

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra vodního hospodářství a  
enviromentálního modelování**



**Bakalářská práce**

**Opatření využívaná v České republice ke  
zmírnění vlivů hydrologických extrémů**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Pavlásek, Ph.D.**

**Autorka práce: Lucie Poláková**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lucie Poláková

Krajinářství

Název práce

**Opatření využívaná v České republice ke zmírnění negativních vlivů hydrologických extrémů**

Název anglicky

**Measures used in the Czech Republic to mitigate the negative effects of hydrological extremes**

### Cíle práce

Hlavním cílem práce je provedení podrobného přehledu opatření využívaných pro zmírnění hydrologických extrémů s detailním popisem jejich funkcí a možnostmi aplikace v krajině.

### Metodika

Na základě rešerše literatury budou popsány různé druhy opatření v krajině ovlivňující hydrologický režim. Bude posouzena míra ovlivnění jak hydrologického režimu tak i ostatních krajinných procesů a funkcí.

**Doporučený rozsah práce**

40 – 50 stran

**Klíčová slova**

klimatická změna, sucho, povodně, akumulace vody, retence vody

---

**Doporučené zdroje informací**

- BARROS V., 2006: Globální změna klimatu. Mladá fronta, Praha: 165 s.
- FINFRLOVÁ P., 2013: Jsme připraveni zvládnout sucho? In: Sucho a jak mu čelit: sborník abstraktů. Praha: 39 – 42.
- FINK A. H., BRÜCHER T., KRÜGER A., LECKEBUSCH G. C., PINTO J. G., ULBRICH U., 2004: The 2003 European summer heatwaves and drought—synoptic diagnosis and impacts. *Weather* 59/8: 209-216.
- HANEL M., KAŠPÁREK L., MRKVIČKOVÁ M., 2011: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, Praha.
- MCKEE T. B., DOESKEN N. J., KLEIST J., 1993: The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society, Boston, MA: 179-184.
- MURNANE R. J., 2004: Climate research and reinsurance, *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 85: 697–707.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Jiří Pavlásek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

**Konzultant**

Ing. Martin Kovář

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2018

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2018

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2018

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Opatření využívaná v České republice ke zmírnění negativních vlivů hydrologických extrémů" 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 použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.04.2018

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jířímu Pavláskovi, Ph.D., za poskytnutí odborného vedení v průběhu zpracování mé bakalářské práce. Dále bych také ráda poděkovala Ing. Martinu Kováři za vstřícný přístup, užitečné připomínky a cenné rady, při vypracování bakalářské práce.

# Opatření využívaná v České republice ke zmírnění negativních vlivů hydrologických extrémů

## **Abstrakt**

Bakalářská práce „Opatření využívaná v České republice ke zmírnění negativních vlivů hydrologických extrémů“, na základě rešeršního zpracování, popisuje protipovodňová opatření a opatření proti suchu využívaná v České republice. Dále je v práci popisováno sucho a povodně a možné způsoby ochrany proti těmto hydrologickým problémům. Hydrologické extrémy jsou jedním z projevů klimatu, které jsou ovlivněny jak přirozenými procesy v atmosféře, tak i antropogenní činností. Předmětem této práce je popsat sucho a povodně jako takové, vysvětlit jejich příčiny, extrémy, dopady na okolí a v neposlední řadě navrhnout opatření, která zmírní jejich negativní dopad na Českou republiku. Dále jsou v práci uvedeny metody monitorování a vyhodnocování hydrologických extrémních jevů. Věnování se problematice hydrologického sucha a povodním je velice důležité hlavně z hlediska hospodaření s vodou a zmírnění negativních dopadů těchto hydrologických extrémů.

**Klíčová slova:** hydrologický cyklus, hydrologické sucho, povodně, srážky v ČR, protipovodňová ochrana, ochrana proti suchu

# Measures to mitigate the negative effect of hydrological extremes used in Czech Republic.

## **Abstract**

The bachelor thesis "Measures used in the Czech Republic to mitigate the negative effects of hydrological extremes", based on the research work, describes flood control measures and measures against drought in the Czech Republic. Describes factors influencing the course of droughts and floods and possible ways of protecting against these hydrological problems. Hydrological extremes are one of the climate manifestations that are affected both by natural processes in the atmosphere and by anthropogenic activity. The subject of this work is to describe drought and floods to explain their causes, extremes, impacts on the environment and to propose measures that will mitigate their negative impact on the Czech Republic. The methods of monitoring and evaluation of hydrologic extreme phenomena. Dedication to the issue of hydrological drought and floods is particularly important in terms of water management and mitigation of the negative impacts of these hydrological extremes.

**Keywords:** hydrological cycle, hydrological drought, floods, rainfall in the Czech Republic, flood protection, drought protection

# Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce.....	10
3	Voda.....	11
3.1	Voda ve vybraných vědních oborech.....	11
4	Voda na Zemi.....	13
4.1	Rozložení vody na zemi.....	13
4.2	Globální hydrologický cyklus.....	14
4.3	Malý a velký hydrologický cyklus.....	15
4.3.1	Velký hydrologický cyklus.....	15
4.3.2	Malý hydrologický cyklus.....	16
5	Voda v České republice.....	17
6	Klima České republiky.....	19
7	Srážky v České republice.....	20
7.1	Hydrometeorologická situace v ČR v roce 2016.....	20
7.2	Hydrometeorologická situace v ČR v roce 2017.....	29
7.3	Historické extrémy.....	45
8	Změny klimatu a hydrologické extrémy.....	46
8.1	Sucho.....	47
8.1.1	Meteorologické sucho.....	48
8.1.2	Hydrologické sucho.....	48
8.1.3	Půdní sucho.....	49
8.1.4	Vlny veder.....	49
8.1.5	Historické extrémní denní teploty.....	50
8.1.6	Sucho v České republice v roce 2015.....	51
8.1.7	Stav podzemních vod v ČR.....	52
8.1.8	Dopady sucha.....	54
8.2	Povodně.....	55
8.2.1	Druhy povodní.....	56
8.2.2	Faktory ovlivňující vznik a průběh povodně.....	57
8.2.3	Stupně povodňové aktivity.....	57
8.2.4	Povodně v České republice v roce 2002.....	58
8.2.5	Následky způsobené povodní.....	60
9	Monitorování hydrologických extrémů v České republice.....	61
9.1	Předpověď sucha.....	61
9.2	Předpověď povodně.....	62



10	Opatření.....	63
10.1	Cíle.....	64
10.2	Výběr opatření.....	64
10.3	Omezení přírodními podmínkami.....	65
10.4	Majetkoprávní vztahy.....	65
10.5	Opatření proti suchu.....	69
10.5.1	Opatření potřebná k vytvoření informační platformy o suchu a nedostatku vody.....	69
10.5.2	Opatření potřebná k rozvoji a posílení vodních zdrojů.....	70
10.5.3	Zemědělství jako nástroj pro ochranu množství a jakosti vody a ochranu půdy.....	75
10.5.4	Zvýšení akumulační a retenční schopnosti krajiny.....	76
10.5.5	Podpoření principů zodpovědného hospodaření s vodou napříč sektory 79	
10.6	Protipovodňová opatření.....	80
10.6.1	Protipovodňová opatření při povodních vznikajících přítokem povrchových vod.....	81
10.6.2	Protipovodňová opatření vznikající přítokem vody vodními toky.....	85
10.6.3	Další opatření v záplavovém území.....	88
10.6.4	Provizorní ochranná opatření.....	88
10.6.5	Výběr vhodné varianty protipovodňového opatření.....	89
11	Dotace.....	90
11.1	Národní dotační programy.....	90
11.2	Evropské dotační programy.....	91
12	Diskuse.....	93
13	Závěr.....	94
14	Seznam použitých zdrojů.....	95
15	Přílohy.....	101

## 1 Úvod

Meteorologické faktory mají velký význam pro utváření klimatu na Zemi. Jejich kolísání zapříčiní výkyvy klimatu. Změny klimatu na planetě Zemi, které vedou k hydrologickému suchu nebo k povodním, vyvolávají jak přírodní jevy, tak lidská činnost (Astapenko, Kopáček, 1987).

Hydrologické sucho je celkový nedostatek srážek, které zapříčiní nedostatek vody povrchové i podpovrchové. Projevuje se úbytkem vodních zásob v řekách a poklesem hladiny vodních nádrží i poklesem hladin podzemních vod (Wilhite D. A., Glantz M. H., 1985). Lidé svou činností zasahovali do přirozeného oběhu vody na Zemi, a to například odvodněním zemědělských pozemků, vysoušením mokřadů a zejména změnou koryta řek a jejich napřimování. V posledních letech si lidé svou chybu uvědomili a jejich snaha navracet, co způsobili, je zavedla ke snaze o zavlažování, navrácení koryt řek do jejich původního přirozeného stavu a další. (Punčochář a kol. 2015) Kvůli suchu a vlnám vedra s ním spojené, přicházejí o život lidé v různých částech světa. Ani Evropa není výjimkou (Bouchama, 2014).

Druhý, neméně nebezpečný, hydrologický extrém-povodně, značí výrazné přechodné zvýšení hladiny toku, které je způsobeno náhlým nárůstem průtoků nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, kde může dojít k rozlivu vody mimo koryto (ČSN, 1975). I povodně s sebou nesou ztráty na životech. Většinou tyto ztráty způsobuje nedostatečná informovanost a rizikové individuální počiny jedinců. Mezi neméně důležité škody způsobené povodněmi patří škody na majetku a kontaminace vodních toků (Čamrová a kol. 2006).

## 2 Cíl práce

Cílem práce rešeršního charakteru je blíže seznámit čtenáře s problematikou hydrologického sucha, povodní, jejich monitorováním a lépe tak pochopit výběr vhodného opatření, které zmírňuje negativní dopady hydrologických extrémů na Českou republiku.

## 3 Voda

Voda je všude kolem nás. Je v lidském organismu, vegetaci, půdě i v atmosféře. Voda je základním fyziologickým prostředím všech živých organismů (Pecharová a kol. 2011). Má hlavní význam pro vznik veškerého života na Zemi. Při tvorbě zeměkoule nastala syntéza vodíku a kyslíku, čímž vznikly vodní páry, které při ochlazování zemského povrchu kondenzovaly a v podobě deště spadly na povrch země. Voda pronikla do trhlin a prohlubenin, čímž se začaly vytvářet oblasti podzemních vod, které místy komunikovaly s povrchovými vodami. Postupně se utvořil vyrovnaný a stabilní systém. Množství vody na zemi i v atmosféře je konstantní a stabilní a celou tuto soustavu nazýváme hydrosférou (Netopil, 1970).

**Hydrosféra** je tedy veškerá voda na zemi. Ať už mluvíme o vodě zmrzlé, kapalné, o vodě v horní vrstvě půdy či o vodní páře v zemské atmosféře (Negusse, 2005).

### 3.1 Voda ve vybraných vědních oborech

**Hydrologie** je věda o Zemi, která popisuje výskyt, rozdělení a oběh vody na Zemi a v její atmosféře (Eagleson, 1991).

Jiná definice zní: Hydrologie je věda, která se zabývá různými formami vody tak, jak existují v přirozeném prostředí (Thomas, Goudie, 2010).

National Research Council definuje hydrologii jako vědu, zabývající se výskytem, rozložením, vlastnostmi a cirkulací vody na Zemi (National Research Council, 1991).

Tato věda má široké pole působnosti, v němž se setkává s mnohými dalšími vědami. Zabývá se fyzikálními, chemickými a biologickými procesy uvnitř všech prvků krajinné sféry. Hydrologie zahrnuje nejen poznatky základních vědních disciplín, jako je fyzika, matematika, statistika, chemie a biologie, ale také geovědních disciplín (pedologie, geologie, meteorologie, klimatologie atd.) a ostatních vědních oborů a disciplín (vodní hospodářství, hydrotechnika, ekonomie a další).

**Hydrografie** je věda, která se zabývá morfologickými, morfometrickými a hydrologickými charakteristikami vodních útvarů, jejich geologickému rozložení na Zemi a zákonitostmi tohoto rozložení. Vodním útvarem zde myslíme soustředění vody (trvalé i dočasné) v jakémkoli skupenství na zemském povrchu nebo v zemské kůře. Je součástí hydrologického cyklu.

- **Vodní tok** je soustředěný tok vody na zemském povrchu, který je ohraničen dnem a břehy. Místo, kde vodní tok začíná, nazýváme pramen a místo, kde

vodní tok končí (vlévá se do řeky vyššího řádu, do jezera nebo do moře), nazýváme ústí. Vodní tok spolu se svými přítoky vytváří říční síť.

- **Povodí** je základní hydrologická jednotka. Povodím nazýváme území, ze kterého je veškerá voda odváděna k určitému závěrnému profilu. Veškerou vodou je na mysli voda z atmosférických srážek, sněhu, ledu, ale také voda z povrchových a podpovrchových odtoků.
- **Rozvodnice** je pomyslná hranice mezi sousedními povodími.
- Pod pojmem **Hydrografická síť**, si můžeme představit všechny potoky, řeky, jezera a rybníky, které se vyskytují na ploše povodí.

**Hydrometeorologie** se zabývá globálními změnami klimatu, se kterými přichází i zvýšený výskyt nepříznivých meteorologických i hydrologických jevů. To zapříčinilo nerovnoměrné množství srážek během roku, vyšší množství přívalemých dešťů a kvůli tomu vzniklých povodní a delších období sucha (Pavelková, Frajer, 2014).

Jedná se o studium hydrologického cyklu, ve kterém voda cirkuluje z moří do atmosféry, a z té pak zpátky do moří a oceánů nebo na zemský povrch (Bruce, Clark, 1996).

Atmosférické srážky mohou být kapalné ale i pevné. Dělíme je na:

- Vertikální (atmosférické)- déšť, zmrzlý déšť, kroupy, krupky, sníh, mrholení, mlha
- Horizontální-námraza, jinovatka, rosa

**Hydrometrie** neboli měření hydrologických prvků, se uskutečňuje ve vodoměrných stanicích. Tyto stanice jsou uspořádány podle hlavních povodí a budují se na hydraulicky vhodných místech. Součástí každé stanice je vodočet nebo limnigrafická budka s lanovkou, sloužící k měření průtoků. Ve většině je kombinace těchto dvou zařízení. Tímto získáváme základní charakteristiky vodních poměrů.

Měřené prvky:

- Měření vodního stavu-měří se kvůli výpočtům dalších hydrologických charakteristik, hlavně průtoků.
- Měření teploty vody
- Pozorování ledových jevů

- Měření splavenin
- Měření průtoků (Pavelková, Frajer, 2014)

## 4 Voda na Zemi

Planeta Země je jedinou planetou v naší sluneční soustavě, kde se voda vyskytuje ve všech svých skupenstvích-kapalná, plynná a voda v pevném skupenství. Voda má čirou barvu, a i přes to, můžeme díky průchodu slunečního záření ve větší vrstvě vody vidět modrou barvu. Velké plochy oceánů spolu s bílou barvou oblačnosti pomáhají Zemi při pohledu z kosmu zářit. Proto nám může připomínat modrobílý drahokam (Šobr, 2016).

### 4.1 Rozložení vody na zemi

Souhrn veškeré vody na zemi označujeme pojmem hydrosféra. Hydrosféra, tedy veškerá voda na zemi, má prakticky stálý objem. Celkový objem vody na planetě se odhaduje na  $1,33 \cdot 10^9 \text{ km}^3$ . Voda má pro přírodu mnoho významů. Účastní se většiny fyzikálních, chemických i biologických procesů a je závažným činitelem při formování zemského povrchu.

Vodu dělíme na vodu v oceánech a vodu na pevnině. Oceány a světová moře zaujímají plochu 70,5 % zemského povrchu a obsahují  $1,3 \cdot 10^9 \text{ km}^3$  vody. To je přibližně 96,5 % z celkového množství vody. Na vodu v atmosféře a vodu pevniny připadá nepatrné 1 % z celkového množství.

V jezerech je  $0,75 \cdot 10^6 \text{ km}^3$  vody a v řekách  $1,2 \cdot 10^4 \text{ km}^3$ . Voda, která ročně oteče ze zemského povrchu tvoří asi  $37 \cdot 10^3 \text{ km}^3$ . Z toho se většina vrací do moře. Zbytek připadá na oblasti bez odtoku do moře. Ten činí  $700 \text{ km}^3$ .

Sladkou vodu najdeme z 68 % v ledu a ledovcích. V zemi se nachází 30 % z celkových zásob sladké vody. Řeky a jezera, což jsou povrchové zdroje sladké vody, obsahují  $93\,000 \text{ km}^3$ . To činí jen zlomek procenta z objemu vody na Zemi. Podzemní voda o objemu 23,4 mil. kilometrů krychlových tvoří 1,7 % z celkových zásob vody (Starý, 2005). Souhrn objemu vody je sepsán v následující tabulce:

Výskyt vody	Objem vody	% z celkového objemu vody
	km <sup>3</sup>	%
oceány a moře	1 338 000 000	96,537
Ledovce	24 064 000	1,736
podzemní voda	23 400 000	1,688
půdní vlhkost	16 500	0,001
Jezera	176 400	0,013
voda v atmosféře	12 900	0,001
voda v řekách	2 120	0,000

Ostatní	312 590	0,023
celkový objem vody na Zemi	1 386 000 000	100,0

Tab. 1.: Rozdělení vodních zásob na Zemi, Zdroj: Starý M., 2005: Hydrologie, Modul 01. VUT, Brno.

#### 4.2 Globální hydrologický cyklus

Voda je v neustálém pohybu. V procesu tohoto pohybu dochází k výměně vody mezi oceány, atmosférou, zemským povrchem a místy, kde se nachází podzemní voda. Tento pohyb označujeme jako globální hydrologický cyklus. Hlavní příčina koloběhu vody je energie vyzařovaná ze Slunce, která iniciuje a reguluje pohyb vody v přírodě. Tato energie zajišťuje výpar vody ze světových oceánů, z půdy nebo z vegetace na pevnině. Celkový objem vypařené vody z oceánů je 505 000 km<sup>3</sup>. Z pevniny je to 72 000 km<sup>3</sup>. Dohromady je to tedy 577 000 km<sup>3</sup>.

Voda dále v podobě plynného skupenství pokračuje do vyšších vrstev atmosféry, odkud je transportována na jiné místo, kde pak dochází ke kondenzaci a vypadávání srážek. V případě, že srážky dopadnou na pevninu, vsakují se, obohacují zásoby podzemních vod, doplňují vodu řek, jezer nebo ledovců a v podobě povrchového odtoku se dostávají zpět do oceánu. Odtud se voda znovu vypařuje do atmosféry, což způsobí její stále opakovaný pohyb. Na hladinu oceánu dopadne přibližně 458 000 km<sup>3</sup> srážek, na pevninu v podobě deště a sněžení dopadne 119 000 km<sup>3</sup> srážek. Z čehož vyplývá, že nad pevninou vypadne více srážek, než se z ní vypaří. Tento přebytek umožňuje atmosférické proudění směřující z oceánu nad pevninu.

Tohoto oběhu vody se účastní jen velice malá část zásob světového oceánu. Tuto nepatrnou část tvoří zhruba 0,04 %. Objem vody v atmosféře tvoří jednu čtyřicetinu ročního úhrnu srážek. Z toho vyplývá, že se každých 9 dnů obsah plynného skupenství vody v atmosféře vymění. Voda, která se nachází v korytech řek, se vymění v průměru každých 16 dnů. Voda v oceánu, velkých jezerech, ledovcích a podzemní voda se celkově vymění v řádu stovek i tisíců let (Šobr, 2016). Hydrologický cyklus je znázorněn na následujícím obrázku:



Obr:1: Hydrologický cyklus, Zdroj: <http://zomriabysizil.com/kolobeh.php>

### 4.3 Malý a velký hydrologický cyklus

#### 4.3.1 Velký hydrologický cyklus

Velkým hydrologickým cyklem nazýváme proces výměny vody mezi oceánem a pevninou. Necelých 86 % vypařené vody z povrchu Země pochází z moří a oceánů a přibližně 16 % pochází z půdy. Díky odpařování vody z oceánů a moří a následnému srážení (v podobě deště nebo sněhu) této vody nad kontinenty, voda každodenně urazí velkou vzdálenost. Část vody ze srážek je pak absorbována do země, část vody vstřebává vegetace a část se znovu vypaří. Zbytek odtéká povrchovými odtoky do řek a poté zpět do moří a oceánů. Tímto je velký cyklus vody dokončen.

Za ideálních podmínek se z moří a oceánů vypaří stejné množství vody, jako se do nich vrátí. I relativně malé odchylky od tohoto stavu rovnováhy mohou znamenat velké problémy na kontinentech. Obzvláště, pokud jsou odchylky dlouhodobé a postihují většinu povodí. Pokud je vody proudící z kontinentů do oceánů více než srážek, pak půda ztrácí vláhu a vysouší se. K tomuto případu by došlo tehdy, kdy by lidstvo začalo svými aktivitami systematicky snižovat infiltraci dešťové vody do půdy. Těmito aktivitami je myšleno například odlesňování, zemědělská činnost a urbanizace, kde je požadováno, aby voda co nejrychlejším způsobem otekla do řek a následně do moře. Vlhkost půdy klesá, klesá i hladina podzemní vody, vegetace usychá a vody se z půdy odpařuje méně. Pokud množství vody proudící z kontinentů do moří a oceánů stoupá a odpařování vody z moří a oceánů zůstává stejné, pak nastává zvýšení hladiny oceánů (včetně zvýšeného tání ledovců).

Kromě změn celosvětové vodní bilance, které jsou způsobeny přírodními vlivy (sluneční cykly, změny v pozici Země ve vztahu k Slunci, sopečná činnost, ...), člověk podvědomě způsobuje mnohé další odchylky, kterými přispívá k vysoušení kontinentů. V opačném případě-úmyslném zachování vody na kontinentech-by lidstvo mohlo zastavit pokračující desertifikaci a vrátit ztracenou vodu na kontinenty (Kravčík a kol. 2007).

#### 4.3.2 Malý hydrologický cyklus

Malý hydrologický cyklus, nebo také malý koloběh vody, je uzavřený oběh vody, ve kterém voda, odpařená ze země, spadne ve formě srážek na to samé území, ze kterého byla odpařena. Stejně, jako existuje malý vodní cyklus nad zemí, tak existuje malý vodní cyklus nad moři a oceány. Interakce probíhají mezi jednotlivými malými vodními cykly. Tyto cykly probíhají v různých oblastech s různými zemskými povrchy s různou vlhkostí a poměrem povrchové vody. Hlavní pohyb vody v malém hydrologickém cyklu je oproti velkému vodnímu cyklu vertikální. Odpařování vody z mnoha oblastí s různými teplotami pomáhá k vytváření oblačnosti. Některé malé voní cykly mohou být dotovány vodou z velkého hydrologického cyklu.

Název Malý vodní cyklus utváří dojem, že cyklus obsahuje malé množství vody. Opak je ale pravdou. Průměrné roční srážky nad zemí jsou okolo 720 mm a z toho odeče do moří přibližně 310 mm. Z toho vyplývá, že země poskytuje k odpaření z velké části vodu z vlastních srážek. To znamená, že 50-60 % vody spadlé na dané území, se z tohoto území znovu vypaří. Chceme-li tedy mít stabilní srážky, musíme zajistit odpařování vody ze stejné země, kam voda v podobě srážek spadla. Velký odtok vody z území a následné odpařování způsobí snížení srážek. Na druhou stranu, s poklesem odtoku získáme větší odpařování. Objem vody v malých vodních cyklech se postupně snižuje.

Malý cyklus vody je charakteristický pro hydrologicky zdravou zemi. V zemi, která je nasycená vodou a vodní párou, voda cirkuluje v malém množství a relativně krátké vzdálenosti. K tomu dochází díky vodní páře, která zmírní rozdíl v teplotách mezi dnem a nocí nebo mezi lokalitami s různými teplotními režimy. Většina vody se pak v daném regionu opět odpařuje. Časté a pravidelné místní srážky udržují vyšší hladinu podzemní vody, dobrý stav vegetace a další odpařování, takže se celý cyklus může opakovat znovu a znovu.

Pokud dojde k rozsáhlému narušení vegetačního krytu (odlesňování, zemědělská činnost, urbanizace, ...) a solární energie dopadne na oblast s nízkým výparem, způsobí to výrazné rozdíly v teplotách mezi dnem a nocí nebo zvýšení rozdílů teplot



v různých lokalitách. Zvýší se proud vzduchu, vodní pára bude odvedena dále od teplého vzduchu a většina odpařené vody se z dané lokality ztratí. Slabé a časté srážky nahradí intenzivní a méně časté srážky z moří. Malý vodní cyklus bude nahrazen velkým vodním cyklem, který je charakteristický erozí půdy a transportem půdních živin do moří. Malý vodní cyklus je pro lidstvo velice výhodný. Jeho obnova závisí na obnově funkčního rostlinného pokryvu země a obnově vodních ploch (Kravčík a kol. 2007).

## 5 Voda v České republice

Česká republika leží na rozvodnici následujících moří-Severního, Baltského a Černého. Všechny významnější toky naší republiky odvádějí vodu do sousedních zemí. Vodní zdroje tedy zcela závisejí na srážkách. V následující tabulce je pro Českou republiku znázorněn přehled délek vodních toků, počet vodních nádrží a další.

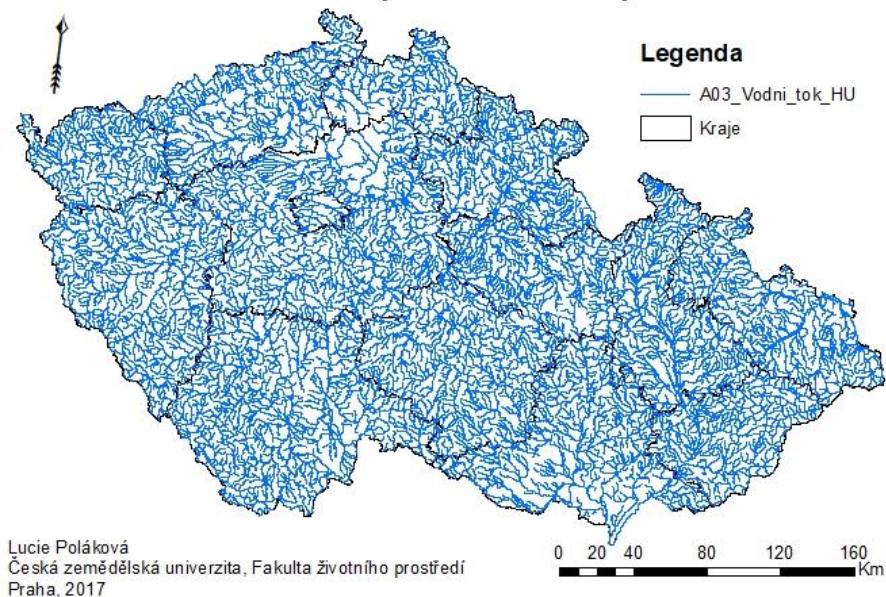
Základní charakteristiky vodního hospodářství			
vodní toky v ČR (celková délka)	108 000 km	Vodní cesty	522,2 km
Významné vodní toky	16 300 km	Rybníky	cca 24 000
Drobné vodní toky	91 700 km	Vodovody	74 141 km
Významné vodní nádrže	165	Kanalizace	41 911 km
Drobné vodní nádrže	523	Čistírny odpadních vod	2 557
Jezy	cca 1000		

*Tab. 2.: Základní charakteristiky vodního hospodářství, Zdroj:*

*Ministerstvo zemědělství, 2013*

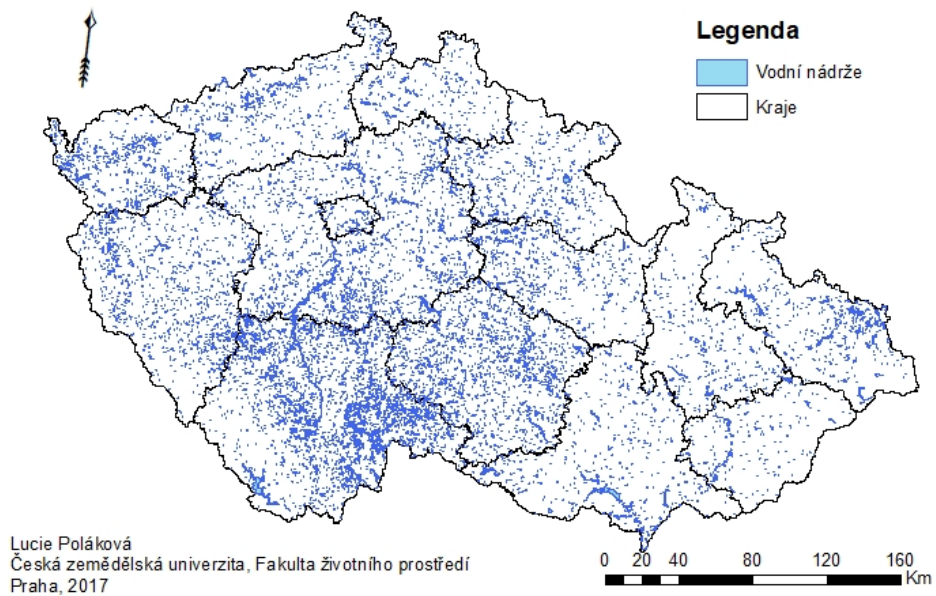
Přehled vodních toků a vodních nádrží v České republice:

### Vodní toky- hrubé úseky



Obr.2: Vodní toky-hrubé úseky, Zdroj: [www.dibavod.cz](http://www.dibavod.cz)

### Vodní nádrže



Obr.3: Vodní nádrže, Zdroj: [www.dibavod.cz](http://www.dibavod.cz)

## 6 Klima České republiky

Česká republika se nachází v mírném podnebném pásu na rozmezí mezi oceánským a kontinentálním klimatem.

S oceánským klimatem se můžeme setkat v západní a severozápadní Evropě, kde má velký vliv Atlantický oceán. Toto klima je typické pro svou vlhkost a malé teplotní rozdíly během roku.

Kontinentální klima naopak najdeme na východě a jihovýchodě Evropy, tedy ve vnitrozemí kontinentů, a jeho charakteristiky jsou opačné.

Česká republika je svou rozlohou malá, ale i tak je zde zcela patrný přechod od oceánského do kontinentálního klimatu od západu na východ.

Vzdálenost mezi nejsevernějším a nejjižnějším bodem České republiky je malá, proto se změna teploty se změnou zeměpisné šířky velmi neprojevuje. Pro rozložení teplot hraje zásadní roli nadmořská výška. S narůstající nadmořskou výškou teplota klesá. Každých 100 metrů výšky teplota klesá průměrně o 0,6 °C/100 m.

Teplotně dělíme oblasti ČR na teplé, mírně teplé a oblasti chladné.

- Teplé oblasti se nachází v nížinách. (např.: Polabí, dolní Poohří, dolní Povltaví, Dolnomoravský úval, Hornomoravský úval a Dyjsko-svratecký úval)
- Nejrozlehlejší jsou u nás oblasti mírně teplé. Ty se rozkládají v pahorkatinách a vrchovinách.
- Chladné oblasti nalezneme v horských regionech.

Průměrná teplota v České republice je 7,3 °C.

Teplotní rekordy:

- Nejnižší průměrná roční teplota: Sněžka 0,2 °C
- Nejvyšší průměrná roční teplota: Praha 10,1 °C
- Nejnižší absolutní teplota: Litvínovice u ČB -42,2 °C
- Nejvyšší absolutní teplota: Praha 40,2 °C

Praha má výjimečné postavení mezi těmito lokalitami. Projevuje se zde mikroklima města, které má v letních měsících, díky svým velkým zastavěným plochám a komunikacím, vyšší teploty než podobná místa, kde člověk nezasáhl (Trubač, 2007).

## 7 Srážky v České republice

Česká republika je zvláštní tím, že do ní nepřitéká žádná řeka. Její zdroje vody jsou pouze atmosférické srážky a prameny, jejichž množství závisí také na množství srážek. Z toho plyne, že množství srážek, roční srážkové úhrny a jejich dlouhodobá změna, si zasluhují velkou pozornost. Na rozdíl od stoupajících teplot vzduchu, se do budoucna očekává mírný pokles srážek, který může způsobit sucho. Kožuchowski a Marciniak (1990) předložili studii, podle které srážky v severní a západní Evropě rostou a porostou i do budoucna, a naopak v jižní a východní Evropě srážky klesají a do budoucna klesat budou (Kožuchowski, Marciniak, 1990). Území České republiky leží v oblasti, kde se očekává pokles. Tento fakt byl potvrzen i novějšími výzkumy (Räisänen a kol. 2004).

### 7.1 Hydrometeorologická situace v ČR v roce 2016

#### Leden:

Leden 2016 byl ohledně srážek normální. Průměrný srážkový úhrn za ČR tvořil 38 mm, což je 93 % normálu. Nejvíce srážek napadlo v západočeské oblasti, kde srážky tvořily 52 mm, tedy 137 % normálu. V Čechách spadlo 42 mm (95 % normálu) a na Moravě a ve Slezsku 30 mm (88 % normálu).

Lednové teploty by bylo možné označit také jako normální, s průměrnou teplotou -1,1 °C (0,6 °C nad normálem).

Sněhová pokrývka napadla ve druhé třetině měsíce a pokryla celé území ČR. V nižších a středních polohách odtála. Nejvíce sněhu vykazovaly horské oblasti. Například Šumava- 40-70 cm sněhu. V ostatních horách se hodnota pohybovala okolo 30-50 cm sněhové pokrývky.

V následující tabulce jsou nejvyšší měsíční úhrny srážek za leden 2016:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Liberec	68,5 mm	Štítná nad Vláří	47,1 mm
Střední polohy:	Šindelová	101,1 mm	Jeseník	41,0 mm
Vyšší polohy:	Desná	109,3 mm	Horní Bečva	57,3 mm
Horské polohy:	Churáňov	121,8 mm	Šerák	98,9 mm

Tab.3: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v lednu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Na většině sledovaných povodí ČR byl měsíc leden celkově podprůměrný. Průtoky se pohybovaly nejvíce v rozmezí 15-90 % Q. Více vody odtékalo především z horských oblastí (60-100 % Q). Koncem měsíce se situace vylepšila díky tajícímu sněhu.

### Únor:

Únor 2016 vykazoval nadnormální hodnoty, kde průměrný srážkový úhrn tvořil 60 mm, což je 171 % normálu. V Čechách bylo naměřeno 54 mm (146 % normálu), na Moravě a ve Slezsku hodnoty šplhaly až na 71 mm (215 % normálu). Nejméně srážek napadlo ve středních Čechách (36 mm, 138 % normálu).

I teplotně byl únor nadnormální. Průměrná měsíční teplota byla 3,5 °C. To je celé 4 °C nad normálem.

Sněhová pokrývka nebyla velmi bohatá. Na začátku února jsme sníh mohli nalézt pouze na horách. V nižších a středních oblastech se sníh vyskytl až kolem poloviny února, ale rychle znovu odtál. Díky vysokým teplotám a jihozápadnímu větru docházelo k redukci sněhové pokrývky i na horách. Až 29. února sníh znovu napadl.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za měsíc únor jsou v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Varnsdorf	98,0 mm	Jablunkov	120,2 mm
Střední polohy:	Trhanov	114,0 mm	Červená voda	101,0 mm
Vyšší polohy:	Železná ruda	145,0 mm	Malá Morávka	132,0 mm
Horské polohy:	Prášíly	210,0 mm	Lysá Hora	165,0 mm

Tab.4: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v únoru 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Únor 2016 byl ve většině sledovaných povodí ČR celkově více vodný než měsíc předchozí. Průtoky se pohybovaly v širokých rozmezích od 40-250 % Q.

### Březen:

Měsíc březen byl v roce 2016 na území ČR srážkově podnormální. Průměrný úhrn činil 30 mm (70 % normálu). V Čechách napadlo v průměru 31 mm (66 % normálu), na Moravě a ve Slezsku to bylo 28 mm (76 % normálu). Nejvíce srážek spadlo v západních Čechách (32 mm, 80 % normálu) a nejméně na jihu Čech (25 mm, 52 % normálu).

Březnové teploty se dají označit za normální s průměrnou teplotou 3,8 °C, což je jen 0,4 °C nad normálem.

Studená fronta v polovině měsíce přinesla sněhové srážky i do nižších poloh. V Plzni bylo 15.3.2016 naměřeno 5 cm tlustá vrstva sněhu. Na horách na stanici Šerák bylo za 14.3.2016 a 15.3.2016 zaznamenán nárůst o 24 cm nového sněhu.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za březen 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Rychnov nad Kněžnou	48,0 mm	Javorník	52,0 mm
Střední polohy:	Rokytnice v Orlických horách	60,0 mm	Jeseník	51,0 mm
Vyšší polohy:	Svratouch	62,0 mm	Červená	38,0 mm
Horské polohy:	Pec pod Sněžkou	48,0 mm	Šerák	92,0 mm

Tab.5: Nejvyšší měsíční úhrny v březnu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Březen byl na území ČR v hlavních sledovaných povodích odtokově průměrný až podprůměrný. Březnové průtoky byly v porovnání s únorovými hodnotami mírně vyšší, ale vzhledem k březnovým dlouhodobým hodnotám, které jsou jedny z největších v roce, byly ve většině podprůměrné. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 35 do 130 % Q.

#### **Duben:**

Měsíc duben byl v České republice srážkově normální. Srážkový úhrn tvořil průměrně 40 mm (89 % normálu). V Čechách (32 mm, 73 % normálu) napršelo méně než na Moravě a ve Slezsku (54 mm, 115 % normálu). Nejvíce srážek napadlo na severní a jižní Moravě (severní: 63 mm, 117 %, jižní: 45 mm, 110 %). Naopak nejméně srážek spadlo ve středních Čechách (22 mm, 65 % normálu).

Teplota v dubnu byla taktéž normální. Průměrná teplota byla 8,1 °C, což je 0,5 °C nad dlouhodobými průměrnými hodnotami.

Na začátku měsíce se sněhová pokrývka držela v polohách nad 1000 m. n. m. a nejvíce jí leželo v Krkonoších. Avšak většinu měsíce sníh tál. Jen koncem dubna díky ochlazení napadl sníh i v nižších polohách.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za duben 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Varnsdorf	47,0 mm	Valašské Meziříčí	83,0 mm
Střední polohy:	Janov-Gajer	49,0 mm	Jeseník	71,0 mm
Vyšší polohy:	Deštné v Orlických horách	62,0 mm	Červená	70,0 mm
Horské polohy:	Churáňov	57,0 mm	Lysá Hora	106,0 mm

Tab.6: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v dubnu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Duben byl na území ČR odtokově podprůměrný. V Případě několika menších toků (Odra, Morava) byl průměrný. První polovina měsíce byla ve znamení odtávání zbytků sněhu z horských oblastí. V polovině měsíce byly průtoky posílněny vydatnějšími srážkami. Nejvíce vody odtékalo Odrou a Moravou (40 až 120 % Q). Pro povodí Labe, Vltavy a Dyje byly hodnoty podprůměrné (30 až 85 % Q).

#### **Květen:**

V roce 2016 byl měsíc květen srážkově normální. Průměrný srážkový úhrn tvořil 53 mm, což je 78 % normálu. V Čechách byla naměřena průměrná hodnota 54 mm (82 % normálu), ve Slezsku a na Moravě hodnota činila 51 mm (72 % normálu). Nejvyšší srážkové úhrny patřily jižním Čechám (94 mm, 136 % normálu) a naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny v severních a západních Čechách (severní: 37 mm, 60 % normálu, západní: 38 mm, 67 % normálu).

Normální byl květen i co se teplot týče. Průměrná teplota tohoto měsíce byla 14 °C. Tato hodnota je o 0,9 °C vyšší, než je normál.

Na stanici Šerák byla začátkem měsíce naměřeno 16 cm sněhu, který ale rychle tál. Dne 4.5. došlo k výraznému ochlazení, při kterém sněžilo hlavně na hřebenech Krkonoš. Den poté měřila sněhová pokrývka na Labské boudě 40 cm. Další významná sněhová pokrývka se již nevytvořila.

Nejvyšší měsíční úhrn srážek za měsíc květen jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	České Budějovice	109,0 mm	Šumperk	95,0 mm
Střední polohy:	Husinec	121,0 mm	Jeseník	86,0 mm
Vyšší polohy:	Černá v Pošumaví	142,0 mm	Protivanov	103,0 mm
Horské polohy:	Churáňov	86,0 mm	Šerák	108,0 mm

Tab.7: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v květnu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Měsíc květen byl podobně jako duben 2016 odtokově podprůměrný. Odtok odpovídal polovině dlouhodobého květnového průměru. Průměrné průtoky sledovaných toků dosahovaly 35 až 65 % Q.

### Červen:

Měsíc červen byl v roce 2016 na území ČR srážkově normální. Průměrný úhrn srážek tvořil 78 mm (93 % normálu). V Čechách spadlo v průměru 91 mm srážek (111 % normálu), na Moravě a ve Slezsku to činilo 54 mm (62 % normálu). Nejvíce napršelo v oblasti západních Čech (120 mm, 162 % normálu) a nejméně na jihu Moravy (47 mm, 61 % normálu).

Nadnormální teploty v červnu šplhaly v průměru na 17,7 °C, což je 1,9 °C nad normálem.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za červen 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Staňkov	159,0 mm	Javorník	86,0 mm
Střední polohy:	Klatovy	203,0 mm	Jeseník	72,0 mm
Vyšší polohy:	Bedřichov	206,0 mm	Světlá hora	117,0 mm
Horské polohy:	Luční bouda	139,0 mm	Šerák	105,0 mm

Tab.8: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v červnu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

V červnu 2016 byly hodnoty na sledovaných povodích stejně jako předchozí měsíc podprůměrné. Průtoky se pohybovaly v rozmezí od 20 do 90 % Q. Více vody se dalo naměřit na toku Vltavy (100-200 % Q) a na povodí Berounky (90-140 % Q). Nejmenší průtoky byly zaznamenány například na Bystřici a Jičínce (do 10 % Q).



## Červenec:

V červenci 2016 bylo na území ČR srážkové množství normální s průměrným úhrnem 106 mm (120 % normálu). V Čechách spadlo v průměru 101 mm srážek (113 % normálu), na Moravě a ve Slezsku 116 mm (133 % normálu). Nejvíce napršelo na severní Moravě (128 mm, 124 % normálu) a nejméně ve středních Čechách (75 mm, 97 % normálu).

Teplota v červenci byla nadnormální až silně nadnormální. Průměrná měsíční teplota byla 19,1 °C, což udává odchylku + 1,5 °C od normálu.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za měsíc červenec 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	České Budějovice	202,0 mm	Lučina	175,0 mm
Střední polohy:	Jindřichův Hradec	179,0 mm	Vatín	108,0 mm
Vyšší polohy:	Bedřichov	228,0 mm	Červená	182,0 mm
Horské polohy:	Hojsova Stráž	181,0 mm	Lysá Hora	227,0 mm

Tab.9: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v červenci 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Červenec 2016 byl na sledovaných povodí ČR podprůměrný až průměrný. Průtoky se pohybovaly v rozmezí 20-120 % Q. Více vodné toky byly toky v povodí horní Vltavy a Berounky (130-250 % Q). Nejnižší vodnost byla zaznamenána na tocích v povodí středního Labe-Vrchlice, Chrudimka (pod 20 % Q).

## Srpen:

Měsíc srpen byl na území ČR srážkově podnormální. Průměrný srážkový úhrn tvořil 41 mm (55 % normálu). V Čechách napadlo v průměru 38 mm (50 % normálu), na Moravě a ve Slezsku 48 mm (66 % normálu). Rozložení srážek mezi jednotlivými kraji bylo rozdílné. Nejvíce napršelo na severní Moravě (52 mm, 61 % normálu) a skoro o polovinu méně srážek spadlo ve středních Čechách (29 mm, 43 % normálu).

Teploty v srpnu byly normální. Průměrná teplota činila 17,5 °C, což je jenom 0,1 °C odchylka od normálu.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za měsíc srpen 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Ústí nad Labem	73,0 mm	Lučina	101,0 mm
Střední polohy:	Rokytnice v Orlických horách	50,0 mm	Luká	41,0 mm
Vyšší polohy:	Desná	81,0 mm	Protivánov	50,0 mm
Horské polohy:	Hojsova Stráž	82,0 mm	Lysá Hora	122,0 mm

Tab.10: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v srpnu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Srpen byl i odtokově podprůměrný až průměrný. Srpnové průtoky se pohybovaly v rozmezí od 20 do 95 % Q. Nejvíce vod odtékalo povodím Odry (55 až 150 % Q) a nejméně vodné toky byly toky v povodí Labe (20 až 40 % Q).

### Září:

Měsíc září byl v roce 2016 na území ČR srážkově normální. Průměrný srážkový úhrn tvořil 38 mm (67 % normálu). V Čechách napršelo v průměru 45 mm (80 % normálu), na Moravě a ve Slezsku pak 23 mm (39 % normálu). Nejvyšší srážkové úhrny byly zaznamenány v severních Čechách (73 mm, 141 % normálu) a naopak nejnižší byly naměřeny na jižní Moravě (17 mm, 33 % normálu).

Září bylo teplotně silně nadnormální. Průměrná měsíční teplota byla 16,2 °C, což je o 3,1 °C více než je normál.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za září 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Kadaň-Tušimice	82,0 mm	Valašské meziříčí	44,0 mm
Střední polohy:	Klatovy	77,0 mm	Jeseník	23,0 mm
Vyšší polohy:	Nová Ves v Horách	142,0 mm	Červená	44,0 mm
Horské polohy:	Milešovka	112,0 mm	Lysá Hora	73,0 mm

Tab.11: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v září 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Září 2016 bylo na území ČR ve sledovaných povodí odtokově podprůměrné. V některých povodích ojediněle průměrné. Hodnoty průtoků se pohybovaly v rozmezí od 15 do 80 % Q. Nejvíce vody odtékalo povodím Vltavy (25 až 95 % Q) a nejméně vody odtékalo povodím Labe (20 až 80 %) a Moravy (15 až 60 %).

### Říjen:

Tento měsíc byl na území ČR srážkově nadnormální. Průměrný odtok byl 65 mm (144 % normálu). V Čechách spadlo průměrně 61 mm (133 % normálu), na Moravě a ve

Slezsku 73 mm (170 % normálu). Nejvíce srážek spadlo na severní Moravě (99 mm, 206 % normálu) a nejméně v oblasti jižní Moravy (46 mm, 121 % normálu).

V říjnu byly teploty normální s průměrem 7,9 °C s odchylkou -0,3 °C od normálu.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za měsíc říjen 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Praha-Ruzyně	73,0 mm	Lučina	108,0 mm
Střední polohy:	Křešín-Kramolín	72,0 mm	Jeseník	175,0 mm
Vyšší polohy:	Bedřichov	144,0 mm	Červená	95,0 mm
Horské polohy:	Luční Bouda	179,0 mm	Lysá Hora	238,0 mm

Tab. 12: Nejvyšší měsíční úhrny v říjnu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Na většině hlavních sledovaných povodí ČR byl měsíc říjen průměrný až nadprůměrný. Nejvodnatější bylo povodí Odry (průtok 110 až 350 % Q) a naopak nejméně vodné byly toky v povodí Ohře, Dyje a dolní Vltavy (30 až 90 % Q).

#### Listopad:

Měsíc listopad byl s průměrným srážkovým úhrnem za ČR normální. Průměrně napršelo 37 mm (76 % normálu). V Čechách spadlo průměrných 36 mm (72 % normálu), na Moravě a ve Slezsku 39 mm (83 % normálu). Nejvíce srážek bylo zaznamenáno na severní Moravě (42 mm, 85 % normálu) a nejméně v oblasti středočeské (25 mm, 69 % normálu).

Teploty v měsíci listopadu byly normální, s průměrnou teplotou 3,1 °C, což je 0,3 °C nad normálem.

V tomto měsíci se už začala vytvářet sněhová pokrývka, zejména na horách. Začátkem měsíce bylo na Lysé hoře naměřeno 7 cm. V polovině listopadu byla zaznamenána rozsáhlejší sněhová pokrývka na všech horách: Plechý (27 cm), Labská bouda (25 cm), Březník hřeben (23 cm). 11.11. se sníh objevil i v polohách okolo 400 m a následující den i níže. Díky následnému oteplení ale sníh odtával i v nejvyšších polohách.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za měsíc listopad 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Rychnov nad Kněžnou	73,8 mm	Rožnov p/R.	65,3 mm
	Rokytnice v Orlických horách		Bílá,	
Střední polohy:		78,0 mm	Konečná	57,7 mm
Vyšší polohy:	Deštné v Orlických horách	84,6 mm	Horní Bečva	69,7 mm
Horské polohy:	Labská bouda	80,1 mm	Lysá Hora	115,3 mm

Tab.13: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v listopadu 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Listopad 2016 byl na většině sledovaných povodí na území ČR průměrný až podprůměrný. Průtoky se pohybovaly v rozmezí 40-140 % Q. Nejvodnatější bylo povodí řeky Odry, Opavice, Ostravice a Rožnovská Bečva (123-212 % Q). Naopak nejméně vodné bylo povodí horního Labe (15-75 % Q).

### Prosinec:

Prosinec byl na území ČR srážkově normální a průměrný měsíční srážkový úhrn činil 28 mm, což je 70 % normálu. V Čechách napadlo v průměru 32 mm (74 % normálu), na Moravě a ve Slezsku 20 mm (57 % normálu). Nejméně srážek se nacházelo na jižní Moravě (29 mm, 50 % normálu) a naopak nejvíce ve východních Čechách (44 mm, 83 % normálu).

Prosinec 2016 byl teplotně normální. Průměrná teplota byla -0,2 °C, což znamená odchylku -0,1 °C od normálu.

Nejvyšší měsíční úhrny srážek za měsíc prosinec 2016 jsou uvedeny v následující tabulce:

	Čechy		Morava a Slezsko	
Nižší polohy:	Rychnov nad Kněžnou	74,0 mm	Brno-Tuřany	56,0 mm
Střední polohy:	Rokytnice v Orlických horách	78,0 mm	Jeseník	47,0 mm
Vyšší polohy:	Deštné v Orlických horách	85,0 mm	Červená	53,0 mm
				115,0
Horské polohy:	Pec pod Sněžkou	62,0 mm	Lysá Hora	mm

Tab.14: Nejvyšší měsíční úhrny srážek v prosinci 2016, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Prosinec byl na území ČR odtokově podprůměrný. Průměrné průtoky se lišily jen nevýrazně a nejčastěji dosahovaly 40 až 75 % Q. Avšak místy dosahovaly až 130 % Q, a to na severovýchodě území. Nejvodnatější bylo povodí Olše (130 % Q) a nejméně vody protékalo Dyjí (39 % Q) (ČHMÚ, 2018).

## 7.2 Hydrometeorologická situace v ČR v roce 2017

### Leden:

Srážky, které spadly v lednu byly na spodní hranici normálu (73 % normálu). V Čechách napadlo 80 % srážkového normálu. Na Moravě a ve Slezsku pak 59 % normálu.

Teplotně byl leden podnormální (celé 3,9 °C pod dlouhodobým normálem pro ČR). Nejvyšší záporná odchylka nastala v dnech 8. a 20. 1. a její velikost byla více než 9 °C pod normálem. Kladnou teplotní odchylku vykazovalo pouze pět dní v tomto měsíci a její velikost byla celé 4 °C nad normálem.

Velikost sněhových pokrývek se v průběhu ledna výrazně zvýšila. Začátkem měsíce byly zásoby vody ve sněhu na nejmenších hodnotách (0,22 mld. m<sup>3</sup>). Do poloviny měsíce sněhu přibývalo. K datu 16.1.2017 leželo na území České republiky odhadem 2,6 mld. m<sup>3</sup>. Na konci měsíce zůstávaly nízké teploty a pokrývka přetrvávala na stejné úrovni.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Teplice	66,9
Holenice	61,7
Varnsdorf	56,2
Český Dub, Modlibohov	53,9

Tab. 15: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v lednu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Harrachov	135,2
Labská bouda, Špindlerův Mlýn	123,7
Desná, Souš	106
Pec pod Sněžkou	101,5

Tab. 16: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v lednu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Strojetice	6,5
Opava, Otice	6,9
Český Krumlov, Přisečná	7,8
Praha, Klementinum	8

Tab.17: Nejnižší srážkové úhrny v lednu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Měsíc leden byl na sledovaných povodí ČR odtokově podprůměrný. Už začátkem měsíce přibýval úseky toků ovlivněné ledovými jevy. Na konci měsíce se ledové jevy vyskytovaly ve většině profilů, nejvíce na menších a středních tocích. Průtoky, které nebyly ovlivněné, se pohybovaly v rozmezí od 20 do 85 % Q.

### Únor:

Co se srážek týče, měsíc únor byl normální (76 % normálu). Více srážek napadlo v Čechách (80 % normálu), na Moravě a ve Slezsku činil srážkový průměr 69 % normálu. Nejvyšší průměrné měsíční srážky byly zaznamenány v Libereckém a Královohradeckém kraji.

Teplotně byl únor 2017 normální (1,7 °C na normálem). Nejteplejší den byl čtvrtek 23.2.2017. Tento den měl odchylku 10,0 °C. Kvůli vysokým teplotám a vydatným dešťovým srážkám docházelo k vzestupům hladin toků.

Do půlky prvního únorového týdne sněžilo, tudíž se vodní hodnota sněhu mírně zvyšovala. Následovalo pozvolné odtávání v nižších polohách. Ve třetím týdnu přibyl sníh v horských oblastech, ale v nižších oblastech se zásoba vody ve sněhu snižovala nebo zůstala na stejné úrovni. Ke konci měsíce docházelo k tání sněhu ve všech nadmořských výškách, které podpořily vysoké teploty a vydatné srážky.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nevyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Roprachtice, Semily	70,4
Všeruby, Domažlice	59,2
Varnsdorf, Děčín	53

Chřibská, Děčín	52,7
-----------------	------

Tab. 18: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v únoru 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Labská bouda, Trutnov	137,6
Pec pod Sněžkou, Trutnov	119,1
Dvoračky, Semily	107,3
Bílý Potok, Liberec	103

Tab. 19: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v únoru 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Střelice, Znojmo	4,3
Nemochovice, Vyškov	5,3
Lukov, Znojmo	5,9
Velečín, Plzeň-sever	6,2

Tab. 20: Nejnižší srážkové úhrny v únoru 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Únor byl na sledovaných povodí ČR odtokově podprůměrný. Závěrové profily Strážnice na Moravě a Věřnovice na Olši byly kvůli nízkým teplotám ovlivněny ledovými jevy. Ledovými jevy byla na začátku měsíce ovlivňována většina sledovaných profilů. Postupným oteplováním ledové jevy ubývaly a na konci února už se nevyskytovaly. V posledním týdnu došlo k oteplení, které v kombinaci se srážkami a silným větrem způsobilo vzestupy na vodních tocích. Začátkem února se průtoky pohybovaly v rozmezí 20 až 70 % Q. Koncem měsíce došlo k výraznému zvýšení hodnot na 100 až 400 % Q.

### **Březen:**

Měsíc březen 2017 byl srážkově normální (93 % normálu). Více srážek spadlo v západních (120 % normálu), a severních (106 % normálu) Čechách. O něco méně srážek pak napadlo v povodí Odry (104 % normálu). Nejnižší procento měsíčních srážek bylo ve východních Čechách (77 % normálu).

Měsíc březen byl teplotně nadnormální (2,8 °C nad normálem). Nejvyšší kladná odchylka, zaznamenaná 5.3., byla 8,3 °C. Velmi teplé byly i poslední dva dny měsíce. Tyto dny měly odchylku + 6,9 °C a +6,0 °C. Pouze jeden den byla odchylka záporná, a to 27.3. (- 1,2 °C).

Zásoba vody ve sněhové pokrývce v průběhu března ubývala. První týden byl teplý se srážkami, které byly sněhové pouze v horských oblastech. Následující týden byl také teplý, s nočními hodnotami nad nulou. Sníh v nižších polohách ubýval ale nad 800 m n.m. se pokrývka mírně zvýšila. Vodní hodnota v horských oblastech byla nejvyšší za celé zimní období. V Krkonoších a nad Voseckou boudou bylo 20.3. naměřeno 131 cm sněhu a 660 mm vodní hodnoty. Na konci března se sněhová pokrývka vyskytovala pouze v nadmořských výškách 1000 m n. m. a výš.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Česká Kubice, Domažlice	78,8
Mariánské Lázně, Cheb	75,2
Varnsdorf, Děčín	74,6
Mařenice, Česká Lípa	73,2

Tab.21: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v březnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Prášíly, Klatovy	146,2
Labská bouda, Trutnov	119,9
Bílý potok, Liberec	119,2
Železná Ruda, Klatovy	109,1

Tab.22: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v březnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>



- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Nemochovice, Vyškov	13,4
Dyjákovice, Znojmo	13,5
Brod nad Dyjí, Břeclav	15,6
Prostějov	16,3

Tab.23: Nejnižší srážkové úhrny v březnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Březen byl na většině hlavních sledovaných povodí ČR odtokově průměrný až podprůměrný. Průtoky se nejčastěji pohybovaly v rozmezí od 30 do 110 % Q. Malých průměrných průtoků dosahovaly toky v povodí Moravy a Dyje (20-80 % Q). Větší průměrné průtoky vykazovaly toky v povodí dolního Labe a horské potoky odvodňující pohraniční pohoří (50-150 % Q).

#### Duben:

Měsíc duben byl srážkově nadnormální (158 % normálu). Nadnormální byl hlavně v oblastech severní Moravy a Slezska (189 % normálu). Nejméně srážek spadlo v západních Čechách (123 % normálu).

Teplotně byl tento měsíc normální (0,9 °C pod normálem). První polovina měsíce měla téměř všechny dny s kladnou teplotní odchylkou. Nejvyšší kladná odchylka (+7,3 °C) byla zaznamenána hned druhý den v měsíci. Druhá polovina tohoto měsíce byla chladnější a většina dnů měla zápornou teplotní odchylku. Největší záporná odchylka nastala dne 21.4. (-6,1 °C).

Zásoby vody ve sněhu se kolísavě zmenšovaly. Na konci dubna byl vypočten asi poloviční objem než začátkem měsíce. Sněhová pokrývka se celý měsíc udržovala pouze ve výškách nad 700 m n. m., ale většina objemu sněhu ležela až v polohách nad 1100 m n. m.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Frenštát pod Radhoštěm, Nový Jičín	163,3

Jablunkov, Frýdek-Místek	143,9
Ropice, Frýdek-Místek	128,2
Šenov, Frýdek-Místek	125,8

Tab.24: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v dubnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Lysá Hora, Frýdek-Místek	221
Bělá pod Pradědem, Jeseník	218,7
Nýdek, Frýdek-Místek	195,3
Horní Lomná, Frýdek-Místek	182,6

Tab.25: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v dubnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Ústí nad Labem	24,8
Doksany, Litoměřice	27,1
Stráž nad Ohří, Karlovy Vary	27,3
Aš, Cheb	27,5

Tab.26: Nejnižší srážkové úhrny v dubnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Duben byl ve většině povodí odtokově průměrný. Průměrné měsíční průtoky dosahovaly 40 až 75 % Q. Výjimkou byla povodí na východě České republiky. Kde průměr ovlivnily povodňové průtoky na konci měsíce. Výška hladin byla do 25. 4. setrvalá nebo pozvolna klesající. Ke vzestupu na měsíční maxima došlo v několika posledních dnech dubna.

#### **Květen:**

Měsíc květen byl srážkově podnormální (62 % normálu). Nejvíce napršelo v Moravskoslezském kraji (více jak 60 mm). Naopak nejméně napršelo v Jihomoravském kraji (méně než 35 mm). První polovina měsíce byla deštivá. V druhé polovině byly srážkové úhrny až na pár výjimek malé.

Květen byl teplotně normální (0,7 °C nad normálem). Úterý 9.5. bylo nejchladnějším dnem měsíce, kdy průměrná denní teplota činila pouze 3,9 °C (8 °C pod dlouhodobým

průměrem). Druhá polovina května už byla teplejší. Hojně se začaly vyskytovat letní dny a koncem měsíce se vyskytly i dny tropické. Nejteplejší květnový den byl den 30.5., kdy průměrná teplota dosahovala na 21,7 °C (7,6 °C nad průměrem).

Zásoba vody ve sněhové pokrývce byla naposledy měřena k 1.5. a dosahovala 0,7 mm na m<sup>2</sup>.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Letovice, Blansko	101,1
Jevíčko, Svitavy	90,1
Pstruží, Frýdek-Místek	86,6
Doksany, Litoměřice	81

Tab.27: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v květnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Lysá Hora, Frýdek-Místek	139,3
Orlické Záhoří, Rychnov nad Kněžnou	107,8
Karlovice, Bruntál	100,7
Staré Hutě, České Budějovice	99,1

Tab.28: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v květnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Teplice	13
Lanžhot, Břeclav	13,2
Pavlínov, Žďár nad Sázavou	13,7
Kestřany, Písek	13,9

Tab.29: Nejnižší srážkové úhrny v květnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Květen byl u hlavních sledovaných povodí odtokově průměrný, občas mírně nadprůměrný. Průtoky se pohybovaly v rozmezí od 40 do 150 % Q. Větší průtok měly některé menší toky v povodí Sázavy, Opavy, Úhlavy, Úslavy a Opatovice (160-230 % Q). Menších průtoků dosahovaly toky v povodí Dyje (15-30 % Q). Nejmenší průtoky byly zaznamenány u jihomoravských toků, jako je Jevišovka nebo Litava (do 10 % Q).

### Červen:

Měsíc červen byl srážkově normální (81 % normálu). Nejvíce srážek spadlo v severních Čechách (89 % normálu) a nejméně naopak na jižní Moravě (31 %).

Teplotně byl tento měsíc silně nadnormální (2,2 °C nad normálem). Pouze 5 dní v červnu vykazovalo odchylku blízkou k normálu. Mimořádně nadnormální byla poslední dekáda tohoto měsíce (kladná odchylka 4 až 7 °C).

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Praha-Radotín	149
Praha-Stodůlky	146
Chřibská, Děčín	137,6
Dobřív, Rokycany	136,9

Tab.30: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v červnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Šerák, Jeseník	148
Strážné, Trutnov	144,3
Bedřichov-Blatný rybník, Jablonec nad Nisou	143,4
Bedřichov-Kamenice, Jablonec nad Nisou	139,4

Tab.31: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v červnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Kuchařovice, Znojmo	9,8
Miroslav, Znojmo	13,5
Lukov, Znojmo	15,9
Drnholec, Břeclav	16

Tab.32: Nejnižší srážkové úhrny v červnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Červen byl odtokově průměrný až podprůměrný. Průtoky se pohybovaly v rozmezí od 15 do 80 % Q. Větší průměrné průtoky měly toky v povodí Metuje, Vidnavka, Jevíčka a Orlice (90 až 180 % Q). Menších průměrných průtoků dosahovaly menší toky Juhyně, Brodečka, Chotýšanka, Velíčka, Jevišovka a Rokytná (do 10 % Q).

### Červenec:

Měsíc červenec byl srážkově normální (104,1 % normálu). Nejvíce srážek spadlo v Libereckém kraji (131,4 mm a 127,1 % normálu). Nejméně pak v kraji Zlínském (64,9 mm a 62,8 % normálu).

Červenec byl charakteristický střídáním teplotně nadnormálních a podnormálních období. Celkově byl teplotně normální (0,7 °C nad normálem). Nadnormální byla období 7 až 11.7. a 23.7. (2,5 až 5,3 °C nad normálem). Mimořádně podnormální byly dny 14. až 16.7. (4,0 °C pod normálem) a 25. až 28.7. (2,5 °C pod normálem). Nejteplejší den nastal v pondělí 31.7., kdy byla průměrná denní teplota vzduchu celých 23,4 °C (4,0 °C nad normálem).

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Jablunkov, Frýdek-Místek	188,2
Soběnov, Český Krumlov	183,6
Hejnice, Liberec	182,8
Nové Město pod Smrkem, Liberec	181,6

Tab.33: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v červenci 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Bílý Potok, Pavlova cesta, Liberec	240,5
Hejnice, Smědavská hora, Liberec	234,9
Bílý potok, Smědava, Liberec	228,5
Bedřichov, Tomšovka, Jablonec nad Nisou	215,5

Tab.34: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v červenci 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Vsetín	32,4
Strání, Uherské Hradiště	33,1
Karlova Ves, Rakovník	37,6
Valašské Meziříčí, Vsetín	37,6

Tab.35: Nejnižší srážkové úhrny v červenci 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Červenec byl odtokově spíše podprůměrný. Průtoky se pohybovaly nejčastěji od 10 do 70 % Q. Menších průtoků dosahovaly zejména moravské toky, jako například Jevišovka, Juhyně a Brtnice (do 5 % Q). Větší průtoky vykazovaly toky v povodí Lužické Nisy, Smědé, Kocáby, Cidliny a horní tok Labe (nad 100 % Q).

### Srpen:

Měsíc srpen byl srážkově normální (86,5 % normálu). Více srážek spadlo v Čechách (97 % normálu). O poznání méně srážek napadlo na Moravě a ve Slezsku, kde to bylo pouze 60,8 % normálu, což odpovídá srážkovému podnormálu. Nejméně napršelo v kraji Vysočina (55,8 % normálu). Nejvíce srážek napadlo v kraji Jihočeském (117,1 % normálu), Středočeském a v Praze (105,7 % normálu). Zejména pak v kraji Ústeckém (125,5 % normálu).

Srpen byl teplotně nadnormálním měsícem (1,4 °C nad normálem) a silně nadnormálním především na Moravě a ve Slezsku (1,8 °C nad normálem). Měsíc srpen tak byl s odchylkou 1,5 °C na hranici teplotně nadnormálního a silně nadnormálního měsíce. Nejvyšší kladná odchylka od normálu (7,9 °C) připadla na 2.8. Ve dnech 22.- 24.8. byly zaznamenány nejnižší teploty (záporné odchylky až - 4,1 °C).

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
České Budějovice	151,5
Hluboká nad Vltavou, České Budějovice	148,2
Tokáň, Děčín	132,4
Tábor	130,5

Tab.36: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v srpnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Bílý Potok-Pavlova Cesta, Liberec	150,2
Nejdek, Karlovy Vary	141,4
Hejnice-Smědavská hora, Liberec	137,4
Bílý Potok, Liberec	136,2

Tab.37: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v srpnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Nemochovice, Vyškov	15,1
Kobylí, Břeclav	18,6
Staré Město, Uherské Hradiště	21,7
Orlíčky, Ústí nad Orlicí	22,7

Tab.38: Nejnižší srážkové úhrny v srpnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Srpen byl odtokově podprůměrný s méně než poloviční hodnotou průtoku než je dlouhodobý srpnový průměr. Nejvíce vody odtékalo z povodí Labe (50 %). U ostatních povodí tvořil odtok 35 až 40 %. Průměrné průtoky dosahovaly 15 až 65 % Q. Výjimkou byly jen toky dotované z přehradních nádrží nebo horské toky. V povodí Dyje, Odry či Vltavy průtoky kolísaly zhruba jen mezi 5 až 15 % Q. Nejnižší stavy byly zaznamenány ke konci první a v průběhu třetí dekády, kdy byly průtoky slabě na úrovni 30 % Q. Vydatnější srážky na přechodu druhé a třetí dekády přinesly přechodné zlepšení, kdy se také v povodí Labe a Odry vyskytly dne 11. až 13.8.

maximální průtoky s ojedinělými vzestupy na menších tocích. Po zbytek srpna hladiny klesaly k minimům.

### **Září:**

Srážkově byl měsíc září normální (119,4 % normálu). Nejvíce srážek spadlo v Moravskoslezském kraji (165,8 mm a 225,0 % normálu). Nejméně srážek pak spadlo v Jihočeském kraji (33,3 mm a 61,3 % normálu).

Září se teplotně pohybovalo na spodní hranici normálu (průměrná měsíční teplota byla 1 °C po normálem). Záříjové dny byly teplotně normální až podnormální. Silně podnormální bylo zejména období v týdnu od 18. do 24.9. (teploty v těchto dnech se pohybovaly od 2,7 až do 3,1 °C pod normálem). V září také byly tři silně nadnormální dny, kdy byla teplota v průměru 2,2 °C nad normálem.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Třinec, Frýdek-Místek	298
Čeladná, Frýdek-Místek	269
Český Těšín, Karviná	252,1
VD Žermanice	231,4

*Tab.39: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v září 2017, Zdroj:*

*<http://portal.chmi.cz/>*

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Nýdek, Filipka, Frýdek-Místek	345,4
Lysá hora, Frýdek-Místek	324,3
Morávka-Slavíč, Frýdek-Místek	322,7
Jablunkov, Olše, Frýdek-Místek	321,6

*Tab.40: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v září 2017, Zdroj:*

*<http://portal.chmi.cz/>*



- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Praha-Klementinum	16,7
Dobřichovice, Praha-západ	16,7
Praha-Břevnov	17,1
Vráž, Písek	18,3

Tab.41: Nejnižší srážkové úhrny v září 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Září bylo v důsledku nerovnoměrného množství srážek v povodí Vltavy, Moravy, Labe a Dyje odtokově podprůměrný měsíc. Zároveň bylo ale v povodí Odry a částečně Bečvy odtokově nadprůměrné. Nejvíce vody odtékalo z povodí Odry a Olše (90 až 260 % Q). Z ostatních povodí to bylo mezi 45 až 70 % Q. Průměrné měsíční hodnoty dosahovaly od 20 do 90 % Q, v povodí Odry pak až 300 % Q. Nejméně vodné toky povodí Dyje dosahovaly pouze 5 až 20 % Q.

#### Říjen:

Měsíc říjen byl srážkově nadnormální (190,1 % normálu). Nejvíce srážek spadlo v Libereckém kraji (149,5 mm a 258,2 normálu). Nejméně srážek spadlo v kraji Jihočeském (57,5 mm a 138,2 % normálu).

V měsíci říjen v roce 2017 byly teploty nadnormální. Průměrná měsíční teplota dosahovala 1,4 °C nad normál. V první části měsíce a poté v závěru měsíce se průměrné teploty pohybovaly pod normálem. Většina dní však byla teplotně normální nebo nadnormální (0,8 až 5,4 °C nad normálem). Nejchladnější den bylo pondělí 30.10. kdy teplota dosahovala 3,6 °C (což je 2,5 °C pod průměrem). Naopak nejteplejší dny byly pondělí a úterý 16.10. a 17.10. V tyto dny činila průměrná denní teplota 12,9 °C (4,7 °C nad dlouhodobým průměrem).

Souvislá sněhová pokrývka se v tomto měsíci zatím nevyskytovala.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Roprachtice, Semily	201,9
Nová Paka, Jičín	163,1

Jablonec nad Nisou	155,4
Červená Voda, Ústí nad Orlicí	154,2

Tab.42: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v říjnu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Labská bouda, Trutnov	329,2
Kořenov, Jablonec nad Nisou	289,9
Roklan, Prachatice	287,4
Desná, Jablonec nad Nisou	280,3

Tab.43: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v říjnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Ivanovice na Hané, Vyškov	23,5
Křemže, Český Krumlov	29
Morkovice-Slížany, Kroměříž	30,4
Brod nad Dyjí, Břeclav	32,2

Tab.44: Nejnižší srážkové úhrny v říjnu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Říjen byl odtokově průměrný až nadprůměrný. Průtoky se pohybovaly v rozmezí od 60 do 220 % Q. Nižších průtoků dosahovaly malé moravské toky Jevišovka, Želetavka a Trkmanka (do 25 % Q). Díky intenzivním srážkám dosahovaly větších průtoků toky odvodňující pohoří na severu Čech a toky v povodí Olše (až 425 % Q).

### Listopad:

Měsíc listopad 2017 byl srážkově normální (98 % normálu). Nejvíce srážek spadlo v Karlovarském a Plzeňském kraji (117 % normálu). Nejméně srážek naopak spadlo ve Středočeském kraji a v Praze (82 % normálu).

V listopadu se teploty pohybovaly v normálu (0,9 °C nad dlouhodobým normálem).

Zásoby vody ve sněhu se začaly utvářet přibližně od poloviny měsíce. Do té doby se sníh vyskytoval jen výjimečně v nejvyšších horských polohách. Dne 13.11.2017 ležela sněhová pokrývka hlavně na západě České republiky již od 550 m n.m. Díky sněžení v horských oblastech se následující dny zásoby sněhu mírně zvýšily cca 1,7 mm na jeden metr čtvereční. Koncem měsíce byly dny bez srážek a průměry denních

teplot vystupovaly nad své průměry. V Čechách začal sníh odtávat, ve středních polohách zmizel. Nový sníh napadl v horských oblastech až na úplném konci měsíce. Dne 27.11.2017 byly zásoby vody ve sněhové pokrývce cca 1,1 mm.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Lesná, Tachov	94,6
Česká Kubice, Domažlice	94,4
Roprachtice, Semily	90,2
Vrchlabí, Trutnov	87,8

Tab.45: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v listopadu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Špičák, Klatovy	170
Prášíly, Klatovy	162,3
Labská bouda, Trutnov	160
Český důl, Trutnov	144,8

Tab.46: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v listopadu 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Dymokury, Nymburk	13,7
Skuteč, Chrudim	13,8
Osoblaha, Bruntál	14,4
Konárovice, Kolín	15,2

Tab.47: Nejnižší srážkové úhrny v listopadu 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Listopad 2017 byl odtokově průměrný až nadprůměrný. Průtoky se pohybovaly nejčastěji od 40 do 190 % Q. Větší průměrné průtoky vykazovaly toky u severních hranic (250 až 400 % Q). Menší průtoky vykazovaly toky menší, jako například tok Vrchlice, Jevišovka nebo Brodečka (do 20 % Q).

## Prosinec:

Měsíc prosinec byl srážkově normální (79,6 % normálu). Více srážek spadlo v Čechách (90,6 % normálu). Oproti tomu na Moravě a ve Slezsku to bylo pouze 59,2 % normálu. Tato hodnota už odpovídá podnormálnímu stavu. Vyšší procento měsíčních srážek zaznamenaly kraje, v kterých se nachází česká pohraniční pohoří (v Libereckém kraji až 102,4 % normálu).

Prosinec byl teplotně nadnormálním měsícem. Jeho průměrná odchylka byla 1,9 °C nad normálem. Výrazně teplejší byla druhá polovina měsíce, zejména závěr, kdy 31.12. byla za toto období zaznamenána nejvyšší kladná odchylka od normálu (7,7 °C). Záporné odchylky vykazoval pouze začátek měsíce. Dne 1. prosince byla odchylka až 3,3 °C od normálu.

Sněhová pokrývka ležela ke 4.12. převážně od středních poloh, na většině území už od 350 m n. m. Odhad celkového množství vody ve sněhové pokrývce představuje hodnotu 5,3 mm pro celou Českou republiku. Díky sněžení v horských oblastech se zásoby vody v druhé polovině prosince mírně zvětšily. K 18.12. se dal sníh v Čechách nalézt již od 250 m n. m. Objem zásob vody ve sněhové pokrývce činil 10,2 mm. V dalších dnech sníh v nižších a středních polohách zmizel. Sníh se pak vyskytoval v průměru od 700 m n. m. a jeho objem činil 5,2 mm. Ve středních polohách do konce roku sníh stále obýval. V horských oblastech se díky sněhovým i dešťovým srážkám zásoby mírně zvětšily.

V následujících tabulkách jsou shrnuty nejvyšší a nejnižší srážkové úhrny za toto období:

- Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Roprachtice, Semily	98,9
Chřibská, Děčín	94,3
Luby, Cheb	93,7
Jilemnice, Semily	88,2

Tab.48: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v prosinci 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejvyšší srážkové úhrny na horách:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Železná Ruda, Špičák, Klatovy	204,5
Prášily, Klatovy	188,6
Špičák, Klatovy	182,2
Železná Ruda, Klatovy	170,3

Tab.49: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v prosinci 2017, Zdroj:

<http://portal.chmi.cz/>

- Nejnižší srážkové úhrny:

Stanice	Měsíční úhrn srážek (mm)
Opava, Otice	5,6
Javorník, Jeseník	6
Lichnov, Bruntál	6,9
Krnov, Bruntál	6,9

Tab.50: Nejnižší srážkové úhrny v prosinci 2017, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Prosinec byl odtokově podprůměrný až průměrný. Více vody bylo v povodí severní poloviny republiky a podprůměrné průtoky vykazovaly toky na jihu a jihovýchodě. Nejvíce vody odtékalo z povodí Olše (137 % Q) a Moravy (118 % Q). Menších hodnot dosahovaly Vltava a Dyje (64 % Q). Průměrné měsíční průtoky odpovídaly 50 až 150 % Q. Výjimky s většími průtoky byly povětšinou toky dotované z přehradních nádrží nebo horské toky (ČHMÚ, 2018).

### 7.3 Historické extrémy

Nejvyšší extrémní denní úhrny srážek v oblasti České republiky jsou vyobrazeny v následující tabulce:

Maximální denní			
Měsíc	úhrn srážek	Datum	Místo
1	102,3 mm	02.01.1922	Zvonková (Český Krumlov)
2	112,4 mm	03.02.1909	Špindlerův Mlýn, Bedřichov
3	93,9 mm	05.03.1970	Deštné v Orlických horách, Luisino údolí
4	115,3 mm	16.04.1916	Komorní Lhotka (Frýdek-Místek)
5	215,3 mm	31.05.1940	Staré Hamry (Frýdek-Místek)
6	196,5 mm	01.06.1921	Červenohorské sedlo (Jeseník)
7	345,0 mm	29.07.1897	Nová Louka (Liberec)

8	226,8 mm	12.08.2002	Český Jiřetín, VD Fláje (Most)
9	182,9 mm	07.09.1996	Staré Hamry, VD Šance (Frýdek-Místek)
10	128,0 mm	28.10.1956	Bedřichov (Jablonec nad Nisou)
11	159,3 mm	01.11.1924	Zvonková (Český Krumlov)
12	107,4 mm	01.12.1935	Březník

Tab.51: Historicky nejvyšší denní úhrny srážek, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

Denní úhrny srážek jsou v Česku měřeny v 7 hodin ráno za předešlých 24 hodin a hodnota je zapisována k předchozímu dni (ČHMÚ, 2018).

## 8 Změny klimatu a hydrologické extrémy

Náhlé změny místa extrémních meteorologických jevů (sucha, bouře, povodně, a další), jejich intenzity nebo frekvence, mají velice vážné a přímé dopady na ekosystémy i společnost. To se projevuje formou ekonomických a sociálních nákladů a v některých případech i ztrátami životů (Mehl a kol. 2000, Murnane, 2004, Pamesan a kol. 2000).

Během příštích několika desítek let je předpokládáno, že miliardě lidem, zejména žijících v rozvojových zemích, nedostatek vody a potravin zvýší riziko zdraví a života. To celé jako důsledek změny klimatu. Je potřeba podniknout kroky, které by lidstvu umožnily přizpůsobit se takovým změnám, ke kterým již dochází a které se v budoucnu zhorší (UNFCCC, 2007).

Změny klimatu na planetě Zemi mohou vyvolávat jak přírodní jevy, tak dokonce i lidé. Přírodní faktory můžeme rozdělit do několika skupin: meteorologické, geofyzikální a astronomické.

Meteorologické faktory zahrnují základní charakteristiky hydrosféry a atmosféry. Obsahy různých příměsí, jako je voda a oxid uhličitý, mají velký význam pro utváření klimatu na Zemi. Pokud jejich množství kolísá, zapříčiní to výkyvy klimatu.

Skupina faktorů geofyzikálních souvisí s vlastnostmi Země jako planety, tedy s jejími rozměry a hmotností, se zvláštnostmi zemského povrchu, vnitřními zdroji tepla a s vlastním magnetickým a gravitačním polem. V minulosti mohl vliv geofyzikálních faktorů výrazně měnit podnebí Země. Z nich například pohyb pevnin. Nyní můžeme vliv faktorů této skupiny po dlouhé období považovat za stabilní.

Astronomické faktory zahrnují svítivost, neboli radiaci Slunce. Dále také postavení a pohyb Země kolem Slunce, sklon zemské osy a rychlost otáčení Země. Toto jsou vnější faktory působící na utváření klimatu na Zemi (Astapenko, Kopáček, 1987).

Různí klimatologové vysvětlují příčiny globálních změn vyvolané astronomickými faktory odlišně. Ale mnozí se shodují, že klíčovou roli hrála právě sluneční aktivita (Fligge, Solanki, 1998).

Za posledních sto padesát let postupně došlo ke zvýšení průměrné globální teploty o 0,6 °C (Barros, 2006). Poslední desetiletí 20. a začátek 21. století bylo nejteplejší období od začátku globálního zaznamenávání teplot. Toto zaznamenávání začalo v polovině 19. století (NOAA, 2007). Průběh odchylek od dlouhodobého normálu byl vyhodnocen Světovou meteorologickou organizací z různých podkladů jako jsou ledovce, historické záznamy, nebo letokruhy. Tyto podklady nám ukázaly největší teplotní vychýlení od dlouhodobého normálu (Kakos, Vrabec, 2006). V České republice se výsledky pozorování shodují. I v naší republice jsou poslední roky 20. století vyhodnoceny jako nejteplejší (Kender a kol. 2004). Vlivem změny globálního klimatu se zvyšuje pravděpodobnost výskytu povodní a extrémních such nejen na regionální úrovni (Watson a kol. 1997).

## 8.1 Sucho

Neexistuje zcela obecná a globálně přijímaná definice sucha. Za nejjednodušší definici pojmu sucho lze říci, že „Sucho je nedostatek vody“. Tato definice je ale velmi široká a mnoha způsoby vyložitelná (Blinka, 2002). Také můžeme říci, že „Sucho je deficit vody ve srovnání s normálními podmínkami“ (Sheffield, Wood, 2012). Avšak při této definici mohou vyplout na povrch otázky jako například: jaké jsou normální podmínky? Jak dlouhou dobu musí trvat tento deficit, abychom ho mohli považovat za sucho? Zahrnujeme zde pouze přírodní podmínky nebo zde má svou roli i člověk (Van Loon, 2015)?

Sucho je nedostatek vody, který nastává, když půdní vlhkost nestačí pokrýt požadavky potenciálního výparu. Můžeme rozlišovat tři skupiny sucha:

- Sucho stálé, spojené s aridním podnebím
- Sucho sezónní, vyskytující se v podobě výrazných každoročních období suchého počasí
- Sucho, které je způsobeno proměnlivostí srážek (Critchfield, 1983)

Další vysvětlení pojmu sucho můžeme nalézt v Meteorologickém slovníku výkladovém a terminologickém a zní: „Sucho je velmi neurčitý, avšak v meteorologii často užívaný pojem, který v zásadě znamená nedostatek vody v půdě, rostlinách nebo v atmosféře“ (Sobíšek, 1993).

Specifikace sucha je obtížná, protože je ovlivňováno mnoha faktory, a to hlavně faktory meteorologickými, hydrologickými, zemědělskými, bioklimatologickými, pedologickými a mnoha dalšími. Definice proto nejde přímo vymezit. Podle příčin vzniku a jeho dopadů dělí Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) sucho na tři základní typy. Je to typ klimatický, půdní a hydrologický (ČHMÚ, 2018).

#### 8.1.1 Meteorologické sucho

Meteorologické sucho je ve smyslu nedostatku srážek primární příčinou. Při nedostatku vody v půdě, se postupně dostavuje sucho zemědělské. Když deficit srážek pokračuje i nadále, vzniká hydrologické sucho, které se vztahuje k zásobám pozemních vod. Podzemní vody jsou obvykle ovlivněny jako poslední a jako poslední se také vracejí do normálního stavu (Blinka, 2005).

Meteorologické sucho znamená, že je vzájemná bilance srážek a výparu záporná. To se projevuje na základě stupně sucha v porovnání s normální nebo průměrnou výší a délkou trvání suchého období. Délka trvání a intenzita jsou hlavní charakteristiky tohoto typu (Trnka, 2010).

Další souhrn definic, kdy meteorologické sucho nastává pokud:

- Roční úhrn srážek klesne ve srovnání s dlouhodobým průměrem o více než 1,3násobek směrodatné odchylky;
- Napadne 60 % nebo méně dlouhodobého ročního průměru srážek po 2 a více po sobě jdoucích letech na nejméně poloviny plochy oblasti;
- Srážkový úhrny za posledních 21 dnů nedosáhne ani jedné třetiny normálního stavu;
- 15 po sobě jdoucích dnů není naměřen denní úhrn větší než 1 mm;
- Roční úhrn srážek klesne až na 75 % a méně, než je hodnota dlouhodobého normálu (Novický, 2011)

#### 8.1.2 Hydrologické sucho

Nejjednodušším pojetím hydrologického sucha je celkový nedostatek srážek a s tím spojené problémy nedostatku zdrojů vody povrchové ale i podzemní. To je projevováno úbytkem vodních zásob v řekách, poklesem hladiny ve vodních nádržích a podzemních vod. Průtoky jsou relativně nízké vzhledem k ročnímu či měsíčnímu dlouhodobému průměru. Může se také projevit až s odstupem času po odeznění klimatického sucha, a to snížením hladin v přehradních nádržích, průtocích ve vodních tocích a snížením úrovně hladin podzemních vod. Projev hydrologického sucha doprovází očekávání velkých škod, způsobených právě tímto typem sucha.



Tento přírodní fenomén ovlivňuje i lidská činnost v rámci celého povodí (Wilhite D. A., Glantz M. H., 1985).

Hydrologické sucho můžeme dále rozdělit podle příčin vzájemného působení srážek v povodí a teploty v různých ročních obdobích na:

- Sucho způsobené nedostatkem srážek v kapalném stavu
- Sucho v období srážek smíšených
- Sucho přechodného období, kdy se střídají suchá a vlhká období (v České republice se nevyskytuje)
- Sucho v období, kdy je sníh zmrzlý
- Sucho v období, kdy sníh taje
- Sucho smíšené (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2015)

### 8.1.3 Půdní sucho

Půdní sucho můžeme definovat jako nedostatek vody v kořenové vrstvě půdního profilu, který zapříčinil poruchy vodního režimu zemědělských i volně rostoucích rostlin. Odlišně působí na jednotlivé druhy rostlin a závisí na vodní náročnosti rostliny a na fázi jejího vývoje. Půdní vlhkost je nejdůležitější faktor, který ovlivňuje vývoj rostlin a je závislý na mnoha dalších faktorech jako je rozložení srážek, výpar atd. Půdnímu suchu předchází sucho klimatické, které způsobuje nedostatek vody ve svrchních částech půdního horizontu. Vlhkost půdy je v České republice měřena ve stanicích a doplňuje se modelovými hodnotami (ČHMÚ, 2015).

### 8.1.4 Vlny veder

Vlny veder nemají v odborné literatuře, taktéž jako sucho, jednotnou definici. Globálně je vlna veder definována jako delší období, ve kterém dochází k neobvykle silnému atmosféricky podmíněnému teplotnímu stresu. Vymezení vlny veder je založeno na kritériích, kdy jsou dosaženy nebo překročeny předem stanovené konkrétní hodnoty maximální denní teploty vzduchu a doba trvání těchto teplot. Takové hodnoty jsou závislé na účelu analýzy a na geografické oblasti. Pro střední Evropu se používá hodnota maximální denní teploty vzduchu 30 °C (Hošek a kol. 2012). Za vlnu veder je tedy označována situace, kdy v minimálně třech letních dnech dosahují maximální denní teploty 30 °C a více (Rožnovský a kol. 2010). Jako hlavní příčina vzniku vlny veder je označován specifický typ atmosférické cirkulace, který vytváří blokuující anticyklóny (tlakové výše) ve výškových cirkulačních polích. Tyto anticyklóny zůstávají někdy i několik týdnů nad danou oblastí, kde pak dochází k poškození převládajícího charakteru atmosférického proudění a k omezení výměny vzduchových hmot. Počasí v takovéto oblasti v letních měsících vykazuje malou

oblačnost a vede k intenzivnímu zahřívání zemského povrchu slunečním zářením. Tímto ohříváním postupně roste přízemní teplota a dochází k tvorbě vlny veder. Těmto vysokým teplotám a vlnám veder také napomáhá sucho, které je pro tyto situace typické (Hošek a kol., 2010).

Kvůli vedru přicházejí lidé o život v různých částech světa, Evropy nevyjímaje. Vlna veder v minulosti postihla například i Francii (1976), Řecko (1987), Belgie (1994), Anglii a Wales (1995). V roce 2003 byla rozsáhlá vlna veder v Evropě výjimečná. Ve Francii bylo zaznamenáno 14 800 obětí během 9 dní extrémně vysokých veder. Tento počet nemá v současné historii obdoby. Ve Španělsku, Portugalsku, Itálii a Velké Británii zahynulo toho roku 1000 až 5000 lidí (Bouchama, 2014).

#### 8.1.5 Historické extrémní denní teploty

Denní maximální teploty jsou v České republice definovány jako nejvyšší teplota v intervalu od 21 hodin místního času předešlého dne do 21 hodin dne dnešního (ČHMÚ, 2018). V následující tabulce jsou znázorněny historické extrémní denní teploty v oblasti České republiky:

Měsíc	Absolutní maximální denní teploty	Datum	Místo
1	18,8 °C	29.01.2002	Ústí nad Labem, Mánesovy sady
2	22,0 °C	27.02.1994	Český Krumlov
3	26,2 °C	22.03.1927	Mělník Plzeň, Bolevec a Brandýs nad Labem-Stará
4	31,8 °C	29.04.2012	Boleslav
5	35,0 °C	29.05.2005	Dobřichovice (Praha-západ)
6	38,2 °C	22.06.2000	Brno-Žabovřesky
7	40,2 °C	27.07.1983	Praha-Uhřetěves
8	40,4 °C	20.08.2012	Dobřichovice (Praha-západ)
9	35,1 °C	03.09.1911	Mělník
10	30,3 °C	04.10.1929	Litvínovice u Českých Budějovic
11	24,0 °C	01.11.1928	Klatovy
12	19,8 °C	05.12.1961	Fryčovice (Frýdek-Místek)

Tab.52: Historické extrémní teploty, Zdroj: <http://portal.chmi.cz/>

#### 8.1.6 Sucho v České republice v roce 2015

Sucho, které jsme zažili v létě 2015 a postihlo celé území České republiky, můžeme zařadit mezi historicky významné epizody sucha na území ČR.

Nedostatek srážek se v České republice projevil už v předchozím roce, tedy v roce 2014. Od února roku 2015 pozvolna pokračoval už v průběhu jarních měsíců a do konce srpna tento deficit vzrostl na 150 mm. Již začátkem léta byla krajina poměrně vysušená a opakující se vlny veder situaci jen zhoršovaly. Některé extrémní vlny veder trvaly i řadu dní po sobě. Rozsáhlé a obnovující se tlakové výše a rozložení tlakových útvarů přispívaly k tomu, že se do střední Evropy nedostalo dostatečné množství vlhkého vzduchu z moří a oceánů. Frontální systémy nad územím ČR neměly dostatečnou vlhkost pro tvorbu bouřek. Nízká vlhkost vzduchu a malá oblačnost v létě přispívaly i k celkově většímu výparu. Tím se víc a víc prohluboval nedostatek vody v krajině.

Průměrná teplota vzduchu v období od dubna 2015 do září 2015 byla o 1,1 °C vyšší, než je dlouhodobý průměr za období 1981 až 2010. Teplota letních měsíců byla po roce 2003 druhá nejvyšší od počátku sledování v roce 1961. Dokonce i srážkový úhrn byl druhý nejnižší po roce 2003. Srážky byly podnormální a místy menší než 60 % normálu.

Vrchol sucha nastal v srpnu, kdy bylo sucho přerušeno vydatnými srážkami, které krajině a vegetaci zřetelně pomohly. Bohužel nestačily na to, aby celkovou situaci sucha ukončily. Sucho tak nadále pokračovalo i v následujících měsících. Na začátku října stoupl srážkový deficit až na 180 mm. Až polovina října zlepšilo situaci srážkové období.

Období bez srážek se velmi negativně projevilo na vláhové bilanci. Podle vyhodnocení základní vláhové bilance od srpna do října vykazovalo 80 % území ČR o 100 mm nižší hodnoty, než je dlouhodobý průměr. Na některých územích se středně těžkou půdou a travním porostem, byla zásoba využitelné vody menší než 40 %. Jako neposlední dopady sucha je možné jmenovat zvýšené nebezpečí vzniku požárů a posun nástupu vegetačních fází rostlin.

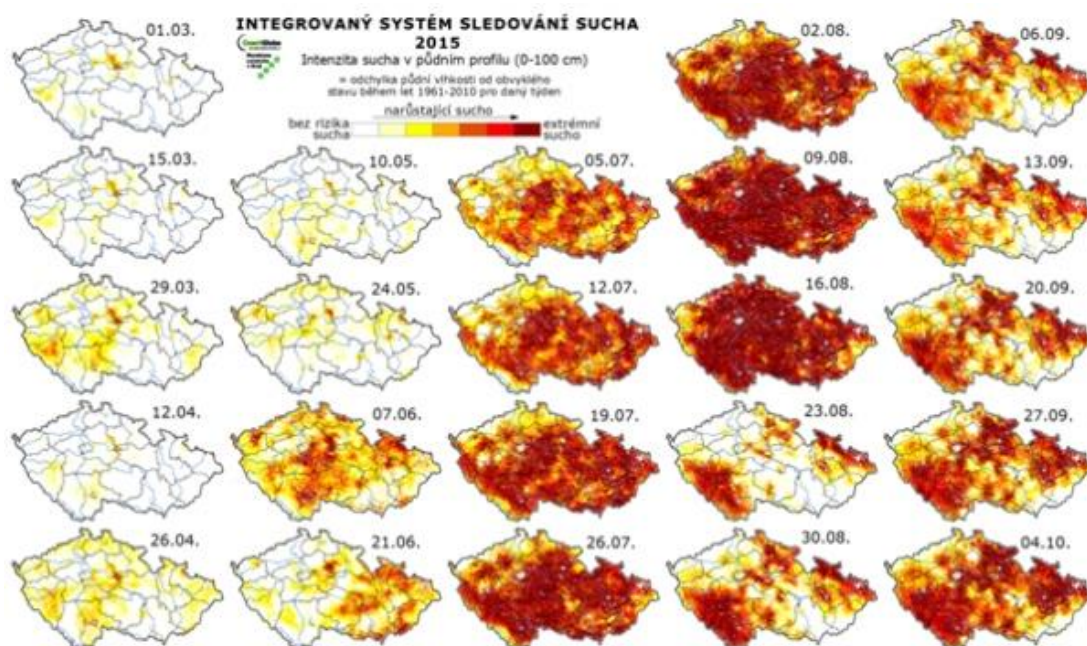
V roce 2015 postihly hydrologické projevy sucha prakticky území celé České republiky. Na většině vodních tocích hladina klesla pod úroveň 355denního průtoku. V některých regionech dokonce došlo i k úplnému vyschnutí menších toků.

Vodní nádrže významně přispěly ke zmírnění sucha zásobováním minimálních průtoků. Hlavní vodárenské nádrže fungovaly bez poruch. Z těchto nádrží byl zajištěn minimální odtok předepsaný řádem.

Severovýchodní Čechy a severovýchod Moravy byl nejvíce postižen z hlediska podzemních vod. V polovině léta vykazovalo 59 % mělkých vrtů 56 % pramenů stav sucha. Stav sucha na podzemních vodách přetrvával na stejném stavu až do října. Ve více než jedné čtvrtině sledovaných objektů byla zaznamenána měsíční minima.

V porovnání s historickými případy (1904, 1947, 1994 a 2003) se sucho v roce 2015 nejvíce podobalo suchu v roce 2003, kdy také nedošlo k významnější odtokové situaci. Přítomnost extrémních teplot a vlny veder od červa do září se podobá roku 1947 (ČHMÚ, 2015).

Na následujícím obrázku je znázorněn vývoj sucha v roce 2015:



Obr.4: Sucho ve vegetačním období v roce 2015, Zdroj:

<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/monitoring-zemedelskeho-sucha-v-ceske-republice>

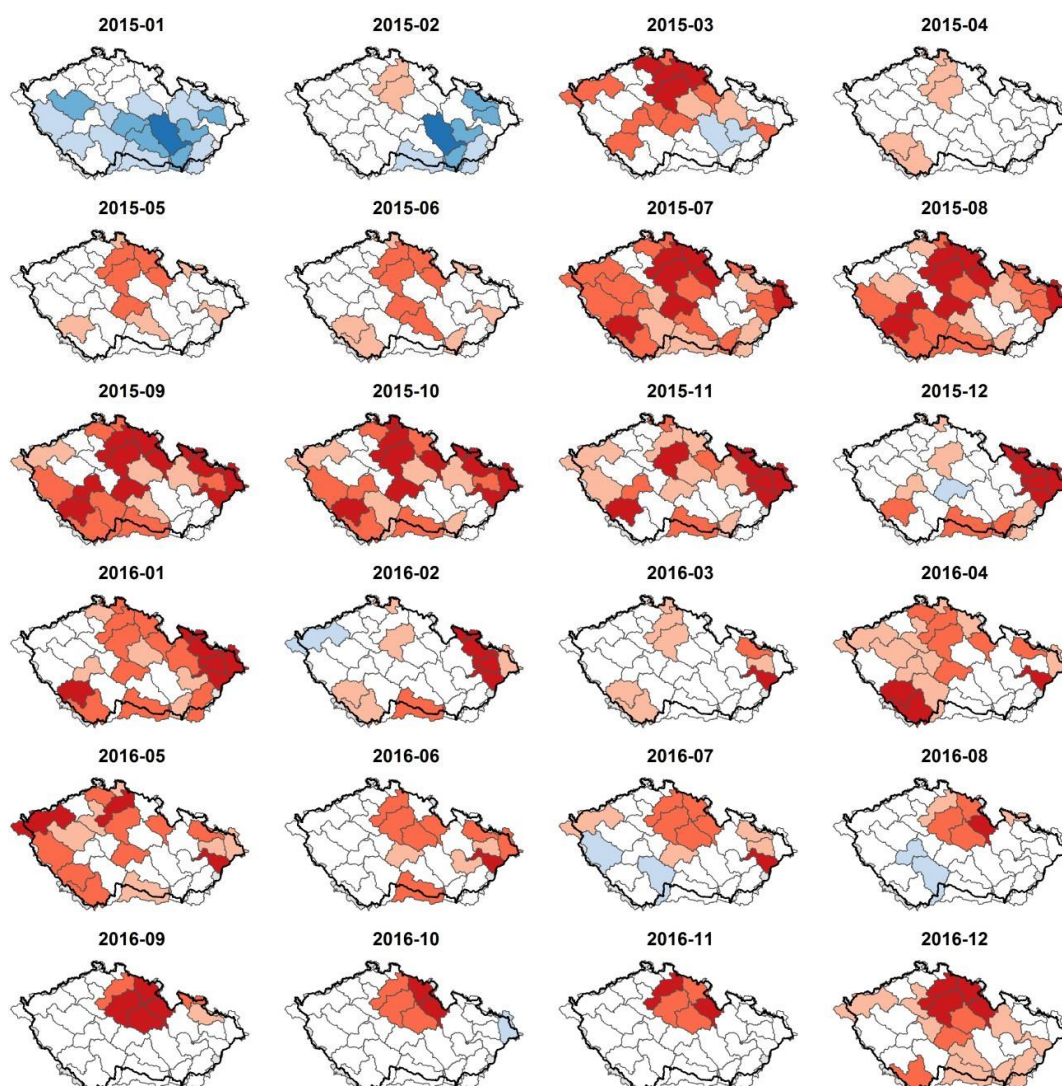
#### 8.1.7 Stav podzemních vod v ČR

Monitorování kvality podzemních vod je postupně zavedeno již od roku 1984, kdy bylo monitorováno prvních 138 pramenů. Od roku 1986 bylo sledováno dalších 121 mělkých vrtů a od roku 1991 i dalších 192 hlubokých vrtů. Pozorovací síť byla umístěna v geologických útvarech, které jsou důležité pro vodní hospodářství

(například v kvartérních fluvialních a ledových sedimentech, v křídových usazeninách, v uhličitých sedimentech, v krasových sedimentech atd.) (Remenárová a kol. 2001).

V ČR se pozoruje v přepočtu okolo 2000 objektů podzemních vod. Sledovány jsou jejich prameny, u nichž se zjišťuje teplota, vydatnost, mělké a hluboké zvodně. Stav sucha je indikován na stránkách Hlásné a předpovědní povodňové služby kdy není dosažen limit, který odpovídá 85 % průměrných měsíčních stavů hladin ve vrtech (Vlnas a kol. 2014, Dingman, 2008).

Obecně je tvrzeno, že na konci roku 2015 skončilo suché období. Ale hodnocení stavu podzemních vod ukázalo, že sucho v povodích hodnocených pomocí sítě mělkých vrtů pokračovalo, a to především na severní Moravě až do léta 2016. Mezitím se od jara 2016 vytvořila další suchá epizoda v mělkých vrtech, kdy mimořádné sucho trvalo až do konce roku (Vlnas a kol. 2017). Následující obrázky znázorňují stav hladin v povodích hodnocených pomocí mělkých vrtů:



Obr.5: Stav hladiny v povodích hodnocených pomocí mělkých vrtů, Zdroj: <http://www.vak.cz/soubory/Sbornik2017/Vlnas%20I.pdf>

### 8.1.8 Dopady sucha

Výskyt sucha je velmi negativní a dopady s ním spojené se projevují až po dobu tří měsíců a déle. Doba trvání záleží na počátku vzniku nedostatku srážek. Se suchem bojují oblasti v různých částech světa a může se vyskytnout prakticky kdekoli. Sucho vytváří problémy v oblastech rozvinutých i oblastech chudých. Největší problém je nedostatek podzemní i povrchové vody, snížení kvality vody, pokles průtoků a další. V oblasti zemědělství jsou se suchem spojeny výnosy a tím možný nedostatek plodin, zhoršení fyzikálně chemických vlastností půdy nebo její eroze. Nastávají problémy s energetickým využitím vody. Ke zmírnění dopadu sucha je třeba provádět mnoho výzkumů a opatření. Hlavní je jeho včasná identifikace (Duan, Mei, 2014, Trnka, 2010).

Dopady sucha mohou být rozděleny do tří skupin a to environmentální, ekonomické a sociální. U ekonomického dopadu je nejdůležitější zmínit ztrátu výnosů. Pro zemědělce to znamená ztrátu příjmů kvůli malé úrodě. Úroda může být dokonce znehodnocena nebo nemusí být vůbec žádná. Tento problém spolu nese s ním spojené finanční problémy. Také je nutno zmínit dopady na rybářství a lesnictví, kde mají lesy své místo pro vodoochrannou funkci. Lesy zadržují vodu a omezují její odtok po povrchu. To je důležité hlavně při povodňových srážkách. Další ekonomické problémy se projevují v energetice, průmyslu a ve službách (Brázdil a kol. 2015a).

Environmentální dopady jsou problémem hlavně z hlediska biologické rozmanitosti organismů neboli biodiversity. Problémy přímo ovlivňují stanoviště a přirozený výskyt druhů, které se ztěžka a někdy dokonce vůbec neodkází suchu přizpůsobit. Sucho má vliv jak na kvalitu vody a její znečištění, tak na snížený obsah kyslíku ve vodě, zvýšenou teplotu vody a nárůst vodních řas. Degraduje půdu, zapříčiňuje požáry a erozi. Spolu se suchem se na environmentálních dopadech svou činností podílí i člověk (Trnka, 2010).

Velmi významné jsou také antropogenní zásahy do krajiny a jejího vodního režimu. Významný zásah je napřimování vodních toků, změna přirozeného koryta vodního toku a jeho opevnování. Dále také vysoušením a odvodňováním nejen zemědělských pozemků a mokřadů dochází k vysoušení krajiny a následné ztrátě retenčních vlastností. Tím také klesá hladina podzemní vody (Punčochář a kol. 2015).

## 8.2 Povodně

Vodní zákon číslo 254/2001 Sb. uvádí definici povodně v § 64: „Přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo je její odtok nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod“

Podle ČSN jsou definovány pojmy „největší známá povodeň“ jako „největší povodeň vyskytující se na toku za dobu pozorování“, „historická povodeň“ jako „významná povodeň, která je známá z historických zdrojů“ a dále třeba „katastrofální povodeň“ jako „povodeň mimořádné velikosti a dlouhé doby opakování, obvykle způsobující oběti a mimořádné škody“.

Meteorologický slovník definuje povodeň jako „výrazné přechodné zvýšení hladiny toku, způsobené náhlým nárůstem průtoků nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, přičemž může dojít k rozlivu vody mimo koryto“ (ČSN, 1975).

Povodně značí velké nebezpečí, spojené i s povětrnostními podmínkami, rozšířené po celém světě. K povodním může dojít prakticky kdekoliv. Povodeň je definována jako voda, která přetekla na plochu půdy, jejíž povrch je obvykle suchý. Povodně mohou vzniknout různými způsoby (Doswell, 2003).

### 8.2.1 Druhy povodní

Podle ČSN můžeme povodně dělit na dešťové, sněhové a smíšené (ČSN, 1975).

Jiné zdroje uvádějí dokonce jeden druh navíc. Tedy povodeň dešťovou, sněhovou, smíšenou a ledovou.

- Dešťová povodeň vznikla pouze z dešťových srážek. Dále můžeme dešťové povodně dělit na povodně z trvalých či přivalových srážek. Rozdělení závisí na intenzitě, vzniku a době trvání.
- Sněhové povodně vznikají na jaře či v zimě, kdy už je teplota vyšší než 0 °C a sněhová pokrývka začíná tát.
- Smíšené povodně vznikají kombinací dešťových srážek a tání sněhu.
- Ledové povodně vznikají při změně průtočnosti koryta. Nejčastější doba vzniku je po období, kdy trvaly mrazy se zámrazem řek delší dobu. Při náhlém zvýšení teplot se utvoří ledové zácpy.

Velký nárůst průtoků v korytech řek v České republice je zpravidla způsoben intenzivními dešťovými srážkami, rychlým táním sněhu nebo jejich kombinací (Brázdil a kol. 2005).

Doba trvání a rozsah povodí je především závislý na velikosti povodí, tvaru povodí, na intenzitě deště a dobu jeho trvání. U větších povodí je menší pravděpodobnost výskytu povodní. Povodí protáhlého tvaru má zpravidla menší povodně. Také přivalové deště mají význam pro vznik povodní. Neméně důležitá vlastnost toku je propustnost půdy. Čím je půda propustnější, tím lépe infiltruje vodu a zmenší její povrchové odtékání. Hustá vegetace zadržuje více vody a taktéž snižuje její povrchový odtok. Rozsah povodně závisí na rozloze zátopového území. Větší zátopové území umožňuje rozliti velké povodňové vlny. Průtok vody upravují přirozené nebo umělé nádrže.



Povodně můžeme také dělit na jednoduché a složité. Jednoduché povodně mají délku trvání většinou pouze několik hodin a mají jedno maximum. Složité povodně naopak trvají několik dní až týdnů a mívají několik maxim (Chábera, Kössel, 1999).

### 8.2.2 Faktory ovlivňující vznik a průběh povodně

O vzniku a rozsahu povodně rozhodují faktory meteorologické i hydrologické.

Faktory meteorologické můžeme dále dělit na předběžné a příčinné. Předběžné faktory působí již v měsících před samotnou povodní. Významné předběžné faktory jsou například výška sněhové pokrývky nebo nasycenost povodí.

Faktory příčinné působí několik hodin až dnů před vznikem povodně. Příkladem příčinných faktorů jsou přivalové srážky nebo teplota, při které sněhová pokrývka taje (Brázdil a kol. 2015b).

Nejdůležitějšími faktory pro vznik povodní jsou:

- Přivalové deště, dlouhotrvající srážky, intenzivní obleva
- Stav a kapacita koryta, nasycenost vodního toku
- Výška a odolnost ochranných protipovodňových prostředků, jejich kvalita
- Retenční schopnost nádrží, rybníků, krajiny
- Způsob využití a zástavba zaplaveného území
- Včasné obeznámení o hrozícím nebezpečí povodně
- Vybavenost bezpečnostními prvky proti povodním (Rektořík, Šelešovský, 2005)

Zimní typ povodní způsobuje intenzivní tání sněhu, které většinou doprovází dešťové srážky. Tímto druhem povodní bývají zasažené převážně podhorské oblasti. Výraznější oteplení na většině území vede k zasažení i větších nížinných toků.

Letní typ povodní je způsoben dlouhotrvajícími intenzivními srážkami. Tento typ se projevuje zejména na středních a velkých tocích a mívá výrazné důsledky (Brázdil a kol. 2005).

### 8.2.3 Stupně povodňové aktivity

Když hovoříme o stupni povodňové aktivity, rozumíme míru povodňového nebezpečí. Jde o číselné označení nebezpečí, které označuje velikost povodně. Podle zákona č. 254/2001 ze dne 28. června 2001 o vodách rozlišujeme tři stupně:

První stupeň povodňové aktivity můžeme označit také jako stav bdělosti. Tento stav nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká hned po pominutí příčin tohoto

nebezpečí. Vyžaduje zvýšenou pozornost ohledně vodního toku. První stupeň se nevyhlašuje. Většinou jde o období před povodní.

Druhý stupeň se nazývá stav pohotovosti a vyhlašuje se v případě, že nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň. Zatím ale nedochází k větším škodám a rozlivům mimo koryto. S druhým stupněm dochází k aktivizaci povodňových orgánů a podle povodňového plánu se provádějí opatření ke zmírnění průběhu povodně.

Třetí stupeň je nejvyšším stupněm povodňové aktivity. Vyhlašuje se při nebezpečí vzniku škod většího rozsahu, ohrožení majetku a životů a označuje se jako stav ohrožení. Při vyhlášení třetího stupně se provádí zabezpečování, záchranné práce nebo evakuace.

#### 8.2.4 Povodně v České republice v roce 2002

V srpnu roku 2002 byla Česká republika zasažena jednou z největších přírodních katastrof v průběhu několika minulých staletí. V hlavním městě, Praze, to byla pravděpodobně největší povodeň na tomto území od roku 1432. Celková škoda, způsobená povodní, byla odhadnuta na 2,44 miliardy eur. Postiženo bylo 3,2 milionu lidí a 19 lidí přišlo o život (Boucek, 2006).

V srpnu 2002 došlo k významné povodni, které předcházely vydatné trvalé srážky. V průběhu této povodně zahynulo 19 lidí a rozsáhlé materiální škody byly vyčísleny na 73 miliard Kč. Zasaženo pohromou bylo 986 obcí a z toho 98 obcí zcela zaplaveno. Tisíce lidí bylo evakuováno, zejména z Prahy (MŽP ČR, 2004).

Tato povodeň trvala od 12. do 16. srpna, přičemž první vlna vydatných srážek začala 6. a 7. srpna v jižních Čechách. Dne 11. až 13. srpna přišla druhá srážková vlna, kdy srážky napadly zejména v jižních a západních Čechách. Tato povodeň zasáhla i sousední Německo, kde je zaevidováno 146 obětí na lidských životech (Pavlík a kol. 2002).

Jako první se vylila řeka Malše a Vltava spolu se svými přítoky. Přehrady se vypustily už 8.8. 2002 aby nastávající povodeň zachytily. V ten samý den byl vyhlášen I. stupeň povodňové aktivity a kvůli rychle se zvětšujícím průtokům byl v 19 hodin toho dne vyhlášen i II. stupeň. Řeka Berounka stoupla oproti normálnímu stavu 190,5 o 2 m. V pátek 9.8. bylo na Berounce naměřeno 193,5, což je o 3 m větší hodnota, než je normální stav. Následující sobotu 10. a neděli 11.8. voda poklesla o 1,5 m a mělo být po všem. Pokud by nedošlo k dalším rozsáhlým přívalovým deštům.

Přívalové deště na sebe nenechaly čekat a v pondělí 12.8. řeka Berounka opět stoupla o 2 m. O půlnoci z 12. na 13.srpna byla hladina vysoká již 3,5 m nad normálem.

Po poledni dne 12.8. byl vyhlášen III. stupeň povodňové aktivity a byla zahájena okamžitá příprava na evakuaci. Hladina i průtok měly neustále rostoucí tendenci a o půlnoci ze dne 13. na 14.8. byla hladina na celých 196,7 m, což je 6,2 m nad normálem. Ve středu 14.8. pak hladina dosahovala až na 6,8 m nad normálním stavem (ÚMČ Praha 16, 2008). V Následující tabulce jsou vyobrazeny průtoky:

Q	Odečet na lati	Průtok Q (m <sup>3</sup> /s)
Q normální	190,5	35
Q1 jednoletá voda	193,1	255
Q2 dvouletá voda	193,5	340
Q5 pětiletá voda	194,03	530
Q20 dvacetiletá voda	194,79	901
Q50 padesátiletá voda	195,44	1247
Q100 stoletá voda	196,5	1547
Q 14.srpna 2002	197,28	~ 1800

Tab.53: Průtok na řece Berounce při povodni r. 2002, Zdroj: <http://www.knihovna-radotin.cz/docs/Povoden.pdf>



Obr.6: Mělník v létě 2002, Zdroj:

[http://radil.sweb.cz/ceska\\_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm](http://radil.sweb.cz/ceska_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm)



*Obr.7: Praha-Modřany v létě 2002, Zdroj:*

*[http://radil.sweb.cz/ceska\\_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm](http://radil.sweb.cz/ceska_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm)*

#### 8.2.5 Následky způsobené povodní

Povodně mají dopad nejen na jednotlivce, ale i na společnost. Mají ekonomické, sociální a enviromentální důsledky. Tyto důsledky se liší jak v závislosti na lokalitě a rozsahu povodní, tak na zranitelnosti prostředí, které ovlivňují (Queensland Government, 2011).

Povodně způsobují výrazné škody, které lze rozdělit do následujících kategorií:

- Ztráty na životech
- Škody na životním prostředí
- Škody na majetku

Ztráty na životech způsobuje většinou nedostatek informací a varovných systémů., někdy ale i rizikové individuální podstupování jedinců. V roce 1997 bylo zaznamenáno 60 a v roce 2002 19 lidských obětí v průběhu povodní. To je s mezinárodními srovnáními relativně nízký počet.

Mezi škody na životním prostředí patří kontaminace vodních toků, v důsledku zaplavení čistíren odpadních vod a zhoršení kvality podzemních vod.

Největší škody vzniklé během a po povodni, jsou škody na majetku. V roce 1997 vyšplhaly škody na majetku až na 63 miliard Kč a v roce 2002 na 73 miliard Kč. Tak

velké škody mají vzhledem k velikosti ČR a ekonomické produktivitě výrazný hospodářský dopad (Čamrová a kol. 2006).

## 9 Monitorování hydrologických extrémů v České republice

Téměř veškeré zdroje vody, vyskytující se na území České republiky, pochází, na rozdíl od většiny států Evropy, z atmosférických srážek. To napovídá, že by se s vodními zdroji mělo nakládat šetrně a rozvážně. Klima se neustále mění a tím dochází i ke změně srážkového režimu typickému pro jednotlivá roční období. V zimě srážek přibývá a v létě srážek naopak ubývá. To znamená značný problém ve vodním režimu krajiny (Zahrádková a kol. 2015).

Portál ČHMÚ pravidelně zveřejňuje aktuální stav vodních toků a podzemních vod mělkých vrtů prostřednictvím Hlásné a předpovědní služby na internetových stránkách. Tyto informace jsou zveřejňovány zhruba od poloviny roku 2014 (ČHMÚ, 2017).

Hlavním orgánem monitorujícím hydrologické sucha je taktéž Český hydrometeorologický ústav. Informace, které se vztahují k problematice sucha vodních zdrojů jsou dostupné právě na tomto portálu. Dále se pak touto problematikou zabývá Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, kde zpracovávají data podniků Povodí. Zkoumání zahrnuje dvě kategorie. Kategorii A, což jsou hlásné profily spravované ČHMÚ nebo správním podnikem Povodí a kategorii B, což jsou hlásné profily zřizované krajskými úřady (Vlnas a kol. 2014).

Podle portálu ČHMÚ se míra závažnosti sucha dělí na sucho mírné, silné či sucho mimořádné. Informačním systémem sucha ústavu je zakládán na hodnocení extremity. Pomocí standardizovaných indikátorů jsou extrémy rozděleny podle pravděpodobnosti výskytu. Sledované veličiny jsou převážně průtoky, srážkové úhrny, stav hladin podzemních vod ve vrtech, vydatnosti pramenů a evapotranspirace. Pro vyhodnocení hydrologické situace a možného nástupu sucha sleduje ČHMÚ průtoky vodních toků, stav hladiny pramenů a stav hladiny mělkých a hlubokých vrtů. Dále sleduje nasycení půdy a její retenční kapacity, která má vliv na povrchový odtok při srážkách. Sleduje také množství vody ve sněhové pokrývce, která je velmi důležitá pro doplňování zásob podzemních vod (ČHMÚ, 2017).

### 9.1 Předpověď sucha

Jedna z možností předpovědi sucha jsou metody na základě pozorované klimatologie. Druhá možnost je předpověď odtoku hydrologickým modelem BILAN. Předpověď vynese hodnoty vybraných indexů a na základě těchto indexů můžeme

metody předpovědi rozdělit na ty, které vycházejí ze statistiky indexu sucha, statistiky klimatických veličin, odhadu velikosti zásob vody v povodí a předpovědi meteorologických veličin nebo jejich kombinace. Metody, které vycházejí z odhadu zásob v povodí vyhodnocují data s použitím hydrologického modelu a naměřených dat (Mendicino a kol. 2008).

Předpověď sucha pomocí modelu BILAN funguje na základě bilance povodí či určitého území a simulací odtoku. Vstup je časová řada srážkových úhrnů a teploty vzduchu. Model počítá hydrologickou bilanci v měsíčním nebo denním kroku. Sucho je hodnoceno pomocí srážek, průtoku, vztahu srážek a evapotranspirace, stavu hladin podzemních vod a vydatnosti pramenů. Odtok je modelován pomocí základního a přímého odtoku. Model BILAN je vyvíjen na oddělení hydrologie Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (Vlnas a kol. 2014, VÚV TGM, 2017).

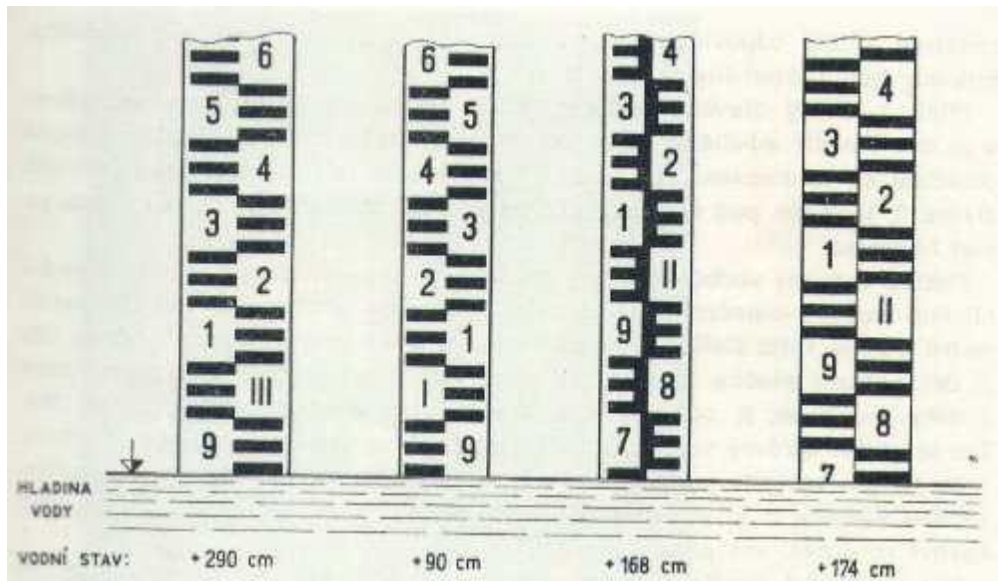
## 9.2 Předpověď povodně

Aktuální, kvalitní a včas podané informace jsou jednou ze základních podmínek pro zlepšení ochrany před povodněmi. Pro tyto účely je v České republice zřízena předpovědní povodňová služba, kterou spravuje Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci se správci Povodí. Na základě aktuální předpovědi množství srážek jde podle srážkoodtokových modelů a aktuálnímu stavu konkrétního povodí odhadnout, jak budou do budoucna velké průtoky. Díky tomu dokáží určit, zda hrozí nebezpečí povodně.

Předpovědní povodňová služba informuje povodňové orgány o nebezpečí vzniku povodně, o jejím vývoji, o vodních stavech a průtocích a o srážkách.

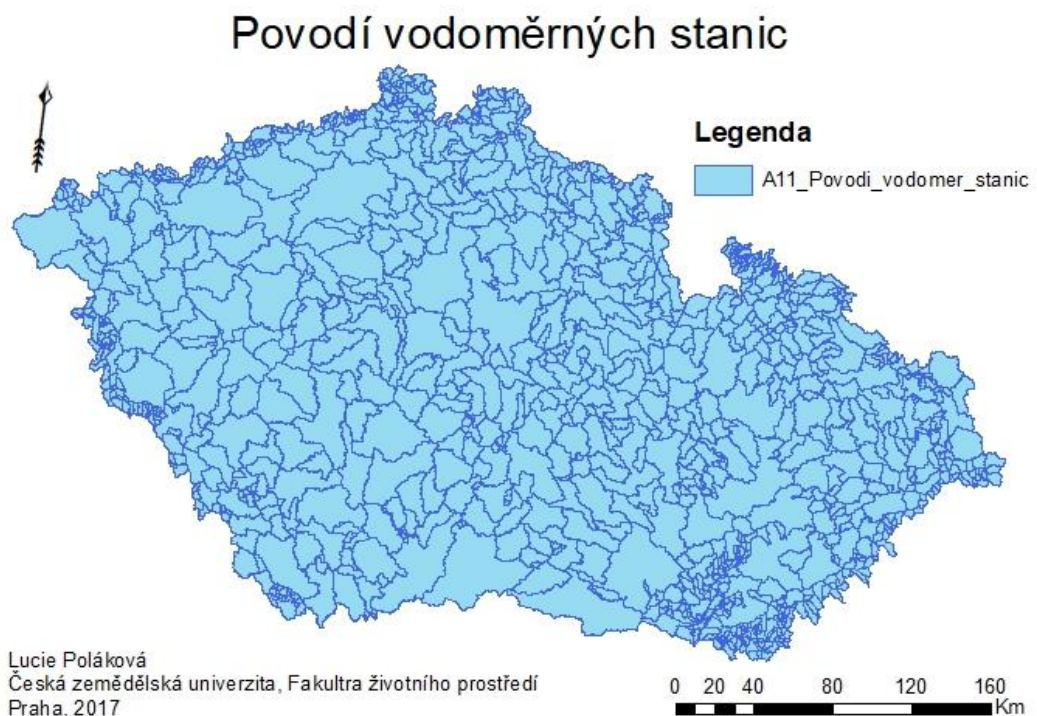
Hlásná povodňová služba zprostředkovává informace povodňovým orgánům pro včasné varování obyvatel v místě očekávané povodně a v místech, která leží níže na vodním toku. Také informuje orgány o vývoji povodňové situace.

Základním vybavením hlásného profilu jsou vodočetné latě. Jedná se o stabilně upevněnou lať, která je opatřena stupnicí, na které vyčteme výšku vodní hladiny (MŽP ČR, 2014). Příklad vodočetné latě je znázorněn na následujícím obrázku.



Obr.8: Vodočetná lať, Zdroj: [http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_document.php](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_document.php)

Následující obrázek znázorňuje mapu s povodími vodoměrných stanic.



Obr.9: Povodí vodoměrných stanic, Zdroj: [www.dibavod.cz](http://www.dibavod.cz)

## 10 Opatření

Klimatické změny mohou způsobit nebo zvětšit problémy v obou hydrologických extrémech. Jak v období sucha, tak při výskytu povodní. Jedná se o situace, kdy nejsou splněny požadavky obyvatel. V případě sucha jde o odběry vody a ředění

vypouštěných odpadních vod a v případě povodní jsou to požadavky na ochranu obyvatel a v rámci dosahu účinku povodně i toho, co využívají. Oba tyto extrémy mohou poškozovat jak ekosystémy zejména přímo spojené s vodními toky, tak ekosystémy v plošném měřítku krajiny.

Zmírnění účinků extrémů dosáhneme tím, že zmenšíme požadavky, nebo zajištěním opatření, která zmenší účinky těchto extrémních jevů.

Opatření tedy můžeme dělit na dvě skupiny. Na opatření, která zmenší požadavky a na opatření, která zmenší účinky extrémních klimatických jevů. Obě skupiny lze dále rozdělit podle typu extrémního jevu. Na jedné straně stojí hydrologické sucho a na druhé straně stojí příválové deště, které vyvolávají povodně.

Ve skupině, která je zaměřena na zmenšování účinků je třeba použít další rozdělení, a to na opatření v ploše povodí (opatření v krajině) a na opatření na tocích a nádržích.

Při navrhování opatření je třeba brát v potaz:

- Formulace cílů-čeho chceme pomocí opatření dosáhnout a v jakém časovém rozmezí
- Výběr opatření-jaký typ opatření je pro dosažení cíle účinný
- Jaké jsou předpoklady pro realizaci z hlediska majetkoprávních vztahů a nákladů

### 10.1 Cíle

Cíle by měly vycházet z rozboru současného posouzení a stavu vodohospodářské bilance posuzovaného území. To znamená z porovnání požadavků na užívání vody a z pozorování zdrojů vody, ve kterém se berou v potaz i minimální ekologické průtoky. Podobně je potřeba posoudit významné zdroje vody. Při stanovení cílů je třeba i uvážit případy, kdy už nastaly problémy se zásobováním vodou, s dodržením minimálních průtoků a požadovaným ředěním odpadních vod. Také se musí brát v potaz časový rámec, ve kterém má opatření plnit svůj účel, a možné dopady klimatické změny na hydrologické poměry vztahované v tomto období.

### 10.2 Výběr opatření

Při výběru opatření je vhodné posuzovat, jestli jeho realizací nedochází k výraznému upřednostňování potřeb jednoho uživatele nad ostatními (včetně ekosystémů). Efekt, který opatření přinese, by měl být co nejvíce rovnoměrně rozdělen mezi vodní ekosystémy a uživatele. Měla by být upřednostňována opatření, jejichž realizace je



odůvodněna i bez očekávaných dopadů klimatické změny, a opatření, která splňují požadavky trvale udržitelného rozvoje.

### 10.3 Omezení přírodními podmínkami

Uplatnění opatření je někdy omezeno hydrogeologickými, geologickými a morfologickými poměry v daných oblastech nebo úsecích toku. Například morfologie je klíčová pro opatření, která jsou založená na revitalizaci toku a využití nivy. Některé delší úseky velkých toků ale i mnoho menších toků se nacházejí v úzkých údolích bez vyvinuté nivy. Takže s ní spojená opatření jsou nevyužitelná. Podobně platí, že opatření, která využívají akumulaci v podzemních vodách a infiltraci do nich, mají smysl jen v menší části České republiky tvořené hydrogeologickými strukturami schopnými velké množství vody akumulovat. Důležité je také uvažovat, jak velký efekt můžeme od adaptačního opatření očekávat vzhledem k odtokovým a srážkovým poměrům v posuzované oblasti. To souvisí i s rozdílnou mírou dopadu klimatické změny v takto rozdělených oblastech.

### 10.4 Majetkoprávní vztahy

I realizace dobře zdůvodněného a připraveného opatření může být z velké míry ztížena střetem se zájmy dotčených subjektů a řešením majetkoprávních vztahů. To se týká nejen vodohospodářských staveb, ale i opatření v krajině. Účinnost opatření je pak omezeno velikostí plochy povodí, na kterém můžeme opatření realizovat.

Pro rozumný výběr opatření je nutná znalost toho, jaký je jejich účinek vzhledem k požadovaným cílům. Pro posouzení účinků různých typů opatření jsou následující obrázky, ve kterých symbol + značí, že dané opatření zmenšuje dopady v uvedeném členění. Symbolem 0 je vyznačen na místech, kde je účinek opatření zanedbatelný nebo nulový a symbol – značí, že opatření může příslušný dopad klimatické změny zesílit.

Předpokládané dopady klimatické změny vycházejí z výsledků studií zkoumajících vliv očekávaných změn na hydrologický režim a vodní hospodářství. Z výsledků studií vyplývá, že dopady klimatické změny se projeví zejména v období sucha a povodní. Důležité je, že výskyt období s nedostatkem vody je podle výzkumů očekáván s větší pravděpodobností než zvětšení četnosti a intenzity přívalových srážek, které zapříčiňují povodně (Hanel a kol. 2011).



Adaptační opatření	
1	Organizační Rozmístění, tvar a velikost pozemků uspořádat tak, aby podporovaly plošnou rozmanitost, nevytvářely dlouhé souvislé svahy, umožňovaly infiltraci vody do půdy a nevytvářely podmínky pro sousledný odtok.
2	Zvětšení rozsahu pozemků zatravněných a zalesněných, vyloučení kukuřice a plodin, pod nimiž se vytváří nepropustná krušta.
3	Agrotechnická Sifidání plodin, osevní postupy zvlášť infiltraci a zmenšující erozi, vhodné lesnické pěstební postupy.
4	Biotechnická Protierozní účelová opatření – travnaté pásy, průlehy, terasy.
5	Rozšíření mokřadů Obnova mokřadů v lokalitách, kde byla voda v minulosti drenáží odvedena.
6	Revitalizace toků Úpravy řeciš, které zpomalí odtok vody a zlepší podmínky pro průsak vody z řeciš do přípovrchové zvodně a zpět (pokud zvodně existuje).
7	Uvolnění nivý pro rozlivy V potenciálně zaplavovaných územích omezi aktivity, které jsou záplavou ohroženy, ponechat prostor pro rozlivy povodní a vsak vody z nivý do přípovrchové zvodně (tam, kde je vyvinutá niva a přípovrchová zvodně).
8	Zvětšení infiltrace srážk. vod Propustné úpravy povrchu – zatravněné pásy, retenční a vsakovací objekty.
9	Využití srážkových vod Zachycení srážkových vod pro lokální zavlažování a další účely.
10	Zásobní vodní nádrže Obnovavýstavba nádrží s dominantní zásobní funkcí, využití existujících nádrží jako zásobních.
11	Retenční vodní nádrže Zřizování suchých nádrží (poldru) a řízených rozlivů.
12	Zásobní i retenční vodní nádrže Zřizování víceúčelových vodních nádrží, přizpůsobení manipulačních řádů stávajících nádrží změněným podmínkám.
13	Převody vody mezi povodími a vodárenskými soustavami Převody vody z povodí, kde je jí dostatek, do místa, kde je jí nedostatek, nebo odvedení části povodňového průtoky do toku nebo nádrže, kde neškodí a může sloužit pro natepování průtoků/zásobování. Propojení vodárenských soustav umožňující v kritických situacích převod vody.
14	Zpětné převody vody uvnitř povodí Převod vody z níže ležícího úseku toku do výše ležícího úseku (recyklace vody) pro zajištění minimálních průtoků a obecného užívání vody.
15	Dočasné využití statických zásob podzemní vody Dočasné využití statických zásob podzemní vody (pokud existují) pro odběr nebo i zajištění min. průtoků, lze použít jen v krátkém kritickém období hydrologického sucha, aby se zásoba mohla po jeho ukončení doplnit.
16	Umělé infiltrace Posílení zdrojů podzemní vody technicky zajištěným zvětšením infiltrace.
17	Vícenásobné využití vody Vícenásobné využití vody, například vyčištěné odpadní vody pro závlahy.
18	Zhodnocení a přerozdělení kapacit vodních zdrojů Vodohospodářská řešení zásobních nádrží a vodohospodářských soustav pro měnění se hydrologické poměry, identifikace volných kapacit a možností jimi posílit deficitní oblasti.
19	Minimalizace ztrát vody ve vodárenských soustavách Minimalizace ztrát vody ve vodárenských soustavách.
20	Využití ekonomických nástrojů Zmenšování ztrát vody rekonstrukcí trubních řádů a pomocí dalších opatření.
21	Inovace závlahových systémů Úpravy ceny vody směřující ke zmenšení spotřeby vody, při rozlišení typu zdrojů, odběrateleů i stavu vodohospodářské bilance a respektování vztahu poplatky a nabídky.
22	Racionalizace systému povolování odběrů vody Využití moderních způsobů závlahy, které zmenšují nároky na množství odebrané vody, např. kapkové závlahy.
23	Racionalizace stanovení min. průtoků Stávající systém povolování odběrů vody nezaručuje, aby velikost povoleného odběru nebyla u některých odběrateleů podstatně větší než skutečný a potřebný odběr. Tím se administrativně omezuje povolení a uskutečnění jiných odběrů. Tento rozpor je třeba účinně vyřešit pomocí legislativních a ekonomických nástrojů.
24	Stanovení priorit pro kritické situace nedostatku vody Stávající přístup ke stanovení minimálních zůstatkových průtoků nevede vždy k hodnotám, které odpovídají požadovaným efektům. V případě toků, na nichž průtoky vlivem změny klimatu již významně poklesly, někdy není reálné je dodržet. Je nutné změnit přístup i metodiku výpočtu.
25	Dokonalější čištění odpadních vod V kritických fázích hydrologického sucha může nastat stav, kdy nelze splnit všechny požadavky na odběry a zachování minimálních průtoků. Je třeba stanovit priority podle míry nebezpečných dopadů na obyvatelstvo, životní prostředí, energetiku, průmysl, zemědělství a další odběratele. Je třeba stanovit účinnější čištění odpadních vod a další opatření by přispěly k menším nárokům na jejich ředění.

Obr. 11: Specifikace adaptačních opatření, Zdroj: (Hanel a kol. 2011)

Dopady klimatické změny	
<b>I</b>	Zhoršení mikroklimatu Zvýšení teploty vzduchu spolu se zmenšením srážek v letním období zejména v oblastech s podprůměrnými ročními úhmy srážek a nadprůměrnými teplotami vzduchu zhorší klimatické podmínky pro stávající vegetační kryt. Adaptační opatření nemožno změnit klimatické poměry, ale mohou ovlivnit lokální mikroklima.
<b>II</b>	Stres stávajících společenstev Vlivem změn popsaných v bodě I se v obdobích agronomického sucha zhorší podmínky pro stávající vegetaci, u některých plodin poklesnou výnosy, pro některé rostliny a typy lesních společenstev nebudou optimální klimatické podmínky. V extrémních případech může dojít k významné změně struktury společenstev. Nepříznivé dopady lze očekávat v aridnějších oblastech.
<b>III</b>	Zvětšení větrné eroze Zvětšení větrné eroze půdy při horším stavu vegetačního krytu – více povrchu půdy bude vystaveno větru.
<b>IV</b>	Zvětšení přímého odtoku Zvětšení přímého odtoku z méně pokrytého povrchu půdy (zmenšená schopnost průsaku do půdy, zvětšená pravděpodobnost vytvoření téměř nepropustné krusty). Následkem bude větší ohrožení obcí odtokem z přívalových dešťů z polí a malých toků.
<b>V</b>	Zvětšení vodní eroze Zvětšení vodní eroze půdy při horším stavu vegetačního krytu – více povrchu půdy vystaveno účinkům přívalových dešťů.
<b>VI</b>	Pokles průměrných průtoků Při dlouhodobě zvětšeném územním výparu vlivem zvýšených teplot vzduchu poklesne průměrná výška odtoku a tedy i průměrný průtok i v případě nezměněných dlouhodobých srážek.
<b>VII</b>	Pokles minimálních průtoků Vlivem poklesu srážek v letním období a dřívějšího počátku poklesu výtoky vody ze zásob podzemní vody poklesnou minimální průtoky v letním a na začátku podzimního období podstatně více než průměrné průtoky. Průtok pak poklesne pod historicky zaznamenané minimální hodnoty, pod rybníky a nádržemi nebude možné zajistit stanovené minimální ekologické průtoky.
<b>VIII</b>	Zánik průtoků Proces popsaný v bodě VII povede na malých a středních tocích, v jejichž povodí nejsou významné zásoby podzemní vody, k tomu, že přírodní odtok z povodí i na dobu několika měsíců zanikne.
<b>IX</b>	Zvýšení maximálních průtoků Jevy popsané v bodě IV při současném zasažení většího území vedou ke zvětšení kulminačních průtoků i na větších tocích.
<b>X</b>	Dopady na odběry vody Pokles průměrných průtoků a změna ročního chodu průtoků zmenší kapacitu vodních zdrojů povrchové vody u odběru z toků i vodních nádrží. Poklesy odtoku podzemní vody jsou obdobné jako poklesy průtoků, v hydrogeologických systémech s velkou akumulací lze očekávat ještě zpoždění. Pokles zdrojů podzemní vody je tedy obdobný poklesu u zdrojů vody povrchové.
<b>XI</b>	Dopady na kvalitu vody Zvýšení teploty vody a menší ředění odpadních vod v období malých průtoků povede ke zhoršení kvality vody. V situacích popsaných v bodě VIII poteče v některých úsecích toku jen vypouštěná odpadní voda. Dojde ke zrychlení procesu eutrofizace vody v nádržích.

Obr. 12: Specifikace dopadů změny klimatu z obr. 10, Zdroj: (Hanel a kol. 2011)

## 10.5 Opatření proti suchu

Hospodaření s vodními zdroji v České republice bylo ještě donedávna orientováno na uspokojování poptávky po vodě. Po přijetí Rámcové směrnice o vodách došlo k posunu k lepšímu, směrem k dlouhodobě udržitelnému, integrovanému přístupu k hospodaření s vodními zdroji. Důraz se již klade i na ochranu vodních ekosystémů a ekosystémů na vodu vázaných. Vize Koncepce ochrany před následky sucha a její cíle tyto principy respektují a jsou s nimi v souladu. (Ministerstvo zemědělství, 2017)

### **Vize Koncepce ochrany před následky sucha na území České republiky:**

Česká republika bude odolná před nebezpečnými projevy nedostatku vody a sucha i v měnících se klimatických a socioekonomických podmínkách. Tato odolnost bude zakládána na porozumění riziku sucha, na připravenosti a na schopnosti včas reagovat na jeho výskyt. Také bude založena na realizaci preventivních opatření za účelem minimalizace dopadů sucha a nedostatku vody na společnost, přírodní ekosystémy a hospodářství. Lidé v ČR budou vnímat zodpovědnost za množství a kvalitu vodních zdrojů, za ovlivňování vodního režimu krajiny a budou individuálně přispívat ke snížení zranitelnosti vůči suchu a nedostatku vody.

Cíle koncepce:

- Informovat o riziku sucha prostřednictvím monitoringu a předpovědi výskytu sucha, pomocí plánů pro zvládání sucha zajistit připravenost na tuto událost.
- Udržet rovnováhu mezi potřebou vody v různých sektorech a vodními zdroji i v měnících se klimatických podmínkách.
- Zmírňovat dopady sucha na ekosystémy prostřednictvím obnovy přirozeného vodního režimu krajiny.

Popis a návrhy opatření pro naplnění cílů Koncepce je rozdělen do pěti okruhů, které pokrývají hlavní témata ochrany před následky sucha a nedostatku vody. Jedná se o pět klíčových pilířů Koncepce, které by měly být realizovány souběžně aby se podařilo využít vzájemných působení těchto opatření:

### 10.5.1 Opatření potřebná k vytvoření informační platformy o suchu a nedostatku vody

Hlavní krok při zvládání nedostatku vody a rizika sucha, je vytvoření monitoringu sucha a stavu vodních zdrojů, a informovanost. Aktivity tohoto pilíře směřují ke svému cíli, čímž je zajištění srozumitelných informací o aktuálním stavu sucha a vodních zdrojů a jejich vývoje, aby bylo možné včasné zahájení přijímaní opatření nepříznivé hydrologické situace. (Ministerstvo zemědělství, 2017)

### **Doplnění monitorovací sítě**

- Je potřeba doplnit počet klimatologických stanic a provést doplnění a rekonstrukci monitorovací sítě podzemních a povrchových vod. Také je potřeba rozšířit monitorovací sítě ke sledování vláhové bilance půdy. Cílem je zvýšení spolehlivosti a plošné pokrytí pozorovaných subjektů, díky kterým se zpracovávají podklady pro rozhodování při nakládání s vodou.

### **Propojení monitoringu sucha a vznik varovného systému**

- Toto opatření má za cíl propojit stávající a nové informační zdroje věnované suchu do jedné informační platformy. Platforma bude sloužit jako rozcestník a nástroj pro informování veřejnosti, všeobecnou osvětu, a hlavně o vyhlášených stavech ohrožení suchem.

### **Hospodaření s omezenými vodními zdroji**

- Výše zmiňovaná platforma na sucho by obsahovala nástroj, který umožní sdílení informací o aktuálních potřebách vody mezi uživateli a správcem povodí. Upřesnění skutečných požadavků na vodu, tedy povolených odběrů, přispěje ke snížení nároků na vodní zdroje a umožní lépe přečkat období sucha.

### **Předpověď vývoje stavu vodních zdrojů**

- V oblastech ochrany před povodněmi jsou uplatňovány srážko-odtokové modely, které modelují očekávaný průběh povodňové situace ve dnech a hodinách. Pro oblast ochrany před následky sucha je potřeba vytvořit obdobné modely pro poskytování informací o vývoji hydrologické situace v dalších týdnech a měsících.

#### **10.5.2 Opatření potřebná k rozvoji a posílení vodních zdrojů**

Tento pilíř představuje reakci na pozorované nepříznivé trendy v jakosti a množství dostupných vodních zdrojů a na nepříznivé změny klimatu. Patří sem zejména opatření na stávající vodárenské infrastrukturu, opatření na ochranu množství a jakosti dostupných vodních zdrojů a aktivity, které jsou zaměřené na přípravu nových vodních zdrojů. Dále je sem zařazeno opatření na rozvoj zemědělské závlahy a zvýšení požární ochrany. (Ministerstvo zemědělství, 2017)

### **Ochranná pásma zdrojů podzemních a povrchových vod pro hromadné zásobování obyvatel pitnou vodou**

- Cílem tohoto opatření je odstranit současné nedostatky ve stanovování ochranných pásem vodních zdrojů a uplatňování zákazů a omezení v nich a plně využít jejich možností pro ochranu vodárenských zdrojů pro hromadné zásobování obyvatel pitnou vodou v období sucha.

### **Využívání moderních technologií ve vodárenství**

- Je potřeba podpořit modernizaci a doplnění stávajících technologií ke zvýšení využitelnosti vodního zdroje pro účely zásobování obyvatel pitnou vodou. Dnešní dvoustupňová úprava vody (sedimentace, filtrace) bude doplněna o třetí stupeň, který je založen na filtraci přes membránu či aktivní uhlí. Tyto technologie zajistí výrobu pitné vody i z vody surové, se zhoršenou kvalitou. Uvedené technologie s sebou ale přinášejí zvýšení spotřeby energie. To povede k navýšení ceny za úpravu vody.

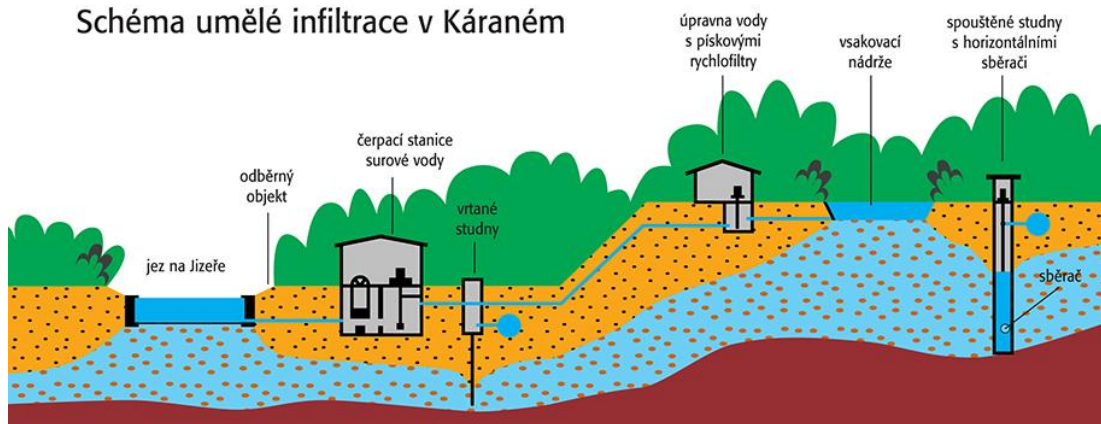
### **Propojení skupinových vodovodů do vodárenských soustav**

- Je potřeba zmapovat stávající propojení vodárenské infrastruktury a zjistit a zrekonstruovat propojení, která budou zajišťovat převod vyrobené pitné vody do oblastí, kde právě chybí, i v případě výpadku některého z lokálních vodních zdrojů. Cílem je tedy vytvoření vodárenské soustavy, která zajistí spolehlivé zásobování obyvatelstva pitnou vodou i během dlouhého nedostatku vody.

### **Uplatnění technologií břehové infiltrace a umělé infiltrace pro zvýšení zdrojů podzemní vody**

- Je potřeba ověřit optimální metody umělého vsakování vody na vybraných lokalitách České republiky. Po zpracování budou pilotní lokality připraveny k předání investorům, kteří zrealizují vlastní zařízení, kterými budou obce v nedostatkových oblastech. Cílem jsou tedy opatření, která zajistí pokročilý stupeň přípravy projektů ve vybraných lokalitách pro jejich realizaci v návaznosti na rostoucí poptávku po vodě (Ministerstvo zemědělství, 2017). Následující obrázek znázorňuje schéma umělé infiltrace v Káraném.

## Schéma umělé infiltrace v Káraném



Obr.13: Schéma umělé infiltrace v Káraném, Zdroj: <http://www.zpvkarany.cz/>

## Víceúčelové přehradní nádrže

- Pokud nastane nerovnováha mezi dostupnými vodními zdroji a požadavky na vodu, pak je zapotřebí prověřovat realizaci nových zdrojů. Jedním z nich je výstavba víceúčelových vodních nádrží. Tyto nádrže jsou ale ekonomicky, technicky a časově náročné stavby, mající negativní vliv na životní prostředí. Proto bude tato možnost využita, pokud nebudou dopady změny klimatu řešitelné jinými prostředky. Případná realizace přispěje k rozvoji oblasti, která byla dosud limitována nedostatkem vodních zdrojů (Ministerstvo zemědělství, 2017). Následující obrázek vyobrazuje víceúčelovou přehradní nádrž u Vranova nad Dyjí.



Obr.14: Vranovská víceúčelová přehradní nádrž, Zdroj: <http://www.ubytovani-vranov.info/informace-pro-turisty/vranovska-prehrada/>

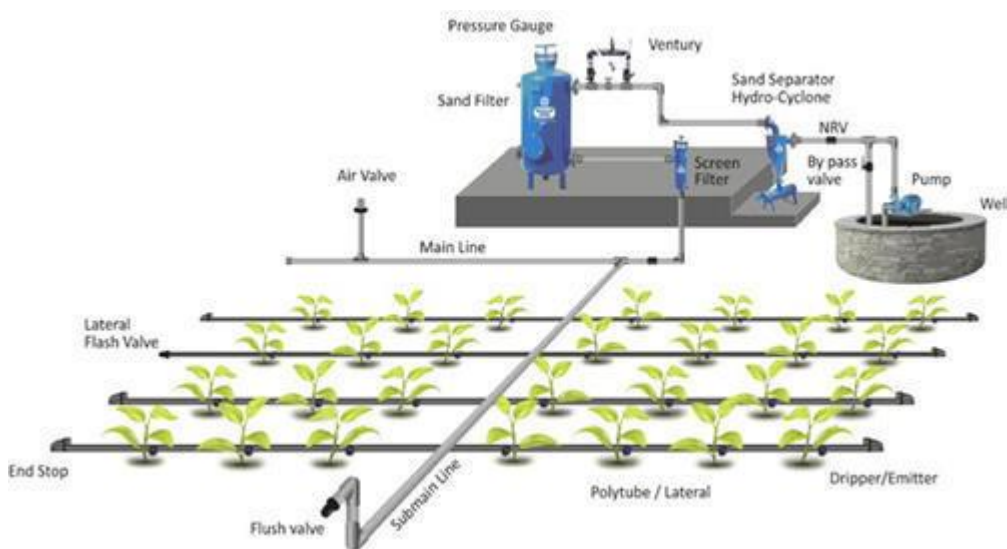


## Převod vody mezi povodími a zvýšená integrace vodohospodářských soustav

- Cílem opatření je posílení vodních zdrojů, které spadají do negativní bilance, ze zdrojů, které mají dostatečnou kapacitu a jsou k dispozici.

## Modernizace a rozvoj zemědělských závlah

- Modernizaci a další rozvoj závlahových zařízení podporuje stát dotacemi, tudíž se následné procesy předpokládají především v oblastech s již existujícími závlahovými systémy, které už v minulosti vykazovaly pasivní vodní bilanci. Jsou to především oblasti jižní Moravy, v severozápadních Čechách a v Polabí. Podmínkami pro dotační podporu jsou šetrnost (mikropostřik, kapková závlaha-viz následující obrázek) a spotřeba vody závlahových technologií. Toto opatření má za cíl snížení následků sucha na zemědělskou produkci a podpoření zajištění potravinové soběstačnosti (Ministerstvo zemědělství, 2017). Následující obrázek znázorňuje kapkový závlahový systém.



Obr. 15: Kapkový závlahový systém, Zdroj:

<https://www.indiamart.com/proddetail/drip-irrigation-system-15099502830.html>

## Obnova stávajících a výstavba nových závlahových nádrží

- Opatření má za cíl zajistit udržitelnou zemědělskou produkci plodin, zejména zeleniny. Dále posílí soběstačnost výroby, a to za současného zabezpečení dostatku závlahové vody bez nepříznivých dopadů na stávající vodní zdroje a jejich ekosystémy (Ministerstvo zemědělství, 2017). Ukázka závlahové nádrže je názorně ukázána na následujícím obrázku.



Obr. 16: Závlahová nádrž, Zdroj: <http://www.cectanks.com/sale-7587549-agricultural-water-storage-tanks-for-irrigation-enamel-100-000-gallon-gfts-tank.html>

### **Obnova a výstavba nových zdrojů požární vody v lesních ekosystémech**

- Opatření snižuje zranitelnost lesních ekosystémů vůči požárům, které mohou způsobit značné hospodářské i ekologické škody a u kterých je v období sucha vyšší pravděpodobnost vypuknutí (Ministerstvo zemědělství, 2017). Následující obrázek znázorňuje lesní retenční nádrž.



Obr. 17: Lesní retenční nádrž v Osvětimanech ve Zlínském kraji, Zdroj: <https://lesycr.cz/tiskova-zprava/lesy-cr-opravily-vodni-nadrz-osvetimanech-ve-zlinskem-kraji/>

10.5.3 Zemědělství jako nástroj pro ochranu množství a jakosti vody a ochranu půdy  
Třetí pilíř je uplatněn především v zemědělství a lesnictví. Opatření vznikají v reakci na zhoršující se vláhovou bilanci, klesající infiltrační a retenční schopnosti půdy, znečištění vody látkami na výživu a ochranu rostlin a nepříznivé dopady vodní eroze. Za cíl si tento pilíř bere snížení následků sucha v zemědělství, zpomalení odtoku vody z krajiny, ochranu jakosti vody a zlepšení fyzikálních vlastností půd.

#### **Zlepšení monitoringu stavu zemědělské půdy a aktualizace bonitace půd za účelem vylepšení ochrany půdy**

- Opatření zajišťuje komplexní podklady pro vyhodnocování stavu lesních a zemědělských půd, identifikuje nepříznivé trendy a jejich příčiny pro následný návrh a přijetí opatření na zlepšení stavu půd.

#### **Zlepšení ochrany půdy před erozí**

- Je potřeba rozšířit stávající ochranu půdy a podpořit půdoochranné technologie, které pomáhají zadržet vodu v krajině a zároveň omezují procesy vodní a větrné eroze.

#### **Opatření na zachování a zvýšení organické hmoty v půdě**

- Aplikace organických a statkových hnojiv, zpracování posklizňových zbytků, zařazování dusík vázajících plodin do osevních postupů-to vše navyšuje podíl organické hmoty v půdě. Opatření zvyšuje podíl organické hmoty v půdě a vylepšuje retenční schopnosti půdy zemědělské.

#### **Sledování kvality povrchových a podzemních vod v souvislosti s používáním hnojiv a pesticidů**

- Opatření zamezuje zatížení půdy a následně vodních zdrojů nežádoucím znečištěním. To vše v souvislosti s používáním přípravků na ochranu rostlin.

#### **Změna zemědělské politiky v podpoře pěstování energetických plodin**

- Výsledky monitoringu jakosti podzemních vod v souvislosti s překračováním limitů pesticidů v povrchových a podpovrchových vodách jsou alarmující. Tento stav je rozhodující pro opatření pro zlepšení stavu těchto vod. Proto dochází k přehodnocení stávající politiky v oblasti podpory produkce biopaliv v ČR a pěstování zemědělských plodin pro energetické využití. Cílem je tedy

omezení zatížení vodních zdrojů a půdy nadměrným chemickým znečištěním a erozí v souvislosti s pěstováním plodin pro energetické využití.

### **Podpora rozvoje ekologického zemědělství**

- Je potřeba podporovat rozšíření zemědělských ploch, které jsou obhospodařovány v ekologickém režimu. Hlavní slovo zde má bioprodukce. Opatření má za cíl přispět k omezování negativních vlivů zemědělského hospodaření na stav zemědělské půdy a na vodní zdroje.

### **Podpora precizního zemědělství**

- Precizní zemědělství přispívá ke zlepšení fyzikálních parametrů orné půdy a ke snižování množství použitých látek na výživu a ochranu rostlin. Tyto přínosy by se měly podporovat a zavést do praxe a je třeba jim věnovat pozornost v oblasti vědy a výzkumu. Opatření přispěje k obnově infiltračních a retenčních schopností zemědělské půdy a zvýší odolnost proti dopadům zemědělského sucha. Také přispívá k omezení kontaminace vodních zdrojů pesticidy.

### **Provádění komplexních pozemkových úprav**

- Komplexní pozemková úpravy mimo jiné přispívají k omezení eroze a zvyšují zamezení odtoku srážkových vod a přispívají tak k prevenci povodní.

#### **10.5.4 Zvýšení akumulací a retenční schopnosti krajiny**

Předposlední pilíř zahrnuje aktivity k nápravě nepříznivých důsledků systematického odvodnění krajiny a zásahů člověka do vodních toků. Opatření zvyšují retenci vody v krajině a odolnost vodních ekosystémů vůči hydrologickým extrémům.

### **Obnovení přirozených funkcí vodních toků a niv**

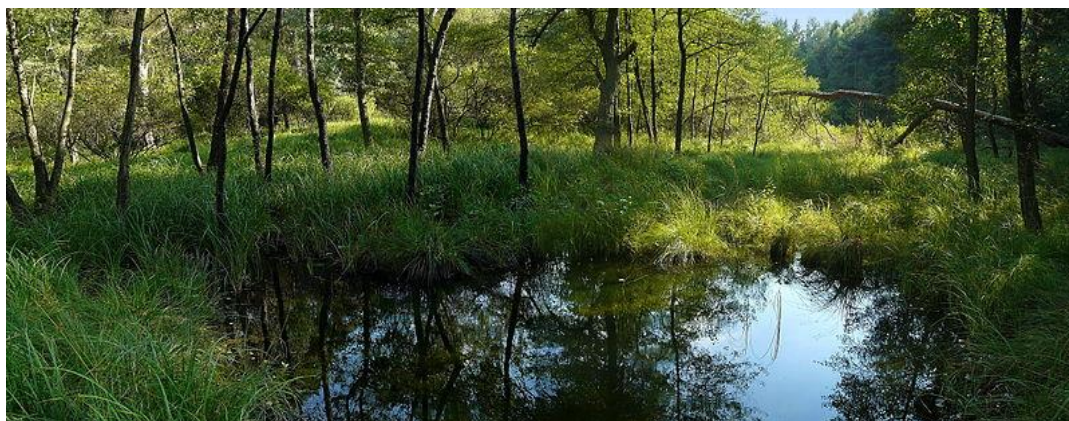
- V České republice byly v minulosti prováděny technické úpravy koryt vodních toků v zájmu získání větších zemědělských ploch, rozšiřování zastavěných ploch, splavnění vodních toků nebo pro energetické využití. Tyto úkony docílily zrychlování odtoků vody z krajiny, omezování rozlivů povodní, nadbytečné odvodňování krajiny, ztráty ekologických a krajinných funkcí vodních toků a další škody. Cílem tohoto opatření je obnovit ekosystémové funkce přirozených vodních toků a zvýšení odolnosti ekosystémů vůči dopadům sucha.

### **Regulace odtoku z melioračních odvodňovacích zařízení**

- Plochy zemědělské půdy jsou z 25 % odvodněny. Velikost odtoku odvodňovacích systémů jde regulovat pomocí hrazení v kontrolních šachticích. U nás je tato možnost zatím experimentálně testována.

### **Obnovení přirozených vodních prvků v krajině**

- Přirozené vodní prvky (tůň, nivní louky, rašeliniště, lužní lesy aj.) jsou klíčové pro zachování biologické rozmanitosti krajiny. Mimo jiné také přispívají ke zpomalení odtoku vody z území. Cílem opatření je maximálně zvýšit retenci vody v krajině a snížit nebo zpomalit odtok vody. V neposlední řadě zajistit doplňování podzemních vod (Ministerstvo zemědělství, 2017). Následující obrázky jsou ukázkami přirozených vodních prvků v krajině.



*Obr. 18: Tůň v NPP Klokočka, Zdroj:*

*[https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:T%C5%AF%C5%88\\_v\\_NPP\\_Kloko%C4%8Dka.jpg](https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:T%C5%AF%C5%88_v_NPP_Kloko%C4%8Dka.jpg)*



Obr.19: Rašeliniště, Zdroj: <https://qarrtsiluni.com/2008/06/27/new-forest-peat-bog/>



Obr.20: Lužní les, Zdroj:

<https://mnfi.anr.msu.edu/communities/community.cfm?id=10658>

### **Opatření na lesní půdě**

- Opatření pro zmírnění negativních vlivů změny klimatu na lesní ekosystémy, jako jsou vhodné způsoby hospodaření na lesní půdě, které vede k pestré prostorové a druhové dřevinné skladbě lesa, ochrana lesního půdního fondu a opatření vedoucí ke zlepšení retence vody v lesích, jsou pro les klíčová. V připravovaných obnovách oblastních plánů rozvoje lesů je zahrnuta i aktualizace hospodářských souborů z hlediska druhové skladby, a rámcových směrnic v suchem ohrožených ale i hydrologicky stabilních typech lesních

ekosystémů. Cílem je zachování podmínek pro vyrovnanou vodní bilanci krajiny.

#### 10.5.5 Podpoření principů zodpovědného hospodaření s vodou napříč sektory

Poslední, pátý pilíř je zaměřen na snižování poptávky po vodě, snižování znečištění vody a opětovné využívání vody, která se vrací do přirozeného prostředí. K dispozici je řada nových technologií, které mohou výrazně přispět ke snížení následků sucha, ale zatím nejsou v praxi uplatňovány.

#### **Snižování spotřeby vody v energetice a průmyslu**

- Energetika, zemědělství a průmysl patří mezi největší odběratele povrchových vod. Je tedy vhodné uplatnit uzavřený okruh vody tak, aby bylo možné ztrátu vody minimalizovat. Zlepšení také může přivést výroba energie z obnovitelných zdrojů, jako je větrná nebo solární energie. Další možností je využívání vodních zdrojů, jako jsou třeba důlní vody. Narůstá útlum těžební činnosti a v následujících letech může jejich potenciál tvořit významný zdroj.

#### **Hospodaření se srážkovou vodou**

- Hospodaření se srážkovou vodou v zastavěných oblastech zajistí především zachování přirozených odtokových podmínek v podobě, jaké byly ještě před urbanizací. To také přispěje ke snížení spotřeby vody pitné a k ochraně jakosti povrchových vod, zatížených kanalizačním systémem během srážkoodtokových událostí.

#### **Opětovné využívání vyčištění odpadních vod**

- Opatření nastaví legislativní podmínky pro další využívání odpadních vod a zajistí, aby voda po čištění neobsahovala nežádoucí znečištění zejména prioritními látkami.

#### **Podpoření moderních technologií v čištění odpadních vod**

- Zaváděním nových technologií je možné dosáhnout zvýšené účinnosti čištění odpadních vod. Jedna z možností je doplnění stávajících technologií o nové prvky (biofiltrace, membránové technologie, aj.) a další možnost je zvýšení automatizace a řízení procesů provozních parametrů. Na místě je i zavádění moderních technologií na odstraňování fosforu. Metoda filtrace přes aktivní uhlí, ozonizace nebo UV záření mohou úplně dezinfikovat odpadní vody a odstranit spoustu dalších součástí znečištění vody, které jsou biologickým

čištěním obtížně nebo vůbec odstranitelné. Pro uplatnění nových technologií je potřeba podpořit aplikovaný výzkum a přenést technologie z laboratoře do běžného modelu (Ministerstvo zemědělství, 2017).

#### 10.6 Protipovodňová opatření

Ochrana před povodněmi se týká všech. Aby byla úspěšná, musí spolu aktéři všech plánovacích a realizačních úrovní spolupracovat. Preventivní opatření je nejefektivnější formou ochrany. Další důležité opatření je vhodně provedená informovanost občanů. Tím se rozumí poskytnutí obyvatelům informace o tom, jak mohou škodlivým účinkům povodní předcházet, jak se na samotnou povodeň a její průběh připravit, jak se při výskytu povodně zachovat a jak se z ní poučit. Tyto informace by měly obyvatele připravit na povodňovou situaci tak, aby si i nadále uvědomovali bezprostřední ohrožení majetku a při podcenění přírodních zákonitostí i ohrožení na životě.

#### **Povodňové plány**

- Povodňový plán je definován jako základní dokument v ochraně před povodněmi. Když nastane povodňová situace, slouží plán ke koordinaci potřebných činností v postiženém území. V povodňovém plánu jsou přehledně shrnuté činnosti v záplavovém území, zejména v jeho obydlených částech i při různých stupních povodňové aktivity. Povodňový plán je zpracován pro celé územní celky, ale dokonce i pro významné ohrožené budovy, provozy či objekty (Dostál, 2008). Povodňové plány pro nižší celky musí být v souladu s povodňovým plány vyššího stupně. Soulad potvrzuje příslušný povodňový orgán hned na titulní straně povodňového plánu (ČSN, 2006).

#### **Opatření v ochraně před povodní**

- Zásady, které řeší protipovodňové ochrany obcí a menších měst se týkají zejména povodní z letních dešťů, především z přívalových srážek. Povodně, které vznikly z regionálních dešťů většinou přicházejí jako soustředěný odtok ve větších tocích a jejich kulminace je tak vysoká, že ochrana zasaženého území by v tomto případě byla finančně a technicky velmi náročná. Absolutní ochrana před povodní neexistuje, protože pokud bychom jí provedli na dodnes nejvyšší povodeň, která se v minulosti vyskytla, může v budoucnosti přijít povodeň ještě větší. Je nutno určit optimální stupeň ochrany tak, aby při povodni nedošlo ke ztrátám na životech a aby finanční prostředky, které byly



vynaloženy na realizaci protipovodňových opatření, nebyly o hodně vyšší než potenciální škody na majetku.

Konkrétní řešení protipovodňových ochran se liší podle způsobu, jakým voda ohrožuje danou obec. Jde buď o soustředěný přítok vody korytem toku, který protéká obcí nebo jde o přítok povrchové vody z pozemků nad obcí (Dostál a kol. 2008).

**10.6.1 Protipovodňová opatření při povodních vznikajících přítokem povrchových vod**  
Při intenzivních přivalových srážkách, jejichž úhrn a intenzita překračuje počáteční akumulaci půdy a intenzitu infiltrace, dochází v zemědělsky využívané krajině ke zvýšenému povrchovému odtoku, erozi a zatěžování vodních toků splaveninami, které mají velký obsah živin. Voda odtékající po povrchu půdy se soustřeďuje a vytváří v orné půdě rýhy, rýžky a někdy i strže. Pokud má způsob hospodaření za následek vznik nadměrného přímého odtoku s následným vznikem povodní, je možné pozitivně ovlivnit hydrologické vlastnosti takové krajiny řadou opatření, která jsou součástí protierozní ochrany půdy (Janeček a kol. 2002).

#### *10.6.1.1 Organizační opatření*

Tato opatření vycházejí ze znalostí příčin erozních jevů, jejich zákonitostí a rozvoje. Příklady organizačních protierozních opatření jsou například:

- Omezení pěstování plodin, které nedostatečně chrání půdu na pozemcích se sklonem na 8 %, což je 4,6 °.
- Uplatnění ochranného zatravnění pozemků na svazích, které mají sklon nad 21 % (12,0 °) a pozemků s nepříznivými vlastnostmi;
- Zalesnění svažitých pozemků, které mají sklon větší než 31 % (17,0 °), těžkých zamokřených půd a půd s nevyvinutým půdním profilem;
- Rozmístění plodin na svazích tak, aby co nejlépe plnily protierozní funkci. Uplatnění protierozních osevní postupů na pozemcích, kde nelze z agrotechnických a organizačních důvodů uplatnit jiný způsob rozmisťování protierozních plodin.

Protierozní účinek rostlin je dán velikostí jejich vzrůstu, rychlostí vývoje, olistěním a typem pěstování. S rostoucí erozní ohrožeností půdy lze plodiny při jejich tradičním pěstování sestavit do řady: travní porost-vojtěška-jetel-obilovina ozimá-obilovina jarní-hrách-řepka ozimá-slunečnice-brambory-cukrovka-kukuřice.

Ochranné zalesnění či zatravnění je možné provést plošně nebo liniově (v pásech). Je nezbytné obnovit travní porosty na těžkých a svažitých půdách. Zejména v případech, kdy dochází k zaplavování orné půdy a následnému

odnosu ornice. Obnovení travnatých ploch spolu s výsadbou dřevin dokáže ochránit půdu před erozí a často slouží také jako lapač hlíny, kterou naplavila povodeň. Zalesňovat by se měly zejména podmáčené orné půdy v nivách vodních toků a orné půdy umístěné na svazích. Také je vhodné zalesnění druhově chudých travních porostů, které vznikly přesevem orné půdy v nivách vodních toků (Poštulka, 2007). Při zalesnění je nejlepší variantou smíšený les s bohatým keřovým a bylinným patrem s mocnou vrstvou nadložního humusu.

#### *10.6.1.2 Agrotechnická opatření*

Na předchozí organizační opatření navazují opatření agrotechnická. Cílem těchto opatření je zlepšit vsakovací schopnosti a protierozní odolnost půdy v období, kdy je půda nejvíce ohrožená erozí (v době, kdy je půda nedostatečně chráněna vegetací). Agrotechnická protierozní opatření využívají půdoochranných technologií při zpracování půdy a upravují tradiční způsoby pěstování zemědělských plodin. Do této skupiny opatření patří například:

- orba ve směru vrstevnic na svazích, které mají sklon 14-21 % (8-12 °);
- výsev ochranných plodin, mulče nebo strnišť v místech, kde dochází ke zdrsňení povrchu pozemku a zpomalení povrchového odtoku;
- důlkování nebo hrázkování povrchu půdy u širokořádkových plodin;
- zatravnění meziřadí při sklonu 12-21 % (7-12 °) a více nebo pěstování krátkodobých porostů v meziřadí speciálních kultur (vinice, chmelnice, sady) (Dufková, 2007)

#### *10.6.1.3 Technická opatření*

Samostatná organizační a agrotechnická opatření nejsou při řešení protierozní ochrany určitého povodí schopna výrazně ovlivnit povrchový odtok. Technická opatření mají na ovlivnění srážko-odtokových poměrů mnohem větší účinek. Mezi tato opatření patří průlehy, záchytné odváděcí příkopy, vsakovací příkopy, protierozní meze a hrázky, vytvoření umělých retenčních prostorů (mokřadů) a umožnění vsakování vody na nepropustných nebo málo propustných plochách (Dostál, 2008).

**Průlehy** jsou široké, mělké a většinou nezpevněné nebo zatravněné příkopy, sloužící k zachycení, odvedení nebo k infiltraci krátkodobého povrchového odtoku, který vzniká náhlým táním sněhové pokrývky nebo po přivalové srážce. Tento prvek je polyfunkční, a proto patří mezi nejúčinnější podpůrná ochranná opatření na orné půdě. Další pozitivum je jejich snadné začlenění do krajiny, které je umožněno mírnějším sklonem svahů (1:5 až 1:10) a malou hloubkou průlehu. Průleh je vhodné

budovat na pozemcích mající sklon maximálně 18 % (10 °). Však v ose průlehu je možné podpořit drenáží (Dufková, 2007).



*Obr.21: Protierozní průleh, Zdroj:*

*[http://kralovehradecky.dppcr.cz/web\\_574350/biotechnicka\\_opateni.htm](http://kralovehradecky.dppcr.cz/web_574350/biotechnicka_opateni.htm)*

**Záchytné příkopy** jsou dalším velmi účinným opatřením. Nejčastěji se budují nad chráněným územím, které je ohroženo přítokem cizích vod z výše položených pozemků. Příkopy rozdělují dlouhé pozemky z hlediska odtoku vody do několika odtokových ploch. Voda v nich zachycená se buď odvádí odváděcími příkopy nebo se zadržuje a ve vsakovacích příkopech postupně zasakuje. Odváděcí příkopy většinou vedou po spádnicí a zajišťují bezpečné odvedení vody z pozemku (příklad znázorněn na následujícím obrázku). Vsakovací příkopy jsou naopak vedeny ve vrstevnicích, které mají nulový sklon dna. Pokud chceme použít vsakovací příkopy, je nutné zjistit, zda má půda dostatečnou infiltrační schopnost, která zajistí dostatečně rychlé vyprázdnění příkopu v řádě maximálně několika dní (Dostál, 2008).



Obr.22: Odváděcí příkop, Zdroj: <http://www.sabreakingnews.co.za/2015/11/13/r2bn-water-pipeline-planned-for-free-state/>

**Meze** se skládají ze tří základních částí. To je zasakovací pás nad mezí, vlastní těleso meze a odváděcí prvky. Meze jsou využívány i jako předcházející opatření. Zmírňují sklon pozemku a snižují transport půdních částic. Tvoří stálou překážku povrchovému odtoku, a dokonce mají pozitivní efekt z krajinně-estetického hlediska. Meze mohou být úspěšně zařazeny do územního systému ekologické stability (ÚSES) jako součást lokálních biokoridorů (Dufková, 2007).



Obr.23: Protierozní mez, Zdroj: <http://www.koaliceproreky.cz/resene-projekty/zavadeni-retencnich-a-infiltracnich-adaptacnich-opatreni-v-povodi-moravy/>

**Protierozní hrázky** jsou nízké. Většinou jsou 1,0-1,5 m vysoké. Jsou nepřelévané a vegetačně opevněné. Například zemní hráze, které jsou budované na úpatí svahů, slouží k ochraně komunikací před zaplavením vodou a zanesením splaveninami. Výška hrázky se určuje v souladu s požadovanou zabezpečeností chráněného objektu (Dufková, 2007).

#### 10.6.2 Protipovodňová opatření vznikající přítokem vody vodními toky

Množství vody odtékající vodními toky, doba trvání zvýšených vodních stavů a časový průběh průtoku závisí na velikosti povodí, na rychlosti odtoku vody z jednotlivých povodí, na velikosti plochy zasažené srážkou a na možném časovém střetu maximálních průtoků z jednotlivých povodí.

Opatření, která jsou navržena proti zvýšeným průtokům v tocích, jsou z většiny technického charakteru. Příkladem těchto opatření může být zvětšení nebo využití retenčních prostorů již existujících vodních nádrží, budování polosuchých a suchých nádrží, řízení a využívání rozlivů v údolních nivách, zkapacitnění koryt vodních toků nebo ohrazování toků. Při navrhování si musíme uvědomit, že nemůžeme řešit pouze ochranu ohroženého intravilánu, ale musíme tento problém řešit už ve vyšších polohách, kde dochází k vytváření prvních projevů povodňového nebezpečí.

##### 10.6.2.1 Technická opatření

Vliv protipovodňových vodních nádrží na zpomalení odtoku vody v krajině je dán velikostí těchto nádrží. Odhaduje se, že z hlediska ovlivnění povodňových průtoků má retenční prostor význam v případě, když se jeho objem rovná alespoň jedné čtvrtině objemu povodně. Pokud navíc tvoří rybníky a nádrže na toku soustavu, jejich účinek lze počítat (Dostál, 2008).

**Malé vodní nádrže** se většinou navrhují v zemědělsko-lesnický obhospodařované krajině s víceúčelovým využitím. Reálně ale převažuje využití nádrží k chovu ryb, čistě z ekonomických důvodů. To značně omezuje ostatní možnosti využití. V rámci protipovodňové ochrany se jedná o sníženou možnost využití pro dočasnou retenci povodňových průtoků (Soukup, 2008). Pojem „Malé vodní nádrže“ označují nádrže, které mají objem ovladatelného prostoru nepřesahujícího 2 miliony m<sup>3</sup> a jejichž hloubka je maximálně 9 m. Zvýšení současných retenčních objemů těchto nádrží můžeme dosáhnout snížením provozní hladiny v nádrži. Při včasném varování o příchodu povodně pak částečným vypuštěním vody (ČSN 75 2410, 2011). Na následující obrázku je znázorněna malá vodní nádrž.



Obr.24: Malá vodní nádrž, Zdroj: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/vec-voda-aneb-voda-je-zivot/>

**Polosuché nebo suché nádrže** patří k protipovodňovým opatřením, kterými můžeme dosáhnout snížení kulminačního průtoku povodně a rozložení objemu povodňové vlny do delšího časového úseku dočasnou akumulací vody. Když povodně odezní, dochází k vyprázdnění nádrže a její využití může pokračovat dosavadním způsobem. Polosuchá nádrž může mít stále napuštění a její funkce pak hraje roli technickou, ekologickou a krajinnou. Jak polosuché, tak suché nádrže mohou být průtočné nebo boční. Jejich návrhy pochází z celkového posouzení poměrů v povodí a porovnání s jinými druhy protipovodňové ochrany. Abychom docílili maximálního účinku těchto nádrží je třeba zajistit, aby se jejich ochranný prostor naplňoval až v době kulminující povodňové vlny. Předčasné naplnění může retenční účinek na průtok pod nádrží výrazně omezit (Ministerstvo zemědělství, 2005a).

**Ochranné hráze** jsou nízké zemní hráze, které chrání bezprostředně ohrožené území. Měly by být navrhovány co nejbližší k chráněným objektům, aby byla co nejméně omezována možnost rozlivu vody v údolní nivě a nebyla tak zhoršována povodňová situace v nižší části toku. Ochranné hráze jsou vhodně především v případě, kdy doba mezi zjištěním povodňového nebezpečí a počátkem samotné povodně je příliš krátká a nelze již použít jiná protipovodňová opatření. Pokud dojde k porušení hráze, je nutné v chráněném území počítat se zhoršením povodňové situace. V takovém případě dochází k mnohem horšímu a neočekávanému průběhu

povodně, než kdyby tam žádné opatření nebylo (Ministerstvo zemědělství, 2005b). Následující obrázek znázorňuje příklad ochranné hráze.



Obr.25: Protipovodňová hráz, Zdroj: [https://www.irozhlas.cz/regiony/humanitarni-pracovnici-se-budou-ucit-stavet-protipovodnove-hraze\\_201104080445\\_jpiroch](https://www.irozhlas.cz/regiony/humanitarni-pracovnici-se-budou-ucit-stavet-protipovodnove-hraze_201104080445_jpiroch)

**Řízené rozlivy**, využívané především v nivách, mohou být velice efektivním opatřením chránícím před povodní. Řízené rozlivy lze uplatnit tam, kde je možné vymezit plochu určenou pro rozliv povodní a v nich co nejjednoduššími úpravami terénu zajistit dočasné zadržení většího množství vody. Systém řízené inundace se z funkčního hlediska podobá boční suché nádrži. Voda v údolní nivě protéká při menší hloubce, než je vlastní koryto toku a vlivem drsnosti povrchu údolní nivy, kterou ovlivňují zejména stromy a keře, protéká také mnohem menší rychlostí. Tím se odtok vody výrazně zpomaluje a dochází ke snížení kulminačního průtoku povodně. Řezné rozlivy také přispívají k větší spolehlivosti dalších protipovodňových opatření (Ministerstvo zemědělství, 2005c).

**Zkapacitnění vodního toku** můžeme dosáhnout zmenšením sklonu svahu břehů, prohloubením koryta, vytvořením sekundárního povodňového koryta nebo vytvořením složeného lichoběžníkového profilu. Tímto zvětšením koryta však dochází k problému, kdy voda sice neohrožuje území, kde bylo zkapacitnění provedeno, ale zrychluje odtok a ohrožuje tím území, která jsou na toku položená níže. Stanovení optimální hodnoty návrhového průtoku, na které má být koryto zkapacitněno, je dalším problémem. Hodnoty maximálních průtoků, které prošly korytem v minulosti, bývají v současné době překročeny (Dostál, 2008).

### 10.6.2.2 Netechnická opatření

Do této skupiny protipovodňových opatření můžeme zařadit údržbu a čištění vodních toků. Důležité je zachování průtočnosti a odolnosti koryta, údržby inundačních území, mezi hrází a ochranných hrází a péči o objekty na vodním toku. Škoda, která vznikla přímo nebo nepřímo při zanedbání, je hlavním činitelem ovlivňujícím rozsah a způsob údržby.

Údržba upravených vodních toků spočívá v pravidelné péči o vegetační kryt svahů (péče o břehové porosty, kosení), odstraňování nánosů, kontrole opevnění dna a svahů a v čistotě vody. U neupravených toků musíme hledět zejména na odolnost dna, zachování průtočné kapacity a na čistotu vody (Tlapák a kol. 1992).

### 10.6.3 Další opatření v záplavovém území

Kromě výše uvedených opatření je nutné dbát na zásady hospodaření a činnosti v záplavovém území:

- zamezení jakémukoliv omezení kapacity aktivního inundačního území;
- vyloučení možnosti snadného vytváření bariér (např. ploty mají být dostatečně propustné nebo alespoň tlakem vody snadno položitelné, stromy mají růst v řadách po směru proudu atd.);
- dodržování zákazu zřizování skládek, jejichž odpad může snadno odplavat;
- v co největším množství odstraňování skládek snadno odplavitelného materiálu i z pasivních inundačních zón (skládek sena, větších kusů otopového dřeva, sudů z umělých hmot atd.);
- omezení další výstavby přímo v inundačním území;
- vyloučení skladování nebezpečných látek a zákaz výstavby provozů, které využívají tyto látky;
- vhodné uspořádání vybavení vnitřních budov v oblastech aktivní inundace (okna a dveře sklepních prostorů vybavit vodotěsnými uzávěry, vyšší podlaží připravit prostor na rychlý přesun nejcennějších věcí a vybavení z přízemního podlaží apod.);
- přizpůsobení terénních úprav a staveb v pasivní inundaci, které trvale neomezí akumulární funkci inundace (je tedy možné zřizovat sportoviště, parky a podobná zařízení) (Dostál, 2008).

### 10.6.4 Provizorní ochranná opatření

Hrazení, vakové hradicí konstrukce nebo pytlování jsou mobilní prvky protipovodňové ochrany. Lze je využít pro ochranu obcí a měst, kde jsou povodně způsobeny regionálními srážkami v kombinaci s táním sněhu. Zejména slouží k individuální



ochraně. Jestli má být použití těchto systémů úspěšné, je důležitá včasná předpověď povodně, zabezpečení údržby a skladování ochranných zařízení v době běžných průtoků. Tato ochranná opatření se uplatňují především u větších toků s rozsáhlejším povodím, kde můžeme povodňovou situaci předpovědět řádově až několik hodin předem (Konvička, Kolečka, 2002). Následující obrázek znázorňuje vakovou protipovodňovou konstrukci.



Obr.26: Protipovodňové vaky, Zdroj:

[http://www.podripem.cz/clanky/2011\\_povodnove-zabrany-v-roudnici-selhaly-proti-povodeni-byla-moc-velka.html](http://www.podripem.cz/clanky/2011_povodnove-zabrany-v-roudnici-selhaly-proti-povodeni-byla-moc-velka.html)

Operativní použití pytlů s pískem je v podmínkách menších měst a obcí nejpoužívanějším provizorním opatřením. Je možné jimi vytvořit mobilní hrázky v místech, kde by došlo k vyběžení vody, která by ohrozila budovy, obyvatele a jejich majetek. Ostatní mobilní prvky se pro menší města a obce nehodí, kvůli vysokým pořizovacím nákladům (Vaishar, 2002).

#### 10.6.5 Výběr vhodné varianty protipovodňového opatření

Pro výběr optimální varianty lze využít ze strany zpracovatele „Metodiku návrhu a výstavby optimální varianty protipovodňových a protierozních opatření pro zmírnění extrémních hydrologických jevů-povodní a sucha v krajině“ (PPPO).

Součástí rozhodování ve výběru optimální varianty tvoří metodika „Komplexního indikátoru protipovodňových a protierozních opatření“ (KIPO-METODIKA). Předmět posouzení v KIPO-METODICE je návrh záměru ve větším počtu vzájemně porovnatelných variantách PPPO. Vzniklý výstup je určen pracovníkům státní a

komunální správy, zabývající se zadáváním a vyhodnocováním veřejných zakázek v oboru vodního hospodářství a technických protierozních opatření (Kovář, Štibinger, 2009).

## 11 Dotace

V této kapitole jsou uvedeny jak současné dotační příležitosti pro realizaci nápravných opatření vedoucích ke zlepšení vodního režimu krajiny prostřednictvím zvýšení retence a snížení množství odtoku vody, tak dotační příležitosti nedávno uzavřené. Opatření vedoucí k obnově a posílení ekologické stability krajiny jsou na území České republiky realizována již od počátku 90. let. Výrazně nápomocné byly tzv. krajinoformní programy, především Program revitalizace říčních systémů a program péče o krajinu (Kender, 2004). Každoroční prostředky ve výši až několika miliard korun uvolňuje na realizaci opatření v přírodě a krajině České republiky Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí.

### 11.1 Národní dotační programy

#### **Program péče o krajinu (PPK)**

- MŽP poskytuje neinvestiční prostředky do výše až 100 % vynaložených nákladů na vlastní realizaci opatření typu drobného managementu. Tento program ročně rozděljuje až 100 mil. Kč. To platí pro období 2015-2017.

#### **Podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí (PPK volná krajina)**

- Tento podprogram podporuje nelesní opatření, jako je ochrana krajiny proti erozi nebo udržení kulturního stavu krajiny, ale také podporuje realizaci a péči o prvky Územního systému ekologické stability (ÚSES) a vytváření drobných přírodních prvků v krajině, mezi které patří obnova mezí a remízků. Do tohoto podprogramu patří i péče o krajinné prvky a o přírodní a přírodně blízké biotopy a biotopy druhů uvedených v červených seznamech ve volné krajině.

#### **Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK)**

- Ministerstvo životního prostředí podporuje investiční a neinvestiční záměry, které realizují adaptační opatření zmírňující dopady klimatické změny na vodní, lesní i nelesní ekosystémy. Dále financuje monitoring a podkladové materiály. Dotace až do výše 100 % nákladů je poskytována na jednoleté i víceleté realizace. Pro období 2009-2018 je počítáno s rozdělením řádově desítek milionů Kč ročně. Program obsahuje podprogramy jako například

Podprogram Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy, Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na nelesní ekosystémy nebo Adaptační opatření pro zmírnění klimatické změny na lesní ekosystémy.

### **Národní programy Ministerstva zemědělství v oblasti vod**

- Ministerstvo zemědělství podporuje opatření ve veřejném zájmu, především na prevenci před povodněmi, odstraňování jejich škod a obnovu, rekonstrukci a odbahnění rybníků. Prostředky k úhradě až 100 % výdajů poskytují pro správce vodních toků. Program zahrnuje podprogram Podpora prevence před povodněmi III, nebo podprogram Podpora opatření na malých vodních tocích a na malých vodních nádržích.

### **Národní program životního prostředí (NPŽP)**

Program podporuje projekty a aktivity, které přispívají k ochraně životního prostředí v ČR. Tento program byl navržen pouze jako doplňkový k jiným dotačním titulům, zejména Operačnímu programu Životní prostředí a programu Nová zelená úsporám. Zaměřuje se na aktuální priority koncepčních a strategických dokumentů Ministerstva životního prostředí České republiky, především Státní politiky životního prostředí 2012-2020. Jednou s mnoha oblastí je prioritní oblast Voda.

**Prioritní oblast Voda** má za cíl zlepšit kvalitu podzemních i povrchových vod a reakci na negativní jevy a dopady změny klimatu, jako jsou povodně, sucho a nedostatek vody. Dále podporuje zachycování vody v krajině, zvyšování zásob vody a jejich kvality, zvýšení efektivity využívání vodních zásob.

#### **11.2 Evropské dotační programy**

##### **Operační program životní prostředí (OP ŽP)**

- Hlavní cíle OP ŽP 2014-2020 jsou chránit a zajistit kvalitní prostředí pro život obyvatel České republiky, podpořit efektivní využívání zdrojů, zmírňovat dopady změny klimatu a eliminovat negativní dopady lidské činnosti na životní prostředí.

##### **Program rozvoje venkova (PRV)**

- Cílem programu je přispět k rozvoji venkovského prostoru ČR na bázi trvale udržitelného rozvoje, snížení negativních vlivů intenzivního zemědělského hospodaření a zlepšení stavu životního prostředí pro období 2014-2020.

Hlavním bodem programu je obnova, zachycení a zlepšení ekosystémů, které souvisejí s lesnictvím a zemědělstvím.

## **LIFE**

- Tento program je evropský finanční nástroj, který podporuje projekty zaměřené na ochranu přírody a životního prostředí v Evropské unii. Platný je pro období 2014-2020 a je otevřen jako součást integrovaného přístupu EU k ochraně životního prostředí (AOPK ČR, 2016).

## **Další dotační programy**

- Lze zmínit například nadaci Partnerství, která prostřednictvím programu Nestlé pro vodu v krajině poskytuje granty na různé projekty, které se týkají zlepšování retenčních schopností krajiny, uplatňování efektivního a přírodě blízkého hospodaření s vodou a protipovodňové ochrany. Součástí těchto projektů je zvýšit povědomí obyvatelstva o dané problematice a snaha zapojit místní komunity (Nadace partnerství, 2016).

## 12 Diskuse

Je pravděpodobné, že se budou hydrologická sucha a povodně v budoucnosti vyskytovat ve stále větším množství a intenzitě v důsledku klimatické změny. P. D. Astapenko a J. Kopáček tvrdí, že za změny klimatu mohou jak přírodní jevy, tak i lidé. Podle V. Barrose se za posledních sto padesát let zvýšila průměrná globální teplota o 0,6 °C. Vládní agentura National Oceanic and Atmospheric Administration uvedla, že poslední desetiletí 20. a začátek 21. století bylo globálně nejteplejším obdobím. Dle mého názoru, se bude průměrná teplota do budoucna neustále zvyšovat. Proto je nutné těmto problémům čelit a přijmout navrhovaná opatření, která zmíní jejich negativní dopady.

Je velmi pravděpodobné, že chování lidstva v minulosti ke klimatickým změnám jenom přispělo. Rušení přirozené zeleně na polích a spojování polí do jednoho velkého celku vedlo k odtoku vody z polí, což dále vedlo k vysoušení půdy a následné neschopnosti vodu vsakovat. Zásahy do koryt řek, zejména jejich napřímení, zase přispělo k rychlejšímu odtoku vody z povodí a zároveň k výraznějším povodím. Dnes se však, již poučení, snažíme o napravení již dříve napáchaných škod.

Nejdůležitější opatření proti oběma problematikám, je dle mého názoru informovanost veřejnosti. To znamená seznámení občanů s problémy sucha i povodní, s jejich příčinami i důsledky, s nebezpečím, které je doprovází, s preventivními opatřeními a s fyzickými opatřeními, která jsou nezbytná v případě výskytu jednoho nebo druhého hydrologického extrému zavést.

Z této informovanosti by se poté mohl zvýšit tlak veřejnosti (nejen odborné) na vlády všech zemí a s tím by se mohly efektivněji přerozdělovat finance a přijímat opatření, která by vedla ke snižování rizik hydrologických extrémů. Nelze zapomenout, že v boji s hydrologickými extrémy je také velice nutná mezinárodní spolupráce, která je, dle mého názoru, na relativně dobré úrovni, ale je potřeba neustále pokračovat ve výzkumu nových a efektivnějších opatřeních a následně je co nejrychleji aplikovat v krajině.

## 13 Závěr

Monitorování sucha a povodní a možnosti jejich předpovědi jsou velice důležité. V předchozím století se sledování této problematiky nevěnovala příliš pozornost. Tato témata se do popředí dostala až přibližně posledních více jak deseti letech. A to jako odezva na socioekonomické problémy, které sucho a povodně přinesly. Spolu s vývojem technologií si společnost uvědomila, že je třeba se touto problematikou zabývat. Zabývat se nejen jejich monitoringem, ale i výzkumem, porozuměním a nejrůznějšími nástroji opatření na zmírnění jejich dopadů.

Práce popisuje jak možnosti sledování sucha a povodní, tak vysvětluje jejich problematiku a důsledky způsobené v době výskytu těchto extrémů. Dále popisuje opatření využívaná v České republice proti jejich negativním dopadům na obyvatelstvo i životní prostředí, způsoby využití těchto opatření, jejich kladné i záporné vlastnosti a na co brát ohledy při návrhu takových opatření.

Boj proti povodním je dnes již dobře prostudován, popsán a vysvětlen. Proto když přijdou povodně, ztráty jí způsobené nejsou tak velké jako v minulosti. Se suchem, které zatím nemá ani jednotnou definici, je to těžší. Je dokonce obtížné určit, kdy sucho začíná a kdy končí. V posledních pár letech se však lidstvo snaží se suchem bojovat, pomocí plánů a návrhů opatření, která využívají nové technologie (kapková závlaha, mikropostřik, membránové technologie, biofiltrace...) Do budoucna by bylo vhodné se těchto nových technologií nebát a provádět na nich měření, která by prokazovala účinnost navrhovaných opatření.

## 14 Seznam použitých zdrojů

1. AOPK ČR, ©2017: Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu (online) [cit. 2018.04.05.], dostupné z <<http://www.dotace.nature.cz/popfk-programy.html>>.
2. Astapenko P. D., Kopáček J., 1987: Jaké bude počasí?. Lidové nakladatelství, Praha.
3. Barros V., 2006: Globální změna klimatu. Mladá fronta, Praha, 165 s.
4. Blinka P., 2002: Metoda hodnocení sucha. In: Rožnovský J., Litschmann T. (eds.): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě.
5. Blinka P., 2005: Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území České republiky v letech 1876-2002. Meteorologické zprávy-Meteorological bulletin, ročník 58/1, 9 stran.
6. Boucek J., 2006: AUGUST 2002 CATASTROPHIC FLOOD IN THE CZECH REPUBLIC. In: Vasiliev O., van Gelder P., Plate E., Bolgov M. (eds) Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security. NATO Science Series, vol 78. Springer, Dordrecht.
7. Bouchama A., 2004: The 2003 European heat wave. Intensive care medicine 30/1: 1-3.
8. Brázdil R., Trnka M., a kol., 2015: Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Centrum výzkumu globální změny, Akademie věd České republiky, V.V.I., Brno.
9. Brázdil, R., Dobrovolný, P., Elleder, L., Kakos, V., Kotyza, O., Květoň, V., Macková, J., Müller, M., Štekl, J., Tolasz, R., Valášek, H., 2015: Historie počasí a podnebí v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Brno. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky. 400 s. ISBN: 978-80-87902-11-0.
10. Brázdil, R., Dobrovolný, P., Elleder, L., Kakos, V., Kotyza, O., Květoň, V., Macková, J., Müller, M., Štekl, J., Tolasz, R., Valášek, H., 2005: Historické a současné povodně v České republice. Praha. Český hydrometeorologický ústav, 2005. Dějiny počasí a podnebí v českých zemích, sv. 7. 370 s. ISBN: 80-210-3864-0.
11. Bruce J. P., Clark R. H., 1966: Introduction to Hydrometeorology, 1st Edition. Pergamon, Oxford.
12. Chábera S., Kössel L., 1999: Základy fyzické geomorfologie: přehled hydrogeografie. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých

- Budějovicích. Pedagogická fakulta, katedra geografie. 159 s. ISBN: 80-7040-348-9.
13. Critchfield H. J., 1983: General Climatology, 4. Vyd., Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
  14. Čamrová L., Jílková J., Daňhel J., Mareš K., Procházková D., Munzar J., Havlík A., Just T., Kučerová E., Novotná J., Prušvic D., Salaj M., Viktorová D., 2006: Povodňové škody a nástroje k jejich snížení. Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku, Praha.
  15. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (ČHMÚ), ©2017: Český hydrometeorologický ústav (online) [cit. 2018.02.26.] dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>.
  16. ČSN 75 2410: Malé vodní nádrže. eAgri, Praha, 2011. 48 s.
  17. ČSN., 1975: Názvosloví v hydrologii. Československá státní norma 73 6511. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha.
  18. Dingman S. L., 2008: Physical hydrology. Long Grove, Ill.: Waveland, ISBN 978-1-57766-561-8.
  19. Dostál T., 2008: Strukturovaný přístup k protipovodňové ochraně a prevenci v povodí. ČVUT v Praze – Fakulta stavební, Praha.
  20. Doswell C. A., ©2003: Flooding (online) [cit. 2018.03.26.] dostupné z <[http://curry.eas.gatech.edu/Courses/6140/ency/Chapter8/Ency\\_Atmos/Flooding.pdf](http://curry.eas.gatech.edu/Courses/6140/ency/Chapter8/Ency_Atmos/Flooding.pdf)>.
  21. Duan K., Mei Y., 2014: Comparison of Meteorological, Hydrological and Agricultural Drought Responses to Climate Change and Uncertainty Assessment. Water Resources Management, 5039-5054.
  22. Dufková J., 2007: Krajinné inženýrství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
  23. Eagleson P. S., 1991: Hydrologic science: A distinct geoscience, Reviews of Geophysics. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, p. 237-248.
  24. Fligge M., Solanki S. K., 1998: Solar irradiance since 1874 revisited, Geophysical Research Letters: 341-344.
  25. Hanel M., Kašpárek L., Mrkvičková M., 2011: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, Praha.
  26. Hošek P., Kyselý J., Pecho J., 2012: Horké vlny. Vesmír 91/1: 30–34.
  27. Janeček M., Dostál T., Kozlovský Dufková J., Dumbrovský M., Hůla J., Kadlec V., Konečná J., Kovář P., Krása J., Kubátová E., Kobzová D., Kudrnáčová M., Novotný I., Podhrázská J., Pražan J., Procházková E.,



- Středová H., Toman F., Vopravil J., Vlasák J., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozi, 1. vydání. ISV nakladatelství, Praha.
28. Kakos V., Vrabec M., 2006: Voda z atmosféry. In: Voda v České republice. Consult Praha, Praha.
29. Kender J., 2004: Péče o krajinu (krajinotvorné programy Ministerstva životního prostředí). Consult, Praha.
30. Kender J., Cílek V., Hladný J., Jongepierová I., Just T., Ložek V., Němec J., Novotná D., Plesník J., Svoboda J., Tremel V., Vopálka J., Zeman J., 2004: Voda v krajině. Consult Praha, Praha.
31. Konvička M., Kolečka J., 2002: Město a povodeň – strategie rozvoje měst po povodních. ERA, Brno.
32. Kovář P., Štibinger J. (eds.), 2009: Metodika návrhu a výstavby optimální varianty protipovodňových a protierozních opatření (PPPO) pro zmírnění extrémních hydrologických jevů – povodní a sucha v krajině. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. 29 s. ISBN 978-80-213-1883-0.
33. Kożuchowski K., Marciniak K., 1990: Tendencje zmian temperatury i opadów w Europie śródkowej w stuleciu 1881-1980. Acta universitatis Nicolai Copernici, Geografia, XXII, zes. 73, 22-43.
34. Kravčík M., Pokorný J., Kohutinar J., Kováč M., Tóth E., 2007: Water for the recovery of the climate-A new Water Paradigm. Krupa print, Žilina.
35. Meehl G. A., Karl T., Easterling D. R., Changnon S., Pielke R., Changnon D., Evans J., Groisman P. Y., Knutson T.R., Kunkel K. E., Mearns L. O., Parmesan C., Pulwarty R., Root T., Sylves R. T., Whetton P., Zwiers F., 2000: An introduction to trends in extreme weather and climate events: Observations, socioeconomic impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections, Bull. Am. Meteorol.Soc. 81: 413–416.
36. Mendicino G., Senatore A., Versace P., 2008: Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a mediterranean climate. Journal of Hydrology, 357, 282–302.
37. Ministerstvo zemědělství, 2017: Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky (online) [cit. 2018.03.05.], dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/koncepce-a-strategie/koncepce-na-ochranu-pred-nasledky-sucha.html>>.
38. Ministerstvo zemědělství, 2005a: Katalog opatření–Suché a polosuché poldry (online) [cit. 2018.03.15.], dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/file/37061/\\_35\\_poldry.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/37061/_35_poldry.pdf)>.

39. Ministerstvo zemědělství, 2005b: Katalog opatření–Pevné konstrukce (Ohrazování toků) (online) [cit. 2018.03.15.], dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/file/37070/\\_39\\_pevne\\_konstrukce.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/37070/_39_pevne_konstrukce.pdf)>.
40. Ministerstvo zemědělství, 2005c: Katalog opatření–Zvýšení retence údolní nivy- řízená inundace (online) [cit. 2018.03.15.], dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/file/37078/\\_43\\_retence\\_nivy.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/37078/_43_retence_nivy.pdf)>.
41. Ministerstvo životního prostředí, 2014: Povodňový informační systém (online) [cit. 2018.03.05.], dostupné z <<http://www.povis.cz/html/>>.
42. Ministerstvo životního prostředí, 2004: Výsledná zpráva o projektu Vyhodnocená katastrofální povodně v srpnu 2002 a návrh úpravy systému prevence před povodněmi (online) [cit. 2017.12.28.], dostupné z <[https://www.vuv.cz/files/pdf/problematika\\_povodni/povoden-2002\\_zaverecna\\_zprava.pdf](https://www.vuv.cz/files/pdf/problematika_povodni/povoden-2002_zaverecna_zprava.pdf)>.
43. Murnane R. J., 2004: Climate research and reinsurance, Bull. Am. Meteorol. Soc. 85: 697–707.
44. Nadace partnerství, 2016: Nestlé pro vodu v krajině (online) [cit. 2018.04.15.], dostupné z <<https://www.nadacepartnerstvi.cz/Granty/Ukazka-podporenych-projektu/Nestle-pro-vodu-v-krajine>>.
45. National Reseach Council, 1991: Opportunities in the hydrologic sciences. National Academic Press, Washington.
46. Negusse A. Y., 2005: Hydrosphere. In: Lehr, Jay H and Keeley, Jack eds: Water encyclopedia. John Wiley & Sons, USA, P. 1-9.
47. Netopil R., 1970: Základy hydrologie povrchových a podpovrchových vod. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
48. NOAA-National Weather Service, 2007: Climate chase, Silver Spring, Maryland.
49. Novický O., 2011: Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území ČR. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha.
50. Parmesan C., Root T. L., Willig M. R., 2000: Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota, Bull. Am. Meteorol. Soc. 81: 443–450.
51. Pavelková Chmelová R., Frajer J., 2014: Základy fyzické geografie 1- Hydrologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
52. Pavlík J., Ferebauerová M., Sandev M., Havelka J., 2002. Synoptické hodnocení povětrnostních situací v průběhu povodní v srpnu 2002 v České republice. Meteorologické zprávy, 55, č. 6, s. 167–176. ISSN: 0026–1173.

53. Pecharová E., Svoboda I., Vrbová M., 2011: Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.
54. Poštulka Z., 2007: Příklad povodeň může být menší: Praktická příručka pro obce, místní organizace, lesníky a zemědělce. Hnutí Duha, Brno.
55. Punčochář P., Rolečková E., Fousová E., 2015: Sucho vážná hrozba pro Českou republiku. Ministerstvo zemědělství, Praha.
56. Queensland Government, © 2011: Understanding Floods: Questions & Answers (online) [cit. 2018.04.02.], dostupné z <[http://www.chiefscientist.qld.gov.au/images/documents/chiefscientist/pubs/floods/ununderstandi-floods\\_full\\_colour.pdf](http://www.chiefscientist.qld.gov.au/images/documents/chiefscientist/pubs/floods/ununderstandi-floods_full_colour.pdf)>.
57. Räisänen, J., Hansson, U., Ullerstig, A., Döscher, R., Graham, L.P., Jones, C., Meier, H.E.M., Samuelsson, P., Willén, U., 2004: European climate in late twenty first century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate dynamics* 27, 13-31.
58. Rektořík, J., Šelešovský, J., 2005: Financování a kontrola jako důležité nástroje zvládnutí mimořádných událostí velkého rozsahu. 1. vyd. Masarykova univerzita, Brno.
59. Remenárová D., Rieder M., Kodeš V., 2001: Czech National Groundwater Quality Monitoring Project and Harmonization with the Approaches In the EU Countries. Czech Hydrometeorological Institute, Prague.
60. Rožnovský J., Pokladníková H., Středa T., 2010: Specifika městského klimatu na příkladu středně velkého města. Český hydrometeorologický ústav, Brno
61. Scheffield J., Wood E. F., 2012: Drought: Past Problems and Future Scenarios. Routledge, New York.
62. Sobíšek B., 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.
63. Soukup M., 2008: Biotechnická opatření v krajině pro zvýšení retence vody na odvodněných pozemcích v pramenných oblastech. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
64. Starý M., 2005: Hydrologie: Modul 01. Vysoké učení technické v Brně, Brno.
65. Šobr M., 2016: Hydrologický cyklus. *Geografické rozhledy*. 26. 8-9.
66. Thomas S.G.D., Goudie A., 2010: The Dictionary of Physical Geography, Third edition. Blackwell publishing, Oxford.
67. Tlapák V., Šálek J., Legát V., 1992: Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha.
68. TNV 75 2931: Povodňové plány. eAgri, Praha, 2006. 38 s.

69. Trnka, P., 2010: Možné důsledky déletrvajícího sucha v naší krajině a ve světě (online) [cit. 2017.12.17.], dostupné z <[http://user.mendelu.cz/xvlcek1/rrc/sucho/TRNKA\\_1.pdf](http://user.mendelu.cz/xvlcek1/rrc/sucho/TRNKA_1.pdf)>.
70. Trubač D., 2007: Geografie České republiky-elektronická cvičebnice (online) [cit. 2017.11.18.], dostupné z <[http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U38\\_Geografie\\_Ceske\\_republiky.pdf](http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U38_Geografie_Ceske_republiky.pdf)>.
71. ÚMČ Praha 16, 2008: Povodeň srpen 2002 (online) [cit. 2017.12.29.], dostupné z <<http://www.knihovna-radotin.cz/docs/Povoden.pdf>>.
72. United Nations Framework Convention Climate Change, ©2007: Climate change: Impacts, vulnerabilities and adaptation on developing countries (online) [cit. 2018.04.17.], dostupné z <<https://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>>.
73. Vaishar A., 2002: Krajina, lidé a povodně v povodí řeky Moravy. REGIOGRAPH, Brno.
74. Van Loon A. F., 2015: Hydrological drought explained (online) [cit. 2017.12.17.], dostupné z <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wat2.1085>>.
75. Vlnas R., Černá L., Vizina A., Pešek F., 2017: Reálné dopady sucha v letech 2015 a 2016 na podzemní vody (online) [cit. 2017.12.25.], dostupné z <<http://www.vak.cz/soubory/Sbornik2017/Vlnas%20I.pdf>>.
76. Vlnas R., Hanel M., Vizina A., Beran A., Hrabánková A., Hrdinka T., Kašpárek L., Martínková M., Peláková M., Tremel P., Pavlásek J., Bašta P., Jačka L., Máca P., Pech P., 2014: Možnosti predikce sucha. Projekt Návrh koncepce řešení krizové situace vyvolané výskytem sucha a nedostatkem vody na území ČR, VÚV, TGM, Praha.
77. VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, 2017: Hydrologický model Bilan. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. (online) [cit. 2018.2.28.], dostupné z <<http://bilan.vuv.cz/bilan/modely-pro-vypocethydrologivke-a-vodohospodarske-bilance/hydrologicky-model-bilan/>>.
78. VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA. 2015: Návrh koncepce řešení krizové situace výskytu sucha a nedostatku vody v České republice. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha.

79. Watson R. T., Zinyowera M. C., Moss R. H., 1997: The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Cambridge University Press: 150–155.
80. Wilhite D. A., Glantz M. H., 1985: Understanding the drought phenomenon: The role of definitions, *Water International* 10: 111-120.
81. Zahrádková S., Hájek O., Tremel P., Pařil P., Straka M., Němejcová D., Polášek M., Ondráček P., 2015: Hodnocení rizika vysychání drobných vodních toků v České republice (online) [cit. 2018.2.25.], dostupné z <<http://www.vtei.cz/2015/12/hodnoceni-rizika-vysychanidrobnych-vodnich-toku-v-ceske-republice/>>.
82. Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon, v platném znění

## 15 Přílohy

Seznam obrázků:

Obrázek č.1: Hydrologický cyklus (Neller, R.: H<sub>2</sub>O ide s proudem) (online) [cit. 2018.4.15.], dostupné z <<http://zomriabysizil.com/kolobeh.php>>

Obrázek č.2: Vodní toky-hrubé úseky (online) [cit. 2018.4.11.], dostupné z <<http://www.dibavod.cz/>>

Obrázek č.3: Vodní nádrže (online) [cit. 2018.4.11.], dostupné z <<http://www.dibavod.cz/>>

Obrázek č.4: Sucho ve vegetačním období v roce 2015 (Žalud, Z.: Monitoring zemědělského sucha v České republice) (online) [cit. 2018.3.10.], dostupné z <<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/monitoring-zemedelskeho-sucha-v-ceske-republice>>

Obrázek č.5: Stav hladiny v povodích hodnocených pomocí mělkých vrtů (Vlnas R., Černá L., Vizina A., Pešek F.: Reálné dopady sucha v letech 2015 a 016 na podzemní vody) (online) [cit. 2017.12.25.], dostupné z <<http://www.vak.cz/soubory/Sbornik2017/Vlnas%20I.pdf>>.

Obrázek č.6: Mělník v létě 2002 (online) [cit. 2018.03.20.], dostupné z <[http://radil.sweb.cz/ceska\\_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm](http://radil.sweb.cz/ceska_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm)>

Obrázek č.7: Praha-Modřany v létě 2002 (online) [cit. 2018.03.20.], dostupné z <[http://radil.sweb.cz/ceska\\_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm](http://radil.sweb.cz/ceska_republika/povodne/vrtulnik/vrtulnik.htm)>

Obrázek č.8: Vodočetná lať (ČHMÚ, Odborné pokyny pro provádění hlásné povodňové služby) (online) [cit. 2018.03.21.], dostupné z <[http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_document.php](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_document.php)>

Obrázek č.9: Povodí vodoměrných stanic (online) [cit. 2018.4.11.], dostupné z <<http://www.dibavod.cz/>>

Obrázek č.10: Přehled opatření. Jednotlivá adaptační opatření a dopady změny klimatu (Hanel M., Kašpárek L., Mrkvičková M.: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření) (online) [cit. 2018.4.15.], dostupné z <[https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni\\_cinnost/publikace/hanel\\_odhad-dopadu\\_klimaticke\\_zmeny.pdf](https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni_cinnost/publikace/hanel_odhad-dopadu_klimaticke_zmeny.pdf)>

Obrázek č.11: Specifikace adaptačních opatření (Hanel M., Kašpárek L., Mrkvičková M.: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření) (online) [cit. 2018.4.15.], dostupné z <[https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni\\_cinnost/publikace/hanel\\_odhad-dopadu\\_klimaticke\\_zmeny.pdf](https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni_cinnost/publikace/hanel_odhad-dopadu_klimaticke_zmeny.pdf)>

Obrázek č.12: Specifikace dopadů změny klimatu z obr. 10 (Hanel M., Kašpárek L., Mrkvičková M.: Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření) (online) [cit. 2018.4.15.], dostupné z <[https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni\\_cinnost/publikace/hanel\\_odhad-dopadu\\_klimaticke\\_zmeny.pdf](https://www.vuv.cz/files/pdf/edicni_cinnost/publikace/hanel_odhad-dopadu_klimaticke_zmeny.pdf)>

Obrázek č.13: Schéma umělé infiltrace v Káraném (online) [cit. 2018.4.16.], dostupné z <<http://www.zpvkarany.cz/>>

Obrázek č.14: Vranovská víceúčelová přehradní nádrž (online) [cit. 2018.4.16.], dostupné z <<http://www.ubytovani-vranov.info/informace-pro-turisty/vranovska-prehrada/>>

Obrázek č.15: Kapkový závlahový systém (online) [cit. 2018.4.16.], dostupné z <<https://www.indiamart.com/proddetail/drip-irrigation-system-15099502830.html>>

Obrázek č.16: Závlahová nádrž (online) [cit. 2018.4.17.], dostupné z <<http://www.cectanks.com/sale-7587549-agricultural-water-storage-tanks-for-irrigation-enamel-100-000-gallon-gfts-tank.html>>

Obrázek č.17: Lesní retenční nádrž v Osvětimanech ve Zlínském kraji (online) [cit. 2018.4.17.], dostupné z <<https://lesy.cz/tiskova-zprava/lesy-cr-opravily-vodni-nadrz-osvetimanech-ve-zlinskem-kraji/>>

Obrázek č.18: Tůň v NPP Klokočka [cit. 2018.4.18.], dostupné z <[https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:T%C5%AF%C5%88\\_v\\_NPP\\_Kloko%C4%8Dka.jpg](https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:T%C5%AF%C5%88_v_NPP_Kloko%C4%8Dka.jpg)>

Obrázek č.19: Rašeliniště [cit. 2018.4.18.], dostupné z <<https://qarrtsiluni.com/2008/06/27/new-forest-peat-bog/>>

Obrázek č.20: Lužní les [cit. 2018.4.18.], dostupné z <<https://mnfi.anr.msu.edu/communities/community.cfm?id=10658>>

Obrázek č.21: Protierozní průleh [cit. 2018.4.18.], dostupné z <[http://kralovehradecky.dppcr.cz/web\\_574350/biotechnicka\\_opateni.htm](http://kralovehradecky.dppcr.cz/web_574350/biotechnicka_opateni.htm)>

Obrázek č.22: Odváděcí příkop [cit. 2018.4.18.], dostupné z <<http://www.sabreakingnews.co.za/2015/11/13/r2bn-water-pipeline-planned-for-free-state/>>

Obrázek č.23: Protierozní mez [cit. 2018.4.18.], dostupné z <<http://www.koaliceproreky.cz/resene-projekty/zavadeni-retencnich-a-infiltracnich-adaptacnich-opatreni-v-povodi-moravy>>

Obrázek č.24: Malá vodní nádrž [cit. 2018.4.18.], dostupné z <<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/vec-voda-aneb-voda-je-zivot/>>

Obrázek č.25: Protipovodňová hráz [cit. 2018.4.20.], dostupné z <[https://www.irozhlas.cz/regiony/humanitarni-pracovnici-se-budou-ucit-stavet-protipovodnove-hraze\\_201104080445\\_jpiroch](https://www.irozhlas.cz/regiony/humanitarni-pracovnici-se-budou-ucit-stavet-protipovodnove-hraze_201104080445_jpiroch)>

Obrázek č.26: Protipovodňové vaky [cit. 2018.4.20.], dostupné z <[http://www.podripem.cz/clanky/2011\\_povodnove-zabrany-v-roudnici-selhaly-protoze-povoden-byla-moc-velka.html](http://www.podripem.cz/clanky/2011_povodnove-zabrany-v-roudnici-selhaly-protoze-povoden-byla-moc-velka.html)>

Seznam tabulek:

Tabulka č.1: Rozdělení vodních zásob na Zemi (Starý M.: Hydrologie) (online) [cit. 2017.12.27.], dostupné z <<http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BS02-Hydrologie/M01-Hydrologie.pdf>>

Tabulka č.2: Základní charakteristiky vodního hospodářství (Ministerstvo zemědělství: Fakta o vodě) (online) [cit. 2017.01.04.], dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/file/211903/Fakta\\_o\\_vode\\_final.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/211903/Fakta_o_vode_final.pdf)>

Tabulka č.3: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v lednu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.4: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v únoru 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.5: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v březnu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.6: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v dubnu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.7: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v květnu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.8: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v červnu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.9: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v červenci 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.23.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.10: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v srpnu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.24.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>



Tabulka č.11: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v září 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.24.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.12: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v říjnu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.24.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.13: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v listopadu 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.24.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.14: Nejvyšší měsíční úhrn srážek v prosinci 2016 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.24.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.15: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v lednu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.16: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v lednu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.17: Nejnižší srážkové úhrny v lednu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.18: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v únoru 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.19: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v únoru 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.20: Nejnižší srážkové úhrny v únoru 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.21: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v březnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.22: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v březnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.23: Nejnižší srážkové úhrny v březnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.24: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v dubnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.25: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v dubnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.26: Nejnižší srážkové úhrny v dubnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.26.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.27: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v květnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.28: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v květnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.29: Nejnižší srážkové úhrny v květnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.30: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v červnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.31: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v červnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.32: Nejnižší srážkové úhrny v červnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.33: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v červenci 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.34: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v červenci 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.27.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.35: Nejnižší srážkové úhrny v červenci 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.36: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v srpnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.37: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v srpnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.38: Nejnižší srážkové úhrny v srpnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulkač.39: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v září 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.40: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v září 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.41: Nejnižší srážkové úhrny v září 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.42: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v říjnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.43: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v říjnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.44: Nejnižší srážkové úhrny v říjnu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.45: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v listopadu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.46: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v listopadu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.47: Nejnižší srážkové úhrny v listopadu 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.48: Nejvyšší srážkové úhrny mimo horské oblasti v prosinci 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.49: Nejvyšší srážkové úhrny na horách v prosinci 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.50: Nejnižší srážkové úhrny v prosinci 2017 (ČHMÚ: Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice) (online) [cit. 2017.02.28.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.51: Historicky nejvyšší denní úhrny srážek (ČHMÚ: Historické extrémy) (online) [cit. 2017.03.05.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.52: Historické extrémní teploty (ČHMÚ: Historické extrémy) (online) [cit. 2017.03.05.], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/>>

Tabulka č.53: Průtok na řece Berounce při povodni r. 2002 (MÚ Radotín: Povodeň v MČ Praha 16 (Radotín) v srpnu 2002) (online) [cit. 2017.03.25.], dostupné z <<http://www.knihovna-radotin.cz/docs/Povoden.pdf>>