

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Sucho a zemědělská výroba v klimatických podmínkách
ČR**

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Mašková

Obor studia: Veřejná správa v zemědělství a krajině

Vedoucí práce: doc. Dr. Mgr. Vera Potopová

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Sucho a zemědělská výroba v klimatických podmínkách ČR, jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Dr. Mgr. Vere Potopové za její odborné vedení, pomoc při získávání potřebných informací a podkladů a za cenné rady.

Sucho a zemědělská výroba v klimatických podmínkách ČR

Souhrn

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární přehled o suchu, konkrétně jeho vzniku, rozdělení dle příčin, monitorování či následných dopadů. Zaměření bylo i na nedostatek vody a obecně o vodách, kupříkladu jejich základní rozdělení, odběry či financování vodního hospodářství. Okrajově se práce zaměřila i na hodnocení sucha. Pochopitelně bylo potřeba podívat se i na různá opatření vůči nedostatku vody a suchu z pohledu vlády či na usnesení vlády č. 620 konkrétně. Zaměřilo se i na pohled zemědělský, díky internetovém portálu INTERSUCHO, ve kterém mohou i samotní zemědělci sledovat či sami hodnotit situaci sucha. Se zemědělstvím souvisí pochopitelně i závlahové systémy, na které se tato práce také zaměřila z užšího pohledu.

Další zaměření této práce bylo zaměřit se na Integrovaný systém sledování sucha a porovnat intenzitu sucha, nasycení půdního profilu, zásobu vody v půdě či stav vegetace. Vybral se konkrétní týden, a to v roce 2018 a 2019. srovnání bylo na základě map. Popsán je tento Integrovaný systém sledování sucha i z obecného pohledu.

Nedílnou součástí bylo zaměřit se díky anonymnímu dotazníku na veřejnost v úzkém pojetí a její názor na nedostatek vody a následné sucho. Účel tohoto dotazníku byl zjistit, co si veřejnost o suchu, nedostatku vody myslí v současné době.

Klíčová slova: index sucha, zemědělské sucho, predikce, výnos, vodní deficit půdy, satelitní data

Drought and agricultural production in the climatic conditions of the Czech Republic

Summary

The main objective of this bachelor thesis was to draw up a literary overview of drought, namely its origin, distribution according to causes, monitoring or subsequent impacts. The focus was also on water scarcity and, in general, on waters, such as their basic distribution, consumption or financing of water management. Marginally, the work also focused on drought assessment. Of course, various measures against water scarcity and drought from the government's point of view or government resolution 620 specifically needed to be looked at. It also focused on the agricultural view, thanks to the INTERSUCHO web portal, in which farmers themselves can monitor or assess the situation of drought themselves. Agriculture is, of course, also related to irrigation systems, which this work has also focused from a closer perspective.

Another focus of this work was to focus on the Integrated Drought Monitoring System and compare the intensity of drought, soil profile saturation, soil water supply or vegetation status. A specific week was chosen in 2018 and 2019. comparison was based on maps. This Integrated Drought Monitoring System is described from a general perspective.

An integral part was to focus on the public in close terms and its opinion on water scarcity and subsequent drought thanks to the anonymous questionnaire. The purpose of this questionnaire was to find out what the public thinks about drought, water scarcity at the moment.

Keywords: drought index, agricultural drought, prediction, yield, water deficit, satellite data

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Příčiny sucha	10
3.2	Správa vodních toků	11
3.3	Pitná voda	12
3.4	Povrchové vody	12
3.5	Podzemní vody.....	14
3.6	Vodní hospodářství a jeho financování	14
4	Monitorování sucha	16
4.1	Sucho a zemědělství.....	16
4.2	Integrovaný systém sledování sucha (ISSS)	18
4.2.1	Mapování dopadů sucha na území ČR.....	22
5	Opatření na zmírnění dopadů sucha	27
5.1	Rozhodovací procesy a implementace prostředí v souvislosti se změnami klimatu v prostředí	27
5.1.1	Nedostatek vody z pohledu vlády	28
5.1.2	Zákony vlády ČR usnesení č. 620.....	29
6	Řešení	29
6.1	Pojištění a dotační systém	30
6.2	Aplikace dotačního systému.....	30
6.3	Závlahové systémy jako řešení sucha	31
6.3.1	Závlaha v ČR.....	32
6.3.2	Odpadní vody jako závlaha	33
6.3.3	Odpadní vody v ČR.....	34
7	Malý průzkum veřejnosti.....	34
8	Závěr	36
9	Seznam použité literatury	37
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Jeden z dopadů extrémních meteorologických jevů na zemědělství v podmínkách klimatické změny je sucho. Sucho je obecné označení pro nedostatek vody v krajině. Je vyvoláno nedostatkem atmosférických srážek v důsledku výskytu suchých období a ovlivňováno mnoha dalšími faktory, včetně antropogenních. V rámci mezinárodního projektu IMDROFLOOD (sucho – povodně) vědci pomáhají řešit potíže se suchem ve východní Evropě. Dosavadní výsledky výzkumu byly publikovány v prestižním časopise (např. Potopová et al. 2019; Potopová et al. 2020). Zde jsou zkoumána různá opatření vedoucí ke zmírnění dopadů sucha a záplav v povodí řeky Prut, která je nejdůležitější příhraniční řekou na Ukrajinsko-Rumunsko-Moldavské hranici. Orné půdy v jejím povodí jsou intenzivně využívány v zemědělství a řeka slouží jako zdroj vody pro závlahové systémy. Vysoká hustota obyvatel, velká fragmentace krajiny a častý výskyt sucha činí oblast extrémně zranitelnou. Cílem projektu je zjistit, jak se zemědělci z postižených oblastí s akutním nedostatkem vody a záplavami na svých farmách vyrovnávají. Způsob vnímání rizika sucha společně s finančními, tržními a technickými možnostmi daného farmáře významně ovlivňuje volbu následných adaptačních opatření. Vědci současně využívají široké spektrum dostupných meteorologických a hydrologických informačních zdrojů včetně dálkového průzkumu Země. Získávají tak nové a důležité informace pro zvládnutí rizikových stavů sucha v povodí. Podobný výzkum je prováděn v různých povodích Evropy (Moldávie, Rumunsko, Španělsko, Portugalsko a Estonsko) a v Jihoafrické republice.

Podle klimatických modelů by ceny potravin mohly zůstat na podobné úrovni jako dnes, pokud se globální změna teploty udrží do +2°C. Ovšem podmínky prostředí se neustále mění a současným odrudám a technologiím se velmi rychle může přestat dařit. Způsob zemědělské výroby (volba plodin a odrůd, agrotechnika, výživa rostlin, zpracování půdy, závlahy aj.) nebude v budoucnu záviset pouze na poptávce a dotační politice, ale bude muset respektovat vliv změny klimatu (Potopová, 2017; Potopová, 2020a).

2 Cíl práce

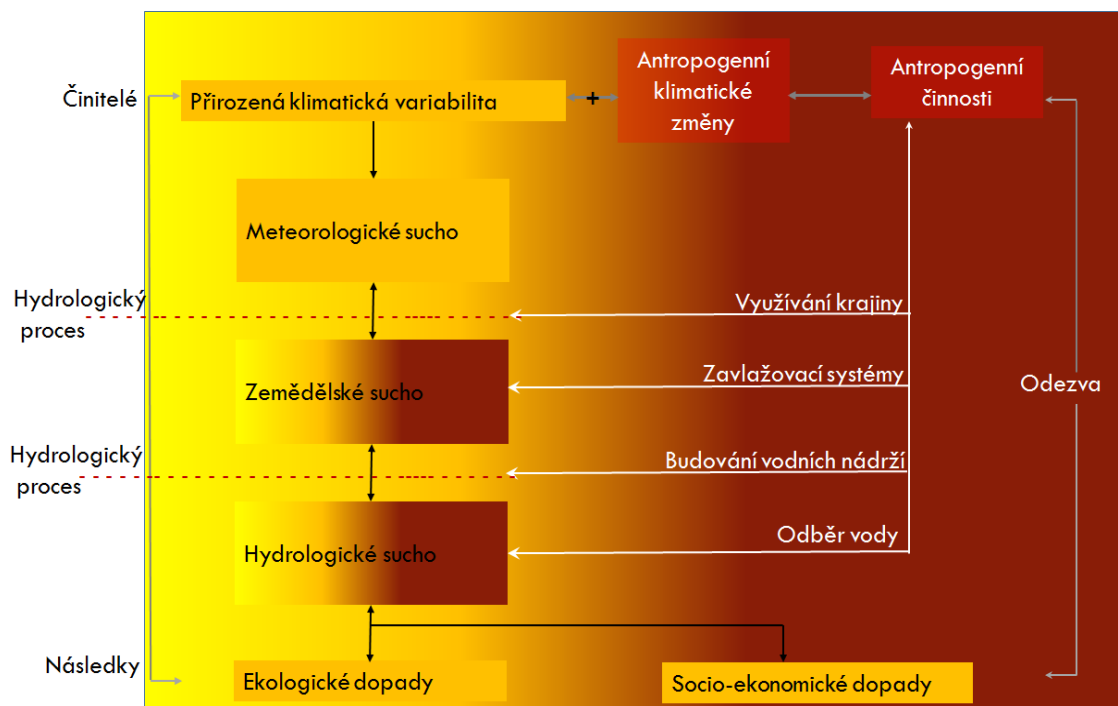
Cílem práce je pomocí vhodných literárních pramenů vypracovat přehled, ve kterém bude pojednáno o suchu, jeho vzniku a rozdělení. Dále popsat možnosti monitorování sucha pomocí portálu INTERSUCHO a informačních zdrojů Českého hydrometeorologického ústavu.

Pro tvorbu bakalářské práce bude použita rešeršně-kompilační metoda. Bude řešena míra využití informací o monitorování sucha zemědělcem. Zemědělci se mohou podílet na získávání dat do programu INTERSUCHO, který mapuje situaci v jednotlivých lokalitách, a následně získávat zpracované informace zpět včetně predikce výnosu. Z portálu INTERSUCHO budou v práci hodnoceny, na úrovni vybraného okresu, následující charakteristiky: intenzita sucha, nasycení půdního profilu, stav vegetace trvalých kultur a zásoby vody v půdě.

3 Literární rešerše

3.1 Příčiny sucha

Sucho je klimatický problém, který se vyskytuje téměř ve všech regionech světa. Je velice těžké určit, kdy se suché období změní v sucho, a kdy se neobvyklé sucho změní v kritické sucho. Sucho je pomalejší a méně dramatický proces, než jsou ostatní přírodní katastrofy. Důsledky sucha jsou ale déle trvající a rozsáhlé viz obr.1. Příčinou meteorologického sucha je deficit srážek, zatímco vyšší teplota vzduchu, intenzivnější sluneční záření, nízká relativní vlhkost vzduchu či intenzivní proudění zvyšují ztráty vody evapotranspirací a mohou tak významně přispět k prohloubení důsledků takového jevu (Potopová et al. 2016, Potopová, 2017a; Potopová et al., 2017b; Potopová et al., 2018). Zemědělské sucho se projevuje nedostatkem vody pro růst rostlin a vede ke snížení produkce biomasy a výnosu a jeho trvání je v řádech týdnů až měsíců. S určitým zpožděním dochází ke snižování velikosti průtoků na vodních tocích a následují poklesy stavu podzemních vod – čímž vzniká sucho hydrologické. Při dalším pokračování suchého období vzniká sucho socioekonomické. O socioekonomickém suchu začínáme hovořit v případě, kdy výskyt sucha začíná negativně ovlivňovat celou společnost. S prodlužováním epizody sucha klesá význam klimatologických příčin a stoupá důraz na využití vodních zdrojů (Obr. 1).



Obr. 1 Proces šíření sucha zahrnující přírodní a lidský faktor včetně zpětných vazeb v měnícím se klimatu. (dle zdroje: Potopová, 2017a).

Sledování a hodnocení změn v krajině, jejich příčin a důsledků představuje hodně řešené téma v ekologii, geografii a dalších disciplínách zaměřených na studium krajiny. Po roce 1990 radikálně vzrostl počet zahraničních i domácích publikací, které se tímto tématem zabývají. Změny v krajině byly v minulosti již mnohokrát přirovnávány k zrcadlu stavu a vývoje lidské

společnosti. Již dávno se stal nejdynamičtějším krajinotvorným činitelem člověk, který mění využití ploch, velikost a plošnou konfiguraci krajinných prvků, rozhoduje o prostorovém rozmístění ekosystému v krajině. Velké snížení výměry orné i celkové zemědělské půdy celkově v Evropě za posledních 50–60 let bylo doprovázeno enormním zvýšením intenzity hospodaření na plochách orné půdy vyčleněných pro intenzivní tržní produkci. Zemědělská krajina, chápaná jako monofunkční výrobní prostor s cílem maximalizovat zemědělskou výrobu, ztratila mnohde přijatelný obytný rozměr nejen pro řadu živočichů, ale i pro člověka. Současně se v Evropě tím pádem i České krajině začal prosazovat i opačný proces extenzifikace, který je projevem snížením intenzity hospodaření a následným opouštěním zemědělské půdy. Již od počátku 20. století se v České republice trvale snižuje celková výměra zemědělské i orné půdy. Tento fakt potvrzují statistická data. V Československu tomu tak bylo v období socialistického zemědělství, kdy platily celkem přísné zákony, které se týkaly ochrany a využívání zemědělského půdního fondu. I v té době zůstávala řada ploch nevhodných pro zemědělskou velkovýrobu a těžkou mechanizaci opuštěných a postupně zarůstala. Dosud je většina opuštěné půdy oficiálně registrována jako zemědělská půda. Statistiky půdního fondu tyto plochy neuvádějí, a tak se jejich výměra přibližně odhaduje na 350–400 tisíc hektarů v celé České republice.

Za celorepublikovými čísly se skrývají pochopitelně značné regionální rozdíly. Intenzivní zemědělství pokračuje nadále v nížinách a nízkých pahorkatinách na převládající orné půdě. Největší změny působí na málo úrodných, kamenitých půdách v horských a podhorských oblastech, kde musela být v minulosti výrazně dotována rostlinná výroba (Lipský, 2010).

Důležité je připomenout, že sucho ovlivňuje různé složky krajinné sféry. Stanovit začátek a konec sucha je velice obtížné a je třeba mít k dispozici řadu meteorologických a hydrologických veličin. Efektivita sucha se nahromadí, a to tím způsobem, že jeho intenzita se zvyšuje s přibývajícím dnem. Dopady sucha mají následky ještě několik let po výskytu normální intenzity srážek. Také vyčíslování škod způsobené suchem, bývá velice složité. Sucho se hodnotí jak z prostorového, tak z časového hlediska a určuje se i jeho síla. Mezi nejvýznamnější faktory sucha řadíme: vysoké teploty, rychlost větru a nízkou vlhkost vzduchu (Blinka, 2004).

V minulosti dlouhodobé sucho způsobovalo hladomor, různá onemocnění a sociální krizi (Brázdil et al., 2018). V roce 2000 začal na jaře problém s velkým vysycháním půdy, díky dlouhodobému nedostatku srážek, z tohoto důvodu klesla zásoba vody využitelné rostlinami, a to až ke kritickým hranicím tzv. bodu trvalého vadnutí. Tento fakt se projevil na více než polovině území ČR (Rožnovský, 2014).

3.2 Správa vodních toků

Dle odborníků trend zvyšování četnosti sucha stále trvá. V současné době je ve světě více jak 40 % potravin produkováno ze zavlažovaných ploch. Tento fakt začíná být problémem z hlediska toho, že je více vodních zdrojů, respektive vody využíváno pro závlahy v zemědělství, nežli se obnoví z přirozených zdrojů (Bláha, 2011). Základní hydrologickou sítí tvoří skoro 100 000 km vodních toků, jak s přirozenými, tak s upravenými koryty. Vodní zákon (254/2001 Sb.) rozděluje

vodní toky v ČR na významné a drobné. V souladu s ustanovením § 47 vodního zákona probíhá jejich správa. Správci vodních toků jsou dle působnosti MZe státní podniky Povodí. Patří sem:

- Povodí Labe
- Povodí Vltavy
- Povodí Ohře
- Povodí Moravy
- Povodí Odry
- Lesy České republiky

Výše vyjmenovaní zajišťují správu povodí 94,5 % z celkového výměru vodních toků na našem území. Ostatních 5,5 % spravují jiní správci, a to fyzické osoby, právnické osoby, obce, Ministerstvo obrany (úřad vojenských újezdů), správy národních parků.

Významné vodní toky spravují tyto správci:

- Povodí Labe
- Povodí Moravy
- Povodí Vltavy
- Povodí Ohře
- Povodí Odry

Drobné vodní toky:

- Lesy České republiky (LČR)
- Státní podniky Povodí
- Ostatní správci-Ministerstvo obrany (úřady vojenských újezdů), obce, FO, PO, správa národních parků

Vodní toky, které jsou nějak významné najdeme v I. příloze vyhlášky č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví soupis významných vodních toků a způsoby provádění různých činností souvisejících s jejich správou. Je to tedy přehled 819 vodních toků, řadí se k tomu i vodní toky malé, které tvoří tzv. vodní toky hraniční. Významné vodní toky spravují jednotlivý státní podniky Povodí, a to ve smyslu zákona č. 305/2000 Sb., o povodních dle ustanovení § 4, a Celková délka těchto významných vodních toků je 16 369 km (Hubalová, 2019).

3.3 Pitná voda

Na potřebné zásobování pitnou vodou jsou potřebné systémy pro toto zásobování vodou mezi takové systémy patří rozvodná zařízení, potrubí a čerpadla. Systém pro zásobování vodu byl rozdělen do pěti určitých úrovní. Platilo obecně čím vyšší úroveň, tím byla zařízení podrobněji klasifikována. V administrativní budově ČR byla spotřeba zkoumána vlivem tlaku vody a klimatologických poměrů, konkrétně vlhkosti a teplotou (Kanakoudis et al., 2019).

3.4 Povrchové vody

Ke klasifikaci kvality vod začala již v roce 2017 (prosinec) platit novela normy ČSN 75 7221 – klasifikace kvality povrchových vod. Tato novela zohledňuje požadavky na ochranu povrchových vod. Konkrétně ukazatele znečištění či přípustné úrovně znečištění. Mezi

ukazatele, které slouží k hodnocení povrchových vod, respektive její kvality jsou ($CHSK_{Cr}$, BSK_5 , P_{celk} , $N-NH_4$, $N-NO_3$).

Podle novely ČSN 75 7221 se kvalita povrchové vody rozděluje do pěti tříd:

1. Voda neznečištěná:

Stav vody povrchové, u těchto vod ukazatelé kvality vod nepřevyšují hodnoty, jež odpovídají přirozenému běžnému režimu v toku. Tyto vody nebyly významně ovlivněny lidskou činností.

2. Voda mírně znečištěná

Hodnoty ukazatelů kvality vod jsou hodnoty, které poskytují existenci udržitelného, bohatého a vyváženého ekosystému. Tyto stavy vod povrchových byly ovlivněny lidskou činností.

3. Voda znečištěná

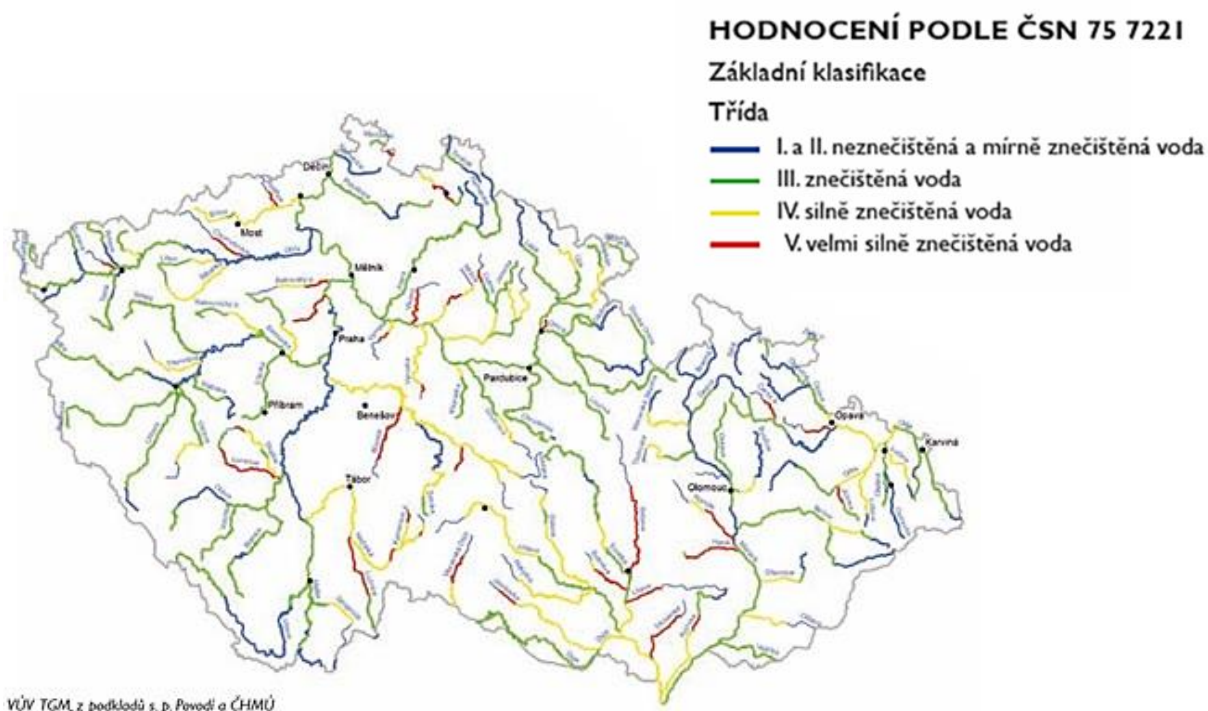
Je to stav vody, který byl také ovlivněn činností lidskou a ukazatelé mají takové hodnoty, které ovšem nemusí vytvořit udržitelnost, bohatost a vyváženost ekosystémů, respektive podmínky pro jejich existenci.

4. Voda silně znečištěná

Vody jsou též ovlivněny lidskou činností, ale ukazatelé kvality u těchto vod dosahují takových hodnot, které umožňují samotnou existenci ekosystému (nevyváženého) díky svým podmínkám, které tyto hodnoty vytvářejí.

5. Voda velmi silně znečištěná

U těchto vod jsou podmínky, které umožňují existenci ekosystému silně nevyváženého, a to díky hodnotám, které jsou ovlivněny díky lidské činnosti.



VÚV TGM, z podkladů s. p. Povodí a ČHMÚ

Obr. 2. Kvalita povrchových vod v ČR 2017-2018 (dle zdroje: Hubalová, 2019).

Od roku 1990 výrazně snížil celkový odběr vody povrchové, tento fakt je následkem modernizací výroby, ekologickými i ekonomickými faktory. Za posledních šest let je celkové množství odběru vody povrchové ustálil viz příloha č. 1.

3.5 Podzemní vody

V roce 2018 byl z počátku roku stav podzemních vod příznivý, ale následně ho vystřídal stav nepříznivý. V jarním období se úroveň hladiny v mělkých vrtech celkově snížila, resp. byla mírně až silně pod normálem. Nejhorší úroveň byla zaznamenána od srpna až do konce roku. Toto období bylo hodnoceno jako silně či mimořádně podnormální. Mezi nejvíce postižené oblasti z pohledu úrovně hladin mělkých vrtů řadilo povodí středního a horního Labe, povodí Dyje a dolní Vltavy. Z pohledu mělkých vrtů i vrtů hlubokých se v roce 2018 sucho jevílo jako nejhorší.

Mělké vrty – celkový pokles hladin u těchto vrtů neprobíhal stejnou intenzitou všude. Výrazné srážky z části stavu podzemních vod zlepšily zejména v povodí Berounky a Vltavy, ale jejich úroveň i tak zůstala pod normálem díky značnému deficitu.

Hluboké vrty – na rozdíl od mělkých vrtů, byl stav hladin těchto vrtů ze začátku roku 2018 převážně normální až trochu nadnormální. Sucho se postupem měsíců začal mírně projevovat již od března a následně v dubnu již výrazněji. Hodnocení v tomto období bylo nečekaně podnormální. Sucho se až do konce roku prohlubovalo.

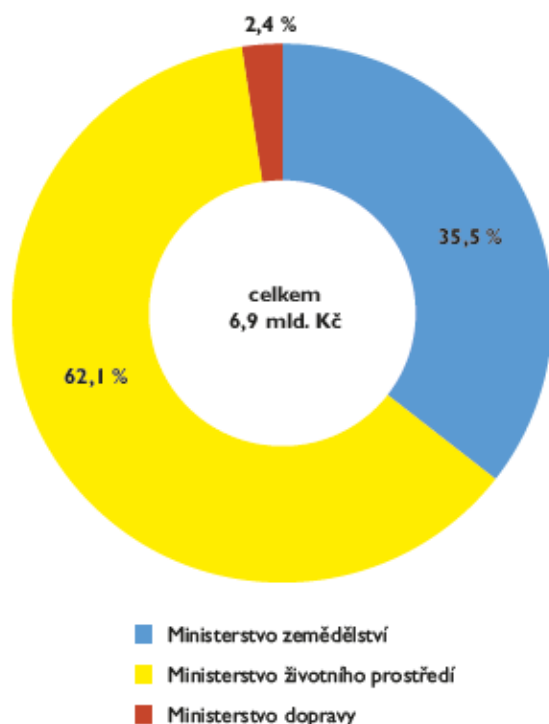
Mezi nevýraznější ukazatele podzemních vod patří kupříkladu pesticidy, anorganické či organické látky, kovy a další.

U odběru podzemních vod došlo v roce 2018 o mírný nárůst množství těchto odebíraných vod viz příloha č. 2. Nárůst byl zaznamenán v energetiku, zemědělství a u odběrů pro veřejnou potřebu konkrétně pro vodovody. Naopak k menšímu poklesu došlo u ostatních odběrů zahrnující i stavebnictví a u průmyslu.

Když se na to zaměříme z hlediska s. p. Povodí, dalo by se říct, že k malému nárůstu odběrů podzemních vod došlo u Povodí Labe. U ostatních byl naopak zaznamenán malý pokles odběrů a tj. Povodí Moravy, Povodí Vltavy, Povodí Odry a povodí Ohře (Hubalová, 2019).

3.6 Vodní hospodářství a jeho financování

Finanční podpory vodního hospodářství zahrnují jak dotační programy národní, tak i nadnárodní, kupříkladu v roce 2018 představovala podpora vodního hospodářství 6,9 mld. Kč. procentuálně se na této částce nejvíce projevilo Ministerstvo životního prostředí, dále Ministerstvo zemědělství a z menší části Ministerstvo dopravy viz obr. 3.



Obr. 3. Finanční podpora v roce 2018 (dle zdroje: Hubalová, 2019).

Ministerstvo zemědělství se nejvíce podílí na podpoře:

- výstavby či technického zhodnocení kanalizací a vodovodů
- prevencí před povodněmi
- retence vody v krajině
- konkurence schopnosti agropotravinářského komplexu (závlahy)
- mimoprodukčních funkcí revírů rybářských
- opatření na malých vodních nádržích a drobných vodních toků

Ministerstvo životního prostředí se naopak podílí na různých programech:

- likvidace škod po živelných pohromách
- operační program Životního prostředí (2014-2020)
- rozšíření kanalizačních systémů
- národní program Životního prostředí

Ministerstvo dopravy:

- Státní fond dopravní infrastruktury – účelem jest financování výstavba, opravy, modernizace či údržba jak silnic, dálnic, regionálních a celostátních drah či dopravě významnějších vodních cest vnitrozemských, které jsou citované zákonem. Z tohoto fondu čerpaná finanční prostředky z pohledu vodního hospodářství Ředitelství vodních cest ČR (Hubalová, 2019).

4 Monitorování sucha

V České republice vznikají například specializované agroklimatické mapy, které jsou užitečné pro zemědělce. Tyto mapy identifikují zemědělské oblasti na našem území s častým výskytem deficitu vody v kořenové zóně, a to v období primárního růstu vybraných plodin, který je pro výnos rozhodující. Pro tvorbu těchto agroklimatických map bilance a analýza dostupnosti půdní vody byly zpřesněny díky novým údajům o hloubce kořenů našich hlavních plodin v podmínkách v rámci území ČR. Získané podklady pro vstupní parametry modelu bilance vody, díky němuž lze specifikovat efektivní kořenovou zónu konkrétně objem půdy případně hloubku půdy, z něhož dokáže porost plodiny, popřípadě využít většinu fyziologicky dostupné vody, a to nastane při vyčerpání vody dostupné v povrchových vrstvách.

Specializované mapy detailní analýzy půdně-vláhových podmínek v horizontu let 2000-2013 nám ukazují průměrné intervaly bilance vody v půdě neboli zásoby dostupné půdní vody za určité měsíční období rozhodující pro růst a následný výnos zemědělských plodin.

Pro pěstitele jsou tyto mapy užitečné především z hlediska redukce dopadů kolísání dostupnosti vody, a to aplikací tomu odpovídajících postupů v přípravě půdy, výběru odrůd plodin, sledu a optimalizaci struktury plodin, hnojení a dalších (Kohout et al., 2015).

V České republice se postupem pár let vyvinuly dva systémy pro sledování sucha. Tyto systémy vznikly na základě SoilClim a Aviso neboli vzorů vlhkosti půdy (např. Hlavinka et al., 2011). SoilClim je provozován Mendelovou univerzitou a Global Change Research Institute CAS (Akademií věd České republiky). Tento systém se zaměřuje více na zemědělství a je založen na vlastnostech půdy. Českou republiku a Slovensko poskytuje nejvíce podrobné informace v nejvyšším rozlišení. Aviso systém je provozován díky Českému hydrometeorologickému ústavu. Tento systém je více založen na teoretických předpokladech o půdě. Zaměřuje se spíše na klimatologický potenciál především na meteorologické a půdní sucho. Umožňuje porovnávat obsah vody v půdě a dopady na ni v důsledku změn počasí během sezóny v různých oblastech (Štěpánek et al., 2018).

Postupem let se množství spadlých srážek na našem území snižuje. Tím jsou dopady na podnormální stavy podzemních i povrchových vod skoro na celém našem území zřejmé (Hubalová, 2019).

Pro monitorování plodin, zemědělského sucha, dopady na vegetace se používá i technologie dálkového průzkumu Země (RS). S dálkovými snímky průzkumu zemského povrchu a kombinací indexů sucha (používající disciplinární data) vznikl tzv. Response Index (Semerádová et al., 2016; Potopová, 2020).

4.1 Sucho a zemědělství

Závažnost dopadů sucha na snížení úrody pochopitelně závisí na jeho délce, načasování a intenzitě sucha meteorologického. V oblastech lesnických a vodohospodářských nejsou tolik hlášeny dopady sucha. Je to hlavně z důvodu, jelikož je rozdíl, když sucho trvá pár týdnů či měsíců, nebo když trvá třeba několik sezón či roků. Sucho může v lesním hospodářství závažně (popřípadě až smrtelně) poškodit sazenice či vzrostlé stromy. Nepřímé dopady sucha mohou

mít za následek zvýšený nárůst škůdců (např. kůrovec) a nebezpečí lesních požárů (Zahradníček et al., 2015).

Zemědělství jako takové úzce souvisí i s oblastí lesního a vodního hospodářství. Na dostatečném množství vody je zemědělství závislé a nároky na vodu mohou stoupat s výškou intenzity suchých epizod, zároveň je zemědělská produkce mnohem více ovlivňována přívalovými dešti a povodněmi. Zemědělské hospodaření naopak spoluurčuje kvalitu vodních nádrží a toků, především živiny ze zemědělských půd a splachy půdy, které mohou vést k zanášení vodních těles (MZe, 2017).

Sucho se liší z hlediska prostorové charakteristiky. Sucha místní jsou charakteristické pro jižní oblasti a severozápad Čech. Velmi rozšířená sucha jsou nejčastěji na jižní, jihovýchodní a severozápadní částech České republiky. Tyto sucha pokrývají z celkové plochy našeho území skoro až 50 %. Nejméně postižená místa suchem jsou v horských lokalitách (Potop et al., 2010; Potopová et al., 2015).

Posouvá se závažnost a pravděpodobnost u extrémních povětrnostních událostí, a to jsou především silné, popřípadě nárazové srážky, sucha. Celkově se dá říct, že změny klimatu ve finále ovlivňují zásadně zvýšení rizika selhání plodin a zhoršení neboli snížení výnosu (Brázdil et al., 2019).

Období sucha ovlivňuje zemědělství i z pohledu problematiky eroze půd. Často se na problematiku počínajícího půdního sucha neboli nedostatečnou vlhkost půdy zapomíná. Obecně platí pravidlo, že se sucho projeví nejdříve v lehčích půdách a je mnohem intenzivnější nežli v půdách těžších. (Rožnovský, 2015).

V produkci rostlin se jako hlavní negativní faktor stává zvyšování variability počasí. Výkonná plastická adaptabilní plodina by se měla po odeznění stresu rychle vrátit do původní úrovně metabolismu. Na mnoha místech v přírodě probíhá i změna skladby přirozeného rostlinného pokryvu. Tvorba modelů rostlin s malou adaptabilitou má za cíl charakterizovat biologické vlastnosti plodin pro určitý užitkový směr a typ pěstitelské oblasti.

Hlavní priority zemědělství je posílit produkci potravin, zlepšit jejich kvality, omezit užívání pesticidů, zlepšit využívání ekosystému, především ochrana životního prostředí. Téměř u všech hlavních plodin, které zajišťují výživu všem obyvatelům na celé planetě je potřeba zvyšovat jejich odolnost vůči stresorům a variabilitě průběhu počasí (Bláha, 2011).

Důležitým faktorem pro dosažení přijatelných výnosů zemědělských plodin se v poslední době spíše jeví dostatečná intenzita srážek a jejich rozdělení v průběhu vegetačního období nežli velikost úhrnu srážek za vegetační období (Potop et al., 2007).

Zhoršená kvalita zemědělské půdy zvyšuje dopady sucha, a to z důvodu její klesající retenční (zadržovací) schopnosti půdní vláhy. Další problém je za posledních dvacet let pokles zavlažovaných ploch (následkem změnou vlastnických vztahů závlahových soustav a privatizací) v oblastech s významným výskytem sucha. Je potřeba jejich obnovení či rozvoj,

zejména na místech, kde jsou vhodné podmínky pro ovocnářství, zelinářství a další speciální kultury. Pokud by chyběly dostatečné kapacitní vodní zdroje, je třeba je zajistit také.

Z různých dostupných studií je důležité pro zvýšení retence vody v krajině a zlepšení vodních zdrojů, začít nejen s vybudováním rybníků a vodních nádrží, ale i zlepšit celkové hospodaření na zemědělských půdách a obnovit zaniklé struktury (meze, remízky) v krajině, které k zadržování vody v krajině pomohou (MZe, 2015).

Obecně na našem území s růstem nadmořské výšky dochází v dlouhodobých podmínkách k nadlepšování vlhkostní situace, konkrétně ke snižování akutního deficitu a následné zvyšování zásoby využitelné vody v půdě (Kohout et al., 2010).

Se změnami klimatu souvisí také aspekty využití zemědělského odvodnění v krajině. Právě odvodnění a závlahy pomáhají s úpravami vodního režimu v zemědělství. Systémy odvodnění byly vybudovány na pozemcích a byly předány spolu s nimi vlastníkům. Odvodňovací systém odvádí přebytek vody z půdy či povrchu pozemků a tím zlepšuje přístupnost k pozemku a vyrovnává vláhové podmínky k jejich vysušování. Během povodní či extrémních srážek je jejich zvládnutí podzemním (drenážním) odvodněním slabší nežli u povrchového odvodnění, jelikož odsun vody limitují filtrační vlastnosti půd. Tyto způsoby se v praxi však doplňují, jelikož povrchové odvodnění odvádí hlavní vodní povrchového zamokření a přítok povrchových vod, podpovrchové odvodnění (drenážní) na to navazuje snižováním hladiny podzemní vody v půdním profilu. Na území ČR bylo vybudováno přes 1.1.mil.ha zemědělského odvodnění a tato problematika se tak dotýká prakticky celého území republiky, zda systémy odvodnění fungují není jisté. Drenáže se jako hydrologicky účinný prvek používají při transportu chemických látek z pozemku pryč (znečištění, živiny a další).

Účinnost odvodnění se znovu stává předmětem zájmu veřejné správy i zemědělců, případně vlastníků pozemků. Mezi hlavní důvody je zvyšující četnost závad například v důsledku malé péče. S nastupujícími změnami klimatu, které prohlubují diference disponibilní vody v povodí (ať už deficit vláhy či přívalové srážky) mění úhel pohledu na odvodňovací systémy, respektive na jejich existenci a měly by zvýšit zájem o modernizaci či rekonstrukci těchto systémů v zemědělsky využívané krajině a popřípadě rozšířit jejich funkce o ovládnutí hladiny podzemní vody čili drenážního odtoku (Kulhavý et al., 2010).

4.2 Integrovaný systém sledování sucha (ISSS)

Tento portál slouží pro sledování výskytu zemědělského sucha na našem území ČR a Slovensku. Poskytuje nám například informace o dopadech sucha na vegetaci, index nasycení půdy vodou, aktuální grafické znázornění intenzity sucha a další hodnoty, které jsou užitečné i pro zemědělskou praxi (MZe, 2017).

V rámci České republiky existuje Integrovaný systém sledování sucha (ISSS), který mohou využívat například zemědělci. Stav sucha je v tomto Integrovaném systému sledování sucha monitorován mnoha způsoby.

Model vodní bilance SoilClim, je využíván pro vytvoření dvou mapových podkladů, a to konkrétně pro popis intenzity sucha a relativní nasycení půdy. Model SoilClim je nástroj, kterým lze stanovit hodnoty referenční a aktuální evapotranspirace, půdní teplotu a vlhkost ve

dvou hloubkách, přítomnost sněhové pokrývky, a to na úrovni celé republiky čili všech 77 okresů. Model denně pracuje s meteorologickými údaji, a to jsou například rychlost větru, vlhkost vzduchu, srážky, teplota, dále rozlišuje 11 vegetačních typů. Jako vstupní data slouží informace o typu využití plochy, expozici a sklonitosti, druhu a typu půdy a další.

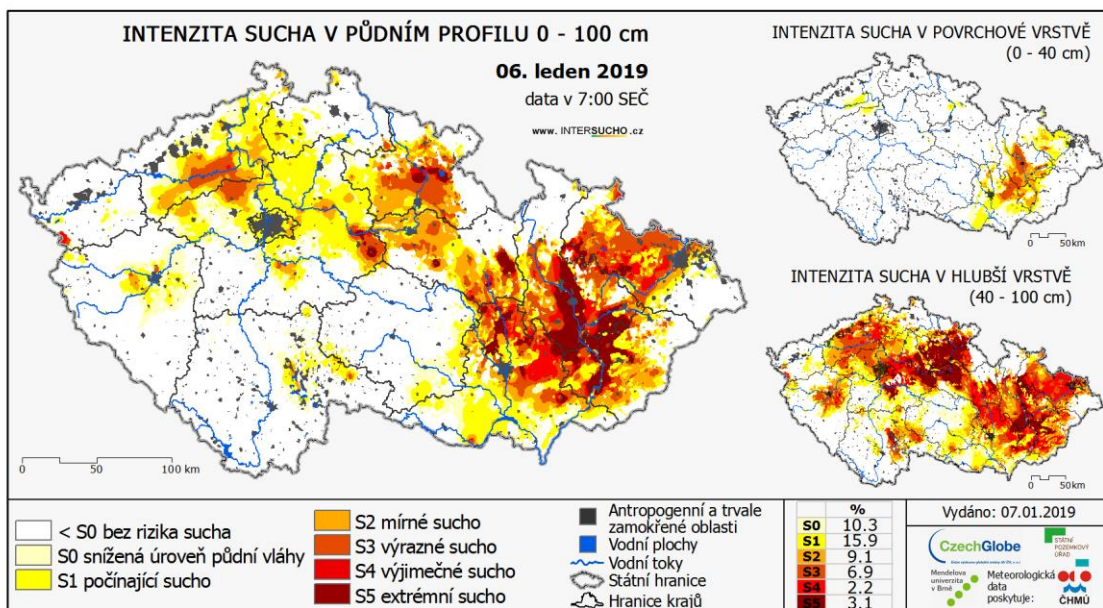
Výstupem modelu je výpočet vlhkosti půdy, který je pro dané místo a čas využit pro konstrukci mapy intenzity sucha, znázorňující odchylku aktuálního stavu vlhkosti půdy od dlouhodobého průměru.

Pro informace o kondici vegetace v rámci ISSS je využíván vegetační index konkrétně Enhanced vegetation index (EVI, Bartošová, 2016). Hodnoty EVI jsou získávány pomocí družicových dat. V mapách vytvořené pomocí klimatických modelů, jsou zobrazovány desetidenní předpovědi, konkrétně nasycení půdy, kumulativní úhrn srážek a intenzita sucha.

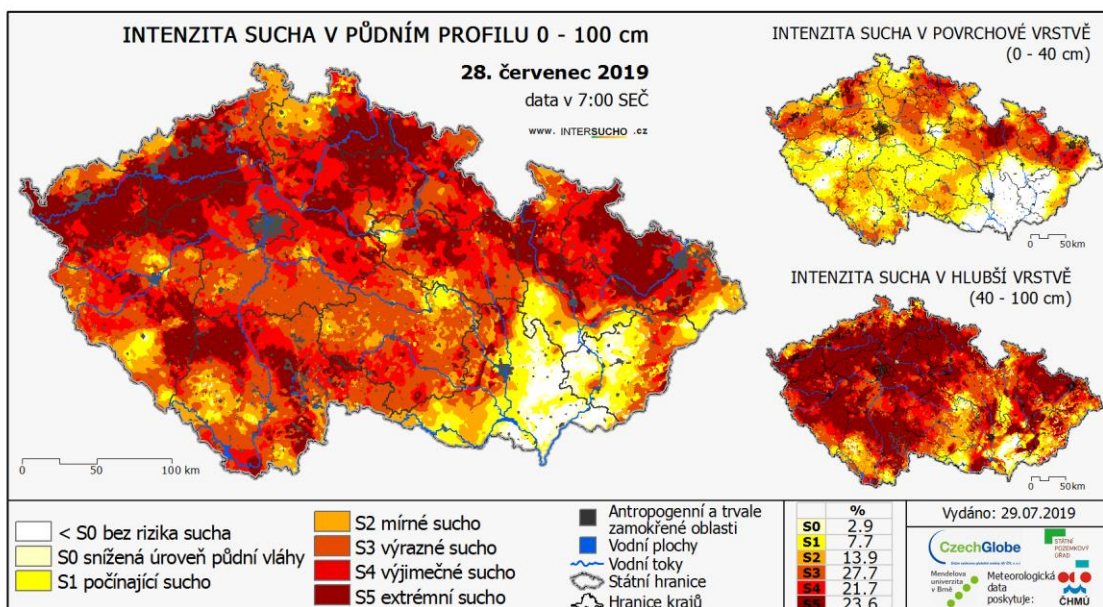
Pro registrované uživatele jsou dále k dispozici předpovědi maximální a minimální teploty a denních úhrnů srážek. Součástí předpovědi je také dvouměsíční prognóza intenzity sucha. Mapy výskytu zemědělského sucha a nasycení půdy vodou jsou aktualizovány každý týden, mapy předpovědní jsou aktualizovány denně (Bartošová, 2016).

Monitorování sucha v České republice pomocí ročních nebo sezónních dat je díky klimatickým podmínkám na našem území méně efektivní nežli s daty měsíčními či denními (Potopová et al., 2015). Komplexní studium sucha umožňuje detailní analýzu výskytu sucha a má velice praktický význam, jelikož nabízí podkladový materiál pro rozdělení plodin na určitém území, nejvhodnější technologie zpracování půdy, volbu plodin a jejich odrůd, které lépe snáší sucho a tím tak poskytnou v daných podmínkách vyšší výnosy. U výskytu suchých období se vždy předběžně pozoruje sucho v ovzduší, které se objevuje dříve. Suchá období a such jsou dvě odlišné etapy, v těchto etapách rostlina pociťuje nedostatek vody s různým stupněm. Pokud je sucho v ovzduší není to pro rostlinu problém, protože má zásobu vody v půdě (Potop et al., 2007).

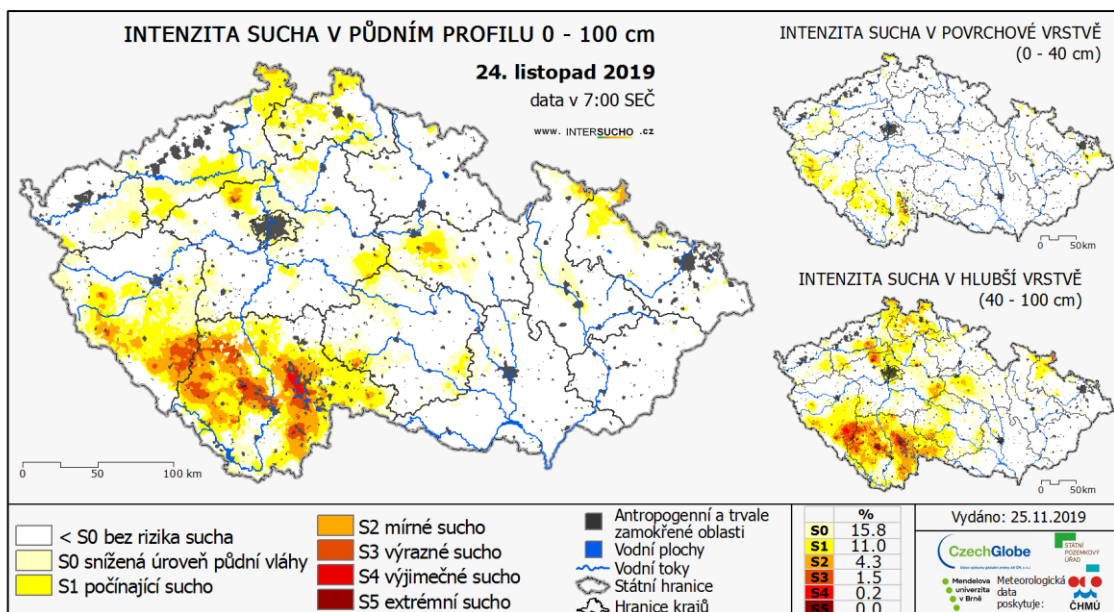
Na portálu můžeme najít různé předpovědi a prognózy například intenzity sucha, nasycení půdy, dlouhodobou předpověď či agrometeorologickou předpověď, která nám zas ukazuje předpověď srážek, teplot. Můžeme zde najít a porovnat intenzitu sucha jako odchylku od obvyklého stavu. Na mapě viz obr. 4 můžeme vidět situaci sucha z 1. lednového týdne, konkrétně z 6.ledna, na druhé mapě viz obr. 5 vidíme situaci z 30 týdne respektive 28.července a na třetí mapě viz obr. 6, konkrétně týden 47. z 24.listopadu roku 2019.



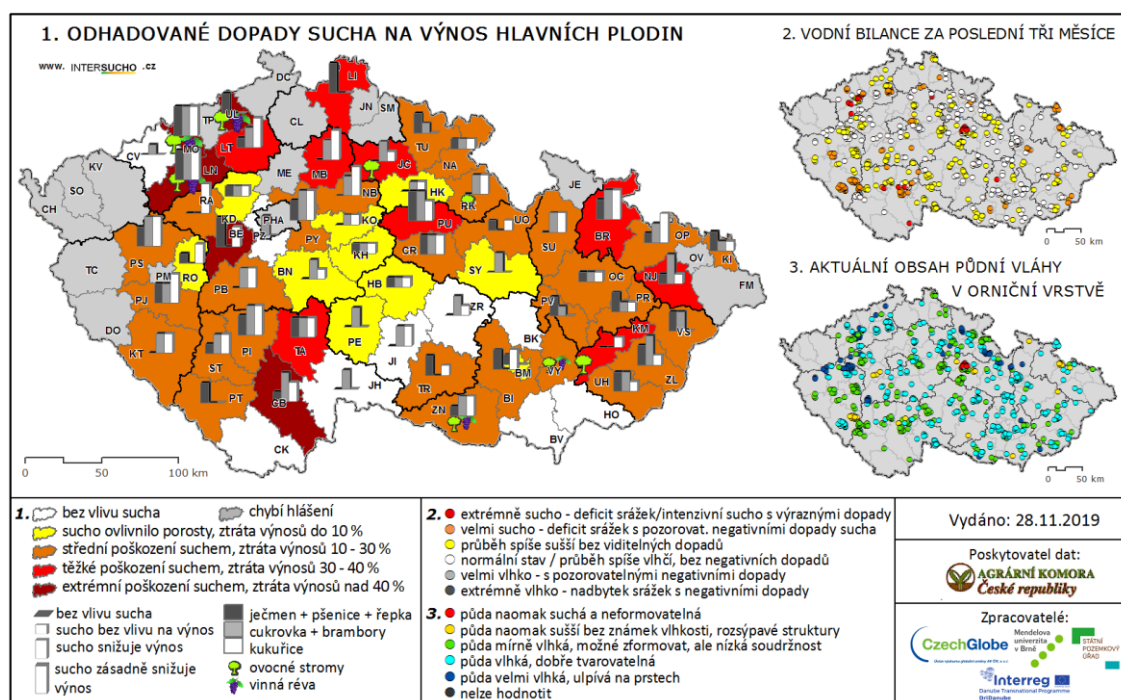
Obr. 4. Intenzita sucha v půdním profilu (dle zdroje: <https://www.intersucho.cz>).



Obr. 5. Intenzita sucha v půdním profilu (dle zdroje: <https://www.intersucho.cz>).



Obr. 6. Intenzita sucha v půdním profilu (dle zdroje: <https://www.intersucho.cz>).



Obr. 7. Mapa dopadů v zemědělství z 7. listopadu do 28. listopadu roku 2019 (dle zdroje: <https://www.intersucho.cz>).

K porovnání jsou tu data od roku 2012 až po současnost. V tomto období si můžeme vygenerovat mapy a porovnat situaci sucha v České republice. U deficitu půdní vláhly jsou dostupná data od roku 2016, u relativního nasycení půdy také od roku 2012 až nyní. A co se týče dopadů such například u vegetace jsou mapy od roku 2014, v těchto mapách můžeme porovnat kondici polních plodin (PP) a travních porostů (TP). U kategorie dopady na zemědělství můžeme generovat mapy také od roku 2014 a mapy nám zobrazí odhadované dopady, které má such na výnos hlavních plodin viz obr. 7. Hlavními plodinami v těchto

mapách jsou ječmen, pšenice, řepka, brambory, cukrovka, kukuřice, vinná réva a ovocné stromy. A poslední kategorií dopadů, jsou dopady na lesy. U těchto map jsou dostupná pouze data z roku 2019 zobrazující projevy sucha v návaznosti na listnaté a jehličnaté stromy.

Předpovědi a parametry sucha jsou vyhodnoceny každý týden vždy v neděli, a to pro všechny okresy (76) po celé České republice. Tyto informační mapy by měli zejména zemědělcům pomoci při případných dopadech sucha na výnos jejich plodin, doporučit jim co pěstovat z hlediska náchylnosti rostlin, a další. Každé pondělí jsou inovovány finální mapy s určitým komentářem. Integrovaný systém sledování sucha nám poměrně přesně znázorňuje skutečnou situaci sucha v ČR (Trnka et al., 2016).

4.2.1 Mapování dopadů sucha na území ČR

Sucho lze monitorovat i díky spolupráci s cca 130 vinaři, zemědělci, lesníky a ovocnáři vzniká mapa dopadů na zemědělství, a to díky tomu, že v týdenní kroku dokumentují dopady sucha na momentálně pěstované plodiny či obhospodařované porosty. Někteří z těchto hodnotitelů byli nominováni Agrární komorou České republiky, ale značnou část tvoří zemědělci či lesníci, kteří jsou do monitoringu zemědělského sucha zapojeni z vlastní iniciativy.

V současné době zpracováváme data z cca 50 okresů ČR, a to za pomoci dotazníku vyplňovaného každé úterý, kdy hodnotitelé informují, jaký je stav sucha na jejich pozemcích a jaké snížení výnosů v důsledku tohoto výskytu očekávají, případně jaké snížení po sklizni zaznamenali (Trnka et al., 2020). Dotazníky jsou uzpůsobeny především k hodnocení stavu půdní vlhkosti v povrchové vrstvě a k hodnocení dlouhodobého a aktuálního stavu vodní bilance. Dále hodnotitelé popisují dopady sucha na aktuální pěstované plodiny a hodnotí případné využití zavlažování na pozemcích, kde hospodaří. V rámci vybraných okresů či celého území České republiky můžeme pozorovat změny na mapách a následně porovnat. Porovnávat se bude intenzita sucha, nasycení půdního profilu, stav vegetace trvalých kultur a zásoba vody v půdě, a to v 21. týdnu roku 2018 a 21. týdnu roku 2019. Porovná se jaká byla situace v tomto určitém týdnu.

- Intenzita sucha v roce 2018 a 2019, byla dle map velice odlišná viz přílohy č. 3 a 4, na mapách můžeme vidět mírně až extrémně vysokou intenzitu sucha v roce 2018. Tato intenzita zasáhla jak sever a východ Moravy tak i střední, východní a částečně severní Čechy v půdním profilu 0-100 cm. V roce 2019 intenzita sucha byla oproti roku 2018 velice nízká, sucho s větší intenzitou se objevilo hlavně na severozápadě Čech a na střední Moravě v půdním profilu také 0-100 cm.
- Nasycení půdního profilu 0-100 cm v roce 2018 viz příloha č. 5. mapa ukazuje, že velice dobré nasycení bylo na severní Moravě a v západní i jihozápadní části Čech. Ve středních Čechách či střední a jižní části Moravy bylo nasycení půdy nižší, ale ne kritické. Rok 2019 byl mnohem příznivější z hlediska nasycení půdního profilu 0-100 cm viz příloha č. 6. Velice pozitivní nasycení bylo zaznamenáno na severovýchodě, jihu a jihozápadě pohraničí Čech. Na severní, východní i západní části Moravy byla také situace nasycení velice příznivá.

- Relativní kondice trvalých porostů a polních plodin roku 2018 viz příloha č. 7, byl stav vegetace skoro na celém našem území normální či velice příznivý. O něco méně příznivý stav vegetace se objevil jen na malých místech, a to na jihozápadě Čech a jihovýchodě Moravy. Rok 2019 viz příloha č. 8 byl už méně příznivý stav vegetace. Horší stav vegetace byl zaznamenán zejména na jihu Čech. Na celém území byl stav vegetace především v normě, nebo jen v menší míře zhoršený.
- Zásoby vody v půdním profilu 0-100 cm a její deficit v roce 2018 nám ukazuje mapa viz příloha č. 9. V roce 2018 byla zaznamenána odchylka od obvyklé zásoby vody v půdě poměrně relativní na celém území republiky. Pozitivní hodnoty byly především na jihu a západě Čech. negativní hodnoty, ale ne kritické byly ve středních Čechách, střední a severozápadní Moravě. Naopak v roce 2019 viz příloha č. 10 zobrazuje pozitivní odchylku od obvyklé zásoby vody v půdě na západě Moravy a Čech či na severu, jihozápadě a východě Moravy i na malé části jihu Čech. O něco méně negativní odchylku zaznamenali na střední a severozápadní Moravě a na střední, severozápadní, západní, jihozápadní a jižní části Čech.

Monitorování sucha dle ČHMÚ na svých webových stránkách v týdenních intervalech. Výsledky monitorování jsou zobrazeny v mapách, textech či grafy. Jsou rozděleny dle druhu sucha, a to na hydrologické sucho, půdní a klimatologické sucho. ČHMÚ používá od roku 2000 k měření obsahu vlhkosti půd ve vrstvě 0 – 0,9 m senzory, které jsou umístěny pod ostříhané travní porosty v přírodním půdním profilu (tzv. síť stanic). SMI je pro výpočet vodního deficitu na území České republiky a ve střední Evropě potenciálně užitečný. Výpočet tohoto indexu může zemědělské producenty upozornit na sucho a poskytnout jim informace o posledních srážkách. Jako varovný signál pro hydrologii je například zvýšení půdní vlhkosti, a to z důvodu předpokladu zaplavení (Možný et al., 2012).

Co se týče zranitelnosti ohledně sucha, tak můžeme vyslovit, že se zranitelnost vůči suchu výrazně postupem času zmenšila. V dnešní době většina lidí ani nezaznamená ekonomické či fyzické dopady sucha. Hlavními důvody jsou například potraviny, které jsou prakticky celoročně k dispozici (převážně z dovozu), zásobování vodou probíhá takřka bez problému. Dopady sucha každopádně pociťují především zemědělci, majitelé malých vodních elektráren. V loňském roce konkrétně v červnu 2019, se dokončila aktualizace tzv. Komplexní studie dopadů změny klimatu v podmínkách ČR. Tato komplexní studie je odborný podklad pro aktualizaci Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu a Strategie přizpůsobení se změně klimatu. Český hydrometeorologický ústav koordinuje zpracování této studie za spolupráce s dalšími společnostmi například CzechGlobe, Ekotoxa, Centrum dopravního výzkumu atd. tato studie porovnává a srovnává rizika v důsledku změny klimatu, proto se nejedná o skutečné vyhodnocení rizik jednotlivých jevů, ale spíše jde o systém jejich vzájemného srovnávání (ČHMÚ et al., 2019). V důsledku dlouhodobého sucha se v rámci této studie identifikovalo čtyřicet individuálních rizik. Mezi významnější vyhodnocená rizika patří nebezpečí invazivního šíření škůdců zejména kůrovcová kalamita, možnost nebezpečí požárů ve volné přírodě, ohrožení lesních ekosystémů a zemědělské produkce, zhoršení jakosti nádrží

a povrchových vod, ohrožení vodních ekosystémů či ohrožení produkce a chlazení ve výrobě elektrické energie a v průmyslové výrobě atd. Je pochopitelné, že se závažnost dopadů jednotlivých rizik liší dle důležitosti. V některých případech jde „pouze o drobnosti“ například zhoršení splavnosti vodáckých toků, jiných případech jde o už o zhoršení životního prostředí či životních podmínek, jako například změna ekosystémů a teoreticky nejhorší rizika mohou ohrozit životy. Za takové riziko by se dal uvést nejdramatičtější scénář, a to kolaps energetické produkce, díky velkým odstávkám elektráren s důvody nedostačující kapacity chlazení v suchých a horkých obdobích. Tento případ přerušení dodávky elektřiny na delší dobu by pravděpodobně vedl ke společenským rozvratům a sociálním nepokojům. Tento scénář je ovšem velmi nepravděpodobný.

Zemědělské sucho je pro vývoj a růst rostlin velký problém z hlediska nedostatku vody, resp. půdní vlhkosti viz obr. 8. tento problém nastává v případě malého množství srážek a rozložením srážek. Dalšími faktory jsou například teplota vzduchu, typ půdy (např. kambizem, černozem, fluvizem) a druhy půdy konkrétně: hlinitá, písčítá, jílovitá (ČHMÚ et al., 2019).

V roce 2017 byl připraven Ministerstvem životního prostředí typový plán tzv. Dlouhodobé sucho. Na přípravě tohoto dokumentu se podílel tým odborníků, kteří se podíleli na přípravě Plánů pro zvládání sucha a nedostatku vody. Někteří z nich se podílejí i na přípravě novely vodního zákona, která upravuje problematiku sucha a nedostatku vody. Typový plán Dlouhodobé sucho se stejně jako jiné typové plány člení na konkrétní části (základní, operativní a pomocnou). Základní část nám popisuje charakteristiku krizové situace a následky. Část operativní obsahuje opatření a zásady pro řešení určitého typu krizové situace a zpracované karty opatření pro řešení krizové situace. Navržených opatření je celkem deset viz tab. 1 (ČHMÚ et al., 2018).

Tab. 1. Typový plán Dlouhodobé sucho – přehled opatření (dle zdroje: www.chmu.cz).

Číslo	Opatření	Provádí	Spolupracuje
1	Výstrahy ČHMÚ	ČHMÚ	OPIS, KOPIS, AČR
2	Vyhodnocení vydaných informací o stavu sucha a výsledků monitoringu směrodatných limitů kraje	krizové štáby, ÚKŠ	ČHMÚ, s. p. povodí, provozovatelé VaK
3	Úprava povolení k nakládání s vodami na dobu nezbytně nutnou	držitelé oprávnění k nakládání s vodami	vodoprávní úřad
4	Úprava nebo omezení, popř. zákaz obecného nakládání s povrchovými vodami	všechny osoby	vodoprávní úřad
5	Uložení, popřípadě povolení mimořádné manipulace na vodním díle nad rámec schváleného manipulačního řádu vlastníkovu vodního díla	vodoprávní úřad, vlastníci vodních děl	s. p. povodí

6	Přerušeni nebo omezení dodávek vody nebo odvádění odpadních vod bez předchozího upozornění v případě živelní pohromy	provozovatelé vodovodů a kanalizací	dotčení odběratelé
7	Dočasné omezení užívání pitné vody z vodovodu pro veřejnou potřebu	dotčení odběratelé	vodoprávní úřad
8	Ukládání pracovní povinnosti, pracovní výpomoci nebo povinnosti poskytnout věcné prostředky	kraj, vodoprávní úřad	Provozovatelé
9	Zabezpečení nezbytných dodávek podle Plánu nezbytných dodávek	správní úřady	SSHR
10	Provádění mimořádných protipožárních kontrol, monitoring	HZS ČR, JSDH Správa NP Šumava	další složky IZS, PO/FO

V pomocné části typového plánu jsou obsaženy další informace a dokumenty, které souvisí s řešením krizové situace Dlouhodobé such (ČHMÚ et al., 2018).

Český hydrometeorologický úřad vydává pravidelně týdenní, měsíční a roční zprávy o situacích meteorologických, hydrologických a podzemních vod. Na svých webových stránkách můžeme najít archiv z roku 2014 až do dnes (Kohout et al., 2016). Jsou zde vypracovány metody stanovující denní hodnoty pro výpočty hodnocení aktuálních vláhových poměrů na území ČR, jsou z nich vyhodnocovány i výskyty sucha. Na webových stránkách Českého hydrometeorologického ústavu jsou pro naše území v obdobích března až října uváděny informace i včetně map o výskytu sucha (Rožnovský, 2014).

Je třeba vzít na vědomí, že existují významné rozdíly mezi dopady perzistentními (např. sucho) a dopady krátkodobých mimořádných událostí (např. silné bouře, povodně). Krátkodobé mimořádné události (extrémní jevy) by se dalo říct, jsou neutrální či až stimulující pro hospodářský růst. Je to z důvodu, jelikož v rozvinutých zemích jsou vyšší veřejné a soukromé výdaje pro obnovu, která bude následovat (Trnka et al., 2009). Dopady sucha nejsou tolik nápadné jako jiné přírodní jevy. Každopádně postihuje mnohem větší území nežli jiná přírodní rizika. Je velice obtížné stanovit kvantifikace škody, které sucho způsobilo. Podle různých studií převyšují odhady ztrát v důsledku sucha, škody z jiných přírodních neštěstí. National Drought Mitigation Center (NDMC) rozděluje dopady sucha na tři základní kategorie: environmentální, ekonomické a sociální. (Blinka, 2002). Dopady sucha nelze jednoznačně charakterizovat. V každé zemi jsou dopady odlišné, jelikož zranitelnost obyvatel na nedostatek vody či hospodářské činnosti jsou v každé zemi trochu jiné (Wilhite, 2016). V roce 2018 na území ČR bylo extrémní sucho, především z důvodu malého úhrnu srážek. Toto významně ovlivnilo vegetační období a následný dopad na výnos rostlin. Trvání toho extrémního sucha bylo zaznamenáno od jarního období až do konce roku. Některé obce v ČR byly bez přívodu vody, v důsledku poklesu spodních vod (Skalka et al., 2019). Důsledky sociálně-ekonomické nastanou v okamžiku, kdy není dostatek potravin, zvednou se ceny zemědělských plodin obecně

a zboží. V některých případech může nastat i období rostoucích dluhů u lidí. Vztahy mezi lidmi se začnou v důsledku krize zhoršovat (Brázdil et al., 2019).

Dopad způsobené suchem představují mnohem větší hrozbu nežli jiné přírodní katastrofy jako například povodně. Nejvíce zasáhne u zemědělství, přírodního ekosystému, vodních zdrojů a společnosti. V některých zemích mohou způsobit hlad, ekonomické ztráty, degradaci půdy či epidemie (Potopová et al., 2018, 2019, 2020).

V období sucha je poznamenáno nejvíce zemědělství. Pokud chybí rostlinám voda či ji mají méně, než by bylo třeba, a to zejména během vegetačního období, je to problém. Mezi nejvíce citlivé patří obiloviny. U obilovin byla reakce na sucho, co se týče z pohledu výnosu nejvyšší. Celkově zimní obiloviny se lépe potýkají se suchem nežli obiloviny jarní, které jsou více náchylné k suchu (Potopová et al., 2015). V České republice výrazně stoupl meziroční nárůst variability výnosů, i když se obecně zvýšily výnosy všech plodin. U nás byly v roce 2003 a 2012 dlouhé období sucha, které negativně ovlivnily jak výnosy plodin, tak i celkové produkce na farmách (Potopová et al., 2017).

Dopady sucha se netýkají jen zemědělců chovu hospodářských zvířat, ale i průmyslu. Nedostatek vody a dlouhodobé sucho představují hrozbu co se týče výroby vodní energie či s chladicí vodou, která je potřeba v energetickém sektoru. Během velkého sucha některé obce vyhlásí dokonce zákaz zalévání zahrady, protože hrozí, že se nedostatek vody poté projeví u veřejného zásobování vodou, lépe řečeno vodojemy se nebudou stíhat doplňovat vodou (Stagge et al., 2015).

I když se množství srážek vrátí k normálu, dopady sucha mohou přetrvávat dalších několik let. Trvání sucha a jeho intenzita se liší, můžeme se setkat s krátkodobým suchem až po pár měsíců či let s obdobím nízkých úhrnů srážek. Příznaky a důsledky sucha jsou velmi variabilní, jelikož záleží na časovém období, kdy nastává sucho a co se týče zemědělství záleží v jaké vývojové fázi se rostliny nachází. U rostlin je známo, že během jejich vegetace potřebují každá jiné množství vody. některé druhy rostlin nedostatek vody snáší hůře ve fázi kvetení, když je růst vegetativních orgánů nejvíce intenzivní (Procházková et al., 2016).

Díky plánům pro zmírnění dopadů sucha je možné dále vzít v potaz určitá opatření, která nastaví potřebné podmínky pro využívání vod šetrně. Důležité je zajistit dostatek nezávadné pitné vody. Dodavatelé musí bezproblémově zajistit dodávky vody. Kromě množství musí být i kontrolována kvalita vody. sucho ovlivňuje nejen fungování ekosystému, ale i kvalitu života lidí. Pro lepší vyrovnání lidské společnosti s následky sucha jsou třeba tzv. adaptační opatření. Jsou to opatření, která umožňují se přizpůsobit změnám klimatu a reagovat na ně. Kupříkladu Evropská komise dělí adaptační opatření na šedá, měkká a zelená. Charakter těchto opatření v případě nedostatku vody a sucha jde charakterizovat následovně. Mezi šedá opatření patří v různé stavební úpravy a technická řešení (např. postavit zařízení pro sběr dešťové vody, výstavba určitých systémů doplňující zásobu podzemní vody či systémy pro recyklaci odpadních vod atd.). Měkká opatření jsou především plánovací nástroje, způsoby poskytnutí informací, politiky (např. lepší využívání vody, mapování dostupnosti vody a rizik, šíření informací o suchu mezi veřejnost, krizové plány či omezení používání vody atd.). opatření zelená neboli blízka přírodě či ekosystémově založená jsou (např. zlepšit hospodaření s půdou,

v mokřadech akumulace vody k případnému pozdějšímu využití či zvýšení remízků a mezí pro udržení vlhkosti v krajině atd.).

Je třeba vzít v potaz, že ochota společnosti vůči suchu, respektive úsilí přípravy systematických prostředků je nižší nežli u povodní. Proto je snaha různých státních institucí atd. na místě. Je třeba tomuto jevu věnovat pozornost a pokračovat ve studiu příčin a dopadů sucha jak v minulosti, tak v současnosti (Brázdil et al., 2015).

5 Opatření na zmírnění dopadů sucha

Díky změnám klimatu se v následujících padesáti letech dá přepokládat zvýšení četnosti a závažnosti extrémních jevů meteorologických především povodní, vlny veder a sucha. Populace si postupem uplynulých let tuto závažnou situaci uvědomuje a začíná dělat různá adaptační a zmírňující opatření. Problém těchto extrémních meteorologických jevů se pochopitelně netýká jen našeho území, ale je to problém celosvětový (Krkoška Lorencová et al., 2019).

Portál (GLOWASIS) je zaměřený na globální mapy, které zobrazují nedostatek vody. Přesně vymezuje místa, kde je poptávka po vodě vyšší než nabídka.

Globální systém včasného varování GDEWS. První představa (GDEWS) neboli návrh tohoto systému vznikla v roce 2007. Díky spolupráci různých odborníků po celém světě, tento globální systém včasného varování umožňuje monitorování sucha, jeho dopadů a prognóz do budoucna (Pozzi et al., 2013).

5.1 Rozhodovací procesy a implementace prostředí v souvislosti se změnami klimatu v prostředí

Aktualizace Adaptační strategie ČR a Národního akčního plánu adaptace byla zahájena ke konci roku 2018. tato aktualizace zahrnuje identifikaci problémů a případného ohrožení spojených s projevy změn klimatu, v rámci strategie pro období 2021-2030 stanovit cíle a v akčním plánu opatření rozpracovat do určitých úkolů s časovým termínem realizace v letech 2021-2025. Celková struktura těchto dvou dokumentů bude vycházet z hlavních identifikovatelných projevů změn klimatu v České republice. Hlavním koordinátorem procesu aktualizace je ministerstvo životního prostředí a do konce roku 2020 bude dokument předložen Vládě ČR k projednání (ČHMÚ et al., 2019).

Na roky 2015-2020 s výhledem do roku 2030 je připravena adaptační strategie České republiky. Adaptační strategie ČR obsahuje nejen zhodnocení nepravděpodobnějších dopadů změny klimatu, ale i návrhy konkrétních adaptačních opatření, částečnou ekonomickou a legislativní analýzu, zároveň identifikuje hlavní sektory (oblasti), u kterých lze předpokládat největší dopady změny klimatu. Konkrétně to jsou oblasti lesního hospodářství, zemědělství, vodního hospodářství a vodní režim v krajině, ekosystémových služeb a biodiverzity, urbanizované krajiny, cestovního ruchu, zdraví a hygieny, dopravy, průmyslu a energetiky, mimořádných událostí a ochrany obyvatelstva a životního prostředí.

Zavedení této Adaptační strategie ČR (2015) do praxe nám zajistil Národní akční plán adaptace na změnu klimatu neboli NAP adaptace, tento akční plán byl schválen usnesením

vlády č. 34 ze dne 16. ledna v roce 2017. NAP má řadu opatření, které mají vykazovat vícenásobné přínosy neboli adaptaci na více projevů změny klimatu.

Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky neboli Koncepce, byla schválena usnesením vlády č. 528 z 24. července v roce 2017. Hlavní cíl této koncepce je vytvoření strategického rámce pro přijetí ekonomických, legislativních, technických a organizačních opatření sloužících k minimalizaci dopadů sucha a nedostatku vody (MZe, 2017).

Během roku 2018 komise (meziresortní) VODA-SUCHO projednala a připravila vzorové plnění úkolů, a to z Koncepce ochrany před následky sucha pro území ČR. Koncepci vláda schválila usnesením č. 528 dne 24.7.2017. ke konci roku členové tento vzor makety vyplnili u jednotlivých úkolů, aby se zjistilo konkrétně co se udělalo, co je třeba udělat do budoucna či jaké konkrétní náklady se nějakým způsobem pojí s realizací opatření a splnění určitých cílů. Závěry byly použity pro zpracování návrhu Poziční zprávy za kalendářní rok 2018. Do konce roku 2020 musí být předložena vládě ČR výsledná Zpráva o naplňování koncepce (Hubalová, 2019).

5.1.1 Nedostatek vody z pohledu vlády

Závažným nedostatkem se ukázala hlavně chybějící legislativa, která by problematiku sucha a nedostatku vody řešila ve vodním zákoně. Je nutné vytvořit proto právní normu, která by se touto problematikou zabývala. Pracovní návrh této novely předpokládá tuto úpravu. Nejprve je nutné definovat základní pojmy. S přípravou nové hlavy vodního zákona, bude jedním z nástrojů pro zvládání sucha a nedostatku vody tzv. Plán pro zvládání sucha. V souvislosti s tímto plánem vzniknou i Komise pro zvládání sucha, a to na úrovních krajů a obcí s rozšířenou působností. Tato komise bude na podkladu Plánu pro zvládání sucha rozhodovat o přijetí různě definovaných opatření. Tento Plán má za cíl poskytnout dostatek vody k pokrytí základních potřeb společnosti a minimalizovat dopady jak na vodní útvary, tak i na hospodářskou činnost. Dalším cílem jsou specifické činnosti, které následují po vydání výstražné informace Českého hydrometeorologického ústavu a tím předcházet vzniku krizových situací. Vodní zákon stanoví základní strukturu Plánu pro zvládání sucha. Plány budou na úrovni krajů povinně zpracovány krajskými úřady. Možnost zpracovat tyto Plány budou mít i obecní úřady obcí s rozšířenou působností pro svůj správní obvod. Jejich následný soulad s plánem krajským musí schválit příslušný kraj. Ucelené krajské plány projedná ministerstvo.

Základním koncepčním dokumentem pro řešení nedostatku vody a výskytem sucha budou stále plány povodí, a to především dílčí plány povodí. V dílčích plánech povodí je tato problematika nejpodrobněji zpracována. Je potřeba díky ekonomice vodního hospodářství do novely vodního zákona také zakomponovat principy sblížení ceny za odběr povrchové vody a poplatky za odběr podzemní vody (MZe, 2017).

5.1.2 Zákony vlády ČR usnesení č. 620

Ministerstvu životního prostředí a zemědělství byla v roce 2015 uloženo zpracování koncepce usnesením vlády č. 620. Tato koncepce se zaměřuje na ochranu před suchem a dále na strategické cíle vodního hospodářství. Tento dokument obsahuje celkem 49 úkolů. Koncepce obsahuje základní pojmy a jejich vysvětlení. Ukládá tři strategické cíle a jejich naplňování je děleno do pěti tematických pilířů (MZe, 2017).

Strategické cíle:

1. Zvýšit informovanost o riziku sucha pomocí monitoringu a predikce výskytu sucha, zajistit připravenost na události sucha pomocí plánů pro zvládnání sucha a všeobecné osvěty.
2. Udržet zabezpečení rovnováhy mezi vodními zdroji a potřebou vody napříč sektory i v měnících se klimatických a socioekonomických podmínkách.
3. Zmírňovat dopady sucha na terestrické i akvatické ekosystémy prostřednictvím obnovy vodního přirozeného režimu krajiny.

6 Řešení

Nedostatek vody do budoucna představuje velký problém. Co se týče produkce potravin může být do budoucna dostupnost vody omezena. Řešení by mohlo být efektivní využívání vody pro účel výroby potravin (Hsiao et al., 2007).

V zemědělském sektoru mají důležitý vliv opatření na ochranu zemědělské půdy, jakost a množství podzemních i povrchových vod. tyto opatření ovlivňují zásadním způsobem intenzitu dopadů sucha. Význam opatření spočívá hlavně v retenci vod v půdním prostředí a podzemních strukturách, v pozitivním vlivu na jakost v podzemních a povrchových vodách a též na pozitivní vliv na kvalitu vodních či na vodu vázaných ekosystémů (MZe, 2017).

Podmínky pro úspěšnou adaptaci v zemědělství, je šetrné a flexibilní využívání území či zavádění nových technologií. Důležité je i udržitelné využívání půdy, její vhodné prostorové uspořádání, opatření protierozní a půdoochranná, zlepšení půdní struktury, využívání odrůd či plemen odolných vůči klimatickým změnám.

Mezi opatření proti zemědělskému suchu patří optimalizace zavlažovacích systému, zadržování vody v krajině a minimalizace negativních vlivů odvodňovacích zařízení. Pro zvýšení retence vody v zemědělské krajině a půdě je na místě podpořit revitalizaci drobných vodních toků, postupné rušení odvodňovacích zařízení, která ztratila své opodstatnění. Budování malých vodních nádrží, jejich údržba a obnova je podstatnou součástí retence vody v krajině pro účely závlahy a retence v krajině zemědělské. Modernizace stávajících či výstavba nových zavlažovacích systému přispívá také efektivně k využívání závlahové vody a tím umožňuje v případě delšího zemědělského sucha zachovat rostlinou produkci. Závlahové systémy by měly být pochopitelně založené na principu efektivních ale i úsporných závlah, aby pouze doplňovaly deficit bez ničení půdní struktury a negativního ovlivnění jiných produkčních podmínek.

Prioritou je realizace adaptačních či preventivních opatření, přičemž součástí komplexního managementu rizik a prevence vůči špatným dopadům změn klimatu, může být pojištění (MŽP, 2015).

6.1 Pojištění a dotační systém

Zájem zemědělců se v důsledku výskytu sucha a nedostatku vody o pojištění zvyšuje. V roce 2018 se uvedlo, že 40% plochy ČR trpí nedostatkem vody, což je pro zemědělce vysoké riziko špatných výnosů. V roce 2019 pro vybrané plodiny, nabízí pojištění vůči suchu pouze Agra pojišťovna (Kříž, 2018).

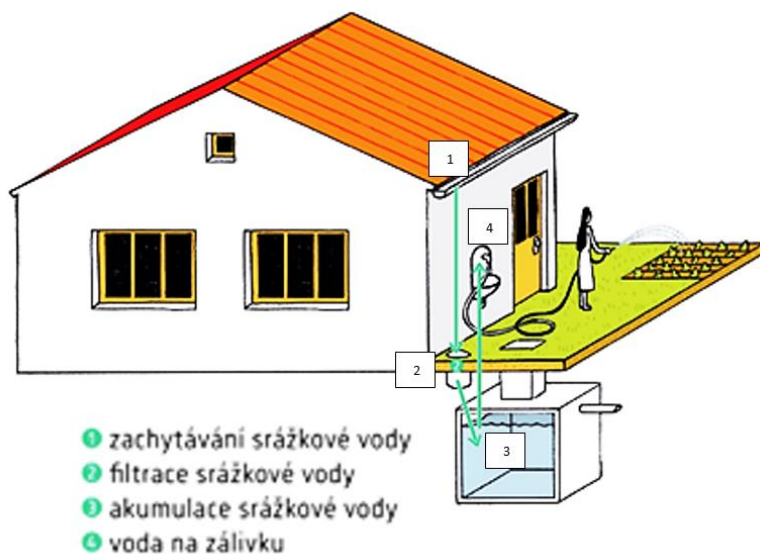
Agra pojišťovna nabízí od roku 2017 indexové pojištění sucha. Od roku 2018 vzniklo vylepšení pojištění, respektive pojistného plnění za škody konkrétně na plodiny slunečnice, kukuřice a pšenice ozimé, které vznikly následky sucha (nedostatku dešťových srážek). Dotyční pojistník si může pro každou z těchto tří plodin určit pojištěný výnos na hektar, ale maximální výše u slunečnice činí 40 000 Kč/ha, u kukuřice 55 000 Kč/ha a u pšenice ozimé též 40 000 Kč/ha (Agra pojišťovna, 2017).

Z důvodu poměrně velkého nedostatku vody a následného výskytu sucha, pojišťovny nechtějí poskytovat zemědělcům pojištění konkrétně na suchu, je to tzv. střed zájmu, jelikož je sucho a nedostatek vody mnohem častější problém posledních let nežli povodně kupříkladu.

6.2 Aplikace dotačního systému

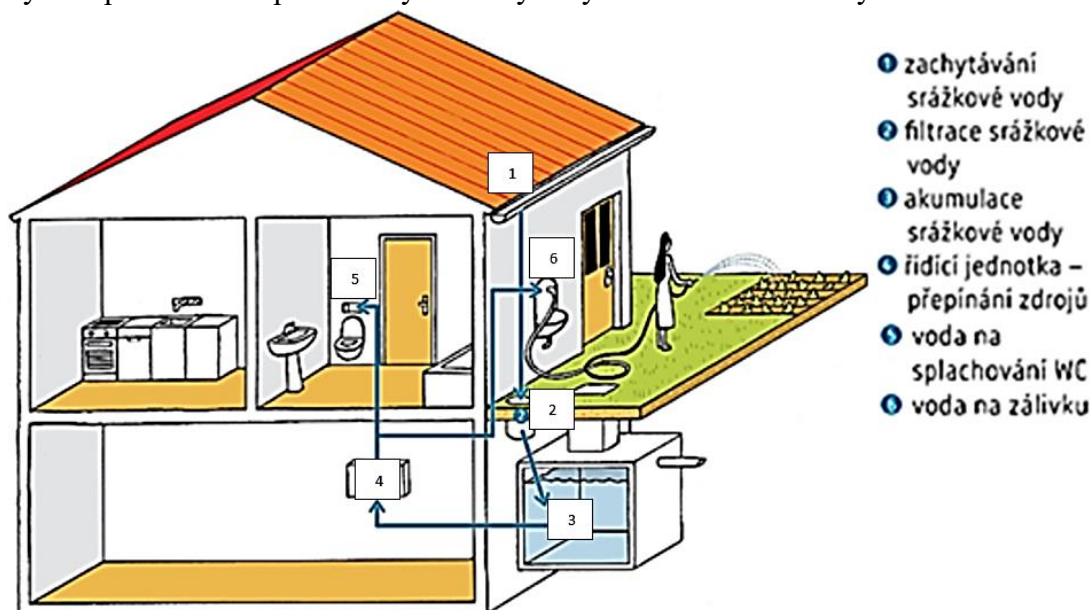
Dotační program Dešťovka zajišťuje Ministerstvo životního prostředí a Státní fond životního prostředí ČR a zaměřuje se na stálé hospodaření s vodou v domácnostech. Program Dešťovka mohou využít stavebníci a vlastníci rodinných, rekreačních či bytových domů, které ale musí sloužit k trvalému bydlení. Nevztahuje se tudíž na chalupáře a chataře (SFŽP ČR, 2020). Tato dotace je rozdělena na 3 systémy, každý z nich má jinou výši dotace a musí splňovat jiné podmínky. Patří sem následující systémy podpory:

- 1) Akumulace srážkové vody pro závlivku zahrady



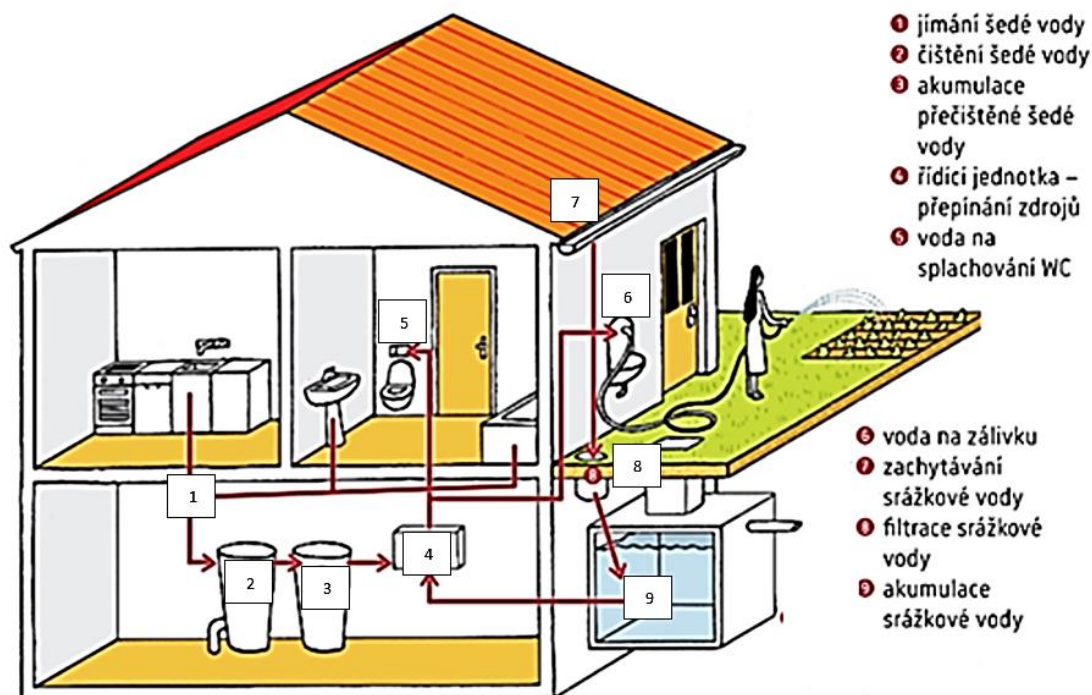
Obr. 8. Popis prvního systému (dle zdroje: <http://www.vodanasucho.cz>).

2) Využití přečištěné odpadní vody s možným využitím srážkové vody



Obr. 9. Popis druhého systému (dle zdroje: <http://www.vodanasucho.cz>).

3) Akumulace srážkové vody pro závlivku zahrady a splachování WC



Obr. 10. Popis třetího systému (dle zdroje: <http://www.vodanasucho.cz>).

6.3 Závlahové systémy jako řešení sucho

S ohledem na nynější klimatické změny a sucho je zemědělství závislé hlavně na zavlažovacích systémech. Obecně je známo, že konvenční zavlažovací metody, resp. povrchové zavlažování využívá mnohem více vody nežli u závlahy kapkové či postřikovačů. Díky stále rostoucí poptávce po potravinách a klesání vodních zdrojů vzniká jakýsi tlak ohledně

hledání nových technologií, které by měly sloužit pro efektivitu využití vod a hnoji v zemědělství. Jsou zde další klíčové faktory např. ochrana půd, udržitelnost životního prostředí či ochrana vodních zdrojů. Z pohledu ochrany životního prostředí je proto využívání méně vody a hnoji prospěšné.

Kapková závlaha – je to druh či metoda tzv. tlakového zavlažování. Využívala se především pro okrasné a zahradní rostliny, později se začala používat pro všechny druhy plodin i polních, krajině a lesních dřevinách. Funguje tak, že vody je po částech dodávána do kořenové zóny rostliny, množství vody lze pro každý druh rostlin určit jednotlivě. Různé studie prokázaly, že tento druh závlahy může ušetřit použití vod, a přitom i zvýšit výnosy pochopitelně i v závislosti na vlastnostech půdy, rostlinných a klimatických podmínkách či na zemědělských postupech. U kapkové závlahy jsou také určité nevýhody, jednou z nich je třeba vyšší investiční náklady nežli u povrchové závlahy, další je např. schopnosti a zkušenosti, které jsou potřebné pro konstrukci, instalaci, řízení a provozu této závlahy. Další riziko je ucpaní potrubí. Každopádně má tento druh závlahy velkou úsporu při využívání vod a stejně tak vyšší procento výnosu plodin (Cetin et al., 2019).

Optimalizace vláhových systémů řeší částečně nedostatek vláhy. Optimalizace závisí i na zjištění vhodných metod pro určení potřebných závlahových dávek a jejich následnou aplikaci (Rožnovský, 2014; Nair et al., 2013).

Inteligentní zavlažovací systémy-představují úsporu vody, lepší ochranu půd a tím zmírnit dopady způsobené změnou klimatu a zlepšit zemědělskou produkci (Mancosu, 2015). Jsou to nová zařízení, které umožní řídit zavlažování na polích díky udržitelnému systému zásobení vodu založeného na konkrétních a skutečných požadavcích na vodu u konkrétních rostlin a zohlednit i danou variabilitu půdy. Obecně je jasné, že plánování a řízení vodních zdrojů je velice náročný úkol, který zahrnuje i velké množství rizik či nejistot. Pro účel zavlažování způsobilo problémy, které souvisí s údržbou ekosystémových systému a udržitelností zemědělství hledání tzv. inteligentních zavlažovacích systémů, tyto systémy inspirují nové perspektivy a přístupy (Masseroni et al., 2020).

Po celém světě užívá závlahové zemědělství přes 70% vody. Z toho důvodu se klade nadále velký tlak na sladkovodní zdroje, především v rozvojových zemích. Převažující je stále ve světě používání metod povrchových pro zavlažování. Tyto metody konvenčního zavlažování však obecně ukazují nadměrné využívání vody. Závisí to ovšem i na povaze těchto konkrétních metod a podmínek zemědělců.

6.3.1 Závlaha v ČR

V letech 2009-2016 Evropská komise řádně notifikovala program, který spadá pod Ministerstvo zemědělství, konkrétně pod sekci vodního hospodářství, jedná se o program „Podpora konkurenceschopnosti agropotravinářského komplexu – závlahy“. Tento program má za cíl snížit spotřebu vody pro závlahy, jejich energetickou náročnost, využití pozitivních environmentálních účinků závlah a účinků mimoekonomických jako určitá opatření na celkové zmírnění dopadů klimatických změn a zároveň i zvýšit stabilizaci zemědělské produkce a konkurenceschopnost zemědělských podniků. Patří sem podprogram „Podpora obnovy a budování závlahového detailu a optimalizace závlahových sítí“, který je rozhodující pro samotnou realizaci závlah. Podprogram má za cíl zefektivnit provoz a flexibilitu vůči plnění

odlišných požadavků na samotný závlahový režim, a to při sníženém množství spotřeby vody na určitou závlahovou dávku (MZe, 2015).

Z rozpočtu Ministerstva zemědělství čerpá finanční prostředky Státní pozemkový úřad. Ten zajišťuje opravy, správu, údržbu či provoz hlavních závlahových zařízení, odvodňovacích zařízení a protierozních opatření ve vlastnictví státu. Jedná se konkrétně o vodní nádrže, čerpací stanice, kanály. Modernizace závlahových systémů je financováno na základě programu Ministerstva zemědělství „Podpora konkurenceschopnosti agropotravinářského komplexu-závlahy (II. etapa)“. Státní pozemkový úřad zpracoval kvůli budování nových soustav na závlahy tzv. Studii rozvoje závlahových soustav v podmínkách ČR (Hubalová, 2019).

6.3.2 Odpadní vody jako závlaha

S postupným nedostatkem vody by jako alternativní zdroj v zemědělství mohly sloužit odpadní vody. Odpadní vody upravené či neupravené mohou posloužit k přímému a nepřímému použití v zemědělství, jelikož jsou stabilní zdrojem vody a může ušetřit náklady za hnojiva. Tyto vody obsahují živiny, které mohou podpořit růst plodina tím snížit používání chemikálií. Každopádně odpadní vody i tak představují pro zavlažování různá rizika, pokud by se použily bez určité předběžné úpravy. Technologie odpadních vody musí být nadále rozvíjena. Opětovné využití odpadních vody potenciálně může přispět k ochraně životního prostředí a do budoucna je ve světě nutno zvážit opětovné využití odpadních vod v zemědělství pro závlahy. V některých zemích toto využívání vyčištěných odpadních vod pro závlahy v zemědělství již fungují. Využití odpadních vod pro závlahy má poměrně dlouhou historii a pochopitelně působí spíše ve vyspělých zemích nežli v zemích rozvojových. Pro opětovné využívání odpadních vod pro závlahy v zemědělství je nutné zlepšit technologie jejího čištění a je třeba uskutečnit různé výzkumy a sledování (Zhang et al., 2017).

Vyčištěná odpadní vody je voda, u které je zbavena pevných částic a dalších nečistot. Vodní charakteristiky vyčištěné vody mohou být klasifikovány dle jejich chemických, biologických a fyzikálních aspektech. Biologický aspekt je podstatný vůči dopadům na zdraví. Fyzikální a chemické aspekty jsou důležité pro pochopení účinků při používání recyklované vody na životní prostředí. Mezi důležité vlastnosti recyklované vody patří obsah solí, celkové rozpuštěné látky, pH vody, těžké kovy. Tyto vlastnosti mají vliv na půdu. Každopádně složení recyklované vody závisí pochopitelně na jejím původu, zda jsou to vody městské či průmyslové. Některé vyspělé státy používají ji zavlažování vyčištěné odpadní vody. tato alternativa je do budoucna prospěšná z důvodu nedostatku vody. bere se v potaz fakt, že odpadní vody jsou dostupné po celý rok a přítomnost některých organických živin a látek v ní obsažených, je prospěšná ro růst rostlin. Je třeba vzít v potaz určité modernizování a vymýšlení technologií čištění odpadních vod, z důvodu nebezpečí některých látek v ní obsažených, které mají třeba z jedné strany pozitivní vliv na růst rostlin, ale z druhé strany mohou v některých zemích mít negativní dopady na zdraví lidí a živočichů. Ne každá země má potřebné technologie pro tuto alternativu (Singh et al., 2016).

Pro zavlažování jsou komunální odpadní vody důležitým a alternativním zdrojem vody. mohou však obsahovat toxické prvky či organické látky, které mají pro člověka a zvířata

nepříznivý či škodlivý účinek. Využívání komunální vody v zavlažování rostli je tedy spojenou s řadou různých rizik. Mezi rizika patří kupříkladu snížení výnosu plodin a zhoršení jejich kvality, kontaminace patogeny. Je pochopitelně možné dosáhnou dobrého výnosu plodin a bez jejich zhoršení, vyčištěnými odpadními vodami za určitých podmínek. Různé experimenty a jejich následné výsledky potvrdily vysoká potenciál bakteriální kontaminace plodin, které byly zavlažované komunální odpadní vodou. Experimenty ale neodhalily kontaminaci plodin patogeny. Tento experiment byl proveden v ČR, nedá se ovšem kvalita komunálních odpadních vod u nás a v rozvojových zemích. V rozvojových zemích odpadní vody jsou používány pro zavlažování a představují mnohem větší riziko pro tamní obyvatelstvo (Zavadil, 2009).

6.3.3 Odpadní vody v ČR

Z dlouhodobého hlediska, co se týče vypouštění odpadních vod v ČR byl zaznamenán výrazný pokles. Tento fakt je následkem postupným odkanalizováním území, budováním nových čistíren odpadních vod (ČOV), které mají přesné měření vypouštěného množství vod a novým vodním zákonem přijatého v roce 2000, který přispěl k zpřesnění vykazovaného množství vod odpadních. Obecně má vypouštěné množství odpadních vody klesající charakter. Porovnávací graf můžeme vidět v příloze č. 11. Obecně byl největší pokles zaznamenán v zemědělství a u energetiky. O něco méně významný byl v průmyslu, kanalizací pro potřebu veřejnou a ostatní zahrnující stavebnictví (Hubalová, 2019).

7 Malý průzkum veřejnosti

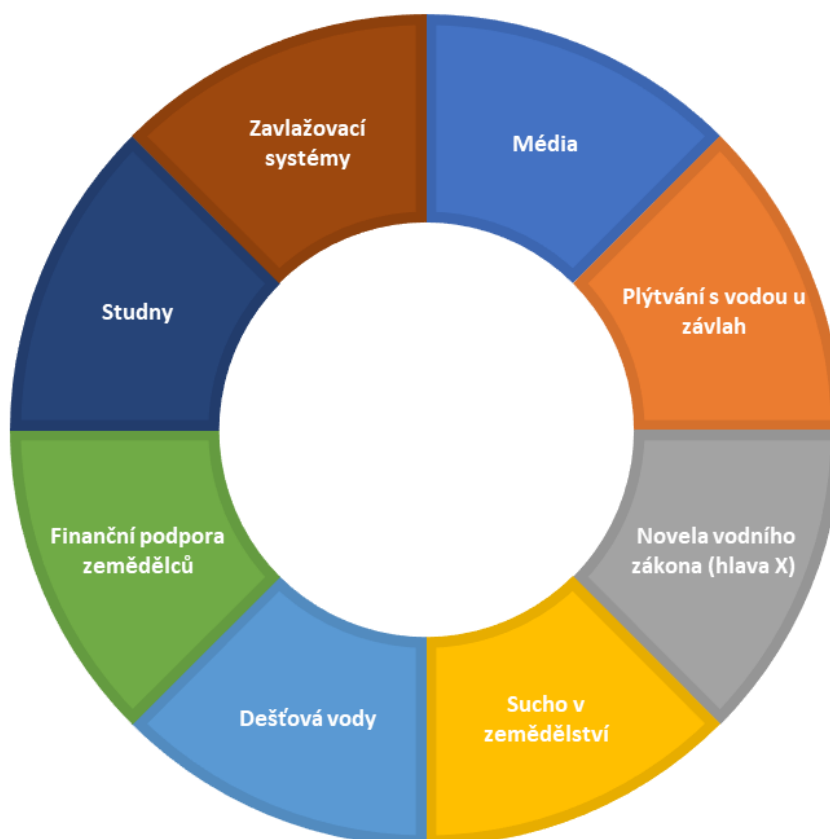
V rámci problematiky sucha se velice malým měřítkem zaměříme na veřejnost a zjistíme díky anonymnímu a velice stručnému dotazníku viz příloha č. 12. následně vyhodnotíme, jaký mají někteří lidé pohled na problematiku sucha a nedostatku vody. Dotazník má dvě strany a 11 otázek, většina otázek je pouze kroužkovacích, resp. jsou na výběr odpovědi a dotazování je pouze zakroužkují. Je to nejrychlejší metoda, jak zjistit stručně a jasně názory dotazovaných.

Na základě otázek vybereme klíčová slova, která mohou sloužit pro vytvoření dotazníků do budoucna. V rámci vyhodnocení dotazníků se vypracoval graf klíčových slov a ke každému pod klíčové okruhy, na které se v budoucnu můžou podrobněji zaměřit i jiné dotazníky (tab. 2 a Obr. 11).

Tab. 2 Seznam možných adaptací v rámci kategorií schématu, které respondentovi umožňují vybrat více než jednu možnost adaptace pro každou kategorii.

Média	a) Informace veřejnosti	b) Seznámení s tematikou	c) Řešení z pohledu pojišťoven a vlády
Plýtvání vodou u závlah	a) Správné používání	b) Vybudování	c) Opravy

Novela vodního zákona (hlava X)	a) Vymezení pojmů	b) Plán pro zvládnání sucha	c) Opatření při nedostatku vody
Sucho v zemědělství	a) Výběr správných plodin	b) Pěstební technologie	c) Stabilizace bilance N, C, P, K v půdě
Dešťová vody	a) Zachycování vod	b) Dotační program	c) Opětovné využití
Finanční podpora zemědělcům	a) Komplexní pojištění úrody	b) Sucho jako těžce pojistitelné	c) Zemědělské pojišťovny
Studny	a) Budování nových studní	b) Oprava starších studní	c) Výběr studní
Zavlažovací systémy	a) Modernizace a rozvoj	b) Správné metody používání	c) Financování závlah



Obr. 11. Vyhodnocení dotazníků sucho a nedostatek vody.

8 Závěr

Cílem bakalářské práce byl literární přehled o suchu, jeho vzniku rozdělení dle příčin, dopadech či monitorování. Opatření vlády byla zde také řešena v širším pojetí. Práce byla zaměřena i na rozdělení vod, správu vodních toků či financování vodního hospodářství obecně.

Ve třetí kapitole se vymeziply konkrétní pojmy a seznámení s problematikou sucha z pohledu příčin. Dále se kapitola zaměřila na vody povrchové i podzemní. U vod povrchových se stručně vymeziply třídy, které rozdělují povrchové vody dle jejich kvality, resp. jejich příslušné novely, která tyto vody rozděljuje dle jejich konkrétního znečištění. Byla k této konkrétní podkapitole vložena i mapa České republiky, která tyto třídy kvality povrchových vod zobrazuje. U vod podzemních se vysvětlily dva základní pomy, resp. vrty mělké a hluboké. V další podkapitole se práce zaměřila na správu vodních toků obecně, především na jejich základní členění na našem území. Vyjmenovalo se zde i jací správci spravují významné vodní toky a drobné vodní toky. Poslední podkapitola se zaměřila na financování vodního hospodářství. Byly zde vyjmenovány konkrétní ministerstva a způsoby, jakými se podílejí na financování vodního hospodářství obecně.

Bakalářská práce byla zaměřena ve čtvrté kapitole především na monitorování sucha v ČR, konkrétně na Integrovaný systém sledování sucha, to jest portál INTERSUCHO. V kapitole se i popsalo jakým způsobem tento systém monitorování funguje a jak mohou i samotní zemědělci poskytovat či samy sledovat a následně z části předvídat možné hrozby sucha. Díky tomuto portálu se porovnalala situace intenzity sucha, stav vegetace, zásoby vody v půdách či nasycení v půdním profilu v určitém týdnu roku 2018 a roku 2019. Pochopitelně se v této kapitole neopomenulo monitorování sucha z pohledu Českého hydrometeorologického ústavu.

V další kapitole byla práce zaměřena na opatření a zmírnění dopadů z pohledu vlády ČR. Byly zde vyjmenovány různé klíčové body, kupříkladu různé adaptace, plány či koncepce.

Na konkrétní řešení ohledně nedostatku vody a sucha se zaměřila kapitola šestá. Práce se zaměřila i na pojištění vůči suchu, ukázalo se, že v České republice je prakticky pouze jedna pojišťovna, která poskytuje možnost pojištění zemědělcům vůči suchu pouze na tři konkrétní plodiny. Dalo by se říct, že je motivace z tohoto pohledu pro zemědělce velmi malá. Byl zde definován i poměrně nový dotační program, který se rozděljuje na tři určité systémy podpory a slouží k zachycování a následného využívání dešťových vod. Další podkapitola byla okrajově zaměřena na závlahové systémy v ČR a následně i na možnost využívání odpadních vody pro závlahy, tato možnost využívání odpadních vod pro závlahy u nás v ČR není ale momentálně možná.

Kapitola poslední se zaměřila na veřejnost z užšího pohledu. Díky dotazníku se určila klíčová slova, která by mohla vést do budoucna k vytvoření určitých konkrétních dotazníků kupříkladu v diplomové práci.

9 Seznam použité literatury

1. Bartošová L., Trnka M., Hlavinka P., Semerádová D., Balek J., Štěpánek P., Zahradníček., Možný M., Žalud Z. 2016. Monitoring zemědělského sucha v České republice – Průběh suché epizody v roce 2015. Listy cukrovarnické a řepařské **132**: 280-284.
2. Blinka P. 2002. Metoda hodnocení sucha. Pages 32-44 in Rožnovský J., Litschmann T. et al. editors. XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference. Český hydrometeorologický ústav, Lednice na Moravě.
3. Blinka P. 2004. Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876-2003. Pages 1-32 in Rožnovský J., Litschmann T. a kolektiv editors. Seminář Extrémny počasí a podnebí. Český hydrometeorologický ústav, Brno.
4. Bláha L. 2011. Znaky adaptability k podmínkám stresu u zemědělských plodin. Pages 726-735 in Salaš P., et al. editors. Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Lednice.
5. Brázdil R., Trnka M., Řezníčková L., Balek J., Bartošová L., Bičík I., Cudlín P., Čermák P., Dobrovolný P. 2015. Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Centrum výzkumu globální změny, Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno.
6. Brázdil R., Kiss A., Řezníčková L., Luterbacher J., Nash D. 2018. Documentary data and the study of past droughts: a global state of the art. *Climate of the Past* **14**: 1916-1960.
7. Brázdil R., Dobrovolný P., Trnka M., Řezníčková L., Dolák L., Kotyza O. 2019. Extreme droughts and human responses to them: the Czech Lands in the pre-instrumental period. *Climate of the Past* **15**: 1-24.
8. Brázdil R., Možný M., Klír T., Řezníčková L., Trnka M., Dobrovolný P., Kotyza O. 2019. Climate variability and changes in the agricultural cycle in the Czech Lands from the sixteenth century to the present. *Theoretical and Applied Climatology* **136**: 553-573.
9. Cetin O., Akalp E. 2019. Efficient Use of Water and Fertilizers in Irrigated Agriculture: Drip Irrigation and Fertigation. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*. **22**: 97-102.
10. Český hydrometeorologický ústav a kolektiv. 2018. Suché období 2014-2017. Český hydrometeorologický ústav, Praha.

11. Český hydrometeorologický ústav a kolektiv. 2019. Sucho 2014-2018. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
12. Hlavinka P., Trnka M., Balek J., Semerádová D., Hayes M., Svoboda M., Eitzinger J., Možný M., Fischer M., Hunt E., Žalud Z. 2011. Development and evaluation of the SoilClim model for water balance and soil climate estimates. *Agricultural Water Management* **98**: 1249-1261.
13. Hsiao C. T., Steduto P., Fereres E. 2007. A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. *Irrig Sci* **25**: 209-231.
14. Hubalová P., Janíček T. 2019. Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2018. Ministerstvo zemědělství, Praha.
15. Kanakoudis V., Stavroula T. 2019. Water Networks Management: New Perspectives. *Water* **11**: 239.
16. Kohout M., Rožnovský J., Chuchma F. 2010. Dlouhodobá zásoba využitelné půdní vody a její variabilita na území České republiky. Pages 35-46 in Rožnovský J., Litschmann T., et al. editors. *Voda v krajině*. Český hydrometeorologický ústav, Brno.
17. Kohout M., Haberle J., Chuchma F., Středa T. 2015. Agroklimatické mapy pro vymezení oblasti se zvýšeným rizikem nedostatku vody v kořenové zóně zemědělských plodin. Pages 1-12 in Rožnovský J., Litschmann T., et al. editors. *Závlahy a jejich perspektiva*. Český hydrometeorologický ústav, Brno.
18. Kohout M., Fiala R., Chuchma F., Rožnovský J., Hora P. 2016. Drought Monitoring on the CHMI Website. Pages 167-181 in Rožnovský J., Litschmann T., et al. editors. *Mendel and Bioclimatology*. Brno.
19. Krkoška Lorencová E., Loučková B., Vačkařů D. 2019. Perception of Climate Change Risk and Adaption in the Czech Republic. *Climate* **61**: 1-13.
20. Kulhavý Z., Soukup M. 2010. Zemědělské odvodnění a krajina. Pages 97-104 in Rožnovský J., Litschmann T., et al. editors. *Voda v krajině*. Český hydrometeorologický ústav, Brno.
21. Lipský Z. 2010. Kam se ubírá česká krajina? *Geografické rozhledy* **2**: 77-83.
22. Mancosu N., Snyder R. L., Kyriakakis G., Spano D. 2015. Water Scarcity and Future Challenges for Food Production. *Water* **7**: 975-992.

23. Masseroni D., Arbat G., Pedroso de Lima I. 2020. Editorial—Managing and Planning Water Resources for Irrigation: Smart-Irrigation Systems for Providing Sustainable Agriculture and Maintaining Ecosystem Services. *Water* **12**: 263.
24. Ministerstvo zemědělství. Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí. 2015. Sucho vážná hrozba pro Českou republiku. Ministerstvo zemědělství, Praha.
25. Ministerstvo zemědělství. Odbor environmentální a ekologického zemědělství. 2017. Adaptace zemědělství na změny klimatu v podmínkách ČR. Ministerstvo zemědělství, Praha.
26. Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí. 2017. Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky. Ministerstvo zemědělství, Praha.
27. Ministerstvo životního prostředí. 2015. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
28. Možný M., Trnka M., Žalud Z., Hlavinka P., Nekovar J., Potop V., Virag M. 2012. Use of a soil moisture network for drought monitoring in the Czech Republic. *Theoretical and Applied Climatology* **107**: 99-111.
29. Nair S., Johanson J. W., Wang Ch. 2013. Efficiency of Irrigation Water Use: A Review from the Perspectives of Multiple Disciplines. *Agronomy Journal* **105**: 351-363.
30. Potop V., Türkott L. 2007. Hodnocení sucha a suchých období v agrometeorologickém roce 2005/2006 v České republice. Pages 1-9 in Střelcová K., Škvarenina J., et al. editors. *Bioclimatology and natural hazards*. International Scientific Conference, Slovakia.
31. Potop V., Türkott L., Kožnarová V., Možný M. 2010. Drought episodes in the Czech Republic and their potential effects in agriculture. *Theoretical and Applied Climatology* **99**: 373-388.
32. Potopová V., Štěpánek P., Možný M., Türkott L., Soukup J. 2015. Performance of the standardised precipitation evapotranspiration index at various lags for agricultural drought risk assessment in the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology* **12**: 26-38.
33. Potopová V., Boroneat C., Možný M., Soukup J. 2016. Driving role of snow cover on soil moisture and drought developing during the growing season in the Czech Republic. *Int J Climatol* **36 (11)**: 3741-3758.

34. Potopová V. 2017a: Extrémní a rizikové meteorologické jevy a jejich dopady na zemědělskou produkci v podmínkách klimatické změny. Habilitační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. **2017**: 1-72.
35. Potopová V., Zahradníček P., Türkott L., Štěpánek P., Farda A., Soukup J. 2017b. The impacts of key adverse weather events on the field-grown vegetable yield variability in the Czech Republic from 1961 to 2014. *Int J Climatol* 37(3): 1648–1664.
36. Potopová V., Štěpánek P., Zahradníček P., Farda A., Türkott L., Soukup J. 2018. Projected changes in the evolution of drought on various timescales over the Czech Republic according to Euro-CORDEX models. *Int. J. Climatol* **38**: 939–954.
37. Potopová V., Cazac V., Boincean B., Soukup J., Trnka M. 2019. Application of hydroclimatic drought indicators in the transboundary Prut River basin. *Theoretical and Applied Climatology* **137**: 3103-3121.
38. Potopová V., Trnka M., Hamouz P., Soukup J., Castravet T. 2020a. Statistical modelling of drought-related yield losses using soil moisture-vegetation remote sensing and multiscalar indices in the south-eastern Europe. *Agricultural Water Management*.
39. Potopová V. 2020b. Změna klimatu a jeho ochrana jako priorita politické debaty. In: Poláková, J., Potopová, V., Holec, J. *Ochrana přírodních zdrojů v politice rozvoje venkova*. Česká zemědělská univerzita v Praze.
40. Pozzi W., Sheffield J., Stefanski R., Cripe D., Pulwarty R. 2013. Toward global drought early warning capability. *Expanding International Cooperation for the Development of a Framework for Monitoring and Forecasting*. American Meteorological Society. **94**: 776–785.
41. Procházková P., Chuchma F., Středa T. 2016. Drought severity in intensive agricultural areas by means of the EDI index. *Contributions to Geophysics and Geodesy* **46/4**: 289-305.
42. Rožnovský J. 2014. Sucho na území České republiky. *Academia, Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., za podpory Akademie věd ČR. Živa 2014* **1**:2-3.
43. Rožnovský J. 2014. *Změny podnebí*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem.
44. Rožnovský J., Kohut M., Chuchma F. 2015. Agricultural drought during vegetation period in the Czech Republic. *Towards to Climatic Services, Nitra* **2015**: 1-5.
45. Semerádová D., Trnka M., Hlavinka P., Balek J., Bohovic R., Tadesse T., Hayes M., Wardlow B., Žalud Z. 2016. Detection of drought events using combination of satellite

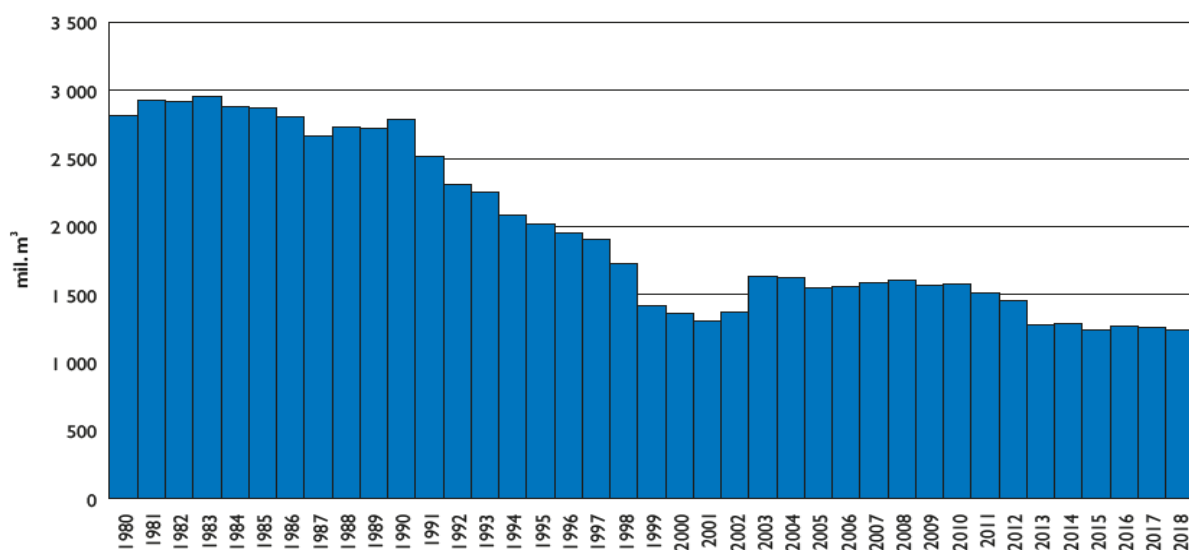
data and soil moisture modeling. Pages 299-305 in Rožnovský J., Litschmann T., et al. editors. Mendel and Bioclimatology. Brno.

46. Singh V. P., Maheshwari B., Thoradeniya B. 2016. *Balanced Urban Development: Options and Strategies for Liveable Cities*. Springer, Switzerland.
47. Skalka P., Štěpánek P., Zahradníček P., Trnka M. 2019. Extreme drought of 2018 in the Czech Republic. *Geophysical Research Abstracts* **21**: 1.
48. Stagge J. H., Kohn I., Tallaksen L. M., Stahl K. 2015. Modeling drought impact occurrence based on meteorological drought indices in Europe. *Journal of Hydrology* **9**: 37-50.
49. Štěpánek P., Trnka M., Chuchma F., Zahradníček P., Skalák P., Farda A., Fiala R., Hlavinka., Balek J., Semerádová D., Možný M. 2018. Drought Prediction System for Central Europe and Its Validation. *Geosciences* **8**: 1-19.
50. Trnka M., Dubrovský M., Svoboda M., Semerádová D., Hayes M., Žalud Z., Wilhite D. 2009. Developing a regional drought climatology for the Czech Republic. Royal Meteorological Society. *Int. J. Climatol.* 2009 **29**: 863–883.
51. Trnka M., Hlavinka P., Semerádová D., Belek J., Možná M., Štěpánek P., Zahradníček P., Hayes M., Eitzinger J., Žalud Z. 2016. Drought monitor for the Czech Republic – www.intersucho.cz. Pages 391-397 in Rožnovský J., Litschmann T., et al. editors. Mendel and Bioclimatology. Masaryk University, Brno.
52. Trnka M., Hlavinka P., Možný M., Semerádová D., Štěpánek P., Balek J., Bartošová L., Zahradníček P., Bláhová M., Skalák P., Farda A. 2020. Czech Drought Monitor System for Monitoring and Forecasting Agricultural Drought and Drought Impacts. *International Journal of Climatology* **40**.
53. Wilhite D. A. 2016. Managing drought risk in a changing climate. *Climate Research*. **70**: 99-102.
54. Zahradníček P., Trnka M., Brázdil R., Možný M., Štěpánek P., Hlavinka P., Žalud Z., Malý A., Semerádová D., Dobrovolný P., Dubrovský M., Řezníčková L. 2015. The extreme drought episode of August 2011 - May 2012 in the Czech Republic. *International journal of climatology* **35**: 3335-3352.
55. Zavadil J. 2009. The effect of municipal wastewater irrigation on the yield and quality of vegetables and crops. *Soil and Water Research* **4**: 91-103.
56. Zhang Y., Shen Y. 2017. Wastewater irrigation: past, present, and future. *Wires water* **6**: 1-6.

Internetové zdroje:

57. Agra pojišťovna. 2017. Indexové pojištění sucha. Agra pojišťovna, Praha. Dostupné z: <https://www.agrapojistovna.cz/produkty/indexove-pojisteni-sucha/> (accessed January 2017).
58. INTERSUCHO. 2019. Česko. Ústav výzkumu globální změny AV ČR. Available from <https://www.intersucho.cz/cz/?from=2019-08-23&to=2019-09-20¤t=2019-09-15> (accessed September 2019).
59. Josef Kříž. 2018. Zemědělské pojištění v roce 2018. Jak na dotace? Redakce oPojištění.cz, Praha. Dostupné z: <https://www.opojisteni.cz/spektrum/zemedelske-pojisteni-v-roce-2018-jak-na-dotace/c:15447/> (accessed November 2018).
60. Státní fond životního prostředí ČR. 2020. Dešťovka. Státní fond životního prostředí ČR, Praha. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/destovka/> (accessed January 2020).

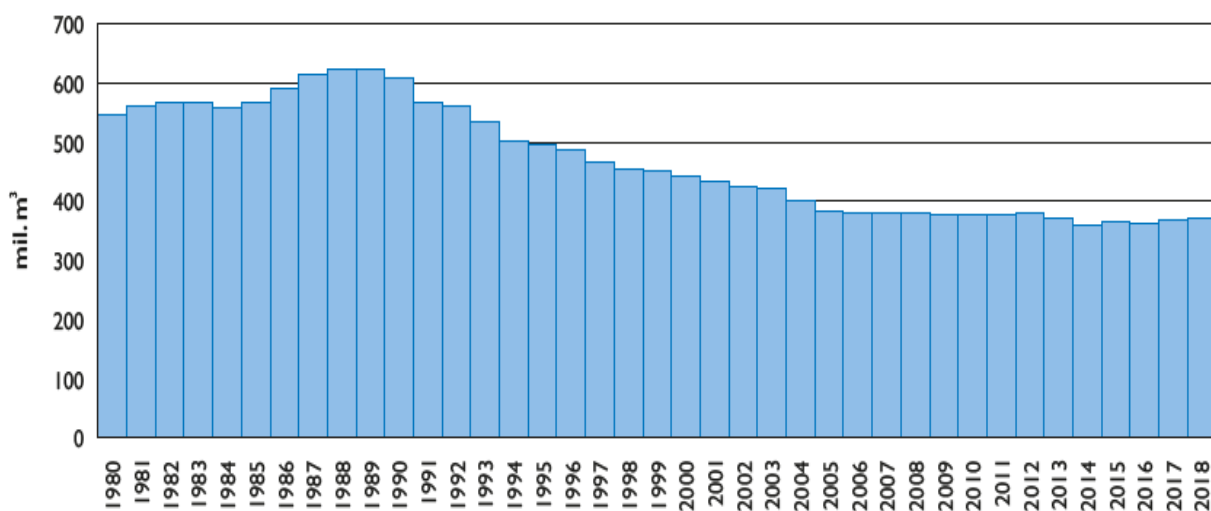
10 Samostatné přílohy



Pramen: MZe, z podkladů VÚV TGM, s. p. Povodí

Příloha č. 1: Odběry povrchové vody v ČR v období 1980-2018

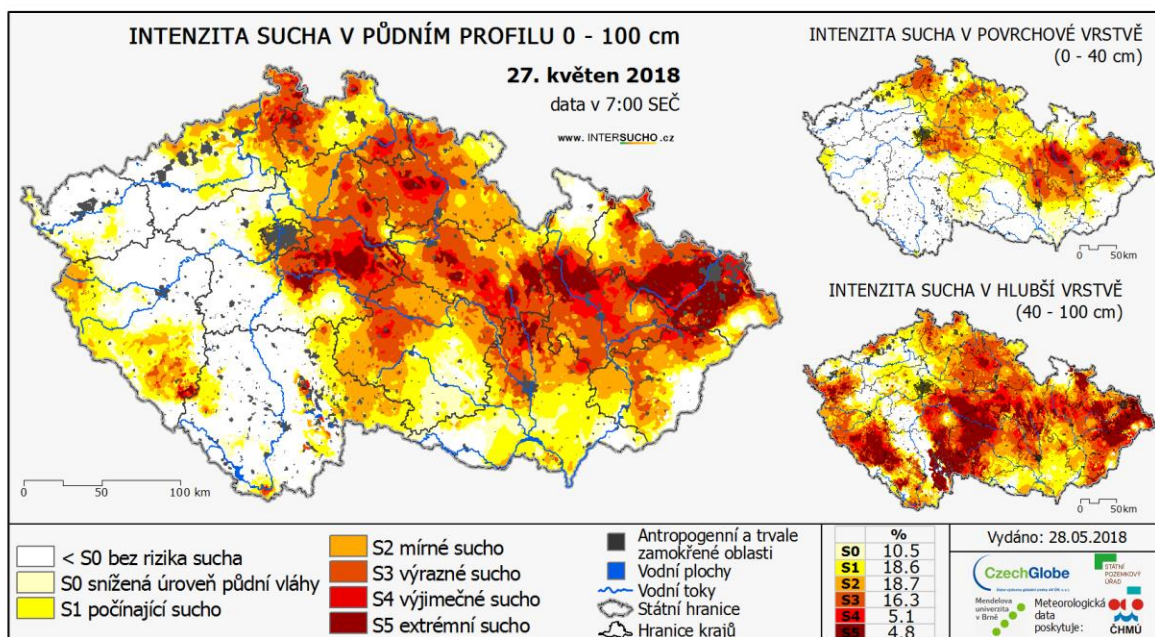
Zdroj: Hubalová 2019



Pramen: MZe, z podkladů VÚV TGM, s. p. Povodí

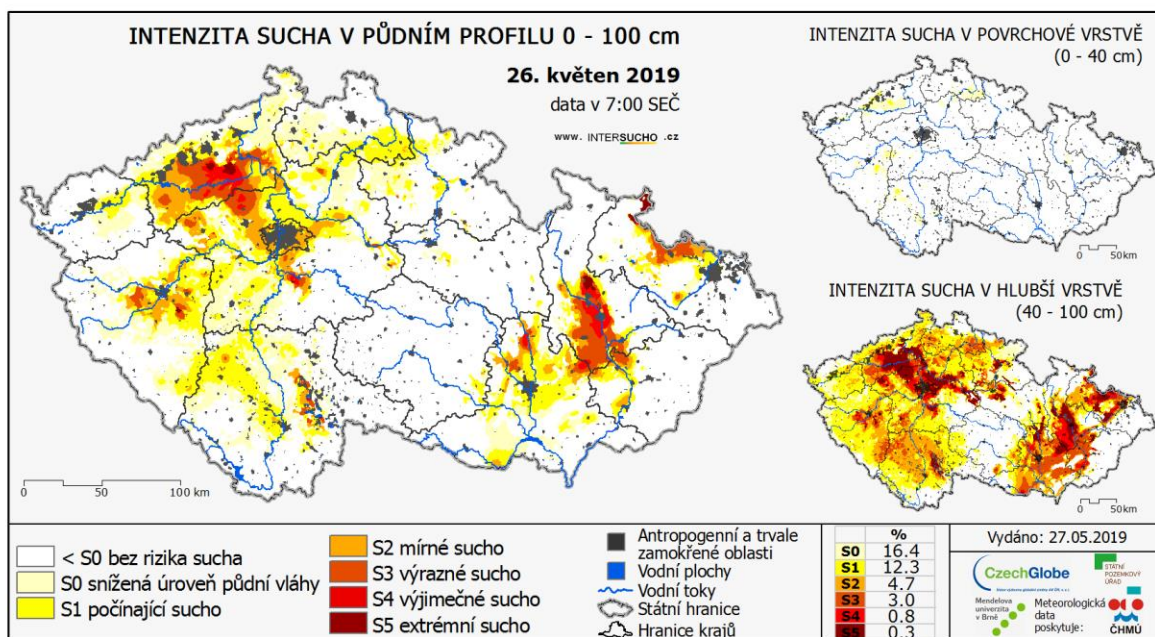
Příloha č. 2: Odběry podzemní vody v ČR v období 1980-2018

Zdroj: Hubalová 2019



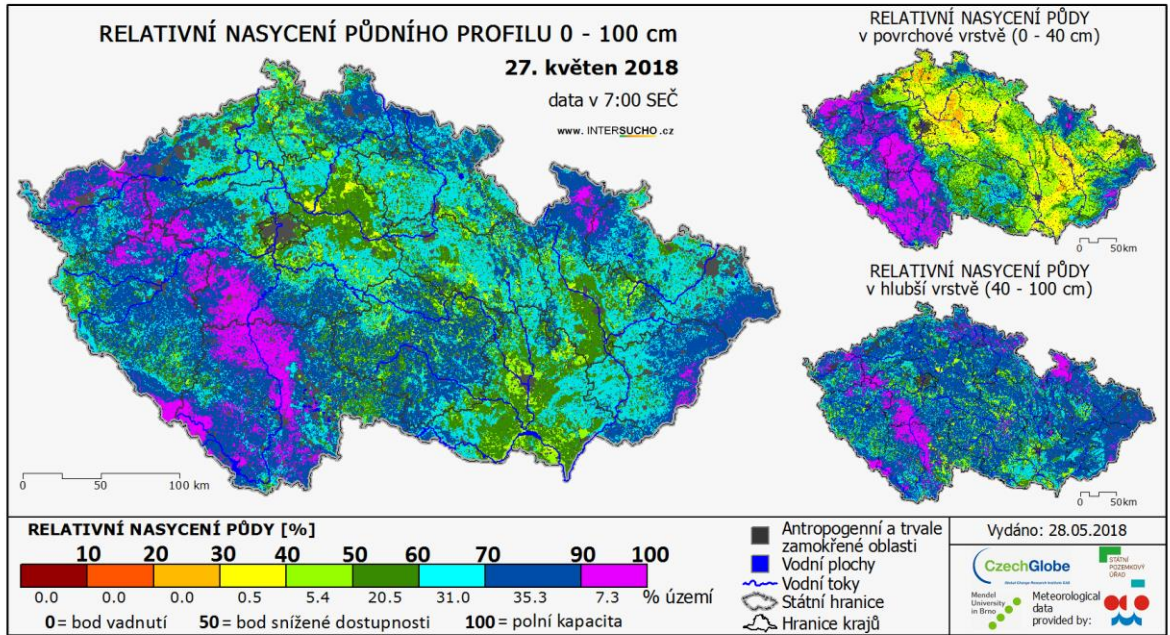
Příloha č. 3: Intenzita sucha - 21. týden 2018

Zdroj: INTERSUCHO



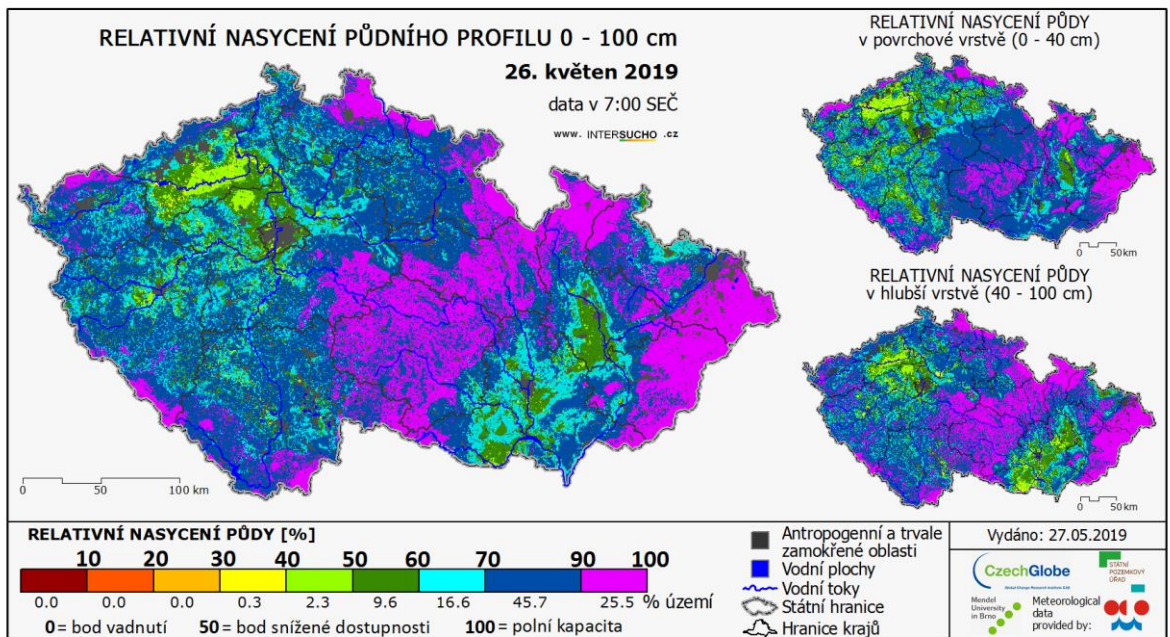
Příloha č. 4: Intenzita sucha – 21. týden 2019

Zdroj: INTERSUCHO



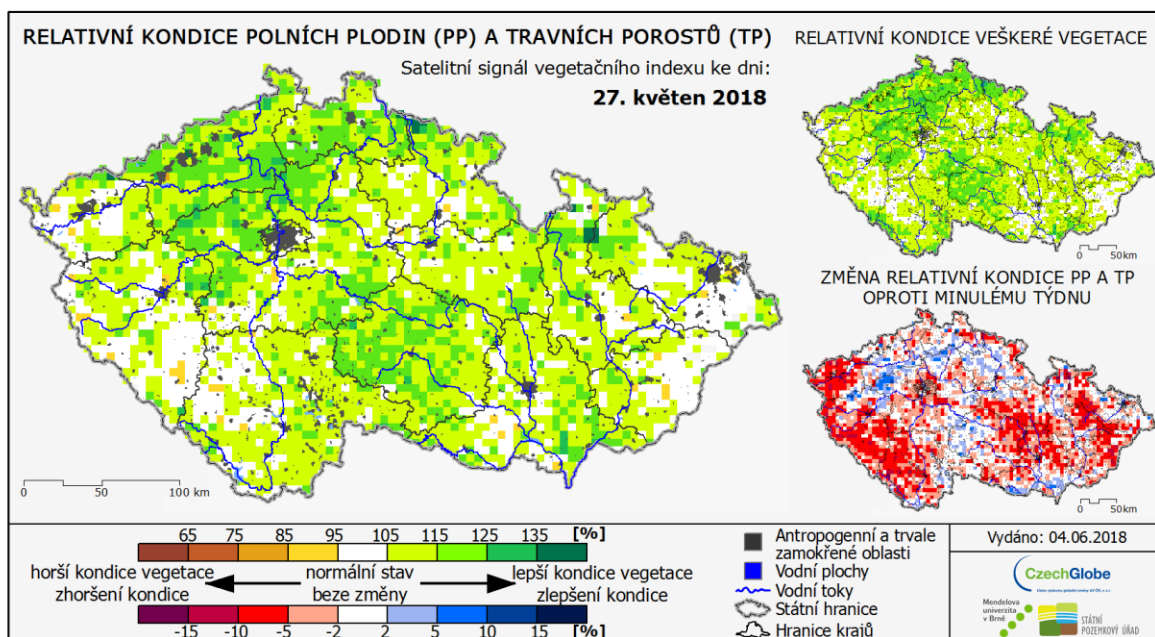
Příloha č. 5: Relativní nasycení půdního profilu – 21. týden 2018

Zdroj: INTERSUCHO



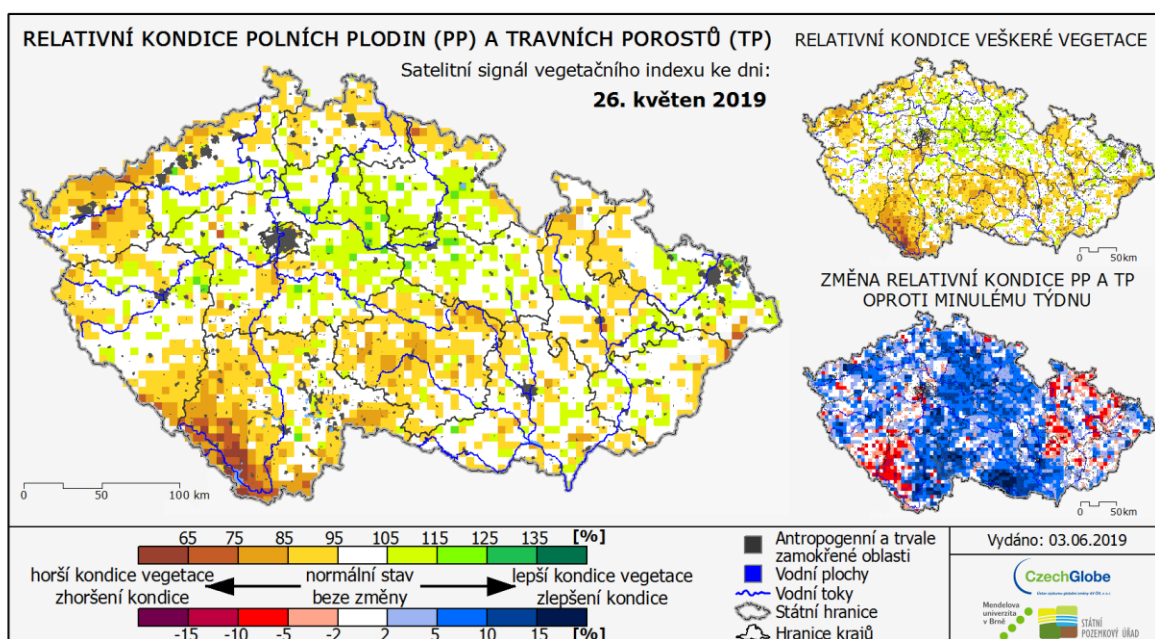
Příloha č. 6: Relativní nasycení půdního profilu – 21. týden 2019

Zdroj: INTERSUCHO



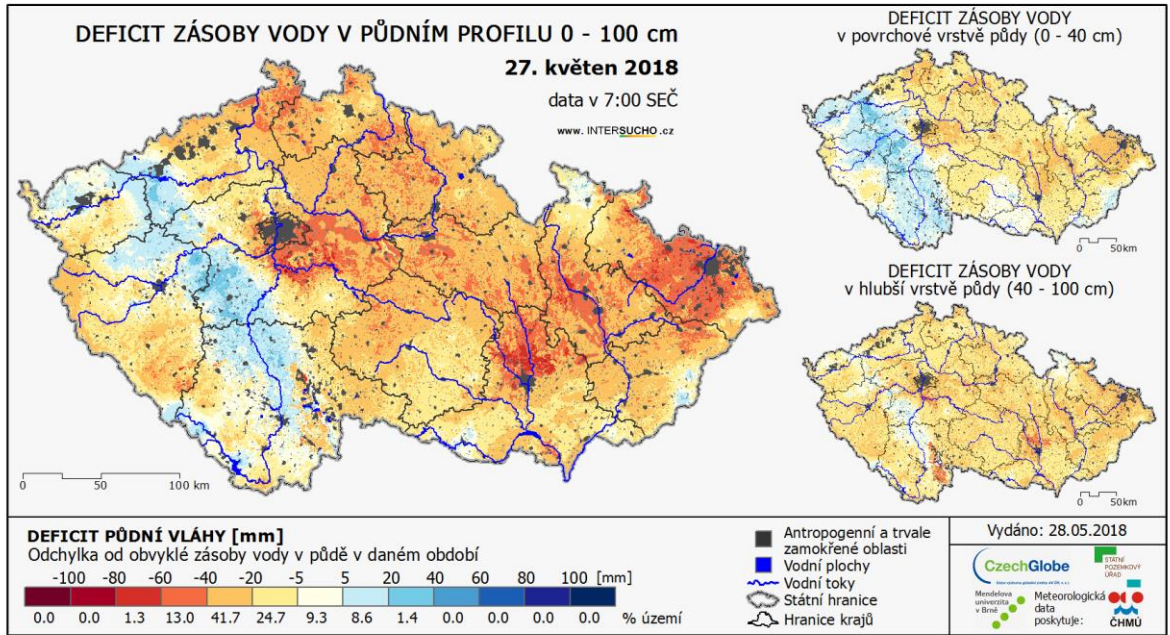
Příloha č. 7: Relativní kondice polních plodin a trvalých porostů – 21. týden 2018

Zdroj: INTERSUCHO



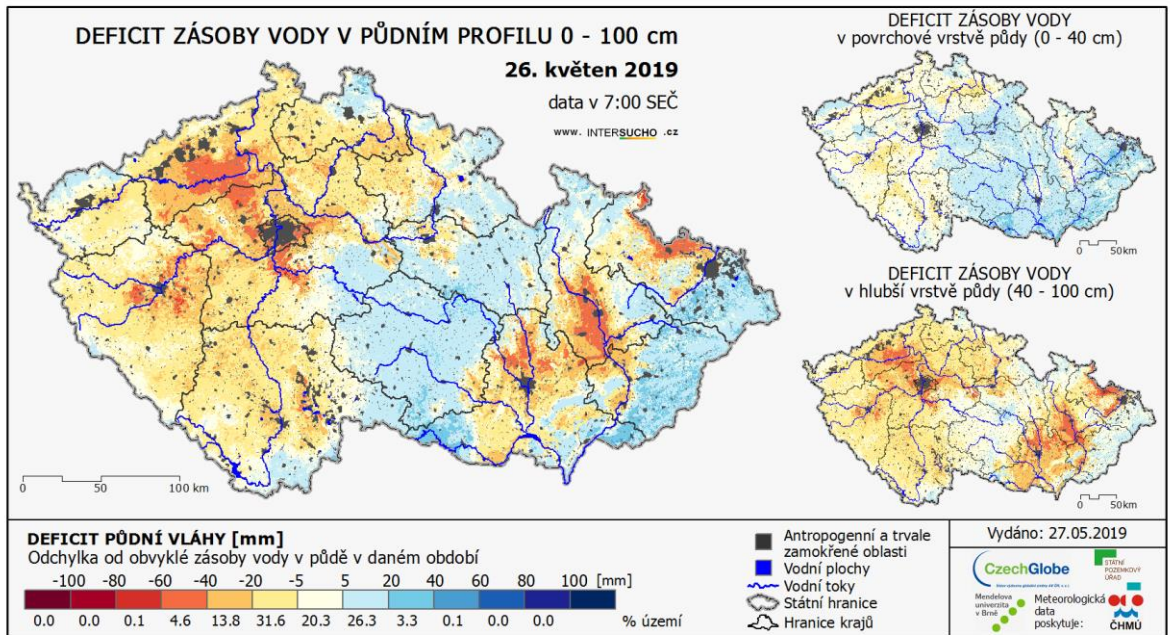
Příloha č. 8: Relativní kondice polních plodin a trvalých porostů – 21. týden 2019

Zdroj: INTERSUCHO



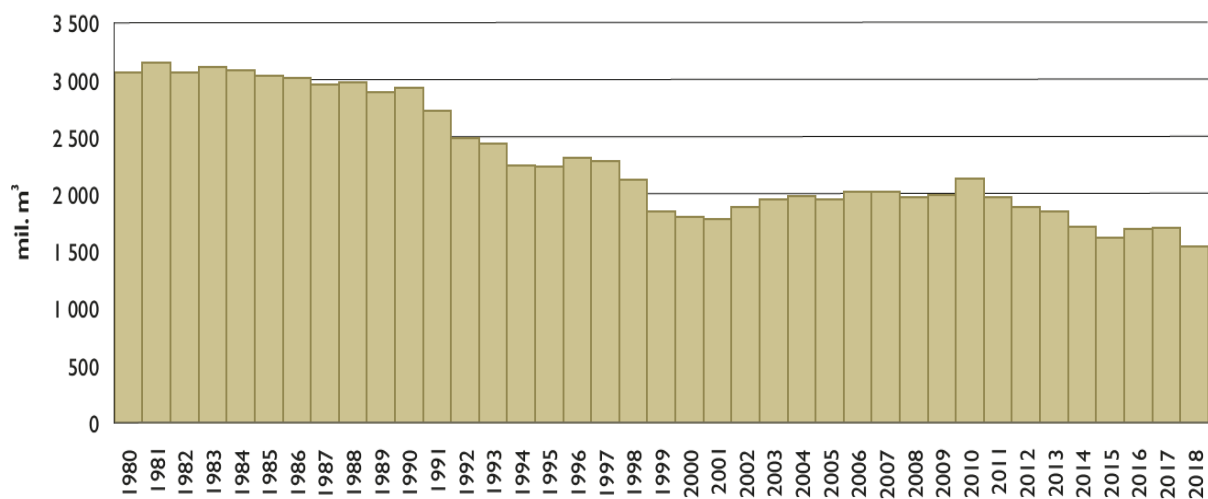
Příloha č. 9: Deficit zásoby vody v půdním profilu – 21. týden 2018

Zdroj: INTERSUCHO



Příloha č. 10: Deficit zásoby vody v půdním profilu – 21. týden 2019

Zdroj: INTERSUCHO



Příloha č. 11: Vypouštění odpadních vod v ČR v období 1980-2018

Zdroj: Hubalová 2019

Příloha č. 12:

Anonymní dotazník

Autor: Mašková Michaela

- 1) **Myslíte, že se problematika sucha dosti medializuje a řeší?**
 - a) Ano
 - b) Ne
 - c) Nevím, nezajímám se o toto téma

- 2) **Snažíte se nějakým způsobem omezit plýtvání s vodou?**
 - a) Ano
 - b) Ne
 - c) Jak kdy

- 3) **Je podle Vás nedostatek vody a následné sucho velký problém?**
 - a) Ano
 - b) Ne
 - c) Nevím

- 4) **Myslíte, že je dobré, když bude v novele vodního zákona konkrétní hlava, která se bude zabývat suchem?**
 - a) Ano
 - b) Ne
 - c) Nevím

- 5) **Snažíte se nějakým způsobem zachycovat dešťovou vodu a následně ji využívat např. na zalévání zahrady?**
 - a) Ano
 - b) Ne
 - c) Nemám zahradu

- 6) **Kde nakupujete zeleninu či ovoce?**
 - a) v obchodech (supermarketech)
 - b) od soukromníků
 - c) pěstují si své

7) Je podle Vás zelenina, ovoce od soukromníků kvalitou či cenou lepší, než v obchodech (supermarketech)? Vysvětlete jednoduše proč ano, nebo ne.

a) Ano

Proč? _____

b) Ne

Proč? _____

8) Myslíte, že se Stát snaží zemědělce finančně podporovat vůči suchu?

a) Ano

b) Ne

c) Nevím

9) Myslíte, že by větší finanční podpory od Státu vůči suchu zvýšily zemědělskou výrobu u nás v ČR?

a) Ano

b) Ne

c) Nevím

10) Myslíte si, že díky přibývajícimu suchu se zvyšuje celkový počet žádostí o povolení vodního díla konkrétně „studny“?

a) Ano

b) Ne

c) Nevím

11) Myslíte si, že je správné, když mají zemědělci zavlažovací systémy?

a) Ano

b) Ne

c) Těžko říct