

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA ROZVOJOVÝCH A ENVIRONMENTÁLNÍCH STUDIÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Environmentální problematika sucha v krajině České republiky

Environmental issues of drought in the landscape of the Czech Republic

Vypracovala: Lucie Janíková

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Ivo Machar, Ph.D.

Olomouc 2021

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá environmentální problematikou sucha v krajině České republiky spojenou se změnou klimatu. V úvodní části se práce věnuje obecným informacím o suchu a stručnému přehledu historie sucha na českém území. V druhé a také hlavní části práce je blíže rozebrána současná situace sucha na našem území a způsoby, jakými je sucho v České republice možno redukovat. V poslední části práce jsou představeny zajímavé projekty ze zahraničí a unikátní vodohospodářství v Izraeli jako inspirace pro vodní hospodářství České republiky.

Klíčová slova: sucho, voda, nedostatek vody, teplota vzduchu, srážkový úhrn, výpar, průtok, Česká republika

Abstract

This bachelor thesis deals with the environmental problems of drought associated with climate change in the Czech Republic. The introductory part of this thesis covers the general information about drought and the history about drought in the Czech Republic. The second and main part of this thesis explains closely our current drought situation and ways how to reduce this dry climate in our country. The last part of this thesis introduces interesting projects from other countries and unique water management in Israel as an inspiration for water management in the Czech Republic.

Keywords: drought, water, lack of water, air temperature, total precipitation, evaporation, flow, Czech Republic

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze za použití zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu literatury.

V Olomouci dne:

.....

Lucie Janíková

Chtěla bych poděkovat panu Prof. Ing. Ivu Macharovi Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a veškerou pomoc při psaní mé práce. Dále chci poděkovat Katedře rozvojových a environmentálních studií Přf UP za vstřícný přístup, smysluplné a podnětné studium. V neposlední řadě děkuji mým přátelům a rodině za podporu při psaní i během studia.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Lucie JANÍKOVÁ**
Osobní číslo: **R17389**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Environmentální studia a udržitelný rozvoj**
Téma práce: **Environmentální problematika sucha v krajině České republiky**
Zadávací katedra: **Katedra rozvojových a environmentálních studií**

Zásady pro vypracování

Práce bude zaměřena jako řešerše environmentálních problémů v krajině České republiky spojených se suchem v důsledku klimatických změn. V úvodní části práce bude zpracován stručný přehled historického kontextu sucha v krajině České republiky. Práce bude zaměřena především na zhodnocení současných environmentálních problémů se suchem v krajině. V závěru práce budou diskutovány možné inspirativní projekty ze zahraničí, které by potenciálně mohly napomoci řešení výše uvedené problematiky.

Rozsah pracovní zprávy: **10 – 15 000 slov**
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Hrkal Z. O lidech a vodě. Praha: Česká geologická služba, 2014. ISBN 978-80-7075-864-9. 2. Hrkal Z. Voda včera, dnes a zítra. Praha: Mladá fronta, 2018. ISBN 978-80-204-4989-4. 3. Brázdil R., Trnka M., et al. Historie počasí a podnebí v českých zemích, svazek XI. Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Brno: Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., 2015. ISBN: 978-80-87902-11-0. 4. Siegel M. S. Budiž voda. Praha: Aligier, 2017. ISBN 978-80-906420-3-4. 5. Intersucho: www.intersucho.cz [online]. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2019. Dostupné také z: <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2019-04-08&to=2019-05-06&t=2019-05-05>. 6. Český hydrometeorologický ústav: portal.chmi.cz [online]. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Dostupné také z: <http://portal.chmi.cz/>.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivo Machar, Ph.D.**
Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: **10. dubna 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2020**

V Olomouci dne 22. května 2019

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
vedoucí katedry

Obsah

Úvod.....	9
Metodika a cíl práce.....	10
1. SUCHO	11
1.1. ROZDĚLENÍ SUCHA	11
1.1.1. Meteorologické sucho	11
1.1.2. Zemědělské sucho	12
1.1.3. Hydrologické sucho	12
1.1.4. Socio-ekonomické sucho	12
1.2. PŘÍČINY SUCHA.....	12
1.2.1. Krajinné a půdní vlastnosti	12
1.2.2. Klima a antropogenní činnost	13
1.3. HODNOCENÍ SUCHA	13
1.3.1. Standardizovaný srážkový index – SPI.....	13
1.3.2. Palmerův index intenzity sucha – PDSI.....	14
1.3.3. Z-index	14
1.3.4. Standardizovaný srážkový evapotranspirační index – SPEI.....	14
1.4. DOPADY SUCHA	14
1.4.1. Ekonomické dopady.....	14
1.4.2. Sociální dopady.....	15
1.4.3. Ekologické dopady.....	15
2. HISTORIE SUCHA V ČESKÝCH ZEMÍCH	15
2.1. Rok 1904.....	15
2.2. Rok 1911.....	16
2.3. Rok 1917	17
2.4. Rok 1921	17
2.5. Rok 1947	18
2.6. Rok 1953.....	19
2.7. Rok 1959	19
2.8. Rok 1992	20
2.9. Rok 2000	20
2.10. Rok 2003	21
3. SOUČASNÁ SITUACE SUCHA V ČESKÝCH ZEMÍCH	22
3.1. PŘEDCHÁZEJÍCÍ ROKY	22
3.1.1. Rok 2017	22

3.1.2. Rok 2018.....	24
3.1.3. Rok 2019.....	25
3.2. ROK 2020.....	26
3.2.1. Období leden-duben 2020.....	27
3.2.2. Období květen-srpen 2020.....	28
3.2.3. Období září-prosinec 2020.....	29
3.3. DOSAVADNÍ ROK 2021	30
4. MOŽNÁ BUDOUCÍ SITUACE SUCHA V ČESKÝCH ZEMÍCH.....	31
4.1. KRIZOVÉ SCÉNÁŘE	31
4.2. PROGRAMY NA PODPORU VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ.....	32
4.2.1. Program Sázíme budoucnost.....	32
4.2.2. Program Dešťovka	33
4.3. PROJEKTY NA PODPORU VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ.....	33
4.3.1. Recyklace a znovuvyužití odpadních vod.....	33
4.3.2. Vzdělávací metodika pro boj se suchem.....	34
4.3.3. Aktivní vsakovací vrstva pro hospodaření se srážkovými vodami – NEWSAK....	34
5. PŘÍKLADY VODOHOSPODÁŘSKÉ PRAXE ZE ZAHRANIČÍ.....	34
5.1. SPOJENÉ ARABSKÉ EMIRÁTY	35
5.1.1. Obchod s virtuální vodou.....	35
5.2. SINGAPUR	36
5.2.1. Projekt NEWwater (Nová voda).....	36
6. PŘÍKLADY DOBRÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ PRAXE Z IZRAELE	37
6.1. OBYVATELSTVO A VLÁDA	37
6.2. ZÁSAVNÍ PROJEKTY.....	38
6.2.1. Kapková závlaha.....	38
6.2.2. Čištění odpadních vod.....	38
6.2.3. Odsolování mořské vody	39
6.2.4. Centrální rozvaděč vody	39
Závěr	41
Seznam použité literatury.....	42

Úvod

Problematika sucha se v posledních letech týká skoro celého světa a Česká republika není výjimkou. Výskyt sucha v krajině zapříčiňuje mnoho různých faktorů, nejčastěji jsou tyto faktory spojené s klimatickými změnami (vysoká teplota vzduchu, nedostatek srážek). V důsledku špatného hospodaření s vodou mohou být v nejhorším případě následky sucha i katastrofální. Těmto následkům sucha lze předcházet pomocí nově vyvinutých technologií a projektů, na kterých pracují odborníci a vědci celého světa.

Tato práce je zaměřena na historický vývoj sucha v krajině České republiky až do současnosti, kdy je sucho v České republice stále velmi aktuálním tématem, a proto jsou zde realizovány různé projekty a programy na podporu boje se suchem. A jelikož problematika sucha nesoužuje pouze naši republiku, je možné čerpat inspiraci z vodohospodářské praxe ze zahraničí, která je často velmi efektivní. Především ve státě Izrael, který je svým hospodařením s vodou, v podmínkách, které jim jsou k dispozici, příkladem a inspirací pro celý svět. V této práci se přesvědčíme, že uvážlivý přístup k vodním zdrojům je jeden z klíčů k boji se suchem.

Metodika a cíl práce

Tato bakalářská práce je založena především na rešerši dostupné literatury pro dané téma a na dosavadních znalostech získaných během studia. Většina literatury byla čerpána online formou nebo z dostupných knih ve Vědecké knihovně v Olomouci. Práce se také opírá o informace z webových portálů Ministerstva životního prostředí, Hydrometeorologického ústavu a portálu Intersucho, podle kterého je provedena analýza současného stavu sucha v krajině České republiky.

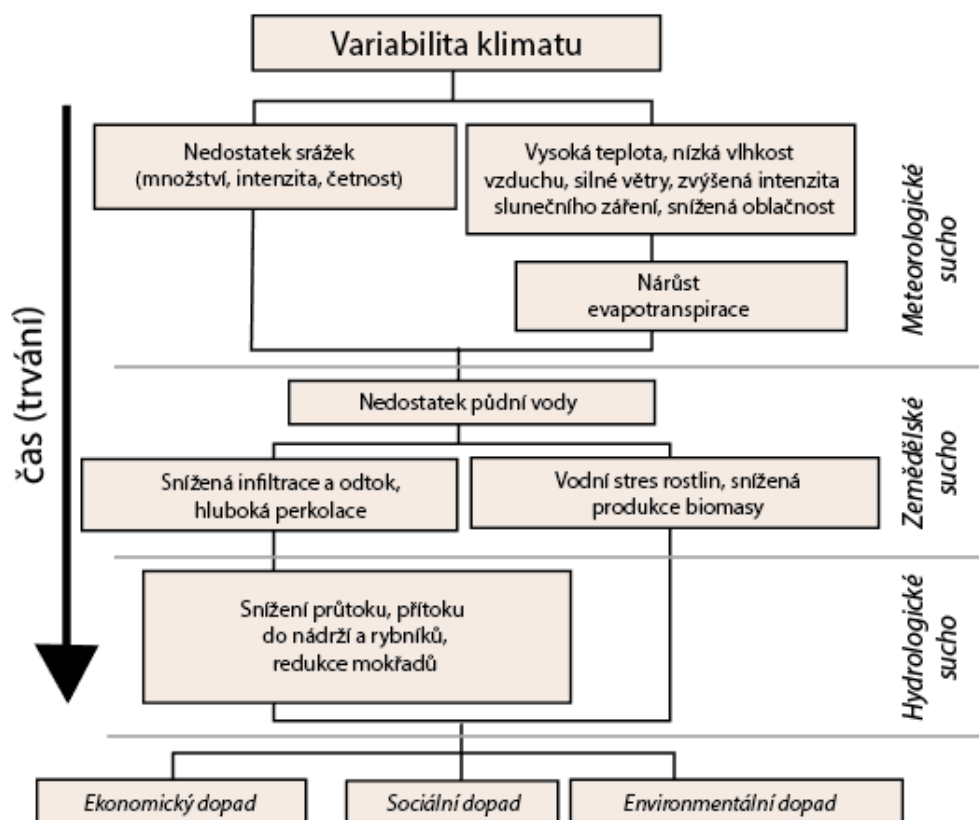
Cílem práce je zhodnocení minulého, současného a budoucího stavu sucha a činností vykonávaných k redukci sucha na území České republiky. Cílem je také představení zajímavých projektů ze zahraničí, které mohou být inspirací pro zlepšení vodohospodářství České republiky.

1. SUCHO

Sucho je přírodní jev zapříčiněný srážkovým deficitem v určitém časovém intervalu, který dále vede k poklesu množství vody v odlišných částech hydrologického cyklu. K suchu často přispívá vysoká teplota vzduchu, nízká vlhkost vzduchu, zmenšená oblačnost a vyšší úhrn slunečního svitu. Díky těmto faktorům pak dochází k většímu výparu, jehož důsledkem jsou prohlubující se následky sucha. (ČHMÚ, 2021)

1.1. ROZDĚLENÍ SUCHA

V návaznosti na to, jaký úsek hydrologického cyklu je suchem zasažen, je možné sucho rozdělit do čtyř kategorií: meteorologické sucho, zemědělské neboli půdní sucho, hydrologické sucho a socioekonomické sucho.



Obr. 1 Proces sucha podle jednotlivých hydrologických cyklů (upraveno podle MŽP)

1.1.1. Meteorologické sucho

Meteorologické sucho je přírodní jev, při kterém dochází k negativní odchylce od průměrné hodnoty srážek. Tato odchylka trvá dlouhé časové období a zasahuje velké oblasti. Je doprovázeno a vyvoláváno spoustou různých přírodních jevů. Dlouhodobé působení tlakových výší a absence tlakových níží spolu s frontami vedou k nízkému poměru srážek, které jsou často doplněny vysokou teplotou vzduchu a značným výparem. V krajině České republiky je hlavní

příčinou všech typů sucha nedostatek atmosférických srážek, ten je také nejčastěji používán jako definice meteorologického sucha.

1.1.2. Zemědělské sucho

Zemědělské sucho je zapříčiněno dlouhodobým nedostatkem vody v půdě, který se projevuje i na růstu a rozvoji zemědělské produkce a lesního porostu. Jako ve většině případů, tak i zemědělskému suchu často předchází sucho meteorologické, které má s řadou dalších faktorů vliv na průběh zemědělského sucha. Kromě přírodních faktorů (srážky, teplota vzduchu, rychlost větru, sluneční svit, hladina podzemní vody atd.) mají velký vliv i vlastnosti půdy, terénní poměry a zemědělská technika, která se na určitém místě využívá.

1.1.3. Hydrologické sucho

Hydrologické sucho se definuje jako výkyv hydrologického cyklu, který způsobuje deficit srážek a vyznačuje se obecně nedostatkem vody ve vodních tocích a nádržích, poklesem průtoků ve vodních tocích a sníženým množstvím podzemních vod. Mimo přírodní faktory má na hydrologické sucho opět vliv i střednědobé meteorologické sucho, které mu předchází. (MZe a MŽP, 2017)

1.1.4. Socio-ekonomické sucho

K socio-ekonomickému suchu dochází ve chvíli, kdy následky přírodních procesů mají velký dopad na společnost (například snížení dostupnosti pitné vody), hospodářství a životní prostředí. Socio-ekonomické sucho může negativně ovlivnit zemědělskou a průmyslovou produkci a tím třeba i narušit výrobně obchodní vztahy. (VÚV, 2015)

1.2. PŘÍČINY SUCHA

Faktorů, které mají vliv na výskyt sucha je mnoho, avšak mezi hlavní patří nedostatek atmosférických srážek. Jeden z hlavních činitelů podílejícím se na výskyt sucha je také vysoká teplota vzduchu, která zvyšuje i výpar, kterým může během měsíce krajina ztratit až 100 litrů vody na m^2 , což s nedostatkem srážek často (hlavně v létě) způsobuje tvorbu sucha. (Enviweb.cz, 2018) K většímu výparu přispívají i faktory jako vlhkost vzduchu, vegetace povrchu, vlastnosti půdy a doba slunečního svitu. Teploty pod bodem mrazu se mohou také negativně podílet na tvorbě sucha tím, že voda zůstává v pevném skupenství.

1.2.1. Krajinné a půdní vlastnosti

Značný vliv mají také krajinné a půdní vlastnosti. Vlastnosti půdy ovlivňují, jaké množství vody dokáže půda vsakovat a jaké množství vody bude naopak dále na povrchu. Vsakováním vody do půdy se tvoří zásoby podzemních vod a voda, která zůstává na povrchu dále putuje a stéká

povodím. Důležité jsou i vlastnosti krajiny, mezi které patří například sklon a délka svahu nebo vegetace a tvar povodí. Pokud odtéká voda rychle směrem k mořím, je povodí náchylnější na výskyt suchých období, ale také na vznik povodní. Povodí, ve kterých proudí voda pomaleji, více zadržují vodu v krajině a lépe vzdorují suchu a povodním. (Mach, 2016)

1.2.2. Klima a antropogenní činnost

Pokud bychom se zaměřili na klima jako na příčinu sucha, tak v rámci jeho variability je sucho přirozenou součástí života. Ovšem jeho větší četnost a intenzita je skutečný problém. Tím, že se mění klimatické podmínky, otepluje se vzduch, a to má za důsledek už zmíněný zvětšující se výpar. Z toho důvodu nastávají problémy se suchem i v obdobích, kdy se poměr srážek pohybuje v normálních hodnotách. Zvyšující se teplota vzduchu má za následek teplejší zimy, méně sněhových srážek a voda se tedy neakumuluje v podobě sněhu. Jaro začíná dříve, takže rostliny čerpají více vody předčasně. Je čím dál častější výskyt tropických dnů, snižuje se vlhkost vzduchu, a to má za důsledek další prohlubující se problém se suchem.

Změna klimatu a horší podmínky spojené se suchem jsou do jisté míry určitě způsobené i antropogenní činností. Hlavně tedy v průmyslu a zemědělství má lidský faktor značný vliv. Utužené a erozí poškozené půdy zadrží výrazně menší množství vody, tudíž nevhodné obhospodařování krajiny a nadměrné využívání zdrojů přispívá k problematice sucha též. (Žalud, 2020) Řekla bych, že i zvyšující se životní standard lidí a větší spotřeba vody, jak v běžném životě, tak i ve výrobě, se může také výrazně odrazit v problematice sucha.

1.3. HODNOCENÍ SUCHA

Sucho je možné hodnotit prostřednictvím faktorů, které se vyjadřují jednotlivými indexy. Tyto indexy nám znázorňují závažnost daného sucha a jeho výskyt v určitém období. Indexy sucha jsou založeny na meteorologických (atmosférické srážky, výpar, teplota vzduchu) nebo hydrologických (vodní stav, průtok) veličinách. Existuje velké množství indexů, kterými lze sucho studovat, avšak nejčastěji se využívají následující indexy:

- Standardizovaný srážkový index – SPI
- Palmerův index intenzity sucha – PDSI
- Z-index
- Standardizovaný srážkový evapotranspirační index – SPEI

1.3.1. Standardizovaný srážkový index – SPI

Pomocí SPI indexu můžeme hodnotit sucho za pomoci týdenních a měsíčních srážkových úhrnů. Znázorňuje normovanou hodnotu úhrnu srážek za určitou dobu. Tímto indexem lze

hodnotit krátkodobé, střednědobé i dlouhodobé sucho. Jedná se o ukazatel nedostatku atmosférických srážek, který nezahrnuje výpar nebo teplotu vzduchu.

1.3.2. Palmerův index intenzity sucha – PDSI

Tento index je využíván ke klasifikaci sucha po celém světě. Je určován vodní bilancí daného území, zahrnuje úhrn srážek za určitou dobu, ale také obsah vody v půdě, výpar a jiné. Je dobrým ukazatelem dlouhodobého sucha, protože indikuje odchylky retenční kapacity vzhledem k průměru v určité oblasti. (Meteo Aktuality, 2018)

1.3.3. Z-index

Jedná se o výkyv srážek od dlouhodobého normálu v daný měsíc bez ohledu na vodní bilanci v předešlém období. Z-index je vhodný ukazatel krátkodobého sucha, protože jím lze charakterizovat sucho na měsíční bázi, jelikož relativně rychle reaguje na změny půdní vlhkosti. (Stavsucha.cz, 2015)

1.3.4. Standardizovaný srážkový evapotranspirační index – SPEI

SPEI index k hodnocení sucha využívá denní meteorologická měření. Pracuje se standardizovaným rozdílem úhrnu srážek a evapotranspirace¹ travního porostu během určitého období za pomoci statistického rozdělení pravděpodobnosti. (ČHMÚ, 2020)

1.4. DOPADY SUCHA

Sucho ovlivňuje spoustu stránek lidské společnosti a má bezesporu vliv na její důležité aktivity. Například v zemědělství zapříčiňuje nižší úrodnost plodin oproti normálu. Dlouhá sucha způsobují usychání stromů v lesích, tudíž dochází k těžbě dřeva ještě před tím, než stromy dosáhnou své optimální velikosti. Méně vody v řekách a nižší zásoby podzemní vody zapříčiňují problémy v hospodaření s vodními zdroji, a to bohužel vždy na dlouhou dobu. A v neposlední řadě sucha neovlivňují pouze lidskou společnost, ale také výrazně přispívají k zhoršování funkcí přírodních ekosystémů. (Brázdil, Trnka, 2015) Nejzávažnější dopady sucha můžeme zařadit do jedné ze tří nejdůležitějších skupin: ekonomické, environmentální a sociální.

1.4.1. Ekonomické dopady

Problematika sucha se v ekonomice projevuje často. Nejčastěji se rozlišují dopady přímé a nepřímé. Přímým ekonomickým důsledkem sucha je takzvaná ztráta výnosu, ta znamená pro farmáře ztrátu výdělků a v některých případech i zadlužení a zkrachování firmy. Zemědělci

¹ Celkový výpar ze zemského povrchu do atmosféry vztahující se k určitému území.

potom mohou žádat úhradu ztrát po pojišťovnách nebo po státu, a to v podobě programů vládní pomoci. V tomto případě se jedná o dopady sekundární, někdy až terciální. Ekonomické dopady sucha postihují řadu dalších odvětví jako například lesnictví nebo rybářství a zapříčiňují ztráty v rekreaci, bankovníctví, energetice nebo průmyslu. V neposlední řadě mohou ekonomické dopady způsobovat vzrůst nezaměstnanosti a ztráty příjmů pro místní komunity i státní rozpočet.

1.4.2. Sociální dopady

Sociální dopady se týkají hlavně veřejné bezpečnosti, ochrany zdraví, možných konfliktů mezi vlastníky vodních zdrojů, nespravedlivosti při rozdělení dopadů a ztrát a programů pomoci při katastrofách.

1.4.3. Ekologické dopady

Ekologické dopady sucha ohrožují biodiverzitu na každé úrovni, zapříčiňují změnu vlastností stanovišť, změnu kvality vody a vzduchu, mohou být příčinou tvorby rozsáhlých lesních požárů a způsobují degradaci krajiny a půdní eroze. Na těchto dopadech se často spolupodílí člověk – zemědělec, lesník, vodohospodář. (Trnka, 2015)

2. HISTORIE SUCHA V ČESKÝCH ZEMÍCH

V následující kapitole budou popsány některé nejvýznamnější suché epizody v českých zemích od začátku 20. století tak, aby charakterizovaly i extrémní sucho v odlišných částech roku (různá kombinace měsíců). Epizody byly vybírány hlavně podle hodnot indexu SPEI – 1 a Z-indexu, na které se přišlo výpočtem měsíčních homogenizovaných² průměrných teplotních a srážkových řad českých zemí a deseti meteorologických stanic. (Brázdil et al. 2012)

2.1. Rok 1904

Na základě meteorologických podmínek se sucho v roce 1904 projevilo nejvíce v letním období kvůli výrazně podprůměrným srážkám a vrcholilo v měsíci červen, kdy indexy sucha ukazovaly nejnižší hodnoty. Srážky okolních měsíců květen a září se pohybovaly v průměrných hodnotách. Červen byl sice pod průměrem porovnávaného období, ale v červenci a v srpnu se naměřily nadprůměrné teploty. Hlavní sucho se vyskytovalo v období mezi 5. červencem a 17. srpnem a projevovalo se nezvykle vysokými teplotami vzduchu a nedostatkem srážek. Na příklad v Čechách se průměrná denní teplota pohybovala i okolo 20 °C, a to ve více než polovině dnů. Zatímco jediné výraznější srážkové období připadalo jen na dny 26.–28.

² Postup, kdy se dokonalým promícháním z nestejnorodé látky stane jednotná a stejnorodá látka.

července. Měsíce červen–srpen jsou celkově co se týče suchých epizod v Česku od roku 1805–2012 nejproblematictější.

V roce 1904 zasáhlo hydrologické sucho například řeku Labe v Děčíně v období od 18. června do 11. listopadu s přestávkou osmi dnů, takže celkem 139 dnů. V řece chybělo skoro 489 milionů m³ vody k dosažení prahového průtoku Q₃₃₀³.

Co se dopadů sucha týče, tak třeba v Plotišti nad Labem bylo toho roku parné a suché léto a absence srážek, kromě krupobití dne 21. června, suchu jen přispěla. V důsledku toho nerostla tráva a jetel, meze byly suché, potoky i řeky vysychaly, a to mělo za následek nedostatek vody na mletí. Půda byla vyschlá a tvrdá, takže ji nešlo orat pluhem. Často docházelo k lesním požárům kvůli neopatrnosti nebo jiskrák od projíždějících parních lokomotiv. Lidé byli zoufalí, a tak se často za déšť modlili u křížů a soch. Díky nedostatku píce⁴ se dobytek prodával za nižší cenu a byl znatelný nedostatek mléka. Na rozdíl v Pouzdranech byla důsledkem nadměrně horkého a suchého léta jen slabá a méně kvalitní úroda. V Jámách důsledkem sucha vyschly téměř všechny studny a rybníky. Tím nastal nedostatek vody pro dobytek, a tak se voda musela dovážet. (Štarha, 2002) Suchem byla ale sužovaná celá Morava. Začalo období velké nouze o vodu, usychaly louky, docházelo k předčasným žnům, brambory nerostly a ovoce opadalo.

2.2. Rok 1911

Z meteorologického hlediska byly v roce 1911 nadměrně suché měsíce červen a červenec, k tomu podprůměrné srážky měl i srpen. Ovšem díky tomu, že se vysoké teploty vyskytovaly jen v červenci a srpnu, tak bylo léto toho roku podle SPEI – 1 pouze pátým a podle Z-indexu sedmým nejsušším v rámci českých zemí pro období 1805-2012. (V rámci SPI – 1 se ovšem jednalo o třetí nejsušší léto.)

Řeky v krajině České republiky byly roku 1911 také sužované suchem (hydrologickým), a to od přelomu června–července až do konce prosince. Už zmíněná řeka Labe v Děčíně měla v tomto roce hladinu pod prahovým průtokem Q₃₃₀, bez pěti dnů, 176 dnů nepřetržitě od 26. června do 25. prosince, to je nejdéle od roku 1888. V tomto období v řece chybělo více než 628 milionů m³ vody.

V Plotišti nad Labem v roce 1911 bylo zaznamenáno sucho od jara do 15. září, v tu dobu poprvé zapršelo. V Plotišti nad Labem mělo sucho za následek vysychání studní, řek i pramenů a země byla vyprahlá. Slabá úroda a nedostatek píce mělo za následek nezvyklý nárůst cen. Z Uher se

³ 330denní průtok.

⁴ Objemové krmivo rostlinného původu.

na pomoc dovážela kukuřice a sláma jako náhrada za obilí. (Pišl, 1938) Ve Vizovicích také vysychaly studny a byl nedostatek obilí. Mimo jiné opadávalo předčasně listí ze stromů a brambory se nasazovaly až po deštích někdy v polovině října, takže se vykopávaly až po 1. listopadu. (Čižmář, 1933)

2.3. Rok 1917

Rok 1917 byl ve znamení podprůměrných srážek v období od května do září s největším poklesem srážek v září a červnu. K tomu se v měsících květen a červen přidaly i nadprůměrně vysoké teploty vzduchu. Všechny tři použité indexy (SPI, SPEI, Z-index) uvedly, že se v období květen-září jednalo o čtvrté největší sucho v českých zemích od roku 1805 do roku 2012.

Hydrologické sucho v tomto roce nebylo až tak výrazné. Menší průtoky pod prahovou hodnotou Q_{330} byly naměřené na několika stanicích jen v období od poloviny července do poloviny srpna. Na některých stanicích byly průtoky s prahovou hodnotou Q_{330} naměřené i v některých dnech druhé poloviny června do první poloviny října podle velikosti úhrnu srážek.

V Tlumačově od začátku května do 3. června nepršelo vůbec nebo jen ojediněle a málo a sucho pokračovalo dál. Díky suchu byl nedostatek pastvy pro dobytek, žně byly dobré, ale na celkové množství slabé. Déšť se sice po dlouhé době objevil 11. srpna, ale na sucho neměl žádný vliv. To se ovšem projevilo v zemědělství, bylo méně brambor, také řepy a podzimní setí bylo zlé. (Horníček, 1925) V Pouzdřanech se sucho také projevilo hodně v zemědělství a mimo jiné nastal nedostatek pracovních sil díky odvádění mužů na frontu. V Uherčicích bylo toho roku suché a horké léto. Obilí a další zemědělské plodiny předčasně usychaly, žně byly chabé, avšak bylo dost velice dobrého vína. (Mlateček, Mlatečková, 2002)

2.4. Rok 1921

V roce 1921 nastal výrazný pokles indexů sucha v měsíci březen. Suché období toho roku začalo od května a dále pokračovalo až se říct až do konce roku. Znatelný pokles srážek byl zaznamenán nejen v březnu, ale hlavně v období květen-září a také v listopadu. Sucho vrcholilo v červenci, avšak pro faktory SPI-1 a SPEI-1 už nedosahovalo hodnot měsíce březen. Sucho, které bylo v roce 1921 v měsících květen-prosinec, bylo třetí největší podle SPI-1, šesté podle SPEI-1 a sedmé podle Z-indexu co se období 1805-2012 týče. Na východě republiky spadlo výrazně méně srážek než na západu republiky, tudíž se sucho vyskytovalo převážně na východě. (Tremml, 2011)

V roce 1921 započalo hydrologické sucho v polovině července a trvalo do konce října. Nízké průtoky ale přetrvávaly až do druhé poloviny prosince. Podle šesti studovaných vodoměrných

stanic byl za celý rok největší nedostatek vody v Brandýse nad Labem a v Olomouci. Díky nedostatku objemu a vysokým počtům dnů s průtokem nižším, než prahový průtok Q_{330} byl tento rok nejhorsší v historii měření. V Brandýse nad Labem byl průtok pod Q_{330} naměřen po dobu 164 dnů, kdy v objemu chybělo 163 milionů m^3 vody. V Olomouci na řece Moravě to bylo 149 dnů a v objemu chybělo 38,9 milionů m^3 vody. Na Labi v Děčíně byl průtok pod prahovou hodnotou 149 dnů a v objemu chybělo 456,5 milionů m^3 vody, což je čtvrtá nejvyšší hodnota.

Jako příklad dopadů sucha v roce 1921 může být citace z kroniky města Vsetín: „*Od dubna do polovice srpna 1921 vůbec nepršelo (4 měsíce), čímž nastalo katastrofální sucho a neúroda. Na Vsetínsku byla tráva na loukách úplně vypálena, hospodáři museli pro nedostatek píce prodávat dobytek. ... Bramborová nať předčasně uschla, velká úroda ovoce na stromech zaschla a opadala. Podél trati denně hořela suchá tráva a místy i lány suchého, nedozrálého obilí, také v lesích vznikaly požáry. Městský vodovod měl kritický nedostatek vody, takže bylo nařízeno největší šetření s vodou. Teprve 13. srpna přišel déšť, který však už na polích mnoho nezachránil.*“ (Kron. Vsetína, s. 433)

2.5. Rok 1947

Po suchém lednu a únoru nastala další suchá epizoda v dubnu, která se táhla až do října. K tomu do měsíce září byla suchá etapa doprovázena nadměrnými teplotami vzduchu. Nejnižší srážkový úhrn nastal hlavně v květnu a v období srpen-říjen. Sucho od dubna do října roku 1947 představuje nejfatálnější sucho v českých zemích za období 1805-2012 podle indexu SPEI-1 a Z-indexu, ale dle faktoru SPI-1 šlo o druhé největší sucho.

Podle množství chybějící vody na spoustě tocích bylo hydrologické sucho roku 1947 rozhodně největší, i podle jeho délky se řadí nejčastěji na první až třetí místo. Zásadní etapa sucha startovala asi ve druhé polovině července a následovala do 11. listopadu, přičemž problematicky nízké průtoky související s nedostatkem srážek byly známé už od května. V největším období sucha tohoto roku překročil nedostatek objemů vody vzhledem k Q_{330} na každé vodoměrné stanici hodnotu 30 %. Například na Labi v Děčíně trvalo hlavní suché období od 18. července do 11. listopadu, což znamená 117 dnů, přičemž v řece chybělo 516,5 milionů m^3 vody.

Sucho v roce 1947 bylo katastrofální, a to se odráželo na jeho dopadech. Sucho se projevilo hlavně v zemědělství, úroda byla malá, vysychaly studny, farmáři neměli dostatek krmiva pro zvířata, čemuž následovalo snižování stavu dobytka a skotu. Sucho toho roku mělo vliv i na

tehdejší politickou situaci. Odmítnutí Marshallova plánu a zastavení dodávek z programu UNRRA vládou Československa v létě roku 1947 jen přispěl k potížím se zásobováním státu zemědělskými produkty. (Česká televize, 2015)

1.6. Rok 1953

Od srpna do prosince roku 1953 nastalo období podprůměrných atmosférických srážek, které poměrně brzy pokračovalo i následující rok, a to zejména v únoru a březnu. Avšak nejnižší srážkový úhrn nastal v listopadu a prosinci roku 1953. Tohle suché období, které začalo v srpnu roku 1953 a přetrvávalo do února roku 1954 je podle všech tří indexů sucha nejextrémnější sucho českých zemí v letech 1805-2012.

Hydrologické sucho obou výše zmíněných roků navázalo na předcházející suché roky 1947-1945. Jeho počátek se datuje na 15. srpna 1953 a konec na polovinu března roku 1954, kdy začal tát sníh. Udává se, že trvalo přes 190 dní. Největší nedostatek vody panoval v Děčíně, jednalo se o skoro 585 milionů m³ vody.

Na příklad v obci Jalubí bylo extrémní sucho a vysoké teploty vzduchu v roce 1953 od srpna až do konce roku a mělo dopad hlavně na zemědělství, ve studních byl nedostatek vody, nevzklíčilo obilí, byl nedostatek píce a díky vyschlým polím byla nízká úroda. (Kron. Jabulí, II)

2.7. Rok 1959

Prvních pět měsíců roku 1959 a srpen byly ve znamení relativně podprůměrných srážek, a to zejména v únoru. Ovšem největší pokles srážek nastal až na podzim, a to nejvíce v září a říjnu, i když teploty v těchto měsících byly též podprůměrné. Podle indexu SPI-1 se jednalo o nejvíce suchý podzim českých zemí za období 1805-2012, index SPEI-1 podzim toho roku vyhodnotil jako třetí nejsušší a Z-index jako šestý nejsušší.

Hydrologické sucho roku 1959 tentokrát nepůsobilo na všech vodních tocích, a to z důvodu napouštění vodních přehrad, které tímto měly nadlejšovat průtoky v suchém období. Podle vodoměrných stanic na větších řekách chybělo nejvíce vody v Brandýse nad Labem, jednalo se téměř o 33 milionů m³. Nízké hodnoty průtoku začaly být známy koncem srpna a pokračovaly téměř do konce prosince, jelikož v období mezi 20. srpnem a 21. říjnem byl nedostatek srážek.

Podzimní sucho se projevilo opět zejména v zemědělství. Tento rok se velmi řešila dokumentace Krajského národního výboru v Brně, kde projednávali žádost státní podpory Jednotným zemědělským družstvům kvůli živelným pohromám. Byla tedy vypočítána určitá

částka na základě podkladů z jednotlivých Okresních národních výborů, ve kterých byly zahrnuty mimo jiné i škody spojené se suchem. (Státní podpora, fol. 1r) Na příklad v Hevlíně byl na podzim absolutní nedostatek srážek, to mělo za příčinu tvrdou a vyschlou půdu, tudíž se zemědělcům lámaly radlice a bylo potřeba pole nejprve zavlažit, stejně tak i při sklizni řepy. (Vogel, 2000)

2.8. Rok 1992

V tomto roce byl sice nedostatek srážek pouze v květnu a srpnu, avšak vysoké teploty panovaly po celé období květen-srpen, což i navzdory srážkovému úhrnu přispělo k prohlubování sucha. Suchá epizoda roku 1992 trvala od dubna do září a podle indexu SPI-1 se jednalo o desáté největší sucho, avšak v případě indexu SPEI-1 a Z-indexu se jednalo o šesté největší sucho českých zemí za období 1805-2012.

Délkou trvání i závažností se jedná o největší hydrologické sucho po roce 1990. V tomto případě sucho započalo koncem července a pokračovalo skoro až do konce října, dohromady tedy 90 dnů. Třeba v Olomouci na řece Moravě v tomto období chybělo k dosažení prahového průtoku Q_{330} více než 24 milionů m^3 vody, to tvoří 44 % objemu. Na dalších velkých vodních tocích nebyl v tomto případě nedostatek vody tak fatální kvůli nadlepšování průtoků přehradami.

V okrese Nový Jičín blízko Spálova mělo sucho dopady už v druhé polovině května, kdy tráva byla řídká a nízká. Avšak neobvyklé sucho nastalo i v létě, kdy nenarostli otavy, a tudíž nastal nedostatek zeleného krmení, a tak lidé začali krmit senem. Vody bylo málo, takže bylo potřeba s ní šetřit, někdy se voda musela i dovážet. (Vlček, 1994) V tomto období bylo upozorněno na snížené funkce obranných mechanismů a bariér, pomocí kterých se stromy dokáží bránit stresorům. Vysoké teploty totiž podpořily rychlejší vývoj škůdců, a to zejména lýkožrouta lesklého⁵, ten je známý tím, že napadá koruny stromů a zavíná tak seschnutí celého stromu nebo v lepším případě jen části koruny. Následky sucha se v tomto případě nejvíce projeví až v dalším roce, a tak společnost čelila jedné z největších kůrovcových kalamit českých zemí. (Mrkva, 1993)

2.9. Rok 2000

V březnu roku 2000 se vyskytovaly nadprůměrné srážky, avšak poté následovalo období podprůměrných srážek, a to v měsících duben-červen. Tohle sucho na chvíli vystřídal

⁵ *Pityogenes chalcographus* L.

nadprůměrné srážky v červenci, ale v srpnu nastal opět jejich nedostatek. Do konce roku se srážkové úhrny držely v průměrných hodnotách, avšak od dubna do konce roku (kromě července a září) se v České republice vyskytovaly spíše nadprůměrné teploty vzduchu, a proto bylo období duben-červen roku 2000 zatím nejzávažnějším případem sucha podle SPEI-1 a Z-indexu (podle SPI-1 šestý nejzávažnější).

Období hydrologického sucha nebylo toho roku velmi znatelné. Jestliže už bylo naměřeno na velkých vodních tocích, tak jen na krátkou dobu a ve velmi malých hodnotách, kdy byla těsně přesažena hranice prahového průtoku Q_{330} v obdobích největšího nedostatku srážek.

Sucho se opět nejvíce odráželo v zemědělství, ale vzniklé ztráty toho roku byly lidem vykompenzovány ve formě dluhopisů v hodnotě pěti miliard korun českých. (Klimeš et al., 2001) A na příklad v oblasti Oderských vrchů panovalo od 15. dubna do června suché a teplé počasí bez výrazných dešťů, které potom pokračovalo i v srpnu.

2.10. Rok 2003

Tento rok měl hned dvě etapy sucha, první etapa od února do dubna a druhá velmi brzy navázala od června do září. Měsíc květen se v tomto případě vyznačoval mírně nadprůměrnými srážkami. Ovšem od května do srpna byly naměřeny významně nadprůměrné teploty. K největšímu poklesu srážek došlo zejména v únoru a březnu a znatelný pokles panoval i v červnu a srpnu, zatímco v červenci byly srážky spíše průměrné. První etapa sucha od února do března byla indexem SPEI-1 a Z-indexem vyhodnocena, jako nejextrémnější, v případě indexu SPI-1 jako čtvrté největší sucho. Druhá etapa sucha od června do září byla vyhodnocena indexem SPEI-1 a Z-indexem jako druhé největší sucho a podle indexu SPI-1 se jednalo až o jedenácté největší sucho.

Hydrologické sucho toho roku bylo hned po suchu v roce 1992 druhé největší v historii. Podprůměrné průtoky se vyskytovaly v období červen-říjen, avšak největší suché období nastalo ve druhé polovině července a trvalo do začátku října. Sucho se odrazilo hlavně na velkých řekách, a to zejména na řece Moravě v Olomouci, ve které chybělo více než 13,7 milionů m^3 vody po dobu 79 dnů v období od 10. července do 3. října. Jednalo se o páté nejdelší a nejvýraznější sucho. Na ostatních řekách se nevyskytovaly žádné výrazné problémy, jen na řece Lužnici v Bechyni, nejspíše díky antropogenní činnosti, je možné od konce 20. století pravidelněji vidět nižší hodnoty průtoků. Průtoky pod prahovou hodnotou Q_{330} trvaly v roce 2003 na řece Lužnici nepřetržitě od 16. června do 3. října 107 dnů. V tomto případě se jednalo o druhou nejdelší etapu sucha. (Novický et al., 2010)

Suché počasí roku 2003 se odrazilo opět na zemědělství, sucho zničilo úrodu a obilí. Výrazný byl ale i pokles spodních vod a hladin českých rybníků a řek.

3. SOUČASNÁ SITUACE SUCHA V ČESKÝCH ZEMÍCH

V této kapitole bude podrobněji popsána situace se suchem v důsledku klimatických změn roku 2020 a dosavadního roku 2021, kdy se budeme opírat o předcházející roky. Některé z nich budou popsány z hlediska sucha a klimatických změn pro snadnější srovnání vývoje suchých epizod v minulosti a současnosti.

3.1. PŘEDCHÁZEJÍCÍ ROKY

Střední Evropa je postižena opakujícím se obdobím sucha znovu od roku 2015. V průběhu toho roku nastal výrazný deficit srážek, který byl pak dále prohlubován i v následujících letech 2016 a 2017. A rok 2018 se od nich, co se týče deficitu srážek, moc nelišil. V roce 2018 sice nastaly periody, ve kterých se srážky vyskytovaly v normálních hodnotách, avšak to bohužel nepřispělo k obnovení normálního stavu obejmu vody v každé jeho části. Poslední tři roky si pro lepší srovnání tedy blíže rozebereme.

3.1.1. Rok 2017

Rok 2017 v České republice byl, co se týče teplotních poměrů, nadnormální. Průměrná roční teplota se vyšplhala na 8,6 °C a tím se rok 2017 zařadil jako 9. – 10. nejteplejší za období od roku 1961. V zimním období byl měsíc leden teplotně silně podnormální, to však koncem února toho roku vystřídaly výrazně nadnormální hodnoty. V některých dnech byly naměřeny maximální denní teploty až 15 °C. Se začátkem jara nastal hned velmi teplý březen, ve kterém se průměrné denní teploty většinou vyskytovaly nad hodnotou normálu. Koncem března byla na některých stanicích naměřena maximální denní teplota až nad 20 °C. Teploty v nadnormálních hodnotách se vyskytovaly až do půlky dubna, avšak v druhé polovině měsíce došlo k prudkému ochlazení a teploty se již vyskytovaly v podnormálních hodnotách. V období 19. – 21.4. byly na skoro celém území České republiky naměřeny teploty pod bodem mrazu. V první polovině května se po většinu dnů teploty pohybovaly kolem normálních hodnot, teploty v druhé polovině května už byly o dost teplejší a opětovně byly naměřeny i letní teploty nad 25 °C. Léto roku 2017 se řadí jako čtvrté nejteplejší od roku 1961. Měsíc červen se řadí mezi teplotně nadnormální s tím, že výrazně vysoké teploty byly naměřeny v období 19. – 28. 6. a to až více než 30 °C. V červenci a srpnu panovaly poměrně proměnlivé teploty a často se tak střídala teplá a chladná období. Nejtepleji bylo v období 30.7. – 5.8., kdy některé stanice naměřily teploty nad 35 °C. Teploty v měsíci červenec se pohybovaly v normálních hodnotách

a teploty měsíce srpen už v hodnotách nadnormálních. Podzim začal výrazně chladným měsícem září, kdy se průměrné denní teploty vyskytovaly většinou pod hodnotami normálu, a to zejména začátkem měsíce a v druhé polovině měsíce. Měsíc říjen byl už poněkud teplejší, a to zejména jeho druhá polovina, kdy na několika stanicích ve dnech 15. – 17.10. byla naměřena maximální denní teplota více než 20 °C. Teplotní hodnoty v listopadu se už pohybovaly kolem normálu. Měsíc prosinec byl místy teplotně nadprůměrný, avšak s průměrnou měsíční teplotou 0,8 °C byl vyhodnocen jako teplotně normální. (ČHMÚ, 2018a)

Co se týče srážek byl rok 2017 v normálních hodnotách, průměrný roční úhrn srážek toho roku v České republice činil 638 mm, to znamená 100 % normálu (normálu 1981-2010). V normálu byl i průměrný měsíční úhrn srážek u většiny měsíců roku 2017. Jako srážkově výrazně nadnormální byly naměřeny hodnoty v měsíci duben (183 % normálu) a měsíci říjen (188 % normálu). Jediný měsíc se srážkově podnormálními hodnotami byl měsíc květen, ve kterém měsíční úhrn srážek byl 64 % normálu. Zimní období tohoto roku bylo poměrně suché, v obou měsících byly srážky menší než normál, proto byla tato zima vyhodnocena jako sedmá srážkově nejsušší od roku 1961. (Nejvíce podnormální hodnoty srážek se ale vyskytovaly v měsíci prosinec roku 2016, kdy spadlo jen 56 % normálu.) Za leden v České republice napadlo 75 % a za únor 63 % srážkového normálu. Jaro bylo, co se týče srážkového úhrnu, velmi proměnlivé. V měsíci březen byly naměřeny normální hodnoty srážek (88 % normálu), měsíc duben byl následně srážkově silně nadnormální (183 % normálu) a měsíc květen pro změnu srážkově podnormální (64 % normálu). V druhé polovině dubna se srážky vyskytovaly i v podobě sněžení. Léto roku 2017 bylo v České republice srážkově normální. V červnu spadlo 87 % srážkového normálu (nejnižší úhrny srážek byly naměřeny hlavně v Jihočeském kraji), v červenci to bylo 102 % (nejméně srážek bylo zaznamenáno na východě Moravy a v západních Čechách) normálu a v srpnu 85 % normálu (nejnižší srážkový úhrn byl zaznamenán na Moravě a ve Slezsku). Podzimní srážkové úhrny se až na měsíc říjen pohybují v normálních hodnotách, kdy v září napadlo 116 % normálu, měsíc říjen se pohybuje v nadnormálních srážkových hodnotách (188 % normálu) a v listopadu spadlo nejméně pod 90 % normálu (Pardubický a Královéhradecký kraj) a nejvíce nad 120 % normálu (Plzeňský kraj). Srážkové úhrny byly během měsíce listopad poměrně rovnoměrně rozděleny a byly ve formě deště i sněhu. Poslední měsíc v roce byl srážkově opět normální, kdy spadlo 76 % normálu.

Co se týče výskytu nízkých průtoku spojených se suchem, tak ty byly během roku naměřeny u všech povodí v České republice podobně. Začátkem roku, kdy byla povodí značně ovlivněna ledovými jevy se hodnoty u hlavních povodí pohybovaly pod dlouhodobým normálem.

S příchodem jara se situace trochu zlepšila kvůli tání sněhové pokrývky a srážkovému úhrnu. Ovšem už v druhé polovině června se začala situace na všech povodích zhoršovat a v červenci a srpnu už bylo dosahováno nejnižších hodnot průtoku. K mírnému zlepšení došlo v září, a to potom přetrvávalo až do konce roku 2017. (ČHMÚ, 2018b)

3.1.2. Rok 2018

V tomto roce byly v České republice naměřeny mimořádně nadnormální teploty. S průměrnou roční teplotou 9,6 °C byl tento rok vyhodnocen jako nejteplejší rok v České republice od roku 1961. Vysokými teplotami tak rok 2018 překonal teplé roky 2014 a 2015. Za celý rok se v podnormálních hodnotách držely jen měsíce únor a březen. Průměrná teplota v ostatních měsících přesahovala normální hodnoty, a kromě měsíce listopad byly vyhodnoceny jako teplotně nadnormální nebo mimořádně nadnormální. Neobvykle vysoké teploty byly naměřeny v měsících duben a květen. A silně teplotně nadnormální byly potom měsíce leden, červen a srpen.

Zimní měsíce roku 2018 byly teplotně zcela rozdílné. V lednu, a to hlavně na začátku a v druhé půlce měsíce, byly naměřeny silně nadnormální teploty. Naopak měsíc únor byl vyhodnocen jako teplotně podnormální, kdy panovaly výrazně nízké teploty. Jarní období začalo chladným březnem, po kterém ale následovaly dva mimořádně teplé měsíce duben a květen. Už začátkem dubna byl naměřen první letní den a na některých stanicích byla dne 29.4. zaznamenána nejvyšší maximální denní teplota i nad 29 °C. Květen byl teplotně také velmi nadprůměrný, už 3.5. byl naměřený první tropický den toho roku a koncem května i tropická noc. Léto roku 2018 se spolu s létem roku 2003 dělí o první místo nejteplejšího léta od roku 1961. V měsících červen (za nejteplejší byla označovaná první dekáda měsíce, ale jeho koncem docházelo k prudkým poklesům teploty) a srpen byly naměřeny silně nadnormální teploty, avšak teplotně nadnormální byl i měsíc červenec. Podzim toho roku byl také teplejší než obvykle. Měsíce září a říjen byly vyhodnoceny jako teplotně nadnormální a měsíc listopad jako teplotně normální. V podzimním období byly po většinu času naměřené nadnormální průměrné denní teploty. Avšak mezi měsícem září a říjen došlo k ochlazení a teploty spadly pod hodnoty normálu a stejně tak tomu bylo i v druhé polovině listopadu. Měsíc prosinec roku 2018 byl též s průměrnou měsíční teplotou 1,2 °C vyhodnocen jako teplotně nadnormální.

Úhrn srážek v roce 2018 byl v České republice pouze 522 mm, což je jen 76 % normálu 1981-2010. Proto byl tento rok vyhodnocen jako srážkově silně podnormální. Je srovnatelný s rokem 2015, kdy v České republice spadlo v průměru 532 mm srážek. Skoro všechny měsíce roku 2018 byly vyhodnoceny jako srážkově podnormální. Hodnoty srážkových úhrnů menší než

50 % normálu byly naměřeny v měsících únor (37 % normálu), duben (48 % normálu), červenec (48 % normálu), srpen (46 % normálu) a listopad (37 % normálu), proto se tyto měsíce řadí jako srážkově podnormální nebo mimořádně podnormální. Nejvíce srážek spadlo v měsíci prosinec (144 % normálu), a to z prosince dělá jediný srážkově nadnormální měsíc v roce. Nejméně srážek v tomto roce spadlo v severních a východních Čechách. Pod 70 % srážkového normálu bylo naměřeno v Libereckém, Pardubickém, Ústeckém a Královéhradeckém kraji. Největší podíl srážkového úhrnu na území České republiky bylo v Jihočeském kraji, a to 90 % normálu 1981-2010. (ČHMÚ, 2019a)

Hodnoty průtoků roku 2018 byly ve všech jeho měsících, kromě měsíce ledna, podprůměrné. Průtoky byly postupně menší a dále se zmenšovaly, v nízkých hodnotách se vyskytovaly už v březnu a dubnu. Situace se díky srážkovému úhrnu trochu zlepšila v období květen-červenec, avšak i nadále se objevovaly hraniční průtoky Q_{355} ⁶ a už na konci července polovina stanic naměřila hodnoty průtoků pod úrovní Q_{355} . Během srpna se situace s hydrologickým suchem zhoršila. Nedostatek srážek po dobu několik měsíců spolu s teplým počasím a značným výparem mělo za následek nízké kolísání vodních stavů a pomalé oslabování průtoků. V září došlo na některých stanicích ke zlepšení díky vydatnějším srážkám. V měsících říjen a listopad byl nedostatek atmosférických srážek, hladiny větších povodí setrvaly, slabě kolísaly nebo klesaly. Poslední měsíc roku 2018 přinesl výraznější srážkové období, a tím byly minimální průtoky zredukovány. (ČHMÚ, 2019b)

3.1.3. Rok 2019

V tomto roce byly v České republice naměřeny neobvykle nadnormální teploty. Rok 2019 se s průměrnou roční teplotou 9,5 °C řadí jako druhý nejteplejší rok od roku 1961. Prvenství si drží předcházející rok 2018 s průměrnou roční teplotou 9,6 °C. Mezi teplotně normální měsíce roku 2019 patří měsíce leden, červenec a září. Jako teplotně nadnormální se toho roku značí měsíce únor, duben, říjen. Silně nadnormální hodnoty teplot byly naměřeny v měsících březen, srpen a listopad a v měsíci červen byly tyto hodnoty mimořádně nadnormální. Zbývající měsíc květen byl jako jediný v roce 2019 vyhodnocen jako silně podnormální.

Zimní období začalo teplotně normálním lednem, kdy až k jeho konci klesla teplota pod hodnoty normálu. Nadnormální teploty doprovázely především až konec února. Jaro bylo odstartováno teplými měsíci březen a duben (v obou měsících byly naměřeny nadnormální průměrné měsíční teploty, avšak v dubnu je pak přerušilo opakující se ochlazení), ale po nich

⁶ 355denní průtok.

následoval značně chladný měsíc květen. Léto toho roku se svou průměrnou roční teplotou 19,5 °C bylo velmi teplé a stalo se tak nejteplejším létem od roku 1981. Teplotně mimořádný byl v tomto případě měsíc červen, ve kterém byla naměřena průměrná měsíční teplota 20,7 °C. Nejvyšší denní teplota za celé léto 38,9 °C byla naměřena 26.6. a je historicky nejvyšší naměřenou teplotou v České republice za měsíc červen. První měsíc podzimu 2019 je vyznačován jako z většiny teplotně normální, i když se na jeho začátku vyskytovaly poměrně vysoké teploty a v druhé polovině byly naměřené teploty pod hodnotu normálu. První chladnou etapu října vystřídala teplota, která trvala až do 27.10., potom ovšem došlo zase k ochlazení. V posledním měsíci se potom po většinu listopadu průměrná denní teplota výrazně držela nad hodnotami normálu. Prosinec roku 2019 byl se svou průměrnou teplotou 1,9 °C vyhodnocen jako teplotně nadnormální. (Denik.cz, 2020)

V roce 2019 spadlo dohromady 634 mm atmosférických srážek, což odpovídá 92 % normálu. V tomto roce bylo sedm měsíců vyhodnoceno jako srážkově normální (únor, březen, srpen, září, říjen, listopad a prosinec). Jako srážkově podnormální byly vyhodnoceny měsíce duben (60 % normálu), červen (67 % normálu) a červenec (66 % normálu). Naopak mezi srážkově nadnormální patřil měsíc leden (148 % normálu) a květen (132 % normálu). Co se týče prostorového rozložení ročního úhrnu srážek, tak ten byl poněkud nerovnoměrný. V Čechách spadlo kolem 601 mm srážek, to tvoří 88 % normálu. Na Moravě a ve Slezsku spadlo 701 mm srážek, to odpovídá 102 % normálu. Nejnižší srážkové hodnoty byly naměřeny v Libereckém kraji (80 % normálu) a nejvyšší naopak ve Zlínském (106 % normálu) a Jihomoravském kraji (105 % normálu).

Z hydrologického hlediska byl rok 2019 z většiny podprůměrný, obzvláště letní měsíce, ty byly místy i silně podprůměrné. I tak se v první polovině roku zaznamenávala povodí, na nichž se vyskytovalo hydrologické sucho, jen výjimečně. V období letních měsíců se ale situace začala významněji zhoršovat. Průtoky pod hranicí sucha Q_{355} se vyskytovaly hlavně na povodí Berounky, na přítocích Vltavy a středního Labe. Situace se začala zase mírně zlepšovat v období od září do prosince 2019. (ČHMÚ, 2020a)

3.2. ROK 2020

Na začátku roku 2020 byla situace se suchem velmi kritická, to se ku překvapení všech poměrně rychle obrátilo, když v květnu toho roku začalo srážkově vydatné období. Celý průběh této unikátní situace si níže více popíšeme.

3.2.1. Období leden-duben 2020

Začátkem roku 2020 panovalo poměrně teplé počasí. Nejvyšší teploty byly ovšem v měsíci únor, kdy průměrná měsíční teplota přesahovala hodnotu normálu o 4,6 °C a tím se únor roku 2020 dělí o první místo nejteplejšího února od roku 1961 s únorem roku 1966. Celkově se v průběhu ledna a února většinou vyskytovala průměrná denní teplota nad hodnotami normálu. Ochladilo se až v druhé polovině března a nastalo tak velmi chladné období, kdy se v některých dnech na celém území České republiky vyskytovaly denní teploty pod bodem mrazu. Další měsíc duben byl se svou průměrnou měsíční teplotou 9,2 °C teplotně nadnormální. Nejteplejší byla jeho druhá dekáda, po které následovalo poměrně prudké ochlazení. Druhá polovina měsíce byla ve znamení kolísavých teplot, které se ovšem většinou pohybovaly v normálních nebo nadnormálních hodnotách.

Od začátku roku do konce dubna spadlo v České republice v průměru 151 mm atmosférických srážek (88 % normálu). Nejmenší výskyt srážek byl zaznamenán na východě České republiky. Na Moravě a ve Slezsku spadlo jen 124 mm srážek, což tvoří 76 % normálu. Více srážek spadlo za tu dobu v Čechách a to 164 mm, takže 94 % normálu. Měsíc leden byl vyhodnocen jako srážkově silně podnormální, protože jeho měsíční úhrn činil pouze 19 mm, což je jen 43 % normálu. Měsíc únor byl díky svému měsíčnímu úhrnu 78 mm (205 % normálu) vyhodnocen jako srážkově silně nadnormální. Březnová hodnota spadlých měsíčních srážek 36 mm se pohybovala v normálu (75 % normálu). Měsíc duben byl srážkově zase silně podnormální, spadlo v průměru jen 18 mm srážek (43 % normálu). Nedostatek srážek se prohluboval a hodnota deficitu se dostávala na hodnoty roku 2015. Roku 2018 a 2019 bylo za stejnou dobu leden-duben v České republice naměřeno 144 mm (66 % normálu) a 169 mm (98 % normálu). V roce 2015 bylo za tu dobu naměřeno 143 mm, takže 83 % normálu. V roce 2020 to bylo 151 mm srážek, což tvoří 88 % normálu.

V roce 2020 se půdní sucho vyskytovalo na 80 % České republiky a na 27 % bylo sucho extrémní⁷. V letech 2015 a 2018 byl výskyt sucha v České republice mírně vyšší, ale výskyt extrémního sucha v České republice byl zásadně vyšší. Nejhůře jsou na tom, co se týče sucha, oblasti západního, jižního a východního Česka. To, že byl v té době problém se suchem opodstatněný, vyplývalo z indexu SPEI. Nejzásadnějším problémem byla intenzita sucha, ale hlavně délka jeho trvání.

⁷ Deficit srážek je vysoký až extrémní.

Na konci dubna byly průtoky na sledovaných tocích výrazně podprůměrné, nejčastěji se vyskytovalo 15-55 % objemu. Srovnání velikosti průtoků za měsíc duben v období 2015-2020 ukazuje, že duben roku 2020 je na všech hlavních tocích odtokově nejsušší. Nejfatálnější byla situace na toku Dyje, kde v měsíci duben odtékala ani ne pětina průměru (dlouhodobého).

Stav podzemních vod v mělkých vrtech v dubnu roku 2020 byl silně pod hodnotami normálu a byl vyhodnocen jako nejsušší stav od roku 1981. Zásoba podzemních vod doplněna tajícím sněhem a srážkami byla bohužel poměrně rychle vyčerpána, a tak v České republice toho roku hladina mělkých vrtů nedosahovala hodnot normálu. Během měsíce duben nedostatek zásob podzemních vod stoupal a skončil na silně podnormální úrovni. Na začátku roku 2018 byla situace stavu podzemních vod výrazně lepší než v roce 2019, avšak v letním období se situace obrátila, a nakonec byl rok 2018 tehdy vyhodnocen jako, co se podzemních vod týče, nejsušší od roku 1981. (ČHMÚ, 2020b)

3.2.2. Období květen-srpen 2020

V druhé polovině května roku 2020 došlo k výraznému ochlazení a se studenou frontou přišly i silnější a déle trvající srážky. Během zbytku měsíce byly teploty většinou proměnlivé a koncem měsíce se pohybovaly kolem 15-20 °C a vyšší úhrny srážek doprovázely měsíc květen až do jeho konce. Začátek měsíce červen přinesl na většinu území České republiky další vydatné srážky, které se vyskytovaly nejvíce v jižních Čechách, na Vysočině, v Orlických horách a na severu Moravy (většinou se jednalo o 30-60 mm za týden). V Olomouckém kraji byly tou dobou dokonce zaznamenány přívalové povodně. V druhé polovině měsíce přinesla tlaková níže na našem území další vydatné srážky a díky velkému nasycení půdy místy i povodně. Hodnoty srážek se na hodně místech pohybovaly i nad 100 mm/týden. Nejvyšší úhrny byly zaznamenány v oblasti Beskyd, Jeseníků, Jizerských a Orlických hor. Denní maximální teploty vzduchu se v druhé polovině měsíce červen pohybovaly většinou mezi 21-24 °C, po kterých následovalo ochlazení asi o 5 °C. Poslední týden v červnu nastalo poměrně proměnlivé počasí. Srážkové úhrny byly vázané na intenzivní bouřky, proto docházelo k proměnlivosti srážek i na výrazně malém území. Nejvyšší maximální teplota byla místy naměřena nad 30 °C, ale nejčastěji se maximální teploty vzduchu v tomto období vyskytovaly od 20-25 °C. Červen roku 2020 byl se svou průměrnou měsíční teplotou 19,5 °C vyhodnocen jako nejchladnější červen za posledních pět let. Měsíc červenec se projevoval proměnlivými teplotami, které se střídaly jako na houpačce, a to obzvláště jeho první polovina. Nejvíce srážkového úhrnu spadlo v pásu od Šumavy po Jeseníky (30-50 mm/týden). Nedostatek vydatných srážek byl pořád v oblasti severozápadních Čech. V druhé polovině července se vyskytovaly opět poměrně

vydatnější srážky, které nejvíce padaly v jižních Čechách a na Moravě (15-30 mm/týden). Na západu Čech byl stále srážkový nedostatek, kdy na tomto území byly zaznamenány hodnoty úhrnu jen do 10 mm/týden a podobně tomu bylo až do konce měsíce. Koncem měsíce se maximální teploty vzduchu vyskytovaly kolem 23-26 °C a na přelomu července a srpna panovaly poměrně vysoké teploty. Po většinu srpna se, až na občasné ochlazení, vyskytovaly nadprůměrné teploty vzduchu. Srážkové úhrny byly prostorově poměrně proměnlivé. Na konci srpna ovlivnila počasí zvlněná studená fronta a s ní i výrazné srážkové úhrny. Menší srážkový úhrn se vyskytoval na západě a východě republiky (5-15 mm/týden), avšak na zbytku území České republiky spadlo kolem 20-40 mm srážek za týden. Denní maximální teploty vzduchu se obvykle vyskytovaly kolem 23-26 °C. V tu dobu se na 90 % území České republiky vyskytoval normální stav půdního sucha. (Intersucho, 2020)

Hladina podzemních vod se na přelomu srpna a září pohybovala v normálních hodnotách. Situace hladiny podzemních vod se zlepšila už v červnu, kdy panovaly nižší teploty, než na které jsme byly v posledních letech zvyklí, a hlavně byl bohatý výskyt atmosférických srážek. Díky teplejšímu srpnu na jeho konci hladiny v mělkých vrtech na území České republiky mírně klesly. Celkový výskyt pramenů, které se pohybovaly v hodnotách silného nebo mimořádného sucha tvořily 37 % všech objektů. Hladiny sledovaných toků na konci srpna mírně kolísaly. Průtoky, které splňují hodnoty hydrologického sucha se ještě místy vyskytovaly hlavně na tocích Berounky, Ohře, na přítocích dolního Labe a na tocích horní Jizery. (Agrární komora České republiky, 2020)

3.2.3. Období září-prosinec 2020

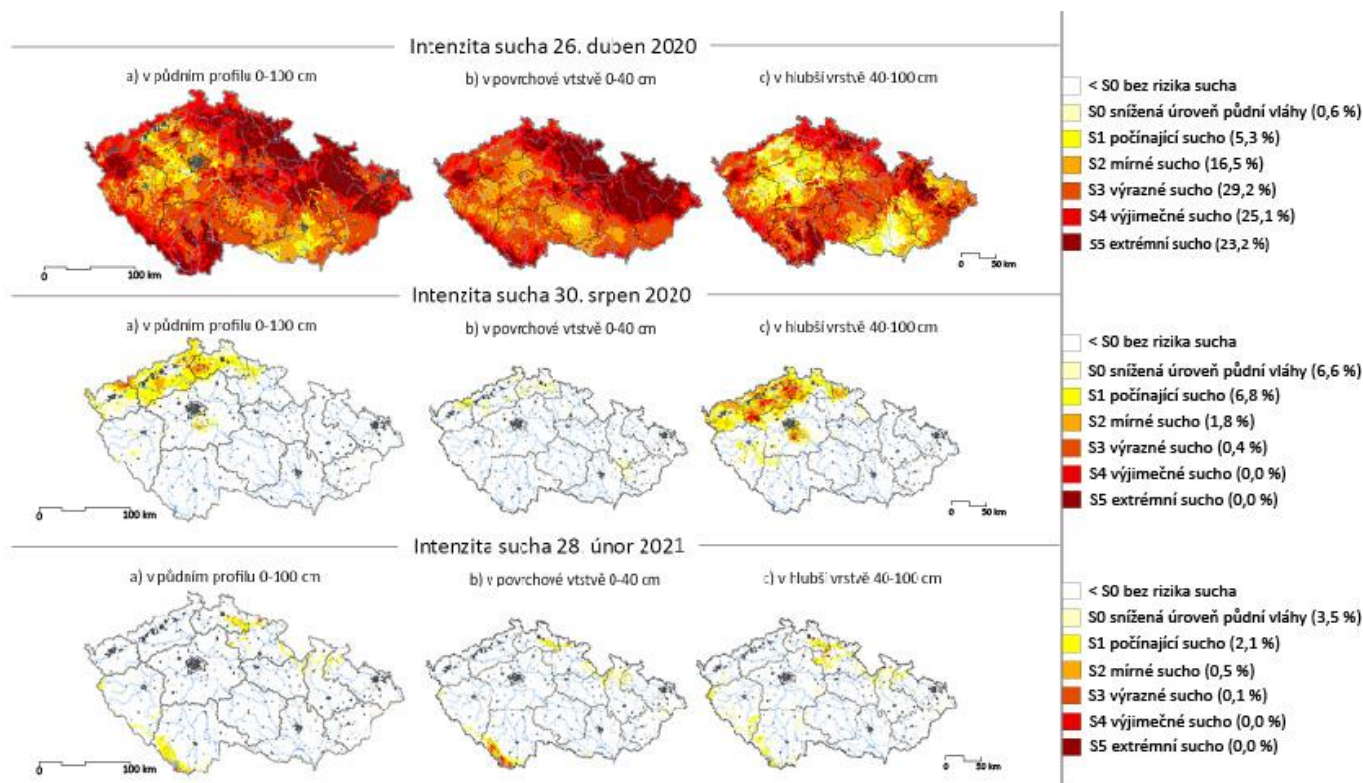
Začátek září 2020 byl poměrně chladný a deštivý, avšak potom nastaly poměrně vysoké teploty a úbytek srážek. V druhé polovině září se ovšem opět vyskytovaly vydatné srážky, takže nebyla narušena půdní vlhkost. Na přelomu září a října se srážky vyskytovaly v podstatě každý den. Deštivé počasí panovalo až do půlky října, kdy nejvíce srážek spadlo ve Zlínském kraji a na severovýchodě České republiky (100-140 mm/ týden). To mělo za následek zvedání hladiny řek a na některých místech i povodně. V listopadu bylo výrazně méně srážkového úhrnu. V druhé dekádě měsíce se týdenní úhrny vyskytovaly do 1 mm, lokálně se dostaly k 3 mm/týden. I na začátku druhé poloviny měsíce byla Česká republika spíše bez srážek, kdy na většině území spadlo jen do 5 mm/týden. Suchý listopad vystřídal suchý prosinec, kdy bylo srážkového úhrnu velice málo. Týdenní úhrn srážek se zvýšil až koncem měsíce, kdy spadlo nejčastěji mezi 10-20 mm srážek za týden. V Krkonoších, na Šumavě a v Krušných horách dokonce i více než 50 mm/ týden (část z toho byly i sněhové srážky).

Stav podzemních vod se v průběhu prosince mírně zhoršil, ale byl stále celkově normální. V západních a severozápadních Čechách pokračoval mírně podnormální stav hladiny podzemních vod a na povodí Ohře až silně podnormální stav. Na většině zbytku území se vyskytoval nadnormální stav. Podle zprávy Ministerstva zemědělství k 16.12. 2020 na tom vodní stavy v tomto období byly následovně: *„V období od 9. 12. do 16. 12. byly na území České republiky zaznamenány srážky s úhrny do 10 mm. Tyto srážky neměly významný vliv na aktuální hydrologickou situaci. Vodní stavy jsou na většině území České republiky setrvalé nebo na mírném poklesu. Průtoky ve vodních tocích jsou v porovnání s dlouhodobými průměry pro měsíc prosinec většinou podprůměrné s výjimkou vodních toků na území ve správě Povodí Moravy, kde se průtoky pohybují mírně nad průměrem nebo kolem dlouhodobého průměru. Nejmenší průtoky jsou zaznamenávány v západních a v severních Čechách, na území ve správě Povodí Ohře průtoky dosahují pouze 30 – 50 % dlouhodobého průměru.“* (zpráva MZe, s. 11)

3.3. DOSAVADNÍ ROK 2021

Na přelomu prosince (2020) a ledna roku 2021 napadly průměrné srážky 9 mm, což odpovídá hodnotě normálu pro tohle období. Více srážek spadlo na Moravě a na východě území České republiky, ty měly za následek zvyšování hladin některých řek. Na východě území byly hladiny rozkolísané, potom začaly pomalu klesat. Na zbytku území byly hladiny setrvalé nebo na postupném poklesu. Průtoky na západě byly podprůměrné až průměrné, na východě spíše nadprůměrné. Celkové množství sněhu na území České republiky zůstávalo podnormální. Nasycení půdy bylo stále normální až nadnormální, jen na západě a severozápadě zůstávalo sucho ve spodnějších vrstvách půdy. Stav podzemních vod byl v normálních a na některých místech v nadnormálních hodnotách. Na severozápadě lehce podnormální. V druhé dekádě měsíce nastalo ochlazení, spadlo v průměru 8 mm srážek, což odpovídá hodnotě normálu za tohle období. Poslední týden v lednu spadlo až 18 mm srážek, což je dvojnásobek normálu za tohle období. Srážky se objevovaly často v podobě sněhu, nejvíce sněhu se vyskytovalo v Krkonoších. Vodní toky v průběhu měsíce mírně klesly, ale kvůli tání sněhu a srážkovému úhrnu došlo na mírné vzestupy. Hydrologické sucho se na sledovaných tocích skoro nevyskytovalo. Na začátku února spadlo 24 mm srážek, což je více než dvojnásobek normálu za tohle období. Díky sněhovým srážkám se vyskytovala velká zásoba vody ve sněhu a hladiny vody byly na vzestupu. I stav podzemních vod se zlepšil až na nadnormální stavy, jen na severozápadě byl silně podnormální. Druhá dekáda února přinesla velký mráz a v důsledku toho zamrzaly povrchové vody. Srážkový úhrn za týden činil 4 mm. V polovině února se zásoby vody ve světě mírně zvýšily (kromě jihu Moravy). Mírně podprůměrné toky byly zaznamenané

na západě, severozápadě a východě České republiky, mimo ně byly na území jinak nadprůměrné nebo průměrné průtoky. Na severozápadě se situace s podzemním suchem místy zlepšila. Koncem února polevily mrazy a průměrný úhrn srážek činil 4 mm za týden. Kvůli tání sněhu se průtoky mírně zlepšily, většinou se pohybovaly v nadnormálních hodnotách. V podzemních vodách panovaly normální až nadnormální hodnoty. (Počasí ČHMÚ, 2021)



Obr. 2: Porovnání intenzity sucha tří období v různé půdní hloubce (upraveno podle Intersucho)

4. MOŽNÁ BUDOUCÍ SITUACE SUCHA V ČESKÝCH ZEMÍCH

To, že se v tuto chvíli zdá být všechno v pořádku a situace se suchem v České republice se výrazně zlepšila ovšem neznamena, že to tak musí nutně zůstat i do budoucna. Vzhledem ke klimatickým změnám, které zahrnují i zvyšování teploty a další faktory, které sucho ovlivňují, nemůžeme s jistotou říci, že jsme nad suchem vyhráli.

4.1. KRIZOVÉ SCÉNÁŘE

V roce 2019, kdy byla velká hrozba extrémního sucha, se odborníci obávali hlavně dopadů sucha na ekonomiku České republiky. Odhadovalo se, že by situace v budoucnu mohla zasahovat do poklesu HDP až o 1,6 %. K tomu by se dále přidaly náklady za dopady na zdraví obyvatel, životní prostředí a náhrady z pojištění. V případě, že by se extrémní sucho opakovalo,

se vědci obávali, že by to mělo dopad na ekonomicky méně aktivní odvětví, která svou výrobu zakládají na dostatku vody a byla by nucena svou výrobu značně snížit (textilní průmysl, výroba papíru apod.) V té době se pracovalo s několika scénáři. Jeden ze scénářů byl zaměřen na pokles dešťové, povrchové a podzemní vody o 25 % a druhý na pokles dešťové, povrchové a podzemní vody o 50 %. (EuroZprávy.cz, 2019)

Na začátku roku 2020 byla situace se suchem velmi kritická a podle bioklimatologa Zdeňka Žaluda (2020) byla v tomto případě základ starostlivost o půdu tak, aby se v ní voda lépe udržela a nestékala spolu s hlínou do řek, rybníků nebo nádrží. To by měly zajistit nové půdo-ochranné a vodo-ochranné technologie v agrosektoru, které fungují na metodách precizního zemědělství. Podle ministra životního prostředí Richarda Brabce (2020) byla a do budoucna bude zásadní adaptace na sucho. Voda by se měla na území České republiky zadržovat, a to hlavně zachytáváním srážkové vody, s tou pak bude možno dále hospodařit nebo ji zasakovat do půdy. Vzhledem ke kritické situaci byla 12. května svolána (ministrem životního prostředí Richardem Brabcem) Národní koalice pro boj se suchem, na které zástupci obcí a krajů projednávali krizové scénáře a zásobování pitnou vodou. Zde byla představena nová povinnost, navržená do novely vodního zákona, na každé nové výstavbě srážkovou vodu buďto shromažďovat a hned využívat, vsakovat do půdy na pozemku či umožnit její výpar. To znamená, že u nově postavených objektů bude potřeba vybudovat retenční nádrž nebo zasakovací objekt. Odvod srážkové vody do kanalizace bude možný pouze v situacích, kdy nebude jiné možné řešení hospodaření s dešťovou vodou jednoznačně doloženo. Tato novela vodního zákona by měla být platná od letošního roku 2021. (MŽP, 2020)

4.2. PROGRAMY NA PODPORU VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Vzhledem k situaci se suchem za poslední léta byla a dále jsou postupně zaváděna opatření a různé dotační programy v České republice, které mají pomoci řešit situaci nedostatku vody na našem území. Dva poměrně novější si níže více popíšeme.

4.2.1. Program Sázíme budoucnost

Jedná se o dotační program na podporu komunitní výstavby stromů na veřejném prostranství. Dotace se v tomto případě může vyšplhat až na 250 tisíc korun a má zahrnovat výdaje za sazenice, za použitý materiál i za následnou péči. K tomuto programu se uchýlilo hlavně z důvodů, že výstavba stromů výrazně napomáhá k adaptaci na změny klimatu, očisťuje ovzduší, snižuje riziko eroze půdy, a hlavně zadržuje vodu v krajině. Cílem programu je vysadit a udržovat mimo les 10 milionů nových stromů (za každého občana České republiky jeden). Tento dotační program má snadné schéma a je založen na dobrovolnické práci, kdy zájemcům

finančně vykompenzuje všechny náklady za materiál použitý na výsadbu a udržování listnatých stromů. Projekty podpořené tímto dotačním programem musí být provedeny do konce letošního roku 2021. (MŽP, 2019)

4.2.2. Program Dešťovka

S výše zmíněnou povinností zadržovat srážkovou vodu u všech nově postavených objektů má pomoci dotační program Dešťovka. Tento program slouží k alespoň částečné kompenzaci nákladů spojenými s vybudováním zádržného systému u nových staveb, avšak dotaci je možné získat k vybudování takového systému i u starších domů. Jedná se tedy o dotační program pro vlastníky nebo stavebníky rodinných a bytových domů na využívání dešťové a odpadní vody v domácnosti a na zahradě. Pro lepší přehlednost a snadnější vymezení účelů byl program rozdělen na Dešťovku Malou a Velkou. Malá dešťovka je program určený pro rodinné a bytové domy v případě svádění vody okapem do nádrže pro zalévání nebo využívání vyčištěné vody odpadní. Velká dešťovka je program sloužící jen obcím, krajům a státním organizacím (třeba k položení nádrže pod dlažbu, ze které je možné následně zavlažovat zeleň nebo zásobovat jezírko v obci), takže samotní občané v něm o dotaci žádat nemohou. (Českéstavby.cz, 2020)

4.3. PROJEKTY NA PODPORU VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Mimo projekty podpořené výše zmíněnými dotačními programy jsou i jiné projekty, které se věnují suchu v České republice. Příklady projektů podpořených TA ČR⁸ působících na našem území si dále blíže popíšeme.

4.3.1. Recyklace a znovuvyužití odpadních vod

Odborníci přišli na unikátní technologii na čištění odpadních vod. Tato technologie úspěšně prošla laboratorními a poloprovozními testy. V rámci tohoto projektu bylo vyvinuto zařízení, které funguje na kombinaci různých typů filtrace a desinfekce pro hygienizaci, a tím umožňuje vzniku produktu s různou kvalitou podle způsobu použití. Díky hygienickému zabezpečí vody UV zářením a chlornanem sodným se mikrobiální znečištění redukuje skoro na nulové hodnoty. Recyklace vyčištěných městských vod by mohla významně přispět k lepšímu hospodaření s vodou (závlaha zeleně a hřišť nebo čištění ulic). Tento projekt je podpořený v programu EPSILON⁹.

⁸ Technologická agentura ČR – organizační složka státu zřízená roku 2009 za účelem podpory výzkumu, experimentálního vývoje a inovací.

⁹ Program na podporu projektů, které jsou zaměřené hlavně na průmyslové technologie, jejichž výsledky mají rychlé uplatnění na trhu.

4.3.2. Vzdělávací metodika pro boj se suchem

Jedná se o projekt podpořený v programu ÉTA¹⁰. Zabývá se vztahem mezi solární energií, vegetačním krytem a vodou v krajině. Cílem tohoto projektu je informovanost odborné i laické veřejnosti a výsledkem bude vzdělávací metodika, kterou k tomuto tématu doposud nemáme a dochází potom k nevhodným zásahům do krajiny, které zapříčiňují zvyšování sucha a oteplování regionálního klimatu. Poznatky výzkumu ve formě této metodiky by mohly tuto situaci změnit a budou důležité pro boj se suchem.

4.3.3. Aktivní vsakovací vrstva pro hospodaření se srážkovými vodami – NEWSAK

Projekt financovaný v programu EPSYLON za účelem nalezení řešení, jak redukovat riziko vzniku povodní a zároveň zadržovat vodu v krajině. V rámci tohoto projektu je tedy vyvíjena aktivní vsakovací vrstva NEWSAK, která zlepší centralizované hospodaření se srážkovými vodami a přispěje k předcházení výskytu extrémního sucha nebo v opačném případě výskytu povodní. (BussinesInfo.cz, 2020)

5. PŘÍKLADY VODOHOSPODÁŘSKÉ PRAXE ZE ZAHRANIČÍ

Vodu na vyspělejších částí planety Země bereme jako samozřejmost, jen otočíme kohoutkem a vodu máme k dispozici. Je to obchodní komodita, za kterou zaplatíme a následně ji i dostaneme. Na stavu obrovského bohatství nebo naopak nadměrné chudoby se vždy nějakým způsobem podílí voda. Podle Zbyňka Hrkala není hlavní příčinou nedostatku vody její fyzická absence, ale spíše chudoba, nevzdělanost a politická nestabilita. Jako ukázkový příklad jsou země, které mají absolutní nedostatek obnovitelných vodních zdrojů, ale i přesto mají vody dostatek a jejich spotřeba vody přesahuje tu naši, často s vodou doslova plýtvají (bohaté státy jako Spojené arabské emiráty, Kuvajt, Singapur). Je tomu tak nejspíš proto, že užívají různé moderní vodohospodářské technologie na management, čištění nebo recyklaci vody a také odsolování mořské vody. Z toho můžeme soudit, že hlavním problémem hospodaření s vodou současné doby není tak fyzický nedostatek vody, jako chudoba a nevzdělanost, které vedou k neschopnosti vodu efektivně využívat. Zbyněk Hrkal uvedl, jak reagoval v jedné rozhlasové diskuzi na otázku ohledně vypuknutí války o vodu: „Snažil jsem se vysvětlit, že válka o vodu je mýtus, lépe řečeno boj o vodu může být jen záminkou, která zastírá zcela jiný důvod konfliktu. Každý vodohospodářský problém je technicky řešitelný. Kdyby si znesvářené strany spočítaly náklady na válečný konflikt a kolik by je stálo technické řešení problému s vodou, nikdy by

¹⁰ Program na podporu inovačního potenciálu společenských věd, humanitních věd a umění.

nevystřelily. A pokud se tedy navzájem vraždí, pak to není kvůli vodě. Vody máme totiž na planetě dostatek.“ (Hrkal, 2018, str. 10)

5.1. SPOJENÉ ARABSKÉ EMIRÁTY

Spojené arabské emiráty mají absolutně nejmenší vodní zdroje na naší planetě, ovšem žádný ze států na jejich území nemá o vodu nouzi, naopak patří k těm státům, co mají spotřebu vody rekordní. Průměrný obyvatel Emirátů spotřebuje k běžnému životu 550 litrů vody denně (Čech – méně než 100 litrů/den, Francouz – 150 litrů/den, Američan – 300 litrů/den). Hlavním důvodem je bohatství státu a vysoký standard obyvatel. Velké příjmy čerpají z prodeje ropy a zemního plynu, díky kterým obyvatelé získávají pitnou vodu technikou odsolování vody mořské¹¹. Například obyvatelé saúdskoarabského hlavního města Rijádu jsou odkázáni pouze na dodávky této sladké vody z odsolovacích továren. Tyto odsolovací továrny se nacházejí na břehu moře a voda z nich je následně rozváděna potrubím 600 kilometrů do centra pouště. Tam roční úhrn srážek činí zhruba 150 mm vody (asi pětina srážkového úhrnu za rok ve střední Evropě). Avšak takové množství srážek spadne za dobu několika zimních dnů ve formě silných přívalů, které na poušti způsobují ničivou povodeň, která s sebou bere vše, co jí stojí v cestě. V tomto období se na několik týdnů v (ploché) krajině rozlije velké jezero, které se ale bez užitku většinou rychle vypaří a jediný zdroj pitné vody zůstane opět pouze ten z odsolovacích továren. Obyvatelé města si začínají být vědomi rizika ve formě jediné správně mířené střely, která by trefila vodovod a došlo by k neřešitelnému kolapsu společnosti.

5.1.1. Obchod s virtuální vodou

Efektivním řešením pro podporu vodohospodářství je právě globální obchod s virtuální vodou. Jedná se o vodu, která byla použita na výrobu určitého zboží. K výrobě různého zboží je potřeba různé množství vody a každá krajina má pro výrobu jiné podmínky. Řekněme, že s novými džínami, nejspíše ze střední a jihovýchodní Asie, je do Evropy dovezeno i jedenáct tisíc litrů vody, které se využily na zavlažování bavlníkového pole a při výrobě a obarvení plátna pro vytvoření těchto džínů. Ovšem v Číně nebo USA dokáže bavlník vystačit pouze ze srážkového úhrnu, ale bavlník třeba v Turkmenistánu potřebuje zavlažování, což znamená větší množství vody na výrobu. Existují tři části virtuální vody modrá – znázorňuje objem použité virtuální vody pro výrobu zboží z povrchových a podzemních vodních zdrojů, zelená – značí virtuální vodu pocházející ze srážek a šedá – představuje objem virtuální vody, která byla znečištěna při výrobě zboží. Na použité množství virtuální vody k výrobě produktu má vliv i roční období,

¹¹ Tato technologie bude blíže popsána v poslední kapitole.

v jakém byl produkt vyroben a způsob využívání vodního zdroje. Virtuální vodu si tedy lze představit jako množství vody, které je možné ušetřit tím, že je produkt dovezen a ne vyroben. Tímto způsobem si obyvatelé Spojených arabských emirátů mohou udržet vysoký životní standard i s tak nízkými vodními zdroji. V tomto obchodování s virtuální vodou je velký potenciál dalšího rozvoje lidské společnosti. (Allan, 2001)

5.2. SINGAPUR

Ostrovní městský stát Singapur se považuje za krajinu s nejvyšší kvalitou života na naší planetě. Má jednu z nejlepších ekonomik na světě, která se stále dynamicky rozvíjí. Co se ale týče přírodních podmínek, tak ty nejsou zrovna nejpříznivější. Je sice pravda, že Singapur leží na dobrém strategickém místě, nachází se na něm dnes druhý největší přístav na světě, ovšem nebylo tomu vždy tak. Druhým největším přístavem na světě se stával až po roce 1819, kdy byl Singapur založen na původně pusté výspě¹² a země se zde rozšiřuje na úkor moře. Singapur se nachází na území vlhkých tropů, skoro bez jakýchkoliv nerostných surovin a k tomu s nadmírou přelidnění. Jedním z nejhlavnějších problémů je zde voda a její kritický nedostatek. Teoreticky by měl být Singapur zařazen do kategorie států chudého rozvojového světa, ovšem není tomu tak. V Singapuru se povedlo pozitivně řešit problémy na svém území, dokonce i ty vodohospodářské. Singapur byl ještě roku 2009 výrazně závislý na dovozu sladké vody. V té době skoro z poloviny čerpal spotřebu z povrchových zdrojů (hlavně ze systému přehrad na zachytávání dešťové vody). I přesto byl nucen více než 40 % vody dovážet a zbývajících 20 % spotřeby pokrývalo odsolování mořské vody a recyklace vody odpadní. O dva roky později zůstávala spotřeba povrchové vody na polovině, avšak dovoz klesnul na 10 % a podíl vyrobené vody pomocí technologií vzrostl. Singapur začíná být nezávislým na dovozu vodu a stále vyšší spotřebu vody je schopný pokrýt z vlastních zdrojů. Největší spotřebu vody v Singapuru nezastává zemědělství, ale domácnosti a druhou největší spotřebu vody tvoří průmysl. Z toho vyplývá, že je zde základní prioritou voda, která splňuje nejpřísnější hygienické standardy. (Zbořil, 2009)

5.2.1. Projekt NEWwater (Nová voda)

V Singapuru se také zaměřili na zpracování odpadové vody, avšak vynechali fázi efektivního vsakování a zpětného jímání, jelikož jim to ostrovní podmínky nedovolují. Vytvořili nové technologie, díky kterým lze z odpadní vody vyrábět novou, hyperčistou vodu. O spuštění tohoto projektu se v Singapuru pokoušeli už v sedmdesátých letech dvacátého století, avšak

¹² Výběžek země, který je vysunutý do vody (vyvýšenina).

vzhledem na tehdejší úroveň techniky a ekonomiky státu byla taková voda moc drahá. Za pár desítek let se ale vše změnilo a pomocí této technologie lze čistit 1 m³ odpadní vody v Singapuru za 0,86 USD (údaj z roku 2005) a její spotřeba stále roste. Systém NEWwater je založen na tom, že běžně vyčištěná voda v kvalitě, se kterou se setkáváme i na našem území je v Singapuru čištěna ještě přes další dvě filtrační zařízení, jedná se mikrofiltraci a reverzní osmózu. Mikrofiltrace zapříčiňuje postupné odstranění částic do 0,2 mikrometru, to stačí na zaručenou likvidaci bakterií. O dokonalou čistotu se postará poslední etapa dezinfekce ultrafialovým zářením. (Lee, 2005)

6. PŘÍKLADY DOBRÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ PRAXE Z IZRAELE

Dalším příkladem zajímavých projektů a celkově unikátního vodohospodářství je stát Izrael, kterému se bude věnovat celá a zároveň poslední kapitola této práce. Území Izraele tvoří ze šedesáti procent poušť a ten zbytek polopoušť. Od svého založení, které se datuje na rok 1948 se zvýšil počet obyvatel více než desetkrát (jeden z nejrychlejších nárůstů obyvatel po druhé světové válce na světě). Navzdory tomu, že začínal jako chudá země, tak dnes patří k jedné z nejvíce rostoucím ekonomikám. I přesto, že se roční průměrný úhrn srážek na jeho území snížil na polovinu a nevlídnou krajinu ovlivňuje náročné klima, Izrael nemá o vodu nouzi, naopak má vody přebytek a dodává ji i některým sousedním státům. Tím, jak je to vůbec možné se bude zabývat tato kapitola.

6.1. OBYVATELSTVO A VLÁDA

Izraelci jsou už od malička učeni k šetrnému zacházení s vodou. Vody je nutno si vážit a nakládat s ní uvážlivě, protože ji nelze brát jako samozřejmost. Už jako malým dětem je jim kladeno do paměti, že každá kapka se počítá. Ve školách je šetrný přístup k vodě nenahraditelnou součástí školních osnov. Dětem se tedy i ve škole vysvětluje, že s vodou je třeba šetřit a zároveň jsou jim poskytovány praktické návody, jak se to dělá. Učit děti, že se mají sprchovat a čistit si zuby je normální i u nás, ale v Izraeli se děti učí i to, jak u toho spotřebovat co nejméně vody. Neplýtvat vodou je tam odpovědností všech občanů.

Voda v Izraeli není soukromým vlastnictvím člověka, ale vodu a její využívání kontroluje izraelská vláda, a ta jedná v zájmu celého národa. Voda je tedy společným vlastnictvím všech a je s ní nakládáno tak, aby to bylo nejlepší z hlediska jejího využití. Izraelci se tímto sice vzdali soukromého vlastnictví a nějakých výhod tržní ekonomiky, avšak za to mohl vzniknout systém, díky kterému má každý přístup ke kvalitní vodě. Obyvatelé dali vládě možnost řídit a regulovat jejich dodávky vody, nastavovat ceny vody a řídit její distribuci s tím, že to bude prospěšné

všem. Jedná se nejspíš o nejlepší příklad socialismu v praxi v dnešním světě. Nastavování cen měl v Izraeli také velký vliv na zacházení s vodou. V roce 2008 vyhlásil Vodohospodářský úřad státu Izrael to, že každý bude platit reálnou cenu za vodu, kterou spotřebuje. Tyto peníze měly představovat prostředky, které se budou používat jen na náklady spojené s vodárenskou infrastrukturou. Tento přechod na placení reálných cen za vodu zapříčinil skoro okamžitou nižší spotřebu (v domácnostech o 16 %). (Siegel, 2015)

6.2. ZÁSADNÍ PROJEKTY

Izrael je svým vodním hospodářstvím navzdory tomu, v jakých podmínkách se stát nachází, velkou inspirací pro celý svět. Izrael se dokázal proměnit ze země, která trpěla nedostatkem vody v zemi, která efektivně využívá své zdroje, a proto má vody více než dost. Zásahu na tom má usilovná práce vědců, inženýrů a politických představitelů, kteří se podíleli na budování izraelské infrastruktury takové, jakou ji známe dnes. Sbírali cenné zkušenosti, které následně aplikovali k vývoji technologií, které přispěly ke stabilitě a úspěchu státu.

6.2.1. Kapková závlaha

V rozvojových zemích se na zavlažování používá až 90 % spotřeby vody s tím, že se často jedná o zbytečné plýtvání, a to hlavně, když se pole kropí. Je veřejně známo, že v letních dnech není dobré kropit v poledním horku, ale až zapadne slunce. Při kropení pomocí hadice se totiž většina vody vypaří (tento jev se nazývá evaporace a ztrácí se při ní více než dvě třetiny vody). A tak Izraelci (konkrétně muži jménem Simcha Blass a jeho syn Yeshayahuem) přišli s využitím nového systému zvaným kapková závlaha. Funguje na poměrně snadném a zároveň vysoce efektivním způsobu rozvádění vody pomocí speciálních hadic rovnou ke kořenům rostlin. Ztráty vody jsou v tomto případě minimální a do vegetace se dostává potřebné množství vody. Díky této izraelské kapkové závlaze je možné ohromným způsobem redukovat spotřebu vody v zemědělství, a proto tuto technologii dnes využívá skoro celý svět. (Vepřek, 2018)

6.2.2. Čištění odpadních vod

Izraelci si nemohou dovolit nechat odpadní vodu odtékat pryč ze státu, takže je voda na polích Serek a Yavne nechávána zasakovat do podzemí. Tento proces umělé infiltrace v Izraeli zajišťuje, že průchodem horninovým prostředím se voda dokonale vyčistí na standardy pitné vody, díky zasakování vody se zvyšuje hladina vody podzemní a tvoří se tak hydraulická bariéra, a ta tlačí slanou vodu dále do vnitrozemí a v neposlední řadě jde hlavně o zvýšení efektivity vodohospodářství, protože podzimní voda je v létě čerpána z podzemí a následně je znovu využívána. Izrael v současnosti čistí téměř 95 % svých splašků, z toho v zemědělství znovu využije skoro 85 % odpadních vod. Zbylá odpadní voda je dále opětovně použita pro

další účely (například pro zlepšování stavu místních řek zvyšováním jejich průtoků). To dělá z Izraele světovou špičku v oblasti recyklace odpadních vod. Díky čištění odpadní vody jsou v Izraeli schopni produkovat vlastní potraviny a také je dodávat i do jiných zemí bez ohledu na intenzitu srážkového úhrnu. (Asociace soukromého zemědělství ČR, 2017)

6.2.3. Odsolování mořské vody

Objem vody světových moří (odhaduje se na $1\,351\,404\,00\text{ km}^3$) je v podstatě pro lidstvo nevyčerpatelný zdroj. Ovšem je veřejně známé, že problém vody v mořích je její slanost, tudíž je nepoživatelná a nelze ji využívat ani pro zemědělské účely. Technologie odsolování mořské vody funguje na principu dvou nádob, které jsou rozdělené polopropustnou membránou, díky které prosakuje voda z jedné nádoby do druhé, ale zároveň zabraňuje průchodu rozpuštěným solím. V případě, že je na jedné straně membrány slanější kapalina než na té druhé, přes membránu proudí voda z části s nižší koncentrací soli do vyšší. Tento proces, při kterém je cílem vyrovnat obsah soli na obou stranách se označuje jako osmóza. Proces může být ovšem přerušen tím, že se v nádobě s vyšší salinitou zvýší tlak. Tento tlak se nazývá tlakem osmotickým. Ve chvíli, kdy se zvýší tlak tak, aby převyšoval tlak osmotický, reakce začne fungovat opačným směrem. V části s větší salinitou se začne zvyšovat koncentrace solí a roste množství vody s nízkou mineralizací. Tento proces se vyznačuje jako reverzní osmóza a ten je základem moderní technologie odsolování mořské vody. Ve výše zmíněných Spojených arabských emirátech používají například metodu okamžité víceetapňové destilace MSFD¹³, u které je spotřeba tepelné energie od 45 do 120 kWh/m³ a spotřeba elektřiny 3-6 kWh/m³. V Izraeli ale využívají systém, který se zakládá na iontové výměně a ten k provozu potřebuje jen elektrickou energii. Spotřeba elektřiny u reverzní osmózy je v tomto případě 4-7 kWh/m³, to závisí na kvalitě vody vyrobené a salinitě vody mořské. Roku 2010 zvládl Izrael produkovat 1 m³ sladké vody za 0,5 dolaru a stejné množství poloslané vody (určenou pro zavlažování) dokonce pouze za 25 centů. (Hrkal, 2014)

6.2.4. Centrální rozvaděč vody

V tomto případě byla voda příčinou smíru dvou silně znepřátelených stran. Izrael má nejdelší hranici se svým východním sousedem Jordánským královstvím. Jedná se o muslimský stát, který byl poměrně aktivní v každé protižidovské válce a byly dávány minimální šance tomu, že by Jordánsko a Izrael našli společnou řeč. Ovšem relativní klid mezi nimi panuje od 26. října 1994, kdy mezi státy byla podepsána mírová smlouva. Ta stála na dlouholetém jednání a

¹³ Multi Stage Flash Distillation

nacházení kompromisů na polích ekonomiky i politiky. Avšak hlavní moment, který spojil oba znepřátelené národy byla nabídka ze strany izraelského státu, ve které se Jordánsku zavázal, že mu bude dodávat vodu. Od roku 1964 čerpá Izrael vodu z Galilejského jezera pomocí Národního rozvaděče vody (jedná se o vodohospodářskou soustavu kanálů, potrubí a přečerpávacích stanic, kterou odtéká asi 620 milionů m³ vody za rok). Izrael se tedy zavázal vybudováním dalšího paralelního vodovodu, kterým bude Jordánsku každý rok dodávat 50 milionů m³ vody. Tento ekonomicky a politicky geniální tah státu Izrael mu zajistilo mír s jedním ze svých nepřátel, a ještě finance za poskytnutou službu. (Sachar, 1998)

Závěr

Problematika sucha byla hlavním tématem v minulosti, a i navzdory unikátní situaci minulého roku, kdy se během krátké chvíle situace sucha v České republice rapidně zlepšila, bude problematika sucha aktuálním tématem i v budoucnu. Díky stále probíhajícím klimatickým změnám nemůžeme s jistotou říci, že bychom se sucha navždy zbavili. V této chvíli je základem zdokonalování vodního hospodářství v naší zemi, abychom byli co nejvíce připraveni na případnou další etapu sucha.

Česká republika čelila od začátku 20. století mnohým výzvám, které se týkaly sucha a nedostatku vody. Ještě na začátku roku 2020 jsme stáli před největší hrozbou extrémního sucha a nejfatálnější situací se suchem v České republice. Stalo se ovšem to, co nikdo nečekal (ani já, když jsem začínala psát tuto práci), kdy chladnější a srážkově bohatší léto změnilo naprosto celou situaci a do roku 2021 jsme vstoupili s poměrně nízkým výskytem sucha skoro po celé republice. V tomto případě je ale třeba mít na paměti, že stejně jako se situace nečekaně výrazně zlepšila, mohou mít klimatické změny i opačný efekt. Toho si je náš stát vědomý, a proto jsou i nadále realizované a financované projekty, kterými lze zdokonalit hospodaření s vodou v České republice.

Stále je ovšem na čem pracovat a vodohospodářská praxe ze zahraničí je tomu důkazem. Projekt jako například odsolování mořské vody z Izraele pro naši republiku sice není reálný, avšak co se týče už jen přístupu izraelského národa k vodním zdrojům, edukaci i těch nejmenších, jak šetřit vodou a vedením k účtě k vodě jako takové, máme se stále co učit. Předávání těchto informací je to nejmenší, a hlavně to nic nestojí.

Seznam použité literatury

Agrární komora České republiky, 2020: Aktuální informace o stavu vodních zdrojů a suchu 2020 [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <http://www.akcr.cz/txt/aktualni-informace-o-stavu-vodnich-zdroju-a-suchu-2020>

ALLAN, J. A. 2001: Virtual Water. Economically Invisible and Politically Silent: A Way to Solve Strategic Water Problems. International Water and Irrigation journal. November 2001.

Asociace soukromého zemědělství ČR, 2017: Splašky mohou být nový spolehlivý vodní zdroj, dokazuje příklad Izraele [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/ekologie/splasky-mohou-byt-novy-spolehlivy-vodni-zdroj-dokazuje-priklad-izraele.html>

BRABEC Richard, 2020: Sucho 2020 [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20200429-situace-po-zime-je-kriticka-MZP-posle-letos-na-boj-se-suchem-dalsich-az-6-mld-Kc

BRÁZDIL, Rudolf a Miroslav TRNKA, 2015. Historie počasí a podnebí v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky. ISBN 978-80-87902-11-0.

BRÁZDIL, R., Bělínová, M., Dobrovolný, P., Mikšovský, J., Pišoft, P., Řezníčková, L., Štěpánek, P., Valášek, H., Zahradníček, P. 2012: Temperature and Precipitation Fluctuations in the Czech Lands During the Instrumental Period. Masaryk University, Brno

BussinesInfo.cz, 2020: Budoucnost krajiny: Česko je na suchu [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/budoucnost-krajiny-cesko-je-na-suchu/>

Česká televize 2015: Nejvyprahlejší české roky. Sucho posloužilo i Stalinovi [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/1563832-nejvyprahlejsi-ceske-roky-sucho-poslouzilo-i-stalinovi>

Českéstavby.cz, 2020: Malá a Velká dešťovka [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/mala-a-velka-destovka-to-neni-tema-o-zizalach-a-dotacich-na-sber-destove-vody-28186.html>

ČHMÚ, 2020. Český hydrometeorologický ústav: Index sucha SPEI [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/SPEI.html>

ČHMÚ, 2021. Český hydrometeorologický ústav: Monitoring sucha [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/sucho#>

ČHMÚ 2018a: Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2017 [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/ROK_2017.pdf

ČHMÚ 2019a: Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2018 [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/ROK_2018.pdf

ČHMÚ 2020a: Roční zpráva hydrometeorologické situace v České republice 2019 [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/ROK_2019.pdf

ČHMÚ 2020b: Stav a vývoj sucha v Česku [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/Stav_a_vyvoj_sucha-kveten_2020.pdf

ČHMÚ 2018a: Suché období 2014-2017 vyhodnocení, dopady a opatření [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/publikace/sbornik_Sucho_web.pdf

ČHMÚ 2019b: Sucho 2014-2018 sborník abstraktů [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/ruzne/Sbornik_Sucho_komplet_web.pdf

ČIŽMÁŘ, J. 1933: Dějiny a paměti města Vizovic. Nákladem Mra Jos. Čižmáře, Brno, 376 s.

Deník.cz 2020: Sucho v krajině trvá. Rok 2019 byl druhým nejteplejším v historii měření [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.denik.cz/z_domova/sucho-teploty-cesko-rok-2019-20200108.html

Enviweb.cz, 2018: Sucho v ČR - čím je způsobené a co proti němu můžeme dělat? [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/111679>

EuroZpravy.cz, 2019: Děsivá budoucnost Česka. Jaké dopady bude mít sucho? [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://eurozpravy.cz/ekonomika/ceska-republika/266321-desiva-budoucnost-ceska-jake-dopady-bude-mit-sucho-na-ekonomiku/>

HORNÍČEK, I. 1925: Tlumačov. Popis dějepisný, místopisný a statistický. II. díl. Vydal Místní odbor Národní jednoty v Tlumačově za přispění obce a sdružených spolků, Tlumačov, 568 s.

HRKAL, Zbyněk. 2014 O lidech a vodě. Praha: Česká geologická služba. ISBN 978-80-7075-864-9.

HRKAL, Zbyněk. 2018. Voda včera, dnes a zítra. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4989-4

Intersucho 2020: Intenzita sucha [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/mapy/intenzita-sucha/?paginator-page=5>

KLIMEŠ, J., Kuběna, M., Mikulášek, J. 2001: Sloup v Moravském krasu. Obecní úřad Sloup za přispění Ministerstva pro místní rozvoj ČR a Spolku pro obnovu venkova, 144 s.

Kron. Jalubí: Kronika obce Jalubí. Státní okresní archiv Uherské Hradiště, fond MNV Jalubí, I: 1. svazek 1924–1947, inv. č. 1; II: 2. svazek 1948–1962, inv. č. 3; III: 3. svazek 1963–1972, inv. č. 4; IV: 4. svazek 1973–1994, nezpracováno

Kron. Vsetín: PAVLÍK, R., 1960: Kronika města Vsetína z let 1850–1930. Strojopis. Státní okresní archiv Vsetín, fond Archiv města Vsetín 1674–1945 (1960), inv. č. 134.

LEE, P. O. 2005: Water Management Issues in Singapore. Proceedings from Water In Mainland Southeast Asia, Siem Reap, Cambodia.

MACH, Jakub, 2016. Hydrologické sucho. Ostrava. Bakalářská práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava.

Meteo Aktuality, 2018: Meteorologické a hydrologické indexy sucha a jejich využití [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.pocasimeteoaktuality.cz/meteorologicke-a-hydrologicke-indexy-sucha-a-jejich-vyuziti/>

MLATEČEK, K., MLATEČKOVÁ, M. 2002: Uherčice. Uherčice, 325 s. + příloha.

MRKVA, R. 1993: Sucho 1992 a kůrovcová kalamita. Lesnická práce, 72, 37–39.

MZe a MŽP, 2017. Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky, 2017. Praha. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/545860/Koncepce_ochrany_pred_nasledky_sucha_pro_uzemi_CR.pdf

MZe, 2020: AKTUÁLNÍ INFORMACE O STAVU VODNÍCH ZDROJŮ K 16. 12. 2020 [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/666894/Informacni_zprava_hydrologicka_situace_161220.pdf

MŽP, 2020: Odborníci i politici stvrdili nová opatření pro boj se suchem, klíčové je zadržovat vodu – v nádržích, půdě i v urbanizovaném prostředí [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z:

https://www.mzp.cz/cz/news_20200512-odbornici-i-politici-stvrdili-nova-opatreni-pro-boj-se-suchem-klicove-je-zadrzovat-vodu

MŽP, 2019: Sázíme budoucnost [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_2019102_dotace-komunitni-sazeni-stromu

NOVICKÝ, O., Kašpárek, L., Hanslík, E., Vlnas, R., Vizina, A., Fiala, T., Brzáková, J., Ledvinka, O., Kourková, H., Fridrichová, R. 2010: Časová a plošná variabilita hydrologického sucha v podmínkách klimatické změny na území České republiky. Závěrečná zpráva za řešení projektu SP/1a6/125/08. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha, 171 s.

PIŠL, F. 1938: Paměti obce Plotiště nad Lab. Nákladem obce Plotiště nad Lab., tiskem Františka Ottmana v Holicích, 419 s.

Počasi ČHMÚ, 2021: Informace o počasí v širších souvislostech přímo z Českého hydrometeorologického ústavu. [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.televizeseznam.cz/sluzba/pocasi-chmu>

SACHAR, H. M. 1998: Dějiny Státu Izrael. Praha: Regia, ISBN. 80-902484-4-6

SIEGEL, Seth M. Budiž voda: izraelská inspirace pro svět ohrožený nedostatkem vody. Praha: Aligier s.r.o, 2016. ISBN 978-80-906420-2-7.

Stavsucha.cz, 2015: Monitoring sucha [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <http://stavsucha.cz/about-indicators/>

Státní podpora: Požadavky na státní podporu při živelních pohromách. Moravský zemský archiv Brno, fond B 124 Krajský národní výbor v Brně, všeobecná registratura, IV. manipulace, 1959–1960, inv. č. 256, sign. zem/204/1-3 Rostlinná výroba všeobecně.

ŠTARHA, I. 2002: Jámy 1252–2002. Minulost a současnost. Obec Jámy, 106 s. + příloha.

Treml, P. 2011: Největší sucha na území České republiky v období let 1875–2010. Meteorologické zprávy, 64, 168–176.

TRNKA Pavel, 2015: Možné důsledky déletrvajícího sucha v naší krajině a ve světě In: Mendelu [online]. Brno. [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: http://user.mendelu.cz/xvlec1/rrc/sucho/TRNKA_1.pdf

VEPŘEK, Jiří. 2018: ÚSPORNÉ METODY ZAVLAŽOVÁNÍ [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.uklidme-stonavu.cz/usporne-metody-zavlazovani/>

VLČEK, J. 1994: Zhodnocení počasí v roce 1992 na Spálovsku. Oderské vrchy, 9, 46–47.

VOGEL, A. 2000: Hevlín — od pravěku do roku 2000. Obec Hevlín, 304 s.

VÚV, 2015: Projekt Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území ČR Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Dostupné z: http://sucho.vuv.cz/wp-content/uploads/2016/02/Koncepce_reseni_kriz_situace_sucho.pdf

ZBOŘIL, Zdeněk. 2009. Dějiny Malajsie, Singapuru a Bruneje. Nakladatelství Lidové noviny, Praha. ISBN:978-80-7106-501-2

ŽALUD, Zdeněk. 2020: Proč je sucho a jak se mu bránit? In: ekolist.cz [online]. Dostupné také z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/zdenekn-zalud-proc-je-sucho-a-jak-se-mu-branit>

ŽALUD, Zdeněk, 2020: Rozhovor – Základem obrany proti suchu je starost o půdu. Klíč od krize má agrární sektor [online]. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/rozhovory/zakladem-obrany-proti-suchu-je-starost-o-pudu-klic-od-krize-ma-agrarni-sektor-rika-bioklimatolog-zdenek-zalud-1369232>