

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Hrozba nedostatku vody v České republice

Denisa Lieblová

**Bakalářská práce
2016**

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Denisa Lieblová**
Osobní číslo: **E13232**
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Management ochrany podniku a společnosti**
Název tématu: **Hrozba nedostatku vody v České republice**
Zadávací katedra: **Ústav regionálních a bezpečnostních věd**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Bakalářská práce se bude věnovat problematice klimatických změn a s nimi spojené hrozbě nedostatku vody. Po globálním pohledu bude následovat rozbor situace v České republice. Jeho cílem bude posoudit oprávněnost obav z této hrozby a připravenost státu na ni reagovat.

Osnova:

- Klimatické změny a jejich dopady.
- Hrozba nedostatku vody.
- Rozbor situace v České republice.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

cca 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- ACOT, P. Historie a změny klimatu: od velkého třesku ke klimatickým katastrofám. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005, 237 s. ISBN 80-246-0869-3.
KALVOVÁ, J. Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2002, 141 s. ISBN 80-86690-01-6.
ŘÍHA, J. Voda a společnost. 1. vyd. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1987, 338 s. ISBN b.č.
STEHR, N., STORCH, H. Klíma a společnost. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2014, 157 s. ISBN 978-80-246-2847-9.

Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Zdeněk Matějka, Ph.D.

Ústav regionálních a bezpečnostních věd

Datum zadání bakalářské práce: 29. září 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: 29. dubna 2016


doc. Ing. Renata Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.


doc. Ing. Ivana Kraňková, CSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 29. září 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 29. 4. 2016

Denisa Lieblová

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Zdeňku Matějovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na hrozbu nedostatku vody a na rozbor situace v České republice z tohoto hlediska. Práce vychází z teoretického definování klimatických změn, jejich příčin a dopadů a charakterizuje globální hrozbu nedostatku vody. Dále je detailněji rozebrána situace v ČR na základě jednotlivých analýz.

KLÍČOVÁ SLOVA

Klimatické změny, nedostatek vody, podzemní voda, srážky, sucho

TITLE

The threat of water shortage in the Czech Republic

ANNOTATION

This thesis is focused on the threat of water shortage and on the analysis of this issue in the Czech Republic. This thesis is based on the theoretical definition of climate change and the causes and the impacts of climate change. I also deal with the global threat of water shortage. The next issue this thesis focuses on is the situation in the Czech Republic.

KEYWORDS

Climate change, water scarcity, groundwater, rainfall, drought

OBSAH

ÚVOD	- 10 -
1 KLIMATICKÉ ZMĚNY	- 11 -
1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY KLIMATICKÝCH ZMĚN.....	- 11 -
1.2 HISTORIE ZMĚN KLIMATU	- 11 -
1.3 POZOROVANÉ ZMĚNY KLIMATU	- 12 -
1.3.1 <i>Změny teploty</i>	- 12 -
1.3.2 <i>Změny srážkového režimu</i>	- 13 -
1.3.3 <i>Změny sněhové pokrývky, ledovců a hladin oceánů</i>	- 13 -
1.4 PŘÍČINY KLIMATICKÝCH ZMĚN	- 13 -
1.4.1 <i>Skleníkové plyny</i>	- 14 -
1.4.2 <i>Globální oteplování</i>	- 15 -
1.5 DŮSLEDKY KLIMATICKÝCH ZMĚN.....	- 15 -
1.6 OPATŘENÍ V OBLASTI KLIMATU	- 16 -
2 HROZBA NEDOSTATKU VODY.....	- 18 -
2.1 VODA A SPOLEČNOST.....	- 18 -
2.1.1 <i>Světový den vody</i>	- 19 -
2.2 DOPADY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VODU	- 19 -
2.2.1 <i>Srážky</i>	- 20 -
2.2.2 <i>Ledovce</i>	- 20 -
2.2.3 <i>Výpar vody na pevnině</i>	- 21 -
2.2.4 <i>Zvyšování hladiny oceánů</i>	- 21 -
2.2.5 <i>Voda pro zemědělství, průmysl a energetiku</i>	- 21 -
2.3 NEDOSTATEK VODY	- 22 -
2.3.1 <i>Nejnovější výzkum</i>	- 23 -
2.3.2 <i>Zpráva OSN – „Water for a sustainable world“</i>	- 25 -
2.4 PŘÍČINY NEDOSTATKU VODY	- 25 -
2.5 DŮSLEDKY NEDOSTATKU VODY.....	- 26 -
2.5.1 <i>Nedostatek pitné vody</i>	- 26 -
2.5.2 <i>Snížená produkce potravin</i>	- 27 -
2.5.3 <i>Migrační krize</i>	- 28 -
2.5.4 <i>Šíření nemocí</i>	- 28 -
2.5.5 <i>Konflikty o vodu</i>	- 28 -
3 ROZBOR SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE.....	- 30 -
3.1 ZÁKLADNÍ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE ČR.....	- 30 -
3.2 HYDROLOGICKÉ SUCHO	- 31 -
3.2.1 <i>Situace na vodních tocích</i>	- 32 -
3.2.2 <i>Sucho na Labi</i>	- 33 -
3.2.3 <i>Mezirezortní komise VODA-SUCHO</i>	- 33 -
3.3 PODZEMNÍ VODY.....	- 35 -
3.3.1 <i>Odběr podzemní vody v letech 2000-2014</i>	- 35 -
3.3.2 <i>Sucho v podzemních vodách</i>	- 37 -
3.4 ÚHRNY SRÁŽEK	- 37 -
3.4.1 <i>Vývoj srážek v letech 1995-2015</i>	- 38 -
3.5 PŘEHRADNÍ NÁDRŽE V ČR	- 41 -
3.5.1 <i>Plán na výstavbu přehradních nádrží</i>	- 42 -
3.6 PROBLEMATIKA POVODNÍ.....	- 43 -
3.7 SHRNUTÍ SITUACE V ČR.....	- 45 -
ZÁVĚR.....	- 49 -
POUŽITÁ LITERATURA	- 51 -

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Rozložení zásob vody na Zemi.....	- 19 -
Tabulka č. 2: Základní charakteristiky vodního hospodářství.....	- 30 -
Tabulka č. 3: Plánované přehrady	- 42 -
Tabulka č. 4: Povodně v letech 1997-2013	- 44 -

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek č. 1: Zvyšující se světový nedostatek vody.....	- 18 -
Obrázek č. 2: Současná situace nedostatku vody ve světě	- 24 -
Obrázek č. 3: Mezinárodní oblast povodí.....	- 31 -
Obrázek č. 4: Situace na vodních tocích z 12. 8. 2015.....	- 32 -
Obrázek č. 5: Průměrné měsíční průtoky na Labi v profilu Děčín v suchých letech	- 33 -
Obrázek č. 6: Odběr podzemních vod v letech 2000-2014	- 36 -
Obrázek č. 7: Stav hladiny podzemních vod	- 37 -
Obrázek č. 8: Roční srážkové úhrny (1995-2015).....	- 38 -
Obrázek č. 9: Průměrný roční úhrn srážek 1961-1990.....	- 40 -
Obrázek č. 10: Úhrn srážek v roce 2014	- 40 -
Obrázek č. 11: Největší vodní nádrže ČR	- 41 -
Obrázek č. 12: Mapa úhrnu srážek od 6. do 15. srpna 2002	- 45 -
Obrázek č. 13: Index intenzity využití vody v Evropě.....	- 46 -
Obrázek č. 14: Hydrologická bilance (v mil. m ³).....	- 47 -
Obrázek č. 15: Vypouštění znečištění do vodních toků (v tis. t/ rok).....	- 48 -

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
OSN	Organizace spojených národů
VÚV TGM, v.v.i.	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
WHO	Světová zdravotnická organizace

ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na klimatické změny a s nimi související nedostatek vody. Voda je nezbytná pro existenci živých organismů a jedná se o základní surovinu pro fungování lidské společnosti. V důsledku klimatických změn však dochází k extrémním výkyvům počasí, dochází k nárůstu teplot a ke snižování srážek, což způsobuje vznik sucha a následně nedostatek vody v celosvětovém měřítku. Jako příčinu těchto změn lze označit lidskou činnost a neustále se zvyšující nároky společnosti nejen na vodu, ale i další strategické suroviny.

Bezpečnostní strategie ČR 2015 identifikuje specifické hrozby pro bezpečnost ČR. Mezi bezpečnostní hrozby patří i přerušení dodávek strategických surovin nebo energie a pohromy přírodního a antropogenního původu a jiné mimořádné události. Sem mimo jiné patří i oblast zajištění přístupu ke zdrojům pitné vody a zásobování vodou. Důležitost této oblasti neustále roste a hlavní prioritou je především zajistit nepřerušované dodávky těchto strategických surovin a vytvářet strategické rezervy státu.

Nedostatek vody je téma, které se týká každého z nás. V dnešním neustále se měnícím světě nabývá otázka zajištění surovinové bezpečnosti stále větší význam.

Bakalářská práce se člení na tři kapitoly, z čehož první dvě se zaměřují na problematiku v celosvětovém měřítku a najdeme v nich vymezení základních pojmů, které s danou problematikou souvisejí. První kapitola se zabývá problematikou klimatických změn, kde je popsána historie změn klimatu, jednotlivé pozorované změny klimatu, dále příčiny a důsledky klimatických změn. Ve druhé kapitole je rozebrán globální nedostatek vody. Kapitola se zabývá důležitostí vody pro společnost, nedostatkem vody, příčinami nedostatku vody a jaké důsledky má nedostatek vody v celosvětovém měřítku. Třetí kapitola se pak týká pouze samotné České republiky a najdeme zde rozbor situace z hlediska nedostatku vody v ČR. Kapitola se zabývá vývojem srážek, zásobami podzemních vod, ale také povodněmi v ČR, jakožto paradoxem k nedostatku vody.

Na základě výše uvedeného je cílem práce posoudit v prostředí České republiky oprávněnost obav z hrozby nedostatku vody a připravenost státu na tuto hrozbu reagovat. V rámci řešení bakalářské práce byla položena výzkumná otázka, a to: „Dochází v posledních letech v ČR k poklesu úhrnu srážek?“.

1 KLIMATICKÉ ZMĚNY

Klimatické změny představují jedno z hlavních témat environmentální politiky. Změny v klimatickém systému naší planety probíhají sice již od té doby, co planeta vznikla, avšak vědecké poznatky posledních desetiletí ukazují, že v současné době tyto změny probíhají rychleji, než tomu bylo v minulosti. Hlavní příčinou těchto změn, a především jejich důsledků, je činnost člověka. Nejedná se však pouze o činnosti spojené s nárůstem emisí skleníkových plynů, ale také o aktivity člověka, které činí klimatický systém více zranitelný, než tomu bylo v minulosti. [12]

1.1 Úvod do problematiky klimatických změn

Klimatické změny s sebou přináší mnoho negativních projevů v oblasti životního prostředí a fungování ekosystémů, včetně dopadů na oblasti jako je vodní hospodářství, zemědělství, lesní hospodářství, zvyšování hladin moří a oceánů, ale též finanční sektor (zejména pojišťovnictví). Všechny tyto dopady ve svých důsledcích znamenají značné náklady, které mají i nezanedbatelný ekonomický efekt. Extrémní projevy počasí, jakými jsou například povodně či naopak sucha, a které představují jeden z možných důsledků globálních klimatických změn, rovněž vedou v posledních letech ke zvýšenému zájmu širší veřejnosti o tuto problematiku.

Ačkoliv se důsledky změny klimatu budou projevovat odlišně v různých částech světa a s různou intenzitou, změna klimatu představuje globální problém, který je nutno řešit širokou spoluprací na mezinárodní úrovni. Faktem je, že globálními změnami klimatu nejvíce postižené oblasti jsou státy s nejvyšším nárůstem populace, státy sociálně a ekonomicky slabé, státy s nedostatečnou infrastrukturou, nedostatečnými finančními prostředky, se špatně fungující státní správou, apod.

Problém změny klimatu je velmi úzce propojen s ostatními problémy dnešního světa. Očekává se, že mnoho z těchto problémů bude změnou klimatu ovlivněno, a to převážně negativním způsobem. [7]

1.2 Historie změn klimatu

Otázka klimatických změn a jejich příčin klimatický výzkum vždy zajímala, avšak až do konce 19. století nepatřila mezi dominantní výzkumná témata. Klíčovým předmětem klimatického výzkumu se problematika klimatických změn a jejich příčin stala až v naší době.

V nynější době jsme konfrontováni s tím, že intenzivní a kontroverzní diskuse o globálních změnách klimatu, vyvolaných člověkem, se odehrává nejen mezi vědci, ale rovněž ve veřejnosti. Na základě této souvislosti je dnes koncept skleníkového efektu všeobecně známý. Zdá se, že vědci jsou znepokojeni, někteří se na veřejnost obracejí přímo a varují před bezprostředně hrozící klimatickou katastrofou. Mohlo by se zdát, že se objevila naprosto nová environmentální hrozba, ve skutečnosti tomu tak ovšem není.

K podobné diskusi mezi vědci došlo již před stoletím, kdy mnoha klimatologům začalo být zřejmé, že naše podnebí se mění nejen v rámci geologických období, ale rovněž během století, a dokonce desetiletí. Toto pozorování vycházelo z měření hladiny vody v jezerech bez odtoku, jako je např. Kaspické moře. Vědci si kladli otázku, zda změněná hladina vody je výsledkem lidské činnosti, nebo byla vyvolána přirozenými výkyvy podnebí. Byly zde domněnky, že příčiny antropogenních klimatických změn spočívají v masivním odlesňování a v pěstování plodin na rozsáhlých polích. Lidé si stále častěji začali všimnout negativních důsledků klimatických změn.

Zajímavé je to, že se tyto diskuse neomezovaly jen na vědeckou sféru. Někteří současní vědci apelovali rovnou na veřejnost a požadovali přijmout opatření, která bychom dnes mohli nazvat politikou v oblasti klimatu či jeho ochranou. Další vědci byli toho názoru, že pozorované změny jsou přirozeným jevem (možná spojeným s některými kosmickými procesy), kterému se společnost musí přizpůsobit. V některých státech Evropy byly vytvořeny parlamentní nebo vládní komise, které mají projednávat možná řešení tohoto problému. [36]

1.3 Pozorované změny klimatu

V této podkapitole budou stručně shrnuty změny klimatu pozorované v posledních desetiletích.

1.3.1 Změny teploty

Čtrnáct z posledních patnácti let (1995 – 2009) patří mezi patnáct nejteplejších let v záznamech o přístrojových pozorováních globální teploty povrchu (od roku 1850). Lineární trend nárůstu teploty za posledních 50 let je bezmála dvojnásobný ve srovnání s posledním stoletým trendem. Mezi obdobími 1850 – 1899 a 2001 – 2005 došlo k celkovému nárůstu teploty o 0,76 °C. Obecně platí, že teplota vzduchu nad pevninou roste rychleji než nad oceánem, růst povrchové teploty oceánu od poloviny 19. století byl zhruba poloviční. Nad některými oblastmi Antarktidy a oceánů jižní polokoule nedošlo k růstu teploty vůbec. Od poloviny 20. století roste i teplota horních vrstev oceánu. Od poloviny sedmdesátých let 20.

století rostla teplota vzduchu téměř nad celým povrchem Země, větší oteplování bylo zaznamenáno ve středních a vysokých zeměpisných šířkách kontinentální části severní polokoule. Oteplování ve 20. století probíhalo pravděpodobně s největší rychlostí za posledních 1000 let. [5]

1.3.2 Změny srážkového režimu

Dlouhodobé změny srážkových úhrnů byly v období let 1900 až 2005 zaznamenány v mnoha velkých oblastech. Značný nárůst srážek byl pozorován ve východních částech Severní a Jižní Ameriky, severní Evropy a severní a střední Asie. Naopak pokles srážek byl zaznamenán v oblasti Sahelu, v oblastech Středozemního moře, v jižní Africe a v částech jižní Asie. Vzhledem k prostorové a časové proměnlivosti srážek je v některých oblastech dostupnost údajů omezená. Od sedmdesátých let 20. století byla na větších územích, zejména v tropech a subtropích, pozorována období intenzivnějšího a delšího sucha. Na změnách výskytu sucha se podílí intenzivnější vysychání spojené s vyššími teplotami a nižšími srážkami. K suchu se také vztahují změny povrchové teploty oceánů, změny atmosférické cirkulace a většinou i snížení rozsahu a tloušťky sněhové přikrývky. [5]

1.3.3 Změny sněhové pokrývky, ledovců a hladin oceánů

Pozorování ukazují, že obsah vodní páry v atmosféře se nad pevninou a oceánem, stejně jako v horní troposféře zvýšil, rovněž ukazují, že průměrná globální teplota oceánů se zvýšila do hloubky minimálně 3000 m a že oceány absorbují více než 80 % tepla dodaného do klimatického systému. Toto oteplení způsobuje zvýšení objemu mořské vody, což vede ke zvyšování mořské hladiny. V posledních padesáti letech se průměrná výška mořské hladiny zvyšovala v průměru o 1,8 mm za rok.

Co se týče horských ledovců a sněhové pokrývky, tak ty se na obou polokoulích v průměru zmenšily. Rozsáhlý ústup ledovců a ledových čepic má podíl na zvyšování mořské hladiny, nicméně více než polovinu průměrného nárůstu hladin světových moří a oceánů má na svědomí zvyšující se objem mořské vody v důsledku tepelné roztažnosti. Rozsah sněhové pokrývky se od šedesátých let 20. století snížil asi o 10 %. Rovněž se snížila i průměrná doba, po kterou jsou zamrzlá jezera a řeky, za posledních 100 až 150 let asi zhruba o dva týdny. [5]

1.4 Příčiny klimatických změn

Změny jednotlivých energetických toků jsou impulsem, který může způsobit klimatické změny. Tyto impulsy mohou být způsobeny přirozenými či antropogenními faktory.

Klimatické změny v časových měřítkách tisíců až milionů let byly působeny hlavně geografickými a astronomickými vlivy, jejichž působení bylo umocněno či zeslabeno pomocí zpětných vazeb. Mezi tyto vnější vlivy patří změny parametrů zemské orbity, změny rozložení kontinentů na Zemi a změny sluneční činnosti. Dalším přirozeným faktorem, který ovlivňuje podnebí v kratším časovém měřítku, je vulkanická činnost. Antropogenními faktory se rozumí vliv lidské činnosti na různé části klimatického systému. Jde o emise skleníkových plynů, aerosolů a dalších znečišťujících příměsí do atmosféry (ať už z průmyslové výroby, těžby surovin nebo zemědělství), změny vlastností povrchu (odlesňování, výstavba apod.), zásahy do hydrologického režimu (stavba přehrad, změny vodních toků, zavlažovací systémy). [8]

Dopad lidské činnosti na klimatické podmínky na naší planetě, včetně průměrných teplot, se nepřetržitě stupňuje, ať už se jedná o spotřebu fosilních paliv, těžbu dřeva v deštných pralesích či intenzivnější chov hospodářských zvířat. Tím vzniká obrovské množství skleníkových plynů, které zvyšují objem přirozeně se vyskytujících plynů tohoto typu v atmosféře a zintenzivňují tak skleníkový efekt, a v důsledku toho i globální oteplování.

1.4.1 Skleníkové plyny

Některé plyny v zemské atmosféře zadržují sluneční teplo a nedovolují mu uniknout zpět do vesmíru. Mnohé z těchto plynů se běžně vyskytují v přírodě, nicméně v důsledku lidské činnosti se koncentrace některých z nich v atmosféře zvýšila. Jedná se především o tyto plyny:

- oxid uhličitý (CO_2),
- methan,
- oxid dusný,
- fluorované plyny.

CO_2 je nejběžnějším skleníkovým plynem, který v důsledku lidské činnosti vzniká. Je odpovědný za 63 % globálního oteplování způsobeného člověkem. Koncentrace tohoto plynu v ovzduší je v současné době o 40 % vyšší, než tomu bylo na počátku industrializace. Ostatní plyny jsou sice emitovány v nižším množství, zato však zachycují teplo mnohem účinněji než CO_2 .

1.4.2 Globální oteplování

Současná průměrná globální teplota je o 0,85°C vyšší než tomu bylo na konci 19. století. Již od roku 1850 se vedou teplotní záznamy a za poslední tři desetiletí teplota stabilně stoupá. Příčinou oteplování pozorovaného od poloviny 20. století je podle světových odborníků na otázky klimatu lidská činnost. Vědci taktéž tvrdí, že pokud se průměrná globální teplota zvýší o více než 2 °C v porovnání s teplotou v předindustriálním období, znamenalo by to značně vyšší riziko, že dojde k nebezpečným a možná dokonce katastrofickým změnám v životním prostředí. [20]

1.5 Důsledky klimatických změn

Důsledky oteplování planety, jež se dají očekávat a na nichž se vědci shodují, dokazují, že tuto situaci je třeba brát velmi vážně.

V 21. století se průměrné teploty budou na zemské kouli zvyšovat o 1,5 až 6°C. Tato tendence se však nebude projevovat rovnoměrně. V některých oblastech teplota poroste rychleji než v jiných a v některých regionech může naopak dojít k ochlazení. Obecně lze očekávat zintenzivnění koloběhu odpařování a srážek, což znamená, že v globálním měřítku bude pravděpodobně více pršet. Mohlo by dojít k posunu rozložení srážek, takže některé oblasti budou vlhčí a jiné sušší. [1]

Další často diskutované téma je vliv na výšku mořské hladiny, která v důsledku tepelné expanze mořské vody s největší pravděpodobností poroste. Mezi významné faktory, které rovněž ovlivňují výšku hladiny moří, patří tání ledovců a zvýšené, či naopak snížené množství srážek na pevninských ledovcích. Dopad na hladinu moře budou mít také vítr, oceánské proudy a změny v gravitačním poli spojené s táním pevninských ledovců. Ke zvyšování hladiny moří dojde i v důsledku skleníkového efektu. Různé studie nasvědčují tomu, že při zvýšení průměrné teploty o 2-6 °C do roku 2100 může hladina moře během stejné doby stoupnout o půl metru až jeden metr. Tato čísla počítají s tzv. tepelnou expanzí mořské vody, což znamená, že pokud se voda ohřeje, pak mírně expanduje.

Změna podnebí rovněž výrazným způsobem zasáhne do zemědělství. Kratší období mrazu bude mít za následek, že bude docházet k častějším a intenzivnějším útokům parazitů na rostliny i zvířata. Několik oblastí bude čelit zhoršeným podmínkám v zemědělství, kdežto v jiných oblastech se situace může zlepšit. Jiné množství srážek ovlivní zásoby vod a zčásti je ohrozí. Vyšší množství CO₂ bude na mnoho rostlin působit jako hnojivo, a to se pozitivně odrazí ve zvýšené zemědělské produkci.

Je také třeba počítat s tím, že změny podnebí by mohly mít velké množství přímých i nepřímých dopadů na zdraví. Světová zdravotnická organizace (WHO) vydala v roce 1996 studii, která varovala před výrazným nárůstem nemocí a nakažlivých chorob spojených s globálními změnami klimatu. Podle WHO bude budoucí počasí přát zvýšenému výskytu bakterií, virů a přenašečů, jako jsou hmyz a krysy. Výrazné změny v množství srážek – nárůst srážek v suchých oblastech a naopak sucho v dříve vlhkých regionech – by vedly k šíření cholery, žluté zimnice a meningitidy. Mohlo by dojít k drastickému růstu malárie, jelikož oteplení Země např. o 2,2°C by znamenalo zvětšení prostoru, kde se šíří komáři rodu *Anopheles*, z dnešních 42 % na 60 % zemského povrchu. [36]

Dále je třeba také počítat s řadou nepřímých důsledků oteplování. Týkají se změn režimu srážek, případného rychlého rozmnožení škůdců nebo hmyzu přenášející parazitární onemocnění v důsledku rozšíření zeměpisných pásem a reprodukčního období hmyzích přenašečů, možného rozvoje patogenních mikroorganismů, zásadních změn stravovacích zvyklostí, masového stěhování před stoupající hladinou oceánů, nedostatku pitné vody v Jižní Americe daného ústupem ledovců, atd. [1]

1.6 Opatření v oblasti klimatu

Aby změna klimatu nedosáhla nebezpečné úrovně, mezinárodní společenství se dohodlo, že globální oteplování je nutné udržet pod úrovní 2 °C oproti teplotám z doby před průmyslovou revolucí. Evropská unie dělá vše pro to, aby:

- členské státy omezily emise,
- motivovala jiné velké znečišťovatele k razantním opatřením v této oblasti,
- řešila otázku, jak se vyrovnat s nevyhnutelnými důsledky změny klimatu.

Evropská unie si na období do roku 2020 vymezila závazné environmentální a energetické cíle. Účelem těchto cílů je:

- snížit emise skleníkových plynů, které EU vypouští, nejméně o 20 % proti úrovni z roku 1990,
- zvýšit podíl energie vyráběné z obnovitelných zdrojů, a to na 20 % veškeré spotřebované energie,
- zlepšit energetickou účinnost tak, aby se spotřeba primární energie snížila o 20 % ve srovnání s předpokládanými hodnotami.

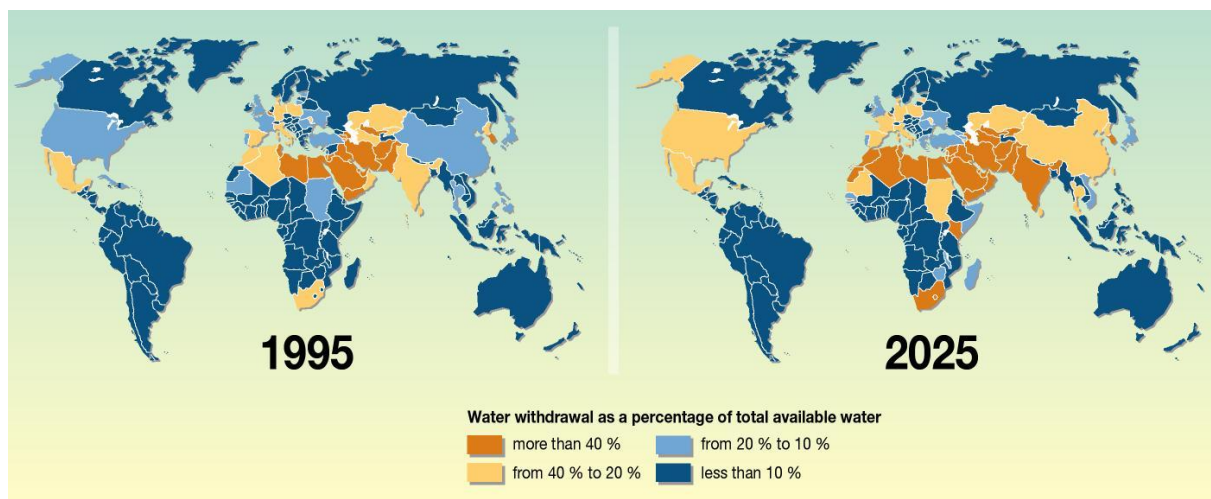
V říjnu 2014 došlo mezi vedoucími představiteli EU k dohodě na nových cílech v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030. Tyto cíle obsahují:

- minimálně 40% snížení emisí skleníkových plynů ve srovnání s úrovněmi z roku 1990,
- 27% podíl energie z obnovitelných zdrojů (opět minimální limit),
- 27% zlepšení energetické účinnosti (minimální limit).

Co se týče dlouhodobějšího horizontu, bude však nutné snížit emise skleníkových plynů ve světě ještě výraznějším způsobem, chceme-li zabránit změně klimatu nebezpečného rozsahu. EU je připravena své emise do roku 2050 snížit o 80-90 % oproti hodnotám roku 1990 - pokud se ke společnému úsilí připojí všechny rozvinuté země. [21]

2 HROZBA NEDOSTATKU VODY

Nedostatek vody je globálním problémem lidstva. Pokud dnes žije 8 % světové populace v zemích, kde se projevuje významný nedostatek pitné vody a dalších 25 % populace v zemích, kde není situace o mnoho lepší, očekává se, že budou-li současné trendy pokračovat, budou v roce 2025 žít v zemích s vážným nedostatkem pitné vody dvě třetiny lidí. Dostupnost pitné vody neustále ubývá, ve srovnání s rokem 1950 poklesly stavy vody na méně než polovinu. [18]



Obrázek č. 1: Zvyšující se světový nedostatek vody

Zdroj: [30]

2.1 Voda a společnost

Voda je pro člověka jedna z nejdůležitějších životních podmínek a základních potřeb. Zemský povrch je tvořen ze 70 % vodou, pouze však cca 2,5 % je voda sladká a 97,5 % je voda slaná, která je pro člověka téměř nepoužitelná. Mnoho zemí považuje vodu za samozřejmost a často se jí plýtvá, na druhé straně však velká část světové populace trpí fatálním nedostatkem pitné vody. Nároky společnosti na vodu ustavičně rostou. Proto je nezbytné řešit vztahy mezi těmito nároky a kapacitou dostupných vodních zdrojů. Řešení je třeba provádět s ohledem na požadovaný příznivý vývoj životního prostředí. [32]

Tabulka č. 1: Rozložení zásob vody na Zemi

v % z celkového množství vody na Zemi	
oceány	97,22
slaná jezera a vnitrozemní moře	0,008
ledovce	2,136
voda v organismech	0,0001
sladkovodní jezera	0,009
vodní toky	0,0001
půdní voda	0,005
podzemní voda do hloubky 800 m	0,31
podzemní voda nad 800 m (až 4 000 m)	0,31
celkem sladkovodní zdroje	2,77

Zdroj: [25]

2.1.1 Světový den vody

Z důvodu zaměření pozornosti na důležitost zajištění přístupu k nezávadné pitné vodě pro všechny lidi, vyhlásilo v roce 1992 Valné shromáždění OSN 22. březen každoročním Světovým dnem vody. První Světový den vody byl tedy 22. března 1993 a od té doby je každý rok stanoveno téma na Světový den vody, které odpovídá současným či budoucím problémům.

Téma pro rok 2016 je „Better water, better jobs“. V dnešním světě skoro polovina všech světových pracovníků pracuje v odvětvích, která jsou spojena s vodou a téměř všechna pracovní místa jsou závislá na vodě a lidech, kteří zaručují bezpečné doručení vody. Přesto však miliony lidí, kteří pracují s vodou, nejsou často uznáváni či chráněni základními pracovními právy. Proto se téma pro rok 2016 – voda a zaměstnání – snaží ukázat, jak dostatečné množství a kvalita vody může změnit životy a živobytí zaměstnanců a dokonce transformovat společnost a ekonomiku. [39]

2.2 Dopady klimatických změn na vodu

Dopady změn podnebí na vodní režim planety jsou považovány za největší hrozby změn světového podnebí s nejrozsáhlejšími dopady na společnost. Voda je nezbytná pro zajištění

nejzákladnějších lidských potřeb. Avšak neplatí, že čím více vody tím lépe. Povodně mohou vést nejen ke zničení úrody, ale také ke znehodnocení pramenů s pitnou vodou.

2.2.1 Srážky

Vypouštění exhalací skleníkových plynů a tedy i oteplování atmosféry podle vědců zapříčiní celkově více srážek – vláhy na Zemi přibude. To se však nebude dít rovnoměrně. Silnější deště budou tam, kde je už dnes hodně vody a naopak v suchých oblastech úhrny klesnou. Stejně tak poroste množství srážek v obdobích dešťů a poklesne mimo ně. Což bude mít za výsledek, že budou silnější či častější povodně než v minulosti či naopak období a regiony s výraznějšími suchy. Propočty toho, kolik lidí bude trpět nedostatkem vody, se liší na základě jednotlivých emisních scénářů. Přibližně se však ukazuje, že v polovině století by sucho postihovalo asi o jednu až dvě miliardy více lidí než dnes. Úbytek dešťů zasáhne suché oblasti v Africe, srážky poklesnou například v Namibii, Maroku či Senegal. Povodně pak budou hrozit především monzunovým oblastem v Jihovýchodní Asii, ale také mírnému pásu Evropy. [27]

2.2.2 Ledovce

Více než šestina světové populace (asi miliarda lidí) je závislá na vodě z řek, které vytékají z horských ledovců nebo sezonního sněhu. Jen ledovce v Himalájích obsahují 12 000 metrů krychlových sladké vody a zásobují sedm velkých asijských řek: Gangy, Indus, Brahmaputru, Salween, Mekong, Jang-c' -t'iang a Chuang-che. Teplejší podnebí bude mít na svědomí tání horských ledovců a světové zásoby pitné vody začnou rychleji ubývat. V nejbližších letech budou průtoky ve velkých asijských a afrických řekách stoupat, což znamená, že bude více vody, ale také častější záplavy. Stále se zmenšující ledovce nebudou schopny trvale zásobovat dnes mohutné řeky, například Ganga či Brahmaputra by se tak mohly stát sezónními řekami. Taktéž Peru v posledních desítkách let přišlo o více než pětinu svých ledovců, důsledkem je dvacetiprocentní pokles množství pitné vody na pobřeží, kde žije 60 % obyvatel. Ledovce v Tádžikistánu, které jsou významným zdrojem vody Aralského jezera, zmizí při současném trendu během 120 let. Podobné důsledky jako mizení horských ledovců má také úbytek sněhu. Dřívější tání v Tibetu, Východním Turkestánu a Vnitřním Mongolsku bude mít za důsledek, že voda rychleji oteče a jarní měsíce budou sušší. V některých částech Číny se kvůli tomu očekává pokles průtoku v řekách o 20-40 %. [27]

2.2.3 Výpar vody na pevnině

V teplejším prostředí se bude voda rychleji vypařovat, což povede k zasolování vodních zdrojů, ale také půdy. Teplejší podnebí také způsobí, že vodní toky či prameny budou teplejší. V teplejší vodě se nachází méně rozpuštěného kyslíku potřebného pro ryby, na druhou stranu v teplejší vodě rostou řasy rychleji a zpomalují se samočisticí procesy vody a některé vodní zdroje přestanou být vhodné k pití.

2.2.4 Zvyšování hladiny oceánů

Nížiny kolem ústí velkých řek se řadí mezi nejhustěji osídlená místa na Zemi. V Bangladéši, který leží v deltě řek Gangy a Brahmaputry, se na každém čtverečním kilometru tísni v průměru více než tisíc lidí. Deltý velkých řek indického subkontinentu, Mekongu, čínských veletoků, Nigeru nebo Nilu rovněž patří mezi nejúrodnější místa rozvojového světa. Tepelná roztažnost oceánské vody a tání ledovců způsobí vzestup hladiny oceánu o 20-40 cm. Asi tři čtvrtiny lidí ohrožených stoupající hladinou oceánů během následujících desetiletí žijí v Asii. Pokud by růst mořské hladiny pouze pokračoval a nezrychloval se, přijde do roku 2050 o domov okolo milionu lidí. V egyptských městech Alexandrie, Port Said a Rosetta by si půlmetrový nárůst hladiny vynutil vystěhování více než 2 milionů obyvatel. V Číně by při vzrůstu hladiny o 30 centimetrů voda zaplavila plochu větší než je rozloha České republiky. Zvýšená hladina oceánu bude rovněž znamenat i zaplavování pobřeží při bouřích. Počet lidí postihovaných pobřežními záplavami by i při poměrně malém růstu emisí překročil v roce 2080 sto milionů ročně. Slaná mořská voda znehodnotí pobřežní zdroje pitné vody a podobně tak častější říční záplavy zašpiní prameny a studny, případně poškodí vodovodní potrubí. Na růstu hladiny oceánu v současné době se podílí zejména tepelná roztažnost vody (teplejší voda má větší objem než voda chladnější), v delším časovém horizontu by však při současném trendu oteplování začala v oceánu masivně přibývat voda z velkých ledovců a z arktického ledu a výsledný vzestup hladiny za několik set let by byl kolem 12 metrů. [27]

2.2.5 Voda pro zemědělství, průmysl a energetiku

Oteplení hladiny vedlo ke změnám v cirkulaci vzduchu mezi Indickým oceánem a Afrikou, které se projevily v úbytku monzunových srážek v suchých oblastech Afriky na sever od rovníku. To dále vedlo ke katastrofálním neúrodám a tragickým hladomorům v 70. letech 20. století. V dalších letech se úhrny srážek opět zvýšily, avšak původní úroveň již nedosáhly a nezvyklá sucha přetrvávají dál. Afrika je příkladem, který ilustruje dopady

nedostatku vody na zemědělství. Zhruba 70 % populace v Africe žije zemědělstvím a asi tři čtvrtiny extrémně chudých (lidé, kteří žijí o méně než jednom dolaru denně) stále ještě, i navzdory rychlé urbanizaci, žijí na venkově. Proto hospodářství a živobytí většiny obyvatel je závislé na zemědělství a přírodních zdrojích. Oteplování již v letech 1981-2002 vedlo ke snížení produkce pšenice, kukuřice a ječmene o 40 miliónů tun ročně. Ve srovnání s růstem výnosů, který umožnil pokrok zemědělských technologií, se jedná o poměrně malou ztrátu. Ukazuje to však, jak je pěstování plodin citlivé i na malé výkyvy podnebí. Pro extenzivní zemědělství jsou důležité nejen dlouhodobé klimatické poměry, ale rovněž předvídatelnost počasí. Tisícileté zkušenosti naučily drobné rolníky hospodařit v těžkých podmínkách sucha a horké krajiny. Vědí přesně, jak se mění teploty a srážky během roku, což znamená, že se jim umí přizpůsobit. Avšak náhlá proměna podnebí i častější výkyvy tuto jistotu ruší a tradiční hospodaření i zkušenosti pak selhávají. Voda je lidmi používána i v průmyslu a při výrobě energie, což znamená, že i tyto činnosti budou změnami ve vodním režimu a nestabilitou dodávek vody ohroženy. [47]

2.3 Nedostatek vody

Důležité je si uvědomit, že většina vody na zemi je slanou vodou mořskou a ta jak je známo není pitná. Nelze ji využít ani v průmyslu či zemědělství, jelikož sůl poškozují stroje a zasolení půdy přemění i nejúrodnější černozemě v poušť. Většina sladké vody je však zadržována v ledovcích mimo dosah současné civilizace. A až zbylá třetina procenta sladké vody se nachází v řekách a jezerech.

Rozložení sladké vody není rovnoměrné. Dešťové srážky se odlišují jak svou intenzitou v celkovém úhrnu (od 0,7 mm do 12 344 mm), tak i rozložením v průběhu roku. Příkladem může být Přední Indie, kde spadne 80 % srážek během tří měsíců. Půda není schopná přijmout najednou tak velké množství vody a většina srážek tak rychle oteče do moře a další část roku tu již téměř neprší a zemi sužují sucha. Vysoký roční úhrn srážek tedy nezaručuje dobré zásobování vodou. Rovněž podzemní voda není rozložena rovnoměrně pod celým povrchem Země.

Rovnoměrně není rozloženo ani čerpání a spotřeba vody. Velké městské aglomerace koncentrují spotřebu na jedno místo. Spotřeba vody na hlavu ve většině vyspělých zemí se radikálně liší od spotřeby v rozvojových regionech, např. v USA je to 550 l na den a v Etiopii pouze okolo 25 l na den. [33]

I přestože je voda zdrojem obnovitelným, není možné ji čerpat neomezeně. Týká se to hlavně podzemní vody. Pokud se pumpuje více, než se stihne doplnit, hrozí pokles a postupné vyčerpání podzemních nádrží, které je možno přirovnat k vyčerpávání neobnovitelných zdrojů. Je to případ především některých oblastí v Číně, Indii, Mexiku, Thajsku, západu USA, severní Afriky a Blízkého Východu. Nadměrné čerpání podzemní vody se však stává problémem i v České republice.

Odborníci se shodují, že hlavní problém není v nedostatku vody jako takové, ale především ve špatném hospodaření s ní. Kromě Kuvajtu, kde nedostatek vody je věčným prokletím, je každá země na světě schopná zajistit alespoň teoreticky dostatek vody tak, aby každý obyvatel měl 50 litrů na den. Důvodem, proč se to nedaří a že zhruba třetina lidstva nemá přístup k nezávadné vodě, není nedostatek vody jako takové, ale neschopnost zajistit dostatečné dodávky z přírodních zdrojů, které existují.

Co se týče regionálních potíží se zásobováním vodou, tak ty jsou již dnes realitou. Určité regiony mají problémy s vodou již od pradávna (např. africké státy, Blízký Východ,...), další oblasti začínají vodní krizi vnímat hlavně kvůli růstu spotřeby, který je dán větším počtem obyvatel, rozšiřováním zavlažovaných ploch apod. V blízké budoucnosti lze očekávat nedostatek vody především v méně vyspělých, rozvojových státech, kde není předpoklad pro rozsáhlé uplatnění moderních úsporných technologií. Nutné je však upřesnit, pro jaké účely bude vody nedostatek – k pití, pro hygienické účely, v průmyslu, pro zavlažování apod. Nedostatek pitné vody má jiné bezpečnostní implikace než nedostatek užitkové vody pro zalévání zahrady. [33]

2.3.1 Nejnovější výzkum

Nová zjištění vědců odhalují, že kritickým nedostatkem vody jsou ohroženy až čtyři miliardy lidí. Podle výzkumu v současné době na Zemi žije půlmiliarda lidí v oblastech, kde roční spotřeba vody dvojnásobně převyšuje množství dodané za tu samou dobu deštěm. Tíha spotřeby poté drancuje zásobárny spodních vod a s jejich mizením jsou přímo ohroženi obyvatelé postižených míst. Mnoho z těchto regionů leží v tradičně vodohospodářsky křehkých oblastech Indie a Číny, ale dle výzkumu se do varovných map vodní neudržitelnosti dostal i střed USA, rozlehlé části Austrálie či například i Londýn.

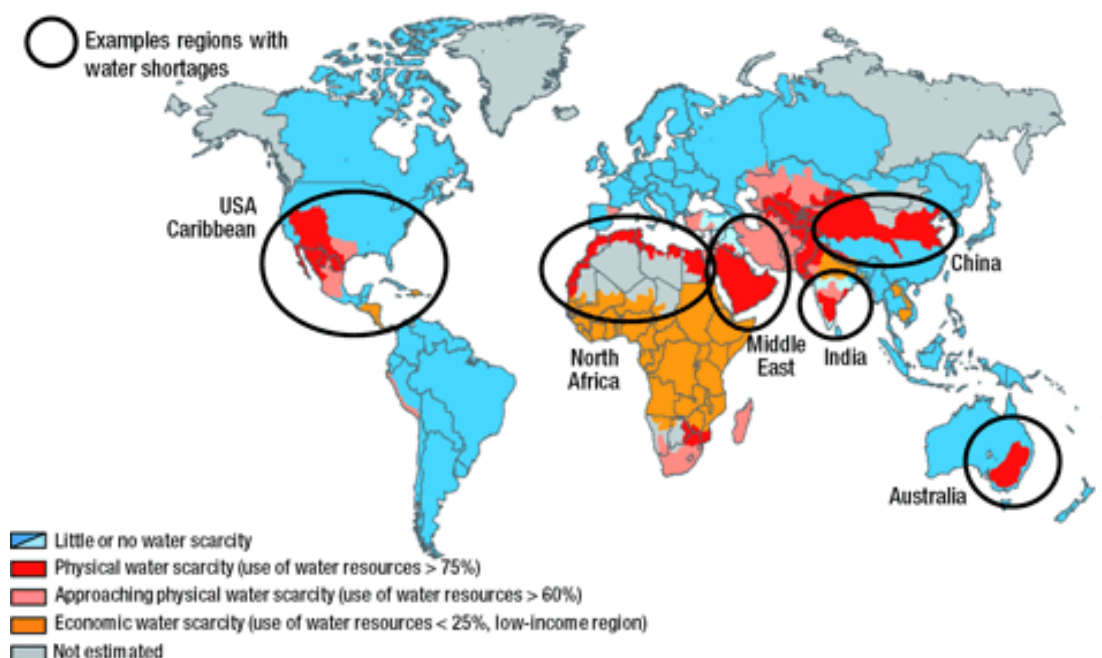
Problémy s vodou se budou neustále zhoršovat. Tlak na zásoby vody vytváří především rostoucí produkce masa. Bohatnoucí lidstvo si dopřává maso stále více a častěji, přičemž výroba jednoho kilogramu hovězího masa spotřebuje něco okolo 15 000 litrů vody – především na zavlažování pastvin. Světové ekonomické fórum označilo v lednu 2016

nedostatek vody za jedno ze tří nejvýznamnějších nebezpečí, která budou v následujících deseti letech ohrožovat lidstvo a globální ekonomiku. Další dvě místa na žebříčku zaujímají klimatické změny a masová migrace. [28]

V některých místech, jako je například Sýrie, se všechna tato nebezpečí vyskytují již teď pohromadě. Výzkum vědců z nizozemské Univerzity Twente z roku 2015 přinesl poznání, že klimatické změny přinesly do země krutá sucha v letech 2007-2010, která měla na svědomí masovou migraci venkovského obyvatelstva do měst a podle mnoha komentátorů vedla nakonec i k válce.

Nedostatek vody je na špičce environmentálních problémů. Dle vědců je nejohroženější zemí Jemen, který může být doslova „na suchu“ během několika málo let. Výrazně vyšší spotřebu vody, než kolik každý rok naprší, mají i Pákistán, Írán, Mexiko či Saudská Arábie. Tento problém má však i jihovýchodní Austrálie, americký středozápad nebo některá velká města jako Londýn. [17]

Studie otištěná vědeckým magazínem Science Advances poprvé a podrobně zkoumala nedostatek vody na Zemi v nejrůznějších oblastech po měsíčních periodách. Analýza dat této studie z období 1996-2005 odhalila, že kritický nedostatek vody postihuje více než čtyři miliardy lidí alespoň jeden měsíc v roce. Skoro dvě miliardy lidí pak nejméně půl roku každý rok. [28]



Obrázek č. 2: Současná situace nedostatku vody ve světě

Zdroj: [38]

2.3.2 Zpráva OSN – „Water for a sustainable world“

Zpráva Organizace spojených národů varuje, že lidstvu hrozí katastrofální nedostatek vody a naznačuje, že lidstvo směřuje do záhuby. Zpráva uvádí, že do deseti let bude čelit nedostatku vody tři miliardy lidí ze 48 zemí světa. V roce 2030 dojde ke snížení zásob vody o 40 % a dostanou se na kriticky nízkou úroveň.

Vědci upozorňují na to, že do roku 2050 se bude muset zvýšit produkce v zemědělství o 60 %, v rozvojových zemích dokonce o celých 100 %. To však znamená další nároky na vodu. Požadavky na vodu ve zpracovatelském průmyslu vzrostou o plných 400 % a postupně se budou přidávat ostatní sektory.

Největším problémům budou čelit rozvojové země, kde situaci zhoršuje hlavně rychlá urbanizace. OSN také varuje před narůstajícím zamořováním podzemních zdrojů vody těžkými kovy a dalšími látkami používanými v zemědělství a průmyslových odvětvích. Nevyhovující je rovněž likvidace velkých skládek a čištění odpadních vod. [2]

Je třeba, aby došlo k významným globálním změnám ekologické politiky. Zatímco země jako je Indie rychle vyčerpávají své podzemní zásoby, vodní srážky se po celém světě v důsledku globálního oteplování stávají více nepředvídatelné. Což znamená, že bude méně vody v přirozených i umělých rezervoárech. Se zvyšujícím se počtem obyvatel stoupá samozřejmě i poptávka po pitné vodě. Zpráva přináší i návrhy mnoha opatření, především hledání nových způsobů recyklace odpadních vod. [29]

2.4 Příčiny nedostatku vody

Nedostatek vody může mít celou řadu příčin. Od průmyslového znečištění, přes nadměrnou spotřebu, až po klesající schopnost krajiny zadržovat v důsledku lidských zásahů vodu či globální změny klimatu. [42]

Například ve Francii hraje hlavní roli znečištění, které je pro mnoho lidí znepokojující. Vědci zjistili, že hlavním důvodem, proč jsou francouzské řeky ve velmi špatném zdravotním stavu, jsou dusíkaté látky, které pocházejí hlavně z hnojiv používaných v zemědělství. Stejná situace je i v Japonsku. Zde se zemědělci z důvodu zajištění stálého přísunu potravin spoléhají na umělá hnojiva a pesticidy, což vede ke znečištění spodních vod. [31]

Studie v Mexiku ukázaly, že každý čtvrtý obyvatel nemá k dispozici kanalizaci, více než osm milionů lidí pak získává vodu ze studní, řek, jezer nebo potoků a více než milion lidí je

závislých na vodě z pojízdných cisteren. Nelze se divit, že 90 % všech průjmových onemocnění v Mexiku je způsobeno znečištěnou vodou.

Příčinou chronického nedostatku vody v Brazílii je, že více jak 50 % odpadních vod odtéká přímo do řek, jezer a oceánu, aniž by prošlo čističkami. Řeky v okolí největšího brazilského města Sao Paulo jsou dokonce tak silně znečištěné, že je nutné pitnou vodu přivádět ze vzdálenosti kolem 100 kilometrů.

V Austrálii je nedostatek vody z velké části způsoben zasolením. Po dlouhá léta byli majitelé půdy nabádáni k tomu, aby mýtili lesy a na takto získaných plochách pěstovali zemědělské plodiny. Kvůli tomu však výrazně ubylo stromů a keřů, jež by odčerpávaly spodní vodu, a její hladina začala stoupat a voda s sebou nesla i tisíce tun soli, která byla uložena hluboko v horninách. Salinitou je již postiženo asi 2,5 milionu hektarů a často se podle australské Svazové organizace pro vědecký a průmyslový výzkum jedná o nejúrodnější zemědělskou půdu v této zemi. Objevují se i názory, že kdyby australští zákonodárci měli na zřeteli spíše veřejné zájmy než hmotný zisk, dalo se tomuto problému předejít. Hugo Bekle z Univerzity v australském Perthu tvrdí, že úřady se o náchylnosti půdy k zasolení dozvěděly již v roce 1917 a informace o tom, jaký dopad na salinitu menších vodních toků bude mít odlesnění, byly zveřejněny již ve 20. letech 20. století. Ve 30. letech ministerstvo zemědělství uznalo, že odlesnění bude mít vliv na zvýšení hladiny spodní vody a v roce 1950 Svazová organizace pro vědecký a průmyslový výzkum připravila pro australskou vládu rozsáhlou zprávu, ale i přesto úřady tato varování dále ignorovaly a odborníky označily za zaujaté. [31]

2.5 Důsledky nedostatku vody

Tato podkapitola se bude zabývat možnými bezpečnostními důsledky vodních krizí. Mezi nejzávažnější hrozby patří nedostatek vody k pití, k hygienickým účelům, dále pak neschopnost produkovat dostatečné množství potravin a z toho všeho plynoucí konflikty o vodní zdroje.

2.5.1 Nedostatek pitné vody

Nedostatek vody je základní, přímo existenční hrozbou. Člověk pro uchování zdraví potřebuje k pití asi dva litry nezávadné vody denně. Ve srovnání s obrovským objemem vody používaným k zavlažování, v průmyslu či k hygienickým účelům je však třináct miliónů kubických metrů vody potřebných denně k napojení světové populace skutečně mizivým množstvím. Podle statistik UNICEF nemá k nezávadné vodě přístup více než 1,1 miliardy lidí. Situace se ale zlepšuje, i když tempo je nedostatečné. Od roku 1990 vzrostlo pokrytí

nezávadnou pitnou vodou ze 77 % na 82 % světové populace v roce 2000, což znamená, že nově tak získala přístup k pitné vodě asi miliarda lidí. Problémy s pitnou vodou se mohou vyskytnout kdekoliv. Ke znečištění vodních zdrojů může dojít velmi lehce a ty se pak mohou ze dne na den změnit na nepitné. Příkladem mohou být časté havárie průmyslových závodů na čínských řekách, kdy se do vody dostává velké množství těžkých kovů, karcinogenních látek apod. Znečištění vody je především velkým rizikem v zemích, kde výpadek zdroje nelze nahradit jiným (např. Čína). [33]

2.5.2 Snížená produkce potravin

Asi 69 % veškeré vody, kterou lidstvo využívá je směřováno do zemědělství, především na zavlažování. Dle výpočtů Organizace pro výživu a zemědělství je pro produkci jídla pro jednoho člověka na jeden den zapotřebí použít asi 2000-5000 litrů vody. Produkce potravin spotřebovává skutečně velké množství vody. Plocha uměle zavlažovaných ploch se od roku 1950 zdvojnásobila. Snaha produkovat potraviny i mimo jejich přirozená vegetační pásma vede k obrovskému vyčerpávání zásob vody, a to hlavně podzemních zdrojů. Zde může být příkladem Saudská Arábie, pouštní země, která ještě na začátku 70. let 20. století produkovala asi 3000 tun obilí ročně. Obrovské investice do zavlažovaných polí však vedly k mnoha set procentnímu nárůstu vypěstované pšenice, v roce 1991 to bylo 3 800 000 tun a Saudská Arábie se tak dokonce stala vývozcem obilí. Tady je vidět, že voda je základním předpokladem pro pěstování zemědělských plodin. I na pouštích lze při dodávkách dostatečného množství vody pěstovat bezmála cokoliv – ovšem za cenu vyčerpání podzemních zdrojů vody, což může mít v budoucnu fatální následky. [33]

Přehnané užívání podzemní i povrchové vody pro zavlažování může mít obrovské následky. Příkladem je Aralské jezero a řeky Syrdarja a Amudarja, intenzivní zavlažování bavlny vodou z přítoků postupně vedlo k vysychání jezera. Břehy ustoupily o 250 km, půda v okolí je zasolená a přeměňuje se v poušť.

Závislost na umělém zavlažování je však spíše lokální záležitostí. Asi 84 % obdělávané zemědělské půdy je zavlažováno dešťovými srážkami, nikoli uměle. Globální hladomor tudíž v blízké době nehrozí. Jídla je prozatím dostatek, dokonce tolik, že je možné pšenici a další plodiny spalovat a přeměňovat je tak na biopaliva. Slibnou budoucnost mají nově křížené či geneticky modifikované vysoce výnosné odrůdy rostlin s nižší spotřebou vody ale rovněž moderní technologie tzv. mikrozavlažování. Obvykle se efektivita zavlažování pohybuje okolo 40 %, nové technologie naproti tomu dosahují efektivit až 95 %. Kombinace mikrozavlažování a využití odpadních vod dokáže v Izraeli z velké části uspokojit domácí

poptávku po potravinách, za posledních 25 let se zemědělská produkce zvýšila sedminásobně, a to bez navýšení přísunu vody. [33]

2.5.3 Migrační krize

Nedostatek vody je příčinou, proč v posledních šesti letech přesídlilo kolem 30 milionů lidí, a to hlavně z Afriky a Blízkého Východu. Množství lidí se má v blízké době ještě zvýšit, podle studie NASA a OSN sucha a nedostatek vody vyžene z domovů až 120 milionů lidí z Afriky a Blízkého Východu. Hrozba extrémního sucha se týká především obyvatel zemí Sahelu, kterým se označuje jižní okraj rozpínající se Sahary. Země v oblasti Sahelu jsou závislé na zemědělství, takže pokud se změní klima a přestanou pravidelné deště, lidem dojde zdroj obživy a budou nuceni přesídlit. [34]

2.5.4 Šíření nemocí

Nedostatek vody představuje podstatné ohrožení i pro hygienické účely. Podle OSN je na světě v současné době více než dvě miliardy lidí, kteří nemají přístup k dostatečnému množství vody pro základní hygienu. Což vede k tomu, že dva miliony lidí ročně umírají na infekční onemocnění spojené se špatnou hygienou v důsledku nedostatku vody. Poskytnutí lepších prostředků hygieny by snížilo výskyt těžkých průjemových onemocnění o 65 % a s nimi spojenou úmrtnost o 26 %. Problém však není jen v nedostatku vody, která je fyzicky k dispozici, ale spíše v absenci infrastruktury. V Afrických státech, jako je Kongo, Rwanda, Angola, Eritrea a Sierra Leone nemá více než polovina obyvatel dostatečný přístup k pitné ani užitkové vodě. [33]

2.5.5 Konflikty o vodu

Stále častěji se upozorňuje na možné konflikty o vodní zdroje, hlavně o vodu z řek. Zavlažování a regulace řek stavbou přehrad dává státům na horním toku do rukou zbraň, kterou mohou případně vydírat státy ležící blíže k ústí. Vzácnost vodních zdrojů zvyšuje napětí především v oblastech Středního Východu, severní Číny, jižní Asie a subsaharské Afriky. Turecko kontroluje horní tok řek Eufrat a Tigris a tím drží v šachu Sýrii a Irák. Řeka Jordán může způsobit další konflikty na Blízkém Východě. Africké řeky Nil, Zambezi a Niger mohou být příčinou mnoha konfliktů v již tak neklidné Africe.

Válka o vodní zdroje je až jako poslední možnost, v případě že by stát nemohl zajistit vodu pro své obyvatele jiným způsobem. Lze tedy předpokládat, že pokud se bude blížit možnost vyčerpání vodní zdrojů, stát začne pravděpodobněji uvažovat o lepším hospodaření s vodou.

Větší vzácnost vody povede ke zvýšení ceny, což způsobí šetření spotřebitelů. Významné rezervy šetření vodou jsou jak v zemědělství, tak v průmyslu i domácnostech.

V případě že by nebylo možné získat dostatečné množství vody šetřením a inovacemi, je pravděpodobnější diplomatické jednání než válka. Za posledních 100 let bylo podepsáno asi 150 mezinárodních dohod o nakládání s vodními zdroji. Zajímavý je spor Indie a Bangladéše o vodu v řece Ganga. Indie měla ve sporu všechny výhody na své straně, jelikož se jedná o zemi na horním toku a rovněž vojensky a ekonomicky mnohokrát silnější. Přesto Dillí v prosinci 1996 přijalo požadavky Bangladéše a zaručilo se za stabilní průtok vody, který je trojnásobkem množství před uzavřením smlouvy. [3]

3 ROZBOR SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE

Výkyvy počasí se v České republice vyskytují stále častěji. Tyto výkyvy s sebou přináší dlouhá období sucha, která jsou následovaná přivalovými dešti, jež mohou způsobit významné škody.

Pouze část obyvatel České republiky si uvědomuje, jak vážným způsobem narušuje lidská aktivita zásoby podzemních vod na našem území. Lidé kácí lesy, asfaltují, betonují, stavějí nové domy, silnice a nákupní centra, zpevňují koryta řek. Je však logické, že na zastavěné ploše se voda nemůže vsakovat do půdy. Stejně nešťastný dopad mají i kyselé deště, zamoření těžkými kovy a zemědělská výroba závislá na pravidelných dávkách chemických hnojiv. Život v půdě je omezován a velké části naší země se stávají neplodnou a nekvalitní napodobeninou přírody. Důsledek je ten, že mrtvá zemina za sucha neudrží vodu a při intenzivních deštích není schopná vodu vsáknout. [22]

3.1 Základní hydrologické údaje ČR

Česká republika se nachází na rozvodnici tří moří – Severního, Baltského a Černého. V podstatě všechny naše významnější toky odvádějí vodu do sousedních zemí, což způsobuje, že vodní zdroje ČR zcela závisejí na atmosférických srážkách. [37]

Tabulka č. 2: Základní charakteristiky vodního hospodářství

Vodní toky v ČR (celková délka)	102,9 tis. km
Významné vodní toky	16,3 tis. km
Drobné vodní toky	86,6 tis. km
Významné vodní nádrže	165
Malé vodní nádrže (rybníky apod.)	cca 25 000
Jezy	cca 1 000
Vodní cesty	522,2 km
Vodovody	74 141 km
Kanalizace	41 911 km
Čistírny odpadních vod	2 557

Zdroj: [37]

Území ČR je rozděleno mezi tři mezinárodní povodí – Labe, Odra a Dunaj. Mezinárodní spolupráce v povodích je opatřena mezinárodními komisemi pro ochranu Labe, Odry a Dunaje. Komise řídí mezistátní spolupráci v oblasti ochrany vod pro jednotlivá povodí. Na činnosti mezinárodních komisí Labe, Odry a Dunaje se za českou stranu podílí zástupci Ministerstva životního prostředí, Ministerstva zemědělství a zástupci příslušných odborných institucí. [23]



Obrázek č. 3: Mezinárodní oblast povodí

Zdroj:[23]

3.2 Hydrologické sucho

Hydrologické sucho vzniká jako následek nedostatku srážek a projevuje se jako nedostatek zdrojů povrchových a podzemních vod (průtoky ve vodních tocích, hladiny jezer a nádrží, podzemní vody).

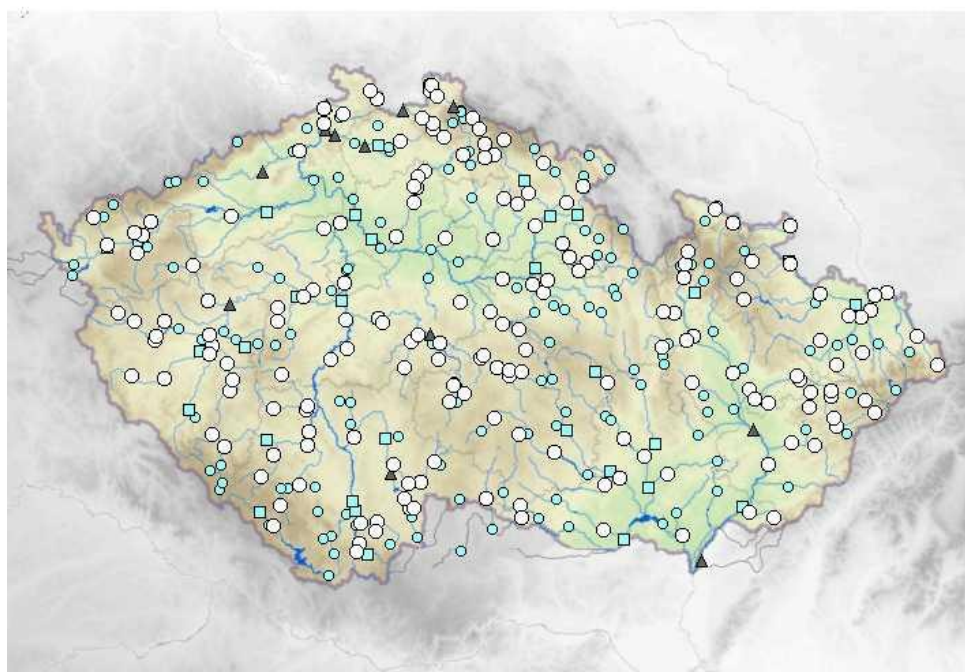
Jedná se o neurčitý jev, který je však v meteorologii a klimatologii často užívaný. Jednotná kritéria pro kvantitativní vymezení sucha neexistují, a to především s ohledem na různorodá hlediska meteorologická, hydrologická, zemědělská, pedologická, bioklimatická a celou řadu dalších faktorů, z nichž se mezi nejvýznamnější řadí škody způsobené suchem v různých oblastech národního hospodářství.

Jedná se většinou o nahodilý jev, který se objevuje z velké části nepravidelně v období podnormálních srážek, které trvají od několika dní až po několik měsíců. Srážkový deficit v určitém časovém intervalu a na určitém místě je v podmínkách České republiky bezpochyby

primární příčinou vzniku sucha. Sucho bývá mnohdy doplněno nadnormálními teplotami vzduchu, nižší relevantní vlhkostí vzduchu, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Důsledkem tohoto všeho je pak vyšší výpar a další prohlubování nedostatku vody. [9]

3.2.1 Situace na vodních tocích

Na následující mapě je vidět situace vodních toků z hlediska hydrologického sucha. Tato mapa znázorňuje situaci vodních toků z 12. 8. 2015. Bílé kroužky na mapě představují „sucho“, to znamená, že naměřený průtok je menší než Q355 (to je průtok, který je dosažen či překročen 355 dní v roce).



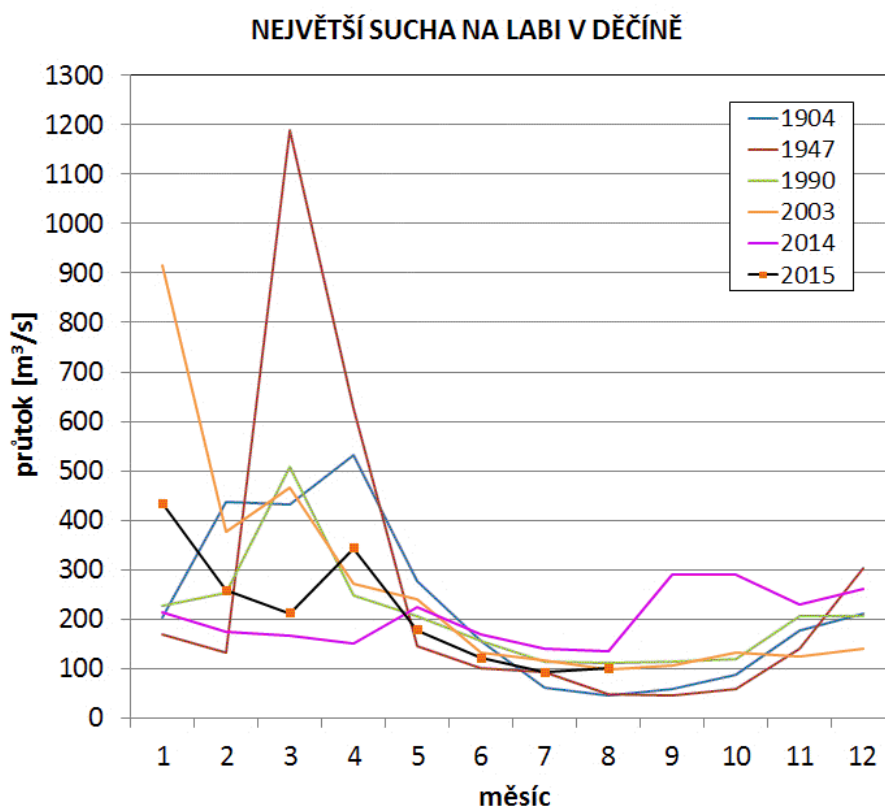
Obrázek č. 4: Situace na vodních tocích z 12. 8. 2015

Zdroj:[44]

Na obrázku č. 4 je vidět, že zasažena je téměř celá republika. Velmi špatně na tom je Lužnice, Nežárka a Sázava, což jsou přítoky Vltavy a tím pádem je na tom špatně i celá Vltava. Průtok Vltavy je nadlepšován kaskádou (cca $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ tak, aby v Praze teklo min. $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Nadlepšování do Vltavy se projevuje postupným snižováním hladiny v nádržích, týká se to především nádrží Lipno a Orlík. Řeka Berounka se blíží historickému minimu ($5,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), v 97 % roku byl zaznamenán vyšší průtok. Řeky Lomnice, Skalice a Střela netečou téměř vůbec, jejich průtok je menší než $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. [44]

3.2.2 Sucho na Labi

Skutečně suché období v současné době převládá na dolním Labi, které zrcadlí situaci v celé České republice. Děčínem již delší dobu protéká méně než $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a je možno zde naměřit historická 7 denní minima. Tato minima byla poměrně běžná před výstavbou Vltavské kaskády, dnes je však tento průtok považován za extrém a to proto, že tento průtok je nadlepšován právě již zmíněnou kaskádou, a to průtokem cca $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Také přítok z Ohře, kde jsou postaveny další nádrže (Skalka, Nechanice, Kadaň – vybudovány v letech 1962 až 1971), dotuje přítok do Labe. Po odečtení těchto nadlepšení, bude výsledkem přirozený odtok cca $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, absolutní minimum je cca $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Znamená to tedy, že průtok je skutečně extrémně malý a přibližuje se historickému minimu. V roce 2002 tímto profilem protékalo při kulminaci $4\,925 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je více než 60 x více v porovnání se současným stavem. [44]



Obrázek č. 5: Průměrné měsíční průtoky na Labi v profilu Děčín v suchých letech

Zdroj:[44]

3.2.3 Mezirezortní komise VODA-SUCHO

Již od poloviny 80. let 20. století dochází na území ČR k nepochybnému zvyšování teploty málo ovlivněných povrchových toků jako důsledek probíhající klimatické změny. Dle

standardizovaného průměru byl zaznamenán nárůst teploty vody o 1,15 °C za 28 let, což se shoduje s pesimistickým klimatickým scénářem HIRMAM A2, podle kterého má být do konce 21. století nárůst teploty vzduchu o 2-3 °C. Dle současných modelů lze předpokládat značnou nejistotu ve změně celkového ročního úhrnu srážek na území ČR, nicméně s poměrně velkou jistotou lze předpovídat zvětšující se sezonalitu srážek (v létě méně, v zimě více). A to společně se zvyšujícím se celkovým výparem představuje do budoucna především v letních měsících podstatné riziko vzniku sucha regionálního až neregionálního významu, přičemž se nemusí nezbytně jednat o již v současnosti suchem postihované oblasti Rakovnicka, Žatecka či jižní Moravy.

Na základě výše uvedeného a jako přímá reakce na sucho v letech 2013 a 2014 byly z iniciativy ministra životního prostředí Mgr. Richarda Brabce ve spolupráci s VÚV TGM, v.v.i., uskutečněny kroky ke vzniku pracovní skupiny SUCHO, která by sestavovala souhrn opatření proti negativním dopadům potenciálního sucha vedoucí k předejití krizové situace vyvolané jeho výskytem a následným nedostatkem vody. Dne 9. 4. 2014 proběhlo první jednání pracovní skupiny, na kterém bylo konstatováno, že problematice povodní bylo za posledních dvacet let na základě významných povodňových událostí věnováno značné úsilí, které vedlo k dnešní uspokojivé připravenosti z legislativního, organizačního i technického hlediska. Cílem bylo tedy zpracovat materiál použitelný pro vytvoření rozsáhlejší koncepce, která by v blízké až střednědobé budoucnosti zabezpečila podobnou komplexní připravenost z hlediska problematiky sucha.

Nejdříve však bylo třeba oslovit již existující pracovní skupinu VODA, aby se problematika sucha po dvaceti letech začala řešit integrálně a napříč zmíněnými resorty. Ke sjednocení dokumentů obou pracovních skupin došlo v srpnu 2014 a dne 9. 10. 2014 se uskutečnilo ustavující jednání výkonného výboru mezirezortní komise VODA-SUCHO.

Mezirezortní komise VODA-SUCHO vznikla dohodou ministrů zemědělství a životního prostředí jako přímá reakce na výskyt sucha v první polovině roku 2014. Cílem je zahájit zpracování ucelené, dlouhodobé koncepce k zajištění ochrany ČR před škodlivými následky sucha, které se může jako přírodní fenomén nepředvídatelně objevit. [45]

Plány pro zvládání sucha by měly definovat a vymezit:

- přehled evidovaných požadavků na dodávky vody (povolení odběru, uživatelé, vyhodnocení dostupných zdrojů vody,
- konkrétní typy opatření určené na odstranění negativních dopadů sucha a nedostatku vody,

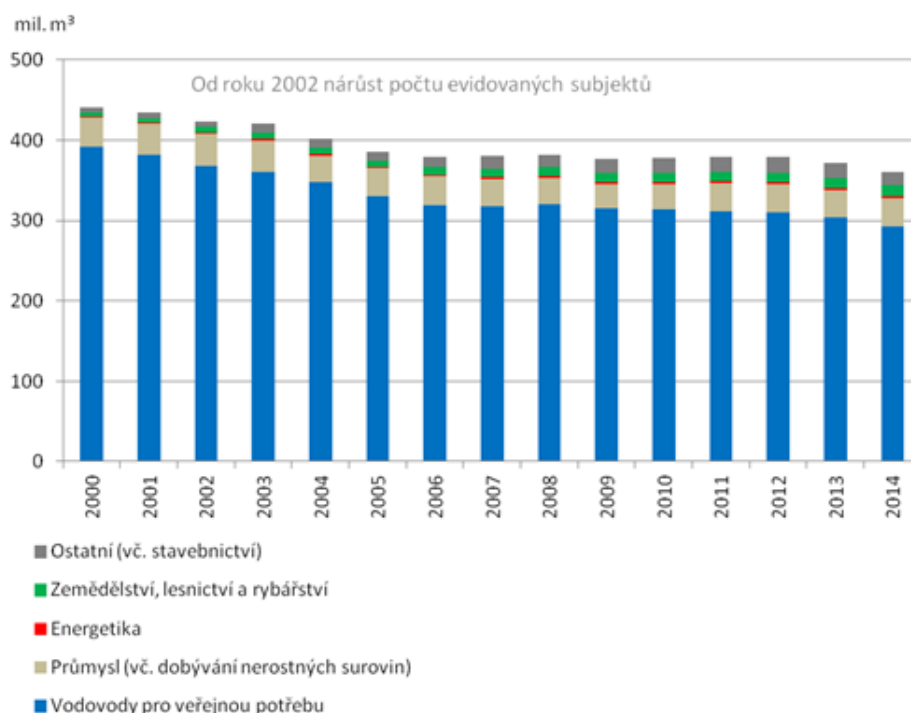
- strukturu a pravomoci komisí zabývajících se nepříznivou/krizovou situací vyvolanou výskytem sucha,
- strukturu, složení a pravomoci dalších dotčených orgánů zabývajících se problematikou sucha v závislosti na jeho závažnosti,
- způsoby veřejného vyhlášení jednotlivých opatření (obecní a krajská nařízení, nařízení vlády aj.),
- postupy kontroly plnění zaváděných opatření včetně odpovídajících sankčních postihů,
- jednotlivé stupně sucha podle prahových hodnot indikátorů sucha,
- souhrn omezení, nařízení a zákazů v oblasti šetření a odběrů vody pro jednotlivé stupně sucha a odběratele,
- určení priorit využití dostupných vodních zdrojů,
- postupy při vyhodnocování dopadů sucha včetně určení výše škody. [35]

3.3 Podzemní vody

Podzemní voda je významnou součástí přírodního prostředí a zásoby této vody jsou složkou, která stabilizuje odtok z území. Především v delších obdobích beze srážek jsou povrchové vody dotovány právě z podzemních vod a s ohledem na pozici naší země jsou podzemní vody jevem, jehož účinek pro vyrovnaní odtoků z území je významnější, než všechny existující nádrže. Na území ČR je asi 80 % využitelných množství podzemních vod koncentrováno na přibližně 30 % plochy. Mezi nejvýznamnější území patří část české křídové pánve omezená Jizerou, dolním tokem Labe a státní hranicí, východní Čechy na pomezí s Moravou, Třeboňská a Budějovická pánev na jihu Čech. Všechny tyto oblasti musí být chráněny proti znečištění a neuváženému čerpání podzemních vod a dalším činnostem, které by nějak mohly ohrozit množství či kvalitu podzemních vod. [14]

3.3.1 Odběr podzemní vody v letech 2000-2014

V následující části se budeme zabývat odběrem podzemní vody jednotlivými sektory v letech 2000-2014, s nastíněním situace pomůže následující graf.



Obrázek č. 6: Odběr podzemních vod v letech 2000-2014

Zdroj: [19]

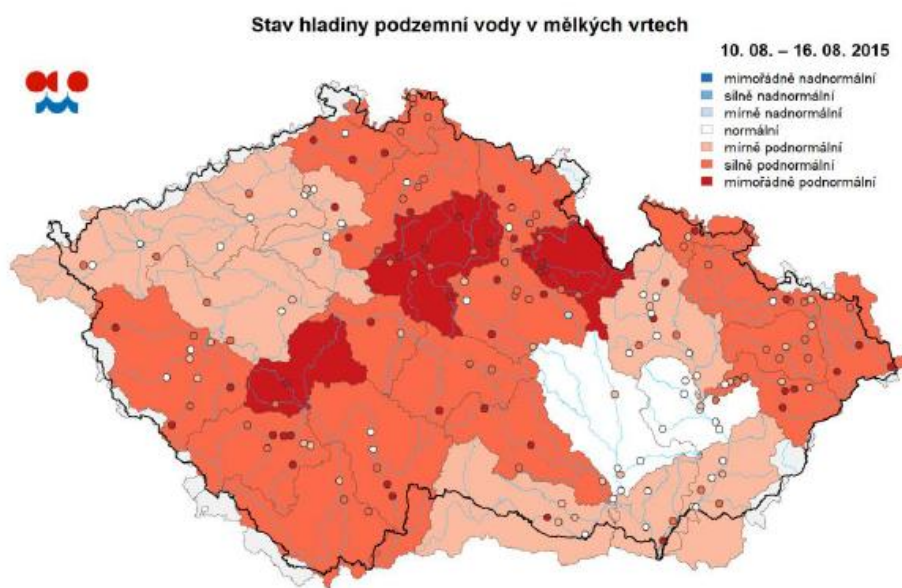
Největší objem odběrů z podzemních vod využívají vodovody pro veřejnou potřebu jako zdroj pro výrobu pitné vody. Důvodem je vyšší jakost podzemních vod, což znamená, že je nižší potřeba úprav. V roce 2014 bylo v ČR vyrobeno 50,9 % pitné vody z podzemních zdrojů. Celkem 36,5 % veškerých odběrů v ČR se realizuje za účelem shromažďování, úpravy a rozvodů vody vodovody pro veřejnou potřebu. U těchto odběrů došlo od roku 2010 k poklesu, a to o 25,5 %, tento pokles má souvislost s celkovým snížením množství vyrobené vody, respektive snižováním ztrát vody a poklesem poptávky po pitné vodě způsobeným zaváděním hospodárnějších technologií a úsporami v domácnostech a průmyslu. Meziroční pokles ve srovnání s rokem 2013 byl 2,6 %. [19]

Pro rok 2014 byly charakteristické nízké hladiny mělkých vrtů a vydatnost pramenů v jarním období, které v době běžných ročních maxim poklesly do minimálních hodnot. Přesto se však v roce 2014 obavy z hrozícího sucha nenaplnily, jelikož v podzimních měsících došlo k doplnění deficitu podzemních vod. Nejpříznivější stav podzemních vod za rok 2014 byl v západních Čechách, kde stavy i vydatnosti byly po celý rok v rozmezí normálních hodnot a koncem roku je dokonce znatelně převyšovaly. Na druhou stranu za nejsušší lze označit sever ČR (horní Labe), kde sledované veličiny klesaly téměř k úrovni sucha a k normálním hodnotám se koncem roku pouze přiblížily. [13]

3.3.2 Sucho v podzemních vodách

Sucho v podzemních vodách se hodnotí podle pravděpodobnosti překročení hladiny ve vrtu v daném kalendářním měsíci. Stav sucha se charakterizuje třemi kategoriemi závažnosti, které jsou odvozeny za referenční období 1981-2010. Jako mírné sucho se označují stavy mírně podnormální s pravděpodobností překročení 75-85 %, jako silné sucho stavy silně podnormální s pravděpodobností překročení 85-95 % a jako mimořádné sucho se označují mimořádné podnormální stavy, které odpovídají nejnižším 5 % pozorování. Obdobně pak znamená pravděpodobnost překročení 15-25 % mírně nadnormální stav hladiny, pravděpodobnost překročení 5-15 % silně nadnormální stav hladiny a za mimořádně nadnormální stavy jsou označeny stavy odpovídající nejvyšším 5 % pozorování. Aktuální situace stavu sucha je vždy pravidelně publikována v Týdenní zprávě o hydrometeorologické situaci a suchu. [43]

Následující obrázek nastiňuje stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech za období 10.8. -16. 8. 2015. Z obrázku je patrné, že většina hladin mělkých vrtů klesla na silně podnormální či mimořádně podnormální úroveň. Tyto nízké hladiny se daly najít po celé republice, avšak nejvíce se vyskytovaly v severovýchodních a jihozápadních Čechách.



Obrázek č. 7: Stav hladiny podzemních vod

Zdroj: [15]

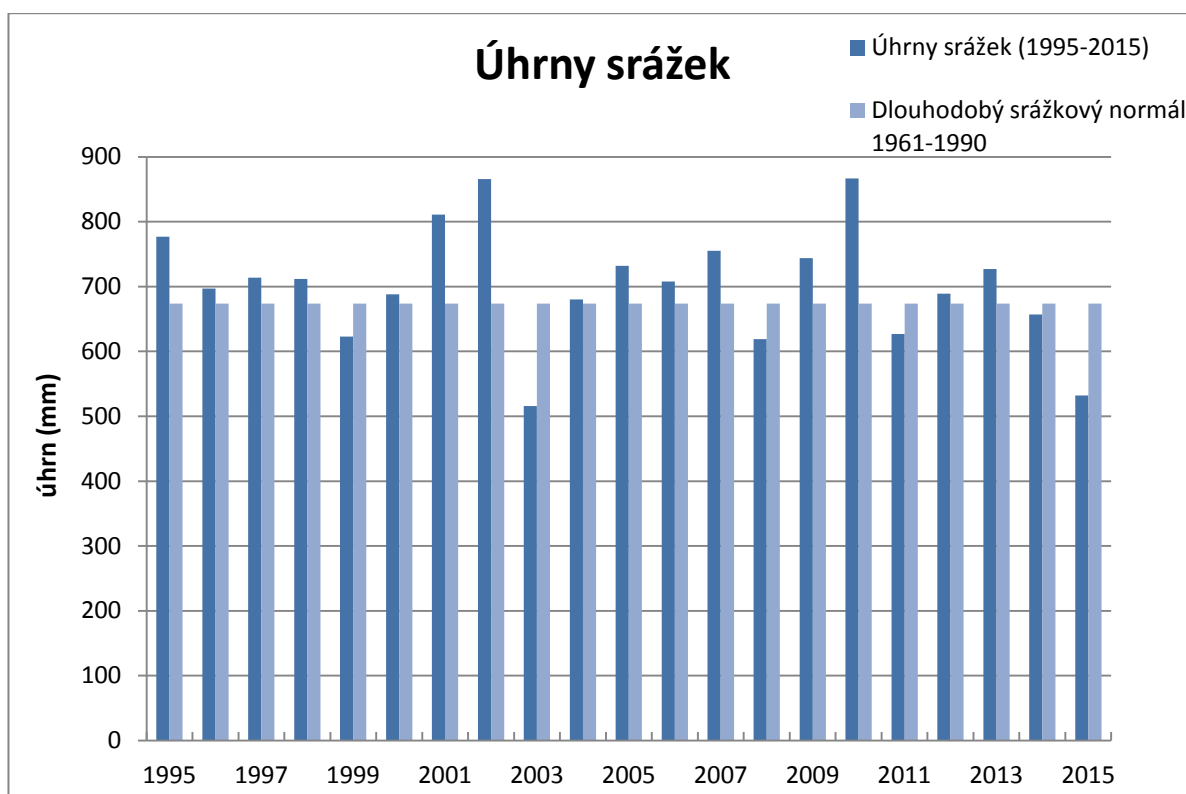
3.4 Úhrny srážek

Tato podkapitola se bude zabývat úhrnem srážek v ČR a zároveň zde bude zodpovězena výzkumná otázka, která zní takto: „Dochází v posledních letech v ČR k poklesu úhrnu

srážek?“. Srážkami se rozumí vodní kapky či ledové částice, které vznikly z vodní páry, a které vlivem zemské přitažlivosti padají z oblaků k zemi.

3.4.1 Vývoj srážek v letech 1995-2015

Podíváme se na to, jak se situace v oblasti úhrnu srážek vyvíjela za posledních 20 let. V následujícím grafu můžeme sledovat vývoj srážek ve srovnání s dlouhodobým srážkovým normálem za období 1961-1990, který má hodnotu 674 mm srážek za rok.



Obrázek č. 8: Roční srážkové úhrny (1995-2015)

Zdroj: [10]

Z grafu je patrné, že především roky 2003 a 2015 patřily k suchým rokům. Konkrétně v roce 2003 padlo na území ČR pouze 516 mm srážek a v roce 2015 532 mm srážek. Oproti dlouhodobému normálu je to tedy cca o 150 mm méně srážek. Pod průměrem byly rovněž srážky z roku 1999, 2008, 2011 a 2014.

Naopak nejvyšší úhrn srážek byl zaznamenán v letech 2002 a 2010. V roce 2002 bylo naměřeno 866 mm srážek a v roce 2010 867 mm srážek. Takto vysoký úhrn srážek měl za důsledek záplavy, které v těchto letech ČR postihly.

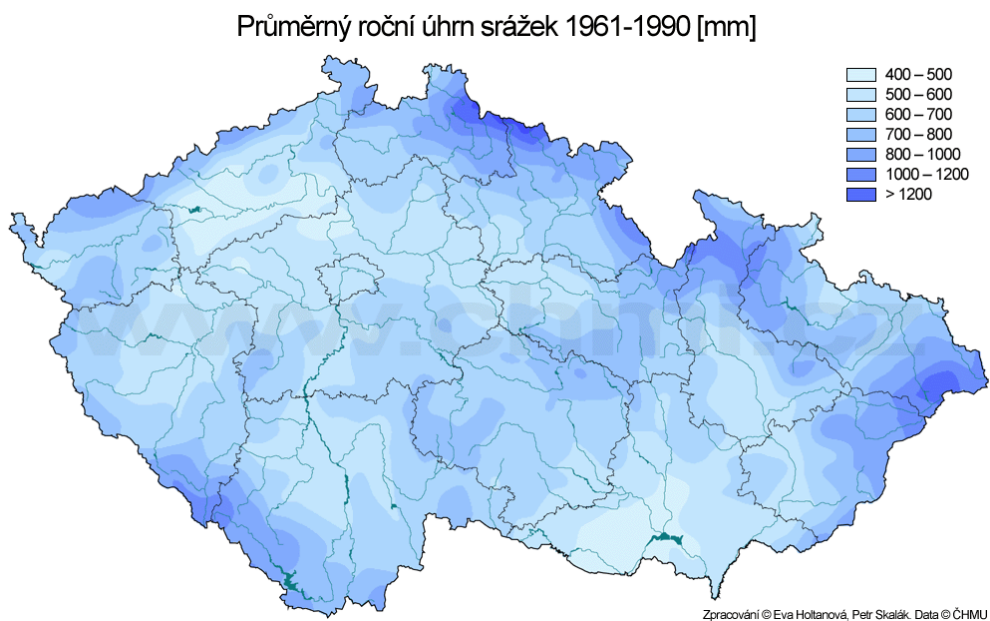
Tento graf nám poskytuje odpověď na výzkumnou otázku, zda v ČR dochází k poklesu úhrnu srážek. Je vidět, že k poklesu úhrnu srážek dochází, a to především v posledních pár

letech, kde se úhrn srážek lišil od dlouhodobého normálu až o 150 mm srážek. Rok 2015 se od roku 1995 dokonce lišil o 235 mm srážek.

Úbytek srážek v roce 2015 byl na první pohled výrazný, oproti roku 2014 došlo ke snížení o 125 mm srážek. Úbytek srážek se začal projevovat už od února a dále pokračoval i v průběhu jarních měsíců. Během června se srážkový deficit od začátku roku ustálil asi na jednu čtvrtinu průměrného kumulovaného srážkového úhrnu a v polovině srpna dosáhl 150 mm. Nedostatek srážek na konci zimy a začátku jara 2015 byl způsoben přítomností tlakových výší nad větší částí euroatlantické oblasti, což znamená, že byla absence tlakových níží a s nimi spojených front. Začátkem léta byla krajina již vyschlá a situaci dále zhoršovaly opakující se vlny veder. Tlakové výše způsobily, že se do střední Evropy nedostával dostatečně vlhký mořský a oceánský vzduch. Suchá krajina společně s nedostatkem vláhy v kombinaci s poměrně stabilním zvrstvením vzduchu a málo oblačnosti vedly i k celkově většímu výparu. V průměru za období 1.1. -31. 8. 2015 spadlo na území ČR 353 mm srážek, což je od roku 1961 druhý nejnižší srážkový úhrn za uvedené období, nižší úhrn byl zaznamenán v roce 2003, a to 335 mm srážek. [15]

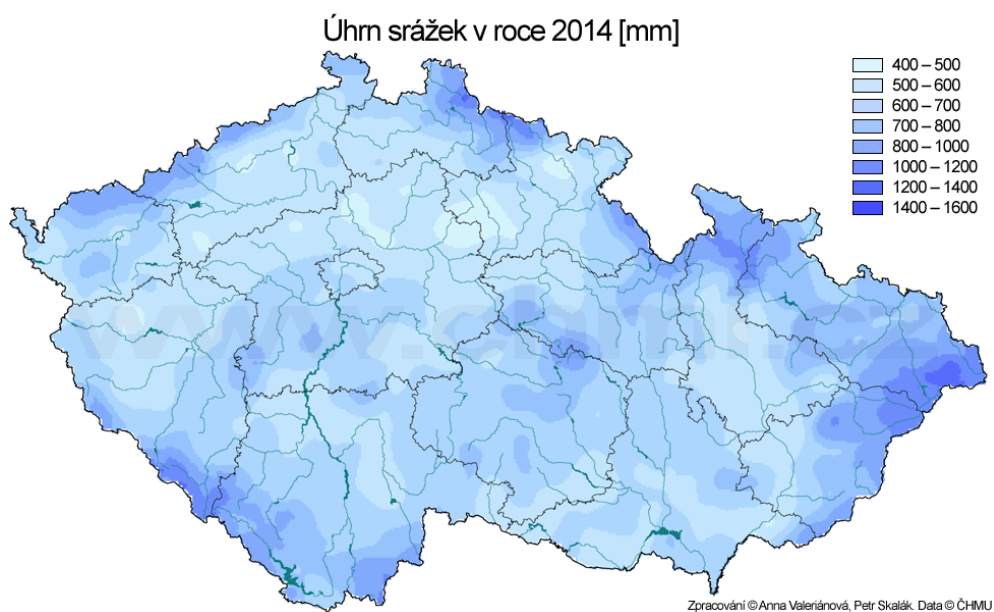
Srážkový deficit měl negativní důsledky, na téměř celém území ČR dosáhla vláhová bilance hodnot -100 mm. Taktéž klesla i vlhkost půdy, v polovině srpna se dostala na extrémní hodnotu pod 10 % využitelné vodní kapacity. Úbytek srážek vedl mimo jiné i ke zvýšení počtu požárů ve volné krajině. K extrémním projevům došlo i v podobě zmenšení průtoků vodních toků. U mnoha sledovaných profilů průtok klesl pod úroveň Q355, který se bere jako limit sucha. Dokonce došlo i k vyschnutí některých toků, a to i toků s poměrně velkou plochou povodí (např. Úterský potok – 297,2 km²). [15]

Na následujících mapách můžeme porovnat úhrny srážek za rok 2014 s dlouhodobým průměrem 1961-1990. Již na první pohled je patrné, že za rok 2014 došlo oproti dlouhodobému průměru ke snížení srážek. V roce 2014 padlo v ČR pouze 657 mm srážek. A právě již tento deficit srážek byl počátkem sucha, které se plně projevilo až během roku 2015. Je vidět, že nejvíce srážek se vyskytuje především v oblasti hor. Místa, která leží v závětrné straně hor, jsou pak podstatně sušší (např. tzv. srážkový stín Krušných hor – Žatecko, Rakovnicko, Kladensko, Dolní Poohří) než návětrné svahy pohoří (Bílý Potok v Jizerských horách, Lysá hora v Moravskoslezských Beskydech).



Obrázek č. 9: Průměrný roční úhrn srážek 1961-1990

Zdroj: [6]



Obrázek č. 10: Úhrn srážek v roce 2014

Zdroj: [6]

Co se týče budoucího vývoje srážek, je třeba očekávat, že se změní rozložení srážek, respektive bude více srážek v zimě a méně v létě. To v konečném výsledku bude mít za následek vznik sucha a tedy nedostatku vody.

3.5 Přehradní nádrže v ČR

Stavba přehradních nádrží probíhá již od nepaměti, jejich význam spočívá především v ochraně před povodněmi, dále slouží k regulaci řek, jako zdroj pitné vody pro obyvatelstvo, průmysl a zemědělství, uchovávají přebytečnou vodu na období sucha a rovněž slouží k výrobě elektrické energie. Nádrže mohou také sloužit k rekreačním účelům, rybolovu či vodním sportům. Výstavba přehrad však s sebou nese i nenávratné zásahy do přírodní krajiny a života lidí, což je důvod, proč se mnoho lidí výstavbě nových přehrad brání.

V ČR najdeme velké množství přehradních nádrží. Následující ilustrace znázorňuje ty největší a nejvýznamnější z nich.



Obrázek č. 11: Největší vodní nádrže ČR

Zdroj:[4]

Z hlediska rozlohy je naší největší vodní nádrží Lipno. Tato nádrž má rozlohu cca 4 900 ha. Lipno bylo vybudováno v roce 1957, nachází se na řece Vltavě a najdeme ho v Jihočeském kraji. Lipno zastává roli jak rekreační, energetickou, tak i ochrannou (proti povodním). Druhou největší nádrží z hlediska rozlohy je Orlik, který má rozlohu cca 2 730 ha. Tato nádrž byla dokončena v roce 1960 a stejně jako Lipno se nachází na řece Vltavě a můžeme ho najít v Jihočeském kraji. Orlik plní rovněž rekreační, energetické a ochranné funkce.

Naší největší nádrží, co se týče objemu, je nádrž Orlík. Tato nádrž může zadržet až 720 milionů m³ vody, což je o mnoho více než Lipno, které zadržuje objem pouze 306 milionů m³ vody.

Nejvyšší přehrada u nás, a to jak maximální hloubkou i výškou hráze, jsou Dalešice na řece Jihlavě. Tato hráz je vysoká 100 m a maximální hloubka v přehradě je 85,5 m. Z hlediska rozlohy se tato přehrada řadí na 13. místo, Dalešice zaujímají plochu 480 ha. Nádrž byla dokončena v roce 1978 a najdeme ji v kraji Vysočina. Důležitost této nádrže spočívá především v dodávání technologické vody pro jadernou elektrárnu Dukovany. [26]

3.5.1 Plán na výstavbu přehradních nádrží

Hlavním důvodem plánů na výstavbu nových přehradních nádrží je dlouhotrvající sucho a horko, které v loňském roce zapříčinilo mnoho komplikací po celé zemi. Dle vědců se dá očekávat, že podobně teplých a suchých let bude v budoucnu přibývat. Stát proto plánuje výstavbu nových nádrží, pomocí kterých chce předcházet hrozícímu nedostatku vody.

Dle plánu ministerstva zemědělství na výstavbu 4 nových nádrží, by měly být nové nádrže projektovány v Královéhradeckém kraji, Zlínském kraji a na dvou místech ve Středočeském kraji.

Tabulka č. 3: Plánované přehrady

Název lokality	Povodí	Kraj	Vodní tok	Plocha lokality (ha)	Objem nádrže (mil. m ³)
Pecín	Labe	Královéhradecký	Zdobnice	80,0	17,1
Vlachovice	Moravy	Zlínský	Vlára	156,3	19,4
Senomaty	Vltavy	Středočeský	Kolešovický potok	25,6	0,7
Šanov	Vltavy	Středočeský	Rakovnický potok	22,2	0,5

Zdroj:[41]

Pecínská nádrž by mohla stát na Zdobnici v území Rychnova nad Kněžnou. Tato nádrž by během sucha posilovala zdroje v povodí horního a středního Labe pro zajišťování vodního zásobování Hradce Králové. Nádrž Vlachovice by stála na Vláře, kde by pomáhala se zásobováním pitnou vodou jak pro Zlínsko, tak i pro Uherskohradištsko. Poslední dvě

přehradby by se nacházely na Rakovnickém a Kolečovickém potoce a jsou svou rozlohou podstatně menší. Tyto nádrže by měly v případě sucha pomáhat k nadleřování průtoků a posílit tamní podzemní vody, rovněž by voda v nich mohla pomáhat zemědělcům se zavlařováním. [41]

3.6 Problematika povodní

V této podkapitole se budeme zabývat problematikou povodní ČR, jakořto protikladem k problematice nedostatku vody. Povodně v našich podmínkách představují nejčastější a nejrozsáhlejší typ přírodních katastrof a pokaždě s sebou nesou velké škody a tragické následky.

Povodní se rozumí fáze hydrologického režimu vodního toku, která se projevuje náhlým, zpravidla krátkodobým zvýšením průtoků a vodních stavů. Pro zeměpisné řírky ČR je typické zvýšení odtoku během chladnějších ročních období, což znamená větší četnost povodní během zimy. Některé simulace srážkoodtokového procesu ale ukazují, že deště s vyššími intenzitami, které se vyskytují hlavně s letními bouřkovými situacemi, mohou znamenat zvýšené riziko přívalových povodní i v případě nezměněných srážkových úhrnů. [24]

Jako nejčastější příčiny povodní v ČR lze označit dlouhotrvající regionální deřřové srážky, krátkodobé srážky velké intenzity, tání sněžové pokrývky či ledové jevy, jako je zahrazení koryta ledovými nápěchy nebo ledovými zácpami. [46]

V následující tabulce můžeme vidět povodně ČR v letech 1997-2013 z hlediska počtu ztrát na lidských životech a výře povodňových škod.

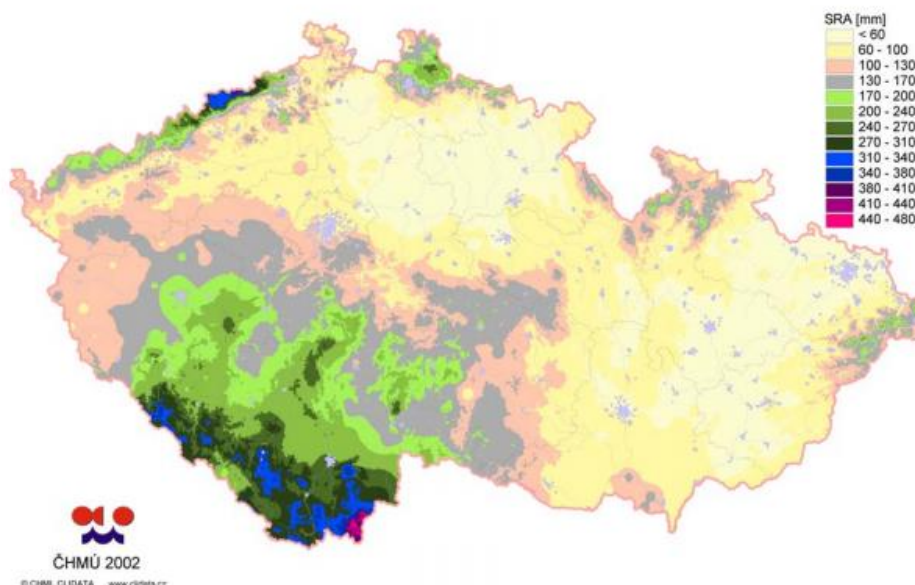
Tabulka č. 4: Povodně v letech 1997-2013

Rok povodně	Počet ztrát na lidských životech	Celkové povodňové škody (v mil. Kč)
1997	60	62 600
1998	10	1 800
2000	2	3 800
2001	0	1 000
2002	19	75 100
2006	9	6 200
2009	15	8 500
2010	8	15 200
2013	15	15 400
Celkem	135	189 600

Zdroj: [37]

Z tabulky je zřejmé, že každá povodeň ČR významně zasáhla. Je však patrné, že povodeň z roku 2002 se řadí mezi jednu z nejničivějších, příčinou této povodně byly extrémní srážky, které ČR zasáhly ve dvou vlnách. Při srpnové povodni v roce 2002 zahynulo celkem 19 osob a byly způsobeny škody ve výši 75 100 mil. Kč. Jedná se o jednu z nejtěžších přírodních katastrof moderní české historie, kdy řeka Vltava kulminovala 14. srpna v Praze – Chuchli okolo 13. hodiny na výšce 785 cm při průtoku asi 5 300 m³ za vteřinu, což je více než 36násobek průměrné hladiny 66 centimetrů. Průměrný průtok je 145 m³ za vteřinu. [16]

Na následující ilustraci jsou zaznamenány úhrny srážek za období 6. – 15. 8. 2002, tedy za období, kdy došlo k záplavám. Na mapě je patrné, že úhrn srážek byl výrazně zvýšený, a to především v okolí řek Vltavy, Sázavy a Berounky.



Obrázek č. 12: Mapa úhrnu srážek od 6. do 15. srpna 2002

Zdroj:[11]

Jasně je, že povodně s sebou nesou pokaždé negativní následky. Vzniku povodní se však nedá zabránit, můžeme pouze zmírnit jejich dopad na životy a majetek obyvatel.

3.7 Shrnutí situace v ČR

Zde si shrneme, jak na tom ČR z hlediska nedostatku vody ve skutečnosti je a jak je na tom ve srovnání s jinými státy světa. S nastíněním skutečné situace v ČR nám pomohou následující ilustrace a statistiky.

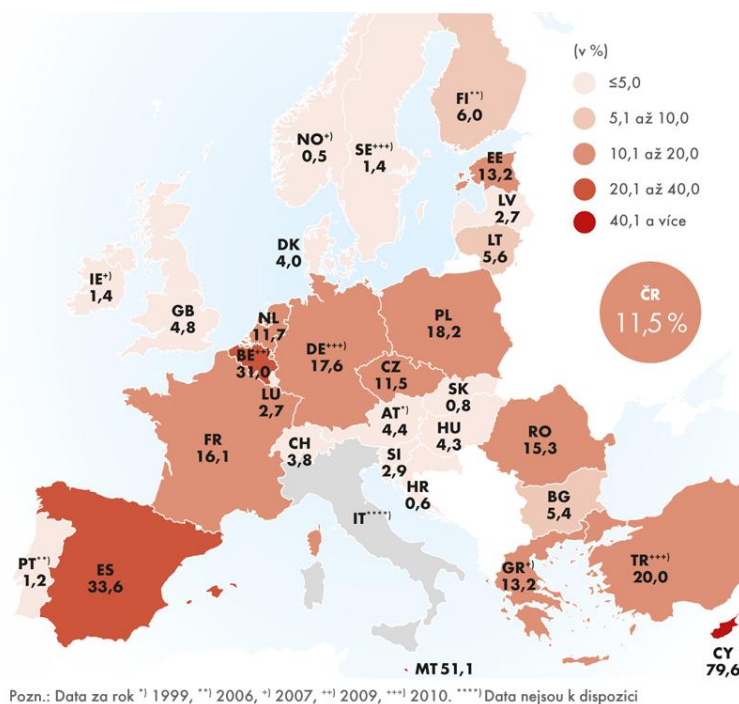
Co se týče odběru povrchové vody v ČR, tak největším odběratelem v letech 2000-2014 byl energetický průmysl, a to s průměrným podílem 55 %. Dále 24 % vody odebíral sektor zabývající se shromažďováním, úpravou a rozvodem vody. 16 % spotřeboval průmysl a necelá 2 % připadala na zemědělství.

Nejvýrazněji od roku 2002 klesly odběry povrchové vody v odvětví zpracovatelského průmyslu, a to o jednu třetinu. Jedná se o pokles z 300 na 200 mil. m³ odebrané povrchové vody. Rovněž v odvětví zabývajícím se úpravou a rozvodem vody došlo k výraznému poklesu množství odebrané vody z vodních toků a nádrží, v tomto případě se jedná o pokles ze 430 na 310 mil. m³.

I odběry podzemní vody v ČR jsou v absolutním objemu nižší, a to řádově třikrát až čtyřikrát. Podzemní vodu nejvíce využívá odvětví shromažďování, úpravy a rozvodu vody, odebralo jí za celé uvedené období cca 84 %. Dále se nejvíce na odběrech podzemní vody

podílel zpracovatelský průmysl, který odebral 7,3 %. V obou těchto odvětvích však došlo mezi lety 2002-2014 k poklesu odebrané podzemní vody o jednu pětinu.

Na obrázku č. 12 můžeme vidět index intenzity využití vody. Tento index se vypočte jako podíl celkových ročních odběrů vody na dlouhodobém průměru celkových dostupných zásob vody v dané zemi. I přes to, že ukazatel nezohledňuje množství vody, které se vrací zpět do přírody po použití a vyčištění, hodnota indexu překračující 20 % ukazuje na znepokojivou situaci v čerpání vody. Hodnota překračující 40 % pak již upozorňuje na kritické situace v odběrech vody. [40]



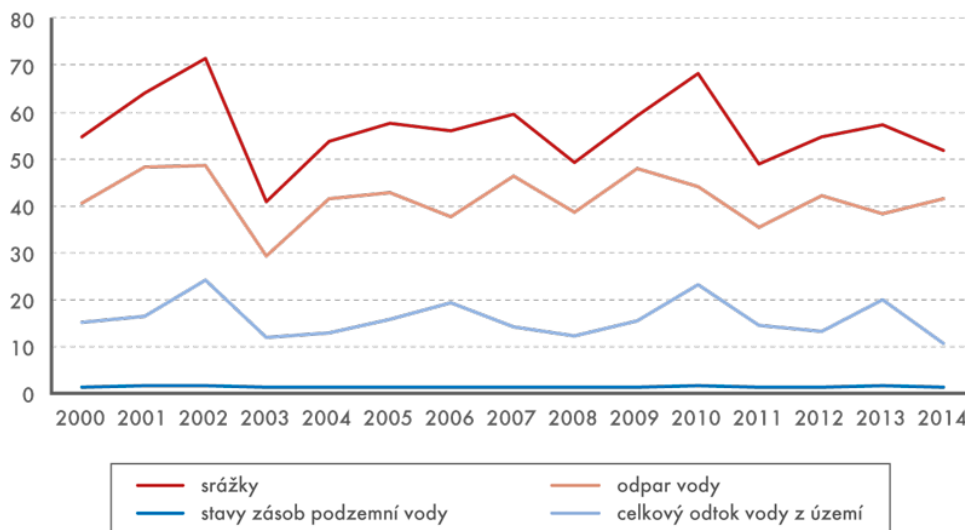
Obrázek č. 13: Index intenzity využití vody v Evropě

Zdroj:[40]

Jak lze z obrázku vyčíst, hodnota indexu pro ČR je 11,5 %, což znamená, že spadá do rozmezí 10,1 až 20 % a tudíž se neřadí mezi země, které spadají do znepokojivé či kritické situace z hlediska odběru vody. Nejhuře na tom jsou Španělsko, Belgie a Kypr, který má hodnotu indexu téměř 80 %, což znamená, že odběr vody v této zemi je v kritické situaci. Naopak nejlepší hodnotu indexu najdeme v Norsku a Maďarsku.

ČHMÚ každý rok sestavuje hydrologickou bilanci, která přináší informace o zdrojích vody. V bilanci se porovnávají přírůstky a úbytky vody a změny zásob v území za dané časové období. Jediným zdrojem vody v ČR jsou srážky, množství vody přitékající ze sousedních států je naprosto zanedbatelné. Následující graf znázorňuje souhrnnou informaci za celou ČR a jsou z něj patrné roky, kdy na našem území došlo k nadměrným srážkám. Od

hodnot srážek se dále odvíjejí hodnoty odparu a celkového odtoku vody z území. Jelikož jsou stavy zásob podzemní vody řádově desetkrát nižší, není na tomto grafu viditelné, že i tyto závisejí na množství srážek. [40]



Pozn.: Data v grafu představují kvalifikovaný odhad.

Obrázek č. 14: Hydrologická bilance (v mil. m³)

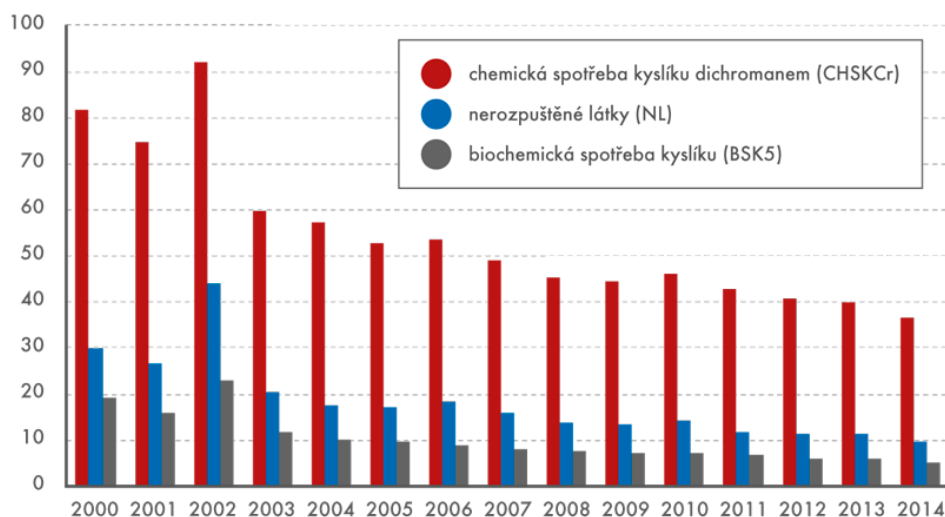
Zdroj: [40]

S hydrologickou bilancí souvisí bilance vodohospodářská, kterou sestavuje VÚV TGM, v.v.i. V této bilanci se porovnávají požadavky na odběry podzemní a povrchové vody a vypouštění odpadních vod s využitelnou kapacitou vodních zdrojů, dále se zde zohledňují i jakosti a množství vod. Ve vodohospodářské bilanci se také sleduje produkované a vypouštěné znečištění z bodových zdrojů, to má totiž přímý vliv na kvalitu vody.

Od té doby, co v ČR platí směrnice Rady 91/271/EHS z 21. května 1991, o čištění městských odpadních vod, nezačala pouze jen usilovná podpora výstavby nových čistíren odpadních vod v obcích nad 2 tis. ekvivalentních obyvatel, ale rovněž došlo k rekonstrukcím stávajících čistíren. To souvisí i s podporou investiční výstavby v oblasti vodovodů a kanalizací. [40]

V roce 1990 bylo v ČR na kanalizaci napojeno 72,6 % obyvatelstva, počet čistírenských zařízení v tomto roce nabýval počtu 626 a podíl čištěných vod bez srážkových vod se pohyboval okolo 73 %. V roce 2014 bylo na kanalizaci napojeno již 83,9 % obyvatelstva, počet čistírenských zařízení se vyšplhal na 2 445 a odpadních vod bez vod srážkových se vyčistilo okolo 97 %. Na základě tohoto výsledku lze tedy říct, že se prakticky čistí veškerá odpadní voda.

Co se týče čistoty vody, tak i zde se situace zlepšila. Na následujícím grafu můžeme vidět, že mezi roky 2000-2014 došlo ke snížení vypouštěného znečištění v ukazatelích: BSK5 (biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní) o 72,4 %, CHSKCr (chemická spotřeba kyslíku dichromanem) o 55,3 % a NL (nerozpuštěné látky sušené při 105 °C) o 67,6 %. [40]



Obrázek č. 15: Vypouštěné znečištění do vodních toků (v tis. t/ rok)

Zdroj: [40]

V konečném výsledku lze tedy říci, že v ČR je vody prozatím dost a řadí se mezi země s udržitelným podílem čerpání vody. Roční úhrn srážek se nebude nijak zásadně měnit, avšak je třeba do budoucna očekávat, že se bude měnit roční rozdělení srážek – nárůst v zimě, pokles v létě. Znamená to, že v zimě bude sice více srážek, ale oteplí se, což bude mít za výsledek, že se nevytvoří dostatečná zásoba sněhu a na konci zimy nebudou dostatečně zásobovány podzemní vody. V létě se také oteplí, což způsobí větší výpar, který společně s nedostatečně zásobenými podzemními vodami způsobí vznik sucha.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala problematikou klimatických změn a s nimi spojené hrozby nedostatku vody. Jedná se o aktuální téma, které se týká lidí po celém světě. V současné době klimatické změny probíhají stále rychleji a dostupnost vody se neustále zhoršuje. Podle studií by v roce 2025 mohly žít v zemích s významným nedostatkem pitné vody až dvě třetiny obyvatel planety Země.

Práce byla členěna na tři kapitoly. První kapitola se zabývala problematikou klimatických změn, které představují globální bezpečnostní hrozbu. Tato kapitola pojednávala o mnoha negativních projevech v environmentální oblasti, které s sebou klimatické změny přináší. Dále byly definovány změny klimatu, které byly pozorované v posledních letech, jedná se o změny teploty, změny srážkového režimu a o změny sněhové příkrývky, ledovců a hladin oceánů. Následně byly popsány příčiny a důsledky klimatických změn. Klimatické změny jsou způsobovány jak přirozenými, tak i antropogenními faktory, tedy vlivem lidské činnosti. Jedná se především o emise skleníkových plynů, změny vlastností povrchu nebo zásahy do hydrologického režimu. Důsledky změn klimatu dokázaly, že tuto situaci je důležité brát velmi vážně. Mezi pozorované důsledky patří zvyšování průměrné teploty, změna rozložení srážek, růst výšky mořské hladiny, nárůst nemocí a nakažlivých chorob a mnoho dalších. Závěr této kapitoly se zaměřil na opatření v oblasti klimatu, která se starají, aby klimatické změny nedosáhly nebezpečné úrovně. Z tohoto důvodu si Evropská unie vymezila environmentální a energetické cíle, jejichž účelem je např. snížit emise skleníkových plynů či zvýšit podíl energie vyráběné z obnovitelných zdrojů.

Druhá kapitola pojednávala o tématu hrozby nedostatku vody v globálním měřítku. Zde byla popsána bezprostřední důležitost, kterou voda pro člověka představuje a dále světový den vody, který pomáhá zaměřovat pozornost na důležitost tohoto tématu. Důležitým poznatkem je, že i přestože je voda obnovitelným zdrojem, nelze ji čerpat neomezeně. Největším problémem je špatné hospodaření s vodou, což vede k tomu, že asi třetina lidstva nemá přístup k nezávadné vodě. Na základě prezentovaných výzkumů bylo zjištěno, že vodní krizi některé oblasti začínají vnímat především kvůli růstu spotřeby, který je způsoben nárůstem obyvatel. Prezentované výzkumy také ukázaly, že fatální nedostatek vody lze očekávat hlavně v méně vyspělých, rozvojových státech a problémy s vodou se budou stále zhoršovat. Nedostatek vody byl Světovým ekonomickým fórem označen za jedno ze tří nejvážnějších nebezpečí, která budou lidstvo ohrožovat. V závěru této kapitoly byly rozebrány příčiny a důsledky nedostatku vody.

Nejdůležitější částí práce je třetí kapitola, která se zabývala rozbořem situace v ČR. Na úvod této kapitoly byly popsány základní hydrologické údaje ČR. Z hlediska hydrologického sucha byla popsána situace na vodních tocích z léta 2015, kde bylo díky mapě patrné, že suchem byla zasažena téměř celá země. Konkrétněji byla popsána situace na Labi, kde sucho převládalo. Sucho na Labi způsobilo extrémně malý průtok, který se přibližoval až historickému minimu. Dále byla věnována pozornost Mezirezortní komisi VODA-SUCHO, která vznikla jako reakce na sucho v ČR, a která obsahuje souhrn opatření proti negativním dopadům sucha, které se může nepředvídatelně objevit.

Z hlediska problematiky podzemních vod se práce zaměřila na odběry podzemní vody jednotlivými sektory v letech 2000-2014. U odběrů vody za účelem shromažďování, úpravy a rozvodů vody vodovody pro veřejnou potřebu došlo od roku 2010 k poklesu až o 25 %. Práce se také zabývala suchem v podzemních vodách, kde vyšlo najevo, že v létě 2015 většina hladin mělkých vrtů klesla na podnormální úroveň. Následně byl zkoumán úhrn srážek v ČR. V této části je formulovaná i výzkumná otázka, která zněla takto: „Dochází v posledních letech v ČR k poklesu úhrnu srážek?“, a která mohla být zodpovězena díky analýze vývoje úhrnu srážek za posledních 20 let v ČR. Z této analýzy bylo patrné, že k poklesu srážek opravdu dochází, k největšímu poklesu srážek došlo v roce 2015, kdy padlo na území ČR pouze 532 mm srážek, což se od dlouhodobého srážkového normálu liší o 142 mm srážek. Tento srážkový deficit měl za následek vyschlou krajinu, zvýšení počtu požárů či výrazné zmenšení průtoků vodních toků. Následovalo téma přehradních nádrží ČR, kde byl popsán plán na výstavbu nových přehradních nádrží, které by měly pomáhat předcházet hrozícímu nedostatku vody. Plánované jsou celkem 4 přehrady, které by měly být projektovány v Královéhradeckém kraji, Zlínském kraji a na dvou místech ve Středočeském kraji. Další část této kapitoly obsahovala problematiku povodní, která byla zmíněna jako paradox k nedostatku vody. Zápavy z roku 2002 byly jedny z nejničivějších záplav vůbec. V tomto roce byl úhrn srážek výrazně zvýšený, během záplav zahynulo 19 lidí a došlo ke škodám až 75 000 mil. Kč.

Třetí kapitola byla ukončena shrnutím situace v ČR, kde vyšlo najevo, že hodnota indexu intenzity využití vody naší země je 11,5 %, což znamená, že ČR nespadá do znepokojivé či kritické situace. I z hlediska čistoty vody se situace v ČR zlepšila. Na základě jednotlivých analýz je výsledkem, že v ČR je vody zatím dost, avšak v důsledku změn ročního rozdělení srážek je třeba do budoucna počítat se zvýšeným výskytem sucha.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ACOT, Pascal. Historie a změny klimatu: od velkého třesku ke klimatickým katastrofám. Vyd. 1. Překlad Věra Hrubanová. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0869-3.
- [2] Asociace soukromého zemědělství ČR. [online]. 2015 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/roslinna-vyroba-puda/lidstvu-hrozi-fatalni-nedostatek-vody-varuji-vedci.html>
- [3] BÍLÝ, Miloš. eportal. [online]. 2016 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://eportal.parlamentnilisty.cz/ShowArticleMobile.aspx?id=8322>
- [4] CENIA. [online]. 2007 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/voda/popup_img.php?img=38&system=voda
- [5] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2015-11-16]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap06.pdf
- [6] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>
- [7] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap01.pdf
- [8] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2015-11-16]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap03.pdf
- [9] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice_sucha.html
- [10] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>
- [11] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/pov02/1etapa/2kapitola.pdf>
- [12] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace>
- [13] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. 2014 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/opzv/bilance/zprava_bilance_14.pdf

- [14] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. 2015 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/opzv>
- [15] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. 2015 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/zpravy/Sucho_2015-predbezna_zprava_CHMU.pdf
- [16] D7 POVODĚŇ – SRPEN 2002. [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://envis.praha-mesto.cz/rocenky/pr_02/d7.htm
- [17] E15.cz. [online]. 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/zemedelstvi/studie-nedostatkem-vody-trpi-dve-tretiny-lidstva-1271155>
- [18] Encyklopedie. *Generation Europe*, o.s.. [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.evropa2045.cz/hra/napoveda.php?kategorie=8&tema=152>
- [19] EnviWeb. [online]. 2015 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/voda/104064/odbery-podzemni-vody-jednotlivymi-sektory-v-letech-2000-az-2014>
- [20] EVROPSKÁ KOMISE. [online]. 2015 [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index_cs.htm
- [21] EVROPSKÁ UNIE. [online]. 2015 [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: http://europa.eu/pol/clim/index_cs.htm
- [22] Gnosis9.net. [online]. 2006 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <http://gnosis9.net/view.php?cislocclanku=2006080010>
- [23] HEIS VÚV. [online]. 2004 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: <http://www.heisvuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/wfdcr.htm>
- [24] KALVOVÁ, Jaroslava. Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2002. Národní klimatický program České republiky. ISBN 80-86690-01-6.
- [25] KLIMATOLOGIE A HYDROGEOGRAFIE. [online]. [cit. 2016-02-14]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/07-voda.html

- [26] kompas.estranky.cz. *eStránky.cz*. [online]. 2009 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.kompas.estranky.cz/clanky/zajimavosti-z-ceska/nejvetsi-prehrady-lipno-orlik-dalesice.html>
- [27] KOŽELOUH, Jiří. ROZVOJOVKA. [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: http://www.rozvojovka.cz/download/docs/67_globalni-zmeny-podnebi-a-souvisejici-zmeny-ve-vodnim-rezimu-na-zemi.pdf
- [28] LAMPER, Ivan, Martin M. Šimečka. RESPEKT. [online]. 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.respekt.cz/denni-menu/rostouci-spotreba-masa-brzy-zpusobi-nedostatek-vody-na-planete>
- [29] NAŠE VODA. [online]. 2015 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/osn-15-se-mohou-snizit-svetove-zasoby-vody-na-60-procent>
- [30] openstax CNX. [online]. © 1999-2016 [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <https://cnx.org/contents/yeVQResF@5/Water-Cycle-and-Fresh-Water-Su>
- [31] Probud'te se! [online]. 2015 [cit. 2016-02-09]. Dostupné z: <http://wol.jw.org/cs/wol/d/r29/lp-b/102005002#h=6>
- [32] ŘÍHA, Josef. Voda a společnost. 1. vyd. Praha: SNTL, 1987. Ochrana životního prostředí.
- [33] SEKURITACI. [online]. 2008 [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.sekuritaci.cz/nedostatek-vody>
- [34] SKOUPÁ, Adéla, Adam Hecl. Aktuálně.cz. *Economia, a.s.* [online]. 2015 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/domaci/sucho-ohrozuje-na-svete-az-120-milionu-lidi-a-hrozi-ze-je-vy/r~91c589e09e8111e5a405002590604f2e>
- [35] SPOLEČNOST KRIZOVÉ PŘIPRAVENOSTI ZDRAVOTNICTVÍ. [online]. 2015 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://www.skpz.cz/voda-sucho-schvaleni-usneseni-k-priprave-realizace-opatreni>
- [36] STEHR, Nico a Hans von STORCH. *Klima a společnost*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2014, 157 s. ISBN 978-80-246-2847-9.
- [37] *Stručně o vodě v České republice*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015. ISBN 978-80-7434-195-3.
- [38] TYGAE. [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://tygae.weebly.com/freshwater-use.html>

- [39] UN WATER. [online]. 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.unwater.org/worldwaterday/about/en>
- [40] VESELÁ, Miloslava. STATISTIKA&MY. *Český statistický úřad*. [online]. 2015 [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.statistikaamy.cz/2015/06/vody-je-dost-zatim>
- [41] vodárenství.cz. [online]. 2016 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/clanky/vlada-se-bude-zabyvat-ctyrmi-novymi-prehradami>
- [42] VODOVOD.INFO. [online]. 2011 [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.vodovod.info/index.php/clanky/vodarenstvi/151-nedostatek-vody-stale-vetsi-hrozbou#.VtMC4vnhDIW>
- [43] VTEI. [online]. 2015 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.vtei.cz/2015/08/hydrologicke-sucho-v-podzemnich-vodach>
- [44] VÚV TGM. [online]. © 2009–2015 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://www.vuv.cz/index.php/cz/problematika-sucha/hydrologicke-sucho-v-cr>
- [45] VÚV TGM. [online]. © 2009–2015 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://www.vuv.cz/index.php/cz/problematika-sucha/mezirezortni-komise-voda-sucho>
- [46] VÚV TGM. [online]. © 2009–2015 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: [http://www.vuv.cz/index.php/cz/problematika-povodni/povodne-jako-prirozeny-hydrologicky-jev#nejcastejsi-pričin-vzniku-povodní](http://www.vuv.cz/index.php/cz/problematika-povodni/povodne-jako-prirozeny-hydrologicky-jev#nejcastejsi-priчины-vzniku-povodni)
- [47] ZMĚNAKLIMATU.CZ. [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.zmenaklimatu.cz/cz/fakta/46-dusledky/168-sucho-a-zemedelstvi>