

ÚKOL: „Činnosti k podpoře výkonu státní správy v problematice SUCHO v roce 2016“, úkolový list 31

Dílčí úkol 1

Řešení problematiky úkolu A/2, bod 1

Dopracování souhrnných hodnotících kritérií intenzity hydrologického sucha a zpřesněné hodnocení kvantitativního stavu vod a vodních útvárů v souladu se Směrnicí 2000/60/ES

Zpracoval: Ing. Radek Vlnas
VÚV T.G.M., v.v.i., odbor 211

Název organizace:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6

Ředitel:

Mgr. Mark Rieder

Zadavatel:

Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 1442/65, 100 10 Praha 10

Zástupce zadavatele:

Ing. Tereza Davidová, Ph.D.

Úkolový list 31:**Řešení problematiky úkolu A/2, bod 1**

Dopracování souhrnných hodnotících kritérií intenzity hydrologického sucha a zpřesněné hodnocení kvantitativního stavu vod a vodních útvarů v souladu se Směrnicí 2000/60/ES

Zahájení a ukončení projektu:

01/2016–06/2016

Místo uložení zprávy:

SVTI VÚV TGM, v.v.i.

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Ing. Anna Hrabánková

Vedoucí řešitel:

Josef Vojtěch Datel, Ph.D

Řešitel dílčího úkolu:

Ing. Radek Vlnas

Obsah

1.	ÚVOD	7
2.	STÁVAJÍCÍ SITUACE.....	8
2.1.	Definice sucha a nedostatku vody	8
3.	MONITORING SUCHA VE SVĚTĚ.....	13
3.1.	Evropa – European Drought Observatory.....	13
3.2.	Německo (Bavorsko).....	14
3.3.	Další evropské státy	19
3.4.	Kanada (Britská Kolumbie).....	20
3.5.	USA – U.S. Drought Monitor	22
3.6.	USGS.....	23
3.7.	Celosvětový monitoring sucha.....	24
4.	MONITORING SUCHA V ČR	27
4.1.	Monitoring sucha v ČHMÚ	27
4.2.	Projekt Intersucho.....	35
5.	KRITÉRIA PŮDNÍHO A ZEMĚDĚLSKÉHO SUCHA	39
5.1.	Multikriteriální analýza zranitelných území – vymezení zranitelných pozemků	39
5.2.	Indikátory půdního a zemědělského sucha	41
5.3.	Vztah indikátorů hydrologického a zemědělského sucha.....	42
6.	NÁVRH INDIKÁTORŮ HYDROLOGICKÉHO SUCHA PRO ČR	44
6.1.	Koncept SPI	44
6.2.	Ověření indikátorů sucha.....	48
7.	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY.....	58
8.	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ	61

1. ÚVOD

Vláda ČR v roce 2015 schválila materiál „Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody“, který obsahuje návrh souboru opatření vedoucích k minimalizaci dopadů sucha na území ČR (usnesení vlády č. 620/2015) s plněním úkolů jednotlivých opatření na období 2015–2018. V tomto ohledu OOV MŽP průběžně připravuje návrhy řešení dílčích úkolů, za které je zodpovědný a reaguje na podněty k řešení jiných subjektů. Předkládaný materiál je výsledkem zadání úkolového listu 31. Výstupem řešených bodů 1 až 7 jsou odborná zpráva zahrnující následující body:

- analýza dostupných podkladů a zhodnocení současného stavu a úrovně řešení
- formulace odborných a metodických závěrů (dostupných v návaznosti na uskutečněné výzkumy a doposud řešené projekty) využitelných pro připravovanou vládní koncepci řešení dopadů sucha na území ČR, včetně formulace existujících neznalostí a nejistot.
- doporučení dalšího postupu do budoucna za účelem zajištění komplexního řešení problematik a odstranění zjištěných neznalostí a nejistot

Řešení zadané problematiky probíhalo na základě dostupných existujících dat a závěrů provedených výzkumů. Věcný ani finanční rozsah úkolu neumožňuje sběr, nákup ani interpretaci nových dat, ani žádné jiné terénní práce (návrhy řešení pilotních lokalit apod.). Spolupráce s dalšími institucemi (ČHMÚ, SPÚ apod.) probíhala na úrovni dobrovolných kontaktů a konzultací.

Tato zpráva se věnuje bodu 1 Řešení problematiky úkolu A/2 „Zajistit dopracování souhrnných hodnotících kritérií intenzity hydrologického sucha a zpřesněné hodnocení kvantitativního stavu vod a vodních útvarů v souladu se Směrnicí 2000/60/ES“. Náplní úkolu bylo:

1. Analýza **legislativních požadavků** na zpřesněné **hodnocení kvantitativního stavu vod** s ohledem na kritéria intenzity hydrologického sucha
2. Posouzení a zhodnocení **materiálů** resortu **MZe** týkajících se **kritérií půdního a zemědělského sucha** a jejich vztahu s kritérii hydrologického sucha
3. Sběr odborných podkladů týkajících se **provedených prací** ohledně **kritérií** intenzity hydrologického **sucha, včetně** zpracování **zahraničních** přístupů a zkušeností
4. Zpracování a analýza dostupných **realizovaných výzkumů** hodnotících **kritérií a indexů** intenzity hydrologického sucha, **zkušenosti s dosavadní aplikací**
5. Zpracování **závěrů a doporučení pro** připravovanou vládní **koncepci** řešení dopadů sucha na území ČR

2. STÁVAJÍCÍ SITUACE

Sucho je jedním z nejvíce nákladných rizik souvisejících s počasím. V roce 2015 zasáhlo dlouhotrvající sucho zejména střední a východní Evropu. V některých regionech se jednalo o vůbec nejsušší (severní Slovensko) a v jiných zemích (Česká Republika, Polsko) o druhé nejsušší léto za posledních 50 let (po roce 2003) (Van Lanen *et al.*, 2016).

Díky historickému rozvoji infrastruktury vodního hospodářství v ČR v podobě vybudovaných vodních nádrží či vodovodů nedošlo v roce 2015 ke krizovým dopadům (např. významným přerušením dodávek vody domácnostem). Nicméně některé sektory hospodářství byly ovlivněny velmi významně (např. výnosy některých zemědělských plodin, hydroenergetika, průmysl). Velikost sucha je, z důvodu jeho komplexního vývoje a dopadů, velmi obtížné vyhodnotit jedním kritériem, přesto je zjevné, že sucho v roce 2015 lze srovnávat se známými historickými epizodami sucha, např. 1947 či 2003 (ČHMÚ, 2015).

Na sucho je často nahlíženo z klimatického hlediska (Herring *et al.*, 2015; Heim, 2015), s velikostí sucha definovanou jako odchylka od normálních podmínek (např. teplota povrchu moře, geopotenciální výška, srážky nebo teplota). Normalizované odchylky klimatických veličin, jako je Standardized Precipitation Index (SPI, McKee *et al.*, 1993, WMO, 2006) a v poslední době vyvinutý Standardized Precipitation–Evapotranspiration Index (SPEI, Vicente-Serrano *et al.*, 2010), se staly běžnými nástroji pro popis sucha. Ačkoli se ukázala použitelnost obou indexů v širokém rozsahu hydroklimatických režimů, je třeba sledovat dopady klimatických a povětrnostních jevů více systematicky (Stahl *et al.*, 2016). Mnoho se suchem souvisejících dopadů (např. zásobování vodou, výroba energie, vodní doprava, stav vodních ekosystémů) je více spojeno s hydrologií než pouze s vývojem počasí (Van Lanen *et al.*, 2016).

V České republice není problematika sucha legislativně dostatečně ukotvena. Hodnocení sucha a příprava navržených opatření pro zvládnutí sucha probíhá do značné míry až pod tlakem jeho reálných projevů, jako byly epizody v letech 2003, 2012 nebo zatím nejvýrazněji 2015, a méně již formou aktivní přípravy na extrémní epizodu sucha, která nás pravděpodobně stále teprve čeká. V roce 2015 byla sice ustanovena mezirezortní skupina VODA-SUCHO, jejíž úvodní materiál s návrhem opatření proti suchu byl připraven ve VUV T.G.M., teprve v reálných krocích, které se skupině podaří dohodnout a prosadit se ukáže, nakolik se podaří potlačit různé často partikulární zájmy.

První krok v těchto opatřeních bezesporu představuje monitoring a hodnocení sucha. Všechny formy sucha v různé míře vyhodnocuje ČHMÚ, na zemědělské sucho je orientován projekt Intersucho. Tato hodnocení probíhají jednou týdně. Následující text představuje způsoby hodnocení sucha u nás a ve světě a jejich kontext.

2.1. Definice sucha a nedostatku vody

Termíny nedostatek vody a sucho jsou komplexní. Neexistuje vědecká dohoda o jejich přesné definici, zejména pokud jde o sucho. Vzhledem k velmi podobným účinkům obou událostí vodohospodáři, veřejnost a média používají oba termíny často *nejasným* způsobem. Kromě toho, různé členské státy rovněž používají různé pojmy a definice nedostatku vody a sucha podle jejich konkrétní situace a potřeby vývoje opatření v reakci na problémy v souvislosti s nedostatkem vody vyplývajících z těchto situací.

Máme-li se zabývat monitoringem sucha a nedostatku vody, je vhodné nejprve odlišit oba termíny.

Dokumenty EU a SNS

Hlavní definice používané na úrovni EU pro sucho a nedostatek vody jsou zahrnuty v následujících dokumentech (Schmidt *et al.*, 2012):

Souhrn politik o nedostatku vody a suchu schválený na neformálním setkání vodních ředitelů Evropské unie, kandidátských zemí a zemí EFTA v Salzburgu (1. a 2. června 2006). Dokument neposkytuje konkrétní definice, ale vyzdvihuje následující aspekty problému:

„... Je důležité rozlišovat mezi nerovnováhou na straně požadavků a ariditou. Nerovnováha vzniká, když nároky na vodu překročí kapacitu přírodního systému. Ariditu, která je přirozená, popisuje nízká dostupnost vody v ekosystému vzhledem k nízkým srážkám nebo vysoké evapotranspiraci. Stejně tak je důležité rozlišovat mezi dlouhodobou ariditou jako průměrnou vlastností přírodního systému a situací sucha, která indikuje odchylku od průměrné situace, ale která je stále součástí přirozené variability. Rovněž je třeba rozlišovat mezi přechodnými obdobími nedostatku vody z důvodu mimořádného sucha a dlouhodobé nerovnováhy dostupných vodních zdrojů a požadavků na vodu. Oba jevy vyžadují jiný druh opatření a činností.“

MED Joint Process WFD/EUWI Water Scarcity Drafting Group:

„... sucho je normální, opakující se rys klimatu, ačkoli je často mylně považováno za neočekávanou a mimořádnou událost. Vyskytuje se prakticky ve všech klimatických pásmech, ale jeho vlastnosti se regionálně značně liší. Je to dočasná odchylka v rámci přirozené variability. Liší se od aridity, což je dlouhodobý, průměrný rys klimatu ...

Sucho je obecně výsledkem kombinace přírodních faktorů, které mohou být zdůrazněné antropogenními vlivy. Primární příčinou jakéhokoli sucha je nedostatek srážek, a zejména intenzita, načasování a plošná distribuce tohoto nedostatku ve vztahu ke stávajícím zásobám vody a požadavků na vodu. To může vést k nedostatku vody nezbytné pro fungování přírodních (ekologických) systémů, a/nebo nezbytné pro určité lidské činnosti ...“

Nedostatek vody je "... nerovnováha mezi dodávkami vody a poptávkou po vodě je situace, kdy není dostatek vody k uspokojení dlouhodobých průměrných požadavků na vodu ... Nicméně definování nedostatku pro účely tvorby politik je velmi obtížné. Pojem "nedostatek vody" má tyto specifické významy: nerovnováha mezi nabídkou a poptávkou v rámci převažující institucionální podmínky a/nebo cen, přebytek poptávky nad dostupným množstvím a/nebo vysoká míra využití v porovnání s dostupnými dodávkami, zejména v případě, je-li zbývající potenciál pro dodávky vody slabý nebo nákladný ..."

The 2007 Communication on Water Scarcity & Droughts:

„... zatímco „suchem“ se rozumí dočasné snížení dostupného množství vody, které je způsobené například nedostatkem srážek, „nedostatek vody“ znamená, že poptávka po vodě převyšuje kapacitu vodních zdrojů využívaných za trvale udržitelných podmínek ...“.

CIS Drought Management Plan Report následuje definice Communication z roku 2007, a dodává navíc, že „... zatímco pojmy „nedostatek vody“ a „sucho“ jsou běžně používány zaměnitelně, jedná se o zcela odlišné jevy ovlivněné postupy řízení ve vodním hospodářství a přirozenými příčinami ...“.

CIS Guidance Document on exemptions to the environmental objectives definuje, že „... sucho – na rozdíl od nedostatku vody – je nepředvídatelný přirozený jev. Nástup sucha není způsoben lidskou činností. Avšak dopady epizody sucha mohou být zhoršeny nevhodným managementem...“.

CIS Guidance Document on River basin management in a changing climate definuje:

„... pojem „sucho“ znamená dočasnou odchylku od dlouhodobého průměru nebo normálních podmínek v hydrologickém kontextu s ohledem na zásobování vodou. Vzniká zpravidla v důsledku značného poklesu srážek s významným trváním a se značným prostorovým rozsahem.

Sucho může být dále způsobeno např. zvýšením teploty vzduchu a následně vyšší mírou evapotranspirace. Propagace sucha prostřednictvím koloběhu vody může způsobit dočasný nedostatek v zásobování vodou. Dopady tohoto nedostatku jsou závislé na zranitelnosti a schopnosti reakce na straně požadavků na vodu. Změna klimatu může mít vliv na postupnou změnu průměrných podmínek, stejně jako na frekvenci a velikost odchylky, a tím dále ovlivňuje výskyt období sucha.

Pojem „nedostatek vody“ znamená dlouhodobou nerovnováhu mezi dodávkami vody a poptávkou v regionu nebo v systému zásobování vodou... Změna klimatu může vytvořit nebo zesílit problém nedostatku vody v regionu, a to buď snížením dostupnosti vodních zdrojů nebo v důsledku zvýšení poptávky po vodě ...".

Další zdroje

Hlavní webové stránky pro „nedostatek vody a sucho“ Evropské komise zahrnuje samostatné definice a doplňující informace o příčinách, indikátory a předpovědi, včetně souboru map. Definice uvedená pro období sucha je podobná textu Communication z roku 2007 a definice, která se týká nedostatku vody, „... nastává tam, kde nejsou dostatečné vodní zdroje pro uspokojení dlouhodobých průměrných požadavků. Jedná se o dlouhodobou nerovnováhu, která kombinuje nízkou dostupnost vody s úrovní poptávky převyšující kapacitu nabídky přírodního systému.“

European Drought Observatory (EDO) zdůrazňuje, že „sucho je jednou z hlavních katastrof souvisejících s počasím. Trvá měsíce nebo roky, může mít vliv na rozsáhlé oblasti a vážné environmentální, sociální a ekonomické dopady. Tyto dopady jsou závislé na době trvání, závažnosti a plošném rozsahu deficitu srážek, ale také, a to do značné míry, na socio-ekonomické a environmentální zranitelnosti ovlivněných zasažených oblastí.“

Podle European Environmental Agency „sucho vyplývá z kombinace meteorologických, fyzikálních a lidských faktorů. Primárně příčinou jakéhokoli sucha je nedostatek dešťových srážek ... a antropogenní vlivy zahrnující poptávku po vodě ...“. Nedostatek vody je spojen s nadměrným užíváním, a "... sucho se liší od nedostatku vody, jedná se o přirozený jev, který je dán dlouhodobým a rozsáhlým výskytem podprůměrné dostupnosti vody ...".

Podle výzkumného projektu Xerochore 2007 počasí vytváří progresivní řadu důsledků v různých oblastech, jako jsou nižší výnosy plodin, menší příspěvky k průtokům vodních toků a doplnění zásob podzemních vod, problémy se zásobováním pitnou vodou i vodou k jiným účelům, atd. V důsledku toho exerti rozlišují několik typů sucha: meteorologické, zemědělské, hydrologické a socioekonomické.

Návrh definic

Z hlediska přijímaných opatření je tedy nutné rozlišovat mezi termíny „sucho“ a „nedostatek vody“. Toto rozlišení je vhodné provést na základě příčin obou jevů a příležitosti k přijímání opatření. Základní rámec pro oba termíny při tvorbě politik na evropské úrovni poskytuje **Tab. 2.1.1**.

Tab. 2.1.1 Rozlišení sucha a nedostaku vody na základě příčin jevu a jeho trvání

		Časové měřítko		
		Krátkodobé (dny, týdny)	Střednědobé (měsíce, sezóny, roky)	Dlouhodobé (desetiletí)
Příčiny	Přírodní	Suché období	Sucho	Aridita
	Umělé	Nedostatek vody	Nouze o vodu	Desertifikace

Termín sucho tedy definuje přírodní jevy se střednědobým trváním a termín nedostatek vody se používá pro antropogenně vzniklé situace rovněž ve střednědobém horizontu. To je klíčové pro aktivity politiky EU. Tyto aktivity rovněž pozitivně ovlivňují dlouhodobé projevy sucha a nedostatku vody. Krátkodobými projevy sucha a nedostatku vody se zabývají akcí (voda) příslušné orgány pro správu vodních zdrojů formou vhodného managementu. Kromě toho platí, že aridita a desertifikace nemůže být definována pouze z hlediska jejich delšího trvání.

Následující definice by mohly usnadnit společné chápání sucha a nedostatku vody ze strany Evropské komise a členských států, jsou-li schváleny vodními řediteli:

Definice sucha

Sucho je přirozený jev. Jedná se o dočasnou negativní a výraznou odchylku od průměrné hodnoty srážek (deficit srážek), která trvá značné časové období a postihuje velké oblasti, a která může vést k meteorologickému, zemědělskému, hydrologickému a socio-ekonomickému suchu v závislosti na její velikosti a trvání.

Definice nedostatku vody

Nedostatek vody je umělý jev. Jedná se o opakující se nerovnováhu, která vzniká z nadužívání vodních zdrojů, způsobeného spotřebou, která je výrazně vyšší než obnovitelnost přírodních zdrojů vody. Nedostatek vody může být prohlouben znečištěním vody (snižuje vhodnost pro různá využití vody) a během epizod sucha.

Hydrologické sucho

Výše uvedené definice jasně rozlišují sucho coby přirozený jev a nedostatek vody jako jev způsobený nadužíváním vodních zdrojů, tedy uměle a lze proti nim mít těžko jiných námitek než, že:

- odchylkou od srážek definované sucho splňuje současně definici meteorologického sucha
- nedostatek vody vzniká tehdy, je-li spotřeba výrazně vyšší než obnovitelnost přírodních zdrojů a pouze může být prohlouben během epizod sucha. Domníváme se, že nedostatek vody může být nejen prohlouben, ale může i vzniknout jako přímý důsledek epizody sucha bez nutnosti trvalého nadužívání

S ohledem na to, že výše uvedené definice byly navrženy za účelem univerzální platnosti v rámci EU, navrhuje jejich užší specifikaci pro podmínky ČR v tomto znění:

Meteorologické sucho je přirozený jev. Jedná se o dočasnou negativní a výraznou odchylku od průměrné hodnoty srážek (deficit srážek), která trvá značné časové období a postihuje velké oblasti.

Uvedenou definici sucha lze analogicky aplikovat na sucho hydrologické:

Hydrologické sucho je přirozený jev. Jedná se o dočasnou negativní a výraznou odchylku od průměrné velikosti průtoku vodních toků (sucho v povrchových vodách, deficit odtoku) nebo od průměrného stavu podzemních vod (sucho v podzemních vodách, deficit zásob podzemní vody), která trvá značné časové období a postihuje velké oblasti. Příčinou hydrologického sucha je střednědobé meteorologické sucho.

Nedostatek vody je umělý jev. Jedná se o nerovnováhu, která vzniká z nadužívání vodních zdrojů, způsobeného spotřebou, která je vyšší než obnovitelnost přírodních zdrojů vody. Nedostatek vody může také vzniknout nebo být prohlouben během epizod sucha nebo v důsledku znečištění vody.

Nedostatek vody během epizod sucha nebo v důsledku znečištění vody může být zmenšen přijímáním vhodných opatření, jako např. nalepšováním malých průtoků manipulacemi na nádržích, propojením vodárenských a vodohospodářských soustav, zapojením záložních zdrojů (jímací území) vody apod.

Podle návrhu metodiky Vlnas (2015) se předpokládá, že vyhlášení stupňů sucha by bylo v kompetenci ČHMÚ. O tom zda a jak závažný nedostatek vody v důsledku sucha nastal by rozhodovaly orgány ochrany před suchem OOS na základě doporučení Komise pro zvládání sucha KZS (Hrdinka *et al.*, 2015).

Reference:

ČHMÚ (2015) Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015. ČHMÚ Praha, prosinec 2015, 160 pp.

Heim RR Jr (2015) An overview of weather and climate extremes—products and trends. *Weather and Climate Extremes* **10**: 1–9. DOI:10.1016/j.wace.2015.11.001.

Herring SC, Hoerling MP, Kossin JP, Peterson TC, Stott PA (Eds) (2015) Explaining extreme events of 2014 from a climate perspective. *Bulletin American Meteorology Society* **96**(12): S1–S172.

McKee TB, Doesken NJ, Kleist J (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CL 17–22 January 1993; 179–183.

Schmidt, G., Benítez, J.J., Benítez, C. (2012) Working definitions of Water scarcity and Drought. European Commission, Intecsa-Inarsa s.a.

Stahl K, Kohn I, Blauhut V, Urquijo J, De Stefano L, Acacio V, Dias S, Stagge JH, Tallaksen LM, Kampragou E, Van Loon AF, Barker LJ, Melsen LA, Bifulco C, Musolino D, de Carli A, Massarutto A, Assimacopoulos D, Van Lanen HAJ (2016) Impacts of European drought events: insights from an international database of text-based reports. *Natural Hazards Earth System Sciences* **16**: 801–819. DOI:10.5194/nhess-16-801-2016.

Van Lanen, H. A. J. et al (2016) Hydrology needed to manage droughts: the 2015 European case *Hydrol. Process.* Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/hyp.10838

Vicente-Serrano SM, Beguería S, López-Moreno JI (2010) A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index—SPEI. *Journal of Climate* **23**: 1696–1718. DOI:10.1175/2009JCLI2909.1.

WMO (2006) Drought monitoring and early warning: concepts, progress and future challenges, WMO-No. 1006, 26 pp. World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland.

Hrdinka, T., Vlnas, R., Kašpárek, L. (2015) Návrh koncepce řešení krizové situace výskytu sucha a nedostatku vody v České republice. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 49 pp. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <<http://sucho.vuv.cz>>

Vlnas, R. (2015) Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 18 pp. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <<http://sucho.vuv.cz>>

3. MONITORING SUCHA VE SVĚTĚ

V následujícím textu jsou představeny vybrané indikátory sucha tak, jak jsou využívány v jednotlivých státech nebo regionech. Přestože existuje velké množství indikátorů sucha, v běžné praxi je jejich výběr zúžen. Nejprve je představeno užití jednotlivých indikátorů sucha v rámci European Drought Observatory, jenž představuje pracoviště, které se zabývá celoevropským monitoringem sucha, následně je představen systém monitoringu sucha v Bavorsku, které mělo jako jeden z prvních střeoevropských států rozvinutý systém monitoringu sucha. Z mimoevropských zemí je představen monitoring sucha v Britské Kolumbii a USA a dále celosvětový monitoring sucha s využitím družicových snímků.

3.1. Evropa – European Drought Observatory

Souhrnným monitoringem sucha na území Evropy se zabývá Joint Research Centre pod hlavičkou European Drought Observatory (EDO) (EDO, 2016). Hlavní výstupy z činnosti tohoto centra jsou k dispozici na internetu na adrese: <http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>



Obr. 3.1.1 Webová stránka EDO s mapou aktuálního ohrožení suchem v Evropě (zdroj: EDO, 2016)

Titulní stránka EDO uvádí přehlednou mapu se zobrazením oblastí postižených suchem (**Obr. 3.1.1**). Na této mapě je zobrazen tzv. kombinovaný indikátor sucha (Combined Drought Indicator – CDI), který byl vyvinut v EDO (CDI, 2016). Jeho maximální rozlišení je 5 km a pro území Evropy je vyhodnocován v 10denním intervalu pro 6 úrovní. Způsob stanovení CDI je v **Tab. 3.1.1**.

Indikátor CDI kombinuje tři indikátory – hodnocení srážkových úhrnů pomocí indexu SPI (resp. jeho měsíční a 3měsíční varianty), dále vlhkost půdy (indikátor pF) a nakonec množství fotosyntézou absorbovaného aktivního záření (fAPAR – Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation), což je vlastně množství sluneční energie, která je vstřebávána vegetací a vyjadřuje množství přírůstků zelené hmoty. Na základě kombinace těchto indikátorů pak vzniká výsledná hodnota CDI indexu.

Tab. 3.1.1 Vymezení Kombinovaného indikátoru sucha (EDO, 2016)

Typ hlášení	Stupeň	Vymezení pomocí mezních hodnot veličin
Upozornění (watch)	1	$SPI1 < -2$
	2	$SPI3 < -1$
	3	$SPI3 < -1$ a $SPI12 < -1$
Varování (warning)	1	Odchylka $pF > 1$ a $SPI1 < -2$
	2	Odchylka $pF > 1$ a $SPI3 < -1$
	3	Odchylka $pF > 1$ a $SPI3 < -1$ a $SPI12 < -1$
Poplach (alert)	1	Odchylka $fapar < -1$ a $SPI1 < -2$
	2	Odchylka $fapar < -1$ a $SPI3 < -1$
	3	Odchylka $fapar < -1$ a $SP3 < -1$ a odchylka $pF > 1$
	4	Odchylka $fapar < -1$ a $SP3 < -1$ a $SPI12 < -1$ a odchylka $pF > 1$

Kromě zobrazení komplexního indikátoru CDI v mapě lze na stránkách EDO vygenerovat mapy a grafy vývoje jednotlivých dílčích indikátorů i CDI a využít mnoho dalších funkcí (export vypočtených údajů, map apod.).

3.2. Německo (Bavorsko)

Na území Německa je vyhodnocování průběhu sucha i povodní v kompetenci jednotlivých spolkových zemí. Existuje tak zde několik různě složitých systémů na monitoring sucha.

Jeden z nejkomplexnějších systémů pro monitoring sucha má od roku 2008 Bavorsko (NIB, 2016) (**Obr. 3.1.2**). Jeho administrací je pověřen Spolkový úřad pro životní prostředí, který hodnotí intenzitu sucha pomocí průtoků a jejich odchylek od normálu, dále pomocí úhrnů srážek, teploty vody, stavu podzemních vod, jezer a akumulčních nádrží a v omezené míře i hodnocením kvality vody.

Průtok

Hlavní stránka internetového portálu <http://www.nid.bayern.de/> obsahuje mapu s vodoměrnými stanicemi, které jsou barevně označeny podle toho, zda v daném profilu je sucho a dále následuje podrobnější popis epizody sucha, pokud se vyskytuje, a stručný výhled, jak se bude sucho v nejbližších dnech dále vyvíjet. Tyto zprávy jsou pak archivovány a jsou na stránce také dostupné.

Sucho je kvantifikováno do 4 kategorií v 550 vodoměrných stanicích pomocí průtoků z období let 1971–2000 (**Tab. 3.2.1**). U každého profilu je pak možno sledovat na detailním grafu průtoky za uplynulé měsíce, přičemž v grafu jsou vyznačeny i limitní hodnoty Q_{min} , Q_{365} a Q_{75} . Pro každou stanicí si lze také prohlédnout základní vyhodnocení průtoků – hraniční hodnoty pro jednotlivé limitní průtoky a vodní stavy, nejmenší a největší průtoky a další charakteristiky. Uvedeny jsou také základní charakteristiky o poloze profilu včetně mapy.

Niedrigwassersituation

Hier Region wählen



Abfluss: ● neuer Niedrigstwert ● sehr niedrig ● niedrig ● kein Niedrigwasser

Niedrigwassersituation vom Freitag, 10.06.16

Obr. 3.2.1 Hlavní stránka internetového portálu Bavorska pro monitoring sucha (zdroj: NIB, 2016)

Tab. 3.2.1 Kategorie sucha v Bavorsku podle velikosti průtoků (NBI, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Vymezení průtoků
1	Není sucho	Standardní stav
2	Nízký průtok	Průtok klesne pod Q_{75} daného měsíce
3	Velmi nízký průtok	Průtok klesne pod průtok Q_{365}
4	Nový záznam (nejmenší průtok)	Průtok je menší než doposud nejmenší naměřený Q_{min}

Srážky

Pro monitoring meteorologického sucha se v Bavorsku používá SPI index, jehož hodnoty jsou plošně interpolovány. Každému stupni SPI (extrémní sucho, silné sucho, mírné sucho, normál, mírné vlhko, silné vlhko, extrémní vlhko) odpovídá jedna barva.

Kromě indexu SPI je hodnocen i počet dnů beze srážek z 320 srážkoměrných stanic. Jako den beze srážek je definován den, kdy je denní úhrn srážek ve srážkoměrné stanici menší než 1 mm. Podle počtu dnů beze srážek je pak sucho klasifikováno podle stupnice uvedené v **Tab. 3.2.2**.

Tab. 3.2.2 Kategorie sucha v Bavorsku podle počtu dnů beze srážek (NBI, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Vymezení
1	Není žádné sucho	Počet dnů beze srážek do 10 dnů

2	11–15 dnů beze srážek
3	16–20 dnů beze srážek
4	Více než 21 dnů beze srážek

U každé srážkoměrné stanice lze poté srovnat úhrn srážek za poslední 3 měsíce s obvyklým úhrnem srážek z normálového období 1961–1990, zajímavé je i možné porovnání s úhrny srážek ze suchých roků 1976 a 2003 a popřípadě i zákres sucha, pokud se vyskytovalo. Dostupné jsou i základní informace o každé stanici.

Teplota vody

Při nízkých průtocích se voda rychleji otepluje a jsou tedy měřeny nadprůměrně vysoké teploty vody. Ty představují riziko z hlediska udržení jakosti vody, konkrétně problémy s eutrofizací vody, ohrožení ekosystémů, problémy pro průmysl a energetiku apod. Z tohoto důvodu se v Bavorsku vyhodnocuje i maximální denní hodnota teploty vody. Podle ní se pak klasifikuje ohrožení vzhledem k výskytu denního maxima (**Tab. 3.2.3**).

Tab. 3.2.3 Kategorizace maximální denní teploty vody v Bavorsku (NBI, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Vymezení max. denní teploty vody (kvantil)
1	Normální nebo nižší teplota	< 90
2	Vysoká teplota	> 90
3	Nový záznam	Nejvyšší denní hodnota teploty vody v historii pozorování

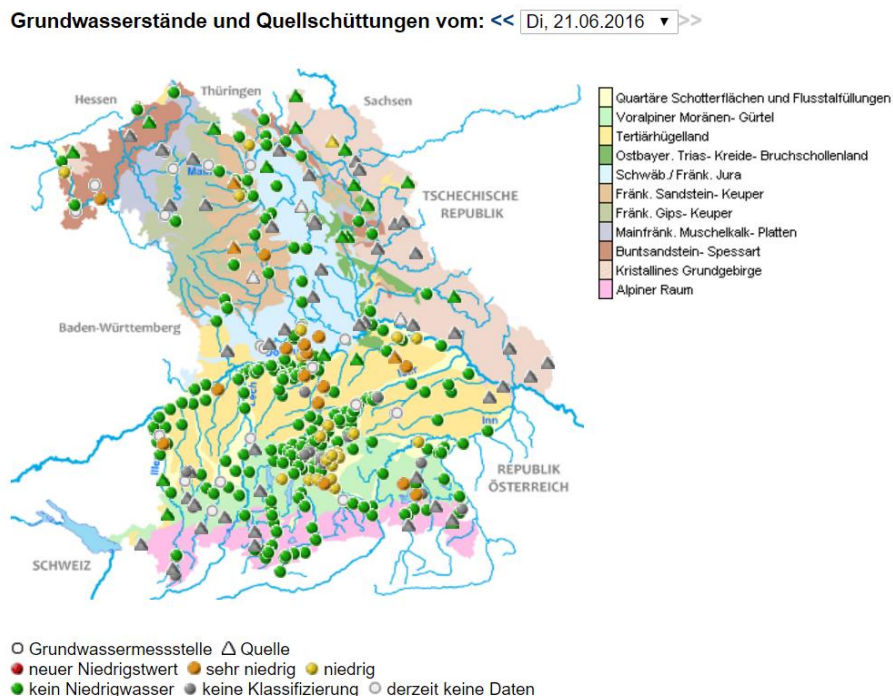
Podzemní vody

V Bavorsku se hodnotí i výška hladiny podzemních vod v hlubinných a mělkých vrtech. V mělkých vrtech hladina vody reaguje na výchyly relativně rychle, v hlubokých se projevuje až dlouhodobý nedostatek vody. Pro hodnocení období s nedostatkem vody se užívají datové řady delší než 5 let. Nízká hladina vody v podzemních vrtech je klasifikována 4 třídami, kategorie 1 normální stav rozlišuje ještě 3 podkategorie (**Tab. 3.2.4**).

Tab. 3.2.4 Kategorie sucha v Bavorsku podle výšky hladiny podzemní vody (NBI, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Podkategorie	Vymezení úrovně hladiny vody (kvantil)
1	Normální stav		> 25
		Velmi vysoký stav	> 90
		Vysoký stav	75–90
		Průměrný stav	25–75
2	Nízký stav		10–25
3	Velmi nízký stav		< 10
4	Nová nejnižší hodnota		Nejnižší naměřená hodnota v historii měření

Údaje ze všech stanic jsou zobrazeny v přehledné mapě (**Obr. 3.2.2**), na které je zobrazeno kromě aktuálního stavu vodní hladiny ve vrtech i hydrogeologické členění podle litologie. Kromě mapy celého Bavorska lze opět zobrazit i podrobnější mapu hlavních povodí.



Obr. 3.2.2 Monitoring sucha v Bavorsku – podzemní vody (zdroj: NBI, 2016)

Station DENGKOFEN 964

Grundwasserstände der letzten 12 Monate

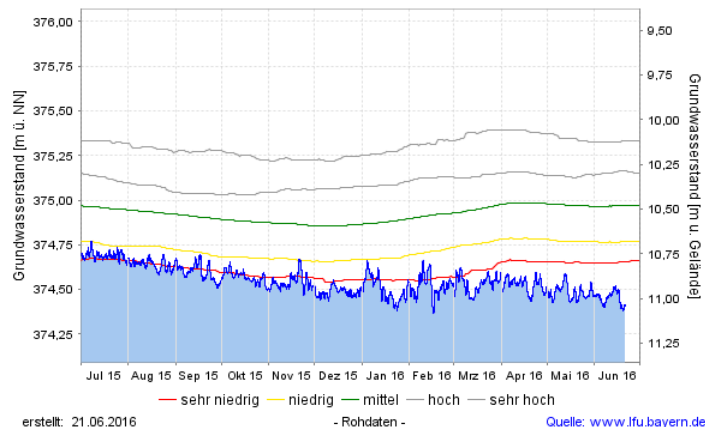
Situation: **sehr niedrig**
 Grundwasserstand [m ü. NN]: 374,41
 Grundwasserstand unter Gelände [m]: 11,04
 Geländehöhe [m ü. NN]: 385,45
 Letzter Messwert vom 21.06.2016

Messstelle: DENGKOFEN 964

Grundwasserleiter: Tertiär

Nr: 19137

Zeitraum: Jul 2015 - Jun 2016



Obr. 3.2.3 Monitoring sucha v Bavorsku – podzemní vod, jednotlivý objekt (zdroj: NBI, 2016)

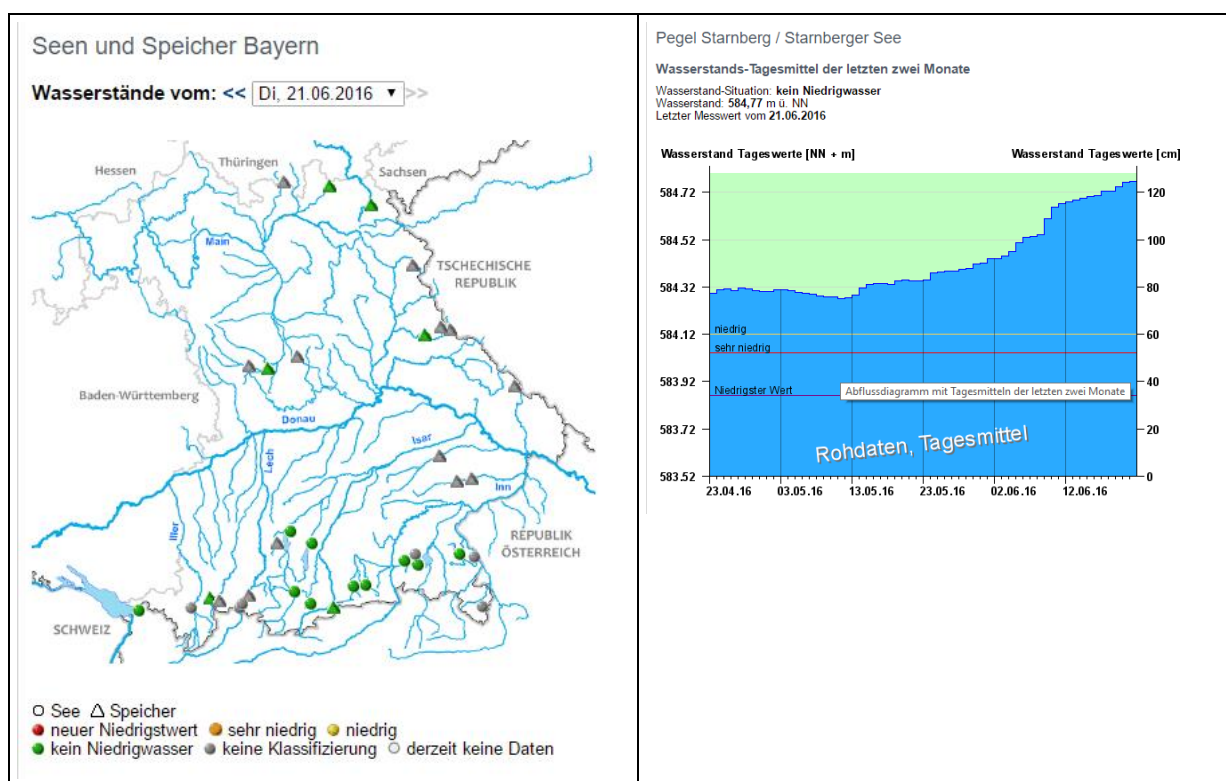
U jednotlivých objektů lze při zobrazení detailů o jejich měření porovnávat průběh hladiny vody v těchto vrtech za uplynulý rok (**Obr. 3.2.3**). V grafu je zakreslen průběh hladiny a hraničních intervalů pro jednotlivé stupně sucha.

Následují informace o poloze objektu a velmi podrobné tabelární i grafické statistické vyhodnocení údajů naměřených na profilu. Graficky je znázorněn mj. průběh hladiny ve vrtech za celou dobu pozorování či extrémní hodnoty pro jednotlivé měsíce. Pro vybrané profily je také k dispozici zobrazení úhrnů spadlých srážek a jejich vliv na hladinu vody v podzemních vodách.

Jezera a nádrže

V jezerech je nedostatek vody charakterizován podle kvantilu, pod jehož hodnotu hladina vody klesne (**Tab. 3.2.5**).

U přehradních nádrží je hodnocení odlišné. Je definován určitý objem vody, jenž by měl být k dispozici, aby mohly být nadlepšovány průtoky v období malých průtoků. Vůči naplněnosti pro zachování tohoto množství vody se nedostatek vody v přehradních nádržích pak dělí do 4 kategorií (**Tab. 3.2.6, Obr. 3.2.4**).



Obr. 3.2.4 Monitoring sucha v Bavorsku – stav zásob v nádržích (zdroj: NBI, 2016)

Pro jednotlivé profily je k dispozici vývoj výšky hladin jezer a přehradních nádrží za poslední 3 měsíce. U každého profilu jsou dále uvedeny základní informace o jeho poloze a pro většinu profilů také vybrané statistické ukazatele (hodnoty extrémních vodních stavů a nejvyšší vodní stavy).

Tab. 3.2.5 Kategorie sucha v Bavorsku podle výšky hladiny v jezerech (NBI, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Vymezení úrovně hladiny v jezerech (kvantil)
1	Normální stav	> 25
2	Nízký stav	10–25
3	Velmi nízký stav	< 10
4	Nová nejnižší hodnota	Nejnižší naměřená hodnota v historii měření

Tab 3.2.6 Kategorie sucha v Bavorsku podle výšky hladiny v přehradních nádržích (NBI, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Vymezení úrovně hladiny v nádržích (% objemu prostoru pro nadlepšení malých průtoků)
1	Není nízký stav	≥ 50 %
2	Nízký stav	25 až 50 %
3	Velmi nízký stav	< 25 %
4	Nová nejnižší hodnota	Nejnižší naměřená hodnota v historii měření

Kvalita vody

Na mnoha profilech v Bavorsku je měřeno i velké množství ukazatelů kvality vod. Pro hodnocení nízkých průtoků je důležité sledování zejména obsahu rozpuštěného kyslíku.

3.3. Další evropské státy

Na základě informací z Drought Management Plan Report (DMP, 2007) je uveden stručný popis monitoringu sucha ve vybraných evropských státech.

Ve **Španělsku** (DMP, 2007) existuje jednotný hydrologický indikační systém (HIS). Systém rozlišuje čtyři stavy ohrožení suchem – normální stav, stav bdělosti, stav pohotovosti, stav nouze, které jsou stanoveny podle zásoby vody v nádržích, hladiny podzemních vod, průtoků a srážek. Mezní hodnoty indikátorů jsou stanoveny na základě historických dat nebo na základě simulací.

V **Portugalsku** probíhá monitoring základních hydrologických veličin – srážek, průtoků, úrovně hladiny v nádržích a ve vrtech a monitoring kvality vody (DMP, 2007). Meteorologické sucho je identifikováno pomocí standardního srážkového indexu (SPI), Palmerova indexu sucha (PDSI) a pomocí regionálního modelu rozložení sucha s měsíčním krokem. Pokud sucho nastane, informuje meteorologický institut Komisi pro management vodních nádrží, která přehodnotí situaci na nádržích a případně informuje vládu, že by měl být zahájen monitoring sucha a program pro zmírňování jeho dopadů. Je také zahájena funkce Komise pro zvládání sucha, která řeší politické a strategické otázky a zároveň zahajuje funkci Technický sekretariát, který řeší technické a provozní problémy.

V **Itálii** byla zřízena služba Národního informačního zpravodaje o suchu (National Drought Bulletin), který funguje na základě informací z regionálních zpravodajů (DMP, 2007). Regionální zpravodaje zpracovávají meteorologická a hydrologická pozorování. Pro stanovení sucha využívají Standard Precipitation Index (SPI) a Palmer Drought Severity Index (PDSI). Indikátory sucha jsou navrženy v kontextu s charakterem klimatu. Během zimního období přichází až 75 % ročních srážek, zatímco v létě je to méně než 3 %. Sucho zpravidla přichází, pokud jsou nízké srážky během zimy. Pro určení

sucha jsou však zapotřebí rovněž hodnoty úrovně hladiny v nádržích a v podzemních zvodních. V některém roce je vyhlášeno meteorologické sucho, ale vzhledem k dostatečným zásobám v nádržích nedochází k dopadům na odběratele a opatření proti suchu nejsou zaváděna. Jednotný indikátor sucha však v zemi zatím není zaveden.

Hlavním parametrem sucha v **Nizozemí** je průtok v řekách Rýn a Meuse v místě, kde překonávají hranice státu (DMP, 2007). Mezní hodnota se pohybuje v návaznosti na aktuální fázi vegetačního období (např. pro Rýn od 1400 m³/s v květnu do 1000 m³/s v září). Doplnkovým parametrem je pohyblivý deficit srážek počítaný od 1. dubna do konce září.

Ve **Velké Británii** není přijata jednotná definice sucha (DMP, 2007). Potenciální sucho je signalizováno neobvykle nízkými srážkami spolu s poklesem říčních průtoků a poklesem hladiny podzemní vody. Sucho se vyznačuje jeho pozorovatelnými dopady. Vzhledem k tomu, že sucho je komplexní problém, místo definování různých stupňů sucha je upřednostňován návrh konkrétních opatření vhodných přesně pro danou situaci. Indikátory sucha jsou říční průtoky, úroveň hladiny podzemní vody, kumulované srážky porovnávané s historickými událostmi, škody na životním prostředí a úroveň hladiny ve vodních nádržích.

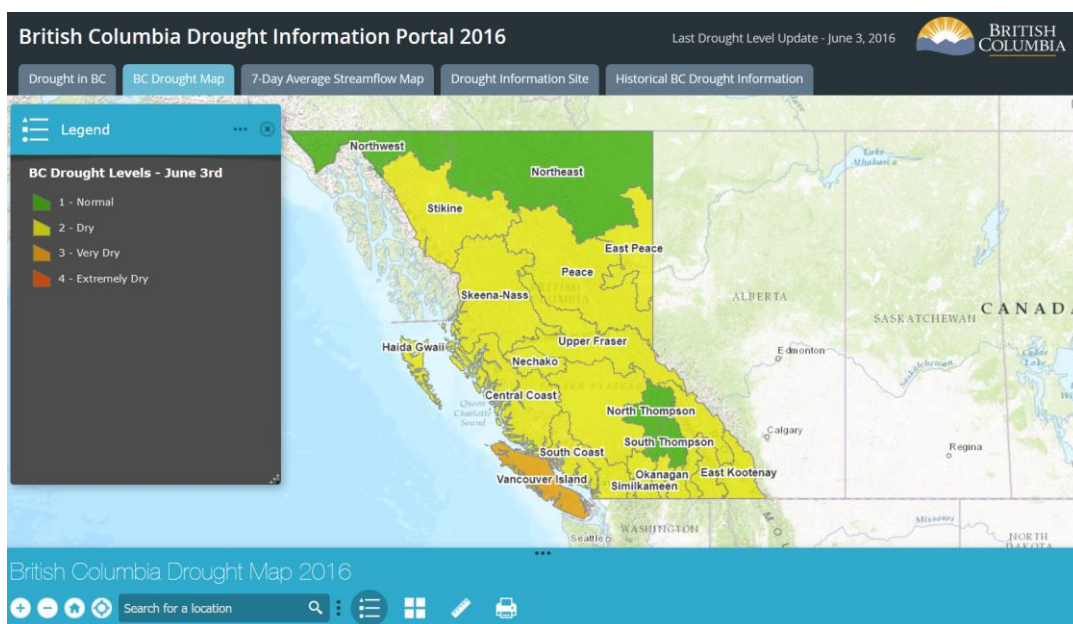
Ve **Finsku** je sucho hodnoceno především na základě srážek (DMP, 2007). Aktuální období nízkých srážek se porovnává se stejným obdobím v předešlých letech. Pokud jsou srážky nižší než dlouhodobý průměr zmenšený o dvě směrodatné odchylky, nastává sucho. Dalším důležitým faktorem, který je možno použít pro předpovídání sucha je vodní ekvivalent sněhu, úroveň hladiny v jezerech a nádržích a úroveň hladin podzemní vody.

3.4. Kanada (Britská Kolumbie)

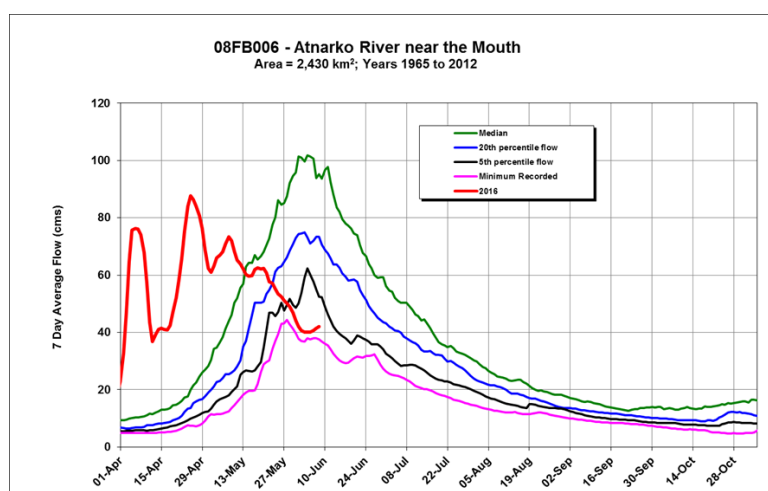
Systém indikátorů navržený pro Britskou Kolumbii zahrnuje základní a doplňkové indikátory (Econics, 2010; Econics, 2016). Mezi základní indikátory patří index sněhu na povodí stanovovaný jako průměr vodního ekvivalentu sněhu v procentech normálu z období 1971–2000, předpověď sezónního objemu odtoku, třicetidenní srážky vyjádřené v procentech dlouhodobého průměru a sedmidenní průměrný průtok Q7d vyjádřený v kvantilech historických dat (**Tab. 3.4.1**). Doplňkové indikátory zahrnují mj. hodnocení úrovně hladiny podzemních vod, víceleté trendy, přítoky do nádrží či stupně nebezpečí lesních požárů.

Tab. 3.4.1 Mezní hodnoty základních indikátorů sucha v procentech normálu (Econics, 2016)

Stupeň sucha	Charakteristika	Vodní ekvivalent sněhu	Sezónní odtok z povodí	30denní srážky	7denní průtok Q7d (kvantil)
1	Normální stav	> 80 %	> 80 %	> 80 %	> 25
2	Sucho	80–65 %	80–61 %	80–51 %	11–25
3	Výrazné sucho	< 65%	60–45 %	50–25 %	6–10
4	Extrémní sucho	–	< 45 %	< 25 %	< 6



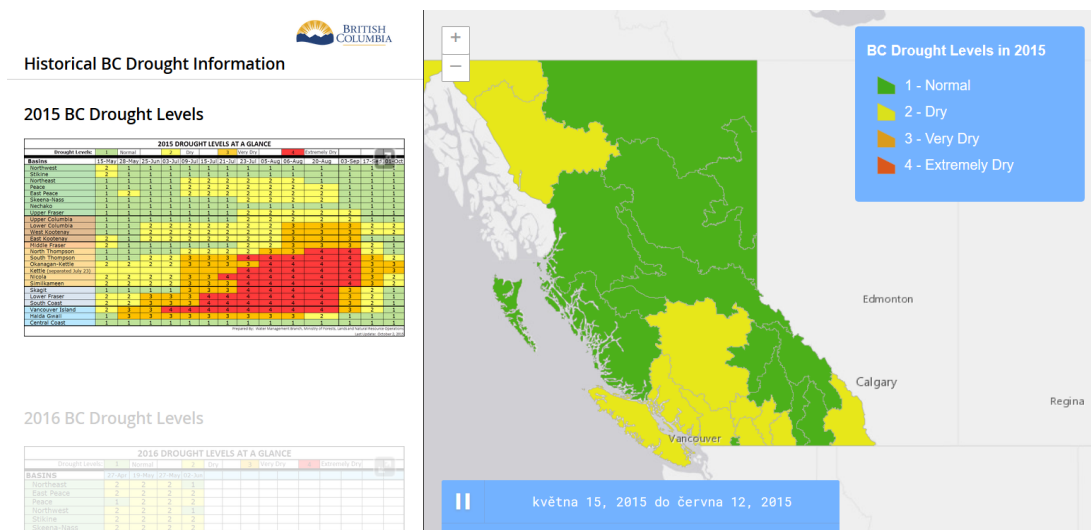
Obr. 3.4.1 Monitoring sucha v Britské Kolumbii (zdroj: BCDIP, 2016)



Obr. 3.4.2 Grafické znázornění odchylky průtoku od běžného stavu pro monitoring sucha v Britské Kolumbii (zdroj: River Forecast Center, 2016)

Systém indikátorů byl navržen na základě analýzy historických dat. Z nich vyplynulo, že v Britské Kolumbii nastává sucho v případech, kdy je nízká sněhová pokrývka, nízké jarní srážky v období od května do června nebo nízké letní srážky od července do srpna. Pro vznik sucha bylo zpravidla zapotřebí, aby se dvě z těchto tří událostí střetly. Na rozdíl od většiny států nejsou jednotlivé stupně sucha určovány jen na základě hodnot indikátorů, ale i podle zkušeností místních odborníků. Přechod od jednoho stupně sucha ke druhému určuje Technická pracovní skupina pro sucho. Aktivita během stupně jedna zahrnuje především posílení celkové připravenosti na sucho. Během druhého stupně se zahajuje informační kampaň a zavádějí se dobrovolná opatření, jejichž cílem je snížit spotřebu vody o 10 %. Třetí stupeň se vyznačuje již vážnými dopady na ekosystémy i socioekonomickými dopady. Důraz je stále kladen na dobrovolná omezení, ale začínají se zavádět i zákazy zalévání. Cílem je dosáhnout minimální úspory 20 %. Při čtvrtém stupni mezivládní pracovní skupina přijímá regulativní

opatření podle platných zákonů. Cílem je dosáhnout nejvyšší možné úspory vody. V případě úplné ztráty zásobování pitnou vodou nastává krizová situace a jsou přijímána opatření na základě krizového plánu.



Obr. 3.4.3 Vyhodnocení výskytu sucha v předchozím období na území Britské Kolumbie (zdroj: BCDIP, 2016)

3.5. USA – U.S. Drought Monitor

Monitoring sucha v USA probíhá především v rámci U.S. Drought Monitoru (USDM, 2016a) (**Obr. 3.5.1**). Aktualizuje se každé úterý v 8 hodin. Rozšířená verze U. S. Drought Monitoru existuje i pro oblast Severní Ameriky pod názvem North American Drought Monitor (NADM).

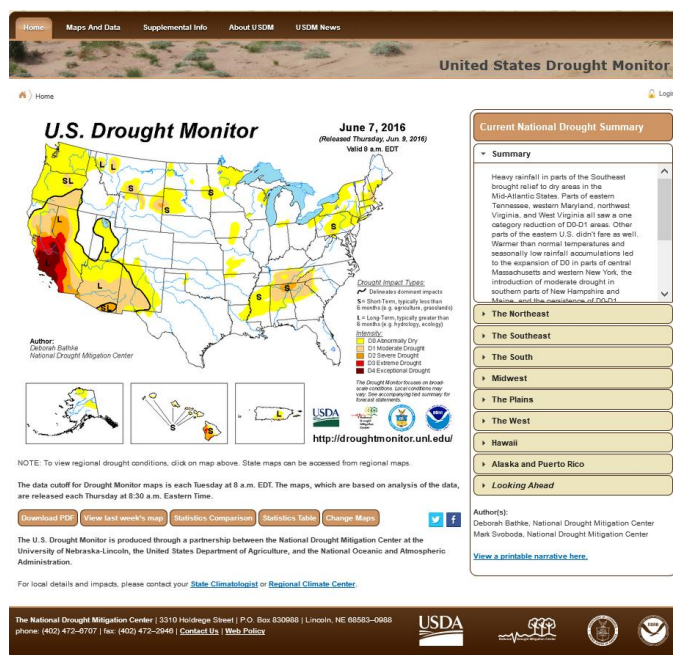
Tab. 3.5.1 Stupně sucha podle metodiky U.S. Drought Monitor (USDM, 2016b)

Stupeň	Sucho	Index PDSI	CPC Model půdní vlhkosti (kvantil)	USGS Týdenní průtoky (kvantil)	Index SPI	Objective Drought Indicator Blends (kvantil)
D0	Mírné	-1,0 až -1,9	21 až 30	21 až 30	-0,5 až -0,7	21 až 30
D1	Střední	-2,0 až -2,9	11 až 20	11 až 20	-0,8 až -1,2	11 až 20
D2	Závažné	-3,0 až -3,9	6 až 10	6 až 10	-1,3 až -1,5	6 až 10
D3	Extrémní sucho	-4,0 až -4,9	3 až 5	3 až 5	-1,6 až -1,9	3 až 5
D4	Výjimečné	< -5,0	0 až 2	0 až 2	< -2,0	0 až 2

Sucho je rozděleno do 5 kategorií uvedených v **Tab. 3.5.1**. Stupně jsou definovány na základě kombinace 5 hlavních a několika doplňkových metod (USDM, 2016b). Hlavními indikátory jsou SPI

index, PDSI index, CPC soil moisture model, týdenní průtoky, tzv. vyhlazený objektivní krátkodobý a dlouhodobý indikátor sucha (Objective Short and Long-term Drought Indicator Blends).

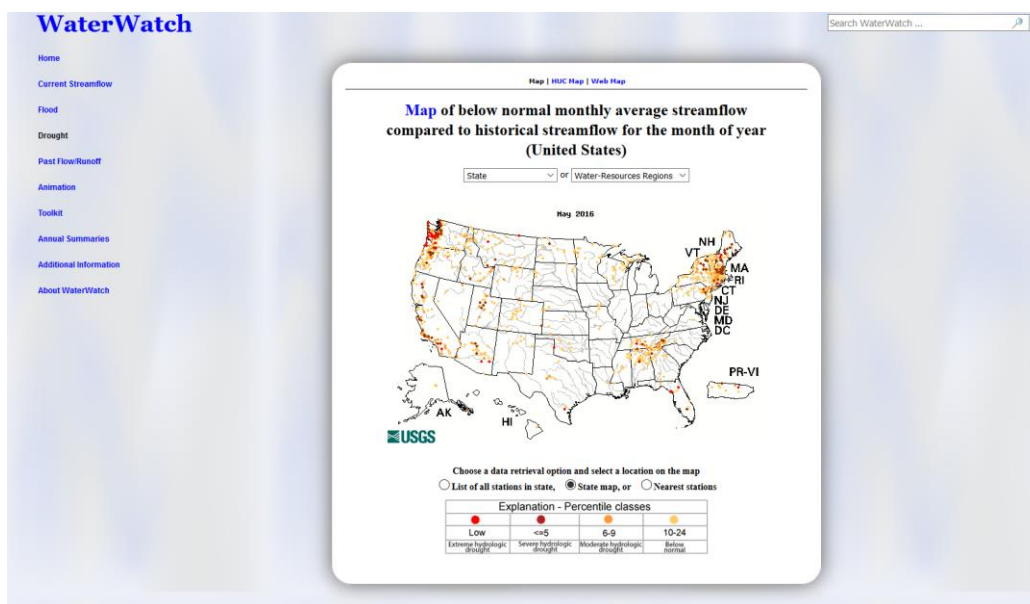
Jednotlivé použité indikátory zřídka udávají shodný stupeň závažnosti sucha, pro celkové hodnocení je tedy určující, který stupeň sucha převažuje. Short-term blend je sestavován z těchto indikátorů: 35 % Palmer Z-index, 25 % 3měsíční srážkový úhrn (SPI3), 20 % 1měsíční srážkový úhrn (SPI1), 13 % CPC, 7 % PDSI. Long-term blend je sestavován následujícím způsobem: 25 % Palmer Hydrologic Index (PHDI), 20 % SPI24, 20 % SPI12, 15 % SPI6, 10 % SPI60, 10 % CPC. Autoři metody tyto vyhlazené indikátory označují jako experimentální.



Obr. 3.5.1 Webová stránka U. S. Drought Monitoru s mapou aktuálního ohrožení suchem. Sucho je rozděleno do 5 kategorií uvedených v **Tab. 3.2.2.1.1**. Stupně jsou definovány na základě kombinace 5 indikátorů - SPI index, PDSI index, CPC soil moisture model, týdenní průtoky a tzv. vyhlazený objektivní indikátor sucha, který kombinuje PHDI, SPI6, SPI12, SPI24, SPI60 a CPC model (zdroj: USDM, 2016a).

3.6. USGS

USGS se věnuje hydrologickému suchu v rámci programu Water Watch (USGS, 2016). Průtoky jsou hodnoceny klasifikací kvantilů. S průměrnými průtoky jsou srovnávány okamžité, denní, 7, 14, 28denní a měsíční průtoky. Hydrologické sucho nastává, pokud je průtok nižší než první kvartil. Je rozděleno do 4 kategorií (**Tab. 3.6.1**). Zajímavá je i možnost srovnání aktuálního průběhu sucha s epizodami sucha v minulosti a především kumulativní hydrogram pro aktuální rok s uvedením extrémních průběhů za období pozorování.



Obr. 3.6.1 Monitoring sucha v USGS (zdroj: USGS, 2016)

Tab. 3.6.1 Rozdělení hydrologického sucha podle velikosti průtoků (USGS, 2016)

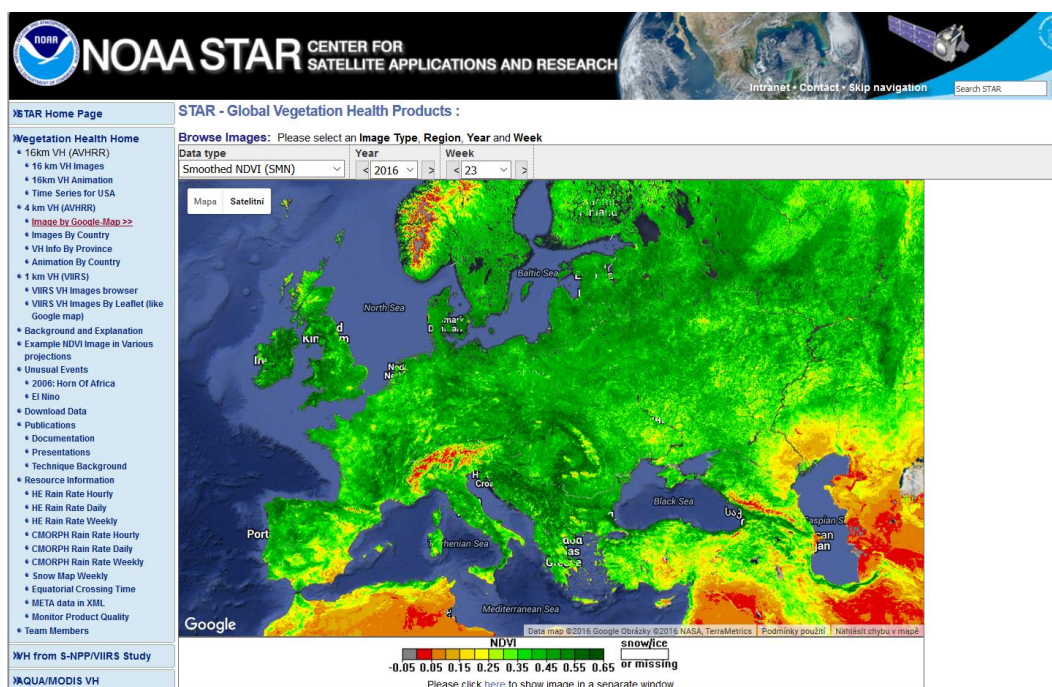
Kategorie	Kvantil	Charakteristika
1	Minimum	Extrémní sucho
2	< 5	Střední sucho
3	6–9	Mírné sucho
4	10–24	Podnormální stav

3.7. Celosvětový monitoring sucha

Kromě jednotlivých národních systémů pro monitoring sucha jsou k dispozici i služby, jenž umožňují celosvětové srovnání oblastí s výskytem sucha.

Nejvýznamnější službou v této sféře je mapový portál Centra pro satelitní aplikace a výzkum (**Obr. 3.7.1**), který poskytuje v rozlišení 4 km údaje o hodnotách Normalized Difference Vegetation Indexu (NDVI), Vegetation Condition Indexu (VCI), Temperature Condition Indexu (TCI), Vegetation Health Indexu (VHI), ale i týdenní akumulované srážky a týdenní rozložení hodnot teploty vzduchu (STAR, 2016).

Kromě map s vysokým rozlišením lze na webu STAR nalézt i zjednodušené přehledové mapy s jednotlivými veličinami, animace vývoje těchto veličin a mnoho dalších informací.



Obr. 3.7.1 Mapový portál Centra pro satelitní aplikace a výzkum – index zdraví vegetace

Reference

BCDIP (2016) British Columbia Drought Information Portal 2016 [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://bcgov03.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=9042807690964463b268dfd91949d65b>

CDI (2016) PRODUCT FACT SHEET: Combined Drought Indicator – EUROPE - Version 2 (April. 2013) [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: http://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_combinedDroughtIndicator.pdf

DMP (2007) Drought Management Plan Report, Technical report 2008–023. November 2007. In: WATER - Environment - European Commission [online, cit. 2012-11-22]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/dmp_report.pdf

Econncics (2010) British Columbia Drought Response Plan, June 2010. In: Living Water Smart. B.C.'s Water Plan [online, cit. 2012-11-22]. Dostupné z: http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/drought_info/cabinet/bc_drought_response_plan_june-2010.pdf

Econncics (2016) British Columbia Drought Response Plan, June 2015 [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/drought-info/drought-response-plan-update-june-2015.pdf>

EDO (2016) European Drought Observatory [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://edo.jrc.ec.europa.eu/edo2/php/index.php?id=1000>

NIB (2016) Niedrigwasser-Informationsdienst Bayern [online, cit. 2016-06-10]. Dostupné z: <http://www.nid.bayern.de/>

River Forecast Center (2016) 7-Day Average Streamflow Map [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <<http://bcrfc.env.gov.bc.ca/lowflow/graphs/08fb006.htm>>

STAR (2016) STAR - Global Vegetation Health Products [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/vh_gmap4km.php>

USDM (2012a) United States Drought Monitor. Home [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <<http://www.droughtmonitor.unl.edu/>>

USDM (2016b) United States Drought Monitor. Classification Scheme [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <<http://droughtmonitor.unl.edu/AboutUs/ClassificationScheme.aspx>>

USGS (2016) USGS. WaterWatch. Streamflow conditions [online, cit. 2016-06-09]. Dostupné z: <<http://waterwatch.usgs.gov/index.php>>

4. MONITORING SUCHA V ČR

Výskyt sucha na území ČR je v současné době pravidelně vyhodnocován jednak v rámci činnosti ČHMÚ a na základě výstupů z projektu Intersucho.

4.1. Monitoring sucha v ČHMÚ

Výsledky monitoringu sucha vyhodnocované ČHMÚ jsou k dispozici na portálu s adresou:

<http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/sucho>, kde se nachází rozcestník k monitoringu meteorologického, klimatického, půdního a hydrologického sucha, stejně jako odkazy na týdenní a měsíční zprávy s hodnocením sucha. Hodnocení probíhá v týdenním intervalu, přičemž výsledky jsou zveřejňovány každé úterý.

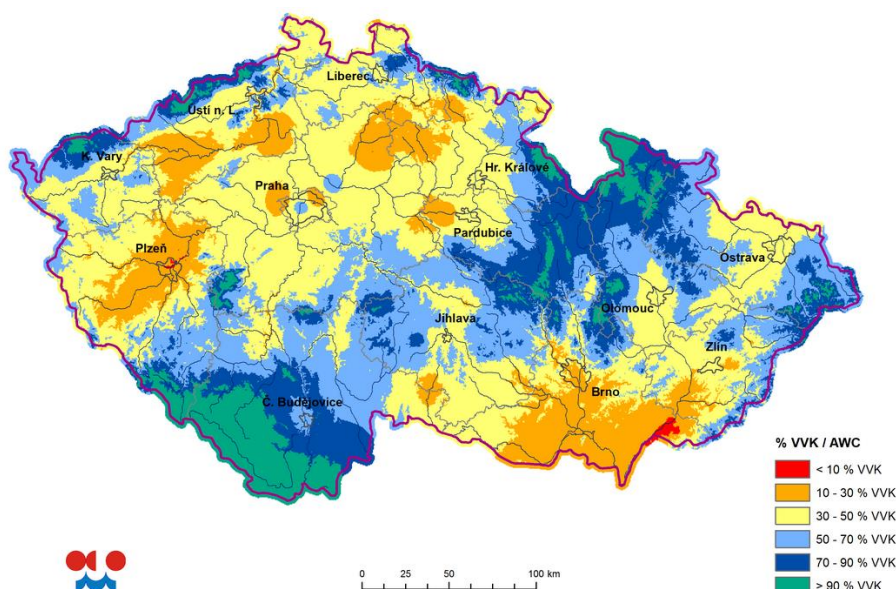
Riziko vyhodnocení výskytu sucha je nepřímo hodnoceno i na základě analýzy vzniku požárů na území ČR, jenž je dostupné na adrese:

<http://portal.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/nebezpeci-pozaru>

Monitoring meteorologického a půdního sucha

Vyhodnocení ohrožení zemědělským suchem v ČHMÚ (2016a) obsahuje tyto položky:

- měření vlhkosti půdy
- vypočtená zásoby vody v profilu pod travním porostem
- měřené hodnoty týdenního úhrnu srážek, úhrn srážek od 1. 1., dlouhodobé srovnání
- základní vláhová bilance, modelové hodnoty, dlouhodobé srovnání
- výpar z vodní hladiny (měřené hodnoty)
- index sucha SPEI (1 měsíc, 6 měsíců)



Obr. 4.1.1 Mapa míry ohrožení půdním suchem ve vrstvě 0 až 40 cm (zdroj: ČHMÚ, 2016a)

Na základě průniku těchto metod vzniká mapa míry ohrožení půdním suchem ve vrstvě 0 až 40 cm (**Obr. 4.1.1**), resp. 0 až 100 cm. Míra ohrožení suchem je klasifikována do 5 kategorií (**Tab. 4.1.1**).

Tab. 4.1.1 Kategorizace míry ohrožení půdním suchem (ČHMÚ, 2016a)

Stupeň	Míra ohrožení půdním suchem
0	Bez ohrožení
1	Malá
2	Nízká
3	Středně vysoká
4	Vysoká
5	Velmi vysoká

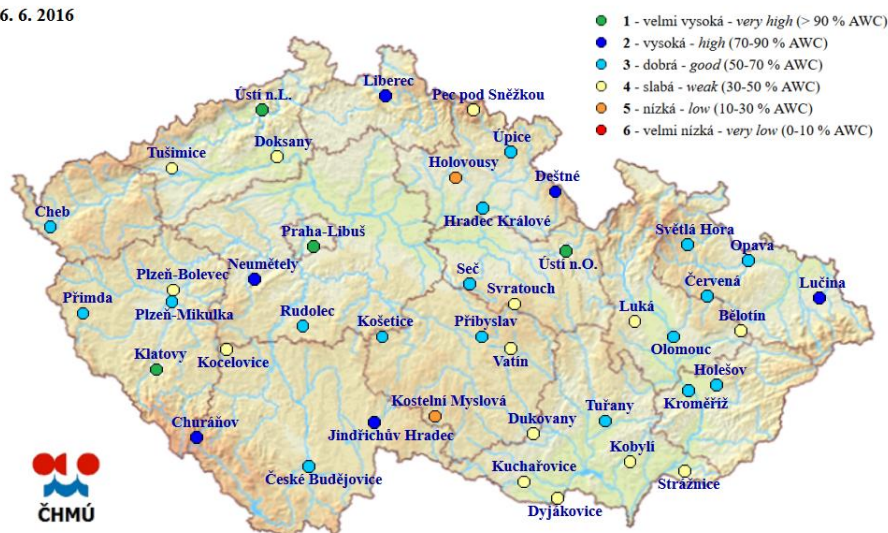
Měření vlhkosti půdy

Aktuálně naměřená vlhkost půdy pod travním porostem (**Obr. 4.1.2**) snímači VIRRIIB se měří na přibližně 30 klimatologických stanicích ČHMÚ a ve třech hloubkách (0–10 cm, 10–50 cm a 51–100 cm), hodnoty jsou vyjádřeny v procentech využitelné vodní kapacity (VVK). Vlhkost je rozdělena do 6 kategorií (**Tab. 4.1.2**). Hydrolimit VVK udává podíl maximálního množství pro rostliny přístupné vody v půdě mezi hydrolimity polní vodní kapacita a bod vadnutí.

Tab. 4.1.2 Stupně vlhkosti půdy (ČHMÚ, 2016b)

Stupeň	Vlhkost půdy	VVK
1	Velmi vysoká	> 90 %
2	Vysoká	70–90 %
3	Dobrá	50–70 %
4	Slabá	30–50 %
5	Nízká	10–30 %
6	Velmi nízká	0–10 %

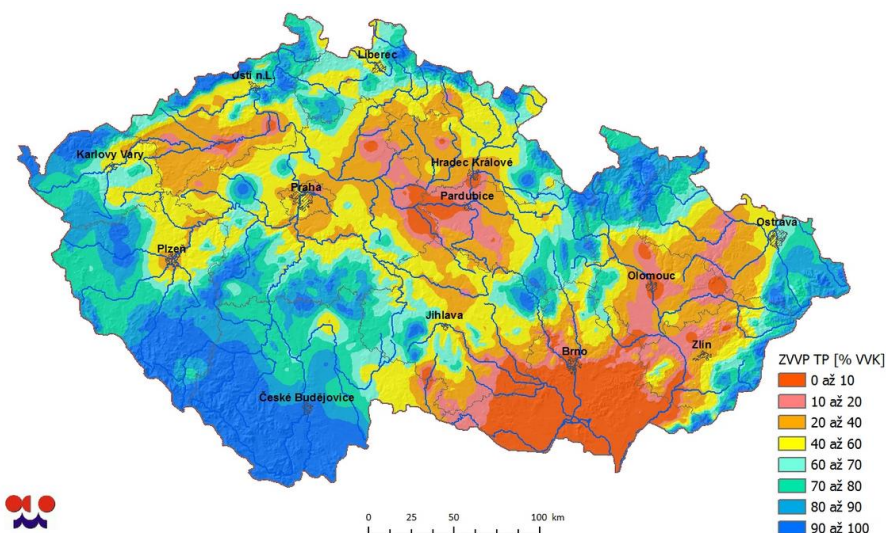
6. 6. 2016



Obr. 4.1.2 Změřená vlhkost půdy (zdroj: ČHMÚ, 2016b)

Vypočtená zásoba vody v profilu pod travním porostem

Pro tento účel je aplikován model BASET („Balance Atmosférických Srážek a EvapoTranspirace“), vyvinutý v Oddělení biometeorologických aplikací ČHMÚ Praha. Základem modelu je standardní Penman-Monteithův algoritmus výpočtu evapotranspirace travního porostu, jsou brány v úvahu rozdílné půdní podmínky podle různých půdních druhů. Finálním výstupem modelu je půdní vlhkost do hloubky 1 m pod travním porostem vyjádřená v procentech VVK.

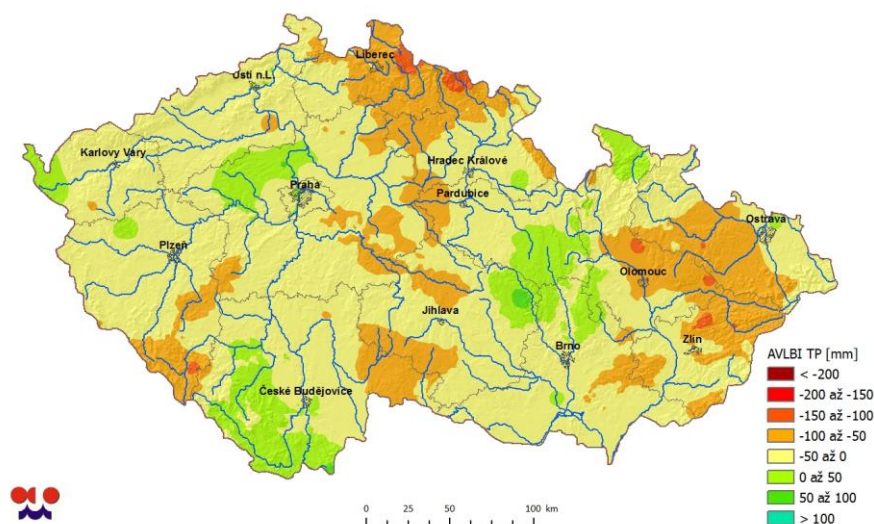


Obr. 4.1.3 Zásoba vody v profilu pod travním porostem (zdroj: ČHMÚ, 2016c)

Bilance srážek a potenciální evapotranspirace

Bilance ve své základní podobě (tzv. potenciální vláhová bilance) představuje prostý rozdíl mezi srážkami a celkovým (potenciálním) výparem, a to bez zohlednění vztlínání vody z hlubších půdních vrstev. Celkový výpar zde reprezentuje potenciální, tj. maximálně možná evapotranspirace travního porostu, která se v denním intervalu počítá modifikovaným postupem podle algoritmu Penman-

Monteith. Pro tento účel je aplikován model AVISO („Agrometeorologická Výpočetní a Informační SOustava“).



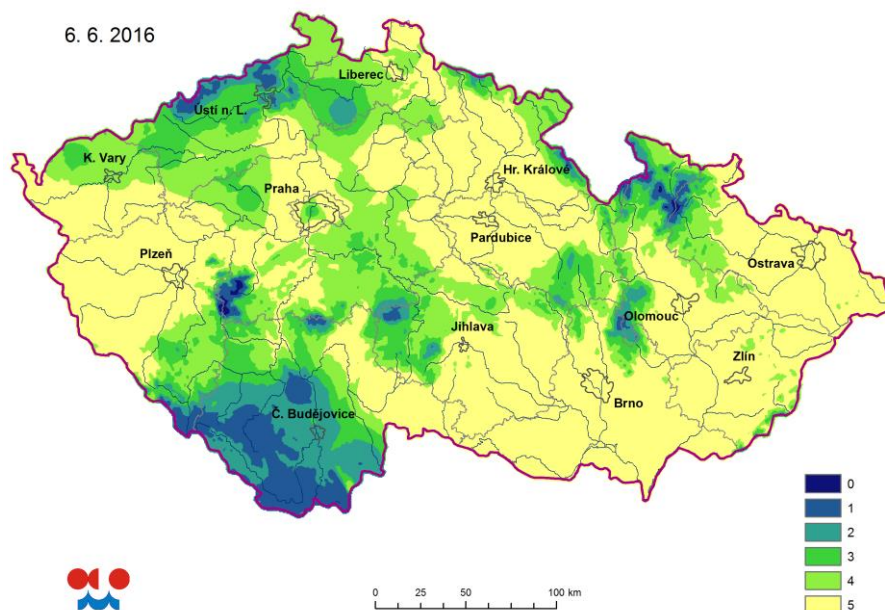
Obr. 4.1.4 Aktuální vláhová bilance, srovnání období 1.3. až 5.6. s dlouhodobým normálem (zdroj: ČHMÚ, 2016d)

Výpar z vodní hladiny, index sucha SPEI

Dále je hodnoceno množství vypařené vody z vodní hladiny (v mm) (**Obr. 4.1.5**) a velikost sucha na základě indexu SPEI (**Obr. 4.1.6, Tab. 4.1.3**).



Obr. 4.1.5 Výpar z vodní hladiny (zdroj: ČHMÚ, 2016e)



Obr. 4.1.6 Index sucha SPEI 1 (zdroj: ČHMÚ, 2016f)

Tab. 4.1.3 Kategorie sucha podle SPEI:

Kategorie	Kategorie sucha podle indexu SPEI	SPEI
0	bez výskytu sucha	> -0,1
1	slabé sucho	-0,1 až -0,8
2	mírné sucho	-0,8 až -1,2
3	výrazné sucho	-1,2 až -1,6
4	výjimečné sucho	-1,6 až -2,0
5	extrémní sucho	< -2,0

Monitoring nebezpečí výskytu požárů

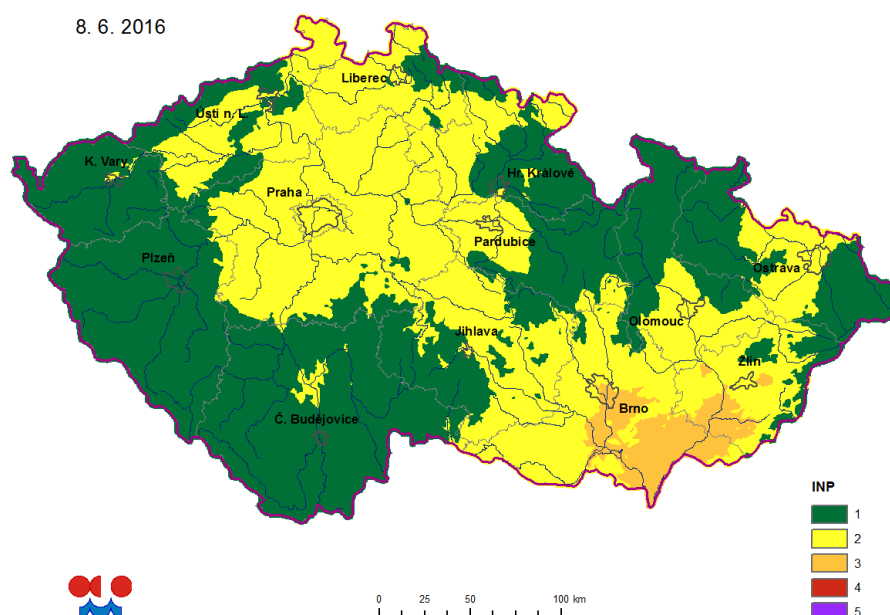
Během vegetační sezóny (duben až říjen) vydává ČHMÚ (2016g) předpověď rizika vzniku požárů. Aktualizace se provádí 1x denně (ve 12:00 hodin UTC). Předpovědi jsou publikovány na:

<http://portal.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/nebezpeci-pozaru>

Index pro předpověď vzniku požárů popisuje nebezpečí vzniku požárů v otevřené krajině pokryté vegetací. Nebezpečí vzniku požárů je rozděleno do pěti úrovní v souladu s mezinárodní praxí (**Obr. 4.1.7**, **Tab. 4.1.4**). Jedná se o modelované údaje, vstupními daty jsou naměřené údaje ze staniční sítě ČHMÚ a výstupy modelu ALADIN. Model uvažuje vlhkost půdy ve svrchním profilu, ovlhnutí povrchu a podmínky pro šíření požárů (např. proudění vzduchu, stav vegetace apod.).

Tab. 4.1.4 Stupně rizika požárů (ČHMÚ, 2016g)

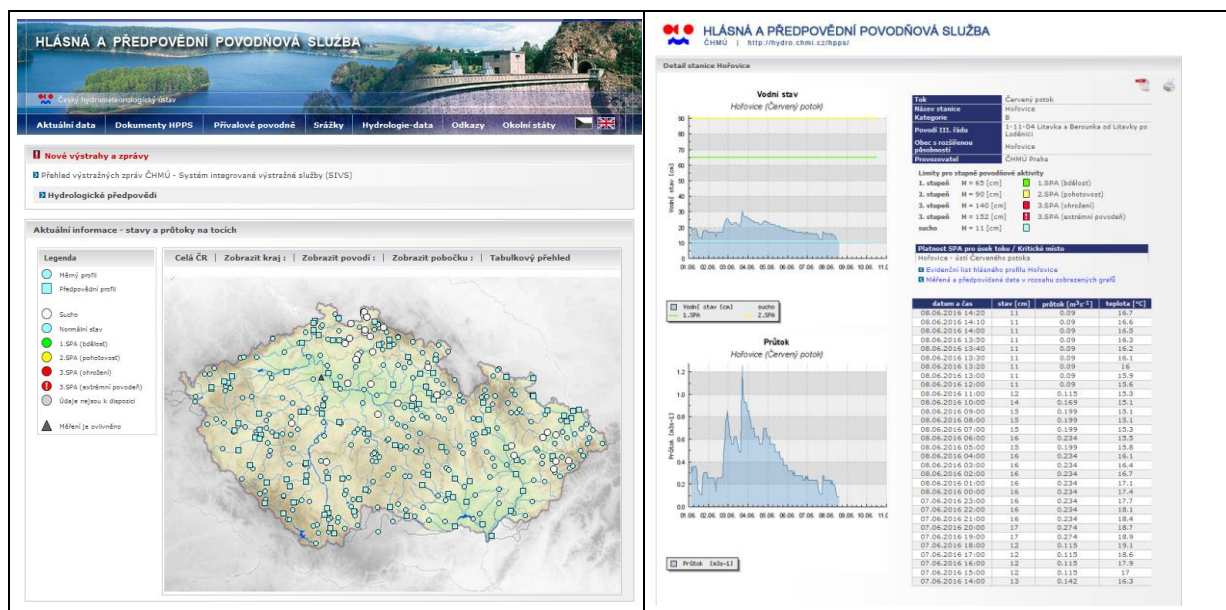
Stupeň	Riziko požáru	Charakteristika
1	Malé	Nehrozí nebezpečí požárů
2	Nízké	Hrozí malé nebezpečí požárů
3	Střední	Hrozí nebezpečí požárů o rozloze desítek m ² , s dobou trvání řádově v hodinách, doporučení: rozdělovat oheň na volném prostranství či v přírodě pouze ze zvýšenou opatrností
4	Vysoké	Hrozí nebezpečí požárů o rozloze stovek m ² , s dobou trvání řádově v desítkách hodin, doporučení: nerozdělovat oheň na volném prostranství či v přírodě
5	Velmi vysoké	Hrozí nebezpečí požárů o rozloze několika ha, s několikadenní dobou trvání, doporučení: důrazně nedoporučujeme rozdělovat oheň na volném prostranství či v přírodě, dbát zvýšené pozornosti především v těžko přístupných oblastech a v lesích



Obr. 4.1.7 Index nebezpečí vzniku požárů pro území ČR ke dni 8. 6. 2016 (zdroj: ČHMÚ, 2016g)

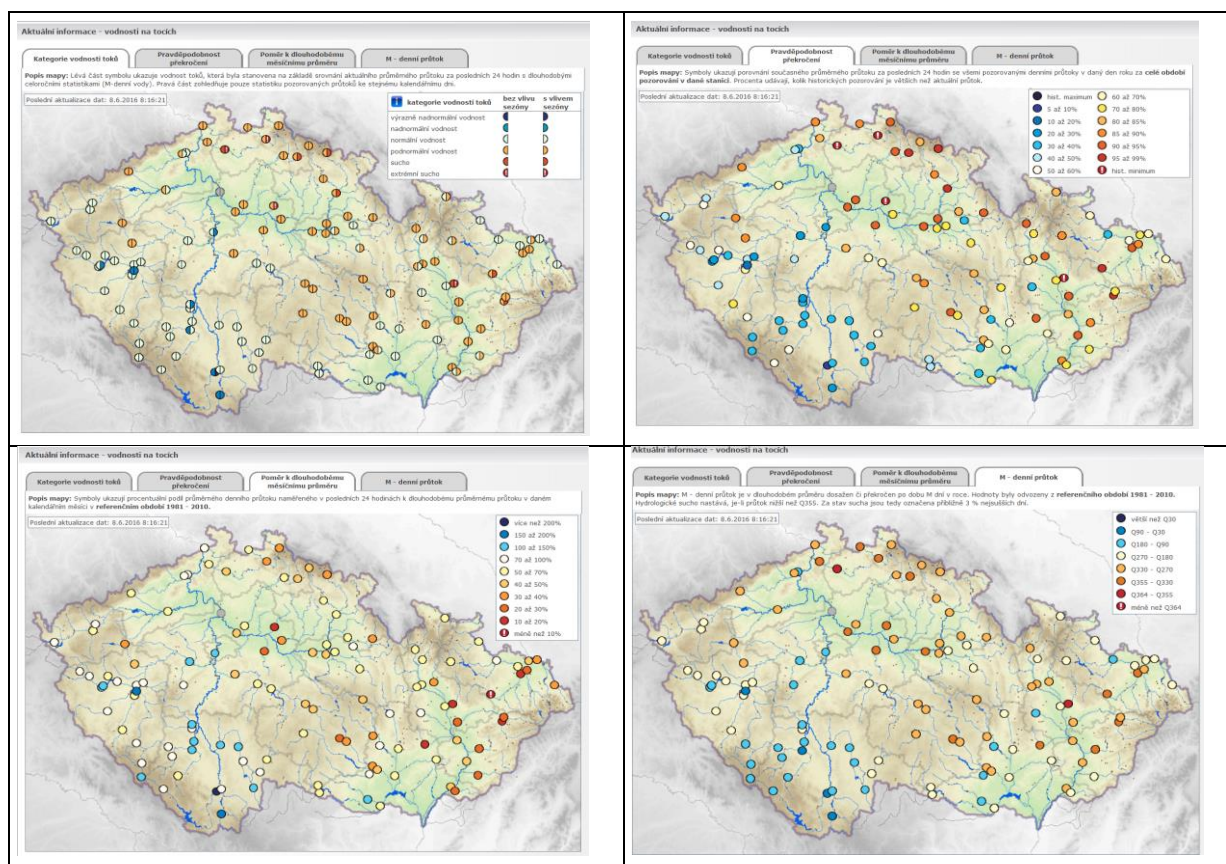
Povrchové vody

Monitoring hydrologického sucha v České republice není příliš rozvinutý. V ČHMÚ je pro povrchové vody považován za hydrologické sucho stav, kdy průtok klesne pod Q_{355} , avšak chybí podrobnější klasifikace. Informace o výskytu sucha na českých tocích v denním kroku lze nalézt na stránkách Hlásné a předpovědní služby ČHMÚ (HPPS, 2016a), kde je kromě sucha věnován prostor především monitoringu povodní (**Obr. 4.1.8**).



Obr. 4.1.8 Současná podoba monitoringu hydrologického sucha na povrchových tocích (zdroj: HPPS, 2016a)

Podrobnější je hodnocení vodnosti toků, tedy hodnocení průtoků s využitím charakteristik M-denní vody, měsíčních průměrů a křivky překročení (**Obr. 4.1.9**).

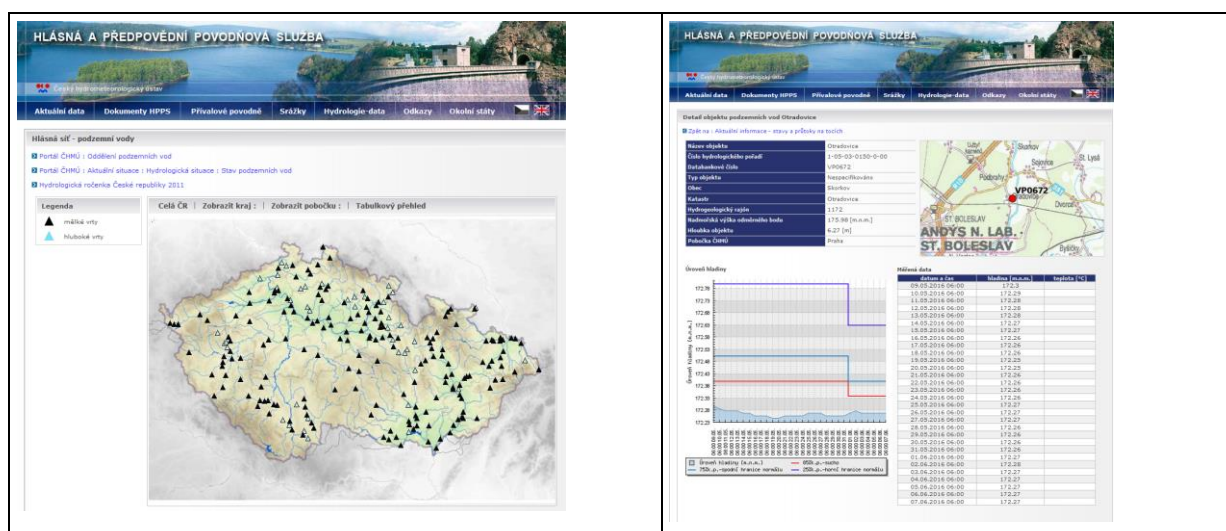


Obr. 4.1.9 Hodnocení vodnosti toků (zdroj: HPPS, 2016b)

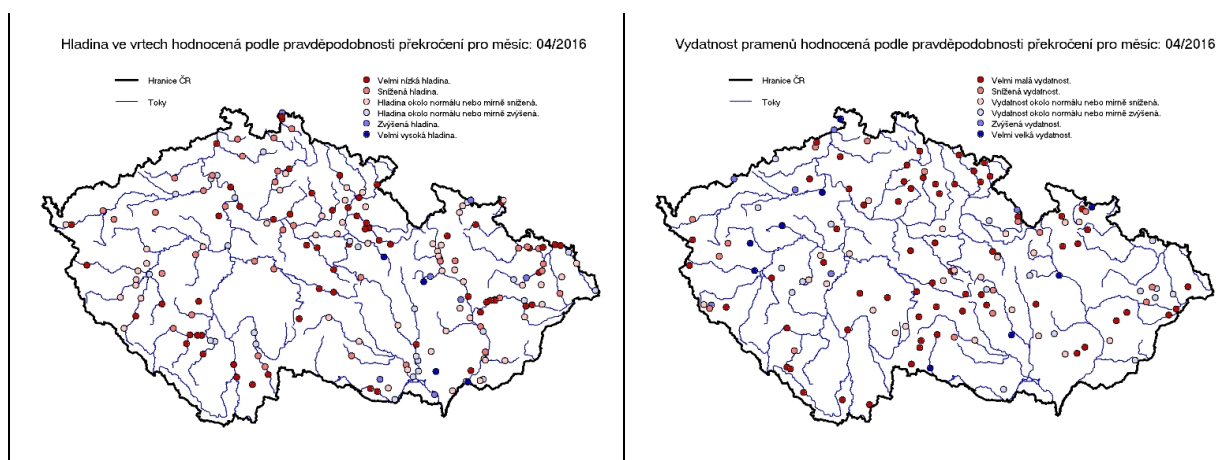
Podzemní vody

V ČHMÚ je monitorováno sucho také v podzemních vodách a to v různé míře v rámci hodnocení stavů hladin v síti mělkých a hlubokých vrtů a pramenů. V denním kroku je vyhodnocován aktuální stav hladiny v hlásné síti mělkých a hlubokých vrtů pomocí zatřídění na křivku překročení za normálové období 1981–2010. Za stav sucha je považována situace, kdy hladina nebo vydatnost klesne pod 85% kvantil (HPPS, 2016c) (**Obr. 4.1.10**).

Podobně jsou vyhodnocovány i mělké vrty a prameny v měsíčním kroku (**Obr. 4.1.11**), i v tomto případě je kritériem sucha 85% kvantil (ČHMÚ, 2016h). V měsíčním kroku je hodnocena také intenzita změny oproti předcházejícímu měsíci vyjádřená porovnáním absolutní změny výšky hladiny ve vrtu nebo vydatnosti pramene a normalizované variability dat a srovnání se stejným obdobím předcházejícího roku.

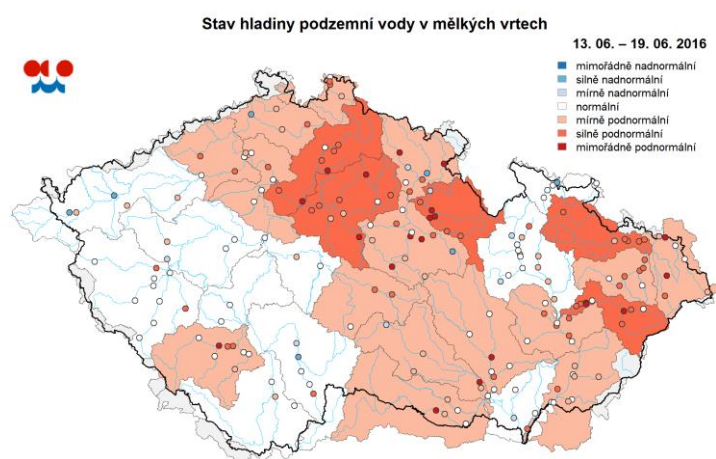


Obr. 4.1.10 Hodnocení stavu mělkých a hlubokých vrtů z hlásné sítě v denním kroku (HPPS, 2016c)



Obr. 4.1.11 Hodnocení stavu mělkých vrtů a pramenů v měsíčním kroku (ČHMÚ, 2016h)

Konkrétně na sucho je zaměřeno hodnocení stavu hladiny v mělkých vrtech v rámci týdenní zprávy ČHMÚ, kde je sucho zatříděno do 3 kategorií (**Tab. 4.1.5**) podle zařazení na týdenní křivku překročení. Hodnocení je prováděno jak pro jednotlivé objekty, tak souhrnně pro definované oblasti povodí (**Obr. 4.1.12**).



Obr. 4.1.12 Monitoring sucha v mělkých vrtech v týdenním kroku (zdroj: ČHMÚ, 2016i)

Tab. 4.1.5 Klasifikace sucha v mělkých vrtech v týdenním kroku (ČHMÚ, 2016i)

Stupeň	Kritérium (kvantil)	Kategorie sucha
–1	75 až 85	Mírné
–2	85 až 95	Silné
–3	> 95	Mimořádné

Na povrchových i podzemních vodách je tedy hodnocen především aktuální stav, z hlediska podzemních vod i krátkodobá tendence růstu nebo poklesu. Vývoj sucha v čase není kvantifikován.

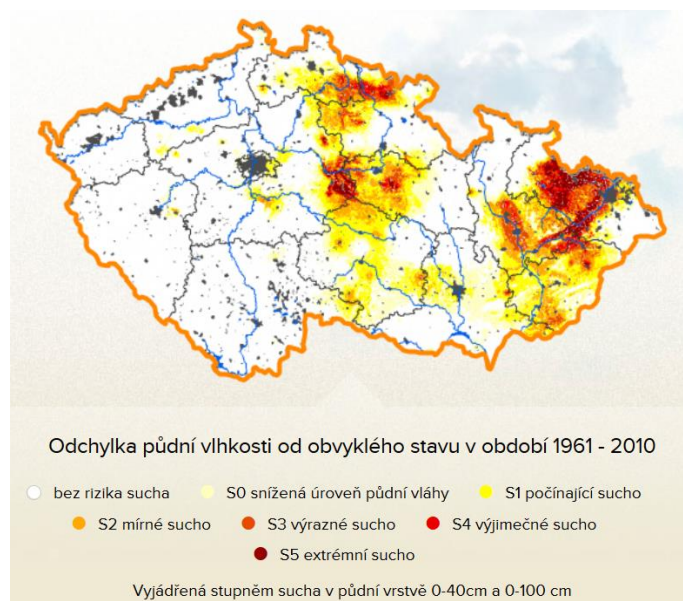
4.2. Projekt Intersucho

Projekt Intersucho se zabýval výzkumem zemědělského a meteorologického sucha. Výzkumný tým tvořili přední čeští odborníci z ČR zabývající se tematikou sucha, kteří využili i zkušeností a přístupů z výzkumu sucha v ostatních státech Evropy a USA.

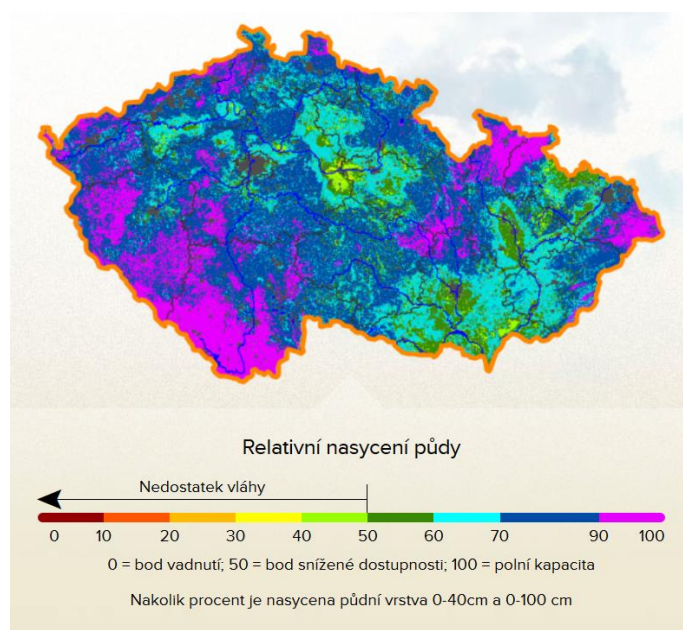
Na základě vytvořené metodiky pro hodnocení sucha byly vytvořeny webové stránky

<http://www.intersucho.cz/cz/>, na nichž je každý týden analyzováno sucho na území ČR a Slovenska, přičemž do budoucna by se stránky měly rozšířit o analýzu sucha v dalších státech střední Evropy. Ukázka vyhodnocení sucha je zobrazena na **Obr. 4.2.1** až **Obr. 4.2.5**. Aktuální stav sucha je doplněn komentářem, poměrně nové je hodnocení od zemědělců, např.: „NYMBURK, 7. 6. 2016: Za minulý týden pouze 7 mm srážek v úterý ráno, odpoledne již bylo sucho, deficit srážek se prohlubuje díky

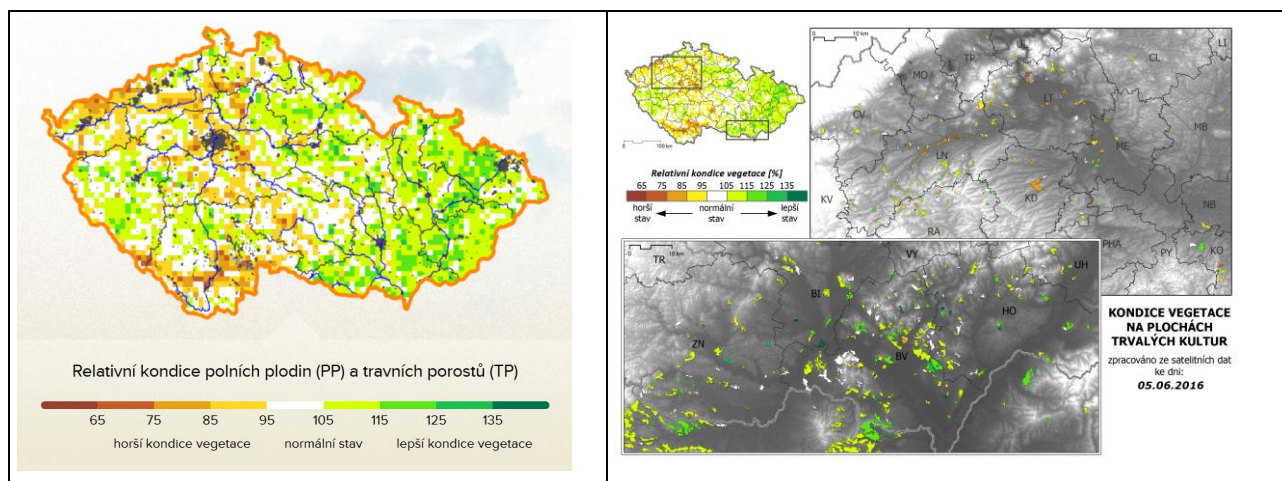
teplému slunečnému počasí a větru, nejvýrazněji se sucho projevuje na ozimé pšenici v lokalitách s lehčí půdou“ (zdroj: Intersucho, 2016).



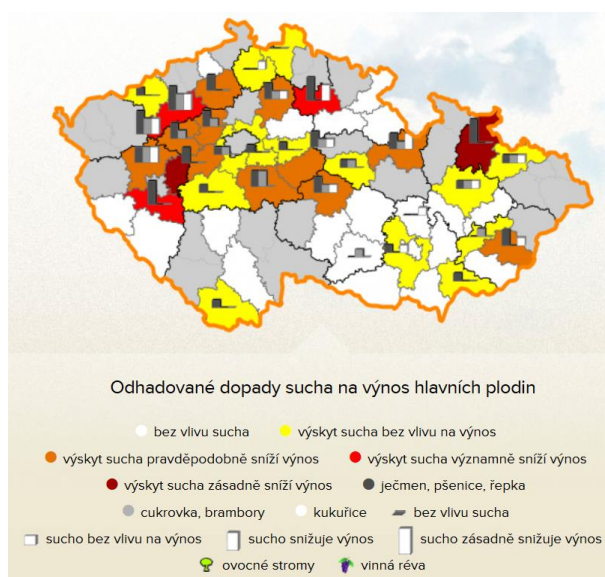
Obr. 4.2.1 Odchylka půdní vlhkosti od obvyklého stavu v období 1961–2010 (zdroj: Intersucho, 2016)



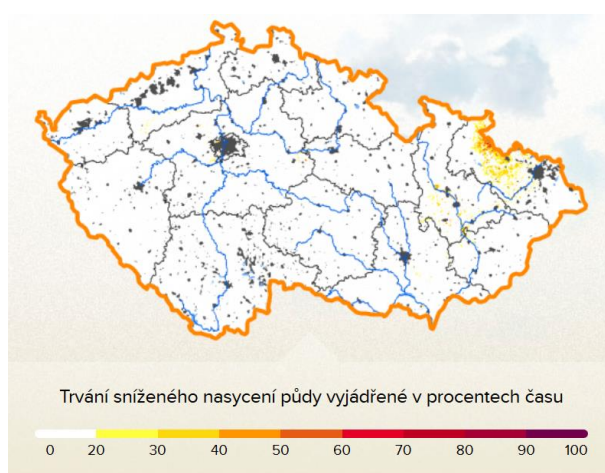
Obr. 4.2.2 Relativní nasycení půdy (zdroj: Intersucho, 2016)



Obr. 4.2.3 Dopad sucha na vegetaci (zdroj: Intersucho, 2016)



Obr. 4.2.4 Odhadované dopady sucha na výnos hlavních plodin (zdroj: Intersucho, 2016)



Obr. 4.2.5 Trvání sníženého nasycení půdy vyjádřené v procentech času (zdroj: Intersucho, 2016)

Reference

- ČHMÚ (2016a), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_Klimaticke_a_pudni_sucho.html >
- ČHMÚ (2016b), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_vlhkost_pudy2.html>
- ČHMÚ (2016c), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_zvvp_lp_akt.html>
- ČHMÚ (2016d), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_Avlbi_srov.html>
- ČHMÚ (2016e), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_vypar.html>
- ČHMÚ (2016f), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_SPEI.html>
- ČHMÚ (2016g), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<<http://portal.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/nebezpeci-pozaru>>
- ČHMÚ (2016h), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<<http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/stav-podzemnich-vod>>
- ČHMÚ (2016i), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/New_melke_vrty.html>
- HPPS (2016a), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<<http://hydro.chmi.cz/hpps/>>
- HPPS (2016b), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/vodnosti/vodnosti.html#priklad>>
- HPPS (2016c), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_pzv.php>
- Intersucho (2016), [cit. 2016-06-08]. Dostupné z:
<<http://www.intersucho.cz/cz/>>

5. KRITÉRIA PŮDNÍHO A ZEMĚDĚLSKÉHO SUCHA

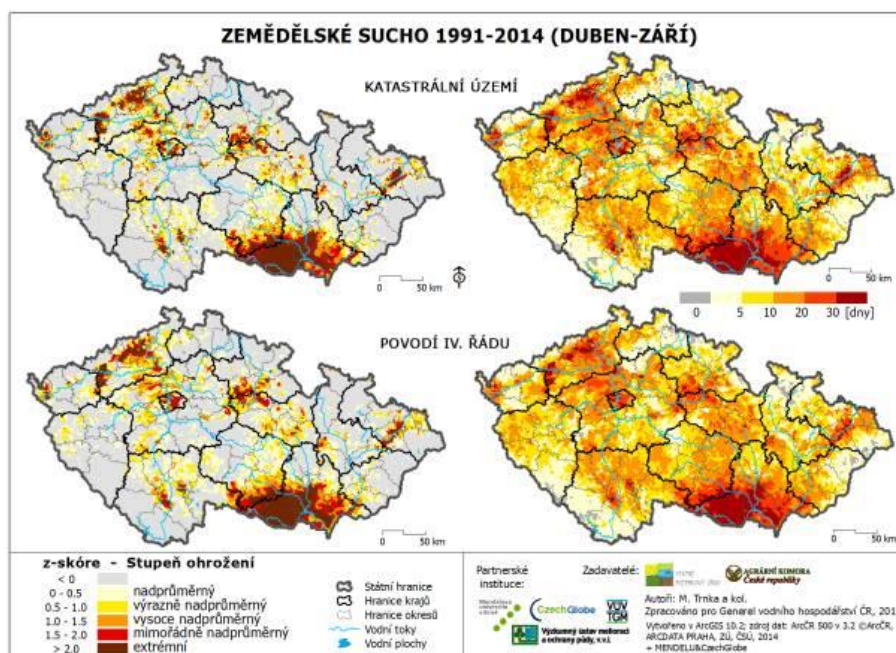
Problematikou půdního a zemědělského sucha se v resortu MZe zabývá Státní pozemkový úřad. Tu lze z hlediska úřadu rozdělit do dvou kategorií:

- Multikriteriální analýza zranitelných území – vymezení zranitelných pozemků
- Indikátory půdního a zemědělského sucha

5.1. Multikriteriální analýza zranitelných území – vymezení zranitelných pozemků

Podle ústního sdělení (Pavlík, 2016) úřad vnímá a respektuje stav přípravy analýzy zranitelných území tak, jak se odráží v textu Generelu vodního hospodářství krajiny České republiky (Generel, 2015). V rámci Generelu byla navržena multikriteriální analýza zranitelnosti pozemků zemědělských suchem. Jako vhodné ukazatele byly v první variantě vybrány následující parametry:

1. Stupeň ohrožení výskytem zemědělského sucha ve vegetační sezóně (tj. duben–září) (**Obr. 5.1.1**);
2. Podíl vysychavých půd v území (**Obr. 5.1.2**);
3. Procento území, náležející do přispívajících ploch kritických bodů;
4. Procento území výrazně ohrožené erozním smyvem (**Obr. 5.1.3**).

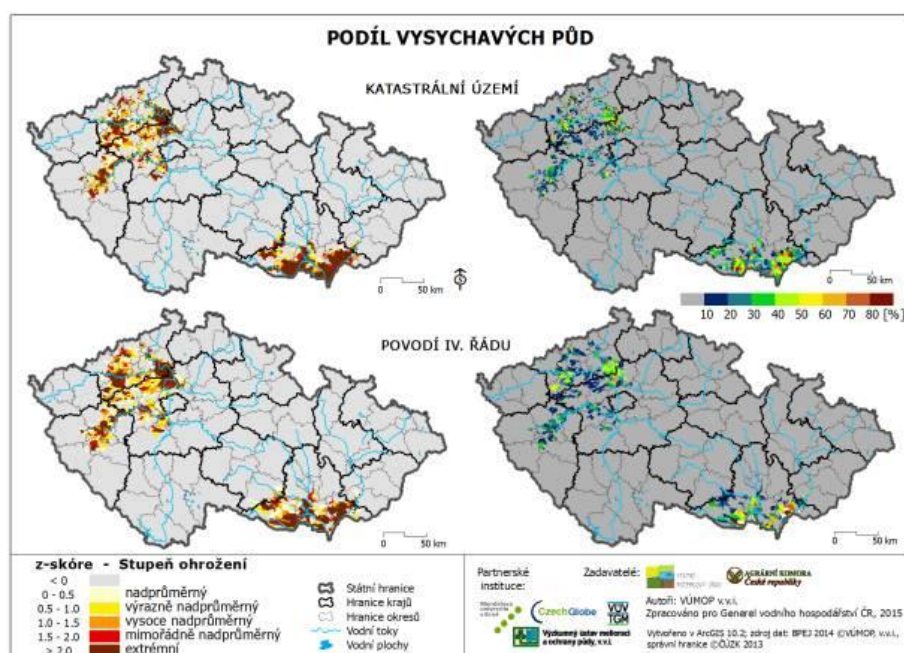


Obr. 5.1.1 Vpravo je zachycen medián počtu dní ve vegetační sezóně (duben–září) s relativním nasycením povrchové části půdního profilu (0-40 cm) nižším než 30% (tedy pod úroveň považovanou za hranici, kdy projevy stresu suchem začínají kriticky ovlivňovat růst a vývoj zemědělských plodin i trvalých kultur). Vlevo je pak zachycena hodnota Z-skóre. Horní mapy zachycují informace agregované na úroveň katastrálních území a dolní pár map pro povodí IV. řádu (zdroj: Generel, 2015).

Pro druhou variantu multikriteriální analýzy byla navržena následující kritéria:

1. Stupeň ohrožení výskytem zemědělského sucha v první polovině vegetační sezóny (tj. duben–červen);
2. Stupeň ohrožení výskytem zemědělského sucha ve druhé polovině vegetační sezóny (tj. červenec–srpen);
3. Podíl vysychavých půd v území;
4. Procento území, náležející do přispívajících ploch kritických bodů;
5. Procento území, náležející do přispívajících ploch drah soustředěného odtoku;
6. Procento území výrazně ohrožené erozním smyvmem.

Jako pomocná kritéria v dalších krocích analýzy pak bude sloužit míra ohrožení území hydrologickým suchem, dostupnost zdrojů vody a také produkční schopnost území. Každý z výše uvedených parametrů byl zpracován v jiném rozlišení (od řádově m po km²), a proto byly jako základní jednotky použity jak katastrální území (KU) tak povodí IV. řádu (P_IV). Zatímco z pohledu návrhu adaptačních opatření, hodnocení hydrologického sucha, přispívajících ploch kritických bodů či drah soustředěného odtoku se využití P_IV jeví jako jediné správné, pracuje Generel i s agregací na úroveň KU pro účely státní správy. Je tomu tak proto, že na rozdíl od P_IV představují KU funkční a zažitý administrativní celek s jasně danými a v rámci území známými hranicemi.

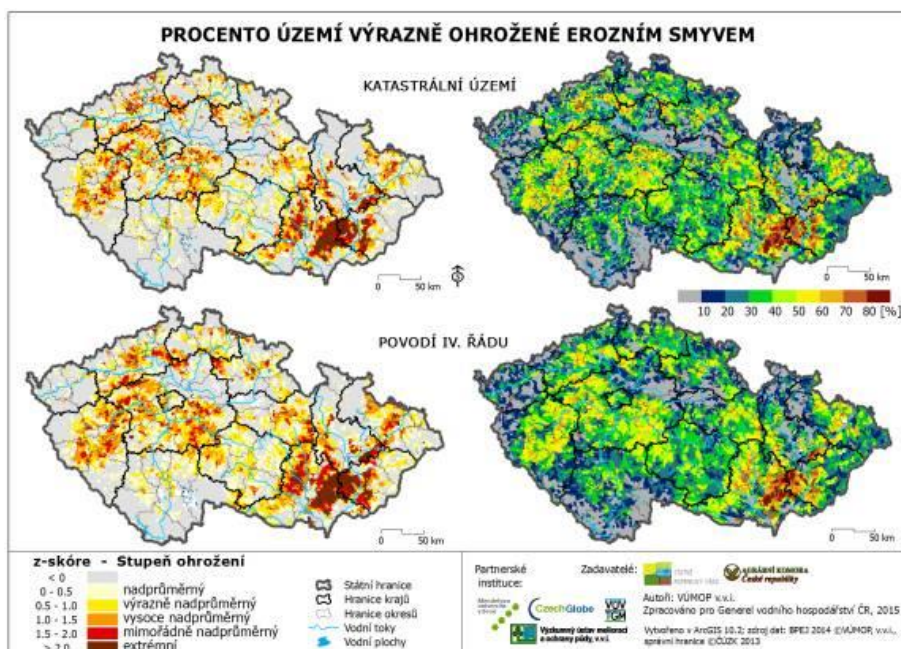


Obr. 5.1.2 Vpravo je zachycen podíl vysychavých půd na rozloze daného katastrálního území resp. povodí IV. řádu. Vlevo je pak zachycena hodnota Z-skóre. Horní mapy zachycují informace agregované na úroveň katastrálních území a dolní pár map pro povodí IV. řádu (zdroj: Generel, 2015).

Pro všechny zmiňované parametry byl následně proveden výpočet tzv. Z-skóre a území bylo klasifikováno podle stupně ohrožení následujícím způsobem:

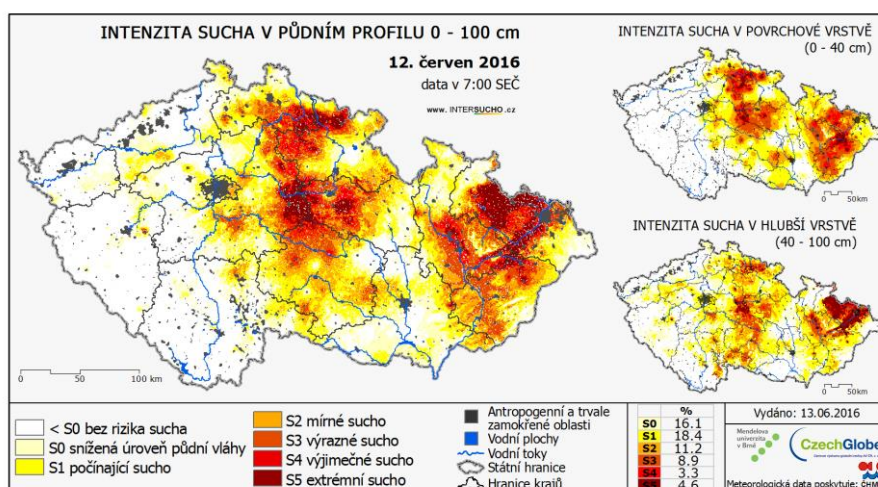
- nadprůměrné ($0 < Z \text{ skóre} \leq 0,5$)
- výrazně nadprůměrné ($0,5 < Z \text{ skóre} \leq 1,0$)

- vysoce nadprůměrné ($1,0 < Z \text{ skóre} \leq 1,5$)
- mimořádně nadprůměrné ($1,5 < Z \text{ skóre} \leq 2,0$)
- extrémní ($Z \text{ skóre} > 2,0$).



Obr. 5.1.3 Vpravo je zachyceno procento území, kde dochází k překročení přípustné hodnoty erozního smyvu. Vlevo je pak zachycena hodnota Z-skóre. Horní mapy zachycují informace agregované na úroveň katastrálních území a dolní pár map pro povodí IV. řádu (zdroj: Generel, 2015).

5.2. Indikátory půdního a zemědělského sucha



Obr. 5.2.1 Intenzita sucha v půdním profilu (0–40, 40–100, 0–100 cm)(zdroj: Intersucho, 2016)

V oblasti výběru vhodných indikátorů půdního a zemědělského sucha Státní pozemkový úřad připravuje spolupráci a využití výsledků projektu Intersucho. Lze tedy předpokládat budoucí využití hodnocení vláhových podmínek pro pěstování rostlin nebo hodnocení reálného stavu vegetace trvalých kultur. Vláhové podmínky Intersucho hodnotí formou odchylky od obvyklé půdní vlhkosti (dále odchylka půdní vlhkosti) odhadnuté modelem SoilClim v půdním profilu 0–40, 40–100 a 0–100 cm, která je klasifikována do kategorií S0 až S5, tedy od snížené úrovně půdní vláhy až po extrémní sucho (**Obr. 5.2.1**). Stav vegetace trvalých kultur (dále stav vegetace) je hodnocen pomocí indexu EVI s využitím instrumentu MODIS na družicích Terra a Aqua v rozlišení 250 m.

5.3. Vztah indikátorů hydrologického a zemědělského sucha

Veškeré indikátory zemědělského, resp. půdního sucha lze ve vztahu k typům hydrologických indikátorů navržených v metodice Vlnas (2015) považovat za ukazatele *aktuálního stavu* sucha (typ S).

Typologicky nejbližší stojí např. intenzita sucha v půdním profilu (0–40, 40–100, 0–100 cm) (Intersucho, 2016). Podobně jako v případě hydrologických indikátorů typu S je aktuální půdní vlhkost porovnávána s normálem pro příslušné období.

Klasifikace je podrobnější, odchylka půdní vlhkosti rozlišuje 6 kategorií oproti 3 kategoriím hydrologického sucha. Platí přibližně, že kategoriím hydrologického sucha Mírné, Silné a Mimořádné odpovídají kategorie intenzity sucha v půdním profilu S2 mírné, S3 výrazné a S4 výjimečné sucho. Počínající sucho hydrologická klasifikace nerozlišuje vzhledem k malé odchylce od normálu, extrémní sucho pak s ohledem na nepřesnost proložení distribuční funkce na samém chvostu rozdělení.

Pro uživatele je podrobnější klasifikace atraktivnější, protože se mapa často mění. Na druhou stranu je otázkou, nakolik je takové detailní členění relevantní, vezmeme-li v úvahu zdroje chyb od přesnosti měření vlhkosti, na kterou je kalibrován model SoilClim, po přesnost (plošnou reprezentativnost) vlastního modelu. Míra detailu klasifikace je nicméně málo podstatná, klasifikaci je možné měnit oběma směry.

Vyhodnocování zemědělských i hydrologických indikátorů probíhá ve shodném, tedy týdenním kroku, který lze s ohledem na dlouhodobý vývoj a trvání sucha považovat za adekvátní.

Podobně Z-skóre používaný pro multikriteriální analýzu zranitelných území lze považovat za blízkou, jednodušší obdobu postupu při stanovení hydrologických indikátorů typu S s tím rozdílem, že při šikmosti rozdělení dat z-index není zcela normálně rozdělen.

Indikátory půdního a zemědělského sucha neposkytují informaci o *celkovém stavu* sucha tak, jak jej podávají hydrologické indikátory typu DM. Trvání je vyjádřeno formou procent celkového času (záložka Kumulovaný stres na webu Intersucho, 2016). Podobně i u indikátoru typu DM lze vyjádřit dobu trvání sucha v týdnech.

Indikátory půdního a zemědělského sucha se naopak zabývají dopady sucha na vegetaci (záložka Dopady na vegetaci na webu Intersucho, 2016), tedy tím co v oblasti hydrologie definujeme termínem *nedostatek vody*, a jsou proto v tomto směru výrazně napřed. Sledování dopadů na vegetaci naní ovšem tak komplexní problém nedostatek vody z hlediska uspokojování konkrétních uživatelů vody.

S ohledem na orientaci SPÚ na výstupy projektu Intersucho jsme dosud zmiňovali pouze srovnání hydrologických indikátorů s těmito výstupy. Řadu výstupů týkající se půdní vlhkosti či vláhové bilance poskytuje i ČHMÚ (kap. 4.1). Těchto výstupů je snad až příliš a orientace mezi nimi je poněkud obtížná. Nově, přibližně během května 2016, byl zaveden indikátor SPEI, konkrétně SPEI1 a SPEI6. Jeho slovní klasifikace odpovídá Intenzitě sucha na **Obr. 5.2.1**, patrně s ohledem na připravovaný společný portál o suchu ČHMÚ a Intersucho. Podle dostupných informací se ovšem zdá, že kvantilové třídy jsou u SPEI posunuty blíže k normálu. V praxi to znamená, že kategoriím

hydrologického sucha Mírné, Silné a Mimořádné odpovídají spíše kategorie SPEI S3 výrazné, S4 výjimečné a S5 extrémní sucho.

Reference

Generel (2015) Generel vodního hospodářství krajiny České republiky, Etapa I., v.2.5 (pracovní verze)

Intersucho (2016), [cit. 2016-06-12]. Dostupné z: <<http://www.intersucho.cz/cz/>>

Vlnas, R. (2015) Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 18 pp. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <<http://sucho.vuv.cz>>

6. NÁVRH INDIKÁTORŮ HYDROLOGICKÉHO SUCHA PRO ČR

V rámci projektu *Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území České republiky* byla certifikována OOV MŽP *Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha* (Vlnas, 2015). Metodika je zaměřena především na hodnocení hydrologického sucha s ohledem na sucho klimatické, které je, spolu s antropogenním ovlivněním, hlavní příčinou poklesu zdrojů povrchových a podzemních vod.

Postupy stanovení a vyhodnocení indikátorů sucha popsané v metodice jsou určeny organizacím, které zajišťují státní správu v oblasti monitoringu na poli klimatologie a hydrologie (ČHMÚ), popř. organizacím zajišťujícím správu povodí (s.p. Povodí), při zpracování sledovaných hydro-meteorologických veličin za účelem doplnění jejich stávajícího vyhodnocení.

V lednu 2015 byly uzavřeny smlouvy o využití výsledků této metodiky a navazující mapové aplikace Sucho mezi VUV T.G.M. jako tvůrcem výsledku a ČHMÚ jako jeho uživatelem. Kromě individuálního využití navržených indikátorů sucha do data přípravy této zprávy však dosud bohužel nedošlo k realizaci systematického vyhodnocování sucha podle této metodiky ani k zavedení mapové aplikace do provozu.

Upozornění na ohrožení suchem vydané ČHMÚ na základě této metodiky by podle návrhu mělo sloužit krajským vodoprávním úřadům jako podklad pro informování bezpečnostní rady kraje za účelem varování před možností výskytu krizové situace v důsledku nedostatku vody. Navrhovaný systém indikátorů sucha by měl přispět ke zvýšení bezpečnosti státu a občanů v oblasti zajištění efektivního krizového managementu na krajské úrovni.

Klasifikace stavu vodních zdrojů podle této metodiky slouží při přijímání vhodných aktivit a opatření vedoucích k předejití vzniku a zmírnění dopadů krizové situace způsobené vlivem dlouhodobého nedostatku vody. Soubor těchto opatření představuje navazující *Metodika pro sestavení hierarchie opatření pro jednotlivé fáze ohrožení suchem*.

Metodika respektuje řídicí principy uvedené v doporučujícím dokumentu WMO (WMO, 2012).

Metodika obsahuje přehled použitých veličin a jejich časového rozlišení, indikátorů a jejich mezních hodnot pro určení stavu těchto veličin a z toho vyplývajícího ohrožení nedostatkem vody, doporučení týkající se vhodných teoretických distribučních funkcí a zjednodušenou variantu vhodnou pro použití empirických funkcí. Uvedené postupy mohou být využity i pro charakterizaci extremity jiných spojitých dat se symetrickým i asymetrickým rozdělením.

Navržené indikátory rozšiřují a sjednocují systém včasného varování před výskytem hydrologického sucha a o jeho průběhu. Pro vyčíslení a prezentaci indikátorů byl současně připraven software a mapová aplikace, které mohou po úpravě pro rutinní provoz sloužit v systému hlásné služby ČHMÚ.

Opodstatněnost způsobu hodnocení sucha vytyčeného metodikou je potvrzována na domácí i mezinárodní úrovni – např. index SPEI v měsíčním kroku připravil do praxe ČHMÚ, obdobu indexu SGI pro podzemní vody navrhli Bloomfield a Marchant (2013) (první návrh metodiky obsahující již SGI pochází z roku 2012).

6.1. Koncept SPI

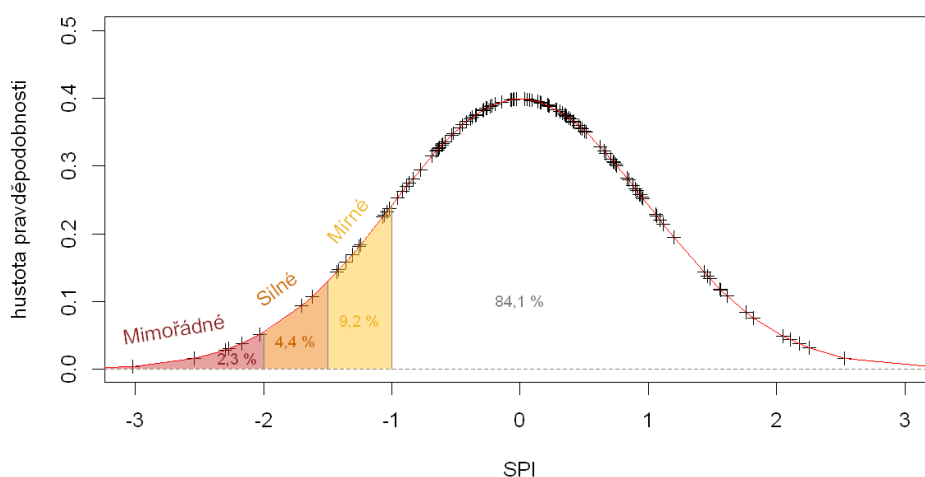
Úvod

Indikátory navržené v *Metodice pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha* jsou koncepčně odvozeny od indikátoru typu Standardized Precipitation Index (**SPI**) (McKee *et al.*, 1993).

Indikátor SPI je široce využíván mnoha systémy monitoringu sucha např. na území Spojených států (NDMC, 2008), ale i v Evropě (EDO, 2013; DMCSEE, 2013). WMO vydala doporučení pro národní

meteorologické a hydrologické služby využívat kromě již zavedených indikátorů sucha také index SPI (WMO, 2012).

SPI byl původně založený výhradně na pozorování srážkových úhrnů (McKee *et al.*, 1993). Indikátor představuje transformaci šikmého rozdělení pravděpodobnosti časových řad srážkových úhrnů na standardní normální rozdělení se střední hodnotou rovnou nule a směrodatnou odchylkou rovnou jedné, tedy tzv. z-rozdělení. Hodnoty indikátoru jsou klasifikovány do kategorií, které určují charakter období (**Obr. 6.1.1**).



Obr. 6.1.1 Klasifikace sucha podle SPI. V procentech je vyjádřena pravděpodobnost výskytu příslušné kategorie sucha

Návrh skupiny indikátorů sucha vhodných pro podmínky ČR vychází z konceptu tohoto indikátoru. Ten umožňuje vyjádření extremity aktuálního stavu dané veličiny v rámci použitého časového rozlišení (časového měřítka dat) – řada indikátorů typu **S**, i extremitu vývoje veličiny v čase – řada indikátorů typu **DM**.

Postup používaný pro stanovení SPI je možno použít i pro *popis jiných veličin*, jakými jsou např. velikost průtoku v povrchových tocích nebo kolísání zásob podzemní vody. Tyto varianty indexu jsou značeny analogicky jako **SRI** (Standardized Runoff Index) (Shukla a Wood, 2008) a **SGI** (Standardized Groundwater Index) (Bloomfield a Marchant, 2013). Výčet doplňuje indikátor **SPEI** (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), modifikace indexu SPI s korekcí srážek o ztráty vlivem evapotranspirace. (Vicente-Serrano *et al.*, 2010).

Metodika doporučuje, aby *vyhodnocování stavů sucha* probíhalo v *týdenním*, popř. *denním* kroku. Navrhované indikátory byly testovány v týdenním kroku, ale případný přechod na denní krok umožňují zohlednit.

Aktuální stav sucha – indikátor typu S

Indikátor typu **S** (SPI, SPEI, SRI, SGI) je ukazatelem *aktuálního stavu sucha za období časového měřítka dané veličiny*. V případě srážek (P) a vztahu srážky–evapotranspirace (PE) je to jeden či více měsíců, pro průtoky (R) a podzemní vody (G) pak týden. Indikátor porovnává hodnoty veličiny v rámci jejich časového měřítka (měsíce nebo týdny) s jejich dlouhodobým normálem typickým pro daný měsíc. Porovnání spočívá v proložení teoretickým pravděpodobnostním rozdělením a poté transformaci na standardní normální rozdělení. Tento typ indikátoru nehodnotí vliv doby předchozího trvání stavu sucha.

Indikátor *aktuálního stavu sucha* je v případě hodnocení srážek značen symbolicky **SPI** (Standardized Precipitation Index), v případě průtoků **SRI** (Standardized Runoff Index) nebo pro stavy hladin ve vrtech a vydatnosti pramenů **SGI** (Standardized Groundwater Index) a stejně tak pro hodnocení kombinace srážek a evapotranspirace **SPEI** (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) (**Tab. 6.1.2**).

Celkový stav sucha – indikátor typu DM

Hodnocení *celkového stavu sucha v závislosti na jeho trvání od začátku suchého období* umožňují indikátory typu **DM** (Drought Magnitude). Stanovení indikátoru spočívá v prvním kroku v postupné integraci hodnot indikátoru typu S v období sucha. Jedná se v podstatě o analogii postupu při stanovení velikosti nedostatkových objemů (Vlnas *et al.*, 2010). Tento ukazatel zmiňuje také původní práce McKee *et al.* (1993). V dalším kroku jsou tyto hodnoty také transformovány na standardní normální rozdělení. Díky standardizaci je indikátor typu DM klasifikován do stejných tříd jako indikátor typu S (**Obr. 6.1.1**).

Tento kumulativní indikátor je v případě hodnocení srážek značen symbolicky **DMPI** (Drought Magnitude Precipitation Index), v případě průtoků **DMRI** (Drought Magnitude Runoff Index) nebo pro stavy hladin ve vrtech a vydatnosti pramenů **DMGI** (Drought Magnitude Groundwater Index) a stejně tak pro hodnocení kombinace srážek a evapotranspirace **DMPEI** (Drought Magnitude Precipitation Evapotranspiration Index) (**Tab. 6.1.1**).

Tab. 6.1.1 Indikátory sucha založené na konceptu SPI

Veličina	Srážky (P)	Srážky– Evapotranspirace (PE)	Průtok (R)	Vrty, prameny (G)
Časové měřítko dat	1, (3, 6, 12) měsíců	1, (3, 6, 12) měsíců	týden	týden
Indikátor aktuálního stavu sucha – typ S (stav za časové měřítko dat)	SPI1 (SPI3, SPI6, SPI12)	SPEI1 (SPEI3, SPEI6, SPEI12)	SRI	SGI
Doporučený typ distribuční funkce	Gamma log-Pearson III	General Logistic	log-Gamma log-normální	General Logistic Gamma Gen. Extr. Value*
Indikátor celkového stavu sucha – typ DM (stav za celé období trvání sucha)	DMPI1 (DMPI3, DMPI6, DMPI12, DMPI24)	DMPEI1 (DMPEI3, DMPEI6, DMPEI12, DMPEI24)	DMRI	DMGI
Distribuční funkce	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma
Aktualizace indikátorů	týdně (s možností přechodu na denní krok)			

* individuálně podle typu režimu

Hodnocení stavu vodních zdrojů

Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha pro hodnocení stavu vodních zdrojů považuje indikátory celkového stavu sucha za *hlavní a určující* nástroj (Vlnas, 2015).

Hodnocení stavu vodních zdrojů se provádí v rámci větších územních celků, krajů nebo jejich částí, přičemž určující je průměrná hodnota indikátoru typu DM z vybrané sítě stanic, které se na jejich území nacházejí. Situace může být klasifikována některým ze *stavů bdělosti nebo pohotovosti* pouze na základě indikátoru typu DM. Pro hodnocení stavu zdrojů povrchových vod je vhodným ukazatelem hrozícího nedostatku vody indikátor DMRI, pro hodnocení stavu zdrojů podzemních vod je to indikátor DMGI (**Tab. 6.1.2**). Upozornění na nastávající stav sucha ČHMÚ vydá za předpokladu, že předpověď vývoje meteorologické situace pro následující hodnocené časové období (týden) neukazuje, že by se stav hodnocených veličin mohl výrazně zlepšit.

Analogicky lze využít indikátor srážek DMPI nebo srážek-evapotranspirace DMPEI pro upozornění na hrozbu vzniku hydrologického sucha. Po zkušenosti s vyhodnocením sucha 2015 se přikláníme k názoru, že pro vznik hydrologického sucha je nejvhodnější hodnocení 3měsíčních úhrnů srážek, tedy indikátor DMPI3, resp. DMPEI3, s ohledem na jejich menší proměnlivost během roku oproti indikátoru s 1měsíčními úhrny.

Stav hodnocení vodních zdrojů lze v případě potřeby rozšířit o třetí kategorii *Nouze*, je-li příslušný indikátor menší než -2 .

Tab. 6.1.2 Upozornění na výskyt hydrologického sucha z hlediska zdrojů **povrchových vod**, resp. **podzemních vod** pomocí hodnocení průtoků na základě indikátoru **DMRI**, resp. **DMGI**.

Stav	DMRI vodoměrných stanic nebo DMGI vrtů (pramenů) v kraji nebo jeho části	Sucho	Kategorie sucha
Bdělost	-1 až $-1,5$	Mírné	1
Pohotovost	$\leq -1,5$	Silné až mimořádné	2 až 3

Upozornění na sucho na vodní nádrži se vydává pro konkrétní vodní dílo na základě míry naplnění nádrže. Upozornění je možné vydat až na základě souhlasu příslušného provozovatele vodního díla (**Tab. 6.1.3**).

Tab. 6.1.3 Upozornění na nízký stav zásob vody v nádržích

Stav	Indikátor naplnění nádrže RES	Sucho	Kategorie sucha
Bdělost	$\leq 50 \%$	Mírné	1
Pohotovost	$\leq 30 \%$	Silné až mimořádné	2 až 3

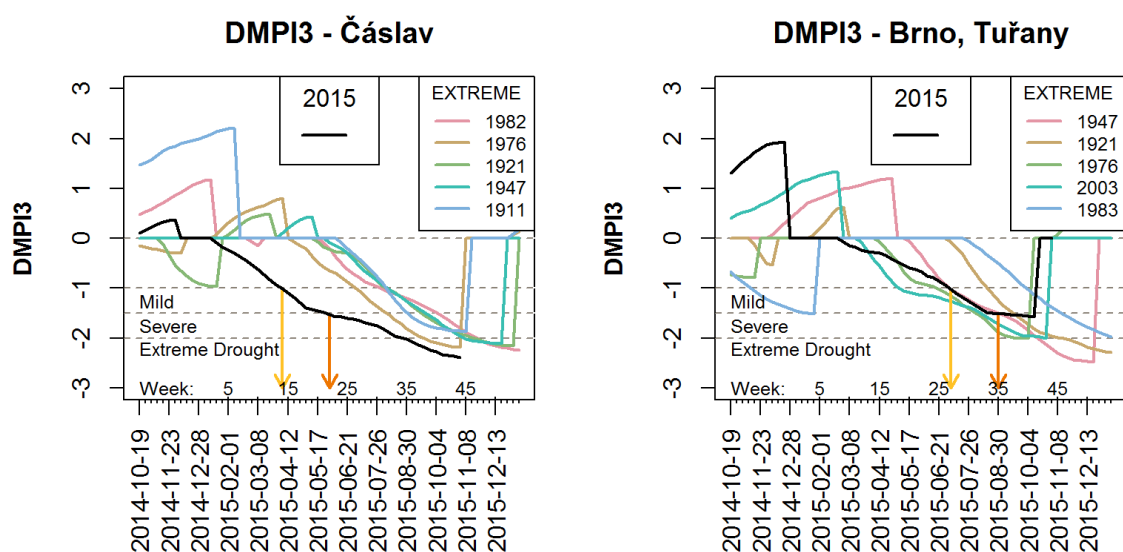
6.2. Ověření indikátorů sucha

Při návrhu metodiky byly indikátory testovány na sadě dat z 8 povodí. Ke skutečnému ověření indikátorů v praxi došlo až v poslední době, např. při klasifikaci a vyhodnocení extremity sucha 2015, které je náplní kap. 10.3 zprávy *Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015* (ČHMÚ, 2015) nebo reportu MKOL o suchu 2015 v povodí Labe (v přípravě).

Vyhodnocení sucha na území ČR v roce 2015

Srážky

Lokálně v jednotlivých stanicích s pozorováním dostupným od roku 1900 lze sucho roku 2015 hodnotit jako jedno z největších, v Čáslavi se jednalo o největší sucho vůbec, naopak méně výrazné bylo v Brně, kde bylo klasifikováno jako mírné až silné (**Obr. 6.2.1**).



Obr. 6.2.1 Vývoj 3měsíčních srážkových úhrnů podle DMPI3 v Čáslavi a v Brně. Vyznačena je doba, kdy by podle metodiky ČHMÚ vydalo upozornění na stav sucha *Bdělost* (žlutá) a *Pohotovost* (oranžová).

Tab. 6.2.1 Nejvýznamnější sucha od roku 1900 podle SPI3 a DMPI3 v chronologickém pořadí (max. 5 nejhorších roků). Silně jsou vyznačena sucha, která byla větší než v roce 2015, podtržena jsou sucha mnohem větší, ostatní jsou přibližně srovnatelná s rokem 2015.

Stanice	SPI3	DMPI3
Klementinum	1900, 1904, 1947, 1976, 1990	1911, 1943 , 1976, 1990, 2003
Brno	1904, 1917, 1921, 1976	<u>1921</u>, <u>1947</u>, 1976, 1983, 2003
České Budějovice	1904, 1911, 1923, 1947	1904, 1911, 1981 , 2003
Čáslav	1904, 1911, 1976, 1994	1921, 1947, 1976, 1982
Opava	1904, 1921, 1992	1921, 1932, 2003

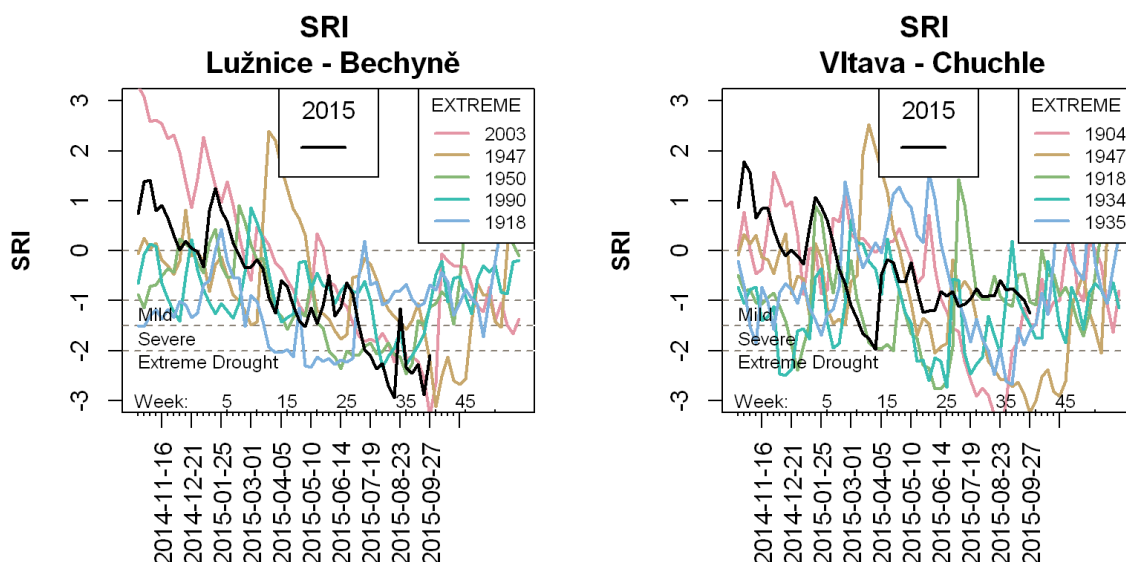
Podle SPI3, tedy podle aktuálního 3měsíčního deficitu srážek, vztaženému k období kolem poloviny srpna (vrchol sucha 2015), bylo nejčastěji zaznamenáno sucho v letech 1904, 1976 a dále 1911, 1921 a 1947. V letech 1904 a 1976 byl zjištěn zpravidla větší SPI3. Jednalo se tedy o sucha větší než letošní. Výsledky shrnuje Tab. 6.2.1.

Podle DMPI3, tedy podle sumy 3měsíčních deficitů srážek od začátku suché epizody, bylo sucho nejčastěji zaznamenáno v letech 1921, 1976 a 2003, méně často v roce 1911 a 1947. S celkovým deficitem srážek v těchto letech je sucho roku 2015 ke konci října plně srovnatelné. Řada epizod sucha však skončila až na přelomu roku či trvala i v roce následujícím. Na konci roku skončilo sucho v roce 1947 v Brně nebo v 1911 v Českých Budějovicích. Porovnání bude možné uzavřít až po odeznění letošního sucha ve všech stanicích.

Průtok

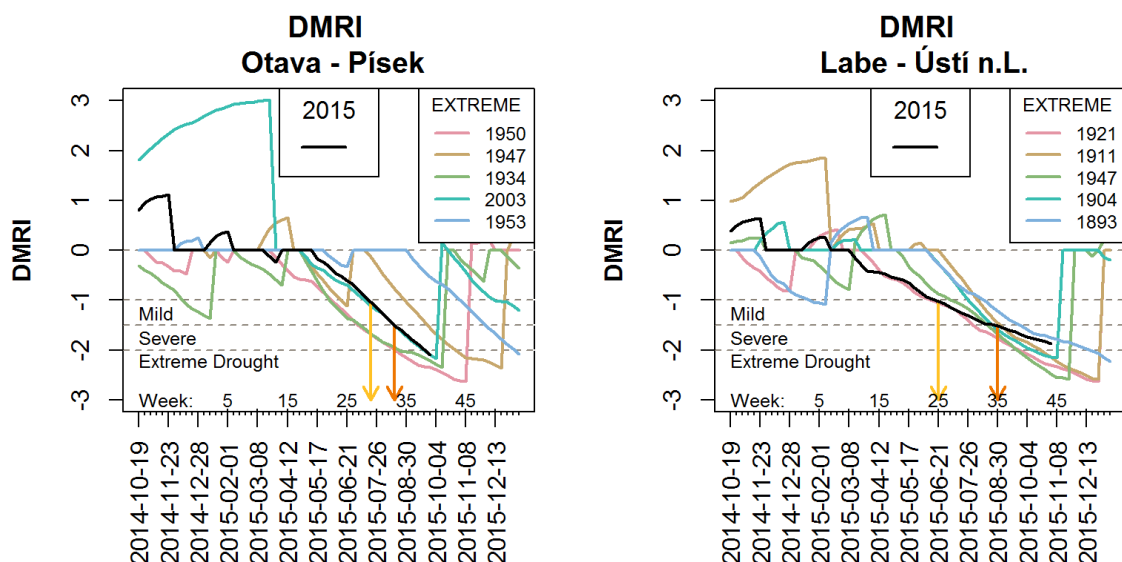
Průběh sucha 2015 na Vltavě v Praze-Chuchli, Ohři v Lounech, Labi Ústí nad Labem, Odře v Bohumíně a Dyji v Trávním Dvoře byl díky nalepšování průtoku nádržemi výrazně mírnější než na ostatních hodnocených stanicích (**Obr. 6.2.2** vpravo), na Dyji průtoky téměř nedosáhly ani úrovně mírného sucha. Pouze na poslední ovlivněné stanici na Labi v Němčicích bylo silné až mimořádné sucho. Podle celkového deficitu průtoku za období trvání sucha, hodnoceného pomocí DMRI, probíhalo na Vltavě a na obou stanicích na Labi silné sucho, na Odře jen mírné a na Ohři a Dyji nebylo dosaženo ani mírného sucha (**Obr. 6.2.3** vpravo).

Podle nejnižších dosažených průtoků v relativně málo ovlivněných vodoměrných stanicích, vyjádřených jako SRI, lze sucho 2015 v Čechách, charakterizovat jako mimořádné, pouze na Jizeře se jednalo o silné až mimořádné sucho. Ve stanicích byly zaznamenány jedny z nejnižších průtoků od začátku pozorování (**Obr. 6.2.2** vlevo). Na Moravě je zatím možné usuzovat jen ze dvou stanic. Na severní Moravě bylo na Odře dosaženo mimořádného sucha, průtok byl jeden z nejnižších za dobu pozorování, minima průtoku Moravy v Kroměříži lze označit jako stav silného sucha.



Obr. 6.2.2 Srovnání sucha podle minimálních dosažených průtoků, vyjádřených jako SRI, ve stanicích bez nalepšování průtoku (vlevo) a ve stanicích s průtokem nalepšováním Vltavskou kaskádou (vpravo).

Podle celkového deficitu průtoku, hodnoceného pomocí DMRI, na Orlici, Jizeře, Lužnici a Otavě probíhalo mimořádné sucho (**Obr. 6.2.3** vlevo), na Berounce silné až mimořádné, na Odře silné. Hodnocení na Sázavě a Moravě je obtížnější, protože sucho bylo krátce přerušeno zvýšením odtoku nad normál v odezvě na srážky v polovině srpna a rozděleno na dvě epizody. Lze usuzovat, že na Sázavě probíhalo silné až mimořádné sucho, na Moravě silné sucho.



Obr. 6.2.3 Srovnání sucha podle celkového deficitu průtoku, hodnoceného pomocí DMRI, ve stanici bez nalepšování průtoku (vlevo) a ve stanici s průtokem nalepšováním (vpravo). Vyznačena je doba, kdy by podle metodiky ČHMÚ vydalo upozornění na stav sucha Bdělost (žlutá) a Pohotovost (oranžová).

Výsledky porovnání sucha 2015 s předchozími roky shrnuje **Tab. 6.2.2**. Počátek pozorování se v jednotlivých stanicích liší. Proto jsou významná sucha z první poloviny 20. století, jako byly epizody z let 1904, 1911 nebo 1947, v tabulce zastoupena méně často než by odpovídalo jejich významu či plošnému rozsahu a naopak je zde možné nalézt třeba i méně významná sucha pozdější. S přihlédnutím k této okolnosti lze konstatovat, že podle SRI bylo nejčastěji zaznamenáno sucho v letech 1918, 1947, 1950 (po 5 výskytech mezi 8 zahrnutými stanicemi), 1930 a 1952 (po 3). Rok 2003 se s dvěma výskyty řadí mezi více dalších podobných roků. Podle DMRI bylo sucho nejčastěji zaznamenáno v letech 1947 (7 výskytů mezi 8 zahrnutými stanicemi), 1950 (5), 1990 a 2003 (po 3).

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

Z hlediska celkové velikosti sucha podle DMRI bylo na Orlici větší jen sucho roku 1921, na Jizeře 1911, na Lužnici bylo sucho 2015 spolu s rokem 1950 vůbec největší, na Otavě bylo větší jen sucho roku 1950 a 1934, na Sázavě 1947 a 1990, na Berounce 1918 a 1964, na Odře byl horší jen rok 1947 a na řece Moravě především roky 1921, 1947, ale i 1917 a 1993. Rok 2015 tedy v Čechách a na Odře z hlediska celkového deficitu odtoku patří k nejhorším rokům vůbec, na řece Moravě byla zaznamenána řada větších či podobných epizod. Zajímavá může být skutečnost, že průběh sucha 2015 byl na Jizeře velmi podobný roku 1947, na Otavě roku 2003 a na Odře 1928 a 1992.

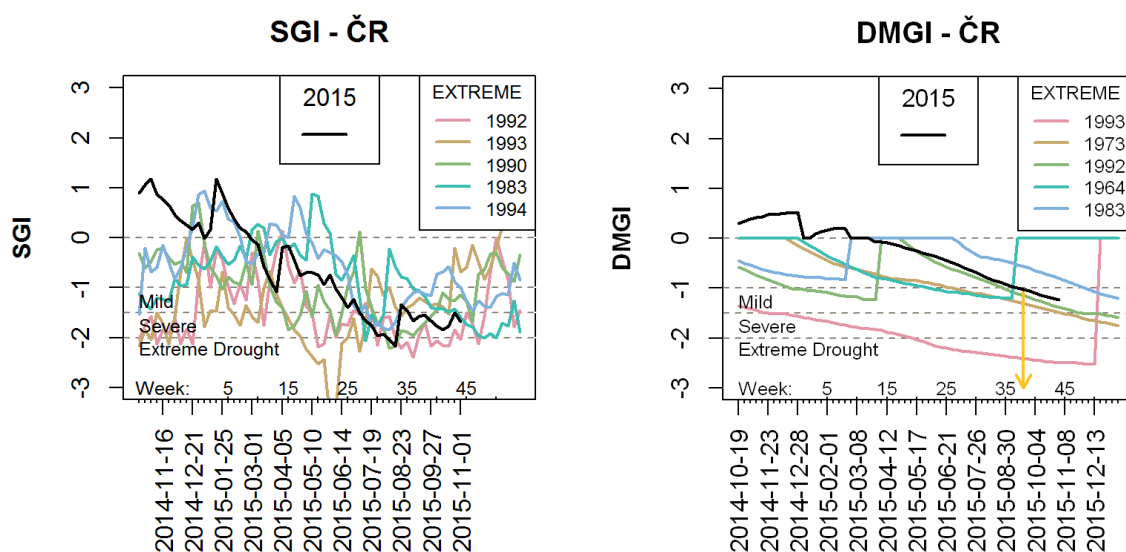
Tab. 6.2.2 Nejvýznamnější sucha (max. 5 nejhorších roků) podle SRI a DMRI v chronologickém pořadí. Silně jsou vyznačena sucha, která byla větší než v roce 2015, podtržena jsou sucha mnohem větší, ostatní jsou přibližně srovnatelná s rokem 2015. Stanice v rámečku jsou ovlivněné převážně hospodařením vodních nádrží. V závorce je uveden počátek pozorování. V Berouně probíhalo měření krátce také v letech 1912–1920.

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

Podzemní voda

Podle stavu hladin hlásné sítě mělkých vrtů z hlediska aktuálního stavu (SGI), tedy podle nejnižších dosažených hladin vztažených k sezónním normálům, je rok 2015 jedním z nejsušších let od roku 1961 vůbec (**Obr. 6.2.4**). Sucho začalo počátkem dubna a trvalo stále i na konci října, přičemž vyvrcholilo 33. týden roku, tedy v polovině srpna, kdy bylo dosaženo mimořádného sucha. Podobně nízkých stavů hladin ve stejném období roku bylo dosaženo především v letech 1990 a 1992, a dále 1983 a 1993. Od té doby hladiny podzemních vod zůstaly prakticky na konstantní úrovni, ale vzhledem k tomu, že indikátor zohledňuje sezonalitu a minimální stavy hladin v září jsou obecně nižší než v srpnu, indikátor SGI v září mírně vzrostl na úroveň silného sucha. Patrný je rovněž vzestup hladin po srážkách v polovině srpna.

Z hlediska celkového stavu (DMGI) se v minulosti vyskytly podobné či významnější období sucha než v roce 2015, a to v letech 1973, 1992, 1993 (**Obr. 6.2.4**). Z jejich pokračování i v zimním období lze s velkou pravděpodobností odvodit, že i letošní sucho v podzemních vodách bude pokračovat i během zimy. Toto sucho může být ukončeno pouze výrazně nadnormálními úhrny srážek v průběhu alespoň jednoho či dvou zimních měsíců nebo v důsledku tání alespoň průměrných sněhových zásob. Sucho v letech 1992 a 1993 bylo např. víceleté, trvalo od roku 1991 prakticky nepřetržitě až do konce roku 1993, stejně jako sucho roku 1973 pokračovalo i v roce 1974. Podobně významné sucho jako v roce 2015 se vyskytlo také v roce 1964, menší, ale s velmi podobným průběhem především zpočátku bylo sucho roku 1976.

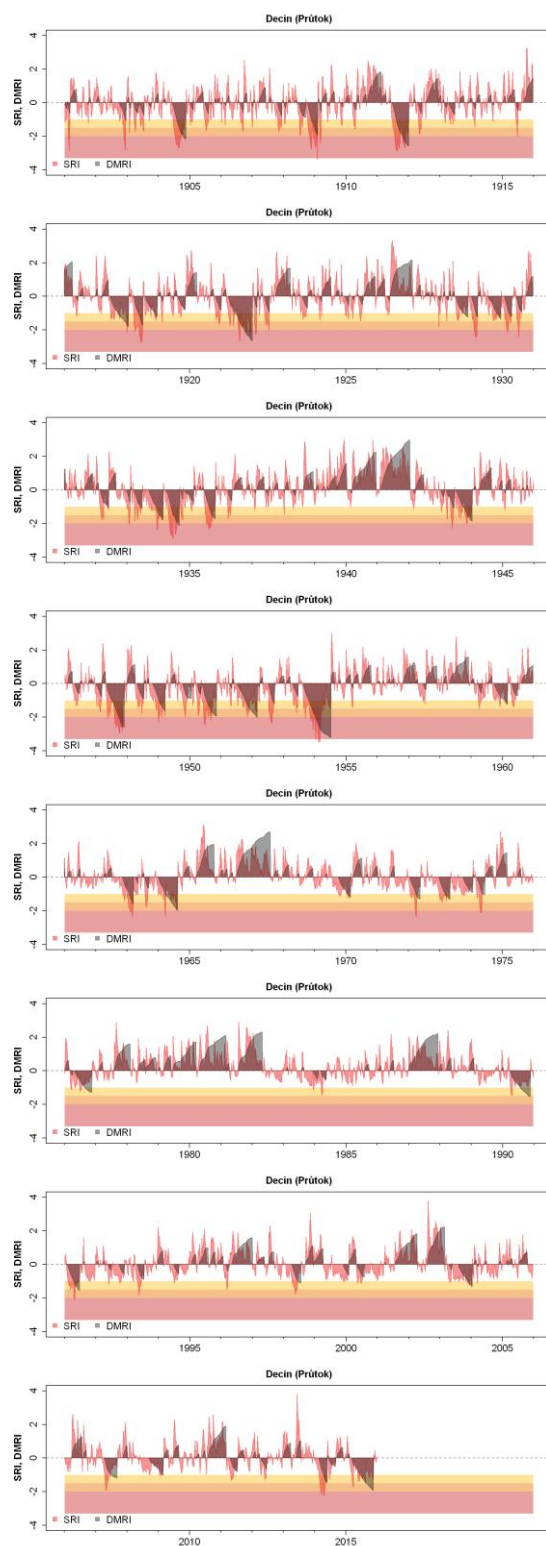


Obr. 6.2.4 Vývoj průměrných týdenních hladin v mělkých vrtech v ČR podle SGI (aktuální stav) a DMGI (celkový stav). Vyznačena je doba, kdy by podle metodiky ČHMÚ vydalo upozornění na stav sucha Bdělost (žlutá).

Sucho 2015 v povodí Labe pro MKOL

Pro společné česko-německé hodnocení sucha 2015 v povodí Labe pro MKOL byly hodnoceny stanice Jaroměř, Týniště, Předměřice, Kostelec, Chuchle, Mělník, Děčín, Dresden, Barby, Wittenberge a Neu Darchau a řada stanic na menších přítocích. Rozdíl oproti datové sadě pro zprávu ČHMÚ je, že byly k dispozici data až do jara 2016, takže byl ve stanicích zastižen i konec této epizody sucha. Datové sady umožnily srovnání suchých epizod od začátku 20. století (**Obr. 6.2.5**).

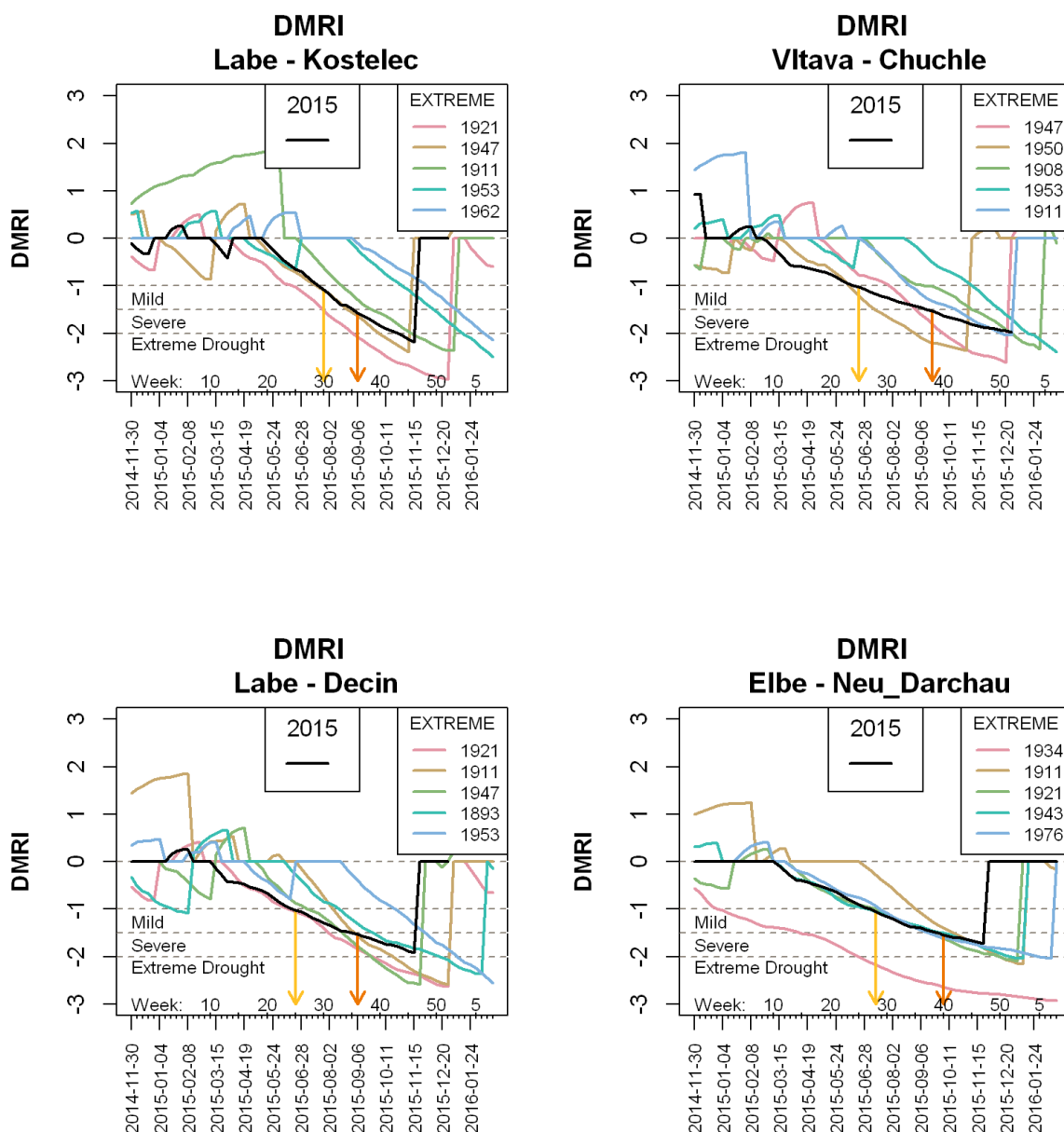
Sucho v povodí Labe podle tohoto vyhodnocení skončilo v Čechách 46. týden (polovina listopadu), v Německu o týden později. Výjimkou je Vltava v Chuchli, kde sucho vzhledem ke kritériu nedosažení odpovídajícího mediánu odtoku pokračovalo až do konce roku (pravděpodobně z důvodu opětovného plnění nádrží Vltavské kaskády).



Obr. 6.2.5 Vyhodnocení aktuálního (SRI) a celkového (DMRI) stavu sucha na Labi v Děčíně. Barevná pásma vyznačují postupně sucho Mírné, Silné a Mimořádné.

Ve stanicích na Labi po Mělník bylo dosaženo až mimořádného sucha, na Vltavě díky nalepšování pouze silného sucha. Nalepšování Vltavy se projevilo i po soutoku s Labem, takže v Děčíně bylo dosaženo pouze silného sucha, stejně jako ve všech stanicích na německé straně, kde je nalepšování zřetelné až po Neu Darchau (**Obr. 6.2.6**).

Sucho ve stanicích na Labi celkově trvalo od 27 (Jaroměř, Kostelec) do 37 týdnů (Neu Darchau).



Obr. 6.2.6 Vyhodnocení sucha podle celkového deficitu průtoku, hodnoceného pomocí DMRI, ve stanicích v povodí Labe. Vyznačena je doba, kdy by podle metodiky ČHMÚ vydalo upozornění na stav sucha Bdělost (žlutá).

Hodnocení stavu vodních zdrojů

Z vyhodnocení sucha 2015 v ČR vyplývá, že k upozornění na stav vodních zdrojů Bdělost nebo Pohotovost by z hlediska srážek podle metodiky Vlnas (2015) došlo v týdnech roku, jak je uvedeno v **Tab. 6.2.3**, z hlediska odtoku v **Tab. 6.2.4** a z hlediska podzemních vod v **Tab. 6.2.5**.

Tab. 6.2.3 Srážky – upozornění na stav vodních zdrojů. Uveden je týden, kdy by v roce 2015 došlo k vydání upozornění na stav Bdělost, resp. Pohotovost.

Upozornění na stav vodních zdrojů (týden)		
Srážkoměrná stanice	Bdělost	Pohotovost
Praha-Klementinum	17.	26.
Brno	27.	35.
Č. Budějovice	30.	37.
Opava	28.	34.
Čáslav	14.	22.
Doksy	–	–

Při porovnávání všech třech tabulek je třeba vzít v úvahu, že veškerá zpracovávaná data byla dostupná k datu přípravy zprávy, tedy k začátku listopadu 2015. V případě odtoku a zejména podzemních vod to znamená, že sucho ještě dále pokračovalo a je tedy velmi pravděpodobné, že i u podzemních vod by (podle trendu) v období kolem 45. až 50. týdne roku docházelo k překračování stavu Pohotovost. Dále je třeba vzít v úvahu, že srážky reprezentují jednotlivé vybrané stanice, zatímco odtok celá povodí podobně jako podzemí vody, které jsou hodnoceny jako průměr vrtů, které se v příslušném povodí nacházejí. Průběh sucha se v jednotlivých srážkoměrných stanicích tedy poměrně výrazně liší – zatímco v Doksech vůbec nebylo sucho, v Praze-Klementinu a v Čáslavi bylo sucho mimořádné s intenzivním průběhem a tudíž stavů Bdělosti a Pohotovosti bylo dosaženo záhy.

Tab. 6.2.4 Průtok – upozornění na stav vodních zdrojů ve vodoměrných stanicích v povodí Labe. Uveden je týden, kdy by v roce 2015 došlo k vydání upozornění na stav Bdělost, resp. Pohotovost.

Upozornění na stav vodních zdrojů (týden)			
Vodoměrná stanice	Tok	Bdělost	Pohotovost
Týniště n. O.	Orlice	29.	35.
Němčice	Labe	30.	37.
Předměřice	Jizera	29.	33.
Bechyně	Lužnice	27.	32.
Písek	Otava	29.	33.

Zruč n. S.	Sázava	32.	–
Beroun	Berounka	36.	44.
Chuchle	Vltava	25.	37.
Louny	Ohře	–	–
Ústí n. L.	Labe	25.	35.
Svinov	Odra	31.	36.
Bohumín	Odra	35.	–
Kroměříž	Morava	32.	–
Trávní Dvůr	Dyje	–	–

Z tabulek je patrná propagace sucha v hydrologickém cyklu, tedy dosažení stavu Bdělost ve srážkách ve 14.–30. týdnu, v průtoku v 25.–36. týdnu a v podzemních vodách ve 26.–44. týdnu a dále Pohotovost opět ve srážkách ve 22.–37. týdnu, následně v průtoku ve 32.–44. týdnu a nakonec v podzemních vodách pravděpodobně o několik týdnů později.

Až překvapivě spolu koresponduje průběh sucha v jednotlivých povodích z hlediska průtoku a podzemních vod uvážíme-li relativně malý počet vrtů, které vstupují do hodnocení, vzhledem k proměnlivosti geologické skladby a jejich reprezentativnost z hlediska příspěvku základního odtoku.

Domníváme se, že toto navrhované vydávání upozornění na stav vodních zdrojů povrchových a podzemních vod Bdělost a Pohotovost odpovídá loňské zkušenosti.

Tab. 6.2.4 Podzemní voda – upozornění na stav vodních zdrojů ve vrtech. Uveden je týden, kdy by v roce 2015 došlo k vydání upozornění na stav Bdělost, resp. Pohotovost.

Upozornění na stav vodních zdrojů (týden)		
Vrty v povodí	Bdělost	Pohotovost
horní Labe	26.	36.
střední Labe	33.	–
Orlice	33.	–
horní Sázava	27.	33.
horní Vltava	44.	–
střední Vltava	37.	–
Otava	32.	40.
Jizera	35.	–
Jihlava	37.	–
Bečva	33.	–
Odra	40.	–

Olše a Ostravice	32.	38.
Opava	43.	–
ostatní povodí	–	–

Reference

- Bloomfield, J. P., Marchant, B., P. (2013) Analysis of groundwater drought building on the Standardised precipitation index approach. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, **17**, 4769–4787. Dostupné z: <www.hydrol-earth-syst-sci.net/17/4769/2013/>. doi:10.5194/hess-17-4769-2013
- ČHMÚ (2015) Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015. ČHMÚ Praha, prosinec 2015, 160 pp.
- DMCSEE (2013) *Drought bulletins and maps* [online], Drought Management Centre for Southeastern Europe [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://www.dmcsee.org/en/drought_monitor/>
- EDO (2013) *Factsheets of EDO Indicators* [online]. European Drought Observatory. JRC European Commission [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: <<http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1101>>
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1993) The relationship of drought frequency and duration to time scale. In: Preprints *Eighth Conference on Applied Climatology*, American Meteorological Society, Anaheim (CA), 17–22 January 1993, 179–184.
- NDMC (2008) *Climate Division Standardized Precipitation Index (SPI)* [online], National Drought Mitigation Centre [cit. 2011-01-04]. Dostupné z: <<http://drought.unl.edu/MonitoringTools/ClimateDivisionSPI.aspx>>
- Shukla, S., Wood, A. W. (2008) Use of a standardized runoff index for characterizing hydrologic drought. *Geoph. Res. Letters*, Vol. **35**, L02405, doi:10.1029/2007GL032487
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I. (2010) A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, *Journal of Climate*, **23**, 1696–1718. doi:10.1175/2009JCLI2909.1
- Vlnas, R., Kašpárek, L., Vizina, A., Hanslík, E., Šimek, P. (2010) Časová a plošná variabilita sucha v podmínkách klimatické změny na území ČR. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, vyd. 1., 162 pp, ISBN 978-80-87402-11-5, Dostupné z: <<http://vufind.lib.cas.cz/ustav/KNAV/Record/000960928>>
- Vlnas, R. (2015) Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 18 pp. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <<http://sucho.vuv.cz>>
- WMO (2012) World Meteorological Organization: *Standardized Precipitation Index User Guide*. World Meteorological Organization (Svoboda, M., Hayes, M., Wood, D.). (WMO–No. 1090), Geneva, Switzerland.

7. LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

Hodnocení kvantitativního stavu vod s ohledem na kritéria intenzity hydrologického sucha není dosud legislativně zakotveno.

Vhodnými postupy legislativního řešení ochrany před působením sucha se zabývá kap. 6.3 materiálu Návrh koncepce řešení krizové situace výskytu sucha a nedostatku vody (Hrdinka *et al.*, 2016), zpracovaného v rámci projektu *Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území České republiky, identifikační kód VG20102014038*. V oblasti hodnocení kvantitativního stavu vod s ohledem na kritéria intenzity hydrologického sucha materiál navrhuje v obecné rovině:

„Stanovit indikátory sucha a jejich limity. Stanovit kompetence ČHMÚ v oblasti monitoringu, vyhodnocování a vyhlásování stavů sucha na zdrojích povrchových a podzemních vod.“

Materiál navrhuje pro hodnocení intenzity hydrologického sucha využití indikátorů popsaných v *Metodice pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha*. Tyto indikátory a jejich aplikace včetně limitů pro vydávání upozornění na stav vodních zdrojů jsou na příkladu sucha 2015 blíže popsány v předcházející kapitole této zprávy.

Materiál, který připravila Pracovní skupina „Sucho“ (2015) obsahuje širší souvislosti problematiky sucha z hlediska ustanovení zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů a řady souvisejících právních předpisů a navrhuje:

Meteorologické sucho a nedostatek vody v půdě lze s ohledem na vodní zákon pojímat pouze jako nezbytnou informaci pro „předpovědní službu“ (vykonávanou především pracovníky Českého hydrometeorologického ústavu). Do kompetence vodního zákona tak spadá pouze sucho hydrologické. To lze členit na sucho, které souvisí s nedostatkem povrchových vod a na sucho projevující se snižováním hladin podzemních vod. Nedostatek povrchových vod je možné prakticky hodnotit na základě jak dlouhodobě trvajících období relativně velmi nízkých průtoků, tak na základě akumulované vody ve vodních nádržích.

Pojem hydrologické sucho by mohl být (ve smyslu pojmů používaných ve stávajícím vodním zákonu) nahrazen právně výstižnější formulací: přechodný nedostatek povrchových a podzemních vod ve vodních zdrojích. Bylo by tak možné formulovat přibližně následující definici:

Přechodný nedostatek povrchových a podzemních vod ve vodních zdrojích je taková situace, která je charakterizována jak mimořádně nízkými průtoky ve vodních tocích, tak výrazným poklesem hladin podzemních vod. Tato situace může být způsobena jak přírodními jevy, zejména déletrvajícím srážkovým deficitem a vysokými teplotami vzduchu, tak i hydrologicky nepříznivým ovlivněním způsobeným lidskou činností (uvedenou definici doporučujeme porovnat s návrhem deficice sucha a nedostatku vody, jak jej uvádí kap. 2.1 této zprávy).

Dále pak bude vhodné použít i pojem riziko (obdobným způsobem jako je tomu ve vodním zákonu v příslušných ustanoveních, která pojednávají o povodních). Např. bude možné aplikovat následující formulaci: „... rizikem ohrožení vodních zdrojů nedostatkem povrchových a podzemních vod se rozumí kombinace pravděpodobnosti výskytu přechodného nedostatku povrchových a podzemních vod a možného nepříznivého ovlivnění jak obyvatelstva, tak životního prostředí ...“

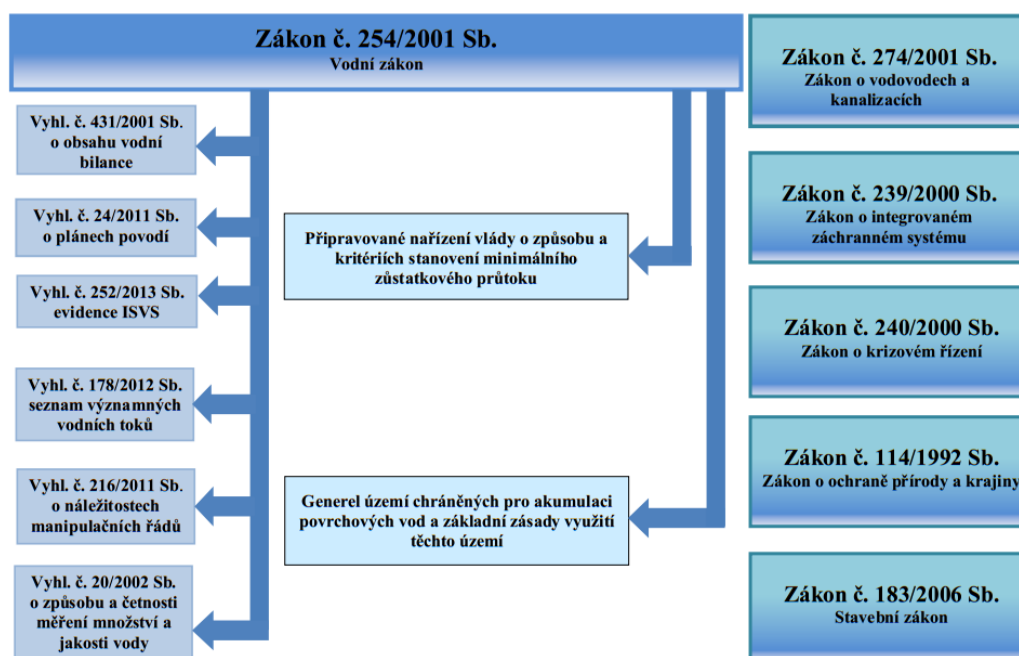
Pokud jde o plánování v oblasti vod, bude zapotřebí zpracovávat nejen plány pro zvládání povodňových rizik, ale i plány pro zvládání rizik ohrožení vodních zdrojů nedostatkem povrchových a podzemních vod (návrh struktury těchto plánů uvádí také (Hrdinka *et al.*, 2016).

U podzemních vod (podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky) je tzv. kvantitativní stav definován ve vodním zákonu již v § 2a odst. 9: „Kvantitativním stavem podzemních vod se rozumí vyjádření míry ovlivnění útvaru podzemních vod přímými a nepřímými odběry.“ Tento stav je však definován pouze u vod *podzemních* – nikoliv též *povrchových*. Je otázkou, zda by nebylo vhodné s ohledem na výskyt sucha a s tím související významnou míru ovlivnění odběry tuto definici vytvořit a začlenit do § 2a zákona.

V současné podobě vyhláška č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci uvádí v § 3 Obsah a způsob sestavení hydrologické bilance množství vody: „Hydrologická bilance množství vody se sestavuje každoročně pro dílčí povodí jako *hodnocení minulého kalendářního roku*.“ Podobně v § 5 Vodohospodářská bilance: „Vodohospodářská bilance se sestavuje *každoročně pro jednotlivé oblasti povodí*.“

V § 22 odst. 1 se v rámci definice vodní bilance uvádí: „Vodohospodářská bilance porovnává požadavky na odběry povrchové a podzemní vody a vypouštění odpadních vod s využitelnou kapacitou vodních zdrojů z hledisek množství a jakosti vody a jejich ekologického stavu.“ V období sucha bude nutné *průběžně* vyhodnocovat nároky na odběry vody a porovnávat je s dostupnými vodními zdroji. Vodní bilance by se tudíž nevyhodnocovala až po uplynutí kalendářního roku, ale *průběžně*, například v měsíčním intervalu.

Ustanovení § 10 přitom velmi úzce souvisí s institutem vodní bilance definovaném v § 22. Bylo by proto vhodné § 10 vypustit a naopak § 22 rozšířit. Taková úprava by souvisela i se změnou u dvou dotčených prováděcích předpisů, tzn. vyhlášky č. 20/2002 Sb., o způsobu a četnosti měření množství vody, ve znění vyhlášky č. 93/2011 Sb. a vyhlášky č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci.



Obr. 7.1 Přehled legislativních předpisů souvisejících s problematikou sucha

S ohledem na pojednávanou problematiku se jeví, že úlohu institutu vodní bilance bude zapotřebí výrazně posílit. Aby bylo možné zhodnotit veškeré vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu definované zákonem č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů – bude vhodné částečně změnit formulaci stávajícího znění § 22 odst. 2 vodního zákona (snížení výkaznických limitů). Za nedostačující lze označit frekvenci pouze jednoročního ohlašování s ohledem na situaci, která by mohla nastat při závažném nedostatku povrchové či podzemní vody – při určité fázi ohrožení by měla být stanovena povinnost předávat údaje častěji.

Reference:

Hrdinka, T., Vlnas, R., Kašpárek, L. (2015) Návrh koncepce řešení krizové situace výskytu sucha a nedostatku vody v České republice. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 49 pp. [cit. 2016-05-15]. <Dostupné z: <http://sucho.vuv.cz>>

Vlnas, R. (2015) Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v.v.i., Praha, 18 pp. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <<http://sucho.vuv.cz>>

Pracovní skupina „Sucho“ (2015) Vstupní analýza k problematice „Sucho“. Podrobné zhodnocení stávající právní úpravy sloužící jako podklad k následnému zpracování jak věcného záměru, tak i paragrafovaného znění novely vodního zákona a souvisejících právních předpisů. Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, 76 pp.

8. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Je připravována novela vodního zákona. VUV ve spolupráci s MŽP zpracovalo v listopadu 2015 *Podrobné zhodnocení stávající právní úpravy sloužící jako podklad k následnému zpracování jak věcného záměru, tak i paragrafovaného znění novely vodního zákona a souvisejících právních předpisů*. Zmínek o suchu je v zákonu velmi málo, navíc jsou zde též i nerovnoměrně obsaženy. Text mimo jiné upozorňuje, že půdní (agronomické) sucho nespadá do kompetence vodního zákona (podle definice povrchových a podzemních vod). Text navrhuje znění definice sucha, stupně ohrožení suchem, riziko ohrožení suchem stejně jako potřebu vzniku analogických plánovacích dokumentů (viz. také Hrdinka *et al.*, 2015), úpravu změny a zrušení povolení k nakládání s vodami (§ 12 a § 109), posílení úlohy vodní bilance (frekvence ohlašování, snížení limitů), plánování v oblasti vod s ohledem na sucho, rozšíření kompetencí správců povodí (viz. také Hrdinka *et al.*, 2015). Materiál dále doporučuje provést kvantifikaci dopadů suché epizody roku 2015 na obyvatelstvo a na životní prostředí, zhodnotit činnost správců povodí, vodoprávních úřadů (především by byly přínosné praktické zkušenosti s ohledem na aplikaci opatření obecné povahy podle § 109), případně i České inspekce životního prostředí či Českého hydrometeorologického ústavu během této události. Tato kvantifikace dopadů je zásadní zejména s ohledem na nedostatek vody, coby přímý důsledek sucha, který je při návrhu a následné volbě vhodných opatření rozhodujícím kritériem.

Kritéria intenzity hydrologického sucha definuje *Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha* certifikovaná na MŽP v únoru 2015, která byla zpracovaná v rámci projektu *Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území České republiky*. Metodika navrhuje klasifikaci sucha z hlediska stavu průtoků, stavu podzemních vod a akumulace v nádržích do kategorií Mírné, Silné a Mimořádné sucho. Na základě plošného rozšíření těchto kategorií sucha na území většího územního celku (kraje) je navrženo, aby ČHMÚ vydával tzv. Upozornění na stav vodních zdrojů *Bdělost*, popř. *Pohotovost*, a to zvláště z hlediska povrchových vod (průtoky) a podzemních vod (hladina vody ve vrtech a/nebo vydatnost pramenů). Tuto kompetenci je třeba zavést v novele vodního zákona.

Metodika přitom vychází z analogie s hodnocením srážek pomocí indexu SPI a navrhuje využití také indexu SPEI. Oba indexy představují z hlediska hrozby hydrologického sucha prekurzor možného nástupu sucha v povrchových a podzemních vodách. SPEI je modifikací indexu SPI s korekcí srážek o ztráty vlivem potenciální evapotranspirace. Ukazuje se, že tento indikátor je vhodnější než SPI pro hodnocení množství skutečně využitelných srážek a tedy charakterizaci sucha z hlediska nároků na vodu. Po zkušenosti s vyhodnocením sucha 2015 se přikláníme k názoru, že pro vznik hydrologického sucha je nejvhodnější hodnocení 3měsíčních úhrnů srážek, tedy indikátor DMPI3, resp. DMPEI3, s ohledem na jejich menší proměnlivost během roku oproti indikátoru s 1měsíčními úhrny. Vyhodnocení indexu SPEI již zavedl ČHMÚ během jara 2016, a to ve variantách s 1měsíční a 6měsíční akumulací (SPEI1 a SPEI6).

Český hydrometeorologický ústav postupně zavádí postupy a indikátory uvedené v metodice do praxe. Indikátory pro stanovení sucha z hlediska srážek, odtoku a podzemních vod byly využity např. pro klasifikaci a vyhodnocení extremity sucha 2015, které je náplní kap. 10.3 zprávy Vyhodnocení sucha na území České republiky v roce 2015, nebo pro Mezinárodní komisi pro ochranu Labe. Propagace sucha v jednotlivých povodích z hlediska srážek, průtoku a podzemních vod vzájemně dobře koresponduje. Lze konstatovat, že pro potenciální vznik hydrologického sucha je vhodnější hodnocení 3měsíčních úhrnů srážek, tedy indikátor DMPI3, resp. DMPEI3, s ohledem na jejich menší proměnlivost během roku oproti indikátoru s 1měsíčními úhrny. Metodikou navrhovaná kritéria pro vydávání upozornění na stav vodních zdrojů povrchových a podzemních vod *Bdělost* a *Pohotovost* odpovídají loňské zkušenosti.

Za účelem zobrazení časového vývoje těchto indexů je připravována mapová aplikace Sucho. Oddělení SOIT ČHMÚ v současné době zajišťuje hardware a zpracovává analýzu softwarových požadavků pro instalaci aplikace a softwaru pro stanovení indexů sucha. Je třeba konstatovat, že tato fáze poněkud stagnuje.

Ze srovnání indikátorů navržených v metodice Vlnas (2015), používaných v ČR a ve světě vyplývá, že hodnocení hydrologického sucha je napříč státy ve značné míře nejednotné zejména co se týká vztahu povrchových a podzemní vod a vymezení kategorií pro klasifikaci sucha. Často je preferována metoda kvantilů nebo její ekvivalenty, než jako vhodné řešení spíše jako výraz absence spolupráce služeb zajišťujících monitoring povrchových a podzemních vod. Používané indikátory vyjadřují pouze aktuální stav sucha, celkový stav (velikost sucha od začátku suché epizody) není hodnocen nebo jej nahrazuje informace o trvání sucha. Metodika navrhuje sjednocení postupů pro hodnocení i klasifikaci jednotlivých veličin.

ČHMÚ a instituce podílející se na vývoji aplikace Intersucho, tedy zejména Ústav výzkumu globální změny Akademie věd České republiky (CzechGlobe), Mendelova univerzity v Brně a Masarykova univerzita, připravují společný portál Monitoring sucha a jeho dopadů. Portál by měl představovat průsečík relevantních aktivit zmíněných institucí. Podle návrhu bude toto hodnocení sucha probíhat na úrovni obcí s rozšířenou pravomocí.

Při hodnocení zemědělského a půdního sucha Státní pozemkový úřad spoléhá na spolupráci s projektem Intersucho.

Indikátory zemědělského, resp. půdního sucha lze ve vztahu k typům hydrologických indikátorů navržených v metodice Vlnas (2015) považovat za ukazatele *aktuálního stavu* sucha (typ S).

Typologicky nejbližší stojí např. intenzita sucha v půdním profilu (0–40, 40–100, 0–100 cm) (Intersucho, 2016). Aktuální půdní vlhkost je podobně jako u navržených hydrologických indikátorů porovnávána s normálem pro příslušné období. Odchylka půdní vlhkosti rozlišuje 6 kategorií oproti 3 kategoriím hydrologického sucha. Platí přibližně, že kategoriím hydrologického sucha Mírné, Silné a Mimořádné odpovídají kategorie intenzity sucha v půdním profilu S2 mírné, S3 výrazné a S4 výjimečné sucho.

Obvykle není rozlišováno sucho a nedostatek vody. Proto mimo jiné chybí kritéria nedostatku vody, který představuje nerovnováhu mezi dodávkami vody a poptávkou v systému zásobování vodou. Jednou z příčin nedostatku vody může být sucho. Nedostatek vody během epizod sucha nebo v důsledku znečištění vody může být zmenšen přijímáním vhodných opatření, jako např. nalepšováním malých průtoků manipulacemi na nádržích, propojením vodárenských a vodohospodářských soustav, zapojením záložních zdrojů (jímací území) vody apod. Kapacita těchto opatření je rozhodující při kvantifikaci rizika nedostatku vody. Prostor pro kvantifikaci nedostatku vody představuje příprava Plánů pro zvládání sucha.