Souhrnný text k úkolům  
skupiny expertů „Hydrologie“ (Hy)  
Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL)  
v souvislosti s přípravou řešení tématu nedostatku vody   
v aktualizovaném plánu povodí na období 2022 – 2027  
(stav: 7. 2. 2018)

# Zadání

Při přípravě na třetí plánovací období (2022 – 2027) dle Rámcové směrnice o vodách je třeba rozhodnout, zda a případně jakým způsobem řešit problematiku nedostatku vody v mezinárodním plánu povodí. Proto je třeba popsat a analyzovat tuto problematiku v podmínkách mezinárodní oblasti povodí Labe.

K dosažení tohoto cíle se předpokládá vícestupňový postup. V prvním kroku byla skupina expertů Hy na poradě vedoucích delegací MKOL v květnu 2016 požádána, aby do konce roku 2017 zpracovala následující úkoly:

1. Kvantifikovat míru nedostatku vody pomocí vhodných indikátorů. Přitom zohlednit přirozené (hydrologické sucho) a antropogenní (užívání vod) příčiny nedostatku vody nebo jejich kombinace.
2. Výměna poznatků mezi experty obou stran, do jaké míry již existuje problém nedostatku vody, kde je v současnosti významný, jak se projevuje a kterých částí mezinárodní oblasti povodí Labe se týká, a to i s přihlédnutím k očekávaným dopadům změny klimatu. Přitom vzít v úvahu základní charakteristiky mezinárodní oblasti povodí Labe z hlediska zdrojové kapacity (se zahrnutím kvantitativního stavu útvarů podzemních vod), užívání vod a jeho intenzitu, trendy a vyhodnocení hydrologického sucha v povodí Labe v roce 2015.
3. Při zpracování úkolů pod bodem 1 a 2 je třeba zohlednit výstupy národních a mezinárodních výzkumných projektů.

# ÚKOL 1: Indikátory pro hodnocení sucha[[1]](#footnote-2)

## Hodnocení průtoků ve vodních tocích

### Základní hydrologické charakteristiky

Pro základní posouzení hodnot a doby trvání malých průtoků v průběhu hydrologického roku lze využít dlouhodobé charakteristiky průtoků. Pro tyto účely je vhodný např.:

* průměrný průtok (Qa)  
  aritmetický průměr vypočítaný z řady průměrných denních průtoků daného období
* průměrný minimální průtok (Qmin)  
  aritmetický průměr nejmenších denních průtoků z jednotlivých roků daného období
* 355denní průtok (Q355d)  
  průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně 355 dní v roce v daném období
* 364denní průtok (Q364d)  
  průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen průměrně 364 dní v roce v daném období
* nejmenší průměrný sedmidenní minimální průtok (min\_Qmin7d)  
  nejmenší aritmetický průměr průtoků v 7 po sobě následujících dnech daného období

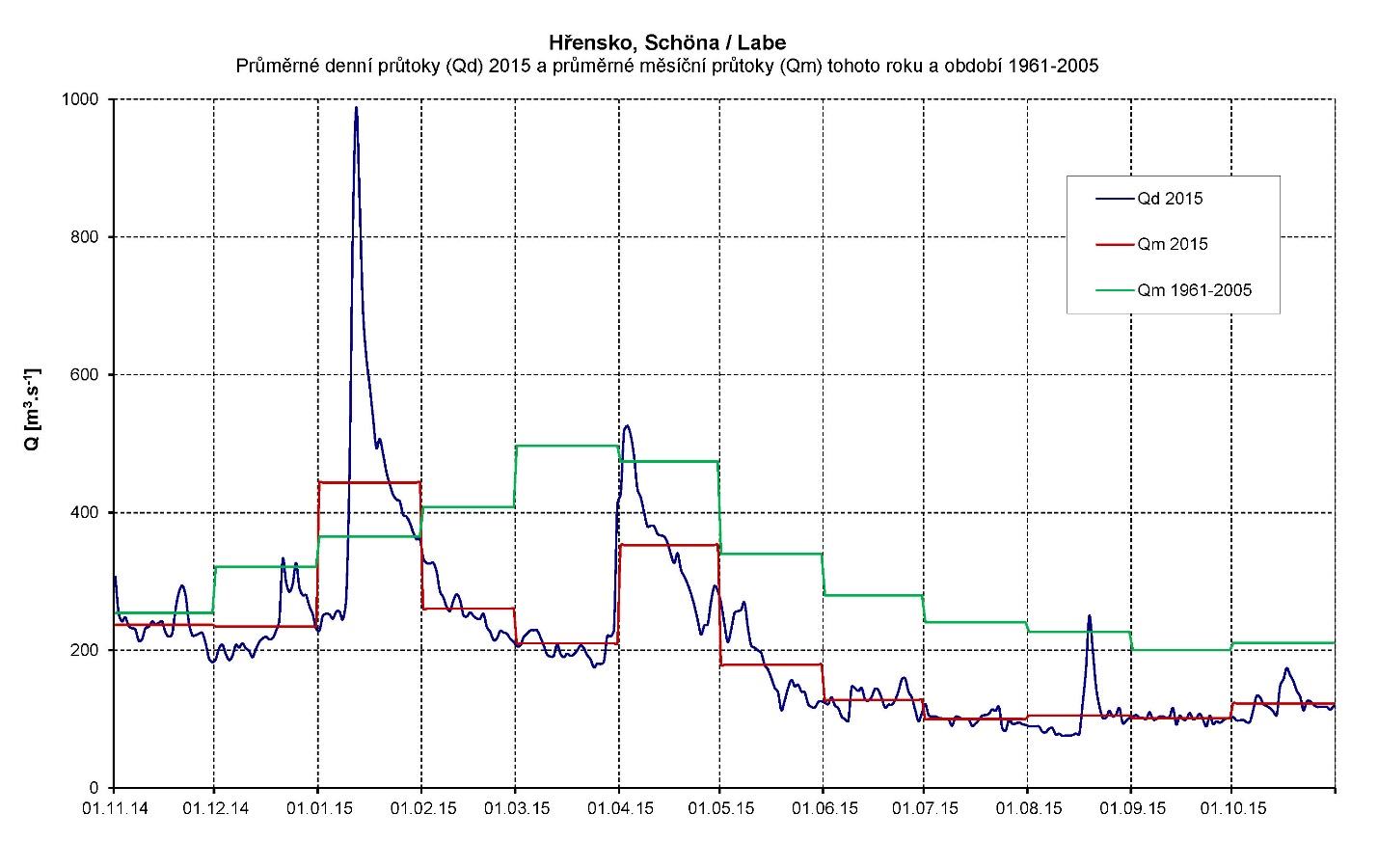
Ve vybraných vodoměrných stanicích na Labi a jeho přítocích jsou tyto charakteristiky zpracovány za referenční období 1961 – 2005[[2]](#footnote-3).

V následující tabulce 2-1 jsou na příkladu hydrologického sucha v roce 2015 uvedeny výsledky porovnání průměrných denních průtoků s výše uvedenými prahovými hodnotami. Z výsledků je patrné, že na celém toku Labe se průtoky v hydrologickém roce 2015 pohybovaly přes 300 dní pod úrovní průměrného průtoku. Podobná situace byla i na přítocích s výjimkou Ohře (230 dní). Naproti tomu z porovnání s charakteristikami minimálních průtoků je již zřejmě, že horní část povodí Labe byla postižena suchem více než jeho dolní partie. Přičemž s rostoucí extremitou posuzovaného parametru je tento trend stále patrnější a pouze v povodí Labe nad soutokem s Vltavou byly podkročeny i hodnoty min\_Qmin7d (v Jaroměři dokonce po 58 dní).

Tab. 2-1: Trvání podprahových průměrných denních průtoků v období 11/2014 – 10/2015

| Č. | Tok | Stanice | Doba trvání podprahových hodnot [dny] pro jednotlivé  prahové hodnoty [m3.s-1] odvozené za období 1961 – 2005 | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Průměrný  průtok | | Průměrný minimální průtok | | Q355d | | Q364d | | min\_Qmin7d | |
| [m3.s-1] | [dny] | [m3.s-1] | [dny] | [m3.s-1] | [dny] | [m3.s-1] | [dny] | [m3.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 | 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 | 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 |
| 10 | Labe | Děčín | 315 | 318 | 113 | 106 | 106 | 88 | 80,1 | 10 | 61,3 | 0 |
| 11 | Labe | Dresden | 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 Düben 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 |

Při hodnocení konkrétního malého průtoku (epizody sucha) musí být uvažováno roční období, ve kterém se daný průtok vyskytl. Pro první orientační porovnání je možné použít průměrné měsíční průtoky (viz obr. 2-1).



Obr. 2-1: Průměrné denní průtoky (Qd) 2015 a průměrné měsíční průtoky (Qm) 2015 a za období 1961 – 2005 na Labi v hraničním profilu Hřensko-Schöna

V následující kapitole 2.1.2 je popsána metodika pro hodnocení malých průtoků a doby jejich trvání se zohledněním sezonality průtoků.

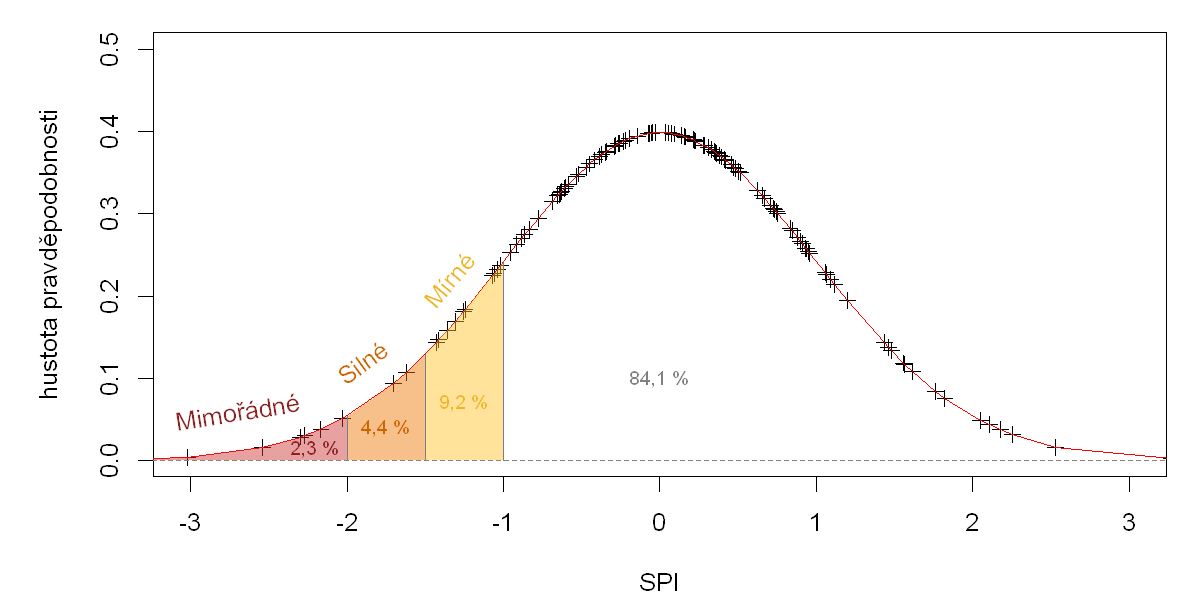
### Indikátory SRI (Standardized Runoff Index) a DMRI (Drought Magnitude Runoff Index)

Využití těchto indikátorů je prezentováno na konkrétním vyhodnocení hydrologického sucha v roce 2015.

**Metodika výpočtu indikátorů sucha**

Pro hodnocení velikosti sucha byly použity indikátory odvozené od indexu SPI (Standardized Precipitation Index)[[3]](#footnote-4), které byly původně určeny pro analýzu srážkových úhrnů. Tyto indikátory typu S vyjadřují extremitu aktuálního stavu dané veličiny. Indikátor porovnává srážkové úhrny s jejich dlouhodobým normálem. Nejprve se vypočítají agregované hodnoty (sumy nebo průměry) dané veličiny za předem daná období. Rozdělení pravděpodobnosti takto vypočtených hodnot je zapotřebí transformovat na standardní normální rozdělení (se střední hodnotou rovnou nule a rozptylem rovným jedné), tedy tzv. z-rozdělení. Transformace je prováděna tak, že se za pomoci distribuční funkce přiřadí pravděpodobnosti k jednotlivým empirickým hodnotám, které se následně (pomocí 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 2-2.

Pokud se postup pro stanovení SPI použije pro průtok, indikátor je značen jako SRI.



Obr. 2-2: Klasifikace sucha podle SPI, příp. SRI (mírné, silné a mimořádné sucho). V procentech je vyjádřena pravděpodobnost výskytu příslušné kategorie sucha. (zdroj: ČHMÚ)

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[[4]](#footnote-5).

Indikátory sucha byly vybrány 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 indikátorů SPI a SRI.

**Vyhodnocení indikátorů SRI a DMRI**

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, čímž byla zohledněna sezonalita. Pro každý týden v roce byly spočteny parametry šikmého rozdělení a následně probíhala transformace na z-rozdělení (tedy bylo k dispozici 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 byly stanoveny 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. Porovnávány byly tedy suché epizody (5 nejsušších roků) ve stejném 16týdenním období (sucha probíhající v jiné sezoně nejsou uvažována, protože mají jiné dlouhodobé charakteristiky).

V následujícím textu jsou popsány výsledky vyhodnocení indikátorů sucha pro průtoky SRI (obr. 2-3) a DMRI (obr. 2-4).

|  |  |
| --- | --- |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\02a_SRI_Jaromer_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\02b_SRI_Kostelec_52w-warning.JPG |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\02c_SRI_Chuchle_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\02d_SRI_Decin_52w-warning.JPG |

Obr. 2-3: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Jaroměř, Kostelec n. L., Praha-Chuchle, Děčín) podle indikátoru SRI (zdroj: ČHMÚ)

|  |  |
| --- | --- |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\03a_DMRI_Jaromer_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\03b_DMRI_Kostelec_52w-warning.JPG |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\03c_DMRI_Chuchle_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\03d_DMRI_Decin_52w-warning.JPG |

Obr. 2-4: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Jaroměř, Kostelec n. L., Praha-Chuchle, Děčín) podle indikátoru DMRI (zdroj: ČHMÚ)

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 vodními díly (Labe nad soutokem s Vltavou) lze sucho 2015 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 relativně 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 nadlepšování průtoků 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 Vltavě v Praze-Chuchli a na Labi v Děčíně silné sucho.

Na německém povodí Labe není významnost sucha z hlediska SRI a DMRI natolik extrémní jako na českém povodí. V Drážďanech dosáhl SRI nejmenší hodnotu již koncem března (obr. 2-5), 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 slábne, takže zde bylo minima dosaženo až v srpnu (Wittenberge, Neu Darchau – obr. 2-5), 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. 2-6). 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).

|  |  |
| --- | --- |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\04a_SRI_Dresden_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\04d_SRI_Adorf_52w-warning.JPG |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\04b_SRI_Wittenberge_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\04e_SRI_Elbersdorf_52w-warning.JPG |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\04c_SRI_Neu_Darchau_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\04f_SRI_Meisdorf_52w-warning.JPG |

Obr. 2-5: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Drážďany, Wittenberge, Neu Darchau, Adorf, Elbersdorf, Meisdorf) podle indikátoru SRI (zdroj: ČHMÚ, data: WSV, LfULG SN, LHW ST)

|  |  |
| --- | --- |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\05a_DMRI_Dresden_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\05d_DMRI_Adorf_52w-warning.JPG |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\05b_DMRI_Wittenberge_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\05e_DMRI_Elbersdorf_52w-warning.JPG |
| K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\05c_DMRI_Neu_Darchau_52w-warning.JPG | K:\Publikationen Bearbeitung\Niedrigwasser-2015\CZ\Abbildungen\Kap_3\Kap_3-4\05f_DMRI_Meisdorf_52w-warning.JPG |

Obr. 2-6: Hodnocení sucha ve vybraných vodoměrných stanicích (Drážďany, Wittenberge, Neu Darchau, Adorf, Elbersdorf, Meisdorf) podle indikátoru DMRI (zdroj: ČHMÚ, data: WSV, LfULG SN, LHW ST)

Sledované neovlivněné vodoměrné stanice na přítocích Labe poskytují z hlediska SRI rozdílný obraz (obr. 2-5). Ve stanici Adorf na Bílém Halštrovu index krátkodobě odpovídá dokonce extrémnímu vývoji hydrologického sucha. Naproti tomu výsledky z profilu Elbersdorf na řece Wesenitz (levý přítok Labe nad Drážďanami) 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.

### Antropogenní ovlivnění minimálních průtoků na dolní Vltavě a na Labi

Při kvantifikování míry nedostatku vody pomocí vhodných indikátorů měly být dle zadání zohledněny přirozené (hydrologické sucho) a antropogenní (užívání vod) příčiny nedostatku vody nebo jejich kombinace.

V případě zohlednění užívání vod při posuzování příčin nedostatku vody je třeba posuzovat každý tok, resp. profil toku individuálně a s ohledem na dané konkrétní poměry.

Pro tyto účely lze provést porovnání průběhu pozorovaných (ovlivněných) a odovlivněných průtoků a následně hodnotit sucho (viz kap. 2.1.1 a 2.1.2).

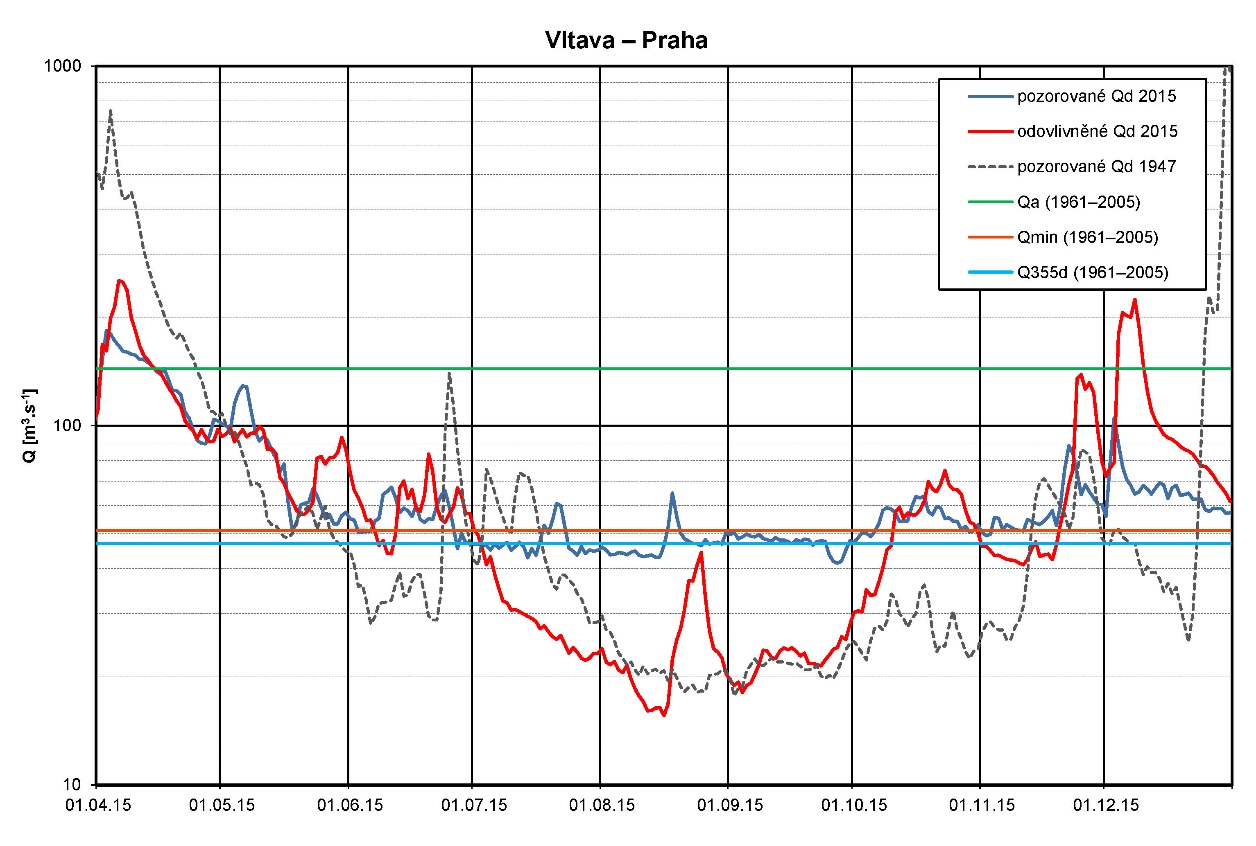
Pro analýzu antropogenního ovlivnění minimálních průtoků byly zvoleny vodoměrné stanice Praha-Chuchle na Vltavě a Děčín na Labi, ve kterých jsou průtoky v obdobích minim nadlepšovány provozem vodních děl, která jsou k tomuto účelu určena. Výpočet řady průměrných denních průtoků bez vlivu nadlepšení vodními nádržemi je založen na postupu, kdy jsou nasčítány řady průměrných denních průtoků ve vodoměrných stanicích, které nejsou výrazně ovlivněny nadlepšením průtoků z velkých vodních děl. Při výpočtu byly uvažovány postupové doby průměrných denních průtoků (pro zjednodušení uvažována průměrná rychlost proudění 0,5 m.s-1) do profilů Praha-Chuchle a Děčín. 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). Průtoky ze zbývajících neměřených částí povodí byly dopočítány podle vhodných analogonových stanic.

Průběhy pozorovaných a odvozených odovlivněných průtoků v roce 2015 a pozorované průtoky ve vybraném suchém roce 1947 na Vltavě v Praze-Chuchli a na Labi v Děčíně jsou znázorněny na obrázcích 2-7 a 2-8. Na obrázcích jsou dále uvedeny hodnoty dlouhodobého průměrného průtoku Qa, průměr ročních minim Qmin a průtok Q355d (období 1961–2005).

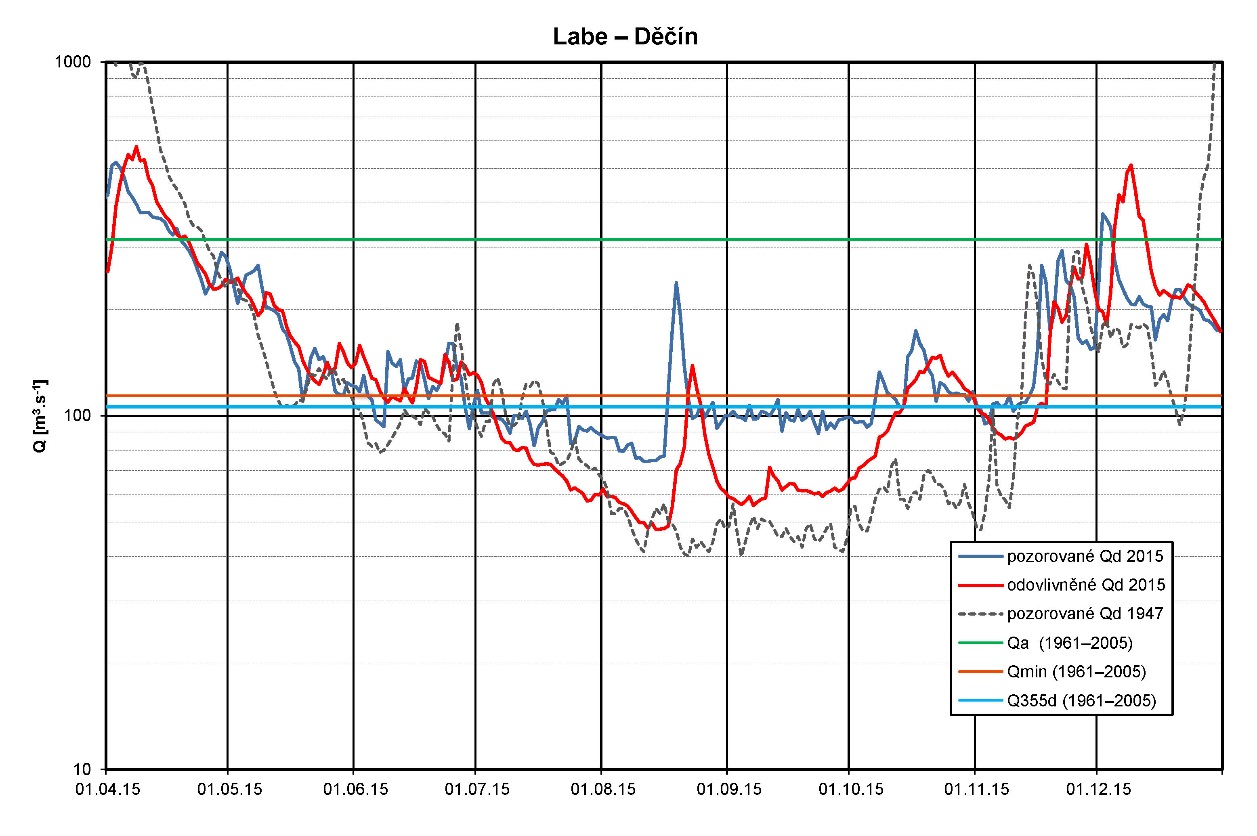
Na Vltavě v Praze-Chuchli (obr. 2-7) je patrný pokles odovlivněných průtoků od začátku července, zatímco pozorované průtoky se pohybovaly setrvale okolo hodnoty 45 m3.s-1. Nej­menší odovlivněné průtoky se vyskytly v období od 8. do 17. srpna, kdy jejich hodnoty klesly pod 20 m3.s-1. Minimum bylo dosaženo 16. srpna o hodnotě 15,6 m3.s-1. Z porovnání obou řad dále vyplývá, že nadlepšení průtoků nádržemi dosahovalo v Praze-Chuchli v období nejmenších průtoků cca až 30 m3.s-1. Průtoky byly výrazně nadlepšovány zhruba od poloviny první dekády července do poloviny října 2015.

Na Labi v Děčíně (obr. 2-8) v odovlivněné řadě pozvolna klesaly průtoky zhruba od začátku července až do poloviny srpna, kdy v období 10. až 17. srpna byly odovlivněné průtoky menší než 50 m3.s-1, s minimem 47,7 m3.s-1 dne 14. srpna. Jelikož pozorované průměrné denní průtoky se v tomto období pohybovaly okolo 80 m3.s-1, lze nadlepšení průtoků v Děčíně odhadnout na cca 30 m3.s-1. Ve skutečnosti byla velikost nadlepšení ještě o několik m3.s-1 větší, jelikož průtoky byly nadlepšovány také některými nádržemi v horní části povodí Labe, např. vodní dílo Rozkoš. Pokud by tyto nádrže byly při výpočtu 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 způsobily dočasné 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 navíc porovnány s pozorovanými průtoky v suchém roce 1947, které ještě nebyly výrazně ovlivněny vodními díly. 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 s minimem 40,1 m3.s-1 dosaženým 22. srpna a 4. září.



Obr. 2-7: Pozorované a odvozené odovlivněné průtoky v roce 2015 a pozorované průtoky v roce 1947 na Vltavě v Praze. Pro porovnání jsou uvedeny hodnoty Qa, průměr ročních minim Qmin a Q355d za období 1961 – 2005 (zdroj: ČHMÚ)



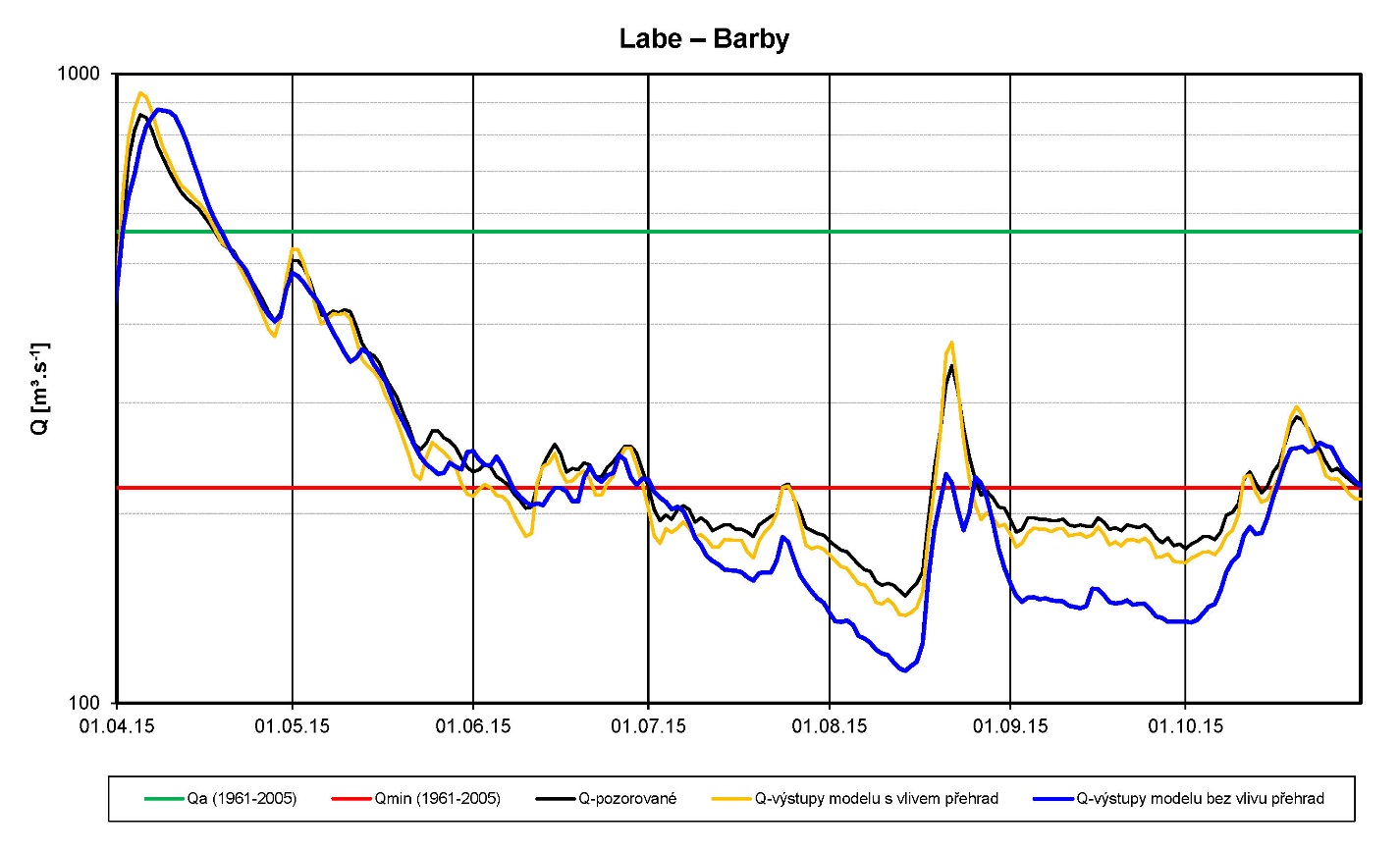
Obr. 2-8: Pozorované a odvozené odovlivněné průtoky v roce 2015 a pozorované průtoky v roce 1947 na Labi v Děčíně. Pro porovnání jsou uvedeny hodnoty Qa, průměr ročních minim Qmin a Q355d za období 1961 – 2005 (zdroj: ČHMÚ)

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

Na obrázku 2-9 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.

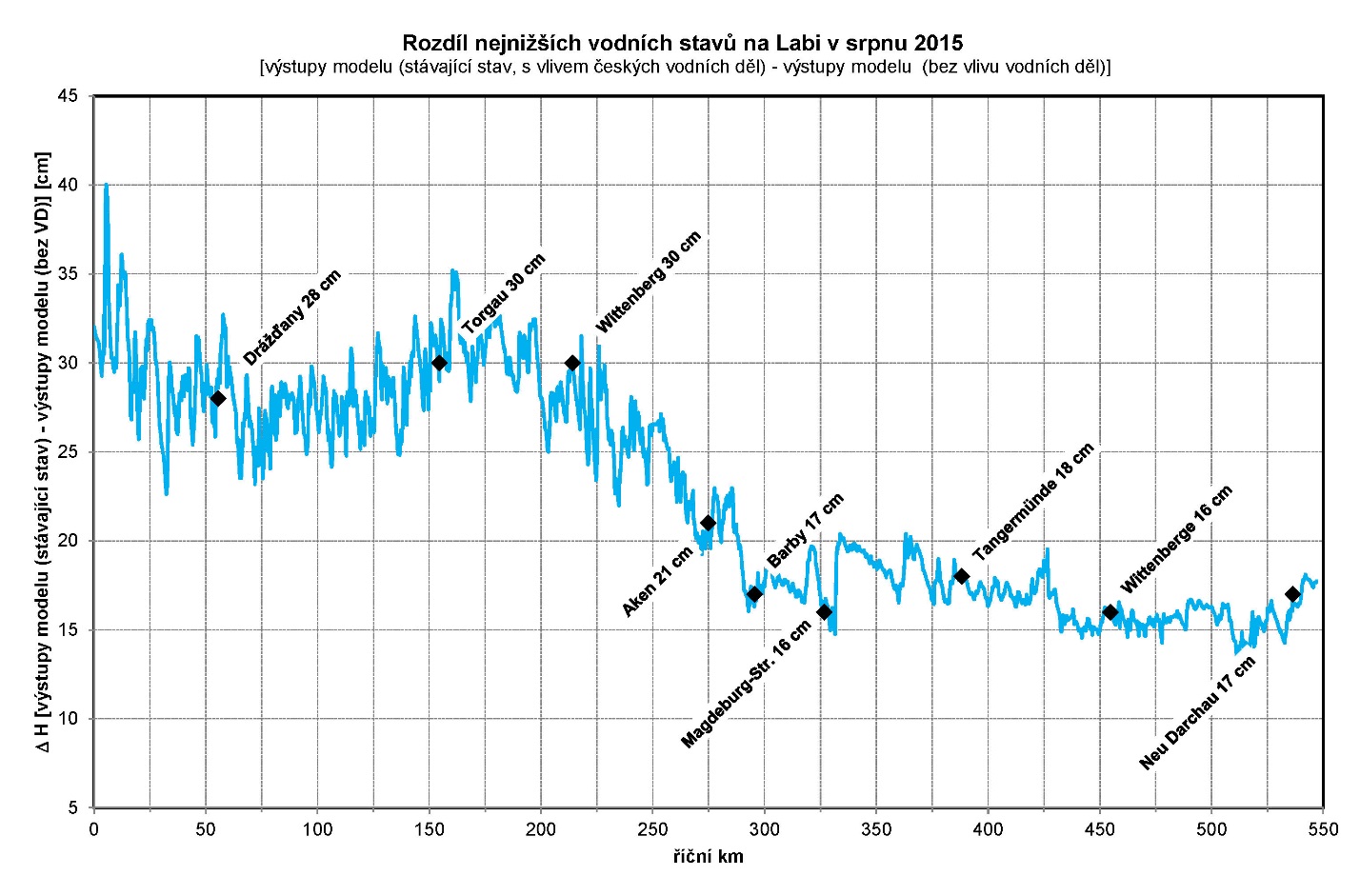
Porovnáváme-li nejmenší průtoky za hodnocené období, vyplyne účinek vodních děl, který v Děčíně způsobuje „dotaci“ průtoku cca o 30 m3.s-1. Podle modelu lze tento vliv pozorovat ještě na dolním úseku Středního Labe. To znamená, že nejnižší vodní stav, který byl vypočítán na německém úseku Labe nad soutokem 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. 2-9: 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 2-10 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. 2-10: 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

## Hodnocení podzemních vod

Vliv sucha na podzemní vody je možné hodnotit podle pravděpodobnosti překročení úrovně hladin, resp. vydatnosti pramenů v příslušném kalendářním měsíci. Stav sucha je možné charakterizovat třemi kategoriemi závažnosti určenými z měsíční křivky překročení (v Německu z křivky nedostoupení). Rozmezí 25 – 75 % značí normální hodnoty. Jako mírné sucho jsou označeny hodnoty s pravděpodobností překročení 75 – 85 % (nedostoupení 15 – 25 %), jako silné sucho hodnoty s pravděpodobností překročení 85 – 95 % (nedostoupení 5 – 15 %). Jako mimořádné sucho jsou označeny hodnoty, které odpovídají 95 – 100 % (nedostoupení 0 – 5 %).

**Hodnocení roku 2015**

Při hodnocení podzemních vod v **České republice** bylv roce 2015 patrný deficit v mělkých zvodních již v jarních měsících, kdy v době obvyklých jarních maxim byly úrovně hladiny mírně až silně podnormální. Nejsušším obdobím z hlediska úrovní hladiny v mělkých vrtech byla polovina srpna, pro vydatnost pramenů to byl konec září. Poněkud odlišná situace byla u nejhlubších zvodní, kde se začalo projevovat mírné klesání až s nástupem léta a pokračovalo setrvale do října, kdy začaly úrovně hladiny stagnovat.

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.

S ohledem na vývoj srážek a teplot vzduchu v roce 2016 došlo k opětovnému zhoršení situace 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.

# ÚKOL 2: Problém nedostatku vody v mezinárodní oblasti povodí Labe

## Česká republika

V souvislosti s výskytem extrémního sucha v roce 2015 bylo vydáno „Usnesení vlády ČR ze dne 29. července 2015 č. 620 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody“. Úkoly obsažené v uvedeném materiálu obsahují 7 tematických okruhů zahrnující návrh legislativních, organizačních, provozních, ekonomických, technických a environmentálních opatření vedoucí ke zmírnění dopadů sucha.

Na základě výše uvedeného usnesení schválila vláda ČR dne 24. července 2017 strategický dokument „Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky“ (dále Koncepce), která obsahuje 5 tematických pilířů. Koncepce mimo jiné zahrnuje informační platformu o suchu a nedostatku vody, rozvoj a posilování vodních zdrojů, zvýšení retenčních a akumulačních schopností krajiny. Součástí koncepce jsou také plány pro zvládání sucha. Navrhovaná opatření mají přispět jak ke snížení deficitu půdní vláhy, tak k omezení výskytu nedostatečných průtoků v tocích. Další soubor opatření vede k zodpovědnému hospodaření s vodou, tj. k jejímu opětovnému využívání a snižování míry znečištění vody. Pro zajištění realizace navrhovaných opatření na ochranu před následky sucha a nedostatkem vody probíhá v současné době příprava novelizace vodního zákona, která obsahuje zpracování kapitoly „Ochrana před suchem“.

Koncepce je v souladu se Strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, která byla schválena usnesením vlády ČR č. 861 ze dne 26. října 2015, a rozvádí opatření navržená v Národním akčním plánu adaptace na změnu klimatu schváleném usnesením vlády ČR č. 34 ze dne 16. ledna 2017 v oblasti zvládání rizika dlouhodobého sucha. Koncepce je také v souladu s cíli Strategie resortu Ministerstva zemědělství ČR s výhledem do roku 2030.

Následující texty (včetně definic pojmů) vycházejí z této koncepce.

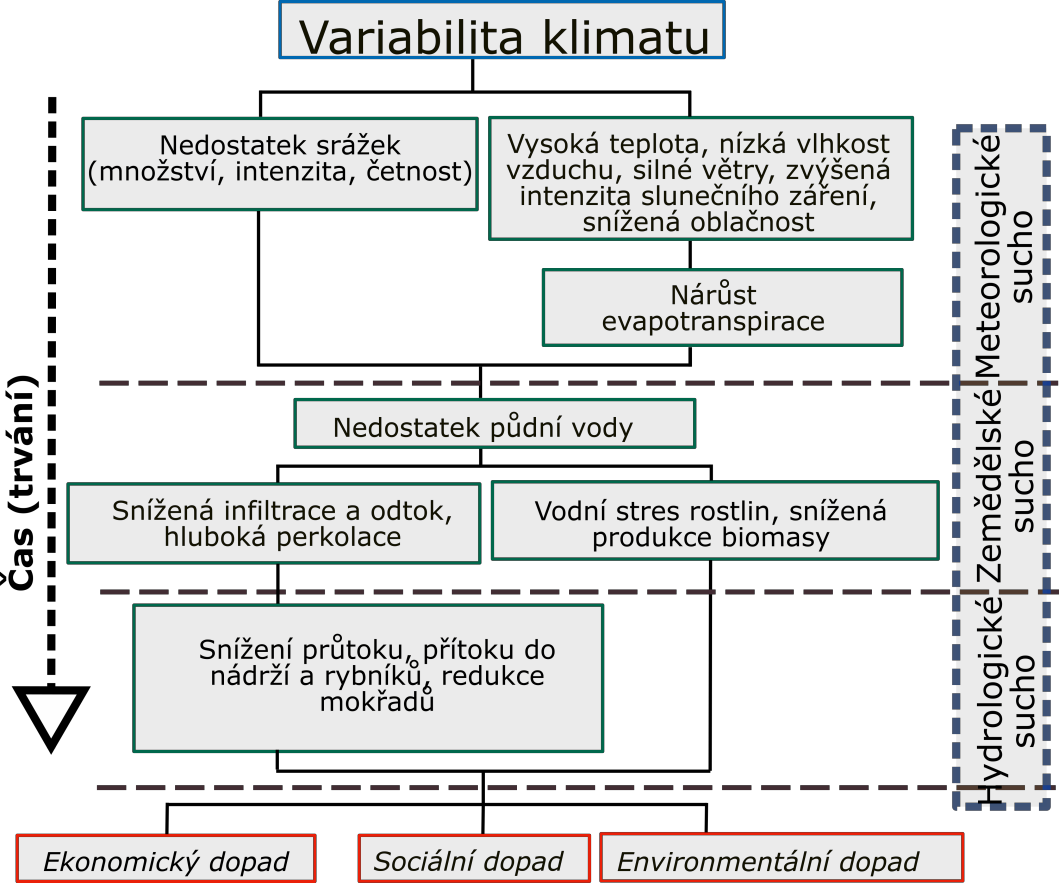
**Sucho** je přirozený jev. Jedná se o dočasnou negativní a výraznou odchylku od průměrné hodnoty srážek, která trvá značné časové období a postihuje velké oblasti, a která může vést k meteorologickému, zemědělskému, hydrologickému a socioekonomickému suchu v závislosti na její velikosti a trvání. Sucho hodnotíme z hlediska délky trvání, velikosti odchylky od normálu (nebo též intenzity) a plošného rozsahu.

**Nedostatek vody** je umělý jev. Jedná se o nerovnováhu, která vzniká v souvislosti s užíváním vodních zdrojů ve vyšší míře, než umožňuje jejich přirozená obnovitelnost. Nedostatek vody může také vzniknout v důsledku znečištění vody, které znemožňuje její využití.

Na obrázku 3-1 je znázorněn proces propagace sucha. S délkou trvání se sucho postupně projevuje v dalších částech hydrologického cyklu. Deficit srážkových úhrnů vede k poklesu půdní vlhkosti, ke snížení povrchového a podpovrchového odtoku, k poklesu dotace do zásob podzemní vody a následně ke snížení velikosti průtoků ve vodních tocích.

V souvislosti s tím, jaká část hydrologického cyklu je suchem postižena, je možno rozlišovat

* meteorologické sucho,
* zemědělské (půdní) sucho,
* hydrologické sucho,
* socioekonomické sucho (kdy již následkem přírodních procesů dochází k výrazným dopadům na společnost, hospodářství a životní prostředí.



Obr. 3-1: Propagace sucha do jednotlivých částí hydrologického cyklu (zdroj: VÚV, ČZU)

Vlastní koncepce obsahuje rozbor jednotlivých typů sucha (viz obr. 3-1) a to s ohledem na:

* Zranitelnost území ČR z hlediska sucha a pozorované trendy
* Zranitelnost území ČR z hlediska nedostatku vody
* Scénáře vývoje klimatu a jejich důsledky na stav a využívání vodních zdrojů v ČR
* Dopady sucha na jakost vody a vodní ekosystémy

Dále se koncepce věnuje následujícím tématům:

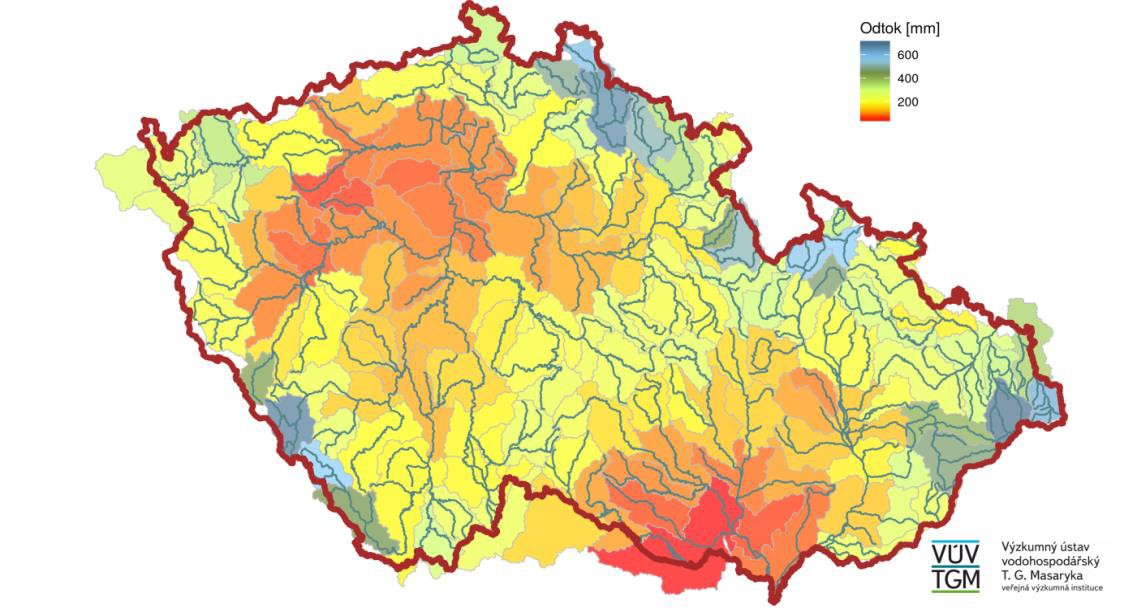
* Strategické směřování vodního hospodářství v oblasti ochrany před následky sucha
* Návrhy opatření na ochranu před následky sucha a nedostatkem vody
* Implementace opatření k omezování následků sucha a nedostatku vody
* Zaměření výzkumu a vědy na problematiku sucha a nedostatku vody

Vzhledem k tomu, že se jedná o obsáhlý (cca 70 stran) dokument, je dále uveden pouze stručný výtah rozboru problematiky hydrologického sucha na území ČR, zranitelnosti území ČR z hlediska nedostatku vody a dopadů předpokládané změny klimatu na hydrologickou bilanci.

### Hydrologické sucho

Hydrologické sucho je výkyv hydrologického cyklu, který vzniká zejména v důsledku deficitu srážek a projevuje se poklesem průtoků ve vodních tocích a poklesem stavu podzemních vod. Příčinou hydrologického sucha je střednědobé meteorologické sucho. Zranitelnost území ČR vůči hydrologickému suchu v povrchových vodách přibližně znázorňuje mapa na obrázku 3-2, kde je zachycena výška průměrného ročního odtoku z povodí 3. řádu za období 1981 – 2015.

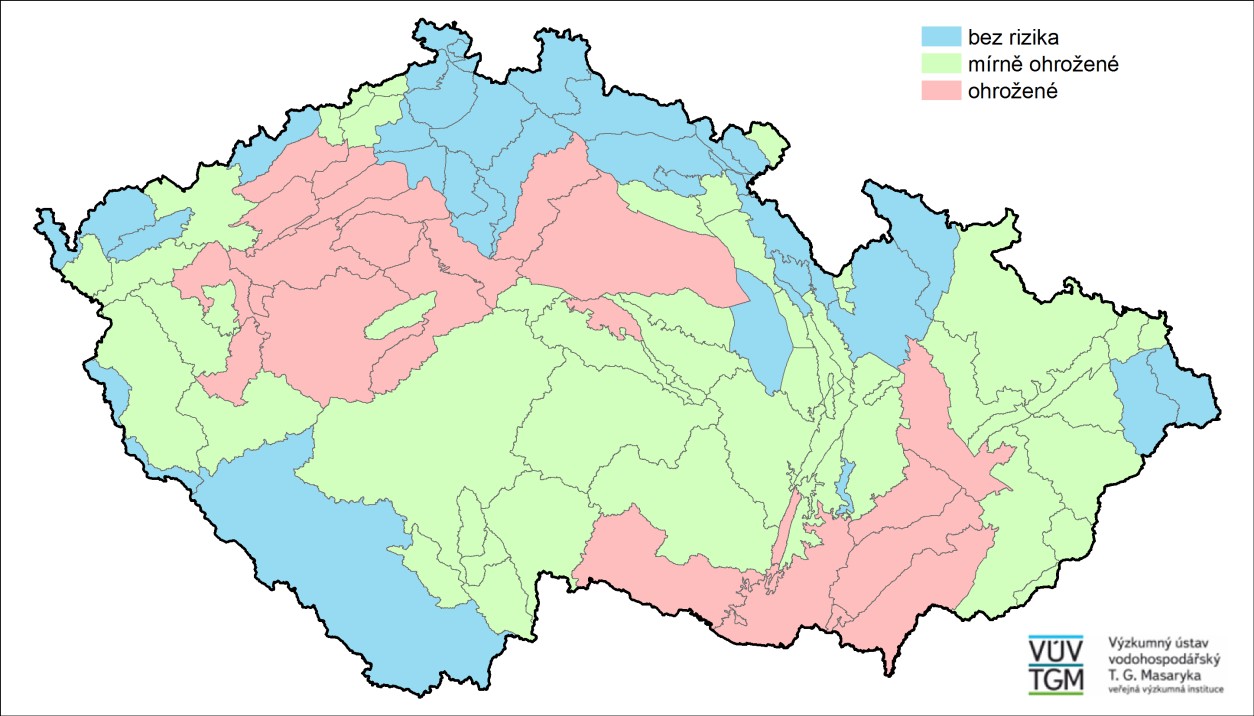
Dále byl porovnáván celkový roční a sezonní odtok za období 1961 – 1985 a 1986 – 2010. Z výsledků porovnání vyplývá, že došlo spíše ke stagnaci či mírnému růstu celkového ročního odtoku. Změny zpravidla nejsou statisticky významné. Z hlediska zranitelnosti vůči hydrologickému suchu je však rozhodující pozorovaný trend poklesu odtoku v letním období, který je v ročním průměru kompenzován nárůstem odtoku v zimním období.



Obr. 3-2: Průměrná roční výška odtoku za období 1981 – 2015 vyjádřená v mm/rok (zdroj: VÚV)

Hydrologické sucho v podzemních vodách lze hodnotit prostřednictvím kolísání hladiny podzemní vody nebo základního odtoku. Základní odtok představuje část odtoku v povrchových tocích dotovanou ze zásob podzemní vody. Kolísání hladiny podzemní vody lze sledovat na průběhu hladiny ve vrtech nebo přeneseně na velikosti vydatnosti pramenů. Od roku 1961 se nejvýznamnější sucho v podzemních vodách vyskytlo začátkem 90. let a především v letech 2015 a 2016. Významná období sucha se v podzemních vodách opakují v přibližně 10–12 letých periodách, jejich extremita však kolísá.

Z hlediska zásob podzemní vody se sucho v reakci na srážkový deficit nejrychleji projevuje v oblastech s nízkými úhrny srážek a vysokým výparem v kombinaci s malou zásobou podzemní vody a rychlým prázdněním podzemního kolektoru. Tyto oblasti jsou také z hlediska zranitelnosti podzemních vod v období sucha nejvíce ohrožené (obr. 3-3). Naopak oblasti s velkou zásobou podzemní vody reagují na srážkový deficit se značným zpožděním. Toho lze využít při managementu odběrů a převodech vody během suchých epizod.



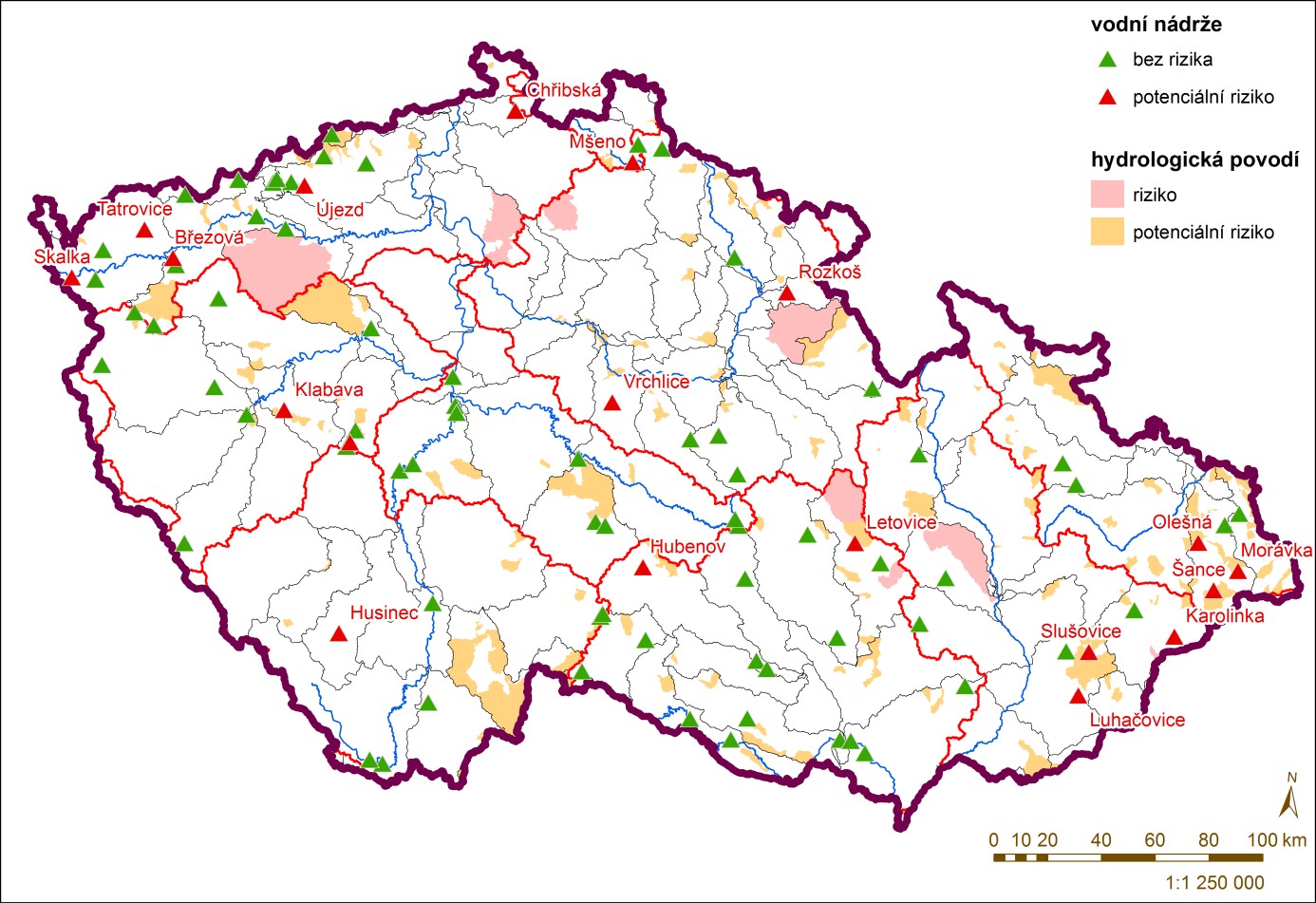
Obr. 3-3: Regionalizace zranitelnosti hydrogeologických rajonů vůči suchu stanovená podle velikosti průměrného základního odtoku za období 1981 – 2010 (zdroj: VÚV)

### Zranitelnost území z hlediska nedostatku vody

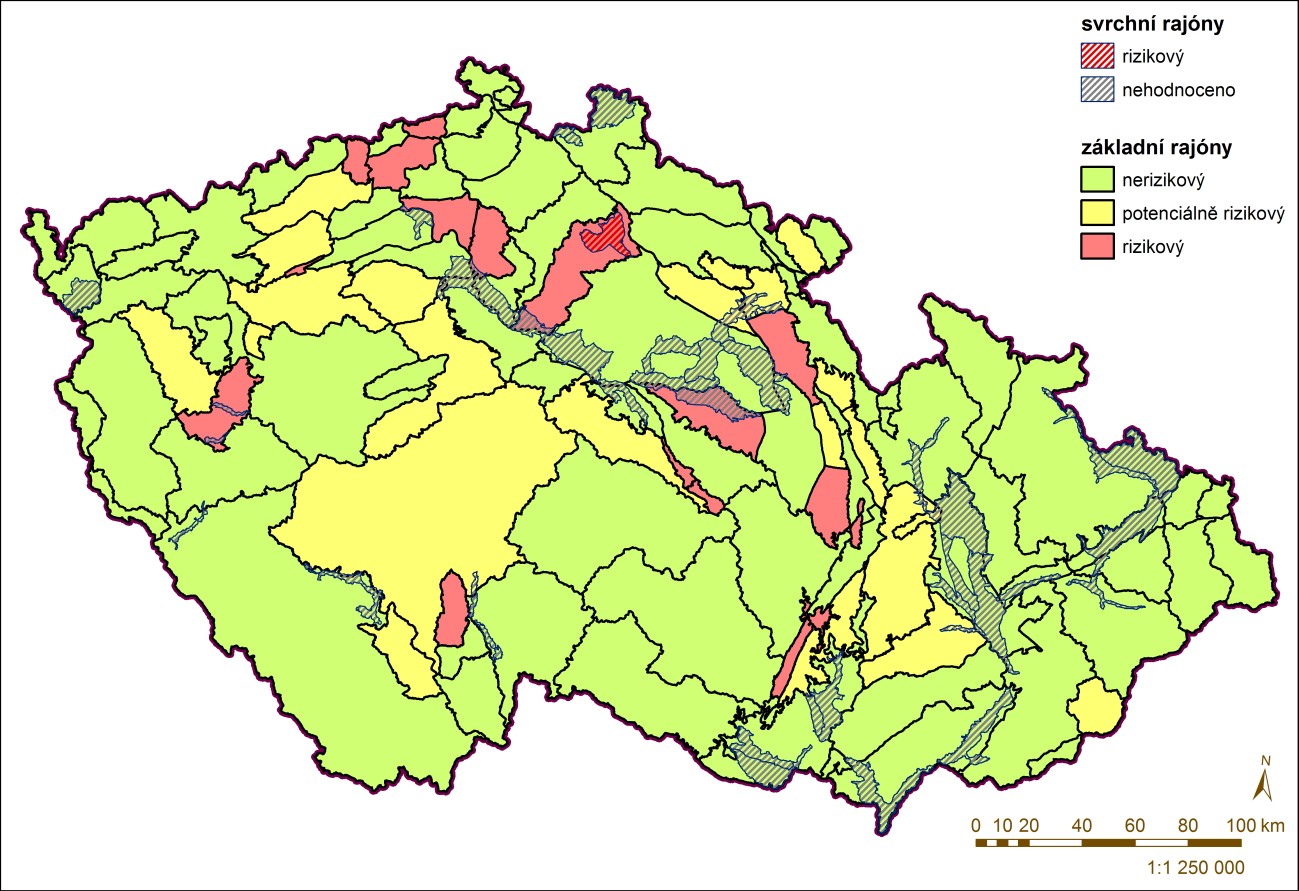
Pro zhodnocení zranitelnosti území ČR z hlediska nedostatku vody je potřeba kromě údajů o množství disponibilních vodních zdrojů využít údaje o požadavcích na odběry (včetně minimálních zůstatkových průtoků nebo minimálních hladin podzemní vody) a informace o vodohospodářské infrastruktuře, která slouží pro zabezpečení požadavků.

K identifikaci povodí nebo nádrží, které jsou potenciálně zranitelné vůči nedostatku vody, se uplatňují metody vodohospodářské bilance (požadavky na užívání v porovnání s dostupnými zdroji) a simulačního modelování zásobní funkce vodohospodářských soustav. Výsledky hodnocení jsou vykresleny na obrázku 3-4. Pro povrchové vody byly vyhodnoceny bilanční stavy za období let 1999 – 2015. Zjednodušená vodohospodářská bilance byla simulována pro průtoky za období 1986 – 2015 a pro hodnoty odběrů v roce 2015. Do výsledků analýzy byly zapracovány rovněž podklady o míře dopadů sucha v letech 2014 a 2015. Z celkem 89 hodnocených významných vodních nádrží bylo v souvislosti s plněním jejich zásobní funkce vyhodnoceno jako potenciálně rizikových 19 nádrží, z toho v povodí Labe 10 nádrží.

U podzemních vod byla hodnocena bilance odběrů podzemních vod a (dlouhodobých i ročních hodnot) přírodních zdrojů za období let 2007 – 2015. Hydrogeologické rajony potenciálně zranitelné vůči nedostatku vody jsou na obrázku 3-5.



Obr. 3-4: Výsledky posouzení zranitelnosti nádrží a povodí vůči nedostatku vody (zdroj: VÚV)



Obr. 3-5: Hydrogeologické rajony potenciálně zranitelné vůči nedostatku vody (zdroj: VÚV)

### Scénáře vývoje klimatu – dopady na hydrologickou bilanci

Přirozená klimatická variabilita, antropogenní vlivy na klima a také charakter využití krajiny ovlivňují výskyt epizod sucha. Pro hodnocení a modelování změny klimatu se používá řada scénářů. Změna klimatu se u většiny scénářů projevuje poměrně výrazným poklesem ročních odtoků, zvláště pak v oblasti středních a severozápadních Čech. Současně dochází ke snižování dostupné vody i v povodích ve vyšších polohách. Výsledky modelování indikují pokles disponibilních vodních zdrojů pro 4 z 5 použitých globálních modelů. Poklesy se pohybují v desítkách procent.

S měnícím se klimatem lze očekávat výrazné snížení poměru povrchového odtoku a srážek, a to v průměru o 10 %. Pravděpodobné rozšíření oblastí s nízkým podílem povrchového odtoku bude znamenat významný zásah do hydrologických poměrů na významných i drobných vodních tocích.

Z projekcí změny klimatu ve středoevropském regionu pro 21. století, které signalizují riziko déletrvajících a intenzivnějších epizod sucha, zejména v období od dubna do září, vyplývá očekávání zásadních nepříznivých vlivů na sektor zemědělství, lesního i vodního hospodářství. Velmi pravděpodobně poklesne kapacita vodních zdrojů a zhorší se jejich jakost.

Souhrn problémů souvisejících s důsledky změny klimatu:

|  |  |
| --- | --- |
| Pozorované změny  klimatu | Zvýšení teploty vzduchu mezi obdobími 1961 – 1985 a 1986 – 2010 v ročním průměru a na jaře a v létě přibližně 1 °C, na podzim 0,6 °C a v zimě 0,2 – 0,5 °C. |
| Změna v rozložení srážek během roku, kdy na jaře a v létě je pozorován spíše jejich pokles, v zimě pak spíše jejich nárůst. |
| Nárůst potenciálního výparu za posledních 30 let přibližně o 5 až 10 %. |
| Pozorované změny  hydrologické bilance | Snížení retenční kapacity půdy v ČR oproti stavu před rokem 1950 přibližně o 40 %. |
|  | Vodní eroze ohrožuje cca 60 % půdy (z toho je již přibližně 12 % degradováno), 14 % je ohroženo větrnou erozí, 45 % je utuženo, zejména v podorničí.  Většina zemědělských půd trpí nedostatkem organické hmoty, má nevyhovující strukturu a v řadě případů dochází k poklesu pH. Celý tento fakt doprovází i omezení oživení v půdním prostředí. |
| Zvýšení počtu dní s nedostatečnou vláhovou bilancí mezi obdobími 1961 – 1990 a 1991 – 2014 na většině území v polohách pod 600 m n. m. v průměru o 10 – 15 dní v období od dubna do června. |
| Pozorovaný pokles odtoku v letním období, který je v ročním průměru kompenzován nárůstem odtoku v zimním období. |
| Klesající trend vydatnosti pramenů v hydrogeologických rajonech zvláště ve středních Čechách. |

### Realizovaná opatření na ochranu před následky sucha a nedostatkem vody

V rámci souboru úkolů schválených usnesením vlády č. 620 z 29. července 2015 zpracovaly státní podniky Povodí Labe a Povodí Vltavy přehled konkrétních opatření pro posílení zásobní funkce nádrží a omezení negativních vlivů sucha aplikovaných v manipulačních řádech vodních děl. Na základě nového vodohospodářského řešení byl následně proveden návrh změn v manipulačních řádech významných vodních nádrží.

Dále státní podnik Povodí Labe ve spolupráci s krajskými úřady vyhodnotil potenciál dílčích povodí z hlediska možnosti převodů vody a vytipoval vhodné lokality pro převody z bilančně aktivních částí povodí do bilančně pasivních částí jiných povodí v následujícím rozsahu:

* zvýšení vodárenského významu Jizerských hor s využitím převodů z Jeleního potoka a nádrže Bedřichov do nádrže Josefův Důl,
* posílení akumulační funkce vodní nádrže Rozkoš výstavbou převodu z Metuje,
* posouzení stávajících možností převodu vody z Bělé do Dědiny a sestavení budoucích variant řešení po výstavbě nádrže Skuhrov,
* vyhledávací studie převodů do deficitního povodí Cidliny.

V souladu s Koncepcí byla zpracována studie proveditelnosti pro výstavbu víceúčelové nádrže Pěčín na Zdobnici o celkovém objemu 17,1 mil. m3, jejíž realizací by došlo k zajištění větší zabezpečenosti zásobování Východočeské vodárenské soustavy pitnou vodou a ochraně obyvatelstva před povodňovými průtoky s dobou opakování Q20 v úseku Zdobnice pod vodním dílem.

Státní podnik Povodí Vltavy řeší nedostatek vody (sucho) v oblasti Rakovnicka v povodí Rakovnického potoka. Byl zpracován pilotní projekt „Možnosti zmírnění současných důsledků klimatické změny zlepšením akumulačních schopnosti v povodí Rakovnického potoka“, který byl řešen společně Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. a Českou zemědělskou univerzitou v Praze v letech 2009 – 2012.

Rakovnický region patří v rámci České republiky k oblastem, kde dochází v posledních několika desetiletích k zaznamenatelné změně klimatu. Rakovnický potok je levostranným přítokem Berounky, plocha celého povodí činí 344 km2. Předmětem výzkumu bylo povodí nad vodoměrnou stanicí Rakovník, uzavírající povodí o ploše 302 km2. Toto povodí leží v nadmořských výškách cca 315 – 600 m n. m., průměrný sklon terénu činí 7 %. Významná je velká míra zemědělského využití, 59 % plochy je orná půda, 18 % je zalesněno. V povodí se nachází cca 85 malých vodních nádrží, jejichž reálná plocha je cca 114 ha, tj. 0,33 % plochy povodí.

Oblast Rakovnicka je charakterizována nejmenšími dlouhodobými úhrny srážek v Čechách. Z hlediska klimatických poměrů je významná plošná proměnlivost dlouhodobých úhrnů srážek v povodí. Rozmezí ročních úhrnů je 484 – 584 mm. I když roční úhrny srážek klesají jen velmi mírně, jejich rozdělení se poněkud změnilo. Významný pokles srážek je v jarním období od dubna do června. Teplota vzduchu v období 1960 – 2008 má zřetelný vzestupný trend, za 49 let činí zvýšení 1,4 oC.

Výsledky pozorování za 43 let ve stanici Rakovník ukazují výrazně klesající trend průtoků a posouzení zabezpečení vodohospodářského bilančního stavu je charakterizováno jako pasivní. Z rozboru ročního chodu vyplývá, že poklesy na jaře a v létě jsou větší než na podzim a nejméně klesají průtoky v zimě. Rovněž je potvrzen i klesající trend výšky hladin podzemní vody v pozorovacích vrtech ČHMÚ a ani zmenšení vodárenských odběrů od devadesátých let jej nezměnilo. V roce 2008 činily odběry z podzemních vod cca 85 l/s, z povrchových vod nedosahovaly ani 2 l/s. Do povodí se nepřivádí voda z vnějších zdrojů, ani se z něj voda neodvádí, takže jej lze z hlediska užívání vod považovat za uzavřený systém.

Pilotní projekt navrhl možnosti adaptačních opatření pro zlepšení vodohospodářské bilance v Rakovnickém regionu ve třech základních směrech, jednak ryze vodohospodářskými prostředky, tj. výstavbou vodních nádrží se zásobní funkcí ve vytipovaných lokalitách, případně převodem vody ze sousedícího povodí Ohře a dále opatřeními v krajině, zejména organizačního, agrotechnického a biotechnického charakteru.

Státní podnik Povodí Vltavy na tato navržená adaptační opatření postupně navázal zadáním příslušných studií. Výsledkem „Studie proveditelnosti vodních nádrží v povodí Rakovnického potoka“ řešené v letech 2013 – 2014 bylo doporučení k realizaci dvou vytipovaných malých vodních nádrží. V roce 2016 byly pro ně zpracovány již podrobné studie proveditelnosti. Další možnost posílení vodohospodářské bilance povodí Rakovnického potoka, navrhovanou v „Pilotním projektu“ rozpracovaly státní podniky Povodí Ohře a Povodí Vltavy, zadáním společné studie: „Převedení vody z povodí Ohře do povodí Blšanky a Rakovnického potoka“. Studie byla dokončena koncem roku 2016. Jejím hlavním výstupem jsou návrhy tří investičních záměrů pro postupné přečerpávání vody do potřebných lokalit.

## Německo

Hydrologické sucho v roce 2015 nebylo v německém povodí Labe natolik extrémní jako v českém povodí. Údolní nádrže v povodí Labe přispěly v letních měsících k výraznému zlepšení průtokové situace v úsecích toku pod těmito vodními díly. Odběry vody pro vodárenské a průmyslové účely nebylo třeba během celého roku 2015 omezovat. Rovněž dostupné zásoby podzemní vody byly dostačující, a tím nebylo nezbytné provádět specifická adaptační opatření z hlediska zásobování vodou. Následkem malých průtoků došlo ale i v německém úseku Labe k významnému omezení plavby.

V blízké budoucnosti se očekává i v německé části povodí Labe, že globální nárůst teploty vzduchu vlivem zvýšených emisí skleníkových plynů povede ke změněné dynamice hydrologického cyklu a následně k dopadům na vodní hospodářství.

Od roku 2008 tvoří Německá adaptační strategie (Deutsche Anpassungsstrategie – DAS) spolu s Akčním plánem adaptace I (Aktionsplan Anpassung I – APA I), schváleným v roce 2011, politický rámec aktivit vlády SRN, které jsou zaměřeny na reakci na následky změny klimatu. Mezi aktivity patří i opatření proti suchu a malým průtokům, která jsou vysvětlena mj. ve Zprávě o pokroku dosaženém při realizaci Německé adaptační strategie na změnu klimatu[[5]](#footnote-6).

Adaptační strategie lze navrhnout pouze v případě, že analýzy následků změny klimatu a učiněných adaptačních opatření jsou podporovány poskytováním systematicky pozorovaných informací. Již v rámci Německé adaptační strategie byl vyvinut systém monitorování, který podává na celostátní úrovni přehled dopadů změny klimatu a o adaptačních procesech, které už byly v daných oblastech iniciovány.

Přehled poskytuje následující obrázek 3-6 ze Zprávy o pokroku dosaženém při realizaci Německé adaptační strategie. Znázorněna je zasaženost regionů a následky změny klimatu přesahující jednotlivé oblasti aktivit v Německu v blízké budoucnosti.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Regiony s teplým**  **klimatem**  Regiony vyznačující se vedrem a suchem   * V budoucnosti:   + prostorové rozšíření   + velmi výrazný nárůst počtu horkých dní a tropických nocí * Na konci století:   + výraznější vlny vedra, pravděpodobně v rostoucí míře v kombinaci se suchem   + další prostorové rozšíření * Postižené oblasti činnosti:   + lidské zdraví   + lesní hospodářství   + zemědělství   + doprava, dopravní infrastruktura | G:\Abt4\Ref45\106_IKSE\Niedrigwasserstatistik\NW Indikatoren\Schwerpunkte_KW.jpg | | **Regiony s horským klimatem**  Regiony s vysokým počtem dní s výskytem mrazu a přívalových srážek, vysoké srážky v létě a zimě   * V budoucnosti:   + nárůst srážek v zimních měsících, méně často ve sněhové formě   + vyšší průměrné teploty v létě a zimě * Postižené oblasti činnosti:   + vodní hospodářství,  vodní režim   + cestovní ruch |
| **Regiony se sušším**  **klimatem**  Nejsušší regiony Německa vlivem podprůměrných srážek během celého roku, při značné sezonní rozkolísanosti teplot a srážek   * V budoucnosti další omezení vodních zdrojů vlivem   + trendu k vyšším teplotám v létě a zimě   + nárůstu počtu horkých dní a tropických nocí * Postižené oblasti činnosti:   + vodní hospodářství,  vodní režim   + zemědělství   + lesní hospodářství | **Regiony s podhorským klimatem**  Regiony s nadprůměrnými srážkami v létě, vysokým počtem dní s výskytem mrazu a přívalových srážek   * V budoucnosti:   + nárůst počtu letních dní a počtu horkých dní   + posilování dopadů vlivem namodelovaného zvětšování osídlených a dopravních ploch * Na konci století: * Postižené oblasti činnosti:   + lidské zdraví   + energetika |
| **Regiony se studenějším**  **klimatem**  Regiony s mírnými teplotami, velkým počtem dní s přívalovými srážkami a silným větrem, malý počet mrazových dní a suchých dní   * V budoucnosti:   + nárůst potenciálních škod vlivem extrémních situací, např. říčních povodní * Na konci století:   + častější výskyt bouřlivých přílivů vlivem vzestupu mořské hladiny   + další prostorové rozšíření * Postižené oblasti činnosti:   + vodní hospodářství,  vodní režim   + ochrana pobřeží a mořského prostředí   + zemědělství   + doprava, dopravní infrastruktura   + stavebnictví   + průmysl a podnikání   © adelphi, PRC, EURAS2015 | **Hlavní následky změny klimatu, které vyžadují aktivity v několika oblastech** | | **Regiony s vysokohorským**  **klimatem**  Regiony s mnoha dní s výskytem přívalových srážek a mrazu, vysoké srážky   * V budoucnosti:   + nárůst výskytu epizod přívalových srážek a zimních srážek, pokles letních srážek   + nadprůměrné oteplení * Postižené oblasti činnosti:   + biologická rozmanitost   + vodní hospodářství,  vodní režim   + stavebnictví   + doprava, dopravní infrastruktura   + průmysl a podnikání   **aglomerace definované konferencí ministrů územního plánování**  **plochy, které mohou být zaplaveny vlivem říční povodně**  **plochy, které mohou být zaplaveny vlivem bouřlivého přílivu** |
| **Škody vlivem rostoucího zatížení vedrem v aglomeracích** | **Omezení vlivem rostoucího oteplení a letního sucha** |
| * aglomerace v teplých regionech * postižené oblasti: především zdraví, infrastruktura | * regiony s teplým a suchým klimatem ve východním Německu a v povodí Rýna * postižené oblasti: především voda, krajina, infrastruktura |
| **Škody na budovách a infrastruktuře vlivem přívalových srážek a přívalových povodní** | **Škody na budovách a infrastruktuře vlivem říčních povodní** |
| * aglomerace v Severoněmecké nížině, horských oblastech a alpských předhůřích * postižené oblasti: především voda, infrastruktury, hospodářství | * aglomerace v údolích vodních toků Severoněmecké nížiny * postižené oblasti: především voda, infrastruktury, hospodářství |
| **Změna druhového složení a přirozených vývojových fází vlivem postupného nárůstu teplot** | **Škody na pobřežích vlivem vzestupu mořské hladiny a bouřlivých přílivů** |
| * moře a venkov * postižené oblasti: především zdraví, krajina, voda | * pobřežní oblasti * postižené oblasti: především voda, infrastruktury, hospodářství |
|  | | | |

***Obr. 3-6: Zasaženost regionů a následky změny klimatu přesahující jednotlivé oblasti aktivit[[6]](#footnote-7)***

Systém monitorování je v průběhu aktualizace prověřován a upravován s cílem zahrnout i nové poznatky a údaje. V současnosti se pracuje na úpravě indikátorů monitorování Německé adaptační strategie zejména z hlediska aktivit v oblastech vodního režimu, vodního hospodářství, ochrany pobřeží a mořského prostředí. Ale i spolkové země rostoucí měrou vyvíjejí systémy k monitorování následků změny klimatu a adaptace, které je třeba zohlednit.

Proto probíhají v rámci německého pracovního společenství spolkových zemí a SRN pro vodu (LAWA) od poloviny roku 2016 konkrétní práce zaměřené na prověření vodohospodářských indikátorů klimatu ve stávajících programech monitorování jednotlivých spolkových zemí a na přípravu doporučení ke sjednocení koncepcí monitorování a indikátorů[[7]](#footnote-8). V této souvislosti byly prověřeny indikátory mj. v těchto tematických okruzích:

* hydrologie: dlouhodobý průměrný průtok, sucho, povodeň;
* podzemní vody: množství a jakost;
* stojaté vody: teplota vody, trvání období stagnace, začátek výskytu vodního květu na jaře, znečištění koupacích vod sinicemi;
* tekoucí vody: teplota vody, indikátor biocenózy KLIWA-IndexMZB, péče o vodní zdroje: obnovitelné zdroje a vodní režim, index užívání vody.

Střednědobým cílem je optimalizovaný a konzistentní postup jak mezi spolkovou vládou a spolkovými zeměmi, tak mezi spolkovými zeměmi navzájem. K tomuto účelu by měly být vysvětleny souvztažnosti, ze kterých indikátory vycházejí. Dále by měly být definovány podmínky jejich aplikace a požadavky na jejich vyhodnocení a dále naformulována kritéria výběru měřicí sítě nebo vodoměrných stanic. Při úpravě stávajících indikátorů by měly být zohledněny i evropské a mezinárodní aktivity.

Zde nejsou analyzovány žádné složité indexy (ovšem ani meteorologické sucho způsobené především povětrnostními situacemi), naopak hlavní pozornost je věnována malým průtokům v řekách. Jako veličiny, které je třeba sledovat, jsou dostačující NMxQ (průměrný x denní minimální průtok), maxD (počet všech dní daného roku, ve kterých je průtok menší než zvolená prahová hodnota) a sumD (počet dní nej­delšího období daného roku, ve kterém je průtok menší než zvolená prahová hodnota) /Pravidla Německého svazu vodního hospodářství a vodních staveb (DVWK-Regel) č. 120 a 121/, a to na základě analýzy pravděpodobností výskytu, tedy N-letých minimálních průtoků jako jsou N-leté NM7Q nebo N-letá trvání maxD.

1. Další informace a výsledky hodnocení sucha v roce 2015 jsou k dispozici v publikaci MKOL:

   Hydrologické vyhodnocení sucha v povodí Labe v roce 2015 [↑](#footnote-ref-2)
2. 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 [↑](#footnote-ref-3)
3. 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. [↑](#footnote-ref-4)
4. 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\_Indikatory\_sucha.pdf , [cit. 2015-11-17] [↑](#footnote-ref-5)
5. Bundesregierung 2015: Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Stand 16.11.2015 (http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\_BMU/Download\_PDF/Klimaschutz/klimawandel\_das\_fortschrittsbericht\_bf.pdf) [↑](#footnote-ref-6)
6. zdroj obrázku: Bundesregierung 2015: Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Stand 16.11.2015 (http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\_BMU/Download\_PDF/Klimaschutz/klimawandel\_das\_fortschrittsbericht\_bf.pdf) [↑](#footnote-ref-7)
7. LAWA 2017: Entwurf Wasserwirtschaftliche Klima-Indikatoren in vorhandenen Monitoring-Programmen – Überprüfung und Handlungsempfehlungen, Herausgeber: Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Stand: 25.09.2017 [↑](#footnote-ref-8)