



vodní dílo Les Království



vodní dílo Rozkoš



přístav na vodním díle Orlik



Draždany



Magdeburk



## Hydrologické vyhodnocení sucha v povodí Labe v roce 2015





Hydrologické vyhodnocení  
sucha v povodí Labe v roce 2015

Magdeburk

2017

**Odborné zpracování a redakce:**

Skupina expertů Hydrologie (Hy) MKOL

**Předsedkyně:**

- Bohuslava Kulasová (Český hydrometeorologický ústav)

**Členové:**

- Jörg Uwe Belz (Bundesanstalt für Gewässerkunde)
- Miloň Boháč (Český hydrometeorologický ústav)
- Radek Čekal (Český hydrometeorologický ústav)
- Janek Dreibrod (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg)
- Tomáš Kendík (Povodí Vltavy, státní podnik)
- Jiří Kremsa (Povodí Labe, státní podnik)
- Nico Marche (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt)
- Petra Walther (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Za podpory pracovní skupiny Povodňová ochrana (FP), skupiny expertů Podzemní vody (GW) a sekretariátu MKOL.

Poděkování patří pracovníkům odborných institucí, kteří se na zpracování podíleli.

**Vydavatel:** Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL)

Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE)

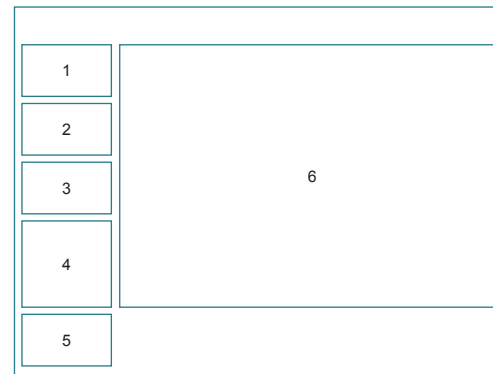
Postfach 1647/1648

39006 Magdeburg

**Tisk:** Harzdruckerei GmbH

Max-Planck-Straße 12/14

D - 38855 Wernigerode

**Náklad:** 1400 výtisků**Fotografie na přední straně**

1: VD Les Království, pohled z levého břehu na hráz dne 13. 10. 2015 (Povodí Labe, státní podnik)

2: VD Rozkoš, letecký snímek severní a jižní nádrže oddělené Rovenskou hrází dne 25. 10. 2015 (Povodí Labe, státní podnik)

3: Přístav na VD Orlík dne 31. 7. 2015 (Povodí Vltavy, státní podnik)

4: Labe v Drážďanech, vodočet na mostě Augustusbrücke dne 13. 8. 2015 (LfULG SN)

5: Skalnatý úsek Labe u katedrály (Domfelsen) v Magdeburku (sekretariát MKOL)

6: VD Orlík dne 30. 8. 2015, Zvíkovské podhradí (Povodí Vltavy, státní podnik)



<b>Předmluva</b> .....	<b>5</b>	<b>3.4 Indikátory pro hodnocení sucha</b> .....	<b>35</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>6</b>	3.4.1 Základní hydrologické charakteristiky .....	35
<b>2 Vývoj meteorologické situace vedoucí ke vzniku sucha</b> .....	<b>8</b>	3.4.2 Vyhodnocení indikátoru SRI (Standardized Runoff Index).....	36
<b>2.1 Vývoj synoptické situace</b> .....	<b>8</b>	<b>3.5 Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků</b> .....	<b>40</b>
2.1.1 Vývoj situace od ledna do října 2015 .....	8	3.5.1 Provoz na vodních dílech.....	42
2.1.2 Shrnutí .....	10	3.5.2 Vliv významných českých nádrží na minimální průtoky na dolní Vltavě a Labi pod Vltavou .....	46
<b>2.2 Vývoj sněhových zásob za zimní období 2014/2015</b> .....	<b>10</b>	<b>3.6 Vliv na užívání povrchových vod</b> .....	<b>50</b>
<b>2.3 Srážkové úhrny</b> .....	<b>14</b>	3.6.1 Akumulace vody v nádržích a odběry vody .....	50
<b>3 Vyhodnocení minimálních průtoků na vybraných tocích</b> .....	<b>23</b>	3.6.2 Plavba .....	50
<b>3.1 Dokumentace vybraných měření minimálních průtoků     ve stanicích</b> .....	<b>23</b>	<b>4 Vliv sucha na podzemní vody</b> .....	<b>52</b>
<b>3.2 Vývoj vodnosti vybraných toků</b> .....	<b>24</b>	4.1 Vyhodnocení úrovně hladiny mělkých vrtů.....	<b>53</b>
3.2.1 Povodí Labe nad soutokem s Vltavou .....	26	4.2 Vyhodnocení vydatnosti pramenů .....	<b>54</b>
3.2.2 Povodí Vltavy .....	26	4.3 Vyhodnocení úrovně hladiny hlubokých vrtů .....	<b>55</b>
3.2.3 Povodí Labe pod soutokem s Vltavou po státní hranici .....	28	4.4 Shrnutí k podzemním vodám.....	<b>56</b>
3.2.4 Povodí Labe od státní hranice po jez Geesthacht .....	29	<b>5 Sucho v roce 2015 ve srovnání s historickými případy sucha</b> ...57	
<b>3.3 Statistika extrémních hodnot, analýza doby opakování     minimálních průtoků</b> .....	<b>34</b>	<b>6 Shrnutí</b> .....	<b>63</b>





Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL) provádí od výskytu extrémní povodně v roce 2002 společná vyhodnocení významných povodní v povodí Labe, a to jak v české, tak i v německé části povodí. Hydrologická vyhodnocení povodní v roce 2002, 2006, 2010 a 2013 představují důležité odborné dokumenty, které mají značný význam v oblasti zvládání povodňových rizik i v rámci prevence před povodněmi. Pro řadu přírodních procesů je charakteristické jejich opakování, zejména jejich extrémů. Po povodni často následuje sucho, jak to bylo možné pozorovat v roce 2003, téměř přesně rok po katastrofické povodni z roku 2002. Obdobná situace nastala ihned po povodni v roce 2013, již v průběhu měsíce června, tedy v přímé návaznosti na povodeň. Rok 2015 provázelo významné sucho, které mělo příčinu mimo nedostatek atmosférických srážek již v zimních obdobích 2013/2014 a 2014/2015, kdy z důvodu nedostatku sněhových srážek byla nedostatečná zásoba vody ve sněhu. V celém mezinárodním povodí Labe byl rok 2015 hodnocen jako mimořádně nadprůměrně suchý, teplý a slunečný. Následky těchto povětrnostních extrémů se nejsilněji projeví nad ústím Vltavy do Labe, kde bylo hydrologické sucho největší.

Za této situace se projevila významným způsobem pozitivní vliv údolních nádrží v povodí Labe, které přispěly, zvláště v letních měsících, významnou měrou ke zlepšení průtoků ve vodních tocích pod těmito vodními díly. Především díky nadlepšování průtoků z Vltavské kaskády nedošlo k výskytu ještě extrémnějších malých průtoků na Labi pod soutokem s Vltavou. Pozitivní vliv Vltavské

kaskády se projevila i na německém úseku Labe. Také odběry vody z vodárenských nádrží nebylo třeba během celého roku 2015 nijak omezovat.

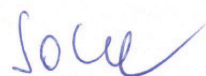
Výskyt malých průtoků na Labi byl provázen vysokými teplotami vody a krátkodobě i nápadně nízkými, i když ještě nikoliv kritickými koncentracemi kyslíku ve vodních tocích a nádržích. Opatření ke zlepšení koncentrací kyslíku v Labi, která se prováděla na české straně, se pozitivním způsobem projevila také na německém úseku Labe.

Pozoruhodná je flexibilita ekosystému Labe, kdy navzdory vysokým teplotám a malým průtokům v toku Labe a jeho přítocích nedošlo ke zjevnému úhynu ryb nebo jinému závažnému narušení vodního a na vodu vázaného ekosystému. Tyto procesy bude třeba ještě lépe prozkoumat.

Předkládaná publikace MKOL je první společnou zprávou, která hodnotí jednotným a komplexním způsobem celé mezinárodní povodí Labe z hlediska hydrologického sucha a je tedy významným přínosem i pro analýzu možných dopadů změn klimatu na hydrologický režim. Na tomto místě patří srdečné poděkování všem, kdo se podíleli na zpracování této publikace, která bude sloužit jako vzor pro další případné zprávy, které se budou zabývat problematikou sucha a hodnocením jeho dopadů. Současně tato publikace představuje důležitý podklad pro management hospodaření s vodními zdroji v mezinárodním povodí Labe.



Ing. Bohuslava Kulasová  
předsedkyně skupiny expertů Hydrologie



Prof. Dr. Martin Socher  
předseda pracovní skupiny Povodňová ochrana



RNDr. Petr Kubala  
prezident MKOL

Příčiny sucha jsou zpravidla meteorologického původu, což je nedostatek srážek v kombinaci s vysokou teplotou vzduchu a velkým výparem. Sucho se však může projevit i v zimním období, kdy se srážky akumulují ve sněhu nebo ledu. Přirozeně se vyskytující sucho (na rozdíl od sucha způsobeného lidskou činností, např. nadměrným odběrem vody) je tedy fenomén, který se vyvíjí pozvolna a jehož projevy a dopady se objevují s určitým časovým zpožděním.

Hydrologické sucho následuje bezprostředně po meteorologickém suchu pouze v případě nedostatečných nebo chybějících akumulovaných zásob (zásoby vody v půdě, zásoby podzemních vod, přirozená a umělá jezera). Pokud jsou tyto zásoby více či méně dobře naplněné, mají zprvu tlumící, resp. zpomalující účinky. Teprve s ubývajícími zásobními kapacitami dochází při deficitu srážek i ke zmenšování průtoků ve vodních tocích. Z tohoto důvodu se příčiny hydrologického sucha vyskytují zpravidla s určitým časovým předstihem před vlastními nízkými stavy vody.

V roce 2015 postihlo území západní a střední Evropy, včetně České republiky a Spolkové republiky Německo, významné meteorologické sucho. V povodí českého a německého Labe docházelo během roku k nárůstu deficitu srážek, což se projevilo zejména v letních měsících výrazným nedostatkem vody v krajině a půdě, citelným snížením hladin podzemních vod a malými průtoky ve vodních tocích. Tato skutečnost vedla místy ke vzniku extrémního sucha, jehož vyhodnocením se zabývala skupina expertů Hydrologie v rámci mezinárodní spolupráce pod záštitou MKOL a vypracovala společnou zprávu.

Ve zprávě jsou zdokumentovány rámcové meteorologické podmínky, počínaje vývojem sněhových zásob za zimní období 2014/2015 přes teploty vzduchu až po průběh srážek v následujících měsících.

Zpráva dále obsahuje popis vlivu období sucha na podzemní vody; zvláštní pozornost je věnována analýze hydrologických dopadů meteorologické situace. Sem patří zdokumentování minimálních průtoků ve vodních tocích v povodí Labe na základě záznamů z reprezentativních vodoměrných stanic, vyhodnocení a zařazení intenzity této epizody, které se provádí statistickým přístupem pomocí výpočtů, analýz a porovnání příslušných charakteristik a indexů.

Pro porozumění procesů ovlivňujících vznik a rozsah této epizody sucha je důležitá znalost vlivů hospodaření s vodou. Hlavní pozornost je zaměřena na manipulace na významných vodních dílech, jejichž vliv byl zkoumán zčásti pomocí metod odhadu, zčásti pomocí hydraulických modelů. Přitom lze prokázat, že jen díky dotování průtoků z vodních děl, zejména z Vltavské kaskády, se podařilo zabránit i na úseku německého Labe ještě extrémnějším suchu. Na závěr následuje přibližný odhad dopadů této epizody sucha pro obyvatelstvo a různá hospodářská odvětví.

Cílem této zprávy je pokud možno jednotně a komplexně vyhodnotit a popsat tento extrém z přeshraničního pohledu za celé povodí Labe (**tab. 1-1; obr. 1-1**). Podrobnější informace o vyhodnocení sucha lze nalézt v příslušných národních zprávách.



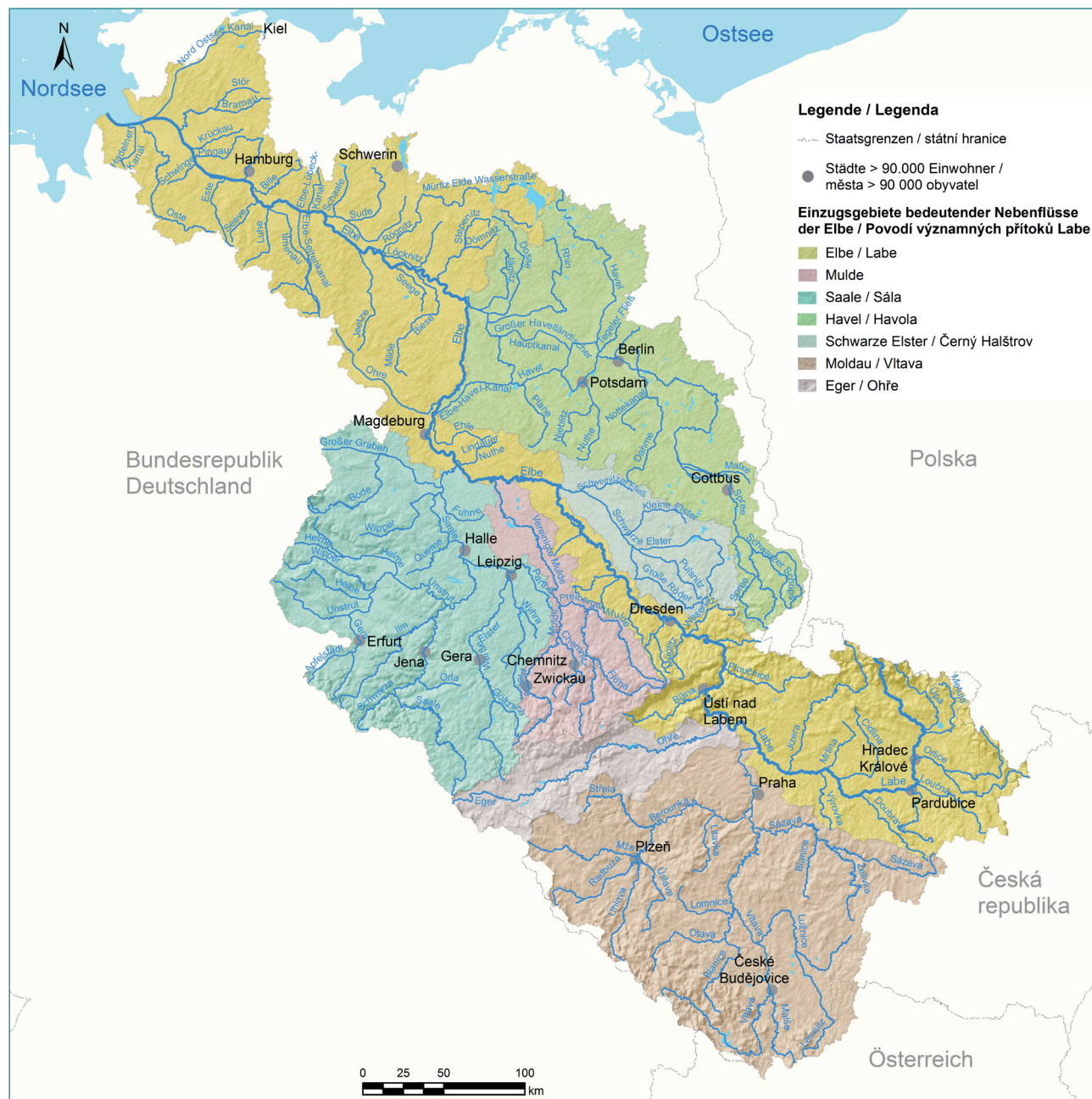
Tab. 1-1: Povodí Labe

Plocha povodí Labe: 148 268 km <sup>2</sup>			
z toho:	Česká republika	49 933 km <sup>2</sup>	(33,68 %)
	Německo	97 175 km <sup>2</sup>	(65,54 %)
	Rakousko	921 km <sup>2</sup>	(0,62 %)
	Polsko	239 km <sup>2</sup>	(0,16 %)
Délka Labe: 1 094,3 km			
z toho:	Česká republika	367,3 km	(33,6 %)
	Německo	727,0 km*	(66,4 %)
Počet obyvatel: 24,4 mil.			
z toho:	Česká republika	6,21 mil.	(25,4 %)
	Německo	18,12 mil.	(74,3 %)
	Rakousko	0,05 mil.	(0,2 %)
	Polsko	0,02 mil.	(0,1 %)

\* od levého břehu u Schöny



Pramen Labe v Krkonoších (M. Simon)



Obr. 1-1: Povodí Labe (zdroj: BfG, MKOL)

### 2.1 Vývoj synoptické situace

Během roku 2015 docházelo v povodí Labe k nárůstu deficitu srážek, což se projevilo zejména v letních měsících výrazným nedostatkem vody v krajině a půdě, citelným snížením hladiny podzemních vod a malými průtoky ve vodních tocích.

#### 2.1.1 Vývoj situace od ledna do října 2015

V lednu 2015 většinou převládalo západní proudění a v něm přes střední Evropu postupovaly jednotlivé frontální systémy. Srážky byly na horách převážně sněhové, v nižších polohách ve formě deště. Množství srážek bylo sice nadnormální, nestačilo však vyrovnat srážkový deficit z minulého roku. Následující měsíc únor byl naopak srážkově výrazně podnormální a ani březnové srážky, které se pohybovaly převážně v mezích normálu, nedokázaly deficit zmírnit.

Deficit srážek byl způsoben cirkulací atmosféry v oblasti Atlantik-Evropa, a to zejména přítomností dvou výrazných anticyklon – Azorskou a Sibiřskou. 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 až severovýchodu a jen částečně zasahovaly do počasí ve střední Evropě. Cirkulace se výrazně změnila až koncem března, kdy se do střední Evropy začaly dostávat frontální systémy od severozápadu a přinesly nejen ochlazení, ale i výraznější srážky.

V dubnu a v květnu se srážky v České republice vyskytovaly poměrně často, ovšem jejich úhrny byly až na výjimky poměrně nízké a docházelo i nadále k pozvolnému prohlubování srážkového deficitu. Také v německém povodí

Labe byl duben a květen v porovnání s dlouhodobým průměrem většinou silně podnormální.

Dubnová cirkulace nad Evropou byla poznamenána vlivem Azorské tlakové výše zasahující nad Britské ostrovy a západní Evropu. Střední Evropa se nacházela v jejím okrajovém proudění a frontální poruchy jen částečně ovlivňovaly počasí v povodí Labe. To se projevilo četnějšími srážkami, ovšem regionálně výrazně proměnlivými a menšími, než je v dubnu obvyklé.

Koncem dubna a v průběhu května postupovaly frontální poruchy přes střední Evropu většinou od západu až jihozápadu a byly často střídány výběžky či oblastmi vysokého tlaku vzduchu. Vzhledem k silnějšímu západnímu proudění fronty postupovaly přes střední Evropu poměrně rychle k východu. Srážky byly častěji ve formě přeháněk a lokálních bouřek, srážkové úhrny byly opět regionálně rozdílné a v České republice v průměru menší než dlouhodobý květnový normál. Ve středním Německu byl květen klasifikován jako silně podnormální a svrchní vrstva půdy byla téměř vyschlá.

V první polovině června nad větší částí evropského kontinentu převládalo anticyklonální počasí a fronty pouze přechodně přinášely do střední Evropy srážky. Před těmito frontami se do České republiky dostával teplý vzduch od jihozápadu. V druhé polovině června se proudění stočilo na západní a frontální poruchy se častěji dostávaly z Atlantiku až do vnitrozemí kontinentu a přinášely občasné srážky. Přesto se v průběhu června i nadále zvyšoval srážkový deficit na většině povodí.

<sup>1)</sup> Zdroje:

Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015, ČHMÚ, srpen 2016

Wetter trifft auf Klima. Fachbeitrag (Počasí se setkává s klimatem, odborný příspěvek), LfULG, DWD (kolektiv autorů): 2015, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/38251.htm>



Období od konce června do poloviny srpna bylo charakterizováno vysokými teplotami a výrazným úbytkem srážek. Na území České republiky se vyskytla 4 období s výrazně nadprůměrnými teplotami a několika vlnami vysokých maximálních teplot, které překračovaly i 35 °C.

V německém povodí Labe byla třetí vlna veder mimořádná. Zvláště teplý byl 7. srpen, kdy byly v Drážďanech a Berlíně dosaženy teploty až 39 °C. Na 24 ze 109 meteorologických stanic v Braniborsku, Berlíně, Sasku-Anhaltsku, Sasku a Durynsku byly převážně v tento den naměřeny nejvyšší srpnové teploty od začátku tamějších meteorologických pozorování. V těchto horších dnech dosahovaly průměrné denní teploty téměř 30 °C!

V červenci probíhalo tryskové proudění z východního pobřeží Spojených států, dále přes Britské ostrovy do severního Německa. Jižně od tohoto proudění převládala oblast vysokého tlaku vzduchu. Vzhledem k tomu, že tryskové proudění bylo silnější než obvykle, byl do západní a střední Evropy vtahován velmi teplý vzduch od jihozápadu až jihu. Frontální systémy postupovaly z východního Atlantiku zvolna k severovýchodu a výraznější srážky se vyskytovaly jihozápadně a západně od České republiky. Většina vzdušné vlhkosti byla zachycena jižními svahy alpského masivu a do České republiky se dostával už sušší a velmi teplý vzduch. Fronty slábly a přinášely většinou srážky pouze v podobě přeháněk, případně i bouřek.

V německém povodí Labe byl měsíční úhrn srážek v červenci velmi rozdílný, jak je to u konvektivních meteorologických situací obvyklé. Některé regiony byly postiženy přívalovými srážkami a bouřkami (až 110 mm za jeden den), v jiných regionech nenapršelo za celý červenec ani 40 mm. Proto ani neudivuje, že měsíční úhrn byl v některých regionech v porovnání s normálem poloviční a v některých naopak až dvojnásobný.

Během srpna se vyskytla velmi výrazná anomálie v rozložení tlakových útvarů v oblasti Atlantik – Evropa. Mezi Islandem a Britskými ostrovy se udržovala oblast nízkého tlaku vzduchu, severně až severovýchodně od střední Evropy dominoval hřeben vysokého tlaku. Při takovémto rozložení tlakových útvarů docházelo k blokování, resp. zpomalování postupu frontálních poruch z Atlantiku k východu a do střední Evropy se většinou dostávaly už jen slabší srážky. V první polovině srpna proudil do střední Evropy velmi teplý vzduch od jihu.

Tato cirkulace byla přerušena uprostřed srpna, kdy se nad střední Evropu dostalo zvlněné frontální rozhraní, které zde zůstalo ležet po dobu několika dnů. Během tohoto období se na většině území České republiky vyskytly významné srážky (30 až 120 mm, ale na jihozápadě Čech pouze do 20 mm), většinou ve formě trvalého deště, které ale pouze dočasně (a ne na celém území) přibrzdily prohlubující se srážkový deficit.

Německé povodí Labe bylo v polovině srpna ovlivňováno tlakovou níží pohybující se ze západní Evropy. Vyskytly se silné přeháňky, bouřky a lokálně přívalové srážky, kdy spadlo až okolo 50 mm srážek za den. Na přítocích Labe, na toku Große Röder, dolním toku Mulde a Bílého Halštrova byly srážkové úhrny řádově ve stejné výši jako v červnu 2013.

Na začátku září přešla přes Českou republiku výrazná studená fronta, teploty se dostaly k zářijovému normálu a zároveň se vyskytly poměrně vydatné srážky. V německém povodí Labe byly pozorovány většinou jen slabé deště ze série přeháněk.

Až do konce druhé zářijové dekády postupovaly přes střední Evropu jednotlivé frontální systémy. Srážky byly sice zaznamenány téměř každý den,

ale převážně slabé, většinou se vyskytovaly přeháňky, výjimečně i bouřky. V dalších dnech se Česká republika nacházela v nevýrazném tlakovém poli a vyskytovaly se pouze lokální srážky s nízkými úhrny.

V německém povodí Labe docházelo v důsledku brázd nízkého tlaku vzduchu k občasným dešťovým srážkám do poloviny poslední zářijové dekády, koncem měsíce se však vytvořila stabilní oblast tlakové výše nad Skandinávií a severním Německem, která přinesla poměrně suché počasí.

Na konci září a začátkem října byla větší část západní a střední Evropy pod vlivem tlakové výše a srážky se vůbec nevyskytovaly. Srážkový deficit začátkem října na území České republiky vyvrcholil a od začátku roku dosáhl až 180 mm.

Období bez dešťových srážek bylo přerušeno velmi vydatnými srážkami, které byly zaznamenány v období od 13. do 16. října, kdy území České republiky ovlivňovalo zvlněné frontální rozhraní spojené s tlakovou níží postupující ze západního Středomoří přes Balkán k severovýchodu. Tyto srážky přechodně zmírnily srážkový deficit, který na konci října činil cca 170 mm.

### 2.1.2 Shrnutí

Srážkový deficit se začal postupně projevovat už v roce 2014 a od února 2015 pozvolna narůstal i v průběhu jarních měsíců. Deficit srážek koncem zimy a začátkem jara byl způsoben přítomností tlakových výší nad větší částí západní a střední Evropy, tedy absencí tlakových níží a s nimi spojených front.

Na začátku léta už byla krajina poměrně výrazně vysušená a situaci postupně dále zhoršovaly opakující se vlny veder. Rozložení tlakových útvarů a zejména rozsáhlé a pravidelně se obnovující tlakové výše přispívaly k tomu, že se do střední Evropy nedostával dostatečně vlhký vzduch z okolních moří

a z oceánu. Frontální systémy 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 přispívaly i k celkově většímu výparu. Přítomný velmi teplý vzduch byl schopen absorbovat větší množství vodní páry, čímž docházelo k prohlubování nedostatku vody v krajině.

Uprostřed srpna se vyskytly vydatné srážky, ale nestačily na to, aby celkovou situaci do dalších týdnů výrazně zlepšily. Situace se opět zhoršovala během září a začátkem října vyvrcholil srážkový deficit. Nadprůměrné srážkové období z poloviny října sice vylepšilo srážkovou situaci, ale celkový deficit nijak výrazně nesnížilo.

V roce 2015 se projevovaly extrémní meteorologické situace, jejichž dalekosáhlé dopady mají svůj původ již v průběhu počasí v roce 2014. Rok 2015 lze v celém povodí Labe klasifikovat jako mimořádně teplý, srážkově podnormální a velmi slunečný.

## 2.2 Vývoj sněhových zásob za zimní období 2014/2015

K porovnání vypočítaného množství vody ve sněhové pokrývce (SVH) na území **České republiky** byla použita databáze Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) pro jednotlivá vyhodnocovaná povodí za období 1970 – 2015. Prostřednictvím této databáze lze velice rychle zhodnotit aktuální hodnoty SVH pro daná dílčí povodí v českém povodí v rámci celého období 1970 – 2015 a také zjistit roky s maximálními i minimálními hodnotami pro daný výpočtový týden.

Předložené grafy znázorňují vývoj zásob sněhu v jednotlivých zimách od roku 1970 pro povodí Labe po profil Přelouč (**obr. 2.2-1**), povodí vodních děl Lipno (**obr. 2.2-2**), Orlík (**obr. 2.2-3**) a Nechranice (**obr. 2.2-4**) a pro celou českou část povodí Labe (**obr. 2.2-5**). Z jednotlivých grafů je patrné, že zásoby vody akumulované ve sněhové pokrývce byly ve všech vybraných povodích největší v zimě 2005/2006 a vypočítané maximální hodnoty byly minimálně pětinasobkem průměrných hodnot za celé období 1970 – 2015. Naopak celkově za celé zimní období bylo ve sněhových zásobách nejméně vody v zimě 2013/2014. V průběhu tohoto zimního období se maximum sněhových zásob vyskytlo již na konci roku 2013 a od té doby byl na většině sledovaných povodí zaznamenán rychlý úbytek. Na některých povodích se sníh nevyskytoval již od konce února. Také zimní období 2014/2015 lze celkově hodnotit jako podprůměrné vzhledem k období 1970 – 2015, avšak v porovnání s předchozí zimou 2013/2014 byly zaznamenané hodnoty SVH v jednotlivých termínech více než dvojnásobné.

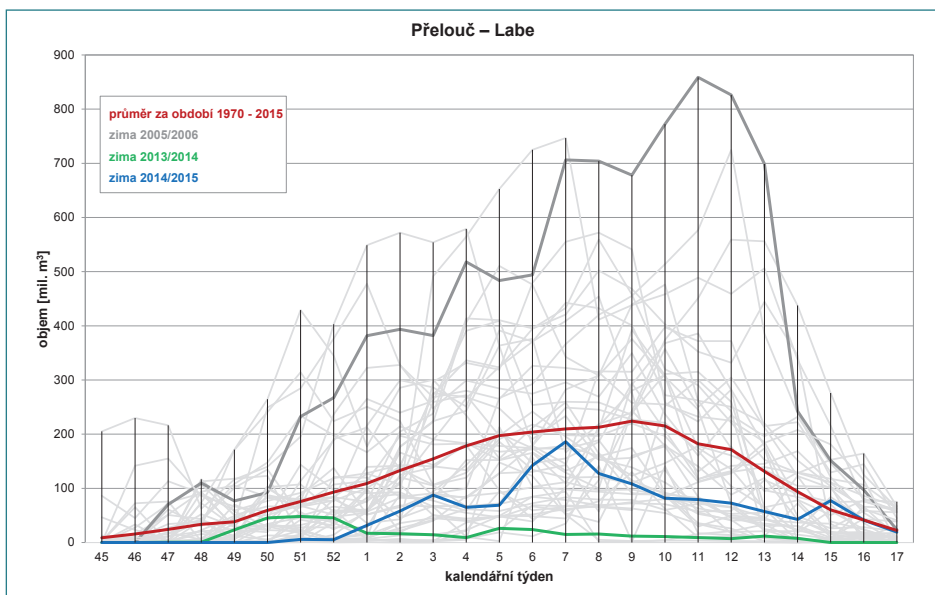
Porovnání vypočtených zásob vody ve sněhové pokrývce vychází v **německé části povodí Labe** z vyhodnocení zim v letech 2010 – 2015, které provedla Německá meteorologická služba (DWD). V tomto období lze zimu 2013/2014 charakterizovat jako velmi mírnou a bez významné sněhové pokrývky. Podprůměrná byla i zima 2014/2015, ale v porovnání s předcházející zimou 2013/2014 dosáhla zásoba vody ve sněhové pokrývce dvojnásobku<sup>2)</sup>. Z hlediska zásoby vody ve sněhové pokrývce se zima 2014/2015 řadí na druhé místo mezi sněhově nejchudší zimy za období 2010 – 2015.

<sup>2)</sup> Zdroj: Dr. Uwe Böhm, Gerold Schneider: SNOW, verze 4, Inovace a verifikace pro zimní období 2014/2015, DWD, oddělení hydrometeorologie, 2016

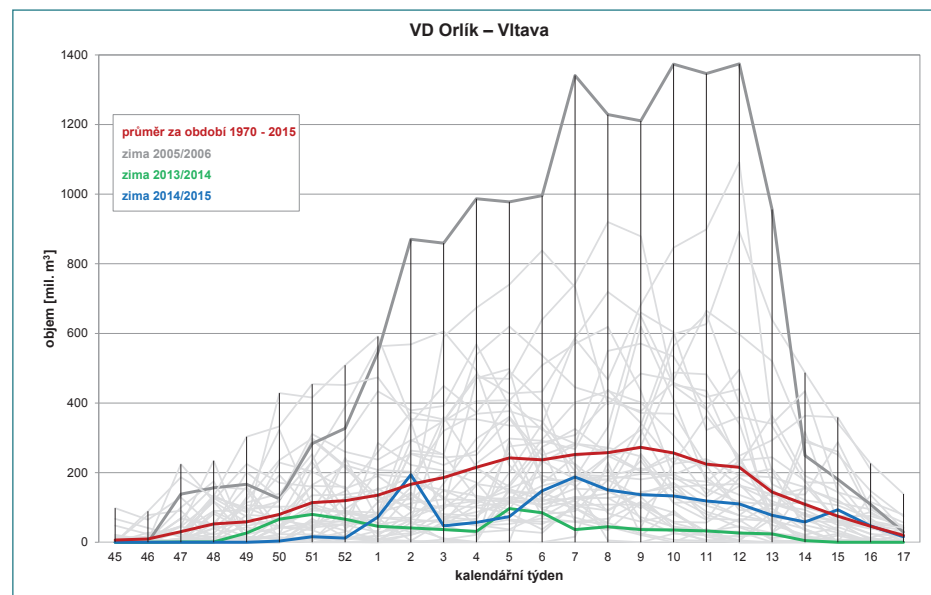
To ukazují i **obrázky 2.2-6 až 2.2-8**, kde je znázorněn vývoj vodních zásob akumulovaných ve sněhové pokrývce vztahených k vybraným údolním nádržím v německém povodí Labe. Ze znázornění je patrné, že zimy v letech 2005/2006, 2009/2010 a 2010/2011 byly nadprůměrně bohaté na sníh. Největší zásoby vody byly v povodí řeky Zwickauer Mulde (údolní nádrž Eibenstock) v zimě 2005/2006 a v povodí toků v Harcu v zimě 2009/2010. Naproti tomu za celé hodnocené období byly nejmenší zásoby vody vázané ve sněhové pokrývce zjištěny v zimě 2013/2014 ve všech sledovaných povodích. V zimě 2014/2015 došlo k vytvoření sněhových zásob teprve koncem ledna 2015. S ohledem na maximální zásoby vody ve sněhové pokrývce je tato zima hodnocena jako podprůměrná. Při posuzování průměrných zásob vody hodnoceného období je zejména druhá polovina zimy hodnocena jako relativně průměrná.



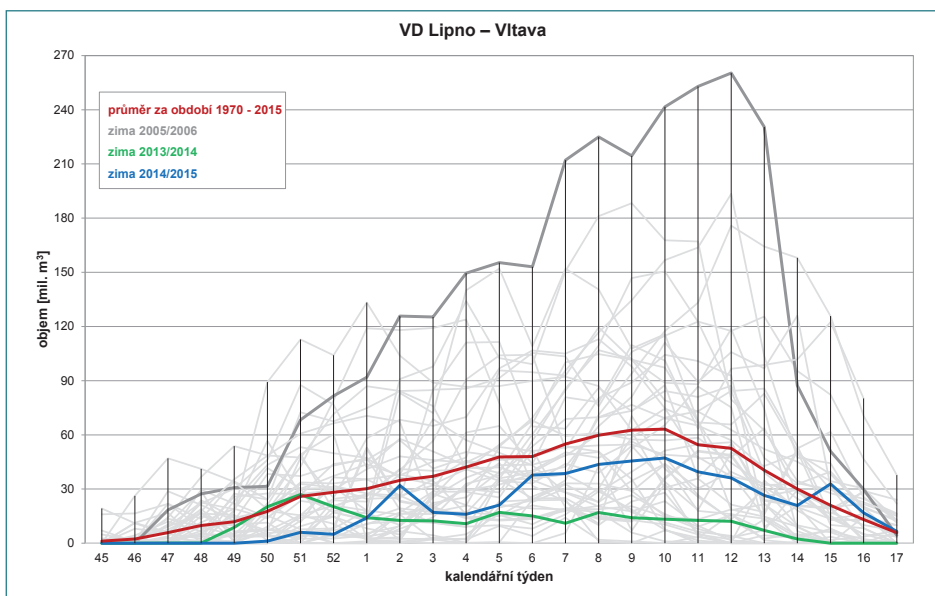
VD Hracholusky, zátoka Lučního potoka dne 5. 9. 2015 (Povodí Vltavy, státní podnik)



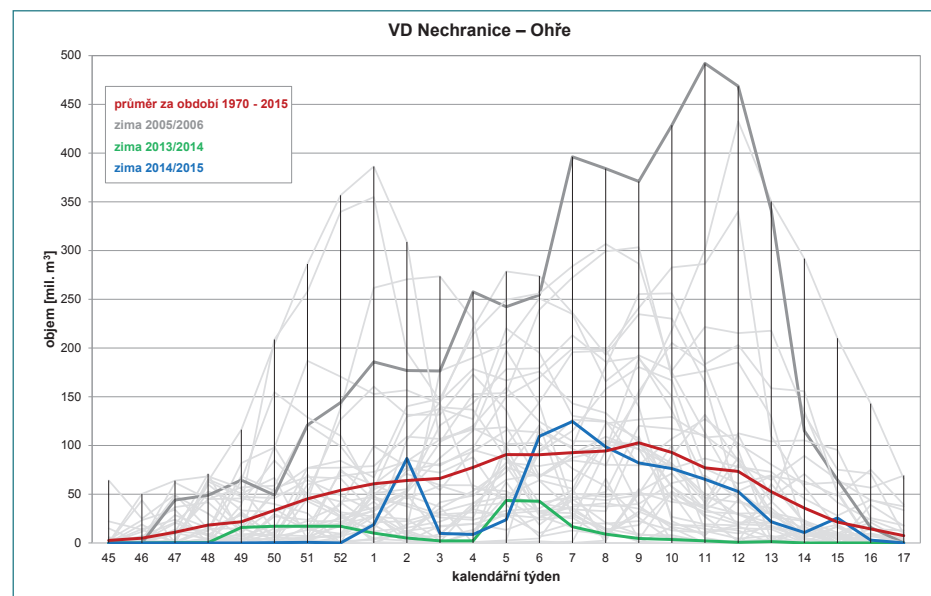
Obr. 2.2-1: Vývoj zásob sněhu pro povodí po profil Přelouč na Labi (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 2.2-3: Vývoj zásob sněhu pro povodí vodního díla Orlík na Vltavě (zdroj: ČHMÚ)

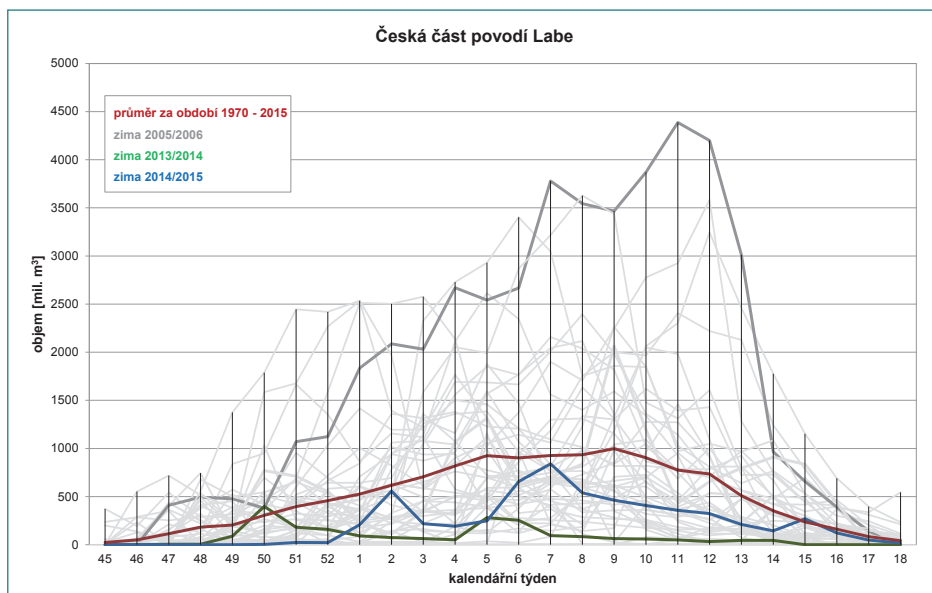


Obr. 2.2-2: Vývoj zásob sněhu pro povodí vodního díla Lipno na Vltavě (zdroj: ČHMÚ)

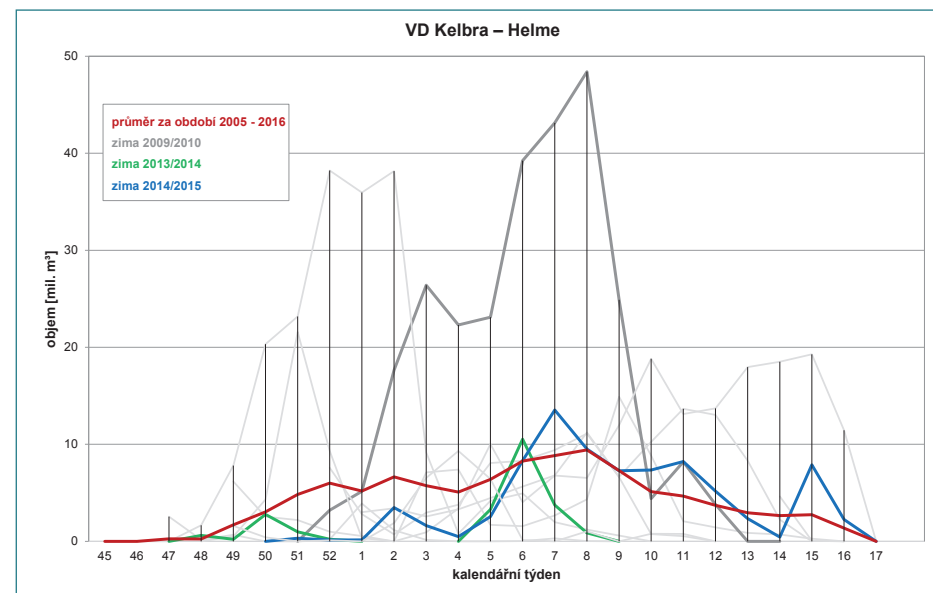


Obr. 2.2-4: Vývoj zásob sněhu pro povodí vodního díla Nechanice na Ohři (zdroj: ČHMÚ)

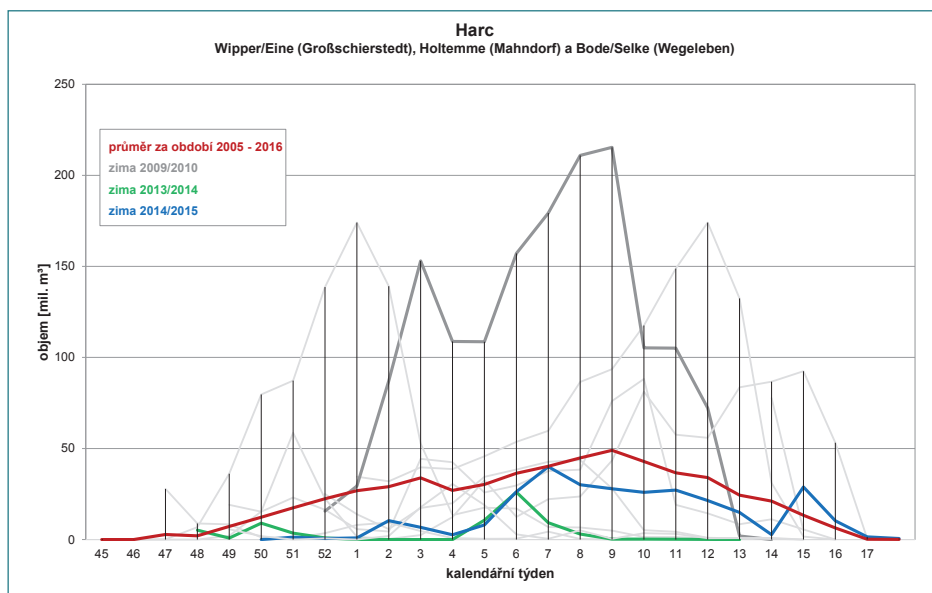




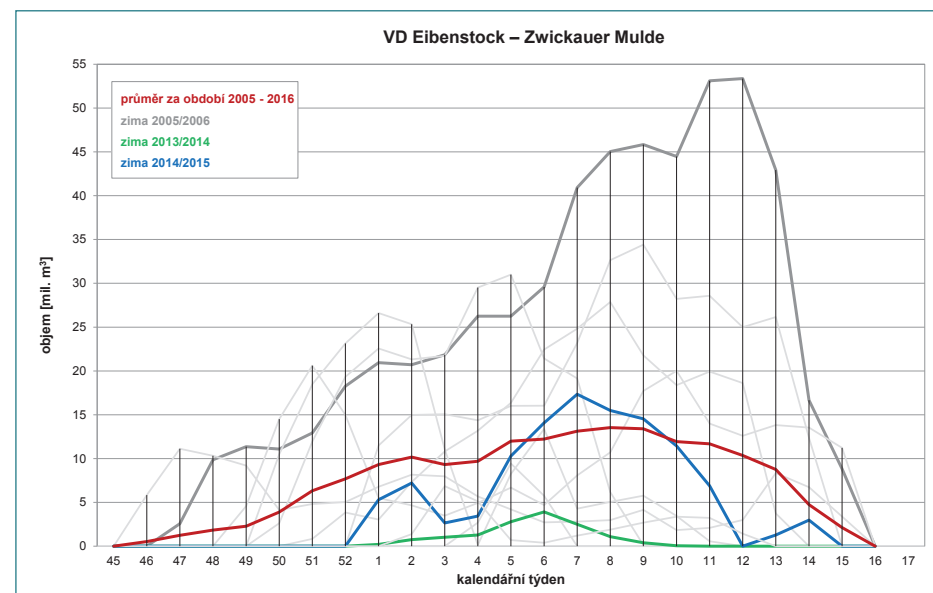
Obr. 2.2-5: Vývoj zásob sněhu pro celou českou část povodí Labe (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 2.2-7: Vývoj zásob sněhu pro povodí vodního díla Kelbra na řece Helme (zdroj: LHW ST, data: DWD)



Obr. 2.2-6: Vývoj zásob sněhu pro povodí v Harcu (zdroj: LHW ST, data: DWD)



Obr. 2.2-8: Vývoj zásob sněhu pro povodí vodního díla Eibenstock na řece Zwickauer Mulde (zdroj: LTV SN)

## 2.3 Srážkové úhrny

V roce 2015 v průměru spadlo na území **České republiky** 532 mm srážek (78 % normálu za období 1981 – 2010), což je množství silně podnormální, a jedná se o druhý nejnižší roční úhrn srážek od roku 1961 (nižší úhrn byl v roce 2003). V jednotlivých dílčích povodích spadlo od 67 % do 94 % normálu. Nejvíce srážek vzhledem k normálu bylo naměřeno v povodí Ohře, Ploučnice a dolního Labe v České republice (91 až 94 %).

Nízký úhrn srážek na území České republiky byl zaznamenán již koncem roku 2014. Zatímco září 2014 bylo srážkově nadnormální (168 %) a říjen normální (114 %), listopad (**obr. 2.3-1**) se 47 % normálu 1981 – 2010 patří mezi srážkově silně podnormální měsíce. Srážkové úhrny v prosinci 2014 (**obr. 2.3-2**) a v lednu 2015 (**obr. 2.3-3**) byly relativně blízko úrovně normálu, ale únor (**obr. 2.3-4**) byl srážkově mimořádně podnormální (32 %). Během zimních měsíců nedošlo k vytvoření významné sněhové pokrývky.

Jarní měsíce březen (**obr. 2.3-5**), duben (**obr. 2.3-6**) a květen (**obr. 2.3-7**) se srážkově pohybovaly kolem normálu, avšak nestačily na dorovnání vláhového deficitu. Poměrně nízké srážkové úhrny byly zaznamenány v červnu (**obr. 2.3-8**). Srážkově podprůměrný byl také měsíc červenec (**obr. 2.3-9**), kdy spadlo pouze 41 % normálu. Výjimku tvořily pouze severozápadní Čechy, kde červencové úhrny činily 60 % až 65 % normálu.



Ratibořský potok, přítokový limnigraf VD Žlutice dne 6. 8. 2015 (Povodí Vltavy, státní podnik)

Tab. 2.3-1: Měsíční srážkové úhrny na vybraných srážkoměrných stanicích v povodí Labe v hydrologickém roce 2015 (listopad 2014 – říjen 2015) v mm a v % normálu za období 1981 – 2010 (část 1)

Č.	Stanice	Nadmořská výška	XI/2014		XII/2014		I/2015		II/2015		III/2015		IV/2015		V/2015		VI/2015		VII/2015		VIII/2015		IX/2015		X/2015	
		[m n. m.]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]
1	Seč	529	11,1	14	46,1	58	68,1	94	18,8	26	52,1	68	20,5	26	56,7	71	56,9	68	32,2	36	74,4	96	19,4	25	45,6	56
2	Pelhřimov	520	21,1	43	41,8	89	57,3	134	5,3	14	32,9	64	19,9	45	55,4	72	69,5	85	35,9	36	68,9	77	61,5	93	87,2	199
3	Labská bouda (Špindlerův Mlýn)	1 315	29,8	23	239	202	193	180	18,1	25	162	150	72,1	98	71,9	68	178	125	111	62	76,4	42	111	77	70,6	71
4	Doksany	158	20,9	67	19,7	67	24	103	4,3	22	51,2	196	38,9	154	37,3	70	78,7	140	31,8	45	67,3	103	24,2	65	55	193
5	Churáňov	1 118	16,5	21	80	82	96,2	107	10,6	13	107	107	49,4	72	89,6	95	78,1	73	38,4	30	22,5	19	37,9	47	58,3	79
6	Praha (Libuš)	302	18,6	58	28,8	102	25,8	105	3,4	16	35,5	115	25,8	92	35,7	56	68,7	103	24,1	31	63,6	82	25,5	60	53,8	185
7	Hradec Králové (Nový Hradec Králové)	278	11,4	28	28,2	64	46,5	118	5,2	16	50,6	124	24,1	66	53	83	45,9	75	24,8	29	42	57	22,3	44	49,7	137
8	Pízeň (Mikulka)	360	13,1	37	15,8	48	22	77	2,5	10	24,3	72	32,5	93	46	78	53,7	79	29,3	41	63,2	88	17,5	43	52,7	145
9	Mariánské Lázně (vodárna)	696	20,4	28	56,7	78	90,7	138	15,4	25	50,2	73	57,5	107	30	44	81,8	101	31,1	34	60,3	69	42,1	61	56,4	101
10	České Budějovice (Rožnov)	395	12,6	33	20,3	65	37,5	145	5,4	22	31,9	77	25,7	63	59,1	86	75,8	82	28	33	46	51	50,1	88	61,1	169

Tab. 2.3-1: Měsíční srážkové úhrny na vybraných srážkoměrných stanicích v povodí Labe v hydrologickém roce 2015 (listopad 2014 – říjen 2015) v mm a v % normálu za období 1981 – 2010 (část 2)

Č.	Stanice	Nadmořská výška	XI/2014		XII/2014		I/2015		II/2015		III/2015		IV/2015		V/2015		VI/2015		VII/2015		VIII/2015		IX/2015		X/2015	
		[m n. m.]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]
11	Artern	164	8,8	24	27,4	70	35	121	4,4	19	38,8	111	22,4	66	21,7	36	31,7	65	91,3	143	48	100	27,5	64	36,8	123
12	Belzig, Bad	80	11,2	22	55,2	94	76,3	147	9,3	22	30,9	62	22,8	60	12,5	22	32,4	58	103	178	89	137	29,6	60	62,9	166
13	Berlin-Tegel	36	6,3	15	43,5	95	63,4	147	6,7	20	36	88	24,1	78	18,9	35	39,1	70	58,7	98	29,6	47	24,4	55	64	173
14	Brunsbüttel	2	32	37	210	256	142	187	44,7	81	95,5	145	57,2	136	125,1	209	76	85	285,1	320	118,2	133	125,7	140	43,4	46
15	Chemnitz	418	9,8	17	67,3	122	53,1	123	9	23	45,3	89	59,4	126	25,4	38	72,7	100	49	53	88,5	93	44,8	71	50	104
16	Cottbus	69	–	–	28,4	60	62,1	155	7,2	21	29,1	69	30,7	83	22,4	38	61,9	124	83,5	123	16	25	67,7	150	58,5	167
17	Drei Gleichen-Mühlberg	286	20,5	45	45,8	102	31,7	88	3,1	9	36	80	28	60	5,3	8	33,4	61	51,5	75	31,3	57	27,9	56	36,9	92
18	Drážďany-Klotzsche	227	8,5	15	53,4	101	48	107	7,5	21	37,5	83	49,6	118	15,5	24	58,3	96	62,5	74	118,4	141	44,4	89	72,4	168
19	Fichtelberg	1 213	39,2	40	102,6	101	142,2	165	38	47	90,5	94	105,2	142	30,7	35	113,1	111	94,4	79	101,7	83	79,9	90	97,8	130
20	Genthin	35	9,2	21	51,7	112	55,4	142	14	44	27,9	72	21,3	76	31,2	55	37,9	66	90,9	154	108,8	181	49,5	99	58,6	163
21	Gera-Leumnitz	311	16,1	30	41,9	87	39,8	111	4,9	15	32,7	76	44,4	106	16,2	27	95,9	152	48,3	65	62,3	85	32,3	57	55,4	146
22	Golßen	62	6,3	14	42,4	85	69,4	158	8,9	25	36,8	90	26,6	74	17,6	32	67,4	125	83,1	136	39,3	63	49,3	117	51,1	165
23	Herzberg/Elster	81	7,3	15	37,1	71	75,8	168	9,8	27	44,3	98	30	77	27,1	52	38,4	77	87	134	80,2	125	32,4	68	48,9	144
24	Köthen (Anhalt)	76	12,1	29	31,3	70	42,4	118	10,3	36	–	–	24,4	72	20,1	37	40	74	85	131	125,3	232	18,1	38	48,7	152
25	Kubschütz, okres Bautzen	232	9,5	18	32,3	61	63,9	139	5,6	14	48	96	49,1	120	27	42	70,3	113	67,6	86	68,3	90	47,8	94	47,1	124
26	Magdeburg	76	11	28	26	60	33,5	93	10,4	36	42	108	24,1	75	19,1	36	24,2	41	91,5	173	111,2	195	29,8	66	55,2	158
27	Malk Göhren	31	10,5	21	77,5	138	79,2	149	15	36	56,9	119	34,4	88	25,1	51	40,4	65	80,3	118	79	123	39,1	81	44,6	95
28	Neuruppin-Gühhlen Glienicke	89	8,9	19	71,1	123	91,7	170	15,7	38	57,9	114	30,8	96	28,2	49	30,7	52	84	135	53,6	94	35,6	70	49,9	102
29	Rehau	587	20,4	32	67,5	104	66,7	109	8,8	18	51,5	95	41,7	87	26,1	41	75,2	96	58,5	67	64,8	83	23,7	40	47,4	85
30	Schwarzburg	277	43,1	83	46,4	93	52,3	131	4,1	11	42	91	37	74	13,9	21	50,9	88	76,8	101	34,3	50	27	51	63	150
31	Schwerin	59	12,9	25	109,4	199	85,2	158	14,5	35	54,2	111	23,5	60	42,7	82	20,9	34	103,6	148	–	–	34,2	62	42	82
32	Seehausen	21	6,9	15	55,4	115	79,6	166	11,4	32	44,6	104	21,8	64	23,4	49	19,4	33	78,3	135	85,1	161	29	57	56	133
33	Uelzen	50	8,7	15	76,9	133	79,1	132	22,6	47	62,8	118	24,8	60	36,6	70	21	33	98,5	137	114,1	176	46,9	87	71,3	132
34	Wernigerode-Schierke	609	14,5	11	202,7	132	186,6	115	22,1	19	141,8	102	65,1	81	48,9	58	42,6	46	152,5	148	104	108	81,6	78	50,3	45
35	Zinnwald-Georgenfeld	877	35,9	42	75,6	92	137,7	177	31,4	49	78,7	105	79,5	130	38,7	44	76,1	86	77,8	71	93,7	73	47,6	61	103,9	155



Židova strouha dne 13. 8. 2015, ř. km 0,290  
(Povodí Vltavy, státní podnik)

Z průběhu průměrných srážkových úhrnů, teplot vzduchu a dalších klimatických charakteristik na území České republiky lze začátek výskytu sucha vymezit na počátek června 2015.

V srpnu (**obr. 2.3-10**) bylo průměrně naměřeno 67 mm (84 %), ale na jihu a západě Čech spadlo srážek méně (i pod 60 % normálu 1981 – 2010). Většina srpnového úhrnu však pocházela z vydatných srážek z období od 14. do 19. 8. 2015, kdy nejvyšší denní srážkové úhrny přesahovaly i 50 mm a místy dosáhly hodnoty až 80 mm. Nejvydatnější srážky v těchto dnech spadly v pásmu táhnoucím se od severozápadu k jihovýchodu. Přestože jednodenní úhrny srážek nebyly z hlediska extremity tak významné, v případě dvou a třídních úhrnů srážek byly na některých stanicích překročeny 100leté hodnoty.

I v následujícím měsíci září (**obr. 2.3-11**) se srážkové úhrny pohybovaly pod hodnotami normálu (56 %). Nejnižší srážkové úhrny byly zaznamenány ve východních a středních Čechách (cca 40 %). V říjnu (**obr. 2.3-12**) byly srážkové úhrny prostorově nerovnoměrně rozloženy, ale jako celek byl říjen již srážkově nadnormální (122 %) a listopad dokonce silně nadnormální (152 %). Prosinec už byl ale srážkově silně podnormální (40 %).

Srážkový úhrn na **německém území** zůstal v roce 2015 s hodnotou 688 mm o 13 % pod dlouhodobým normálem (1961 – 1990) o hodnotě 789 mm<sup>3)</sup>. Zejména ve střední části Německa spadlo minimální množství srážek a lokálně zaznamenala Německá meteorologická služba (DWD) úhrny pod 400 mm, což nepatrně přesahuje polovinu srážkového normálu.

<sup>3)</sup> Zdroj: Deutschlandwetter im Jahr 2015 (Počasí v Německu v roce 2015), DWD, Offenbach 30. 12. 2015



Labe v Drážďanech ve čtvrti Cotta v srpnu 2015  
(J.-M. Lange, Senckenberg Dresden)

Vztaženo na německou část povodí Labe dosáhl průměrný srážkový úhrn v roce 2015 téměř normálních hodnot (vzhledem k období 1981 – 2010), ovšem s velmi rozdílným prostorovým rozložením. Zatímco největší deficit srážek byly registrovány v povodí horního toku Sály a Bílého Halštrova, za kterými následovalo povodí Havoly a Sprévy, pohybovaly se roční srážkové úhrny v povodí Labe pod soutokem se Sálou převážně v oblasti dlouhodobého průměru (1981 – 2010).

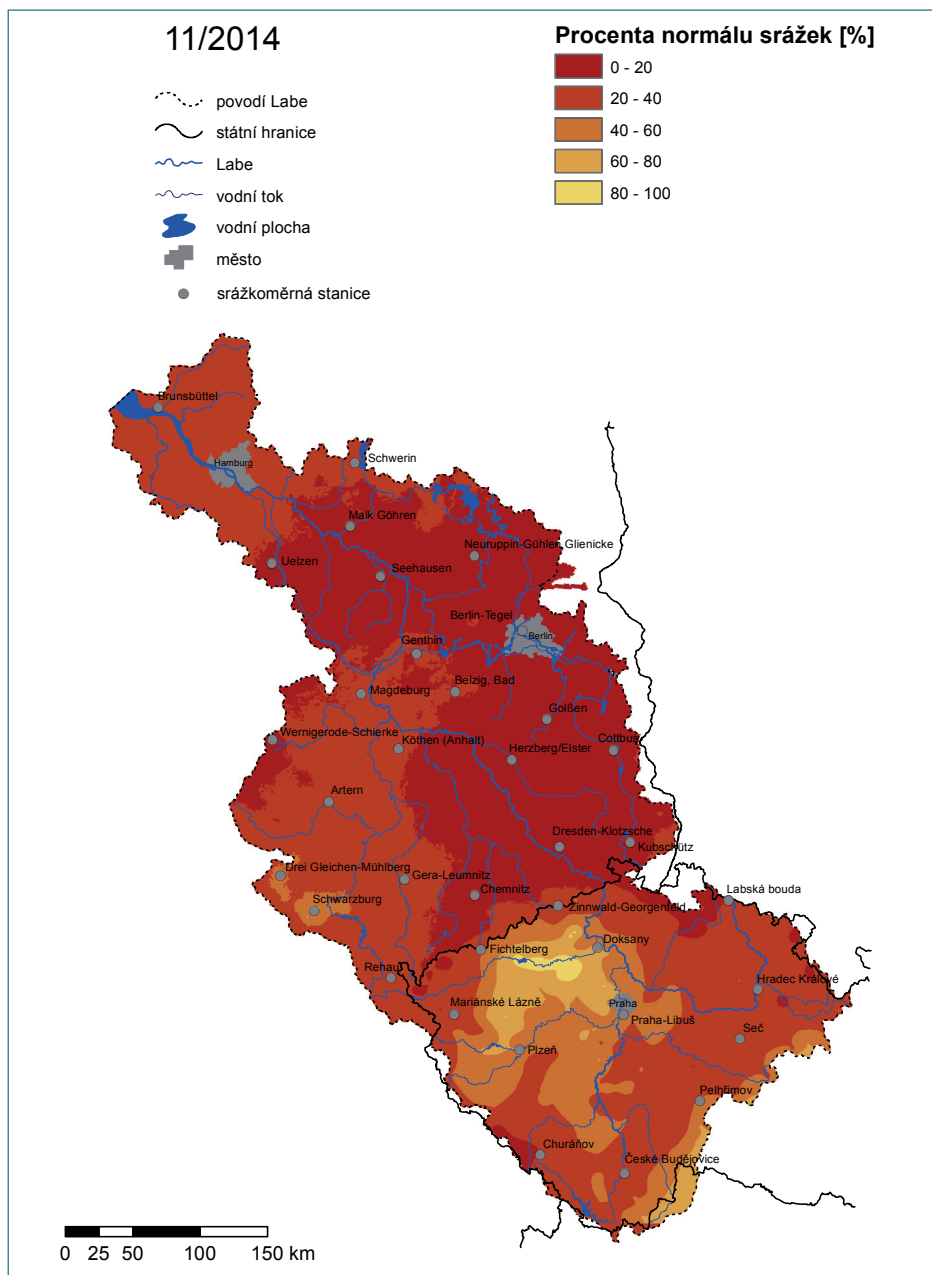
Velmi nízké úhrny srážek byly v německé části povodí Labe registrovány již v listopadu a prosinci 2014. Listopad (**obr. 2.3-1**) patřil s 22 % normálu (1981 – 2010) ke srážkově velmi chudým měsícům. V prosinci 2014 (**obr. 2.3-2**) a v lednu 2015 (**obr. 2.3-3**) byly srážkové úhrny poměrně blízko normálu, ale únor (**obr. 2.3-4**) byl opět srážkově mimořádně podnormální (28 %).

Srážky v jarních měsících březen (**obr. 2.3-5**) a duben (**obr. 2.3-6**) se pohybovaly kolem normálu. V květnu (**obr. 2.3-7**) spadlo pouze 47 %, což není ani polovina jinak běžného množství srážek. Srážkově chudý byl také červen (**obr. 2.3-8**) s hodnotami pouze 73 % normálu.

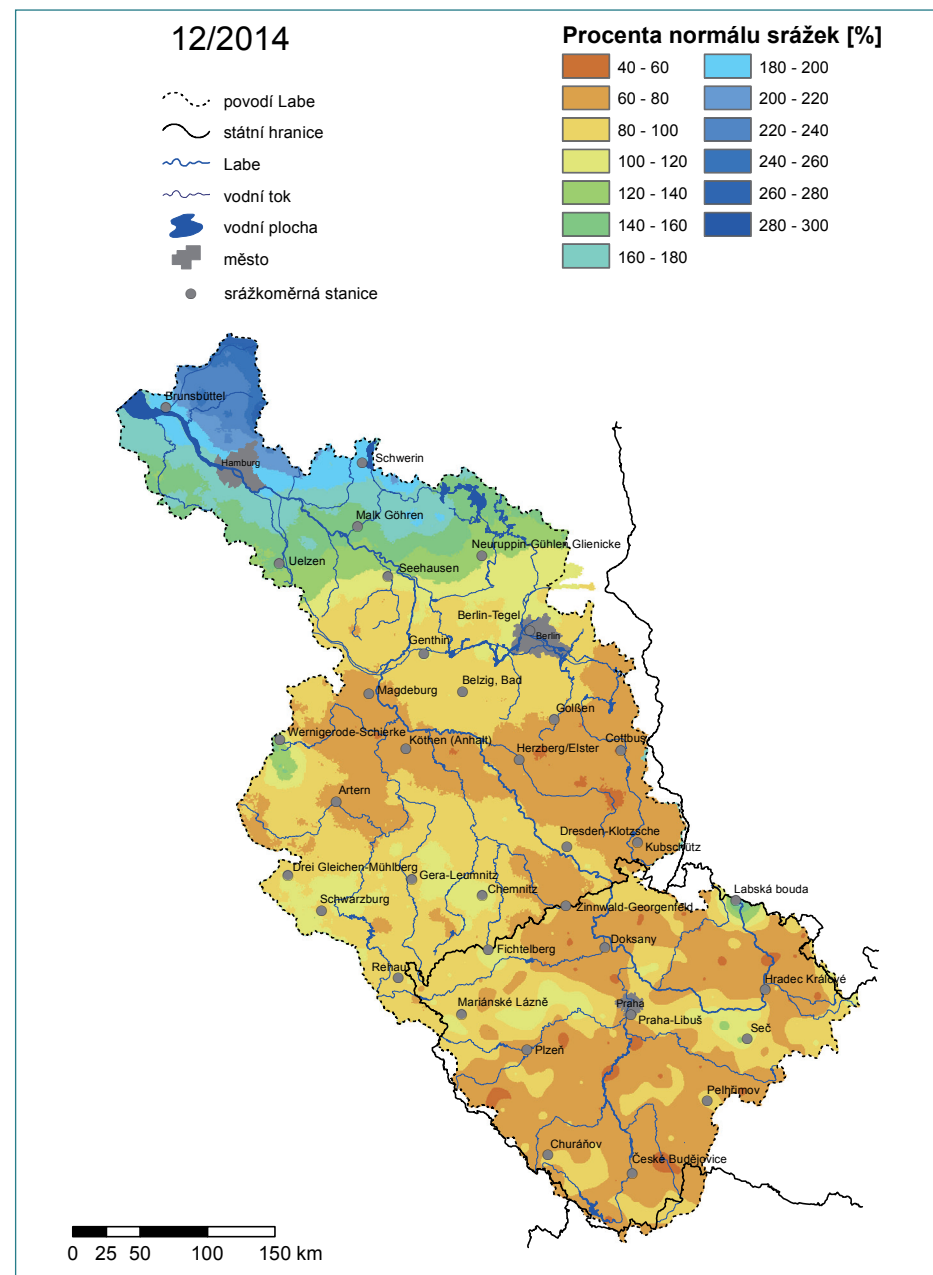
Srážkové úhrny v červenci a srpnu (**obr. 2.3-9 a 2.3-10**) dosáhly v německé části povodí Labe převážně normálních hodnot.

V následujícím měsíci září (**obr. 2.3-11**) zůstaly úhrny srážek pod normálem (82 %). V říjnu (**obr. 2.3-12**) bylo rozložení srážkových úhrnů prostorově nerovnoměrné, ale vcelku se pohybovaly již nad normálem (113 %) a v listopadu dokonce vysoko nad normálem (164 %). Prosinec byl opět srážkově velmi chudý (53 %).

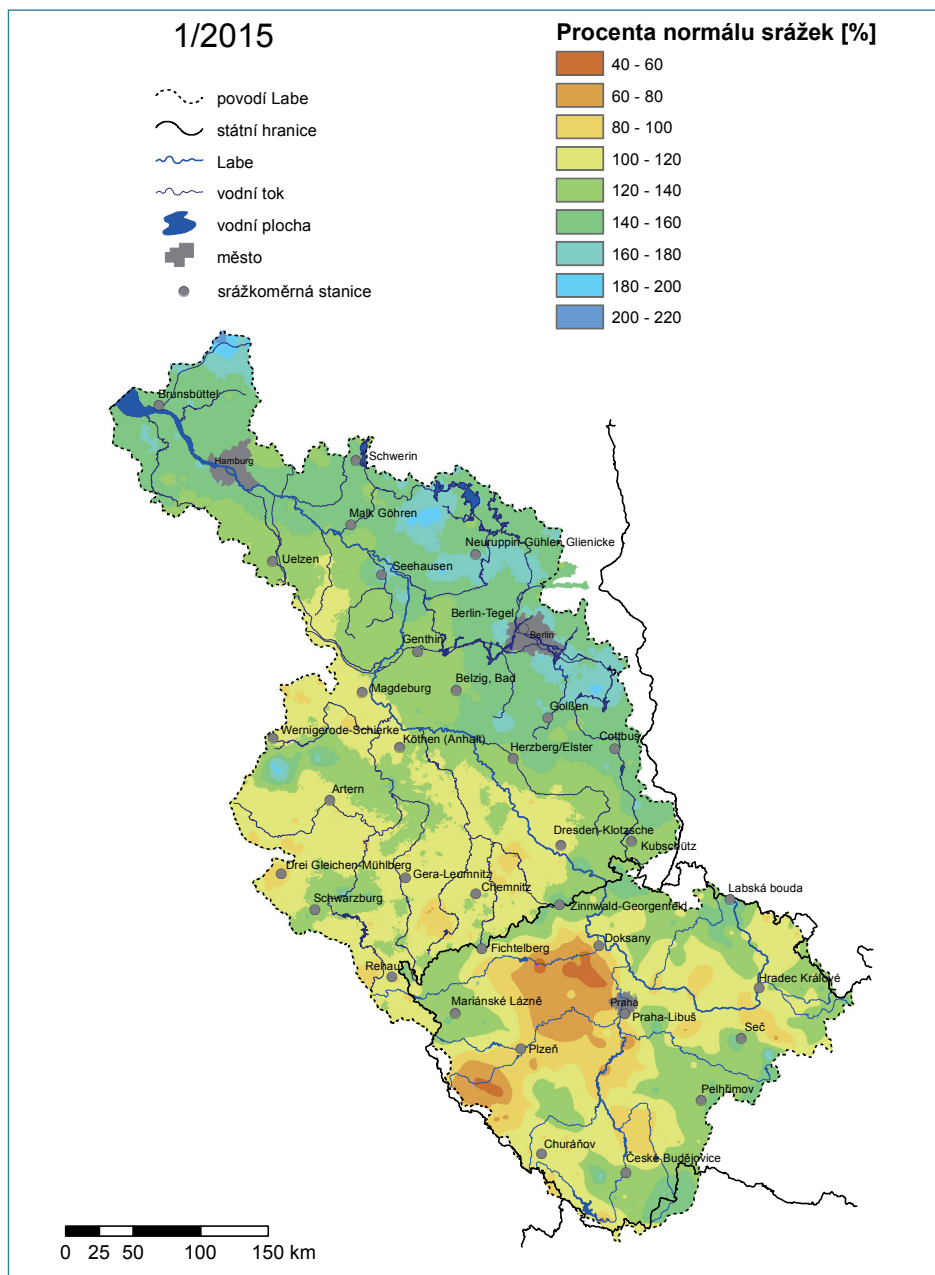




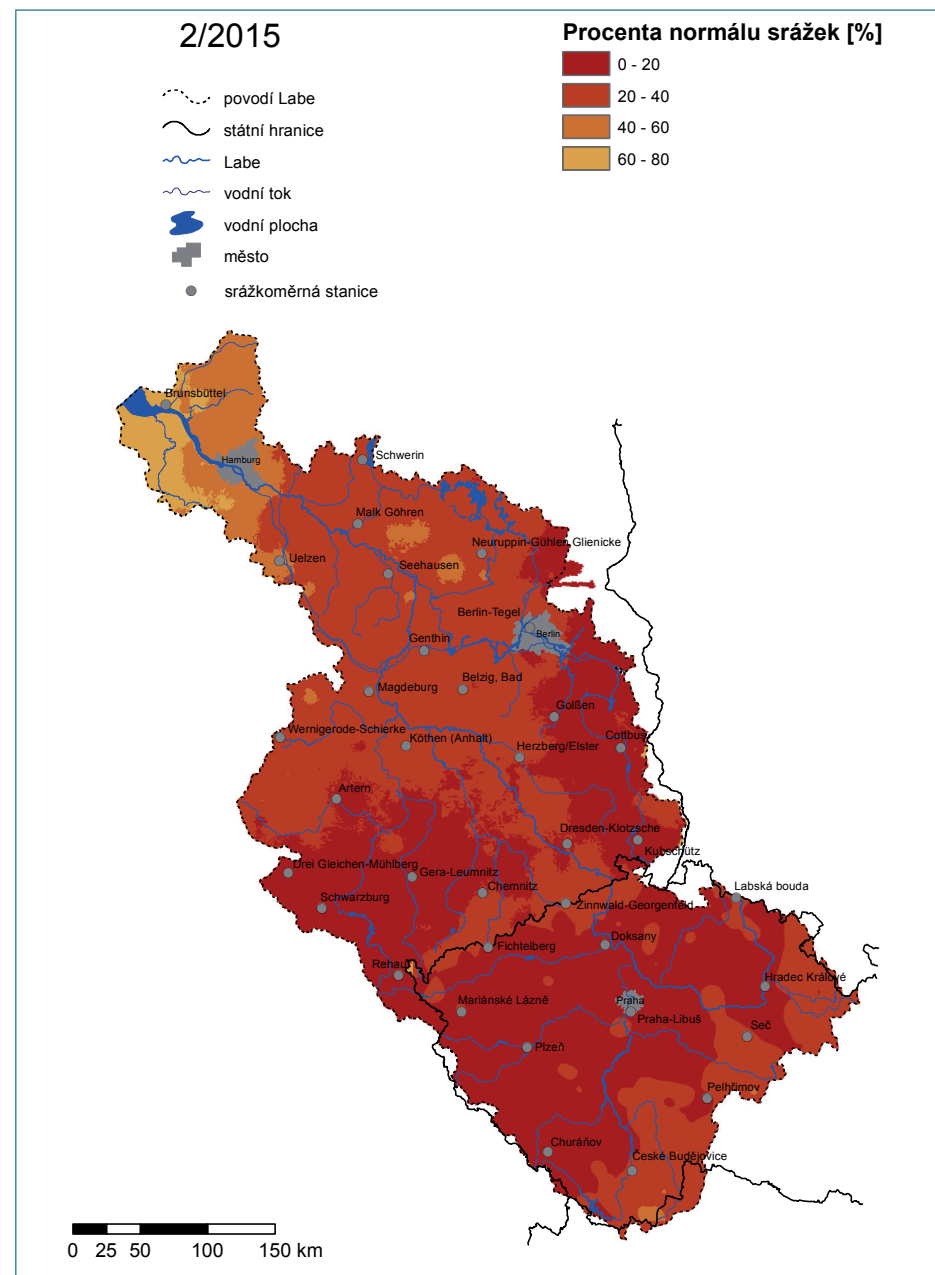
Obr. 2.3-1: Srážkové úhrny v listopadu 2014 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



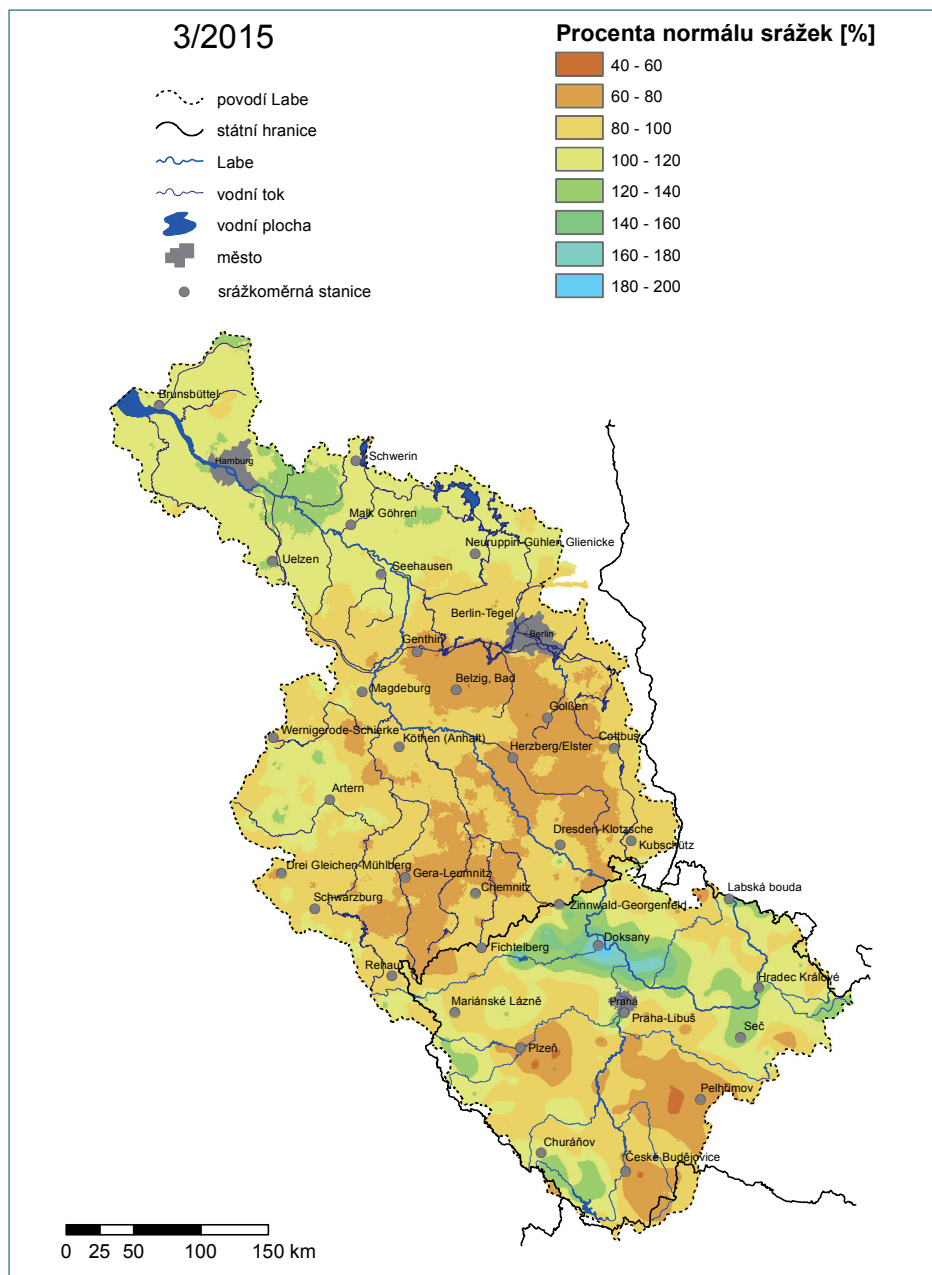
Obr. 2.3-2: Srážkové úhrny v prosinci 2014 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



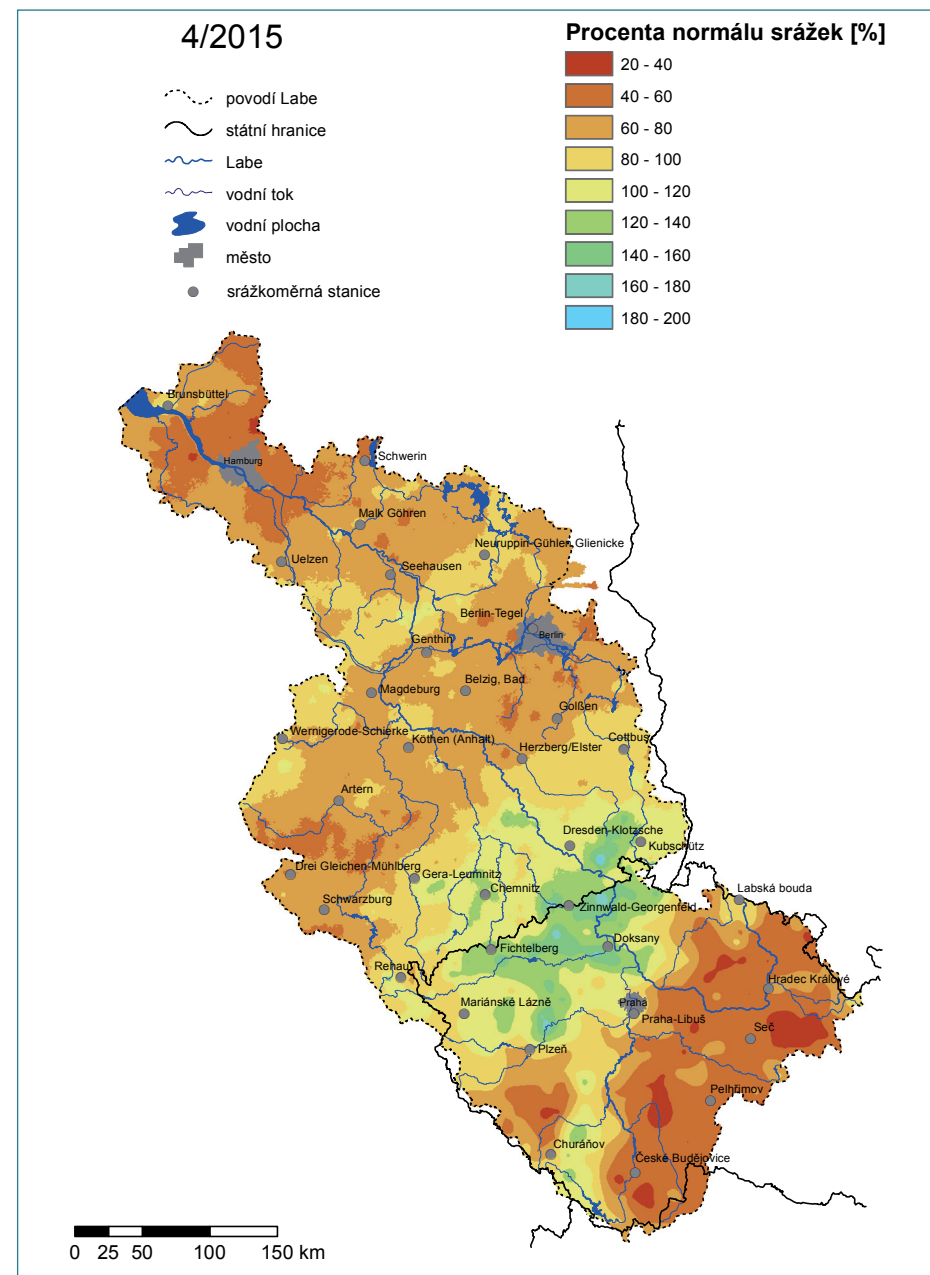
Obr. 2.3-3: Srážkové úhrny v lednu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



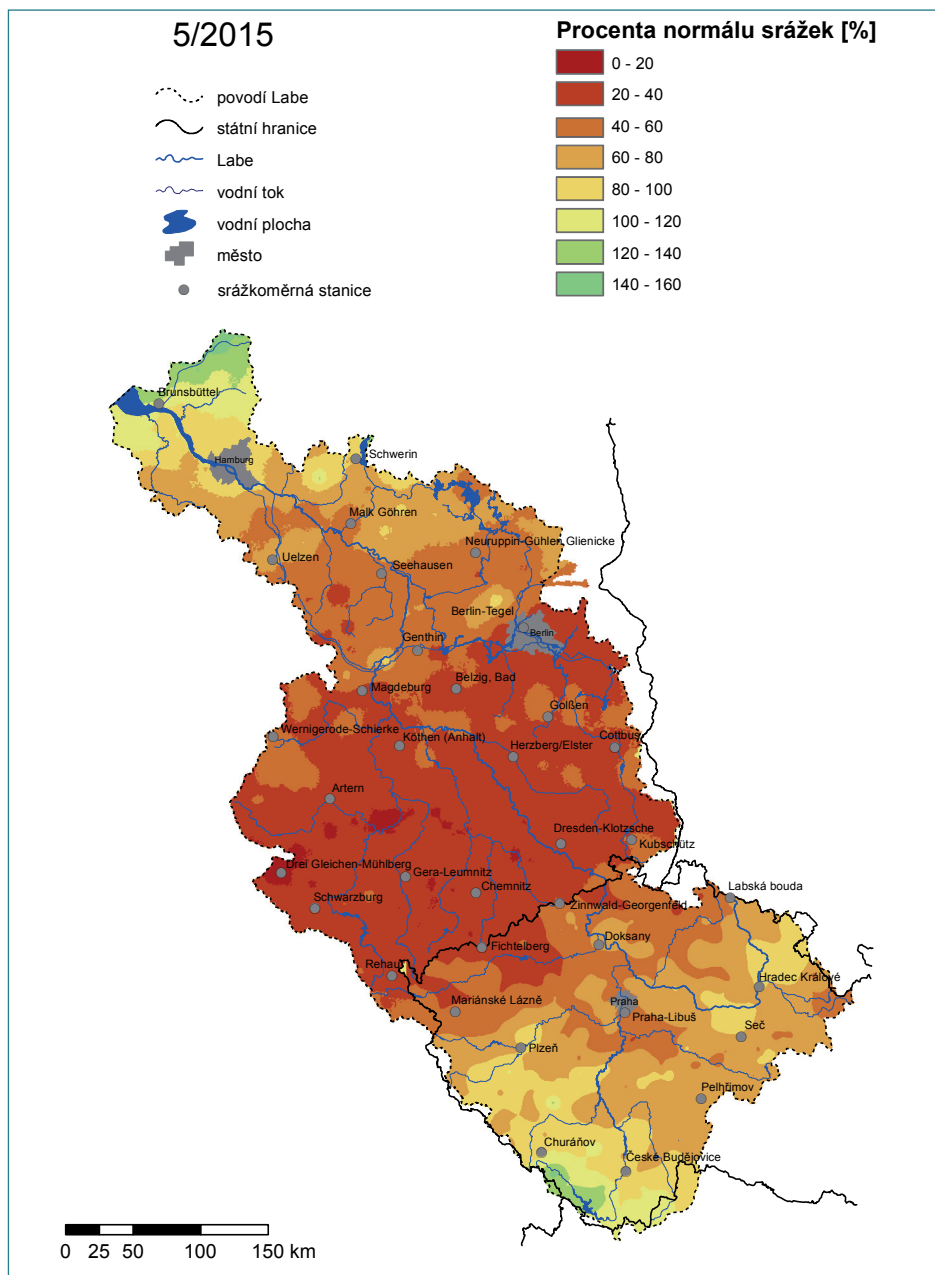
Obr. 2.3-4: Srážkové úhrny v únoru 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



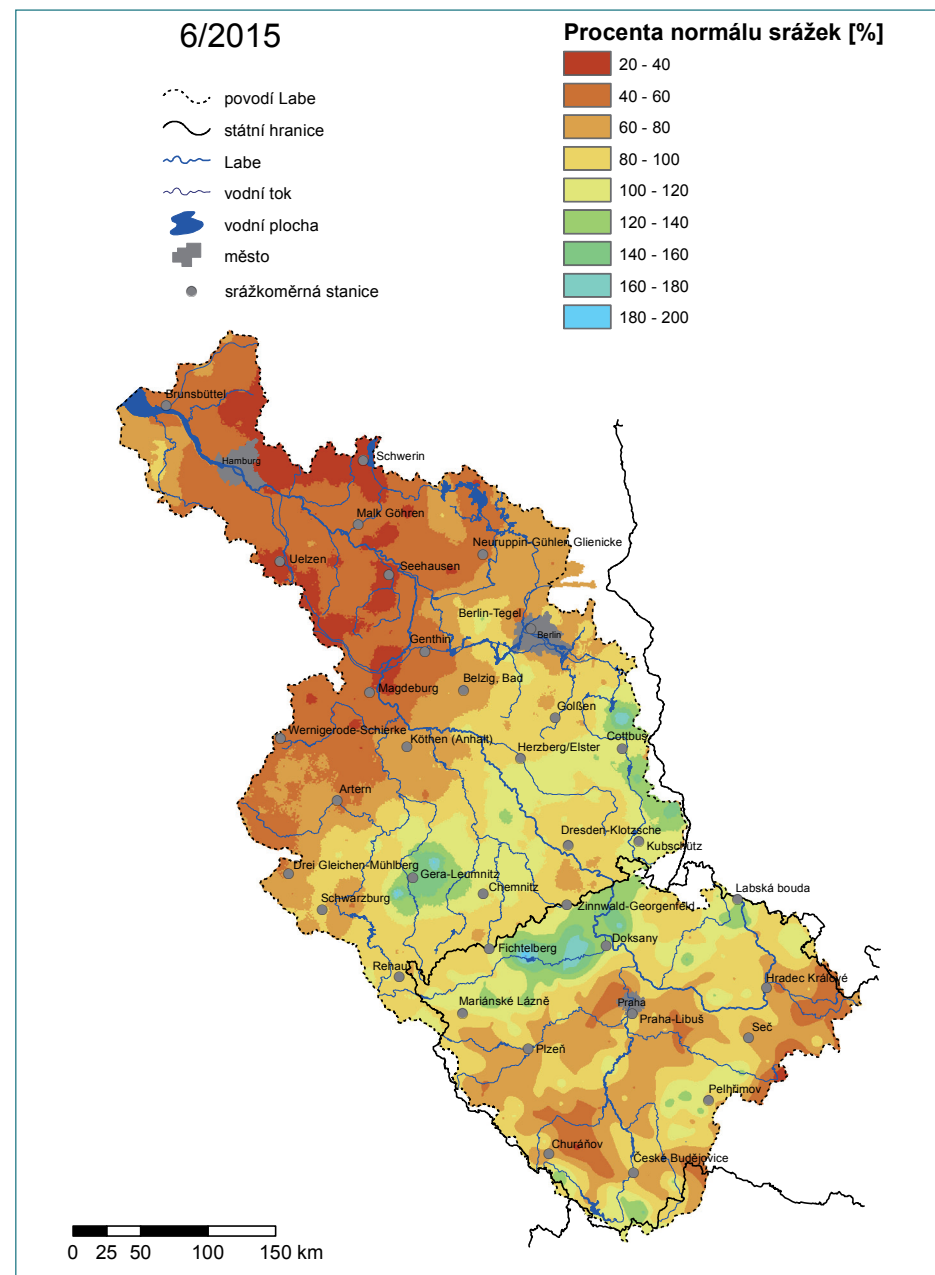
Obr. 2.3-5: Srážkové úhrny v březnu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



Obr. 2.3-6: Srážkové úhrny v dubnu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)

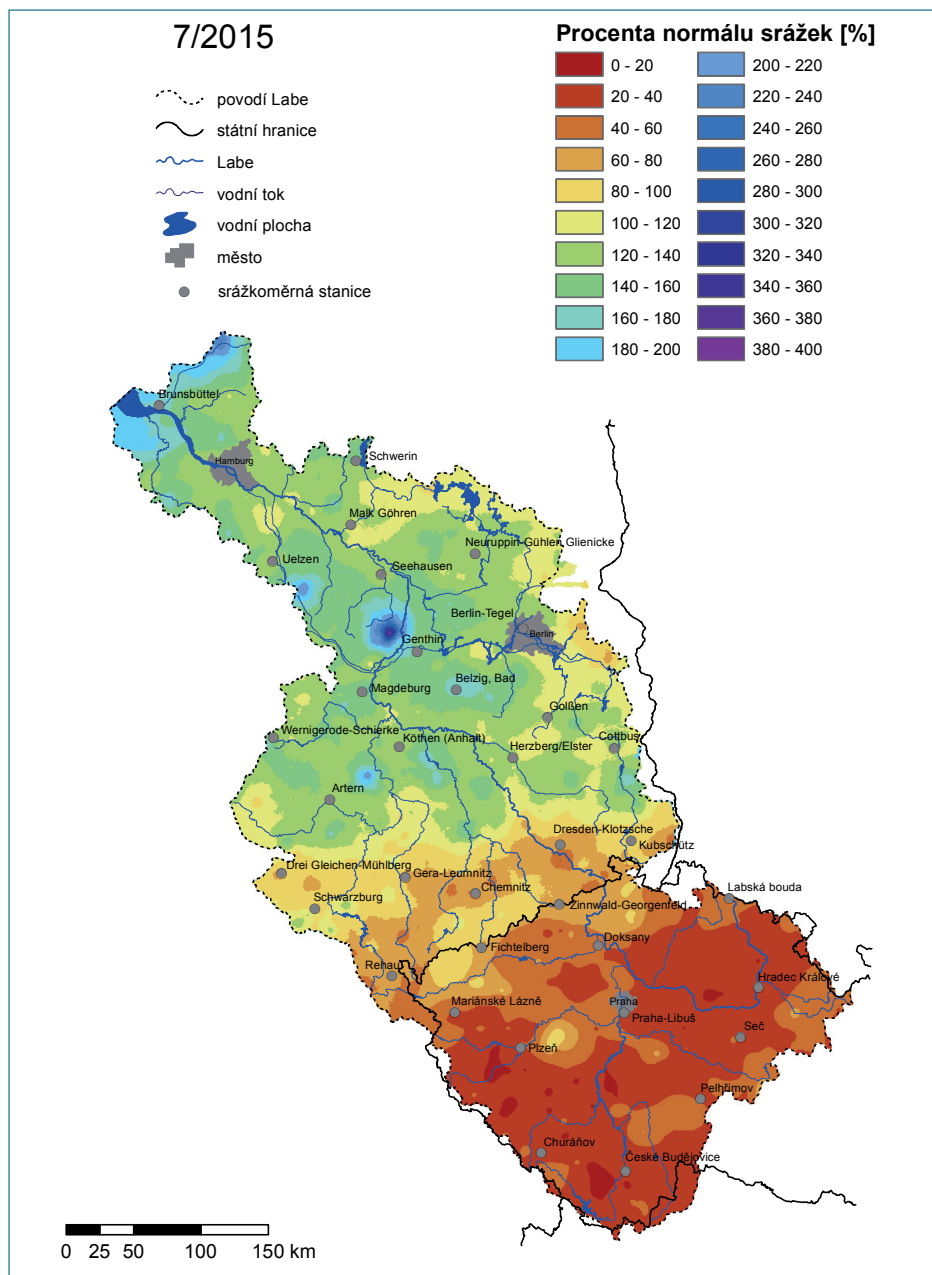


Obr. 2.3-7: Srážkové úhrny v květnu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)

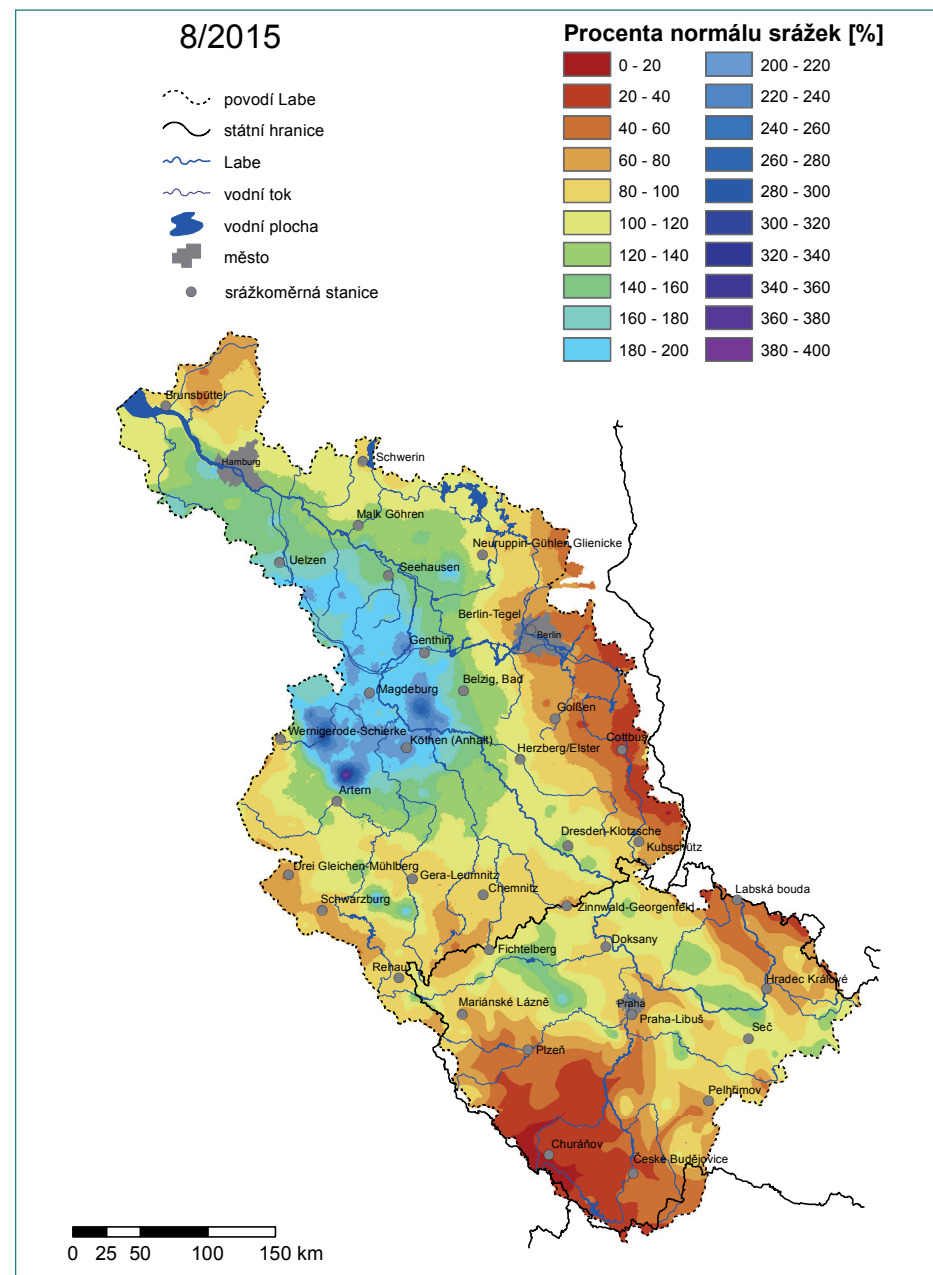


Obr. 2.3-8: Srážkové úhrny v červnu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)

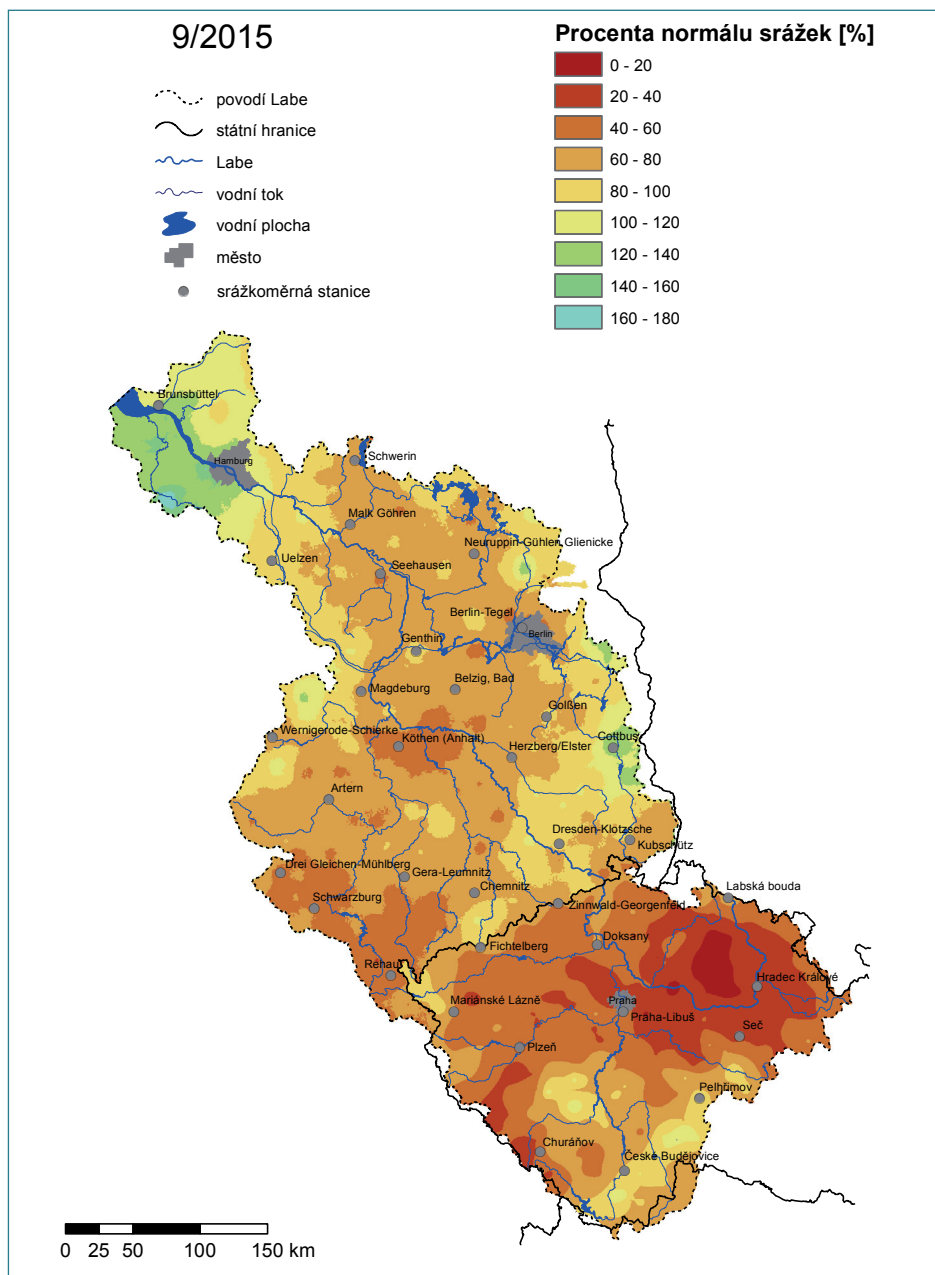




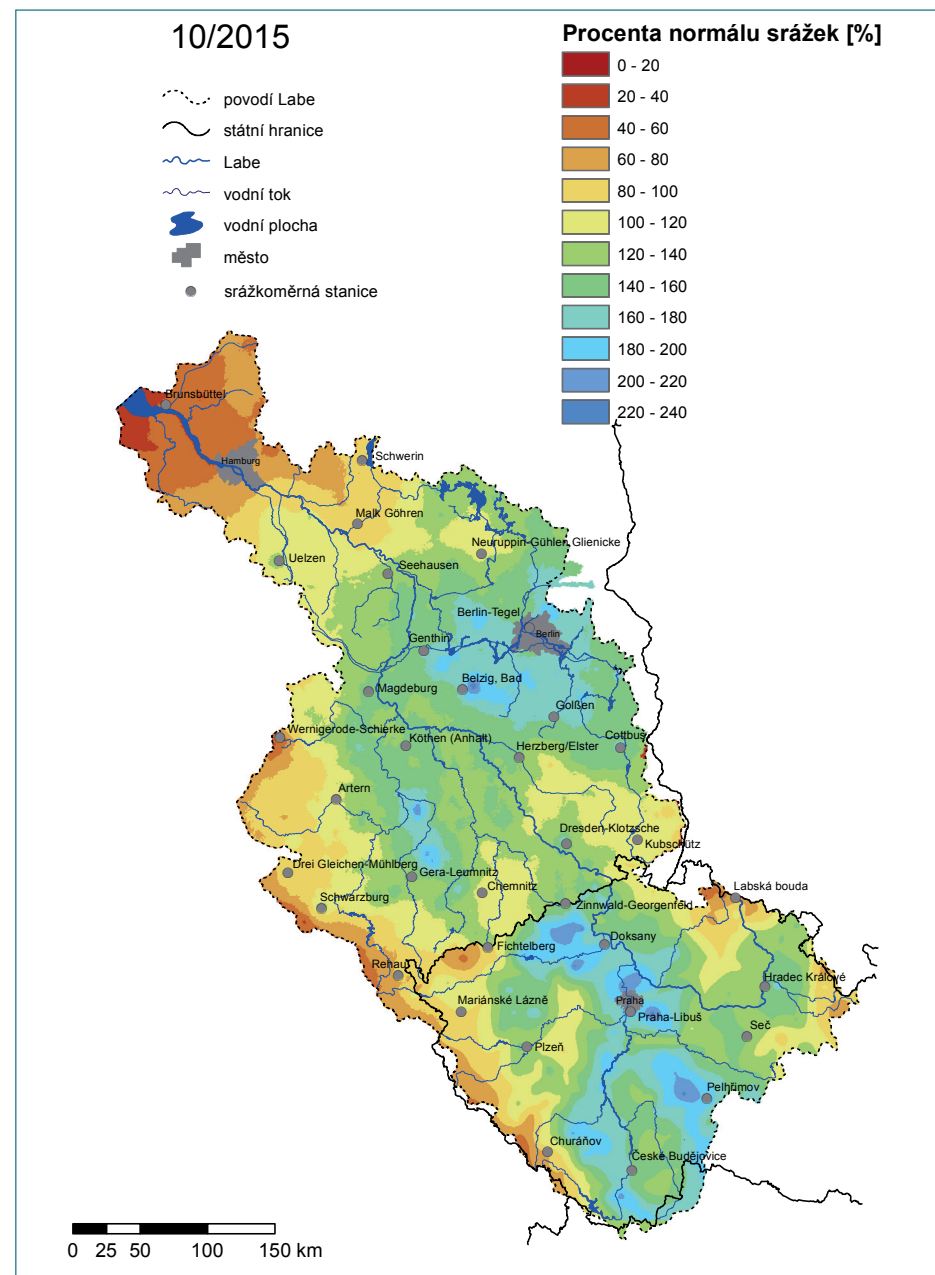
Obr. 2.3-9: Srážkové úhrny v červenci 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



Obr. 2.3-10: Srážkové úhrny v srpnu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



Obr. 2.3-11: Srážkové úhrny v září 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)



Obr. 2.3-12: Srážkové úhrny v říjnu 2015 v procentech normálu 1981 – 2010 (zdroj: ČHMÚ, DWD)

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 zámruzu vodního toku, případně minima mohou setrvávat následkem předchozího deficitu srážek. Přitom zásoby vody v povodí mohou být ve formě sněhové pokrývky i poměrně významné a nástupem tání většinou končí období minimálních průtoků.

Jedním ze základních ukazatelů vzniku hydrologického sucha je pokles hodnoty průtoků pod hodnotu 355denního průtoků ( $Q_{355d}$ ), případně pod hodnotu dlouhodobého minimálního průtoků ( $Q_{min}$ ), viz definice v kapitole 3.4.1. Při zmenšování průtoků pod uvedené prahové hodnoty se už může jednat o hydrologické sucho velmi významné.

Dlouhodobé charakteristiky průtoků, které byly použity při hodnocení průtoků v roce 2015, byly odvozeny za referenční období 1961 – 2005.

#### 3.1 Dokumentace vybraných měření minimálních průtoků ve stanicích

Během měsíců července, srpna a září provedli pracovníci ČHMÚ cca 540 hydrometrických měření na tocích v povodí Labe. V některých profilech byly změřeny nejmenší průtoky za dobu pozorování vodoměrných stanic.

Vodní a plavební správa SRN (WSV) v roce 2015 provedla kromě řady měření na menších tocích celkem 150 měření v německých vodoměrných stanicích na Labi a ve vodoměrných stanicích na Sále. Od června do září bylo provedeno 93 měření, všechna pod hodnotou dlouhodobých minimálních průtoků. Ve vodoměrných stanicích Drážďany a Pretzsch-Mauken byly vodní stavy na tak nízké úrovni, že bylo nutno prodloužit vodočetné latě v dolní části. Ve třech labských vodoměrných stanicích byly zaznamenány nové nejnižší stavy vody za celé období pozorování.

**Tabulka 3.1-1** uvádí nejmenší průtoky naměřené v roce 2015 ve vybraných vodoměrných stanicích na Labi a jeho významných přítocích. Tyto průtoky dosahovaly i pouze 40 % hodnoty průměrných minimálních průtoků. Tabulka dále obsahuje odchylky naměřených průtoků od průtoků odečtených z měrné křivky platné v roce 2015. Po hydrometrických měřeních byly tyto křivky na některých vodoměrných stanicích aktualizovány.

Tab. 3.1-1: Vybraná významná měření malých průtoků (část 1)

Tok	Stanice	Datum	Vodní stav	Průtok $Q_{m\acute{e}r}$ [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Způsob měření	Odchylka od platné měrné křivky <sup>1)</sup>		Průměrný min. průtok $Q_{min}$ (1961 – 2005) [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	$Q_{m\acute{e}r} / Q_{min}$ (1961 – 2005) [-]
			[cm]			[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[%]		
Labe	Jaroměř	15. 9. 2015	– <sup>2)</sup>	3,60	ADCP	–	–	4,87	0,74
Orlice	Týniště n. O.	6. 11. 2015	41	3,42	ADCP	0,667	+24,3	5,16	0,66
Labe	Němčice	13. 11. 2015	58	10,4	ADCP	0,562	+5,7	13,3	0,78

<sup>1)</sup> měrné křivky platné v době výskytu sucha, po hydrometrickém měření došlo k aktualizaci některých křivek  
<sup>2)</sup> vzduto malou vodní elektrárnou

Tab. 3.1-1: Vybraná významná měření malých průtoků (část 2)

Tok	Stanice	Datum	Vodní stav	Průtok $Q_{\text{měř}}$	Způsob měření	Odchylna od platné měrné křivky <sup>1)</sup>		Průměrný min. průtok $Q_{\text{min}}$ (1961 – 2005)	$Q_{\text{měř}} / Q_{\text{min}}$ (1961 – 2005)
			[cm]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[%]		
Labe	Přelouč	31. 8. 2015	22	8,38	ADCP	-0,781	-8,5	17,6	0,48
Jizera	Tuřice-Předměřice	27. 8. 2015	102,5	3,20	ADCP	-0,85	-21,0	7,33	0,44
Vltava	Praha-Chuchle	16. 7. 2015	36,5	40,1	ADCP	0,1	+0,3	51,1	0,78
Ohře	Louny	14. 7. 2015	170	9,30	vrtule	-0,386	-4,0	11,1	0,84
Labe	Ústí n. L.	15. 7. 2015	121,5	72,0	ADCP	2,35	+3,4	102	0,71
Labe	Děčín	11. 8. 2015	87	74,1	ADCP	-2,605	-3,4	113	0,66
Labe	Hřensko	11. 8. 2015	113	76,3	ADCP	0,623	+0,8	115	0,66
Labe	Drážďany	11. 8. 2015	52	86,5	ADCP	4,2	5,1	118	0,73
Labe	Torgau	12. 8. 2015	38	92,4	ADCP	0,33	0,36	125	0,74
Černý Halštrov	Löben	11. 8. 2015	30	2,38	ADCP	-1,12	-32	5,9	0,40
Labe	Wittenberg	12. 8. 2015	76	93,2	ADCP	-0,16	-0,2	138	0,68
Mulde	Bad Dübén 1	10. 8. 2015	156	10,8	ADCP	1,62	19,6	15,5	0,70
Labe	Aken	29. 9. 2015	52	134	ADCP	0,04	0,0	169	0,79
Sála	Calbe-Grizehne	22. 7. 2015	214	51,9	ADCP	-2,78	-5,1	48,4	1,07
Labe	Barby	12. 8. 2015	32	125	ADCP	-26,65	-17,5	220	0,57
Labe	Magdeburg-Strombrücke	30. 9. 2015	66	178	ADCP	-3,68	-2,0	235	0,76
Labe	Wittenberge	11. 8. 2015	84	184	ADCP	-2,23	-1,2	297	0,62
Labe	Neu Darchau	19. 8. 2015	80	185	Q-liner	-5,7	-2,98	287	0,64

<sup>1)</sup> měrné křivky platné v době výskytu sucha, po hydrometrickém měření došlo k aktualizaci některých křivek

### 3.2 Vývoj vodnosti vybraných toků

V **povodí českého Labe** byl vývoj vodnosti v průběhu roku poznamenán především deficitem srážek. Ten se projevil již v průběhu zimy, kdy sněhové zásoby byly zejména v nižších a středních polohách podprůměrné. Navíc převážná většina sněhových zásob nahromaděných k začátku ledna 2015 roztála vlivem výrazného oteplení a vydatných dešťových srážek už v druhém lednovém týdnu. Tání na přelomu března a dubna již nevyvolalo významnější zvětšení průtoků, protože sníh ležel pouze v horských oblastech.

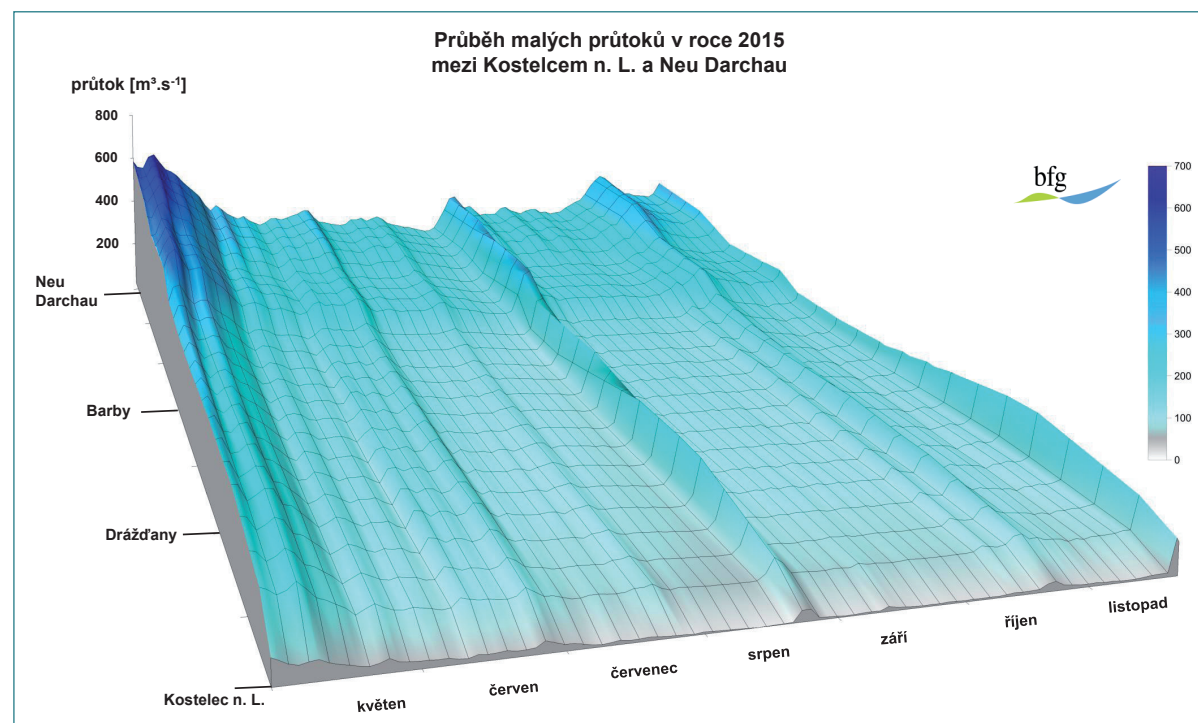
Od přelomu dubna a května docházelo většinou k poklesu hladin vodních toků, který byl občas přerušován nepříliš významnými srážkami. Popis v následujících dílčích povodích se bude vztahovat až na toto souvislejší období sucha.

Na přelomu června a července se výrazně oteplovalo a teploty postupně dosáhly tropických hodnot. Toto období lze označit za počátek suché a



mimořádně teplé periody. Vlivem zvýšeného výparu z krajiny došlo k dalšímu zaklesávání hladin jak v tocích, tak i ve vodních nádržích. Na mnohých tocích se tak postupně průtoky dostaly pod úroveň 364denního průtoku, čímž došlo i k vyschnutí nejen drobných, ale i některých větších vodotečí.

V polovině srpna bylo hydrologické sucho krátkodobě zmírněno. Na většině území se vyskytly poměrně vydatné srážky, které ale vyvolaly jen nevýznamné zvýšení hladin v tocích. Po přechodném ochlazení na začátku druhé poloviny srpna došlo opět k nárůstu teplot až k tropickým hodnotám v posledním srpnovém týdnu. Stav hydrologického sucha se na většině toků obnovil a pokračoval i v průběhu září. V průběhu října se vyskytly dvě významnější srážkové epizody (6. až 8. a 13. až 16.), které částečně přinesly zmírnění hydrologického sucha.



Obr. 3.2-1: Průběh průměrných denních průtoků v podélném profilu Labe od vodoměrné stanice Kostelec n. L. až po stanici Neu Darchau (zdroj: BfG, data: ČHMÚ, WSV)

V **povodí německého Labe** byl vývoj vodnosti na začátku roku ovlivněn ještě srážkovým deficitem v listopadu. Ve druhé lednové dekádě vedla začínající obleva ve spojitosti s dešťovými srážkami k tomu, že se průtoky ve většině vodních toků v povodí Labe na německém území pohybovaly výrazně nad průměrem. Na některých vodoměrných stanicích se vodní stavy zvedly až na úroveň povodní. Únor byl v celém německém povodí Labe mimořádně srážkově chudý a průtoky klesly většinou pod průměrné hodnoty. Srážky na konci března a na konci dubna vedly ke krátkým průtokovým špičkám.

Od začátku května bylo možné pozorovat pokles hladiny ve vodních tocích, který byl krátkodobě přerušen ne příliš významnými srážkami. Letní hydrologické pololetí roku 2015 charakterizovala od června situace s výrazně malými průtoky. Místy došlo k lokálním přívalovým srážkám, které způsobily na menších tocích zčásti vzestup hladiny až na úroveň povodní. Na většině

vodoměrných stanic se však průtoky pohybovaly až do poloviny srpna setrvale výrazně pod dlouhodobými minimálními průtoky. V srpnu byla fáze sucha krátce přerušena plošnými intenzivními srážkami. Poté byly opět až do října na řadě vodoměrných stanic pozorovány průtoky výrazně pod hodnotami dlouhodobých minimálních průtoků.

Popsaný vývoj průtoků v podélném profilu Labe od vodoměrné stanice Kostelec n. L. až po stanici Neu Darchau za období duben až listopad shrnuje **obrázek 3.2-1**. Za toto období jsou patrné krátkodobé epizody s většími průtoky, které však vcelku významný vliv na hydrologické sucho neměly. Z grafu lze dále vyzorovat význam Vltavy a Sály pro průtokový režim Labe během hydrologického sucha.

Ve vybraných vodoměrných stanicích v povodí Labe jsou níže znázorněny hydrogramy průměrných denních průtoků v hydrologickém roce 2015, tj. za období od 1. listopadu 2014 do 31. října 2015. Na obrázcích jsou vyznačeny linie představující hydrologické charakteristiky za referenční období 1961 – 2005: dlouhodobý průměrný průtok ( $Q_a$ ), dlouhodobý minimální průtok ( $Q_{min}$ ) a 355denní průtok ( $Q_{355d}$ ).

### 3.2.1 Povodí Labe nad soutokem s Vltavou

V tomto dílčím povodí byly vybrány čtyři vodoměrné stanice: Jaroměř a Kostelec n. L. na Labi, Týniště n. O. na Orlici a Předměřice na Jizeře. Hydrogramy průměrných denních průtoků jsou znázorněny na **obrázcích 3.2-2 až 3.2-5**.

Ve většině stanic klesla hladina vody pod úroveň dlouhodobého průměrného průtoku koncem dubna, v Jaroměři na Labi začátkem května, a pod úroveň  $Q_{\min}$ , resp.  $Q_{355d}$  hladina klesla v průběhu června, příp. začátkem července. Pokles hladiny byl občas přerušen nepříliš významnými srážkami.

Z průběhů průtoků v jednotlivých stanicích je dále zřetelná průtoková vlna z poloviny srpna, přičemž vodní hladina po srážkové epizodě velmi rychle poklesla téměř na předchozí úroveň.

Na Jizeře v Předměřicích (**obr. 3.2-4**) bylo období s velmi malými průtoky přerušeno několikrát, a to ve zmiňované srpnové srážkové epizodě, a poté ještě začátkem září, kdy se vyskytly vydatné srážky v Jizerských horách a Krkonoších, a v říjnu.

### 3.2.2 Povodí Vltavy

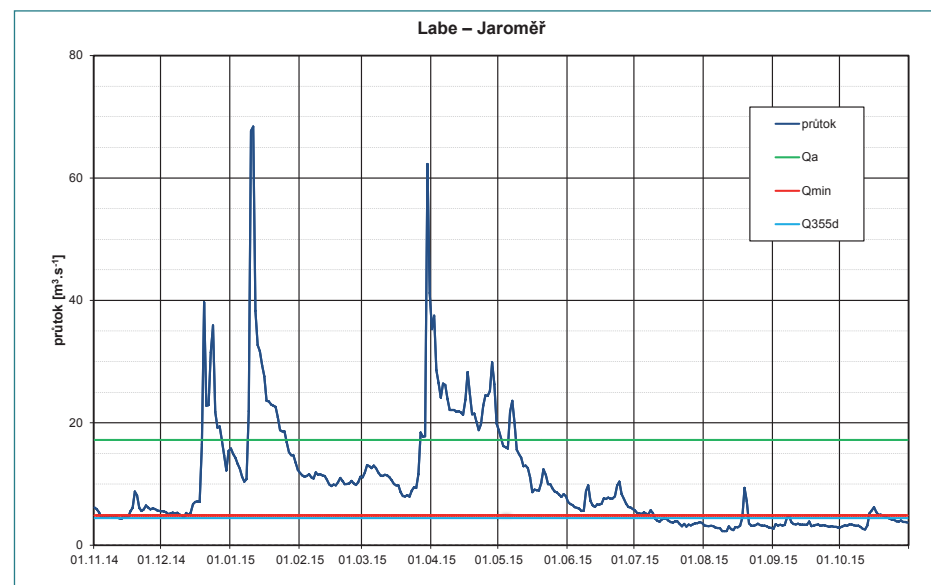
Průběh průměrných denních průtoků v hydrologickém roce 2015 je v tomto povodí prezentován ve stanici Praha-Chuchle na Vltavě (**obr. 3.2-6**).

Průtok Vltavy klesl pod úroveň dlouhodobého průměrného průtoku v polovině dubna a pod úroveň dlouhodobého minimálního průtoku  $Q_{\min}$  koncem června, přestože jsou průtoky v Praze v období sucha nadlepšovány hlavně Vltavskou kaskádou. Z průběhů průtoků je rovněž patrné, že pokles hladiny byl na krátkou dobu přerušen průtokovými vlnami v druhé polovině července a srpna a v průběhu října.

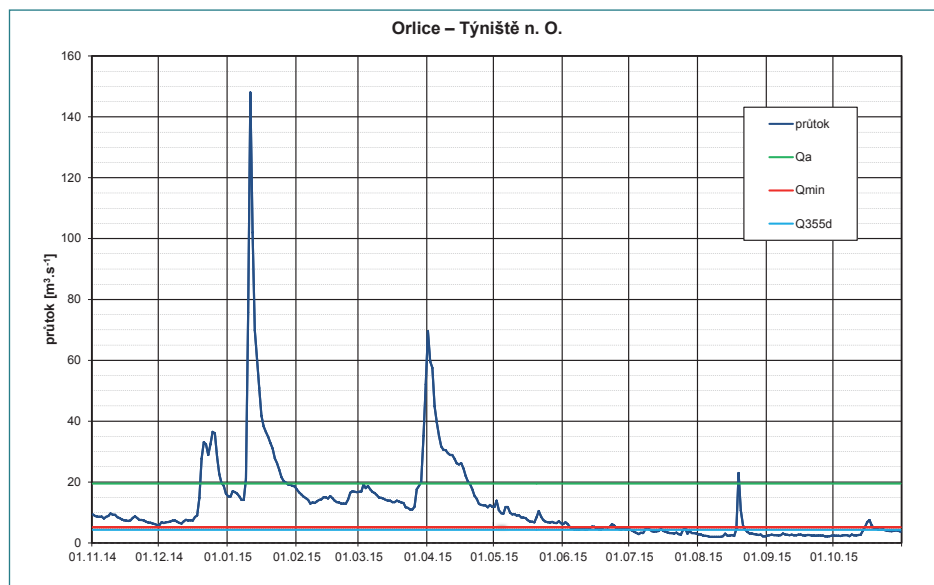
V tomto povodí hraje vedle nedostatku srážek významnou roli i větší výpar z vodní hladiny toků a nádrží, což se projevuje zejména v povodích s rozsáhlými soustavami rybníků, zejména v povodí Lužnice. I v roce 2015 se

potvrdil fakt, že velké chovné rybníky v době sucha zhoršují průtokový režim v tocích, protože zadržují vodu a v období vysokých teplot dochází k velkému výparu z hladiny rybníků.

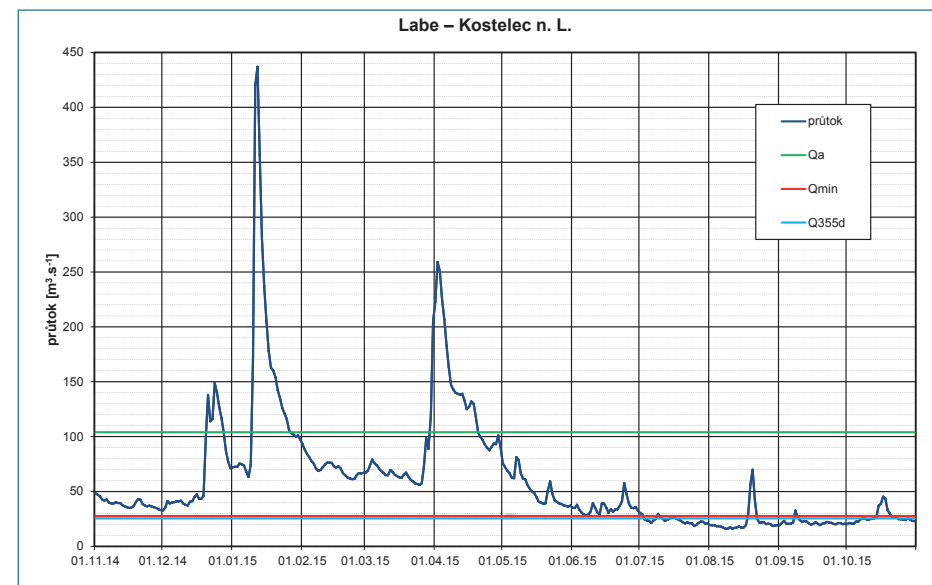
Na rozdíl od chovných rybníků víceúčelové velké vodní nádrže (Lipno, Orlík) v době sucha nadlepšují minimální průtoky a v úsecích toků pod nádržemi (i přes větší výpar z jejich hladiny) významně zlepšují průtokové poměry. Nádrže Vltavské kaskády značně přispěly ke zmírnění dopadu hydrologického sucha na dolní Vltavě a na Labi pod soutokem s Vltavou. Podrobněji se tomuto tématu věnuje kapitola 3.5.



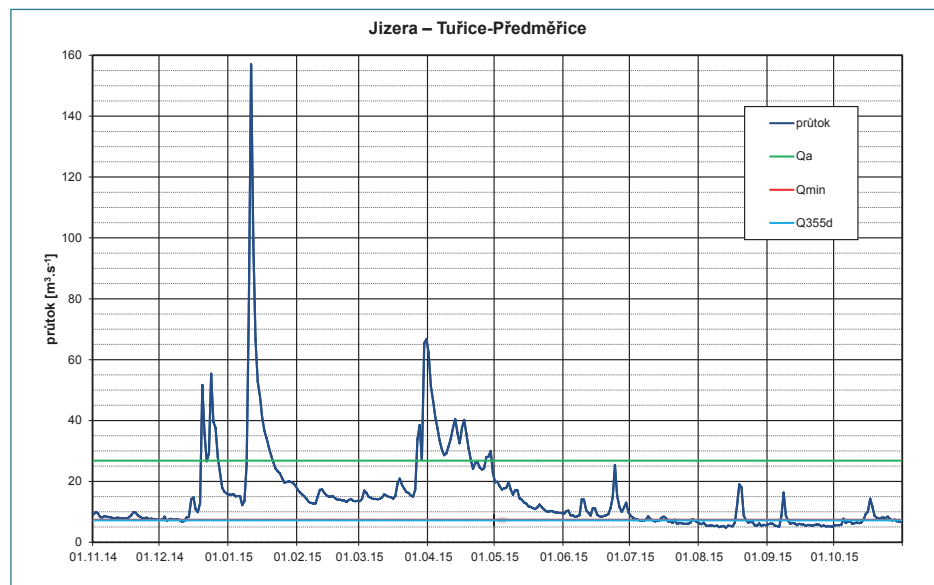
Obr. 3.2-2: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Jaroměř na Labi (zdroj: ČHMÚ)



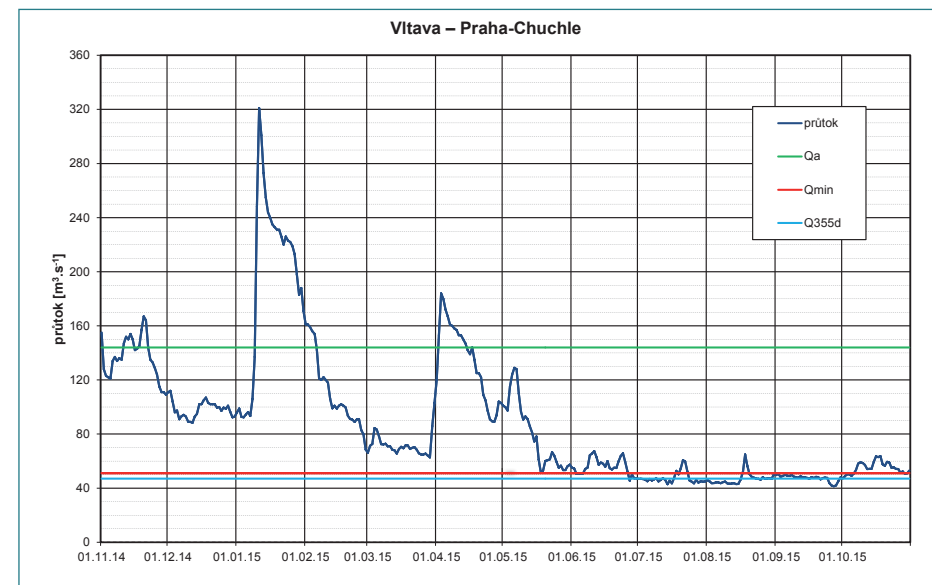
Obr. 3.2-3: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Týniště n. O. na Orlici (zdroj: ČHMÚ)



3.2-5: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Kostelec n. L. na Labi (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 3.2-4: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Tuřice-Předměříce na Jizeře (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 3.2-6: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Praha-Chuchle na Vltavě (zdroj: ČHMÚ)

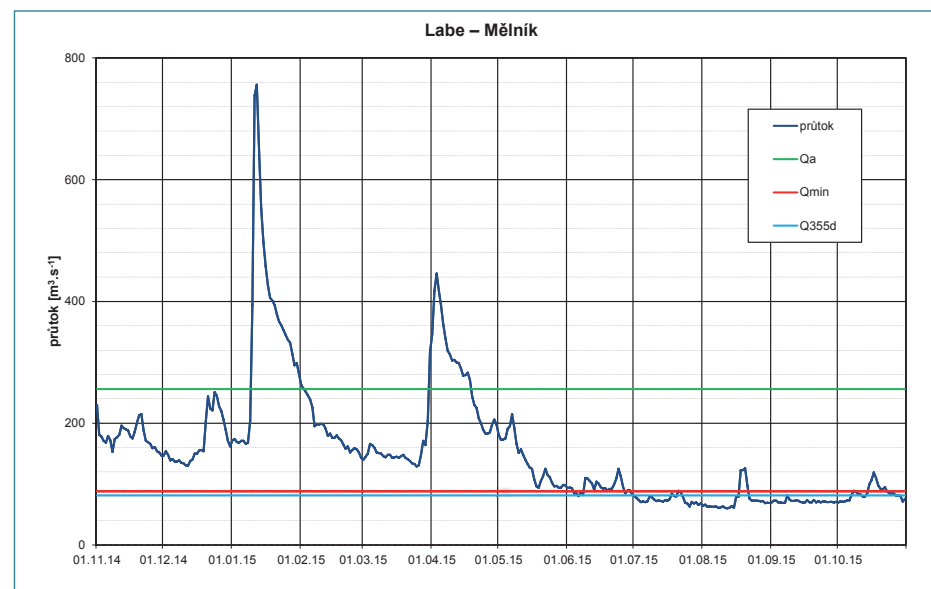
### 3.2.3 Povodí Labe pod soutokem s Vltavou po státní hranici

Toto dílčí povodí prezentují čtyři stanice, a to Mělník a Děčín na Labi, Louny na Ohři a Benešov n. P. na Ploučnici.

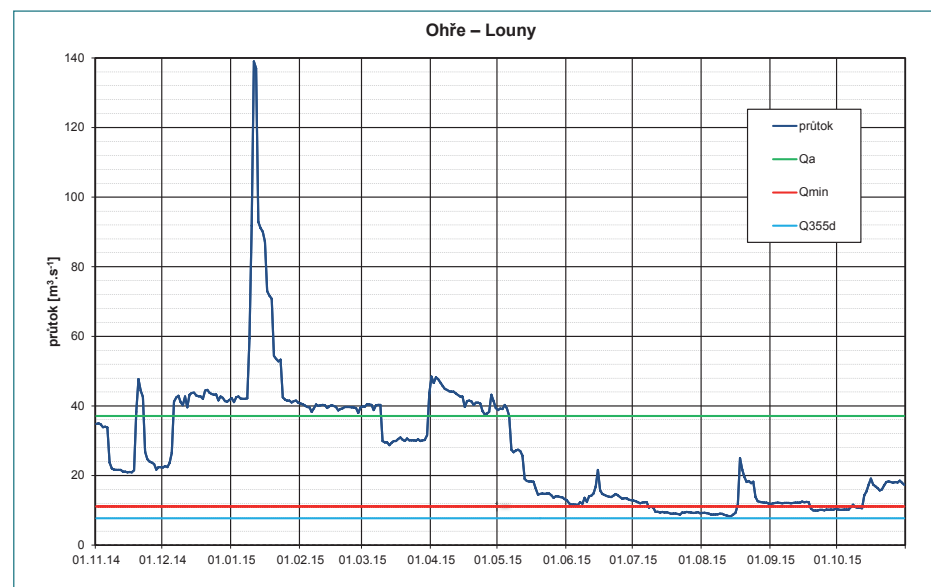
Z průběhu hydrogramů lze zjistit, že průtoky ve stanicích na Labi (**obr. 3.2-7 a 3.2-10**) klesly pod úroveň dlouhodobého průměrného průtoku v druhé polovině dubna, na Ohři (**obr. 3.2-8**) začátkem května a na Ploučnici (**obr. 3.2-9**) už v první polovině dubna. Pod úroveň dlouhodobého minimálního průtoku na Labi zaklesly koncem června a na Ohři a Ploučnici až začátkem července. Období s minimálními průtoky bylo přerušeno průtokovou vlnou v srpnu a v říjnu.

Průtoky na Labi jsou v době sucha dotovány nádržemi Vltavské kaskády. Průtoky na dolní Ohři a na Labi pod soutokem s Ohří jsou v době sucha nadlepšovány vodním dílem Nechranice. Detailnější informace lze nalézt v kapitole 3.5.

Na Labi pod soutokem s Vltavou se teplota vody v průběhu července pohybovala mezi 21 až 25 °C. Na začátku srpna začala teplota vody po krátkodobém poklesu v posledním červencovém týdnu opět narůstat, a to nad hodnotu 25 °C. Na začátku druhé srpnové dekády byly zaznamenány teploty vody blízké 30 °C. Průtoky pod soutokem s Vltavou se v letních měsících pohybovaly okolo 70 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. V blízkosti Českých Kopist byly na začátku srpna zaznamenány úhyny vodních živočichů. Povodí Labe zahájilo na začátku srpna opatření ke zlepšení jakosti vody. Na zdymadlech Dolní Beřkovice, Štětí, Roudnice n. L., České Kopisty a Lovosice byla převáděna část průtoku přepadem přes jezové uzávěry, čímž docházelo k okysličení vody. Po zavedení tohoto opatření byly zaznamenány vyšší koncentrace rozpuštěného kyslíku. Okysličování vody přepadem přes jezové uzávěry bylo prováděno v období největšího sucha v druhé polovině srpna, kdy začaly teploty vody pozvolna klesat, a na konci září bylo ukončeno.

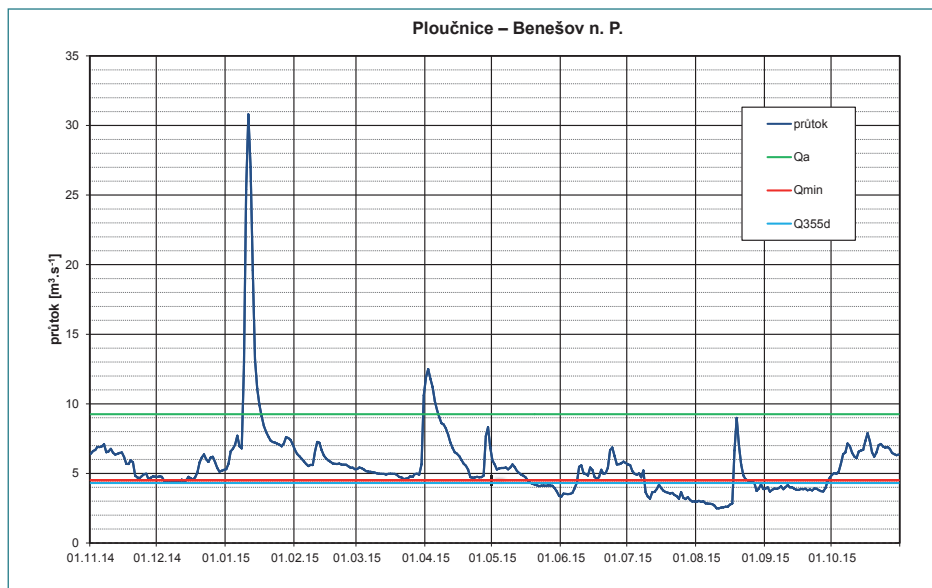


Obr. 3.2-7: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Mělník na Labi (zdroj: ČHMÚ)

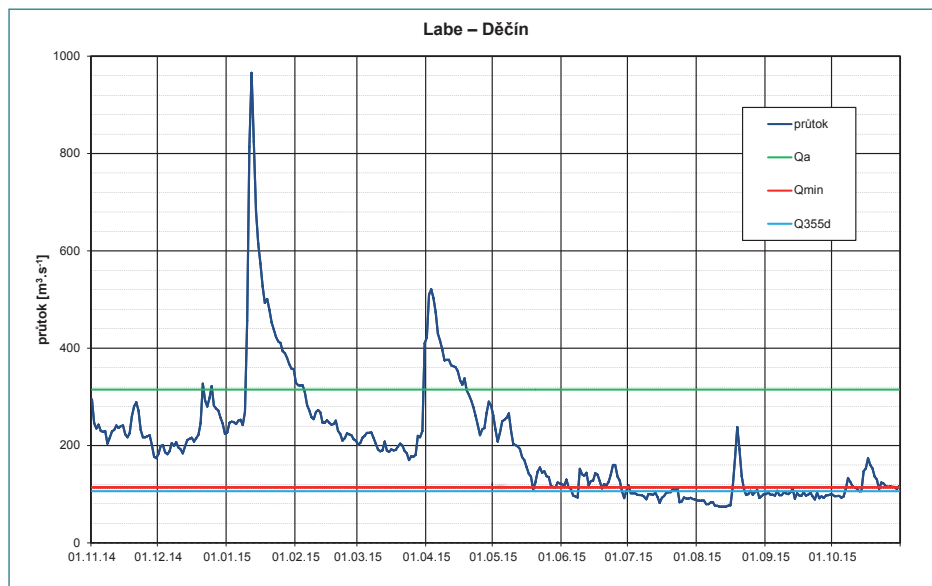


Obr. 3.2-8: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Louny na Ohři (zdroj: ČHMÚ)





Obr. 3.2-9: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Benešov n. P. na Ploučnici (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 3.2-10: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Děčín na Labe (zdroj: ČHMÚ)

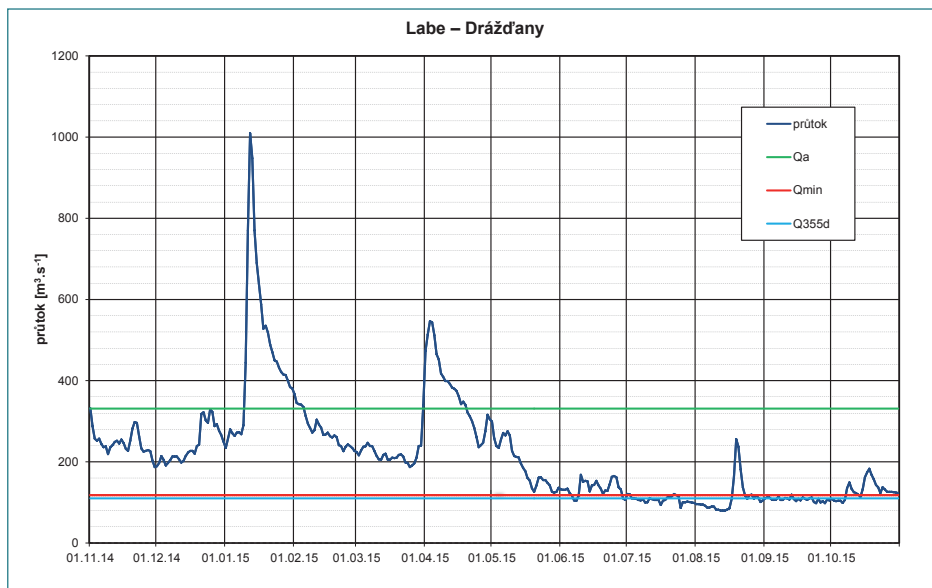
### 3.2.4 Povodí Labe od státní hranice po jez Geesthacht

Pro charakterizaci období sucha v německé části povodí Labe byly do hodnocení mimo devíti vybraných vodoměrných stanic na Labi zařazeny také vodoměrné stanice Löben na Černém Halštrovu, Bad Düben 1 na toku Mulde, Calbe-Grizehne na Sále a Rathenow na Havole. Hydrogramy průměrných denních průtoků jsou znázorněny spolu s dlouhodobými hodnotami na **obrázcích 3.2-11 až 3.2-23**.

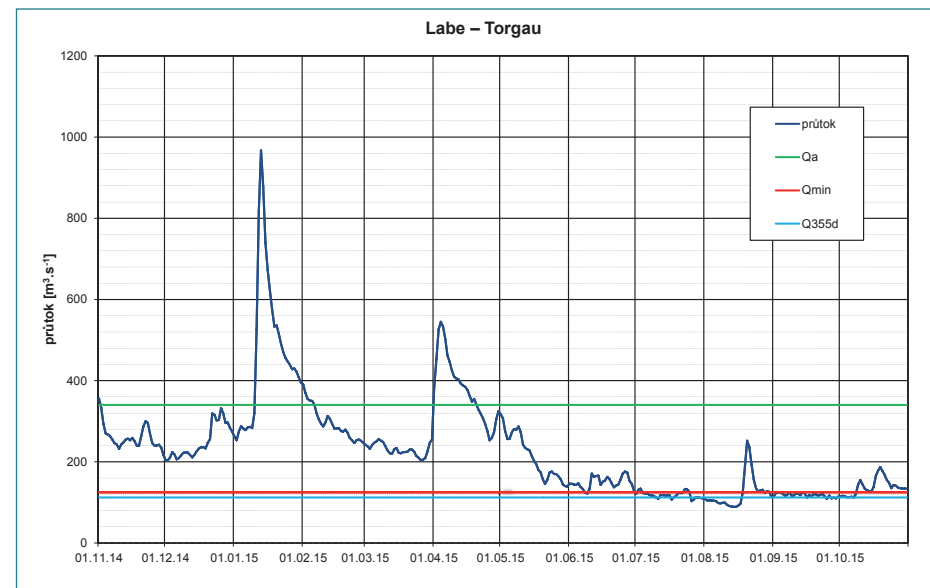
Z hydrogramů je patrné, že se průtoky ve vodoměrných stanicích na Labi (**obr. 3.2-11 až 3.2-19**) pohybovaly již v listopadu a prosinci 2014 výrazně pod hodnotami průměrných průtoků. V polovině ledna a opět začátkem dubna se vydatné srážky, zčásti ve spojitosti s oblovou postaraly o to, že na labských vodoměrných stanicích byl pozorován vzestup průtoků nad dlouhodobý průměr. Následně klesly průtoky na celém toku Labe ještě v půli dubna pod hodnoty průměrných průtoků a během dalších jarních měsíců nepřetržitě dále klesaly až na úroveň minimálních průtoků. Na hodnoty pod dlouhodobý minimální průtok klesly průtoky v Labi poprvé začátkem června. Od července se průměrné denní hodnoty průtoků až do poloviny srpna pohybovaly ve všech sledovaných vodoměrných stanicích na Labi pod hodnotami dlouhodobých minimálních průtoků.

K vyostření situace malých průtoků na saském úseku Labe nedošlo díky manipulaci na Vltavské kaskádě; nejmenšího průměrného denního průtoky dosud zaznamenaného v pozorované řadě na labských vodoměrných stanicích Drážďany a Torgau nebylo dosaženo. Na úseku toku mezi stanicemi Wittenberg/L. a Barby (tzv. „erozní úsek“) byly naproti tomu podkročeny nejnižší dosud zaznamenané vodní stavy a průtoky. Zde se však dá předpokládat, že důvodem nebyly ani tak samotné průtoky, ale důležitou roli hrál spíše problém aktualizace měrných křivek na tomto úseku toku postiženého hloubkovou erozí říčního dna.

Období sucha bylo v srpnu a v říjnu přerušeno menší vlnou zvětšených průtoků, která však nestačila ani na vzestup do oblasti průměrných průtoků. Přes vydatné srážky v říjnu se situace malých průtoků na německém úseku Labe v zásadě příliš nezměnila.



Obr. 3.2-11: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Drážďany na Labi (zdroj: WSV, BfG)

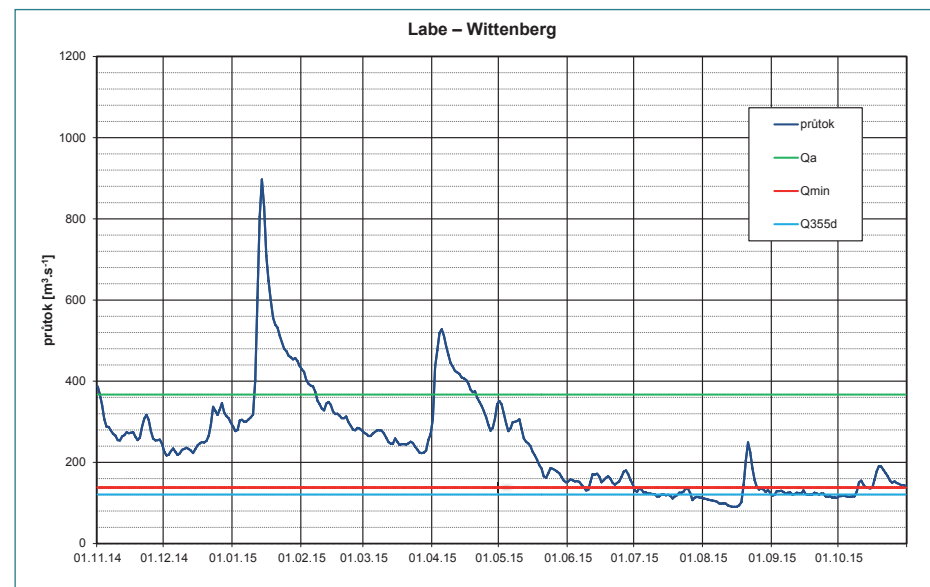


Obr. 3.2-12: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Torgau na Labi (zdroj: WSV, BfG)

Rovněž v německém úseku Labe bylo období sucha doprovázeno vysokými teplotami vody a krátkodobě mimořádně nízkým, i když ještě ne kritickým obsahem kyslíku. V této souvislosti měla opatření učiněná na české straně ke zlepšení koncentrace kyslíku v Labi pozitivní dopady i na jeho německý úsek. Nejvyšší teploty vody se na měřicích stanicích pod Schmilkou vyskytly již 5. července na konci první vlny velkého vedra. Dne 13. srpna byla na měřicí stanici ve Schmilce naměřena nejvyšší teplota vody o hodnotě 26,3 °C.<sup>4)</sup>

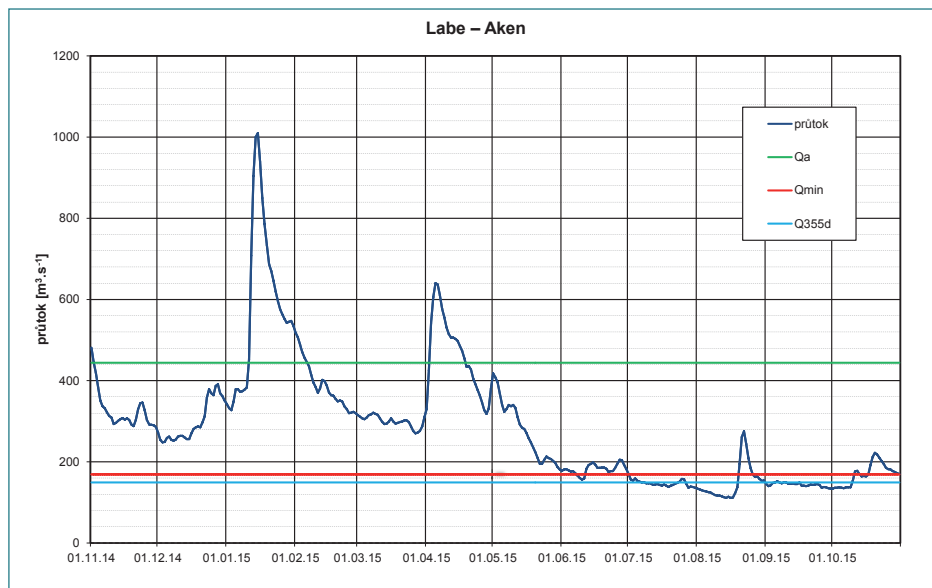


Vyschlé zaústění potoka Prießnitz v Drážďanech dne 13. 8. 2015 (LfULG SN)

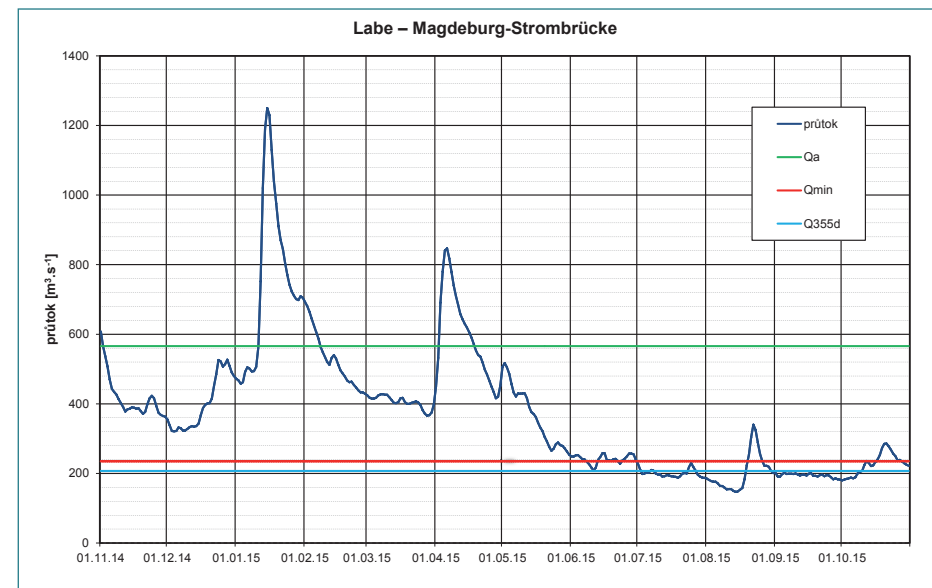


Obr. 3.2-13: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Wittenberg na Labi (zdroj: WSV, BfG)

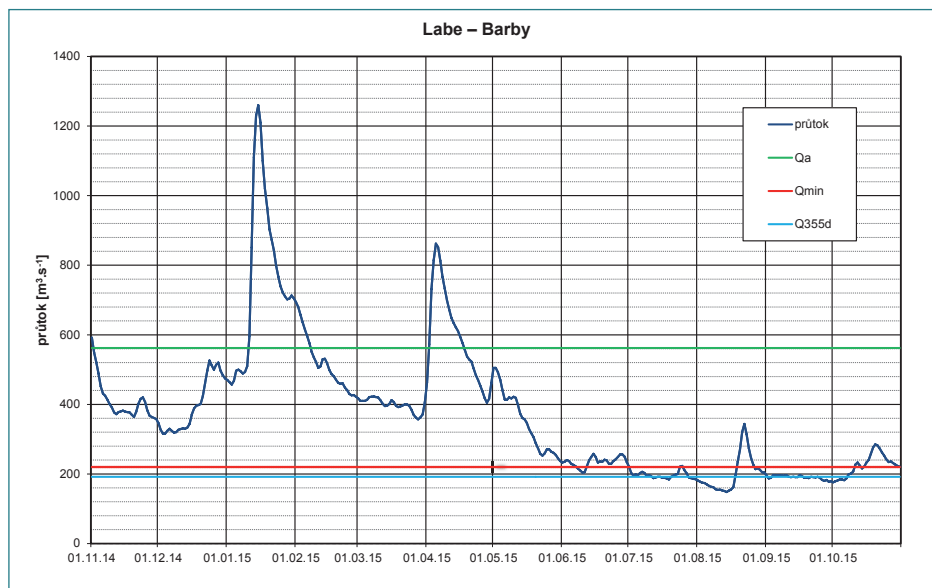
<sup>4)</sup> Zdroj: Wasserbeschaffenheit und Schadstofftransport beim extremen Niedrigwasser der Elbe von Juli bis Oktober 2015 (Jakost vody a transport znečišťujících látek za období extrémního hydrologického sucha na Labi od července po říjen 2015), FGG Elbe, listopad 2016



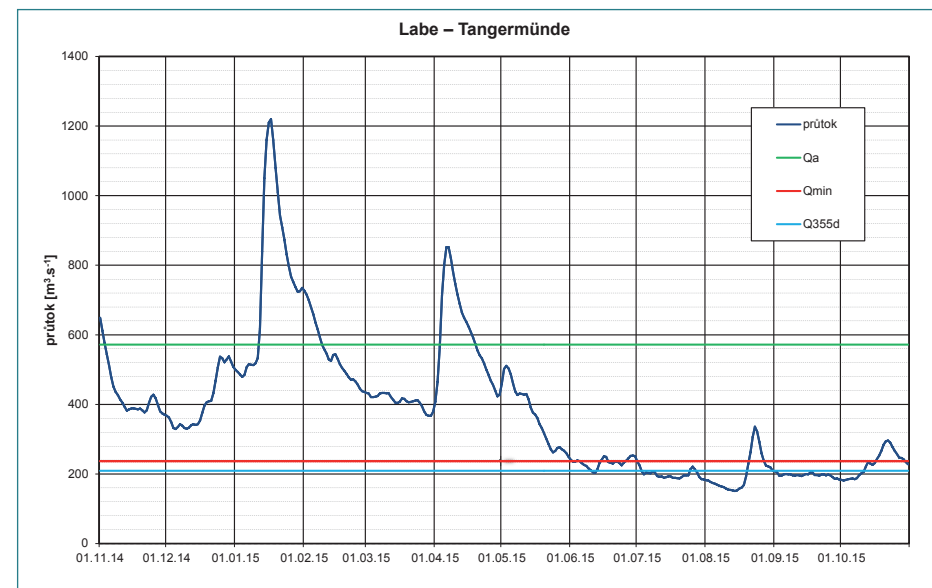
Obr. 3.2-14: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Aken na Labi (zdroj: WSV, BfG)



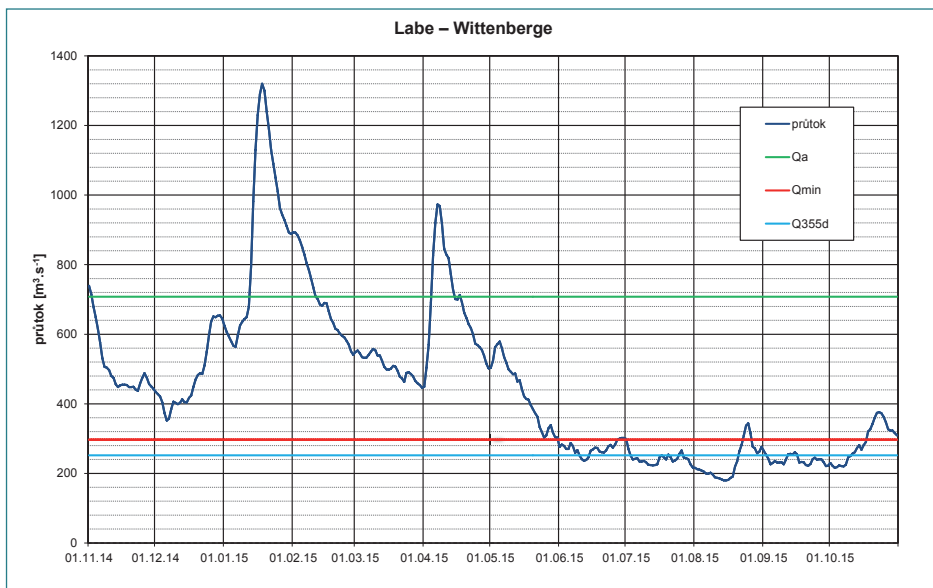
Obr. 3.2-16: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Magdeburg-Strombrücke na Labi (zdroj: WSV, BfG)



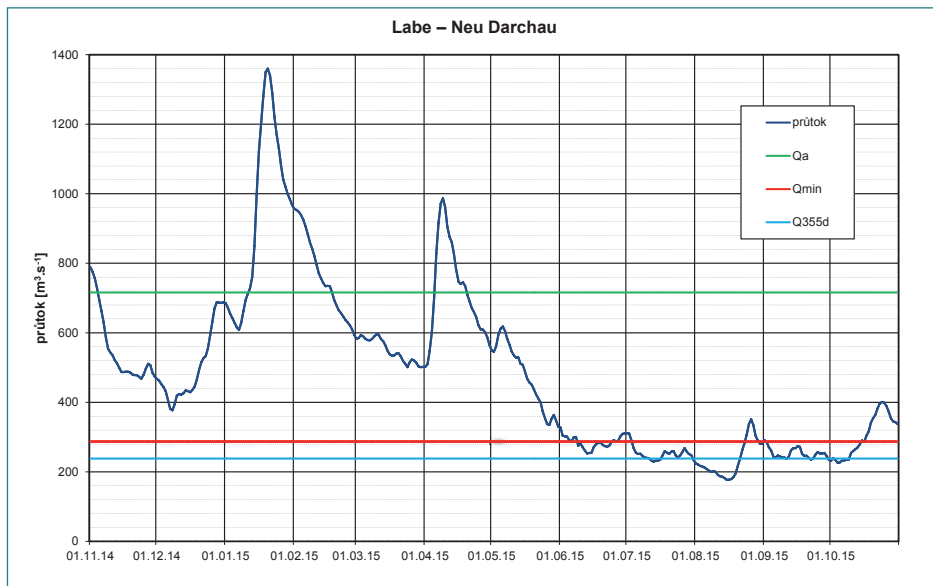
Obr. 3.2-15: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Barby na Labi (zdroj: WSV, BfG)



Obr. 3.2-17: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Tangermünde na Labi (zdroj: WSV, BfG)



Obr. 3.2-18: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Wittenberge na Labi (zdroj: WSV, BfG)

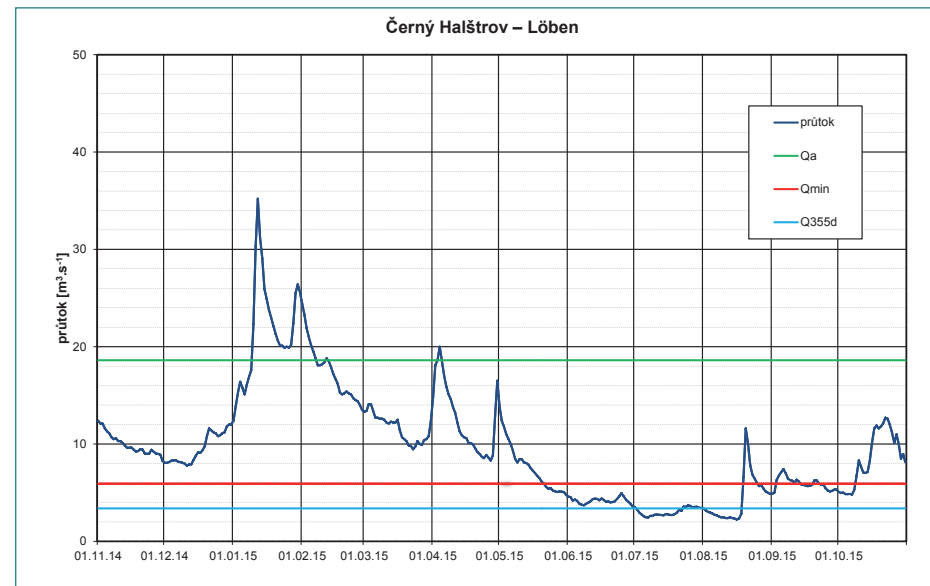


Obr. 3.2-19: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Neu Darchau na Labi (zdroj: WSV, BfG)

Obdobně vypadala situace u průtoků na německých přítocích.

Také na Černém Halštrovu (obr. 3.2-20) se průtoky již v listopadu a prosinci 2014 pohybovaly výrazně pod průměrným průtokem. Od poloviny do konce ledna a začátkem dubna byla jednak obleva, ale především vydatné srážky důvodem pro krátkodobý vzestup průtoků nad dlouhodobý průměr. Od poloviny května do poloviny srpna nastalo na Černém Halštrovu zjevné období sucha s průtoky pod dlouhodobým minimálním průtokem. Teprve v říjnu došlo k mírnému vzestupu průtoků, ovšem až do konce roku nedosáhly hodnot dlouhodobého průměru.

Na toku Mulde ve vodoměrné stanici Bad Düben 1 (obr. 3.2-21) byly průtoky do začátku ledna 2015 pod dlouhodobým průměrem. Leden byl srážkově vydatný a maximální průtok byl řádově na úrovni 3,5násobku dlouhodobého průměrného průtoků, což bylo způsobeno dešťovými srážkami a táním sněhu. V dubnu se tyto průtoky opět zvětšily na úroveň dlouhodobého průměru, ale od června již setrvale klesaly, přičemž od července až do října opakovaně nedosahovaly ani hodnoty dlouhodobého minimálního průtoků.



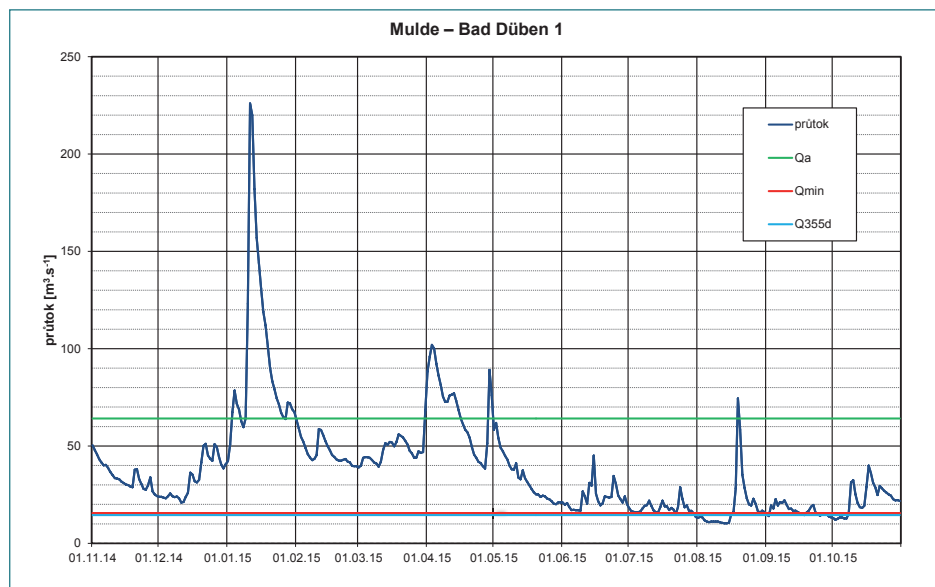
Obr. 3.2-20: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Löben na Černém Halštrovu (zdroj: LHW ST)



V první polovině srpna byly zaznamenány nejmenší průtoky v daném roce, ovšem již krátce na to způsobily vydatné srážky krátkodobý vzestup průtoků nad hodnoty dlouhodobého průměru s kulminací dne 19. srpna. Září se opět vyznačovalo malými průtoky na úrovni dlouhodobého minimálního průtoky, k trvalému vzestupu průtoků došlo teprve až v říjnu, ovšem jejich hodnoty nedosáhly ani průměrných průtoků.

Také v povodí Sály (vodoměrná stanice Calbe-Grizehne – **obr. 3.2-22**) se již v zimě 2014/2015 rýsovalo pozdější období sucha. Zásoby sněhu byly jen středně velké. V polovině ledna a koncem března došlo v důsledku vydatných srážek, které byly zčásti spojeny s oblevou, k přechodně výrazným vzestupům hladiny v Sále a jejích větších přítocích Unstrut, Bílý Halštrov a Bode, a to až na úroveň dvoj- až trojnásobku dlouhodobého průměru. Na přítocích byly na některých místech překročeny orientační hodnoty pro stupně povodňové aktivity, resp. hlásné limity.

V dubnu klesly vodní stavy ve vodoměrných stanicích převážně pod úroveň dlouholetých průměrů. V důsledku příliš suchého počasí v květnu a v červnu

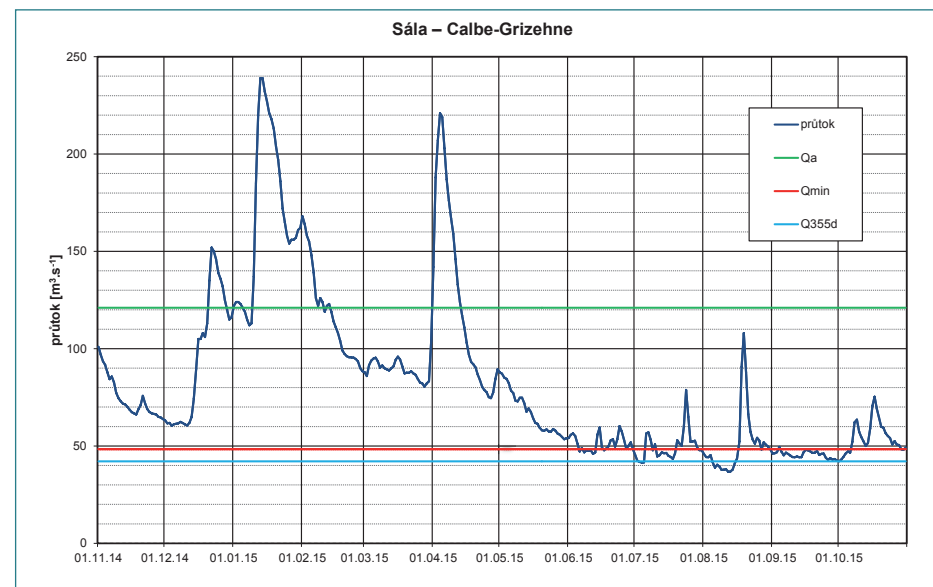


Obr. 3.2-21: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Bad Düben 1 na toku Mulde (zdroj: LfULG SN)

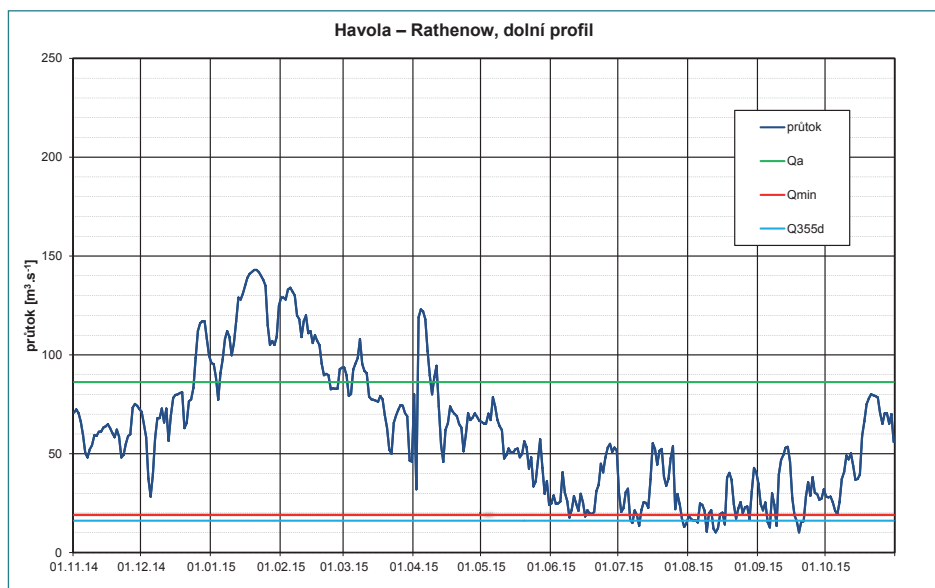
tento pokles nadále průběžně pokračoval. Průtoky na Sále se pohybovaly jen mírně nad dlouhodobým minimálním průtokem, v pramenných oblastech přítoků však byly již pod těmito hodnotami. Navyšováním minimálních průtoků ze Sálské kaskády se podařilo zabránit dalšímu zhoršování průtokové situace v Sále. Suché počasí s velkými vedry, které bylo začátkem srpna, vedlo k dalšímu poklesu vodních stavů pod dlouhodobý minimální průtok a představuje vrchol období sucha. Nové nejmenší průtoky však nebyly dosaženy.

Od poloviny srpna přinesla studená fronta ochlazení a vydatné srážky. V jejich důsledku došlo ke krátkodobému vzestupu hladiny toků, ovšem nevedlo to k trvalému odlehčení této situace. Během příliš suchého září klesly vodní stavy opět na úroveň ze začátku srpna a stagnovaly až do října kolem hodnot dlouhodobého minimálního průtoky. Díky rozsáhlým srážkám ke konci první říjnové dekády se situace malých průtoků posléze postupně zlepšila.

Na toku Havoly (vodoměrná stanice Rathenow, dolní profil – **obr. 3.2-23**) překročily průtoky v zimním hydrologickém pololetí v důsledku srážek až ve



Obr. 3.2-22: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Calbe-Grizehne na Sále (zdroj: WSV, BfG)



Obr. 3.2-23: Průběh průměrných denních průtoků ve vodoměrné stanici Rathenow (dolní profil) na Havole (zdroj: WSV, BfG)

druhé polovině prosince 2014 opět dlouhodobý průměr. Vzhledem k poloze povodí, které se rozkládá převážně v nížině, hraje přítok vody z tání sněhu v povodí Havoly druhořadou roli. Od poloviny března 2015 klesl průtok opět pod dlouhodobý průměr, který byl krátce překročen v první polovině dubna. Od června do září 2015 se hodnoty pohybovaly výrazně pod dlouhodobým průměrem a dlouhodobý minimální průtok byl několikrát na krátkou dobu podkročen. Začátkem října 2015 došlo k setrvalému vzestupu hladin, takže v polovině listopadu 2015 byl poprvé od jara překročen dlouhodobý průměr.

### 3.3 Statistika extrémních hodnot, analýza doby opakování minimálních průtoků

Pro analýzu intenzity sucha ve vodních tocích byly zvoleny minimální 7denní průtoky, které byly spočítány pro rok 2015. Jedná se o souvislé období 7 dnů s nejmenším průměrným průtokem. Tato zjištěná minima byla hodnocena pomocí N-letých minimálních 7denních průtoků odvozených za období 1961 – 2005<sup>5)</sup>, a to z hlediska pravděpodobnosti jejich výskytu.

Nejmenší průměrné 7denní průtoky se na většině hodnocených stanic v povodí Labe vyskytly v první polovině srpna 2015.

V těchto stanicích byl proveden statistický odhad extremity 7denních minimálních průtoků. Největší extremita hydrologického sucha byla zaznamenána ve stanicích ve východních Čechách v povodí Labe nad soutokem s Vltavou (Jaroměř, Přelouč, Nymburk na Labi a Týniště n. O. na Orlici) a dále v severních Čechách na Ploučnici v Benešově n. P. V těchto stanicích doba opakování minimálních 7denních průtoků překročila 100 let. Výrazné sucho se vyskytlo i na Jizeře v závěrové stanici Předměřice s dobou opakování 20 – 50 let a na Labi pod soutokem s Jizerou ve stanici Kostelec n. L. s dobou opakování zhruba 50 let. Mimo stanice vyhodnocované v rámci MKOL byla největší extremita zaznamenána v jižních Čechách v povodí Vltavy nad vodním dílem Orlík (Lužnice, Otava) a ve středních Čechách (Sázava).

Vzhledem k nadlepšování minimálních průtoků Vltavskou kaskádou byly průtoky na Vltavě v Praze pouze 5 až 10leté. Obdobně je hydrologický režim na dolní Ohři ovlivněn provozem vodního díla Nechranice, proto byla v Lounech zaznamenána pouze 5letá minima. Na Labi pod soutokem s Vltavou, příp. s Ohří, kde je hydrologický režim ovlivněn Vltavskou kaskádou, příp. i vodním dílem Nechranice, odpovídala ve stanicích Mělník, Ústí n. L. a Děčín doba opakování 20 – 50 letům.

Nadlepšování minimálních průtoků Vltavskou kaskádou ovlivňovalo rovněž i německé vodoměrné stanice na Labi, zejména v souvislosti s nejmenšími průtoky ve stanici Drážďany. Doba opakování 7denního minimálního průtoky zaznamenaného v roce 2015 zde představuje 10 – 20 let. Pod ústím Černého Halštrova ve vodoměrných stanicích Wittenberg a Aken byla doba opakování 20 – 50 let a pod soutokem se Sálou ve stanici Barby 10 – 20 let. Nejnižší pravděpodobnost výskytu hydrologického sucha byla zaznamenána ve vodoměrné stanici Tangermünde; zde 7denní minimální průtok v roce 2015 odpovídá extrémní době opakování 50 let. Pod ústím Havoly ve stanici Wittenberge

<sup>5)</sup> Zdroj: Hydrologické charakteristiky malých průtoků na Labi a jeho významných přítocích (MKOL, 2012) – [http://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user\\_upload/CZ/06\\_Publikace/07\\_Ruzne/2012\\_MKOL-Charakteristiky-malych-prutoku.pdf](http://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/CZ/06_Publikace/07_Ruzne/2012_MKOL-Charakteristiky-malych-prutoku.pdf)

dosahuje doba opakování minim 20 – 50 let a ve stanici Neu Darchau, což je poslední hodnocená vodoměrná stanice na vnitrozemském úseku Labe, byl zaznamenán 7denní minimální průtok s dobou opakování 10 – 20 let.

Obdobně lze hodnotit nejmenší 7denní minimální průtoky odvozené za rok 2015 pro vodoměrné stanice na přítocích – Černém Halštrovu, Mulde, Sále a Havole. Pro vodoměrnou stanici Löben na Černém Halštrovu a stanici Bad Düben 1 na Mulde je 7denní minimální průtok za rok 2015 hodnocen dobou opakování 10 – 20 let a pro stanice Calbe-Grizehne na Sále a Havelberg na Havole dobou opakování 5 – 10 let.

### 3.4 Indikátory pro hodnocení sucha

#### 3.4.1 Základní hydrologické charakteristiky

Pro základní posouzení pozorovaných hodnot a doby trvání malých průtoků, které byly zjištěny v průběhu hydrologického roku, lze využít charakteristiky odvozené za dlouhodobé referenční období. Pro tyto účely je vhodný např.:

- průměrný průtok ( $Q_a$ ): aritmetický průměr vypočítaný z řady průměrných denních průtoků
- průměrný minimální průtok ( $Q_{min}$ ): aritmetický průměr nejmenších denních průtoků z jednotlivých roků

- 355denní průtok ( $Q_{355d}$ ): průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně 355 dní v roce
- 364denní průtok ( $Q_{364d}$ ): průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně 364 dní v roce
- nejmenší průměrný sedmidenní minimální průtok ( $min\_Q_{min7d}$ ): nejmenší aritmetický průměr průtoků v 7 po sobě následujících dnech daného referenčního období

Jako referenční období, za které jsou ve vybraných vodoměrných stanicích na Labi a jeho přítocích tyto charakteristiky zpracovány, bylo zvoleno období 1961 – 2005<sup>6)</sup>. Z výsledků uvedených v **tabulce 3.4-1** je patrné, že na celém toku Labe se průtoky v hydrologickém roce 2015 pohybovaly přes 300 dní pod úrovní průměrného průtoků. Podobná situace byla i na přítocích s výjimkou Ohře (230 dní). Z porovnání s charakteristikami minimálních průtoků je zřejmé, že horní část povodí Labe byla postižena suchem více než jeho dolní partie. V povodí Labe nad soutokem s Vltavou byly podkročeny i hodnoty  $min\_Q_{min7d}$  (ve vodoměrné stanici Jaroměř dokonce po 58 dní).

<sup>6)</sup> Zdroj: Hydrologické charakteristiky malých průtoků na Labi a jeho významných přítocích (MKOL, 2012) – [http://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user\\_upload/CZ/06\\_Publikace/07\\_Ruzne/2012\\_MKOL-Charakteristiky-malych-prutoku.pdf](http://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/CZ/06_Publikace/07_Ruzne/2012_MKOL-Charakteristiky-malych-prutoku.pdf)

Tab. 3.4-1: Trvání podprahových průměrných denních průtoků v období listopad 2014 – říjen 2015 (část 1)

Č.	Tok	Stanice	Doba trvání podprahových hodnot [dny] pro jednotlivé prahové hodnoty [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] odvozené za období 1961 – 2005									
			Průměrný průtok		Průměrný minimální průtok		$Q_{355d}$		$Q_{364d}$		$min\_Q_{min7d}$	
			[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	[dny]	[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	[dny]	[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	[dny]	[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	[dny]	[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	[dny]
1	Labe	Jaroměř	17,2	300	4,87	119	4,44	102	3,56	73	3,41	58
2	Orlice	Týniště n. O.	19,3	313	5,16	135	4,28	102	2,74	58	2,32	14
3	Labe	Němčice	47,2	313	13,3	120	11,7	103	8,73	9	8,00	0
4	Jizera	Tuřice-Předměřice	26,8	319	7,33	93	7,18	91	5,40	18	5,15	0
5	Labe	Kostelec n. L.	104	318	27,6	108	25,4	98	18,6	15	18,4	10
6	Vltava	Praha-Chuchle	144	313	51,1	100	47,0	50	36,9	0	33,5	0
7	Labe	Mělník	256	322	88,3	116	81,5	97	63,9	13	57,2	0
8	Ohře	Louny	37,1	230	11,1	62	7,68	0	3,81	0	3,49	0
9	Labe	Ústí n. L.	297	316	102	102	96,3	90	72,0	7	59,2	0

Tab. 3.4-1: Trvání podprahových průměrných denních průtoků v období listopad 2014 – říjen 2015 (část 2)

Č.	Tok	Stanice	Doba trvání podprahových hodnot [dny] pro jednotlivé prahové hodnoty [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ] odvozené za období 1961 – 2005									
			Průměrný průtok		Průměrný minimální průtok		Q <sub>355d</sub>		Q <sub>364d</sub>		min_Q <sub>min7d</sub>	
			[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[dny]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[dny]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[dny]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[dny]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[dny]
10	Labe	Děčín	315	318	113	106	106	88	80,1	10	61,3	0
11	Labe	Drážďany	331	317	118	93	110	70	73,0	0	61,2	0
12	Labe	Torgau	340	317	125	83	112	26	80,2	0	64,1	0
13	Černý Halštrov	Löben	18,6	333	5,91	119	3,39	39	2,27	1	1,84	0
14	Labe	Wittenberg	367	316	138	99	121	48	94,2	5	78,7	0
15	Mulde	Bad Dübén 1	64,1	319	15,5	37	14,5	27	10,2	0	6,31	0
16	Labe	Aken	444	320	169	103	149	72	128	14	104	0
17	Sála	Calbe-Grizehne	121	305	48,4	80	42,1	14	32,7	0	30,0	0
18	Labe	Barby	562	320	220	96	192	50	150	1	126	0
19	Labe	Magdeburg-Strombrücke	566	320	235	110	207	81	163	9	110	0
20	Labe	Tangermünde	572	318	237	122	209	88	177	15	153	0
21	Labe	Wittenberge	708	322	297	130	252	83	207	14	166	0
22	Labe	Neu Darchau	716	309	287	113	238	37	187	6	174	0

### 3.4.2 Vyhodnocení indikátoru SRI (Standardized Runoff Index)

#### Metodika výpočtu indikátorů sucha

Pro hodnocení velikosti sucha byly použity indikátory odvozené od indexu SPI (Standardized Precipitation Index) <sup>7)</sup>. Tyto indikátory typu S vyjadřují extremitu aktuálního stavu dané veličiny. SPI se původně zakládal výhradně na analýze srážkových úhrnů. Indikátor porovnává srážkové úhrny s jejich dlouhodobým normálem. Nejprve se vypočítají agregované hodnoty (sumy nebo průměry) dané veličiny za předem daná období. Poté se zjistí, zda takto vypočtené hodnoty odpovídají nějakému typu šikmého rozdělení. Takové rozdělení pravděpodobnosti je následně zapotřebí transformovat na standardní normální rozdělení se střední hodnotou rovnou nule a rozptylem rovným jedné, tedy tzv. z-rozdělení (standardní normální rozdělení). Transformace je prováděna tak, že se za pomoci distribuční funkce přiřadí pravděpodobnosti k jednotlivým empirickým hodnotám, které se následně (za pomoci kvantilové funkce standardního normálního rozdělení) převedou zpět na kýžené kvantily, tj. hodnoty SPI. Tyto hodnoty indikátoru jsou klasifikovány do kategorií extremity, které určují charakter suchého období, viz intervaly na **obrázku 3.4-1**.

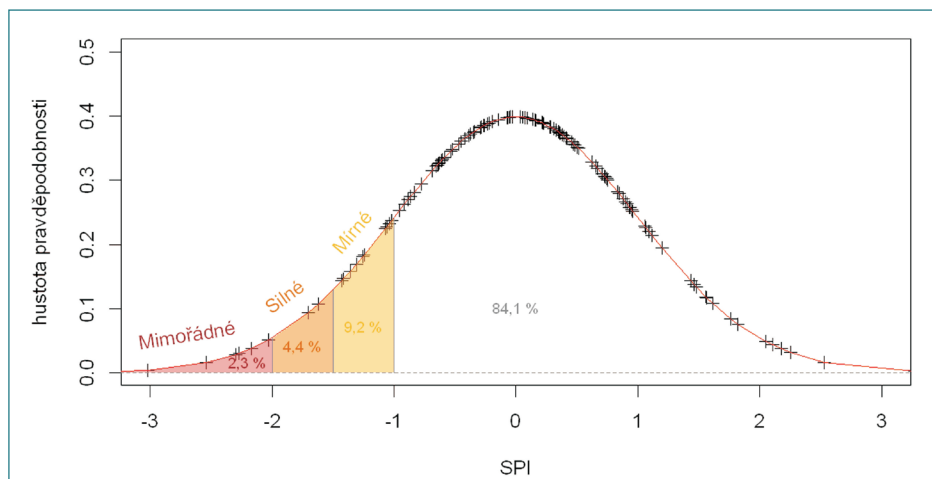
Postup pro stanovení SPI lze použít i pro jinou veličinu, např. pro průtok; tato varianta indexu je značena jako SRI (Standardized Runoff Index). Zde se pro transformaci využívá logaritmické gama rozdělení a logaritmicko-normální rozdělení.

Rozšířením využití SRI je zavedení integrace indikátoru typu S v čase a následná transformace těchto hodnot na z-rozdělení (obdobně jako v případě SPI). 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 typu DM (Drought Magnitude) umožňuje vyjádření celkového stavu vývoje veličiny za celé období trvání sucha<sup>8)</sup>.

<sup>7)</sup> Zdroj: McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J.: The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Anaheim (CA), 17–22 January 1993, 179–184.

<sup>8)</sup> Zdroj: Podrobnosti jejich stanovení uvádí Vlnas, R. a kol.: Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. VÚV T.G.M., v.v.i., Praha, prosinec 2014, [http://185.8.238.196/sucho/wp-content/uploads/2016/11/metodika\\_indikatoru\\_sucha.pdf](http://185.8.238.196/sucho/wp-content/uploads/2016/11/metodika_indikatoru_sucha.pdf), [cit. 2015-11-17]





Obr. 3.4-1: Klasifikace sucha podle SPI (mírné, silné a mimořádné sucho). V procentech je vyjádřena pravděpodobnost výskytu příslušné kategorie sucha. (zdroj: ČHMÚ)

Průběh sucha v roce 2015 byl ve vybraných vodoměrných stanicích na Labi a jeho přítocích vyhodnocen pomocí výše uvedených indikátorů z hlediska průtoků (SRI, DMRI). Vyhodnocení indikátorů probíhalo v týdenním kroku, kde byla navíc zohledněna sezonalita tak, že pro každý týden v roce byly spočteny parametry šikmého rozdělení, pomocí kterého pak následně probíhala transformace na z-rozdělení (k dispozici tedy bylo 52 takových šikmých rozdělení). Průměrné týdenní průtoky i dlouhodobé týdenní průměry, k nimž se vztahovaly hodnoty indexu SRI, byly vyhodnoceny z řad denních průtoků, přičemž dlouhodobé průměry za co nejdelší období pozorování.

Bylo provedeno porovnání velikosti sucha 2015 s vybranými roky, kde kritériem pro jejich výběr byla hodnota příslušného indikátoru SRI, DMRI za období 8 týdnů před a 8 týdnů po vrcholu suché epizody roku 2015. Porovnávání byly tedy suché epizody (5 nejsušších roků) ve stejném 16týdenním období (sucha probíhající v jiné sezoně nejsou uvažována; důvodem je skutečnost, že sucho např. z podzimu a sucho probíhající v zimě má jiné dlouhodobé charakteristiky).

Indikátory sucha byly vybrány pro hodnocení sucha v roce 2015 s ohledem na jejich standardizovaný charakter, tzn., že hustota pravděpodobnosti je po

transformaci na z-rozdělení pro všechny stanice stejná (tj. všechna rozdělení mají nulovou střední hodnotu a jednotkový rozptyl). Indikátory tak umožňují porovnávat velikost sucha a jeho průběh v jednotlivých stanicích navzájem bez ohledu na specifické místní klimatické a hydrologické podmínky. Další výhodou je možnost studia příčinných vztahů mezi srážkami a odtokem při současném vyhodnocení podobně založených indikátorů SPI a SRI.

### Vyhodnocení indikátorů SRI a DMRI

V následujícím textu jsou popsány výsledky vyhodnocení indikátorů sucha pro průtoky. Jedná se o standardizovaný index sucha (Standardized Runoff Index) a index kumulované velikosti sucha (Drought Magnitude Runoff Index). Ve vybraných vodoměrných stanicích je znázorněn vývoj sucha v roce 2015 podle indikátoru SRI na **obrázku 3.4-2** a podle indikátoru DMRI na **obrázku 3.4-3**.

V **českém povodí Labe** byly výpočty provedeny v sedmi vodoměrných stanicích (Jaroměř – Labe, Týniště n. O. – Orlice, Předměřice – Jizera, Kostelec n. L. – Labe, Praha-Chuchle – Vltava, Mělník – Labe, Děčín – Labe).

V neovlivněných a relativně málo ovlivněných vodoměrných stanicích (Labe nad soutokem s Vltavou) lze sucho 2015 podle nejmenších dosažených průtoků vyjádřených pomocí indikátoru SRI charakterizovat jako mimořádné (Jaroměř, Týniště n. O.), případně jako silné (Předměřice, Kostelec n. L.). Ve všech čtyřech hodnocených stanicích dosahuje indikátor SRI nejmenší hodnoty v první polovině srpna. Dle indikátoru DMRI lze sucho hodnotit jako silné až mimořádné od druhé poloviny srpna. V polovině listopadu dosáhl DMRI nulových hodnot, a tím naznačuje konec suchého období.

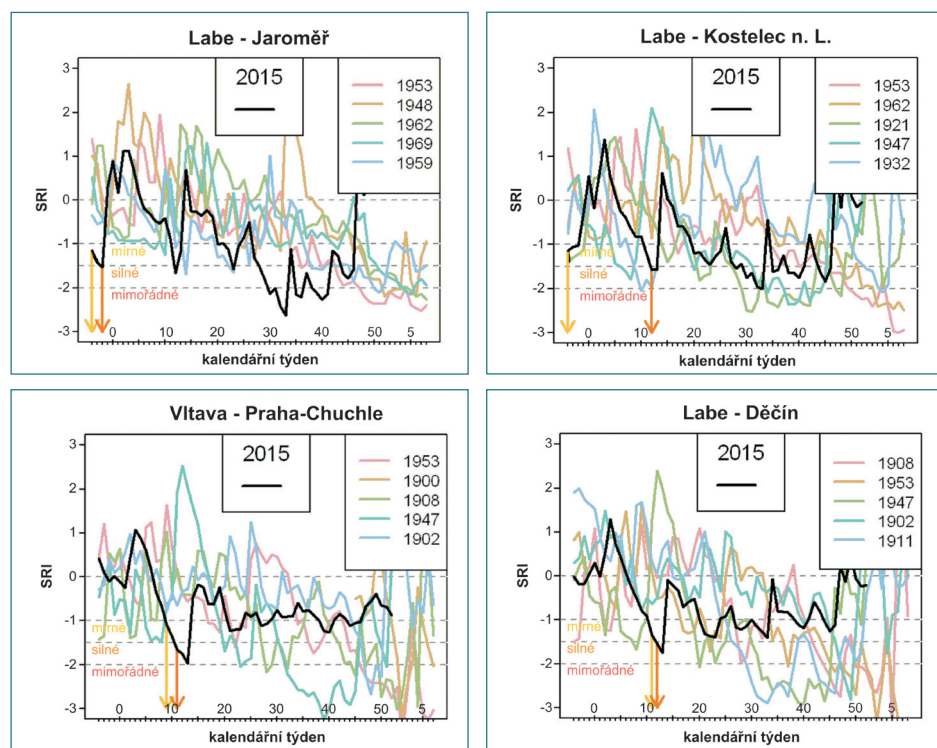
Při hodnocení minimálních průtoků je třeba vzít v úvahu, že stanice nacházející se pod vodními díly jsou ovlivněny a v období výskytu minim tato vodní díla významně nadlepšují průtoky. Průběh sucha 2015 na Vltavě v Praze-Chuchli a na Labi v Mělníku a v Děčíně nebyl z tohoto důvodu tak výrazný jako na neovlivněných stanicích. Dle indikátoru SRI se v těchto třech hodnocených stanicích jednalo o silné sucho, které se ale vyskytlo již koncem března. Sucho na svém vrcholu v polovině srpna lze díky nadlepšováním prů-

toků hodnotit pouze jako mírné. Dle DMRI silné sucho nastalo v polovině září a bylo ukončeno na Labi v druhé polovině listopadu a na Vltavě přetrvávalo i v prosinci 2015.

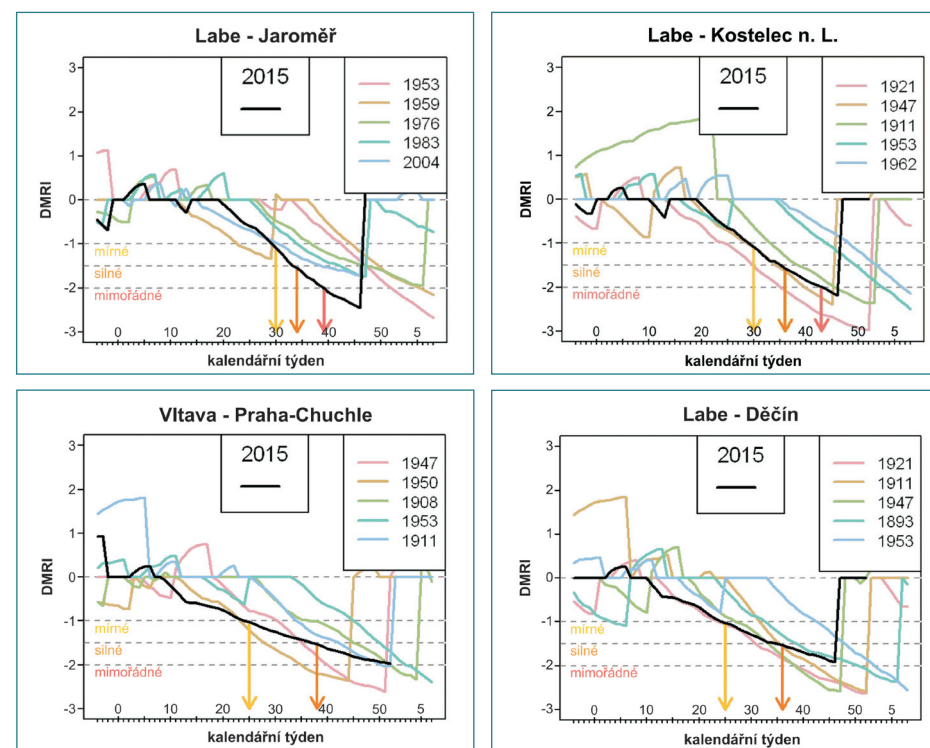
Podle celkového deficitu průtoku hodnoceného pomocí indikátoru DMRI bylo na Labi v Jaroměři a v Kostelci mimořádné sucho. Na Vltavě v Praze-Chuchli a na Labi v Děčíně se vyskytlo silné sucho.

V **německém povodí Labe** není významnost sucha z hlediska SRI a DMRI natolik extrémní jako v českém povodí. V Drážďanech dosáhl SRI nejmenší hodnotu již koncem března (**obr. 3.4-4**), tedy daleko před vlastním vrcholem

období sucha. Z toho lze usuzovat na vliv údolních nádrží (Vltavská kaskáda), které s počínajícím létem nadlepšovaly průtoky. Pod Drážďany jejich vliv postupně slábně, takže zde bylo minima dosaženo až v srpnu (Wittenberge, Neu Darchau – **obr. 3.4-4**), což zřejmě opět přímo koresponduje s vývojem průtoků. Kumulovaný průtokový deficit (DMRI) vykazuje v podélném profilu relativně jednotný obraz a poukazuje na výrazné až mírné období sucha na Labi, s mírným oslabením jeho intenzity směrem k dolnímu úseku toku (**obr. 3.4-5**). Rok 2015 nelze porovnávat s předchozími významnými případy hydrologického sucha, protože všechny posuzované roky spadají do období před zahájením provozu Vltavské kaskády a občas nabraly mnohem extrémnější vývoj (např. 1934).



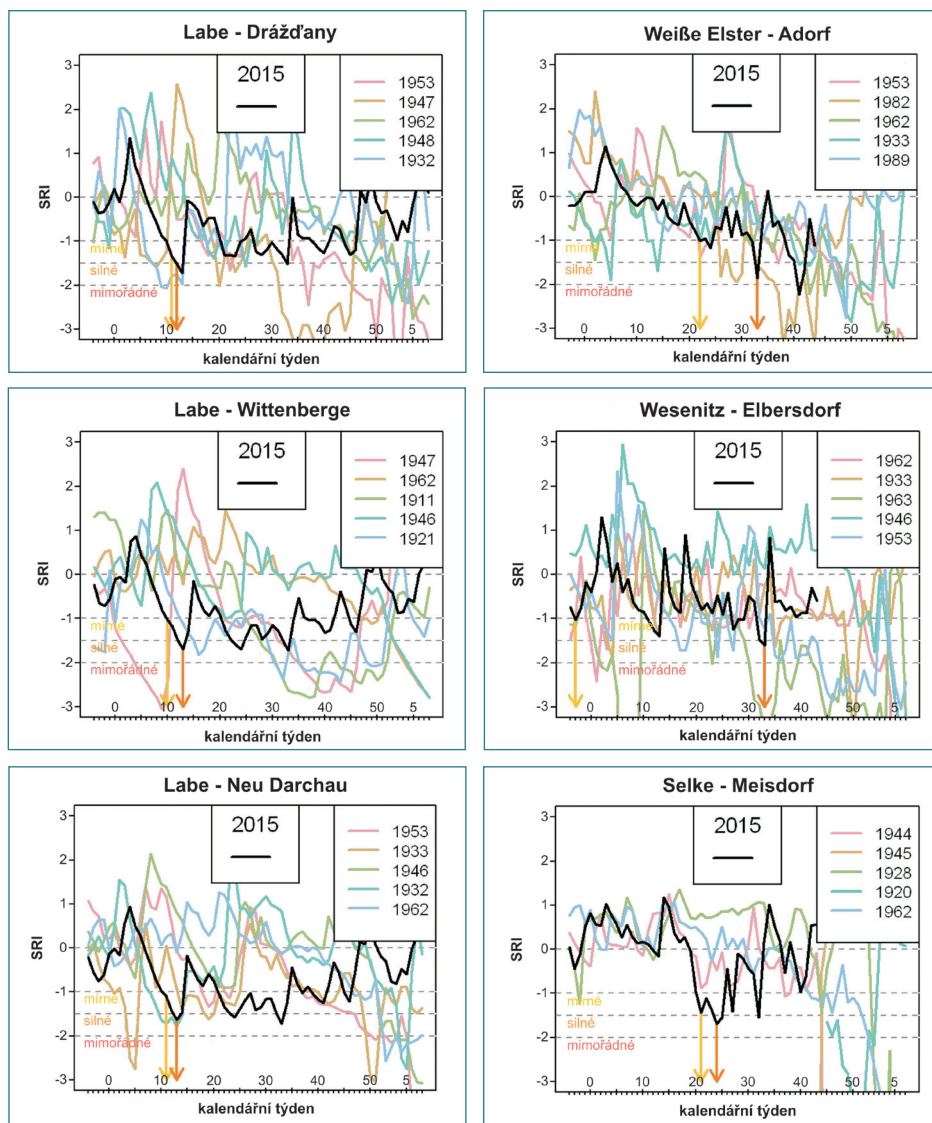
Obr. 3.4-2: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Jaroměř, Kostelec n. L., Praha-Chuchle, Děčín) podle indikátoru SRI v české části povodí Labe (zdroj: ČHMÚ)



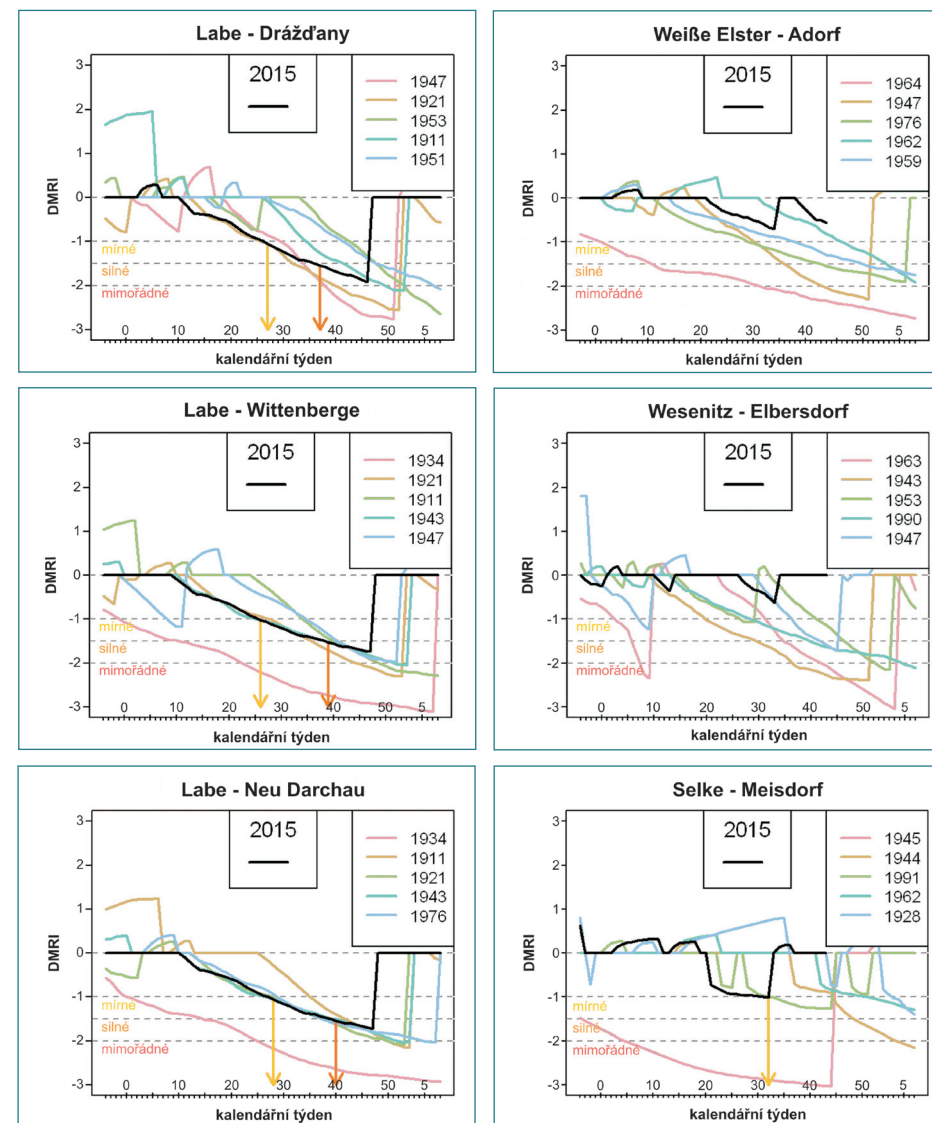
Obr. 3.4-3: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Jaroměř, Kostelec n. L., Praha-Chuchle, Děčín) podle indikátoru DMRI v české části povodí Labe (zdroj: ČHMÚ)

Sledované neovlivněné vodoměrné stanice na přítocích Labe poskytují z hlediska SRI rozdílný obraz (**obr. 3.4-4**). Ve stanici Adorf na Bílém Halštrovu

index krátkodobě odpovídá dokonce extrémnímu vývoji hydrologického sucha. Naproti tomu výsledky z profilu Elbersdorf na řece Wesenitz (levý



Obr. 3.4-4: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Drážďany, Wittenberge, Neu Darchau, Adorf, Elbersdorf, Meisdorf) podle indikátoru SRI v německé části povodí Labe (zdroj: ČHMÚ, data: WSV, LfULG SN, LHW ST)



Obr. 3.4-5: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Drážďany, Wittenberge, Neu Darchau, Adorf, Elbersdorf, Meisdorf) podle indikátoru DMRI v německé části povodí Labe (zdroj: ČHMÚ, data: WSV, LfULG SN, LHW ST)



přítok Labe nad Drážďany) nebo Meisdorf na toku Selke v Harcu naznačují jen mírné hydrologické sucho. Při posuzování DMRI nelze pro všechny hodnocené vodoměrné stanice zjistit žádný pozoruhodný deficit celkového průtoku. V neposlední řadě to má co do činění s citlivostí malých povodí v souvislosti s obdobími ovlivňovanými konvektivními povětrnostními situacemi. Učiněné předpoklady potvrzují i porovnání s extrémními obdobími hydrologického sucha v minulých letech pomocí DMRI.

Vyhodnocení indikátorů SRI a DMRI celkem potvrzuje výsledky a poznatky, které vyplynuly již z předchozích analýz průtokového režimu.

### 3.5 Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků

Tato kapitola se věnuje popisu vlivu vodních děl na minimální průtoky v povodí Labe během sucha v roce 2015. Na **obrázku 3.5-1** je znázorněna poloha vodních děl, která jsou hodnocena v kapitolách 3.5 a 3.6. **Tabulka 3.5-1** obsahuje souhrnný přehled základních parametrů těchto vodních děl.



Přístav na VD Orlik dne 31. 7. 2015 (Povodí Vltavy, státní podnik)



Obr. 3.5-1: Přehledná mapa hodnocených vodních děl (zdroj: ČHMÚ)



Tab. 3.5-1: Souhrnný přehled základních parametrů hodnocených vodních děl

Poř. čís.	Název vodního díla	Vodní tok / dílčí povodí	Plocha povodí	Průměrný průtok <sup>1)</sup>	Hladina stálého nadřzení	Hladina zásobního prostoru	Zásobní prostor <sup>2)</sup>
			[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	[m n. m.]	[m n. m.]	[mil. m <sup>3</sup> ]
1	Les Království	Labe	530,76	8,89	307,60	315,60 / 314,60	1,422 / 1,093
2	Pastviny	Divoká Orlice	179,52	3,91	454,60	468,60 / 467,60	6,236 / 5,527
3	Rozkoš	Rozkošský potok / Metuje	43,31 / 415,37	0,427 / 6,38	271,60	280,50 / 279,60	45,948 / 39,811
4	Lipno I	Vltava	949,28	13,40	716,10	724,90	252,99
5	Lipno II	Vltava	997,13	13,70	557,60	562,70	1,44
6	Římov	Malše	488,50	4,38	442,50	470,65	30,02
7	Hněvkovice	Vltava	3 540,29	30,60	364,60	370,10	12,16
8	Husinec	Blanice / Otava	212,54	2,09	515,33	522,33	1,98
9	Orlík	Vltava	12 114,95	81,20	329,60	349,90	343,08
10	Švihov	Želivka / Sázava	1 178,50	6,99	343,10	377,00	246,07
11	Slapy	Vltava	12 956,80	85,20	246,60	270,60	200,50
12	Vrané	Vltava	17 784,60	110,00	199,10	200,10	2,52
13	Hracholusky	Mže	1 609,38	8,27	339,60	354,10	32,02
14	Žlutice	Střela / Berounka	213,75	1,24	493,60	507,05	10,46
15	Klabava	Klabava / Berounka	329,87	2,04	344,40	345,70	0,49
16	Skalka	Ohře	671,92	6,22	435,60	442,20 / 437,60	13,659 / 2,454
17	Jesenice	Odrava / Ohře	411,04	3,57	427,30	439,20 / 437,60	47,119 / 37,455
18	Horka	Libocký potok / Ohře	70,19	0,76	481,60	504,49	16,54
19	Stanovice	Lomnický potok / Teplá	92,1 / 277,99	0,560 / 2,350	483,00	513,35 / 511,80	20,164 / 18,376
20	Nechranice	Ohře	3 590,30	30,80	235,40	269,00	233,22
21	Bleiloch <sup>3)</sup>	Sála	1 240	žádný údaj	398,00	407,45	70,32
22	Burgkhammer <sup>3)</sup>	Sála	1 249	žádný údaj	351,50	356,00	3,08
23	Walsburg <sup>3)</sup>	Sála	1 262	žádný údaj	336,00	339,45	1,48
24	Hohenwarte <sup>3)</sup>	Sála	1 657	žádný údaj	285,00	302,74	96,66
25	Eichicht <sup>3)</sup>	Sála	1 665	16,1	236,50	244,00	4,44
26	Rappbode <sup>3)</sup>	Rappbode / Bode	116	2,47	364,00	422,57	101,11
27	Wendefurth <sup>3)</sup>	Bode	314	3,80	336,00	344,87	3,255
28	Eibenstock	Zwickauer Mulde	199	2,63	509,89	536,66	55,635

1) v profilu vodního díla

2) objem mezi hladinou stálého nadřzení a hladinou zásobního prostoru, v případě dvou údajů se jedná o hodnoty pro letní / zimní hydrologické pololetí

3) Podle informace Durynského zemského ústavu životního prostředí a geologie (TLUG), Zemského podniku povodňové ochrany a vodního hospodářství (LHW) / Podniku přehrad (TSB) Saska-Anhaltska se údaje hladiny a objemu zásobního prostoru vztahují k letnímu hydrologickému pololetí se stavem k roku 2015.

### 3.5.1 Provoz na vodních dílech

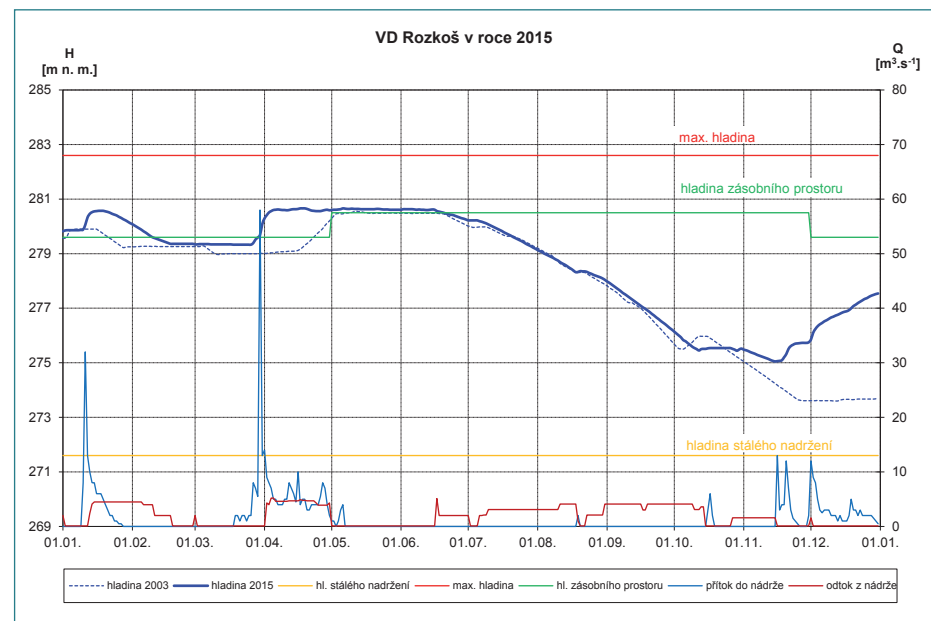
V této kapitole je popsán provoz na vodních dílech v povodí Labe, která významným způsobem přispěla ke zmírnění dopadů sucha v roce 2015 na průtoky na Labi. Vzhledem k tomu, že na vlastním toku Labe se nenachází žádné vodní dílo s významnějším zásobním objemem, byla pro nadlepšování průtoků na Labi rozhodující dotace z vodních děl na jeho přítocích.

#### Vodní dílo Rozkoš

Vodní dílo Rozkoš je boční nádrž napájená Rozkošským potokem a primárně přivaděčem z Úpy v profilu Zlič. Voda z nádrže je vypouštěna do Rozkošského potoka ústícího do toku Metuje, která dále ústí do Labe v profilu Jaroměř. Dle manipulačního řádu slouží vodní dílo Rozkoš více účelům. Primárním účelem nádrže je převod vody z Úpy a její akumulace v zásobním prostoru nádrže s následným využitím pro kompenzační nadlepšování průtoků v Labi do profilu jezu Opatovice nad Labem (zajištění minimálního zůstatkového průtoku (MZP) ve výši  $5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), odběry pro Elektrárnu Opatovice do maximální výše  $11,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a převod vody Opatovickým kanálem v maximálním množství  $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Dále je zajišťován MZP na Rozkošském potoce v profilu pod přehradou ve výši  $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Celkově nádrž Rozkoš sehrála během suché epizody v roce 2015 velmi pozitivní úlohu, kdy dotovala průtoky v Opatovickém uzlu v množství  $2 - 4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Skutečná potřeba dotačního objemu vody činila 30 mil.  $\text{m}^3$ . Nejnižší hodnota naplnění zásobního prostoru vodního díla Rozkoš z 34 % byla dosažena v polovině listopadu při hladině 275,05 m n. m. (**obr. 3.5-2**). V období minimálních průtoků v první polovině srpna, kdy se průtoky nad jezem Opatovice nad Labem pohybovaly v rozmezí  $10 - 12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , představoval podíl vody vypouštěné z vodního díla Rozkoš cca 30 % celkového naměřeného průtoku.

Nadlepšování průtoků v Labi bylo v tomto období rovněž realizováno z vodních děl Pastviny ( $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) a Les Království ( $0,2 - 0,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Lze konsta-



Obr. 3.5-2: Provoz vodního díla Rozkoš v roce 2015 (zdroj: Povodí Labe, státní podnik)

tovat, že celkové nadlepšení průtoků do Labe z vodních děl státního podniku Povodí Labe činilo v době extrémního sucha až  $5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

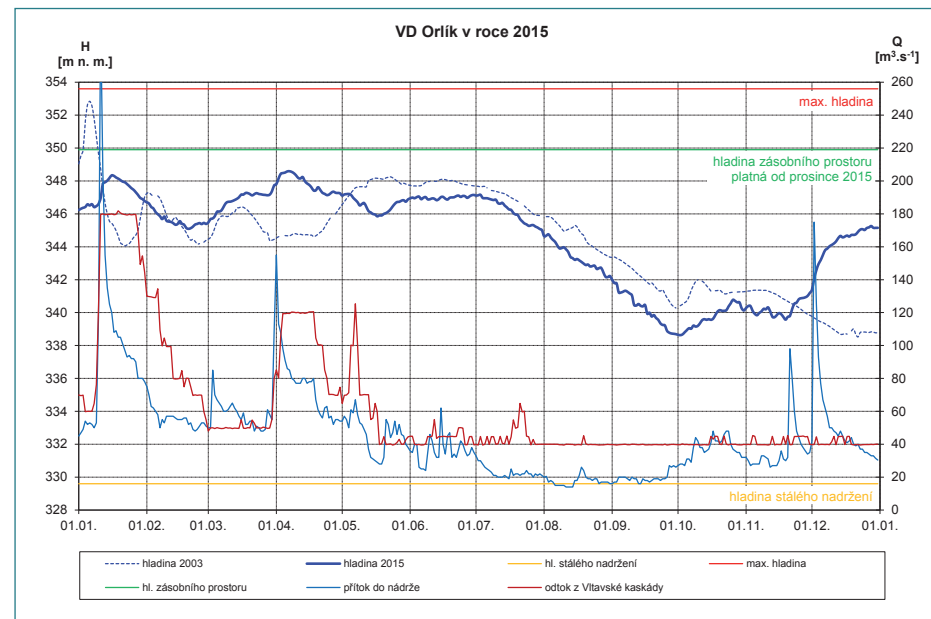
#### Vltavská kaskáda

Vodní díla Vltavské kaskády zajišťují více účelů. Primárním účelem je ve spolupráci vodních děl Lipno I, Orlík a Slapy s ostatními vodními díly zajištění minimálního průtoku pod vodním dílem Lipno II v množství  $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a zajištění minimálního průtoku pod vodním dílem Vrané v množství  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hospodaření s vodou v nádržích Orlík a Slapy se přitom provádí dle společného dispečerského grafu.

Na vodním díle Orlík na Vltavě byla na počátku roku 2015 udržována hladina na úrovni cca 347,50 m n. m. To probíhalo s ohledem na vývoj zásob vody ve sněhové pokrývce v povodí nad vodním dílem, aby byl v případě potřeby v zásobním prostoru nádrže k dispozici dostatečný volný prostor pro zachycení případných zvětšených přítoků do nádrže z tání sněhu. Vycházelo se z aktuálních zásob vody ve sněhové pokrývce, vyhodnocovaných v týdenním režimu Českým hydrometeorologickým ústavem.

Průměrný měsíční přítok do nádrže byl v měsíci lednu  $107,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ( $Q_{90d} - Q_{60d}$ ), únoru a březnu kolísal kolem hodnoty cca  $57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ( $Q_{210d} - Q_{180d}$ ), v dubnu pak činil  $77,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ( $Q_{150d} - Q_{120d}$ ). Poté vlivem deficitu srážek v povodí nádrže přítok klesal až do konce září, kdy v měsíčním průměru představoval pouze  $15,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (18,9 % dlouhodobého průměrného průtoku v profilu hráze), což je průtok menší než  $Q_{364d}$  (za referenční období 1981 – 2010). Odtokem z vodního díla Orlík byl v souladu s manipulačním řádem po celé málovodné období, trvající od května do září, udržován minimální odtok z vodního díla Vrané v množství  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hladina v nádrži se na počátku a v průběhu dubna nacházela na úrovni cca 347,80 m n. m., tedy na běžné provozní úrovni v tomto období roku. Během května a června 2015 byl přítok a odtok z nádrže bilančně vyrovnaný a hladina kolísala v rozmezí kót 346,00 – 347,00 m n. m. Když se počátkem července zmenšily přítoky do nádrže výrazně pod hodnotu minimálního odtoku ( $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v profilu vodního díla Vrané), nastal výrazný pokles hladiny v nádrži (**obr. 3.5-3**).

Období beze srážek pokračovalo, stále byl nízký přítok a hladina v nádrži dále klesala z důvodu dotace průtoku, která je kontrolována v profilu vodního díla Vrané. Toto nadlepšování představovalo v měsíčním průměru v červenci  $19,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , v srpnu  $18,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a v září  $21,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pokles hladiny se zastavil na hodnotě 338,63 m n. m. (2. 10. 2015 v 7.00 hod), tj. 12,57 m pod maximální kótou zásobního prostoru nádrže. Tato minimální dosažená hladina byla 403 cm nad kótou 334,60 m n. m., která je rozhodující pro využití zásobního



Obr. 3.5-3: Provoz vodního díla Orlík v roce 2015 (zdroj: Povodí Vltavy, státní podnik)

objemu vodního díla Slapy pro dotaci minimálního průtoku v profilu vodního díla Vrané a překlenutí suchého období. V porovnání se suchým obdobím v roce 2003 byl průběh poklesu hladiny v nádrži od počátku července velmi podobný. Nejnižší dosažená kóta dne 2. 10. 2015 v 7.00 hod byla ovšem ještě o 179 cm níže než kóta dne 2. 10. 2003 v 07.00 hod. Vlivem podzimního vypouštění rybníčních soustav v povodí nádrže a s příchodem výraznějších srážek ve dnech 8. 10. – 17. 10. došlo k opětovnému nárůstu přítoku do nádrže a vzestupu hladiny v nádrži. Zásobní prostor byl v průběhu října, srážkově nadprůměrného listopadu a prosince doplňován až na kótu 345,28 m n. m (28. 12. 2015 v 7.00 hod). Maximální hodnota výparu v celoměsíčním průměru byla nejvyšší v červenci, a to  $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což odpovídá 3,4 % hodnoty přítoku

v daném období. Výpar tak u této nádrže netvořil významnou složku celkové bilance, ovšem v součtu s výparem na vodním díle Slapy v průměrném množství v měsíci červenci  $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  nebyl zcela zanedbatelný.

Dle současně platných pravidel pro hospodaření s vodou v nádržích Vltavské kaskády nebyla suchem výrazně ovlivněna provozní situace na vodním díle Slapy. Zde byla v roce 2015 z provozního hlediska zcela normální situace, hladina v nádrži se pohybovala ve standardním režimu dle dlouhodobého plánu.

Odtok z vodního díla Lipno neklesl po celý rok pod hodnotu  $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hodnota přítoku po dobu 4 měsíců byla pod velikostí  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , v září dokonce v měsíčním průměru jen  $1,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Probíhala tak významná dotace pro celý úsek Vltavy až po konec vzduší vodního díla Hněvkovice a z hlediska objemu i značná dotace pro akumulární uzel Orlík – Slapy. Stejně tak vodní díla na Berounce, jejichž efekt při povodních je z pohledu dolní Vltavy a Labe zanedbatelný, se významně podílela na zmírnění sucha. Průtok na dolní Berounce byl v nejsušších měsících často i z poloviny dotován odtokem z vodních děl. Ačkoli pro dolní Vltavu a Labe je rozhodující minimální odtok z Vltavské kaskády, v období hydrologického sucha je přínosem (hlavně pro kvalitu vody) jakékoli nadlepšení, zejména když je lze zajišťovat po delší dobu.

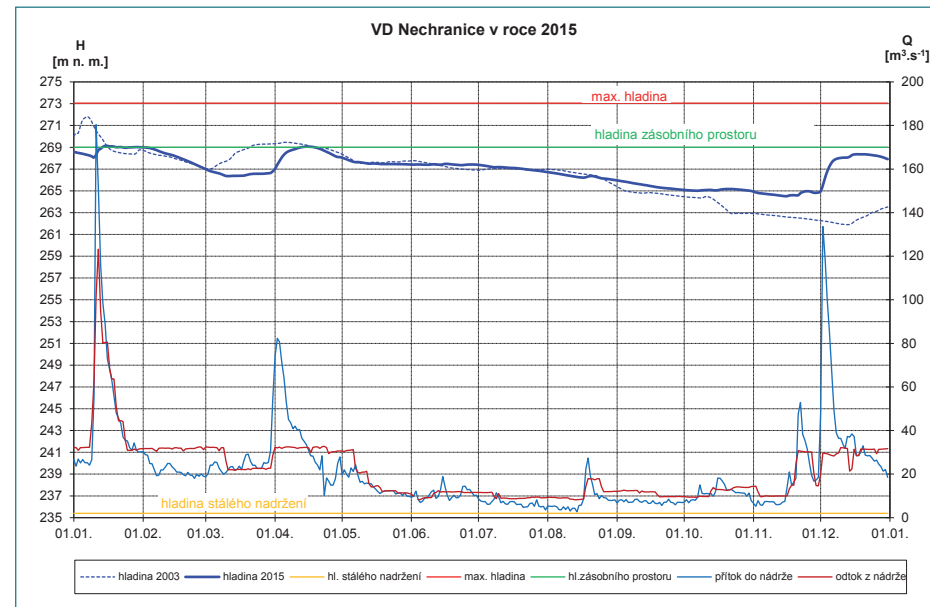
Vzhledem ke zkušenostem v souvislosti s výskytem suchého málovodného období v roce 2015 a negativních důsledků, Povodí Vltavy, státní podnik nepředpokládá změnu pravidel hospodaření s vodou (včetně jejich implementace do komplexního manipulačního řádu vodních děl Vltavské kaskády, resp. manipulačních řádů vodních děl Orlík a Slapy). Naopak současně platný manipulační řád se ukázal jako plně funkční i pro období sucha.

### Vodní dílo Nechranice

Hlavní účel vodního díla Nechranice je zásobní, dalšími účely je zmenšení povodňových průtoků, výroba elektrické energie, rekreace, nadlepšování průtoků na dolní Ohři zajištěním MZP  $8,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v profilu Stranná (odtok

z vodního díla) a další. Ve spolupráci se soustavou nádrží Skalka – Jesenice v povodí horní Ohře plně zajišťuje požadované odběry na dolní Ohři, tj. v úseku po soutok s Labem. Přímý odběr z nádrže není, kompenzačně nadlepšován je průtok pro dva nejvýznamnější odběry na dolní Ohři: do profilu Stranná – odběr pro Průmyslový vodovod Nechranice (čerpací stanice Stranná) a do profilu Březno – odběr pro Elektrárnu Počeradý.

Velké průtoky a jejich rozkolísanost na začátku roku způsobily naplnění nádrže Nechranice na maximální zásobní hladinu 269,00 m n. m. Hladina na nádrži Nechranice pak byla udržována v rozmezí kót 266,38 m n. m. až 269,00 m n. m. v závislosti na výkyvech průtokových epizod. Před nástupem sucha byla v období květen až červen udržována hladina okolo kóty 267,50 m n. m. Již v červenci byl odtok snížen z  $11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na nutné minimum mezi 8 až  $9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (**obr. 3.5-4**). Tento odtok byl udržován až do poloviny srpna, kdy ho bylo možné v reakci na větší přítoky vlivem



Obr. 3.5-4: Provoz vodního díla Nechranice v roce 2015 (zdroj: Povodí Ohře, státní podnik)



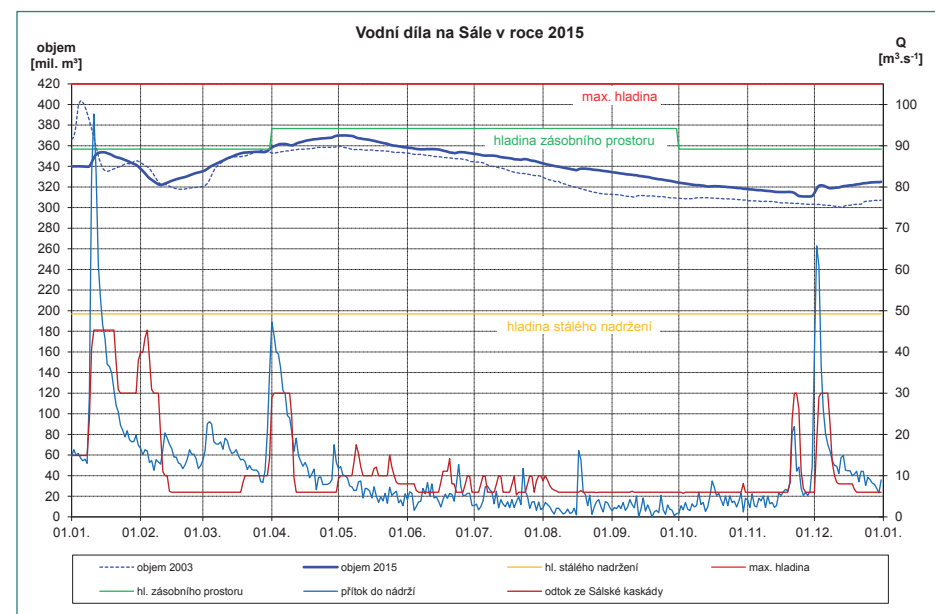
významné srážkové činnosti přechodně zvětšit na  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Poté byl odtok z vodního díla Nechranice opět snížen na hodnotu cca  $12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Tento odtok byl udržován do poloviny září. Od poloviny září až do druhé poloviny listopadu byl odtok udržován v rozmezí  $10$  až  $13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  podle hydrologických a provozních potřeb. V druhé polovině listopadu došlo vlivem výrazných srážek ke zvětšení přítoků, a tím i udržování většího odtoku v rozmezí  $15$  až  $31 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  podle hydrologických a provozních potřeb.

Vodohospodářské řešení soustavy Skalka – Jesenice – Nechranice je v případě nadlepšování průtoků pro Ohři dimenzováno pro extrémnější průběh sucha, než který proběhl v roce 2015. Řízené postupné povyprázdňení zásobního prostoru na nádržích Skalka, Jesenice a Nechranice nebylo v průběhu hydrologicky suchého období v roce 2015 oproti minulým rokům ničím výjimečné.

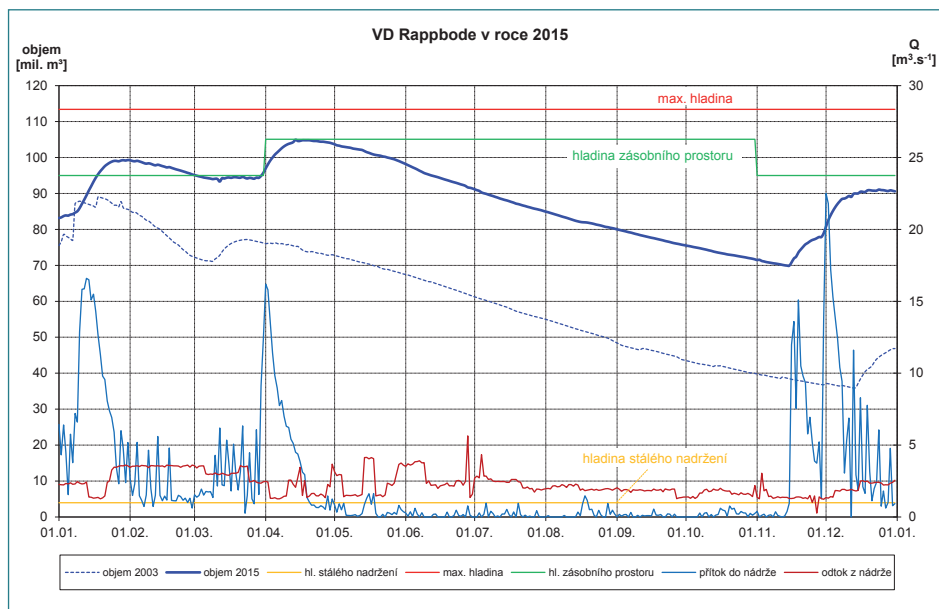
Největší systém nádrží v německé části povodí Labe představuje Salská kaskáda s vodními díly Bleiloch, Hohenwarte, Walsburg, Burgkhammer a Eichicht. Poté následují vodní díla Rappbode a Eibenstock. Využívání prostoru nádrží ve sledovaném období probíhalo typicky podle ročních období se zadržováním vody v zimě a na jaře a následným výrazným úbytkem objemu nádrží v letním období. Manipulace na nádržích (obr. 3.5-5 až 3.5-8) přispěla v letních měsících k výraznému zlepšení průtokové situace v úsecích toku pod nádržemi. Odtok ze saských nádrží pro nadlepšování minimálních průtoků činil v tomto období celkem  $51 \text{ mil. m}^3$ , z toho  $21,4 \text{ mil. m}^3$  pro povodí Sprévy,  $3,1 \text{ mil. m}^3$  pro povodí Zwickauer Mulde a  $26,5 \text{ mil. m}^3$  pro povodí Bílého Halštrova. Na průtokovou situaci v Labi tyto doplňující odtoky z nádrží v německé části povodí Labe měly jen nepatrný vliv.



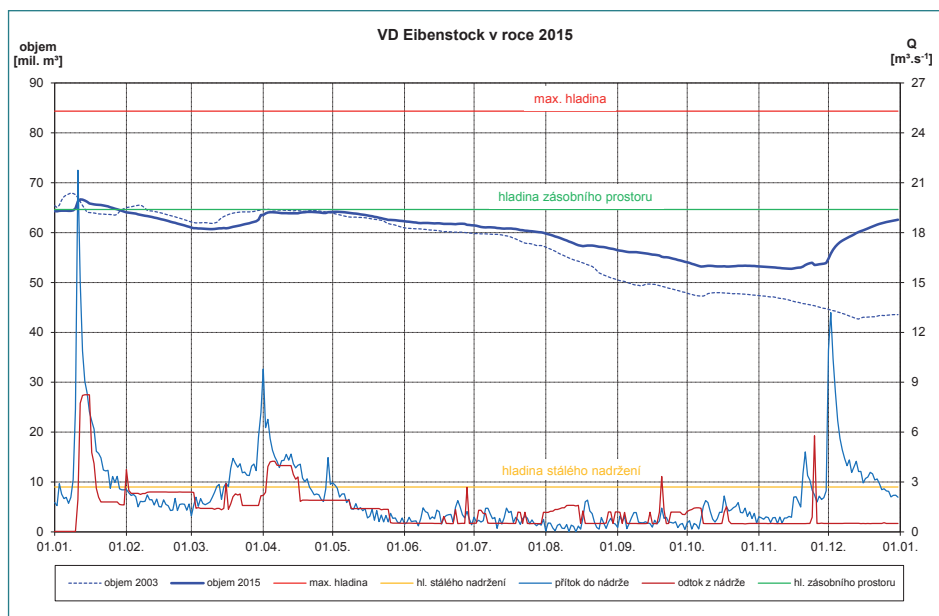
Vodní nádrž Bleilochtsperre odpuštěná z důvodu rekonstrukce v roce 2009 (TLUG)



Obr. 3.5-5: Provoz vodních děl na Sále v roce 2015 (zdroj: LHW ST, data: TLUG; hladiny podle stavu v roce 2015)



Obr. 3.5-6: Provoz vodního díla Rappbode v roce 2015 (zdroj: LHW ST, data: TSB ST; hladiny podle stavu v roce 2015)



Obr. 3.5-7: Provoz vodního díla Eibenstock v roce 2015 (zdroj: LTV SN)

### 3.5.2 Vliv významných českých nádrží na minimální průtoky na dolní Vltavě a Labi pod Vltavou

V některých úsecích vodních toků jsou průtoky v obdobích minim nadlepšovány provozem vodních děl, která jsou k tomuto účelu určena.

Pro analýzu antropogenního ovlivnění minimálních průtoků byly na české straně zvoleny vodoměrné stanice Praha-Chuchle na Vltavě a Děčín na Labi. Stanice Praha-Chuchle je nejdůležitější stanicí pod Vltavskou kaskádou, a tudíž z hlediska ovlivnění průtokového režimu je reprezentativní. Stanice Děčín byla zvolena z důvodu závěrové stanice na Labi na území České republiky s dlouhou řadou pozorovaných průtoků.

Výpočet (odhad) řady průměrných denních průtoků bez vlivu nadlepšení vodními nádržemi je založen na postupu, kdy jsou nasčítány řady průměrných denních průtoků ve vodoměrných stanicích (**tab. 3.5-2**), které nejsou výrazně ovlivněny nadlepšením průtoků z velkých vodních děl (Vltavská kaskáda, Římov, Švihov, Hracholusky, Žlutice, Jesenice, Horka, Stanovice, Nechanice). Výpočet byl proveden za období od 1. 4. 2015 do 31. 12. 2015.

Při výpočtu byly uvažovány postupové doby jednotlivých řad průměrných denních průtoků do profilu Praha-Chuchle a Děčín. Pro zjednodušení výpočtu byla postupová doba řady průměrných denních průtoků vypočtena s průměrnou rychlostí proudění  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$  se zaokrouhlením posunu řady průměrných denních průtoků na celé dny. V **tabulce 3.5-2** je uveden seznam vodoměrných stanic, které vstupovaly do výpočtu svými řadami průměrných denních průtoků. Stanice, které vstupovaly navíc do výpočtu pro profil Děčín, jsou šedivě podbarveny.

Průtoky v těchto vodoměrných stanicích představují odtok ze 74,4 % plochy povodí ke stanici Praha-Chuchle a 77,2 % plochy povodí ke stanici Děčín. Do výpočtu pro Děčín vstupovala závěrová stanice na Labi nad soutokem s Vltavou Kostelec n. L. jako neovlivněná, to znamená, že nebyl uvažován vliv vodních děl z povodí nad touto stanicí. V opačném případě by do výpočtu vstupovaly stanice pouze nad vodními díly (vybudovaných většinou na horních tocích) a proto by neúměrně vzrostlo procento neměřeného povodí.

Tab. 3.5-2: Vodoměrné stanice, které vstupovaly do výpočtu pro profil Praha-Chuchle a Děčín

Název stanice	Vodní tok	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]	Název stanice	Vodní tok	Plocha povodí [km <sup>2</sup> ]
Kostelec nad Labem	Labe	13 183,4	Plasy	Střela	773,8
Košátky	Košátecký potok	147,3	Podmokly*	Zbirožský potok	151,7
Chlum-Volary	Teplá Vltava	347,6	Rakovník	Rakovnický potok	302,2
Černý Kříž-Volary	Studená Vltava	102,4	Beroun	Litavka	625,5
Český Krumlov*	Polečnice	197,6	Loděnice	Loděnický potok	253,8
Pořešín	Malše	436,6	Radotín II*	Radotínský potok	68,2
Pašínovice-Komařice	Stropnice	399,9	Průhonice*	Dobřejovický potok	13,0
Lékařova Lhota*	Bezdrvský potok	123,7	Praha-Nusle	Botič	134,9
Bechyně	Lužnice	4 057,0	Praha-Libeň	Rokytky	137,4
Písek	Otava	2 913,7	Velvary*	Bakovský potok	292,5
Dolní Ostrovec	Lomnice	391,3	Želízy*	Liběchovka	124,1
Varvažov	Skalice	367,9	Vědlice*	Úštěcký potok	85,7
Hrachov	Brzina	133,2	Cheb	Ohře	689,7
Radič*	Mastník	268,6	Šlapany	Odrava	267,1
Štěchovice	Kocába	308,6	Hrozňátov	Mohelský potok	63,4
Zruč nad Sázavou	Sázava	1 420,7	Leopoldovy Hamry	Libocký potok	55,5
Kojčice	Hejlovka	273,3	Libavské údolí	Libava	68,2
Milotice	Jankovský potok	128,5	Svatava	Svatavský potok	290,5
Červená Řečice	Tmava	317,6	Karlovy Vary-Dvory	Chodovský potok	90,3
Senožaty	Martinický potok	113,3	Stará Role	Rolava	126,3
Blažejovice	Blažejovický potok	27,5	Teplička	Teplá	256,1
Leský Mlýn*	Sedlický potok	71,6	Pila*	Lomnický potok	59,9
Radonice-Združovický	Blanice	541,9	Ostrov	Bystřice	127,6
Poříčí nad Sázavou*	Konopištský potok	89,3	Stránky*	Blšanka	380,7
Stříbro	Mže	1 144,0	Postoloprty	Chomutovka	185,4
Trpistý*	Úterský potok	297,2	Bílina	Bílina	559,5
Plzeň-Skvrňany	Vejprnický potok	75,9	Jílové	Jílovský potok	42,6
Lhota	Radbuza	1 181,8	Děčín-Březiny	Ploučnice	1 183,3
Štěnovice	Úhlava	892,8			
Plzeň-Koterov	Úslava	733,3			
Nová Huť	Klabava	359,5			

\* stanice, které byly použity pro odhad odtoku z nepozorovaných částí mezipovodí

Stanice, které nevstupovaly do výpočtu pro profil Praha-Chuchle, jsou šedivě podbarveny.

Průtoky ze zbývajících neměřených částí povodí byly dopočítány z denních odtokových výšek podle vhodných analogonových stanic. Do tohoto výpočtu vstupovaly jako analogony stanice, které jsou v **tabulce 3.5-2** označeny hvězdičkou.

Průběhy pozorovaných a odvozených odovlivněných průtoků v roce 2015 na Vltavě v Praze-Chuchli a na Labi v Děčíně jsou znázorněny na **obrázcích 3.5-8 a 3.5-9**. Tyto průtoky byly navíc porovnány s průběhem pozorovaných průtoků ve vybraném suchém roce 1947. Na obrázcích jsou dále uvedeny ještě hodnoty dlouhodobého průměrného průtoku  $Q_a$ , průměr ročních minim  $Q_{min}$  a průtok  $Q_{355d}$  za referenční období 1961 – 2005.

Na Vltavě v Praze-Chuchli (**obr. 3.5-8**) je patrný pokles odovlivněných průtoků od začátku července, zatímco pozorované průtoky se pohybovaly setrvalě okolo hodnoty  $45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Nejmenší odovlivněné průtoky se vyskytly v období od 8. do 17. srpna, kdy jejich hodnoty klesly pod  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Minimum bylo dosaženo 16. srpna o hodnotě  $15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Srážky, které se vyskytly v polovině srpna, by způsobily podstatně větší nárůst průtoků oproti nárůstu pozorovaných průtoků. Z porovnání obou řad dále vyplývá, že nadlepšení průtoků nádržemi dosahovalo v Praze-Chuchli v období nejmenších průtoků cca až  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Průtoky byly výrazně nadlepšovány zhruba od poloviny první dekády července do poloviny října 2015.

Na Labi v Děčíně (**obr. 3.5-9**) je zřejmé, že v odovlivněné řadě zhruba od začátku července pozvolna klesaly průtoky až do poloviny srpna, kdy v období 10. až 17. srpna byly odovlivněné průtoky menší než  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , minimální hodnota klesla na  $47,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  dne 14. srpna. Jelikož pozorované průměrné denní průtoky se v tomto období pohybovaly okolo  $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , lze nadlepšení průtoků v Děčíně odhadnout na cca  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Ve skutečnosti byla velikost nadlepšení o několik  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  větší, jelikož průtoky nadlepšovaly také některé nádrže v horní části povodí Labe, např. vodní dílo Rozkoš. (Pokud by tyto nádrže byly uvažovány, zvětšila by se výrazně plocha mezipovodí, ze kterého by byl analogií odhadován odtok, a výsledné odhadnuté průměrné denní průtoky by měly ještě větší míru nejistoty.) Po výrazných srážkách v polovině srpna, které dočasně způsobily zvětšení průtoků, došlo znovu k jejich poklesu, ale velikost průměrných denních průtoků se již nepřiblížila minimálním hodnotám z první poloviny srpna.

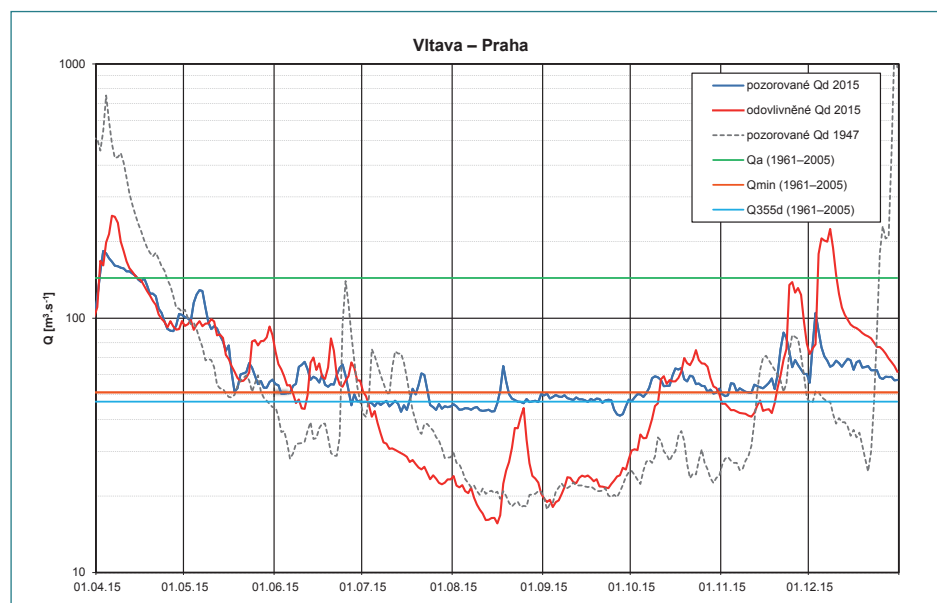
Odovlivněné průměrné denní průtoky 2015 v Praze a Děčíně byly porovnány s pozorovanými průtoky ve vybraném suchém roce 1947. Lze konstatovat, že ve stanici Praha by byly minimální průtoky v roce 2015 bez nadlepšení

průtoků nádržemi srovnatelné s rokem 1947. Průběh průtoků v roce 1947 byl však odlišný, protože výrazný pokles hodnot průtoků začal podstatně dříve a trval až do poloviny prosince s přerušeními koncem června a koncem listopadu. Ve stanici Děčín z porovnání odvozené odovlivněné řady průměrných denních průtoků 2015 s pozorovanými průměrnými denními průtoky v roce 1947 vyplývá velká podobnost v poklesu průtoků od začátku července do poloviny srpna. Období minimálních průtoků v roce 1947 trvalo až do poloviny listopadu, než došlo k výraznému zvětšení průtoků. Minimální průměrný denní průtok v Děčíně na Labi, který byl vyhodnocen v roce 1947, dosáhl  $40,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

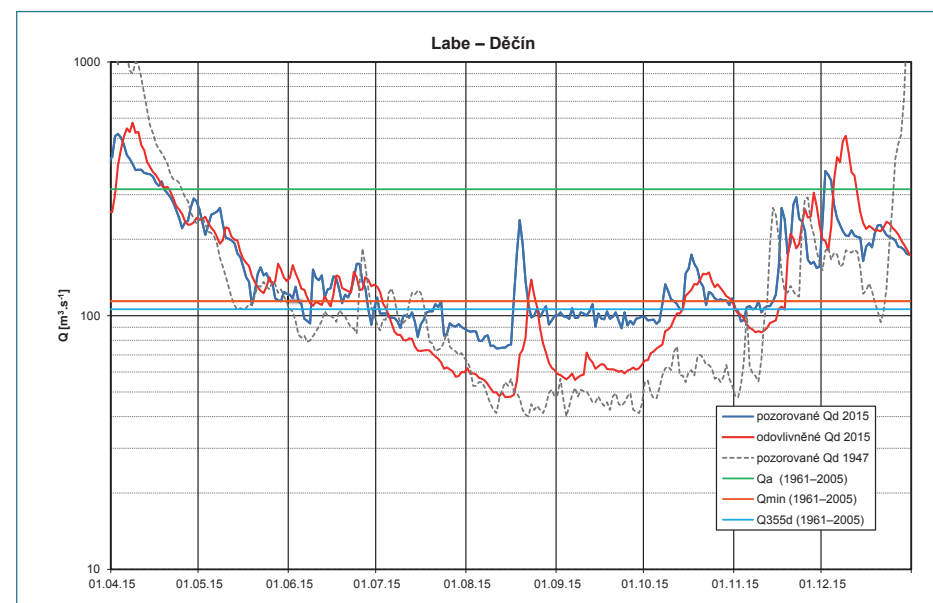
Pro navazující německý úsek vnitrozemského Labe byly počínaje od vodoměrné stanice Děčín (v blízkosti česko-německé státní hranice) provede-

ny výpočty pomocí hydrodynamicko-numerického jednorozměrného modelu SOBEK Spolkového ústavu hydrologického (BfG) s cílem posoudit vliv nadlepšování průtoků z českých vodních děl dále po proudu. Jako horní okrajová podmínka vstupovala do modelového výpočtu data vodoměrné stanice Děčín (pozorované průměrné denní průtoky a odovlivněné průtoky získané výše uvedeným postupem).

Vzhledem k aplikaci modelu SOBEK je třeba vzít v úvahu, že se výpočty v daném období sucha v některých vodoměrných stanicích pohybují na úrovni průtoků a vodních stavů, pro které neexistují měrné křivky průtoků doložené měřeními. Z toho vyplývá zvýšená nejistota výsledků, zejména v říčních úsecích se značnou dynamikou eroze. Výsledky však lze používat jako spolehlivý odhad.



Obr. 3.5-8: Pozorované a odvozené odovlivněné průtoky v roce 2015 a pozorované průtoky v roce 1947 na Vltavě v Praze. Pro porovnání jsou uvedeny hodnoty  $Q_a$ , průměr ročních minim  $Q_{min}$  a  $Q_{355d}$  za referenční období 1961 – 2005 (zdroj: ČHMÚ).

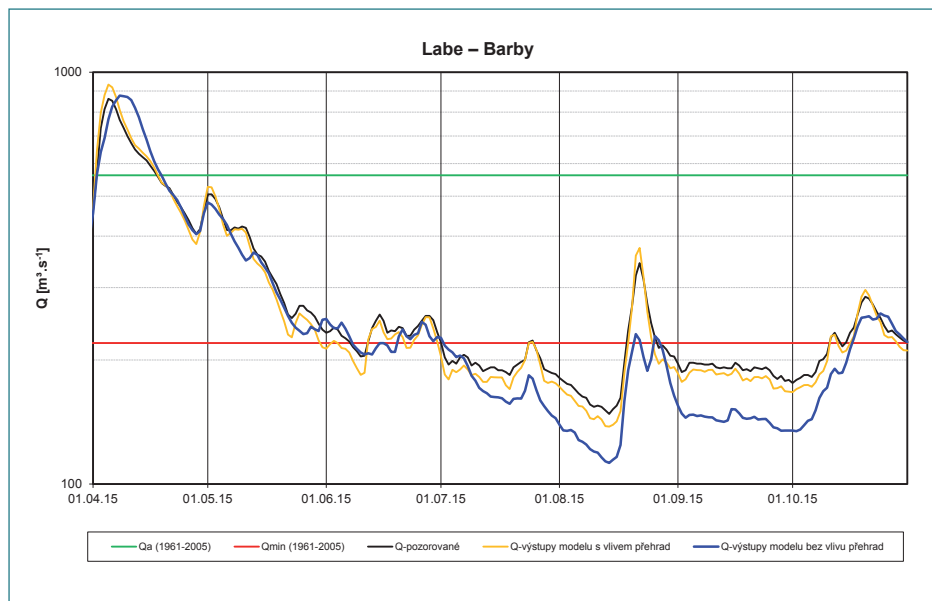


Obr. 3.5-9: Pozorované a odvozené odovlivněné průtoky v roce 2015 a pozorované průtoky v roce 1947 na Labi v Děčíně. Pro porovnání jsou uvedeny hodnoty  $Q_a$ , průměr ročních minim  $Q_{min}$  a  $Q_{355d}$  za referenční období 1961 – 2005 (zdroj: ČHMÚ).



Na **obrázku 3.5-10** jsou uvedeny modelem odvozené průtoky a naměřené průtoky za hodnocené období duben až říjen 2015 na příkladu vodoměrné stanice Barby, která se nachází pod zaústěním Sály do Labe.

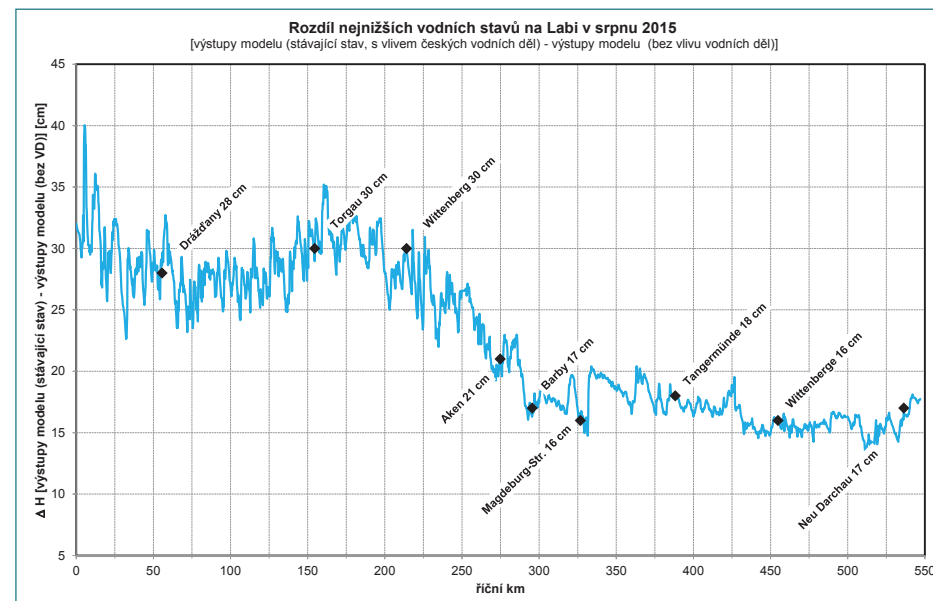
Porovnáváme-li nejmenší průtoky za hodnocené období, vplyne účinek vodních děl, který v Děčíně způsobuje „dotaci“ průtoku cca o  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Podle modelu lze tento vliv pozorovat ještě na dolním úseku Středního Labe. To znamená, že nejnižší vodní stav, který byl vypočítán na německém úseku Labe nad soutokem se Sálou, je díky „dotaci“ z českých vodních děl o 20 až 40 cm vyšší než v případě bez vlivu vodních děl, pod zaústěním Sály o 15 až 20 cm.



Obr. 3.5-10: Výstupy hydraulického modelu (průměrné denní průtoky) na příkladu vodoměrné stanice Barby (zdroj: BfG)

Na namodelované vodní stavy má vliv morfologická situace v korytě a další jevy (např. přítoky Labe), které nejsou v modelu zohledněny.

Celkově **obrázek 3.5-11** ukazuje vliv vodních děl v České republice na vodní stavy v německém úseku Labe. Největší vliv je v horních úsecích vodního toku, ale i na dolním úseku Středního Labe činí účinek ještě výrazně více než jeden decimetr. Úsek Labe pod říčním km 550, kde postupně přibývá vliv jezu Geesthacht, není znázorněn.



Obr. 3.5-11: Rozdíl nejnižších vodních stavů v srpnu 2015 v německém úseku Labe (výstupy modelu „s vlivem českých vodních děl“ oproti výstupům modelu „bez vlivu vodních děl“) zdroj: BfG

## 3.6 Vliv na užívání povrchových vod

### 3.6.1 Akumulace vody v nádržích a odběry vody

V České republice byla v době hydrologického sucha v roce 2015 věnována mimořádná pozornost dostupnosti vody pro různé účely. To platí zejména pro odběry povrchové vody, ačkoli se situace v podzemních vodách vyvíjela obdobně, i když s určitou prodlevou. Omezení byla uplatňována především u odběrů povrchových vod pro účely mytí aut, zalévání hřišť, trávníků, napouštění nádrží a bazénů. Do konce roku 2015 byly na většině míst povodí zákazy odběrů zrušeny. Situace byla kritická zejména v letním a podzimním období, tj. v době zvýšených požadavků potřeb vody pro závlahy zemědělských plodin (obilniny, ovocné sady apod.). Ke konci roku (zimní období) byla pozornost pro změnu věnována situaci ohledně potřeb vody pro účely umělého zasněžování sjezdovek a lyžařských areálů v horských oblastech.

Voda akumulovaná v zásobních prostorech nádrží byla využívána k uspokojení všech vodoprávně povolených odběrů, především k zajištění vodárenských odběrů, nadlepšování průtoků v tocích pod nádržemi, zlepšení hygienických podmínek v tocích a obecně ke snížení negativních dopadů výskytu hydrologického sucha. V souladu s platnými manipulačními řády byl v obdobích malých průtoků na nádržích nastaven odtok na úrovni minimálního zůstatkového průtoku, který byl často větší než přítok do nádrže. Docházelo tak k prázdnění zásobních prostorů nádrží a dotacím vody do vodních toků pod nádržemi. Vodnosti na vodních tocích pod přehradami se díky tomu udržovaly na vyšší úrovni, než která odpovídala aktuální hydrologické situaci.

To znamenalo viditelné poklesy hladin nádrží, následkem čehož byla omezena funkce vodních děl jako dopravních cest, jako rekreačních destinací i jejich krajinnotvorná funkce. Například významný pokles hladiny vodního díla Orlík na Vltavě měl výrazné dopady na plnění ostatních účelů nádrže, jakými jsou plavba ve vodní nádrži nebo rekreace. Ovšem po celé málovodné období byl odtokem z nádrže v profilu vodního díla Vrané udržován odtok v předepsané výši  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , který umožnil realizaci vodoprávně povolených významných odběrů na dolní Vltavě a zabezpečoval také významné nadlepšení průtoku na Labi.

Na menších vodních dílech došlo ve dvou případech k tak významnému poklesu objemu akumulované vody, že bylo přistoupeno k mimořádné manipulaci spočívající ve snížení minimálního odtoku tak, aby vodní díla mohla nadále poskytovat vodu pro povolené odběry. Jednalo se o vodní dílo Husinec na Blanici a vodní dílo Klabava na Klabavě.

K omezení odběrů vody pro vodárenské účely se během celého roku 2015 nikde přistoupit nemuselo. U odběrů povrchové vody pro průmyslové účely došlo k omezení u několika provozovatelů. K největšímu omezením došlo v povodí Úpy – Elektrárna Poříčí, kdy se muselo v kritickém období sucha (září – říjen) přistoupit ke zmenšení stanoveného minimálního zůstatkového průtoku.

Ke kritickému nedostatku vody nebo úplnému vyprázdnění zásobního objemu některé z významných nádrží nedošlo. Několikaměsíční, suché, málovodné období bylo překlenuto při prázdnění zásobních prostor nádrží až do vzestupu přítoků po srážkových epizodách v polovině října a druhé polovině listopadu.

Německé nádrže v povodí Labe přispěly v letních měsících k výraznému zlepšení průtokové situace v úsecích toků pod nádržemi. Odběry vody pro vodárenské účely a odběry užitkové vody nebylo třeba během celého roku 2015 nijak omezovat.

### 3.6.2 Plavba

Podmínky pro plavební provoz byly na kanalizovaném úseku labské vodní cesty nad jezem Střekov v České republice bez omezení v souladu s platnými předpisy.

Plavební provoz na regulovaném Labi pod jezem Střekov byl výskytem extrémního sucha výrazně omezen. Zde se vodní stav na řídicím vodočtu v Ústí nad Labem pohyboval v rozmezí 155 – 540 cm, tedy v rozmezí využitelnosti pro plavební provoz, celkem 208 dnů a hodnot nižších než 155 cm,

tj. pod hranicí ekonomické využitelnosti, dosahoval po dobu 147 dnů, tedy po více než třetinu roku. Doba trvání extrémně nízkých zajištěných vodních stavů v roce 2015 v Ústí nad Labem je za celé období vyhodnocování od roku 1980 nejdelší. Naopak, vodní stav vyšší než 275 cm, zaručující plnosplavnost, trval v průběhu tohoto roku pouze 32 dnů. V období od 8. 8. do 16. 8. dosáhla hladina v Ústí nad Labem svého minima na 115 cm, což je nejnižší zaznamenaná hodnota pro měsíc srpen od roku 1963.

Intenzita plavebního provozu na regulovaném Labi byla od poloviny května do poloviny listopadu minimální, plavebními komorami byly proplavovány zejména sportovní lodě. Celkový počet proplavených lodí zdymadlem Střekov v roce 2015 dosáhl 55 % průměru za posledních 10 let. Zlepšení plavebních podmínek krátkodobým zvětšením odtoku bylo zabezpečováno na žádost přepraveců ve 100 případech většinou z kapacity zdrže Střekov, ale také přechodným zvýšením odtoku z Vltavské kaskády. Toho využila nákladní i osobní plavidla s vyšším ponorem pro proplutí kritickým úsekem Labe mezi Střekovem a Děčínem.

Plavba po Vltavské vodní cestě pod Vltavskou kaskádou nebyla v důsledku sucha v roce 2015 omezena. Na nádrži Orlík byla dne 17. 4. 2015 s poklesem hladiny v nádrži Orlík podkročena kóta hladiny rozhodující pro provoz plavební komory Kořensko. Dolní hladina zdrže Kořensko nad kótou 347,60 m n. m. nebyla již dále v průběhu roku 2015 dosažena, plavba byla v tomto úseku Vltavské vodní cesty zastavena.

Důležitým ukazatelem pro hodnocení vlivu minimálních průtoků na plavbu je index GIW<sup>9)</sup>. Tento index GIW byl na celém německém úseku Labe často a dlouhodobě podkročen, např. ve vodoměrné stanici Drážďany po dobu 118 dní hydrologického roku 2015, ve vodoměrné stanici Magdeburg-Strombrücke dokonce nepřetržitě od konce května po dobu 146 dní. Důsledkem bylo

omezení pro lodní dopravu. Zákaz plavby nebyl vyhlášen; každý kapitán lodi je v takových případech povinen při zohlednění navigačních podmínek sám rozhodnout o nákladu (vykládce) a zahájení plavby. Ve výsledku došlo v letních měsících na převážné části německého úseku toku Labe k přerušení osobní i nákladní lodní dopravy.

Speciálně Saská paroplavba (Sächsische Dampfschiffahrt) musela v době od 27. 6. do 7. 10. 2015 plavbu svých lodí po dobu 14 dní kompletně přerušit a po dobu tří měsíců byl jejich provoz výrazně omezen.



Labe v Drážďanech dne 10. 8. 2015 (LfULG SN)

Labe v Drážďanech, vodočet na mostě Augustusbrücke dne 13. 8. 2015 (LfULG SN)

9) rovnicový vodní stav, zde ve formě tzv. GIW89\* platného v roce 2015. V případě podkročení této hodnoty nelze již v plném rozsahu provádět údržbu stanovené plavební hloubky.

## 4 VLIV SUCHA NA PODZEMNÍ VODY

K hodnocení vlivu sucha na podzemní vody v **České republice** byly v roce 2015 využity objekty hlásné sítě ČHMÚ, které reprezentují odlišné geografické i horninové prostředí České republiky. Hodnoty hladiny v mělkých vrtech představují úroveň podzemních vod v pokryvných útvarech převážně kvartérního stáří (fluviální, eluviální a deluviální sedimenty) s volnou hladinou. Pramenní vývěry reprezentují přirozený odtok podzemních vod z různých struktur, a to jak mělkých, tak i hlubších. Hodnoty hladiny v hlubokých vrtech představují úroveň podzemních vod podložních struktur s vyloučením vlivu pokryvných útvarů s volnou či napjatou hladinou. V povodí českého Labe sleduje ČHMÚ 106 mělkých vrtů, 88 pramenů a 54 hlubokých vrtů hlásné sítě.

Vliv sucha na podzemní vody byl hodnocen podle pravděpodobnosti překročení úrovně hladin, resp. vydatnosti pramenů v příslušném kalendářním měsíci. Stav sucha je charakterizován třemi kategoriemi závažnosti určenými z měsíční křivky překročení (MKP) odvozené za referenční období 1981 – 2010. Rozmezí 25 – 75 % značí normální hodnoty. Jako mírné sucho jsou označeny hodnoty s pravděpodobností překročení 75 – 85 %, jako silné sucho hodnoty s pravděpodobností překročení 85 – 95 %. Jako mimořádné sucho jsou označeny hodnoty, které odpovídají 95 – 100 %. Hodnocení bylo prováděno jak pro jednotlivé objekty, tak souhrnně pro definovaná dílčí povodí.

Tab. 4-1: Přehled postupů hodnocení sucha ve spolkových zemích Sasko, Durynsko, Sasko-Anhaltsko, Braniborsko a Dolní Sasko

	Sasko	Durynsko	Sasko-Anhaltsko	Braniborsko	Dolní Sasko
Počet vyhodnocených pramenů	50	–	–	–	–
Počet vyhodnocených mělkých vrtů	1 100 (bez rozlišení hloubky vrtu)	20 (hloubka do 20 m)	12	11 (hloubka do 30 m)	110 (bez rozlišení hloubky vrtu)
Počet vyhodnocených hlubokých vrtů		–	2	–	
Referenční období	Vyhodnocované období: 1965 – 2015 (hydrologické roky)	1981 – 2010 (kalendářní roky)	1981 – 2010 (hydrologické roky)	1981 – 2010 (kalendářní roky)	1994 – 2014 (hydrologické roky)
Hodnotící kritérium	Podíl monitorovacích objektů v roce 2015 s nejnižším stavem hladiny podzemní vody za dobu pozorování, vztaženo na všechny monitorovací objekty se sledováním delším než pět kompletních hydrologických let: <2% extrémních hodnot: normální roky	Odchylka stavů hladiny podzemní vody od normálních hodnot (klasifikace hodnot percentilů z křivky nedostoupení):			Odchylka měsíčních průměrů za červen 2014 a červen 2015 od dlouhodobého červnového normálu <sup>1)</sup>
		<P5 = extrémní sucho P5-P15 = výrazné sucho >P15-P25 = střední sucho >P25-P75 = normál	<P5 = extrémní sucho P5-P25 = výrazné až střední sucho >P25-P75 = normál	<P5 = extrémní sucho P5-P15 = výrazné sucho >P15-P25 = střední sucho >P25-P75 = normál	
Poznámky			samostatné vyhodnocení pro 2 regiony (pleistocén na severovýchodě, resp. oblast pevného horninového prostředí na jihozápadě)		

<sup>1)</sup> Vyhodnocení proběhlo speciálně pro měsíc červen, a to na základě dotazu z politické sféry.



Sucho v roce 2015 mělo na podzemní vody v **Německu** regionálně velmi různý vliv, a bylo proto v německé části povodí Labe hodnoceno jen ve spolkových zemích Dolní Sasko, Braniborsko, Sasko-Anhaltsko, Sasko a Durynsko, a to na základě specifických zemských postupů. Přehled poskytuje **tabulka 4-1**. V Hamburku bylo provedeno kvalitativní prověření stavů hladiny podzemních vod.<sup>10)</sup>

#### 4.1 Vyhodnocení úrovně hladiny mělkých vrtů

Zvyšující se deficit mělkých zvodní podzemních vod v **České republice** je patrný již od jara. V době obvyklých jarních maxim nedosáhla hladina ani normální úrovně a od dubna klesala s větší intenzitou, než je pro dané měsíce obvyklé. Od října se začal stav mělkých zvodní pomalu zlepšovat, ale do konce roku se k normální úrovni jen přiblížil.

Hladina v mělkých vrtech začala výrazněji zaklesávat již v březnu, a to zejména v dílčích povodích<sup>11)</sup> Horního a středního Labe a Dolní Vltavy. Nejvíce postižená suchem byla již od června dílčí povodí Horního a středního Labe a Horní Vltavy (severovýchodní a jižní Čechy).

Nejsušším obdobím v roce 2015 z hlediska zařazení úrovně hladiny v mělkých vrtech na křivky překročení byla polovina srpna, kdy hladina u cca 60 % mělkých vrtů klesla na silně podnormální až mimořádně podnormální úroveň. Vrty s takto nízkou úrovní hladiny se vyskytovaly nejvíce v severovýchodních a jihozápadních Čechách.

Srážky v polovině srpna přispěly ke zmírnění klesání hladiny, místy bylo zaznamenáno i její dočasné zvýšení. V dalších týdnech však sledované veličiny opět klesaly, i když mírněji než v předchozím období.

V říjnu hladina v mělkých vrtech na většině území převážně stagnovala. V dílčím povodí Horního a středního Labe ještě pokračoval její mírný pokles, naopak v dílčích povodích Horní Vltavy, Dolní Vltavy a Berounky byl zaznamenán mírný vzestup hladiny. Mírně se zvýšil počet objektů s hladinou na normální a nadnormální úrovni. I když se snížil počet podprůměrných vrtů, počet vrtů s hladinou pod mezí charakterizující sucho (85 % MKP) se nezměnil). Koncem října bylo nejsušší dílčí povodí Horního a středního Labe (severovýchodní Čechy). V této oblasti se také vyskytovala převážná část historicky nejnižších naměřených měsíčních úrovní hladiny.

Od října až do konce roku se stav mělkých zvodní na většině území mírně zlepšoval, ale hodnot z počátku roku nebylo dosaženo. Nejpříznivější stav byl v dílčích povodích Berounky, Dolní Vltavy a části dílčího povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe, kde hladina ve většině mělkých vrtů dosáhla koncem roku normální úrovně. Významně se zlepšila situace i v dílčím povodí Horního a středního Labe.

Z dlouhodobějšího hlediska byly mělké zvodně v roce 2015 podobné jako v roce 1992, příp. 2004, ale rok 2015 nebyl nejsušší. Nejsušším obdobím s celkovou nejnižší úrovní podzemních vod od roku 1981 byly roky 1991 a zejména 1993.

Silné až ojediněle extrémní poměry hydrologického sucha se v **německé části povodí Labe** vyskytly v létě a na podzim 2015 na monitorovacích objektech v Durynské pánvi pestrého slínu (Thüringer Keuperbecken) a ve výběžku lasturnatého vápence v severní části Durynské pánve (Hainich / Dün-Hainleite). V blízkosti rozvodnic docházelo v tomto období také k silnému až extrémnímu hydrologickému suchu (viz horský hřeben Rennsteig, resp. na Sále – Bílém Halštrovu v durynské vysočině Thüringer Schiefergebirge). Ve výběžku pestrých pískovců Durynské pánve se hladiny podzemních vod v roce 2015 pohybovaly v normálu až po mírně zvýšený stav.

<sup>10)</sup> V Hamburku je stav hladiny Labe ovlivňován především mořským odlivem a přílivem. Tyto slapové vlivy se projevují i na stavech hladiny podzemních vod v monitorovacích objektech v blízkosti toku Labe.

<sup>11)</sup> Jsou definovány ve Vodním zákoně č. 254/2001 Sb.

V regionu pleistocénních praúdolí na severovýchodě Saska-Anhaltska byly od května / června 2015 vedle oblastí s normálními poměry podzemních vod zaznamenány i oblasti s výraznými projevy hydrologického sucha, přičemž lokálně bylo možné od roku 2014 pozorovat setrvalé podkročení dlouhodobého normálu. V geologických jednotkách sandru a bazálních morénách na severovýchodě Saska-Anhaltska byly během roku 2015 pozorovány normální až extrémně nízké stavy hladiny podzemních vod. Jednotlivé monitorovací objekty vykazovaly od srpna 2015 extrémní podkročení normálu (kategorie <P5). Ostatní monitorovací objekty ve stejných jednotkách vykazovaly v srpnu, resp. v říjnu 2015 stavy hladiny podzemních vod, které lze hodnotit jako normální (kategorie >P25-P75). Pro region pevných hornin v subhercynské pánvi nebylo v roce 2015 zaznamenáno žádné významné podkročení průměrných hladin referenčního období. Vybrané monitorovací objekty v pevném horninovém prostředí v jihozápadní části Saska-Anhaltska vykazovaly obecně teprve až od prosince 2015 hodnoty, které se pohybovaly v rámci běžné úrovně (kategorie >P25-P75). Pozorované stavy hladiny podzemních vod kvartérních údolních sedimentů naplavených v tomto regionu ukazují diferencovanou situaci hydrologického sucha. Zatímco v dolinách Harcu a v jižní části Saska-Anhaltska bylo v letních měsících 2015 zaznamenáno extrémní podkročení (kategorie <P5), resp. výrazné až střední podkročení (kategorie P5-P25) průměrné hladiny referenčního období, nebylo naproti tomu v jižní části okresu Salzlandkreis prokázáno žádné hydrologické sucho.

V regionech praúdolí v Braniborsku byla v roce 2015 pozorována převážně normální situace stavů hladiny podzemních vod, která kolem poloviny roku přešla částečně do mírného hydrologického sucha. V povodí Labe ve východním a jihovýchodním Braniborsku bylo na rozdíl od toho zaznamenáno ojedinělé silné až extrémní podkročení normálních hodnot. Naproti tomu na výše položených plošinách Braniborska byly stavy hladiny podzemních vod v normálu, resp. mírně pod normálem. Pouze v lokálně rozšířených výše položených plošinách s písiky o malé mocnosti, v sandrech a v oblastech rozvodí se ojediněle vyskytovaly situace mírně až extrémně silného hydrologického sucha.

Ve severo- a středoněmeckém středním pleistocénu Dolního Saska byla v červnu 2015 na sledovaných monitorovacích objektech zjištěna v porovnání s dlouhodobým měsíčním normálem v průměru o 55 cm nižší měsíční průměrná hodnota, přičemž toto podkročení, i když jen v menší míře (25 cm), bylo pozorováno již v červnu 2014.

Ve spolkových zemích Sasko, Sasko-Anhaltsko a Dolní Sasko se vyhodnocení vlivu suchého roku 2015 nezaměřovalo speciálně na mělké, resp. na hluboké vrty.

V Hamburku je stav hladiny Labe ovlivňován především mořským odlivem a přílivem. Tyto slapové vlivy se projevují i na stavech hladiny podzemních vod v monitorovacích objektech v blízkosti toku Labe.

## 4.2 Vyhodnocení vydatnosti pramenů

I když vydatnosti pramenů v **České republice** až do dubna 2015 (měsíce obvyklých jarních maxim) rostly, nebylo na měsíční křivce překročení dosaženo ani normální úrovně. Poté se již vydatnost pramenů zmenšovala, a to s větší intenzitou, než je pro dané měsíce obvyklé. Nejvíce postižené suchem bylo již od července dílčí povodí Horního a středního Labe (severovýchodní Čechy).

Z hlediska zařazení vydatnosti na měsíční křivky překročení byla vydatnost nejmenší v září. Malých hodnot však sledované objekty dosahovaly již v červenci a srpnu. Ojedinělé srpnové nárůsty vydatnosti byly jen krátkodobé. Koncem srpna bylo v dílčích povodích Dolní Vltavy a Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe pod hranici sucha (85 % MKP) 70 % objektů, příznivější situace byla v dílčím povodí Horní Vltavy, kde k hranici sucha klesla pouze třetina pramenů. Celkové zařazení pozorovaných hodnot vydatnosti pramenů na měsíčních křivkách překročení se na celém území zhoršilo a s výjimkou dílčího povodí Berounky byla vydatnost pramenů podnormální. Nejmenší hodnoty vydatnosti byly dosaženy v dílčím povodí Horního a středního Labe.

V září pokračovalo zmenšování vydatnosti pramenů z letního období, a to převážně v dílčím povodí Dolní Vltavy. V dílčím povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe (severozápad Čech) byly hodnoty vydatnosti setrvalé. Počet objektů s vydatností pod hranicí sucha zůstal vysoký a činil 60 %, v dílčích povodích Dolní Vltavy a Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe to bylo 70 %. Celkové zařazení pramenů na měsíčních křivkách překročení se v září výrazněji nezměnilo. Nejmenší hodnoty vydatnosti byly v dílčím povodí Horního a středního Labe.

V říjnu byly v dílčích povodích Horní Vltavy, Berounky a Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe hodnoty vydatnosti setrvalé. V dílčích povodích Horního a středního Labe a Dolní Vltavy pokračovaly mírné poklesy nebo stagnace vydatnosti pramenů. Celkový podíl pramenů s podnormální vydatností zůstal vysoký, stejně jako počet objektů s vydatností pod hranicí sucha (60 %). Nejmenší podíl objektů pod hranicí sucha byl v dílčím povodí Berounky (40 %). Celkové zařazení vydatnosti pramenů v jednotlivých povodích vzhledem k měsíčním křivkám překročení se v porovnání se zářím výrazněji nezměnilo.

Poslední dva měsíce roku 2015 přinesly mírné zlepšení hodnot vydatnosti na většině území. V dílčím povodí Horního a středního Labe se koncem roku situace v podzemních vodách zlepšila až na téměř normální úroveň.

V absolutních minimech byly hodnoty vydatnosti pramenů v roce 2015 nejnižší na podzim, a to srovnatelně s lety 1990 až 1993. V celkové roční bilanci však na tom byla vydatnost pramenů v roce 2015 lépe, a to díky celkem normálnímu průběhu hodnot vydatnosti na počátku roku a částečnému doplnění hlubších zvodní na konci roku.

V **německé části povodí Labe** byly objekty k monitorování pramenů zřízeny v podhorských a horských oblastech, přičemž podle srovnatelného postupu jako v České republice bylo vyhodnoceno jen několik málo pramenů. Zvodnění je zde omezeno většinou na mezidotok, výtok nebo na prostoro-

vě silněji omezené zvodně. Proto se i kratší suchá období projevují výrazně rychleji poklesem vydatnosti pramenů.

### 4.3 Vyhodnocení úrovně hladiny hlubokých vrtů

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

V říjnu docházelo u hlubokých zvodní ve většině sledovaných oblastí ke stagnaci či jen mírným změnám hladiny podzemních vod. Pokles hladiny ve vrtech byl zaznamenán pouze v oblasti permokarbonu východních Čech (50 % sledovaných objektů) a v oblasti Podkrušnohorských pánví (33 % sledovaných objektů). V ostatních lokalitách již k žádným výraznějším poklesům ani vzestupům nedošlo.

V průběhu prosince došlo v mnoha oblastech hlubokých zvodní po delší době k nárůstu hladiny podzemní vody. K nejvýraznějším vzestupům hladiny došlo v oblastech permokarbonu východních Čech a Podkrušnohorských pánví. V ostatních oblastech převažovala stagnace či mírný vzestup hladiny. Jedinou oblastí, kde došlo k poklesu hladiny, je oblast permokarbonu západních a středních Čech. I přes mírný nárůst hladin v oblasti cenomanu východočeské křídly byla zde i nadále nejhorší situace při dlouhodobém porovnání na měsíční křivky překročení, kdy hranici sucha dosáhlo 67 % sledovaných objektů.

Vzhledem k dosud krátkým řadám hladin u většiny hlubokých vrtů je jejich stav hodnocen pouze v kratším horizontu několika let. Za nejsušší období v hlubších zvodních lze zatím považovat roky 2004, 2005, příp. 2009.

Vyhodnocení suchého roku 2015 zaměřené speciálně na hluboké vrty se v **německé části povodí Labe** neprovádělo.

#### 4.4 Shrnutí k podzemním vodám

Při hodnocení podzemních vod v roce 2015 je v **České republice** patrný deficit podzemních vod v mělkých zvodních již v jarních měsících, kdy v době obvyklých jarních maxim byly úrovně hladiny v mělkých vrtech mírně až silně podnormální. Velmi nízké úrovně hladiny se vyskytovaly již v březnu, a to zejména v dílčích povodích Horního a středního Labe, Horní Vltavy, Berounky a Dolní Vltavy. Nejsušším obdobím z hlediska zařazení úrovní hladiny v mělkých vrtech na měsíční křivky překročení byla polovina srpna, pro vydatnost pramenů to byl konec září.

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

Z dlouhodobějšího hlediska (1981 – 2015) je zřejmé, že v roce 2015 sledované veličiny klesaly až na velmi nízké úrovně a rok 2015 lze zařadit mezi suché roky, podobně jako roky 1991, 1992, 1993, 2003, 2004, příp. 2009. V celkovém ročním hodnocení však rok 2015 nebyl nejsušší. Podzimní srážkově příznivé období částečně doplnilo mělké i hlubší zvodně a zlepšilo tak celkovou roční bilanci v podzemních vodách.

V **Německu** nejsou u hladiny podzemních vod v roce 2015 patrné žádné jednotné tendence, a to ani prostorově, ani v průběhu roku.

V Sasku od povodně v roce 2013 klesal stav hladiny podzemních vod a vydatnost pramenů na celém území téměř nepřetržitě. V zimním období 2013/2014 a 2014/2015 nedošlo k žádnému výraznějšímu doplňování zásob podzemních vod. 17 % všech saských monitorovacích objektů podzemních vod vykazovalo v roce 2015 nejnižší hodnotu ( $H_{\min}$ ) vztaženo na všechny monitorovací objekty s dobou sledování více než 5 kompletních hydrologických let.

V Dolním Sasku bylo v letech 2012 až 2015 zaregistrováno, že v zimních měsících nedocházelo k doplňování zásob podzemních vod. Zimní maxima vykazují až do roku 2015 klesající tendenci. Letní pokles, související se suchem v roce 2015, tak vedl zpravidla k mimořádně nízkému stavu hladiny podzemních vod.

Pro povodí Labe na území Saska-Anhaltska, Braniborska a Durynska nebyl v roce 2015 zjištěn žádný všeobecný nízký stav hladiny podzemních vod. Ani Šlesvicko-Holštýnsko a Hamburk (a to jak s vlivem, tak i bez vlivu mořského přílivu a odlivu) nebyly v roce 2015 postiženy obdobím sucha.

I přes lokálně se vyskytující nízký stav hladiny nebylo na základě celkových dostupných zásob podzemní vody v německé části povodí Labe v minulém roce nezbytné provádět specifická adaptační opatření pro zásobování vodou.

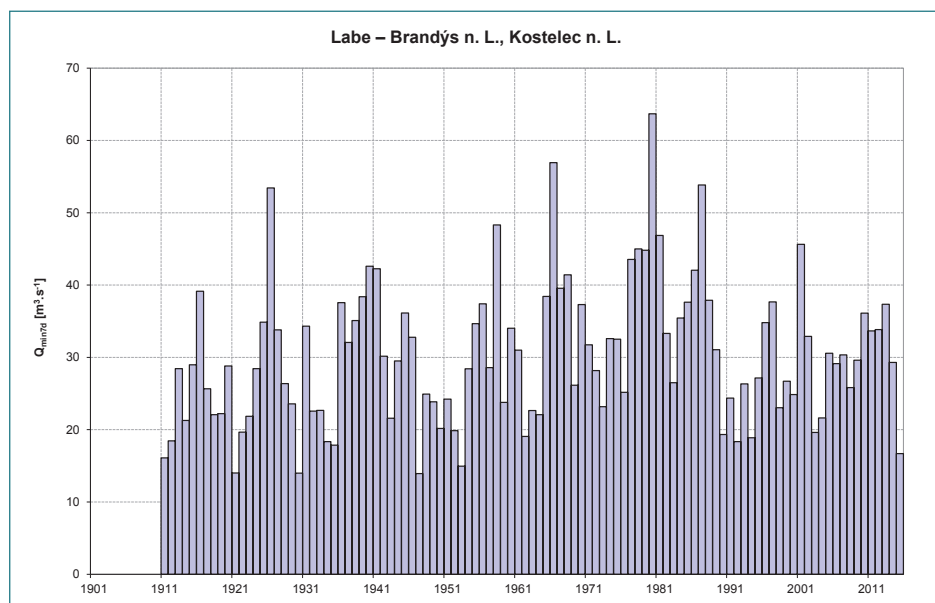


## 5 SUCHO V ROCE 2015 VE SROVNÁNÍ S HISTORICKÝMI PŘÍPADY SUCHA

Pro vyjádření míry sucha ve vodních tocích byly zvoleny 7denní minimální průtoky ( $Q_{\min 7d}$ ), které byly odvozeny pro rok 2015 a pro jednotlivé roky za období vyhodnocení průtoků ve vybraných stanicích. 7denní minimální průtoky byly vyhodnoceny za jednotlivé roky začínající 1. dubnem a končící 31. březnem následujícího roku.

Na **obrázcích 5-1 až 5-14** jsou pro vybrané vodoměrné stanice znázorněny grafy, kde sloupce představují 7denní minimální průtoky z jednotlivých let začínajících vždy 1. dubnem a končících 31. březnem následujícího roku.

Na Labi nad soutokem s Vltavou ve stanici Kostelec n. L., resp. Brandýs n. L., je k dispozici řada s vyhodnocenými průměrnými denními průtoky od roku 1911. Z grafu na **obrázku 5-1** je zřejmé, že sucho v roce 2015 bylo význam-

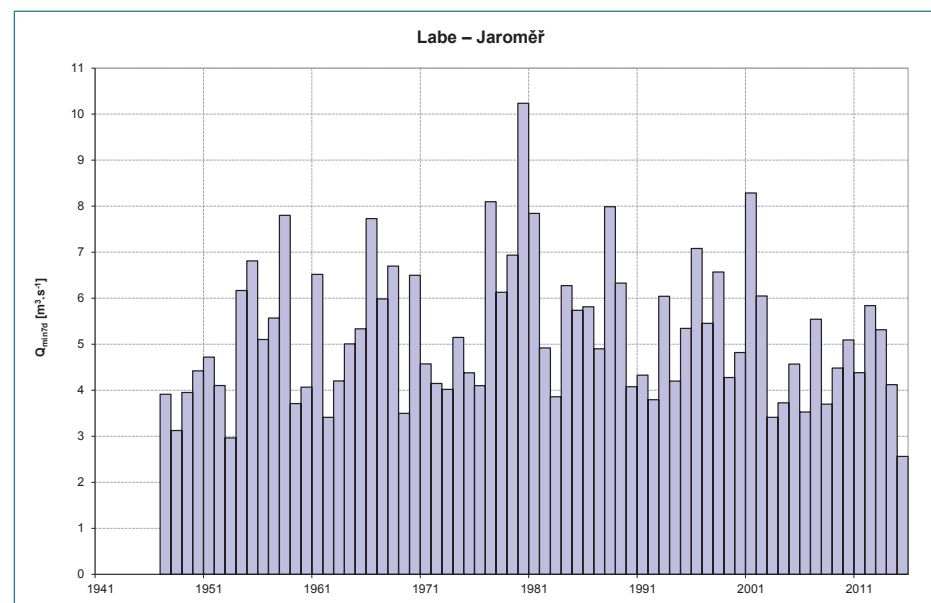


Obr. 5-1: 7denní minimální průtoky na Labi v Brandýse n. L., resp. Kostelci n. L. (zdroj: ČHMÚ)

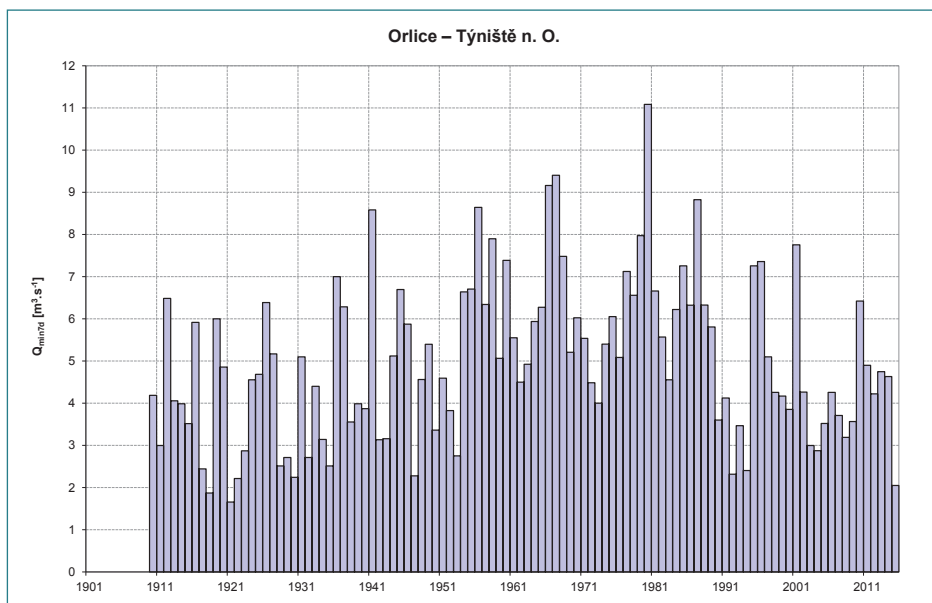
né a největší od roku 1954, větší sucha se vyskytla jen v září 1911 a 1921, červenci 1930, září 1947 a únoru 1954.

Obdobně lze konstatovat, že v dalších stanicích v povodí Labe nad soutokem s Vltavou (Jaroměř, Týniště n. O., Němčice a Nymburk) se jedná o největší, příp. o jedno z největších such v letním období od roku 1947 (**obr. 5-2 až 5-5**).

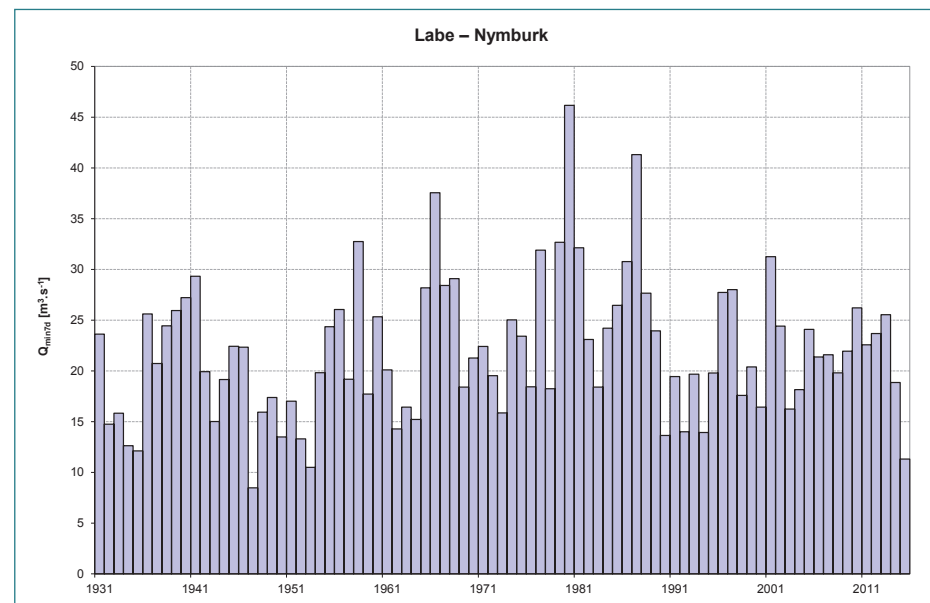
Na Jizeře ve stanici Předměřice, resp. Tuřice, je k dispozici řada denních průtoků od roku 1911. Obdobně jako v Brandýse n. L. je patrné (**obr. 5-6**), že sucho v roce 2015 bylo největší od roku 1954. Větší sucha byla pouze v srpnu 1911, září 1921 a 1929, červenci 1930, říjnu 1934, srpnu 1935 a únoru 1954.



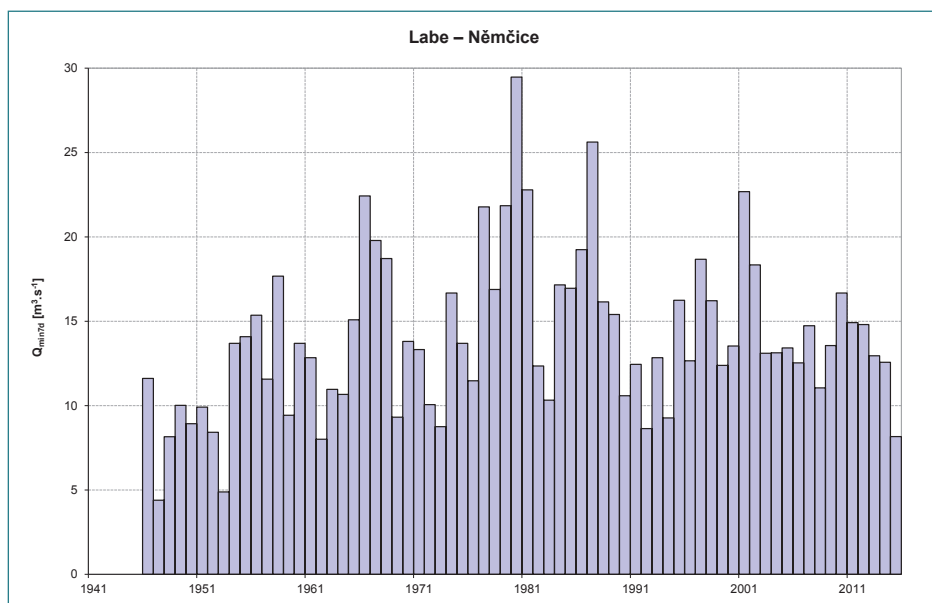
Obr. 5-2: 7denní minimální průtoky na Labi v Jaroměři (zdroj: ČHMÚ)



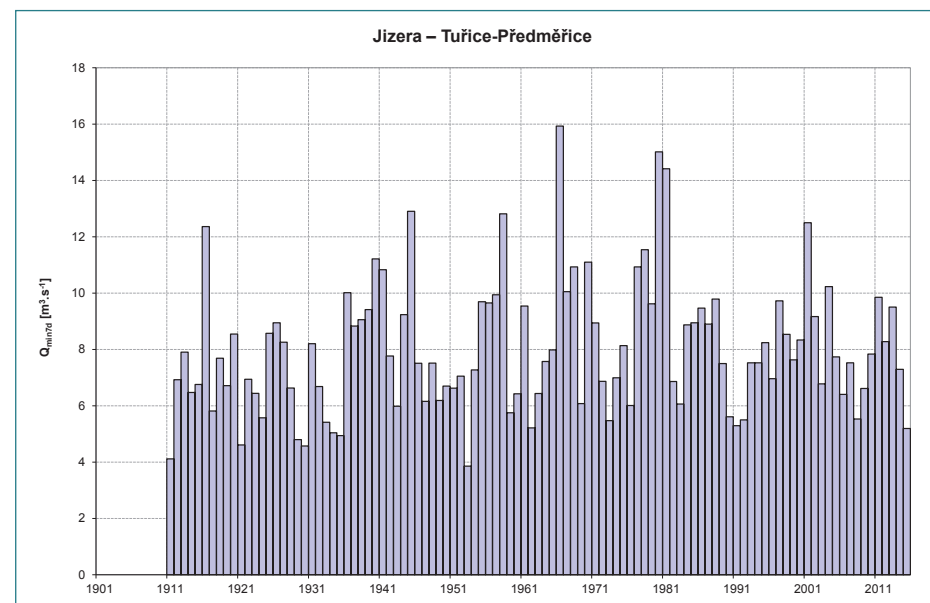
Obr. 5-3: 7denní minimální průtoky na Orlici v Týništi n. O. (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 5-5: 7denní minimální průtoky na Labi v Nymburku (zdroj: ČHMÚ)



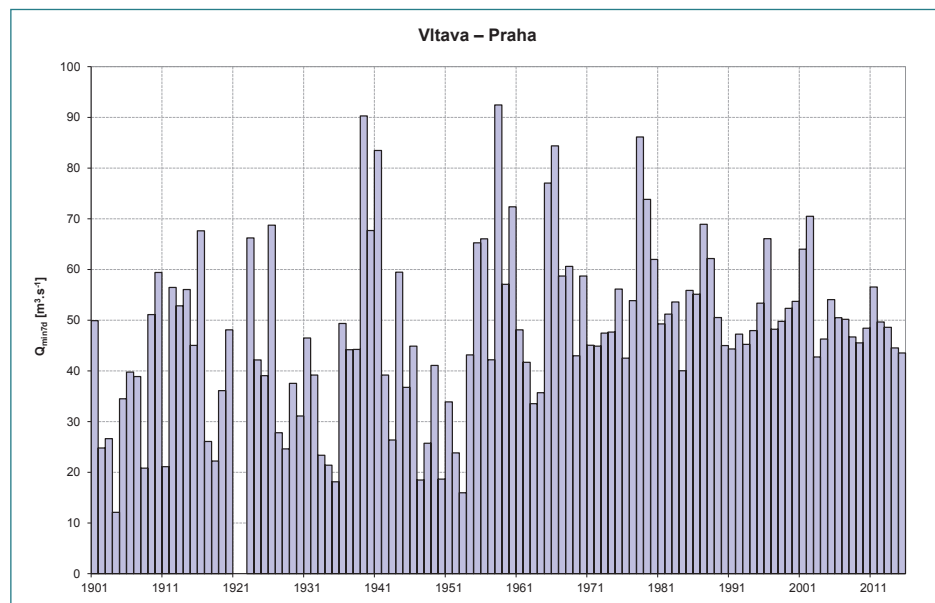
Obr. 5-4: 7denní minimální průtoky na Labi v Němčicích (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 5-6: 7denní minimální průtoky na Jizeře v Tuřicích, resp. Předměřicích (zdroj: ČHMÚ)

Ve stanici Praha na Vltavě (**obr. 5-7**) je k dispozici řada s vyhodnocenými průměrnými denními průtoky od roku 1901 s přerušením v letech 1921 a 1922. Nejmenší pozorovaný 7denní průtok v roce 2015 má hodnotu  $43,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hydrologický režim je výrazně ovlivněn činností nádrží Vltavské kaskády (např. Lipno I od roku 1960, Orlick od roku 1963). Z grafu na **obrázku 5-7** je zřejmé, že před výstavbou nádrží bylo velmi výrazné sucho v obdobích srpen 1904 a leden 1954. Kdybychom uvažovali odhad odovlivněného 7denního minimálního průtoky ze srpna 2015 s hodnotou  $15,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (viz kapitola 3.5.2), tak toto sucho můžeme zařadit na druhé místo za rok 1904. Srovnatelné průtoky pod  $19 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  se vyskytly i v září 1935, srpnu 1947, srpnu 1950 a lednu 1954.

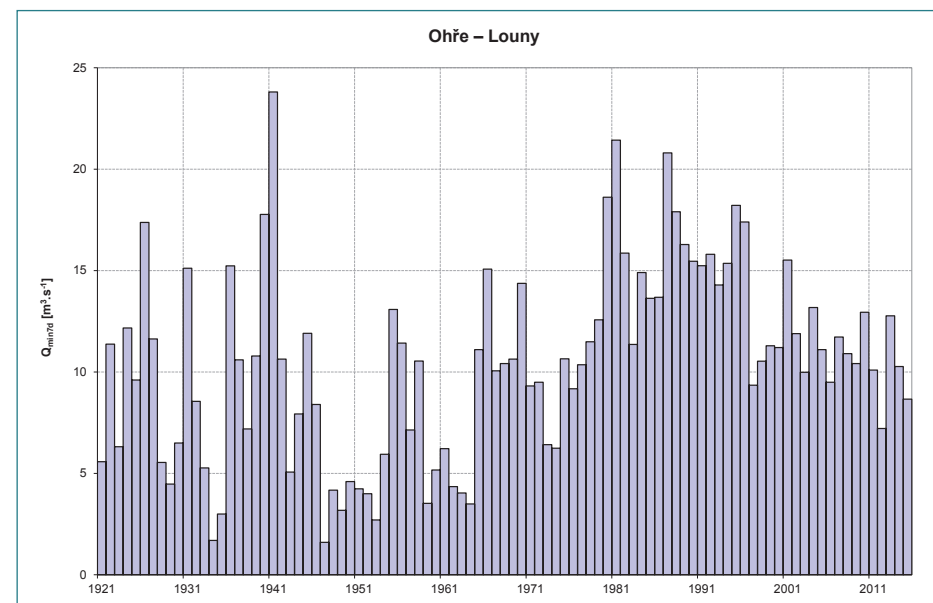
Stanice Louny na Ohři má vyhodnocené průměrné denní průtoky od roku 1921 (**obr. 5-8**). Z obrázku je patrné, že průběh 7 denních minimálních průtoků je po výstavbě vodního díla Nechranice (1968) vyrovnanější. Před výstavbou vodního díla se vyskytla nejvýraznější sucha v srpnu 1947, červenci 1934 a lednu 1952.



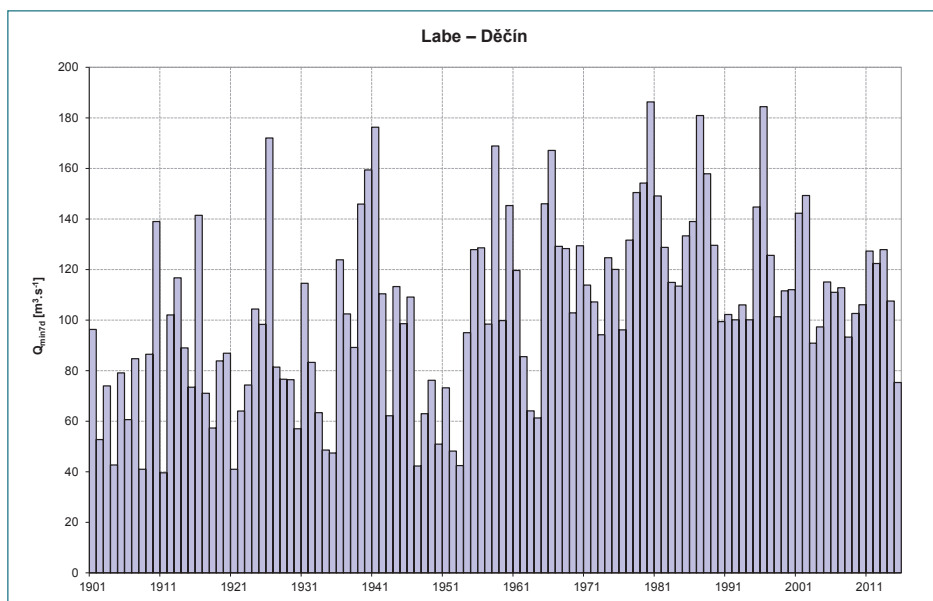
Obr. 5-7: 7denní minimální průtoky na Vltavě v Praze (zdroj: ČHMÚ)

Ve stanici Děčín na Labi (**obr. 5-9**) 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. Nejmenší pozorovaný 7denní průtok v roce 2015 má hodnotu  $75,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hydrologický režim je výrazně ovlivněn činností Vltavské kaskády a částečně také provozem nádrží v povodí Labe nad soutokem s Vltavou (Les Království, Rozkoš, Pastviny) a Ohře (Nechranice). V období před výstavbou nádrží bylo velmi výrazné sucho v následujících obdobích: srpen 1904, únor 1909, srpen 1911, srpen 1921, srpen 1947 a leden 1954. Hydrologické sucho v roce 2015 na Labi pod soutokem s Vltavou je v období ovlivněném provozem nádrží (od roku 1964) nejméně výrazné. Kdybychom uvažovali odhad odovlivněného 7denního minimálního průtoky ze srpna 2015 o hodnotě  $47,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (viz kapitola 3.5.2), tak toto sucho můžeme zařadit těsně za výše uvedené roky.

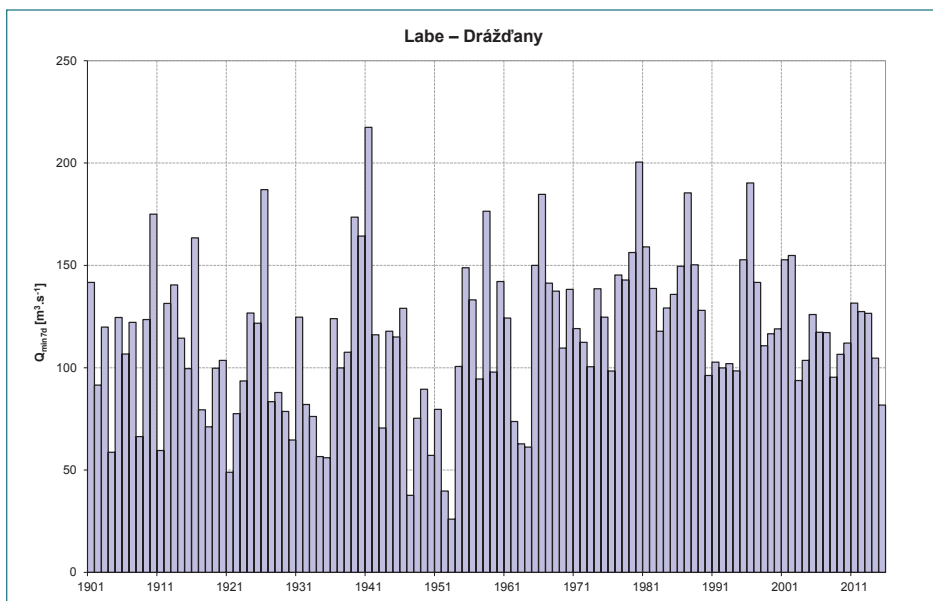
Pro labskou vodoměrnou stanici v Drážďanech je k dispozici vyhodnocení 7denních minimálních průtoků od roku 1901 (**obr. 5-10**). V období 1901 až



Obr. 5-8: 7denní minimální průtoky na Ohři v Lounech (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 5-9: 7denní minimální průtoky na Labi v Děčíně (zdroj: ČHMÚ)



Obr. 5-10: 7denní minimální průtoky na Labi v Drážďanech (zdroj: BfG, data: WSV)

1964 byly ve 23 letech zaznamenány menší 7denní minimální průtoky než v roce 2015, nejmenší hodnoty byly v roce 1953 (cca  $26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) a v roce 1947 (cca  $38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Nejmenší 7denní minimální průtok v roce 2015 s hodnotou cca  $82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  představuje nejmenší průtok od roku 1964. Tento průtok je však přesto ještě výrazně větší než řada jiných hodnot naměřených před rokem 1964.

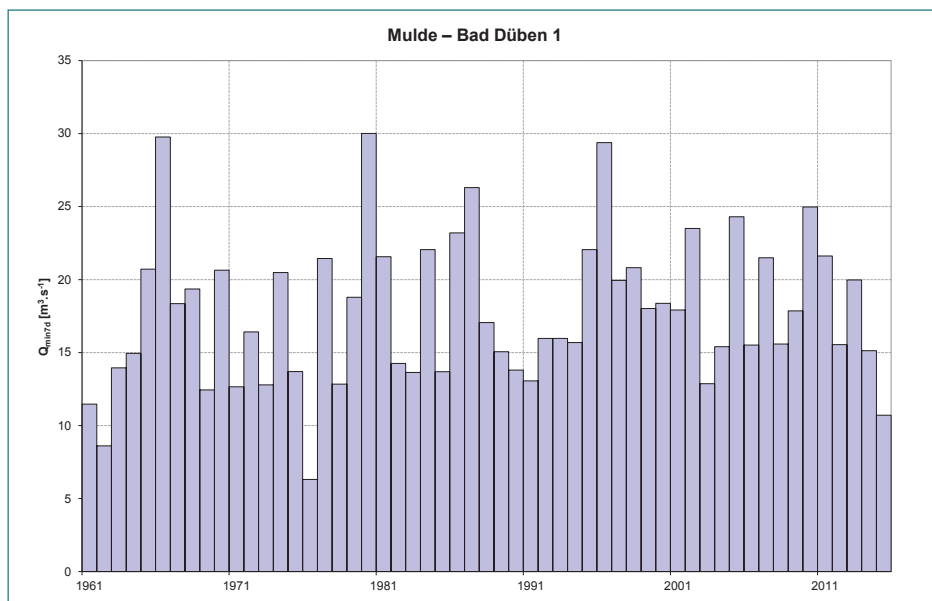
Toto zmírnění extrémních minimálních průtoků lze přičítat vyrovnávacímu účinku hospodaření s vodou na nádržích. Nolik k tomu od roku 1964 účinně přispívá vliv Vltavské kaskády, se pomocí dostupných dat nedá přesně určit, protože i na labských vodoměrných stanicích nad soutokem s Vltavou (s malým ovlivněním vodními díly) se intenzita případů hydrologického sucha po roce 1964 celkově snížila, i když v mírnějším rozsahu.

Vodoměrná stanice Bad Dübener Mulde 1 poskytuje přehled o průtokové situaci na toku Mulde. Data 7denních minimálních průtoků jsou evidována od roku 1961 (obr. 5-11). Menší hodnoty než v roce 2015 byly naměřeny pouze v roce 1962 a v roce 1976. Také ve vodoměrných stanicích na Labi nad soutokem s řekou Mulde se tyto roky vyznačovaly významnými případy hydrologického sucha, které se v důsledku malého přítoku z Mulde nemohly významně změnit.

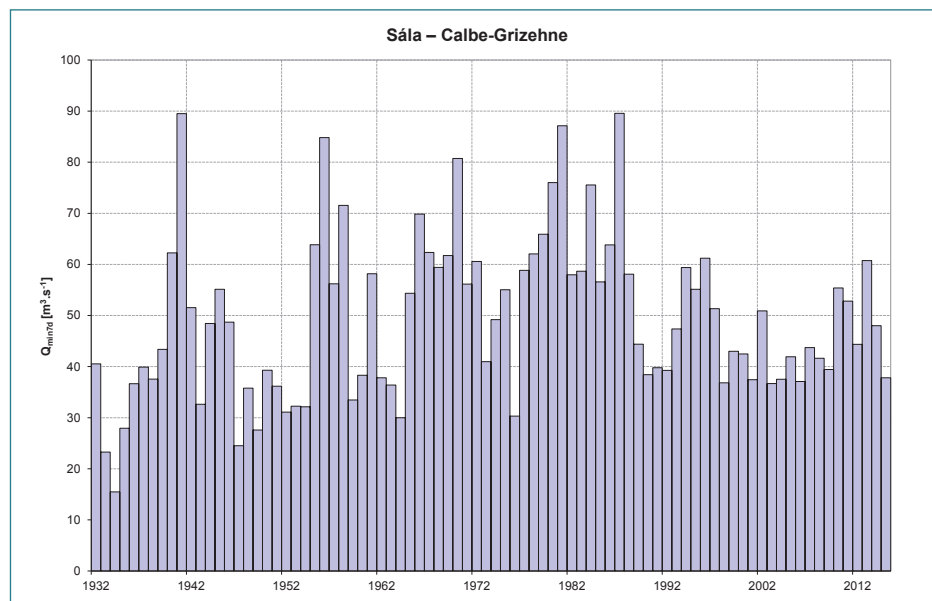
Pro vodoměrnou stanici Calbe-Grizehne na Sále lze využít řad 7denních minimálních průtoků od roku 1932 (obr. 5-12). Výrazně menší 7denní minimální průtoky než v roce 2015 byly zaznamenány ve sledovaném období v letech 1933 – 1936, 1943, 1947 – 1954, 1958, 1964 a 1976. V období 1932 až 1945 byly uvedeny do provozu údolní nádrže Sálské kaskády. Vzhledem k tomu, že před rokem 1932 nejsou k dispozici žádná věrohodná data, nelze s jistotou posoudit ani vliv Sálské kaskády. V posledních desetiletích však intenzita případů hydrologického sucha na Sále – stejně jako i na Labi – celkově poklesla. Vyhodnocení ukazují, že nejmenší 7denní minimální průtoky v letech 1990 – 1992, 1997, 2001, 2003, 2004 a 2006 s hodnotami pod  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  jsou porovnatelné s rokem 2015.

Pro labskou vodoměrnou stanici v Barby, která leží pod soutokem se Sálou, jsou k dispozici řady 7denních minimálních průtoků od roku 1901 (obr. 5-13).





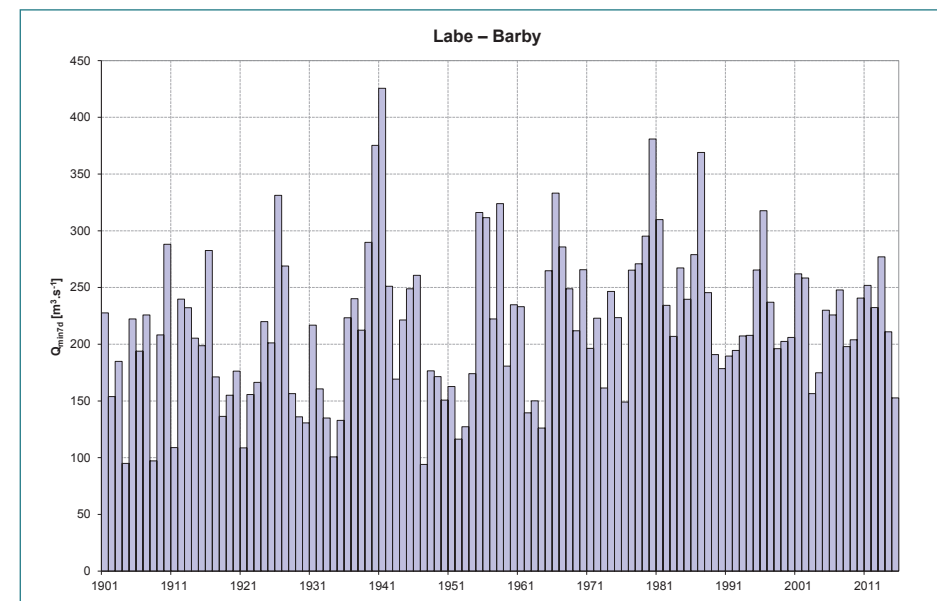
Obr. 5-11: 7denní minimální průtoky na toku Mulde ve stanici Bad Dűben 1 (zdroj: BfG, data: LfULG SN)



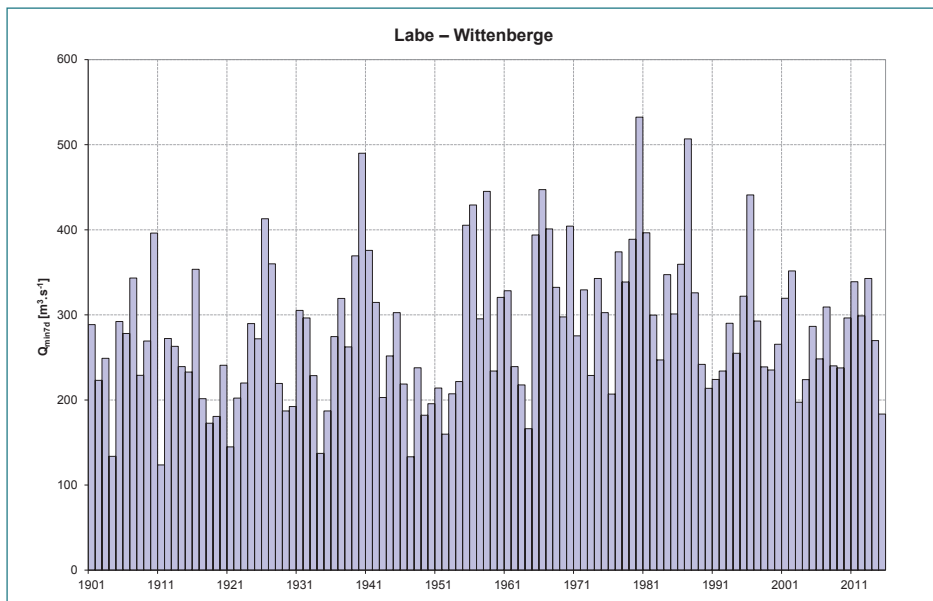
Obr. 5-12: 7denní minimální průtoky na toku Sála ve stanici Calbe-Grizehne (zdroj: BfG, data: WSV)

Do roku 1964 byly 7denní minimální průtoky v 21 letech menší než v roce 2015 s hodnotou kolem  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hodnoty pod  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  byly zaznamenány v roce 1904, 1908 a 1947. Vcelku jsou případy hydrologického sucha na této stanici porovnatelné s vodoměrnou stanicí Drážďany, i když jsou zde menší rozdíly v dílčích obdobích před rokem a po roce 1964.

Pro vodoměrnou stanici Wittenberge na Labi bylo možné vyhodnotit 7denní minimální průtoky od roku 1901 (obr. 5-13). V 9 letech v tomto období byly hodnoty menší než v roce 2015. Na základě výrazně větší povodí v porovnání s vodoměrnou stanicí Drážďany není rozdíl mezi nízkými vodními stavy v běžných a suchých letech ve stanici Wittenberge až tak nápadný. I když úroveň 7denního minimálního průtoky z roku 2015 byla ve stanici Wittenberge v minulosti podkročena mnohem méně často než ve stanici Drážďany, nelze ho ani ve stanici Wittenberge za celé pozorované období považovat za extrém.



Obr. 5-13: 7denní minimální průtoky na Labi ve stanici Barby (zdroj: BfG, data: WSV)



Obr. 5-14: Tdenní minimální průtoky na Labi ve stanici Wittenberge (zdroj: BfG, data: WSV)

Nad stanicí Wittenberge se do Labe vlévá Havola, která patří mezi významné přítoky. V suchých letech však průtoky na Havole, výrazně ovlivněné různými zdržemi, dosahují ve vodoměrné stanici Havelberg krátce před soutokem s Labem hodnoty i pod  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , takže vyrovnávací vliv Havoly na minimální průtoky v Labi je poměrně malý.

Během roku 2015 se jako důsledek nízkých stavů vody v Labi ukázala řada „hladových kamenů“. Tyto hladové kameny jsou výrazné skalní útvary, kameny nebo tabule v řekách, které se objevují při zvlášť nízkých vodních stavech a jsou opatřeny letopočty nebo nápisy. Ty připomínají různá období extrémního sucha a s nimi spojená období nouze nebo hladu, která nastala v důsledku sucha. Dne 12. 8. 2015 bylo možné při průtoku  $74,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ve vodoměrné stanici Děčín vidět na nedalekém hladovém kameni nápis: „Když mě vidíš, zaplakej!“.



Hladový kámen u Děčína dne 15. 8. 2015 (Povodí Labe, státní podnik)



Také hladový kámen v Drážďanech, ve čtvrti Laubegast, vydal dne 13. 8. 2015 při průtoku  $80,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  svědectví o mimořádně nízkém stavu vody v tomto úseku Labe.



Hladový kámen v Drážďanech ve čtvrti Laubegast dne 13. 8. 2015 (LfULG SN)



Značky nízkých vodních stavů u zámku Pillnitz dne 3. 8. 2015 (LfULG SN)

Sucho v roce 2015, které postihlo území střední Evropy, patří v povodí Labe mezi historicky významné epizody sucha. Předložená zpráva shrnuje důležité meteorologické a hydrologické aspekty této události.

Srážkové deficity se začaly projevovat již v roce 2014. Listopad 2014 jako začátek hydrologického roku 2015 byl srážkově podnormální; ani srážkově bohaté měsíce prosinec a leden nedokázaly zásoby vody v půdě zcela doplnit. Od mimořádně suchého února se i jaro a léto 2015 vyznačovaly sledem převážně srážkově chudých měsíců. Na začátku léta už byly zásoby vody v půdě značně vyčerpány; situaci postupně zhoršovaly i opakující se vlny veder. Nízká relativní vlhkost vzduchu a málo oblačnosti na vrcholu léta přispívaly ke zvýšenému výparu, čímž se ve spojitosti s chybějícími srážkami dále prohluboval i nedostatek vody v povodí. Za vrchol sucha lze označit polovinu měsíce srpna. Na začátku druhé poloviny srpna se vyskytly vydatné srážky, které sice sucho zmírnily, ale neměly zásadní vliv na celkový zvrát této situace. Sucho pokračovalo dál a situaci na vodních tocích výrazně zlepšilo až srážkové období od poloviny října 2015.

Sucho v roce 2015 se projevilo i u podzemních vod, nejvíce postižena byla dílčí povodí českého Horního a středního Labe (severovýchodní Čechy), kde na mnohých objektech byla zaznamenána historická měsíční minima.

Vodnost téměř všech povrchových vod v českém a německém povodí Labe byla v roce 2015 ovlivněna suchem. Na mnoha vodních tocích klesly průtoky po dobu několika týdnů významně pod úroveň průtoků  $Q_{355d}$ . V některých

regionech došlo i k úplnému vyschnutí některých menších toků. Analýza doby opakování minimálních průtoků ukazuje, že největší extremita sucha byla zaznamenána v povodí Labe nad soutokem s Vltavou, kde doba opakování naměřených minimálních 7denních průtoků překročila 100 let. Na Labi pod soutokem s Vltavou, kde je hydrologický režim již ovlivněn Vltavskou kaskádou, odpovídala doba opakování 20 – 50 letům.

Další analýza sucha v roce 2015 byla provedena na základě výpočtu a hodnocení standardizovaného indexu sucha SRI (Standardized Runoff Index) a indexu kumulované velikosti sucha DMRI (Drought Magnitude Runoff Index). Tato analýza ukázala, že na neovlivněných nebo relativně málo ovlivněných tocích lze sucho 2015 klasifikovat většinou jako sucho mimořádné. Na tocích pod vodními díly, která přispěla ke zlepšení průtokové situace nadlepšováním minimálních průtoků, se vyskytlo většinou „pouze“ sucho mírné až silné.

Porovnání sucha 2015 s historickými případy od roku 1901 ukazuje, že z hlediska výskytu minimálních průtoků je třeba rok 2015 klasifikovat jako odtokově chudou extrémní situaci. V první polovině 20. století se však vyskytla řada ještě extrémnějších situací s malými průtoky. Jejich počet se snižuje směrem po toku, což lze hodnotit jako významný doklad zmírňujícího účinku vodních děl v povodí Labe na výskyt malých průtoků.



IKSE-MKOL  
Sekretariat

Fürstenwallstraße 20  
39104 Magdeburg

Poštovní adresa

Postfach 1647/1648  
39006 Magdeburg

Tel.: +49 391 400 03-0  
Fax: +49 391 400 03-11

E-mail: [sekretariat@ikse-mkol.org](mailto:sekretariat@ikse-mkol.org)  
Internet: [www.ikse-mkol.org](http://www.ikse-mkol.org)