývinu, a peckovice bezu černého, které během zrání usychaly ve velkém množství. U některých druhů plody ustrnuly ve vývinu a nedozrály,např. malvice hrušně obecné nebo různých druhů hlohu a také bobule svídy krvavé.

Na exponovaných místech velmi často zcela uschly porosty vřesu obecného (obr. 5.17) a brusnice borůvky.



Obr. 5.17 Zcela uschlé keříky vřesu obecného (Callunavulgaris) na Boreckých skalách v Českém ráji na konci října 2015.



Obr. 5.18 Nově rašící listy bezu černého (Sambucusnigra) v Praze-Komořanech, vpravo jsou vidět opožděně dozrávající plody; začátek září 2015.

Zcela výjimečné poznatky byly získány v období od konce srpna do října, kdy část suchem nejvíce poškozené vegetace reagovala nástupem „jarních“ fází a vlastně tak zahájila nové vegetační období.

Obdobné projevy obnovy vegetace po jejím poškození lze občas vysledovat v jarních měsících, kdy se na dřevinách objevují nové listy jako náhrada pozdními mrazy poškozených či zcela zničených listů (naposledy např. v letech 2010 a 2011). V závěru léta a na podzim se tyto projevy omezují na několik málo druhů, a pokud k nim dochází, nejedná se většinou o důsledek poškození vegetace nepříznivými klimatickými podmínkami, ale chorobami či škůdci, jako příklad lze uvést častou reakci jírovce maďalu („kaštan“) na napadení klíněnkou jírovcovou. Stejně tak podzimní rozkvět řady druhů je poměrně běžným jevem nemajícím souvislost s předchozím poškozením rostlin vlivem počasí.

Od začátku září se postupně začaly na některých dřevinách, které v srpnu opadaly, objevovat nové listy. U stromů se jednalo hlavně o mladší jedince, u keřů o všechny věkové kategorie. Jako první se na řadě míst v nižších polohách olistil bez černý (obr. 5.18), roztroušeně po celé republice také lípa srdčitá. Později se přidal trnovník akát, ojediněle na sušších místech ve středním a dolním Povltaví, jinde jen zcela ojediněle. Dále se v nižších polohách olistily dub letní a dub zimní, na velmi mladých jedincích také habr obecný a jilm horský.U jeřábu ptačího byl tento jev pozorován ojediněle v různých částech státu. Na konci září se v nižších polohách začaly ojediněle olisťovat také javor klen a javor babyka. Až později, v průběhu října, se vzácně

objevily nové listy na buku lesním a vrbě jívě, v závěru října na řadě lokalit na kalině tušalaji. Nejvýrazněji zareagovala brusnice borůvka, na které od začátku září do konce října začaly růst nové listy na mnoha místech celé republiky. V případě borůvky narostly listy do plné velikosti, u ostatních druhů se tak stávalo jen výjimečně.

Pozoruhodným jevem byly ojediněle zaznamenané nové květy u některých dřevin. Zjištěny byly v září na brusnici borůvce, jeřábu ptačím a dubu letním, na konci října také na kalině tušalaji. V jednom případě byl pozorován opětovný rozkvět u trnovníku akátu. Ve výrazně větší míře než v jiných letech nově vykvetl a také se olistil jírovec maďal.U některých květů se objevily nezvyklé odchylky od „normálu“, např. u dubu letního byly zjištěny i oboupohlavné květy.

6. Vyhodnocení vývoje sněhových zásob

6.1. Sněhové zásoby na území České republiky

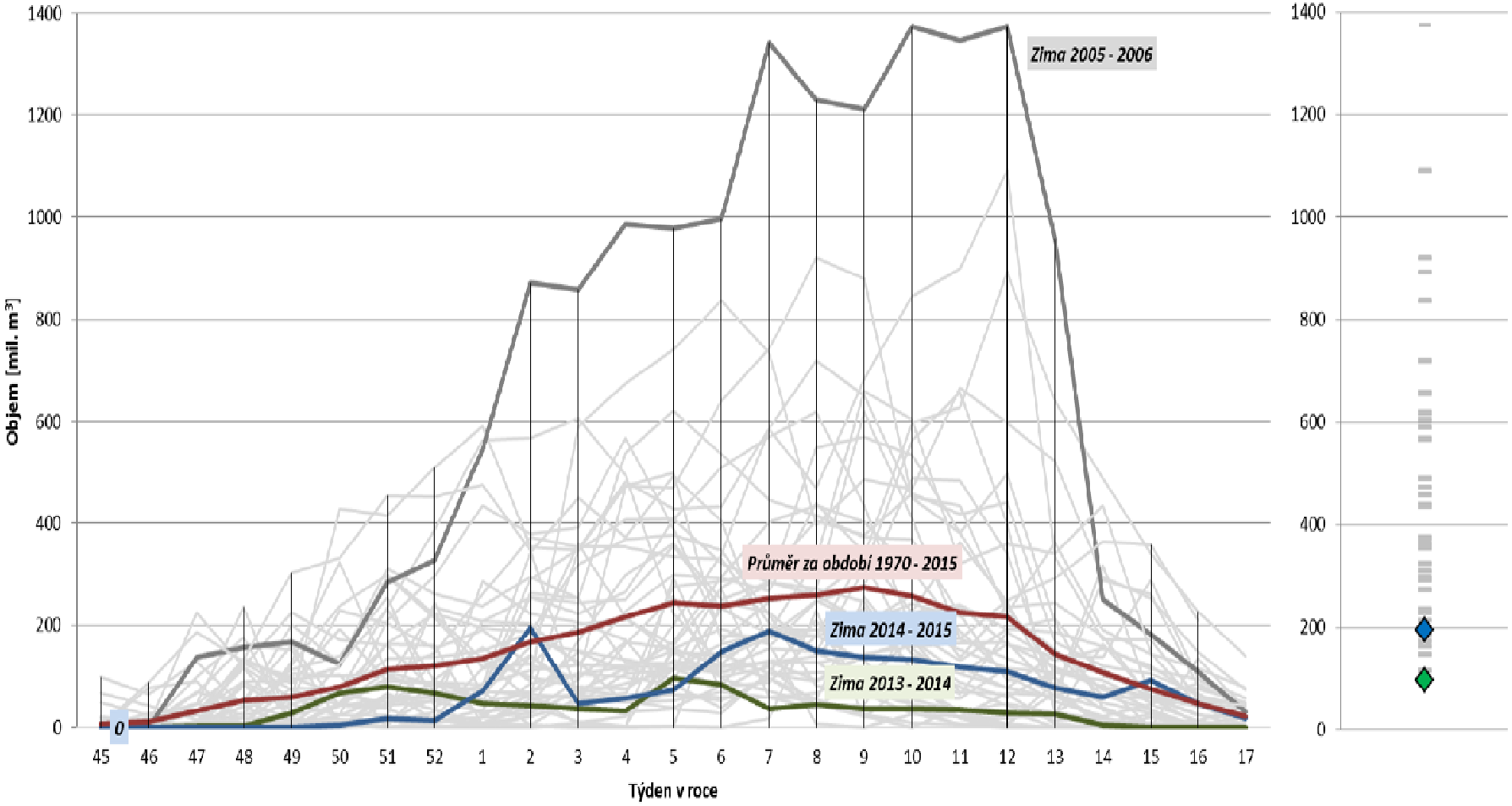
Množství vody akumulované ve sněhové pokrývce se vyhodnocuje v Českém hydrometeorologickém ústavu již od konce šedesátých let 20. století. Potřeba znalosti množství vody ve sněhové pokrývce vzrostla zejména po výstavbě vodních nádrží, která si vyžádala vývoj metod odhadu množství vody ve sněhu jako podkladu pro řízení nádrží v zimním a jarním období.Nejprve se vyhodnocovaly sněhové zásoby pouze pro tři nejvýznamnější vodní nádrže v Čechách – Lipno, Orlík a Nechranice. Výpočet probíhal na základě znalosti výšky sněhové pokrývky, která často musela být odborně odhadována. Největším problémem však bylo získání aktuálních dat od pozorovatelů, takže výpočty byly často opožděny.

Od sedmdesátých let probíhal výpočet vodní hodnoty sněhové pokrývky (SVH) s využitím metodiky výškových pásem. Princip tohoto výpočtu spočívá v extrapolaci změření bodové vodní hodnoty sněhové pokrývky do oblastí se stejnou nadmořskou výškou. Zavedení této metody umožnilo rozšířit výpočet i pro další významná povodí k profilům vodních děl na území České republiky.

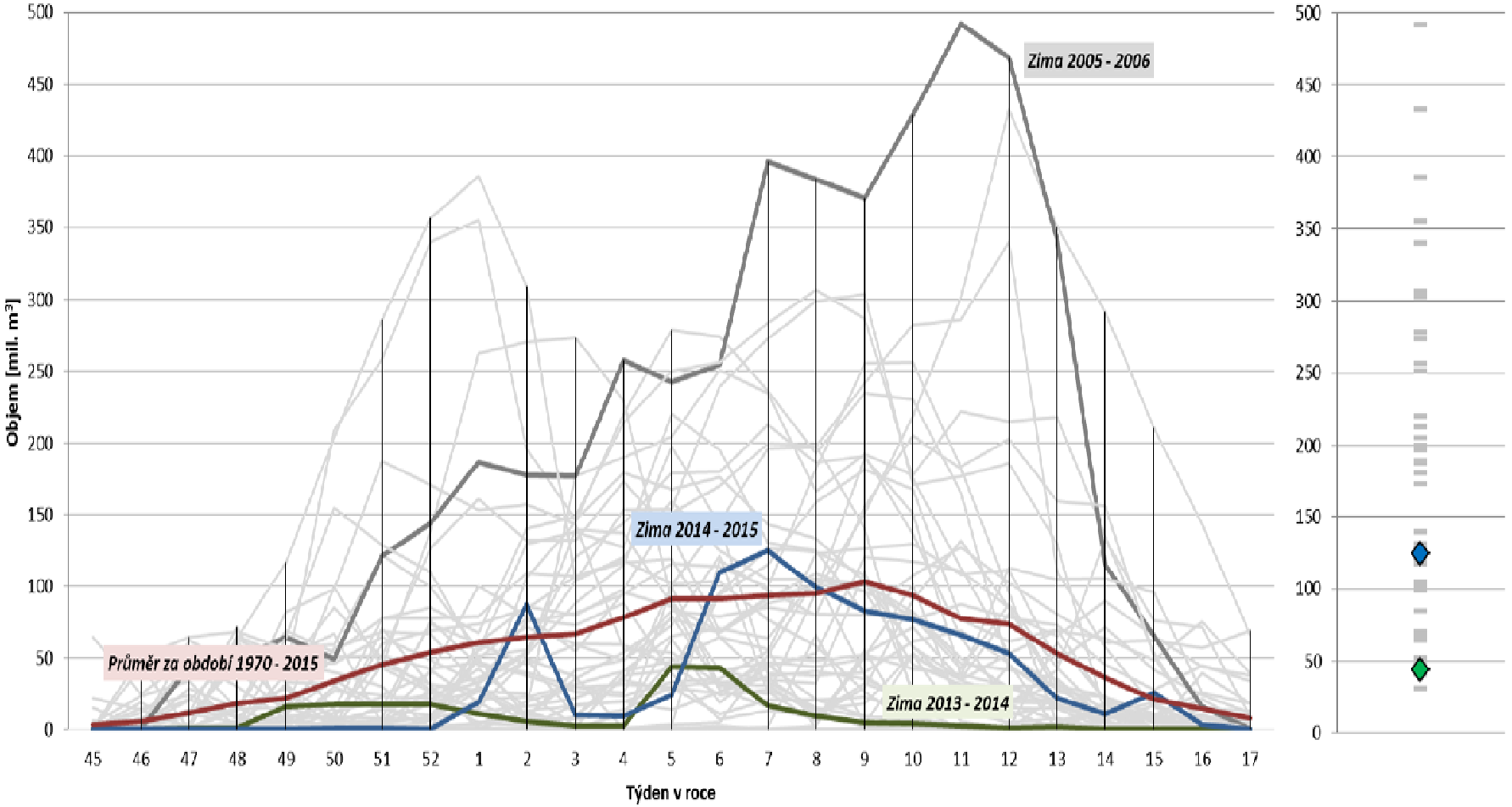
Od roku 2005 se již pro zpracování využívají tzv. geografické informační systémy (GIS). K výpočtu je použita extenze „orografická interpolace“, která nejvěrohodněji vystihuje reálné rozložení sněhu v krajině. S využitím GIS se výpočet zrychlil a také výrazně zpřesnil. Díky tomu mohl být seznam vyhodnocovaných povodí (reprezentujících vodní díla) rozšířen i o rozlohou malá povodí, ve kterých není vodní hodnota sněhu přímo měřena. V současné době je vyhodnocována vodní hodnota sněhové pokrývky celkem pro 135 povodí, většinou se jedná o povodí k profilům vodních děl. Vypočtené údaje reprezentují hodnoty z pondělního měření a jsou publikovány na webových stránkách ČHMÚ.
Dostupné z WWW: http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/snih/aktual.htm nejpozději v úterý do 13:00 SEČ.

K porovnání vypočítaného množství vody ve sněhové pokrývce byl vytvořena databáze množství SVH pro jednotlivá vyhodnocovaná povodí za období 1970–2015. Prostřednictvím této databáze lze velice rychle zhodnotit aktuální hodnoty SVH pro daná povodí v rámci celého období 1970–2015 a také zjistit roky s maximálními i minimálními hodnotami pro daný výpočtový týden.

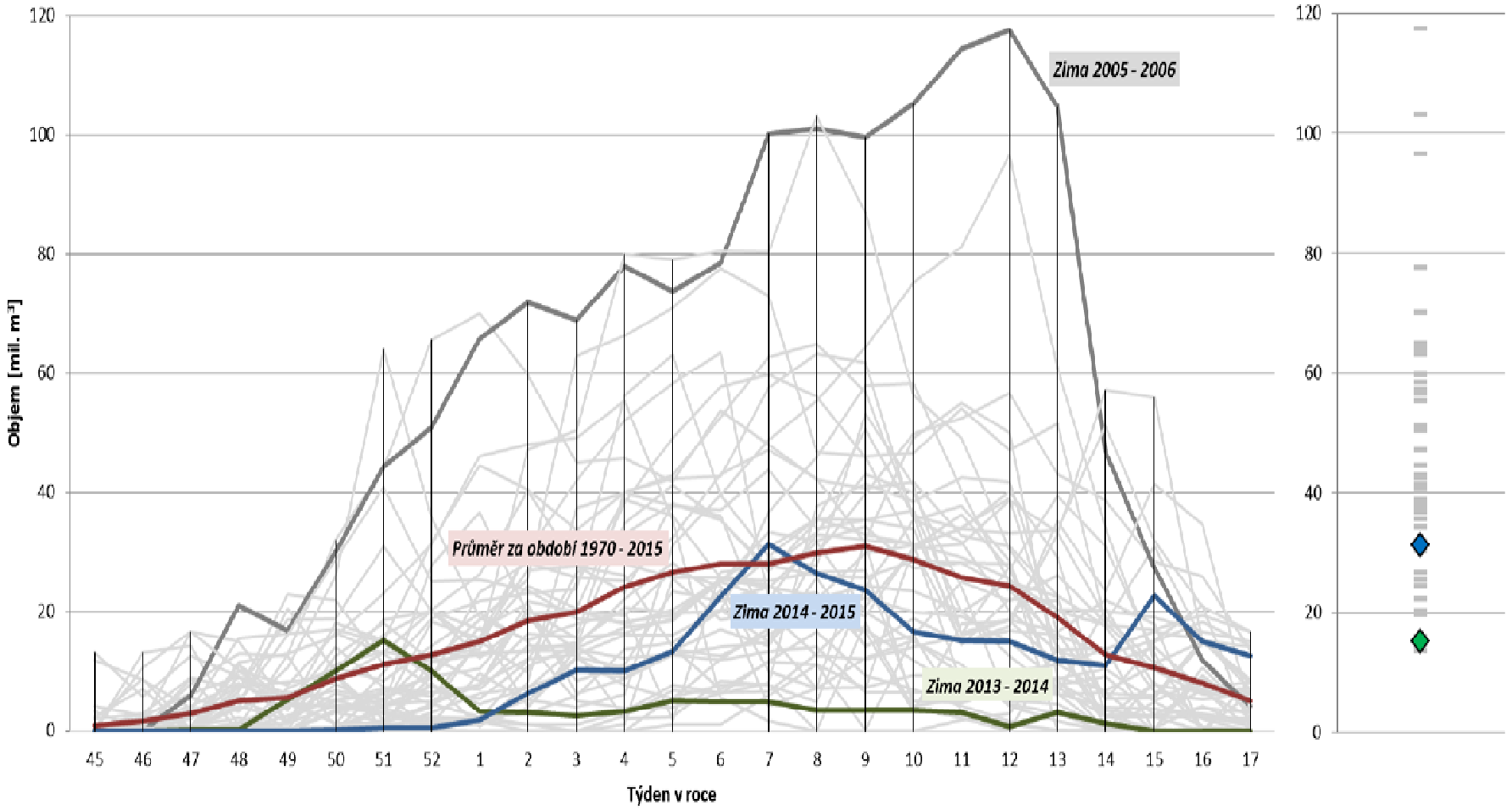
Grafy na obr. 6.1 až 6.6 znázorňují vývoj zásob sněhu v jednotlivých zimách od roku 1970 pro vybraná povodí vodních děl Orlík, Nechranice, Kružberk, Vír, Morávka a Lipno. Z jednotlivých grafů je patrné, že zásoby vody akumulované ve sněhové pokrývce byly ve všech vybraných povodích největší v zimě 2005–2006 a spočtené maximální hodnoty byly minimálně pětinásobkem průměrných hodnot za celé období 1970–2015. Naopak celkově, za celé zimní období, bylo ve sněhových zásobách nejméně vody v zimě 2013–2014. V průběhu tohoto zimního období se maximum sněhových zásob vyskytlo již na konci roku 2013 a od té doby byl na většině sledovaných povodí zaznamenán rychlý úbytek. Na některých povodích, zejména moravských, se sníh nevyskytoval již od konce února. Také zimní období 2014–2015 lze celkově hodnotit jako podprůměrné vzhledem k období 1970–2015, avšak v porovnání s předchozí zimou 2013–2014 byly zaznamenané hodnoty SVH v jednotlivých termínech více než dvojnásobné



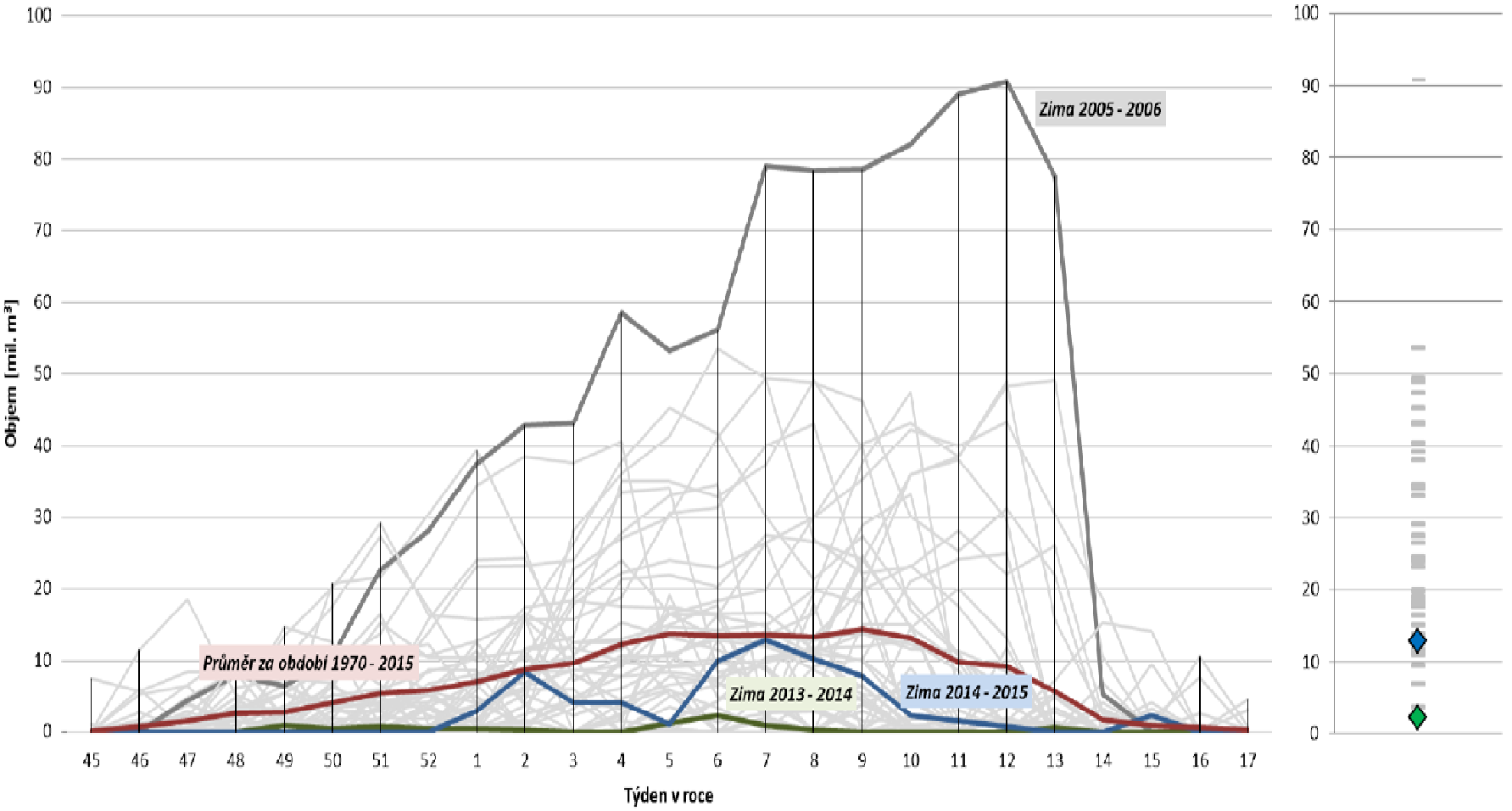
Obr. 6.1 Vývoj zásob sněhu a porovnání jejich maxim v povodí po VD Orlík v jednotlivých zimách od roku 1970.



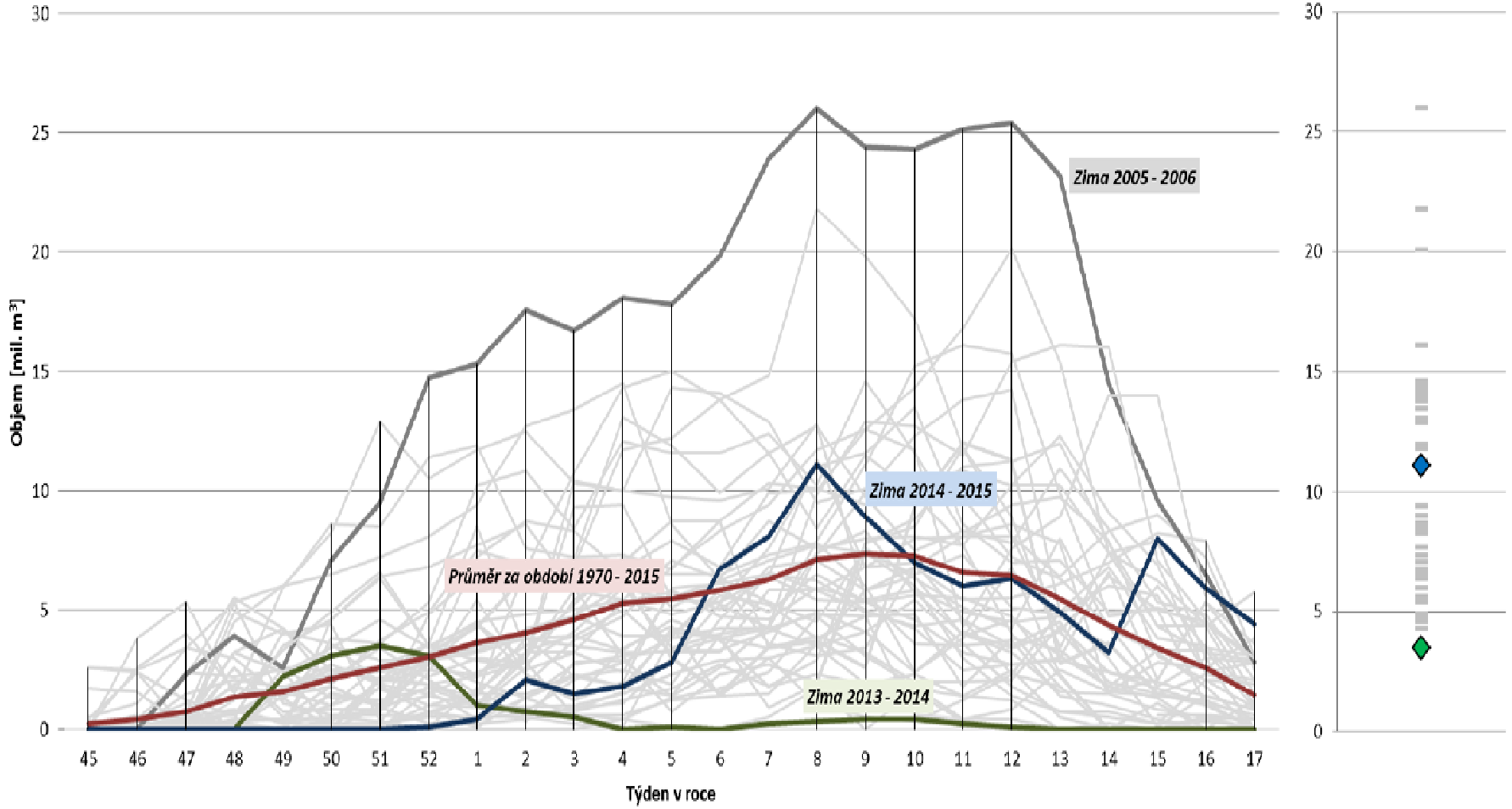
Obr. 6.2 Vývoj zásob sněhu a porovnání jejich maxim v povodí po VD Nechranice v jednotlivých zimách od roku 1970.



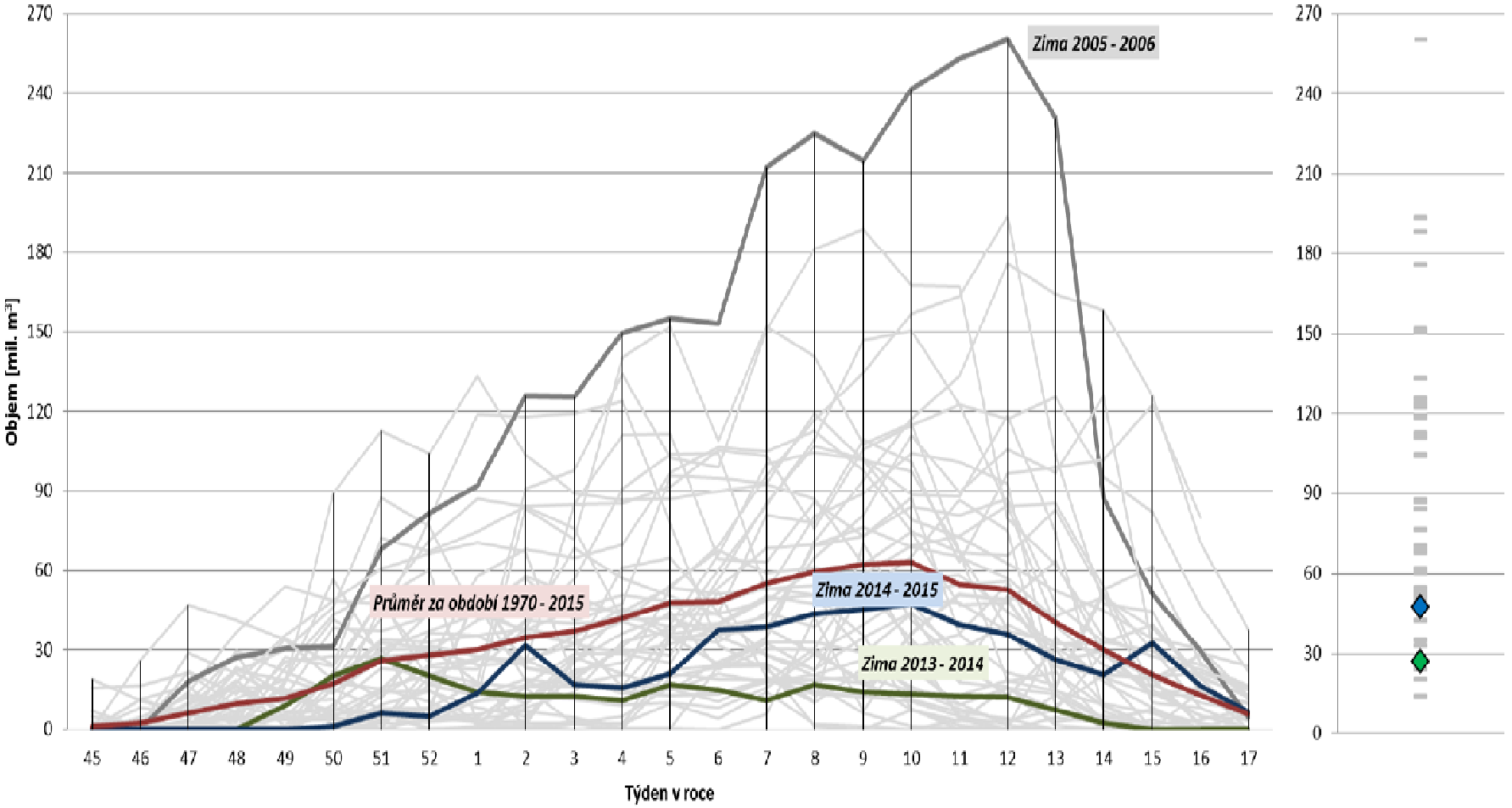
Obr. 6.3 Vývoj zásob sněhu a porovnání jejich maxim v povodí po VD Kružberk v jednotlivých zimách od roku 1970.



Obr. 6.4 Vývoj zásob sněhu a porovnání jejich maxim v povodí po VD Vír v jednotlivých zimách od roku 1970.



Obr. 6.5 Vývoj zásob sněhu a porovnání jejich maxim v povodí po VD Morávka v jednotlivých zimách od roku 1970.

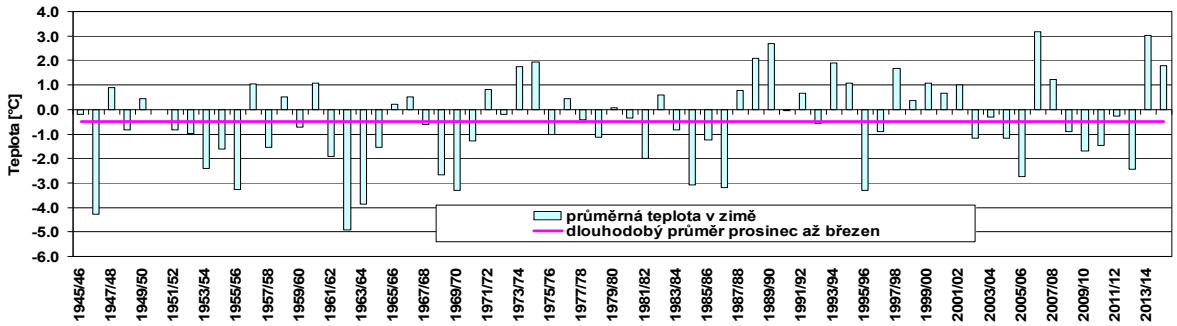


Obr. 6.6 Vývoj zásob sněhu a porovnání jejich maxim v povodí po VD Lipno v jednotlivých zimách od roku 1970.

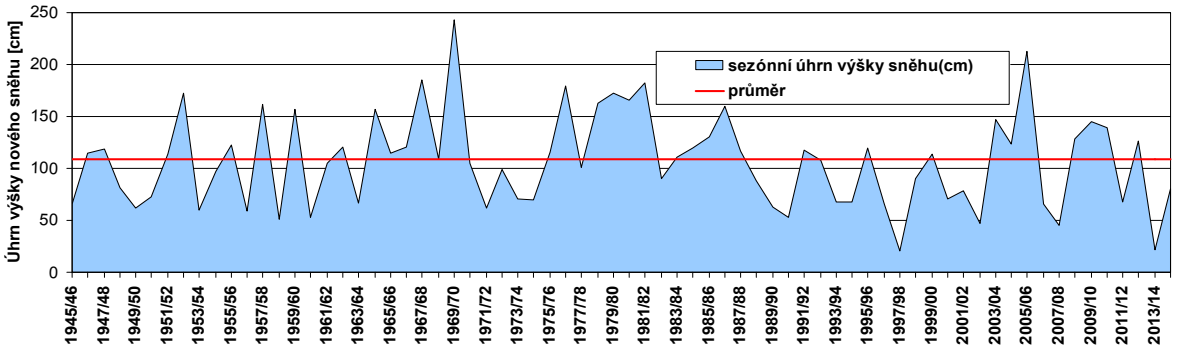
6.2. Hodnocení roku 2014 a 2015

Bylo provedeno vyhodnocení časových řad zaznamenaných průtoků ve vybraných povodích, teplotních a sněhových charakteristik předcházejících zim v reprezentativních stanicích (obr. 6.7 až 6.10). Všeobecně lze shrnout, že pro všechna testovaná povodí platilo, že v letech, kdy byly významné podprůměrné průtoky, byly i sněhové zásoby podnormální, nanejvýše normální.

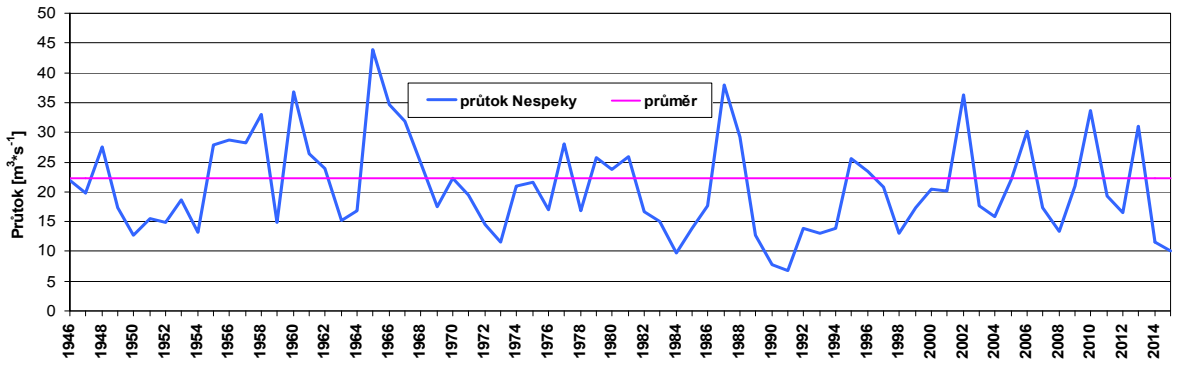
Nejteplejší zimy ve stanici Ondřejov se vyskytovaly v letech 2006/07, 2013/14, 1989/1990, 1988/89, 1974/75, 2014/15



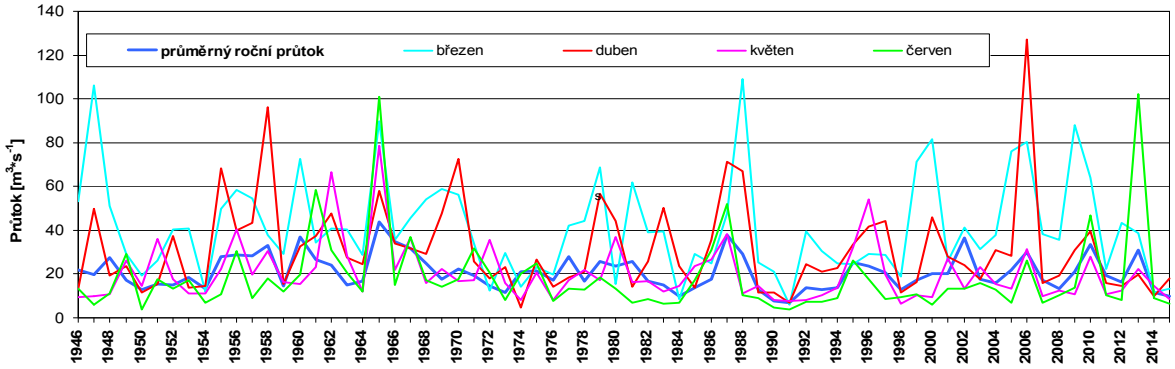
Nejmenší úhrny nového sněhu v Ondřejově byly naměřeny v sezonách 1997/98, 2013/14, 2007/08, 2002/03, 1958/59



Nejmenší průtoky v Nespekách byly dosaženy v letech 1991, 1990, 1984, 1973, 2015, 2014, 1998.

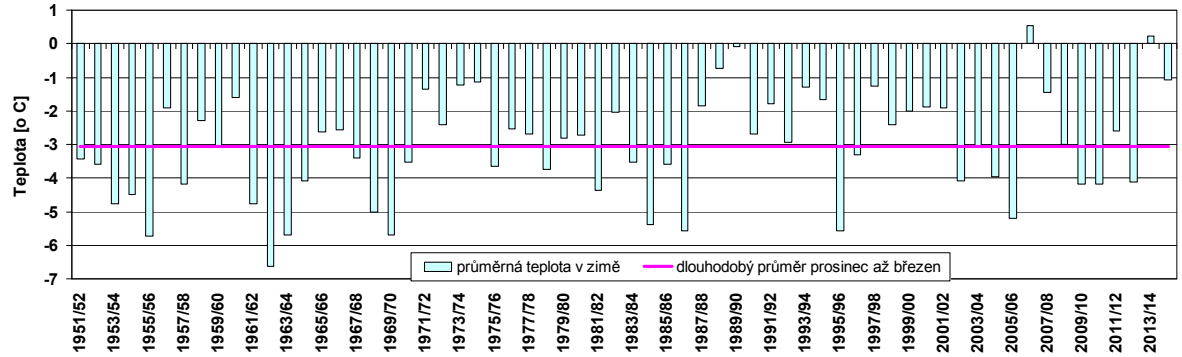


Průběh průměrných měsíčních průtoků v Nespekách v období březen až červen

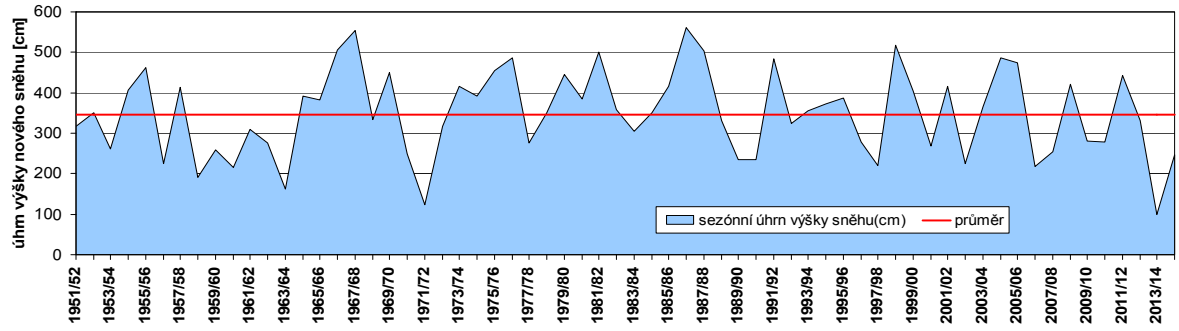


Obr. 6.7 Povodí Sázavy.

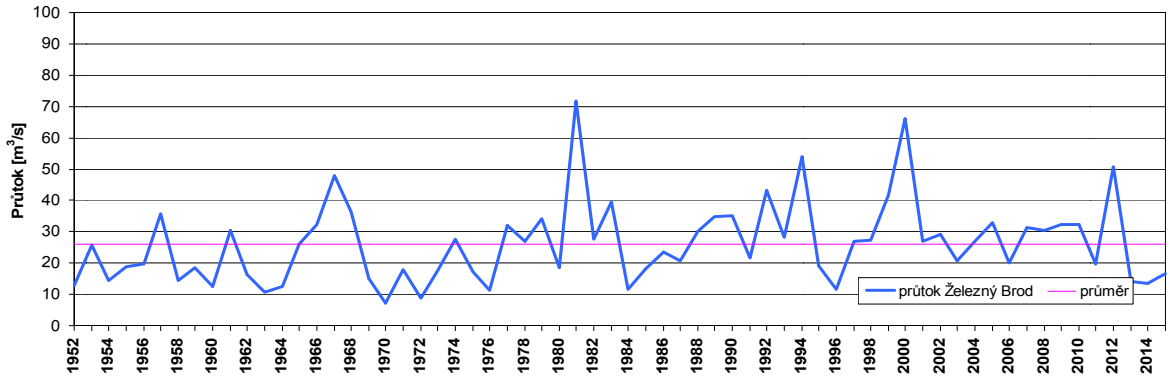
Nejteplejší zimy ve stanici Desná se vyskytovaly v letech 2006/07, 2013/14, 1989/90, 1988/89, 1974/75, 2014/15



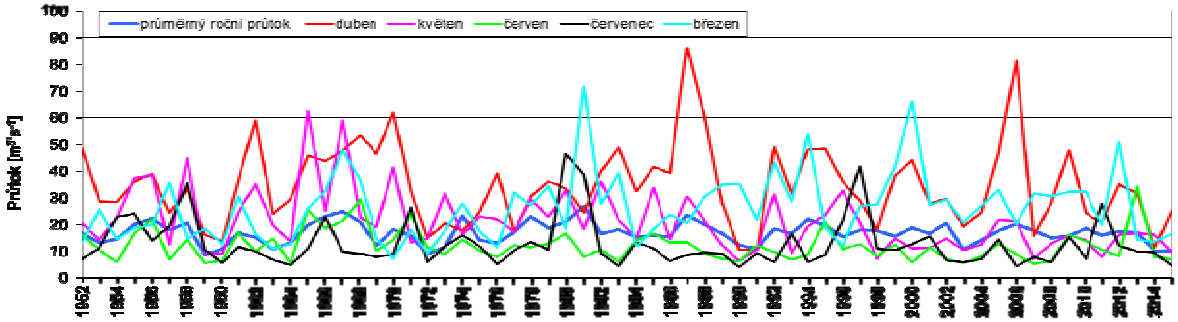
Nejmenší úhrny nového sněhu v Desné byly naměřeny v sezonách 2013/14, 1971/72, 1963/64, 1958/59, 1960/61



Nejmenší průtoky v Zelezném Brodě byly dosaženy v letech 1959, 1972, 2014, 2003, 1960, 1963, 1991

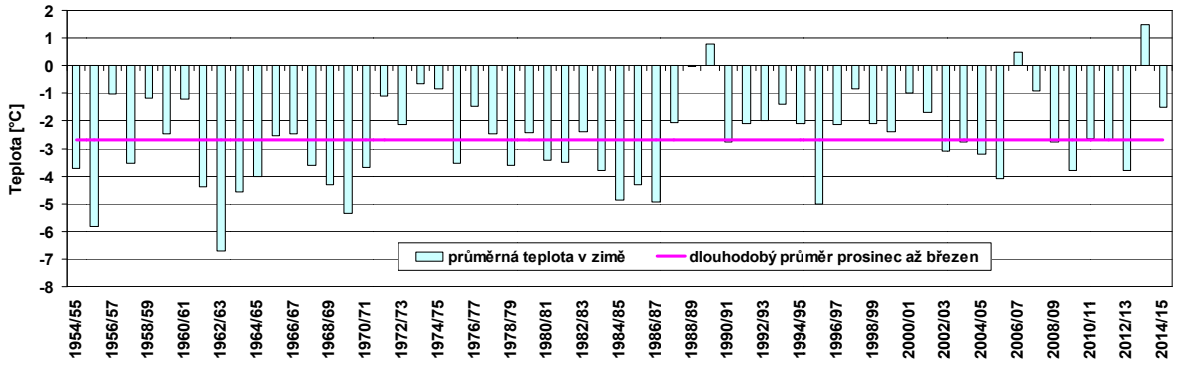


Průběh měsíčních průtoků v Zelezném Brodě v období březen až červen

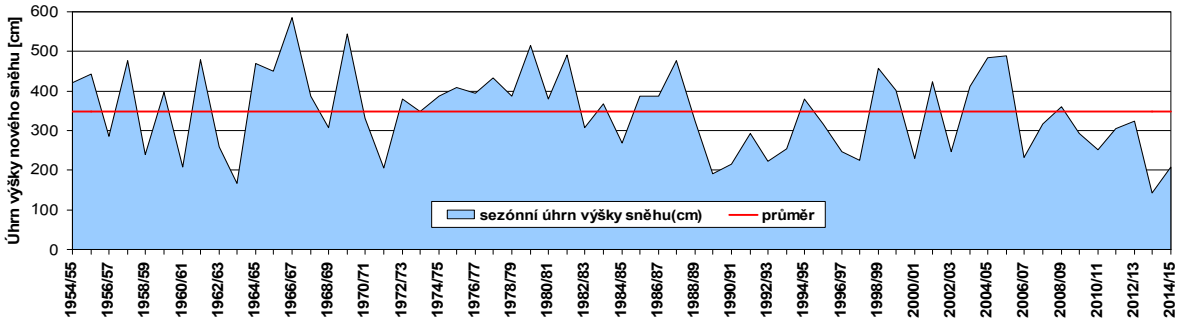


Obr. 6.8 Povodí horní Jizery.

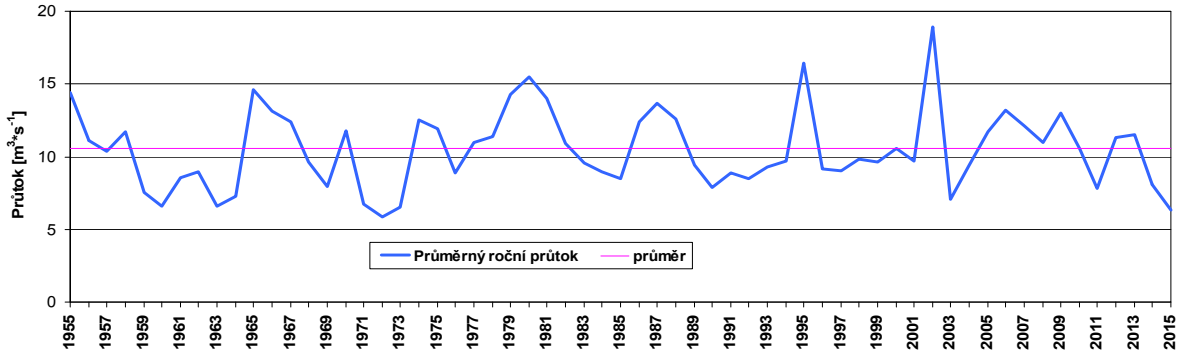
Nejteplejší zimy ve stanici Churáňov se vyskytovaly v letech 2013/2014 , 1989/1990, 2006/2007



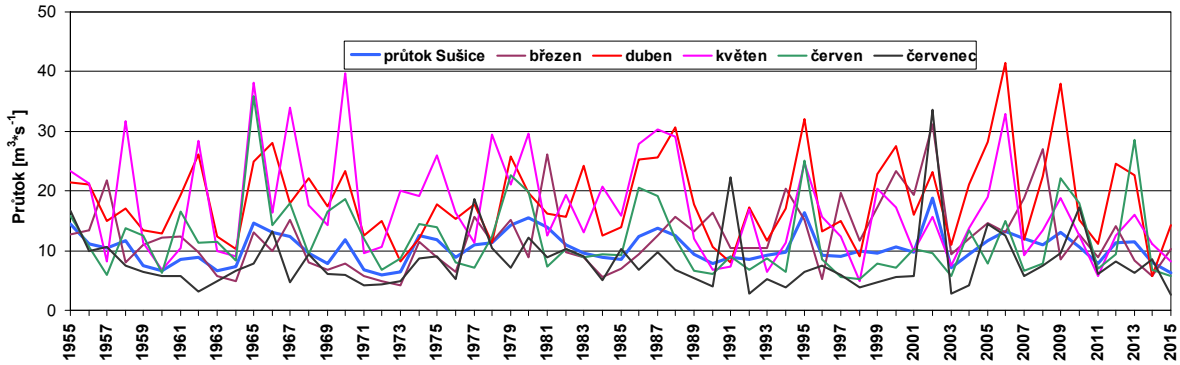
Nejmenší úhrny nového sněhu ve stanici Churáňov byly naměřeny v sezonách 2013/14, 1963/64, 1989/90, 1971/72, 1960/61, 2014/15, 1990/91



Nejmenší průtoky v Sušici byly dosaženy v letech 1972, 1973, 1971, 1963, 1960, 2003

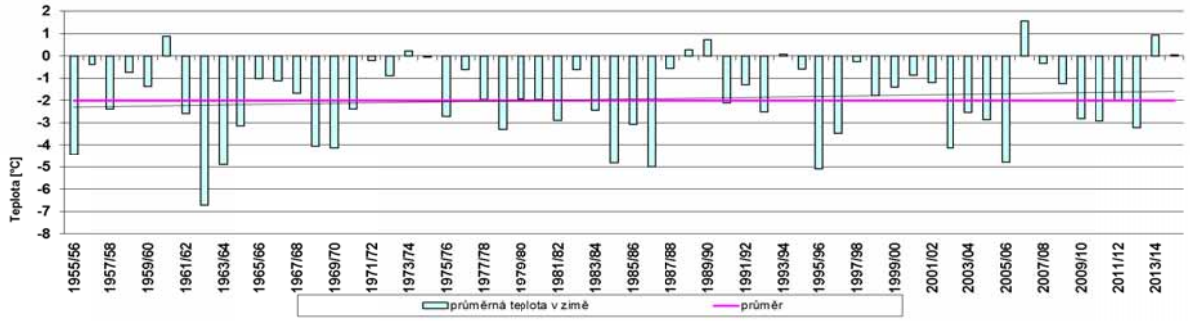


Průběh měsíčních průtoků v Sušici v období březen až červen.

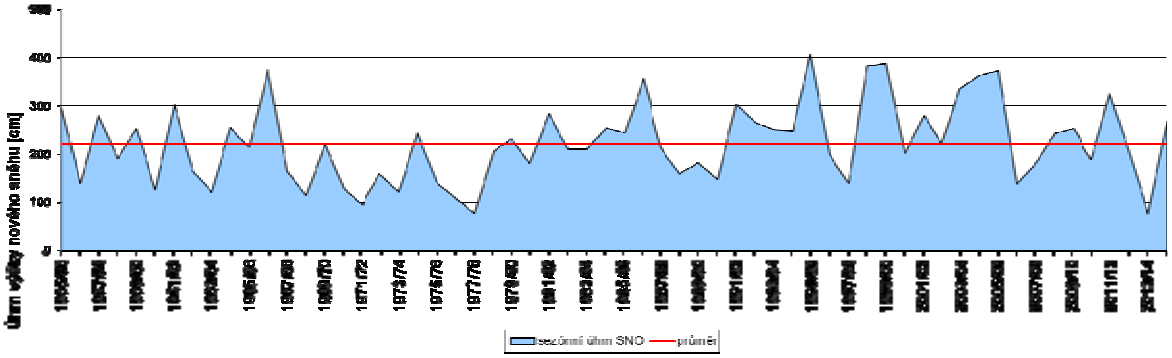


Obr. 6.9 Povodí Otavy.

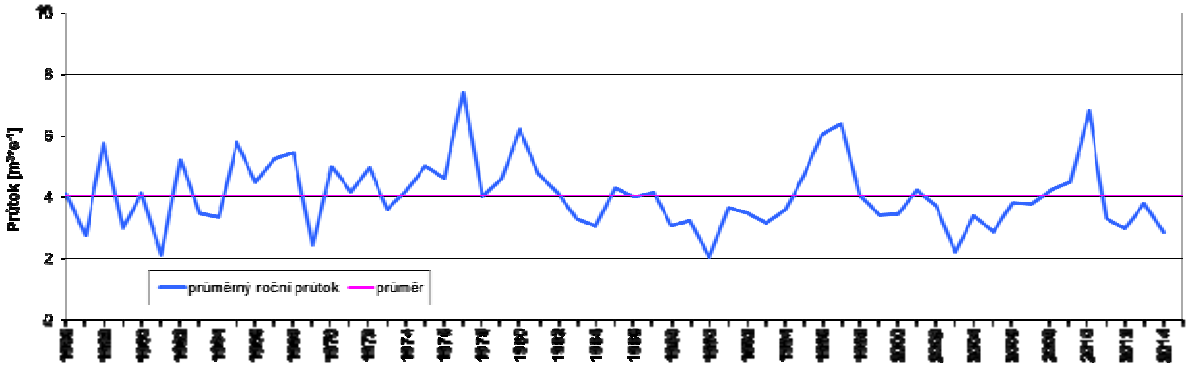
Nejteplejší zimy ve stanici Světlá Hora se vyskytovaly v letech 2006/2007, 2013/2014, 1960/61, 1989/1990, 1988/89



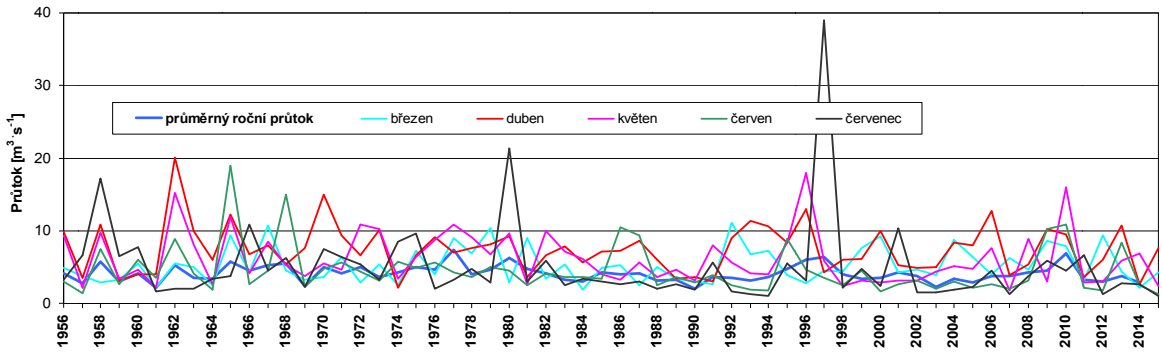
Nejmenší úhrny nového sněhu byly naměřeny ve stanici Malá Morávka v letech 2013/14, 1977/78, 1971/72, 1976/77



Nejmenší průtoky v Krnově byly dosaženy v letech 1990, 1961, 2003, 1969, 1957, 2014.



Průběh měsíčních průtoků v Krnově v období březen až červen.



Obr. 6.10 Povodí Opavy.

Vyhodnocen byl vliv sněhových zásob na odtok v jarních, příp. letních, měsících. Důraz byl kladen na roky s nejmenšími zaznamenanými zásobami sněhu (úhrn nového sněhu za zimní sezonu) ve vybraných stanicích klimatologické nebo srážkoměrné sítě a následnou velikost odtoku v těchto letech v březnu až červnu, případně i červenci.

V povodí Sázavy odpovídaly malým sněhovým zásobám v letech 1989/1990, 1990/1991, 1997/1998, 2013/2014, 1949/1950 malé roční průtoky a malé průtoky v jarních měsících, březnu až květnu, případně i v červnu (1990, 1991, 1950).

V povodí Jizery malé sněhové zásoby v zimách 2013/2014, 1971/1972, 1963/1964, 2006/2007 a 1958/1959 dostatečně nenavýšily březnové a hlavně ani dubnové průtoky, ty zůstaly v řadách pozorování rovněž jedny z nejmenších. V roce 1990, kdy bylo v zimě 1989/1990 rovněž málo sněhu, se vyskytovaly mimořádně malé průtoky až do léta. V roce 2015 byly relativně suché až letní měsíce.

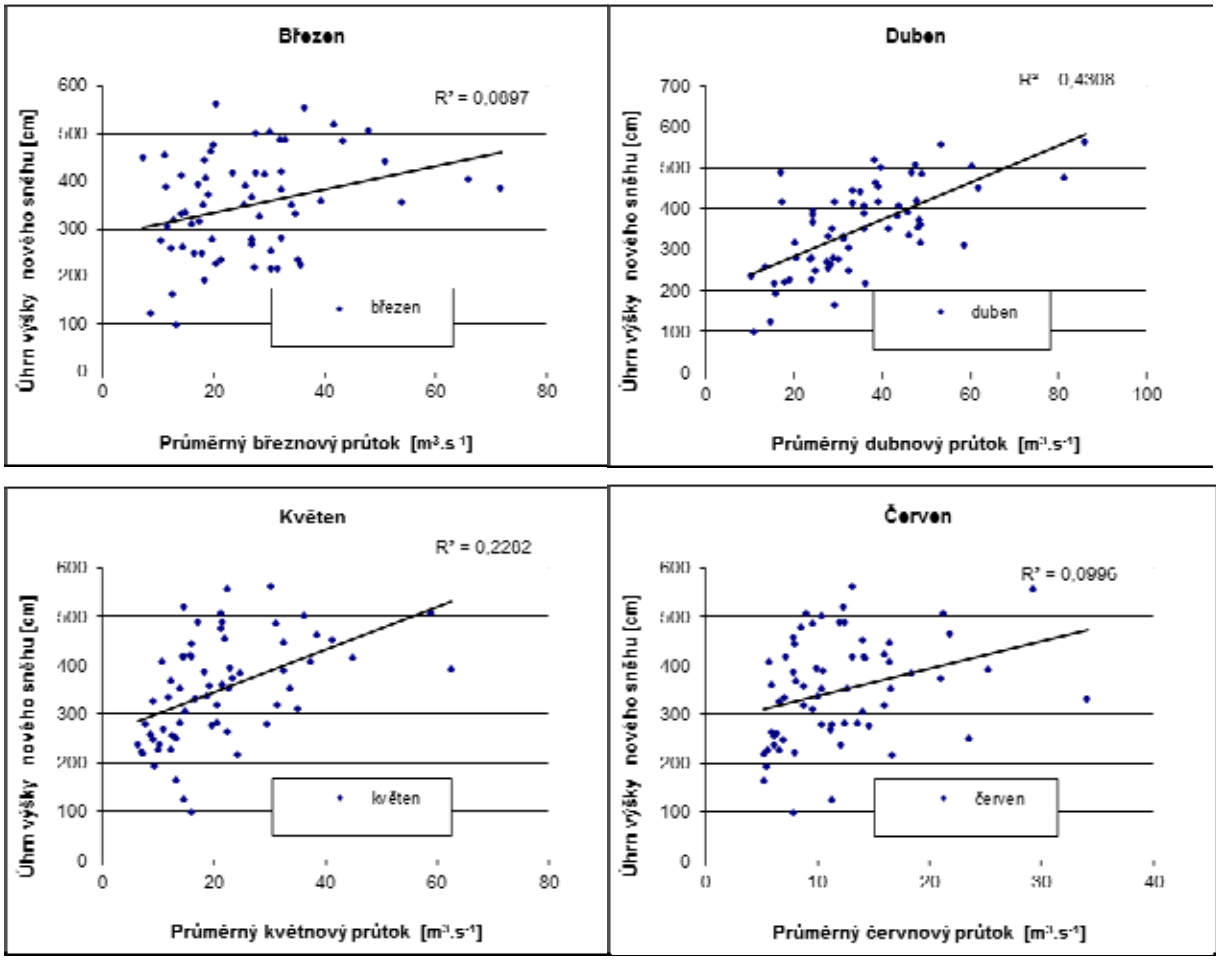
V povodí Otavy, v letech se silně podnormálními předchozími sněhovými zásobami (2014, 1964 a 1990) byly značně podprůměrné průtoky od března až do července, stejně tak jako roční průtoky. V roce 2015, kdy byly zásoby sněhu rovněž mimořádně malé, se sucho projevovalo až od května.

V povodí Opavy se malé průtoky v jarních měsících vyskytovaly po sněhově chudých zimách méně často než u ostatních povodí (1957, 1961 a 1964).

Ze sledovaných případů všeobecně vyplynulo, že vztah mezi malými zásobami sněhu a minimálními průtoky není prokazatelný.

Pro všechna povodí byl sestaven korelační vztah mezi sněhovou pokrývkou v daném roce a příslušnými průměrnými měsíčními průtoky březen až červen. Nejtěsnější vztah většinou vykazovaly měsíce, kdy odtává sníh, tedy duben. Pouze v povodí Sázavy, které má nejnižší nadmořskou výšku, to byl březen. Na druhé straně pro Otavu v Sušici byl nejvyšší korelační koeficient 0,65 nalezen pro květen. Přesto však korelační koeficienty byly poměrně malé, od 0,2 do 0,65. V dalších měsících koeficient klesal, příkladem je průběh korelací pro povodí Jizery na obr. 6.11.

Výsledky naznačují, že korelační vztah mezi zásobami sněhu a výskytem hydrologického sucha je poměrně volný. Je to způsobeno tím, že velikost odtoku v jarních měsících ovlivňují další činitelé, zejména srážky, nasycenost půdy, teplota vzduchu i teplota půdy a její promrznutí.



Obr. 6.11 Korelační závislost úhrnů výšky nového sněhu a průměrných průtoků v březnu až červnu v povodí horní Jizery.

7. Vyhodnocení minimálních průtoků na povrchových vodách

Výskyt minimálních průtoků ve vodních tocích je ve vegetační sezoně vždy spojen s výrazným deficitem srážek a postupně se zmenšujícími zásobami vody v povodí. U toků s přirozeným hydrologickým režimem jsou minimální průtoky tvořeny výhradně odtokem ze zásob podzemních vod. V případě výskytu významnějších srážek průtoky krátkodobě vzrůstají a zpravidla rychle klesají zpět na úroveň před srážkovou epizodou.

V zimním období se minimální průtoky mohou někdy vyskytnout v periodách se zápornými hodnotami teploty vzduchu, kdy dojde k částečnému, nebo i úplnému zámrzu vodního toku, případně minima mohou setrvávat následkem předchozího deficitu srážek. Přitom zásoby vody v povodí mohou být i poměrně významné, např. ve formě sněhové pokrývky. Nástupem tání proto období minimálních průtoků vždy končí.

Jedním ze základních ukazatelů začátku období s minimálními průtoky a vzniku hydrologického sucha je pokles hodnoty průtoků pod hodnotu Q_{355d} (355denní průtok). Jedná se o průtok, který je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen po dobu 355 dní v roce. Při dalším zmenšování průtoků, k hodnotám 364denního průtoku a nižším, už se může jednat o hydrologické sucho velmi významné.

V roce 2015 začalo období s výskytem minimálních průtoků zhruba na přelomu června a července. Jednalo se tedy o periodu hydrologického sucha ve vegetační sezoně, kdy dlouhodobě přetrvávající nedostatek atmosférických srážek byl později doprovázen periodami s tropickou teplotou vzduchu, které v některých dnech dosahovala i extrémních hodnot. Tato skutečnost vedla k dalšímu zaklesávání hladin vodních toků vlivem zvýšeného výparu z krajiny, hladin vodních nádrží i samotných vodních toků. Na mnohých tocích se tak postupně průtoky dostaly i poměrně významně pod úroveň 364denního průtoku. Hydrologické sucho bylo na většině vodních toků krátkodobě přerušeno srážkovou epizodou v polovině srpna.

7.1. Dokumentace měření minimálních průtoků

Během měsíců července, srpna a září bylo pracovníky ČHMÚ provedeno více než 850 hydrometrických měření, přičemž v některých profilech byly přímo změřeny vůbec nejmenší průtoky za dobu pozorování vodoměrných stanic. Pokud bychom vybrali pouze nejmenší změřené průtoky za zmiňované měsíce v jednotlivých vodoměrných profilech, byl ve 258 případech změřen 355denní průtok,nebo menší. Z tohoto počtu ve 160 případech se jednalo o průtok 364denní, nebo menší. V několika případech bylo zaznamenáno úplné vyschnutí toku, nebo jen nepatrné průtoky.

V tab. 7.1 jsou uvedeny výsledky některých hydrometrických měření, kdy změřený průtok byl významně menší než 364denní průtok.

Tab. 7.1 Výsledky vybraných hydrometrických měření.

Tok	Profil	Plocha povodí [km^2]	Datum	Vodní stav [cm]	Průtok Q [m3.s^{-1}]	Poměr Q/Q_{364d}
Sedlický potok	Leský Mlýn	71,7	12. 8.	8,5	0,001	0,05
Cidlina	Nový Bydžov	455,9	17. 8.	4	0,007	0,08
Úterský potok	Trpísty	297,2	28. 7.	1	0,001	0,11
Úslava	Plzeň-Koterov	733,2	7. 8.	6,5	0,047	0,19
Brzina	Hrachov	133.3	7. 8.	26	0,001	0,20
Doubrava	Pařížov	201,2	12. 8.	2	0,030	0,23
Lomnice	Dolní Ostrovec	391,4	13. 8.	27	0,004	0,23
Rokytenka	Žamberk	59,7	20. 7.	9,5	0,033	0,25
Smědá	Višňová	187,5	3. 9.	15	0,165	0,26
Úhlavka	Stříbro	296,6	14. 8.	11	0,017	0,28
Sázava	Zruč nad Sázavou	1420,7	6. 8.	43	0,396	0,31
Lužnice	Pilař-Majdalena	935,2	11. 8.	99,5	0,060	0,33
Osoblaha	Osoblaha	201,0	21. 8.	76	0,013	0,34
Smědá	Frýdlant v Čechách	132,5	26. 8.	2,5	0,193	0,35



Foto 1 Měření průtoku přístrojem FlowTracker v profilu Hrachov na toku Brzina. (7. srpen 2015, foto Lucie Petrová).

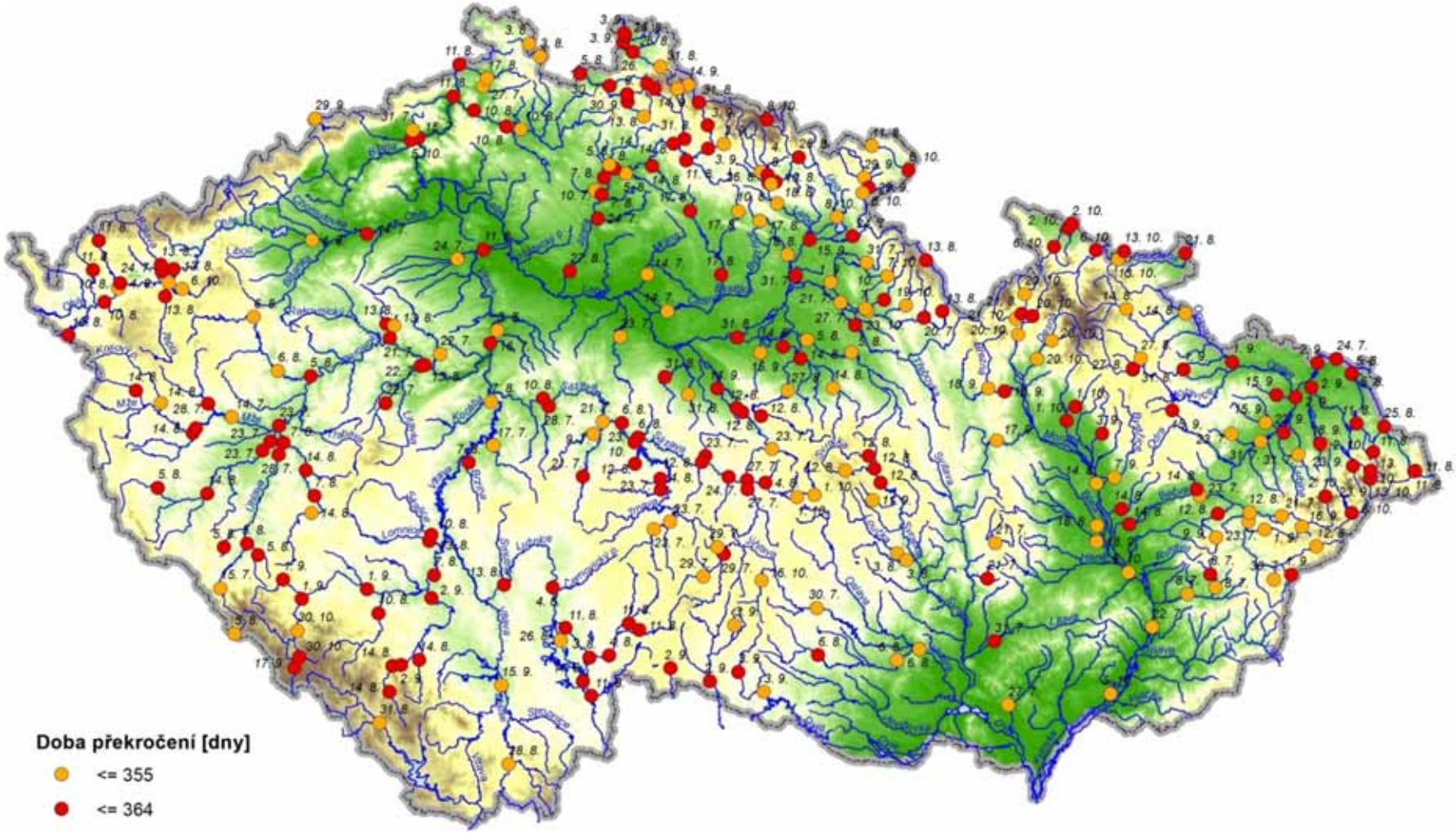
Tab. 7.2 Přehled profilů, kde bylo detekováno vyschnutí toku.

Tok	**Profil**	**Plocha povodí [km^2]**	**Datum**	**Průtok Q [m^3.s^{-1}]**
Rokytenka	Žamberk	59,7	13. 8.	0
Žejbro	Vrbatův Kostelec	49,1	14. 8.	0
Klejnárka	Chedrbí	63,7	11. 8.	0
Brzina	Hrachov	133,3	10. 8.	0
Úterský potok	Trpísty	297,2	14. 8.	0
Lomnický potok	Pila	60,2	13. 8.	0
Vrbovec	Bystrc	15,1	31. 7.	0,0001
Sloupský p.	Sloup (*)	50,0	7. 7.	0
Bílá voda	Holštejn (*)	57,7	21. 7.	0,0002

(*) – profily nacházející se v Moravském krasu, vysychají častěji, ale zpravidla v pozdnějším období v roce

V mapě na obr. 7.1 jsou symbolicky znázorněny výsledky hydrometrických měření provedených v červenci, srpnu, září, a v říjnu, kdy nejmenší průtok změřený v uvedeném období se rovnal nebo byl menší než 355denní průtok. U jednotlivých symbolů je uvedeno i datum měření. K tomu nutno dodat, že mapa vychází z údajů, které byly k datu sestavení mapy uložené v databázi ČHMÚ.

Tato mapa je jedním z průkazných dokladů, že hydrologické sucho zasáhlo prakticky celé území České republiky a velký počet profilů s průtokem menším nebo rovným 364dennímu průtoku ukazuje, že bylo velmi významné. Nejméně měření s průtokem menším než Q_{355d} bylo zaznamenáno v části severozápadních Čech, kde deficit srážek nebyl oproti normálu tak výrazný, a v části jižní Moravy.



Obr. 7.1 Přehled vodoměrných profilů, ve kterých byl změřen průtok 355denní a menší.

7.2. Vyhodnocení vývoje vodnosti vybraných toků

Na obr. 7.2 – obr. 7.7 jsou znázorněny hydrogramy průměrných denních průtoků od 1. dubna 2015 do 30. září 2015 ve vybraných vodoměrných stanicích s vyznačením linií představujících dlouhodobé hydrologické charakteristiky za referenční období 1981–2010: dlouhodobý průměrný průtok (Q_a), 355denní průtok (Q_{355d}) a 364denní průtok (Q_{364d}). Je nutné upozornit, že se jedná o předběžně vyhodnocené údaje, které mohou být v rámci celkového vyhodnocení průtoků ve všech vodoměrných stanicích ještě upraveny. Svislá osa grafů je v logaritmickém měřítku, a to z důvodu lepší čitelnosti průběhu průtoků v oblasti minimálních hodnot.

Vývoj vodnosti v průběhu roku poznamenal především deficit srážek, který se projevil již v průběhu zimy, kdy sněhové zásoby byly vzhledem k období 1970–2014 podprůměrné (viz kap. 6), a to zejména v nižších a středních polohách. Navíc převážná většina sněhových zásob nahromaděných k začátku ledna 2015 roztála v druhém lednovém týdnu vlivem výrazného oteplení a vydatných dešťových srážek, které se vyskytly i v horských oblastech. Na tocích v povodí Vltavy, zejména v jihozápadních Čechách, byly dosaženy stupně povodňové aktivity. Tání na přelomu března a dubna již nevyvolalo tak významné zvětšení průtoků, protože sníh na konci března ležel pouze v horských polohách a odtával postupně. Tání sněhu navíc zpomalilo výrazné, ale krátkodobé, ochlazení v prvním dubnovém týdnu.

Od začátku května již docházelo převážně k poklesům hladin vodních toků, občas přerušeným většinou nepříliš významnými srážkami. Např. na Orlici v Týništi nad Orlicí (obr. 7.2) již v druhé polovině dubna klesla hladina vody pod úroveň dlouhodobého průměrného průtoku, na Odře ve Svinově (obr. 7.6) rovněž, ale v průběhu května ještě hladina kolísala. Na příkladu menšího podhorského toku (Blanice v Blanickém Mlýně, obr. 7.5) je zřetelná větší rozkolísanost průtoku vlivem občasných srážek ještě v průběhu června a pokles hladiny pod úroveň 355denního průtoku až počátkem srpna.

Přelom června a července, kdy se výrazně oteplovalo a teplota postupně dosáhla tropických hodnot, lze označit za počátek suché a mimořádně teplé periody, která trvala až do poloviny srpna. V mnoha profilech zaklesla hladina toků významně pod úroveň 355denního průtoku, viz mapa na obr. 7.1, přičemž došlo i k vyschnutí mnoha drobných vodotečí, ale i některých větších potoků.

Tab. 7.3 Vybrané profily s počtem dní podkročení Q_{355d} a Q_{364d} za období 1. 4.–30. 9. 2015.

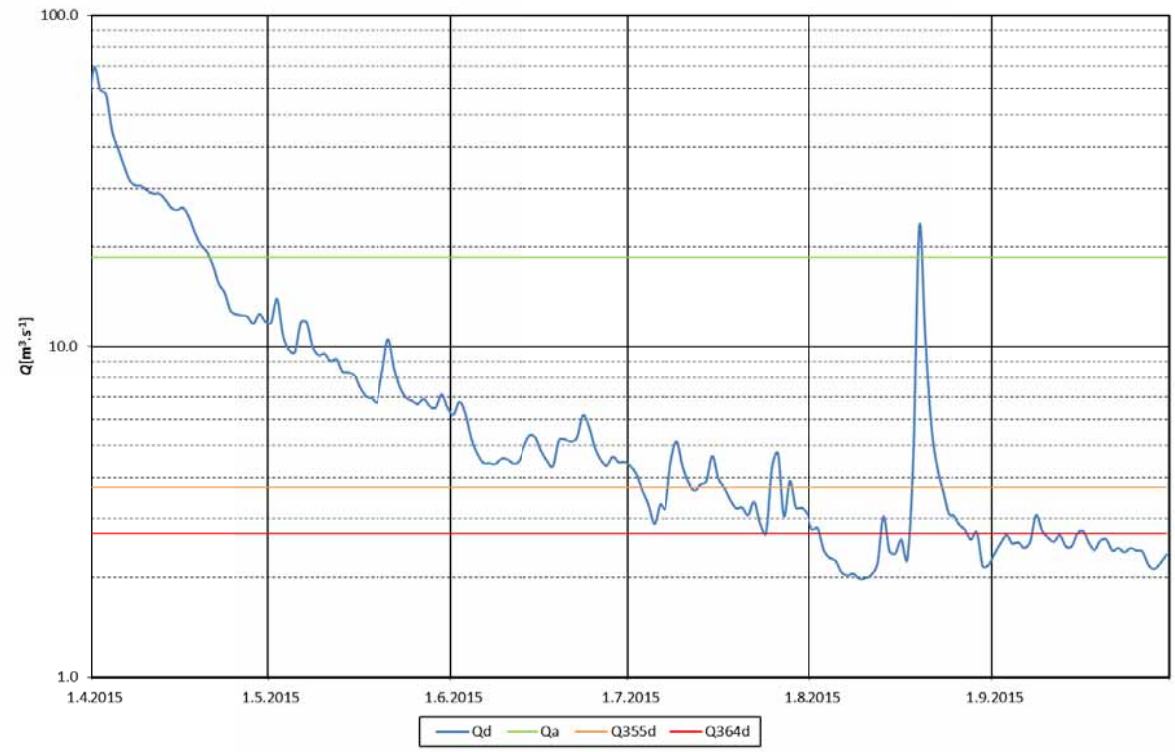
Tok	Profil	Plocha povodí [km^2]	Počet dnů s Q_{355d} a menším [dny]	Počet dnů s Q_{364d} a menším [dny]
Orlice	Týniště nad Orlicí	1 554,2	74	43
Jizera	Železný Brod	791,3	64	48
Lužnice	Bechyně	4 057,1	70	36
Blanice	Blanický Mlýn	85,5	48	38
Odra	Ostrava-Svinov	1 613,7	73	31
Morava	Strážnice	9 144,8	37	0



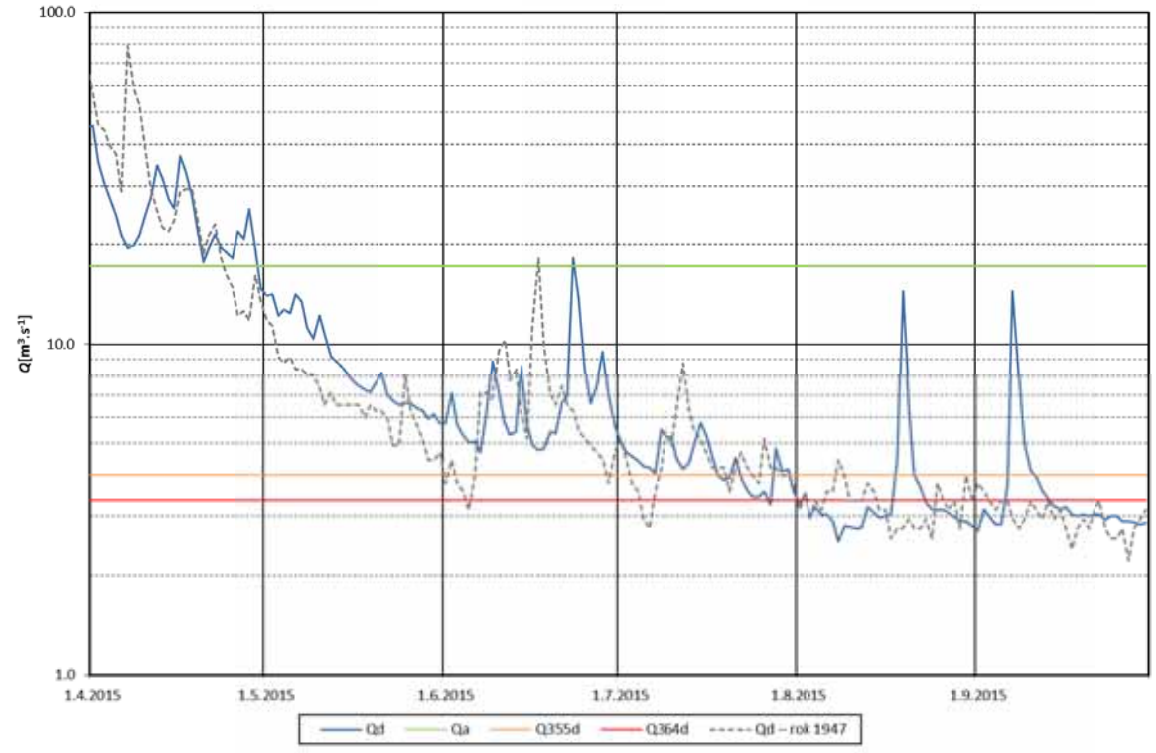
Foto 2 Lomnický potok v profilu Pila, 13. srpen 2015 (foto Karel Bohuslav).

Vedle nedostatku srážek hrál podstatnou roli i větší výpar z vodní hladiny toků a nádrží, což se markantně projevilo zejména na povodích s rozsáhlými soustavami rybníků, zejména Lužnice (obr. 7.4). Potvrdila se tak skutečnost, že velké chovné rybníky v době sucha zhoršují průtokový režim v tocích, protože zadržují vodu a nadto v období vysokých hodnot teploty dochází k velkému výparu z hladiny rybníků. Oproti tomu víceúčelové velké vodní nádrže (Lipno, Orlík), které v době sucha nadlepšují minimální průtoky, významně průtokové poměry v úsecích toků pod nádržemi zlepšují. Nádrže Vltavské kaskády značně přispěly ke zmírnění dopadu hydrologického sucha na dolní Vltavě a dolním Labi, viz kap. 7.4.

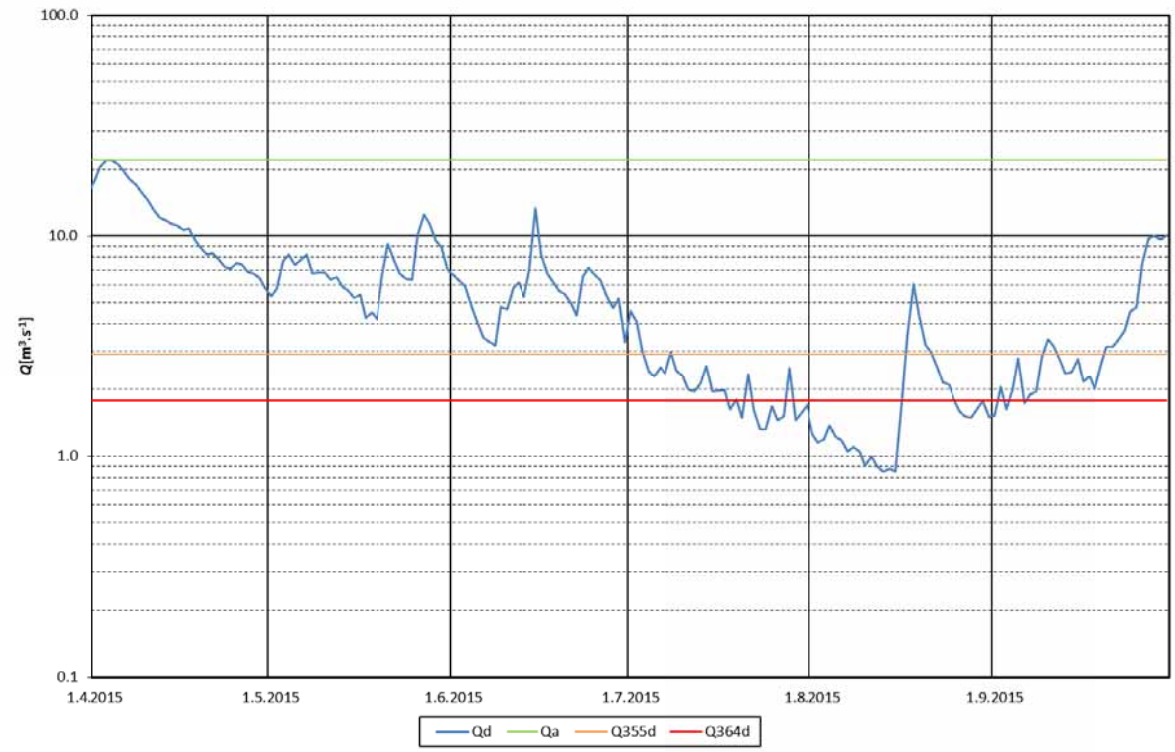
Hydrologické sucho v tocích bylo krátkodobě zmírněno v polovině srpna, kdy se na většině území České republiky vyskytly poměrně vydatné srážky. Na některých místech spadlo za tři dny i více než 100 mm srážek a doba jejich opakování ojediněle dosáhla až 50 let (viz kap. 3.). Např. na povodí Svitavy k profilu Bílovice nad Svitavou (1 120 km^2) spadlo od 16. do 19. srpna v průměru 98 mm, z čehož však přímo odteklo pouze 2,6 mm! Na levostranných přítocích Moravy (Moštěnka, Olšava, Velička) byla situace obdobná. Srážky vyvolaly jen nevýznamné zvýšení hladin vodních toků. Prakticky veškerá srážková voda se vsákla do půdy nebo se vypařila, odtok nastal jen z nepropustných ploch. Tato situace tak nepřímo ukázala rozsah půdního sucha v polovině srpna a dokumentovala i velkou retenční schopnost půdy. Průtoková vlna z poloviny srpna je zřetelná z hydrogramu průtoků na Orlici v Týništi nad Orlicí (obr. 7.2), přičemž vodní hladina po srážkové epizodě velmi rychle poklesla téměř na předchozí úroveň.



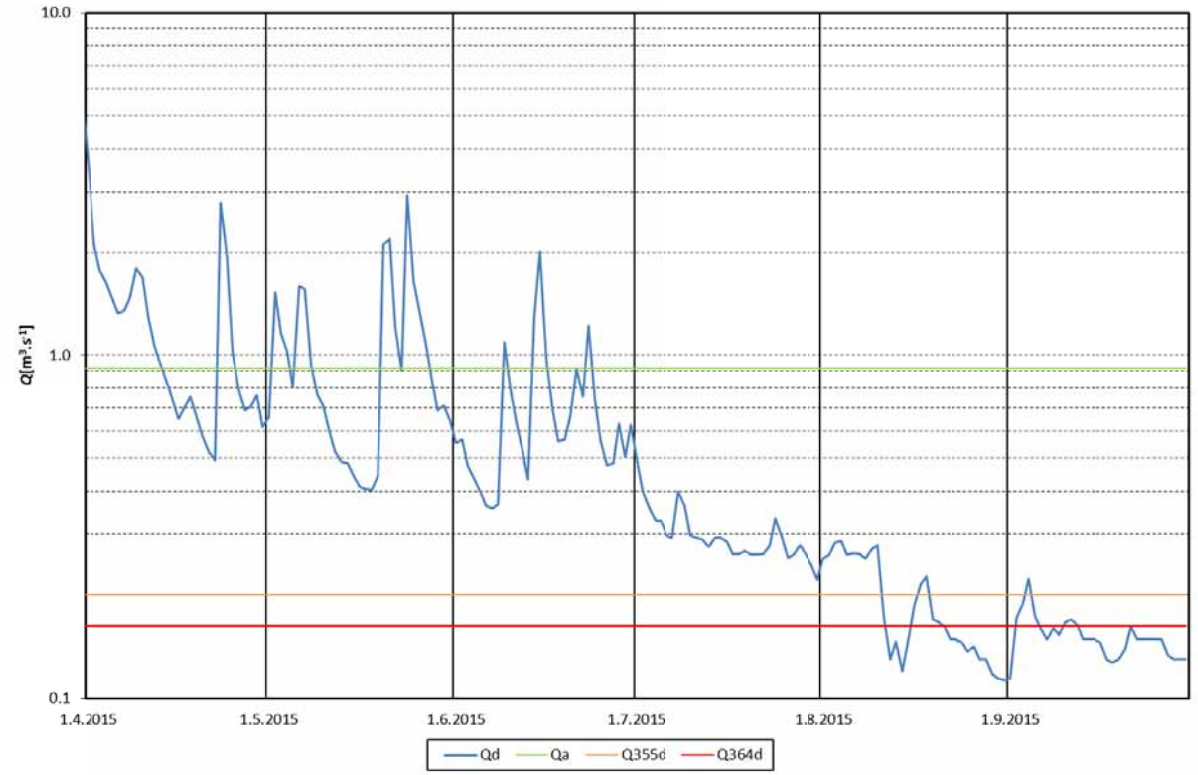
Obr. 7.2 Hydrogram průměrných denních průtoků na Orlici v profilu Týniště nad Orlicí.



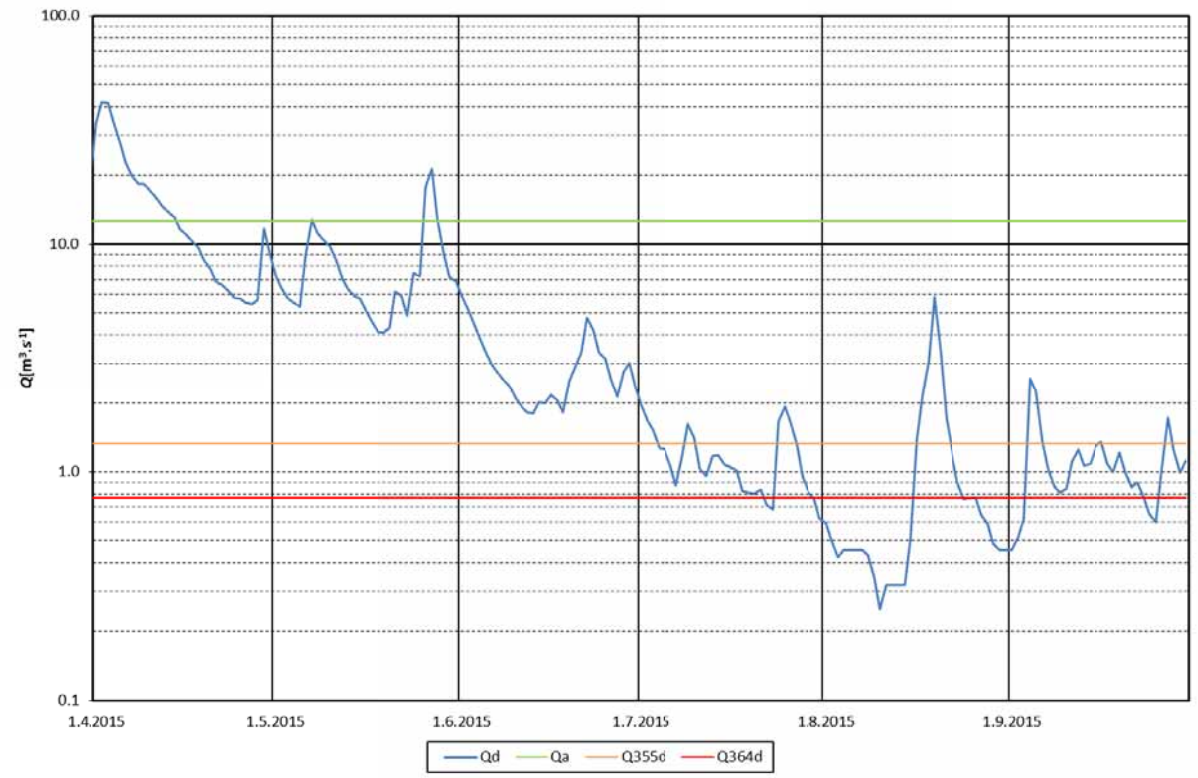
Obr. 7.3 Hydrogram průměrných denních průtoků na Jizeře v profilu Železný Brod.



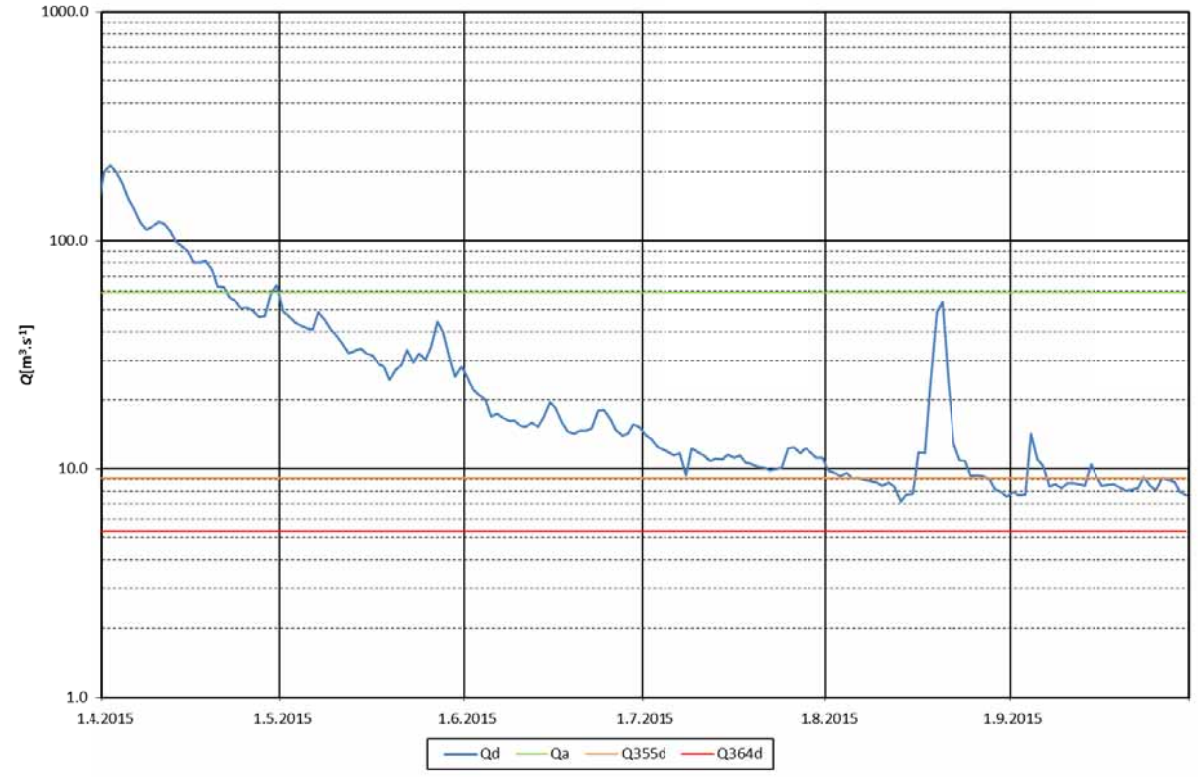
Obr. 7.4 Hydrogram průměrných denních průtoků na Lužnici v profilu Bechyně.



Obr. 7.5 Hydrogram průměrných denních průtoků na Blanici v profilu Blanický Mlýn.



Obr. 7.6 Hydrogram průměrných denních průtoků na Odře v profilu Ostrava-Svinov.



Obr. 7.7 Hydrogram průměrných denních průtoků na Moravě v profilu Strážnice.

Po přechodném ochlazení na začátku druhé poloviny srpna došlo opět k nárůstu teploty až k tropickým hodnotám v posledním srpnovém týdnu, a stav hydrologického sucha se na většině toků obnovil a pokračoval ve větší či menší míře i v průběhu září. V profilu Bechyně (obr. 7.4) byly průtoky v průběhu září ovlivněn vypouštěním rybníků.

V profilu Železný Brod na Jizeře (obr. 7.3) bylo období s velmi malými průtoky (pod úrovní Q_{364d}) přerušeno dvakrát, ve zmiňované srpnové srážkové epizodě, a poté ještě v první dekádě září, kdy se 6. září vyskytly vydatné srážky v Jizerských horách a Krkonoších. Pokud by se tyto dvě srážkové epizody nevyskytly, vývoj průtoku by byl velmi podobný jako v roce 1947, viz obr. 7.3.

Odlišně se z pohledu extremity sucha jeví vývoj průtoku na dolním toku Moravy, kde v profilu Strážnice (obr. 7.7) nepoklesla hladina pod úroveň 364denního průtoku. Lze to vysvětlit tím, že jihovýchod Moravy zasáhly několikadenní vydatné srážky nejen v polovině srpna, ale významnější srážky se na střední a jižní Moravě vyskytly i v několika dnech v červenci.

V průběhu října se vyskytly dvě významnější srážkové epizody (6.–8. a 13.–16.), které s výjimkou jihozápadní části Čech a severu a severovýchodu území přinesly zmírnění hydrologického sucha.

Na úsecích toků s významným vlivem vodních nádrží (Vltava pod soutokem s Berounkou, Ohře, Labe pod soutokem s Vltavou) je nutné významnost hydrologického sucha posuzovat v kontextu s velikostí zmíněného antropogenního ovlivnění. Podrobněji se tomuto tématu věnuje kap. 7.4.

7.3. Analýza extremity minimálních průtoků

Pro vyjádření míry sucha ve vodních tocích byly zvoleny 30denní minimální odtokové výšky, které byly spočítány pro rok 2015 a pro jednotlivé roky období vyhodnocení průtoků ve vybraných stanicích. Jedná se o souvislé období 30 dnů v každém roce, ve kterém byl dosažen nejmenší odtok (nezávisle na kalendářním měsíci). 30denní minimální odtokové výšky byly spočítány za jednotlivé roky začínající 1. dubnem a končící 31. březnem následujícího roku. Na obr. 7.8 – 7.13 jsou pro vybrané vodoměrné profily znázorněny sloupcové grafy, kde sloupce představují odtokovou výšku a barevné linie znázorňují 30denní odtokové výšky odpovídající 355dennímu (Q_{355d}) a 364dennímu průtoku (Q_{364d}). V Děčíně na Labi (obr. 7.11) jsou 30denní minimální odtokové výšky znázorněny z důvodu přehlednosti grafu od roku 1901, ve všech ostatních profilech pak za celé období vyhodnocení průtoků. Vzhledem k tomu, že minimální průtoky se mohou vyskytnout i v zimním období v lednu či únoru, jsou v takových případech minima za období duben-březen přiřazena předchozímu roku. Týká se to např. minimálních průtoků v lednu a únoru 1954, které jsou přiřazeny roku 1953.

Jizera v Železném Brodě (obr. 7.8) je typickým podhorským tokem, kde se průtoková minima mohou vyskytnout jak v zimním, tak v letním období. Hydrologický režim je částečně ovlivněn provozem nádrží Josefův Důl a Souš v Jizerských horách. Sucho v roce 2015 lze hodnotit jako nejvýznamnější hydrologické sucho „letního“ typu od roku 1947. Minima v letech 1953, 1962 a 1969 se vyskytla v zimním období.

Dle charakteru hydrologického režimu v jednotlivých profilech představuje Lužnice v Bechyni (obr. 7.9) tok, jehož průtoky jsou ovlivněny hospodařením v rozsáhlé rybniční soustavě na Třeboňsku a Jindřichohradecku. Hydrologický režim je výrazně ovlivněn zejména v době vypouštění a napouštění rybníků, což je nejvýraznější v

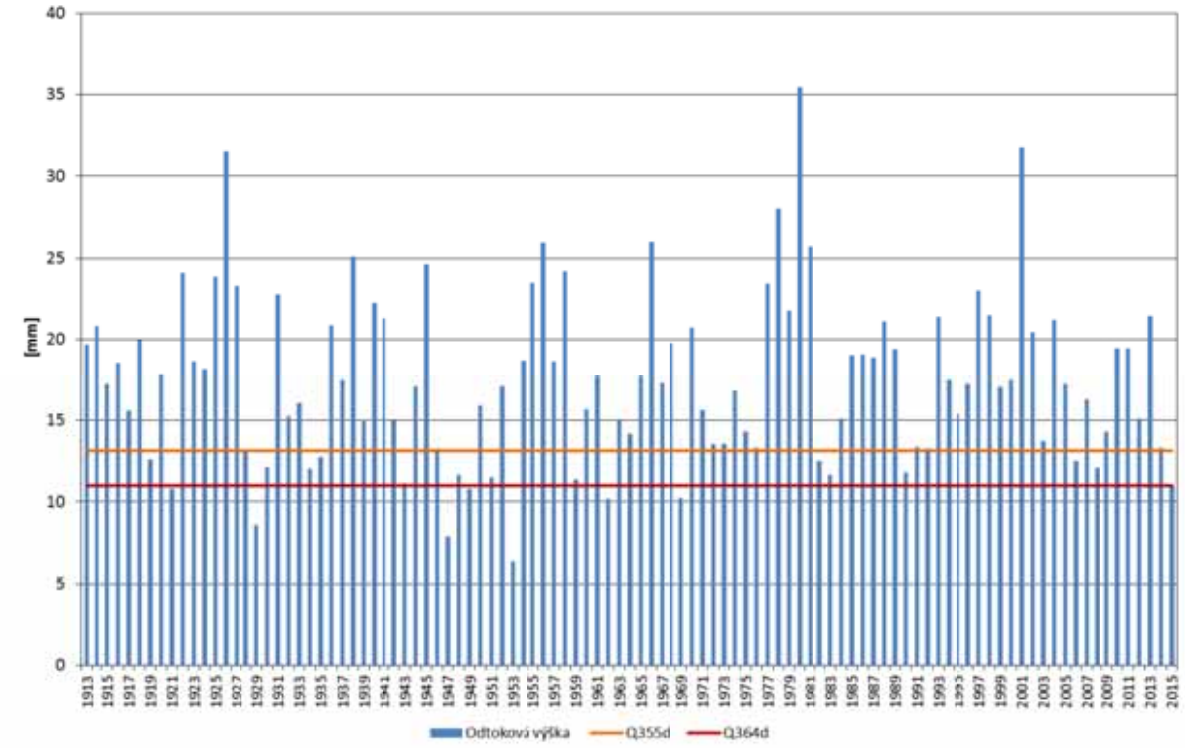
obdobích s výskytem minimálních průtoků, a toto ovlivnění se silně projevilo i v roce 2015. Hydrologické sucho v profilu Bechyně na Lužnici v roce 2015 lze hodnotit jako extrémní, protože 30denní minimální odtoková výška je patrně nejmenší za celé období s vyhodnocenými průtoky. Tento extrém vznikl následkem významného deficitu srážek, dlouhotrvajícímu výskytu tropické hodnoty teploty vzduchu v červenci a srpnu a s tím spojeným vysokým výparem z hladin rybníků. Z grafu na obr. 7.9 je dále patrné, že velmi výrazné hydrologické sucho se zde rovněž vyskytlo v letech 1950, 1951, 1953 a dále v roce 1990 a 2003.

Sázava ve Zruči nad Sázavou (obr. 7.10) představuje tok s málo ovlivněným hydrologickým režimem. Nejvýraznější hydrologické sucho zde bylo od počátku vyhodnocení průtoků zaznamenáno v roce 1947, přičemž sucha v letech 1943, 1952, 1953 a 2003 jsou srovnatelná s hydrologickým suchem v roce 2015.

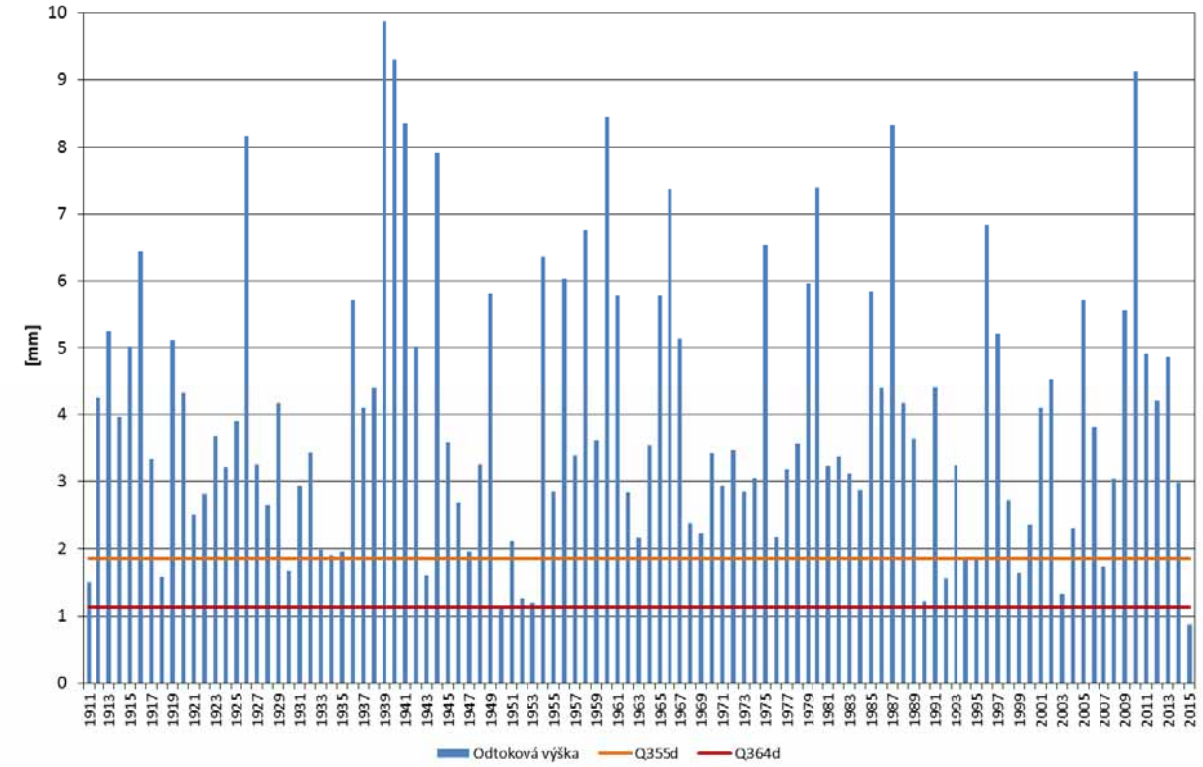
V profilu Děčín na Labi (obr. 7.11) je k dispozici nejdelší řada s vyhodnocenými průměrnými denními průtoky, a to od roku 1888. V grafu jsou pro lepší přehlednost znázorněna data až od roku 1901. Hydrologický režim je výrazně ovlivněn činností nádrží Vltavské kaskády (Lipno I – od roku 1960, Orlík – od roku 1963) a částečně také provozem nádrží v povodí Ohře (Nechranice – od roku 1968). Z grafu na obr. 7.11 je zřejmé, že hydrologické sucho v roce 2015 na dolním Labi je v období ovlivněném provozem nádrží nejvýraznější. V období před výstavbou nádrží bylo velmi výrazné sucho v letech 1904, 1911 a v roce 1947. Ještě v dalších sedmi letech se vyskytlo 30denní období s průtoky menšími než v roce 2015. Nádrže v povodí Vltavy a Ohře nadlepšováním minimálních průtoků výrazně zmenšují následky hydrologického sucha na Vltavě pod Vltavskou kaskádou a na Labi pod soutokem s Vltavou.

Odra v profilu Ostrava-Svinov (obr. 7.12) nemá významně ovlivněný hydrologický režim. Z grafu je patrné, že obdobné sucho jako v roce 2015 se vyskytlo v letech 1928, 1932, 1947, 1951–1953, 1962, 1963 a v letech 1992 a 1993. Je tedy zřejmé, že období s výraznějším hydrologickým suchem byla v tomto profilu zaznamenávána daleko častěji před rokem 1970, než v posledních cca 45 letech.

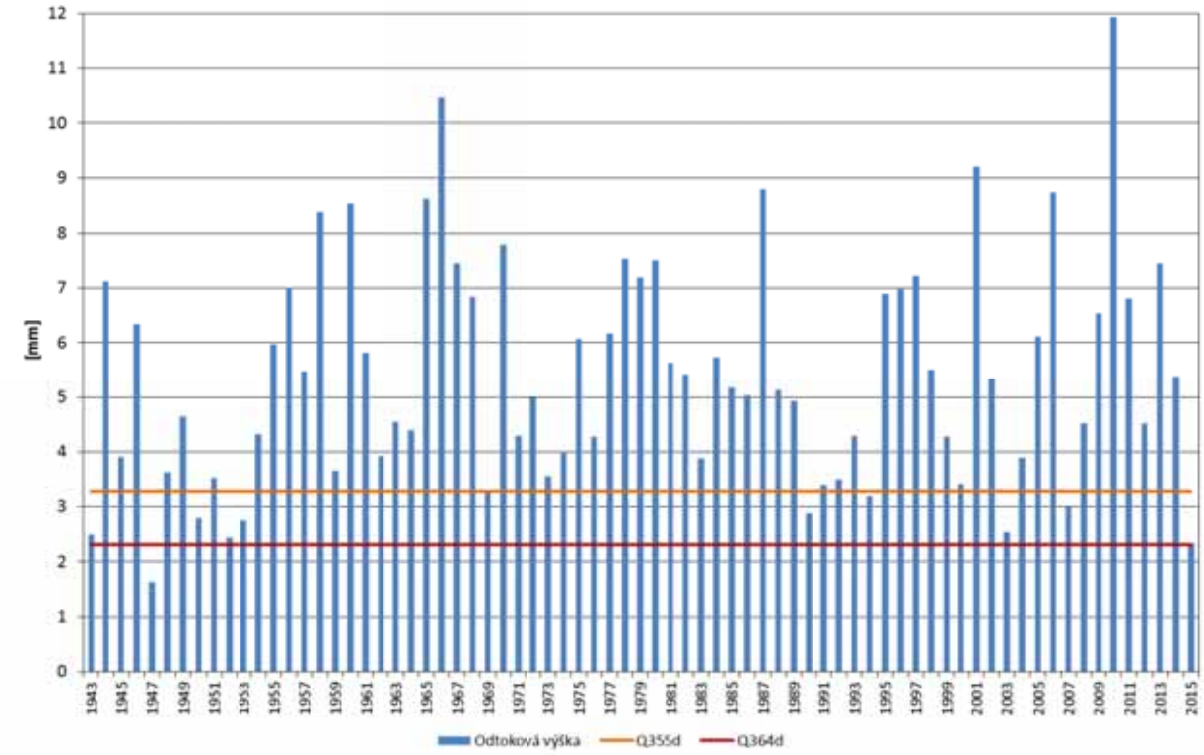
V profilu Strážnice na řece Moravě (obr. 7.13) rovněž není hydrologický režim významně ovlivněn antropogenní činností. Z grafu vyplývá, že hydrologické sucho v roce 2015 nebylo v tomto profilu nikterak extrémní. Od začátku systematického vyhodnocování průtoků se jedná dokonce až o patnáctou nejnižší hodnotu v pořadí! Za posledních třicet let bylo hydrologické sucho oproti roku 2015 významnější v letech 1992, 1993, 2003 a 2004.



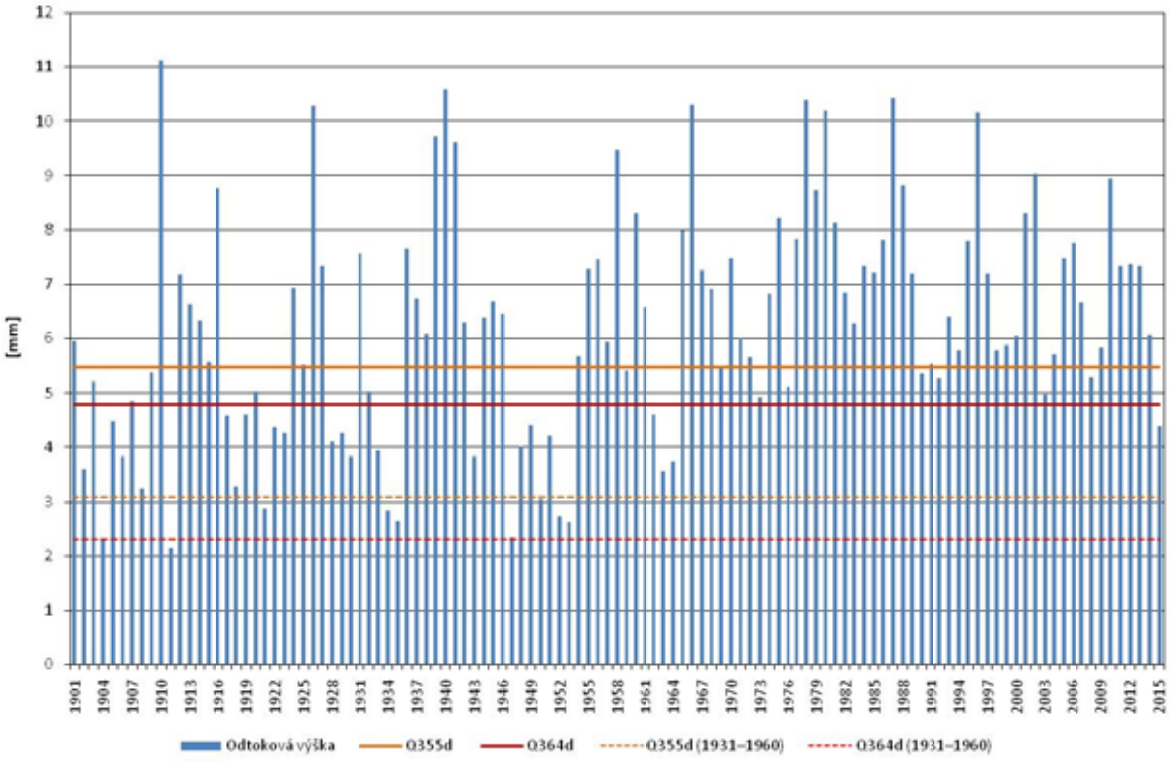
Obr. 7.8 30denní minimální roční odtokové výšky na Jizeře v profilu Železný Brod.



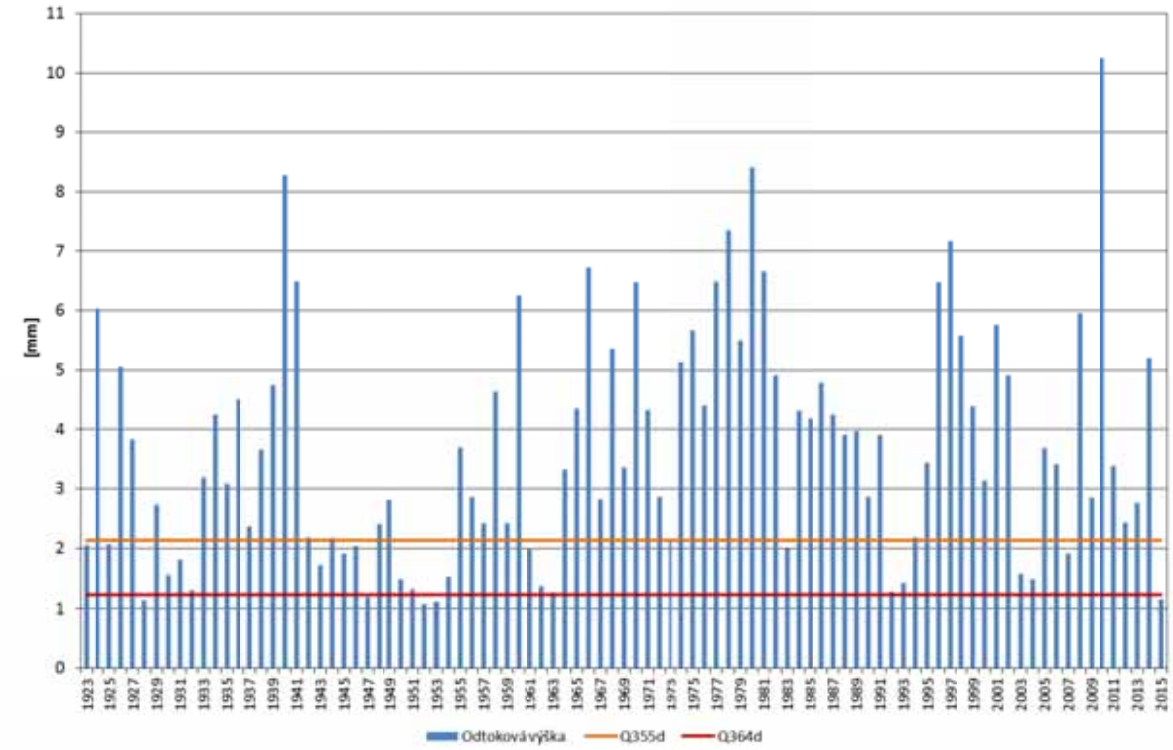
Obr. 7.9 30denní minimální roční odtokové výšky na Lužnici v profilu Bechyně.



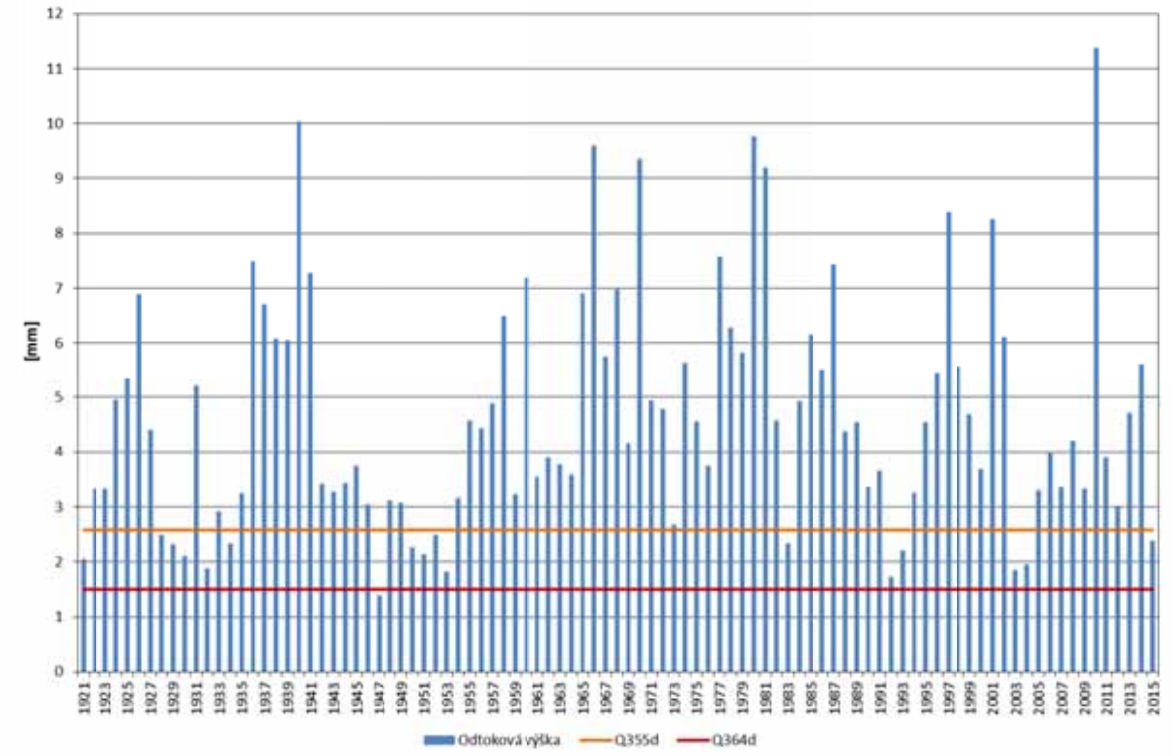
Obr. 7.10 30denní minimální roční odtokové výšky na Sázavě v profilu Zruč nad Sázavou.



Obr. 7.11 30denní minimální roční odtokové výšky na Labi v profilu Děčín.



Obr. 7.12 30denní minimální roční odtokové výšky na Odře v profilu Ostrava-Svinov.



Obr. 7.13 30denní minimální roční odtokové výšky na Moravě v profilu Strážnice.

V uvedených profilech byla nejmenší 30denní odtoková výška zaznamenána v období od poloviny července do poloviny srpna, s výjimkou profilu Strážnice na Moravě, kde jednalo se o období od poloviny září do poloviny října.

V osmi vybraných profilech byl proveden statistický odhad extremity 7denní a 30denní roční minimální odtokové výšky, viz tab. 7.4. Největší extremita hydrologického sucha byla zaznamenána na přítocích Vltavy v jižních Čechách, kde na Lužnici v Bechyni vychází doba opakování obou odtokových výšek 100 let, na Otavě v Písku 50 let.Výrazné sucho bylo i ve středních a východních Čechách, čemuž odpovídá doba opakování 20–50 let na Orlici v Týništi nad Orlicí a na Sázavě ve Zruči nad Sázavou. Na Jizeře v Železném Brodě je odhad extremity hydrologického sucha ovlivněn výskytem minimálních průtoků v několika zimních obdobích. Na jihovýchodní Moravě naopak nebylo hydrologické sucho v roce 2015 tak významné, na Moravě ve Strážnici doba opakování ročních minim vychází na 5–10 let.

Tab. 7.4 Doba opakování 7denních a 30denních ročních minim ve vybraných profilech.

Tok	Profil	Plocha povodí [km^2]	Počátek časové řady Q_d	Doba opakování [roky]	
				7denní roční minima	30denní roční minima
Orlice	Týniště nad Orlicí	1 554.2	1911	20–50	20–50
Jizera	Železný Brod	791.3	1912	10–20	10–20
Lužnice	Bechyně	4 057.1	1911	100	100
Otava	Písek	2 913.7	1912	50	50
Sázava	Zruč nad Sázavou	1 420.7	1943	20–50	20–50
Odra	Ostrava-Svinov	1 613.7	1923	20–50	10–20
Bečva	Dluhonice	1 592.8	1920	5–10	5–10
Morava	Strážnice	9 144.8	1921	5–10	5–10

Komplexnější analýza extremity minimálních průtoků bude provedena až v roce 2016 po verifikaci dat průtoků ve vodoměrných stanicích.

7.4. Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků

V některých úsecích vodních toků jsou průtoky v obdobích s minimálními průtoky nadlepšovány provozem vodních děl, která jsou k tomuto účelu určena. Jedním z těchto úseků je dolní tok Vltavy pod vodním dílem Vrané, kde se projevuje zejména vliv nádrží Lipno, Orlík a Slapy.

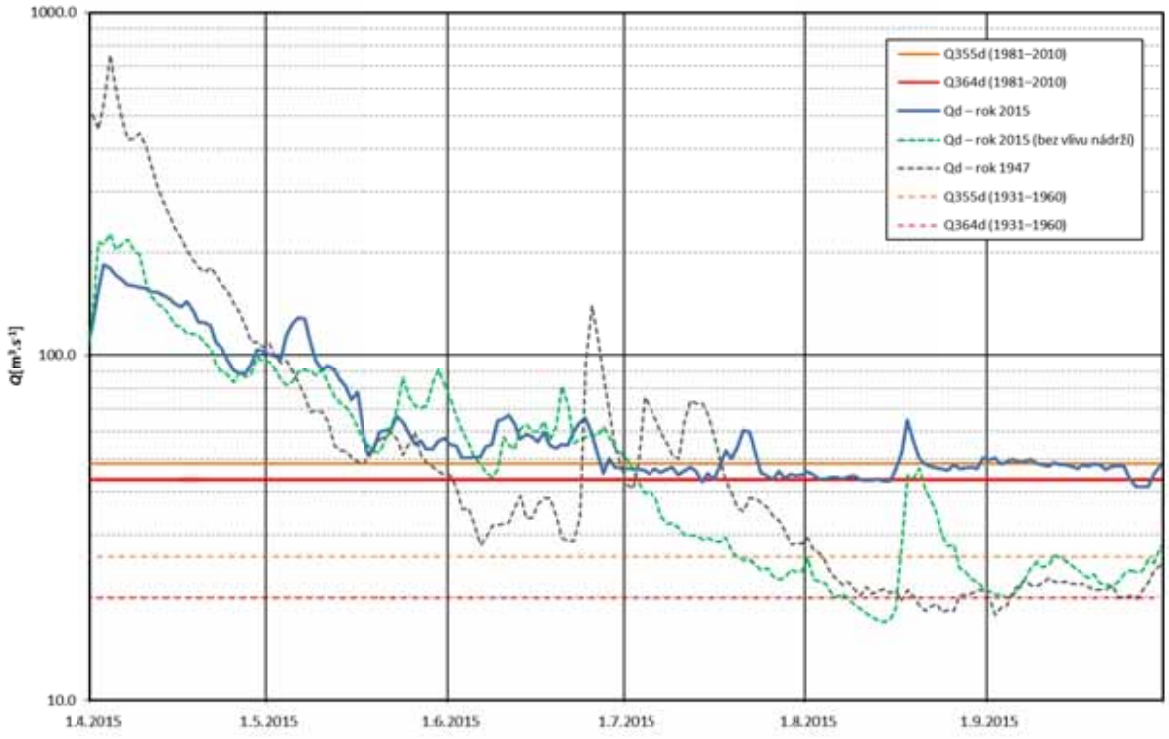
Pro zjištění skutečného vlivu nádrží na velikost minimálních průtoků na dolní Vltavě byl proveden výpočet (odhad) řady průměrných denních průtoků Q_d v profilu Praha-Chuchle bez vlivu nadlepšení vybranými vodními nádržemi v povodí Vltavy (nádrže Vltavské kaskády, VD Římov).

Výpočet (odhad) řady průměrných denních průtoků bez vlivu nadlepšení vodními nádržemi je založen na postupu, kdy jsou nasčítány řady průměrných denních průtoků ve vodoměrných stanicích, které nejsou výrazně ovlivněny nadlepšením průtoků z vodních nádrží Vltavské kaskády. Nadlepšení průtoků vodními nádržemi v povodí Berounky a Sázavy nebylo prozatím uvažováno.

Při výpočtu bylo počítáno s postupovými dobami jednotlivých řad do profilu Praha-Chuchle. Pro zjednodušení výpočtu byla postupová doba vypočtena s průměrnou rychlostí proudění 0,5 m.s^{-1} a do posunu řady průměrných denních průtoků vstupovala se zaokrouhlením na celé dny. Do výpočtu byly zahrnuty řady průtoků z vodoměrných stanic, které jsou uvedeny tab. 7.5.

Tab. 7.5 Vodoměrné stanice, které vstupovaly do výpočtu.

Tok	Profil	Plocha povodí [km^2]
Teplá Vltava	Chlum-Volary	347,6
Studená Vltava	Černý Kříž-Volary	102,4
Polečnice	Český Krumlov	197,7
Malše	Pořešín	436,4
Stropnice	Pašinovice-Komařice	399,9
Bezdrevský potok	Lékařova Lhota	123,7
Lužnice	Bechyně	4 057,1
Otava	Písek	2 913,7
Lomnice	Dolní Ostrovec	391,4
Skalice	Varvažov	367,9
Brzina	Hrachov	133,2
Mastník	Radíč	268,6
Kocába	Štěchovice	308,6
Sázava	Nespeky	4 038,7
Berounka	Praha-Radotín	8 781,6
Radotínský potok	Radotín II	68,2
Součet ploch povodí		**22 936,7**
Vltava	Praha-Chuchle	26 730,0



Obr. 7.14 Hydrogramy pozorovaných průměrných denních průtoků na Vltavě v Praze z let 1947 a 2015 a hydrogram vypočtených průměrných denních průtoků v profilu Praha-Chuchle z roku 2015 bez vlivu provozu nádrží Vltavské kaskády. Pro porovnání jsou uvedeny empirické hodnoty Q_{355d} a Q_{364d} za referenční období 1931–1960 a 1981–2010.

Průtoky v těchto vodoměrných stanicích představují odtok z 85,8 % plochy povodí k profilu vodoměrné stanice Praha-Chuchle. Zbývající část průtoků do profilu vodoměrné stanice Praha-Chuchle byla dopočítána na základě výpočtu odtoku z neměřeného mezipovodí z denních odtokových výšek podle analogonových stanic,

které odpovídají svými odtokovými poměry příslušným částem neměřeného mezipovodí. Do tohoto výpočtu vstupovaly jako analogony stanice Český Krumlov na Polečnici, Lékařova Lhota na Bezdrevském potoce a Radíč na Mastníku.

Porovnáme-li v profilu Praha-Chuchle hydrogramy průtoků pozorovaných a vypočtených hodnot (bez vlivu vybraných nádrží), je zřejmé, že do začátku července je jejich průběh podobný. Od druhé dekády v červenci je však patrný jednoznačný pokles hodnot průtoků u vypočtené řady, zatímco průtoky v pozorované řadě se pohybují setrvale okolo hodnoty 45 $m^3.s^{-1}$, tudíž zde začalo docházet k výraznému nadlepšování průtoků, a tedy i prázdnění zásobních prostorů nádrží. Nejmenší průtoky ve vypočtené časové řadě se objevují v období od 8. do 16. srpna, kdy jejich hodnoty jsou nižší než 20 $m^3.s^{-1}$. Minimum vypočítané řady je dosaženo 14. srpna a činí 16,8 $m^3.s^{-1}$. Z grafu na obr. 7.14 je dále zřejmé, že srážky, které se vyskytly v polovině srpna a částečně zasáhly i povodí Vltavy, by způsobily podstatně větší nárůst průtoků oproti nárůstu pozorovaných průtoků v Praze-Chuchli, které byly transformovány provozem nádrží.

Z porovnání řad pozorovaných a vypočtených průměrných denních průtoků vyplývá, že nadlepšení průtoků nádržemi dosahovalo v období nejmenších průtoků pod VD Vrané cca až 25 $m^3.s^{-1}$. Období, po které byly průtoky výrazně nadlepšovány, trvalo od první dekády července až do konce září a pravděpodobně pokračovalo i v průběhu října. Výpočet v měsíci říjnu bude možný až po vyhodnocení průtoků ve všech vodoměrných stanicích, které vstupovaly do výpočtu, viz tab. 7.5.

Na základě srovnání vypočítaných průměrných denních průtoků (bez vlivu vybraných nádrží) s hydrogramem průtoků z roku 1947 v profilu Praha-Modřany (obr. 7.14) lze konstatovat, že velikost minimálních průtoků v profilu Praha-Chuchle v roce 2015 by byla bez nadlepšení průtoků nádržemi Vltavské kaskády srovnatelná s rokem 1947. Průběh průtoků v roce 1947 byl však odlišný, protože výrazný pokles hodnot průtoků začal ve srovnání s rokem 2015 podstatně dříve.

V čase zpracování této zprávy nebyly k dispozici zdaleka všechny údaje nutné k odhadu ovlivnění průtoků provozem vodních děl v dalších úsecích vodních toků. V aktualizované verzi zprávy bude provedeno zpřesnění odhadu vlivu nádrží na průtoky na dolní Vltavě a v profilech na Labi pod soutokem s Vltavou,kde se kromě vlivu nádrží Vltavské kaskády projevuje i vliv nádrží v povodí Ohře.

7.5. Shrnutí

Hydrologické sucho postihlo v roce 2015 prakticky celé území České republiky. Na většině vodních toků jejich hladiny zaklesly po dobu několika týdnů významně pod úroveň 355denního průtoku, což dokládají měření provedená v terénu. V některých regionech došlo i k úplnému vyschnutí některých toků.

Hydrologické sucho bylo způsobeno jak nedostatkem srážek, tak i abnormálně vysokou teplotou a s tím spojeným vysokým výparem z krajiny, hladin vodních toků a vodních ploch. Bylo přerušováno jen krátkodobými srážkovými epizodami v polovině srpna a v polovině října.

Vodní nádrže s významným zásobním prostorem přispěly ke zmírnění hydrologického sucha nadlepšováním minimálních průtoků. Například na Vltavě v Praze neklesla hodnota průtoku pod 43 $m^3.s^{-1}$, což byla v období 1931–1960 hodnota zhruba 330denního průtoku. Bez nadlepšování by Prahou patrně protékalo po více než tři měsíce méně než 40 $m^3.s^{-1}$ a krátkodobě nejspíše méně než 20 $m^3.s^{-1}$. Významný účinek měla zřejmě soustava nádrží Skalka-Jesenice-Nechranice pro Ohři a spolu

s Vltavskou kaskádou pro dolní Labe. Oproti tomu chovné rybníky, např. v jižních Čechách, zadržováním vody hydrologické sucho naopak zvýraznily, a nad to z jejich plochy docházelo k velkému výparu.

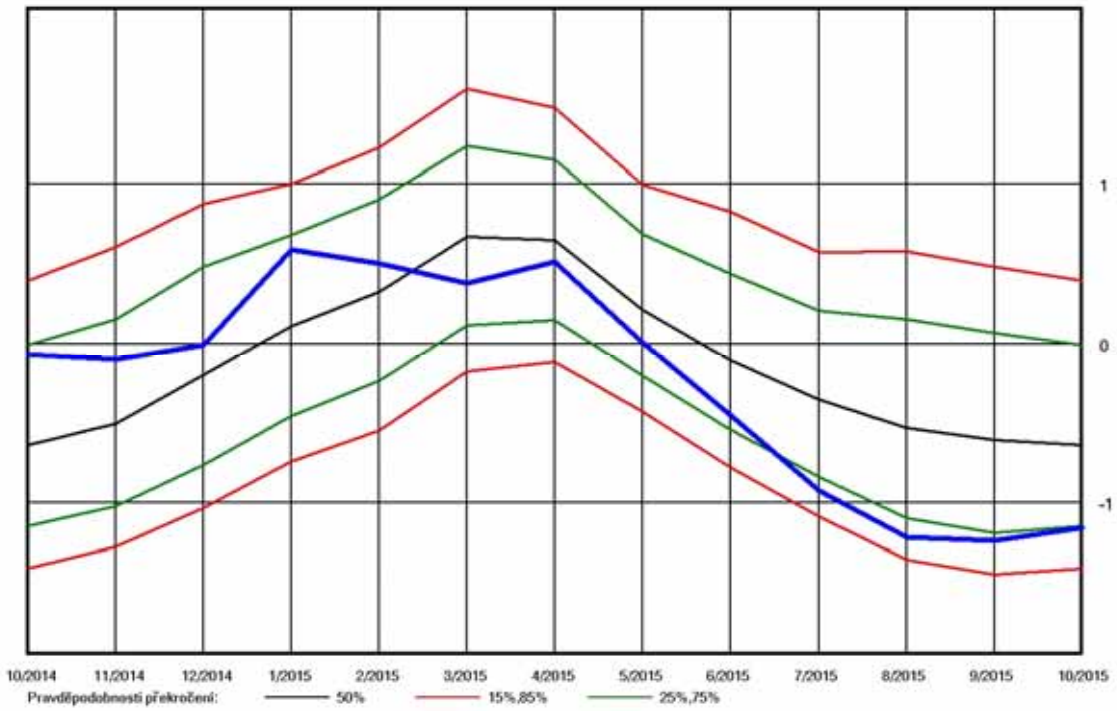
Různá míra antropogenního ovlivnění, fyzickogeografické poměry a klimatické poměry České republiky způsobují, že hydrologický režim minimálních průtoků je regionálně odlišný. Hodnotit extremitu hydrologického sucha v roce 2015 celoplošně je proto poměrně obtížné. Z dosavadních hodnocení vyplývá, že doba opakování 30denních a 7denních ročních průtokových minim se pohybuje v poměrně širokém rozmezí od 10 až po 100 let.

8. Vyhodnocení stavu podzemních vod

K hodnocení dosavadního průběhu stavu podzemních vod v letošním roce (2015) byly využity objekty hlásné sítě, které reprezentují odlišné geografické i horninové prostředí naší republiky.

8.1 Vyhodnocení hladin mělkých vrtů

Průběh průměrné celkové hladiny v mělkých vrtech hlásné sítě pro Českou republiku je znázorněn na obr. 8.1, 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 území ČR stejně. Rozdíly zařazení výšek hladiny v mělkých vrtech na MKP pro jednotlivé regiony jsou znázorněny v tab. 8.1.



Obr. 8.1 Průběh vyhodnocení průměrného standardizovaného stavu hladiny mělkých vrtů hlásné sítě (modře) za období od října 2014 ve srovnání s dlouhodobými měsíčními hodnotami 1981–2010.

Z hodnot v tabulce 8.1 je patrné, že hladina v mělkých vrtech začala výrazněji zaklesávat již v březnu, a to v povodí horního a středního Labe a dolní Vltavy, a že oblastmi dosud nejvíce postiženými suchem byly již od června severovýchodní a jižní Čechy (povodí horního a středního Labe a horní Vltavy) a severovýchodní Morava (povodí Odry).

Tab. 8.1 Pravděpodobnost překročení zaznamenaných úrovní hladiny v mělkých vrtech v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivá dílčí povodí.

MĚLKÉ VRTY	Zařazení úrovní hladiny na MKP v %									
Povodí	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
Horní a střední Labe	36	60	81	67	77	82	**88**	**88**	83	83
Horní Vltava	29	45	67	69	67	71	82	**87**	**86**	77
Dolní Vltava	19	52	80	65	73	69	77	76	74	70
Berounka	18	39	60	59	54	63	77	79	77	71
Dolní Labe	32	48	67	56	61	64	68	73	69	66
Odra	32	33	54	56	58	76	**84**	**87**	**89**	**90**
Morava	30	33	54	43	53	60	71	71	68	70
Dyje	21	26	44	48	55	67	75	74	67	67

V tabulce 8.1 jsou světlou barvou zvýrazněny hodnoty pro nízkou hladinu v rozmezí MKP 75 – 84 % a tmavě jsou zvýrazněny hladiny velmi nízké pod mezí pro sucho, tj. 85 % MKP.

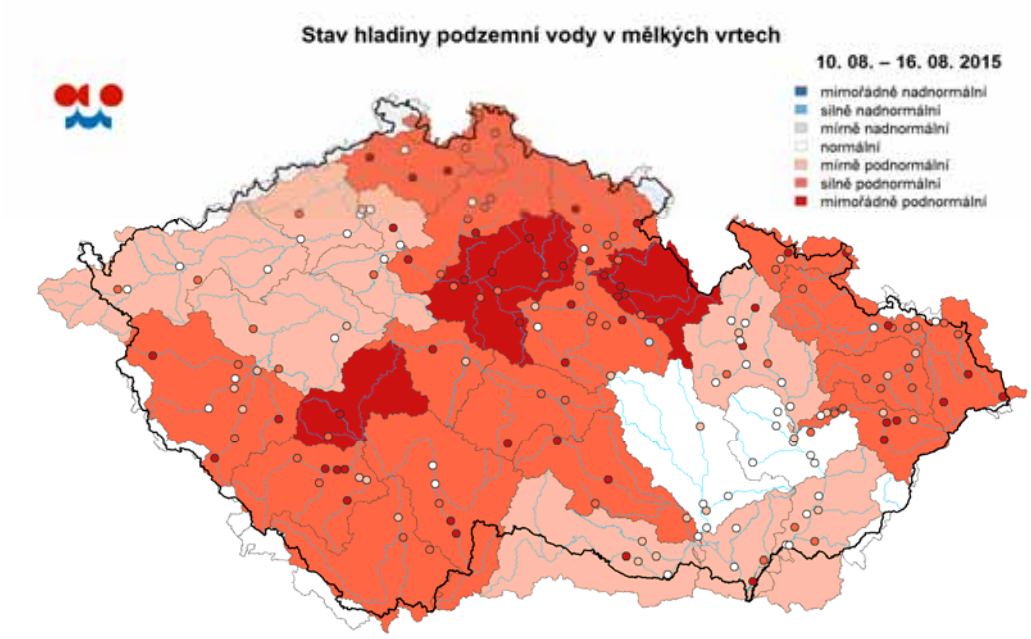
Stav podzemních vod je hodnocen podle pravděpodobnosti překročení hladiny ve vrtu v příslušném kalendářním měsíci. Hodnoty MKP jsou měsíční křivky překročení spočítané za období 1981–2010, přičemž hodnoty v rozmezí 25–75 % značí normální stav. Hodnoty s pravděpodobností překročení 75–85 % jsou stavy podnormální a hodnoty nad 85 % stavy silně podnormální. Analogicky znamená pravděpodobnost překročení 15–25 % nadnormální stav hladiny.

Tab. 8.2 obsahuje počet historicky nejnižších hladin vyjádřený v procentech počtu sledovaných hladin mělkých vrtů hlásné sítě. Vybrané roky reprezentují období s nízkými hodnotami úrovně podzemních vod. Je zde patrný výrazný nárůst počtu extrémně nízkých hladin v roce 2015 a vzestupná tendence jejich počtu v průběhu léta a podzimu.

Tab. 8.2 Podíl počtu mělkých vrtů se zaznamenanou historicky minimální hladinou ve vybraných letech.

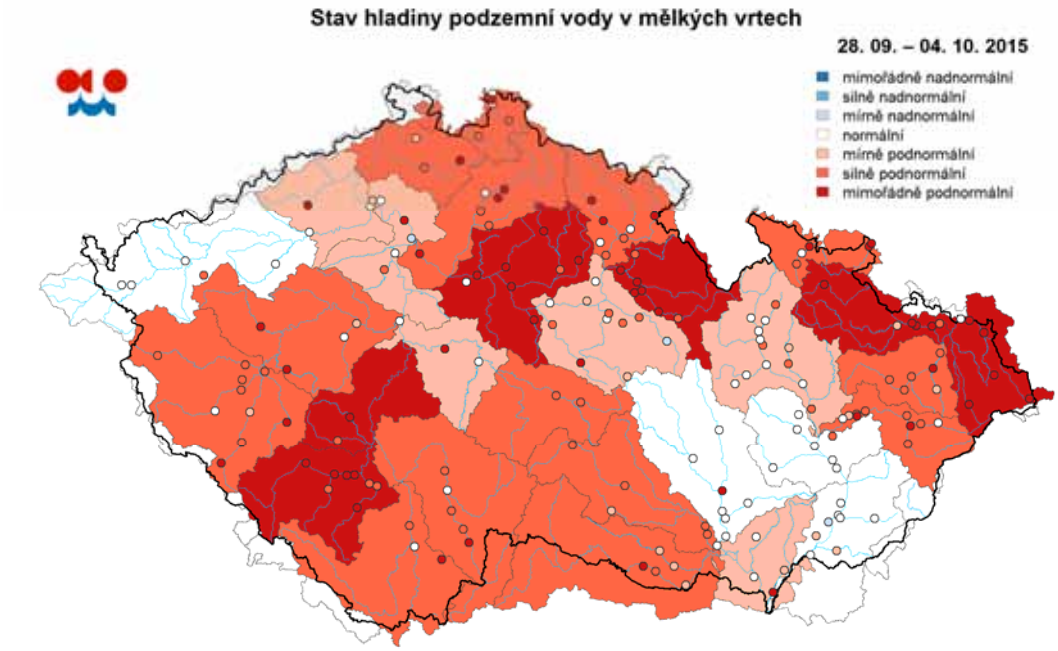
	Počet historických minimálních úrovní hladiny v mělkých vrtech v %							
	2015	2007	2003	1994	1993	1992	1990	1984
červenec	21	13	5	5	13	3	3	5
srpen	24	10	4	5	7	13	7	5
září	26	2	7	3	5	14	6	4
říjen	26	2	6	4	4	21	6	3

Nejsušším obdobím z hlediska zařazení úrovní hladiny v mělkých vrtech na křivky překročení byl dosud 33. týden (polovina srpna), kdy hladina na 59 % mělkých vrtů klesla na silně podnormální nebo mimořádně podnormální úroveň. Vrty s takto nízkou úrovní hladiny se vyskytovaly v celé republice, nejvíce však v severovýchodních a jihozápadních Čechách. Podobná situace byla rovněž ve 40. týdnu (konec září), kdy došlo ke zhoršení stavu podzemních vod na severovýchodě (povodí Odry) a naopak k mírnému zlepšení na jihovýchodě ČR (povodí Dyje), viz *obr. 8.2a a 8.2b.*



.

Obr. 8.2a Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech, 33. týden 2015.



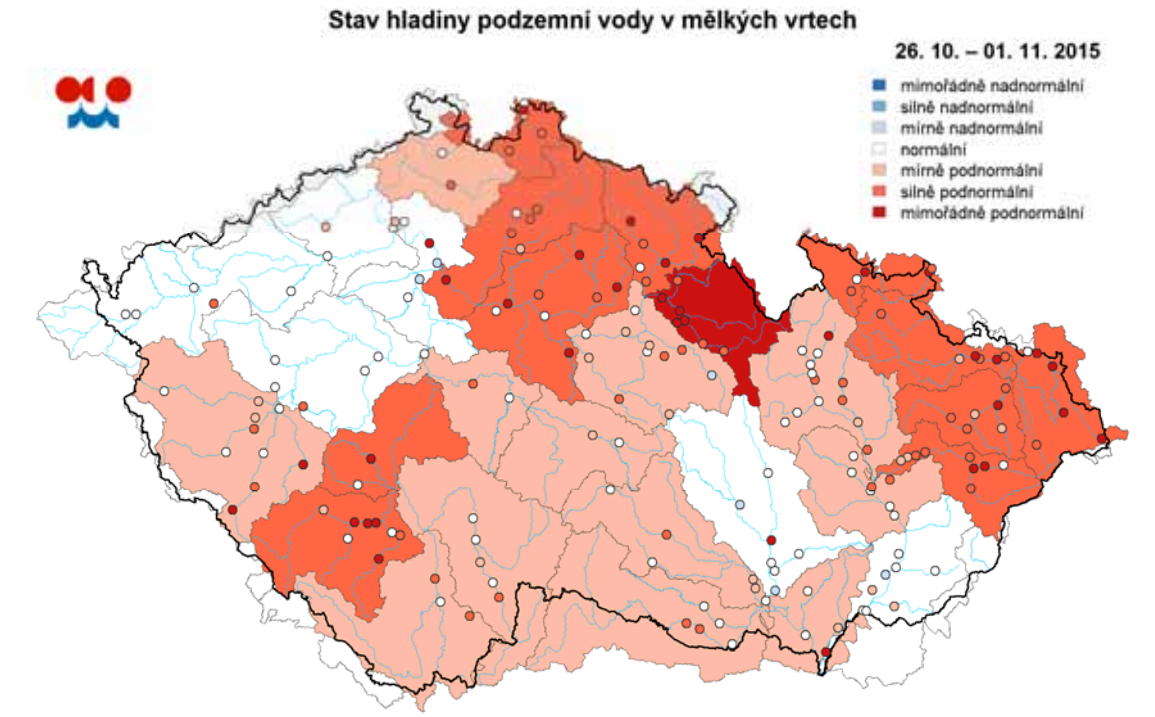
Obr. 8.2b Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech, 40. týden 2015.

Srážky v polovině srpna přispěly ke zmírnění klesání hladiny, místy bylo zaznamenáno i její dočasné zvýšení. V dalších týdnech však opět sledované veličiny klesaly, i když mírněji než v předchozím období. Počet objektů s nízkou úrovní hladiny zůstal proto i v září podobný jako v srpnu.

V říjnu hladina v mělkých vrtech v průměru převážně stagnovala, a to na většině území České republiky. V povodích horního a středního Labe, Odry a Moravy ještě pokračoval její mírný pokles, naopak v povodích Vltavy, Berounky a Dyje byl zaznamenán mírný vzestup hladiny. Mírně se zvýšil počet objektů s hladinou na normální úrovni(38 %) a rovněž počet objektů s nadprůměrnou úrovní hladiny (18 %). I když se snížil počet podprůměrných vrtů (58 %), počet vrtů s hladinou pod mezí charakterizu-

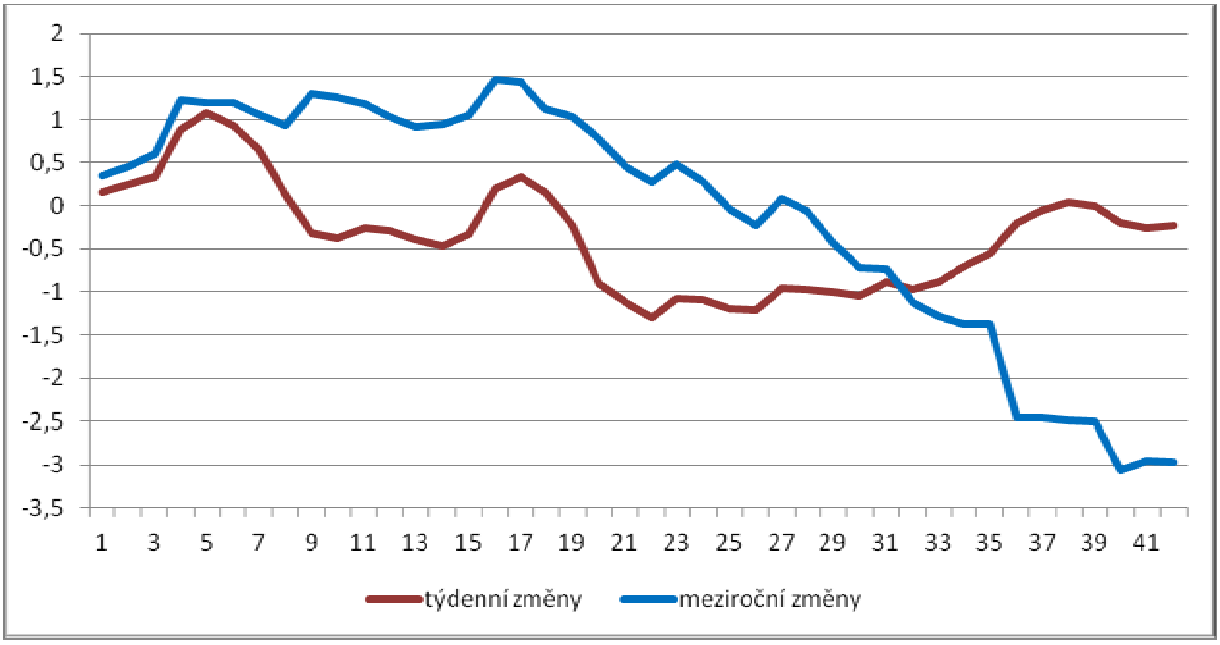
jící sucho (85 % MKP) se nezměnil (46 %). Nejvyšší počet jich byl v povodí Odry (78 %) a rovněž v povodí horního a středního Labe (66 %).

Koncem října 2015 byly nejsuššími oblastmi severovýchodní Čechy (povodí horního a středního Labe – 83 % MKP) a severovýchodní Morava (povodí Odry – 89 % MKP). V těchto regionech se také vyskytovala převážná část historicky nejnižších naměřených měsíčních úrovní hladiny. Jejich počet (26 %) byl vyšší než ve stejném období podobně suchého roku 1992. Příznivější stav podzemních vod byl na jižní Moravě (povodí Dyje – 67 % MKP) a v západní polovině Čech (povodí Berounky – 66 % MKP) viz obr. 8.2c.



Obr. 8.2c Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech, 44. týden 2015.

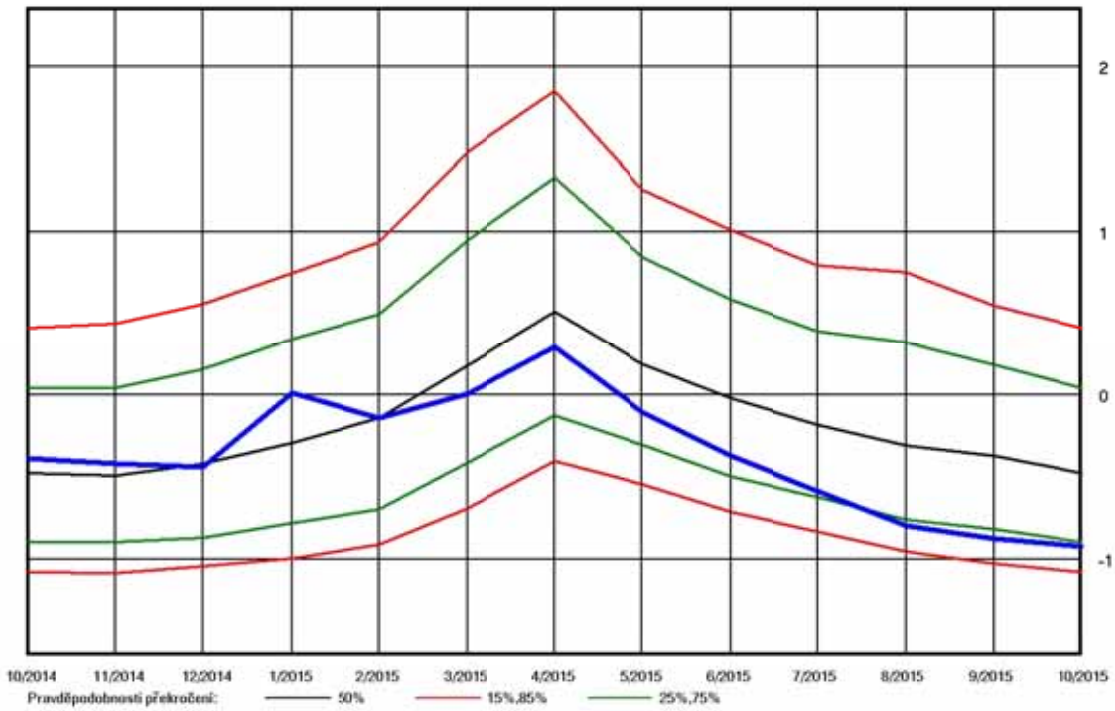
V grafu na obr.8.3 jsou znázorněny změny úrovně hladiny mělkých vrtů mezi jednotlivými týdny roku 2015 (hnědá čára) a rovněž i meziroční rozdíly mezi roky 2015 a 2014 pro jednotlivé kalendářní týdny (modrá čára). Je zde patrný trvalý pokles hladiny (záporné hodnoty) od 8. týdne, pouze krátce přerušený vzestupy hladiny v 18. až 20. týdnu. V meziročním srovnání je patrný zvětšující se rozdíl od 28. týdne, kdy se hodnoty úrovní hladiny stále výrazněji odlišují – klesají oproti úrovním hladiny ve stejném období roku 2014.



Obr. 8.3 Porovnání týdenních a meziročních změn (vzestupy +, klesání –) hladin mělkých vrtů v týdenním hodnocení v roce 2015. Hodnoty hladin byly standardizovány.

8.2 Vyhodnocení vydatnosti pramenů

Průběh průměrné celkové vydatnosti pramenů hlásné sítě pro celou republiku je znázorněn na obr.8.4. Z grafu je patrný zvyšující se deficit u podzemní vody hlubších zvodní již od února 2015. I když vydatnost až do dubna, obvyklých jarních maxim, rostly, nebylo dosaženo ani normální úrovně (černá čára v grafu) na měsíční křivce překročení. Poté se již vydatnost pramenů zmenšovala a to s větší intenzitou, než je pro dané měsíce obvyklé. Zmenšování vydatnosti neprobíhalo v celé republice stejně. Rozdíly zařazení vydatnosti na MKP pro jednotlivé regiony jsou patrné z tab. 8.3.



Obr. 8.4 Průběh vyhodnocení průměrné standardizované vydatnosti pramenů hlásné sítě (modře) za období od října 2014 ve srovnání s dlouhodobými hodnotami 1981–2010.

Tab 8.3 Pravděpodobnost překročení zaznamenané vydatnosti pramenů v roce 2015 vzhledem k měsíční křivce překročení pro jednotlivá dílčí povodí.

PRAMENY	Zařazení hodnot vydatnosti na MKP v %									
Povodí	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
Horní a střední Labe	48	62	74	72	76	80	**84**	**87**	**88**	**87**
Horní Vltava	27	39	56	61	68	63	67	76	81	77
Dolní Vltava	44	61	73	69	75	76	78	82	82	80
Berounka	17	34	37	42	47	43	45	64	62	59
Dolní Labe	53	62	64	60	62	65	68	72	72	72
Odra	37	45	43	50	67	75	**85**	**86**	**88**	**88**
Morava	30	44	49	48	64	73	80	76	76	79
Dyje	36	42	51	58	59	64	69	70	68	66

V tabulce 8.3 jsou světlou barvou zvýrazněny hodnoty pro malou vydatnost v rozmezí MKP 75–84 % a tmavě hodnoty vydatnosti velmi malé, pod mezí pro sucho, tj. 85 % MKP.Z tabulky je patrné, že oblastmi nejvíce postiženými suchem byly již od července severovýchodní Čechy (povodí horního a středního Labe) a severovýchodní Morava (povodí Odry).

V tab. 8.4 je přehled počtu historicky nejmenších hodnot vydatnosti, vyjádřený v procentech počtu sledovaných pramenů hlásné sítě pro vybrané suché roky.Je zde patrný výrazný nárůst objektů s extrémně malou vydatností, příp. suchých pramenů a vzestupná tendence jejich počtu v průběhu léta a podzimu 2015.

Tab. 8.4 Podíl počtu pramenů se zaznamenanou historicky minimální vydatností ve vybraných letech.

	Počet historických minimálních hodnot vydatnosti pramenů v %							
	2015	2007	2003	1994	1993	1992	1990	1984
červenec	15	9	7	1	8	5	4	2
srpen	16	7	7	2	9	6	6	3
září	24	2	7	1	11	4	9	2
říjen	27	2	6	2	8	7	7	1



Obr. 8.5 Porovnání vydatnosti pramene Jičínky v červnu 2012 (1,9 $l.s^{-1}$) a říjnu 2015 (0,09 $l.s^{-1}$).

Z hlediska zařazení hodnot vydatnosti na měsíční křivky překročení, byla vydatnost nejmenší v září (40. týden), viz obr. 8.6b. Malých hodnot však sledované objekty dosahovaly již v červenci a srpnu, viz obr. 8.6a. Ojedinělé srpnové nárůsty vydatnosti byly jen krátkodobé, a tak počet pramenů s malou vydatností koncem srpna zůstal na 66 %, z toho bylo 56 % objektů pod mezí pro sucho (85 % MKP). Nejsušší oblastí bylo na přelomu srpna a září povodí Odry, kde meze pro sucho dosáhlo 85 % pramenů. U pramenů v povodí dolní Vltavy a dolního Labe bylo pod hranicí sucha 70 % objektů. Příznivější situace byla v jižních regionech (povodí horní Vltavy a Dyje), kde k mezi pro sucho klesla pouze třetina pramenů. Celkové zařazení pozorovaných hodnot vydatnosti pramenů na měsíčních křivkách překročení se na celém území zhoršilo, a s výjimkou povodí Dyje a Berounky byly vydatnosti pramenů podnormální. Nejmenší hodnoty vydatnosti byly dosaženy v povodích horního a středního Labe a Odry s pouhými 13 % normální vydatnosti a zařazením povodí na MKP odpovídající 87, respektive 86 %.Vydatnost byla malá i v celkovém meziročním srovnání, kdy jen u 23 % hodnocených objektů byly dosaženy příp. překročeny hodnoty roku 2014. Pouze v povodí Berounky se vydatnost ve 40 % objektů vyrovnala hodnotám roku 2014, zatímco v povodí Dyje a dolní Vltavy nedosáhl vydatnosti roku 2014 žádný objekt.



Obr.8.6a Vydatnost pramenů, 34. týden 2015.



Obr.8.6b Vydatnost pramenů, 40. týden 2015.

V září pokračovalo zmenšování vydatnosti pramenů z letního období, a to převážně na severovýchodě (povodí Odry) a ve středních Čechách (povodí dolní Vltavy). Na jihovýchodě ČR (povodí Dyje) a severozápadě území republiky (povodí dolního Labe) byly hodnoty vydatnosti setrvalé. Celkový podíl objektů s normální příp. nadnormální vydatností se příliš nezměnil (15 %), a tak i podíl pramenů s malou vydatností zůstal na 85 %. Počet objektů s vydatností pod mezí pro sucho (85 % MKP) zůstal vysoký a činil 60 %. Nejsušší oblastí zůstalo povodí Odry, kde meze pro sucho dosáhlo 85 % objektů. Z počtu sledovaných pramenů v povodí dolní Vltavy a dolního Labe bylo 70 % pod hranicí sucha, přičemž jejich nejmenší podíl (35 %) byl v povodí Dyje. Celkové zařazení pramenů na měsíčních křivkách překročení se v celé republice výrazněji nezměnilo, viz tab.8.3.Nejmenšíhodnoty vydatnosti byly v povodích horního a středního Labe a Odry a odpovídaly shodně 88 % zařazení na MKP. Malé hodnoty vydatnosti byly i v celkovém meziročním srovnání, kdy 89 % sledovaných pramenů nedosáhlo vydatnosti ze září 2014, přičemž v povodích Berounky, Odry a Moravy nedosáhl úrovní z roku 2014 žádný objekt.



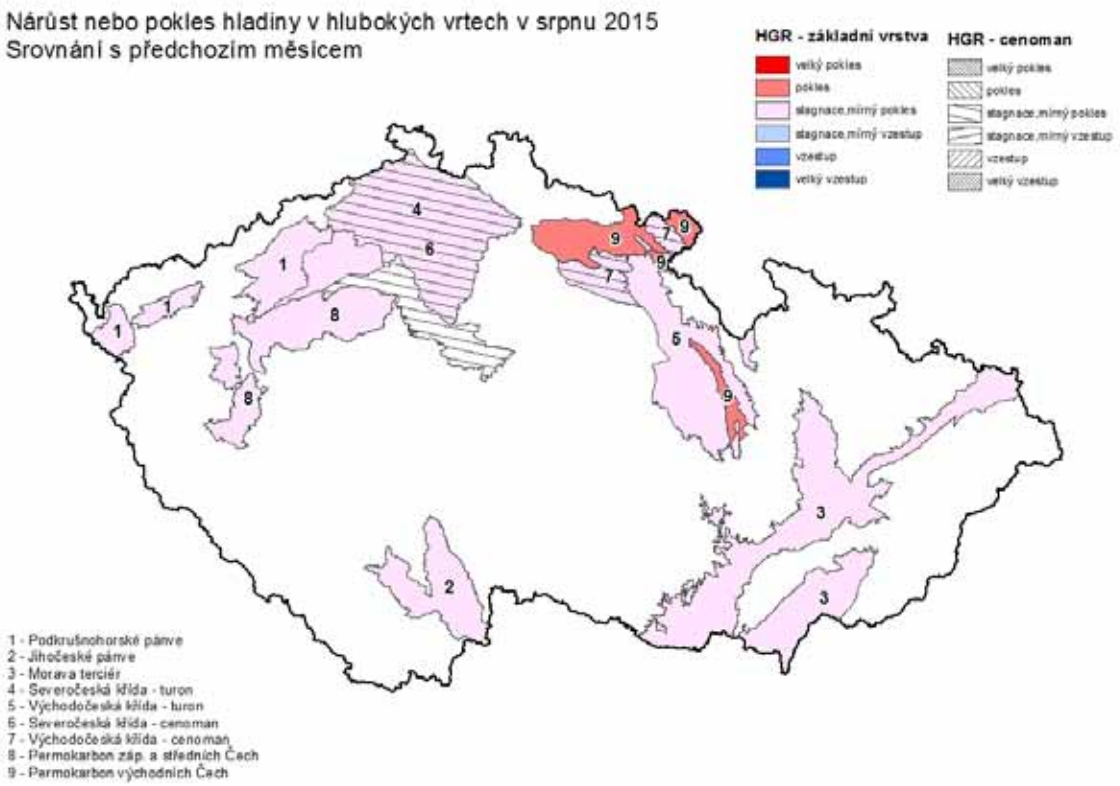
Obr.8.6c Vydatnost pramenů, 44.týden 2015.

V říjnu se celkový pokles vydatnosti pramenů zmírnil. Na jihu ČR (povodí horní Vltavy a Dyje) a na západě Čech (povodí Berounky a dolního Labe) byly vydatnosti setrvalé. Na severovýchodě ČR (povodí horního a středního Labe a Odry) a ve středních Čechách (povodí dolní Vltavy) pokračovaly mírné poklesy nebo stagnace vydatnosti pramenů. Celkový podíl pramenů s podnormální vydatností zůstal vysoký (82 % objektů), stejně jako počet objektů s vydatností pod mezí pro sucho, který byl 60 %. Nejsušší oblastí zůstalo povodí Odry, kde meze pro sucho dosáhlo 92 % pramenů. Z pramenů v povodí dolní Vltavy a dolního Labe bylo pod hranicí sucha 60–67 % objektů. Nejmenší podíl objektů pod hranicí sucha (40 %) byl v povodí Berounky a Dyje. Celkové zařazení vydatnosti pramenů v jednotlivých povodích vzhledem k měsíčním křivkám překročení se v porovnání se zářím výrazněji nezměnilo. Nejmen-

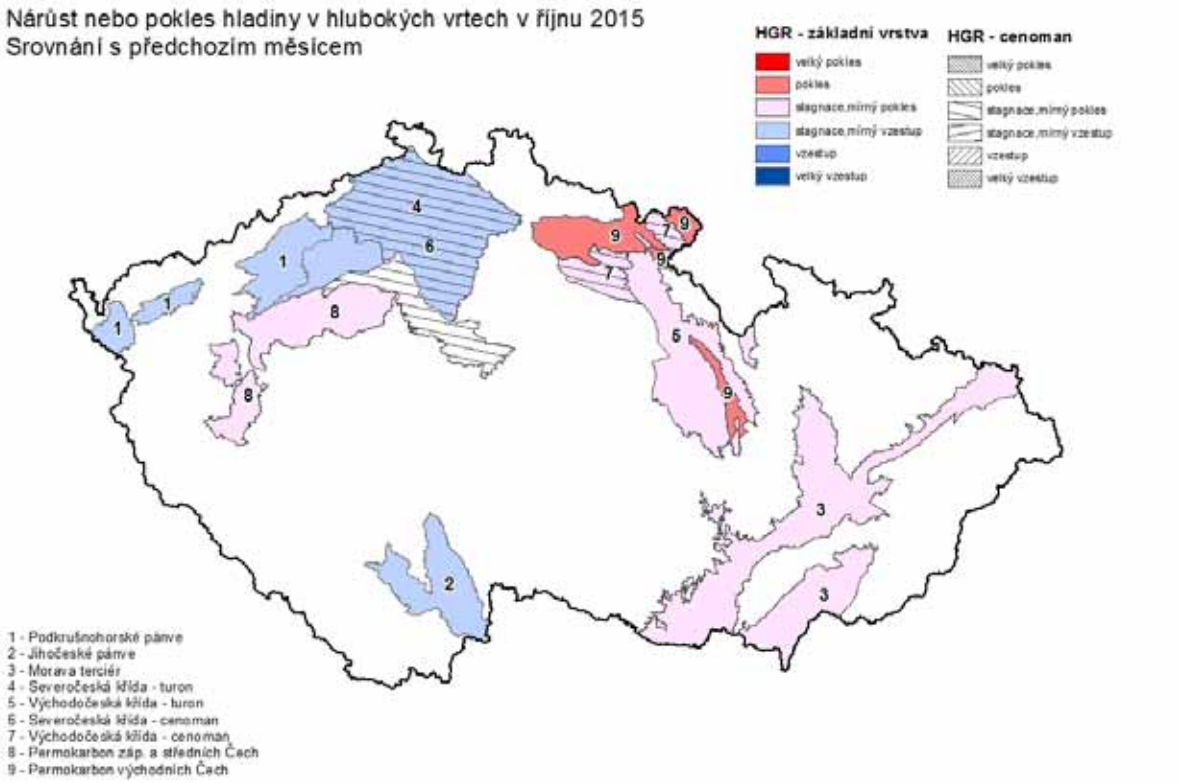
ší hodnoty vydatnosti měly prameny v povodích horního a středního Labe a Odry, kde žádný objekt nedosáhl normální vydatnosti a zařazení na MKP odpovídalo 87, respektive 88 %. Malé byly hodnoty vydatnosti i v celkovém meziročním srovnání, kdy 95 % sledovaných objektů nedosáhlo úrovně roku 2014.

8.3 Vyhodnocení úrovně hladiny hlubokých vrtů

Poněkud odlišná byla situace u nejhlubších zvodní monitorovaných hlubokými vrty. Až do května byly úrovně hladiny v hlubokých vrtech setrvalé, s občasnými poklesy i vzestupy a meziročně srovnatelné s rokem 2014. Mírné klesání se začalo projevovat až s nástupem léta. V srpnu byl sice v porovnání s rokem 2014 patrný pokles o různé intenzitě ve většině sledovaných oblastí, nejednalo se však o extrémně nízké hodnoty jako v mělčích zvodních. Pouze v oblasti permokarbonu východních Čech došlo k výraznějším poklesům hladiny u 67 % sledovaných hlubokých vrtů, viz obr. 8.7.



Obr.8.7 Nárůst nebo pokles úrovní hladiny v hlubokých vrtech v srpnu 2015.



Obr.8.8 Nárůst nebo pokles úrovní hladiny v hlubokých vrtech v říjnu 2015.

V měsíci říjnu docházelo u hlubokých zvodní ve většině sledovaných oblastí ke stagnaci či jen mírným změnám hladiny podzemních vod. Pokles hladiny ve vrtech byl zaznamenán pouze v oblasti permokarbonu východních Čech (50 % sledovaných objektů) a v oblasti Podkrušnohorských pánví (33 % sledovaných objektů). V ostatních lokalitách již k žádným výraznějším poklesům ani vzestupům nedošlo. Při porovnání se stejným měsícem roku 2014 došlo ke snížení hladiny u většiny pozorovaných objektů. V oblasti terciéru na Moravě, permokarbonu východních Čech a turonu severočeské křídy byl tento pokles velmi výrazný,viz obr. 8.8.

8.4 Závěr

Při hodnocení podzemních vod pro období leden až říjen roku 2015 je patrý deficit podzemních vod v mělkých zvodních již v jarních měsících, kdy v době obvyklých jarních maxim byly úrovně hladiny v mělkých vrtech mírně až silně podnormální. Velmi nízké úrovně hladiny v mělkých zvodních se vyskytovaly již v březnu, a to zejména v povodí horního a středního Labe a dolní Vltavy. Nejsušším obdobím z hlediska zařazení úrovní hladiny v mělkých vrtech na měsíční křivky překročení byl 33. týden (polovina srpna), pro vydatnost pramenů to byl konec září.

Oblastmi nejvíce postiženými suchem, a to jak v mělčích tak i hlubších zvodních byly již od července severovýchodní Čechy (povodí horního a středního Labe) a severovýchodní Morava (povodí Odry). Poněkud odlišná situace byla u nejhlubších zvodní monitorovaných hlubokými vrty. Až do května byly úrovně hladiny v hlubokých vrtech setrvalé, s občasnými poklesy i vzestupy a v meziročním srovnání podobné. Mírné klesání se začalo projevovat až s nástupem léta a pokračovalo setrvale do října, kdy začaly úrovně hladiny stagnovat a na severovýchodě Čech mírně stoupat.

V průběhu roku bývá obvykle hladina vrtů nejnižší a vydatnost pramenů nejmenší s příchodem podzimu (září, říjen). Poté se s klesající teplotou a ukončením vegetačního období doplňování podzemních vod zlepšuje. Prognóza dalšího vývoje podzemních vod a jejich doplňování je tedy zcela odvislá od množství a charakteru srážek v následujících měsících. Celkové a přesnější zhodnocení sucha v roce 2015 a porovnání s předchozími suchými roky (např. 1974, 1992, 2003) bude tedy možné až po ukončení celého ročního cyklu.

9. Vývoj na vodních nádržích

Deficit srážek a hydrologické sucho se nepříznivě projevilo ve vývoji plnění vodních nádrží, zejména nádrží se zásobním účinkem, který je využíván přímo pro odběry vody z nádrží nebo pro nadlepšování průtoku pod nádržemi. Zabezpečení těchto zásobních účinků při klesajících přítocích do nádrží nevyhnutelně vedlo k poměrně rychlému prázdnění většiny nádrží. Nezanedbatelným dílem přispěl ke ztrátám vody z nádrží i zvýšený výpar z volné hladiny v nadprůměrně teplých letních měsících, zejména pak během nebývalého počtu tropických dnů.

Většina významných vodních nádrží, které jsou na základě údajů od státních podniků Povodí zařazeny do hodnocení v pravidelných týdenních zprávách ČHMÚ, má jednoletý režim vyrovnání, při kterém se zásobní prostor nádrže obvykle doplní v období jarních zvýšených průtoků. Také ke konci dubna 2015 byly hladiny vody v nádržích na obvyklých úrovních odpovídajících tomuto ročnímu období. Zásobní prostory významných vodárenských nádrží byly naplněny z více než 90 %, s výjimkou nádrže Šance, kde byla hladina držena níže z důvodu probíhajících prací ve zdrži. Zásobní prostory ostatních nádrží byly naplněny většinou na 85 a více procent, pouze Orlík měl 76 % a Brněnská 67 %.

Deficit srážek v jarních měsících a celkově nižší vodnosti toků se projevily poklesem přítoků a nádrže se začaly prázdnit. Některé již od dubna (Želivka, Žlutice, Přísečnice, Nechranice, Seč, Opatovice), další v květnu a červnu, některé nádrže až v červenci (Římov, Fláje, Hracholusky). Poklesy hladin ve většině nádrží se během léta prohlubovaly a pokračovaly plynule až do října. V některých případech byly přerušeny nevýznamnými obdobími zvýšených přítoků s časově omezenými vzestupy (Seč, Souš, Nýrsko, Kružberk, Vír, Opatovice).

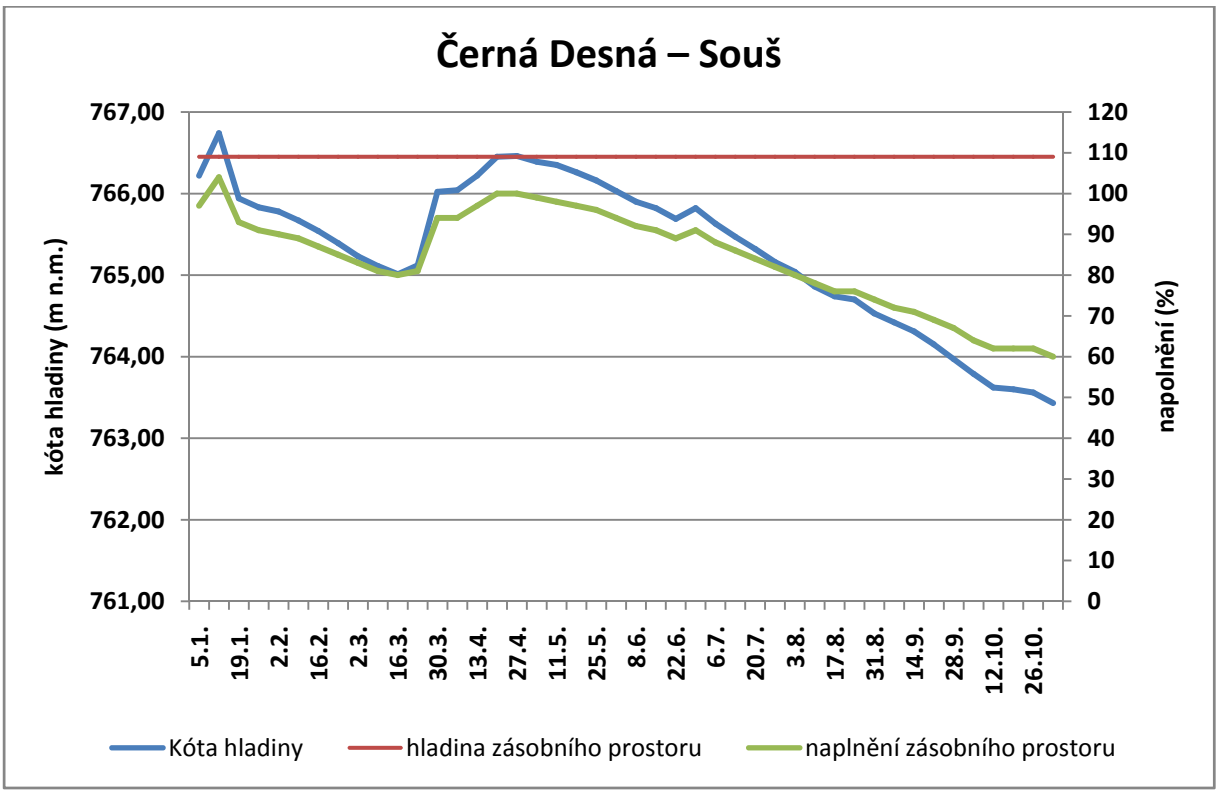
K datu uzávěrky podkladů pro tuto zprávu, tj. ke konci října 2015, byla většina vodních nádrží stále ještě na poklesu. Zastavení poklesu nebo vzestup hladin se v důsledku říjnových srážek a zvýšených přítoků projevil pouze na některých nádržích v jižních a západních Čechách (Římov, Nýrsko, Hracholusky, Žlutice, Fláje) a na jižní Moravě (Mostiště, Vranov, Dalešice, Nové Mlýny).

Naplnění zásobních objemů nádrží v pondělí 2. 11. 2015 bylo:

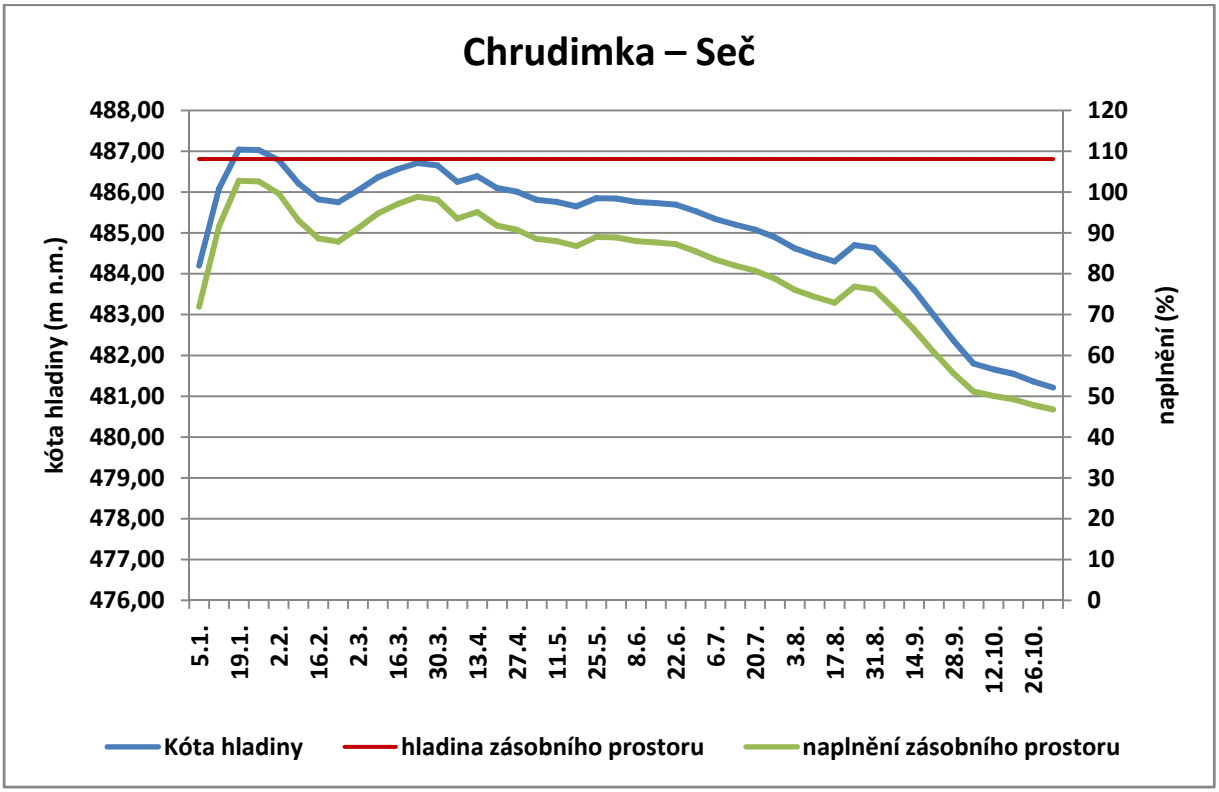
méně než 30 %	Rozkoš, Šance*
30 až 50 %	Pastviny, Seč, Fláje*, Orlík, Morávka, Žermanice, Vranov
50 až 70 %	Souš, Lipno, Hracholusky, Žlutice, Těrlicko, Opatovice, Slušovice, Vír, Dalešice
70 až 90 %	Vrchlice, Josefův Důl, Římov, Slapy, Želivka, Nýrsko, Skalka, Jesenice, Horka, Stanovice, Přísečnice, Nechranice, Kružberk, Brněnská, Mostiště, Nové Mlýny dolní zdrž.

* na nádržích Šance a Fláje byla hladina snížena z provozních důvodů

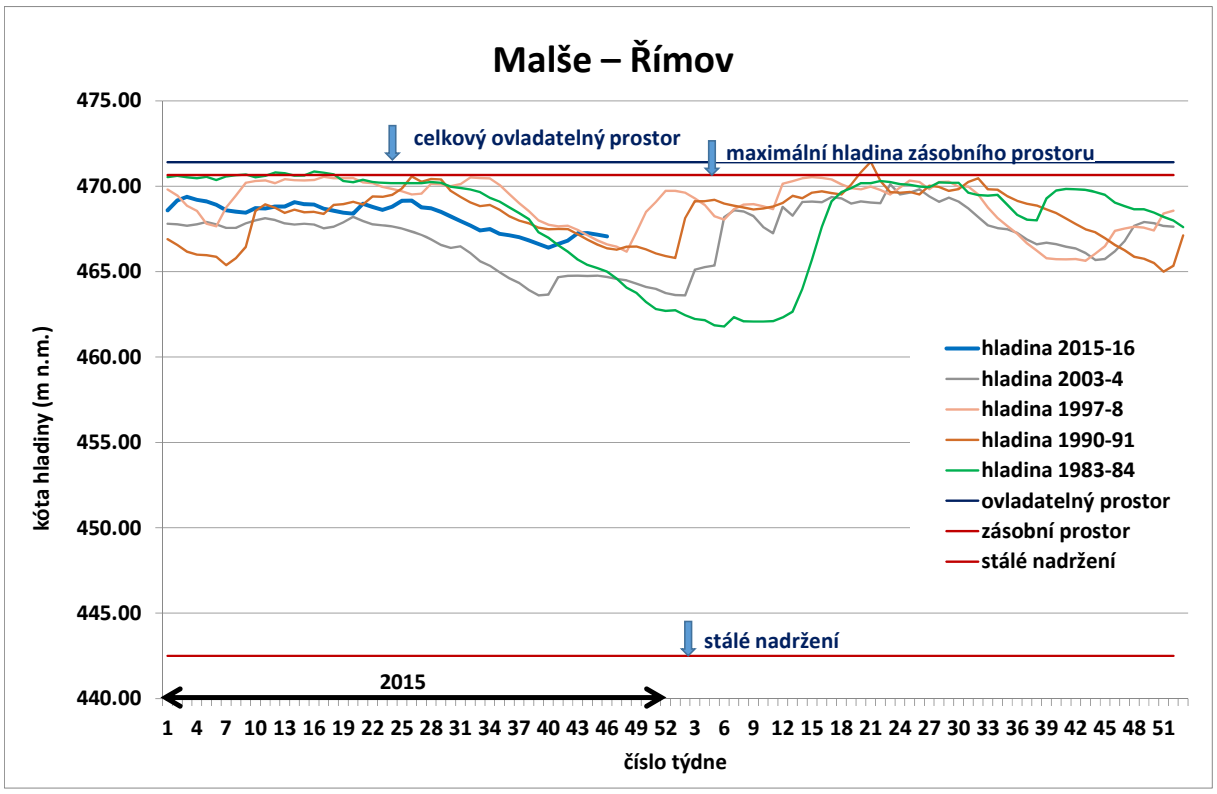
Vývoj plnění vybraných nádrží v roce 2015 je znázorněn na obr. 9.1 až 9.10. Z působnosti každého podniku Povodí byla vybrána jedna vodárenská nádrž a jedna nevodárenská nádrž. V některých případech, kde byly k dispozici podklady je uveden průběh plnění za dvouletí vesrovnání s provozem nádrží v jiných suchých letech v minulosti.



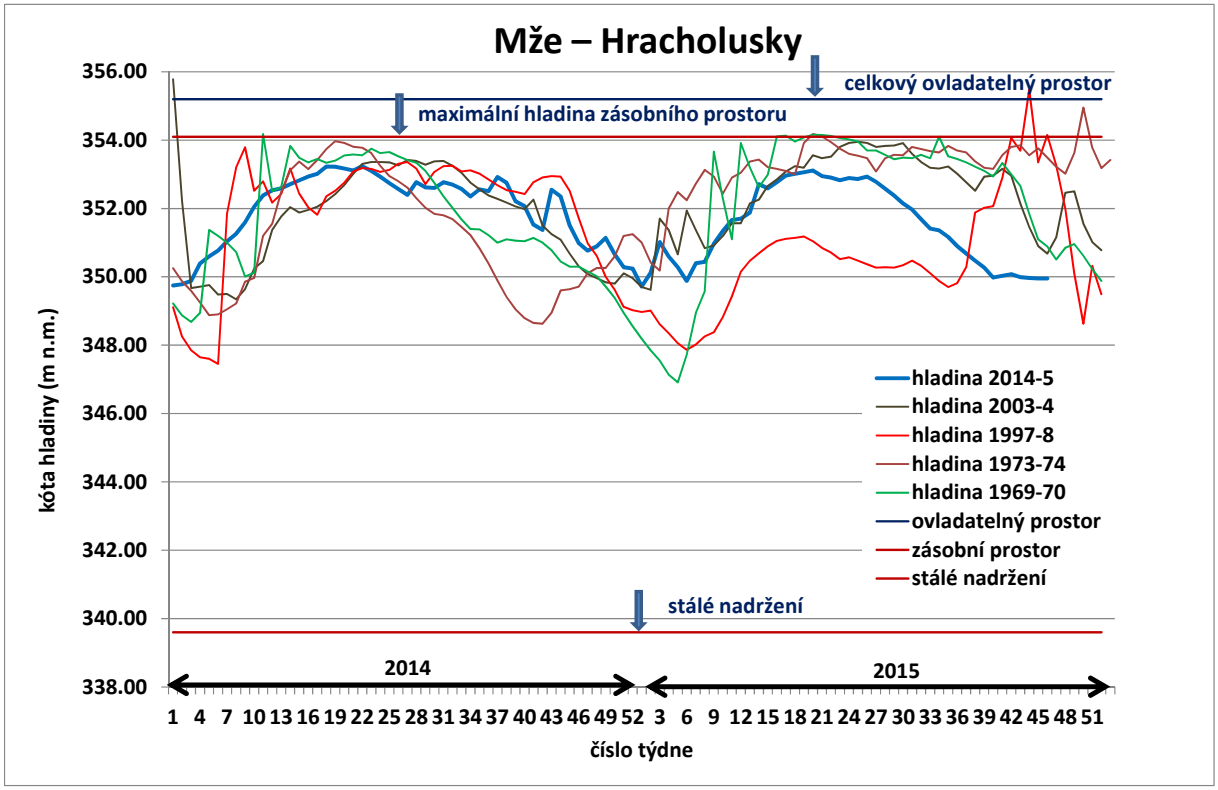
Obr. 9.1 Hospodaření nádrže Souš v roce 2015.



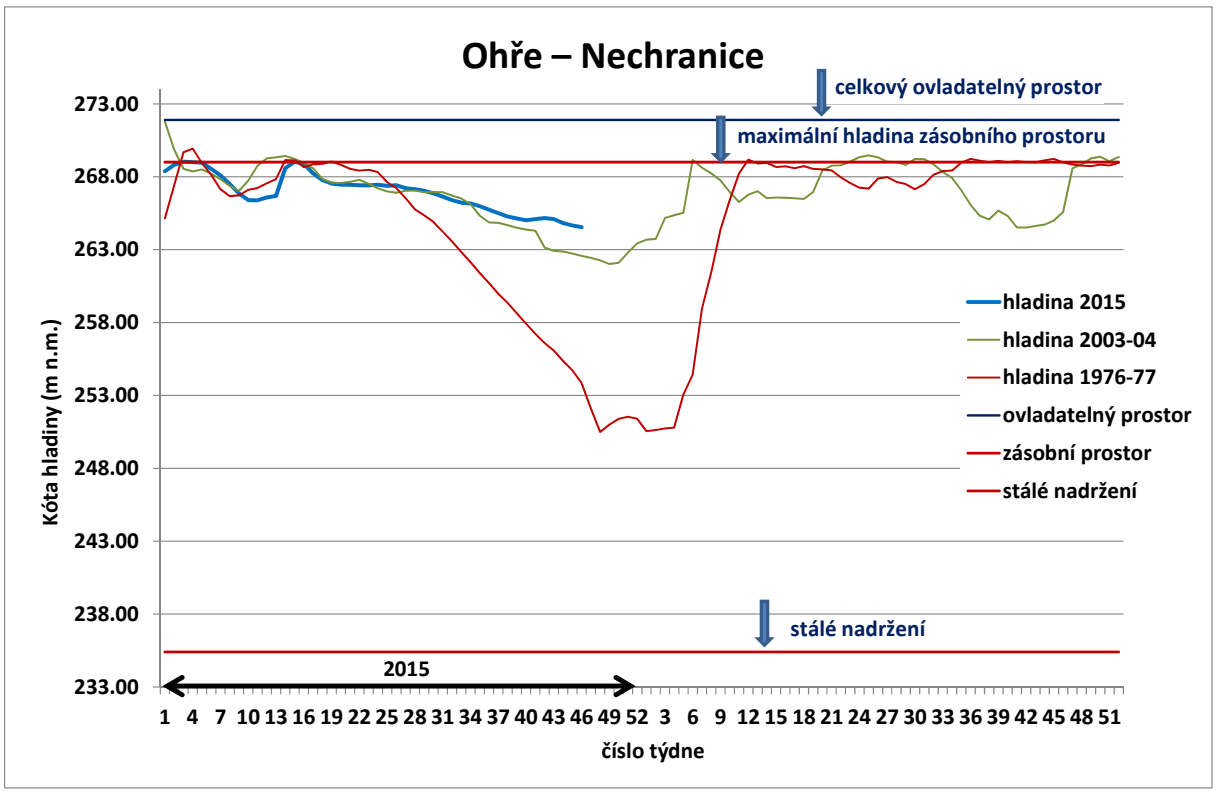
Obr. 9.2 Hospodaření nádrže Seč v roce 2015.



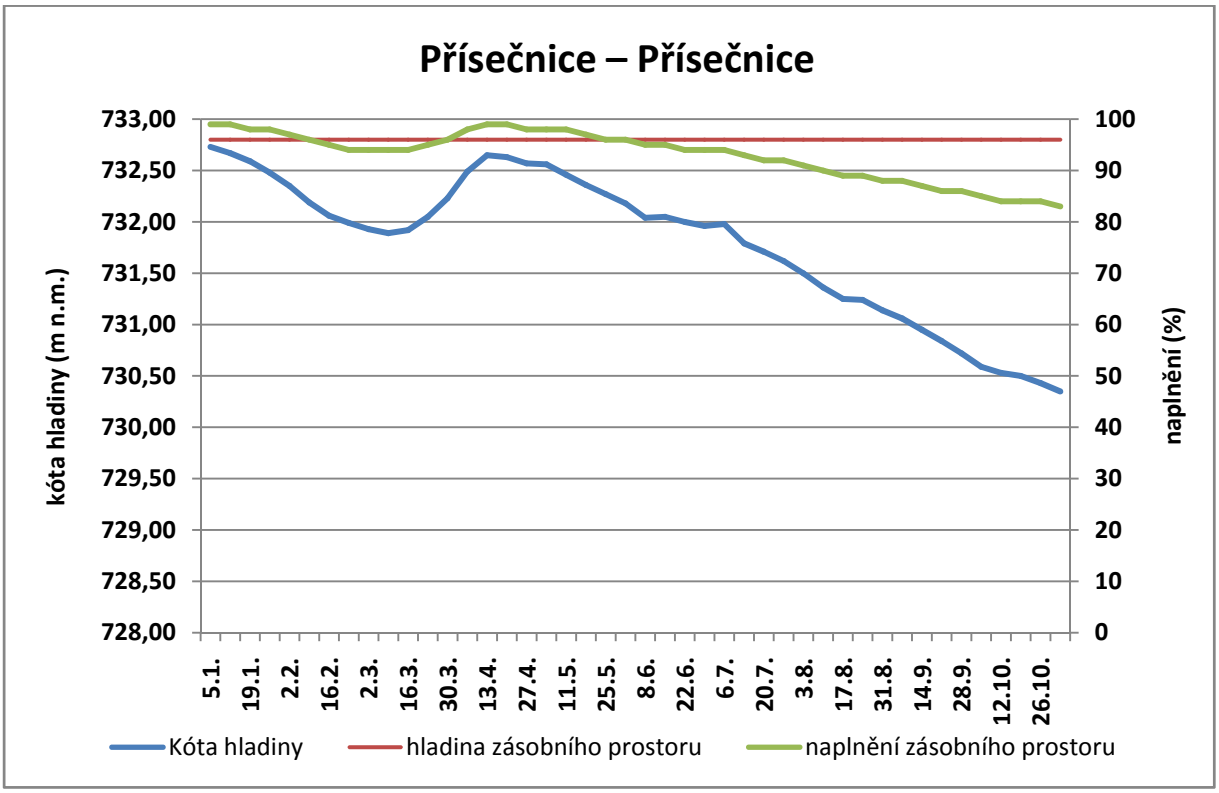
Obr. 9.3 Průběh hladiny vody v nádrži Římov v roce 2015 ve srovnání s jinými suchými roky.



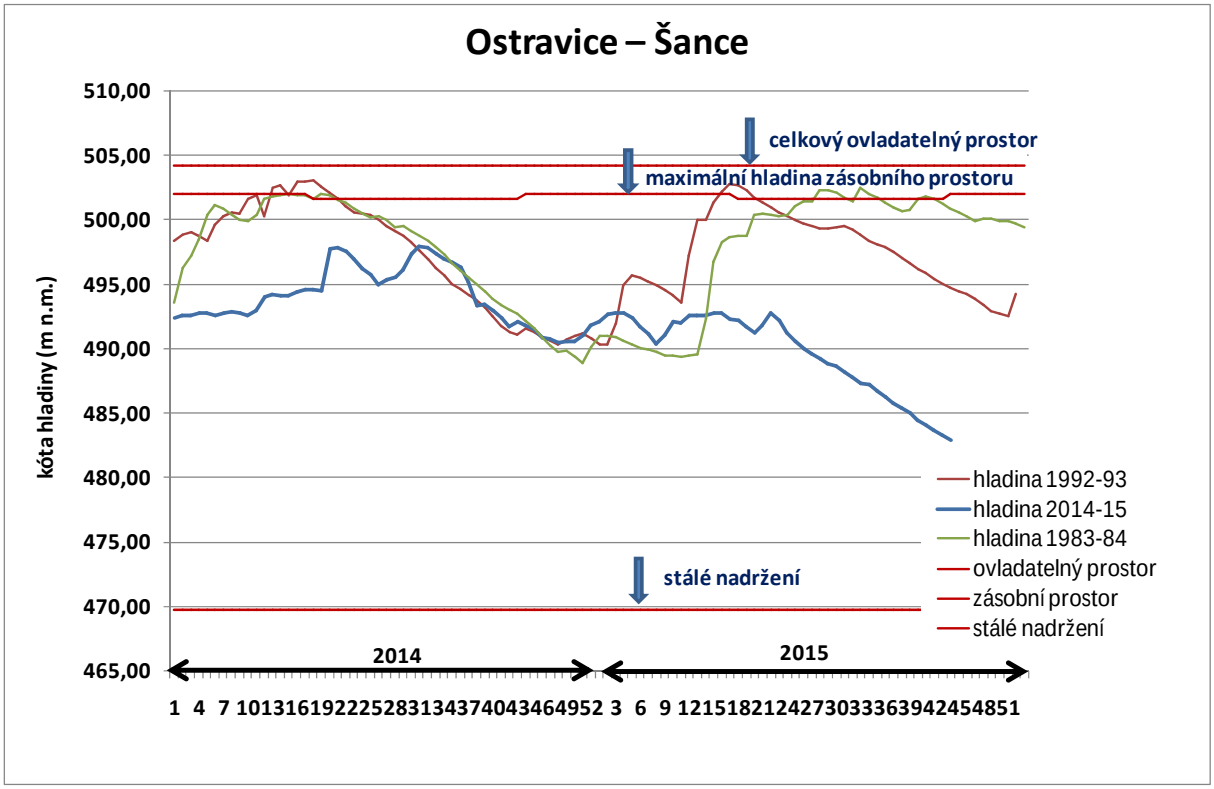
Obr. 9.4 Průběh hladiny vody v nádrži Hracholusky v letech 2014–2015 ve srovnání s jinými suchými roky.



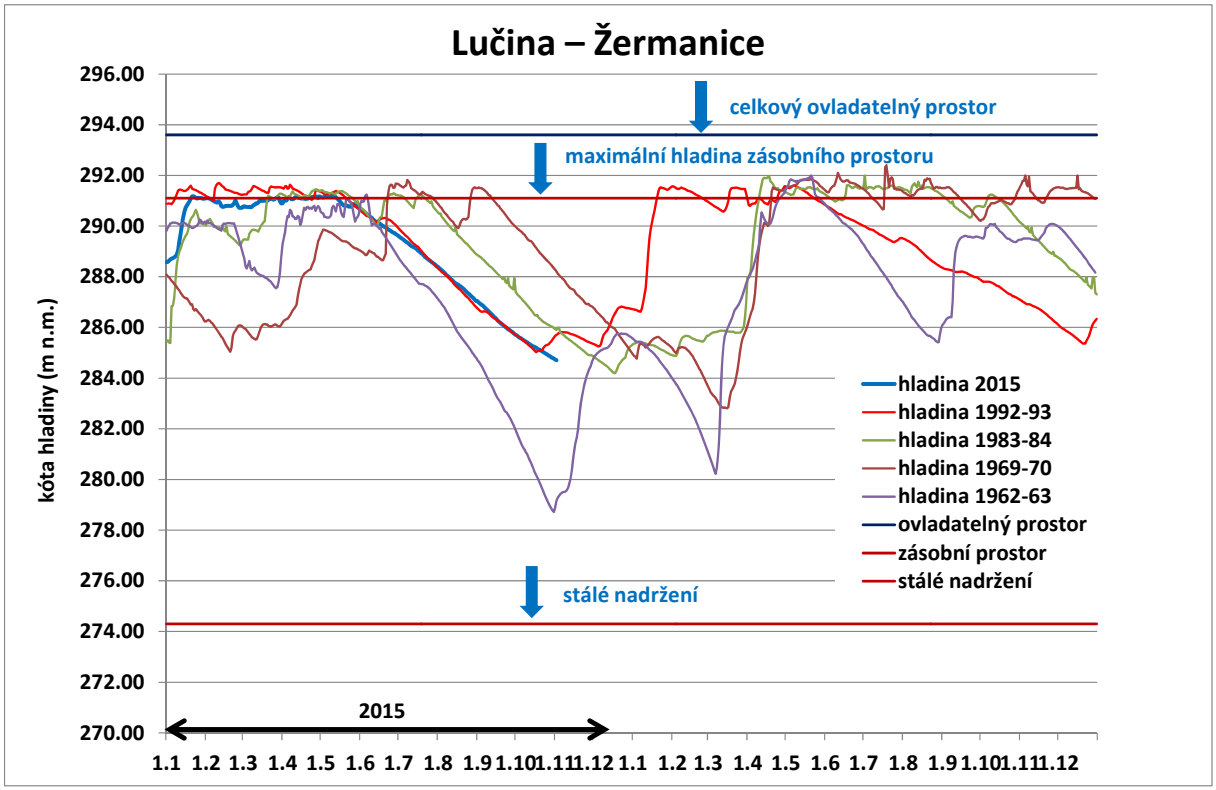
Obr. 9.5 Průběh hladiny vody v nádrži Nechranice v roce 2015 ve srovnání s jinými suchými roky.



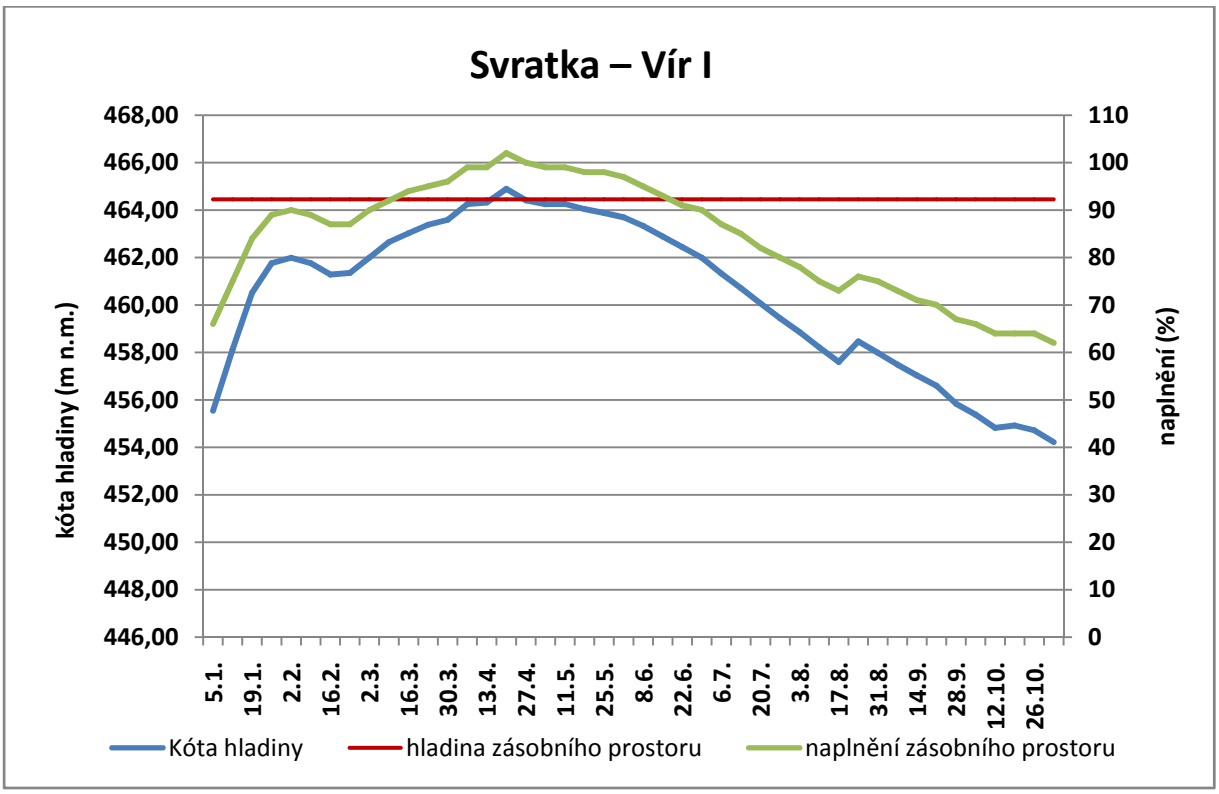
Obr. 9.6 Hospodaření nádrže Přísečnice v roce 2015.



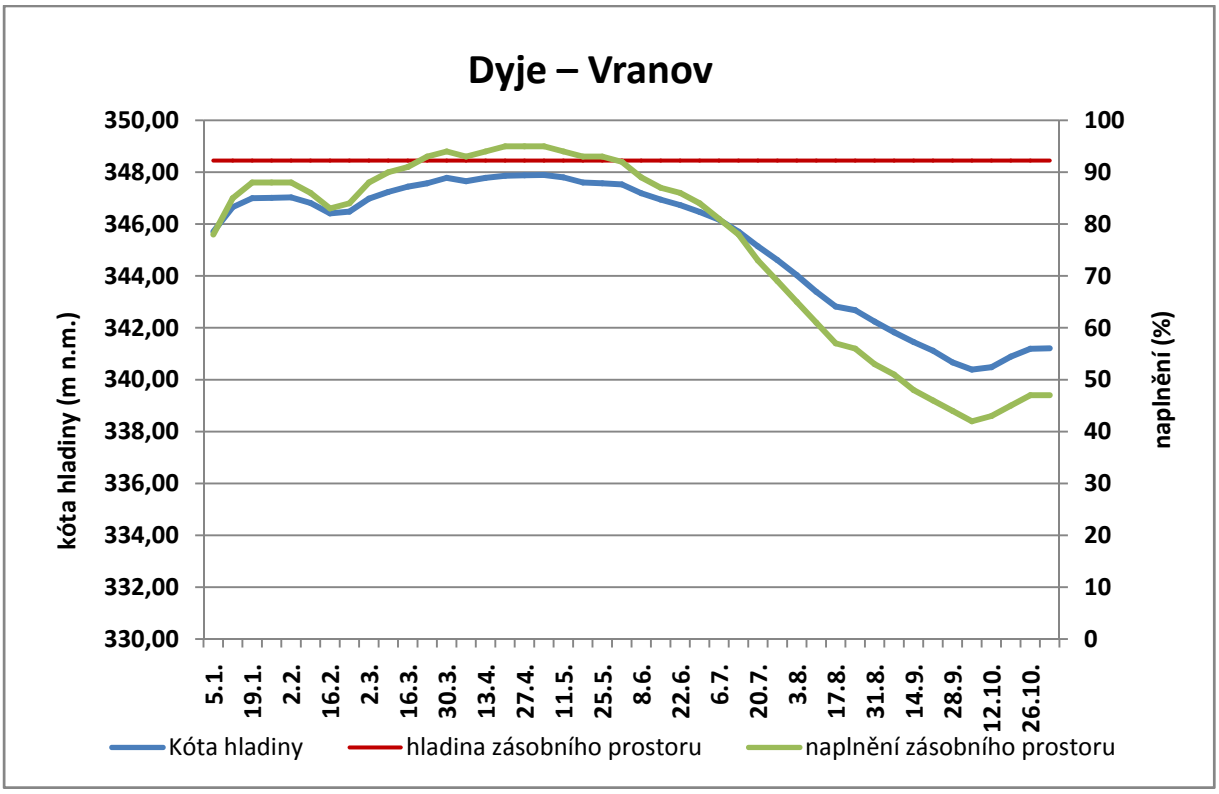
Obr. 9.7 Hospodaření nádrže Morávka v roce 2015.



Obr. 9.8 Hospodaření nádrže Žermanice v roce 2015.



Obr. 9.9 Hospodaření nádrže Vír I v roce 2015.



Obr. 9.10 Hospodaření nádrže Vranov v roce 2015.

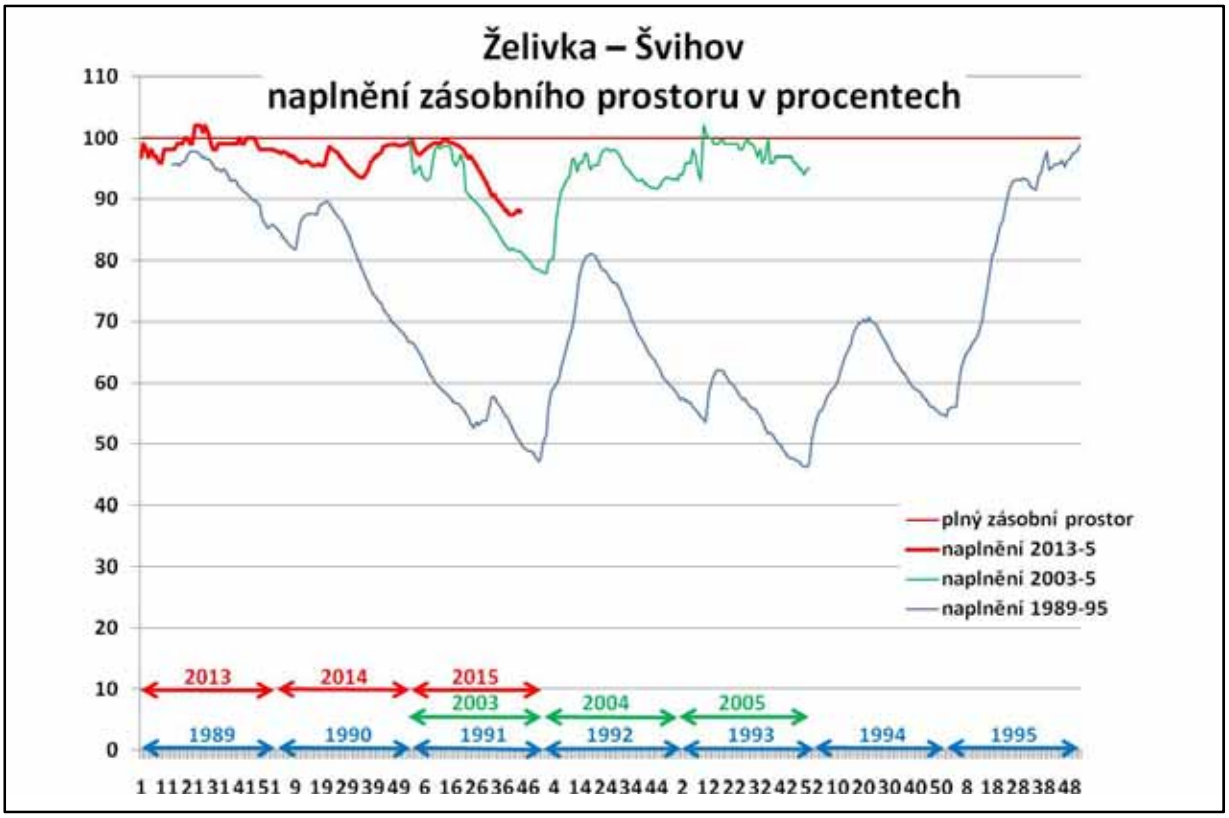
Většina sledovaných nádrží má jednoletý cyklus vyrovnání, tzn., že nádrž se v průběhu suché části roku prázdní a obvykle při zvýšených jarních průtocích opět doplní. Tak tomu bylo i v minulých méně vodných letech, jak dokumentují grafy plnění těch nádrží, u kterých je uvedeno srovnání průběhu plnění v roce 2015, případně dvouletí 2014–2015 s jinými suchými roky. Lze konstatovat, že ke konci hydrologického roku 2015 byly nejvíce vyprázdněny zásobní objemy nádrží v beskydské části povodí Odry a v povodí horního a středního Labe.

V případě nádrže Šance v povodí Odry, která měla pouze 20% naplnění, byla hladina vody v nádrži uměle snížena již v roce 2014 z důvodu vzniklých problémů na těsnícím prvku hráze a v roce 2015 dále snížena pro provádění rekonstrukce vodního díla. Vodárenský odběr z nádrže byl omezen a v rámci vodohospodářské soustavy nahrazen zvýšením odběrů z nádrží Kružberk a Slezská Harta. V důsledku sucha v tomto regionu byl snížen i odběr vody z nádrže Žermanice pro průmyslové účely. Byl požádán vodoprávní úřad o povolení snížit minimální odtoky z nádrží Šance, Morávka, Žermanice a Olešná na polovinu.

V povodí horního Labe byla nejvíce vyprázdněna nádrž Rozkoš (26% naplnění), což však je v případě této nádrže běžná situace. Nádrž lze i při větším vyprázdnění doplnit převodem vody z řeky Úpy, zejména v období zvýšených jarních průtoků. Nádrž Pařížov na Doubravě se zcela vyprázdnila na úroveň stálého nadržení, po srážkové epizodě v polovině července se úplně doplnila, ale následně v důsledku pokračujícího sucha znovu vyprázdnila. Odtok z nádrže bylo nutno omezit na velikost aktuálního přítoku. Podobná situace hrozila na nádrži Les Království, kde se nádrž rovněž vyprázdnila až téměř na úroveň stálého nadržení, avšak doplnila po srážkách v polovině října. V povodích horní Vltavy a Berounky byl minimální odtok rovněž dočasně omezen u nádrží Husinec na Blanici a Klabava.

Nádrže s víceletým hospodařením

V případě seskupení více suchých let za sebou plní důležitou funkci nádrže s víceletým vyrovnáním, jejichž typickým představitelem je nádrž Švihov na Želivce. Objem zásobního prostoru nádrže 246 mil. m^3 je větší než objem průměrného ročního přítoku do nádrže. Nádrž tak může zajistit požadovaný odběr vody po delší víceleté suché období, během něhož se stále prázdní, aby se až po několika letech opět doplnila. Situace na nádrži Švihov je znázorněna na obr. 9.11. Nádrž se v posledních letech prázdnila minimálně, až při suchu 2015 se dostala pod úroveň 90 % naplnění zásobního prostoru. Příčinou je současný nižší odběr vody pro úpravnu, který zdaleka nedosahuje projektovaných kapacit. Větší vyprázdnění nádrže nastalo v letech 2003 až 2005, především však při víceletém suchu v období 1989 až 1995, kdy se ještě neprojevovala snížená spotřeba pitné vody vyvolaná jejím zdražením. Při současných odběrech nádrž hospodaří i v suchém období s dostatečnou rezervou.



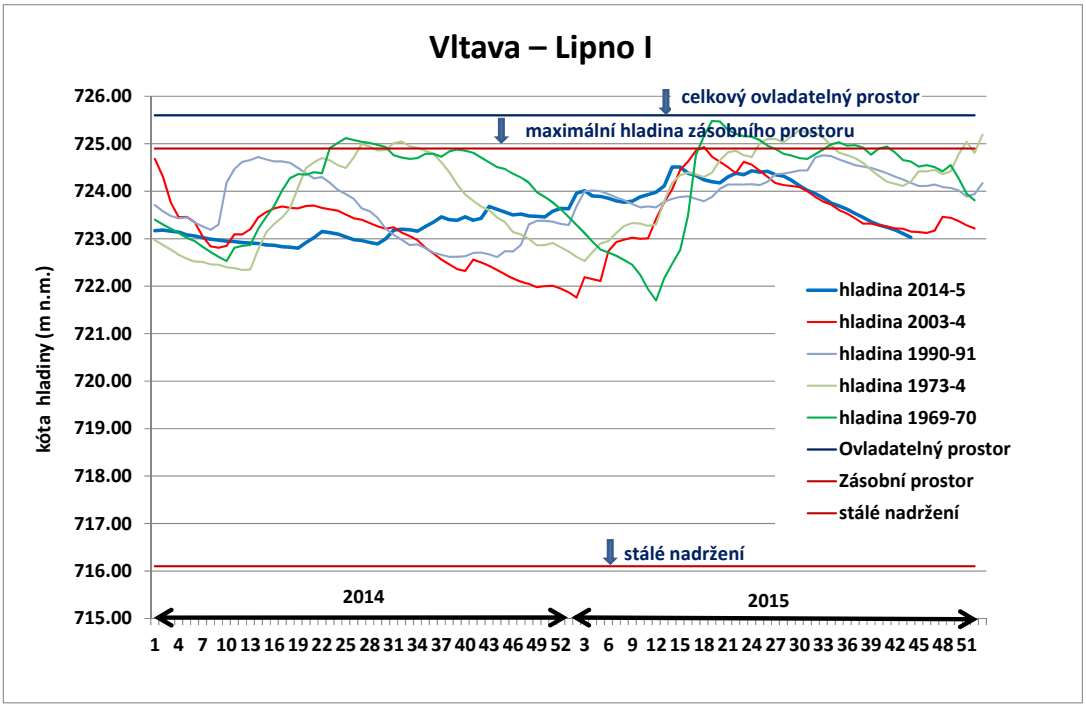
Obr. 9.11 Průběh naplnění nádrže Švihov ve srovnání s jinými suchými obdobími.

Obecně lépe odolávají suchu nádrže propojené do vodohospodářských soustav, které jsou řízeny vodohospodářskými dispečinky s ohledem na zabezpečení celkového účelu soustavy. Příkladem je vodohospodářská soustava nádrží v povodí Odry, která úspěšně překonává výše zmíněné problémy na nádrži Šance. Dále soustava nádrží Skalka-Jesenice-Nechranice v povodí Ohře, nebo soustavy nádrží tvořící propojené vodárenské soustavy (Josefův Důl-Souš, Přísečnice-Fláje).

Vltavská kaskáda

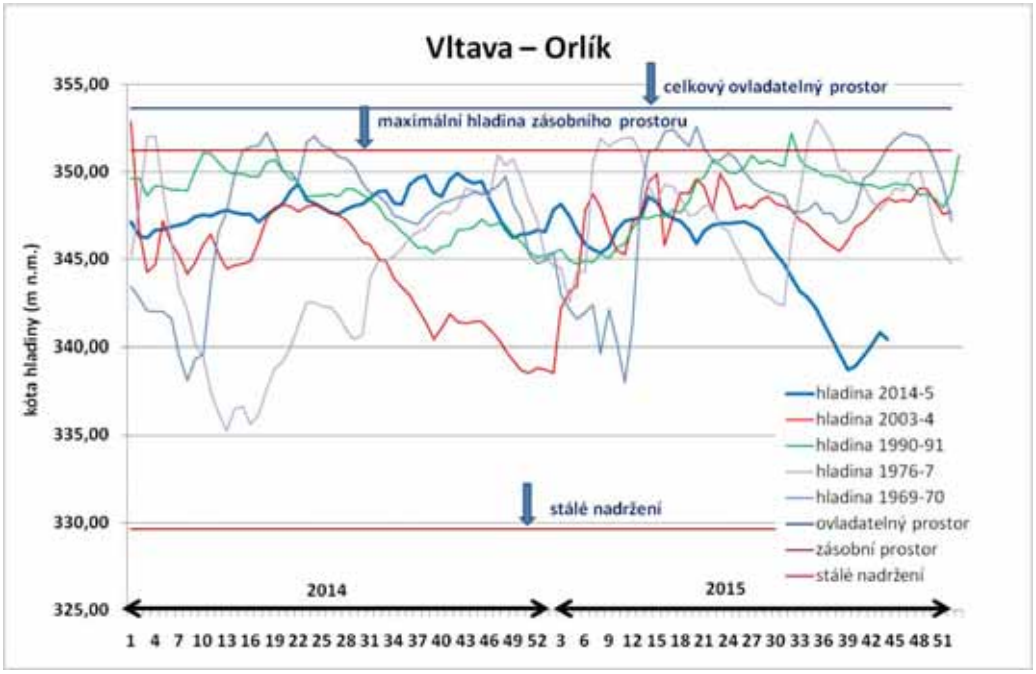
Soustava nádrží Vltavské kaskády je víceúčelová soustava, přičemž priorita jednotlivých účelů a způsob jejího řízení jsou dány manipulačním řádem soustavy. Z hlediska dopadů sucha je prioritním účelem zabezpečení minimálních průtoků ve Vltavě (6 $m^3.s^{-1}$ pod VD Lipno II a 40 $m^3.s^{-1}$ pod VD Vrané), což i v suchém období 2015 plně zajišťovaly klíčové nádrže Lipno I, Orlík a Slapy.

Průběh kolísání hladiny vody v nádrži Lipno I v roce 2014 a 2015 je znázorněn na obr. 9.12. Je nutno připomenout, že prázdnění zásobního prostoru nádrže nemusí být vždy způsobeno malými přítoky v období sucha, ale záměrným před vypuštěním a uvolněním části zásobního prostoru pro zachycení povodní. V grafu je srovnání s jinými suchými obdobími, která se vyskytla v minulosti. Je patrné, že přestože nádrž nebyla v jarním období 2015 doplněna na plný zásobní prostor a od července se soustavně prázdnila, bylo naplnění zásobního prostoru ke konci října (68 %) zcela srovnatelné s jinými suchými roky.



Obr.9.12 Průběh hladiny vody v nádrži Lipno I v letech 2014–2015 ve srovnání s jinými suchými roky.

Poměrně více byla vyprázdněna nádrž Orlík (obr. 9.13). Rovněž na Orlíku nebyl na jaře 2015 v důsledku suché zimy zásobní prostor nádrže zcela doplněn a od července až do konce září hladina v nádrži soustavně klesala až na 34 % naplnění zásobního prostoru. Takový stav se na nádrži již vyskytl několikrát (únor 1969, březen 1970, březen a duben 1976) avšak nikoli na podzim. Srovnatelný byl průběh v roce 2003 (červená čára), kdy hladina Orlíku klesala od června až do konce roku a zásobní prostor se částečně doplnil až na jaře 2004. Přestože zásobní funkce nádrže nebyla v roce 2015 ohrožena, výrazný pokles hladiny vody v nádrži v letním a podzimním období způsobil významné omezení rekreačního účelu nádrže (viz. obr. 9.14).



Obr.9.13 Průběh hladiny vody v nádrži Orlík v letech 2014–2015 ve srovnání s jinými suchými roky.

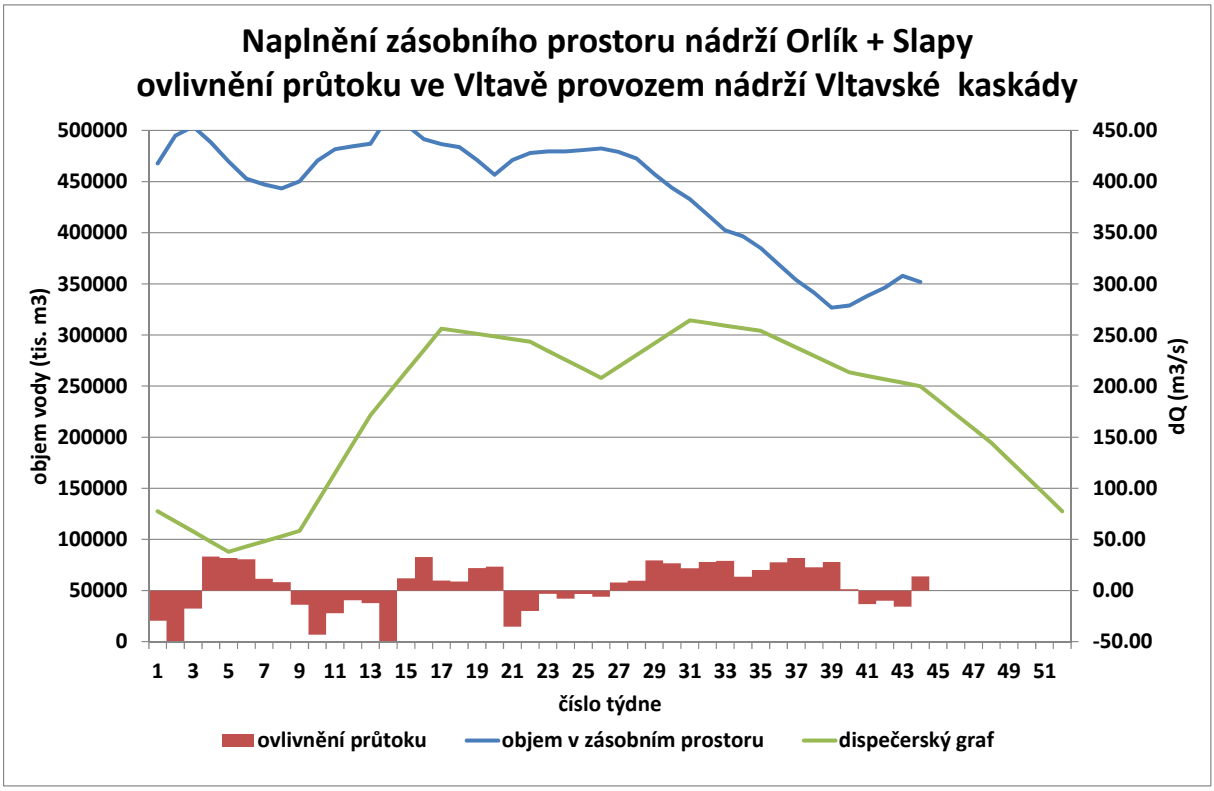


Obr. 9.14 Částečně vyprázdněná nádrž Orlík dne 27. 9. 2015 (Zdroj: Povodí Vltavy, s.p.).

Soustava nádrží Vltavské kaskády je řízena vodohospodářským dispečinkem Povodí Vltavy, státní podnik podle komplexního manipulačního řádu, který pro řízení zásobní funkce soustavy obsahuje souhrnný dispečerský graf nádrží Orlík a Slapy. Při jeho implementaci se objemy vody v zásobních prostorech obou nádrží sčítají a porovnávají s dispečerskými objemy, které jsou v jednotlivých měsících proměnlivé. Dispečerský graf je spočítán pro zabezpečení minimálního průtoku ve Vltavě pod kaskádou 40 $m^3.s^{-1}$ a povolené odběry povrchové vody v úseku Kořensko-Vrané. Pokud je součtový zásobní objem v nádržích Orlík a Slapy větší než dispečerský objem k danému datu, může být tento prostor využit i pro jiné účely, např. pro nadlepšování průtoku na vyšší hodnoty, nebo naopak pro zachycení povodňových průtoků.

Součtové naplnění zásobních prostorů nádrží Orlík a Slapy v průběhu roku 2015 v porovnání s průběhem dispečerských objemů je v grafu na obr. 9.15. Z grafu je zřejmé, že pro zajištění zásobní funkce soustavy byla v obou nádržích stále dostatečná rezerva vody. Součtový zásobní objem obou nádrží se nejvíce přiblížil dispečerské čáře ve 39. týdnu koncem měsíce září na cca 28 mil. m^3. Je však nutno zopakovat, že ani případný pokles součtového objemu pod dispečerskou čáru ještě neznamená narušení základní zásobní funkce soustavy.

Nádrže Vltavské kaskády po celé suché období významně pozitivně ovlivňovaly průtokový režim ve Vltavě a následně i v dolním Labi, kde by bez jejich vlivu došlo k daleko většímu poklesu průtoků. V dolní části grafu na obr. 9.15 je na základě změny objemu vody v nádržích Lipno I, Orlík a Slapy v týdenním kroku vyjádřena velikost ovlivnění průtoku Vltavy těmito nádržemi. Nutno dodat, že obdobný pozitivní účinek měla soustava nádrží Skalka-Jesenice-Nechranice na průtoky v Ohři, nádrž Rozkoš na průtoky v Metuji a Labi, nádrž Vranov na Dyji a další.



Obr.9.15 Průběh součtového zásobního objemu nádrží Orlík a Slapy v roce 2015 a srovnání s dispečerskými objemy dle MŘ soustavy. Ovlivnění průtoku Vltavy pod kaskádou provozem nádrží (týdenní průměry).

Shrnutí

Vodní nádrže s hlavním zásobním účelem se v průběhu suchého období od dubna až do října prázdnily, avšak až na výjimky zůstaly nad 30 % zásobního prostoru. Hlavní vodárenské nádrže fungovaly bez poruch, s výjimkou výše popsaného případu nádrže Šance, který nebyl primárně způsoben suchem. Na většině nádrží byl po celé suché období zajištěn minimální odtok předepsaný manipulačním řádem, čímž byly pozitivně ovlivněny průtokové poměry na úsecích toků pod nádržemi. Minimální odtok musel být dočasně omezen u nádrží v beskydské části soustavy nádrží povodí Odry a rovněž u některých nádrží v povodí Labe a povodí Vltavy (Pařížov, Husinec, Klabava). Vcelku však vodní nádrže potvrdily, že mají nezastupitelnou funkci regulačního prvku při obou hydrologických extrémech, tedy jak za povodní, tak i v době sucha.

10. Sucho v roce 2015 ve srovnání s historickými případy sucha

Hodnocení sucha v roce 2015 v historickém kontextu je omezeno datovým potenciálem, jelikož měřená data jsou zatím k dispozici pro období zhruba posledních sta let. Navíc v řadě případů bude nutné historická data vodních stavů digitalizovat, zkontrolovat a převést na průtoky. To se týká především ranně instrumentálních dat z 19. století (vodní stavy, výšky sněhu, aj.), ale i dat novějších, např. ze 30. a 40. let 20. století. Porovnání historických suchých epizod proto není možné provést ve všech aspektech rovnoměrně.

10.1. Porovnání klimatologických a hydrologických veličin

Hydrologické studie, zabývající se suchými obdobími v historii, se zaměřují většinou na epizody z roku 1947, případně 1953. Epizody starší jsou již méně citované, i když jim byla věnována pozornost v řadě starších (Augustin, 1894) či novějších odborných studiích (např. Brázdil et al. 2007, Brázdil et al. 2013). V ranně instrumentálním období, před rokem 1875, jsou doloženy suché roky či delší suchá období v letech 1811, 1834–1836, 1842, 1868 a 1874. V období instrumentální hydrologie se jedná o epizody sucha v letech 1892, 1904, 1911, 1921 a 1934. Jejich zpracování a hydrologické vyhodnocení je předmětem probíhajícího výzkumu.

V dalším textu budou podrobněji popsána suchá období v letech 1904, 1947, 1994 a 2003 v kontextu srovnání s hydrologickým suchem v roce 2015.

Vývoj v roce 1904

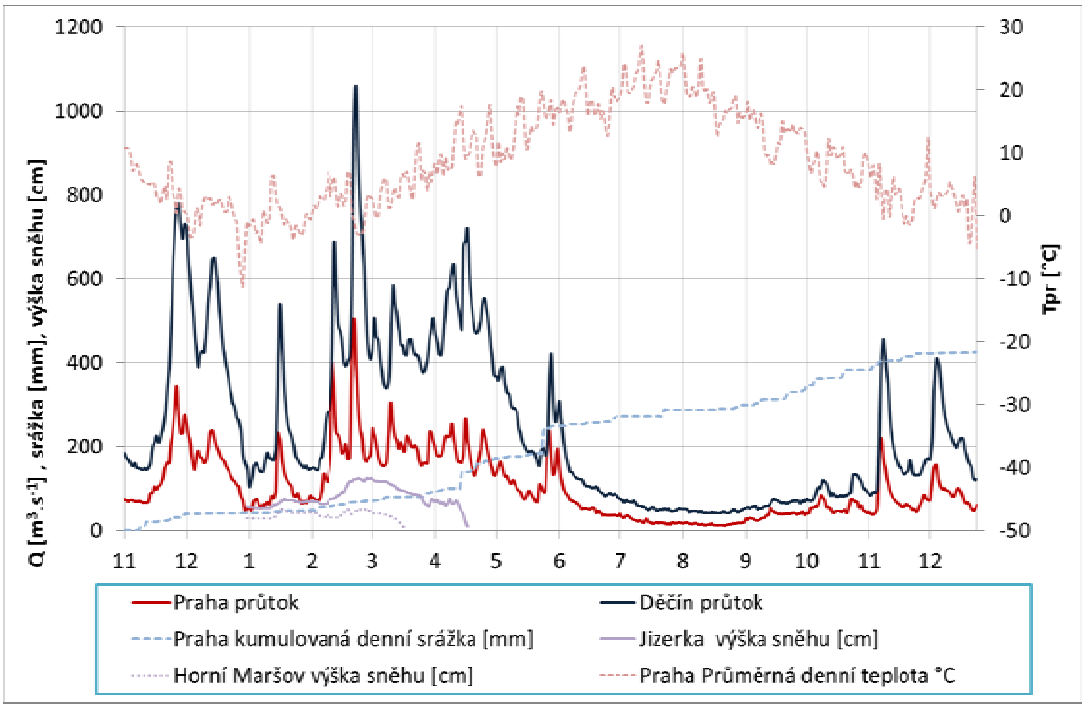
Vzhledem k nedostatku potřebných klimatologických dat z let 1904 a 1947 není možné provést výpočet plošného rozložení těchto prvků pro celé území ČR. Klimatologické charakteristiky budou proto reprezentovány údaji naměřenými ve stanicích Praha-Klementinum, Tábor, Čáslav a Brno-Pisárky. Použití jednotlivých stanic však nemusí být reprezentativní z hlediska celých povodí.

Průměrná roční teplota vzduchu na stanicích Tábor a Čáslav byla v porovnání s normálem za období 1981–2010 nadnormální, na stanicích Praha-Klementinum a Brno-Pisárky byla v mezích normálu. Průměrná měsíční teplota se pohybovala kolem normálu, pouze ve stanicích Tábor a Čáslav byla zaznamenána nadnormální teplota vzduchu v červenci.

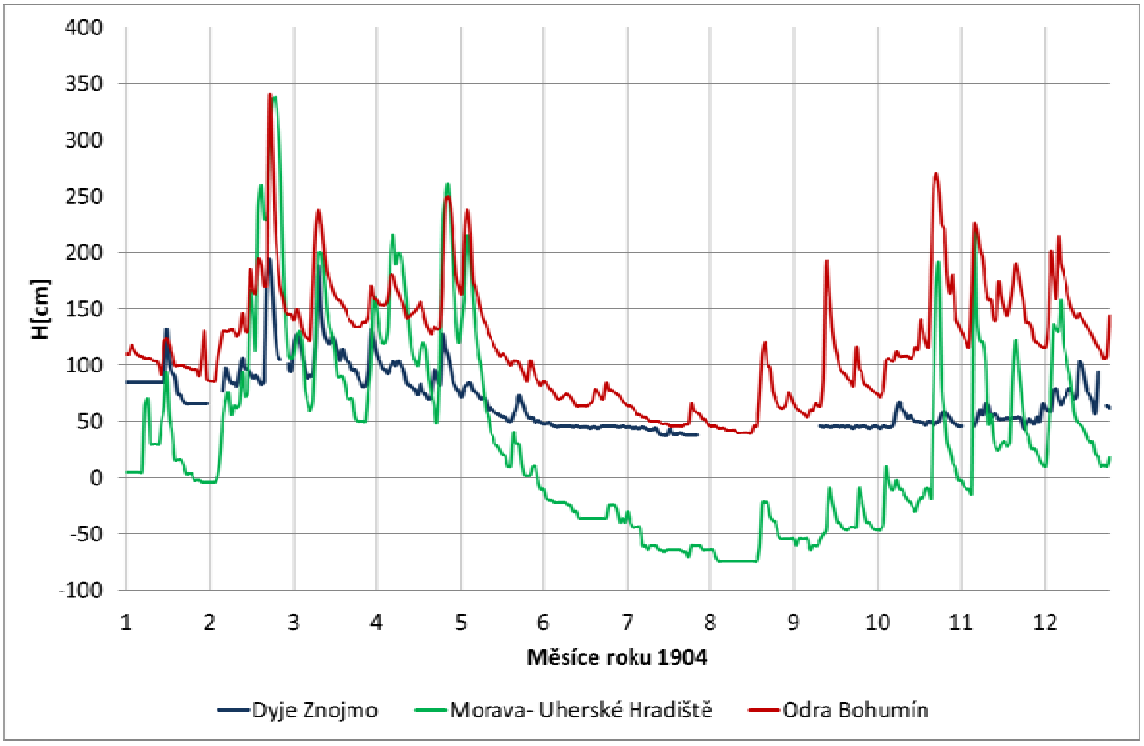
Sněhové zásoby se v roce 1904 vytvořily zejména v horských oblastech. V nižších (Nymburk) a středních polohách (Havlíčkův Brod, Petrovice u Sušice aj.) sněhová pokrývka výšku většinou jen do 10 cm a velmi rychle roztála po výrazném oteplení v březnu (10. 3. měla maxima 13 °C).

V horských oblastech dosáhla výška sněhu 50 až 150 cm a voda z tajících sněhových zásob v nejvyšších polohách dotovala odtok až do poloviny dubna. Vodní stavy byly poměrně významně rozkolísané až do května. Od poloviny dubna měly srážky často formu přívalového deště či krupobití. Např. již 17. 4. dokládá tisk (Národní listy č. 109 z 19. 4. 1904) v Praze krupobití a přívalový déšť a 28. května způsobily intenzivní srážky na území Prahy lokální záplavy (Žižkov, Holešovice). Přívalové povodně byly významnější na menších tocích (Výmola či Doubrava) východně od Prahy (Národní listy č.148 z 30. 5. 1904). Následně zasáhly výraznější srážky západní Čechy ještě 1. 6.

Začátek června lze považovat za konec období, kdy srážky zjevně ovlivňovaly průtoky na významnějších tocích. Poté započal nepřetržitý pokles hladiny toků až k minimům dosaženým v červenci a srpnu. Významný negativní dopad měly červnové srážky s častým výskytem krupobití např. na Mladoboleslavsku 21. června (Národní Listy č. 172 z 23. 6. 1904) a v oblasti Hradce Králové (Ratibor č. 41, 25. 6. 1904).



Obr. 10.1 Průměrné denní průtoky na Vltavě v Praze a na Labi v Děčíně, výška sněhu, průměrná teplota a denní suma srážek v Praze-Klementinu v roce 1904.

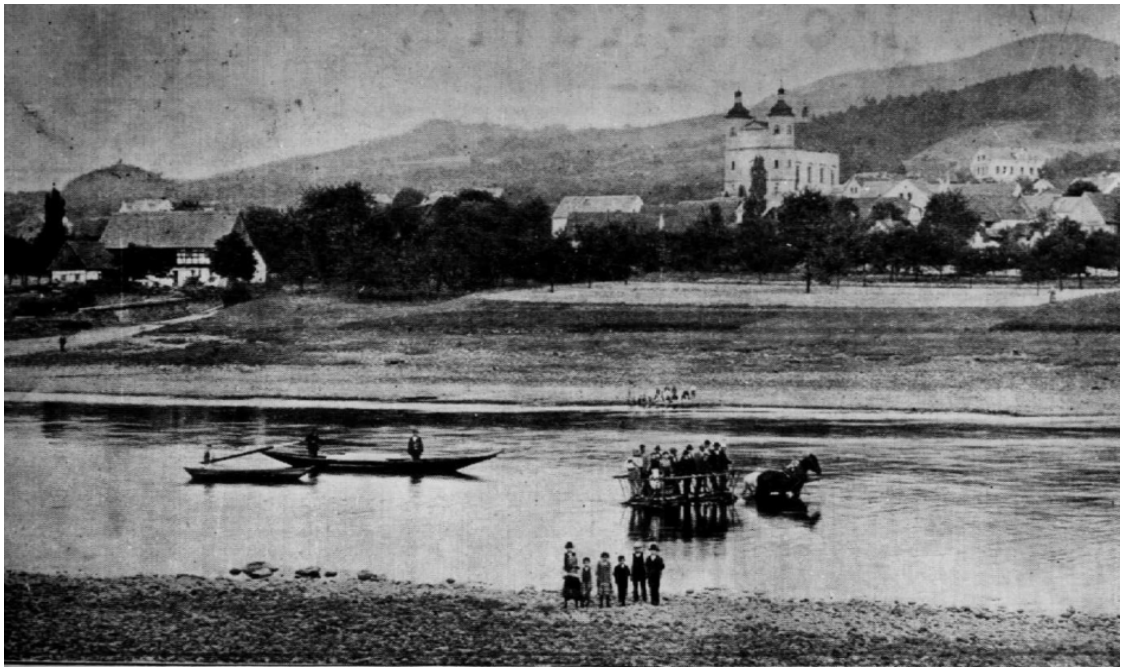


Obr. 10.2 Vodní stav Odry, Dyje a Moravy r. 1904.

V roce 1904 nebyla teplotní maxima tak extrémní jako v roce 1947 a 2015, nejvyšší denní teplota většinou dosahovala hodnot od 24 do 30 °C. V průběhu léta se vyskytlo několik horkých vln, nejvyšší teplota 34 °C byla naměřena 8. a 17. července na stanici Tábor. Srážkově byl rok na stanicích Čáslav, Praha-Klementinum a Tábor podnormální, silně podnormální úhrny srážek byly na všech stanicích zaznamenány v lednu a v letních měsících od června do srpna.

Vodní stav na Vltavě a Labi dosáhl nejnižších hodnot v červenci, srpnu (obr. 10.1) a částečně také v září. Na obr. 10. 2., je patrné, že celková situace byla poněkud příznivější v povodí Moravy a Odry, kde vodní stav (průtok v uvedených profilech prozatím nebyl rekonstruován) začal mít vzestupnou tendenci již na konci srpna. V povodí Vltavy, Labe a Dyje významnější srážky jen zvolna zlepšovaly celkovou bilanci odtoku, kdy vydatněji pršelo po 5. říjnu.

Vzhledem k srážkově příznivějšímu průběhu na konci října a v listopadu byly vodní stavy rozkolísany. Vůbec nejdeštivějším dnem byl 5. listopad, kdy v průměru spadlo cca 20 mm a v horských oblastech byly zaznamenány srážky i přes 100 mm. Ty měly přinejmenším na hřebenech hor již formu sněhu. Ochlazení dne 20. listopadu a následné vydatné sněžení vedlo k vytvoření sněhové pokrývky na celém území. Dešťové srážky, oteplení a tání sněhu vysvětlují další kolísání vodního stavu začátkem prosince. Po pozvolném ochlazování a mrazivém počasí na konci prosince vodní stavy opět rychle klesaly, ale nedosáhly již úrovně letních minim.



Obr. 10.3 Konec srpna 1904, Děčín-Nebočady, Labe při stavu 135 cm na Děčínském vodočtu (Archiv povodí Labe).

V rámci dříve zpracovaných studií byl proveden odhad a doplnění průtoků (Elleder, 2013), z nich některé jsou dále uvedeny v tab. 10.1, a je tedy možné alespoň přibližné porovnání s průtoky v letech 1947 a 2015.

Vývoj v roce 1947

Průměrná roční teplota vzduchu v roce 1947 se na všech vybraných stanicích pohybovala v mezích normálu. Teplotně silně podnormální byly měsíce leden a únor, a počasí s minimální teplotou pod bodem mrazu přetrvávalo až do začátku března. Naopak velmi teplé bylo období od června do září, nadnormální teplota byla zazna-

menána v červnu a červenci, teplotně mimořádně nadnormální bylo i září. Vysoká teplota v září byla navíc spojena s výskytem horké vlny v druhé dekádě měsíce, kdy maximální teplota vzduchu vystupovala nad 30 °C na stanici Tábor a Čáslav ve dnech od 12. do 20. září. Srážkově byl rok 1947 silně podnormální na stanicích Čáslav a Brno-Pisárky, rovněž na stanici Praha-Klementinum a Tábor byl celkový úhrn srážek podnormální. Nízké úhrny srážek se vyskytovaly v květnu a poté od července až do října, zatímco srážkově bohatší byly únor, listopad a prosinec.

Zima 1946/1947 byla mrazivá a bohatá na sníh, přičemž dobré podmínky pro akumulaci sněhových zásob byly od 12. prosince až do počátku března. S výjimkou krátké oblevy na počátku ledna se teplota udržovala pod nulou. Na řadě toků se vytvořil silný zámrz. Po oblevě, která následovala po 13. březnu, a tání sněhové pokrývky došlo k prudkému vzestupu hladin a povodním, které trvaly celou druhou dekádu března 1947. Jednalo se o významnou povodeň, kdy hodnoty toků průtoku dosáhl úrovně Q_{10} až Q_{20} a výjimečně se vyskytly kulminační průtoky na úrovni Q_{50} (Výrovka, Želivka a Jihlava). Značné komplikace způsobovaly velké ledové bariéry, které byly zaznamenány na dolním toku Berounky (např. v Dobřichovicích) a na Sázavě (obr. 10.4).

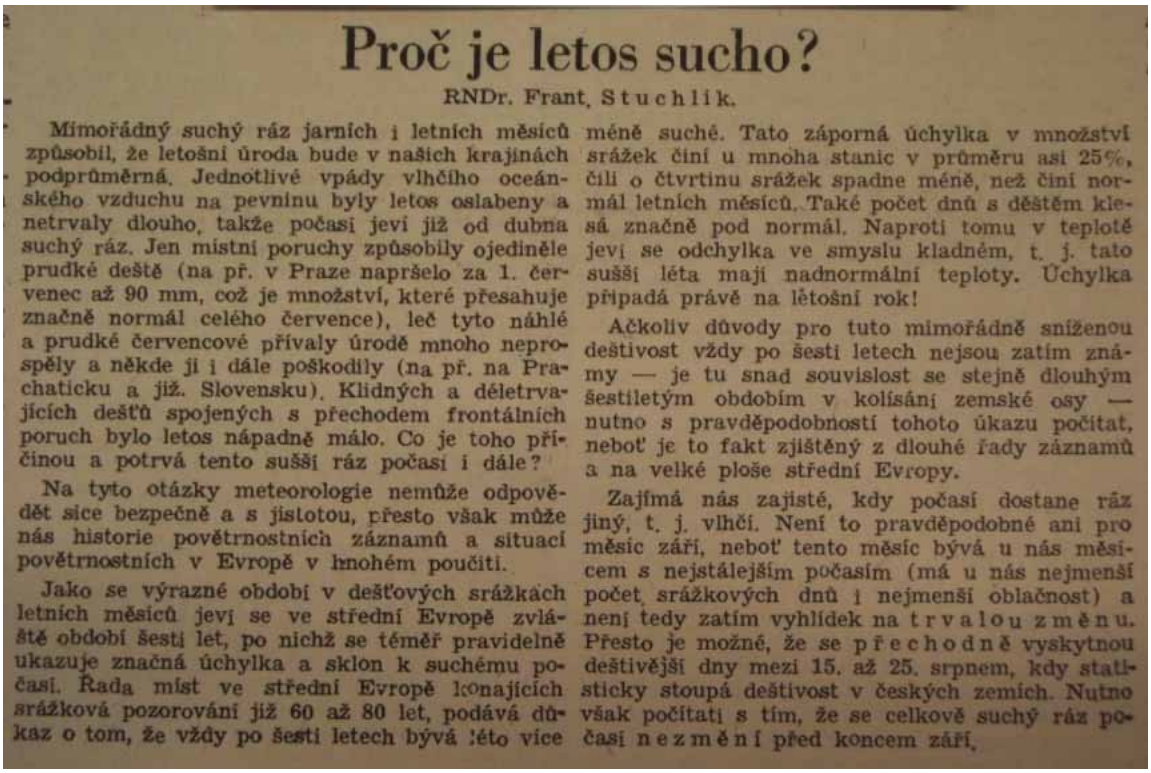


Obr. 10.4 Ledové bariéry na Sázavě (Zdroj: archiv Informačního centra v Sázavě nad Sázavou)

Významně se tyto povodně projevily na celém území ČR. Jako příklad menšího postiženého toku lze uvést rozvodnění Bakovského potoka a zaplavení částí Velvar nebo rozvodnění Zákolanského potoka, kde došlo k protržení rybníka u Okoře, což zapříčinilo rozsáhlé škody v Kralupech nad Vltavou. Předpokládatelný příznivý dopad těchto povodní na dotaci podzemních vod byl patrně částečně omezen předchozím významným promrznutím půdy, jak alespoň uvádí dobový tisk.

Po odeznění oblevy se rychle oteplovalo, v polovině dubna dosahovala průměrná denní teplota v Praze 16 °C (maxima vystoupila až 24 °C). Srážková epizoda na počátku dubna (2. 4. a 6. 4.) pouze zpomalila rychlý pokles hladin. O měsíc později, 15. května, dosáhla průměrná denní teplota 21 °C (maxima ojediněle až 29 °C). Úrovně hladiny přitom rychle dál klesaly, v Děčíně byl již 12. května dosažen vodní stav 126 cm, a to při průtoku cca 85 až 90 $m^3.s^{-1}$ (v té době samozřejmě ještě bez existence Vltavské kaskády).

Měsíce květen, červen, červenec a srpen byly z větší části velmi teplé, s denními průměry, které přesahovaly 20 °C a s maximální denní teplotou 30 až 34 °C, přičemž srážky měly převážně bouřkový charakter. Význačnější srážkové epizody se vyskytovaly většinou v červnu a začátkem července. Na výše zmiňovaný charakter srážek s místy vysokými úhrny upozornil v denním tisku meteorolog F. Stuchlík (obr. 10.5)



Proč je letos sucho?

RNDr. Frant. Stuchlík.

Mimořádný suchý ráz jarních i letních měsíců způsobil, že letošní úroda bude v našich krajinách podprůměrná. Jednotlivé vpády vlhčího oceánského vzduchu na pevninu byly letos oslabeny a netrvaly dlouho, takže počasí jeví již od dubna suchý ráz. Jen místní poruchy způsobily ojediněle prudké deště (na př. v Praze napršelo za 1. červenec až 90 mm, což je množství, které přesahuje značně normál celého července), leč tyto náhlé a prudké červencové přívaly úrodě mnoho neprospěly a někde ji i dále poškodily (na př. na Prachaticku a již. Slovensku). Klidných a déletrvajících dešťů spojených s přechodem frontálních poruch bylo letos nápadně málo. Co je toho příčinou a potrvá tento sušší ráz počasí i dále?

Na tyto otázky meteorologie nemůže odpovědět sice bezpečně a s jistotou, přesto však může nás historie povětrnostních záznamů a situací povětrnostních v Evropě v mnohém poučiti.

Jako se výrazné období v dešťových srážkách letních měsíců jeví se ve střední Evropě zvláště období šesti let, po nichž se téměř pravidelně ukazuje značná úchylka a sklon k suchému počasí. Řada míst ve střední Evropě konajících srážková pozorování již 60 až 80 let, podává důkaz o tom, že vždy po šesti letech bývá léto více méně suché. Tato záporná úchylka v množství srážek činí u mnoha stanic v průměru asi 25%, čili o čtvrtinu srážek spadne méně, než činí normál letních měsíců. Také počet dnů s děštěm klesá značně pod normál. Naproti tomu v teplotě jeví se odchylka ve smyslu kladném, t. j. tato sušší léta mají nadnormální teploty. Úchylka připadá právě na letošní rok!

Ačkoliv důvody pro tuto mimořádně sníženou deštivost vždy po šesti letech nejsou zatím známy — je tu snad souvislost se stejně dlouhým šestiletým obdobím v kolísání zemské osy — nutno s pravděpodobností tohoto úkazu počítat, neboť je to fakt zjištěný z dlouhé řady záznamů a na velké ploše střední Evropy.

Zajímá nás zajisté, kdy počasí dostane ráz jiný, t. j. vlhčí. Není to pravděpodobné ani pro měsíc září, neboť tento měsíc bývá u nás měsícem s nejstálejším počasím (má u nás nejmenší počet srážkových dnů i nejmenší oblačnost) a není tedy zatím vyhlídek na t r v a l o u z m ě n u. Přesto je možné, že se p ř e c h o d n ě vyskytnou deštivější dny mezi 15. až 25. srpnem, kdy statisticky stoupá deštivost v českých zemích. Nutno však počítati s tím, že se celkově suchý ráz počasí n e z m ě n í před koncem září.

Obr. 10.5 Dobový článek meteorologa RNDr. F. Stuchlíka, (Lidová Demokracie č. 82 ze 14. 8. 1947).



Obr. 10.6 Vltava mezi Hlávkovým mostem a Negrelliho viaduktem v září 1947 při průtoku cca 20 $m^3.s^{-1}$ (Foto: F. Sova, Svobodné slovo č. 217 ze 17. 9. 1947).

Tyto srážkové epizody poněkud zbrzdily další pokles hladiny toků, proto vodní stav v Děčíně poklesl pod hodnotu 100 cm až počátkem srpna (12. 8.), avšak setrval pod ní až do 10. října, tedy po dobu dvou měsíců.

Odtok z povodí Vltavy v září představoval 17 až 22 $m^3.s^{-1}$ (obr. 10.6), Labem v tomto období odtékalo nejčastěji cca 40 až 50 $m^3.s^{-1}$. K výraznější změně a zlepšení situace přispěl teplý začátek listopadu a četné dešťové srážky. Definitivně sucho ukončil až vývoj teploty a srážek v prosinci, kdy vodní stavy poměrně rychle vystoupaly až na povodňovou úroveň.

Vývoj v roce 1994

Zima 1993/1994 přinesla poměrně významné povodně v prosinci (21. a 22. 12.). Příčinou byl do značné míry čerstvě napadlý sníh a jeho následné tání na Šumavě. V této souvislosti byla zaznamenána zejména na horní Otavě významná povodeň s kulminačními průtoky Q_{10} až Q_{20} (obr. 10.7.)

Během ledna 1994 ještě povodňové situace pokračovaly, byly ale již méně významné. V obdobích 17. až 27. března a 14. až 20. dubna, vzhledem na tání sněhu a dešťovým srážkám, došlo k dalším významnějším odtokovým situacím, např. na Jizeře, viz obr. 10. 9.

Začátkem května přispíval ke zvýšenému odtoku z horských částí povodí Labe ještě tající sníh, zatímco v povodích některých toků v Beskydech se již v té době vyskytovaly bouřkové lijáky.



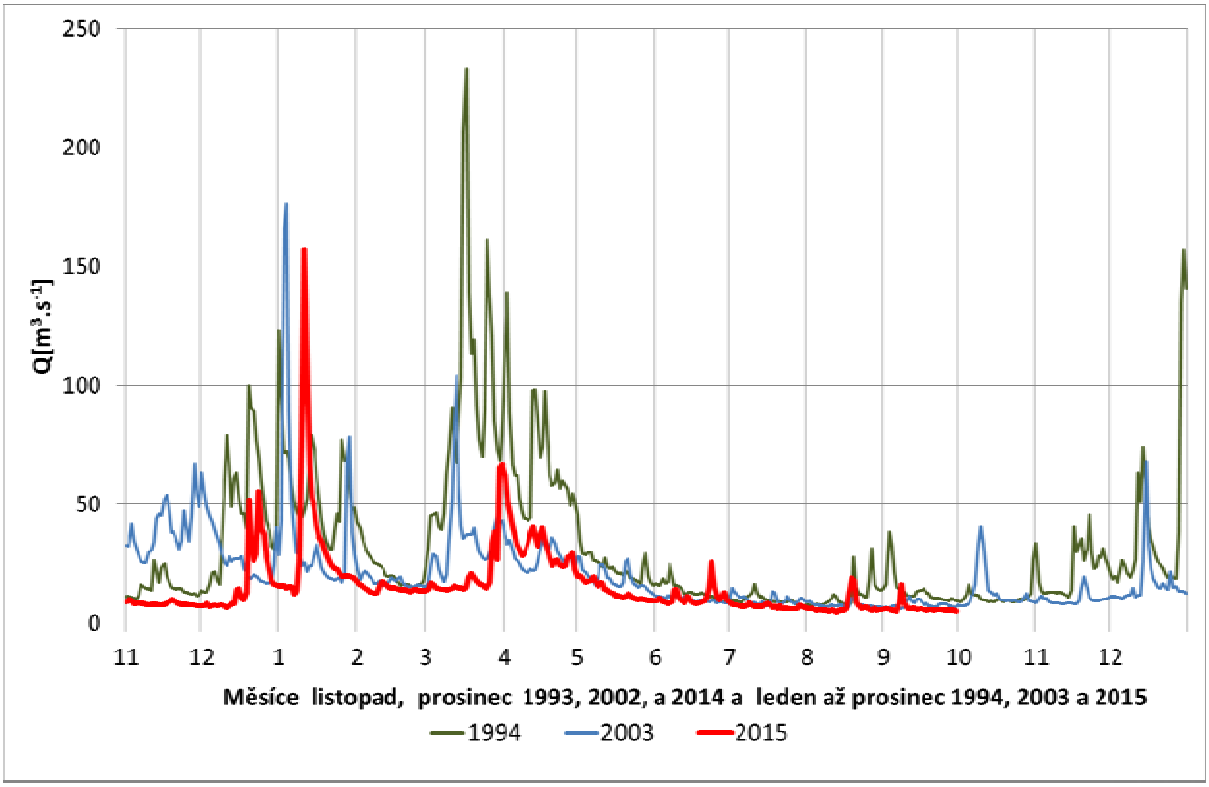
Obr. 10.7 Povodeň v Sušici na konci roku 1993 (Foto: archiv Muzea Šumavy v Sušici).

Vodní stavy začaly klesat v červnu, který byl srážkově podnormální, a kdy spadlo jen cca 40 % dlouhodobého normálu srážek. Průtok se v červenci pohyboval mezi 20 až 50 % a v srpnu mezi 15 až 70 % dlouhodobých měsíčních průměrů. Labe v Děčíně dosáhlo nejnižších hodnot okolo 93 $m^3.s^{-1}$, přičemž bylo možno fotograficky dokumentovat tzv. hladový kámen (obr. 10.8).

Počátek změny nastal až koncem srpna a začátkem září, kdy se vyskytly první významnější srážky, a situace na tocích se začala pozvolna zlepšovat.



Obr. 10.8 Hladový kámen v Děčíně 6. srpna 1994 při vodním stavu 130 cm, nejnižší značky z r. 1934 jsou pod nánosem písku (Foto: Archiv Povodí Labe).



Obr. 10.9 Průměrné denní průtoky na Jizeře v Předměřicích nad Jizerou v letech 1994, 2003 a 2015.

Vývoj v roce 2003

Rok 2003, s průměrnou roční teplotou 8,3 °C a odchylkou od normálu 0,4 °C, se řadí mezi roky teplotně normální. Teplotně silně podnormální byly měsíce únor a říjen, silně nadnormální byly naopak měsíce květen, červen a srpen. Mimořádnost léta nespočívala ani tak v absolutně nejvyšších maximálních hodnotách teploty, jako spíše v délce trvání nadprůměrných hodnot, jež s krátkými přerušeními nastávaly od 13. dubna až do konce srpna (Pavlík a kol., 2003).

Mimořádně nízký byl průměrný srážkový úhrn za celé území ČR, který dosáhl jen 516 mm, což představuje pouze 77 % normálu 1961–1990. Srážkový deficit se vyskytl zejména v březnu a v srpnu, dále v únoru, červnu a listopadu. Téměř všechny srážky v letním období měly formu intenzivních krátkodobých přeháněk a bouřek. I když byl v červenci průměrný úhrn srážek na území ČR v mezích normálu, na snížení deficitu vláhové bilance se to výrazněji neprojevilo.

Suchému roku 2003 předcházel rok 2002 s výskytem extrémní povodně v průběhu srpna. Navíc zima 2002/2003 přinesla zejména v prosinci a začátkem ledna velmi proměnlivé počasí s prudkým kolísáním teploty, výskytem srážek a následným výrazným kolísáním hladiny toků. To vyvrcholilo povodněmi v první dekádě ledna, kdy došlo k rozvodnění některých toků v západních (obr. 10.9) a středních Čechách, s kulminačními průtoky v rozmezí Q_1 až Q_{10}, místy však až Q_{20}.



Obr. 10.10 Mže ve Stříbře v průběhu lednových povodní r. 2003.

Zvýšené průtoky přetrvávaly ještě v březnu, v období od dubna do června však hladina vodních toků téměř neustále klesala. Pokles byl zpomalován pouze výskytem lokálních bouřkových událostí, např. 9. a 14. května, nejvýznamnější z nich způsobila extrémní přívalovou povodeň ve Sloupu na Blanensku dne 26. května.

Zcela zřetelný trend směřující k hydrologickému suchu se projevil již v červnu, kdy průměrné měsíční průtoky dosáhly 40 až 60 % a v povodí Lužnice, Olše a Bečvy jen 20 až 25 % červnových průměrů. Během léta průměrné měsíční průtoky dosáhly většinou 20 % až 45 % dlouhodobých měsíčních průměrů (Q_m).

Ještě nepříznivější situace se vyskytovala v povodí Lužnice, kde průtok odpovídal jen 12 % Q_m a v povodí Bečvy, kde průtoky klesly na 17 % Q_m. Nízké vodní stavy během léta na některých tocích vydržely velmi dlouho bez podstatnější změny

(obr. 10.11), v některých případech až do začátku října. Změnu přinesly až následné vydatné srážky v říjnu



Obr. 10.11 Stav koryta Vydry je svědectvím o dlouhotrvajícím nízkém vodním stavu vody v létě 2003 (Archiv D. Humlová).

Srovnání suchých období v letech 1904, 1947, 1994, 2003 s rokem 2015

Srovnání jednotlivých suchých let 1904, 1947 a 2015 je velmi obtížným úkolem, neboť je nutné zohlednit dlouhodobý předchozí vývoj, vývoj sněhových zásob v témže roce, vývoj srážkového deficitu, odtok při jarním tání, průběh maximální a průměrné denní teploty, případně rychlost poklesové fáze odtoku před výskytem sucha a možná ještě další aspekty.

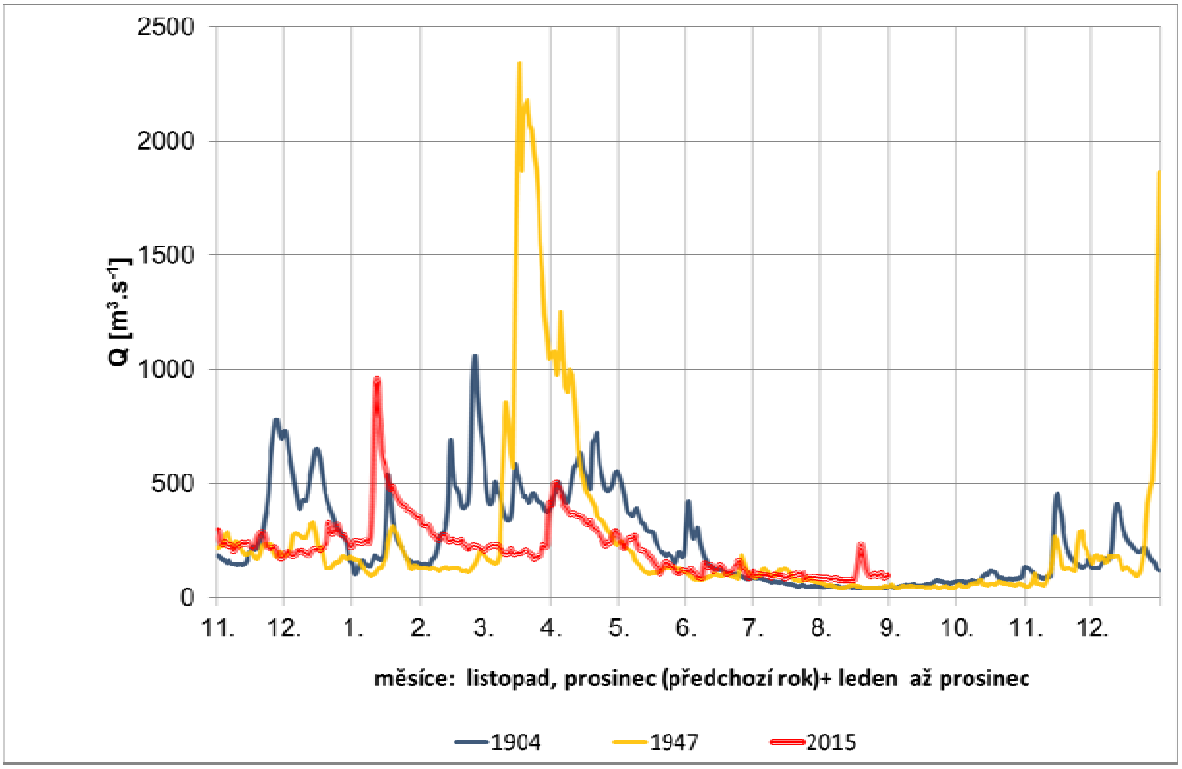
Porovnání průtoků v Praze a Děčíně komplikují, kromě vlivu nádrží, také nepravidelné úpravy koryta pro plavební účely prováděné zejména po roce 1890. V Děčíně pro stejný vodní stav 119 cm byl v roce 1904 zjištěn průtok 46 $m^3.s^{-1}$, o 5 let později v roce 1911 průtok 55,5 $m^3.s^{-1}$ a r. 1917 pak průtok 73 $m^3.s^{-1}$. Pro zajímavost lze uvést, že vůbec nejmenší naměřený průtok 37,9 $m^3.s^{-1}$ byl hydrometrickým měřením zjištěn 21. srpna 1921, a to při stavu 95 cm.

Po uvedení nádrže Orlík do provozu na konci roku 1961 se výrazně začalo uplatňovat nadlepšování průtoků pod vodním dílem Vrané v době sucha dosahující až více než 15 $m^3.s^{-1}$ Vliv Vltavské kaskády v letech 1994, 2003 a 2015 je dobře patrný z obr. 10.13. Průtoky ve starších suchých epizodách (1904) můžeme také porovnávat jen v omezeném počtu profilů, kde byla tehdy provedena hydrometrická měření, nebo bylo možné tyto průtoky pomocí bilance odhadnout. V tab. 10.1 je uvedeno porovnání průtoků ve vybraných profilech v letech 1904, 1947 a 2015.

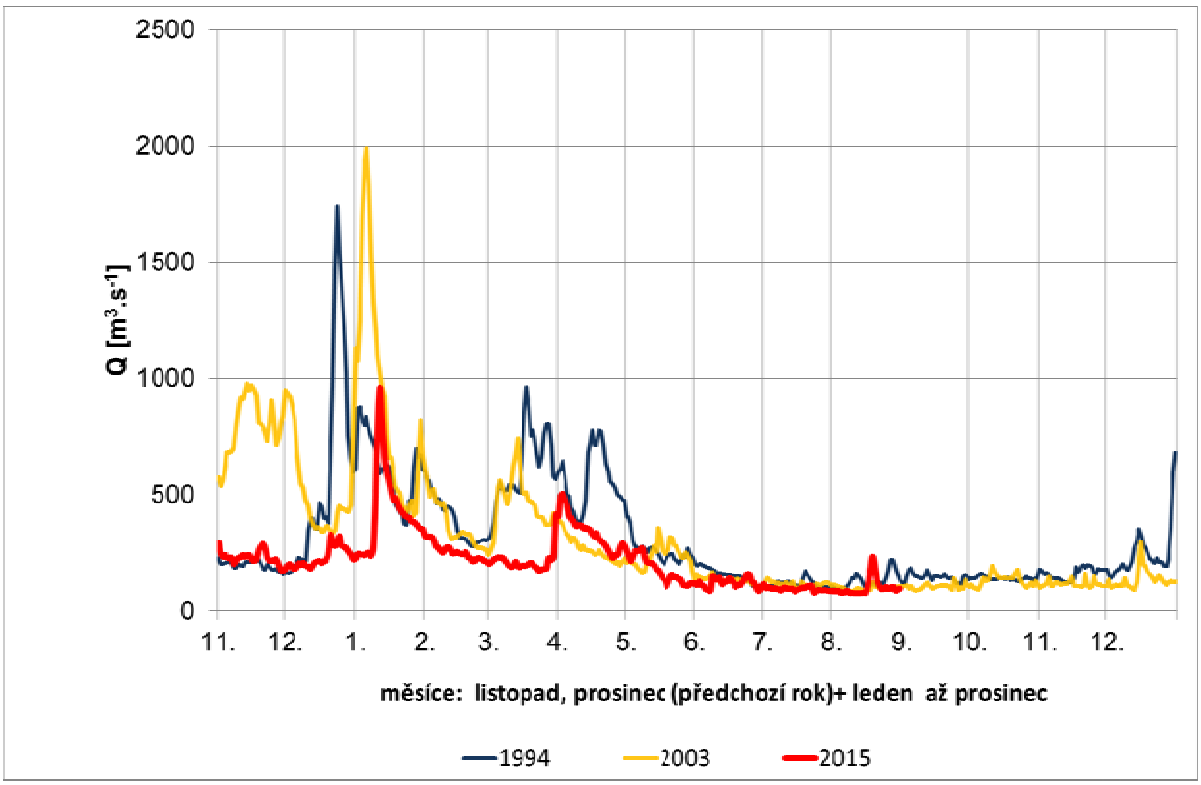
Bezesporu nejzajímavějším údajem je hydrometricky zjištěný průtok Vltavy v Praze, Q_{min}=12 $m^3.s^{-1}$, který byl změřen dne 18. srpna 1904 a byl menší než průtok v roce 1947. Na druhou stranu budí pozornost také průtok na horním Labi v roce 1947, kde byla minima dosažena až v září. V závěrovém profilu v Brandýse nad Labem totiž až 23. září klesl průtok na 10,4 $m^3.s^{-1}$. V Labi nad Hradcem Králové (Josefov) odtékalo v kritický den 2,8 $m^3.s^{-1}$ (jinak většinou 3,4 až 4,5 $m^3.s^{-1}$). Orlice téhož dne v závěrovém profilu v Týništi nad Orlicí vykazovala průtok jen 2,5 $m^3.s^{-1}$ a Chrudimka

v Nemošicích pouhých 0,92 $m^3.s^{-1}$. V Nymburce nad soutokem Labe a Jizery byl udáván průtok asi 7,8 $m^3.s^{-1}$. Pozoruhodně vodným tokem byla Jizera, která v profilu Tuřice 22. září měla průtok 5.8 $m^3.s^{-1}$. Uvedené hodnoty však vyžadují další ověření.

Druhým zarážejícím údajem jsou průtoky Ploučnice v závěrovém profilu v Benešově nad Ploučnicí, kde minimum 3,5 $m^3.s^{-1}$ bylo dosaženo již 31. 5., a v období absolutních minim v srpnu a září je udáván průtok kolem 4,5 $m^3.s^{-1}$. Podle vyhodnocených údajů z r. 1947 byl společný příspěvek Ploučnice a Jizery mezi 10 až 11 $m^3.s^{-1}$, což zhruba odpovídá odhadu příspěvku Jizery a Ploučnice v srpnu 1904. V obou suchých letech byl tedy příspěvek obou toků odvodňujících křídovou pánev velmi podobný a dosahoval téměř stejnou velikost jako průtok Vltavy v Praze (12 až 15 $m^3.s^{-1}$.) nebo odtok z celého povodí Labe nad soutokem s Jizerou (7,5 až 10 $m^3.s^{-1}$). To ukazuje na velký význam přítoků Labe dotovaných z podzemních vod v české křídové pánvi v době sucha.



Obr. 10.12 Vývoj průtoku na Labi v profilu Děčín ve vybraných suchých letech 1904 a 1947 v porovnání s r. 2015.



Obr. 10.13 Vývoj průtoku na Labi v Děčíně ve vybraných suchých letech 1994 a 2003 v porovnání s r. 2015.

Tab. 10.1 Srovnání minimálního průtoku v letech 1904, 1947 a 2015.

Tok	Stanice	1904		1947		2015
		$Q_{minVIII}$ [$m^3.s^{-1}$]	Datum	Q_{min} [$m^3.s^{-1}$]	Datum	
Jizera	**Tuřice**	5,2	(18. 8.)	5,6	(21. 9.)	4,8 (P)
Labe	**Brandýs nad Labem**	15,5	(19. 8.)	10,4	(22. 9.)	-
Vltava	**České Budějovice**	2*		4,25	(21. 9.)	9,7
Lužnice	**Bechyně**	1,2		2,3	(1. 9.)	0,85
Otava	**Písek**	1,8*		3,09	(21. 9.)	3,3
Sázava	**Pořící nad Sázavou**	2,5	(18. 8.)	1,4 !	(1. 9.)	1,69 (N)
Vltava	**Davle**	7,5		13,7	(2. 9.)	34 (Z)
Berounka	**Beroun**	4,5	(18. 8)	3,3	(3. 9.)	4,6
Vltava	**Praha**	12,0 !	(18. 8.)	17,7	(3. 9.)	43,5 (***16,8)
Labe	**Mělník**	35,0	(17. 8.)	33,4	(22. 8.)	-
Ohře	**Louny**	3,9	(19. 8.)	0,6 !	(24. 9.)	8,1
Ploučnice	**Benešov nad Ploučnicí**	3,0 až 6,0	(18. 8.)	3,5	(31. 5.)	-
Labe	**Děčín**	39**		40,1	(22. 8.)	76,8

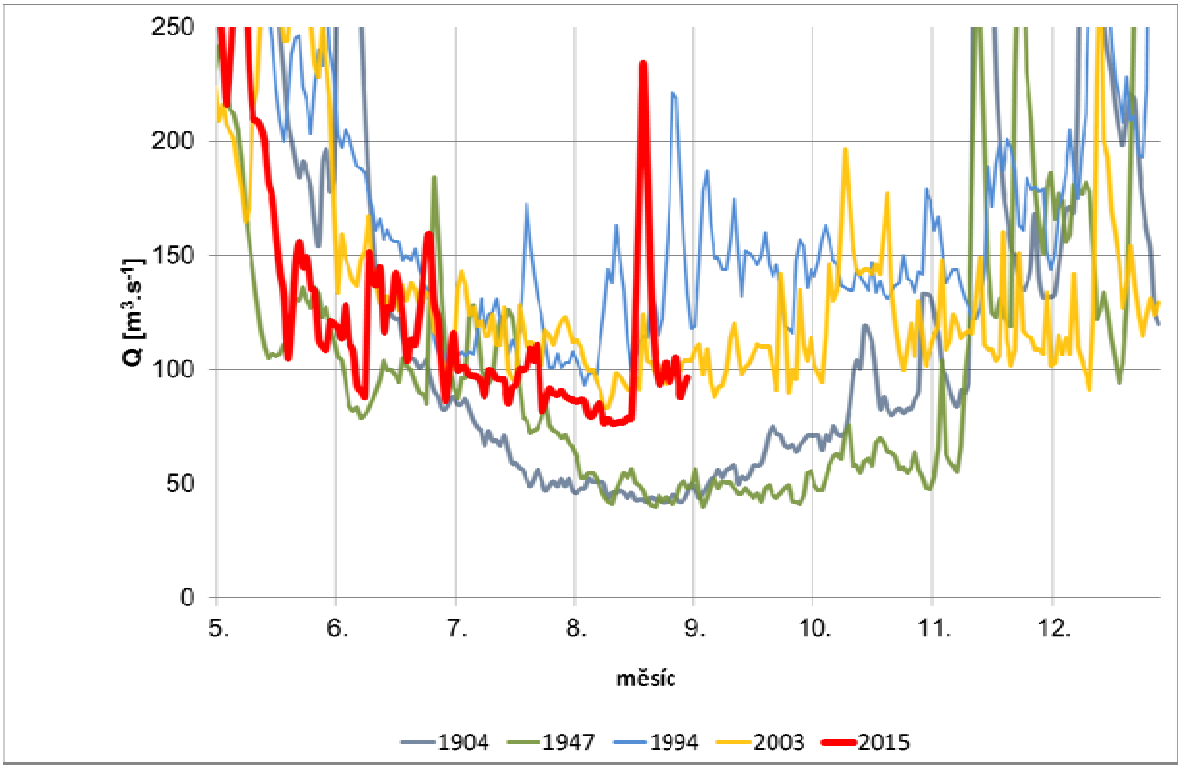
*Pozn. -: chybí ověřená hodnota, *: Hrubý odhad vyplývající z bilance, **: podle Novotného (1963), (N): Nespeky, (P: Předměřice nad Jizerou, Z: Zbraslav), červeně nejkritičtější hodnoty, modře: silně ovlivněno nádržemi, *** – odhad průtoku bez vlivu nádrží Vltavské kaskády.*

Srovnání suchých období 1904, 1947, 2003 a 2015 vzhledem k předchozímu vývoji

Vliv dlouhodobého předchozího vývoje na vznik hydrologického sucha se projevil zejména v případě historického sucha 1874, kterému předcházelo několik suchých let přinejmenším od r. 1868. U sucha v roce 1904 ani 1947 není takové hodnocení zcela jednoznačné. Suchu 2015 předcházely dvě velmi na srážky a sněhové zásoby chudé zimy a v roce 2013 letní regionální povodně, které zasáhly většinu území Čech. V tomto ohledu je určitou paralelou rok 1874, jemuž předcházely se stejným odstupem rozsáhlé přívalové povodně v roce 1872.

Podle podmínek bezprostředně předcházející zimy byla nejchladnější a na sníh nejvíce bohatá zima v roce 1947. Podle dobových zpráv byla po poměrně krutých mrazech, zpočátku bez sněhové pokrývky, půda promrzlá do hloubky více než 50 cm. V roce 1904 byly podmínky pro tvorbu sněhové pokrývky v nižších polohách mnohem horší než v roce 1947. V horských polohách Krkonoš se vytvořila sněhová pokrývka od 50 cm do 150 cm. V roce 2015 byly podmínky pro tvorbu sněhové pokrývky zjevně nejméně příznivé. Významnější sněhová pokrývka se nacházela jen na horách.

Dle srovnání odtoků v jarních měsících lze nejvýznamnější odtokovou odezvu považovat tu, která nastala v roce 1947, viz obr. 10.12. Hladina toků v roce 1904 byly sice rozkolísaná, ale nedošlo ke srovnatelné odtokové situaci jako v roce 1947. Kolísání hladiny v roce 1904 bylo mnohem delší a v květnu na něj navázalo kolísání způsobené přívalovými povodněmi. V roce 2015 byla odtoková fáze ze srovnávaných roků relativně nejslabší, je tu však určitá podobnost se situací v roce 2003, pokud se jedná o dobu výskytu povodňové události, která nastala shodně v lednu. Také rok 1994 poněkud připomíná roky 2002 a 2015 s tím, že nejvýznamnější odtoková fáze začala již koncem roku 1993.



Obr. 10.14 Vývoj malých průtoků (do 150 $m^3.s^{-1}$) Labe v profilu Děčín ve vybraných suchých letech 1904, 1947,1994,2003 v porovnání s r. 2015.

Vzhledem k teplotě vzduchu se jeví jako nejkritičtější rok 2015 s velkým počtem tropických dnů s teplotou vysoko přes 30 °C. Rok 1947 byl ovšem v řadě měsíců rovněž velmi teplý a maxima kolem 30 °C byla zaznamenána již v květnu, několikrát v červnu, v červenci a také v září. Přitom nástup letních dní byl v roce 1947 ještě časnější než v roce 2015. Rok 1904 byl v letním období z uvedených případů nejchladnější. Denní maximální teplota přesahovala 30 °C jen výjimečně.

Nejrychlejší pokles hladiny v profilu Děčín na Labi vykazuje rok 1947, následuje pravděpodobně rok 1904. V roce 2015 se hladiny vodních toků udržovaly relativně nízko již od ledna.

Lze konstatovat, že suchá období v letech 1904, 1947 a 2015 jsou po stránce minimálního průtoku v povodí Labe přibližně srovnatelná. Bez dotace z nádrží by minimální průtok Vltavy v Praze v roce 2015 rovněž nepřesáhl hodnotu 20 $m^3.s^{-1}$, na Labi v Děčíně by byl pravděpodobně na úrovni blízké 40 $m^3.s^{-1}$, tedy rovněž na úrovni minim v letech 1904 a 1947. Podrobnější vyhodnocení minimálního průtoku na dolním Labi v roce 2015 však zatím nebylo provedeno.

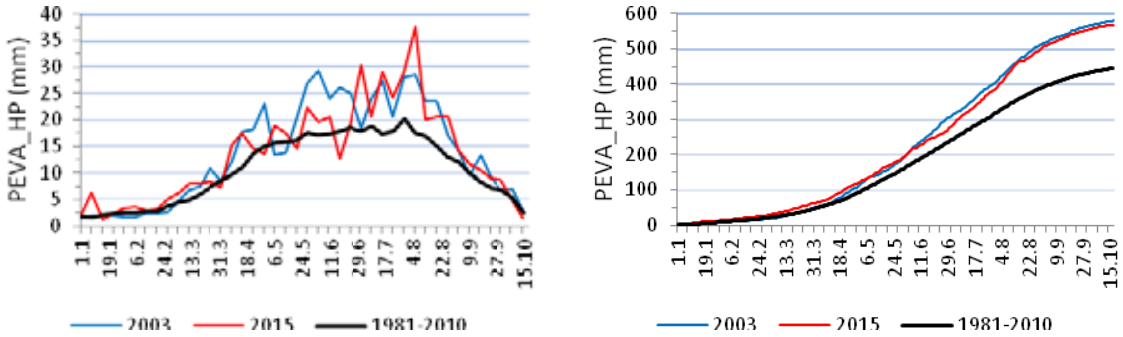
10.2. Srovnání agroklimatických charakteristik roku 2015 s rokem 2003 a dlouhodobým průměrem 1981–2010

Srovnání obou roků bylo provedeno pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice. Byl zpracován průběh modelových agroklimatických charakteristik během roku 2015 (do poloviny října) a jeho srovnání s rokem 2003, který se rovněž vyznačoval výraznými projevy sucha. Průběhy veličin v obou letech jsou porovnány vzhledem k jejich dlouhodobému průměru za období 1981–2010.

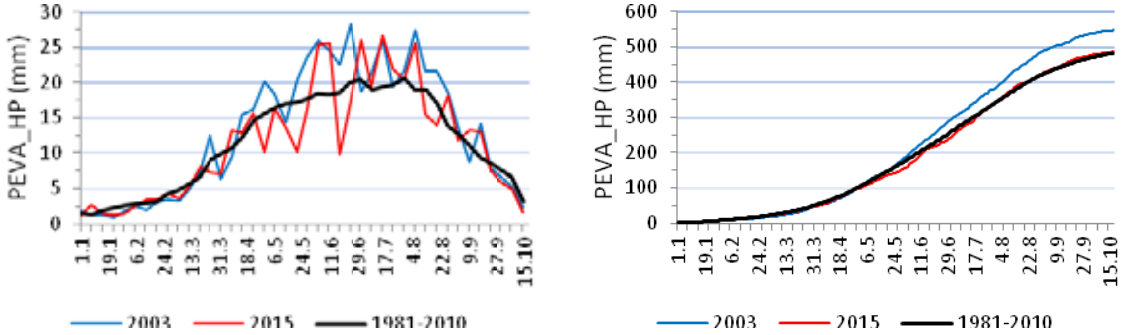
V grafech na obr. 10.15 až 10.20 jsou pro obě klimatologické stanice prezentovány týdenní kumulativní hodnoty vybraných agroklimatických charakteristik – potenciální evaporace z holé půdy (PEVA_HP), potenciální evapotranspirace z travního porostu (PEVA_TP) a základní vláhové bilance travního porostu (ZVLBI_TP), která je znázorněna na grafech vlevo, a průběžné kumulace denních hodnot od počátku roku do poloviny října (grafy vpravo). Údaje jsou v milimetrech.

Srovnáme-li vzájemně obě vybrané stanice a oba analyzované roky, jsou patrné rozdíly v časovém chodu charakteristik. Vlhkostní situace, vyjádřená zmíněnými ukazateli, byla během roku 2015 horší na stanici Doksany, naopak na stanici Strážnice byla v průběhu roku 2015 obecně příznivější.

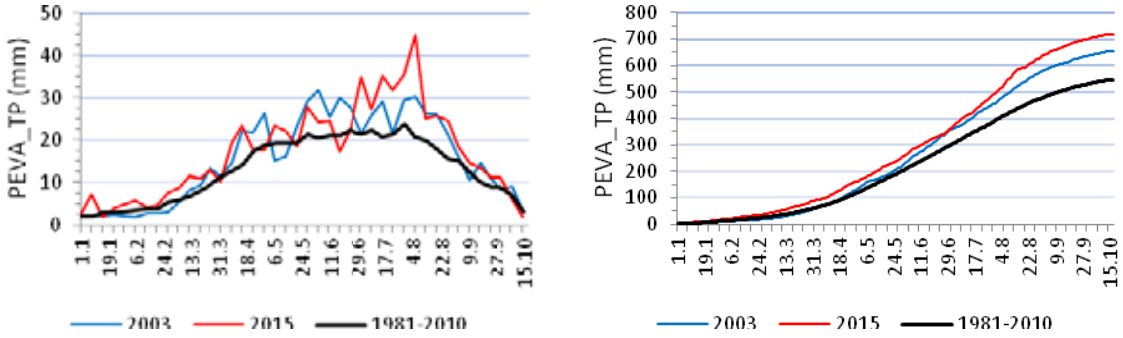
Charakteristiky výparu (PEVA_HP) a evapotranspirace (PEVA_TP), viz grafy na obr. 10.15 až 10.18, u stanice Doksany reprezentující severní Čechy dokumentují vlhkostně horší situaci (vyšší výpar a vyšší evapotranspirace) v roce 2015, než tomu bylo v roce 2003, a to především v průběhu vegetační sezony. U stanice Strážnice reprezentující jihovýchodní Moravu byly projevy sucha podle zmíněných modelových ukazatelů naopak v roce 2003 intenzivnější než v roce 2015. Nutno však zdůraznit, že na většině zbývajícího území jižní Moravy (na Břeclavsku a Znojemsku) byla vlhkostní situace méně příznivá než u stanice Strážnice a v podstatě byla po určitou část roku srovnatelná s rokem 2003.



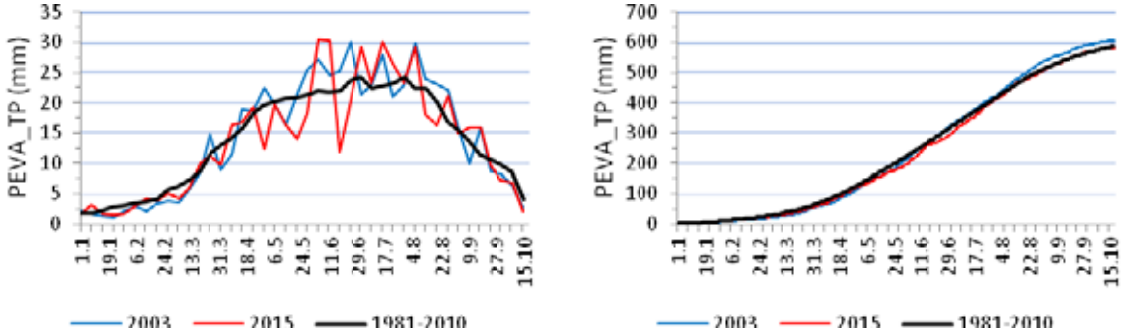
Obr. 10.15 Stanice Doksany, potenciální výpar z holé půdy v mm.



Obr. 10.16 Stanice Strážnice, potenciální výpar z holé půdy v mm.



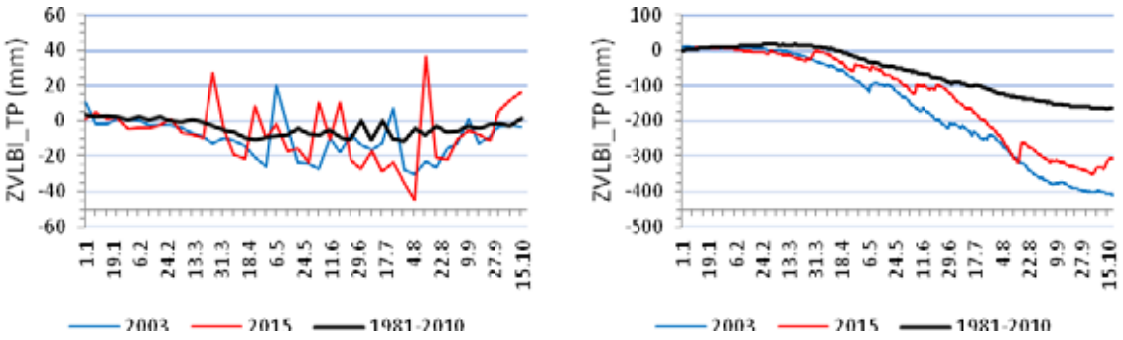
Obr. 10.17 Stanice Doksany, potenciální evapotranspirace travního porostu v mm.



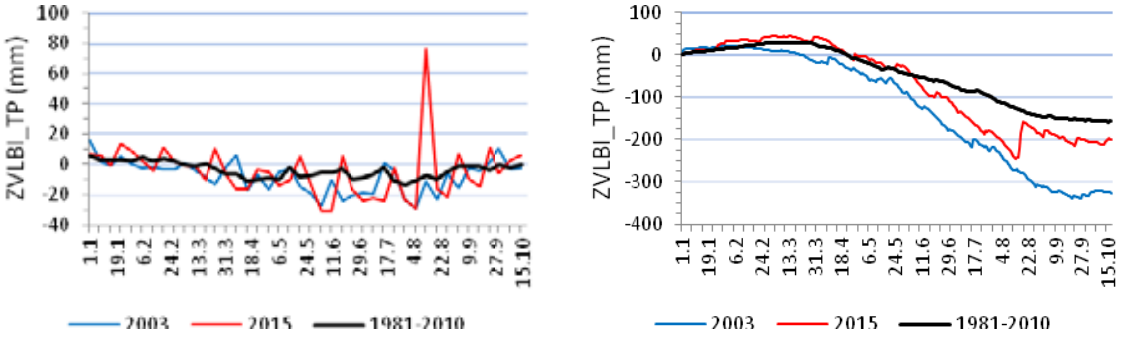
Obr. 10.18 Stanice Strážnice, potenciální evapotranspirace travního porostu v mm.

Výsledky analýzy vláhové bilance (ZVLBI_TP) jako základního ukazatele pro specifikaci intenzity možného sucha (grafy na obr. 10.19 až 10.20) jsou jednoznačnější než u evapotranspiračních charakteristik. Vláhová situace u obou stanic byla v letech 2015 a 2003 většinou horší než dlouhodobý průměr za období 1981–2010. Stejně tak u obou stanic vychází rok 2003 do poloviny října vlhkostně hůře než aktuální rok 2015, přičemž rozdíly jsou větší u stanice Strážnice. Rozdíly mezi oběma roky 2003 a 2015 jsou v kumulativní podobě u obou stanic markantní hlavně v letním období.

Pro pochopení dopadů letošního sucha na zemědělskou výrobu i volně rostoucí vegetaci je důležité hodnocení nejen letní periody největšího sucha, ale především vegetačního období jako celku (duben až září). V grafech na obr. 10.21 až 10.24 je pro vybrané čtyři stanice provedeno srovnání průměrné hodnoty modelované vlhkosti půdy, vyjádřené v % VVK, v hloubce 40 cm (orniční vrstva) pod trávníkem, a to za vegetační období od roku 1961 do roku 2015. Tři nejsušší roky jsou u každé stanice označeny oranžově. Z grafů vyplývá, že na vybraných stanicích se vegetační období roku 2015 zařadilo mezi extrémně suché jen v Opavě, kde bylo nejsušší v celé řadě 55 let, a v Praze-Ruzyni, kde bylo druhé nejsušší. Naopak ve Strážnici bylo až deváté nejsušší, což je potvrzením faktu, že oblast jihovýchodní Moravy nebyla letos zasažena suchem tak výrazně, jako jižní a jihozápadní Morava. Jako nejméně suché vychází vegetační období na stanici Doksany, v porovnání s ostatními roky zůstalo jen slabě pod průměrem. Lze říci, že lokalita, kterou stanice v Doksanech reprezentuje, se v roce 2015 nacházela na hranici mezi suchem silně postiženou oblastí středních Čech a relativně vlhčím regionem severozápadních a severních Čech.

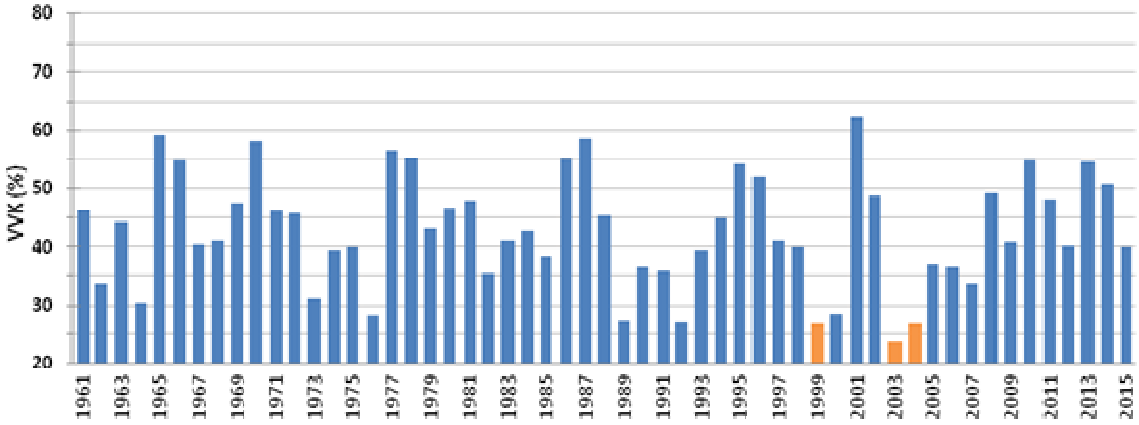


Obr. 10.19 Stanice Doksany, základní vláhová bilance travního porostu v mm.

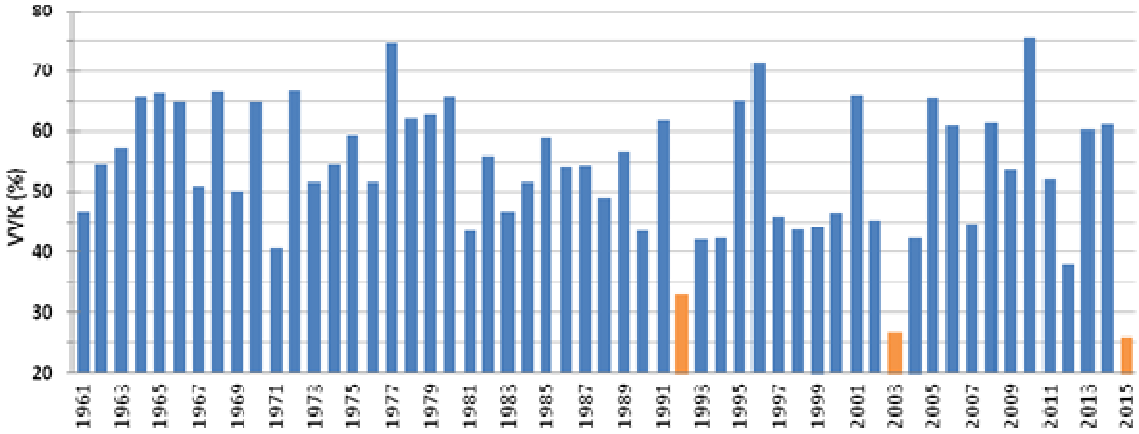


Obr. 10.20 Stanice Strážnice, základní vláhová bilance travního porostu v mm.

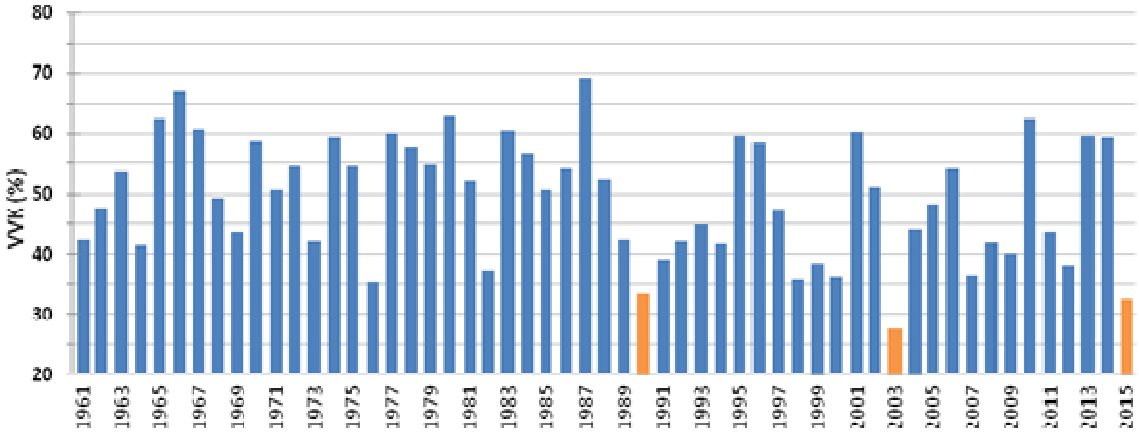
Z grafů také vyplývá, že jednoznačně nejsušší vegetační období bylo v orniční půdní vrstvě zaznamenáno v roce 2003. Na třech stanicích vychází tento rok jako nejsušší z hodnocených 55 roků, pouze v Opavě jako druhý nejsušší, průměrná vlhkost ale byla jen zhruba o 1 % VVK vyšší než v roce 2015.



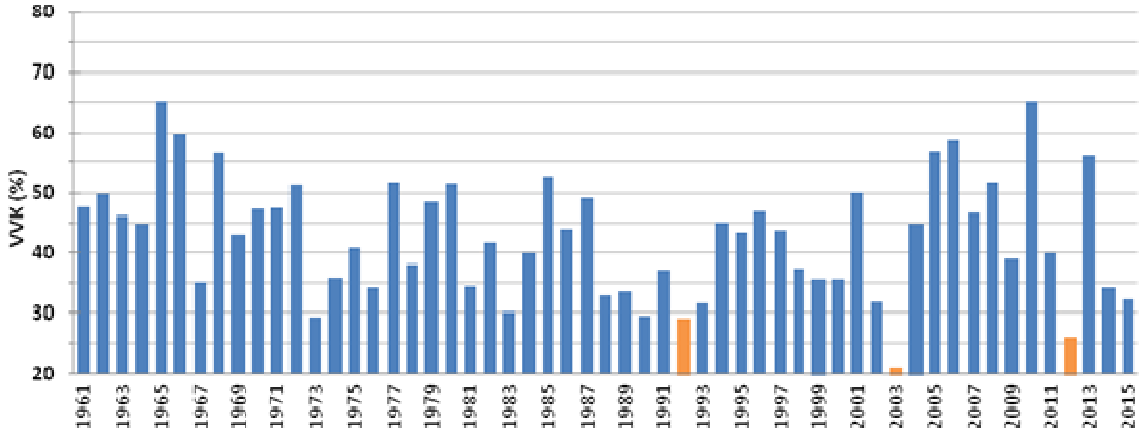
Obr. 10.21 Vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na stanici Doksany, průměr za vegetační období v jednotlivých letech v období 1961 až 2015.



Obr. 10.22 Vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na stanici Opava, průměr za vegetační období v jednotlivých letech v období 1961 až 2015.



Obr. 10.23 Vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na stanici Praha-Ruzyně, průměr za vegetační období v jednotlivých letech v období 1961 až 2015.



Obr. 10.24 Vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávníkem na stanici Strážnice, průměr za vegetační období v jednotlivých letech v období 1961 až 2015.



Obr. 10.25 Stav travního porostu 7. května 2015, vrch Chlumek (480 m n. m.) u Ratají nad Sázavou (foto: Libor Elleder).



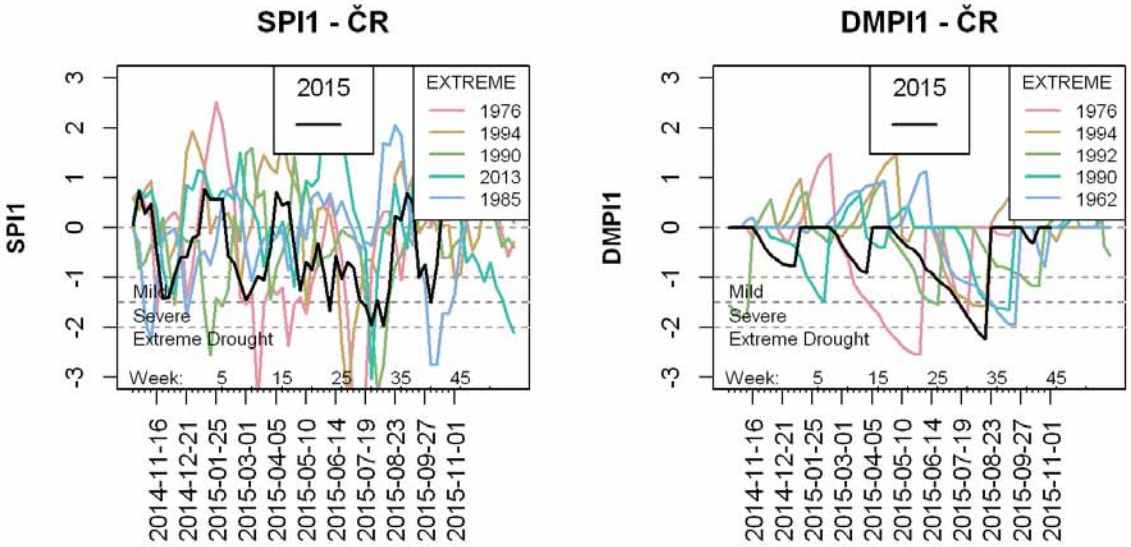
Obr. 10.26 Stav travního porostu 6. srpna 2015, vrch Chlumek (480 m n. m.) u Ratají nad Sázavou.(foto: Libor Elleder).

10.3 Vyhodnocení ukazatelů srážek (SPI), odtoku (SRI) a stavu podzemních vod (SGI) v roce 2015 v porovnání s jinými případy sucha v minulosti

V následujícím textu jsou popsány výsledky vyhodnocení ukazatelů míry sucha pro srážky, průtok a stav podzemních vod. Jedná se o standardizovaný index sucha (StandardizedPrecipitation/Runoff/Groundwater Index – SPI) a index kumulované velikosti sucha (Drought Magnitude Precipitation/Runoff/Groundwater Index – DMPI). Postup jejich stanovení je uvedena v příloze.

Srážky

Podle hodnocení pomocí měsíčních srážkových úhrnů (SPI1, DMPI1) proběhly v roce 2015 v ČR čtyři suché epizody. Jedna méně významná na přelomu roku trvala 7 týdnů, druhá epizoda v průběhu března trvala 6 týdnů, v obou bylo dosaženo až mírného aktuálního sucha (SPI1). Třetí epizoda trvala 16 týdnů, od začátku května až do poloviny srpna, kdy byla přerušena významnými regionálními srážkami. V této epizodě bylo dosaženo v poslední dekádě července a začátkem srpna silného aktuálního sucha, když spadlo pouze 34–37 % srážkového normálu, a z hlediska celkového stavu (DMPI1) byla na svém konci (33. týden) hodnocena již jako mimořádné sucho. Celkový deficit od listopadu 2014 v té době představoval kolem 150 mm srážek. Poslední epizoda trvala 4 týdny, přibližně od poloviny září do začátku října, kdy bylo dosaženo až silného sucha a deficit se zvýšil o dalších 15 mm.



Obr. 10.27 Vývoj měsíčních srážkových úhrnů v ČR podle SPI1 a DMPI1.

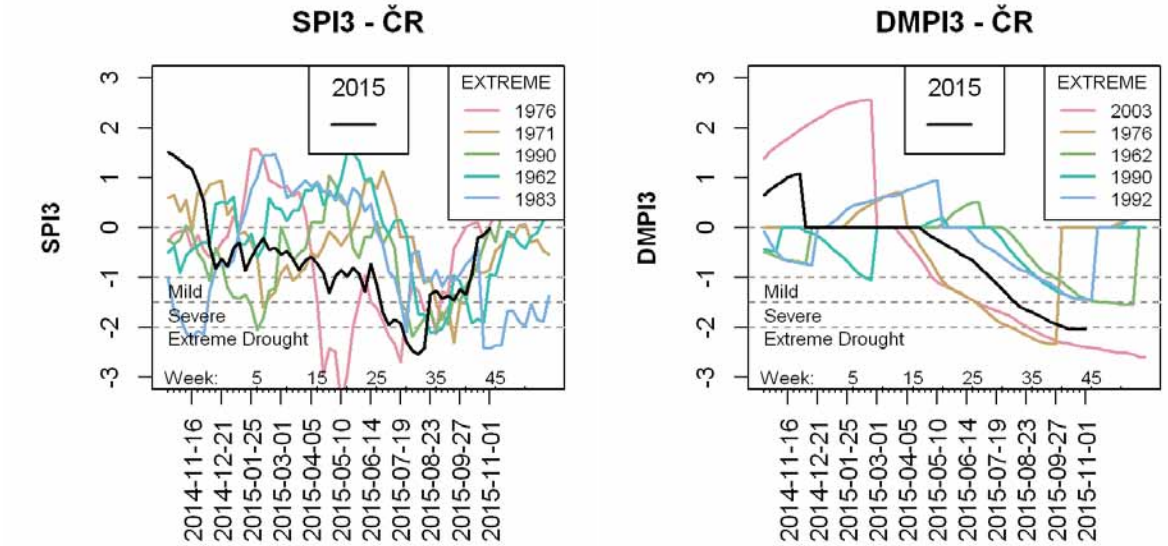
Všechny výše uvedené epizody sucha a jejich vývoj v čase jsou patrné na obr. 10.27 Jak vyplývá ze srovnání s průběhem pěti nejvýraznějších epizod sucha od roku 1961, které vrcholily ve stejném období roku (26.–38. týden), byla třetí epizoda roku 2015 nejvýznamnější, když z hlediska celkového stavu (DMPI1), který postihuje srážkový deficit, bylo dosaženo mimořádného sucha. Další podobně významné epizody se vyskytly také v letech 1962, 1973, 1991 a 2003, zpravidla však vrcholily později až během září. I podle krátkodobého aktuálního stavu (SPI1) se jednalo o jednu z nejvýznamnějších epizod sucha uvedeného období, horší se vyskytla v roce 1962, 1973 a 1990.

Extrémní pokles průtoku a hladiny podzemní vody v létě 2015, který bude ukázán dále, byl však způsoben nejen touto mimořádnou třetí epizodou, ale synergickým efektem tohoto a předcházejících srážkově podprůměrných období, dále podpořených dvěma po sobě jdoucími suchými zimami 2013/2014 a 2014/2015 a extrémní teplotou léta 2015. Čtvrtá epizoda pak měla vliv na udržení nízkého stavu vodních zdrojů až do konce října. Tento souhrnný vliv na stav vodních zdrojů je lépe zřejmý z hodnocení pomocí tří měsíčních a šesti měsíčních srážkových úhrnů.

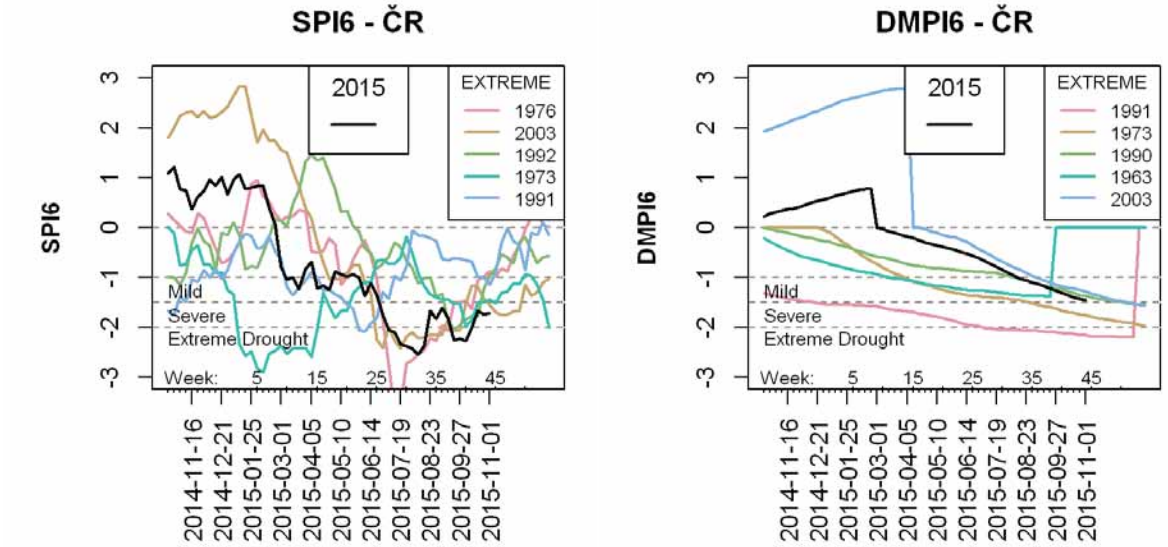
Hodnocení pomocí tří měsíčních srážkových úhrnů (SPI3, DMPI3) dokumentuje obr. 10.28, kde celý rok 2015 již od konce dubna 2015 splývá do jednoho významného období sucha, které nekončí ani říjnem 2015 (celkem dosud 28 týdnů) a kdy bylo dosaženo ve 4 týdnech na konci měřené řady až mimořádného sucha (DMPI3). Z hlediska aktuálního stavu (SPI3) trvalo podnormální období již od začátku prosince 2015, i když v té době ještě nebylo natolik vážné, aby bylo klasifikováno jako sucho, nicméně deficit srážek se již začínal kumulovat. Sucho podle SPI3 vrcholilo 32. týden roku (9. 8. 2015), přičemž 30. až 33. týden bylo klasifikováno rovněž jako mimořádné. Úhrn srážek za tří předcházející měsíce v té době odpovídal asi 55 % normálu. Na konci října již sucho téměř končilo, když indikátor SPI3 směřoval do kladných hodnot. Celkový deficit představoval 115 mm srážek.

Ze srovnání s průběhem pěti nejvýraznějších epizod sucha od roku 1961 vyplývá, že z hlediska aktuálního stavu podle SPI3 byl rok 2015 v letním období vůbec nejsušší (tří měsíční úhrn k 32. týdnu) spolu s rokem 1976.

Celkově sušší epizody se podle DMPI3 se vyskytly v letech 1976 a především 2003, kdy sucho pokračovalo až do začátku následujícího roku a trvalo celkem 42 týdnů. Ostatní velké epizody sucha skončily na podzim nebo na přelomu roku.



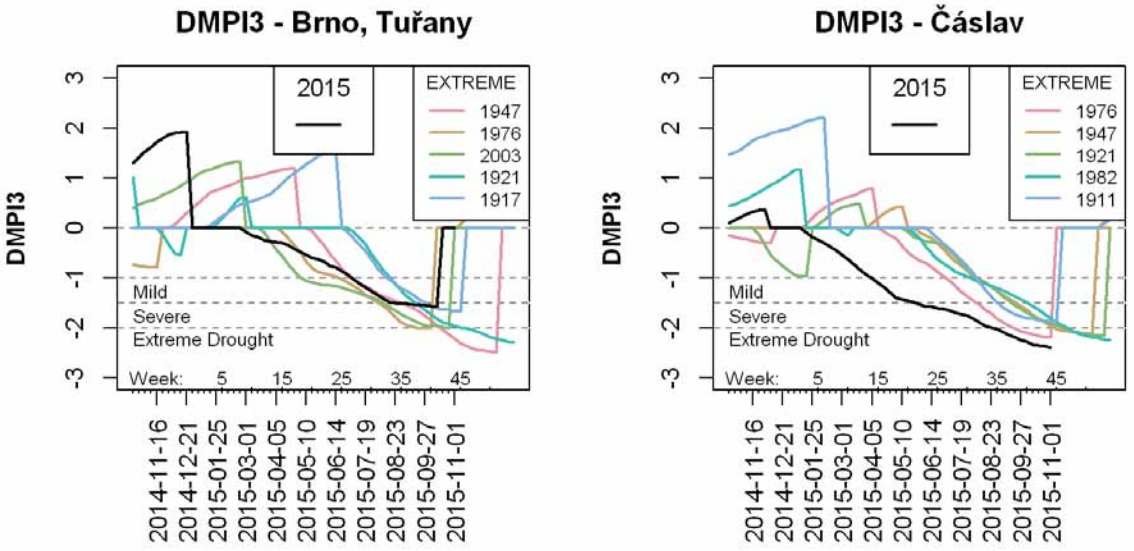
Obr. 10.28 Vývoj tří měsíčních srážkových úhrnů v ČR podle SPI3 a DMPI3.



Obr. 10.29 Vývoj šesti měsíčních srážkových úhrnů v ČR podle SPI6 a DMPI6.

Hodnocení pomocí šesti měsíčních srážkových úhrnů (SPI6, DMPI6) dokládá obr. 10.29. Deficit se začínal kumulovat od začátku března 2015, kdy sucho začalo a trvalo celkem 35 týdnů do konce října, s celkovým deficitem 115 mm srážek. Sucho podle SPI6 vrcholilo 32. týden roku jako mimořádné s úhrnem srážek za 6 předcházejících měsíců odpovídajícím asi 60 % normálu. Podobně extrémní sucha z hlediska aktuálního a i celkového stavu se vyskytla např. také v letech 1976 a 2003. Tyto suché epizody skončily už v následující zimě, z čehož je možné usuzovat, že podobně by tomu mohlo být i v případě roku 2015. Sucha v letech 1991 a 1973 byla sice celkově větší, ale svým průběhem méně intenzivní.

Lokálně v jednotlivých stanicích s pozorováním dostupným od roku 1900 lze sucho roku 2015 hodnotit jako jedno z největších v Čáslavi se jednalo o největší sucho vůbec, naopak méně výrazné bylo v Brně, kde bylo klasifikováno jako mírné až silné (obr. 10.30). Výsledky shrnuje tab. 10.2.



Obr. 10.30 Vývoj tří měsíčních srážkových úhrnů podle DMPI3 v Čáslavi a v Brně.

Podle SPI3 bylo nejčastěji zaznamenáno sucho v letech 1904, 1976 a dále 1911, 1921 a 1947. V letech 1904 a 1976 byl v období kolem vrcholu sucha 2015, tedy kolem poloviny srpna, zjištěn zpravidla větší aktuální tří měsíční deficit srážek. Jednalo se tedy z tohoto pohledu o sucha větší než sucho v r. 2015.

Tab. 10.2 Nejvýznamnější sucha od roku 1900 podle SPI3 a DMPI3 v chronologickém pořadí (5 nejhorších let). Silně jsou vyznačena sucha, která byla větší než v roce 2015, podtržena jsou sucha mnohem větší, ostatní jsou přibližně srovnatelná s rokem 2015.

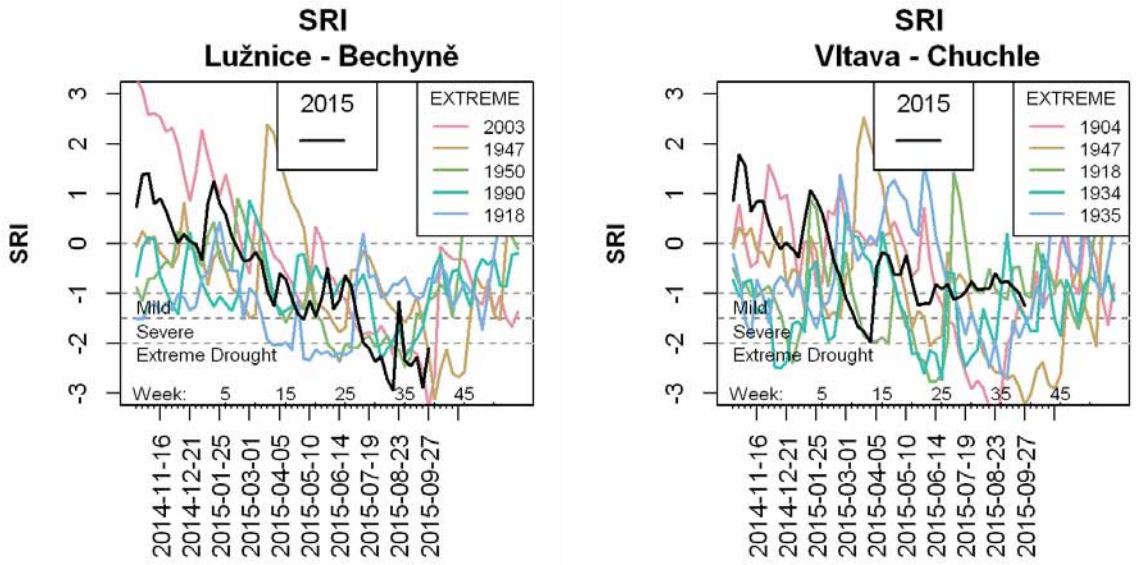
Stanice	SPI3	DMPI3
Klementinum	**1900**, **1904**, **1947**, **1976**, **1990**	1911, **1943**, 1976, 1990, 2003
Brno	**1904**, **1917**, **1921**, **1976**	1917, **1921**, **1947**, **1976**, **2003**
České Budějovice	**1904**, **1911**, 1923, **1947**	1904, **1911**, **1981**, 2003
Čáslav	**1904**, **1911**, **1976**, **1994**	1921, 1947, 1976, 1982
Opava	1904, 1921, 1992	1921, 1932, 2003

Podle DMPI3 bylo sucho nejčastěji zaznamenáno v letech 1921, 1976 a 2003, méně často v roce 1911 a 1947. S celkovým deficitem srážek v těchto letech je sucho roku 2015 ke konci října plně srovnatelné. Řada epizod sucha však skončila až na přelomu roku či trvala i v roce následujícím. Na konci roku skončilo sucho v roce 1947 v Brně nebo v 1911 v Českých Budějovicích. Porovnání bude možné uzavřít až po odeznění epizody sucha 2015 ve všech stanicích.

Průtok

Při hodnocení průtoku je třeba vzít v úvahu, že řada stanic je ovlivněna zejména hospodařením vodních nádrží, které v období minim významně nadlepšovaly průtok. Průběh sucha 2015 na Vltavě v Praze-Chuchli, Ohři v Lounech, Labi v Ústí nad Labem, Odře v Bohumíně a Dyji v Trávním Dvoře byl tak výrazně slabší než na ostatních hodnocených stanicích. Díky nadlepšování průtoku nádržemi se na uvedených stanicích z hlediska dosažených nejmenších průtoků, vyjádřených jako SRI, jednalo maximálně o mírné sucho (obr. 10.31 vpravo), na Dyji průtoky téměř nedosáhly ani úrovně mírného sucha. Pouze na poslední ovlivněné stanici na Labi v Němčicích bylo silné až mimořádné sucho. Podle celkového deficitu průtoku za období trvání sucha, hodnoceného pomocí DMRI, bylo na Vltavě a na obou hodnocených stanicích na Labi silné sucho, na Odře jen mírné a na Ohři a Dyji nebylo dosaženo ani mírného sucha (obr. 10.32 vpravo).

Podle nejnižších dosažených hodnot průtoku v relativně málo ovlivněných vodoměrných stanicích, vyjádřených jako SRI, lze sucho 2015 v Čechách charakterizovat jako mimořádné, pouze na Jizeře se jednalo o silné až mimořádné sucho. Ve stanicích byly zaznamenány jedny z nejnižších průtoků od začátku pozorování (obr. 10.31 vlevo). Na Moravě je zatím možné usuzovat jen ze dvou stanic. Na severní Moravě bylo na Odře dosaženo mimořádného sucha, průtok byl jeden z nejnižších za dobu pozorování, minima průtoku Moravy v Kroměříži lze označit jako stav silného sucha.

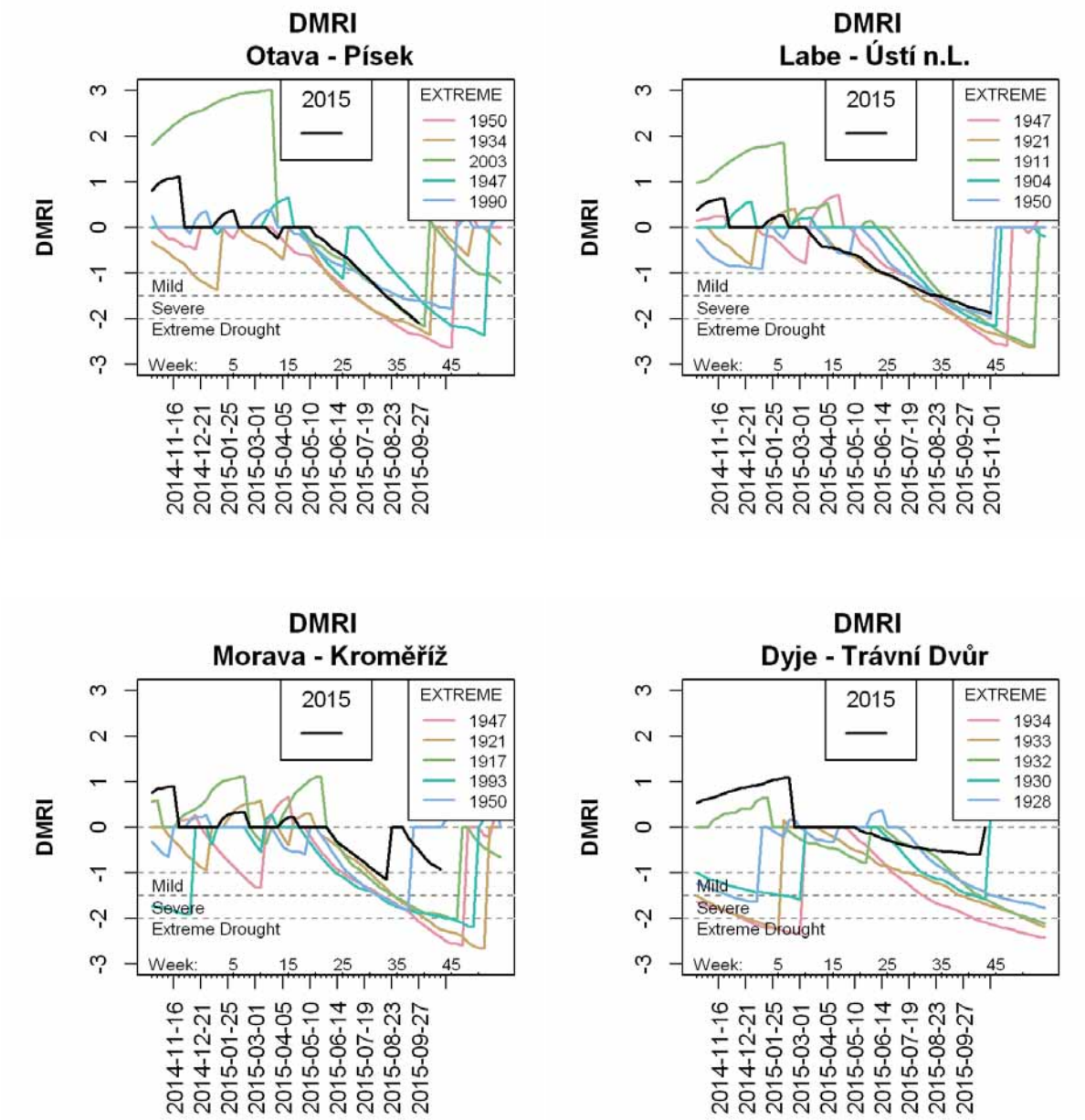


Obr. 10.31 Srovnání sucha podle celkového deficitu průtoku, hodnoceného pomocí SRI, ve stanici bez nadlepšování průtoku (vlevo) a ve stanici s průtokem nadlepšovaným (vpravo).

Podle celkového deficitu průtoku, hodnoceného pomocí DMRI, bylo na Orlici, Jizeře, Lužnici a Otavě mimořádné sucho (obr. 10.32 vlevo), na Berounce silné až mimořádné, na Odře silné. Hodnocení na Sázavě a Moravě je obtížnější, protože sucho bylo krátce přerušeno zvýšením odtoku nad normál v odezvě na srážky v polovině srpna, a rozděleno tak na dvě epizody. Lze usuzovat, že na Sázavě bylo silné až mimořádné sucho, na Moravě silné sucho (obr. 10.32 vlevo).

Výsledky porovnání sucha 2015 s předchozími roky shrnuje tab. 10.3. Počátek pozorování se v jednotlivých stanicích liší. Proto jsou významná sucha z první poloviny 20. století, jako byly epizody z let 1904, 1911 nebo 1947, v tabulce zastoupena méně často, než by odpovídalo jejich významu či plošnému rozsahu, a naopak je zde mož-

né nalézt třeba i méně významná sucha pozdější. S přihlédnutím k této okolnosti lze konstatovat, že podle SRI bylo nejčastěji zaznamenáno sucho v letech 1918, 1947, 1950 (po 5 výskytech mezi 8 zahrnutými stanicemi), 1930 a 1952 (po 3). Rok 2003 se s dvěma výskyty řadí mezi více dalších podobných roků. Podle DMRI bylo sucho nejčastěji zaznamenáno v letech 1947 (7 výskytů mezi 8 zahrnutými stanicemi), 1950 (5), 1990 a 2003 (po 3).



Obr. 10.32 Srovnání sucha podle minimálních dosažených průtoků, vyjádřených jako DRMI, ve stanici bez nadlepšování průtoku (vlevo) a ve stanici s průtokem nadlepšovaným (vpravo).

Zejména na Otavě, ale i Lužnici se podle SRI sucho 2015 řadí k těm nejvýznamnějším epizodám, které v těchto povodích proběhly v letech 1947 a 2003. Na Orlici byly průtoky v roce 1921 ještě nižší, stejně jako na Jizeře v roce 1911, na Sázavě roku 1947, na Berounce především v roce 1952 a na Odře roku 1947. Rok 2015 se nicméně v Čechách a na Odře řadí k uvedeným extrémním rokům, naopak na řece Moravě byla zaznamenána řada nižších úrovní průtoku.

Z hlediska celkové velikosti sucha podle DMRI bylo na Orlici větší jen sucho roku 1921, na Jizeře 1911, na Lužnici bylo sucho 2015 spolu s rokem 1950 vůbec největ-

ší, na Otavě bylo větší jen sucho roku 1950 a 1934, na Sázavě 1947 a 1990, na Berounce 1918 a 1964, na Odře byl horší jen rok 1947 a na řece Moravě především roky 1921, 1947, ale i 1917 a 1993.

Tab. 10.3 Nejvýznamnější sucha (nejvýše 5 nejhorších roků) podle SRI a DMRI v chronologickém pořadí.

Stanice	SRI	DMRI
037000 – Orlice Týniště n.O. (1911)	1918, **1921**, 1922, 1930, 1994	1918, **1921**, 1947
042000 – Labe Němčice (1947)	**1947**, 1950, 1952, 1953, 1992	**1947**, 1950, **1953**
101800 – Jizera, Předměřice (1911)	**1911**, 1921, 1929, 1930, 1934	**1911**, 1947, 1929
133000 – Lužnice Bechyně (1911)	1918, **1947**, 1950, 1990, **2003**	**1950**, 1947, 1990, 2003
151000 – Otava Písek (1911)	1918, 1947, 1950, 2003	**1934**, 1947, **1950**, 2003
161000 – Sázava Zruč n.S. (1944)	**1947**, 1950, 1952, 1991, 1994	**1947**, 1950,1976, **1990**
198000 – Berounka Beroun (1951)	1918, **1952**, 1953, 1960, 1964	**1918**, 1960, **1964**, 1998
200100 – Vltava Chuchle (1900)	**1904**, **1918**, **1934**, **1935**, **1947**	**1904**, **1911**, **1947**, **1950**, **1964**
219000 – Ohře Louny (1922)	**1934**, **1935**, **1947**, **1949**, **1964**	**1935**, **1947**, **1949**, **1964,2014**
240000 – Labe, Ústí n.L. (1900)	**1911**, **1918**, **1921**, **1934**, **1947**	**1904**, **1911**, **1921**, **1947**, 1950
257000 – Odra Svinov (1923)	1928, 1931, **1947**, 1950, 1952	1928, **1947**, 1950, 1951, 1992
294000 – Odra Bohumín (1920)	1925, **1928**, **1930**, **1947**, **1950**	**1921**, 1928, **1950**, **1951**, **1992**
403000 – Morava Kroměříž (1916)	**1918**, **1922**, **1930**, **1947**, **1950**	**1917**, **1921**, **1947**, 1950, **1993**
437000 – Dyje Trávní Dvůr (1926)	**1927**, **1928**, **1929**, **1932**, **1934**	**1928**, **1930**, **1932**, **1933**, **1934**

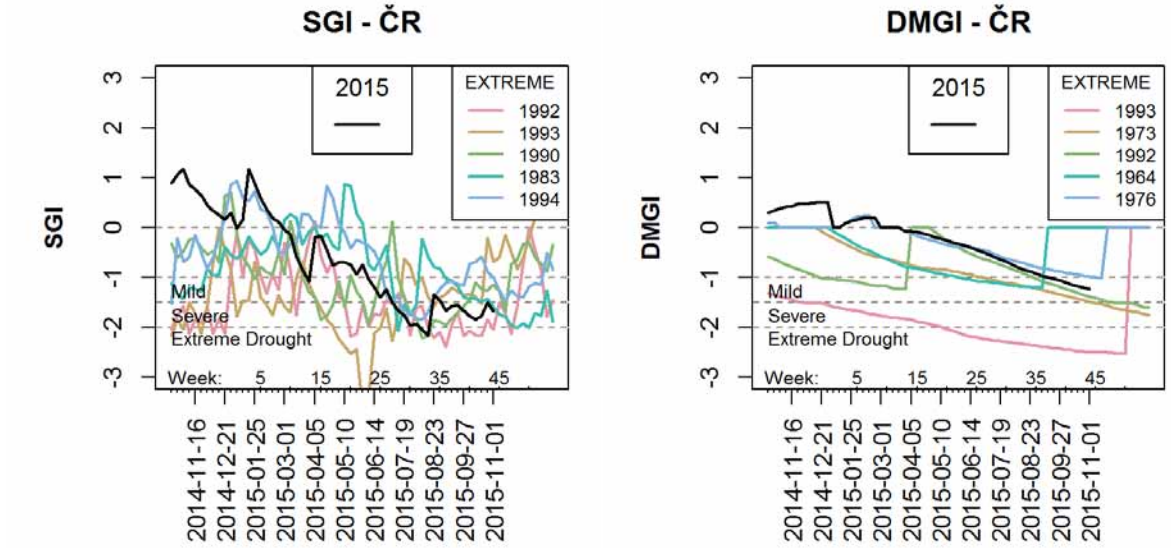
Pozn.: Tučně jsou vyznačena sucha, která byla větší než v roce 2015, podtržena jsou sucha mnohem větší, ostatní jsou přibližně srovnatelná s rokem 2015. Stanice zvýrazněné šedě jsou ovlivněné převážně hospodařením vodních nádrží. V závorce je uveden počátek pozorování. V Berouně probíhalo měření krátce také v letech 1912–1920.

Rok 2015 tedy v Čechách a na Odře z hlediska celkového deficitu odtoku patří k nehorším rokům vůbec, na řece Moravě byla v minulosti zaznamenána řada větších či podobných epizod. Zajímavá může být skutečnost, že průběh sucha 2015 byl na Jizeře velmi podobný roku 1947, na Otavě roku 2003 a na Odře 1928 a 1992.

Podzemní vody

Podle stavu hladin hlásné sítě mělkých vrtů z hlediska aktuálního stavu (SGI), tedy podle nejnižších dosažených úrovní hladiny vztažených k sezonním normálům, je rok 2015 jedním z nejsušších let od roku 1961 vůbec (obr. 10.33). Sucho začalo počátkem dubna a trvalo stále i na konci října, přičemž vyvrcholilo 33. týden roku, tedy v polovině srpna, kdy bylo dosaženo mimořádného sucha. Podobně nízkých stavů hladiny ve stejném období roku bylo dosaženo především v letech 1990 a 1992, a dále 1983 a 1993. Od té doby úrovně hladiny podzemních vod zůstaly prakticky na konstantní úrovni, ale vzhledem k tomu, že indikátor zohledňuje sezonalitu a minimální stavy hladiny v září jsou obecně nižší než v srpnu, indikátor SGI v září mírně vzrostl na úroveň silného sucha. Patrný je rovněž vzestup hladiny po srážkách v polovině srpna.

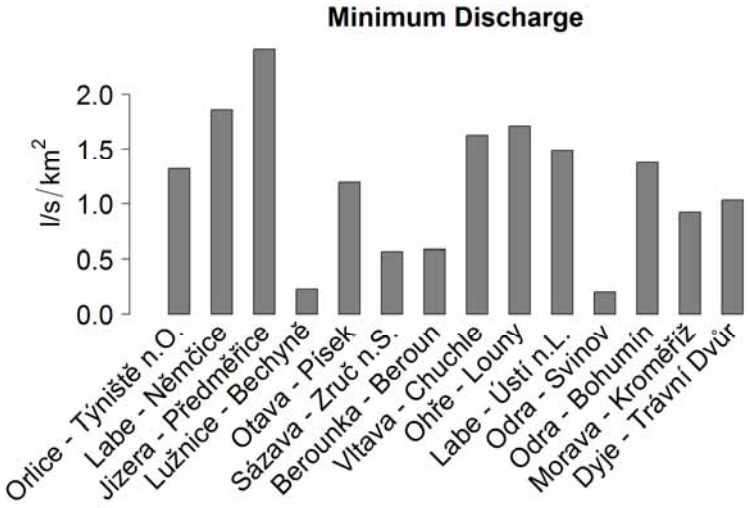
Z hlediska celkového stavu (DMGI) se v minulosti vyskytly obdobné, či významnější období sucha než v roce 2015, a to v letech 1973, 1992, 1993. Z jejich pokračování i v zimním období lze s velkou pravděpodobností odvodit, že i sucho 2015 v podzemních vodách bude pokračovat také během zimy. Toto sucho může být ukončeno pouze výrazně nadnormálními úhrny srážek v průběhu alespoň jednoho či dvou zimních měsíců, nebo v důsledku tání alespoň významnějších sněhových zásob. Sucho např. v letech 1992 a 1993 bylo víceleté, trvalo od roku 1991 prakticky nepřetržitě až do konce roku 1993, stejně jako sucho roku 1973 pokračovalo i v roce 1974. Podobně významné sucho jako v roce 2015 se vyskytlo také v roce 1964, menší, ale s velmi podobným průběhem především zpočátku, bylo sucho roku 1976.



Obr. 10.33 Vývoj průměrných týdenních úrovní hladiny v mělkých vrtech v ČR podle SGI a DMGI

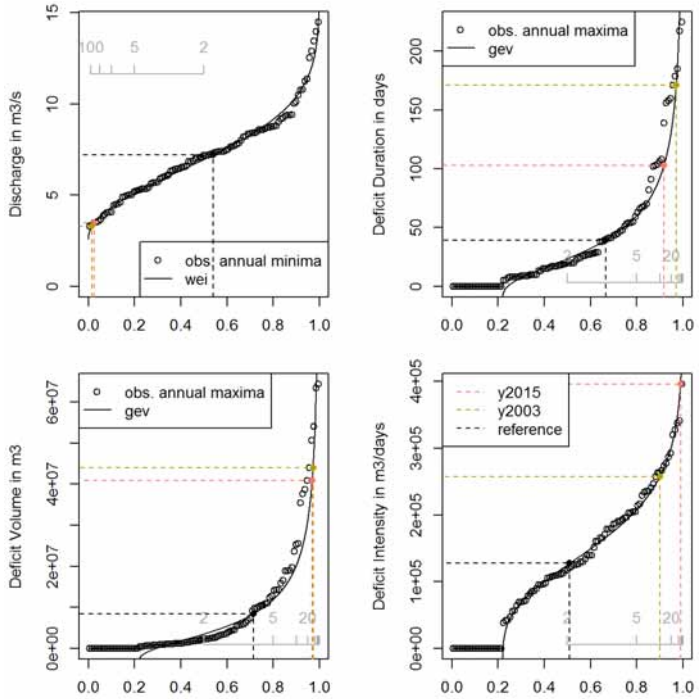
10.4 Vyhodnocení odtoku pomocí nedostatkových objemů

Minimální specifický odtok v roce 2015 ve vodoměrných stanicích, hodnocených v kap. 10.3, uvádí obr. 10.34. Nejmenší specifický odtok byl na Lužnici a na Odře ve Svinově, největší na Jizeře.



Obr. 10.34 Minimální specifický odtok v roce 2015 ve vodoměrných stanicích

Tyto stanice byly vyhodnoceny také metodou nedostatkových objemů pod fixním ročním limitem Q_{80} (průměrný denní průtok s pravděpodobností překročení 80 %). Příklad vyhodnocení sucha 2015 ve srovnání s rokem 2003 je na obr. 10.35.

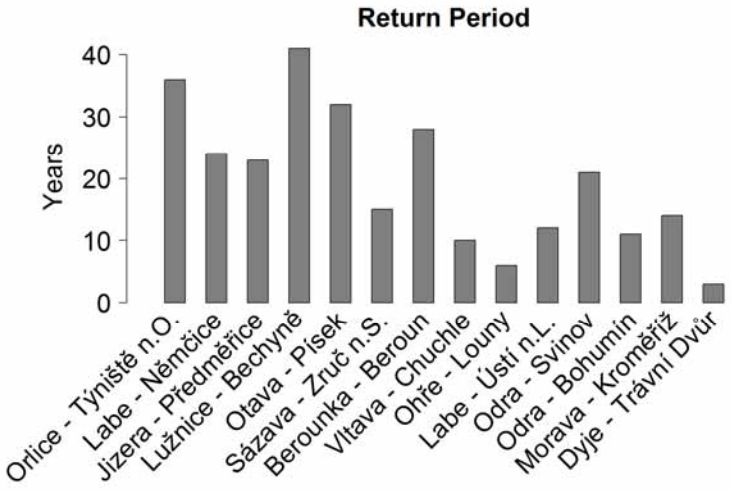


Obr. 10.35 Vyhodnocení sucha 2015 na Otavě v Písku ve srovnání s rokem 2013. Zleva popořadě minimální průtok, trvání, velikost a intenzita nedostatkového objemu.

Sucho trvalo nejkratší dobu na Dyji v Trávním Dvoře (43 dní), a nejdéle na Orlici, Labi v Němčicích i v Ústí nad Labem a na Lužnici v Bechyni (155 až 160 dní), relativně

dlouho sucho trvalo rovněž na Vltavě v Praze-Chuchli, Berounce a Moravě v Kroměříži (130 až 145 dní), méně na ostatních stanicích (90 a více dní).

Vlastní nedostatkový objem v jednotlivých stanicích není možné porovnávat, protože se odvíjí od specifického odtoku, který je zpravidla větší v povodích s vyšším úhrnem srážek. Velikost nedostatkových objemů je proto vyjádřena jejich dobou opakování (obr. 10.36). Jako největší se tak z tohoto pohledu jeví sucho na Lužnici s dobou opakování 41 let, Orlici (36 let) a Otavě (32 let). Nejkratší doba opakování u neovlivněných stanic byla zjištěna na Sázavě (15 let) a na řece Moravě v Kroměříži (15 let). Ze stanic ovlivněných nadlepšováním byla nejmenší doba opakování zjištěna na Dyji (3 roky) a na Ohři (6 let), na Vltavě v Praze-Chuchli byla nadlepšováním odtoku doba opakování snížena na pouhých 10 let, na Labi v Ústí nad Labem na 12 let.



Obr. 10.36 Doba opakování nedostatkových objemů roku 2015 ve vodoměrných stanicích.

Shrnutí

Pokud jde o srovnání časového průběhu sucha 2015 s vybranými historickými případy (1904, 1947, 1994 a 2003) se ukazuje jako relativně nejpodobnější průběh sucha 2003, kdy rovněž nedošlo k významnější odtokové události. Výskyt extrémní teploty a vlny veder od června do září se pak podobal roku 1947.

Suma deficitů tříměsíčních úhrnů srážek v roce 2015 byla pro větší část ČR srovnatelná s nejvýznamnějšími epizodami sucha z let 1921, 1976 a 2003, a dále 1911 a 1947 (ke srovnání byla použita data od r. 1900). Tříměsíční deficit srážek k vrcholu sucha v polovině srpna byl srovnatelný či spíše vyšší především v letech 1904 a 1976. Na jihovýchodní Moravě a zejména na severu Čech však v roce 2015 sucho nepatřilo k těm nejvýznamnějším.

Dopady sucha na půdní vrstvu, potenciální výpar či evapotranspiraci travního porostu či na vláhovou bilanci půdy byly extrémní i v letech 1973 a 1976, na počátku 90. let a v roce 2003. Při porovnání let 2003 a 2015 (data od r. 1981 ze dvou stanic – Doksany a Strážnice) byly z hlediska vláhové bilance travního prostu extrémní hodnoty spíše ty z roku 2003.

Časový průběh odtoku v roce 2015 byl nejvíce podobný roku 2003, který také, kromě lednové povodně, nepřinesl významnější odtokovou událost. Výskytem nízkých průtoků a jejich trváním patří rok 2015 k nejhorším rokům vůbec, a srovnávat jej lze s roky 1904, 1911, 1921, 1947 a 2003. Přitom např. sucho v roce 1904 bylo výrazné na jihu Čech v povodí Vltavy a Otavy, sucho 1947 bylo výraznější v povodí horního

Labe a Sázavy, sucho 2015 bylo zjevně velmi významné v povodí Lužnice. Naopak Moravě byl průběh letošního sucha mírnější.

Poklesem hladiny podzemní vody patří sucho 2015 (při hodnocení dat od 1961) mezi nejvýznamnější epizody z let 1990, 1992 nebo 1983. Dobou trvání je pokles úrovní hladiny srovnatelný s roky 1973 a 1992.

11. Vliv sucha na sledování jakosti vod a režim plavenin

Sucho jako hydrologický extrém pochopitelně ovlivňuje i jakost vody a vodní flóru a faunu. Minimální průtoky mohou negativně ovlivnit kvalitu vody i životní podmínky vodních organizmů v důsledku nedostatečného okysličování vody, horšího ředění vypouštěných znečištěných vod, příp. až úplného vyschnutí některých lokalit. Naopak se omezuje vyplavování látek z půdy a jejich průnik do podzemních vody i vodních toků a celkový odnos půdy vodní erozí v podobě plavenin. Vyhodnotit dopady sucha na jakost vod bude možné až v průběhu roku 2016 na základě dat provozního monitoringu jakosti povrchových vod zabezpečovaného státními podniky Povodí a výsledků laboratorních analýz vzorků v rámci provozního monitoringu podzemních vod a monitoringu pevných matric zabezpečovaných ČHMÚ.

11.1 Ovlivnění sledování

Množství plavenin

Negativním důsledkem výskytu hydrologického sucha z hlediska pozorování režimu plavenin je v prvé řadě možné ovlivnění reprezentativnosti odebíraného vzorku. V období nízké hladiny toků a minimálního průtoku vody může dojít při ručním i automatickém odběru vzorku ke zvíření materiálu dna (sedimentu, dnových splavenin) toku, a tím k nadhodnocení sledovaného množství nerozpuštěných látek v suspenzi. V případě stanic vybavených automatickými vzorkovači s fixním odběrovým bodem může dojít v případě extrémně nízkého vodního stavu k vynoření odběrové části a neodebrání vzorku (obr. 11.1).



Obr. 11.1 Vyústění sacího segmentu automatického vzorkovače v říčním dně v profilu Sázava, Nespeky dne 6. 8. 2015.

Dalším faktorem, který ovlivňuje kvalitu vzorků pro stanovení množství plavenin je v letních měsících zvýšený výskyt biogenní hmoty v tocích způsobující při nízké hladině toků zvýšený zákal vody, a tím možné nadhodnocení koncentrace plavenin. Pozorován byl zejména na stanicích v povodí Moravy a Odry. V období června až září 2015 bylo ovlivněno vzorkování plavenin z důvodu nízkého vodního stavu evidentně na 7 stanicích v celkovém počtu 286 vzorků a pravděpodobné ovlivnění bylo vyhodnoceno na 10 stanicích. Přehled neodebraných a evidentně ovlivněných vzorků uvádí tab. 9.1. Pravděpodobné ovlivnění z pohledu reprezentativnosti vzorků lze předpokládat u ručních odběrů na stanici Svinov (Odra), Ostravice (Ostrava) a Věřňovice (Olše) (cca od 10. 8.), na stanici Nespeky (Sázava) (cca od 10. 7.), u automatických odběrů na stanicích Březí (Vltava) (27. 8.–3. 9.), Kroměříž (Morava) (od cca 7. 7.), Lanžhot (Morava) (od cca 2. 8. do 16. 8. a dále od 26. 8.), Bílovice (Svitava) (od cca 24. 6.), Pohansko (Dyje) (od cca 7. 7.), Židlochovice (Svratka) (od cca 9. 7.), to vše s výjimkou krátkých období s vzestupy hladin po srážkách.

Tab. 11.1 Přehled evidentně ovlivněných a neodebraných vzorků koncentrací plavenin v důsledku sucha v profilech s automatickými vzorkovači.

DBC	Název	Tok	Typ ovlivnění	Období	Počet neodebraných/ovlivněných vzorků
167200	Nespeky	Sázava	vzorek neodebrán, není voda na vstupu	9. 7.– 17. 7.; 7. 8.–5. 9.	30
167200	Nespeky	Sázava	nereprezentativní vzorek - sání u dna	18. 7.–6. 8.	20
075000	Sány	Cidlina	nereprezentativní vzorek - sání u dna	15. 6.–22. 9.	95
198600	Srbsko	Berounka	nereprezentativní vzorek - sání u dna	13. 7.–25. 9.	95
482500	Pohansko	Dyje	vzorek neodebrán, není voda na vstupu	24. 8.–26. 8.	3
462000	Židlochovice	Svratka	nereprezentativní vzorek - sání u dna	22. 8.–8. 9.	17
462000	Židlochovice	Svratka	nereprezentativní vzorek - sání u dna	11. 9.–29. 9.	19
462000	Židlochovice	Svratka	vzorek neodebrán, není voda na vstupu	12. 9.	1
402900	Kroměříž	Morava	nereprezentativní vzorek - sání u dna	21. 7.; 27. 7.; 28.8.; 6. 9.	4
478000	Ivančice	Jihlava	nereprezentativní vzorek - sání u dna	30.7.; 31.7.	2

Podzemní vody

Během vzorkování jakosti podzemních vod na podzim (období září–říjen) bylo možno odebrat vzorek na naprosté většině z 621 lokalit sítě sledování jakosti podzemních vod, tj. v pramenech byla dostatečná vydatnost a ve všech vrtech byla hladina podzemní vody na úrovních umožňujících odběr reprezentativního vzorku, kromě dvou pramenů: PP0301 Krty U Bělíčka na Strakonicku a PO1014 Lomnice – V břízkách na Bruntálsku, které vyschly.

11.2 Režim plavenin na vybraných stanicích v období hydrologického sucha

Na 16 stanicích sítě sledování režimu plavenin (množství nerozpuštěných látek) v tocích byly vyhodnoceny pro období červenec až září 2015 měsíční koncentrace plavenin a bilance odtoku plavenin. Vyhodnocená data byla porovnána s dlouhodobými hodnotami, které reprezentují mediány let 1985–2010.

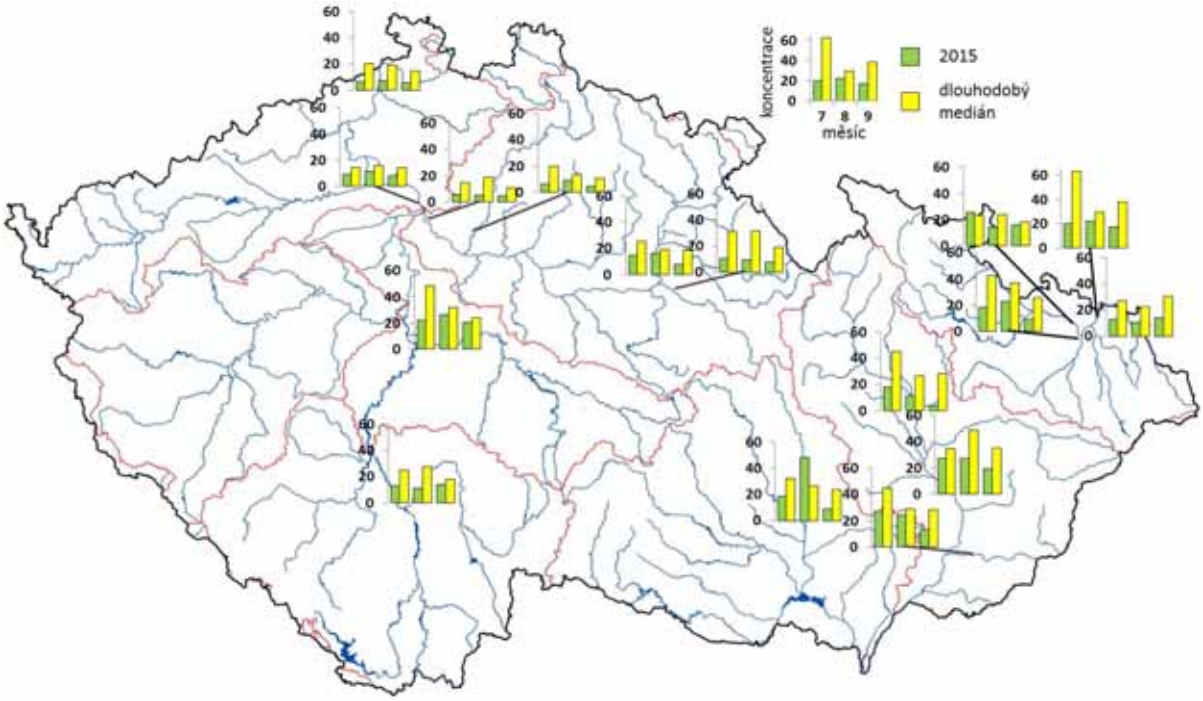
Výběr zahrnuje pouze data stanic s kontinuálním vzorkováním plavenin bez prokázaného ovlivnění reprezentativnosti vzorků a současně stanic s dlouhodobým pozorováním režimu plavenin od roku 1985, resp. 1994. Z uvedených důvodů nebylo možno provést vyhodnocení pro všechny standardně pozorované stanice.

V červenci se měsíční koncentrace plavenin pohybovaly mezi 6 a 27 $mg.l^{-1}$. Nejnižší průměrné hodnoty (6 $mg.l^{-1}$) byly vyhodnoceny na Labi v Obříství, Prostředním Žlebu, na Jizeře v Předměřicích a na Olši ve Věřňovicích. Koncentrace s hodnotami nad 20 $mg.l^{-1}$ byly zaznamenány na stanicích v povodí Moravy, Odry a na Sázavě v Nespekách.

V srpnu byly koncentrace plavenin přechodně ovlivněny srážkoodtokovou situací mezi 15.8. a 19.8. Na většině sledovaných toků došlo krátkodobě k vzestupům hladiny a na řadě profilů bylo zaznamenáno jen mírné zvýšení koncentrací plavenin (v povodí Labe s hodnotami do 23 $mg.l^{-1}$, v povodí Moravy, Odry a na Sázavě do 80 $mg.l^{-1}$). Nejvyšší hodnota koncentrace plavenin (600 $mg.l^{-1}$) byla během této epizody zaznamenaná na Svitavě v Bílovicích. Měsíční koncentrace se pohybovaly mezi 5 a 48 $mg.l^{-1}$. Nejnižší průměrné hodnoty do 9 $mg.l^{-1}$ byly vyhodnoceny podobně jako v červenci na Labi v Obříství, Prostředním Žlebu, na Jizeře v Předměřicích a na Olši ve Věřňovicích. Na stanicích v povodí Moravy, Odry a na Sázavě v Nespekách byly průměrné koncentrace mezi 22 až 27 $mg.l^{-1}$. Nejvyšší z měsíčních průměrů (48 $mg.l^{-1}$) byl vyhodnocen na Svitavě v Bílovicích.

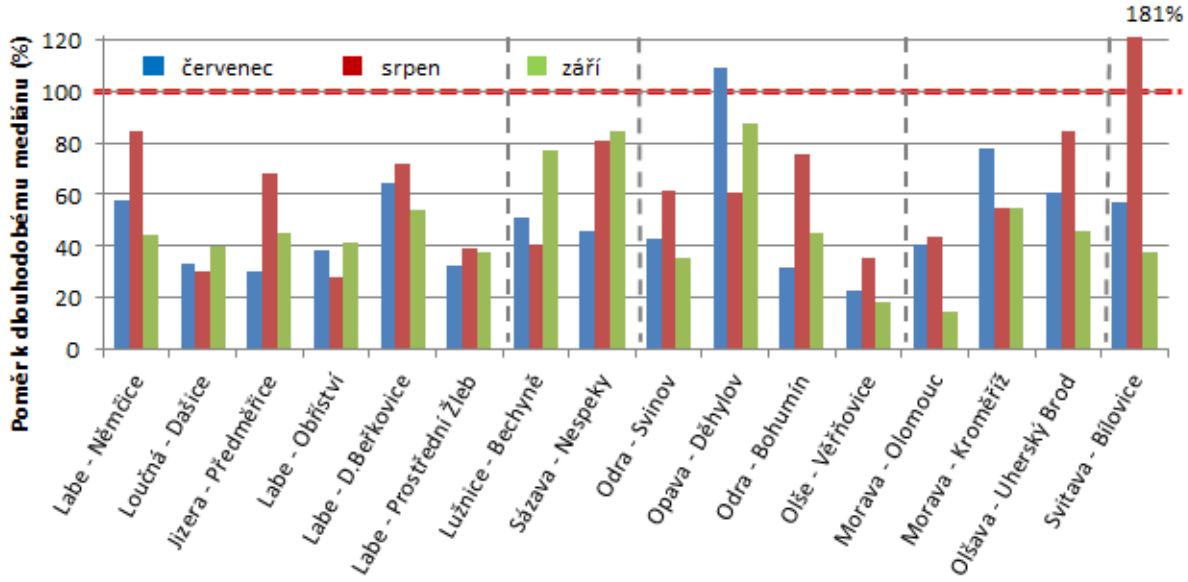
Celkově nejnižší měsíční průměry byly zaznamenány v září s hodnotami mezi 4 až 20 $mg.l^{-1}$. Denní koncentrace plavenin zejména v druhé polovině září na většině stanic klesaly, výjimečně až na absolutní minima do 3 $mg.l^{-1}$ (Morava v Olomouci, Labe v Obříství, Olše ve Věřňovicích).

Přehled vyhodnocených měsíčních koncentrací plavenin v období červenec až září v porovnání s dlouhodobým mediánem dokumentují obrázky 11.2 a 11.3.



Obr. 11.2 Průměrné měsíční koncentrace plavenin (mg.l^{-1}) v porovnání s dlouhodobým mediánem průměru.

Z hlediska dlouhodobých hodnot dosáhly měsíční koncentrace plavenin na většině stanic podprůměrných hodnot (50 až 80 % dlouhodobého průměru) nebo mimořádně podprůměrných hodnot (< 50 % dlouhodobého průměru). Jako extrémně podprůměrné (< 20 % dlouhodobého průměru) byly vyhodnoceny měsíční koncentrace v září na Moravě v Olomouci a Olši ve Věřňovicích. Pouze v jednom případě byla vyhodnocena nadprůměrná měsíční koncentrace, a to v srpnu na Svitavě v Bílovicích v souvislosti s extrémními vzestupy koncentrací plavenin (viz výše).

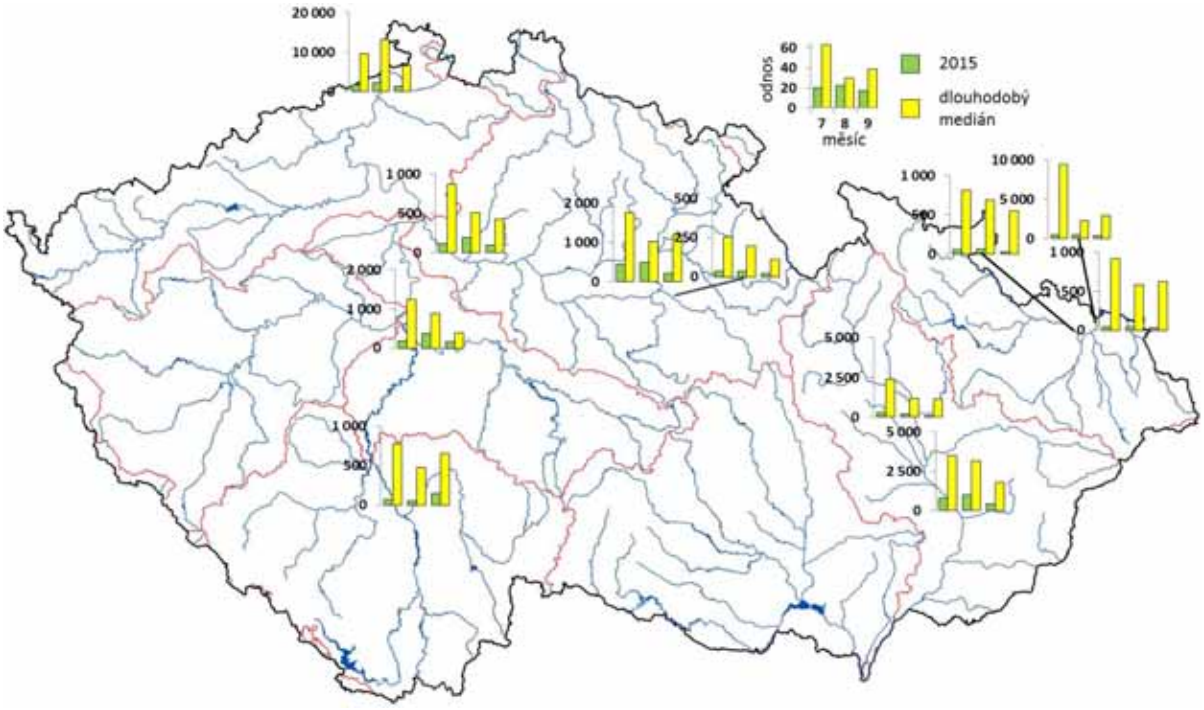


Obr. 11.3 Poměr měsíčních koncentrací plavenin (mg.l^{-1}) vůči dlouhodobému průměru v měsících červenec – září 2015.

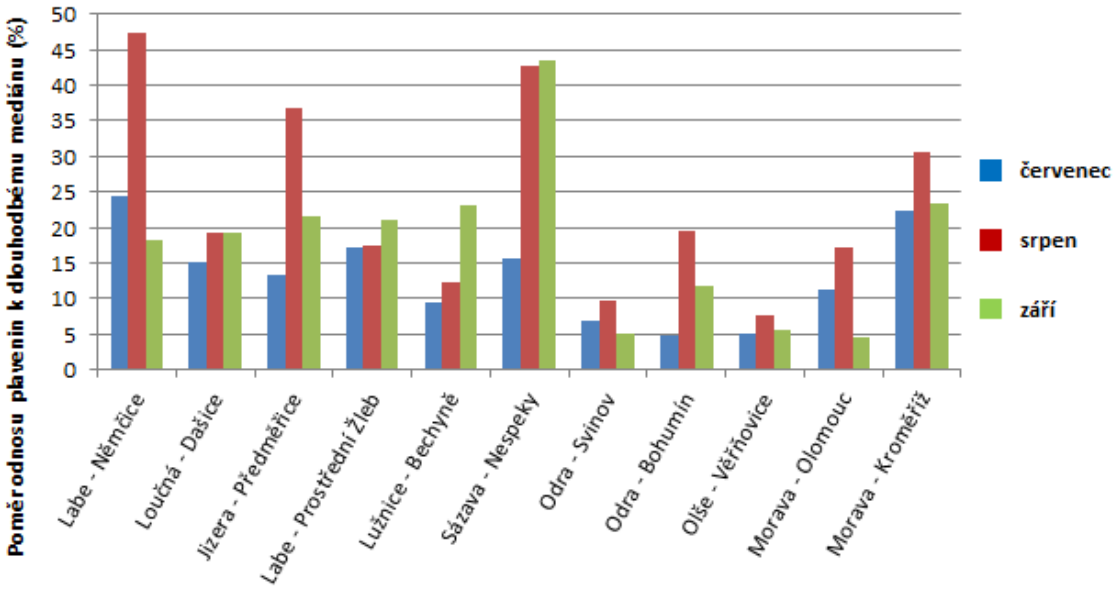
Bilance měsíčních úhrnů odnosů plavenin byla s ohledem na dostupnost dat průtoků vody provedena pouze na 11 sledovaných profilech. Měsíční úhrny transportovaných

plavenin dosáhly hodnot mezi 22 t (Loučná – Dašice, září) a 2 300 t (Labe – Prostřední Žleb, srpen). Na většině stanic byly vyhodnoceny vyšší úhrny v červenci a srpnu oproti září. Z pohledu dlouhodobých hodnot byly měsíční odnosy ve sledovaném období na všech profilech mimořádně podprůměrné (< 50 % dlouhodobého průměru), na Olši ve Věřňovicích a na Odře ve Svinově extrémně podprůměrné (< 10 % dlouhodobého průměru).

Přehled vyhodnocených měsíčních úhrnů odnosu plavenin v porovnání s dlouhodobým průměrem dokumentují obrázky 11.4 a 11.5.



Obr. 11.4 Měsíční sumy odnosu plavenin (t) v porovnání s dlouhodobým průměrem.



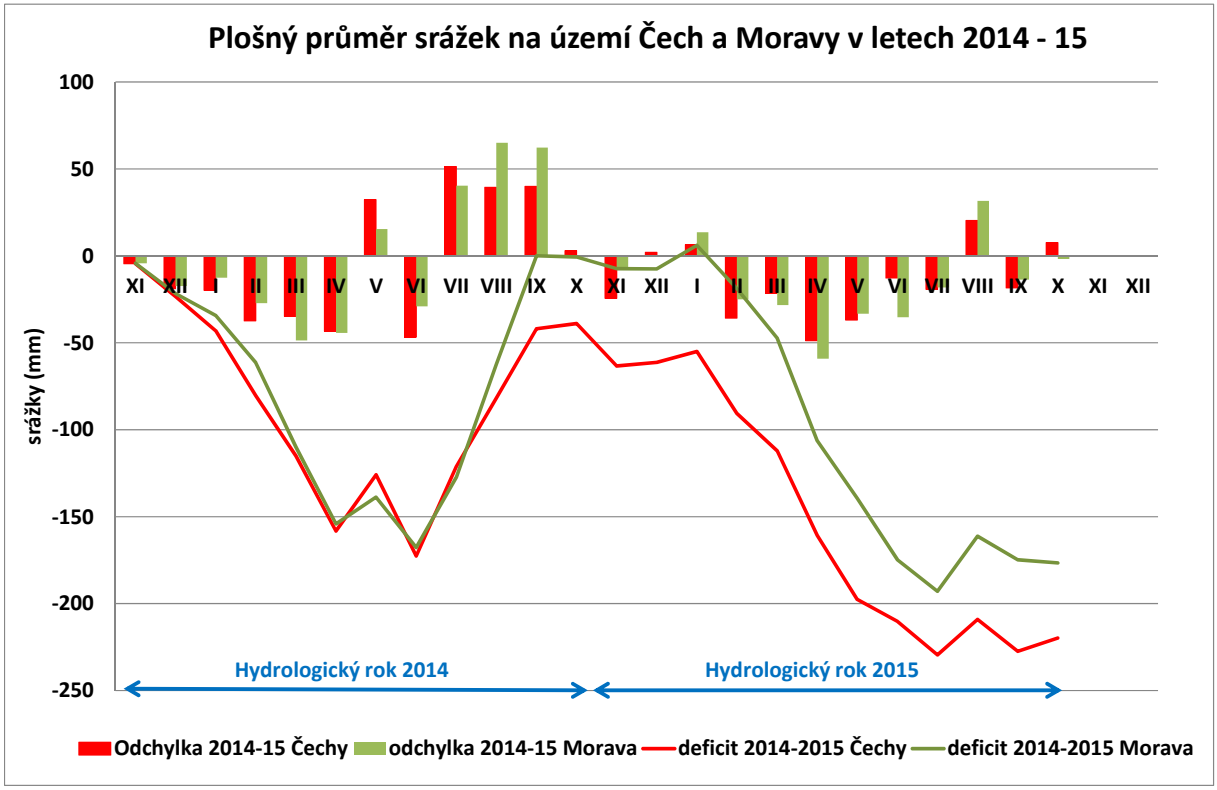
Obr. 11.5 Poměr měsíčních odnosů plavenin (t) vůči dlouhodobému průměru v měsících červenec – září 2015.

Vliv sucha a malé dotace nerozpuštěných látek z povodí na množství plavenin v tocích je dokumentován z dlouhodobého pohledu na všech stanicích. Projevil se zejména na stanicích na středním a dolním Labi, na Jizeře, Loučné, Olši a částečně i na Moravě v Olomouci, s měsíčními průměry koncentrací plavenin do 10 $mg.l^{-1}$ v úrovni 14 až 40 % dlouhodobého průměru. Výraznější vliv sucha je zaznamenán v látkových tocích nerozpuštěných látek (tj. v odnosu plavenin, jehož hodnota je vedle koncentrace plavenin určována velikostí průtoku vody), které ve většině případů dosahovaly nejvýše 30 % dlouhodobého průměru. Současně bilance odnosu plavenin dokumentuje, že v obdobích hydrologického sucha jsou koncentrace plavenin nízké, přesto je vodními toky transportováno nezanedbatelné množství nerozpuštěných látek, řádově v desítkách až tisících tun za měsíc.

12. Závěr

V době zpracování této zprávy sucho, zejména v oblasti podzemních vod, nadále pokračovalo. Nicméně srážky v říjnu na většině území odpovídaly normálním hodnotám, a ukončily sucho v povrchových vrstvách půdy a převážně i sucho na povrchových tocích. Další vývoj zemědělského i hydrologického sucha bude záviset na dalším vývoji srážkové činnosti, charakteru nadcházející zimy, množství a způsobu tání sněhové pokrývky. Proto výsledky prezentované v této zprávě nemohou být považovány za definitivní, proto ČHMÚ v roce 2016 zpracuje aktualizaci této zprávy na základě verifikovaných dat za celý rok 2015 a po doplnění podzemních vod z tání sněhu na jaře 2016.

Za hydrologický rok 2015 (tj. od listopadu 2014 do října 2015) vypadlo v ČR pouze 500 mm srážek, což je spolu s hydrologickým rokem 1973 nejméně za hodnocené období posledních 55 let. V Čechách tomu navíc předcházel srážkově podprůměrný hydrologický rok 2014, takže zde srážkový deficit narůstá již druhým rokem a dosáhl −220 mm. Na Moravě byl deficit hydrologického roku 2014 v jeho druhé polovině doplněn, nicméně i zde deficit srážek znovu narůstal až v roce 2015 a na konci října 2015 byl o cca 50 mm nižší než v Čechách. Odlišný vývoj srážek v Čechách a na Moravě ukazuje obr. 12.1.



Obr. 12.1 Porovnání měsíčních úhrnů srážek v hydrologických letech 2014 a 2015 s dlouhodobými průměry za referenční období 1961–2010.

Odhadnout další vývoj srážkové činnosti je velmi obtížné. Sezonní predikce srážek v podobě výstupů klimatických modelů se v posledním období velmi výrazně rozvíjejí, avšak přesnost jejich výstupů zůstává omezená. Relativně spolehlivější predikce modely poskytují jen v oblastech, kde se výrazně projevují velkoprostorové atmosférické či oceánické cirkulační fenomény, jako např. El Niño – Southernoscillation (ENSO). Střední Evropa však patří k oblastem se slabými projevy těchto fenoménů, jejichž spojení s variabilitou regionálního klimatu je dosud málo prozkoumané. I proto je schopnost klimatických modelů predikovat sezonní charakter

počasí ve střední Evropě velmi omezená. Navíc aktuálně dostupné výstupy modelů produkovaných v zahraničních předpovědních centrech neposkytují pro množství srážek na území ČR v období prosince 2015 až února 2016 žádný robustní signál.

Možnost vývoje víceletého sucha je reálná, od roku 1961 do současnosti se již projevilo několikrát. Nejvýznamnější případy víceletých srážkově podnormálních období v Čechách se vyskytly v letech 1961–1964, 1971–1973, 1982–1985 a zejména v období 1989–1992 s celkovým deficitem srážek −365 mm. Na Moravě se jednalo především o roky 1971–1973, 1982–1984 a nejdelší období 1988–1994 s celkovým deficitem −513 mm.

Matematické vyjádření pravděpodobnosti výskytu obdobných víceletých suchých období pomocí klimatických modelů není možné a rovněž statistická analýza časové řady plošných srážkových úhrnů 1961–2015 nedává výsledky použitelné pro predikci srážkového vývoje v příštím roce.

Návaznost více suchých let za sebou se může projevit nejvíce na hydrologickém suchu, zejména v poklesu zásob podzemních vod, které jsou obvykle vyjadřovány velikostí tzv. základního odtoku. Víceleté sucho může být významné rovněž z hlediska provozu vodních nádrží.

Doporučení

Tato zpráva se zabývá pouze meteorologickými a hydrologickými aspekty sucha. Nedělá si ambice na komplexní hodnocení jeho průběhu a důsledků na společnost a její ekonomické aktivity, resp. návrh opatření ke zmírnění jeho důsledků. Z provedeného vyhodnocení přesto vyplynula následující doporučení pro monitorování příčin a projevů sucha a jeho hodnocení:

- Především je možné konstatovat, že vyhodnocení velikosti sucha je velmi obtížné,a to zejména z hlediska jeho komplexních projevů.Dalším důvodem jsou chybějící dostatečné kvantitativní informace o historických epizodách sucha, které by podrobnější statistické vyhodnocení tohoto extrému umožnily.
- **Je proto nezbytné udržovat monitoring hydrologických a klimatologických prvků na takové úrovni, která umožní získávat a udržovat co nejdelší a co nejvíce homogenní řady atmosférických srážek, teploty vzduchu, vodní hodnoty sněhu, průtoků, stavu podzemních vod a dalších veličin, nutných jak k průběžnému vyhodnocování stavu sucha, tak i jeho hodnocení v historickém kontextu.**
- Současně je vhodné se zaměřit na vyhledání a vyhodnocení důležitých informací z historických suchých epizod, které by umožnily pochopit různé aspekty a možné projevy extrémního sucha.
- V případě některých vodoměrných stanic došlo při výrazném poklesu vodních stavů k přerušení měření. Bude nutné zvážit technickou úpravu těchto stanic tak, aby byla zajištěna jejich funkčnost i při extrémních situacích sucha.
- V souladu s usnesením vlády České republiky ze dne 29. července 2015 č. 620 je nutné vybrat vhodné identifikátory, které by sloužily k reprezentativnímu hodnocení úrovně sucha v jednotlivých jeho aspektech.
- Vzhledem k množství různých informací a dat popisujících různé aspekty sucha je vhodné zavést souhrnnou a uživatelsky přívětivou prezentaci informací o průběhu sucha na jednom místě (portálu).
- Z hlediska nutnosti dalšího výzkumu a vývoje je nezbytné se zaměřit na stávající možnosti a rozvoj sezónních predikcí klimatických a hydrologických prvků a jejich rychlou aplikaci do provozu ČHMÚ.

Technická příloha

Technická příloha kapitoly 4

Metody vyhodnocení výparu, evapotranspirace a vláhové bilance

Agroklimatické charakteristiky představují modelové a nikoliv měřené údaje. K hodnocení byl použit model AVISO a základní meteorologická data 198 (operativní zpracování roku 2015), resp. 268 klimatologických stanic pro zpracování dlouhodobých podmínek 1981–2010.

Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o speciální prvky, je uváděna jejich velmi stručná charakteristika.

Výpar z vodní hladiny se v síti pozorovaných objektů ČHMÚ měří na 22 lokalitách na území ČR. Původní manuální měření zařízením GGI-3000, zahájené v roce 1968, bylo postupně od roku 2000 nahrazováno automatizovaným měřením přístrojem EWM. Pravidelná měření obecně probíhají v bezmrazovém období.

Potenciální výpar z holé půdy, resp. potenciální evapotranspirace z travního porostu představují celkové množství vody v mm, které se může v přírodním prostředí vypařit z podloží, tj. z holé půdy (výpar neboli evaporace z holé půdy) nebo z půdy s travním porostem (evapotranspirace z travního porostu skládající se z výparu z půdy a z výdeje vody vlastními rostlinami, tedy transpirace) při současném optimálním nasycení půdního profilu půdní vodou a za konkrétních klimatických podmínek. V praxi to znamená, že její hodnoty jsou ovlivněny chodem a variabilitou základních meteorologických prvků (teplota a vlhkost vzduchu v podobě tlaku vodní páry, sluneční svit, rychlost větru, zprostředkovaně srážky), pomocí nichž se v denním intervalu počítá, a nikoliv vlhkostními poměry ve svrchních vrstvách půdy, o nichž se předpokládá, že jsou optimální a v průběhu evapotranspiračního či evaporačního procesu neměnné. Denní modelový výpočet je založen na modifikovaném algoritmu podle všeobecně rozšířené metodiky Penman-Monteith.

Aktuální výpar z holé půdy, resp. aktuální evapotranspirace z travního porostu představují celkové množství vody v mm, které se v reálných přírodních podmínkách vypařuje z podloží, tj. z holé půdy (výpar z holé půdy) nebo z půdy s travním porostem (evapotranspirace z travního porostu – skládá se z výparu z půdy a z transpirace rostlin). Skutečnými přírodními podmínkami se v tomto smyslu rozumí vedle konkrétních klimatických podmínek majících vliv na velikost výparu skutečné vlhkostní poměry ve svrchním půdním profilu. V praxi však může nastat mezní případ, kdy klimatické podmínky signalizují maximální výpar, avšak aktuální výpar, resp. aktuální evapotranspirace jsou vzhledem k vlhkostnímu deficitu v půdě nižší, jinými slovy v přírodním prostředí se nedostává půdní vláhy pro výpar.

Modelový výpočet aktuálních hodnot v denním intervalu je výsledkem vzájemné vazby mezi aktuálním stavem daného vypařujícího povrchu (holá půda, travní porost) a vlhkostní bilancí půdního profilu do minimální hloubky (holá půda), resp. do hloubky aktivního prokořenění (travní porost). Aktuálním stavem vypařujícího povrchu se rozumí modelem zpracované charakteristiky (výška travního porostu, hloubka aktivního prokořenění, index plochy listoví apod.), a to na základě denních údajů o průběhu počasí v dané lokalitě. Půdní profil je ve výpočtech modelu AVISO reprezentován dvojvrstevným modelem oběhu vody v půdním profilu a v denním intervalu se průběžně bilancuje vlhkostní stav v obou vrstvách.

Aktuální vlhkost půdy společně s aktuálním stavem vypařujícího povrchu (holá půda, travní porost) mají rozhodující význam pro vypočítané hodnoty aktuální evapotranspirace.

Vláhová bilance travního porostu vyjádřená v mm je vhodnou charakteristikou pro specifikaci případného klimatického sucha. Jedná se o vzájemný rozdíl srážek a potenciální evapotranspirace travního porostu (základní vláhová bilance travního porostu) nebo srážek a aktuální evapotranspirace travního porostu (aktuální vláhová bilance travního porostu). V prvním případě se v podstatě jedná o klimatickou bilanci, kdy určujícími faktory jsou pouze měřené meteorologické prvky, ve druhém případě má kromě meteorologických měření významný podíl i aktuální vlhkostní stav půdního horizontu.

Technická příloha kapitoly 6

Měření sněhu a vyhodnocování zásob vody ve sněhové pokrývce v ČHMÚ

Ve vybraných stanicích ČHMÚ měří pozorovatelé standardně tři parametry sněhové pokrývky:

- Výška nově napadlého sněhu (nový sníh) – SNO
- Celková výška sněhové pokrývky (starý a nový sníh dohromady) – SCE
- Vodní hodnota celkové sněhové pokrývky – SVH

SNO – za nový sníh je považována vrstva sněhu, který napadal od termínu 07 h předešlého dne do termínu 07 h dne měření. K měření SNO je používána sněhoměrná deska o rozměrech 30 x 30 cm a pravítko, které se při měření dotýká začátkem (nulou) prkénka. Výška SNO se měří v místě nenarušeném větrem. Od sněhu očištěné prkénko se položí na sněhovou vrstvu a lehce se zatlačí tak, aby jeho horní plocha byla na stejné úrovni se sněhovou pokrývkou nebo se v případě, že na stanici není souvislá pokrývka, pokládá prkénko přímo na půdu. Po každém měření se musí sníh z prkénka odstranit.

SCE – k měření celkové výšky sněhu se na stanicích používají sněhoměrné latě (pevné a přenosné). Pevná sněhoměrná lať se umisťuje v místě, kde sněhová pokrývka není příliš ovlivňována větrem. SCE se rovněž měří každý den v termínu 07 h, pokud existuje souvislá sněhové pokrývka. Výška nesouvislé sněhové pokrývky se neměří. Přenosnou latí se měří na několika místech (nejméně na třech), která nejsou ovlivněna větrem. Za výsledný údaj se bere průměr z těchto měření. Výška SNO i SCE se měří v celých cm, výška menší než 0,5 cm je uváděna jako poprašek.

SVH – vodní hodnotou celkové sněhové pokrývky se rozumí množství vody obsažené ve sněhové pokrývce, které vznikne jejím úplným rozpuštěním a udává se v milimetrech vodního sloupce. K měření SVH se používá srážkoměrná nádoba a skleněná odměrka nebo váhový sněhoměr. SVH se měří, pokud existuje souvislá sněhová pokrývka o výšce alespoň 4 cm, každé pondělí opět v termínu 07 h. SVH nesouvislé pokrývky se neměří. Při měření SVH pomocí srážkoměrné nádoby se odebere na neporušeném místě celková sněhová vrstva, která se následně rozpustí a voda z roztátého sněhu se změří skleněnou odměrkou.

Při měření pomocí váhového sněhoměru se odběrný válec zavrtá do sněhové vrstvy, a odečte se výška sněhové pokrývky. Poté se odběrný válec vytáhne s celým sloupcem sněhu a zváží. Při známém průměru válce se vypočte SVH. Měření je potřebné provádět nejméně ve třech různých místech a výsledná hodnota SVH je aritmetickým průměrem všech měření

Typy sněhoměrných stanic

Stanice, které měří vstupní data (SCE a SVH) pro vyhodnocování sněhových zásob v ČHMÚ lze rozdělit do několika hlavních skupin. První, nejdůležitější skupinou jsou data získávána z pravidelných pondělních měření SCE a SVH na klimatologických a srážkoměrných stanicích (celkově okolo 720 stanic). Tato skupina se dále dělí na prvou část, která čítá zhruba 370 operativních stanic, jejichž hodnoty jsou v databázi k dispozici ihned v průběhu pondělního měřicího dne pro operativní použití. Data

z ostatních stanic se zaznamenávají v rámci měsíčního výkazu stanice a hodnoty jsou k dispozici až na začátku nadcházejícího měsíce.

Dalším souborem vstupních dat jsou profilová měření ve vybraných klimatologických a srážkoměrných stanicích (asi 20 lokalit) a rovněž tak pravidelná profilová měření Oddělení aplikované hydrologie (OAH) v Jizerských horách a západních Krkonoších (40 lokalit). Profilová měření jsou detailnější měření SCE a SVH v terénu. Vlastní měření se v každém profilu provádí v 10 bodech, z toho v krajních a středním bodě se měří vodní hodnota, v mezilehlých 7 bodech se měří pouze výška sněhu. Výška sněhu v profilu se určí jako aritmetický průměr z deseti měřených výšek. Z vodní hodnoty v každém ze tří bodů se spočte hustota (podíl vodní hodnoty a výšky). Průměrná hustota se vypočítá jako aritmetický průměr těchto 3 hustot. SVH v profilu je pak součinem průměrné výšky a průměrné hustoty. Výška sněhu se udává v cm, vodní hodnota v mm, hustota je bezrozměrné číslo (v rozmezí přibližně od 0,05 pro prašan do 0,6 pro firn).

Třetí možností jsou expediční profilová měření, která jsou zaměřena na období maximálníchhodnot SVH, nebo na období výjimečných situací či na období před předpokládaným intenzivním táním sněhu. Tato měření jsou zaměřena převážně na lokality, kde je nedostatečná staniční síť ČHMÚ (převážně ve vrchovinách a hornatinách).

Poslední možností typu vstupních dat jsou data z 15 (stav v roce 2015) automatických sněhoměrných stanic (tzv. polštářů), které jsou rozmístěny ve všech důležitých hornatinách a vrchovinách ČR. Rozpětí nadmořských výšek těchto stanic je od 650 do 1060 m n. m. Stanice používané v síti ČHMÚ pracují na principu polštáře naplněného glykolem a vodou, kde je snímán hydrostatický tlak, v případě zatížení zvýšený váhou sněhové pokrývky. Polštář má rozměry měřicí plochy od 7 do 9 m^2. Pro měření výšky sněhu je na stanicích většinou používán ultrazvukový, výjimečně laserový snímač. Ze získaných hodnot (SVH, SCE) je možné vypočítat hustotu sněhu, která je využita ke kontrole dat naměřených pozorovateli v dané oblasti.



Obr. P.1 Automatická sněhoměrná stanice Javoří Pila na Šumavě.

Vyhodnocování zásob vody ve sněhové pokrývce

Všechna vstupní data SCE a SVH jsou před použitím ve výpočtu zásob vody ve sněhové pokrývce kontrolována, popř. opravována a doplňována.

Zásoby vody ve sněhové pokrývce se v ČHMÚ vyhodnocují v týdenním kroku v pravidelném termínu od 1. listopadu do 30. dubna následujícího roku.

Současná metodika vyhodnocování zásob zpracovává data ze sněhoměrných stanic v prostředí GIS pro celé území ČR. Pro interpolace naměřených dat je používána metoda Clidata DEM, která vychází z metody lineární lokální regrese se zachovanými hodnotami z naměřených stanic. Tento přístup umožňuje výpočet sněhových zásob pro libovolná území (povodí). Důležitým faktorem pro přesnou plošnou interpolaci bodových hodnot vodní hodnoty sněhu je určení výšky nulové izochiony (nulové sněhové čáry), která je v různých regionech ČR v průběhu zimní sezony značně odlišná. Její odhad je činěn na základě dat z pozemního pozorování a dostupných údajů z dálkového průzkumu Země.

Výstupy vyhodnocování zásob vody ve sněhové pokrývce jsou:

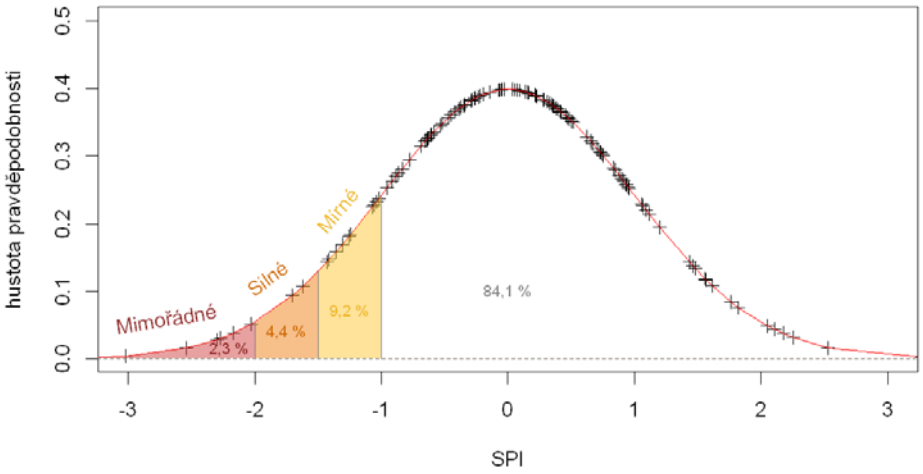
- Týdenní zpráva s informacemi o zásobách vody ve sněhové pokrývce v ČR, včetně předpokládaného vývoje v následujícím týdnu.
- Gridová mapa ČR s interpolovanými daty SVH.
- Tabulky vodních zásob ve 135 vybraných povodích, krajích a výškových pásmech.
- Databáze historických vyhodnocení zásob vody ve sněhové pokrývce od roku 1970.

Technická příloha kapitoly 10

Metodika výpočtu indikátorů sucha

Pro hodnocení velikosti sucha byly použity indikátory odvozené od Standardized Precipitation Index (**SPI**) (McKeeet al., 1993). SPI byl původně založený výhradně na pozorování srážkových úhrnů (McKeeet al., 1993). Indikátor porovnává srážkové úhrny s jejich dlouhodobým normálem typickým pro příslušný měsíc. Indikátor představuje transformaci šikmého rozdělení pravděpodobnosti časových řad srážkových úhrnů na standardní normální rozdělení se střední hodnotou rovnou nule a směrodatnou odchylkou rovnou jedné, tedy tzv. *z*-rozdělení. Hodnoty indikátoru jsou klasifikovány do kategorií, které určují charakter období (obr. P.1).

Z hlediska obecnějšího využití konceptu indikátoru SPI je důležité, že postup používaný pro stanovení SPI je možno použít i pro popis jiných veličin, jakými jsou např. velikost průtoku v povrchových tocích nebo kolísání zásob podzemní vody. Tyto varianty indexu jsou značeny analogicky jako **SRI** (Standardized Runoff Index) a **SGI** (Standardized Groundwater Index). Indikátor SRI použili k hodnocení modelovaných řad odtoku např. Shukla a Wood (2008). Výčet doplňuje indikátor **SPEI** (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), modifikace indexu SPI s korekcí srážek o ztráty vlivem evapotranspirace. Ukazuje se, že tento indikátor je vhodnější než SPI pro hodnocení množství skutečně využitelných srážek a tedy charakterizaci sucha z hlediska nároků (Vicente-Serrano et al., 2010). Tato skupina indikátorů (typ **S**) umožňuje vyjádření extremity aktuálního stavu dané veličiny v rámci použitého časového rozlišení (časového měřítka dat).



Obr. P.2 Klasifikace sucha podle SPI (mírné, silné a mimořádné sucho). V procentech je vyjádřena pravděpodobnost výskytu příslušné kategorie sucha.

Rozšířením konceptu SPI je zavedení integrace indikátoru typu **S** v čase a následný převod těchto hodnot na *z*-rozdělení. Jedná se částečně o analogii ke stanovení nedostatkových objemů v povrchových vodách. Tím je dosaženo nejen vyjádření velikosti sucha v aktuálním časovém kroku, ale také v průběhu celé epizody sucha. Tato skupina indikátorů (typ **DM** – Drought Magnitude) umožňuje vyjádření celkového stavu vývoje veličiny za celé období trvání sucha. Vyhodnocení indikátorů probíhá v týdenním kroku. Podrobnosti jejich stanovení uvádí Vlnas et al. (2015).

Pomocí výše uvedených indikátorů byl vyhodnocen dosavadní průběh sucha v roce 2015 z hlediska srážek, průtoku a podzemních vod. Srážkové úhrny byly hodnoceny v jednotlivých týdnech jako průměr úhrnů z vybraných stanic pro celou ČR a pro 6 jednotlivých stanic s dlouhými řadami pozorování od roku 1900 (Praha-Klementinum, Brno, České Budějovice, Čáslav a Opava) pro klouzavé měsíční (SPI1, DMPI1), tří měsíční (SPI3, DMPI3) a 6měsíční úhrny (SPI6, DMPI6). Časová řada srážkových úhrnů pro ČR začíná rokem 1961 a končí říjnem 2015, řady jednotlivých stanic začínají v roce 1900 a končí říjnem 2015.

Průběh sucha v povrchových vodách byl hodnocen v jednotlivých týdnech pro 14 vybraných vodoměrných stanic na Labi, Vltavě, Lužnici, Otavě, Sázavě, Berounce, Jizeře, Ohři, Odře, Moravě a Dyji. Časové řady začínají převážně během začátku 20. století tak, jak byly stanice budovány a končí v září nebo říjnu 2015.

Stav podzemních vod byl hodnocen pro celou ČR jako průměrný stav hladiny ze všech mělkých vrtů hlásné sítě (180 objektů). Časové řady objektů začínají nejdříve rokem 1961 nebo později, jak byly vrty budovány, a končí říjnem 2015.

Kritériem pro porovnání velikosti sucha 2015 s ostatními roky byla suma hodnot příslušného indikátoru za období 8 týdnů před a 8 týdnů po vrcholu suché epizody. Porovnávány jsou tedy suché epizody (5 nejhorších roků) vrcholící ve stejném 12týdenním období, sucha vrcholící v jiném období roku nejsou zahrnuta. Jedním důvodem pro takový výběr je kompatibilita s analýzou srážek v úvodu a závěru této zprávy. Dalším důvodem je skutečnost, že indikátory zohledňují sezonalitu a nemá tudíž pro tento účel smysl porovnávat sucho vrcholící např. v málo vodném období podzimu se suchem probíhajícím v zimě, které má jiné normálové charakteristiky.

Literatura

McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1993) Therelationshipofdroughtfrequency and duration to timescales. 8th Conference on AppliedClimatology, AmericanMeteorological Society, Anaheim (CA), 17–22 January 1993, 179–184.

Shukla, S., Wood, A. W. (2008) Use of a standardizedrunoff index forcharacterizinghydrologicdroughts. GeophysicalResearchLetters, 35, doi:10.1029/2007GL032487.

Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I. (2010) A MultiscalarDrought Index Sensitive to GlobalWarming: TheStandardizedPrecipitationEvapotranspiration Index. JournalofClimate, 23, 1696–1718, doi:10.1175/2009JCLI2909.1.

Vlnas, R. a kol. (2015) Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. http://sucho.vuv.cz/wp-content/uploads/2014/11/metodika_Indikatory_sucha.pdf, [cit. 2015-11-17].