

# Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015

*Předběžná zpráva*



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

Ministerstvo životního prostředí

# **Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015**

*Předběžná zpráva*

*říjen 2015*



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

---

Ministerstvo životního prostředí

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

Zpracovali:

Daňhelka J., Boháč M., Crhová L., Čekal R., Černá L., Fiala R., Chuchma F., Kohut M., Kourková H., Kubát J., Kukla P., Kulhavá R., Možný M., Reitschläger J.D., Sandev M., Sřivánková P., Šercl P., Štěpánek M., 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

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Shrnutí</b> .....                                                                             | 5  |
| <b>1. Úvod</b> .....                                                                             | 7  |
| <b>2. Vývoj meteorologické situace od ledna do srpna 2015 vedoucí ke vzniku sucha v ČR</b> ..... | 8  |
| 2.1. Vývoj meteorologické situace v jednotlivých vybraných obdobích.....                         | 8  |
| <b>3. Srážkové a teplotní charakteristiky roku 2015</b> .....                                    | 12 |
| 3.1 Základní charakteristiky .....                                                               | 12 |
| <b>4. Vyhodnocení výparu, evapotranspirace a vláhové bilance</b> .....                           | 19 |
| 4.1. Vyhodnocení měřeného výparu z vodní hladiny .....                                           | 20 |
| 4.2. Vyhodnocení výparu z holé půdy .....                                                        | 21 |
| 4.3. Vyhodnocení evapotranspirace z travního porostu .....                                       | 22 |
| 4.4. Vyhodnocení vláhové bilance travního porostu .....                                          | 24 |
| <b>5. Vyhodnocení vlhkosti půdy a dopadů sucha na vegetaci</b> .....                             | 28 |
| 5.1. Vyhodnocení měřené vlhkosti půdy .....                                                      | 28 |
| 5.2. Vyhodnocení modelované vlhkosti půdy pod travním porostem .....                             | 29 |
| 5.3. Vyhodnocení modelované úrovně nebezpečí požárů .....                                        | 34 |
| 5.4. Vyhodnocení dopadů sucha na fenologický vývoj rostlin .....                                 | 35 |
| <b>6. Vyhodnocení minimálních průtoků na povrchových vodách</b> .....                            | 38 |
| 6.1. Dokumentace měření minimálních průtoků .....                                                | 38 |
| 6.2. Vyhodnocení vývoje sněhových zásob.....                                                     | 41 |
| 6.3. Vyhodnocení vývoje vodnosti vybraných toků.....                                             | 42 |
| 6.4. Analýza extremity minimálních průtoků.....                                                  | 45 |
| 6.5. Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků.....                                             | 48 |
| <b>7. Vyhodnocení stavu podzemních vod</b> .....                                                 | 52 |
| 7.1 Vyhodnocení hladin mělkých vrtů a vydatnosti pramenů .....                                   | 52 |
| 7.2 Vyhodnocení hladin hlubokých vrtů .....                                                      | 55 |
| <b>8. Vliv sucha na jakost vod</b> .....                                                         | 56 |
| <b>9. Sucho 2015 ve srovnání s historickými případy sucha</b> .....                              | 57 |
| 9.1. Srovnání průtoků s historickými výskyty sucha .....                                         | 57 |
| 9.2. Srovnání vybraných agroklimatických charakteristik roku 2015 s roky 2003 a 2012... ..       | 61 |
| 9.3. Vyhodnocení ukazatelů SPI, SRI a SGI od roku 1961.....                                      | 62 |
| 9.4. Vyhodnocení magnitudy sucha a nedostatkových objemů .....                                   | 68 |
| <b>10. Závěr</b> .....                                                                           | 69 |





## Shrnutí

Území České republiky postihla v roce 2015 významná epizoda sucha, projevující se ve všech jeho formách.

Srážkový deficit v roce 2015 se v ČR začal projevovat už od února a pozvolna pokračoval i v průběhu jarních měsíců. Během června se deficit od začátku roku ustálil přibližně na  $\frac{1}{4}$  průměrného kumulovaného srážkového úhrnu a v polovině srpna dosáhl 150 mm.

Deficit srážek koncem zimy a začátkem jara 2015 byl způsoben přítomností tlakových výší nad větší částí euroatlantické oblasti, tedy absencí tlakových níží a s nimi spojených front.

Na začátku léta už byla krajina vyschlá a situaci postupně zhoršovaly i opakující se vlny veder. Rozložení tlakových útvarů a zejména rozsáhlé a obnovující se tlakové výše přispívaly k tomu, že se do střední Evropy nedostával dostatečně vlhký mořský a oceánský vzduch. Frontální systémy, které se dostaly nad naše území, neměly dostatečnou vlhkost. Suchá krajina s nedostatkem vláhy v kombinaci s relativně stabilním zvrstvením vzduchu nepřispívala ani k tvorbě tzv. bouřek z tepla. Současně nízká relativní vlhkost vzduchu a málo oblačnosti přispívaly i k celkově většímu výparu.

Za vrchol sucha v letním období 2015 lze označit 16. srpen před příchodem několikadenních intenzivnějších srážek, které přechodně zlepšily situaci v půdě a částečně na vodních tocích, ale stav sucha neukončily.

V průměru spadlo za období od 1. 1. do 31. 8. 2015 na území ČR 353 mm srážek, což je od roku 1961 druhý nejnižší srážkový úhrn za uvedené období, nižší úhrn 335 mm byl zaznamenán v roce 2003.

Deficit srážek se projevil ve výrazně negativní vláhové bilanci, kdy v polovině srpna téměř na celém území ČR, s výjimkou pohraničních horských oblastí, základní vláhová bilance dosáhla hodnot pod -100 mm. Podobně vlhkost půdy průběžně klesala a v polovině srpna na rozsáhlých územích Moravy, východních, jižních i západních Čech dosáhla extrémní hodnoty pod 10 % využitelné vodní kapacity, odpovídající přibližně 25 % dlouhodobých průměrů a byla tak velmi blízká bodu vadnutí. Uvedený vývoj se projevil mimo jiné zvýšeným počtem požárů ve volné krajině a posunem nástupu fenofází rostlin.

Extrémní projevy nastaly i v podobě zmenšení průtoků vodních toků a to zejména ve středních a nižších polohách, kde se již v zimě nevytvořila sněhová pokrývka a nedošlo k doplnění zásob vody v půdě a zásob podzemních vod. Ve většině sledovaných profilů průtok klesl pod úroveň  $Q_{355}$ , který je považován za limit sucha. V řadě zejména menších profilů došlo k zaznamenání nejmenších průtoků od počátku pozorování, a dokonce i k vyschnutí některých toků, a to i toků s relativně velkou plochou povodí (např. Úterský potok, 297,2 km<sup>2</sup>). Pokud jde o průtok Labe v Děčíně, vyskytl se v roce 2015 nejmenší průtok od vybudování nádrží vltavské kaskády, která minima významně nadlepšovala vypouštěním akumulované vody.

V hlásné síti podzemních vod v polovině srpna kleslo celkem 59 % hladin mělkých vrtů na silně podnormální nebo mimořádně podnormální úroveň. Tyto nízké hladiny se vyskytovaly v celé republice, nejvíce však v severovýchodních a jihozápadních Čechách.

Předběžné srovnání sucha s historickými výskyty sucha na území ČR ukazuje, že z hlediska srážek byly podmínky roku 2015 podobné roku 2003, avšak tehdejší rekordy z hlediska srážkového deficitu nebyly překonány. Obdobně v případě porovnání průběhu vláhové bilance a vlhkosti půdy v uvedených letech lze konstatovat velmi podobné hodnoty s rokem 2003.

Průtoky ve vodních tocích byly negativně ovlivněny rovněž na sních relativně chudou zimou a vysokým výparem v důsledku horkých vln v průběhu léta. Proto byla většinou překonána průtoková minima z roku 2003. Historické analogie k hydrologickému suchu 2015 lze tedy spatřovat spíše v letech 1947, či 1904.

## 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 předběžná zpráva o suchu v roce 2015 vychází z operativních dat a produktů Českého hydrometeorologického ústavu pokrývajících časové období do konce srpna 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 částečně na vodních tocích, nicméně v době jejího zpracování sucho nadále pokračovalo. Celkové vyhodnocení sucha bude proto záležitostí následné shrnující zprávy zpracované do konce roku 2015 a její aktualizace, která bude nezbytná v průběhu roku 2016.

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 socioekonomických dopadů sucha v roce 2015 v různých sektorech. Pokud jsou ve zprávě uveřejňována hodnocení vztahená 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 srpna 2015 vedoucí ke vzniku sucha v ČR

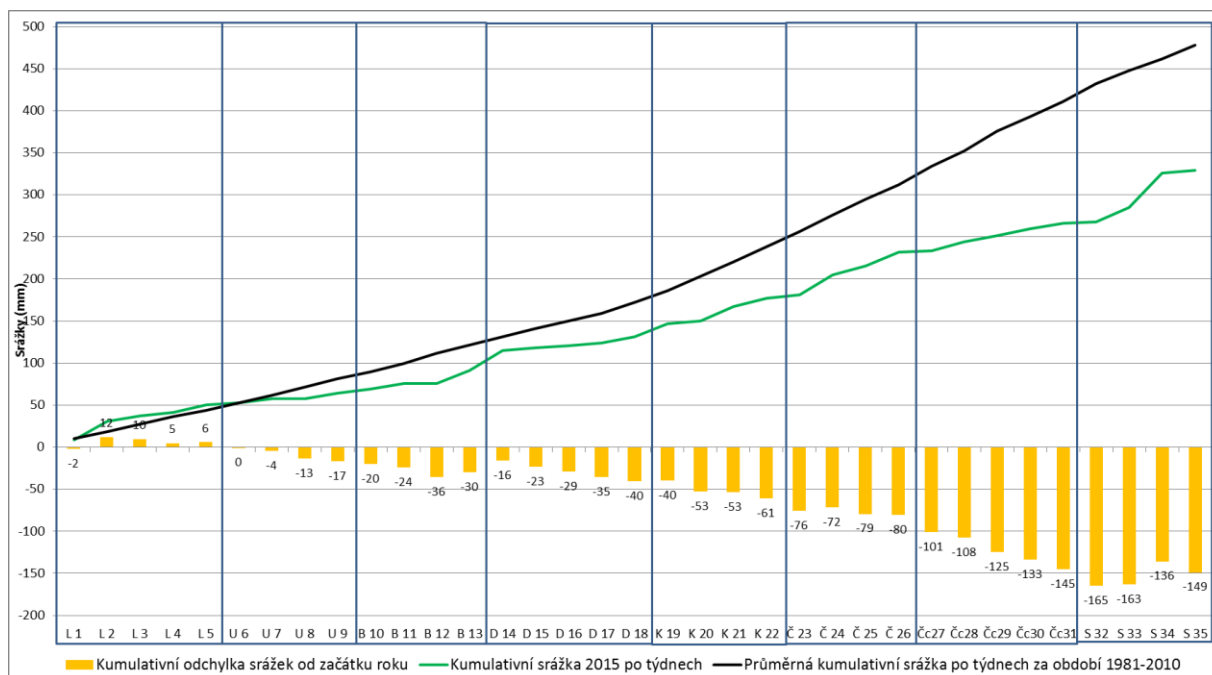
Během roku 2015 docházelo na území ČR k nárůstu deficitu atmosférických srážek, což se projevilo zejména v letních měsících výrazným nedostatkem vody v krajině a půdě, citelným snížením hladin vodních toků a nízkými průtoky. Tento deficit srážek, tedy meteorologické sucho, je zapříčiněn cirkulací a anomáliemi v atmosféře. Příčiny sucha jsou ovšem komplexnější a nejsou spojené jen s aktuálním nedostatkem vody v atmosféře. 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

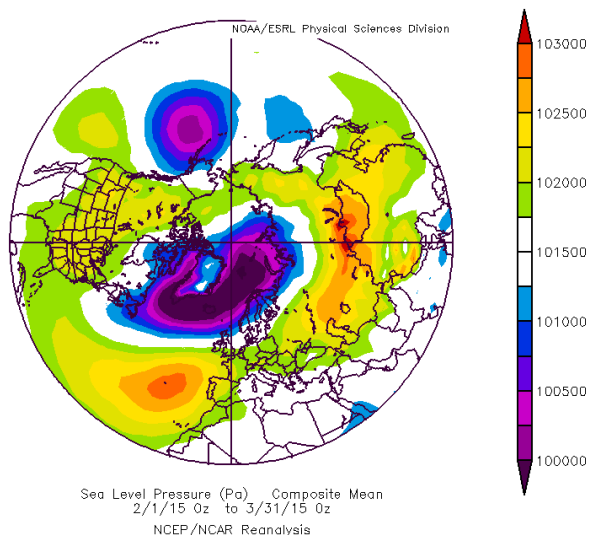
#### Leden – Březen

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 10 denních 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 tato zima byla druhá v řadě, kdy zejména v nižších polohách nepadalo žádné významné množství sněhu, většina srážek byla dešťových.

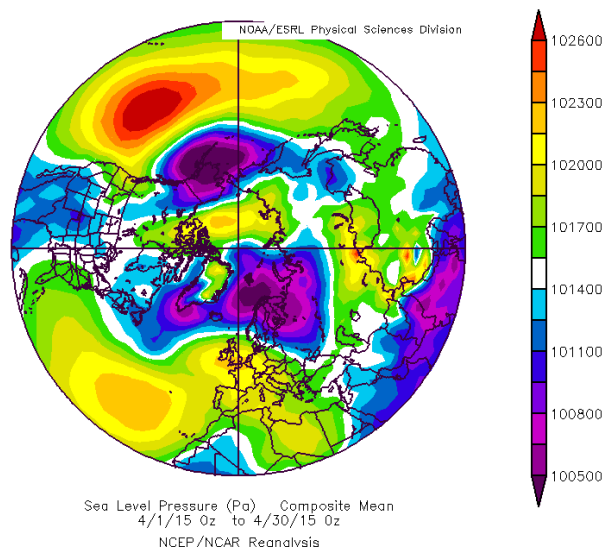


Obr. 2.1 - Kumulativní vývoj srážek po týdnech v ČR za období leden až srpen 2015 v porovnání s dlouhodobými hodnotami (srovnávací období 1981–2010)

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 u nás. 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 - Květen**

V dubnu a v květnu se srážky v ČR vyskytovaly poměrně často, ovšem jejich úhrny byly většinou nízké, a tak docházelo i nadále k pozvolnému prohlubování srážkového deficitu (v průměru o 25 mm/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 u nás. To se projevilo četnějšími srážkami, ovšem regionálně výrazně proměnlivými a v úhrnech menších, 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 byly častěji ve formě přeháněk a lokálních bouřek, srážkové úhrny byly na území ČR opět regionálně rozdílné a v průměru menší, než je dlouhodobý květnový průměr.



## Červen - Srpen

V letních měsících se na území ČR vyskytla 4 období s výrazně nadprůměrnými teplotami (popsaná níže v kap. 3) a několika vlnami výskytu vysokých maximálních teplot, 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 vysokými teplotami 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.

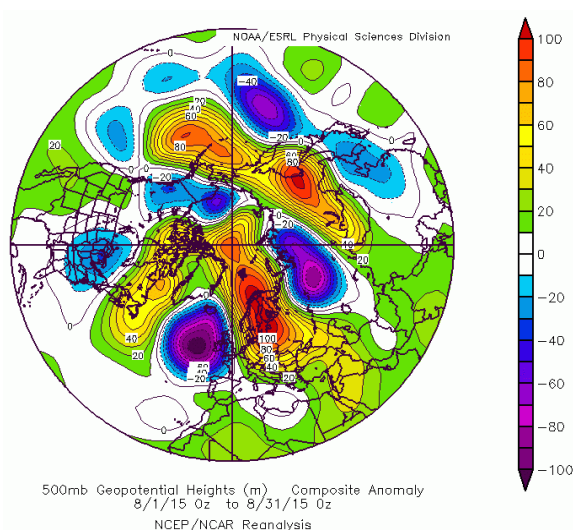
Mezi dvěma vlnami srpnových veder se uprostřed měsíce vyskytlo období s velmi vydatnými srážkami. Jen ve dvou dnech 17. a 18. srpna spadlo v ČR v průměru téměř 40 mm srážek, což by za normálních okolností způsobilo výraznou hydrologickou odezvu. Tyto vydatné srážky ovšem jen dočasně přibrzdily prohlubující se srážkový deficit, a tak na konci srpna se 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 směřovány přes Skandinávii a jen přechodně přinášely do střední Evropy srážky. Před těmito frontami se k nám dostával teplý vzduch od jihozápadu. V druhé polovině června se proudění stočilo na západní a frontální poruchy se častěji dostávaly z Atlantiku do vnitrozemí kontinentu a přinášely občasné srážky.

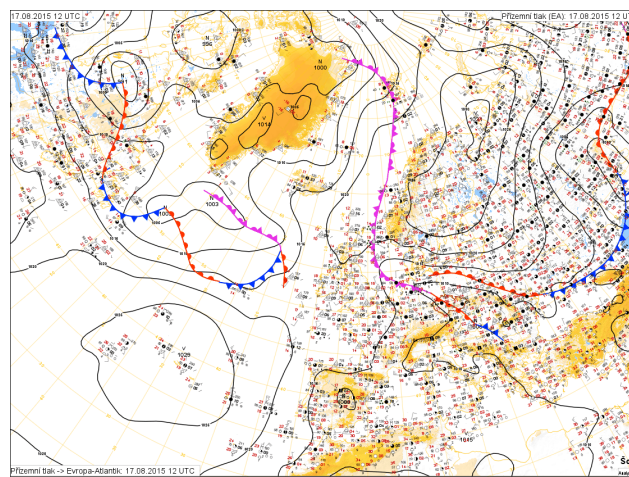
V červenci osa tryskového proudění probíhala z východního pobřeží Spojených států, dále podél 50. rovnoběžky přes Britské ostrovy do severního Německa. Jižně od tohoto proudění, tedy v jižní polovině evropského kontinentu, převládala oblast vysokého tlaku vzduchu. Vzhledem k tomu, že tryskové proudění 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 našeho území. 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. 2.4 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, jehož osa ležela přes Polsko, Pobaltské státy a severní Švédsko. Při takovémto rozložení tlakových útvarů docházelo k blokování, respektive 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.

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. 2.5). Během tohoto období se na většině území ČR vyskytly výrazné srážky většinou ve formě trvalého deště.



Obr. 2.4 - Odchylna geopotenciální výšky v hladině 500 hPa na severní polokouli v srpnu 2015 (zdroj: NOAA/ESRL).



Obr. 2.5 - Synoptická situace včetně frontální analýzy v oblasti Evropa – Atlantik dne 17. 8. 2015 ve 14 SELČ

## 2.2. Shrnutí meteorologických příčin sucha

Srážkový deficit se v ČR začal projevovat už od února 2015 a pozvolna pokračoval i v průběhu jarních měsíců. Během června se deficit od začátku roku ustálil přibližně na  $\frac{1}{4}$  srážkového úhrnu vůči průměru za období 1981 až 2010, a do konce srpna dosáhl 150 mm. Z pohledu celého sledovaného období lze konstatovat, že jde převážně o narůstající deficit atmosférických srážek v čase.

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

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

Na začátku léta už byla krajina 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 naše 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 předfrontálních bouřek, které představují další zdroj srážek v letním období.

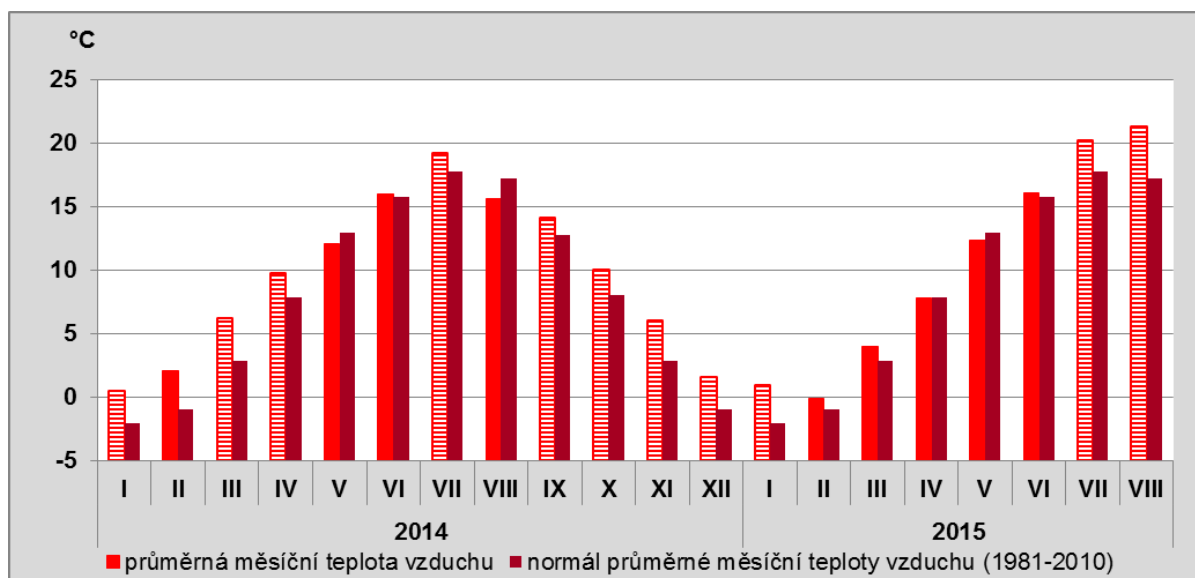
Nízká relativní vlhkost vzduchu a málo oblačnosti na vrcholu léta, kdy je sluneční svit astronomický nejdelší, přispívaly i k celkově většímu výparu. Přítomný velmi teplý vzduch byl schopen absorbovat větší množství vodní páry, čímž přispíval k dodatečnému prohlubování nedostatku vody v krajině. Všechny 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.

### 3. Srážkové a teplotní charakteristiky roku 2015

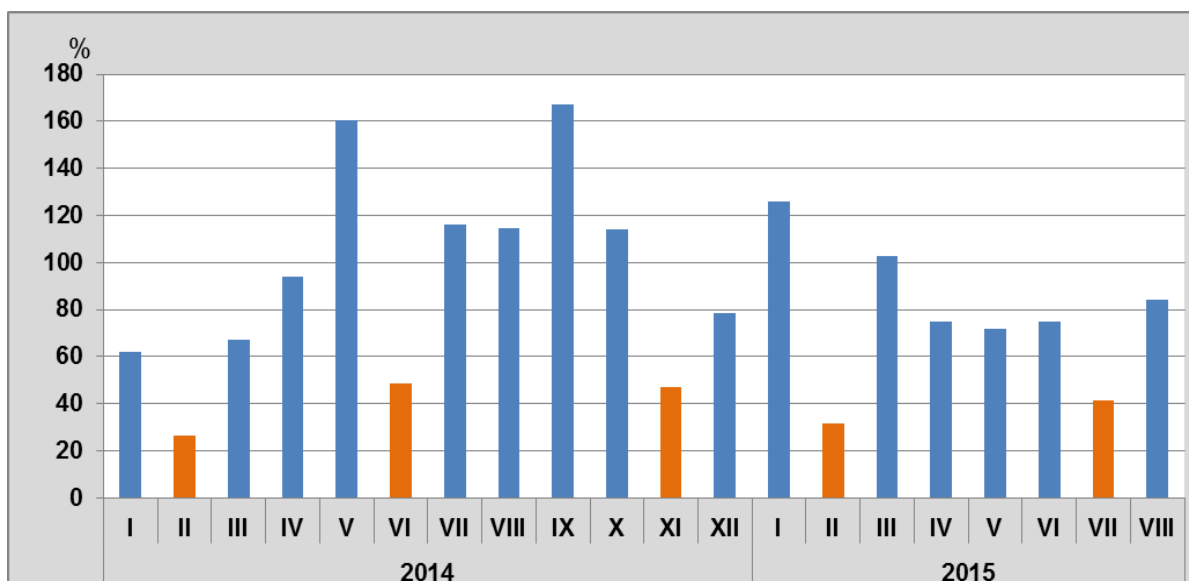
#### 3.1 Základní charakteristiky

Výskyt nadnormální teploty a nízký úhrn srážek na území ČR jsme zaznamenali 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. 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 vymežit na začátek června 2015.



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



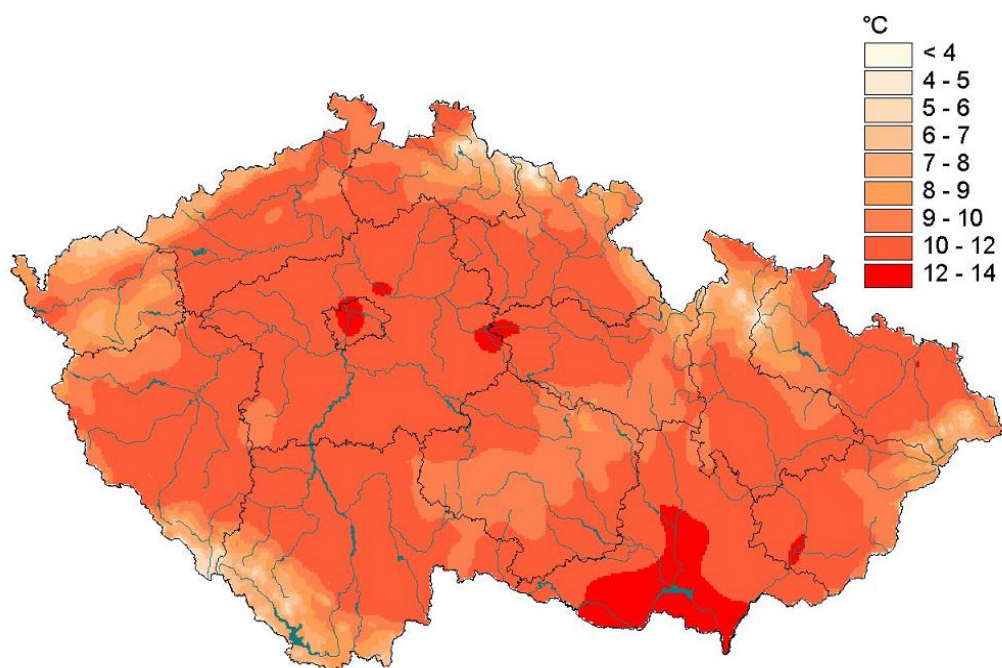
Obr. 3.2 – Průběh měsíčních úhrnů srážek na území ČR v % normálu 1981-2010 v období od ledna 2014 do srpna 2015. Barevně odlišeny jsou měsíce, kdy byl úhrn srážek podnormální, silně podnormální nebo mimořádně podnormální.

### **Teplotní a srážkové poměry na území ČR od 1. ledna do 31. srpna 2015.**

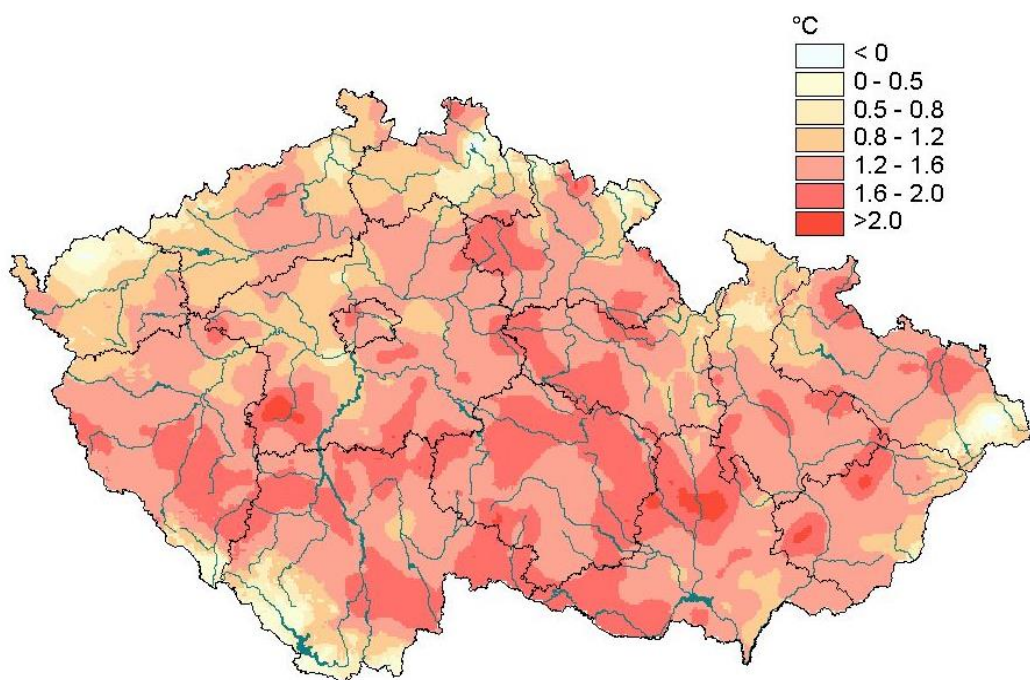
Rozložení průměrné teploty vzduchu a její odchylka od normálu 1981-2010 pro období od začátku roku 2015 do 31. srpna jsou zobrazeny na mapách na obr. 3.3 a 3.4, množství srážek v mm na mapě 3.5, v % normálu 1981-2010 na obr. 3.6.

Nejvyšší průměrná teplota vzduchu pro uvedené období byla zaznamenána na Moravě v oblasti Dyjskosvrateckého, Dolnomoravského a Hornomoravského úvalu. V Čechách byly vysoké teploty zaznamenány téměř na celém území (s výjimkou výše položených oblastí Českomoravské vrchoviny a hraničních hor). Odchylka průměrné teploty od normálu 1981-2010 za uvedené období je kladná téměř pro celé území ČR (obr. 3.4).

V průměru spadlo za období od 1. 1. do 31. 8. 2015 na území ČR 353 mm srážek, což je od roku 1961 druhý nejnižší srážkový úhrn za uvedené období, nižší úhrn 335 mm byl zaznamenán v roce 2003. Nejvíce srážek spadlo v horských oblastech ČR (880,9 mm na stanici Labská bouda, 823,9 mm na Lysé hoře). Úhrny větší než 500 mm byly zaznamenány místy i ve středních a nižších polohách na severu Moravy a Čech (např. Frenštát pod Radhoštěm 578,7 mm, Telnice okres Ústí nad Labem 518,9 mm). Nejnižší srážkové úhrny (méně než 250 mm) byly zaznamenány na jižní Moravě v jižní části povodí Dyje, lokálně na severní Moravě, místy v západních, jižních, středních a východních Čechách. Méně než 75 % normálu srážkového úhrnu za období 1981-2010 bylo zaznamenáno téměř na celém území Čech s výjimkou Krušných hor a Podkrušnohoří, nízké úhrny srážek v porovnání s normálem zaznamenal také Moravskoslezský kraj (obr. 3.6).

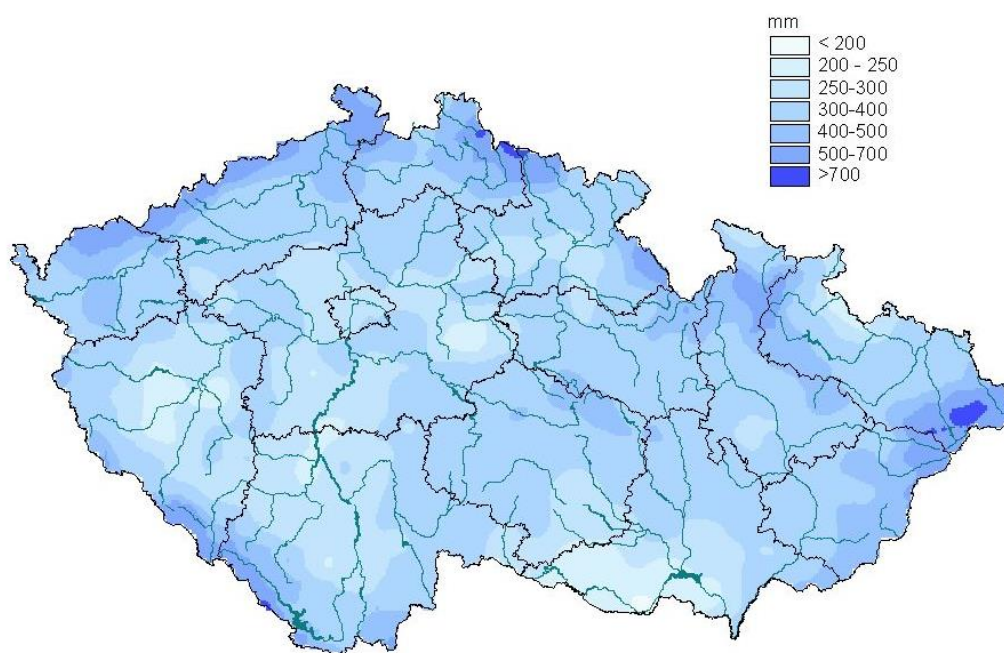


Obr.3.3 – Rozložení průměrné teploty vzduchu od 1. 1. 2015 do 31. 8. 2015.

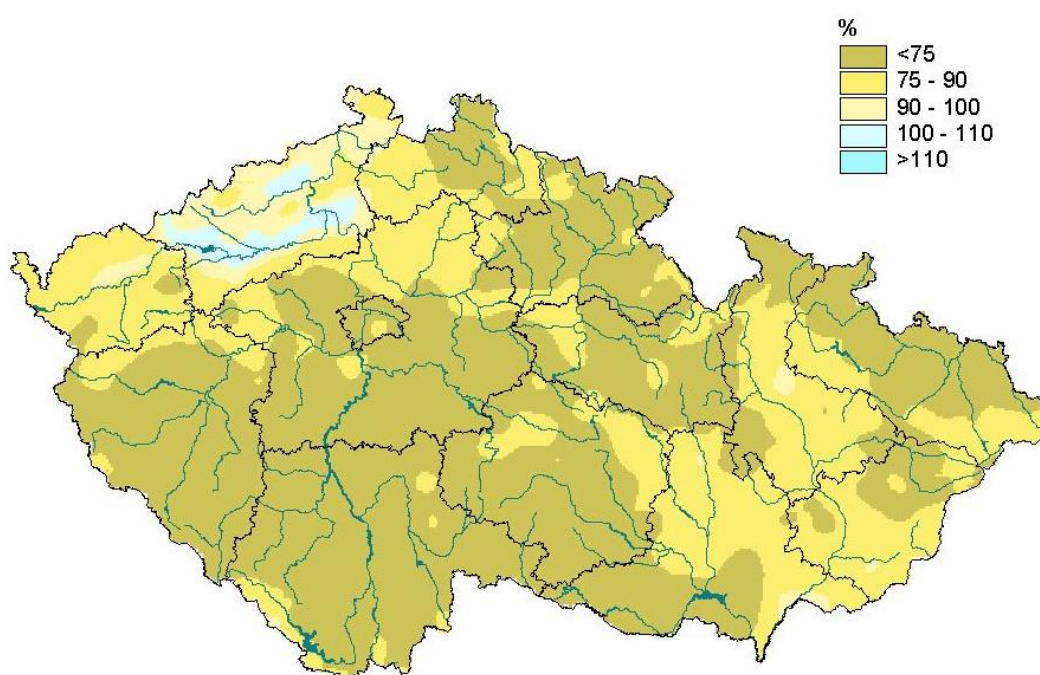


Obr. 3.4 – Odchylka průměrné teploty vzduchu od normálu 1981-2010 za období od 1. 1. 2015 do 31. 8. 2015.





Obr. 3.5 – Úhrn srážek v mm od 1. 1. 2015 do 31. 8. 2015.



Obr. 3.6 – Úhrn srážek od 1. 1. 2015 do 31. 8. 2015 v % normálu 1981-2010.

### ***Teplota a srážky v období sucha (červen – srpen 2015)***

Průměrná teplota letních měsíců (červen až srpen) dosáhla pro území ČR hodnotu 19,2 °C, jde o druhé nejteplejší léto od roku 1961, dosud nejvyšší průměrná letní teplota 19,3 °C byla zaznamenána 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 pak byla zaznamenána pouze v červenci 2006 (21,4 °C). Průměrná teploty pro jednotlivé kraje jsou znázorněny na obr. 3.7. 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 nastala v Středočeském a Královéhradeckém kraji (4,3 °C).

Velmi teplé léto bylo spojeno s výskytem horkých vln. První horká vlna byla zaznamenána začátkem července v období od 1. 7. do 8. 7. Vysoké teploty vyvrcholily 5. 7. a 7. 7., kdy maximální denní teploty na mnoha stanicích přesahovaly 35 °C. Nejvyšší maximální teploty byly naměřeny 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 teplot následovala druhá horká vlna. Období s velmi vysokými teplotami nastalo mezi 16. 7. a 25. 7. Nejvyšší teploty byly naměřeny 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 vrcholily ve dnech 7. 8. a 8. 8., kdy maximální denní teploty na některých stanicích přesahovaly 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 teploty v tomto období byly naměřeny 8. 8. na stanici 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 teplot bylo ukončeno přechodem studené fronty 16.8. Poslední horká vlna byla zaznamenána koncem měsíce srpna a přetrvávala až do začátku měsíce září (27. 8.-1. 9.). Nejvyšší maximální teploty byly naměřeny 31. 8. na stanici Rožmitál pod Třemšínem (37,5 °C) a 1. 9. na stanici Javorník (37,4 °C).

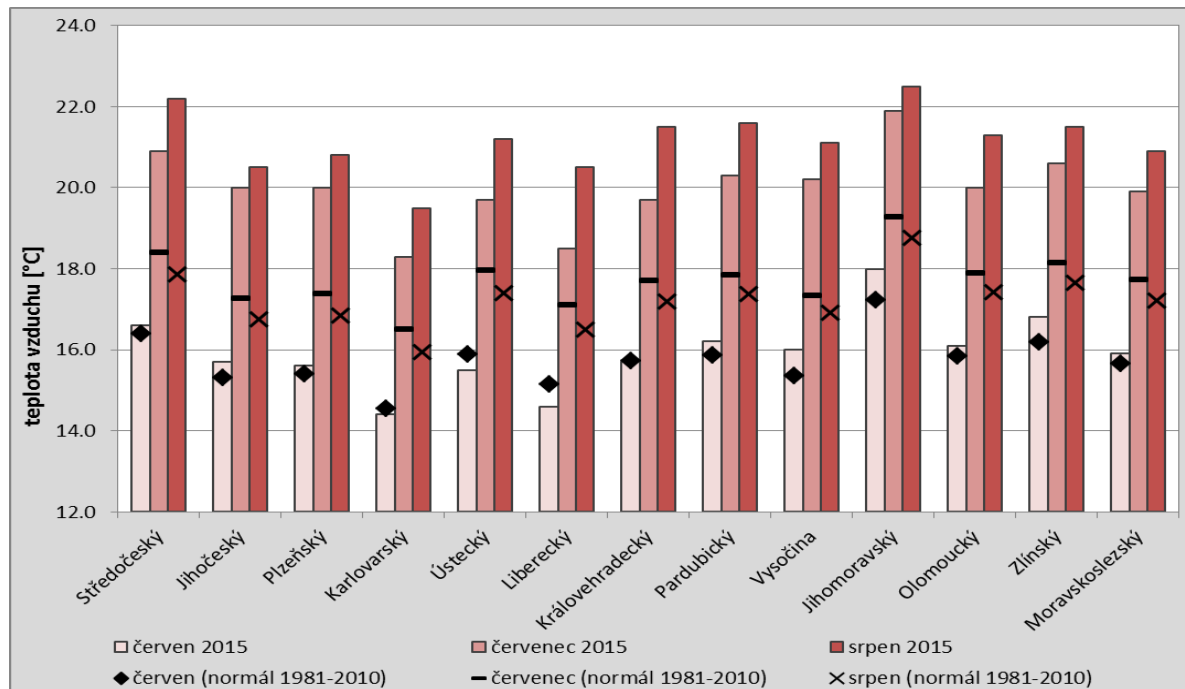
Výskyt nadprůměrných teplot dokumentuje i zaznamenaný počet tropických dní (den s max. teplotou  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) a nocí (den s min. teplotou  $\geq 20^{\circ}\text{C}$ ). Nejvyšší počet tropických dní během července 2015 (18 dní) byl zaznamenán na stanicích Brno-Žabovřesky, Lednice, Brod nad Dyjí, Strážnice a Dyjákovice. Nejvíce tropických nocí (11 nocí) bylo zaznamenáno v Praze-Klementinum. V srpnu 2015 byl nejvyšší počet tropických dní zaznamenán na stanici Dobřichovice, a to 20 dní. Nejvíce tropických nocí (15 nocí) nastalo v Praze-Klementinum.

Srážkový úhrn za letní sezonu (červen až srpen) 161 mm je pátý nejnižší srážkový úhrn pro uvedené období na území ČR od roku 1961. Nejméně srážek spadlo v létě 1962, kdy srážkový úhrn činil pouze 146 mm. Rozložení srážek bylo prostorově a časově nerovnoměrné, jak dokumentuje graf na obr. 3.8. Zatímco ve většině krajů ČR byl srážkový úhrn za tříměsíční období červen – srpen 2015 výrazně nižší než normál 1981-2010, v Ústeckém kraji napadlo množství srážek srovnatelné s normálem 1981-2010. Nejméně za letní sezonu napršelo v kraji Plzeňském (136,6 mm činí 56 % normálu 1981-2010), Moravskoslezském (139,7 mm činí 47 % normálu 1981-2010) a Jihočeském (142,2 mm činí 54 % normálu 1981-2010). Naopak nejvyšší srážkové úhrny byly zaznamenány na severozápadě Čech v kraji Ústeckém (221,1 mm, tj. 100 % normálu 1981-2010), Libereckém

(204,9 mm tj. 74 % normálu 1981-2010) a Karlovarském (204,6 mm tj. 84 % normálu 1981-2010).

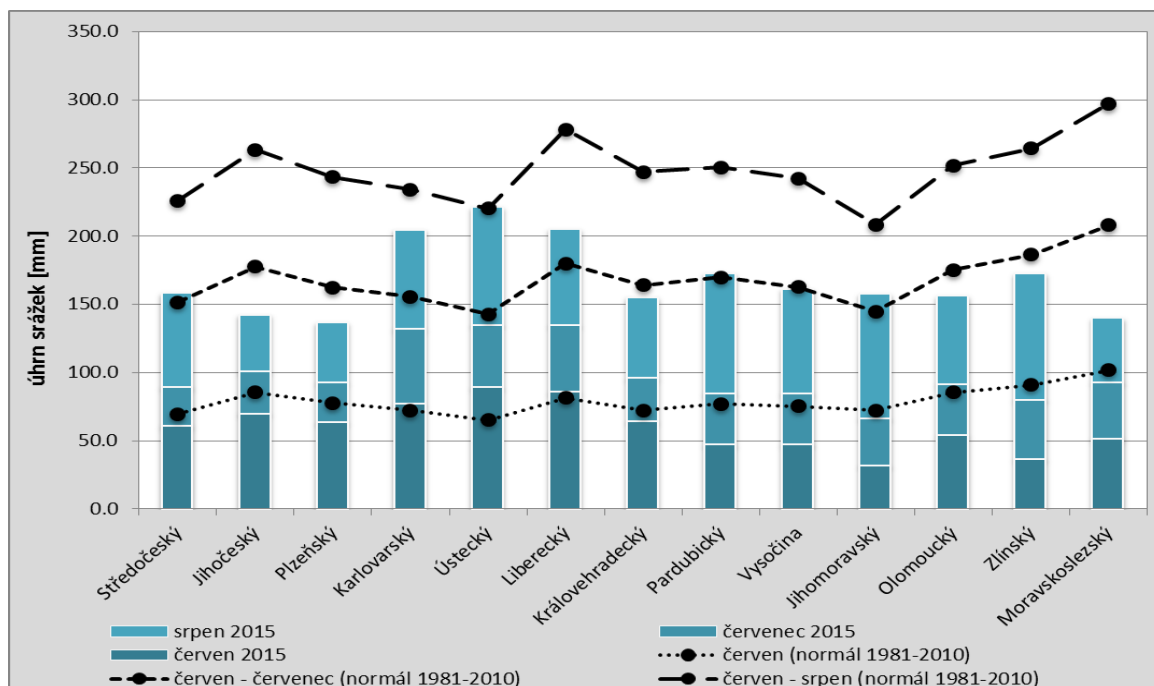
Z obr. 3.8 je patrné, že tříměsíční srážkový úhrn byl ve většině krajů srovnatelný nebo nižší než normál 1981-2010 pro dvouměsíční období červen-červenec. Nízké srážkové úhrny byly zaznamenány v červnu zejména na východě území ČR, méně než 60 % normálu napadlo v krajích Pardubický, Vysočina, Jihomoravský, Olomoucký, Zlínský a Moravskoslezský. Srážkově podprůměrný byl ve všech krajích především měsíc červenec, kdy téměř ve všech krajích napadlo méně než 60 % normálu 1981-2010. Výjimku tvoří pouze Ústecký a Karlovarský kraj, kde červencové úhrny činí 86 % resp. 68 % normálu. Na jihozápadě Čech (Jihočeský, Plzeňský, Karlovarský 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. Nejnížší 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 (149 % normálu 1981-2010) a Ústeckém kraji (123 % normálu 1981-2010).

Většina srpnového úhrnu však pochází z vydatných srážek ve dnech 14.-19. 8., kdy nejvyšší denní srážkové úhrny přesahovaly 50 mm a místy dosáhly hodnoty až 80 mm. Nejvydatnější srážky v těchto dnech spadly v pásmu táhnoucím se od Ústeckého kraje napříč republikou ke kraji Jihomoravskému a Zlínskému (obr. 3.9). 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 třídenních úhrnů srážek byly na některých stanicích překročeny 100leté hodnoty.

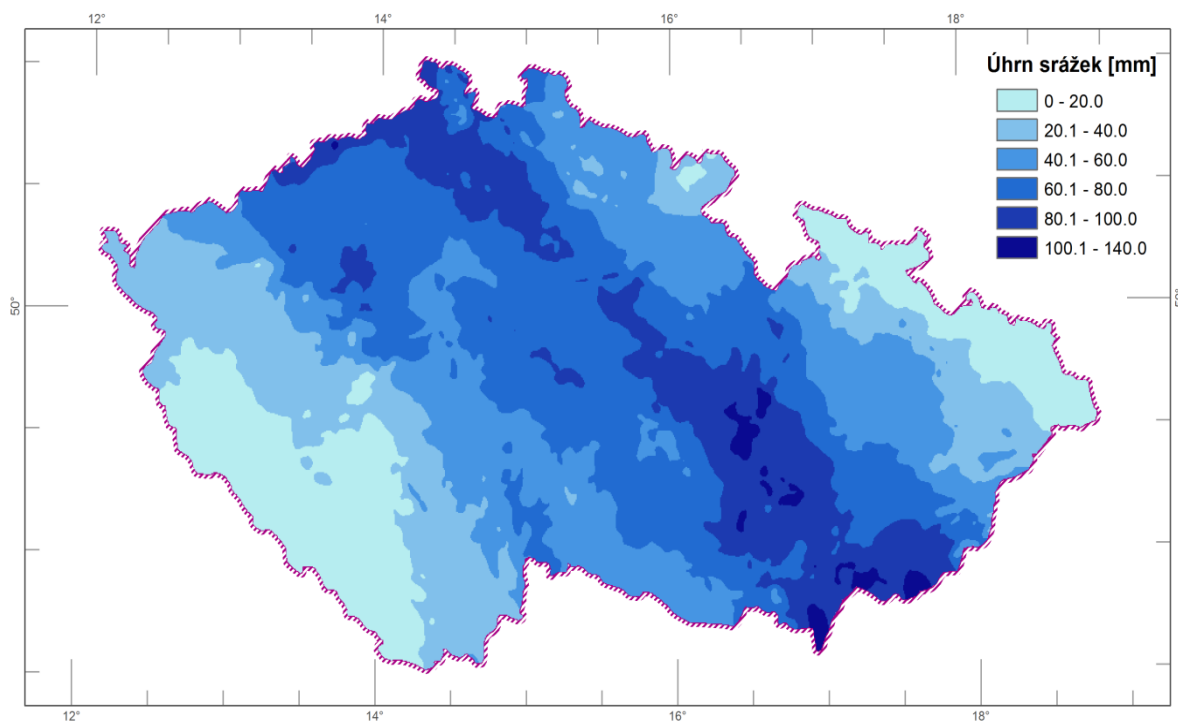


Obr. 3.7 – Průměrná měsíční teplota pro červen – srpen 2015 v jednotlivých krajích ČR v porovnání s normálem 1981-2010.





Obr. 3.8 – Průměrné měsíční srážkové úhrny pro červen – srpen 2015 v jednotlivých krajích ve srovnání s normálem 1981-2010.



Obr. 3.9 – 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 srpna se zvláštním důrazem na měsíce červen až srpen, kdy jsme pozorovali projevy extrémního sucha na většině území ČR, a jeho srovnání s dlouhodobými podmínkami, které jsme vyjma měřeného výparu z vodní hladiny v rámci předběžné zprávy z časových důvodů zpracovali podle 50letého období 1961-2010. Podrobná závěrečná zpráva bude již obsahovat vyhodnocení podle 30letého období 1981-2010, které je pro celou zprávu jednotné.

Úvodem je nutno zdůraznit, že 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 (dlouhodobé zpracování 1961-2010). Zpracování tohoto typu je poměrně náročné a realizovatelné jen za předpokladu jistých zjednodušení. Výpočet v denním intervalu a kvalita jejich výstupů jsou vždy závislé na kvalitě měřených meteorologických dat. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o speciální prvky, považujeme za nezbytně nutné provést v úvodu jejich velmi stručnou charakteristiku.

**Výpar z vodní hladiny** se v síti měřících 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. V předkládané zprávě zhodnotíme období květen až srpen roku 2015 a dlouhodobé podmínky za období 1981-2010.

**Potenciální výpar z holé půdy, resp. potenciální evapotranspirace z travního porostu** představují celkové množství vody v mm, které se může vypařit z podloží, tj. z holé půdy (výpar z holé půdy) nebo z půdy s travním porostem (evapotranspirace z travního porostu skládající se z výparu z půdy a transpirace rostlin) 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 procesu neměnné. Denní modelový výpočet je založen na modifikovaném algoritmu podle všeobecně uznávané metodiky Penman-Monteith.

Předběžná studie velmi stručně charakterizuje potenciální výpar z holé půdy (kap. 4.2) a potenciální evapotranspiraci travního porostu (kap. 4.3) v období do srpna 2015.

**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 skládající se z výparu z půdy a transpirace rostlin). Skutečnými přírodními podmínkami se v tomto smyslu rozumí vedle konkrétních klimatických podmínek, majících vliv na výpar, 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 (vláhovou) bilancí půdního profilu do minimální hloubky (holá půda), resp. do hloubky aktivního prokořenění (travní porost). Aktuálním stavem holé půdy, resp. travního porostu se rozumí modelem zpracované charakteristiky (výška travního porostu, hloubka aktivního prokořenění, index plochy listoví, rezistentní charakteristiky 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.

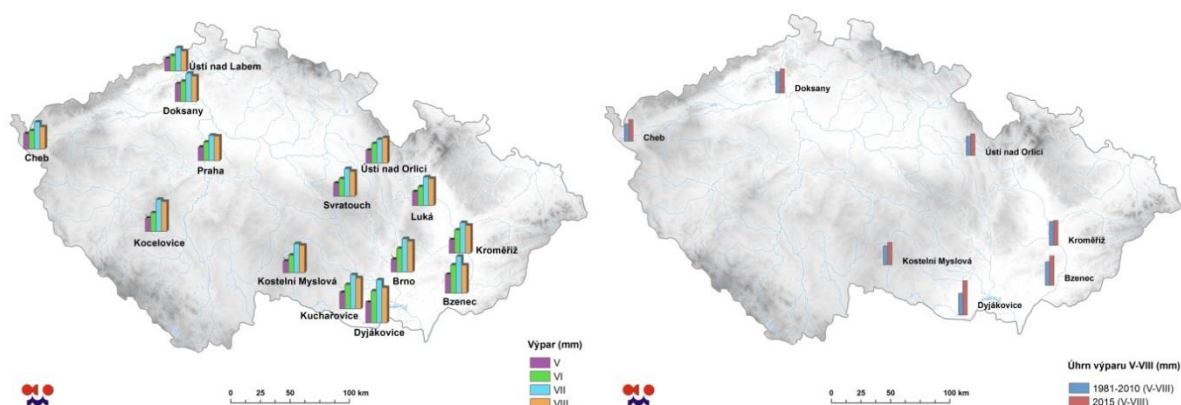
Předběžná studie nemůže z prostorových důvodů obsahovat analýzu obou zde uváděných charakteristik, podrobné zpracování bude součástí závěrečné zprávy.

**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 měřené meteorologické prvky bez vlivu půdního podloží, ve druhém případě kromě meteorologických měření svůj významný podíl má aktuální vlhkostní stav půdního horizontu.

Předběžná studie velmi stručně charakterizuje základní vláhovou bilanci travního porostu (kap. 4.4) v období do srpna 2015. Vyhodnocení aktuální vláhové bilance travního porostu bude součástí závěrečné zprávy.

#### 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 srpen a srovnání roku 2015 s dlouhodobým úhrnem 1981-2010. Mapy mají informativní charakter.



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

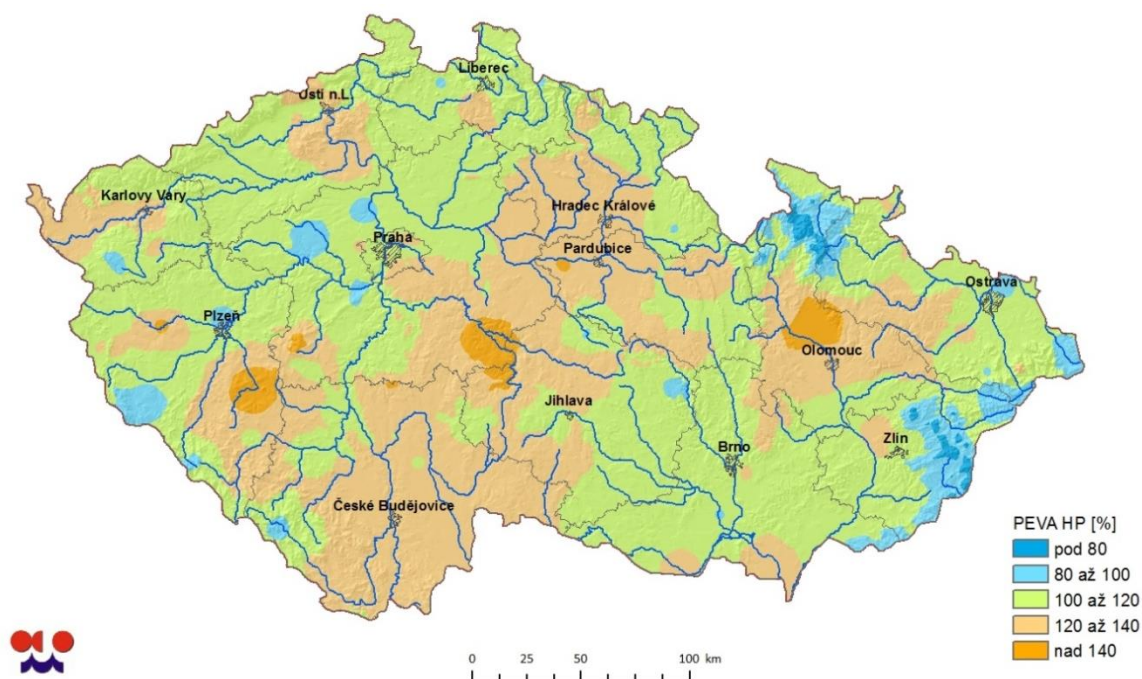
V roce 2015 jsou nejvyšší měsíční údaje charakteristické pro letní měsíce červenec a srpen. Srovnáme-li celkový úhrn za květen až srpen 2015 s dlouhodobými podmínkami 1981-2010, pak u všech vybraných stanic výrazně převažují úhrny roku 2015, což signalizuje situaci celkově velmi příznivou pro výskyt sucha. Tato skutečnost je velmi výrazná zvláště na jižní Moravě.

## 4.2. Vyhodnocení výparu z holé půdy

Mapa na obr. 4.2 srovnává k neděli 16. 8. 2015 potenciální evaporaci holé půdy (dále jen PEVA\_HP) na území ČR s dlouhodobými podmínkami (výsledné hodnoty jsou v %), kdy evaporace je průběžně kumulována od 1.3.

Čím jsou procentuální hodnoty vyšší, tím je PEVA\_HP v roce 2015 vyšší proti dlouhodobému průměru a tím je vyšší pravděpodobnost záporné vláhové bilance a vyšší pravděpodobnost splnění podmínek výskytu sucha.

Bereme-li v úvahu holou půdu a srovnání s dlouhodobými poměry, vlhkostní situace je z tohoto pohledu málo příznivá na většině území ČR, především pak na území východních a jižních Čech, případně střední Moravy (120 až 140 % dlouhodobé hodnoty).



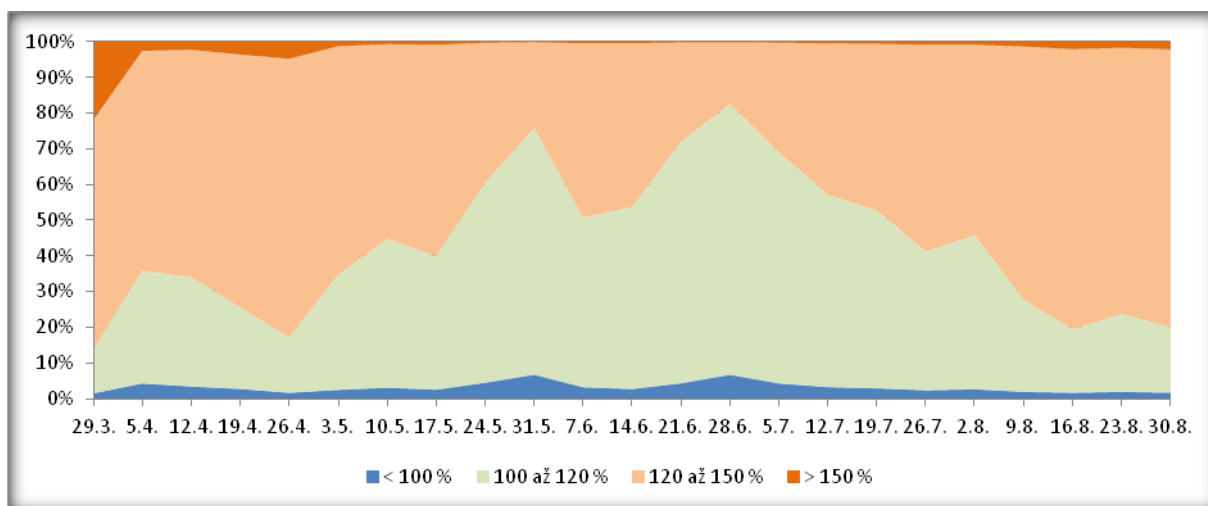
Obr. 4.2 – Potenciální evaporace holé půdy na území ČR, srovnání úhrnu od 1.3. s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 16.8.2015.

Evaporační podmínky v letošním roce vykazovaly během měsíců červen až srpen prohlubující se negativní trend vývoje. K nejméně příznivé situaci z hlediska evaporace došlo právě v polovině srpna, viz obr. 4.2 a 4.3.

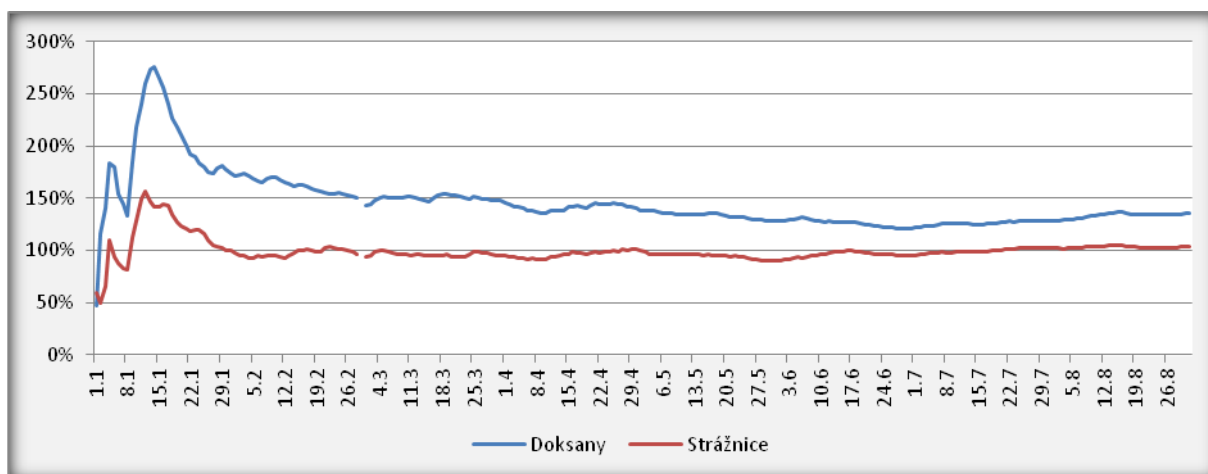
Graf na obr. 4.3 zpracovává pro celé území ČR po týdnech (období duben až srpen) procentuální srovnání týdenních úhrnů PEVA\_HP v roce 2015 s dlouhodobými podmínkami (1961-2010). Z grafu 4.3 lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % připadala na vybrané intervaly (< 100 % ... > 150 %). Z předkládaného grafu vyplývá výrazné zastoupení méně příznivých intervalů (100 až 120 % a 120 až 150 %) na území ČR. Od počátku července navíc průběžně a výrazně narůstá plocha s intervalem 120 až 150 % na úkor intervalu 100 až 120 %, což na většině území ČR signalizuje zvyšující se úhrny PEVA\_HP při porovnání s dlouhodobým průměrem.

Časový průběh denních kumulovaných úhrnů PEVA\_HP v roce 2015 (období leden až srpen) vyjádřených v % dlouhodobého průměru je pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice uveden na obr. 4.4.

Předběžná zpráva v této podkapitole stručně zpracovává PEVA\_HP na území ČR. Podrobnější vyhodnocení roku 2015 a navíc s analýzou aktuální evapotranspirace holé půdy (AEVA\_HP) bude předmětem závěrečné studie.



Obr. 4.3 – Srovnání potenciální evaporace holé půdy v roce 2015 (duben až srpen) s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR v %.



Obr. 4.4 – Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny potenciální evaporace holé půdy v roce 2015 (leden až srpen) vyjádřené v % dlouhodobého průměru 1961-2010.

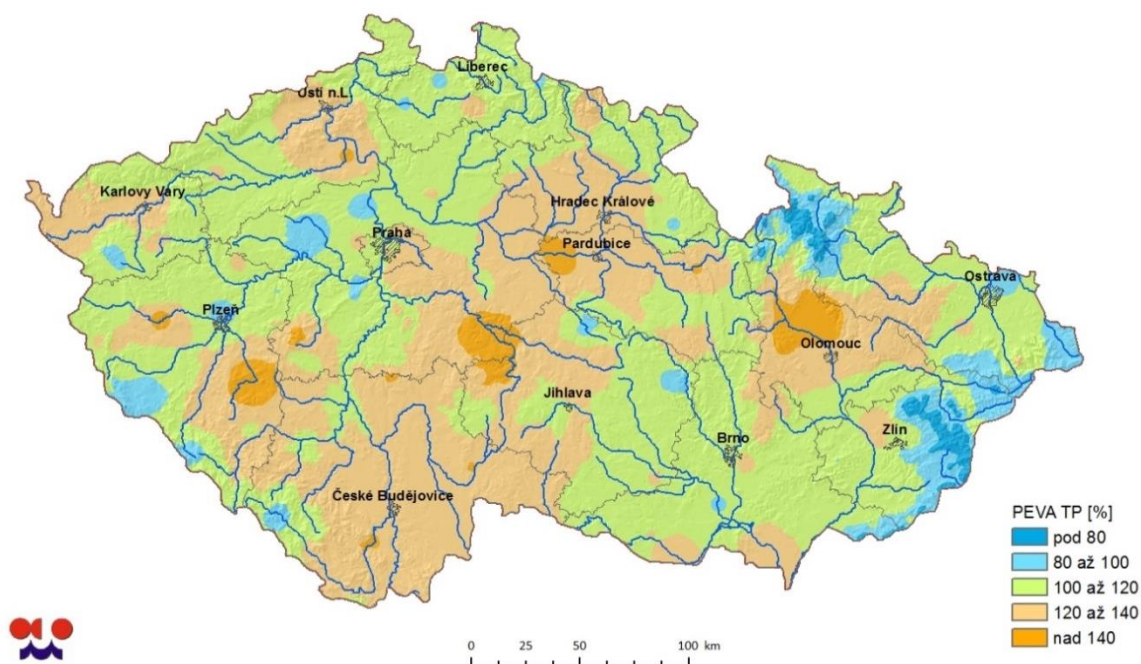
#### 4.3. Vyhodnocení evapotranspirace z travního porostu

Mapa na obr. 4.5 srovnává k neděli 16. 8. potenciální evapotranspiraci travního porostu (dále jen PEVA\_TP) na území ČR s dlouhodobými podmínkami (výsledné hodnoty jsou v %), kdy evapotranspirace je průběžně kumulována od 1. března.



Čím jsou procentuální hodnoty vyšší, tím je PEVA\_TP v roce 2015 vyšší proti dlouhodobému průměru, a tím je tedy vyšší pravděpodobnost záporné vláhové bilance (záporné klimatické bilance) a vyšší pravděpodobnost splnění podmínek výskytu sucha.

Vlhkostní situace je z tohoto pohledu málo příznivá na většině území ČR, především pak na území východních a jižních Čech, případně střední Moravy (120 až 140 % dlouhodobé hodnoty). Vlhkostně nejméně příznivá situace je ojediněle na úrovni 140 % a více dlouhodobého průměru.



Obr. 4.5 – Potenciální evapotranspirace travního porostu na území ČR, srovnání úhrnu od 1.3. s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 16.8.2015.

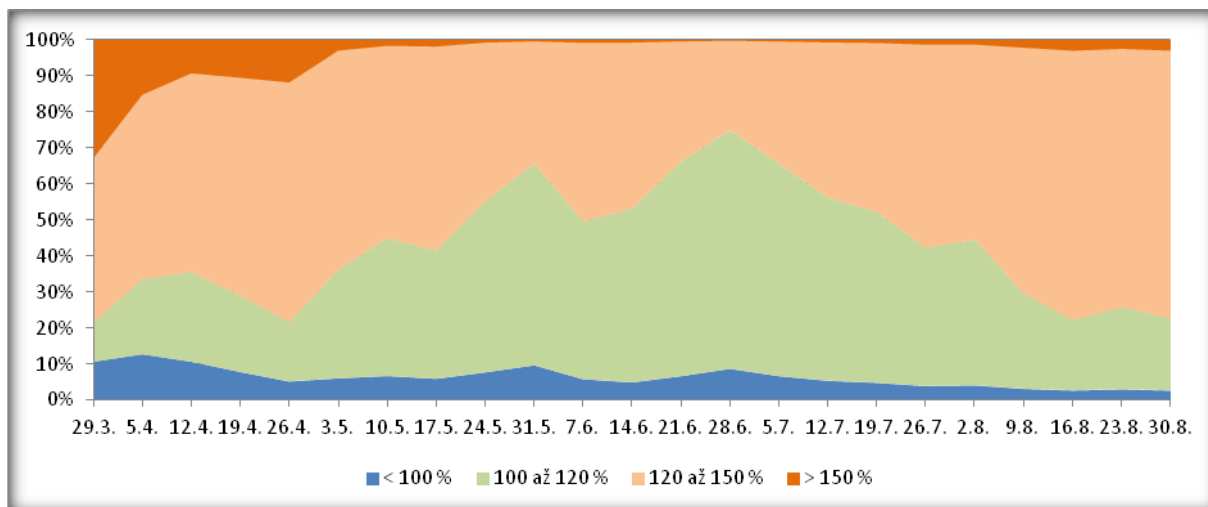
Evapotranspirační podmínky v letošním roce vykazovaly během měsíců červen až srpen prohlubující se negativní trend vývoje. K nejméně příznivé situaci došlo z hlediska evapotranspirace právě v polovině srpna, viz obr. 4.5 a 4.6.

Graf na obr. 4.6 zpracovává pro celé území ČR po týdnech (období duben až srpen) procentuální srovnání týdenních úhrnů PEVA\_TP v roce 2015 k dlouhodobým podmínkám (1961-2010). Z grafu na obr. 4.6 lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % připadala na vybrané intervaly (< 100 % ... > 150 %). Z předkládaného grafu vyplývá výrazné zastoupení méně příznivých intervalů (100 až 120 % a 120 až 150 %) na území ČR. Od počátku července navíc průběžně a výrazně narůstá plocha s intervalem 120 až 150 % na úkor intervalu 100 až 120 %, což na většině území ČR signalizuje zvyšující se úhrny PEVA\_TP při porovnání s dlouhodobým průměrem.

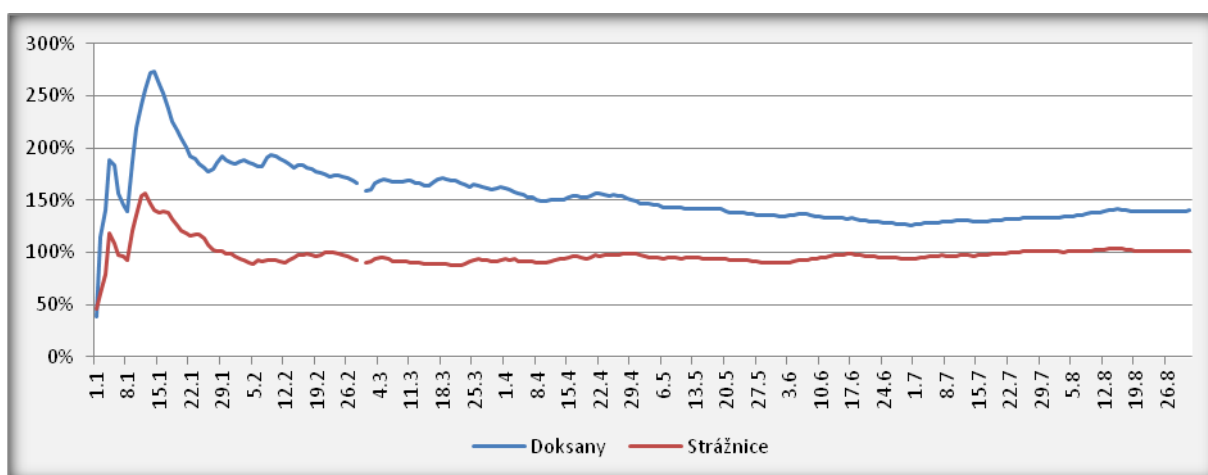
Časový průběh denních kumulovaných úhrnů PEVA\_TP v roce 2015 (období leden až srpen) vyjádřených v % dlouhodobého průměru je pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice uveden na obr. 4.7.

Předběžná zpráva v této podkapitole stručně zpracovává PEVA\_TP na území ČR. Podrobnější vyhodnocení roku 2015 a navíc s analýzou aktuální evapotranspirace travního porostu (AEVA\_TP) bude předmětem závěrečné studie.





Obr. 4.6 – Srovnání potenciální evapotranspirace travního porostu v roce 2015 (duben až srpen) s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR v %.



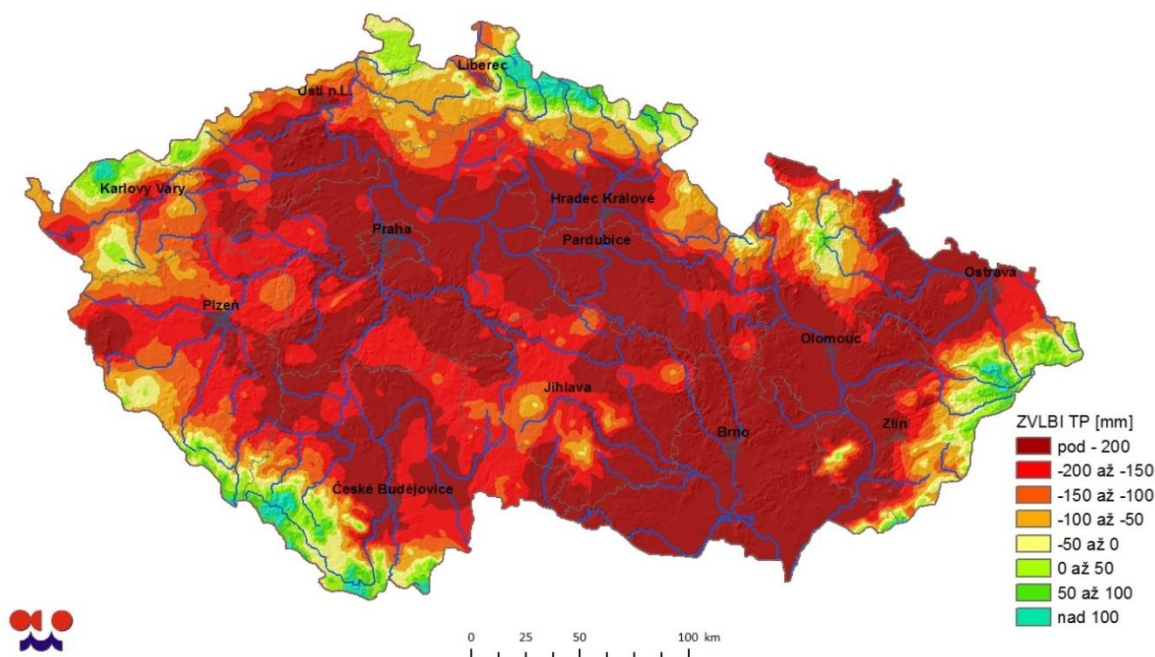
Obr. 4.7 – Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny potenciální evapotranspirace travního porostu v roce 2015 (leden až srpen) vyjádřené v % dlouhodobého průměru 1961-2010.

#### 4.4. Vyhodnocení vláhové bilance travního porostu

Mapa na obr. 4.8 analyzuje aktuální stav základní vláhové bilance travního porostu (dále jen ZVLBI\_TP), mapa na obr. 4.10 srovnává ZVLBI\_TP s dlouhodobými podmínkami 1961-2010. V obou případech je prezentován vlhkostní stav na území ČR k neděli 16.8., přičemž úhrny ZVLBI\_TP jsou průběžně kumulovány od 1.3.

Čím jsou nižší aktuální úhrny ZVLBI\_TP (obr. 4.8), resp. rozdílové úhrny ZVLBI\_TP (obr. 4.10), tím je vyšší pravděpodobnost výskytu nepříznivých vláhových podmínek a tedy vyšší pravděpodobnost výskytu klimatologického sucha.

Vlhkostní situace je z pohledu ZVLBI\_TP (tzv. klimatické bilance) velmi nepříznivá na naprosté většině území ČR. Podle mapy na obr. 4.8 aktuální stav ZVLBI\_TP k neděli 16.8. na rozsáhlých územích Moravy a poněkud v menší míře i Čech vykazuje výrazně záporné hodnoty pod -200 mm. K obdobným závěrům docházíme analýzou mapy na obr. 4.10, kdy podstatná část území ČR (zvláště Morava, východní, jižní a západní Čechy) vykazuje při srovnání s dlouhodobými podmínkami (1961-2010) obdobný rozdíl -200 mm. Kladnou vláhovou bilanci se vyznačují pouze okrajová pohoří ČR (Beskydy, Krkonoše a Šumava), avšak většinou jsou pod dlouhodobými průměry.

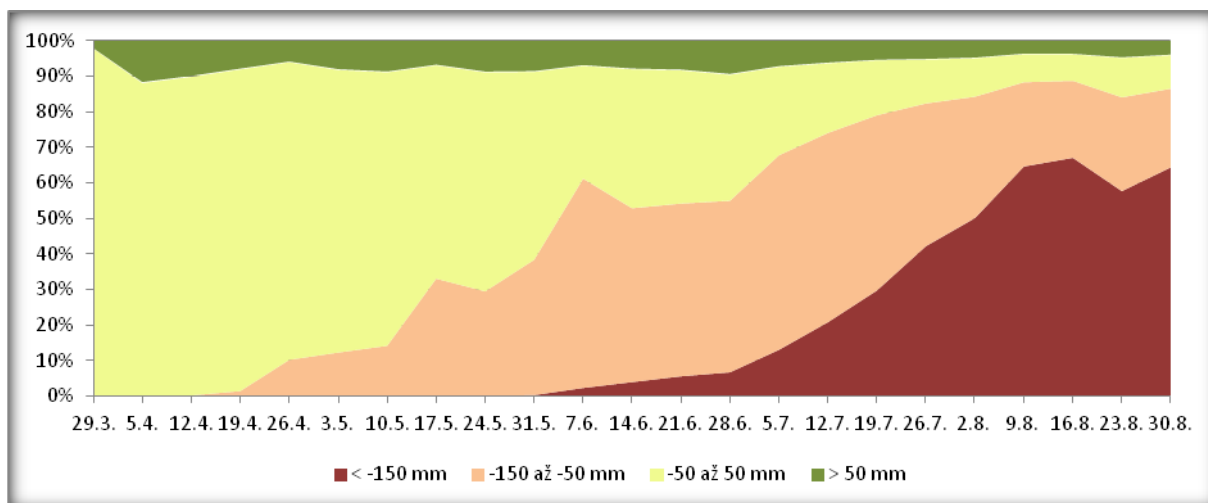


Obr. 4.8 – Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR, aktuální stav od 1.3. k neděli 16.8.2015.

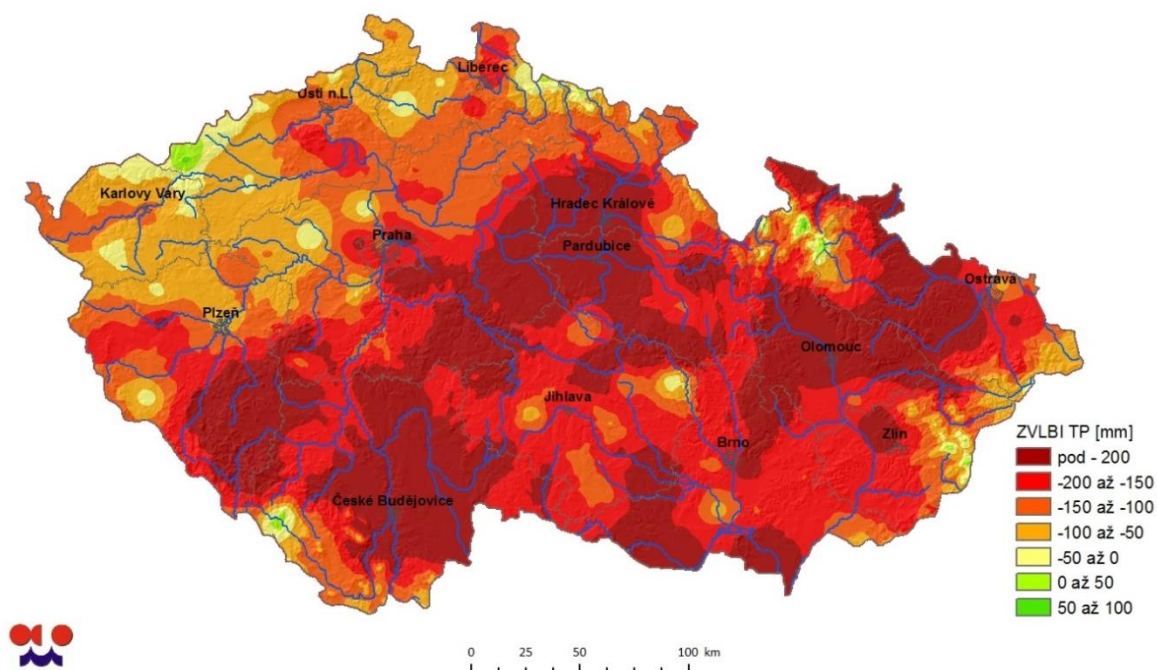
Vlhkostně-vláhové podmínky v letošním roce vykazovaly během měsíců červen až srpen prohlubující se negativní trend vývoje. K nejméně příznivé situaci došlo z hlediska vláhové bilance právě v polovině srpna, viz obr. 4.8 až 4.10.

Grafy na obr. 4.9 a 4.11 zpracovávají pro celé území ČR po týdnech (období duben až srpen) aktuální stav v roce 2015 a srovnání týdenních úhrnů ZVLBI\_TP k dlouhodobým podmínkám (1961-2010). Z obou grafů lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % připadala na vybrané intervaly ( $< -150$  mm ...  $> 50$  mm). Z předkládaných grafů vyplývají výrazná zastoupení vláhově nejméně příznivých intervalů ( $< -150$  mm,  $-150$  až  $-50$  mm) na území ČR.

Z grafu na obr. 4.9 vyplývá, že na konci července a během srpna oba intervaly průběžně charakterizovaly cca 80 % území ČR. Obdobně vyplývá i z obr. 4.11. Lze konstatovat, že od poloviny června průběžně a navíc výrazně narůstá na území ČR plocha obou vláhově nejméně příznivých intervalů.



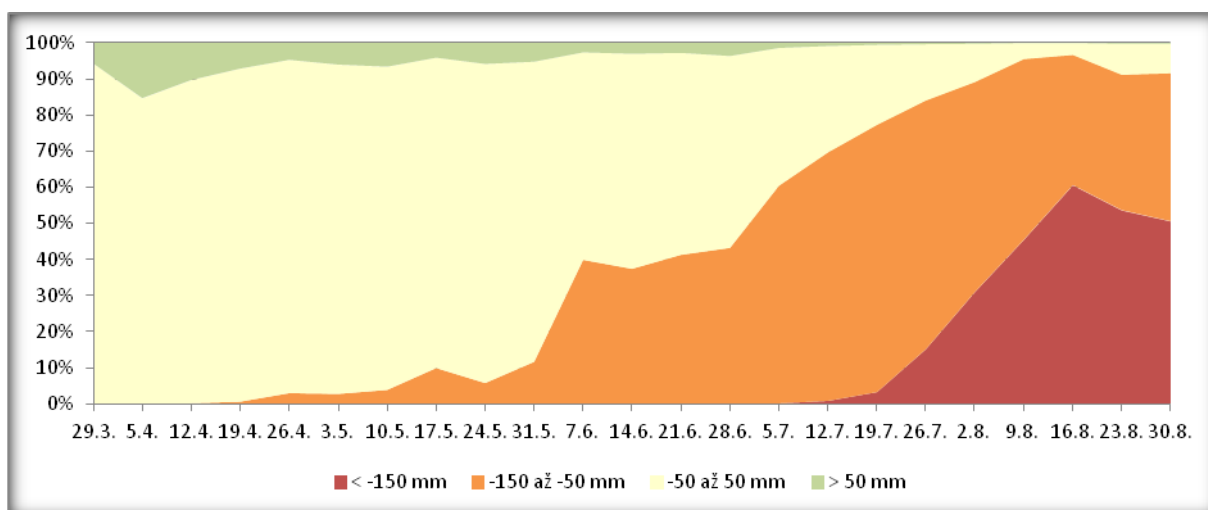
Obr. 4.9 – Základní vláhová bilance travního porostu na území ČR, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%) v roce 2015 (duben až srpen).



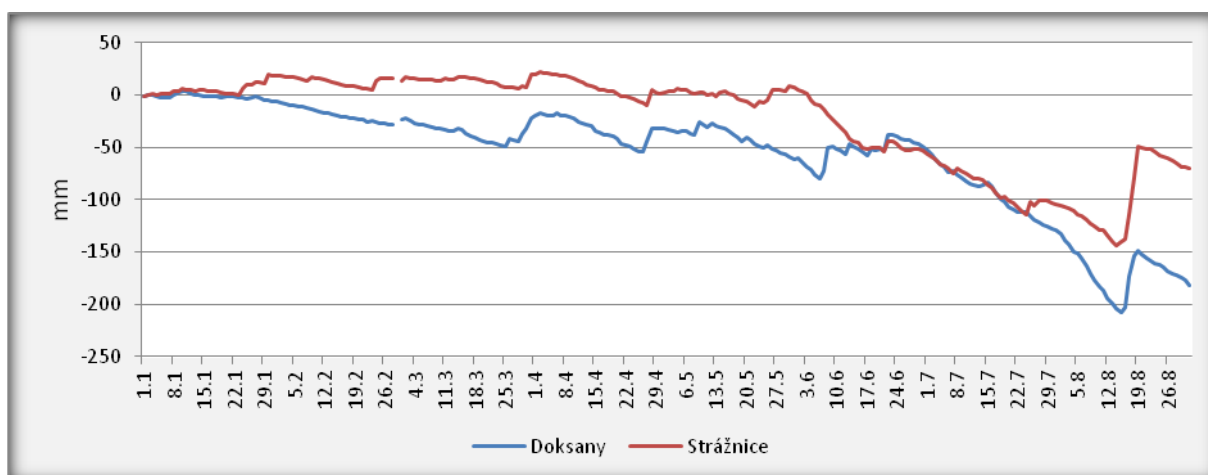
Obr. 4.10 – Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR, srovnání úhrnu od 1.3. s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 16. 8. 2015.

Srovnání denních kumulovaných úhrnů ZVLBI\_TP v roce 2015 (období leden až srpen) s jejich dlouhodobým průměrem (mm) je pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice uvedeno na obr. 4.12.

Předběžná zpráva v této podkapitole stručně zpracovává ZVLBI\_TP na území ČR. Podrobnější vyhodnocení roku 2015 a navíc s analýzou aktuální vláhové bilance travního porostu (AVLBI\_TP) bude předmětem závěrečné studie.



Obr. 4.11 – Srovnání základní vláhové bilance travního porostu v roce 2015 (duben až srpen) s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR v %.



Obr. 4.12 – Stanice Doksany a Strážnice, kumulované úhrny základní vláhové bilance travního porostu v roce 2015 (leden až srpen) a jejich srovnání s dlouhodobým průměrem 1961-2010.

## 5. Vyhodnocení vlhkosti půdy a dopadů sucha na vegetaci

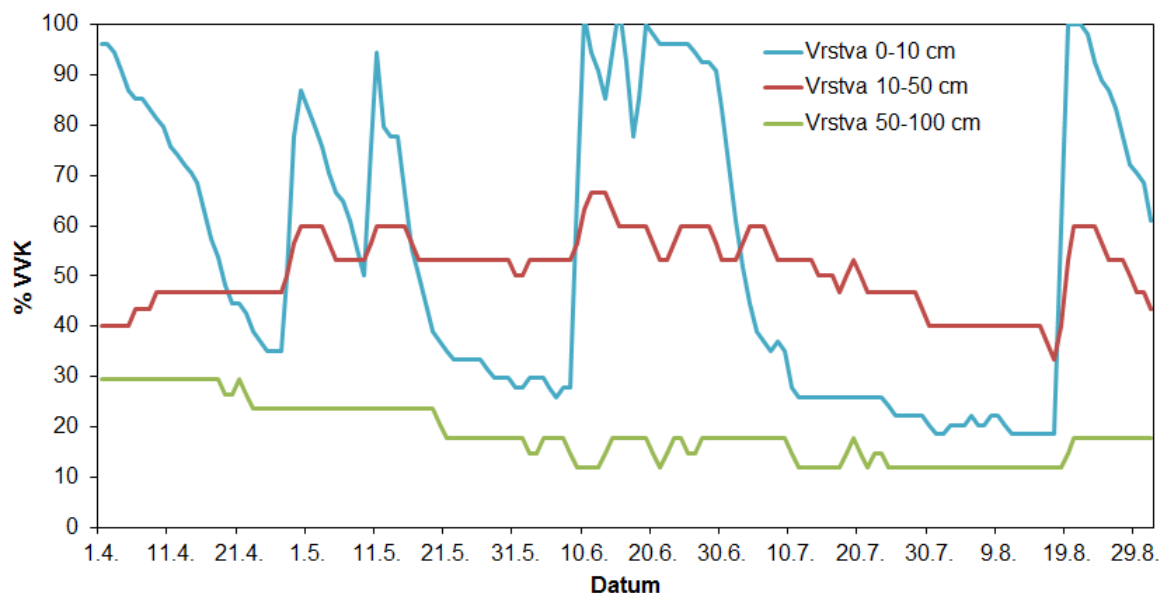
### 5.1. Vyhodnocení měřené vlhkosti půdy

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 daného 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 roce 2015 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.

Grafy na obr. 5.1 a 5.2 ilustrují změny vlhkosti půdy na stanicích Doksany a Strážnice od začátku vegetačního období do konce srpna. Stanice Doksany reprezentuje nížinné polohy v povodí Labe a Ohře, stanice Strážnice dokumentuje stav v oblasti jižní a jihovýchodní Moravy.

V důsledku suchého podzimního a zimního období 2014/15 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. Výraznější pokles nastal na počátku července a vyvrcholil v závěru druhé dekády srpna.

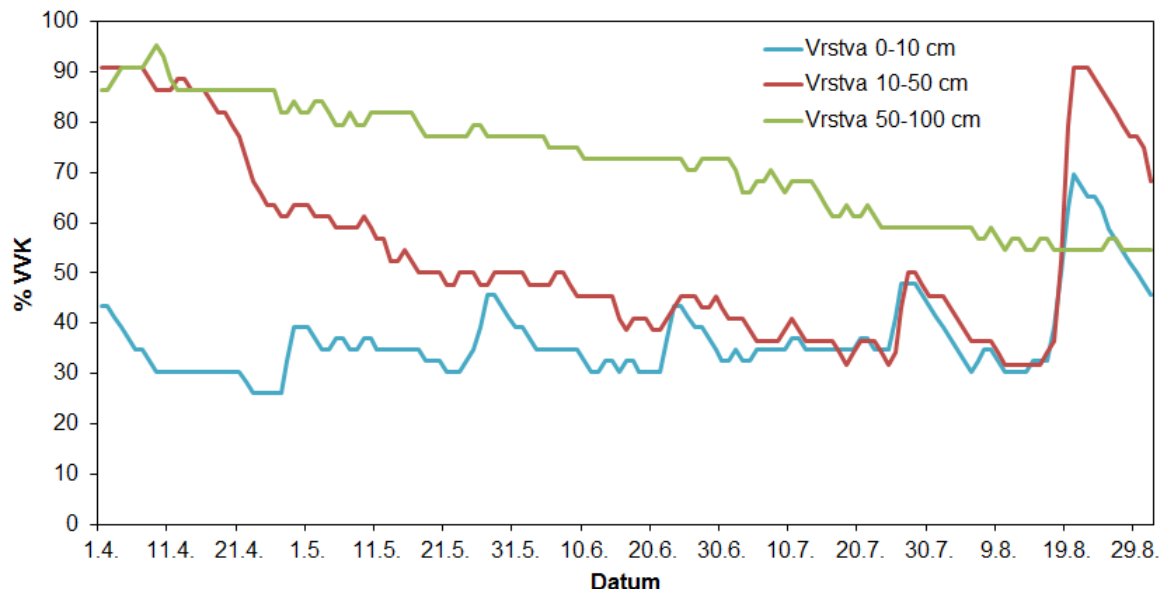


Obr. 5.1 – Chod vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK pod travnatým povrchem na stanici Doksany v období od 1. dubna do 31. srpna 2015.

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. Vysychání v nejhlubší půdní vrstvě bylo výrazně mírnější, ale pokračovalo až do konce srpna. Na svrchní vrstvě jsou zřejmé největší výkyvy vlivem občasných srážek, od konce června je chod vlhkosti v této vrstvě téměř totožný s vrstvou 10 až 50 cm.



Obr. 5.2 – Chod vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK pod travnatým povrchem na stanici Strážnice v období od 1. dubna do 31. srpna 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 trávíkem.

### Vrstva 0 až 40 cm (orniční vrstva)

V této podkapitole jsou prezentovány výstupy z modelu BASET, který hodnotí chod vlhkosti půdy pod trávíkem ve vrstvách 0 až 20 cm, 20 až 40 cm a 0 až 40 cm. Jako vrstvu orniční jsme v tomto případě označili vrstvu 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.

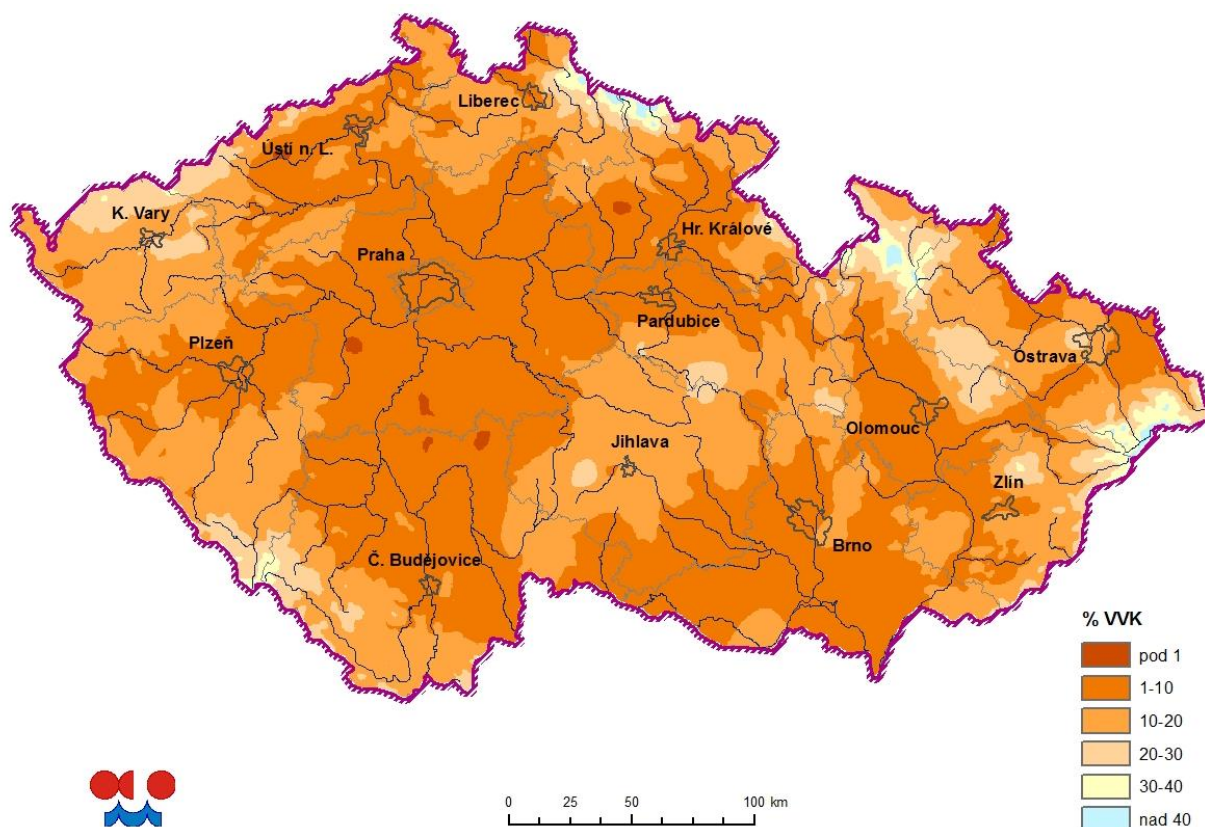
Vrstva do 40 cm reaguje ve srovnání s vrstvou do 100 cm „živěji“ na průběh počasí, to znamená, že i relativně malé srážky mohou krátkodobě zastavit proces vysychání této vrstvy a naopak při déletrvajícím deficitu srážek může vlhkost orniční vrstvy klesnout výrazněji než vlhkost vrstvy 0 až 100 cm. Extremitu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



vlhkosti v této vrstvě se svým prakticky kontinuálním sestupem velmi podobal průběhu u vrstvy hlubší.

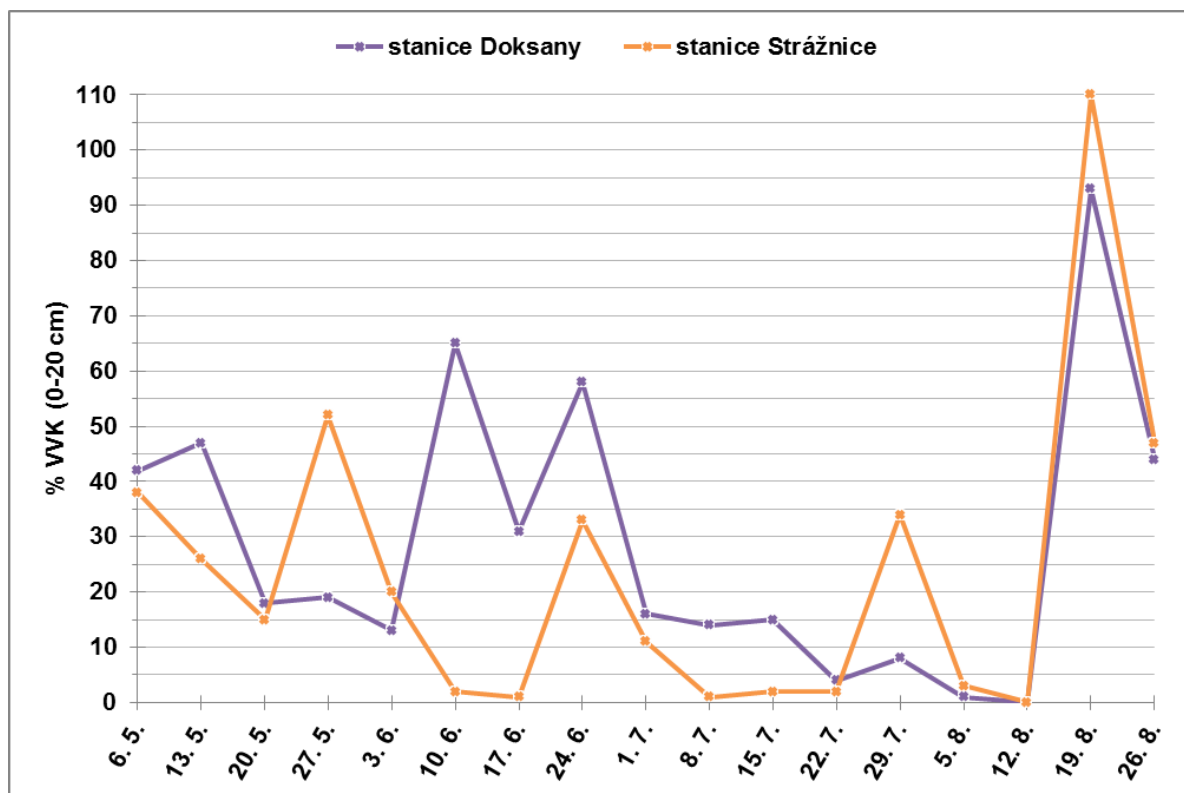
První projevy půdního sucha se v hodnocené vrstvě objevily již v dubnu, ale relativně chladnější květen se slabšími, ale během měsíce celkem rovnoměrně rozloženými srážkami, situaci částečně stabilizoval. Výraznější projevy sucha se začaly objevovat až od konce května, v průběhu června sílily, od poloviny července již bylo sucho na většině území; proces vysychání orniční vrstvy vyvrcholil v první polovině srpna, kdy na řadě míst již byla vlhkost půdy na bodu vadnutí nebo těsně nad ním. Celkově lze říci, že nejpostiženějšími oblastmi byly nižší polohy, z hlediska správního členění republiky na tom byly nejhůře Jihomoravský a Středočeský kraj.

Mapa na obr. 5.3 zobrazuje stav ke 12. srpnu, který lze na území ČR označit za vyvrcholení procesu vysychání orniční půdní vrstvy. V některých oblastech tento proces pokračoval ještě i následující 2 až 3 dny, zároveň se ale na jiných místech již začaly objevovat vydatnější srážky. Z mapky je zřejmé, že prakticky na celém území byly hodnoty vlhkosti pod 30 % VVK, na většině dokonce pod 10 % VVK, tedy blízko bodu vadnutí.

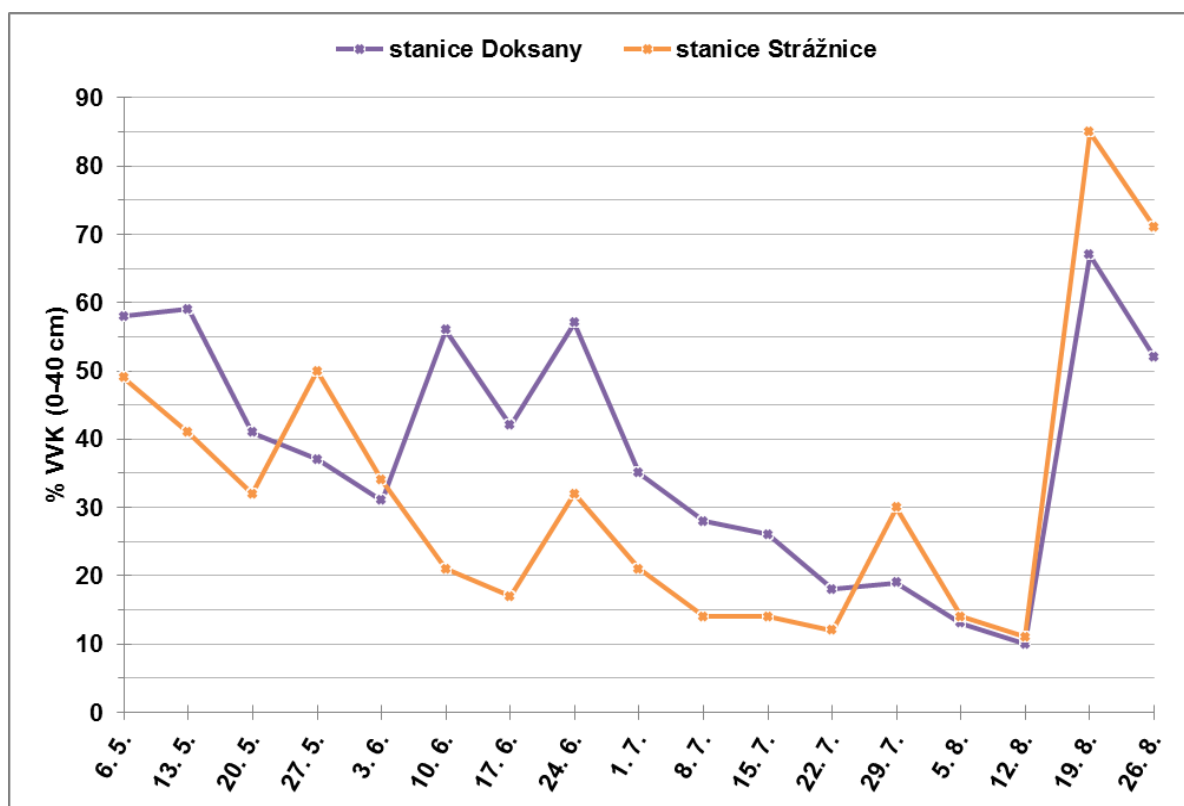


Obr. 5.3 – Modelovaná vlhkost půdy vyjádřená v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávnikem na území ČR, stav k 12. 8. 2015.

Grafy na obr. 5.4 a 5.5 znázorňují v týdenním intervalu průběh hodnot počítané vlhkosti půdy na stanicích Doksany a Strážnice počínaje květnem 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.



Obr. 5.4 – Průběh modelované vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK ve vrstvě 0 až 20 cm pod trávnikem od počátku května do konce srpna 2015 na stanicích Doksany a Strážnice.

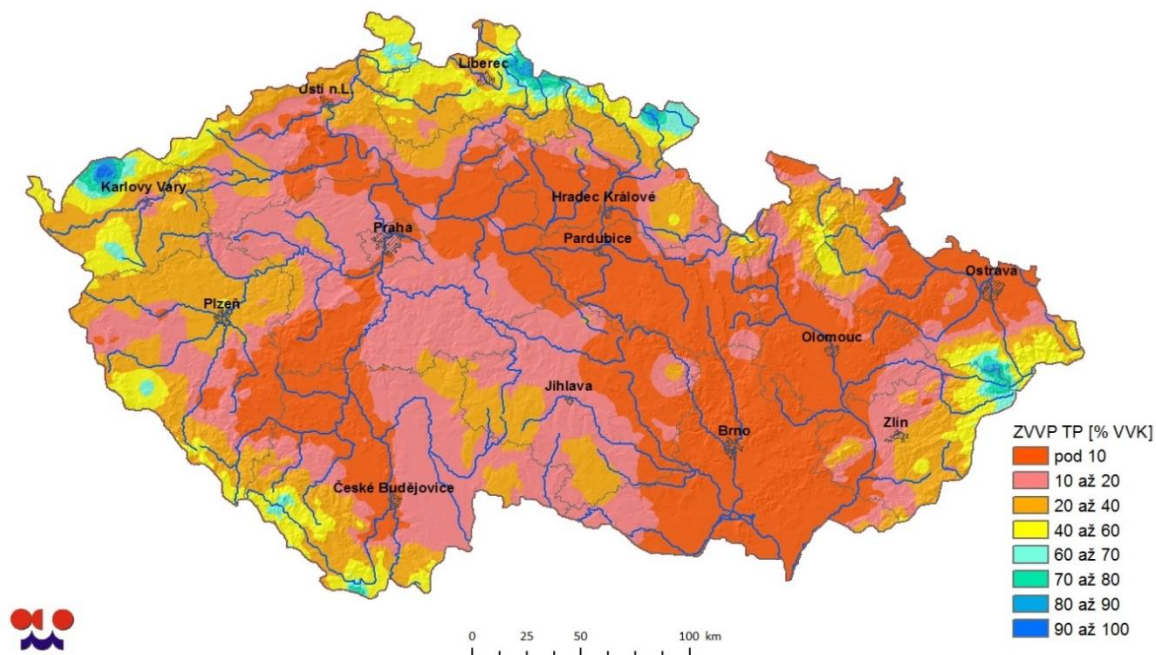


Obr. 5.5 – Průběh modelované vlhkosti půdy vyjádřené v % VVK ve vrstvě 0 až 40 cm pod trávnikem od počátku května do konce srpna 2015 na stanicích Doksany a Strážnice.

### Vrstva 0 až 100 cm

Pro prezentaci vlhkosti půdy pod trávnickem v profilu 0 až 100 cm jsou využity výstupy modelu AVISO. Základním výstupem tohoto 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/1m půdního horizontu; z hlediska půdních druhů se jedná o půdy středně těžké, které na území ČR převládají. Výsledkem hodnocení je potom zásoba využitelné vody v půdě (dále jen ZVVP\_TP) vyjádřená v % VVK.

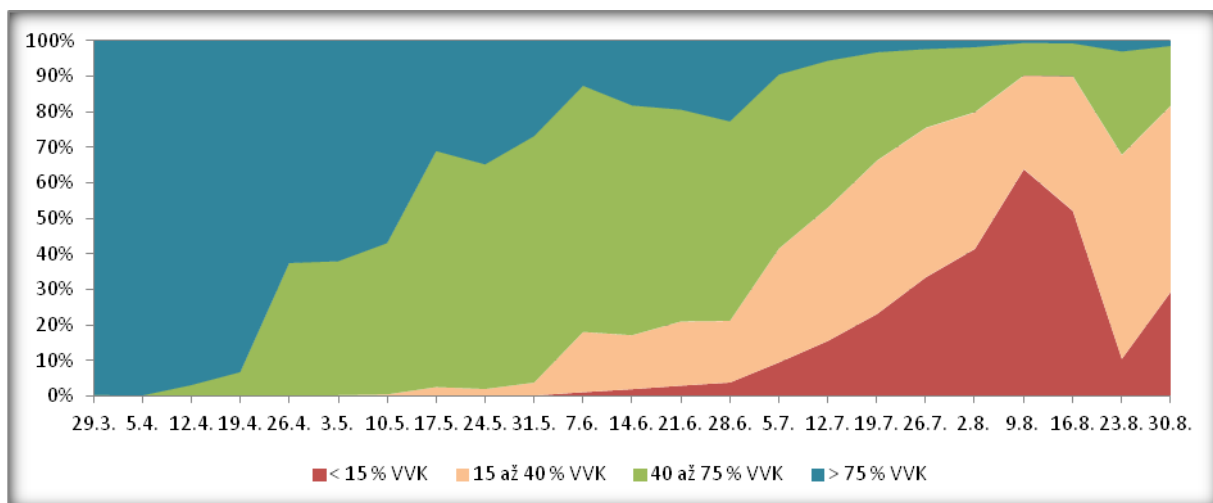
Mapa na obr. 5.6 analyzuje aktuální stav ZVVP\_TP, mapa na obr. 5.8 srovnává ZVVP\_TP s dlouhodobými podmínkami období 1961-2010.



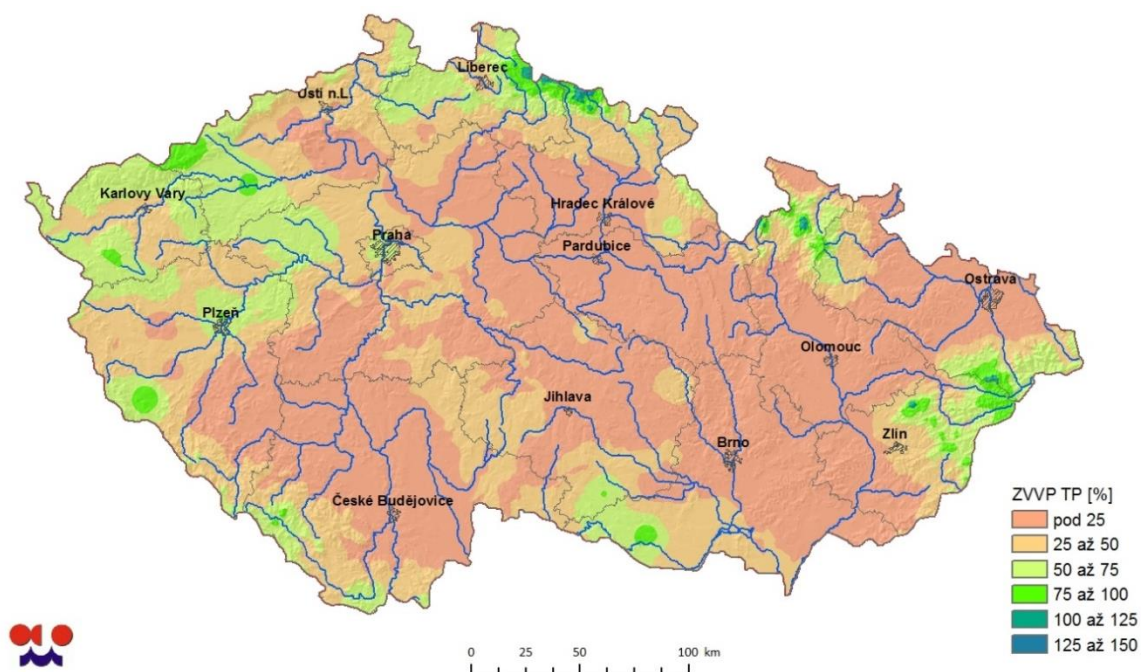
Obr. 5.6 – Zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách (VVK = 170mm / 1m půdního profilu) pod travním porostem na území ČR, aktuální stav k neděli 16. 8. 2015.

Čím jsou nižší hodnoty ZVVP\_TP (obr. 5.6), resp. nižší procentuální podíly ZVVP\_TP na dlouhodobém průměru (obr. 5.8), tím je vyšší pravděpodobnost výskytu nepříznivých půdně-vlhkostních podmínek a tedy vyšší pravděpodobnost výskytu půdního sucha.

Vlhkostní situace na středně těžkých půdách byla v závěru sledovaného období z pohledu ZVVP\_TP velmi nepříznivá na naprosté většině území ČR. Podle mapy na obr. 5.6 vykazuje aktuální stav ZVVP\_TP k neděli 16. 8. na rozsáhlých územích Moravy, východních, jižních i západních Čech extrémní hodnoty pod 10 % VVK. Další rozsáhlá území spadají do kategorie 10 až 20 % VVK. K obdobným závěrům docházíme analýzou mapy na obr. 5.8, kdy prakticky stejná území ČR vykazují při srovnání s dlouhodobým průměrem za období 1961-2010 velmi nepříznivé vlhkostní poměry (ZVVP\_TP většinou pod 25 % průměru). Lepší půdně-vláhová situace byla modelově zjištěna pouze pro okrajová pohoří republiky (obr. 5.6 a 5.8).



Obr. 5.7 – Zásoba využitelné vody v půdě s travním porostem na území ČR, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR (%) v roce 2015 (duben až srpen).



Obr. 5.8 – Zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách (VVK = 170mm / 1m půdního profilu) pod travním porostem na území ČR, srovnání s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 16. 8. 2015.

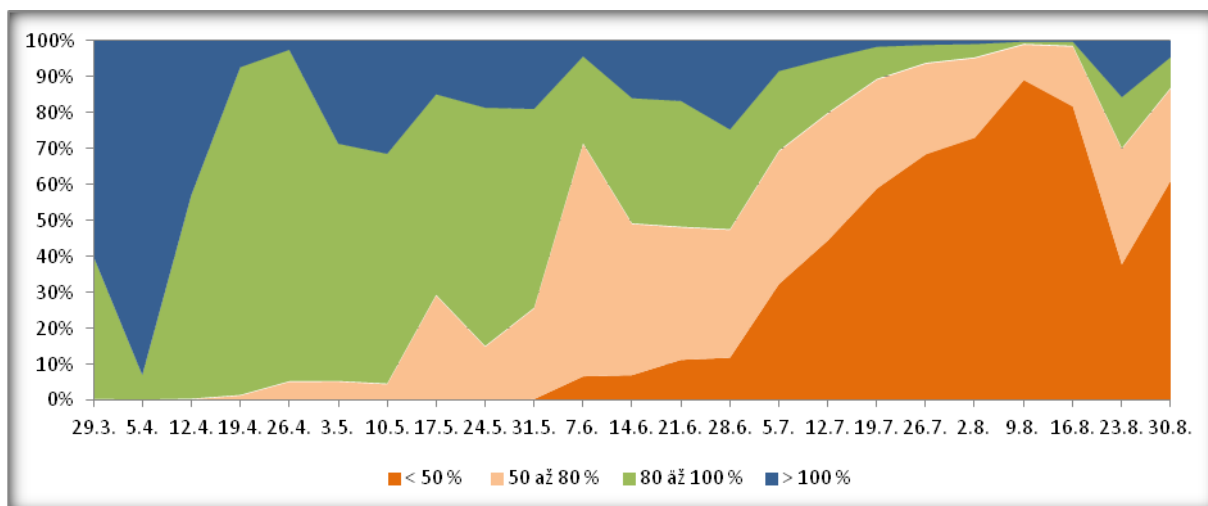
Vlhkostní podmínky v půdě v letošním roce vykazovaly během měsíců červen až srpen prohlubující se negativní trend vývoje, přičemž nejméně příznivá situace nastala právě v polovině srpna, jak dokumentují zmiňované mapky.

Grafy na obr. 5.7 a 5.9 zpracovávají pro celé území ČR po týdnech (období duben až srpen) aktuální stav v roce 2015 a srovnání týdenních údajů ZVVP\_TP s dlouhodobými podmínkami (1961-2010). Z obou grafů lze jednoduše vyčíst, jaká část území ČR vyjádřená v % připadala



na vybrané intervaly (< 15 % VVK ... > 75 % VVK, resp. < 50 % ... > 100 %). Z předložených grafů vyplývají výrazná zastoupení vlhkostně nejméně příznivých intervalů.

Z grafu na obr. 5.7 je zřejmé, že na konci července a během srpna oba nejméně příznivé intervaly průběžně charakterizovaly cca 80 % i více území ČR. Lze konstatovat, že již od poloviny června průběžně a navíc dosti výrazně narůstá na území ČR plocha obou vláhově nejméně příznivých intervalů.

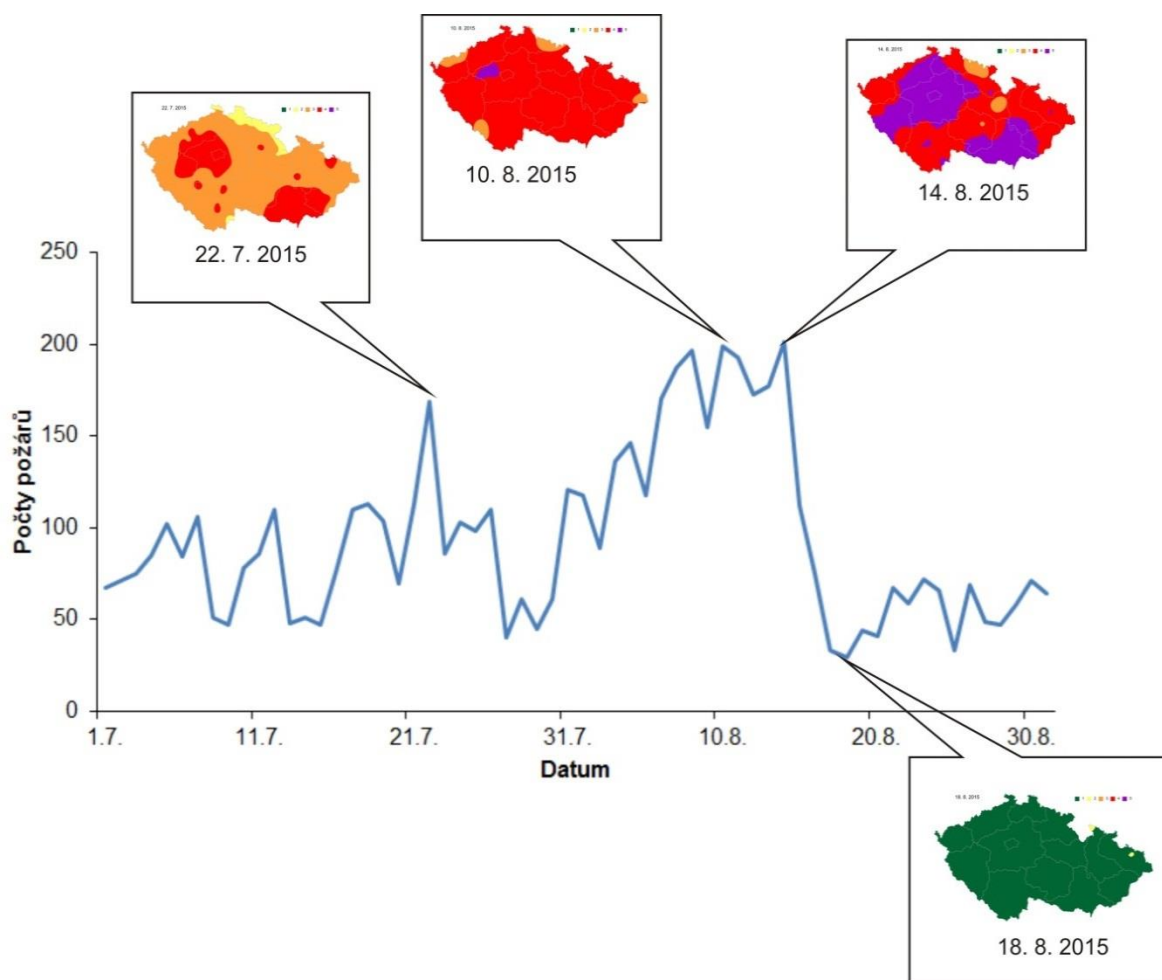


Obr. 5.9 – Srovnání zásoby využitelné vody na středně těžké půdě s travním porostem v roce 2015 (duben až srpen) s dlouhodobým průměrem 1961-2010 v %, plošné zastoupení zvolených intervalů na území ČR v %.

### 5.3. Vyhodnocení modelované úrovně nebezpečí požárů

Od roku 2006 je pro posouzení nebezpečí vzniku a šíření požárů vegetace v otevřené krajině zpracováván v ČHMÚ index nebezpečí požárů INP. Index vyhodnocuje pro nejbližší dva dny nebezpečí požárů ve vegetačním období v pěti třídách od velmi nízkého po 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 indexy nebezpečí požárů především v jarním období, v letošním roce se kombinací klimatického a půdního sucha s velmi vysokými teplotami 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. 5.10 je zobrazen vývoj počtu požárů v červenci a srpnu v ČR v letošním roce 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), 10. srpna vysoké nebezpečí (červená barva) a 14. srpna již velmi vysoké nebezpečí požárů (fialová barva). Srážky v polovině srpna velmi rychle snížily stupeň nebezpečí na nejnižší úroveň, jak je zřejmé z mapky k 18. srpnu.



Obr. 5.10 – Průběh počtu zaznamenaných požárů v ČR a mapy s indexem nebezpečí požárů pro vybrané dny v červenci a srpnu 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. Těmto vlivům se budeme podrobněji věnovat v komplexní zprávě, zde jen stručně zmiňme např. letošní výskyt period velmi vysokých denních maximálních teplot či vysoce nadprůměrný počet hodin slunečního svitu. Tyto faktory zvyšovaly deficit půdní vláhy a zároveň vytvářely podmínky, které jsou označovány jako tzv. „heat stress“, tedy ohrožení rostlin vysokými teplotami.

Hodnocení vlivu sucha na rostlinné organismy 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 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 vláh a vysoké teploty, 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, meziplojin a krmiva pro dobytek.

Pro hodnocení dopadů sucha na volně rostoucí vegetaci máme 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; tato „obnova“ části vegetace ovšem spadá převážně do období září a bude proto součástí až následující zprávy.

Nejméně se projevilo sucho na vegetaci v severních Čechách, odkud máme hlášený téměř nulový vliv na vegetaci, nejvýraznější dopady sucha jsme zaznamenali na jihu Čech a na východě a severovýchodě Moravy.

V případě bylin se projevilo sucho jejich zasycháním až spálením, zejména u trav (čeled' lipnicovité) a u různých druhů jetele. Téměř vůbec nenarostla otava.

V případě dřevin jsme se setkali s různými reakcemi. U jehličnanů se sucho projevilo pouze na smrku ztepilém, kde byl zjištěn kombinovaný vliv meteorologických faktorů a působení lýkožrouta, který snáze napadá oslabené stromy. Ušchlé starší stromy byly zaznamenány v menších skupinkách na severu Moravy, mladší stromy usychaly na jihu Českomoravské vrchoviny plošně. Na Šumavě zasychaly a opadávaly šišky, jinde, např. v Jeseníkách, bylo naopak pozorováno nezvykle velké množství šišek.

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

| stanice / dřevina       | bříza<br>bělokorá   | buk lesní           | dub<br>letní        | lípa<br>srdčitá     | jeřáb<br>ptačí      | bez<br>černý        |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                         | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka |
| <b>Běleč nad Orlicí</b> | 12. 8.<br>-28 dní   | 15. 8.<br>-46 dní   | 16. 8.<br>-40 dní   | 8. 8.<br>-33 dní    | 20. 8.<br>-19 dní   | x                   |
| <b>Příkosice</b>        | x                   | 7. 8.<br>-49 dní    | 9. 8.<br>-46 dní    | 6. 8.<br>-47 dní    | 25. 8.<br>-27 dní   | 7. 8.<br>-48 dní    |

Listnáče reagovaly na extrémní podmínky na mnoha místech předčasným žloutnutím listů (lípa srdčitá, bříza bělokorá), u některých druhů, např. u jeřábu ptačího či habru obecného listí uschlo a neopadalo. Řada dřevin shodila listy, aniž zežloutly, což bylo pozorováno především u bezu černého nebo buku lesního. 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, v teplejších oblastech místy i plošně. V tab. 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.

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

| stanice / dřevina       | bříza<br>bělokorá   | buk<br>lesní        | dub<br>letní        | lípa<br>srdčitá     | habr<br>obecný      | líška<br>obecná     |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                         | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka | datum /<br>odchylka |
| <b>Běleč nad Orlicí</b> | 27. 7.<br>-55 dní   | 30. 7.<br>-75 dní   | 1. 8.<br>-68 dní    | x                   | x                   | 1. 8.<br>-64 dní    |
| <b>Příkosice</b>        | x                   | 12. 8.<br>-56 dní   | x                   | x                   | 11. 8.<br>-51 dní   | 11. 8.<br>-54 dní   |
| <b>Zbiroh</b>           | 18. 8.<br>-31 dní   | x                   | x                   | 11. 8.<br>-34 dní   | x                   | x                   |

Nepříznivé podmínky se projevily i na tvorbě a zrání plodů. Ze suchých plodů byly nejvíce zasaženy nažky všech u nás rostoucích druhů javorů a také žaludy různých druhů dubů, které většinou nedozrály a uschly. Z dužnatých plodů byly postiženy především malvice jeřábu ptačího, které se mnohde během dozrávání scvrkly, souplodí ostružiníku křovitého, která zasychala plošně v různých stádiích vývinu, a peckovice bezu černého, které během zrání usychaly ve velkém množství.

## 6. Vyhodnocení minimálních průtoků na povrchových vodách

Výskyt minimálních průtoků ve vodních tocích je ve vegetační sezóně 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 teplotami vzduchu, kdy dojde k částečnému nebo i úplnému zámrazu 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). Jde o průtok, který je v dlouhodobém průměru dosažen nebo překročen po dobu 355 dní v roce. Při dalším zmenšování průtoků, k hodnotám 364denního průtoky 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. Šlo tedy o periodu hydrologického sucha ve vegetační sezóně, kdy dlouhodobě přetrvávající nedostatek atmosférických srážek byl později doprovázen periodami s tropickými teplotami vzduchu, které v některých dnech dosahovaly 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 průtoky. Hydrologické sucho bylo na většině vodních toků krátkodobě přerušeno srážkovou epizodou v polovině srpna.

### 6.1. Dokumentace měření minimálních průtoků

Během července a srpna bylo pracovníky ČHMÚ provedeno téměř 700 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 červenec a srpen v jednotlivých vodoměrných profilech, byl ve 221 případech změřen 355denní průtok a menší, z tohoto počtu ve 131 případech šlo o průtok 364denní a menší. V několika případech bylo zaznamenáno úplné vyschnutí toku nebo jen nepatrné průtoky, viz Tab. 6.2.

V následné tabulce 6.1 jsou uvedeny výsledky některých hydrometrických měření, kdy změřený průtok byl významně menší než 364denní průtok.

Tab. 6.1 – Výsledky vybraných hydrometrických měření

| Tok        | Profil       | Plocha povodí [km <sup>2</sup> ] | Datum  | Vodní stav [cm] | Průtok Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ] | Poměr Q/Q <sub>364d</sub> |
|------------|--------------|----------------------------------|--------|-----------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| Červený p. | Hořovice     | 71,1                             | 22. 7. | 0               | 0,002                                       | 0,05                      |
| Cidlina    | Nový Bydžov  | 455,9                            | 17. 8. | 4               | 0,007                                       | 0,08                      |
| Jizera     | Dolní Sytová | 321,6                            | 6. 8.  | 35              | 0,175                                       | 0,08                      |
| Úterský p. | Trpísty      | 297,2                            | 28. 7. | 1               | 0,001                                       | 0,11                      |

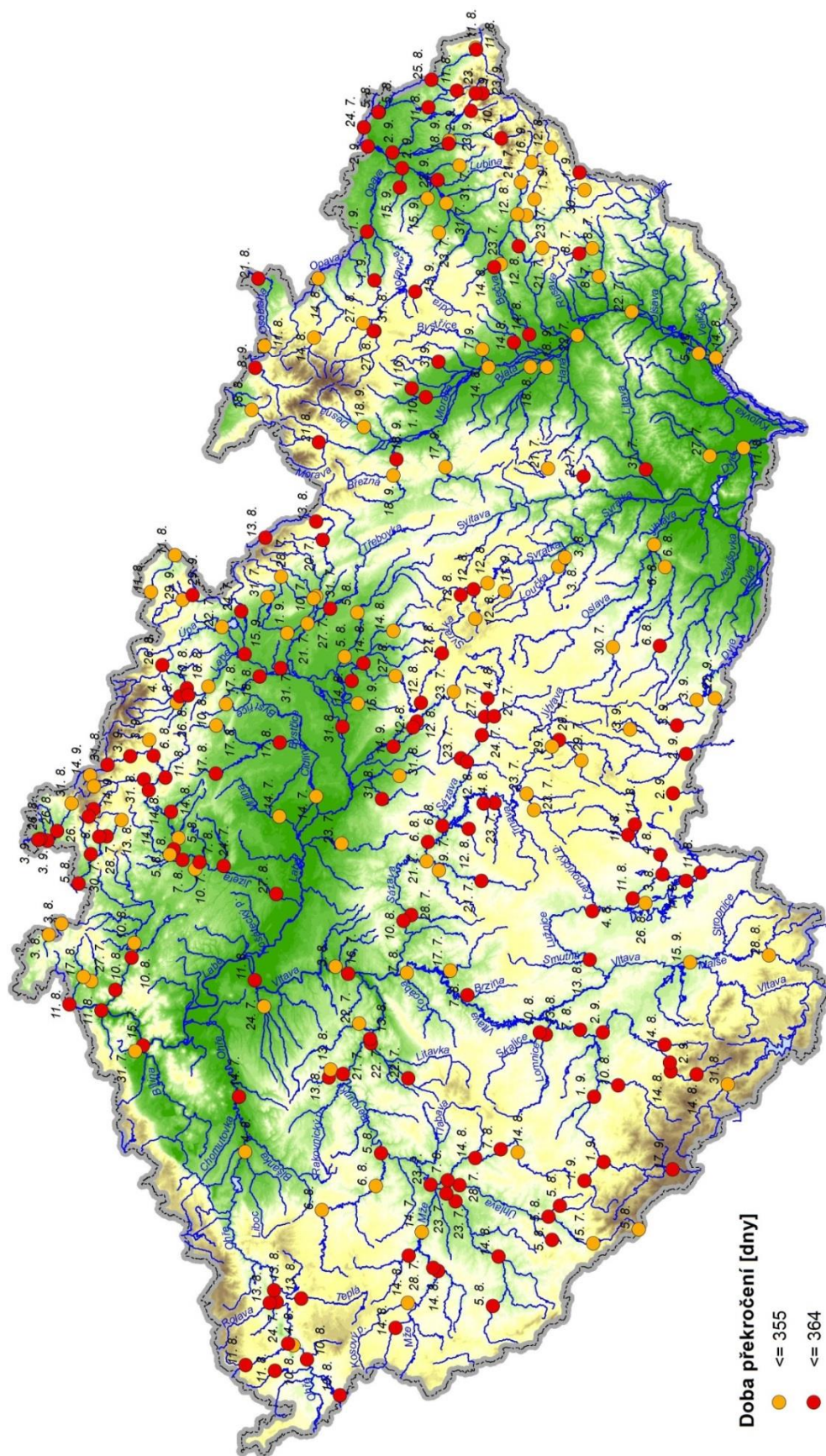
| Tok       | Profil             | Plocha povodí [km <sup>2</sup> ] | Datum  | Vodní stav [cm] | Průtok Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ] | Poměr Q/Q <sub>364d</sub> |
|-----------|--------------------|----------------------------------|--------|-----------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| 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                      |
| 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     | Frydlant v Čechách | 132,5                            | 26. 8. | 2,5             | 0,193                                       | 0,35                      |

Tab. 6.2 – Přehled profilů, kde bylo detekováno vyschnutí toku

| Tok         | Profil           | Plocha povodí [km <sup>2</sup> ] | Datum  | Průtok Q [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ] |
|-------------|------------------|----------------------------------|--------|---------------------------------------------|
| 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 p.  | Trpísty          | 297,2                            | 14. 8. | 0                                           |
| Lomnický p. | Pila             | 60,2                             | 13. 8. | 0                                           |
| Vrbovec     | Bystrc           | 15,1                             | 31. 7. | 0,0001                                      |

V mapě na Obr. 6.1 jsou symbolicky znázorněny výsledky hydrometrických měření, provedených v červenci, srpnu (a částečně v září), 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 uloženy 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.



Obr. 6.1 – Přehled vodoměrných profilů, ve kterých byl změřen průtok 355denní a menší.

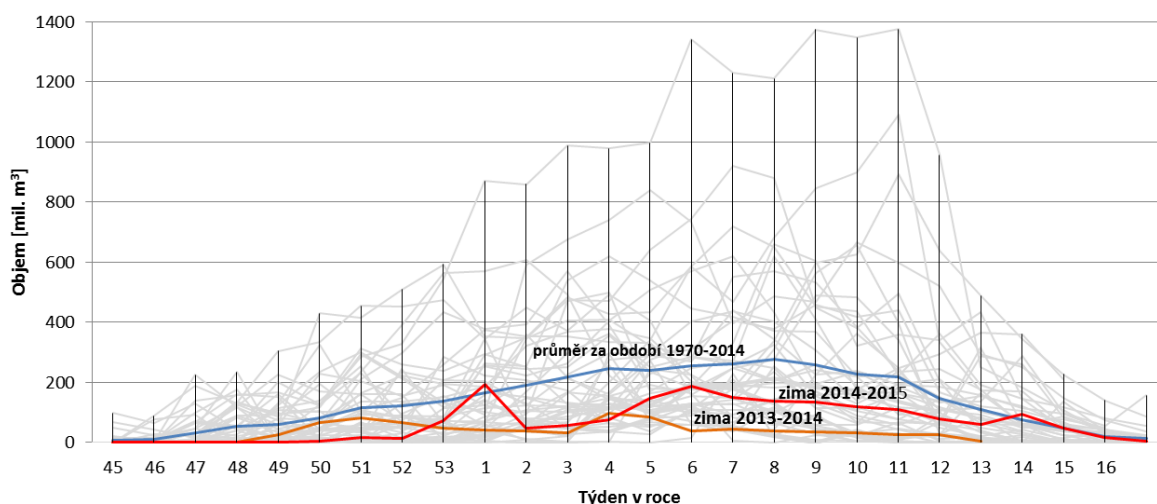


## 6.2. Vyhodnocení vývoje sněhových zásob

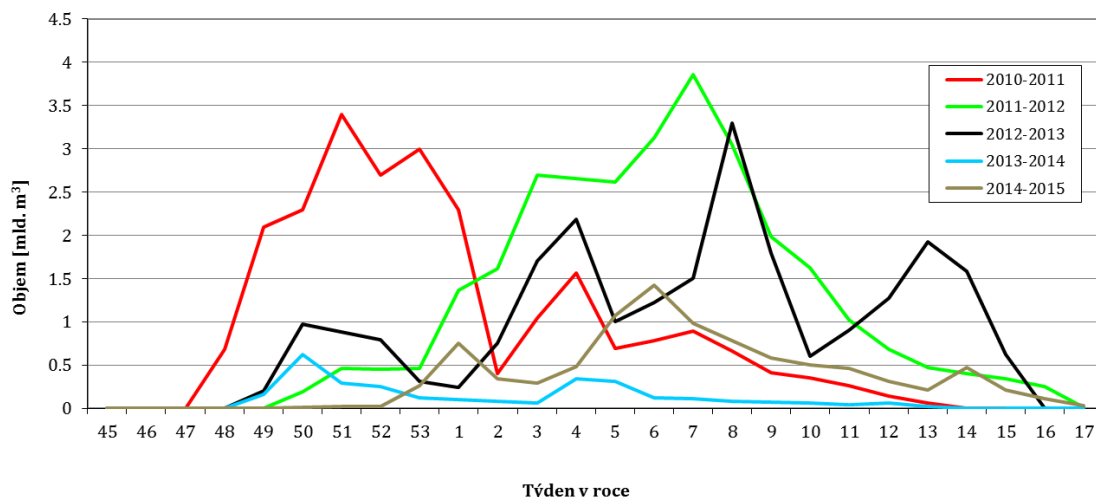
Poslední dvě zimní sezóny před výskytem hydrologického sucha v roce 2015 byly z hlediska sněhových zásob podprůměrné. Zima 2013/2014 byla výrazně podprůměrná ve všech výškových polohách, v roce 2014/15 byly zásoby menší než je obvyklé hlavně ve středních a nižších polohách. Současně obě zimní sezony byly výrazně teplotně nadprůměrné.

Zásoby vody akumulované ve sněhu byly v zimní sezóně 2013/2014 ve všech sledovaných povodích výrazně podprůměrné. Ve středních a nižších polohách se sněhová pokrývka vyskytovala jen minimálně a krátce, nebo se nevyskytla vůbec. Sněhové zásoby se začaly tvořit začátkem prosince a jejich celkové maximum bylo zaznamenáno již na konci první dekády prosince (9. 12.), kdy objem vody ve sněhové pokrývce na celém území ČR dosahoval pouhých 0,62 mld m<sup>3</sup>. Jednalo se tak o na sních nejchudší zimu za dobu vyhodnocování od roku 1970 s negativními důsledky pro doplňování podzemních vod (Obr. 6.2).

Také zimní sezóna 2014/2015 byla podprůměrná z hlediska množství sněhových zásob, kdy sněhové zásoby se vyskytovaly zejména v horských oblastech, zatímco nižší polohy zůstaly téměř bez výskytu sněhu a ve středních polohách se sněhová pokrývka vyskytla jen na počátku února. Ke dni 9. 2. 2015 bylo zaznamenáno maximum sněhových zásob pro území ČR dosahující objemu vody 1,42 mld m<sup>3</sup>, což odpovídá 18 mm výšky odtoku. V následujícím období sněhové zásoby ve středních a nižších polohách ubývaly, zatímco v nejvyšších horských oblastech bylo sněhové maximum dosaženo na počátku března. Zejména v nižších a středních polohách tak nedocházelo k významnějšímu doplnění zásob vody v půdě a podzemních vod z tání sněhu, ale spíše z dešťových srážek.



Obr. 6.2 – Vývoj zásob sněhu v jednotlivých zimách v povodí po VD Orlík od roku 1970.



Obr. 6.3 – Vývoj zásob sněhu v zimách od roku 2010 na území České republiky.

### 6.3. Vyhodnocení vývoje vodnosti vybraných toků

Na Obr. 6.4 – 6.7 jsou znázorněny hydrogramy průměrných denních průtoků od 1. dubna 2015 do 31. srpna 2015 ve vybraných vodoměrných stanicích s vyznačením linií představujících 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. Hydrologické charakteristiky odpovídají referenčnímu období 1981–2010.

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. 6.2), 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.

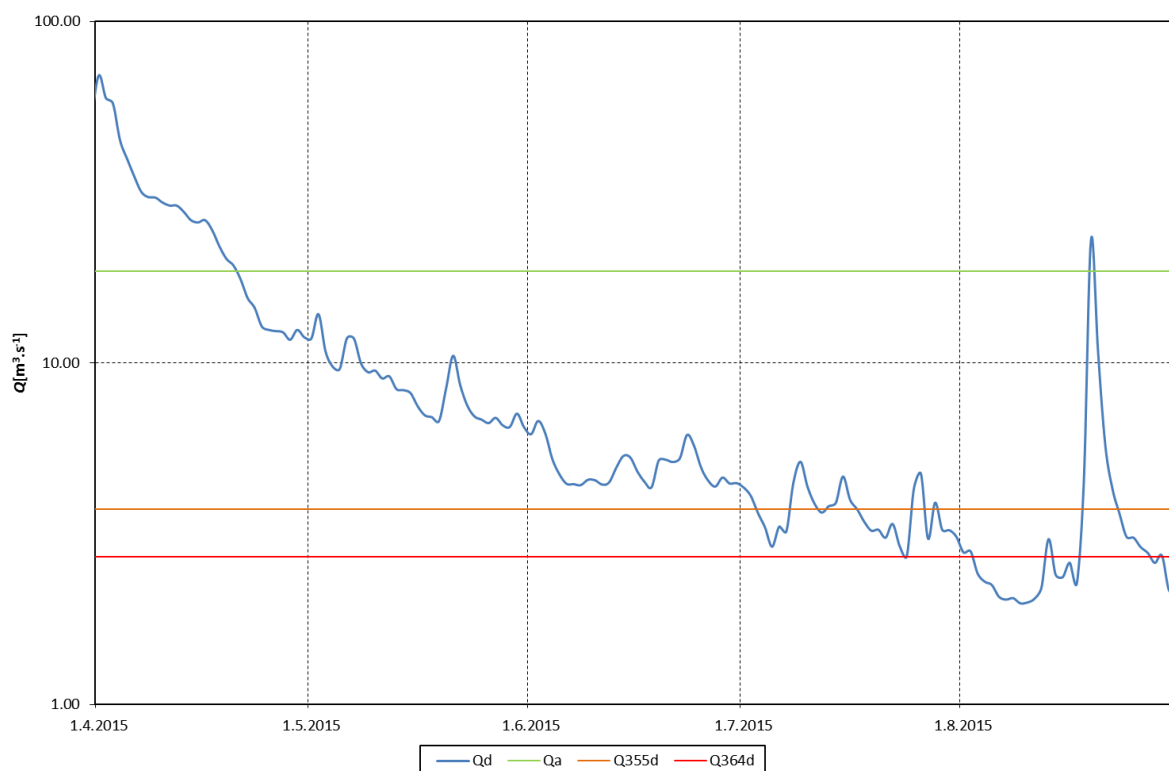
Od začátku května již docházelo převážně k poklesu hladin vodních toků, občas přerušeným většinou nepříliš významnými srážkami. Např. na Orlici v Týništi nad Orlicí (Obr. 6.4) již v druhé polovině dubna klesla hladina vody pod úroveň dlouhodobého průměrného průtoků, na Odře ve Svinově (Obr. 6.7) rovněž, ale v průběhu května ještě hladina kolísala. Na příkladu menšího podhorského toku (Blanice v Blanickém Mlýně, Obr. 6.6) je zřetelná větší rozkolísanost průtoků vlivem občasných srážek ještě v průběhu června a pokles hladiny pod úroveň 355denního průtoků až počátkem srpna.

Přelom června a července, kdy se výrazně oteplovalo a teploty postupně dosáhly 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 průtoků, viz mapa na Obr. 6.1, přičemž došlo i k vyschnutí mnoha drobných vodotečí, ale i některých větších potoků.

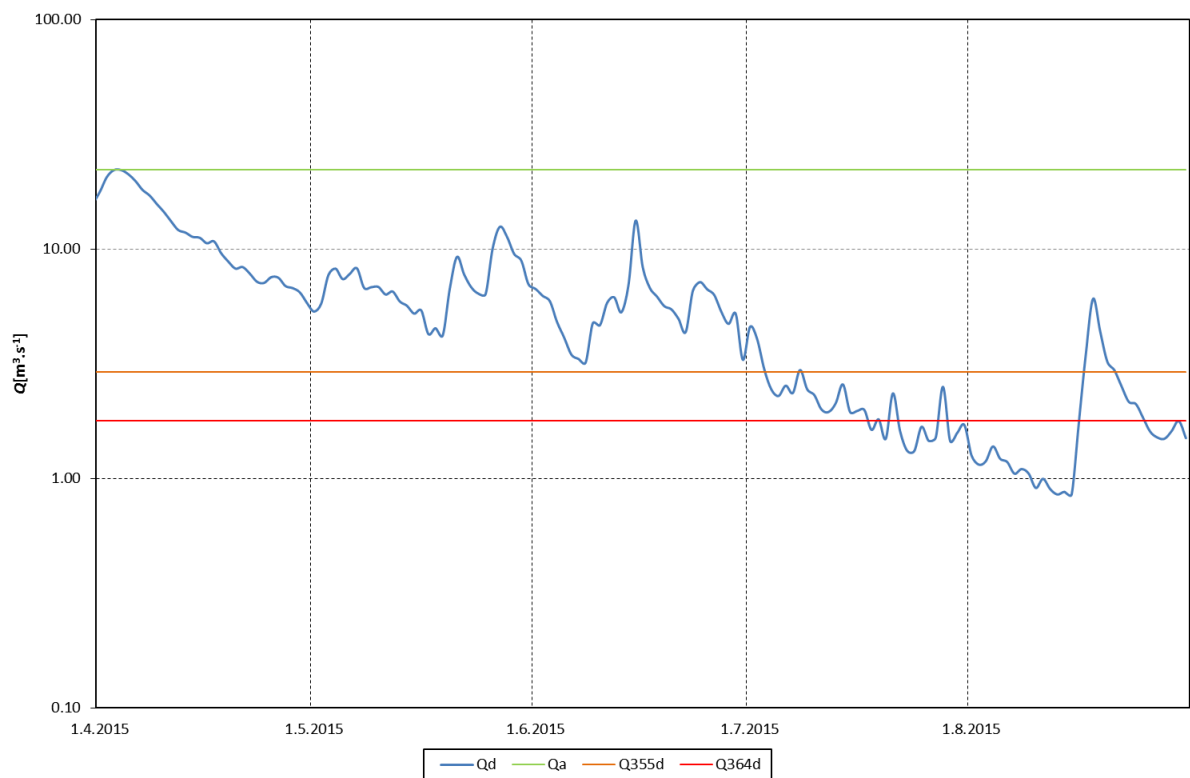
Vedle nedostatku srážek hrál podstatnou roli i větší výpar z vodní hladiny toků a nádrží, což se markantně projevilo zejména na povodích s rozsáhlými soustavami rybníků, zejména Lužnice (Obr. 6.5). Potvrdila se tak skutečnost, že velké chovné rybníky v době sucha zhoršují průtokový režim v tocích, protože zadržují vodu a nadto v období vysokých teplot dochází k velkému výparu z hladiny rybníků. Oproti tomu víceúčelové velké vodní nádrže (Lipno, Orlik), které v době sucha nadlepšují minimální průtoky, významně průtokové poměry v úsecích toků pod nádržemi zlepšují. Nádrže Vltavské kaskády značně přispěly ke zmírnění dopadu sucha na dolní Vltavě a dolním Labi. Vliv vodních nádrží na průtoky bude podrobněji vyhodnocen v další zprávě o suchu.

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 (1120 km<sup>2</sup>) spadlo od 16. do 19. srpna v průměru 98 mm, z čehož však přímo oteklo 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 nepřímou ukázala rozsah půdního sucha v polovině srpna a nepřímou dokumentovala i retenční schopnost půdy. Průtoková vlna z poloviny srpna je jasně patrná z hydrogramu průtoků na Orlici v Týništi nad Orlicí (Obr. 6.4), přičemž hladina poté velmi rychle poklesla téměř na předchozí úroveň.

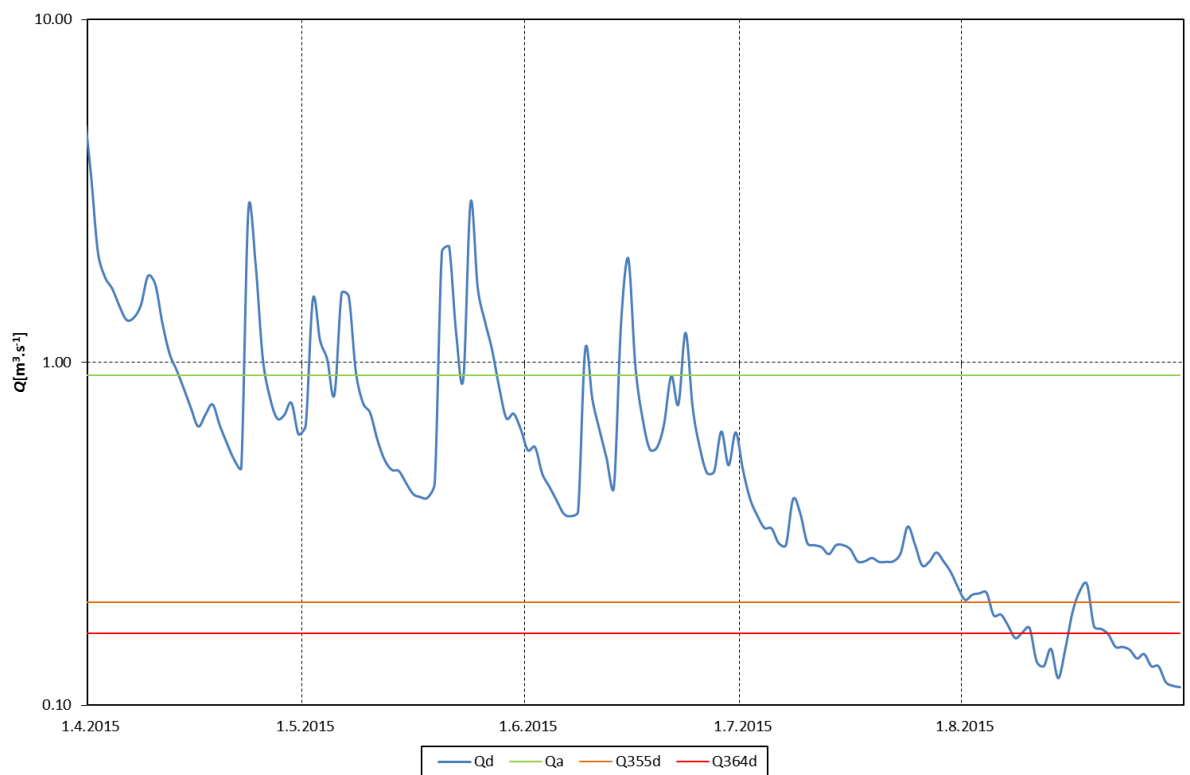
Po přechodném ochlazení na začátku druhé poloviny srpna došlo opět k nárůstu teplot až k tropickým hodnotám v posledním srpnovém týdnu, a stav hydrologického sucha se na většině toků obnovil.



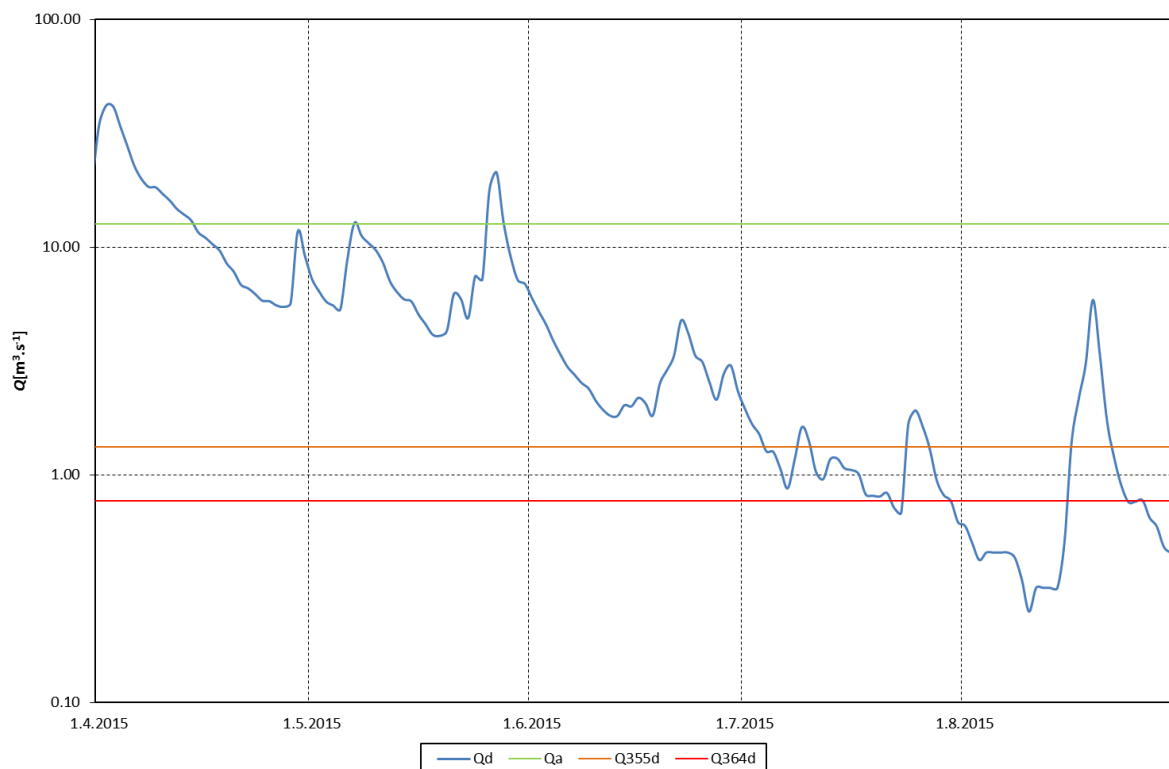
Obr. 6.4 – Hydrogram průměrných denních průtoků na Orlici v profilu Týniště nad Orlicí



Obr. 6.5 – Hydrogram průměrných denních průtoků na Lužnici v profilu Bechyně



Obr. 6.6 – Hydrogram průměrných denních průtoků na Blanici v profilu Blanický Mlýn



Obr. 6.7 – Hydrogram průměrných denních průtoků na Odře v profilu Ostrava-Svinov

#### 6.4. 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. Jde 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. 6.8 – 6.11 jsou pro čtyři 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. 6.10) jsou 30denní minimální odtokové výšky znázorněny 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 uvedené období duben-březen přiřazena předchozímu roku. Týká se to např. minimálních průtoků v lednu a únoru 1954, která jsou přiřazena roku 1953.

Dle charakteru hydrologického režimu v jednotlivých profilech představuje Lužnice v Bechyni (Obr. 6.8) tok, jehož průtoky jsou ovlivněny hospodařením v rozsáhlé rybníční 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 tak silně projeví 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 pozorování. Tento extrém vznikl následkem několika jevů: výrazný deficit srážek, extrémní teploty v červenci a srpnu a s tím spojený vysoký výpar z hladin rybníků. Z grafu na Obr. 6.8 je dále patrné, že velmi výrazné hydrologické sucho se zde rovněž vyskytlo v letech 1950, 1951, 1953 a dále v roce 1990 a 2003.

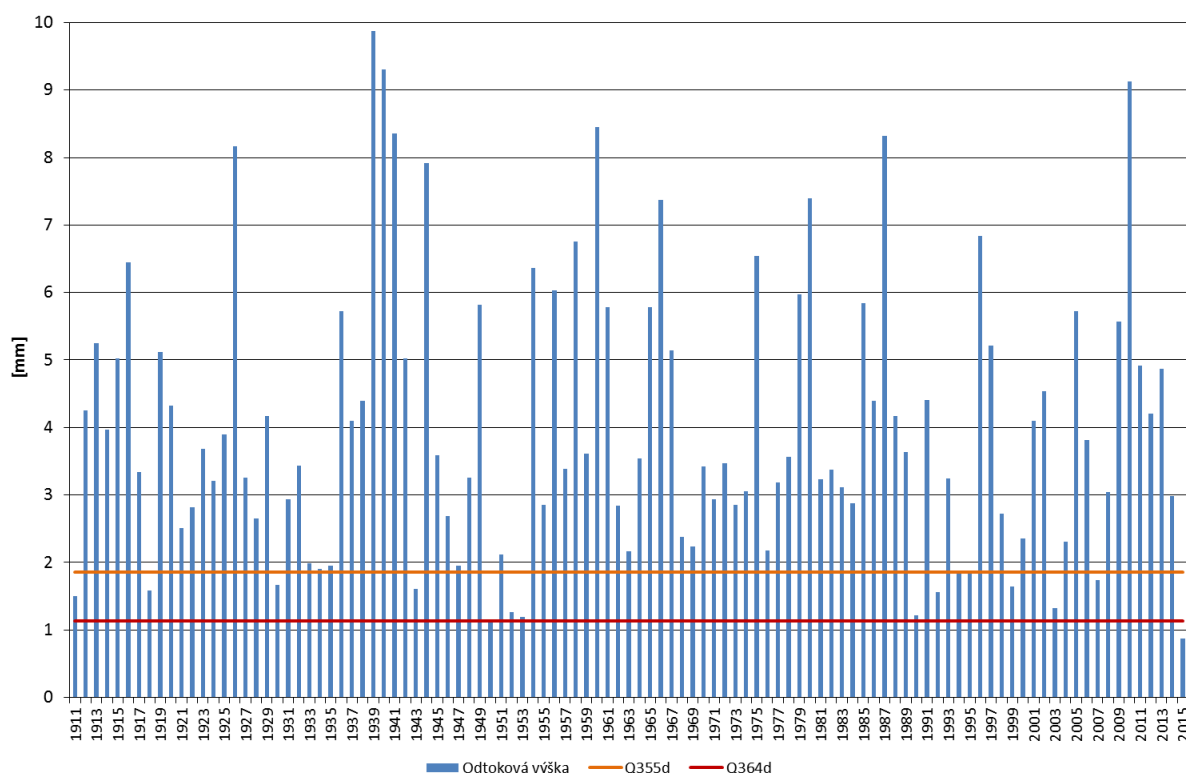


Sázava ve Zruči nad Sázavou (Obr. 6.9) představuje tok s málo ovlivněným hydrologickým režimem. Nejvýraznější hydrologické sucho zde bylo od počátku vyhodnocení průtoků zaznamenáno v roce 1947, přičemž sucho v letech 1943, 1952, 1953 a 2003 jsou srovnatelná s hydrologickým suchem v roce 2015.

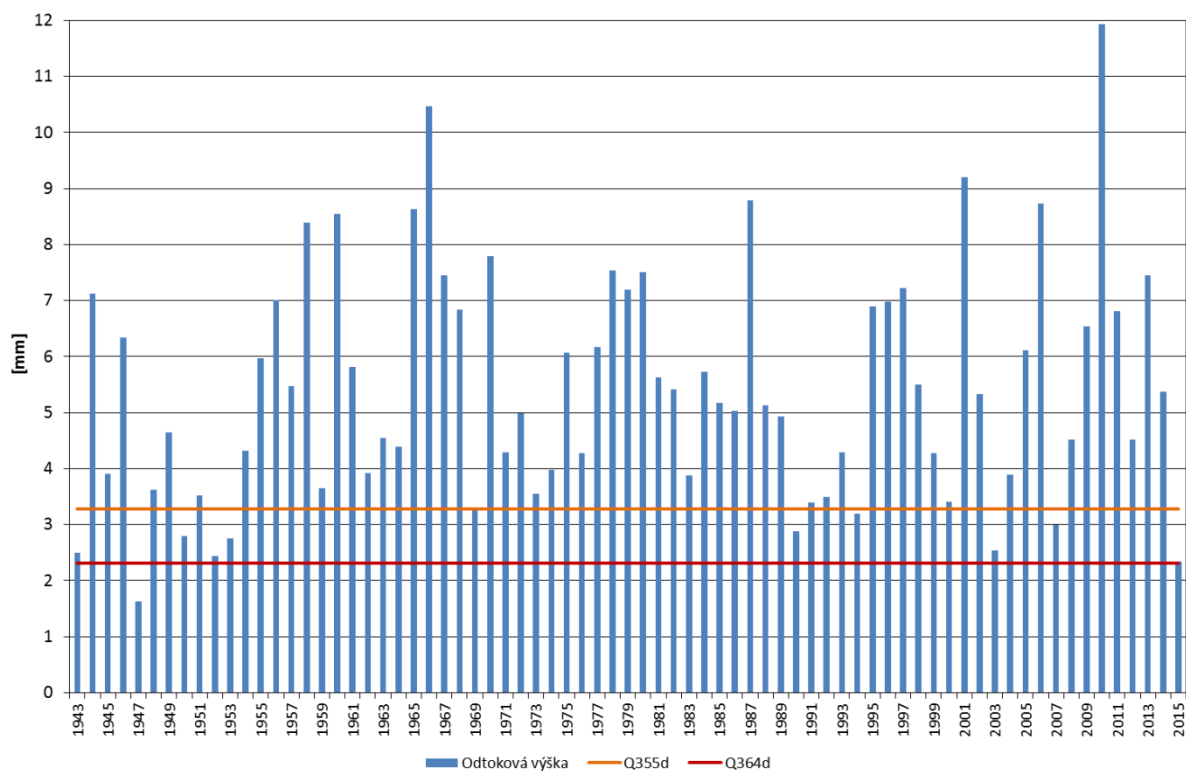
V profilu Děčín na Labi (Obr. 6.10) je k dispozici nejdelší řada s vyhodnocenými průměrnými denními průtoky, a to od roku 1888. V grafu jsou pro lepší přehlednost znázorněna data až od roku 1901. Hydrologický režim je výrazně ovlivněn činností nádrží Vltavské kaskády (Lipno I – od roku 1960, Orlík – od roku 1963) a částečně také provozem nádrží v povodí Ohře (Nechranice – od roku 1968). Z grafu na Obr. 6.10 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. 6.11) 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.

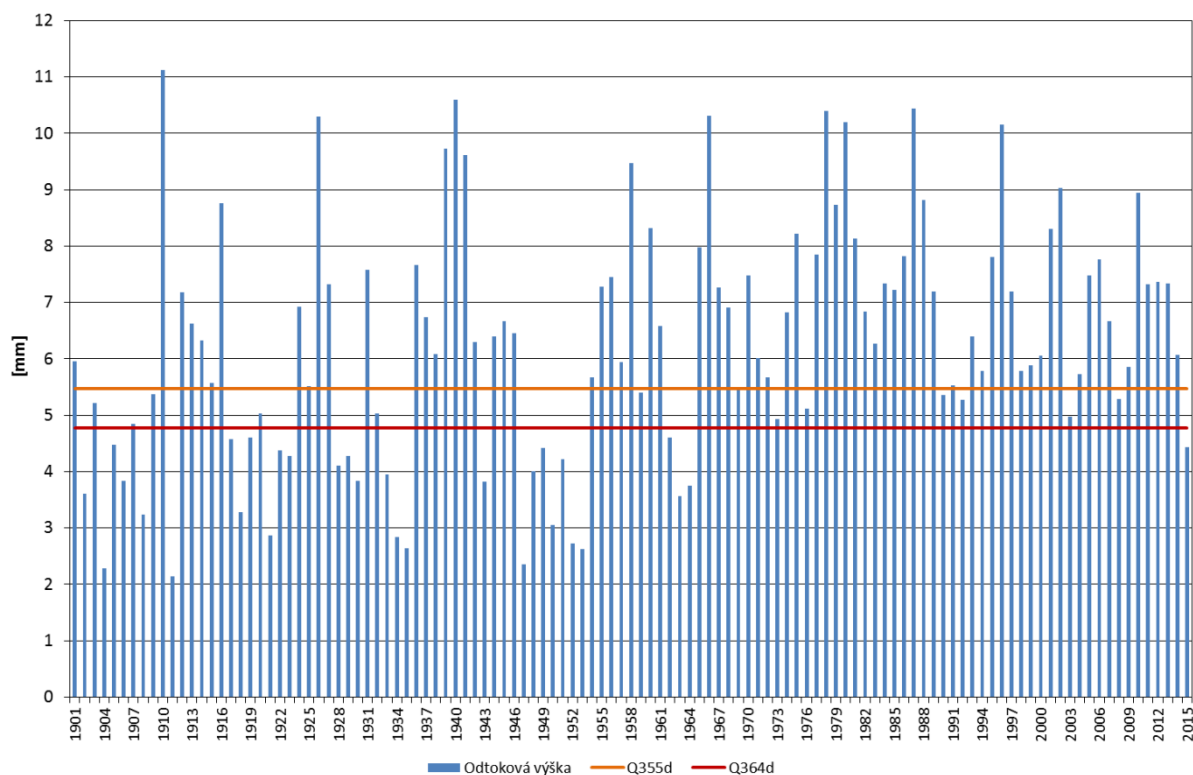
Ve třech profilech byl proveden statistický odhad extremity 30denní odtokové výšky. V profilech Týniště nad Orlicí na Orlici a Svinov na Odře vychází odhad doby opakování na 10–20 let, v Bechyni na Lužnici na 50–100 let.



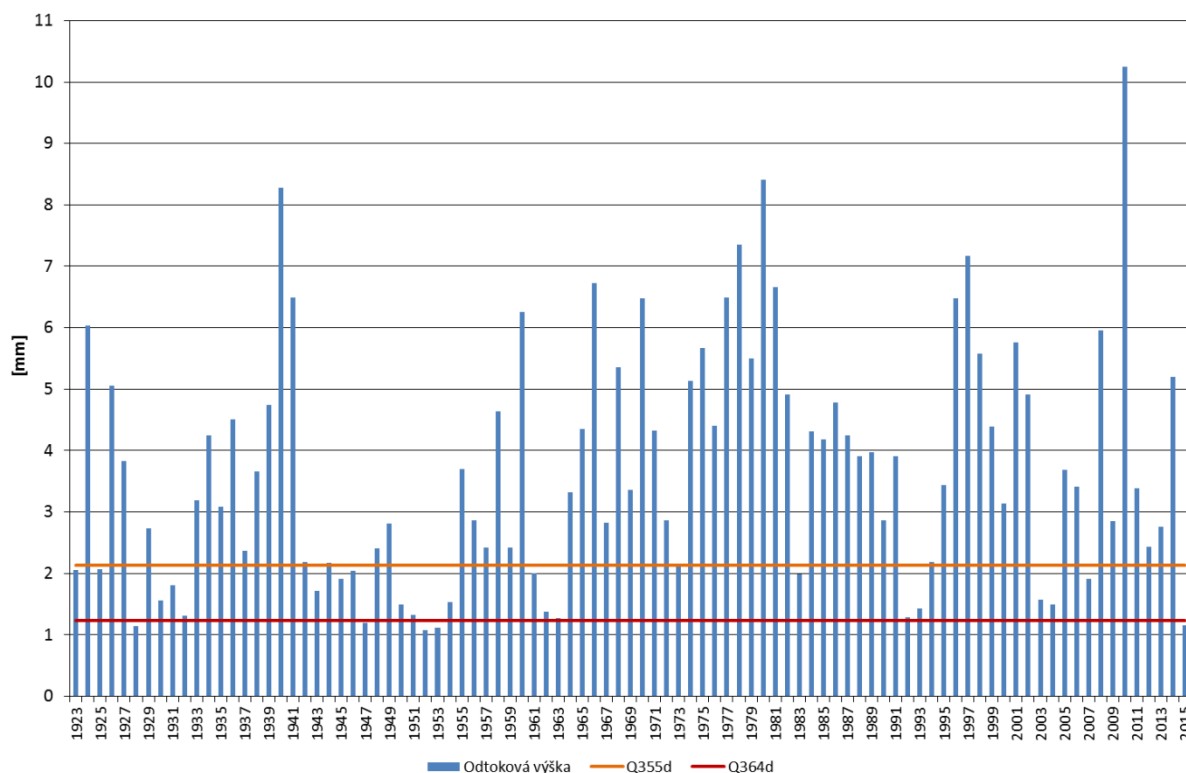
Obr. 6.8 – 30denní minimální roční odtokové výšky na Lužnici v profilu Bechyně



Obr. 6.9 – 30denní minimální roční odtokové výšky na Sázavě v profilu Zruč nad Sázavou



Obr. 6.10 – 30denní minimální roční odtokové výšky na Labi v profilu Děčín



Obr. 6.11 – 30denní minimální roční odtokové výšky na Odře v profilu Ostrava-Svinov

Komplexnější analýza extremity minimálních průtoků bude provedena až po důkladném vyhodnocení průtoků ve vodoměrných stanicích. Už teď však lze konstatovat, že zhodnotit periodicitu výskytu hydrologického sucha z roku 2015 bude v rámci celého území ČR poměrně obtížné, protože různá míra antropogenního ovlivnění, fyzicko-geografické poměry a klimatické poměry České republiky způsobují, že hydrologický režim minimálních průtoků je regionálně odlišný.

## 6.5. Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků

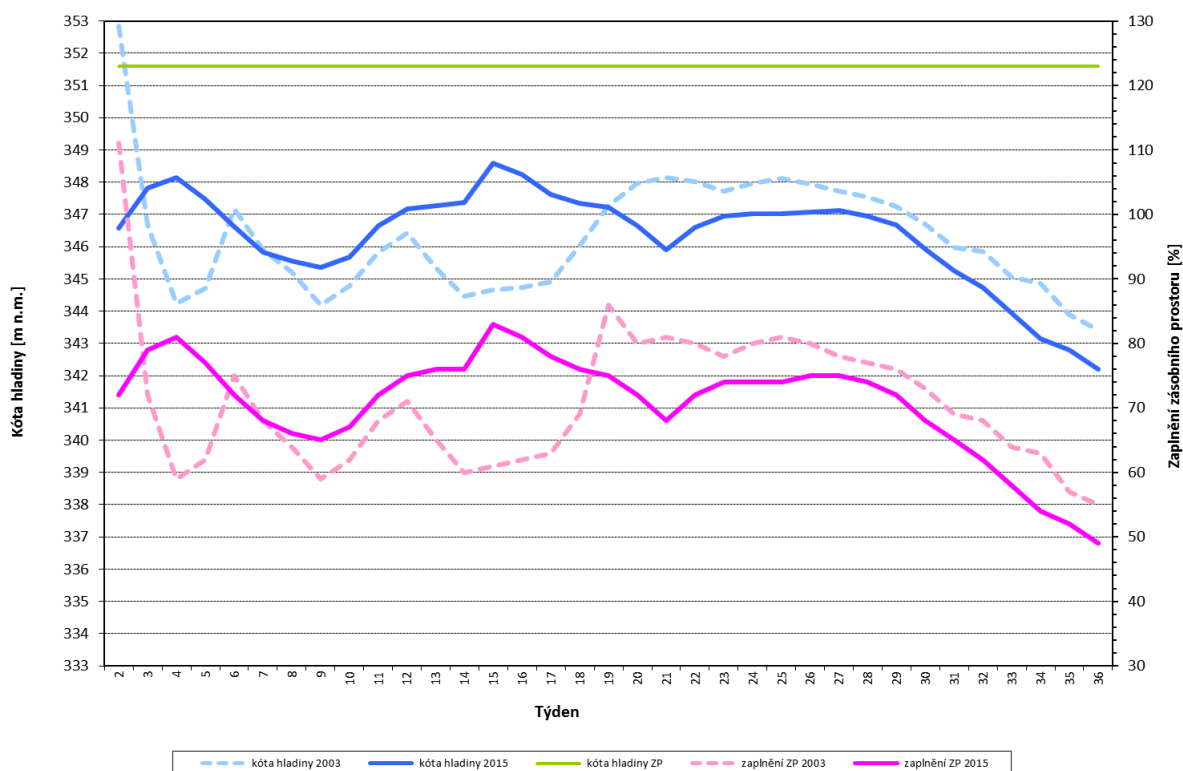
### Vývoj plnění vodních nádrží

Deficit srážek a relativně teplé počasí se nepříznivě projevilo i ve vývoji plnění vodohospodářsky významných vodních nádrží. V prvním čtvrtletí kolísaly kóty hladin na obvyklých úrovních a zaplnění zásobních prostorů nádrží se pohybovalo v průměru mezi 80 až 85 %, u vodárenských nádrží byla zásoba zpravidla ještě větší. Plnění pak pokračovalo ve druhém čtvrtletí asi do poloviny května, kdy dosahovalo největších hodnot dosavadního průběhu roku 2015 kolem 90 % objemu zásobních prostorů. Již tehdy se však místy začaly projevovat slabé srážky z dubna a května v podobě slábnoucích přítoků a zhruba od poloviny května do konce června docházelo k soustavnému pozvolnému poklesu zásob vody v nádržích. V následujících teplých a srážkově chudých měsících trend poklesu zesílil a na konci srpna dosáhla zásobní akumulace prozatím nejmenších hodnot, v průměru kolem 75 %, při rozptylu mezi 50 % (Vranov, Fláje, Rozkoš, Pastviny) až 95 % (Slapy, Brněnská), extrémně pak 30 % (Šance), kde však byl způsoben probíhajícími opravami vodního díla. Celkový pokles se v období od ledna do srpna u sledované skupiny nádrží představoval v průměru úbytek asi třetiny zásob (viz příklady na Obr. 6.12 – Obr. 6.15).

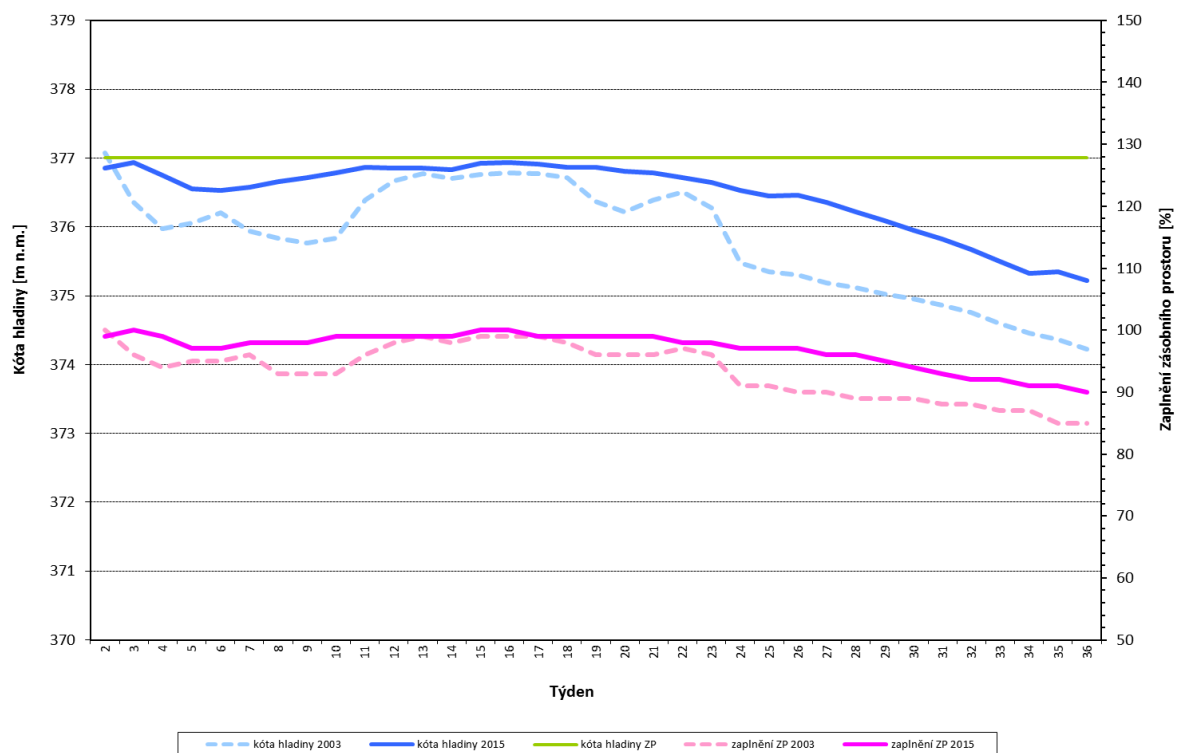
Svým nezanedbatelným dílem přispěl ke ztrátám vody v nádržích i enormní výpar z volné hladiny v nadprůměrně teplých letních měsících, zejména pak během nebývalého počtu

tropických dnů, které se vyskytly v souvislých řadách v červenci a především v první polovině srpna.

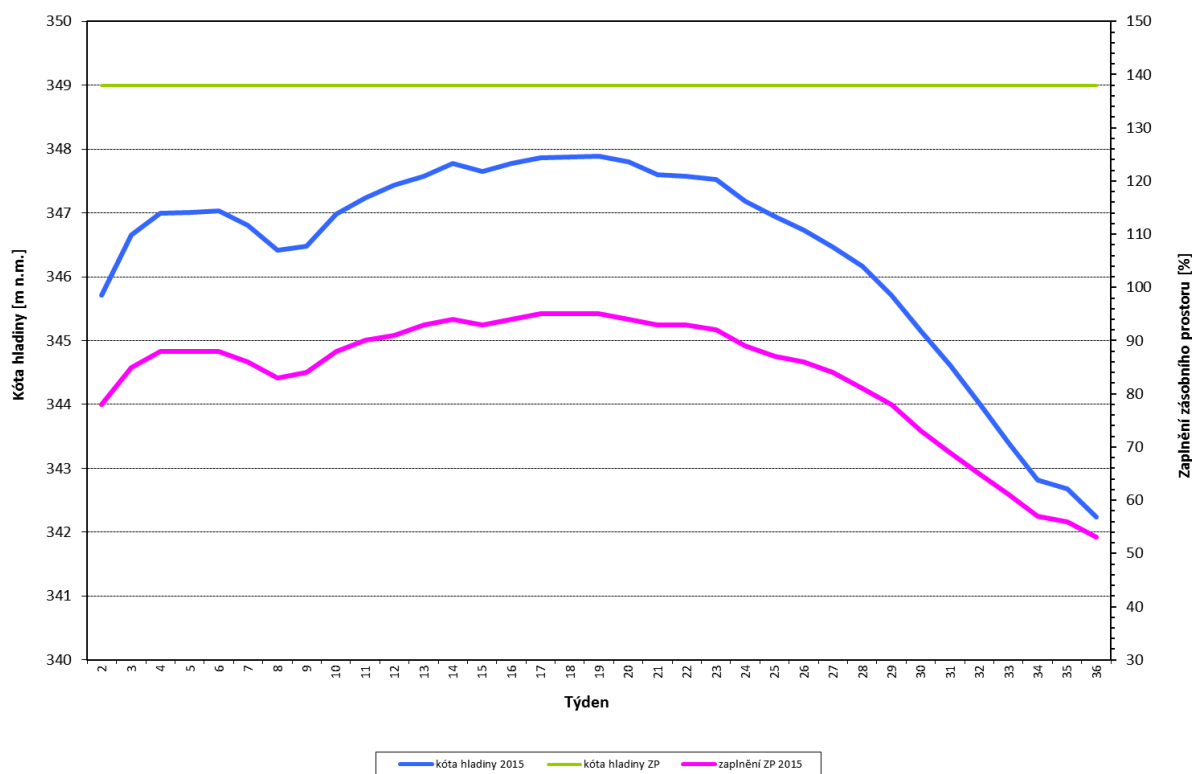
K podobnému průběhu akumulace vody v zásobních prostorech nádrží docházelo i v suchém roce 2003 (viz příklady VD Orlík a Švihov na Obr. 6.12, resp. 6.13). Tehdy se období plnění i prázdnění nápadně shodovala s průměrným průběhem v letošním roce, včetně doby výskytu maxim a dosavadních minim. Významnější rozdíl byl pouze na počátku roku 2003, kdy průměrné hodnoty byly asi o 2 až 15 % větší než letos, zatímco v ostatních měsících přibližně o 1 až 5 % menší než v roce letošním. Minimální akumulace vody v zásobních prostorech byla v roce 2003 ve druhé polovině listopadu a v prosinci, a to na úrovni ca 60 % objemu. Celková ztráta během roku tak představovala průměrně asi 40 % zásob.



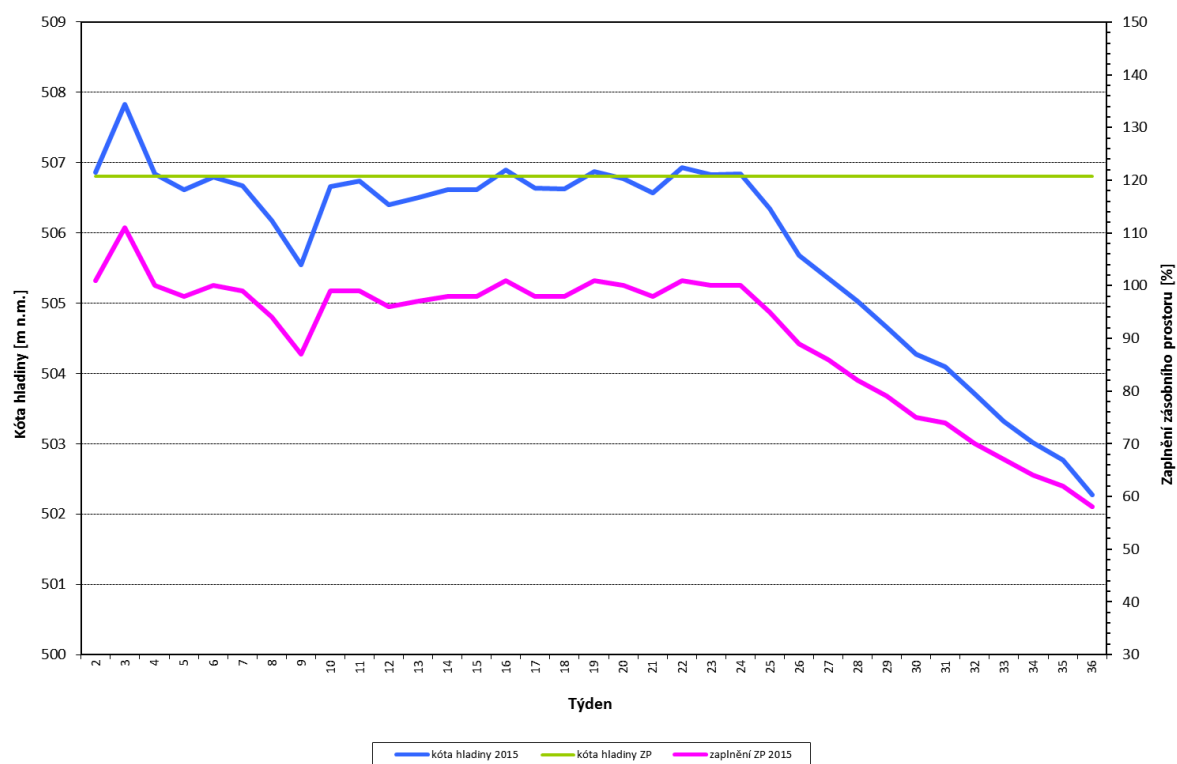
Obr. 6.12 – Vývoj plnění vodní nádrže Orlík na Vltavě v roce 2015 v porovnání s rokem 2003.



Obr. 6.13 – Vývoj plnění vodní nádrže Švihov na Želivce v roce 2015 v porovnání s rokem 2003.



Obr. 6.14 – Vývoj plnění vodní nádrže Vranov na Dyji v roce 2015.



Obr. 6.15 – Vývoj plnění vodní nádrže Morávka na řece Morávce v roce 2015. Pokles plnění nádrže byl ovlivněn nalepšováním průtoku Ostravice, za situace probíhajících oprav VD Šance.



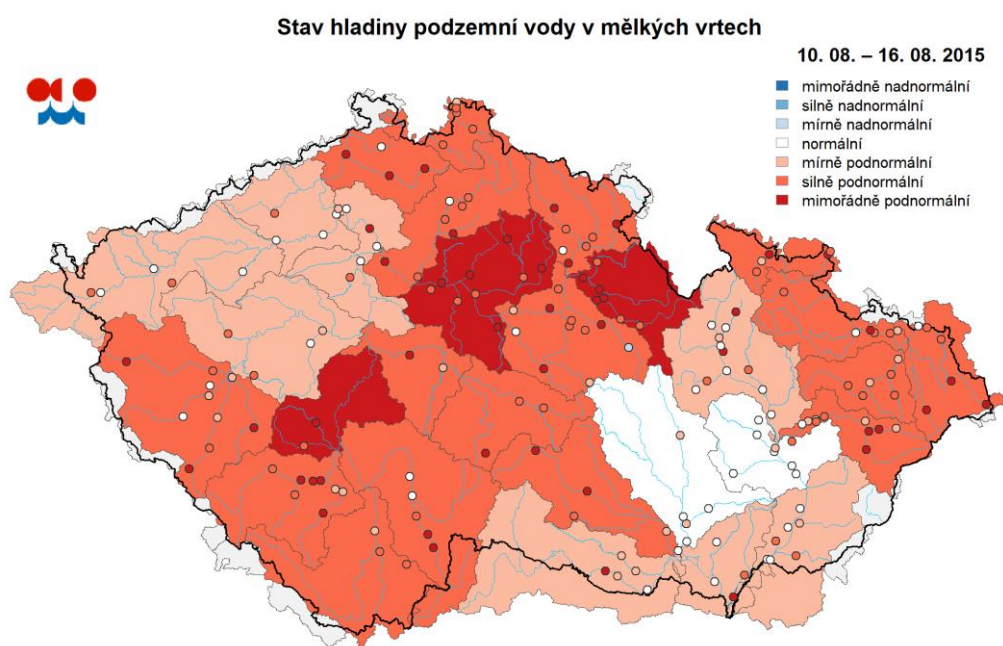
## 7. Vyhodnocení stavu podzemních vod

### 7.1 Vyhodnocení hladin mělkých vrtů a vydatnosti pramenů

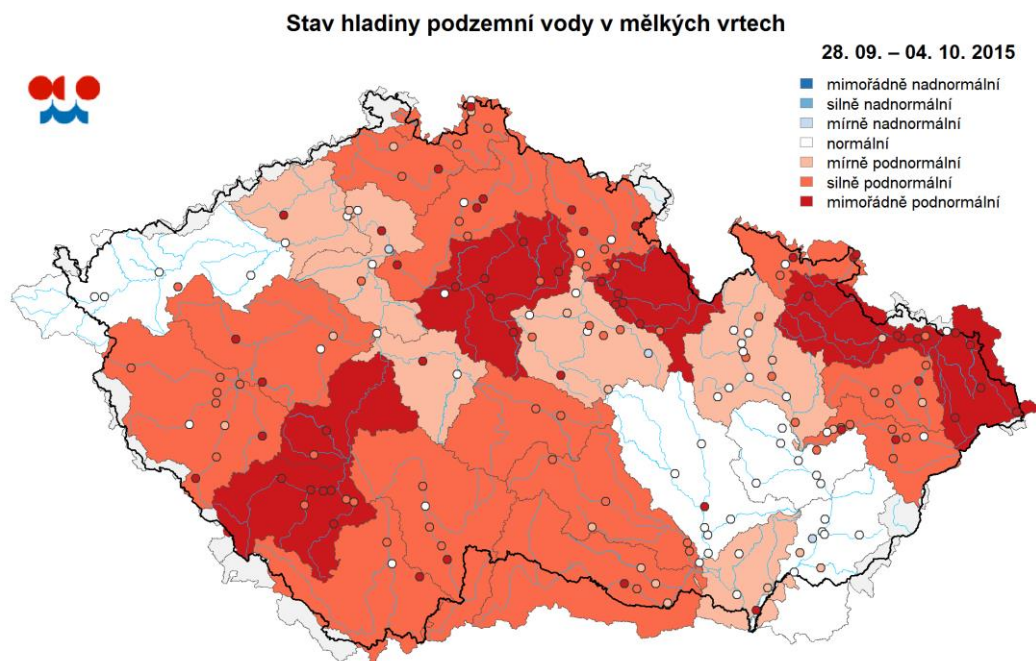
K hodnocení dosavadního průběhu stavu podzemních vod v letošním roce (2015) byly využity objekty hlásné sítě, které reprezentují odlišné geografické tak i horninové prostředí naší republiky. Nejsušším obdobím z hlediska zařazení sledovaných veličin na křivky překročení byl dosud 33. týden (polovina srpna), kdy 59 % hladin mělkých vrtů kleslo na silně podnormální nebo mimořádně podnormální úroveň. Tyto nízké 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 (povodí Dyje) viz *obr. 7.1 a 7.2*.

Srážky koncem srpna přispěly ke zmírnění klesání mělkých hladin a vydatností pramenů, místy bylo zaznamenáno i jejich dočasné zvýšení. V dalších týdnech však opět sledované veličiny klesaly, i když mírněji než v předchozím období. Počet nízkých mělkých hladin i vydatností, zůstal proto v září podobný jako v předchozím měsíci, stejně jako nepříznivé hodnoty na měsíčních křivkách překročení (MKP).

Nejsuššími oblastmi ke konci září byly zejména severovýchodní Čechy (povodí Horního Labe - 83 % MKP hladiny, 88 % MKP vydatnosti) a severovýchodní Morava (povodí Odry – 89 % MKP hladiny, 88 % vydatnosti). V těchto regionech se také vyskytovala převážná část historicky minimálních měsíčních hladin i vydatností. Jejich počet (24 % mělkých hladin a 22 % vydatností) je dvakrát vyšší než ve stejném období podobně suchého roku 1992. Naopak příznivější stav podzemních vod, i když také nízký, je na jižní Moravě (povodí Dyje – 67 % MKP hladiny, 66 % MKP vydatnosti) a v západní polovině Čech (povodí Berounky a Dolního Labe – hladiny i vydatnosti 70 % MKP) viz *obr 7.3*.

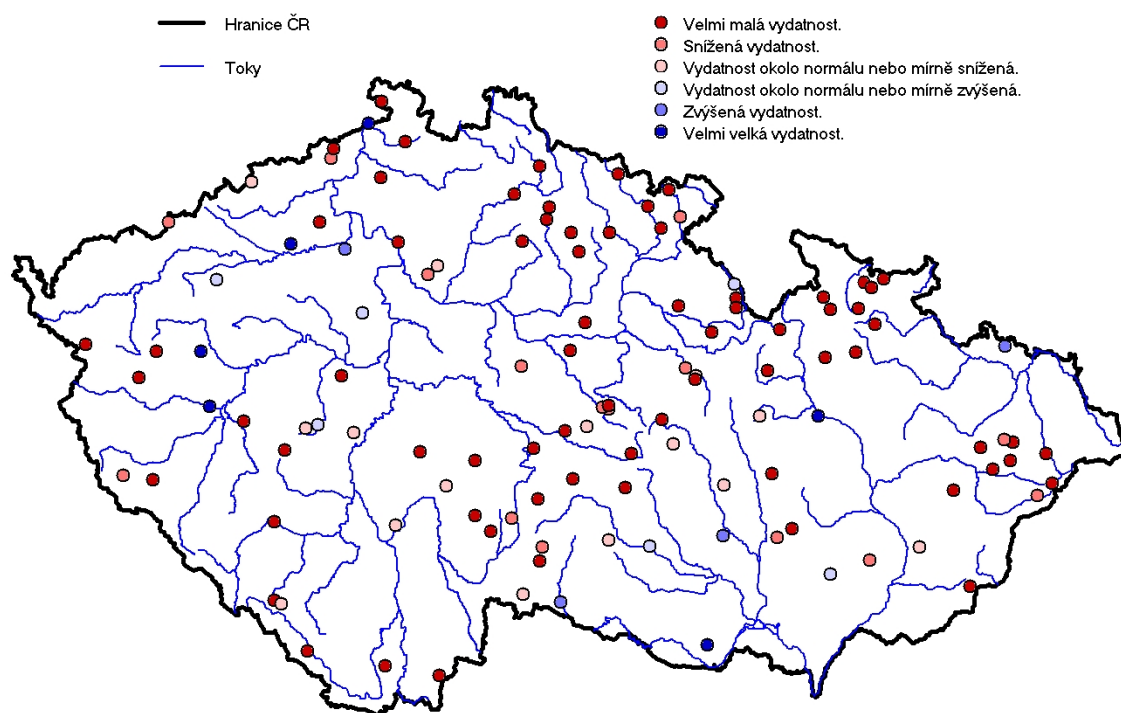


*Obr. 7.1 - Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech – 33. týden 2015*

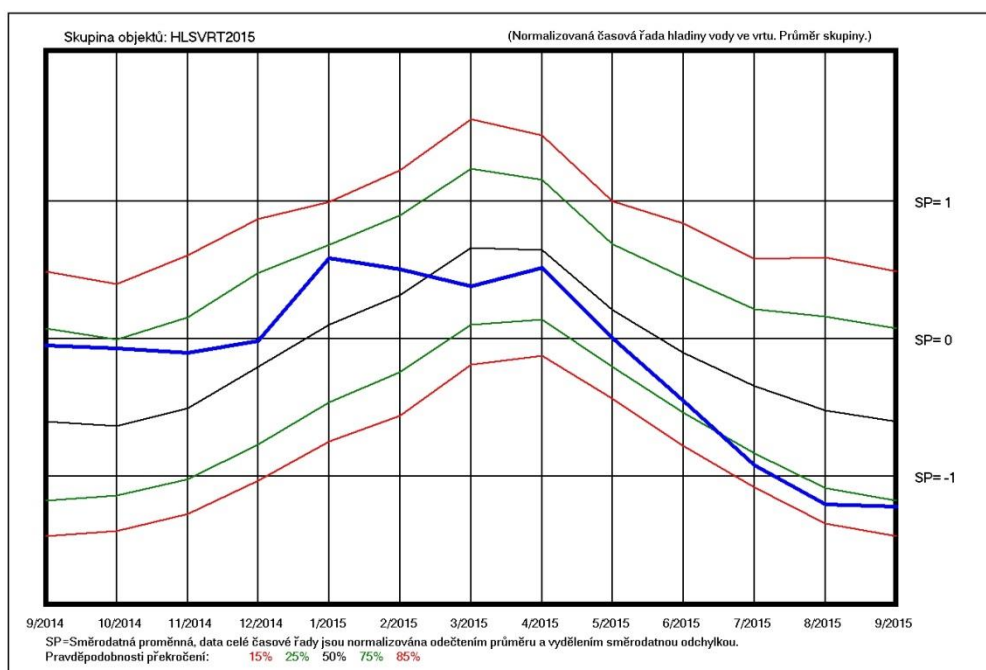


Obr. 7.2 - Stav hladiny podzemních vod v mělkých vrtech – 40. týden 2015

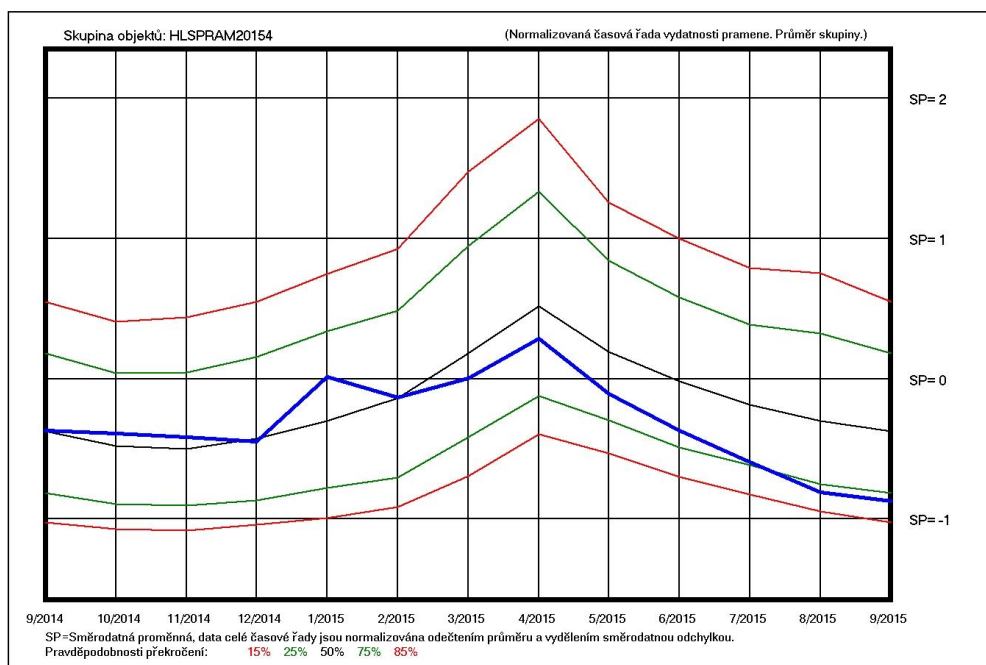
Vydatnosti pramenů hodnocené podle pravděpodobnosti překročení pro měsíc: 09/2015



Obr.7.3 – Vydatnosti pramenů – 40.týden 2015



Obr. 7.4 – Průběh vyhodnocení průměrného normalizovaného stavu hladin v hlásné síti mělkých vrtů (modře) za období od září 2014 ve srovnání s dlouhodobými hodnotami 1981-2010.

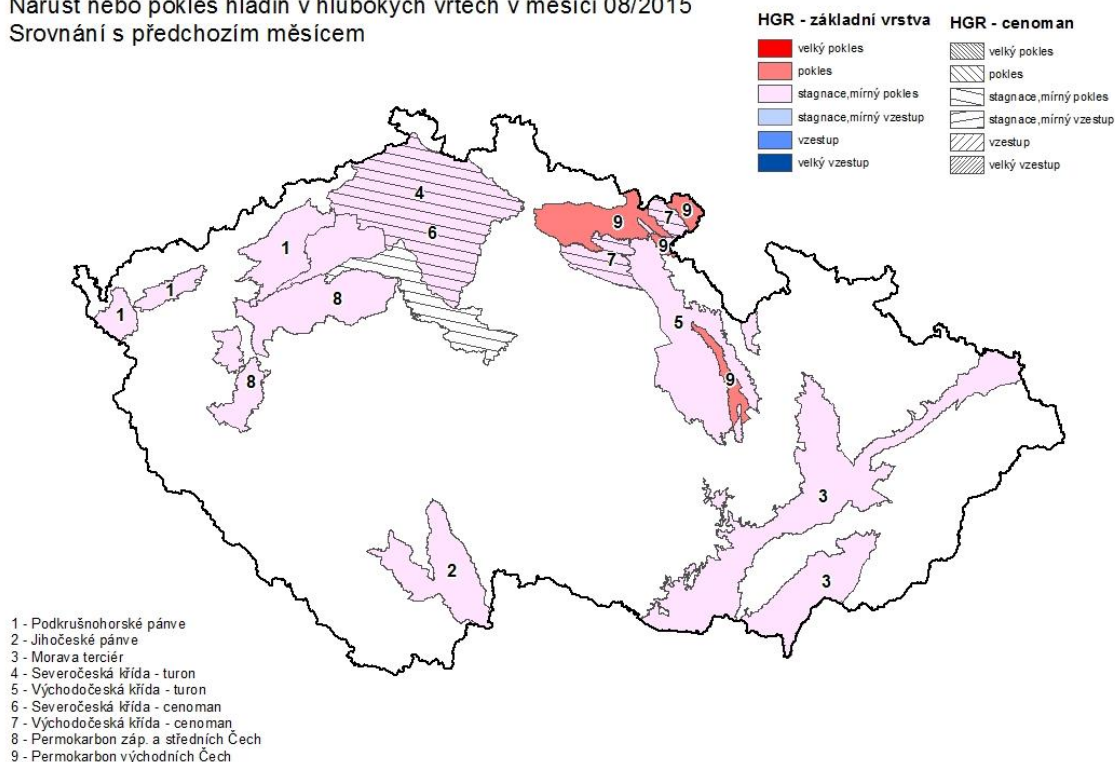


Obr. 7.5 – Průběh vyhodnocení průměrného normalizované vydatnosti pramenů v hlásné síti (modře) za období od září 2014 ve srovnání s dlouhodobými hodnotami 1981-2010.

## 7.2 Vyhodnocení hladin hlubokých vrtů

Poněkud odlišná je situace u nejhlubších zvodní monitorovaných hlubokými vrty. Až do května byly hladiny setrvalé, s občasnými poklesy i vzestupy a v meziročním srovnání podobné. Mírné klesání se začalo projevovat až s nástupem léta. V září 2015 je sice v porovnání se stejným obdobím minulého roku patrný pokles o různé intenzitě ve většině sledovaných oblastí, nejedná se však zatím o extrémně nízké hodnoty jako v mělčích zvodních. Pouze v oblasti permokarbonu východních Čech došlo k výraznějším poklesům hlubokých hladin u 67 % sledovaných objektů viz *obr. 7.6*.

Nárůst nebo pokles hladin v hlubokých vrtech v měsíci 08/2015  
Srovnání s předchozím měsícem



*Obr. 7.6 - Nárůst nebo pokles hladin v hlubokých vrtech v srpnu 2015*

V průběhu roku bývají hladiny a vydatnosti nejnižší s příchodem podzimu (září, říjen). Pak obvykle s klesající teplotou a ukončením vegetačního období klesá evapotranspirace a doplňování podzemních vod se zlepšuje. Prognóza dalšího vývoje podzemních vod a jejich doplňování je tedy zcela závislá od množství a charakteru srážek v příštích měsících. Celkové a přesnější zhodnocení letošního sucha a porovnání s předchozími suchými roky (např. 1974, 1992, 2003) bude tedy možné až po ukončení celého ročního cyklu.



## 8. Vliv sucha na jakost vod

Sucho jako hydrologický extrém pochopitelně ovlivňuje i jakost vod a vodní flóru a faunu. Minimální průtoky mohou negativně ovlivnit přežití vodních organismů, v důsledku nedostatečného okysličování vody, horšího ředění vypouštěných znečištěných vod, případně až úplného vyschnutí některých lokalit. Naopak se omezuje vyplavování látek z půdy 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 po získání laboratorních analýz vzorků v rámci monitoringu pevných matric ČHMÚ.

Dosud známé projevy sucha v oblasti povrchových vod tak představují zejména vynucené zastavení provozu automatických vzorkovačů v důsledku poklesu hladiny sledovaných toků, které znemožnil vlastní odběr vzorků zařízeními umístěnými v toku. V neposlední řadě je to i možné ovlivnění jednotlivých vzorků pro sledování plavenin v důsledku možnosti zvržení sedimentu při odběru vzorku v profilech s velmi nízkým stavem vody a tím i nadhodnocení koncentrací plavenin v takto odebraných vzorcích. Ve sledovaném období bylo z důvodu nízkého stavu vzorkování plavenin evidentně ovlivněno na 7 stanicích v celkovém počtu 286 vzorků, pravděpodobné ovlivnění bylo vyhodnoceno na 10 stanicích. Celkový počet ovlivněných vzorků bude možno vyčíslit až po verifikaci dat s hydrologickými údaji.

*Tab. 8.1. přehled neodebraných vzorků koncentrací plavenin v důsledku sucha v monitorovaných profilech.*

| DBC    | Název        | Tok      | Typ ovlivnění                                         | Období                    | Počet neodebraných /ovlivněných vzorků |
|--------|--------------|----------|-------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------|
| 167200 | Nespeky      | Sázava   | vzorky neodebrány - vzorkování vypnuto, nízká hladina | 9.7-17.7, 7.8-5.9         | 30                                     |
| 167200 | Nespeky      | Sázava   | nereprezentativní vzorek - nízká hladina              | 18.7-6.8.                 | 20                                     |
| 075000 | Sány         | Cidlina  | nereprezentativní vzorek - sání u dna                 | 15.6.- 22.9.2015          | 95                                     |
| 198600 | Srbsko       | Berounka | nereprezentativní vzorek - sání u dna                 | 13.7. - 25.9.2015         | 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                                      |

## 9. Sucho 2015 ve srovnání s historickými případy sucha

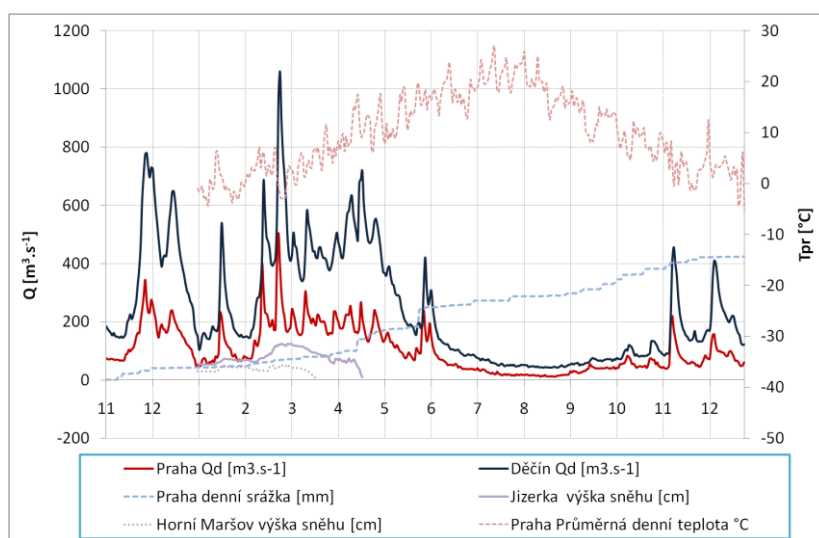
Hodnocení sucha 2015 v historickém kontextu bude dlouhodobý úkol. Hydrologické sucho v době zpracování této zprávy trvá a vyhodnocení např. z hlediska délky trvání není zatím možné. Hodnocení historických epizod je také omezeno datovým potenciálem, měřená data jsou zatím dostupná pro období posledních sta let, v řadě případů bude u starších dat nutné provést doplnění, digitalizaci a kontrolu. To se týká ranně instrumentálních dat z 19. století (vodní stavy, výšky sněhu, aj.), někdy i dat novějších např. ze 30. a 40. let 20. století, kdy chybí data (nebo nejsou aktuálně digitalizovaná) o sněhových zásobách.

### 9.1. Srovnání průtoků s historickými výskyty sucha

Hydrologické studie odvolávající se na historická sucha vycházely většinou z epizody 1947 případně 1953. Starší roky s výskytem sucha, tedy „historická sucha“ jsou méně známá, ačkoliv jim byla věnována pozornost v řadě starších (Augustin, 1894) či novějších odborných studií (např. Brázdil et al, 2007, Brázdil et al. 2013). Pokud se omezíme na ranně instrumentální období, jde především o suché roky či období 1834-1836, 1842, 1868 a 1874. V období instrumentální hydrologie jsou to epizody 1892, 1904, 1911, 1921 a 1934. Jejich zpracování z hlediska hydrologického hodnocení je předmětem probíhajícího výzkumu. V této zprávě můžeme zatím užít pro prezentaci jen dosavadní výsledky pro léto r. 1904 a 1947.

#### Stručný popis roku 1904

V rámci dřívějších studií byl proveden odhad průtoků v extrémně suchém r. 1904 (Elleder, 2013). Sněhové zásoby v r. 1904 se vytvořily zejména v horských oblastech, v nižších (Nymburk) a středních polohách (Havlíčkův Brod, Petrovice u Sušice aj.) se sněhová pokrývka vyskytovala většinou ve výšce jen do 10 cm.



Obr. 9.1. Průtoky v Praze a Děčíně, výška sněhu, průměrné teploty a denní srážky v Praze Klementinu r. 1904.

V horských oblastech dosáhla výška sněhu mezi 50 až 150 cm a v nejvyšších polohách odtávaly sněhové zásoby do poloviny dubna. Další odtokové fáze působily intenzivní bouřky na přelomu května a června. Vodní stavy byly tedy poměrně významně rozkolísané až do května, kdy začal nepřetržitý pokles hladin až k minimům v červenci a srpnu. V r. 1904 dosahovaly letní maximální teploty 24 až 30°C, jen v minimu případů přesáhl 30°C.



## Stručný popis roku 1947

Zima 1946/1947 byla mrazivá a sněžná podmínky pro vznik sněhových zásob tu byly od 12. prosince až do počátku března. S výjimkou oblevy 4. 1. a týdne od 13. 7. do 20. 7 se teplota udržovala pod nulou. Na řadě toků se vytvořil silný zámrz. Po oblevě došlo k prudkému vzestupu hladin a povodním, které trvaly celou druhou dekádu březnu 1947. Šlo o významnou povodeň, kdy průtoky dosáhly úrovně  $Q_{10}$  až  $Q_{20}$  a výjimečně šlo i případy na úrovni  $Q_{50}$  (Výrovka, horní Želivky a Jihlava). Značné komplikace způsobovaly velké ledové bariéry, které byly zaznamenány na dolní Berounce (Dobřichovice) a Sázavě (obr. 9.2).



Obr. 9. 2. Ledové bariéry na Sázavě (zdroj: archiv Informačního centra v Sázavě nad Sázavou)

Významně se tyto povodně projeví na území celého dnešního ČR, včetně menších toků. Jako příklad uvedeme velké rozvodnění Bakovského potoka a zaplavení částí Velvar a rozvodnění Zákolanského potoka, kde se protrhl rybník a bylo poničeno město Kralupy nad Vltavou (14. 3). Příznivý dopad těchto povodní na dotaci podzemních vod byl patrně omezen částečně předchozím silným promrznutím půdy.

Po odeznění oblevy se rychle oteplovalo, v polovině dubna dosahovaly průměrné denní teploty v Praze  $16^{\circ}\text{C}$  (maxima až  $24^{\circ}\text{C}$ ). Srážková epizoda na počátku dubna (2. a 6. 4.) jen poněkud zpomalila rychlý pokles hladin. O měsíc později 15. května dosáhly denní průměrné teploty  $21^{\circ}\text{C}$  (maxima ojediněle již až  $29^{\circ}\text{C}$ ). Hladiny přitom rychle dál klesaly, v Děčíně byl již 12. května dosažen vodní stav 126 cm.

V květnu byly zaznamenány srážkové a bouřkové epizody s intenzivními lokálními přívalovými srážkami a krupobitími. V měsících červen, červenec, srpen a září se vyskytovaly epizody s maximálními denními teplotami  $30$  až  $34^{\circ}\text{C}$ . Měsíce květen, červen, červenec a srpen byly z větší části velmi teplé s denními průměry více než  $20^{\circ}\text{C}$ , srážky měly většinou bouřkový charakter. Význačnější epizody se vyskytovaly většinou v červnu a začátkem července.

Tyto epizody poněkud brzdily další pokles hladin, proto byl dosažen velmi nízký vodní stav v Děčíně až počátkem srpna (12. 8.) a velmi nízké vodní stavy pod 100 cm vydržely v Děčíně do 10. října, tedy po dobu asi dvou měsíců. To znamená, že odtok z povodí Labe v tomto období představoval cca  $40$  až  $50\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ . K výraznější změně a zlepšení situace přispěl teplý začátek listopadu a četné dešťové srážky 9. až 13. 11., které skončily prudkým ale ještě přechodným ochlazením. Definitivně rozhodl o zvratu situace vývoj teploty a srážek v prosinci, kdy vodní stavy prudce stoupaly až na povodňové stavy.

## Srovnání vybraných případů 1904, 1947 s rokem 2015

Pokud uvažujeme o analogiích jen mezi třemi suchými roky 1904, 1947 a 2015 dostáváme se do nesnadné situace. Můžeme porovnávat dlouhodobý předchozí vývoj, vývoj sněhových zásob v témže roce, vývoj srážkového deficitu, odtoky při jarním tání, průběh maximálních a průměrných denních teplot zejména v letním období a také rychlost poklesové fáze odtoku před výskytem sucha a možná ještě další aspekty.

Situaci při srovnání průtoků v Praze a Děčíně komplikují úpravy koryta zejména prováděné po r. 1890. Pro stejný vodní stav 119 cm byl v r. 1904 zjištěn průtok  $46 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , o 5 let později r. 1911 průtok  $55,48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a r. 1917 ještě  $73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Nejmenší průtok  $37,92 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  při stavu 95 cm byl hydrometrickým měřením zjištěn v r. 1921.

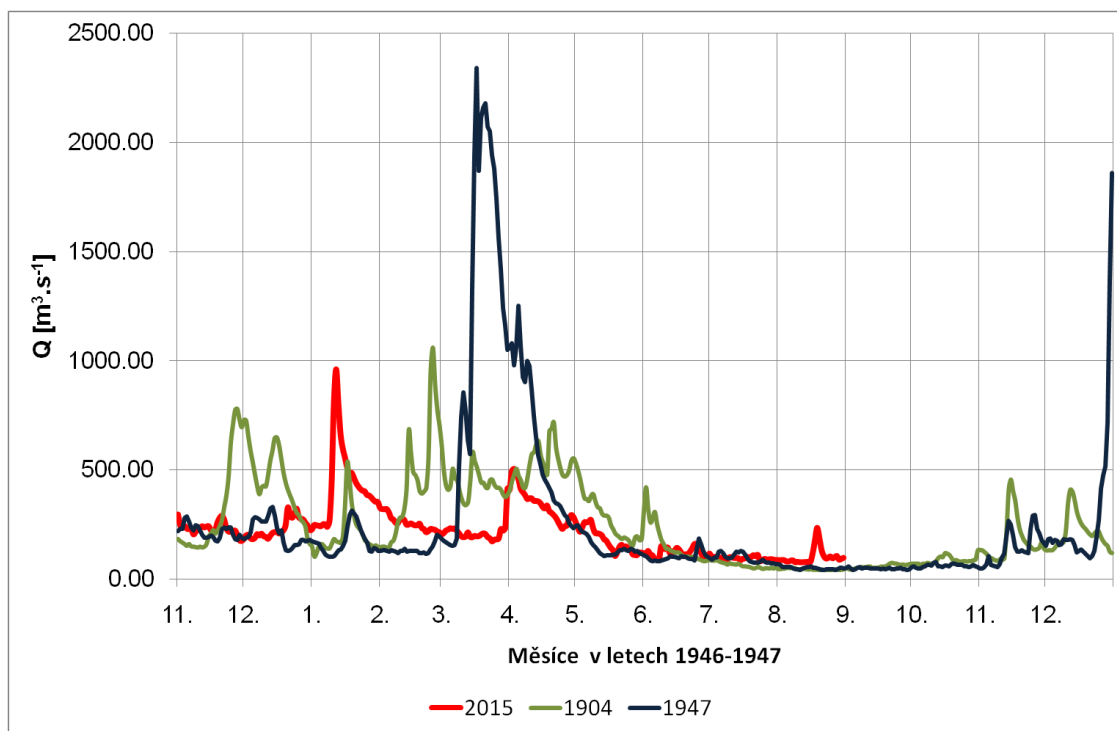
Po r. 1954 se uplatnil vliv Vltavské kaskády, takže průtoky v Praze jsou nadlepšeny v době sucha někdy o 15 až  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a dosahují 2 až 3 násobku přirozeného průtoky. U starších suchých epizod (1874, 1904) můžeme také porovnávat jen některé profily, kde byla provedena v době sucha tehdy hydrometrická měření anebo lze tyto průtoky bilančně odhadnout. V tab. 1 uvádíme porovnání takových profilů pro roky 1904 a 1947.

Bezesporu nejzajímavějším údajem je hydrometricky zjištěný průtok Vltavy,  $Q_{\min}=12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , který byl v r. 1904 menší než v r. 1947. Na druhou stranu budí pozornost také průtoky na horním Labi v r. 1947, kde minima byla dosažena až v září. V závěrovém profilu v Brandýse nad Labem totiž až 23. září klesl průtok na  $10,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V Labi nad Hradcem Králové (Josefov) odtékalo v kritický den  $2,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (jinak většinou  $3,4$  až  $4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Orlice současně vykazovala jen  $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a Chrudimka pouhý  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V Nymburce nad soutokem Labe a Jizery byl odpovídající průtok asi  $7,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pozoruhodně vodním tokem byla Jizera, která 22. září měla průtok  $5,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Druhým zarážejícím údajem jsou průtoky Ploučnice, kde minimum  $3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  bylo dosaženo již 31. 5. a v období absolutních minim v srpnu a září je udáván průtok kolem  $4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Podle vyhodnocených údajů z r. 1947 byl společný příspěvek Ploučnice a Jizery mezi 10 až  $11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . To se velmi podobá příspěvku Jizery a Ploučnice v srpnu 1904. V obou suchých letech je tedy příspěvek obou toků téměř stejný. Navíc je řádově podobný jako příspěvek celého povodí Vltavy v Praze ( $12$  až  $15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .) a je i porovnatelný s odtokem z celého povodí Labe nad Jizerou ( $7,5$  až  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). To poukazuje na velký význam přítoků Labe dotovaných z podzemních vod v severočeské křídové oblasti v době sucha.

Tab. 9.2. Minima z období kolem 18. 8. 1904 srovnaná s absolutními minimy z r. 1947 a 2015

| Tok       | Stanice       | 1904                                                             |         | 1947                                               |         | 2015             |
|-----------|---------------|------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|---------|------------------|
|           |               | $Q_{\min}^{\text{VIII}}$<br>[ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] | Datum   | $Q_{\min}$<br>[ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] | Datum   |                  |
| Jizera    | Tuřice        | 5,2                                                              | (18.8)  | 5,6                                                | (21.9.) | 4,8 (13.8.). (P) |
| Labe      | Brandýs n. L. | 15,5                                                             | (19.8.) | 10,4                                               | (22.9.) | ? 15?            |
| Vltava    | Č. Budějovice | 2*                                                               |         | 4,25                                               | (21.9.) | ?                |
| Lužnice   | Bechyně       | 1,2                                                              |         | 2,3                                                | (1.9.)  | 0,88 (14.8)      |
| Otava     | Písek         | 1,8*                                                             |         | 3,09                                               | (21.9)  | 2,0?             |
| Sázava    | Poříčí n. S.  | 2,5                                                              | (18.8.) | 1,4                                                | (1.9.)  | 1,9? (N)         |
| Vltava    | Davle         | 7,5                                                              |         | 13,7                                               | (2.9)   | ?                |
| Berounka  | Beroun        | 4,5                                                              | (18.8)  | 3,3                                                | (3.9.)  | 4,0 ?            |
| Vltava    | Praha         | 12,0                                                             | (18.8.) | 17,7                                               | (3.9.)  | 43,5 (14.7.)     |
| Labe      | Mělník        | 35,0                                                             | (17.8.) | 33,4                                               | (22.8.) | ?                |
| Ohře      | Louny         | 3,9                                                              | (19.8.) | 0,6                                                | (24.9.) | ?                |
| Ploučnice | Benešov n. P. | 3,0 až 6,0                                                       | (18.8.) | 3,5                                                | (31.5.) | ?                |
| Labe      | Děčín         | 39**                                                             |         | 40,1                                               | (22.8.) | 76,8 (11.8)      |

\*: Hrubý odhad vyplývající z bilance, \*\*:podle Novotného (1963), (N): Nespeky, (P): Předměřice n. J.), červeně nejkritičtější hodnoty.



Obr. 9.3. Vývoj průtoků Labe v profilu Děčín ve vybraných suchých letech

#### Srovnání suchých období 1904, 1947 a 2003 po stránce předchozího vývoje

**Vliv dlouhodobého předchozího vývoje** je zřetelný u sucha roku 1874, kterému předcházelo několik suchých let přinejmenším již od r. 1868. U sucha r. 1904 není takové hodnocení zcela jednoznačné, ačkoliv roky 1902 a 1903 nebyly v povodí Labe významné odtokové situace. Vysledovat takový dlouhodobý vývoj u sucha 1947 bude obtížné vzhledem k období 1940-1946, s významnými zimními povodněmi 1940, 1941 a 1946. Suchu 2015 předcházely dvě velmi slabé zimy a v roce 2013 letní povodně, které ale nezasáhly celé území. V tomto ohledu je paralelou rok 1874, jemuž předcházely se stejným odstupem letní povodně roku 1872.

Pokud jde o **podmínky bezprostředně předcházející zimy**, pak nejchladnější a nejvíc sněžná byla zima r. 1947, platí ovšem s určitou výhradou. Podle dobových zpráv byla po poměrně krutých mrazech (zpočátku beze sněhu) byla půda promrzlá do hloubky přes 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 pokrývky od 50 cm do 150 cm (Jizerka, Sněžka). V roce 2015 byly podmínky pro tvorbu sněhové pokrývky zjevně nejméně příznivé. Významnější sněhová pokrývky byla jen na horách

Pokud jde o **odtoky v jarních měsících**, nejvýznamnější odtoková reakce byla v roce 1947 (obr. 9.3). Hladiny toků v roce 1904 byly rozkolísané, ale nedošlo k žádné srovnatelné situaci jako v roce 1947. Odtok z povodí Labe dosahoval jen úrovně  $Q_{1/2}$  až  $Q_1$ , kolísání hladin bylo mnohem delší a v květnu na ně navázalo kolísání způsobené přívalovými povodněmi. V roce 2015 byly odtokové fáze ze srovnávaných roků relativně nejslabší.

Pokud jde o **teploty vzduchu**, nejkritičtější byl rok 2015, s velkým počtem tropických dnů s teplotami vysoko přes 30°C. Rok 1947 ovšem byl ovšem v řadě měsíců velmi teplý také a maxima kolem 30 °C byla zaznamenána již v květnu, několikrát v červnu, červenci a září. Přitom nástup letních dní je v roce 1947 ještě časnější než v roce 2015. Rok 1904 byl v letním období z uvedených případů „nejchladnější“. Denní maximální teploty přesahovaly

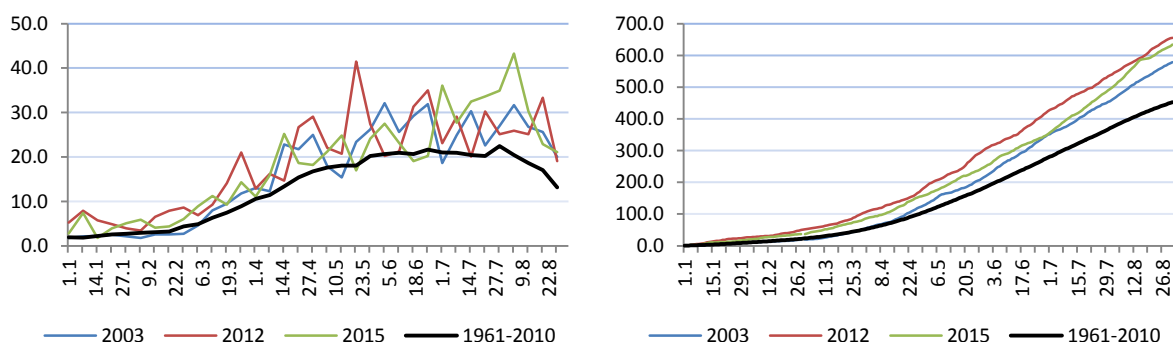
30°C výjimečně. Musíme podotknout, že něco podobného platí pro extrémní sucho v letech 1861-1875.

**Nejrychlejší pokles hladin v profilu Děčín** vykazuje rok 1947, po něm pravděpodobně rok 1904. V r. 2015 se hladiny udržovaly poměrně nízko od ledna, k dosažení velmi nízkých stavů by nedošlo jen při chladném a deštivém průběhu léta.

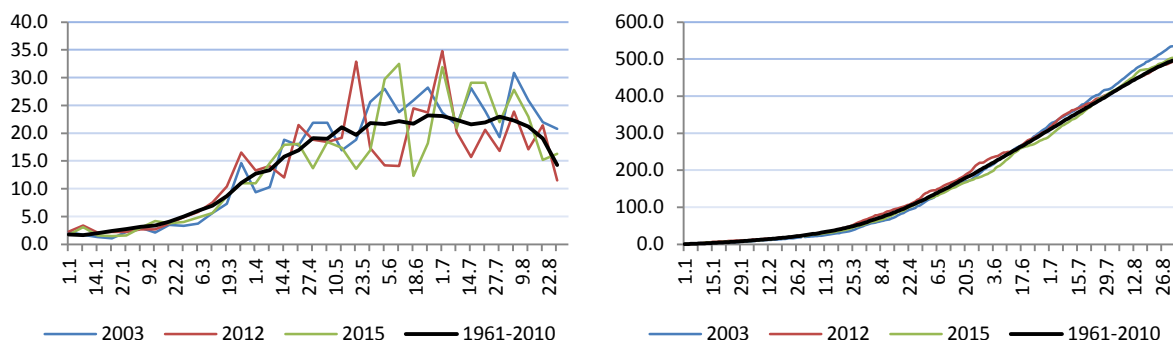
Porovnáním docházíme k tomu, že roky 1904, 1947 a 2015 budou v povodí Labe přibližně srovnatelné po stránce minimálních průtoků. Bez dotace z vodních nádrží by v r. 2015 byl průtok v Praze Vltavou rovněž 12 až 20 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Odtok Labem v Děčíně by byl pravděpodobně na úrovni 35 až 40 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, tedy na stejné úrovni jako v letech 1904 a 1947. Příčiny těchto suchých sezon se ovšem lišily.

## 9.2. Srovnání vybraných agroklimatických charakteristik roku 2015 s roky 2003 a 2012

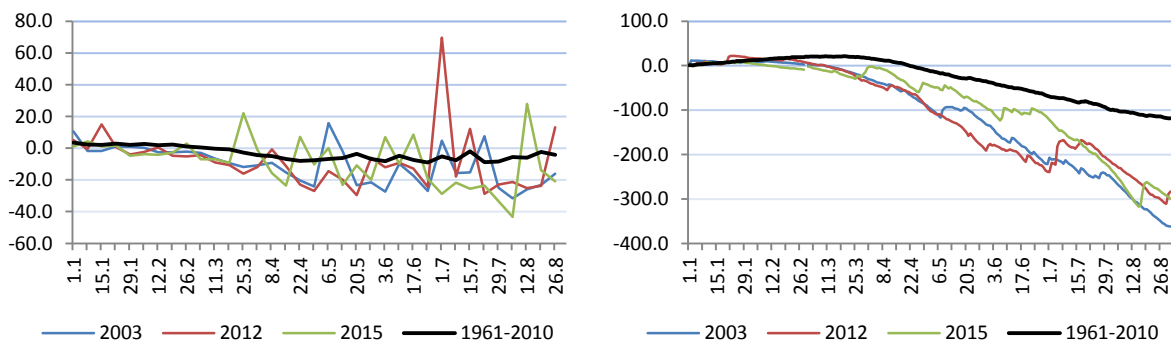
V podkapitole 9.2 jsme zpracovali pro klimatologické stanice Doksany a Strážnice srovnání modelových agroklimatických charakteristik (potenciální evapotranspirace a základní vláhová bilance travního porostu, zásoba využitelné vody na středně těžké půdě s travním porostem) roku 2015 s roky 2003 a 2012, vyznačujícími se výraznými projevy sucha. V grafech na obr. 9.4 až 9.7 jsou znázorněny týdenní úhrny a průběžné denní kumulace od počátku roku do konce srpna (údaje v mm), v grafu na obr. 9.8 je zobrazen průběžný stav zásoby využitelné vody středně těžké půdy s travním porostem v % VVK od počátku dubna do konce srpna.



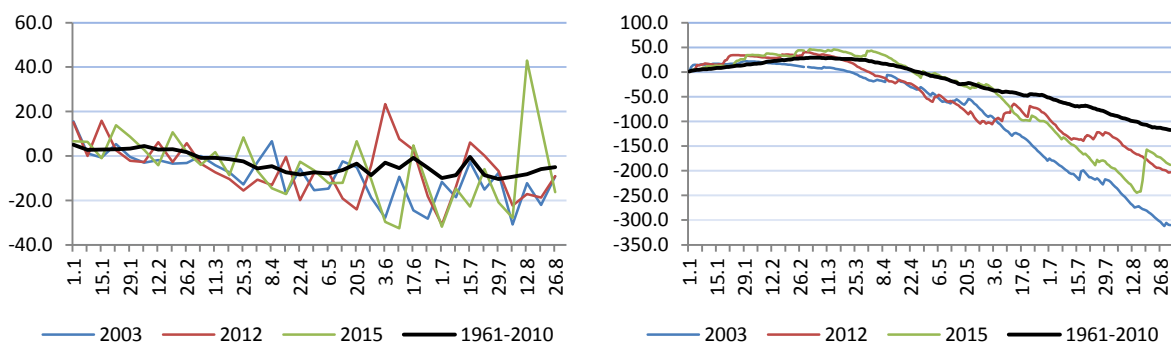
Obr. 9.4 – Stanice Doksany, srovnání potenciální evapotranspirace travního porostu v mm



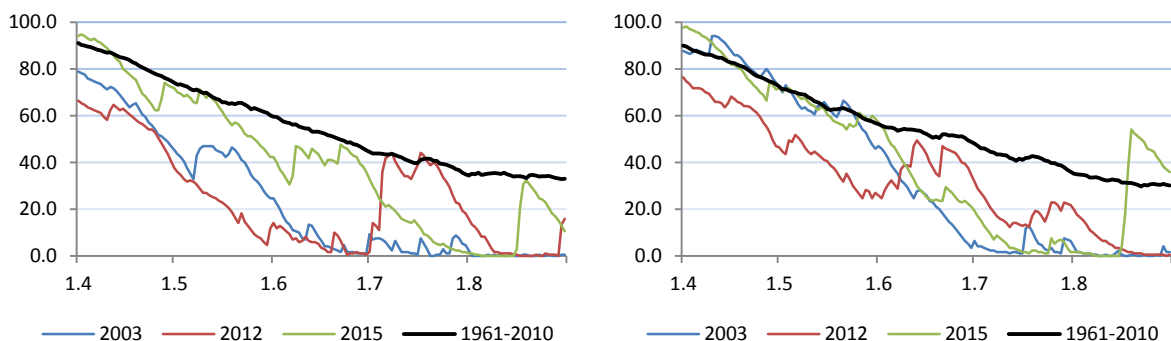
Obr. 9.5 – Stanice Strážnice, srovnání potenciální evapotranspirace travního porostu v mm



Obr. 9.6 – Stanice Doksany, srovnání základní vláhové bilance travního porostu v mm



Obr. 9.7 – Stanice Strážnice, srovnání základní vláhové bilance travního porostu v mm

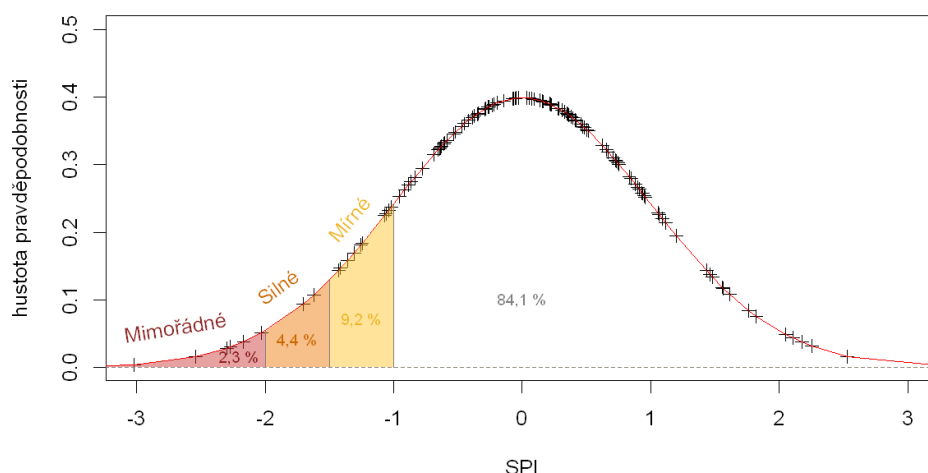


Obr. 9.8 – Stanice Doksany (vlevo) a Strážnice (vpravo), srovnání zásoby využitelné vody na středně těžké půdě s travním porostem v % využitelné vodní kapacity půdy

### 9.3. Vyhodnocení ukazatelů SPI, SRI a SGI od roku 1961

Pro hodnocení velikosti sucha byly použity indikátory odvozené od Standardized Precipitation Index (**SPI**) (McKee *et al.*, 1993). SPI byl původně založený výhradně na pozorování srážkových úhrnů (McKee *et 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. 9.9).

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. 9.9 – 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 a podzemních vod. Srážkové úhrny byly hodnoceny v jednotlivých týdnech jako průměr úhrnů ze stanic pro celou ČR pro klouzavé 1měsíční (SPI1, DMPI1), 3měsíční (SPI3, DMPI3), 6měsíční (SPI6, DMPI6) a 12měsíční úhrny (SPI12, DMPI12). Časová řada srážkových úhrnů začíná rokem 1961 a končí 12. 8. 2015.

Stav podzemních vod byl hodnocen v jednotlivých týdnech v hlásné síti mělkých vrtů pro jednotlivé vrty (180 objektů). Prezantované indikátory představují průměrné hodnoty indikátorů SGI a DMGI pro celou ČR. Časové řady objektů začínají velmi různě tak, jak byly vrty budovány, a končí k 16. 9. 2015 posledním přenosem dat.

## Srážky

Hodnocení pomocí 1měsíčních srážkových úhrnů uvádí Obr. 9.10, kde podle 1měsíčních srážkových úhrnů proběhly v roce 2015 tři suché epizody. Jedna méně významná na přelomu roku trvala 4 týdny, druhá epizoda v průběhu března trvala 5 týdnů, v jejím průběhu bylo dosaženo až silného sucha (SPI1), z hlediska celkového stavu (DMPI1) se jednalo o mírné sucho. Poslední epizoda trvala 11 týdnů od začátku června až do konce datové sady, tedy do 12. 8. 2015. V této epizodě bylo dosaženo v poslední dekádě července

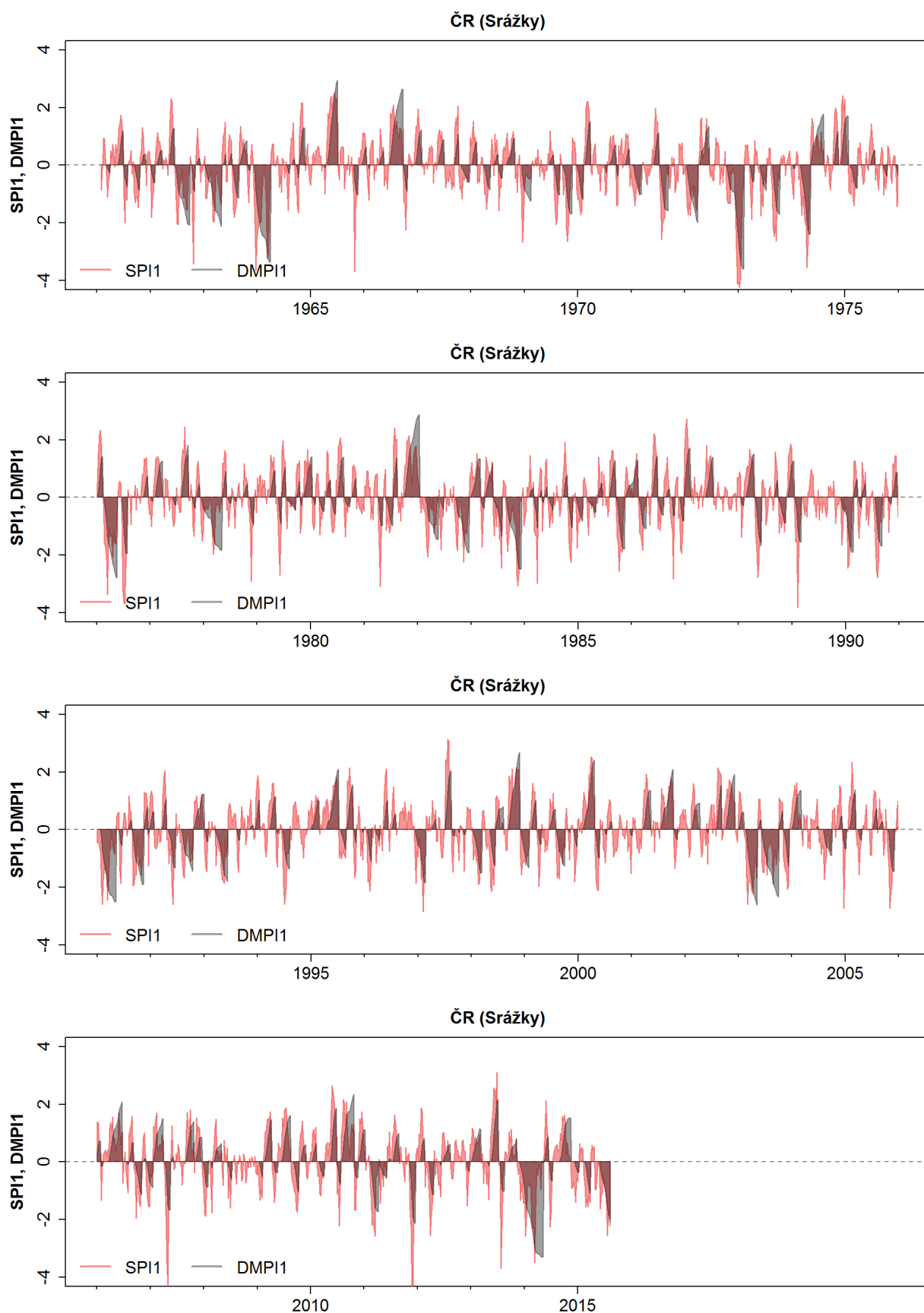


mimořádného sucha, když spadlo pouze 33 % srážkového normálu, a i z hlediska celkového stavu byla na svém konci hodnocena již jako mimořádné sucho. Ve srovnání s celým hodnocením srážek od roku 1961 je zřejmé, že samostatně se nejedná o nijak extrémní epizodu, významnější epizody sucha byly zaznamenány např. v roce 1964, na přelomu let 1972 a 1973, 1984, 1992, 2003 a mnohde jinde. Mnohem významnější byla i epizoda z roku 2014, kdy mimořádné sucho z hlediska aktuálního stavu bylo dosaženo ve 4 týdnech a z hlediska celkové stavu mimořádné sucho trvalo dokonce 12 týdnů.

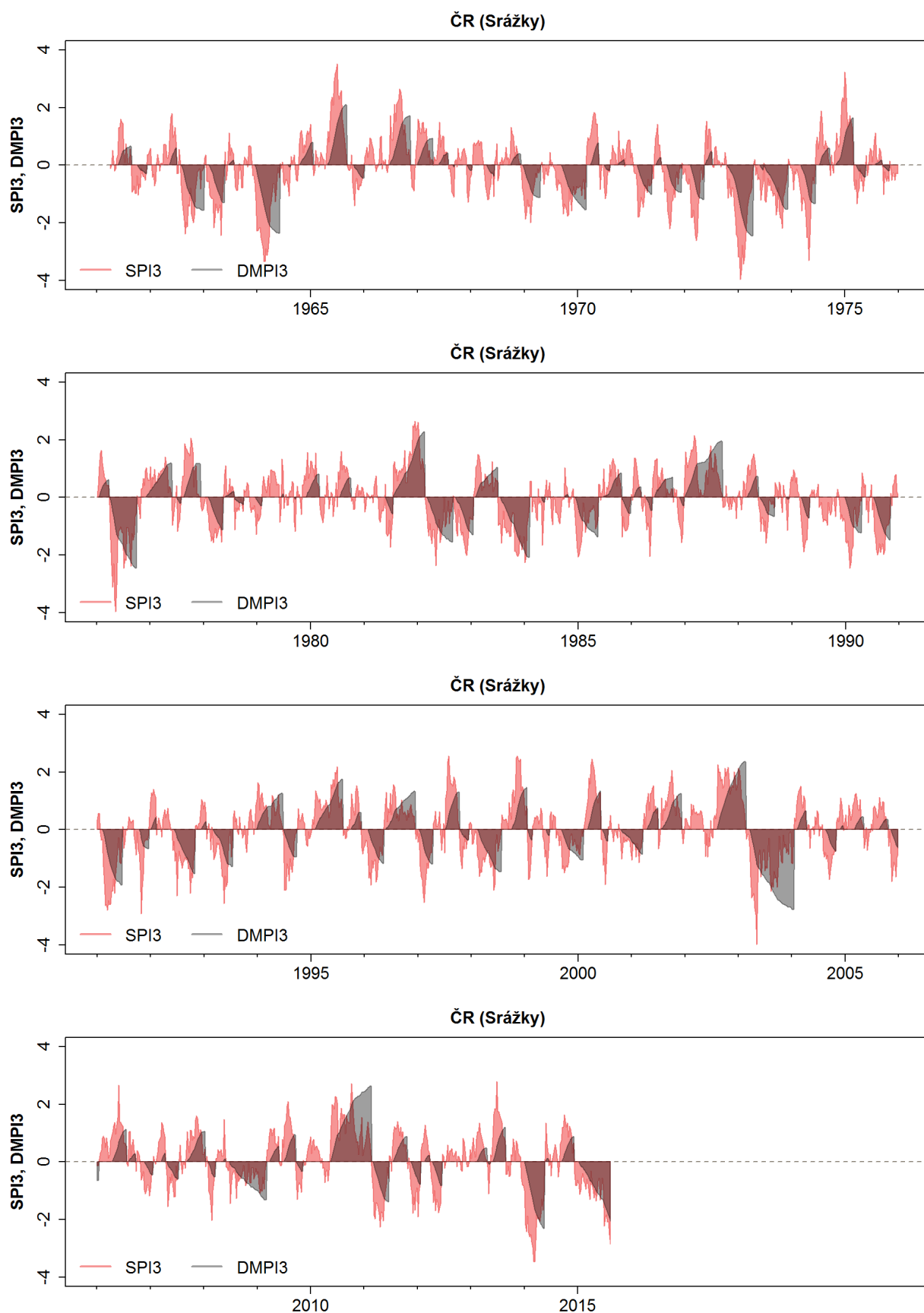
Je tedy zřejmé, že extrémní pokles průtoků v létě 2015 byl způsoben synergickým efektem více na sebe navazujících srážkově podprůměrných období, ve svém důsledku navíc podpořen dvěma po sobě jdoucími zimami 2013/14 a 2014/15 a extrémními teplotami léta 2015. Tento souhrnný vliv je lépe zřejmý z hodnocení pomocí 3měsíčních srážkových úhrnů na Obr. 9.11, kde celý rok 2015 již od poloviny prosince 2014 splývá do jednoho poměrně významného období sucha, když aktuální stav sucha lze hodnotit jako mimořádný již v 5 týdnech. I na tomto grafu je patrné srážkově pouze mírně nadprůměrné období na konci roku 2014, které zásoby podzemních vod doplnilo jen částečně a předcházející výrazné sucho na jaře 2014, které se na jejich deficitu podílelo výrazně. Je to přitom velikost zásob podzemní vody, která určuje průběh minim průtoků v obdobích nízkých srážek.

### **Podzemní vody**

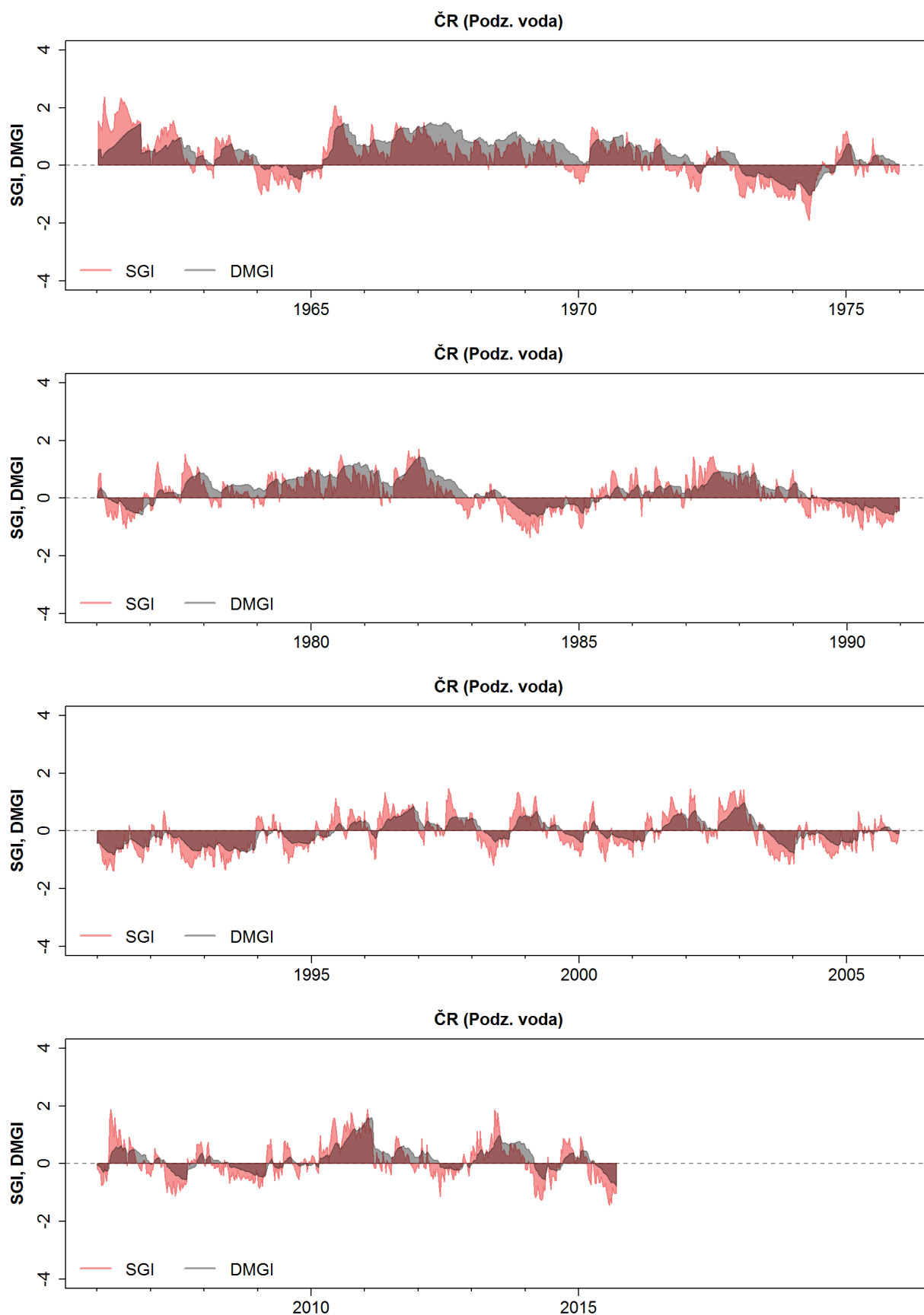
Podle stavu hladin hlásné sítě mělkých vrtů je rok 2015 z hlediska aktuálního stavu (SGI), tedy podle nejnižších dosažených hladin, nejsušším rokem od roku 1974, který byl ještě výrazně horší (Obr. 9.12). Srovnatelné s letošním suchem jsou v tomto ohledu roky 1984 a 1991 až 1993. Z hlediska celkového stavu podle DMGI, tedy s ohledem na trvání sucha, se zatím o extrémní sucho nejedná. Lze však předpokládat, že k výraznému vzestupu hladin mělkých vrtů nedojde ani v dalších týdnech následujících po konci použité datové sady a že tedy spolu s dalším trváním podprůměrných hladin dojde i k dalšímu zvětšení celkového stavu sucha.



Obr. 9.10 – Vývoj 1měsíčních srážkových úhrnů v ČR podle SPI1 a DMP11.



Obr. 9.11 – Vývoj 3měsíčních srážkových úhrnů v ČR podle SPI3 a DMPI3.



Obr. 9.12 – Vývoj stavu podzemních vod v ČR v síti mělkých vrtů podle SGI a DMGI.

#### **9.4. Vyhodnocení magnitudy sucha a nedostatkových objemů**

Vyhodnocení bude provedeno v rámci finální zprávy.

## 10. Závěr

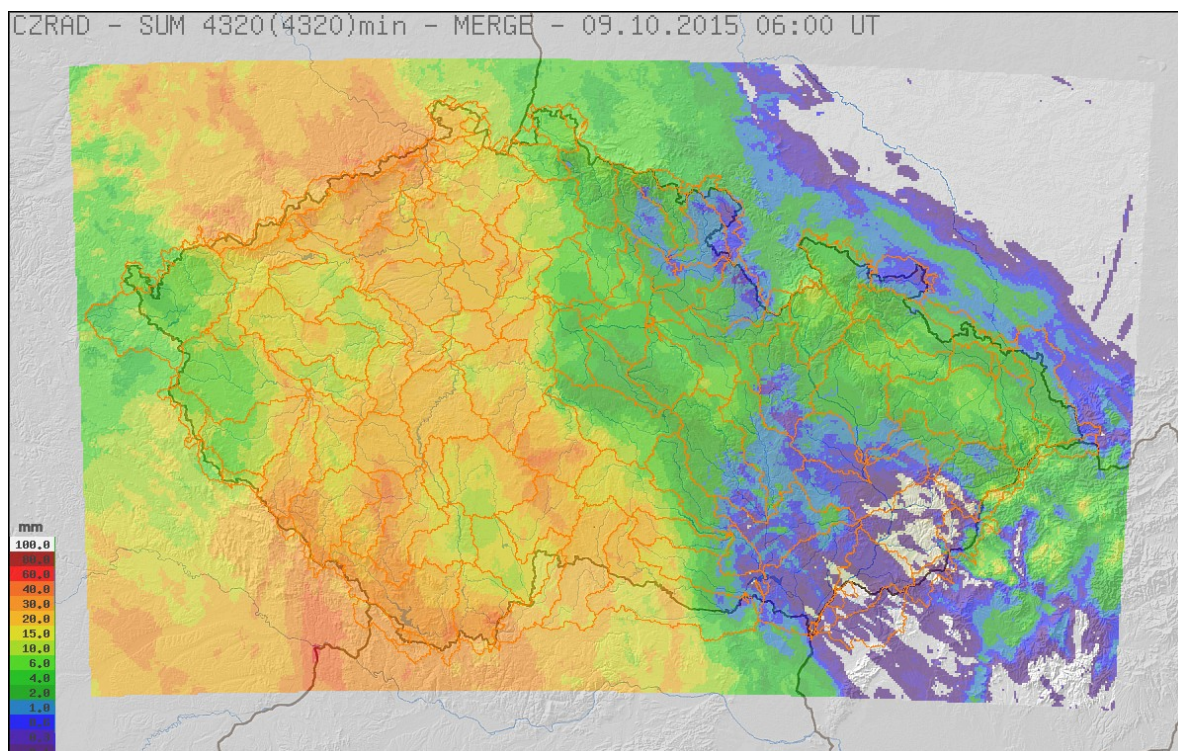
V době zpracování této předběžné zprávy sucho, zejména z hlediska povrchových a podzemních vod, stále ještě pokračuje. Výsledky prezentované v této zprávě proto nemohou být považovány za definitivní. Proces vyhodnocení sucha bude nadále pokračovat, ČHMÚ v jeho rámci zpracuje hodnotící zprávu, která rozpracuje a doplní zde uvedené informace s cílem detailního popsání vývoje sucha v různých jeho aspektech až do konce září 2015. Předpokládaný termín vydání této zprávy je prosinec 2015.

Nicméně již nyní je zřejmé, že finální závěry z hlediska vyhodnocení sucha v roce 2015 bude možné učinit až v následujícím kalendářním roce, kdy budou k dispozici verifikovaná data pro celý rok 2015 ze všech oblastí monitoringu a vyhodnocování dat zabezpečovaných ČHMÚ. V průběhu roku 2016 proto bude provedena konečná aktualizace zprávy.

V následujících zprávách budou kromě vyhodnocení sucha 2015 zpracována i doporučení z hlediska dalšího postupu v oblasti monitoringu a operativního vyhodnocování stavu sucha.

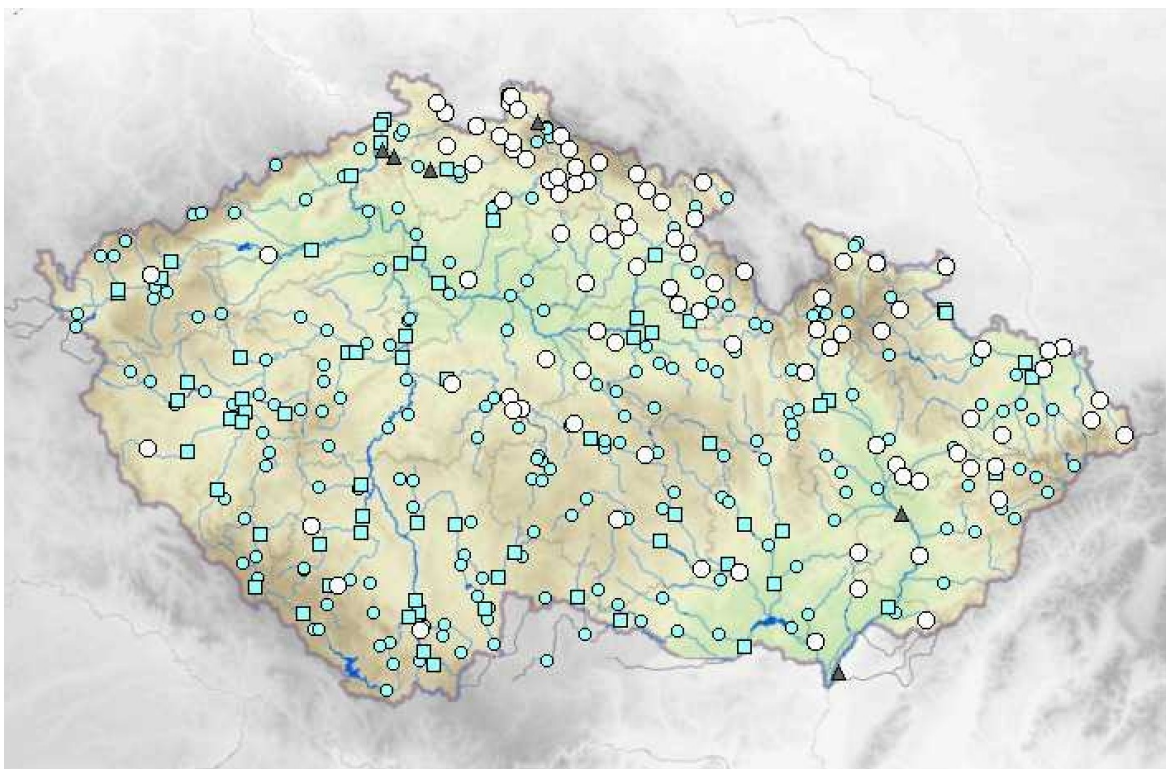
### ***Výhled vývoje sucha do konce roku 2015***

V září se deficit srážek dále prohloubil, na území ČR spadlo přibližně 60 % srážkového normálu. V první říjnové dekádě se vyskytly trvalé srážky, které za cca 48 hodin svého trvání dosáhly v Čechách místy úhrnů více než 30 mm (obr. 10.1). Srážky znamenaly zlepšení podmínek z hlediska nasycení půdy a projeví se i v mírném zvětšení průtoků, díky čemuž zejména v povodí Vltavy s výjimkou Sázavy poklesl počet profilů s průtoky menšími než  $Q_{355d}$  hodnocenými jako stav sucha (obr. 10.2.). Bohužel v oblasti severovýchodních Čech, Moravy a Slezska v průběhu uvedené srážkové epizody spadlo většinou méně než 10 mm srážek, a proto se zde situace z hlediska sucha příliš nezměnila.



Obr. 10. 1 – Srážky za období 6. 10. 2015 8:00 (SELČ) až 9. 10. 2015 8:00 (SELČ) dle kombinovaného odhadu radar-srážkoměry.





Obr. 10. 2 – Výskyt průtoků menších než Q355d vyjadřujících stav sucha na povrchových tocích (bílé body) po výskytu srážek v první říjnové dekádě viz obr. 10. 1., stav k 9. 10. 2015 12:00 (SELČ).

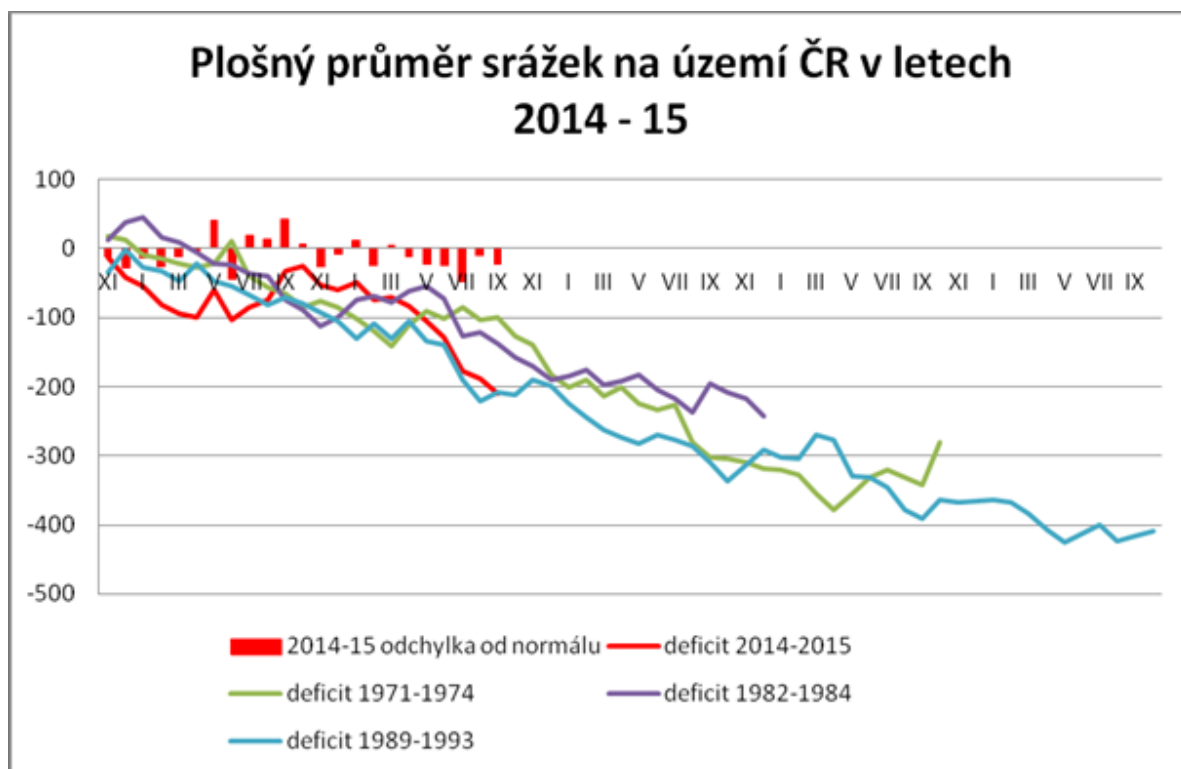
Dlouhodobý průměr srážek pro období měsíců říjen až prosinec na území České republiky odpovídá 139 mm a v průměru patří již do srážkově chudšího chladnějšího období. Srážky, které se vyskytují, však mají obvykle trvalejší charakter a většinou postihují plošně rozsáhlejší území a jsou tak z hlediska doplňování deficitu půdní vláhny příznivější. Současně je doplňování zásob vody v půdě podpořeno nižší teplotou vzduchu projevující se menším výparem a ukončením růstu vegetace a tím snížení transpiračních nároků. Rovněž však platí, že i v průběhu tohoto období se mohou vyskytnout velmi suché měsíce, absolutním extrémem byl listopad roku 2011, kdy dosáhl průměrný srážkový úhrn na území ČR pouze 1 mm, několik dalších měsíců v historii pak vykázalo úhrny okolo 10 mm. Za celou sezónu uvedených tří měsíců byl nejnižší úhrn od roku 1961 zaznamenán v roce 1972, kdy spadlo celkem 57 mm, druhý nejnižší úhrn 87 mm pak je z roku 1983, avšak celkem jen v pěti případech za uvedené období spadlo méně než 100 mm.

Sezónní predikce v podobě výstupů klimatických modelů se v posledním období velmi výrazně rozvíjejí, avšak přesnost jejich výstupů zůstává omezená. Relativně spolehlivější predikce modely poskytují v oblastech, kde se výrazně projevují velkoprostorové atmosférické či oceánické cirkulační fenomény jako například El Niño – Southern oscillation (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 sezónní charakter počasí v centrální Evropě velmi slabá. Navíc aktuálně dostupné výstupy modelů produkovaných v zahraničních předpovědních centrech neposkytují pro množství srážek na území ČR v období října až prosince 2015 žádný robustní signál.

Určitý pohled na možný budoucí vývoj lze získat rozbořením historických analogií odvozených z klimatické databáze, která poskytuje plnou šíři informací zejména pro období od roku 1961 do současnosti.

Sucho, které se naplno projevilo v průběhu roku 2015, má své počátky již v deficitu srážek v roce 2014 a zejména suché zimě 2013-2014. Za období listopad až duben byla tato zima s plošným průměrem 163 mm srážek absolutně nejsušší od roku 1961 a spadlo v ní pouhých 62 % průměrných srážek za padesátiletí 1961-2010. Rovněž zima 2014-2015 byla poměrně suchá a spadlo 78 % průměrných srážek. Dvě výrazně suché zimy za sebou se ve zkoumaných 50 letech vyskytly několikrát, například zimy 1962-1963, 1963-1964 a 1972-1973, 1973-1974. Zda bude nyní následovat třetí suchá zima za sebou je otázka. Tři suché zimy za sebou (se srážkami na úrovni 85 % průměru) se ve zkoumaném období vyskytly v letech 1995 až 1998. Pokud bychom posuzovali zimy ve zkoumaném období 54 let nezávisle na sobě, je pravděpodobnost výskytu suché zimy s deficitem srážek 50 a více mm zhruba 10 %.

Odchytky plošných průměrů měsíčních úhrnů srážek v ČR v hydrologických letech 2014 a 2015 (tj. od listopadu 2013) od dlouhodobých měsíčních průměrů 1961–2010 jsou v grafu na Obr. 10.3. Současně je v grafu uveden nárůst deficitu srážek 2014–2015 ve srovnání s deficitem srážek v některých víceletých suchých obdobích. Možnost víceletého sucha je reálná, během zkoumaného období se vyskytlo několikrát. Nejvýznamnější případy víceletých srážkově podnormálních období v ČR jsou 1971–1974 a 1989–1993. Odhady dalšího možného vývoje hydrologické situace na základě variantních scénářů vývoje srážek v následujících 3 až 12 měsících budou provedeny v rámci podrobnější studie.



Obr. 10.3 – Odchylka měsíčních srážek v hydrologických letech 2014 a 2015 od dlouhodobého průměru 1961-2010 a nárůst deficitu srážek ve vybraných víceletých suchých obdobích.

Uvedené skutečnosti lze shrnout v závěru, že v případě půdního sucha lze očekávat spíše možné zlepšování hodnot vlhkosti půdy, tento vývoj však v době vegetačního klidu bude mít jen omezené dopady. V případě povrchových a podzemních vod není možné budoucí vývoj odhadovat. Je samozřejmé, že v případě trvalejších a vydatných srážek musí být nejprve satureován deficit půdní vláhy, před tím, než dojde k případnému významnějšímu doplňování podzemních vod, na nichž tak vývoj bude zpožděný za vývojem meteorologické situace. Je však třeba upozornit i na riziko dalšího pokračování či prohlubování sucha na povrchových a podzemních vodách v následujících měsících. To může být zapříčiněno nedostatkem srážek, případně i v kombinaci s výskytem zámruzu půdy, který by bránil účinné infiltraci. Podobný jev nastal např. na přelomu let 1933 a 1934 a 1953 a 1954, kdy minimální průtoky přetrvávaly až do února.

## Použitá literatura

- Augustin, F.1894.** Sucha v Čechách v době od roku 962–1893. A. Reinwart, Praha. 37 s.
- Brázdil, R., Kirchner, K., et al. 2007.** Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Moravě a ve Slezsku, MU, ČHMÚ Praha, Ústav geoniky AV ČR v. v. i., Brno, Praha, Ostrava, 2007, 431 s.
- Brázdil, R., Dobrovolný, P., Trnka, M., Kotyza, O., Řezníčková, L., Valášek, H., Zahradníček, P., Štěpánek, P. 2013.** Droughts in the Czech Lands, 1090–2012 AD, *Clim. Past*, 9, 1985-2002.
- Elleder, L. 2009.** Záznamy o suchu v předinstrumentálním a ranně instrumentálním období In Pretel, J, Metelka, L., Kalvová, J., Novický, L., Kašpárek, L., Daňhelka, J., Kulasová, B., Řiřicová, P., Rožnovský, J., Haberle, J., Janouš, D., Cudlín, P. Tolasz, R., 2009. Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření (III), Závěrečná zpráva o řešení projektu VaV-SP/1a6/108/07, Ministerstvo životního prostředí, Praha, (Přílohy 03-3.4), 10 s
- Elleder, L. 2013.** Hydrologické hodnocení a parametry sucha v r. 1904 In: Odborný seminář Sucho jak mu čelit, Sborník abstraktů, ČHMÚ Praha a VÚV T.G.M. s. 5-9, ISBN 978-82-02-02465-1
- Novotný, J. 1963.** Dvě stoleté hydrologické řady průtokové na českých řekách. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu Československé socialistické republiky, sv. 2, Praha, 116 s.
- Pfister, Ch. 2006.** Überschwemmungen und Niedrigwasser im Einzugsgebiet des Rheins 1500-2000, *Der Rhein- Lebensader einer Region*, Bern, 2006, s. 265-273

