

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko - správní

Analýza efektů při aplikaci zásad ekologického
zemědělství v zemědělských podnicích

Bc. Šárka Sporišová Králová

Diplomová práce

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Šárka Sporišová Králová**
Osobní číslo: **E14541**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Ekonomika a management podniku**
Název tématu: **Analýza efektů při aplikaci zásad ekologického zemědělství v zemědělských podnicích.**
Zadávací katedra: **Ústav správních a sociálních věd**

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

Cílem práce je analýza vybraného podnikatelského subjektu s důrazem na možnosti úspor nákladů dosažitelných aplikací postupů pro ekologické zemědělství. Analyzovány budou zejména možnosti pro omezení spotřeby, případně potenciálu pro produkci nových výstupů v souladu s doporučeními konceptu čistší produkce (CPC koncept), nebo systémů environmentálního řízení, dle EMAS, nebo ISO 14001. Výsledkem práce bude kvantifikace potenciálu úspor a případně i vyčíslení jeho potenciálního ekonomického efektu.

Osnova:

- Možnost úspor vybudováním čističky odpadních vod.
- Možnost úspor opětovným využitím přečištěné vody.
- Možnost úspor využitím odpadního tepla.

Rozsah grafických prací: –
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

EDWARDS, A.J. ISO 14001 Environmental Certification. Amsterdam: Elsevier science and technology, 2003, 272 s. EAN 9780750661003.

KLÁŠTERKA, Jan. EMAS: systém environmentálního řízení a auditu: příručka k programu EMAS. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007, 16 s. ISSN 1801-6898.

ŠUTA, Miroslav. Biotechnologie, životní prostředí a udržitelný rozvoj. Praha: Společnost pro trvale udržitelný život, 2007, 27 s. ISBN 978-80-902635-1-2.


WEINFURTER, Zbyněk. Abeceda mlékárenství. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966, 316 s. ISBN 04-815-66.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Baťa, Ph.D.
Ústav správních a sociálních věd



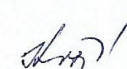
Datum zadání diplomové práce: 1. září 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2018



doc. Ing. Romana Provozničková, Ph.D.
děkanka

L.S.



doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2017

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.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 21. dubna 2018

Bc. Šárka Sporišová Králová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Robertu Baťovi, Ph.D. za obětavou pomoc a věnovaný čas. Dále bych chtěla vřele poděkovat vedoucímu živočišné výroby v Agrodružstvu Klas Bohuslavu Půlpánovi za všestrannou podporu a za poskytnutí potřebných dat a materiálů nutných pro vytvoření závěrečné práce. Také bych chtěla vyjádřit díky své rodině za trpělivost a bezmeznou podporu.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na problematiku stále se zvyšujícího nedostatku vody a postupného ubývání vody podzemní. Je zde uvedeno několik možných příčin, které se na tomto ději mohou v různé míře podílet. Zmíněna je klimatická změna podnebí planety, narušení koloběhu vody a s tím související proměnlivost srážek. Na modelovém příkladu zemědělského družstva - kravína je ukázáno, jak je možné upravit hospodaření s vodou tak, aby bylo úspornější z environmentálního i finančního hlediska.

Klíčová slova

klimatická změna, sucho, podzemní voda, srážky, recyklace vody

Abstract

Diploma thesis is focused to issues still increasing lack of water and progressive decreasing of groundwater. Here are stated several possible reasons, participating in various rate at this process. Mentioned is change of climate, disruption of cycle of water and closely with it is changeability of annual rainfall. Model example illustrated saving of manage with drinkable water. Primary aims are environmental and financial savings.

Keywords

change of climate, drought-stricken, groundwater, rainfall, recycling of water

Obsah

Úvod.....	10
1. Sucho	12
1.1. Sucho jako celosvětový problém.....	13
1.1.1. Evropa	13
1.1.2. Severní Amerika	14
1.1.3. Jižní Amerika	14
1.1.4. Afrika	15
1.1.5. Asie	15
1.1.6. Austrálie.....	16
2. Klimatická změna	17
3. Porušení malého vodního cyklu.....	22
4. Srážky	24
5. Podzemní voda.....	27
6. Spotřeba vody a možnosti úspory.....	31
6.1. Recyklace vody.....	32
6.2. Využití dešťové vody	33
7. Agrodružstvo Klas	35
7.1. Představení.....	35
7.2. Současný stav	35
7.3. Návrh na zlepšení	36
8. Výběr metody	38
8.1. Petriho síť	38
8.2. Matematický zápis Petriho sítí	38
9. Modely.....	40
9.1. Model stávajícího stavu	40
9.2. Model návrhu na zlepšení.....	43
10. Srovnání výsledků.....	47

10.1. Výdaje za odběr podzemní vody a likvidaci v čističce odpadních vod ve stávajícím stavu.....	47
10.2. Výdaje za odběr podzemní vody a likvidaci v čističce odpadních vod v návrhu na zlepšení	48
10.3. Celková roční úspora	48
Závěr	49
Seznam použité literatury	50

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č. 1: Průběh klimatických změn

Obrázek č. 2: Poměr vlivů skleníkových plynů

Obrázek č. 3: Globální uhlíkový cyklus

Obrázek č. 4: Znárodnění malého a velkého vodního cyklu

Obrázek č. 5: Počet dní se srážkovým úhrnem menším než 0,1 mm v deseti po sobě jdoucích dní na území ČR podle simulace korigovaného modelu ALADIN -10 pro období 1961-2000, 2021-2050 a 2071-2100

Obrázek č. 6: Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech v únoru 2018

Obrázek č. 7: Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech v únoru 2017

Obrázek č. 8: Znárodnění přibližného členění spotřeby vody v běžné domácnosti

Obrázek č. 9: Znárodnění vstupů a výstupů modelu stávajícího stavu

Obrázek č. 10: Množství vstupů a výstupů modelu stávajícího stavu

Obrázek č. 11: Znárodnění vstupů a výstupů modelu návrhu na zlepšení

Obrázek č. 12: Množství vstupů a výstupů modelu návrhu na zlepšení pro proces T1

Obrázek č. 13: Množství vstupů a výstupů modelu návrhu na zlepšení pro proces T2

Tabulka č. 1: Územní srážky pro Pardubický kraj v rozmezí let 1961 – 2017

Tabulka č. 2: Sazby poplatku pro výpočet plateb za skutečně odebrané množství podzemní vody

Tabulka č. 3: Hodnoty ukazatelů E .Coli a BSK₅ pro vybrané druhy vody

Tabulka č. 4: Přehled rozdělení spotřeby pitné vody

Tabulka č. 5: Možnost zadržení dešťových srážek po jednotlivých měsících vypočtena pro průměrný úhrn srážek v rozmezí let 1981 – 2010

Úvod

Závěrečná práce je věnována otázce stále se zvyšujícího sucha, zda tento trend opravdu existuje, nebo je to pouze jednoduché vysvětlení nevhodné a životní prostředí narušující činnosti člověka. A na modelovém zemědělském družstvu bych se chtěla pokusit dokázat, že změnou vodního hospodářství lze snížit vstupní náklady živočišné výroby a zmírnit dopady činnosti člověka.

Na úvod jsou zmíněny možné příčiny přibývajících vln veder, které mají za následek zhoršení podmínek pro zemědělskou produkci, tak i úbytek podzemních vod. Zmíněny jsou dvě základní teorie, vysvětlující přibývající problémy se suchem, a to nejenom na území Česka, ale i na území jiných států. Tyto dvě teorie se nejčastěji vyskytují v názorech odborníků, zabývajících se environmentální problematikou. První zmíněná teorie je spojená s proměnou klimatu, ať už periodickou přirozenou změnou klimatu nebo změnou klimatu způsobenou skleníkovým efektem jako důsledkem lidské činnosti. Neméně zajímavá je i teorie o porušení malého vodního cyklu. I tato teorie je spojena s nevhodným chováním člověka vůči přírodě.

Jedním z možných přístupů může být měření množství a četností srážek. Z údajů vyplývá, že celkové úhrnné množství srážek se v čase nijak zásadně nemění, avšak mění se jejich forma. Proměnnou je pouze počet deštivých dnů a to, jaké množství srážek spadne ve formě intenzivních příválů deště.

Za zmínku stojí i stále se snižující hladina podzemní vody, což je možné považovat za důsledek změny kvality půdy i zvýšeného odběru. Podle zákona je stanovena cena za odběr podzemní vody, avšak již dnes se hovoří o tom, že se tato cena bude dále zvyšovat.

Další část práce je věnována možnému snížení spotřeby vody. Prvním možným způsobem je recyklace již jednou použité vody, tzv. šedé vody. Kdy za použití jednoduché technologie lze tuto vodu opět použít. Druhým možným způsobem je zadržení srážek a jejich využití podle potřeby. Oba způsoby představují možnost značného snížení spotřeby vody jak v domácnosti, tak i v podnicích.

Proto se jeví jako účelné analyzovat, jak by mohla vypadat úspora vody, a tedy i finančních prostředků, při zavedení minimálních opatření ve velkokapacitním kravínu.

Jako referenční objekt zemědělské výroby byl zvolen kravín v Dolanech patřící Agrodružstvu Klas.

V současné době nejsou zavedena žádná opatření pro úsporu vody. Na veškerý provoz je využívána výhradně pitná voda.

Cílem práce proto je na modelu vyčíslit, jak velkých úspor lze dosáhnout zaprvé využitím svodů dešťové vody do zásobních nádrží a za druhé částečným přečištěním již využití vody a jejím opětovným využitím. A výsledek bude interpretován konkrétní úsporou za vodné a stočné.

1. Sucho

V nejobecnějším smyslu slova dochází k suchu při nedostatku srážek v delším časovém období (v České republice v řádu týdnů až měsíců) a vede k nedostatku vody pro nějakou aktivitu, skupinu lidí nebo životní prostředí. Jeho dopady jsou výsledkem vzájemné souhry přírodního jevu (méně srážek než se očekávalo) a poptávky lidí po dodávce vody. Lidská činnost tak může zhoršit dopady sucha. (ČHMÚ)

V České republice působí sucho problémy zejména v zemědělství, lesnictví a vodním hospodářství. Suchem byla v různé intenzitě zasažena již téměř většina území Česka. V největší míře byly zasaženy regiony jižní Morava a východní Čechy. V menším rozsahu, pouze v několika lokalitách, se se suchem potýká i Ústecko, Plzeňský kraj nebo Jihočeský kraj. (ČTK, 2017)

Sucho neprospívá klasicky pěstovaným plodinám, zelené obilí se kvůli aktuálním výkyvům počasí překlápí přímo do žlutého. Kombinace sucha a veder naprosto likviduje travní porosty, někde vůbec nevyrostly. A prognózy naznačují, že pokud nedojde ke změně v chování lidí k přírodě, stav se bude nadále zhoršovat. (ČTK, 2017)

Ovšem pojem „sucho“ je v obecném pojetí velmi neurčitý výraz, a v různých vědních oborech má různé definice.

Rozlišujeme sucho (ČHMÚ):

- **meteorologické:** vyjádřené časovými a prostorovými deficity srážek
- **zemědělské:** vyjádřeno nedostatkem vody v půdě pro zemědělské plodiny
- **hydrologické:** definované pro povrchové toky určitým počtem za sebou jdoucích dní (týdnů) s výskytem nízkých průtoků vzhledem k dlouhodobým normálům
- **socioekonomické:** vyjadřuje nedostatek vody pro zajištění potřeb obyvatel a hospodářství

Vysvětlení proč se v současné době s vlnami sucha potýkáme a s postupem se situace zhoršuje, není jednoznačné. Obecně lze vypozařovat dva názorové proudy. Jedna část odborníků vysvětluje ubývání srážek jako důsledek změny klimatu v důsledku globálního oteplování, ať jako periodickou přirozenou změnu klimatu na planetě nebo

jako následek poškození životního prostředí činností člověka. Druhá část odborníků vidí příčinu zvyšujícího se sucha v odlesňování a vysušování půdy, a tím porušení malého vodního cyklu. I když vše nasvědčuje tomu, že současný stav planety i současné probíhající změny spolu velmi těsně souvisí.

1.1. Sucho jako celosvětový problém

Podle analýzy jednoho z největších finančních gigantů Bank of America je problém s nedostatkem vody další hrozící globální katastrofou. Mnoho zemí již dnes pociťuje markantní nedostatek vody a tento seznam se neustále prodlužuje. Celosvětově nemá přístup k čisté pitné vodě až 750 milionů lidí a 3,3 miliardy lidí má vody nedostatek. (ČTK, 2012)

Dále je uvedeno několik příkladů z různých kontinentů. Příklady demonstrují místy až životy ohrožující nedostatek pitné vody.

1.1.1. Evropa

Ze studie, kterou vypracovala Evropská komise, vyplývá, že sucha v Evropě přišla za posledních 30 let ekonomiku na 100 miliard eur. Vážná sucha, která v roce 2003 postihla centrální a západní Evropu, byla příčinou odhadovaných škod, které přesáhly 12 miliard eur. Zemědělství a průmysl v jižním Španělsku a Portugalsku postihla velká sucha v roce 2004. Francie a Spojené království sužovaly podobné problémy v roce 2006.

V roce 2017 byly zhruba dvě třetiny zemědělské půdy v Itálii v posledních letech postihovány extrémním suchem na hranici kalamitního stavu. Tento stav se promítá zejména do snížení produkce mléka, oliv, rajčat, vína a pršutu. Podle meteorologů se jednalo o nejhorší sucho za posledních 60 let. V některých italských oblastech byly srážkové úhrny až 80% pod normálem. (ČTK, 2017)

Jako další problém zde lze uvést i nízké hladiny řek znemožňující lodní dopravu. Například v roce 2003 sucho znemožnilo proplouvat řekou Rýn. A i čekací doby u zdymadel jiných evropských řek se prodloužily vzhledem k poklesu jejich hladin.

A podle studií se ani v budoucnu situace nezlepší. Sucho vzroste všude, ale v jižní Evropě bude nárůst nejznatelnější. Podle předpovědi zasáhnou sucha především města ve Španělsku. Podle nejhoršího scénáře se bude s problémy těžkého sucha nuceno vyrovnat 98 procent evropských měst a Evropané na jihu kontinentu se musí připravit na sucho zhruba 14krát větší, než tam znají teď. Mezi města nejvíc ohrožená rozsahem suchých období a jejich častým výskytem řadí vědci Atény, Lisabon, Madrid a Sofii. Počet horkých dnů a jejich maximální teploty se zvýší ve všech 571 městech z oficiálního soupisu velkých měst Evropské unie. Největší změny přitom pravděpodobně pocítí střední Evropa, kde v optimistickém scénáři stoupnou teploty horkých dnů o dva až sedm stupňů Celsia; podle nejhoršího pak o 8 až 14. Velkoměsta, v nichž teplota vzroste nejvíce, jsou Atény, Praha, Řím, Stockholm a Vídeň. (Lamper, 2018)

1.1.2. Severní Amerika

Západ Spojených států amerických se mezi lety 2000 a 2004 potýkal se silným obdobím sucha. Odborníci jej označují jako nejsilnější za posledních 800 let. Po tomto období je zde mnoho odumřelých lesů a vyschlých říčních koryt. Nyní se se suchem potýká skoro celé území USA. A s přibývajícími globálními změnami se situace nelepší. Naopak extrémů počasí přibývá. Například v Kalifornii bylo v roce 2015 poprvé v historii nařízeno povinné snížení spotřeby vody v domácnostech a firmách o čtvrtinu. Navíc Kalifornie jako zemědělský stát dodává polovinu na americký trh polovinu veškerého ovoce a zeleniny. (ČTK, 2012)

1.1.3. Jižní Amerika

V Jižní Americe lze za největší problém považovat nedostatek pitné vody v největší jihoamerické zemi. Brazílii trápí sucha, která naposledy zažila před více než 80 lety. Na území celé Brazílie se letos s problémy s pitnou vodou setkalo 36 procent obyvatelstva. Problémům se Brazílie kdysi dávno snažila vyhnout tím, že své největší město Sao Paulo napojila na dva velké vodní zdroje – nádrže Cantareira a Alto Tiete. Ani ty však dnes už nestačí. Podle posledních údajů se zásoby vody v těchto přehradách aktuálně pohybují na šesti až patnácti procentech jejich kapacity. Tyto údaje brazilští vodohospodáři navíc hlásí po období dešťů. (Mánert, 2015)

1.1.4. Afrika

Zhruba 14 milionům lidí v jižní Africe hrozí hlad kvůli suchu. Jihoafrická republika čelí největšímu suchu za desítky let, rok 2015 pro ni byl nejsušším od počátku meteorologických záznamů v roce 1904. V jihoafrickém Kapském městě je situace již velmi kritická, při stávajícím vývoji, podle místních úřadů, zde pitná voda dojde v průběhu roku 2018. (Mánert, 2018)

Před varovným suchem už odborníci varují i africkou část Středozeří v čele s Marokem, Tuniskem nebo Alžírskem. A podobná situace čeká podle černých scénářů i země afrického rohu, tedy Etiopii, Somálsko nebo Eritreu. Tento region aktuálně čelí největšímu nedostatku vody za 60 let.

A nejhroším suchem v nedávné historii trpí dle pozorovatelů rovněž Keňa, stejně jako i další státy východní Afriky. Keňu dlouhodobě trápí postupující desertifikace, a to především proto, že je dlouhodobě káceno více stromů, než se vysazuje. Podle statistik keňské vlády je aktuální sucho celkově dvanáctým velkým suchem v zemi od roku 1975. Protože deště stále nepřicházejí, bude se podle odhadů tamního ministerstva zemědělství již tak kritická situace zřejmě ještě dále zhoršovat. (ČTK, 2016)

1.1.5. Asie

Na území Asie hrozí až jedné miliardě obyvatel nedostatek vody. Na asijském kontinentu je však nutné připočítat ještě jeden nezanedbatelný faktor, a tím je rychlé tempo růstu populace, kdy jenom od roku 2000 se populace zvýšila o zhruba 800 milionů obyvatel. Sucho má ale postihnout třeba střední Asii – voda už citelně mizí třeba z Kazachstánu (zde se nachází symbol úbytku vody - Aralské jezero), Uzbekistánu, Tádžikistánu nebo Kyrgyzstánu.

Na podobný nedostatek vodních zdrojů už si začíná pomalu zvykat i nejlidnatější stát světa – Čína. Tento nejlidnatější stát světa se snaží zajistit si vodu stavbou velkých přehrad. Tímto jednáním však odebírá vodu z řek a země na dolních tocích veletoků strádají. Bangladéš, Barma, Laos, Kambodža, Indie, Thajsko i Vietnam si stěžují, že agresivní výstavba čínských přehrad ohrožuje jejich farmáře a bere živobytí těm nejhudším lidem. Na dolních tocích řek, které přitékají z Číny, se totiž výrazně snížil průtok. Navíc svou daň si v zemi vybírá hlavně nepromyšlené odlesňování, znečišťování a vysychání vodních toků nebo rozšiřování pouští. (Štefan, 2010)

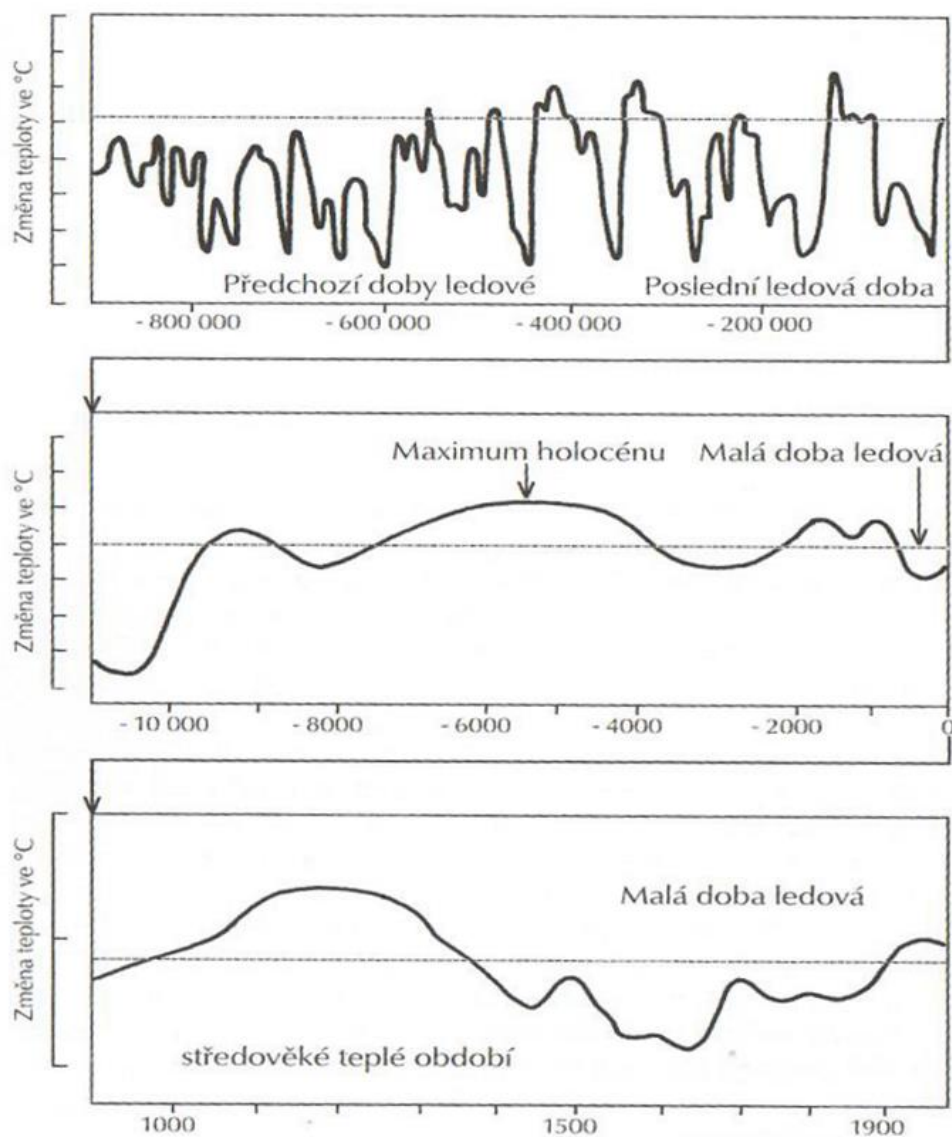
1.1.6. Austrálie

V roce 2005 Austrálii postihlo největší sucho v novodobé historii. Přitom v některých oblastech nepršelo už od roku 2000. V seznamu nejhůře postižených lokalit dominují hustě osídlené státy na východním pobřeží - Nový Jižní Wales a Queensland. Přehradní nádrže vyschly, půda je vysušená slunečními paprsky a praská, na mnoha místech vznikají požáry.

Sucha, sužující Austrálii se projevila zejména snižujícím se objemem vývozu pšenice. Země je přitom druhým největším vývozcem pšenice na světě. A nová vědecká studie ukazuje, že dosud spíš výjimečné extrémní teploty by se mohly v důsledku klimatických změn stát na nejsušším a nejteplejším kontinentu světa zcela běžnou věcí. Sucha by podle Úřadu pro meteorologii a australské organizace CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) měla Austrálii zasáhnout dvakrát častěji než v současné době. (Kukliš, 2005)

2. Klimatická změna

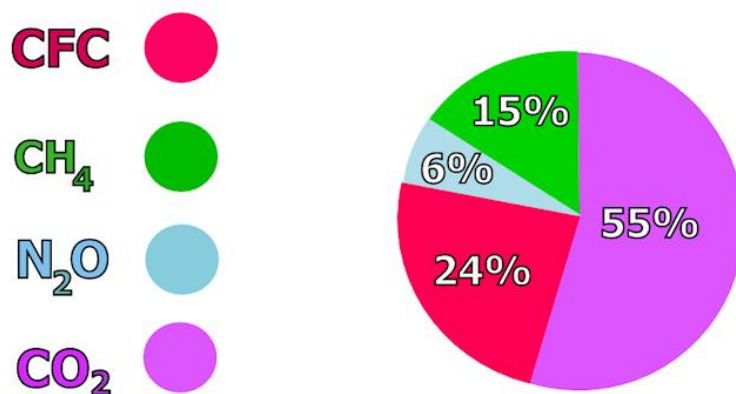
Již někdy počátkem 19. století si francouzský fyzik Jean-Baptiste Joseph, baron de Fourier kladl otázku jaký význam má atmosféra a čím je stanovena teplota na zemi. Atmosféru přirovnal ke skleníku a zjistil, že atmosféra zadržuje část tepla, které přinášejí sluneční paprsky. Existenci takzvaných skleníkových plynů následně objevil v roce 1859 irský vědec John Tyndall, který zjistil, že tak jak kyslík a dusík sluneční záření propouštějí, tak oxid uhličitý a ostatní skleníkové plyny ho naopak zadržují, a tím i teplo. (Žalud, Fajman, 2009)



Obrázek č. 1: Průběh klimatických změn (Behringer, 2010)

Myšlenka o globálním oteplování byla poprvé vyslovena v sedmdesátých letech 20. století. Planeta Země v minulosti prokazatelně procházela podstatně chladnějšími i podstatně teplejšími obdobími, než zažíváme v současnosti. Na obrázku č. 1 je znázorněn průběh změn klimatu za poslední zhruba milion let. Čárkovaná čára na obrázcích znázorňuje průměrnou teplotu rozmezí let 1961 – 1990. Na dolním grafu je patrné středověké klimatické optimum probíhající přibližně v 11. – 13. století, následná malá doba ledová trvající zhruba do poloviny 19. století, což bylo nejchladnější období za posledních 2000 let, a současné globální oteplování. Z obrázku tedy vyplývá, že střídání teplých a chladných období probíhá již přes milion let, tedy i nezávisle na činnosti člověka. (Behringer, 2010)

Zemská atmosféra je tvořena ze 78% dusíkem, 21% kyslíkem, 0,9% argonem a dalšími plyny ve stopovém množství. A dále se v atmosféře vyskytují příměsi ve skupenství pevném, kapalném i plynném. Některé plyny tvořící atmosféru Země mají schopnost zachycovat záření vycházející z povrchu země, a tím zadržovat potřebné množství energie pro udržení teploty vhodné pro živé organismy. Tyto plyny potom označujeme jako skleníkové. Díky těmto plynům je v současnosti průměrná teplota naší planety 15°C. Pokud by plyny obsažené v atmosféře tuto schopnost neměly, byla by teplota a zemi výrazně nižší, odhaduje se, že asi -18°C. Takže samotná existence skleníkového efektu je pro výskyt života vlastně pozitivní. (Žalud, Fajman, 2009)



Obrázek č. 2: Poměr vlivů skleníkových plynů

Plyn, nejvíce zachycující dlouhovlnné záření vycházející ze zemského povrchu je vodní pára. Ta se do atmosféry dostává vypařením ze zemského povrchu. Přičemž pouze

minimum vodní páry pochází z antropogenní činnosti. Existuje však teorie, že tím, že se člověk podílí na zvyšování teploty, čímž se zvyšuje výpar a tím v důsledku zvyšuje i svůj podíl na skleníkovém efektu. (Žalud, Fajman, 2009)

Mezi skleníkové plyny, jejichž koncentrace je antropogenně podmíněná je především oxid uhličitý (CO_2). Tento plyn se v přírodě vyskytuje přirozeně a vzniká jako produkt spalování veškerého organického materiálu, tedy hlavně fosilních paliv. Na celkovém oteplování se ze všech člověkem emitovaných plynů podílí oxid uhličitý asi z 55%. Což je znázorněno na obrázku č. 2. Obsah oxidu uhličitého se v současnosti zvyšuje přibližně o 0,5% za rok. (Žalud, Fajman, 2009)

Dalšími plyny, které se výrazně podílí na skleníkovém efektu, jsou freony. Ty se podílejí na zesílení skleníkového jevu asi z 24%. Freony jsou uměle vytvořené látky, které i přes velmi nepatrnou koncentraci v atmosféře patří díky své obrovské schopnosti pohlcovat dlouhovlnnou radiaci mezi velmi silné skleníkové plyny. Některé typy freonů jsou více než 10 000x radiačně účinnější než oxid uhličitý a v atmosféře mohou zůstat až tisíce let. Tyto látky neexistovaly do poloviny 20. století a v současné době je jejich nárůst přibližně kolem 5% každý rok. Navíc freony způsobují i další škodlivý jev, a tím je ničení ozonové vrstvy. (Žalud, Fajman, 2009)

Ve výčtu skleníkových plynů následuje metan (CH_4). Ten přispívá k zesílení skleníkového efektu přibližně z 15%. Zdroje metanu jsou především anaerobní pěstování rýže, úniky zemního plynu při těžbě ropy a uhlí a také chov hospodářských zvířat. Obsah metanu se oproti předindustriálnímu období více než zdvojnásobil. Otázkou a rizikem zůstává postupné potenciální uvolňování metanu z mořského dna z důvodu zahřívání vody oceánů, kdy teplejší voda může uvolnit jeho hydráty. Nárůst metanu v atmosféře v současné době činí necelé 1% ročně. Metan v atmosféře zachycuje dlouhovlnnou zemskou radiaci asi 21x účinněji než oxid uhličitý. Doba jeho životnosti v ovzduší je přibližně 15 let. (Žalud, Fajman, 2009)

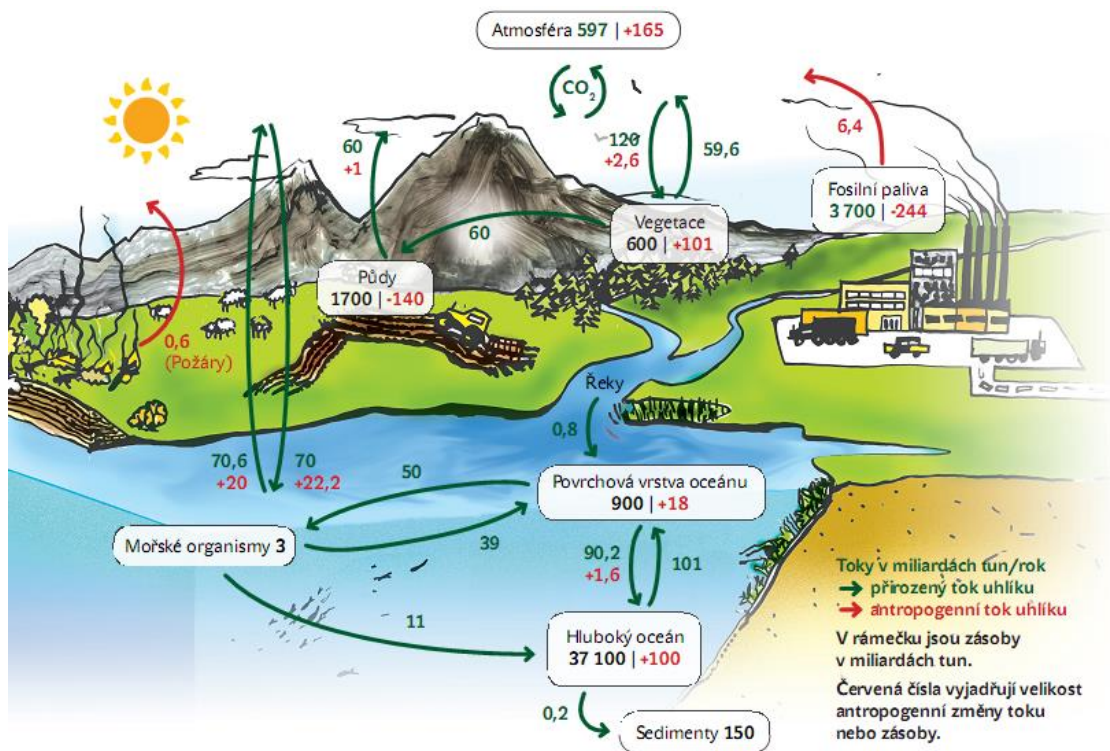
Posledním z významnějších skleníkových plynů je oxid dusný (N_2O). Oxid dusný se podílí na zesílení skleníkového efektu asi ze 6%. Zdrojem jsou fosilní paliva nebo procesy denitrifikace (přeměna dusičnanu NO_3 na elementární dusík N_2) ze zemědělských hnojiv. Roční nárůst koncentrace v atmosféře je přibližně 0,3% a absorpce zemské radiace je u oxidu dusného asi 310x účinnější než u oxidu uhličitého.

Od počátku průmyslové revoluce vzrostla koncentrace oxidu dusného v atmosféře přibližně o 16%. (Žalud, Fajman, 2009)

Nadále se bude hovořit pouze o oxidu uhličitém, který má mezi ostatními skleníkovými plyny nadpoloviční většinu a je to právě oxid uhličitý, jenž je považován za hlavní příčinu globálního oteplování. O tom, že člověk využíváním fosilních paliv velmi značně narušil uhlíkový cyklus, vědci nepochybují. Otázkou však zůstává, jak moc je klima citlivé na změny množství skleníkových plynů, a zda člověk svou činností zasáhl do uhlíkového cyklu natolik, aby zásadním způsobem ovlivnil průběh periodických klimatických změn. (Singer, 2018) Část odborníků je toho názoru, že uhlík je přirozený prvek. A ve formě CO₂ z fosilních paliv má jenom malý význam v porovnání s přírodními procesy. Druhá část odborníků zastává názor, že sice ve srovnání absolutních čísel je objem emisí CO₂ člověkem téměř zanedbatelný, ovšem, že se jedná o jakýsi přídavek k přirozenému uzavřenému cyklu tohoto plynu v rámci jeho výměny mezi atmosférou, biosférou, pedosférou a oceány, který sice v cyklických periodách, ale globálně vyrovnaně na planetě probíhal. (Žalud, Fajman, 2009)

Obrázek č. 3 znázorňuje toky uhlíku, které probíhají v současné době. Pro srovnání jsou na obrázku vyčísleny toky pro přírodu přirozené, ty jsou znázorněny zelenými šipkami. Toky uhlíku, pocházející z antropogenní činnosti, jsou potom znázorněny červenými šipkami.

Z dostupných zdrojů lze určit, že za posledních 150 let vzrostla průměrná teplota na planetě o 1,1 stupně Celsia. Podle studie odborníků z MFF Univerzity Karlovy dojde ke zvýšení průměrné teploty v Česku o 1°C do roku 2040 a až o 2,5°C do roku 2060, pokud nedojde k regulaci skleníkového efektu. Což může mít v konečném důsledku za následek ještě další výrazný nárůst sucha. A vlny sucha se rozšíří i do dalších regionů republiky. Přičemž jako vlna sucha je označováno období, ve kterém během šesti a více dní spadne 1mm srážek a méně. Podle této prognózy se vlny sucha budou opakovat i 20x za rok. (ČTK, 2017)



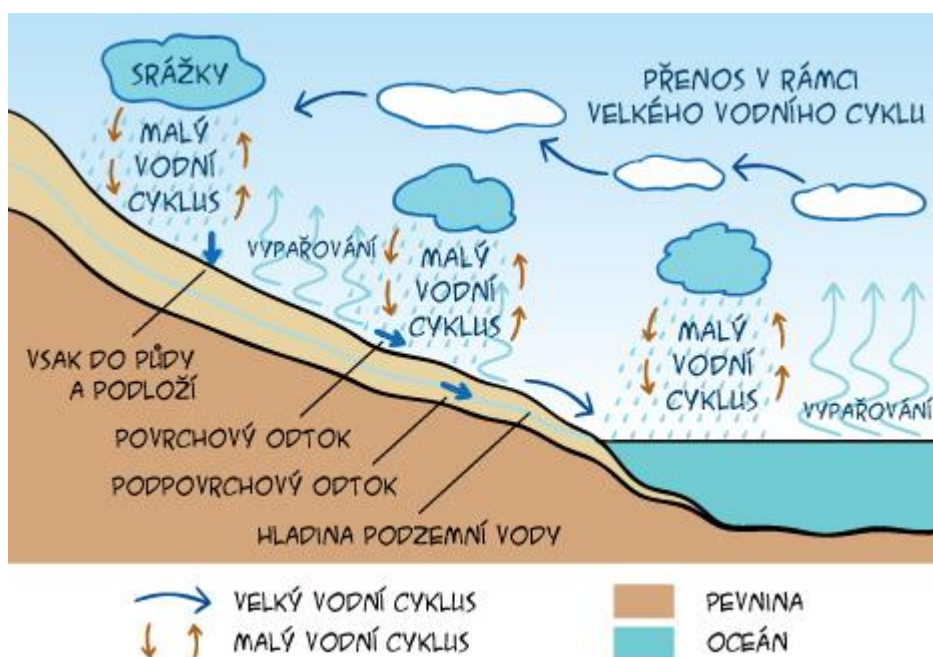
Obrázek č. 3: Globální uhlíkový cyklus (Ekologický institut Veronica)

Nabízí se otázka, jak je možné vytvářet prognózy o vývoji klimatu planety na desetiletí dopředu, když ani přes veškerou techniku nejsme schopni předpovědět počasí s výhledem na déle než dva dny. Pravdou je, že vypracování jakékoliv prognózy je velmi obtížné a v oblasti klimatických změn je to o to složitější, že není exaktně prokázáno, jaké změny probíhají díky lidské aktivitě a které jsou přirozenými přírodními procesy. Ale oproti počasí je zemské klima jev dlouhodobějšího rázu a tedy i jeho změna je poměrně dlouhodobá záležitost. Z tohoto důvodu lze vyzorovat určité trendy na základě dlouhodobých měření a výzkumu. Podle vědce a astrofyzika Jiřího Grygara však ani v současné době nejsou prozkoumány veškeré prvky vstupující do změny podnebí. A je potřeba brát veškeré předpovědi ohledně změny klimatu s velkou rezervou, neboť závěry jsou nedostatečně podloženy. (Grygar, 2018)

Nyní bude charakterizován malý vodní cyklus, a zejména jaké problémy začaly jeho přerušit.

3. Porušení malého vodního cyklu

Koloběh vody se dělí na malý a velký koloběh vody. Což je znázorněno na obrázku č. 4. V rámci malého vodního cyklu se dešťové srážky vsáknou do půdy, odpaří se do atmosféry, a následně ve formě deště opět spadnou na pevninu. Velký vodní cyklus zahrnuje odtok dešťové vody prostřednictvím řek do moří a oceánů, tam se odpaří a formou mraků se vrátí opět nad pevninu, kde spadne ve formě dešťových srážek. (Mach, Kravčík, 2017)



Obrázek č. 4: Znázornění malého a velkého vodního cyklu (katkajurikova.cz)

Lidé kolonizují lesnatou krajinu s močály, vypalují lesy a zakládají pole a pastviny. A právě tímto chováním porušuje člověk malý koloběh vody. Les totiž uživí pouze 1 – 2 osoby na km². A jak populace roste, přeměňuje les na zemědělskou půdu, aby zvýšil její výnosnost.

Za jasného dne ve vegetační sezoně od března do října přichází na metr čtverečný až 1 000 W sluneční energie/h, na 1 km² tedy přichází 1 GW/h. Pokud slunce svítí na odvodněné plochy bez vody a vegetace, tak se tyto plochy ohřívají na 50–60°C, od nich se ohřívá vzduch, který unáší vysoko do atmosféry vodní páru a vysouší okolní stromy i vodní plochy. V lese je v parném létě chládek, protože se stromy ochlazují výparem

vody, z lesa stoupá vodní pára jen pomalu vzhůru a voda se může vracet zpět jako drobný déšť poté, co vodní pára kondenzuje odpoledne a v noci zpět na vodu kapalnou. Nic takového se nemůže dít nad rozsáhlým odvodněným polem, betonovými povrchy parkovišť a rozsáhlými halami o povrchové teplotě 50°C. Když v červenci v České republice se sklízí řepka a obilí, obnaží se na 18 000 km² ploch bez vody a vegetace, které se ohřívají, a teplý vzduch, který z nich stoupá, představuje energii 4 000–6 000 GW. Takový sloupec horkého vzduchu brání přísunu vlhkosti od Atlantiku a rozpouští případnou oblačnost. (Pokorný, 2017)

4. Srážky

Česko je vnitrozemský stát, na jehož území se nachází hranice tří úmoří. Veškeré řeky z našeho území pouze odtékají, žádná nepřitéká. Jediným zdrojem vody na území naší republiky jsou pouze srážky. Ročně na povrch Česka dopadá v dlouhodobém průměru zhruba 54 miliard metrů krychlových vody. Průměrné roční srážky činí 685 milimetrů, v průměru tedy přibližně 685 litrů vody ročně na jeden metr čtvereční. Avšak srážky jsou na území České republiky poměrně proměnlivé jak z hlediska ročních období, tak i z hlediska prostorového. Lze najít i oblasti s výrazně nižším srážkovým úhrnem než je průměr, např. jižní Morava a oblast v okolí Žatce. (Fendrych, 2014)

Rok	Celkový úhrn srážek v mm	% normálu 1981-2010	Rok	Celkový úhrn srážek v mm	% normálu 1981-2010	Rok	Celkový úhrn srážek v mm	% normálu 1981-2010
1961	651	93	1980	727	104	1999	658	94
1962	655	93	1981	843	120	2000	710	101
1963	646	92	1982	550	78	2001	859	122
1964	770	110	1983	593	84	2002	795	113
1965	802	114	1984	612	87	2003	551	78
1966	893	127	1985	736	105	2004	641	91
1967	795	113	1986	749	107	2005	732	104
1968	680	97	1987	813	116	2006	748	107
1969	600	85	1988	704	100	2007	731	104
1970	786	112	1989	615	88	2008	612	87
1971	672	96	1990	538	77	2009	731	104
1972	576	82	1991	619	88	2010	866	123
1973	577	82	1992	588	84	2011	610	87
1974	779	111	1993	651	93	2012	677	96
1975	647	92	1994	712	101	2013	690	98
1976	655	93	1995	848	121	2014	668	95
1977	821	117	1996	656	93	2015	536	76
1978	608	87	1997	819	117	2016	568	81
1979	730	104	1998	757	108	2017	702	103

Tabulka č. 1: Územní srážky pro Pardubický kraj v rozmezí let 1961 – 2017 (ČHMÚ)

Velkou část srážek vypaří rostlinstvo, půda a vodní plochy, značné množství steče do řek. Ty je odnesou do sousedních zemí. Skoro třicet procent srážek od nás odeče. Čím dál více je patrný trend, že déšť a sníh nepadají ani pravidelně, ani rovnoměrně na celé území. Sucha střídají přívalové deště, nárazově spadne obrovské množství vody, která se mnohdy nemá kde zachytit a vsáknout. (Mach, Kravčík, 2017)

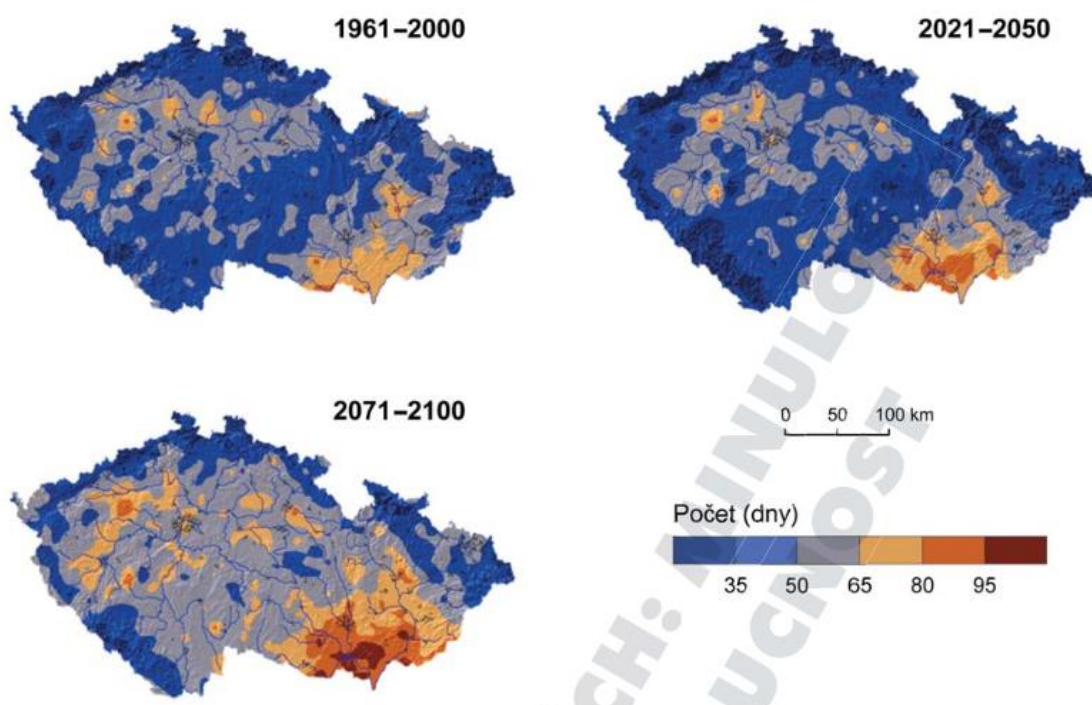
Toto znemožnění udržení srážek na území, kde spadnou, je hlavní příčinou úbytku zásob podzemní vody. V průměru během roku nepadne méně srážek, přicházejí však čím dál víc v přívalech. Aby se voda mohla vsakovat a vytvářet zásoby podzemní vody je nutný mírný, avšak soustavný déšť. Při takovém dešti se voda stačí mnohem lépe vsakovat a neodteče jí tolik. (ČHMÚ)

V tabulce č. 1 je uveden přehled množství srážek pro Pardubický kraj v rozmezí let 1961 až 2017 a procentní vyjádření množství srážek vůči průměru z let 1981 – 2010. Z tohoto přehledu vyplývá, že nedošlo k zásadnímu snížení srážek natolik, aby se tím vysvětlil současný trend v přibývání vln sucha.

Nicméně celkový srážkový úhrn není jediný faktor, na kterém závisí jaké množství srážek se vsákne, a jaké množství bez užitku steče do potoků a řek. Dalším faktorem ovlivňujícím vsakování srážek je za jaké období tento celkový srážkový úhrn spadne. Zvolna nastává trend méně častých, ale o to vydatnějších srážek. Malý vodní cyklus totiž vytváří tak zvané měkké srážky, které jsou sice méně vydatné, ale častější. Porušením malého vodního cyklu ubývá právě těchto měkkých srážek. To je způsobeno tím, že nad zemědělskou a městskou krajinou je velmi teplý vzduch, který zabraňuje pronikání dešťových mraků nad tuto krajinu. Díky tomu dojde k vydatným srážkám na úbočí hor, které mohou způsobit lokální povodně. A pokud už dorazí nad tato vyhřátá a zejména vysušená území velký frontální systém od moře, nastane přívalový liják. Ale vysušená krajina není schopna tak velké množství vody pojmout. Z obrázku č. 5 vyplývá, že podle simulace bude přibývat dnů se srážkovým úhrnem menším než 0,1 mm. (Brázdil, 2015)

Jako příklad nerovnoměrnosti srážek lze uvést například rok 2014, kdy spadlo obvyklé množství srážek, ale byla zaznamenána dvě období sucha a zároveň dvě období povodní. A toto není jediný příklad hydrometeorologického extrému. Od roku 1997 bylo zaznamenáno celkem 13 extrémů.

V letech 1997, 2002, 2006, 2010, 2013 a 2014 bylo naše území zasaženo povodněmi a v letech 2000, 2003, 2007, 2012, 2013, 2014 a 2015 nastaly vlny sucha. (Černá, 2016)



Obrázek č. 5: Počet dní se srážkovým úhrnem menším než 0,1 mm v deseti po sobě jdoucích dnech na území ČR podle simulace korigovaného modelu ALADIN -10 pro období 1961-2000, 2021-2050 a 2071-2100 (Brázdil, 2015)

Dalším důsledkem změny teploty a rozvržení srážkových úhrnů je přibývání horkých dní. Často je zmiňován pojem takzvaný tropický den. Jako tropický den je označován den, během něhož teplota vzduchu překročí hranici 30°C. Z hlediska přírody dochází ke zvýšenému výparu a rychlejšímu vysušování krajiny. Oproti 60. létům 20. století se v letech 2003 – 2015 počet těchto dní zdvojnásobil. Nejvíce těchto tropických dní přibylo oblastí moravských nížin a v Polabí, tedy ve významných zemědělských oblastech. Nehledě na to, že před 50 lety bylo nemyslitelné, aby tropické dny byly zaznamenány v horských oblastech. V posledních letech byly však zaznamenány i zde. A klimatické modely počítají s dalším přibýváním tropických dnů. A počítá se i růstem počtu takzvaných tropických nocí. Což jsou noci, kdy teplota neklesne pod 20°C. (Brázdil, 2015)

V další kapitole bude přiblíženo jak se faktory klimatické změny, nepravidelných srážek a některé další promítají do stavu podzemní vody.

5. Podzemní voda

Podzemní voda tvoří přibližně 20% dostupných světových zásob sladké vody. A 35% spotřebované vody lidstvem pochází právě ze zdrojů podpovrchové vody (jedná se o celosvětový průměr, některé regiony světa jsou na podpovrchové vodě zcela závislé). (Jemelka, 2015)

V České republice je zhruba 20% spotřeby z podzemních zdrojů a z toho 45% je využita pro zásobování pitnou vodou. Vzhledem ke geologické stavbě území ČR je přibližně 80 % využitelných množství podzemních vod soustředěno na zhruba 30 % plochy. K nejvýznamnějším územím náleží část české křídové pánve omezená přibližně Jizerou, dolním tokem Labe a státní hranicí, východní Čechy na pomezí s Moravou, Třeboňská a Budějovická pánev na jihu Čech. Všechna tato území musí být chráněna proti znečištění a neuváženému čerpání podzemních vod a dalším činnostem, které by mohly ohrozit jejich množství nebo kvalitu. (Mrázová, 2017)

Většina podzemní vody se dostane pod zem jejím vsáknutím. Důležitým faktorem, do značné míry ovlivňujícím odtok vody z krajiny je kvalita půdy. Schopnost půdy zadržet vodu je dána několika faktory.

V první řadě je důležitá textura půdy, která je dána složením matečné horniny a stupněm zvětrávání. Zde platí, že čím jemnější částičky, tím více jemných pórů bránících odtoku vody z půdního profilu a tím dochází k postupnému vysychání jemnozrnných půd. (Šantrůčková, Malý, Cienciala, 2014)

Dalším faktorem určujícím schopnost půdy zadržovat vodu je obsah a kvalita organické hmoty. Půdní organická hmota vzniká přeměnou rostlinných a živočišných zbytků nacházejících se v půdě, které se dalším působením půdních organismů mění tento materiál na kvalitní organickou hmotu. Pro vytvoření zásoby stabilní organické hmoty je potřeba řádově století až tisíciletí, ale její znehodnocení je procesem výrazně kratším. Z tohoto důvodu je třeba na půdu pohlížet jako na neobnovitelný zdroj. Na úbytku organické hmoty z orné půdy se největší měrou podílí zemědělské obhospodařování. Není nic neobvyklého, že zemědělská půda má o 30 – 60% nižší obsah organického uhlíku než odpovídající neporušené půdy. Na našem území bylo analyzováno více než 600 lokalit a v podmínkách České republiky orné půdy obsahují v průměru o 50% méně organického uhlíku než lesní půda. (Šantrůčková, Malý, Cienciala, 2014)

Dalším degradačním procesem, snižujícím retenční schopnost krajiny je zhutnění, neboli utužení. Podstatou tohoto procesu je stlačení povrchu. Takto utužená půda ztrácí samočisticí schopnost a dochází k postupnému okyselování. Na území České republiky je utužením ohroženo až 40% zemědělské půdy. Největší měrou se na zhutňování půdy podílejí těžké kombajny, traktory nebo těžká lesní technika. Zejména při vlhkém počasí je půda na zhutnění náchylnější. (Hladík, Pichlíková, 2014)

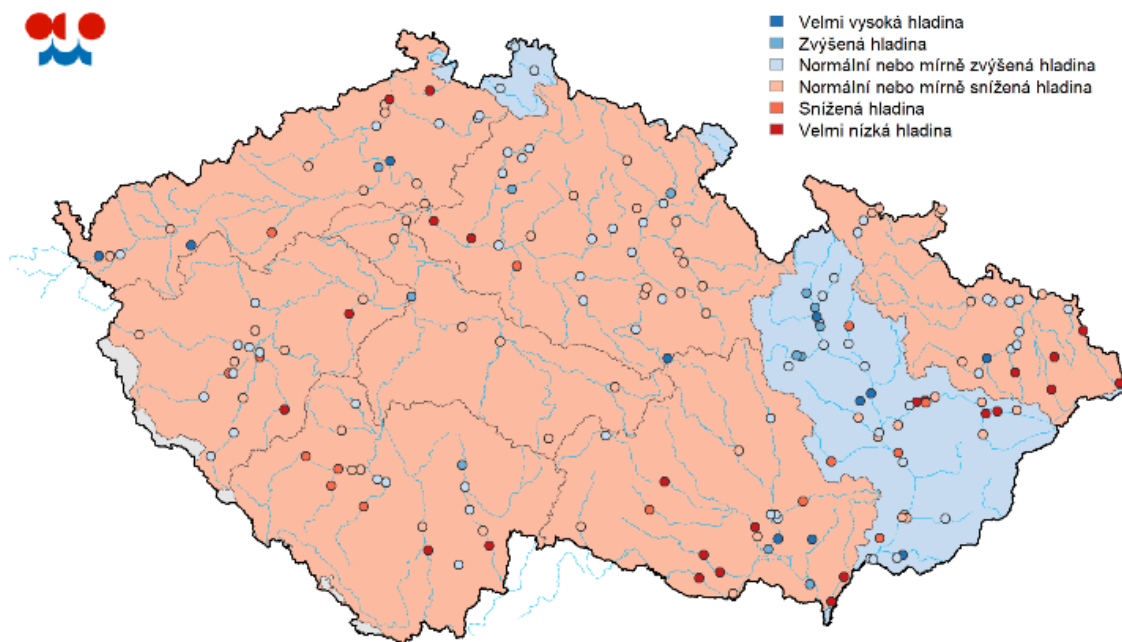
Výše vyjmenované aktivity, ať již způsobené člověkem nebo se jedná o přirozené přírodní procesy, ovlivňují možnosti doplňování zdrojů podzemní vody. Český hydrometeorologický ústav každý měsíc hodnotí stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech i stav vydatnosti pramenů. Toto hodnocení provádí pro 401 pramenů pomocí téměř dvou tisíc vrtů. Pro představu a srovnání jsou zde uvedeny obrázky č. 6 a 7. Lze vyzorovat, že vzhledem k nižším teplotám a tedy i nižšímu odparu v zimních měsících je hladina podzemní vody zhruba na svém normálu. V letních měsících se zvyšuje teplota a s tím roste i množství odpařené vody. Toto zvýšení odpařování by se však vyrovnalo zvýšenými srážkami. Zde do poklesu podzemních vod výrazně vstupuje člověk. Během letních měsíců výrazně stoupá odběr podzemní vody kvůli zavlažování zemědělských plodin a, zahrádek a trávníků, kropení ulic během tropických dnů a v poslední době se zvyšuje i odběr z důvodu napouštění bazénů. Toto vše již nestačí pokrýt letní deště a nastává výrazný pokles hladiny podzemní vody. (ČHMÚ)

Je nutné doplnit, že stav podzemní vody je velmi proměnlivý jev a velmi závisí na aktuálním množství srážek. Například na obrázku č. 7 je stav podzemní vody z března 2018, kdy hladina byla relativně v normálu. Oproti tomu v únoru 2017 byla na většině území České republiky hladina podzemní vody snižena nebo velmi nízká.

Úbytek podpovrchové vody je znatelný i při kopání studní. Před třiceti lety stačilo při studen hloubit maximálně do osmi metrů, aby byla funkční a měla dostatek vody. V dnešní době musí studnaři kopat přibližně do třiceti metrů. (ToD, 2016)

Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

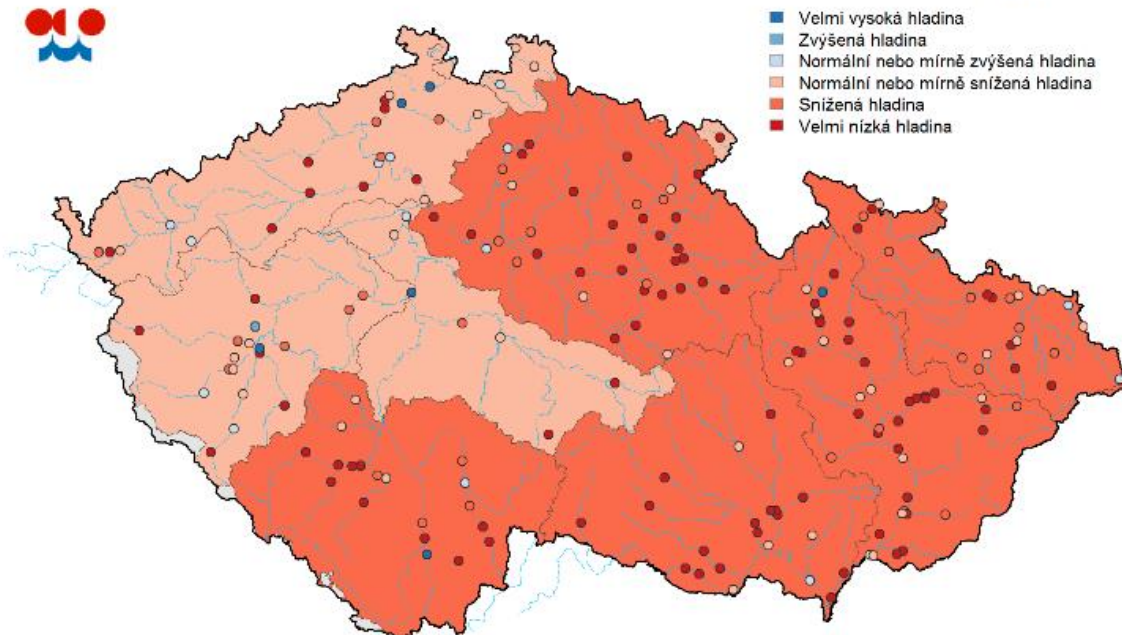
Únor 2018



Obrázek č. 6: Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech v únoru 2018 (ČHMÚ)

Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech

Červenec 2017



Obrázek č. 7: Stav hladiny podzemní vody v mělkých vrtech v únoru 2017 (ČHMÚ)

Největšími přírodními zásobárnami podzemních vod na celém světě jsou americké High Plains, kalifornské Central Valley a nížiny v Číně a Indii. Na všech těchto územích zaznamenává aktuálně NASA odčerpávání podzemních vod tempem, které je z dlouhodobého hlediska alarmující. Více než polovina zvodní, ve kterých se podzemní voda akumuluje, je prý už za bodem obnovy. Zveřejněná studie je vůbec první, která dodává konkrétnější obraz o stavu globálních zásob podzemní vody a zejména o jejím úbytku. NASA pro účely studie totiž použila novou technologii zvanou GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment). Jednoduše řečeno vědci měří na vybraných územích drobné změny v zemské přitažlivosti, na základě kterých následně dokáží určit objem podzemní vody. Nejhůře dopadla ve studii zvodně pod Saúdskou Arábií, kde vědci zaznamenali rychlé vyčerpávání a skoro žádné známky obnovy. Z arabské zvodně bere pitnou vodu 60 milionů lidí. Druhá nejvyčerpanější je zvodně, která se nachází pod Indií a Pákistánem, a ta, která zásobuje Libyi a Niger. (ToD, 2016)

A v České republice není situace o mnoho jiná. Podzemní vody v České republice hrozivě ubývají. Jejich nedostatkem mohou být při několikaletém suchu ohroženy až dvě třetiny území Česka. Situaci navíc mohou výrazně zhoršit i nadměrné odběry vody, při kterých se podzemní zásoby nestačí doplňovat. Unikátní studie, kterou vedla Česká geologická služba (ČGS), ukázala na problematice oblasti s nejhlubší podzemní vodou. (Mrázová, 2017)

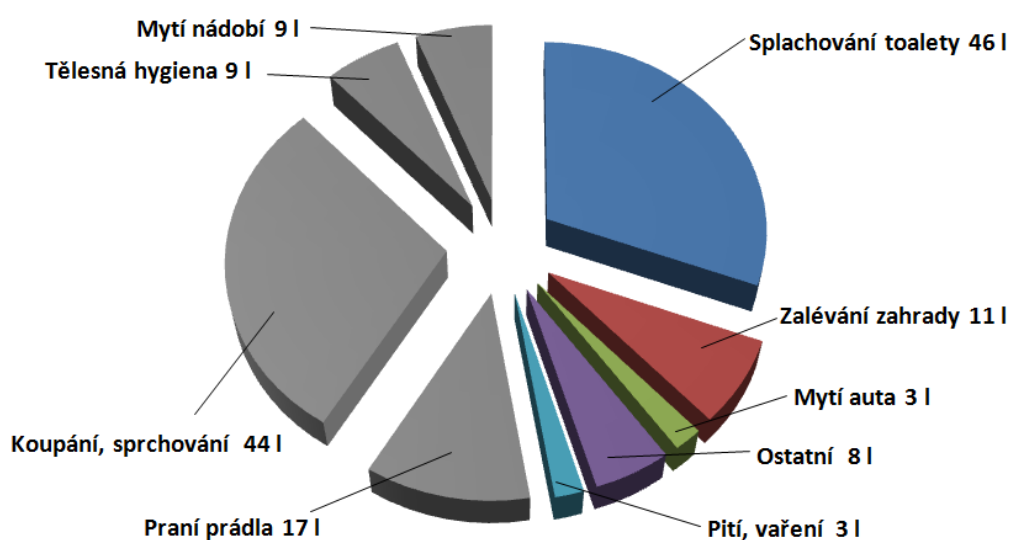
Není se tedy čemu divit, že se stát snaží regulovat odběr podzemních vod. Podle zákona č. 254/2001 Sb., jehož účelem je chránit povrchové a podzemní vody a stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů je každý odběratel, který odebírá podzemní vodu v množství větším než 6.000 m³ za rok platit poplatek stanovený tímto zákonem. Přičemž sazba za odběr podzemní vody závisí na účelu použití odebrané vody.

Účel užití odebrané podzemní vody	Sazba v Kč/m³
Pro zásobování pitnou vodou	2,00
Pro ostatní užití	3,00

Tabulka č.2: Sazby poplatku pro výpočet plateb za skutečně odebrané množství podzemní vody (Zákon č. 254/2001 Sb.)

6. Spotřeba vody a možnosti úspory

Patříme k zemím, které mají velké rezervy v zadržování vody a také v oblasti šetření s vodou je co zlepšovat. Průměrná spotřeba pitné vody jedné domácnosti je 150 litrů za den. Obrázek č. 8 znázorňuje rozložení spotřeby domácnosti. Přičemž pouze část spotřeby vyžaduje vodu v kvalitě pitné vody. Z celkové spotřeby lze přibližně na 50% činností využít recyklovanou vodu nebo vodu z dešťových srážek. (Asio.cz)



Obrázek č. 8: Znázornění přibližného členění spotřeby vody v běžné domácnosti (Asio.cz)

V oblasti nakládání s vodou by mohl být pro Českou republiku vzorem Izrael. Právě Izrael je zemí, která se s nedostatkem vody potýká po celou dobu své existence. Přesto tato země dokázala vyřešit vlastní problémy s vodou. A dokonce jí má takový nadbytek, že dodává vodu sousedním zemím. Rostliny zavlažuje kapkou po kapce systém plastových trubek, v pračkách i na záchodech protéká výhradně dešťová voda a na polích roste speciální suchomilné obilí. Díky sázce na maximálně úsporné nakládání s vodou se jako vedlejší produkt podařilo vybudovat životaschopný průmysl zaměřený na vodní technologie. I to je příklad, jak mohou šetrné technologie přinést ekonomický rozvoj celé společnosti. Dnes izraelské firmy představují jedničku ve vodních technologiích a vyváží do světa nejen závlahové systémy, ale i systémy pro měření spotřeby vody nebo dokonce sněžná děla. Izraelská vláda v reakci na sucha vypracovala rozsáhlé plány na zabezpečení dostatku pitné vody. Jednou z klíčových oblastí, která

byla zahrnuta ve vládním plánu, bylo významné zvýšení využívání odpadních vod. Dnes je Izrael zemí, která dokáže využít nejvyšší procento odpadních vod na světě – 75 procent. U 75 procent však izraelské ambice nekončí. V blízké době, řádově několika málo let, má dojít ke zvýšení až na 90 procent. (Bagarová Grzywa, 2016)

6.1. Recyklace vody

Jak bylo již zmíněno, průměrná spotřeba pitné vody jedné domácnosti je 150 litrů za den. Obrázek č. 8 znázorňuje rozložení spotřeby domácnosti.

Odpadní voda se skládá z několika druhů. Více než polovinu tvoří tak zvaná šedá voda. Jako šedou vodu nazýváme vodu odtékající z umyvadel, sprch, van, dřezů, praček nebo myček. Tato voda neobsahuje fekálie nebo moč. Voda odtékající z toalet se nazývá černá. Velkou část šedé vody lze využít jako užitkovou, tak zvanou bílou vodu, protože ji lze velmi snadno a rychle vyčistit.

V současné době existuje mnoho technologií jak pro úpravu šedé vody. Hlavními určujícími ukazateli pro volbu technologie úpravy je délka skladování a následný účel použití upravené vody.

Parametry, které určují kvalitu vody a tedy jakou technologii použít jsou zejména E.Coli a BSK₅. E.Coli je bakterie, která je indikátorem fekálního znečištění, koliformních a patogenních bakterií. Tyto bakterie lze odstranit filtrací, UV zářičem, chlorem nebo ozonem. BSK₅ je biologický ukazatel, jehož hodnota vypovídá jak velká část znečištění je biologicky čistitelná. BSK₅ se snižuje z důvodu prodloužení skladovatelnosti, aby se i přes vyčištění nezačala voda rozkládat. (Vodavdome.cz)

Technologie úpravy šedé vody:

- filtrace: tuto vodu je nutné spotřebovat do 24 hodin, aby nedošlo k růstu bakterií, využití převážně k venkovnímu zavlažování.
- filtrace a dezinfekce: k dezinfekci se nejčastěji používá chlor nebo ozon, prodloužení skladovatelnosti, využití i ve vnitřních instalacích například ke splachování toalet

- biologické čištění s filtrací: úprava pomocí membránového bioreaktoru (MBR), tuto vodu můžeme skladovat delší dobu, lze využít i k zavlažování postřikem (Vodavdome.cz)

	E. Coli (CFU/ml)	BSK ₅ (ppm)
surová (neošetřená) černá voda	1-100 milionů	350
surová (neošetřená) šedá voda (voda z koupelny a praní)	100-1000	130-180
EPA standard pro kvalitu rekreační vody	<100	NA
vyčištěná voda (trvalá sídla) – průměr podle NSF-350	<14	<10
surová dešťová voda	<10	<5
vyčištěná voda (komerční objekty) – průměr podle NSF-350	<2,2	<10
šedá voda vyčištěná pomocí MBR	<2	<5
EPA standard pro pitnou vodu	<1	0

Tabulka č. 3: Hodnoty ukazatelů E.Coli a BSK₅ pro vybrané druhy vody
(Vodavdome.cz)

Z tabulky č. 3 je patrné, že šedá voda, která projde úpravou membránovým bioreaktorem se svou kvalitou velmi blíží pitné vodě.

6.2. Využití dešťové vody

Dalším způsobem jak snížit spotřebu pitné vody je zadržování dešťové vody a její následné pozvolné využití podle potřeb. Kvalita dešťové vody, podle průzkumů, se pohybuje v hranicích užitkové vody. Díky tomu lze tedy srážkovou vodu použít na splachování WC, praní prádla, úklid, nebo nejčastěji na zalévání. Navíc je srážková voda měkkší než pitná, což znamená, že ve výsledku například při praní prádla se spotřebuje méně pracího prášku, který se měkké vodě lépe rozpouští a také tvoří menší množství vodního kamene. Rovněž pokud dešťovou vodu používáme na zalévání, je pro rostliny prospěšnější. A v neposlední řadě i z ekologického hlediska se do půdy vypouští méně chloru a soli v porovnání se zaléváním vodou z vodovodu

Kvalita vody však není ve všech oblastech stejná, je do značné míry ovlivněna prašností v dané oblasti a také například, pokud je někde větší výskyt ptactva. Je potřeba myslet

například na to, že pokud například srážková voda dopadá na odvodňované plochy, jako jsou střechy, chodníky nebo příjezdové cesty, může z těchto ploch docházet ke splavování nečistot jako je listí či písek. Zde nastává možnost primárního mikrobiologického znečištění, zejména choroboplodnými zárodky z ptačího trusu. V tomto případě lze do systému zařadit UV zářič pro dezinfekci vody.

Je však nutné si předem stanovit jak dlouho se bude zachycená voda skladovat. Z hygienických důvodů není vhodné dlouhodobé skladování dešťové vody. Pro přímou kontinuální spotřebu postačí i nadzemní nádrž. Ale z hlediska maximálního udržení kvality je lépe umístit zásobník pod zem. U podzemních nádrží nedochází k výkyvům teploty a nepůsobí přímé sluneční záření. (Kolesár, 2010)

Takto byly charakterizovány různé možnosti pro snížení spotřeby pitné vody. Dále už bude charakterizováno vybrané modelové zemědělské družstvo.

7. Agrodružstvo Klas

7.1. Představení

Ve sledovaném družstvu je živočišná výroba zaměřena na produkci mléka, chov skotu a chov prasat. Živočišná výroba je soustředěna do dvou samostatně hospodařících středisek - Křičeňsko a Vítězná Křičeňsko.

Toto středisko je zaměřeno na chov holštýnského plemene skotu, které je prošlechtěno na vysokou mléčnou užitkovost a je tedy hlavním tržním produktem v živočišné výrobě.

Ve velkokapacitním kravínu v Dolanech je chováno základní stádo dojnic ve volné boxové stáji s dojrnou 2x20 ks, dále vysokobřezí jalovice a telata do třech měsíců věku. Jalovičky do šesti měsíců věku jsou částečně pastevně odchovávány ve stáji v Křičeni. Býčci mléčných krav jsou určeni k prodeji.

Základní stádo tvoří 700 ks dojnic s užitkovostí přes 11.000 kg mléka za rok. Veškerá produkce mléka Agrodružstva Klas je dodávána do Polabských mlékáren v Poděbradech.

7.2. Současný stav

V současné době, i přes stále se zvyšující cenu vodného a stočného, není ve velkokapacitním kravínu v Dolanech zaveden žádný systém pro úsporu vody a v konečném důsledku pro snížení ceny vstupů pro výrobu. Celková roční spotřeba vody celého kravína se pohybuje okolo 51.100 metrů krychlových. V tabulce č. 4 je přibližný přehled využití vody.

Na veškerý provoz je využívána pitná voda odebíraná ze studny, tedy odběr podzemní vody. Jak vyplývá z tabulky, poměrně velká část je využívána pro zajištění pitného režimu dojnic. Počítá se zde se spotřebou 150 litrů na jednu dojnici na den. Tato spotřeba je průměrná, a závisí na ročním období – pohybuje se v rozmezí 120 – 180 litrů. (Kopecký, 1981)

Do spotřeby zaměstnanců je započítán veškerý provoz na zabezpečení potřeb zaměstnanců – sociální zařízení, spotřeba na kuchyňkách, mytí kancelářských prostorů.

Odběr pro pitné účely	Odběr pro ostatní užití
- napájení zvířat: 38.325 m ³ /rok	- mytí dojírny: 5.475 m ³ /rok
- spotřeba zaměstnanců: 2.555 m ³ /rok	- mytí cest a prostor pro zvířata: 4.015 m ³ /rok
	- mytí a údržba techniky: 730 m ³ /rok
Celkem: 40.880 m³/rok	Celkem: 10.220 m³/rok

Tabulka č. 4: Přehled rozdělení spotřeby pitné vody

Odběr pro ostatní použití zahrnuje především mytí dojírny, přístupových cest k dojárně a mytí a ošetřování techniky a zařízení. Čištění prostorů dojírny se provádí po každém dojení, tedy třikrát za den. Dále se za účelem zvýšení tepelného komfortu zvířat plánuje zavést během letních dnů ochlazování rozstříkáváním vodní mlhy a následným odparem. Pro tento účel je plánovaná spotřeba vody zhruba 300m³ za rok.

Z celkového spotřebovaného množství vody lze nechat vodu použitou na umytí cest a prostorů pro dobytek odvézt do močůvkové jímky, kde se následně vsákne. To odpovídá zhruba 3.650 m³/rok. Ostatní použitou vodu, přibližně 9.125 m³/rok je nutné vyvézt do ČOV z důvodu možného výskytu čistících saponátů, ropných produktů z techniky nebo dezinfekčních přípravků z dojírny.

7.3. Návrh na zlepšení

Vzhledem k tomu, že za současného stavu se pitná voda využívá i na úkony, na které by bylo dostačující použít užitkovou nebo případně zadržanou dešťovou vodu, stojí za úvahu jakým způsobem spotřebu pitné vody snížit.

V první řadě zde existuje možnost zadržení dešťových srážek do retenčních nádrží a jejich následnému použití například k mytí techniky, mytí prostorů pro dobytek nebo pro plánované ochlazování zvířat. Plocha střech, ze kterých by mohly být srážky

sváděny do nádrží je až 8.700 m². V tabulce č. 5 je po měsících vypočteno kolik dešťové vody lze získat na tuto plochu střechy.

Měsíc	Průměrný úhrn srážek v letech 1981 – 2010 (v mm)	Množství zadržovaných dešťových srážek (v m ³)
Leden	48	417,6
Únor	39	339,3
Březen	50	435,0
Duben	43	374,1
Květen	70	609,0
Červen	77	669,7
Červenec	92	800,4
Srpen	82	713,4
Září	59	513,3
Říjen	41	356,7
Listopad	48	417,6
Prosinec	53	461,1
Celkem	702	6.107,4

Tabulka č. 5: Možnost zadržování dešťových srážek po jednotlivých měsících vypočtena pro průměrný úhrn srážek v rozmezí let 1981 – 2010 (ČHMÚ)

Z tabulky výše je patrné, že při průměrném ročním úhrnu srážek 702 mm je možné získat až 6.107,4 m³ dešťové vody za rok. Což představuje více než polovinu spotřeby pitné vody pro ostatní užití.

Další možností na snížení spotřeby pitné vody je přečištění již jednou použité vody na užitkovou a následné opětovné použití.

8. Výběr metody

8.1. Petriho síť

Autorem matematických modelů reprezentujících diskrétní distribuované systémy je Carl Adam Petri, jehož jméno nesou i modely – tzv. Petriho síť. Model byl poprvé vytvořen v roce 1962 v rámci Petriho disertační práce. Grafická interpretace znázorňuje proces, jeho vstupy a výstupy.

Jako výhodou tohoto modelu lze považovat funkčnost a v neposlední řadě i přehlednost. Pro účel této diplomové práce se uvedený model jeví jako nejvhodnější, vzhledem k tomu, že nejlépe odpovídá charakteru modelovaných veličin, které vykazují paralelní průběh a jsou dynamické.

Jako modelovací nástroj je pro danou problematiku použit software Umberto. Tento software přehledně zobrazuje vývoj modelovaného procesu. Namodelováním tohoto procesu lze určit rezervy v hospodaření s vodou v zemědělském družstvu. V konečném důsledku lze docílit efektivnějšího využívání odpadní a dešťové vody. (ifu Hamburg, 1998)

8.2. Matematický zápis Petriho síti

Petriho síť by mohla být pro zápis modelů implementovaných do prostředí Umberto, definována jako uspořádaná čtveřice: $GPN = \langle P, T, QP, QC \rangle$, kde:

P je konečná množina míst reprezentovaná kruhy,

T je konečná množina přechodů o přechody reprezentovaných obdélníky, přičemž průnik obou uvedených množin je prázdný,

QP je uspořádaná čtveřice: $QP = \langle C, IC, M0C, UP \rangle$, která definuje vlastnosti k míst množiny P,

QC definuje vlastnosti r přechodů množiny T.

Je možné definovat uspořádanou čtveřici, která definuje vlastnosti k míst na množině P jako: C, která představuje konečnou množinu použitých barev,

$IC: P * T \rightarrow R * C$, kde R je množina reálných čísel,

$IC((n, c) m, i, j)$, kde $m \in \langle 1, h \rangle$, $i \in \langle 1, k \rangle$, $j \in \langle 1, r \rangle$, je dopředná incidenční funkce,

$M0C: P * R \rightarrow C$ je počáteční značení,

UP je konečná množina vlastností značky v místech $p_i \in P$ a $UP = \{up_1, up_2, \dots, up_k\}$.
Uspořádaná jednice, která definuje vlastnosti r přechodů množiny T může být definováno jako: $QC: T * P \rightarrow R * C$, R je množina reálných čísel $QC((n, c) m, i, j)$, kde $m \in \langle 1, h \rangle$, $i \in \langle 1, k \rangle$, $j \in \langle 1, r \rangle$ je zpětná incidenční funkce.

Tato definice umožňuje matematický popis jakéhokoliv typu Petriho sítí, se kterými by se mělo pracovat. (Olej, 1996)

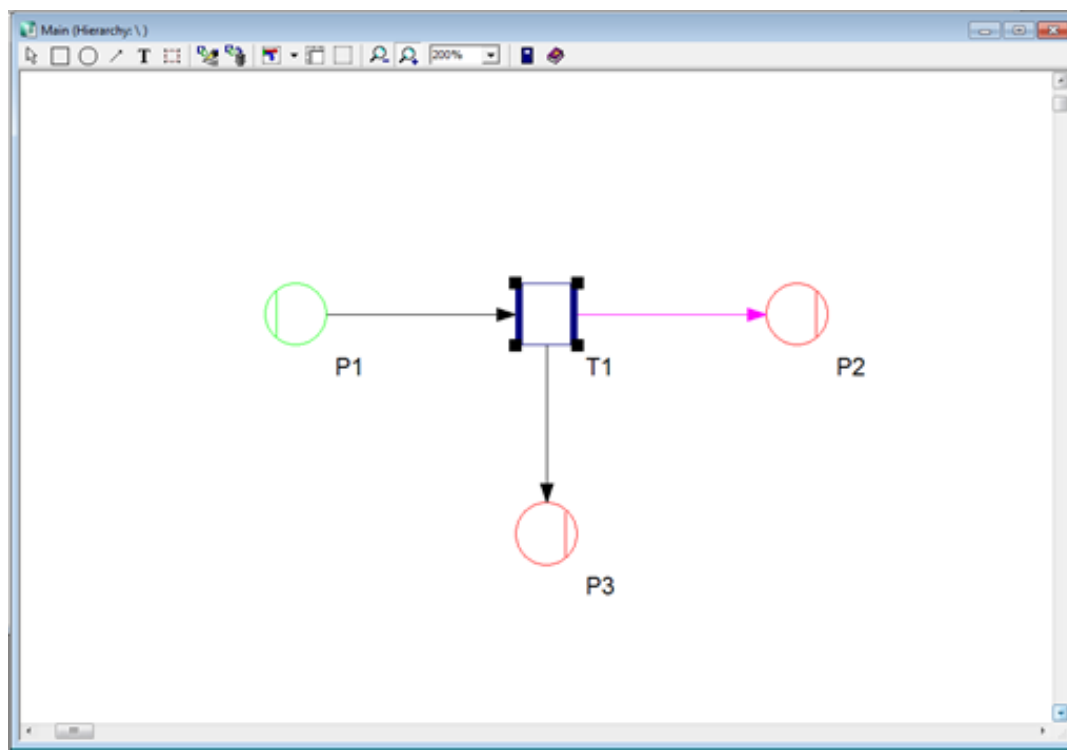
Takto byl charakterizován model, který bude použit. Nyní již bude provedena samotná modelace stávajícího stavu a návrhu na zlepšení.

9. Modely

9.1. Model stávajícího stavu

Model stávajícího stavu znázorněný na obrázku č. 9 představuje spotřebu vody na modelovém kravínu. Vstupem označeným P1 je zde výhradně pitná voda v množství $51\,100\text{ m}^3$. Pro úplnost je nutno říci, že z důvodu zjednodušení modelu je zde počítáno s hodnotou 1 m^3 se rovná $1\,000\text{ kg}$ bez ohledu o jaký druh vody se jedná.

Dále vstup P1 ústí do procesu T1. V rámci tohoto procesu nastává napájení zvířat, spotřeba zaměstnanců, provádění údržby zemědělské techniky a mytí prostorů pro zaměstnance, dojíren i prostorů pro dobytek. Z daného procesu jsou následně dva výstupy.



Obrázek č. 9: Znázornění vstupů a výstupů modelu stávajícího stavu

Výstup P2 představuje vodu použitou, kterou lze rozdělit na dvě části. První část v objemu $9\,125\text{ m}^3$, tj. $9\,125\,000\text{ kg}$, tvoří voda, která je kontaminovaná lidskou činností od saponátů na mytí nádobí až po znečištění ropnými látkami z mytí zemědělské techniky. Tato voda je vyvážena do čističky odpadních vod. Druhá část z objemu P2 je tvořena vodou nekontaminovanou nebezpečnými látkami a je vyvezena do vsakovací jámy. Objem této vody činí $3\,652\text{ m}^3$, tedy zhruba $3\,652\,000\text{ kg}$. Výstup

P3 představuje největší objem spotřeby pitné vody a tou je napájení skotu, v celkovém objemu 38 325 m³, tedy 38 325 000 kg.

Na obrázku č. 10 jsou vyčísleny výše popsané vstupy a výstupy stávajícího modelu, který představuje současný stav bez snahy o úsporu.

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
X00	P1	Pitná voda	51100000	kg

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
Y00	P2	Močůvková voda	3650000	kg
Y01	P2	Kontaminovaná voda	9125000	kg
Y02	P3	Vypitá voda (krávy)	38325000	kg

Obrázek č. 10: Množství vstupů a výstupů modelu stávajícího stavu

Model pro scénář stávajícího stavu lze matematicky zapsat takto:

$P * T \rightarrow R * C$ – dopředná incidenční funkce

	P1	P2	P3
T1	Pitná voda (51 100 000 kg)		

$T * P \rightarrow R * C$ – zpětná incidenční funkce

	P1	P2	P3
T1		Močůvková voda (3 650 000 kg) Kontaminovaná voda (9 125 000 kg)	Vypitá voda (krávy) (38 325 000 kg)

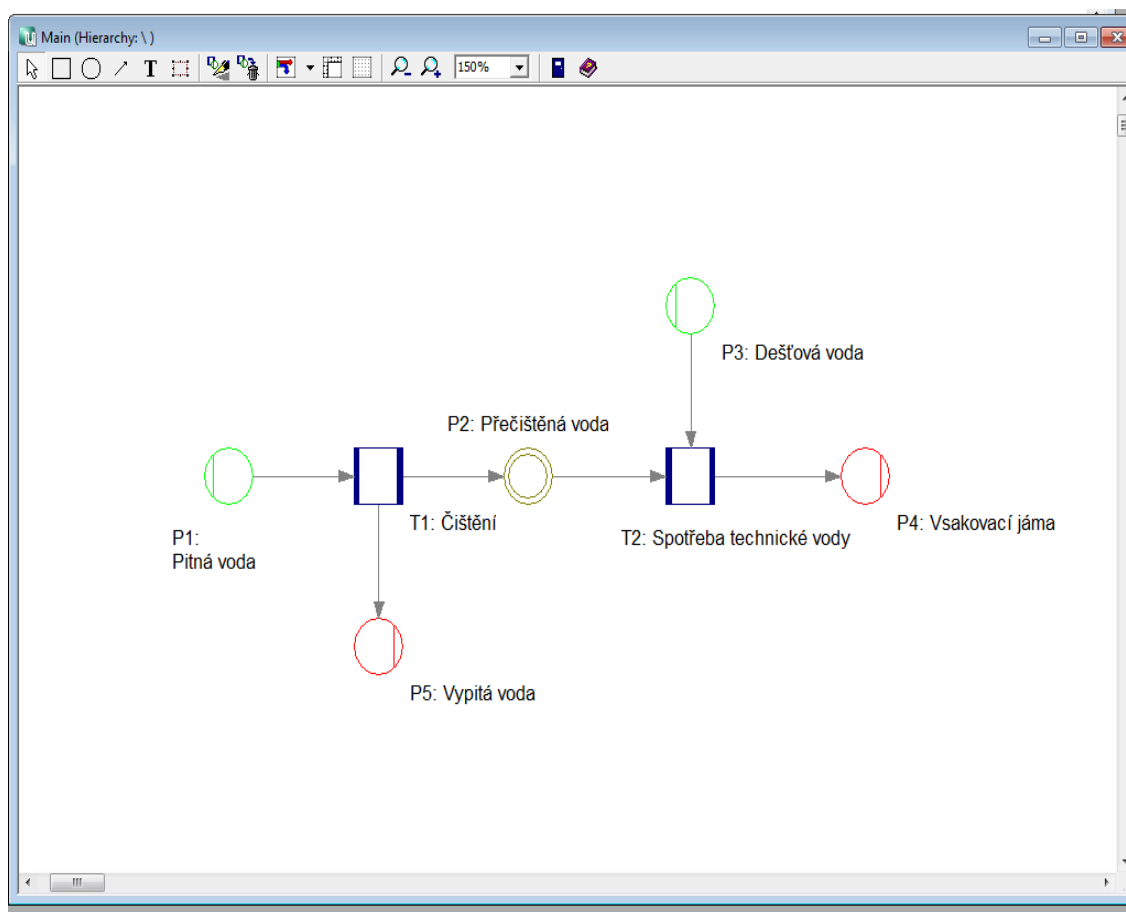
Počáteční značení

M_0

P1	P2	P3
Pitná voda (51 100 000 kg)		

9.2. Model návrhu na zlepšení

V rámci modelu návrhu na zlepšení je znázorněno, jakým způsobem lze snížit spotřebu pitné vody tím, že některé činnosti jsou nahrazeny vodou recyklovanou a dešťovou. Tento model je zobrazen na obrázku č. 11.



Obrázek č. 11: Znázornění vstupů a výstupů modelu návrhu na zlepšení

Vstupem P1 do modelu je pitná voda v celkovém objemu $40\,880\text{ m}^3$, tj. $40\,880\,000\text{ kg}$. Spotřeba pitné vody v tomto modelu je oproti předchozímu modelu snížena o možné úspory použitím dešťové nebo recyklované vody na činnosti, které použití pitné vody nevyžadují. Pitná voda pod označením P1 vstupuje do procesu T1. Proces T1 zahrnuje napájení skotu, což představuje výstup s označením P5 a spotřebu zaměstnanců, která byla vypočtena zhruba na $2\,555\text{ m}^3$, tedy $2\,555\,000\text{ kg}$, která bude následně použita k recyklaci a zde je pod označením P2. Na ostatní činnosti bude využita dešťová a recyklovaná voda. Proces T1 v tomto případě nepředstavuje pouze spotřebu vody, ale zároveň i přečištění použité vody P2. Výstupem tohoto procesu je tedy voda

s označením P2: Přechištěná voda, zároveň vstupující do procesu T2. Vstupy a výstupy procesu označeného T2 jsou znázorněny na obrázku č. 12.

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
X00	P1	▲ Pitná voda	40880000	kg

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
Y00	P2	▲ Přechištěná voda	2555000	kg
Y01	P5	▲ Vypitá voda (krávy)	38325000	kg

Obrázek č. 12: Množství vstupů a výstupů modelu návrhu na zlepšení pro proces T1

Dalším vstupem do procesu T2 je i zadržaná dešťová voda v množství až 6 107,4 m³, tedy 6 107 400 kg.

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
X00	P2	▲ Přechištěná voda	2555000	kg
X01	P3	▲ Dešťová voda	6107400	kg

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
Y01	P4	▲ Močůvková voda	8662400	kg

Obrázek č. 13: Množství vstupů a výstupů modelu návrhu na zlepšení pro proces T2

Proces T2 zahrnuje činnosti mytí veškerých prostorů, mytí zemědělské techniky a množství vody bude dostačující i pro zabezpečení ochlazování skotu pro zvýšení tepelné pohody. Rovněž tento proces zahrnuje i konečné přečištění.

Následně je močůvková voda vyprodukovaná z procesu T2 v celkovém množství 8 662,4 m³, což představuje 8 662 400 kg, opět přečištěna tak, aby její vypuštění do vsakovací jámy nebylo škodlivé životnímu prostředí. Vstupy a výstupy procesu označeného T2 jsou znázorněny na obrázku č. 13.

Model návrhu na zlepšení lze matematicky zapsat takto:

$P * T \rightarrow R * C$ – dopředná incidenční funkce

	P1	P2	P3	P4	P5
T1	Pitná voda (40 880 000 kg)				
T2		Přečištěná voda (2 555 000 kg)	Dešťová voda (6 107 400 kg)		

$T * P \rightarrow R * C$ – zpětná incidenční funkce

	P1	P2	P3	P4	P5
T1		Přečištěná voda (2 555 000 kg)			Vypitá voda (38 325 000 kg)
T2				Vsakovací jáma (8 662 400 kg)	

Počáteční značení

M_{0t}

P1	P2	P3	P4	P5
Pitná voda (40 880 000 kg)		Dešťová voda (6 107 400 kg)		

Z modelů lze vysledovat, že došlo k úspoře spotřeby pitné vody, která se odrazí v úspoře financí. Jak velká úspora financí bude vyčísleno ve srovnání.

10. Srovnání výsledků

Z namodelování stávajícího stavu i návrhu na zlepšení bylo zjištěno, že v návrhu na zlepšení poklesla spotřeba pitné vody o 10 220 m³. Tedy o těch 20% spotřeby pitné vody, která se používá pro jiné než pitné účely.

Dále bude vypočteno kolik finančních prostředků se ušetří tím, že bude snížena spotřeba podzemní vody a také tím, že kontaminovanou vodu nebude nutné vyvážet do ČOV, což je také spojeno s poplatkem.

10.1. Výdaje za odběr podzemní vody a likvidaci v čističce odpadních vod ve stávajícím stavu

Celková spotřeba činí 51 100 m³. Tuto spotřebu je nutné rozdělit na spotřebu pro pitné účely, což zde představuje 80%, a na spotřebu pro ostatní užití, to zde představuje zbylých 20%.

Podle zákona číslo 254/2001 Sb., zákona o vodách je stanovena cena za odběr podzemní vody pro pitné účely na 2,- Kč za odebraný m³. Celkové roční náklady tedy za odebranou podzemní vodu pro pitné účely:

$$40\,880\text{ m}^3 \times 2,-\text{ Kč/m}^3 = 81.760,-\text{ Kč}$$

A cena za odběr podzemní vody pro ostatní užití je stanovena na 3,- Kč za m³. Celkové roční náklady za odebranou podzemní vodu pro ostatní účely činí:

$$10\,220\text{ m}^3 \times 3,-\text{ Kč/m}^3 = 30.660,-\text{ Kč}$$

Další položkou je cena za likvidaci znečištěné vody v ČOV. Cena za m³ je smluvně stanovena na 4,- Kč. Celkové roční náklady na likvidaci kontaminované vody v ČOV činí:

$$9\,125\text{ m}^3 \times 4,-\text{ Kč/m}^3 = 36.500,-\text{ Kč}$$

Roční náklady na hospodaření s vodou:

$$81.760,-\text{ Kč} + 30.660,-\text{ Kč} + 36.500,-\text{ Kč} = 148.920,-\text{ Kč}.$$

Jak je patrné z výpočtů, celkové roční náklady na spotřebu vody a její následnou ekologickou likvidaci jsou 148.920,- Kč.

10.2. Výdaje za odběr podzemní vody a likvidaci v čističce odpadních vod v návrhu na zlepšení

V tomto modelu činí spotřeba pitné vody 40 880 m³ za rok. V tomto případě je voda použita výhradně pro pitné účely. Cena za m³ je tedy v tomto případě 2,- Kč. Náklady na spotřebu této vody činí:

$$40\,880\text{ m}^3 \times 2,-\text{ Kč/m}^3 = 81.760,-\text{ Kč}$$

Další náklady zde již nejsou. Na ostatní činnosti je podle návrhu počítáno s využitím přečištěné a dešťové vody. Přečištění je uvažováno ve vlastní čističce odpadních vod. Tím se náklady sníží o platbu za ekologickou likvidaci.

Celkové roční náklady podle modelu návrhu na zlepšení jsou 81.760,- Kč.

10.3. Celková roční úspora

Vzájemným porovnáním obou modelů je vypočtena celková roční úspora finančních prostředků:

$$148.920,-\text{ Kč} - 81.760,-\text{ Kč} = 67.160,-\text{ Kč}$$

Tím, že budou využity možnosti pro snížení odběru a následné spotřeby pitné vody, bude úspora celkových ročních nákladů činit 67.160,- Kč, což je snížení nákladů přibližně o 45%.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyčíslení, jakých úspor lze dosáhnout aplikací zásad environmentálního přístupu při hospodaření s vodou v modelovém zemědělském družstvu – kravínu.

Bylo zjištěno, že celková úspora finančních prostředků by v ideálním případě mohla dosáhnout až 45%.

Jak bylo v práci popsáno, tak podle různých prognóz je změna klimatu neodvratná, přičemž není úplně podstatné jak velkou roli má v tomto procesu člověk a jeho činnost.

Ale nepochybně velkou část přičinění má lidské počínání na narušení vodního cyklu. Svým necitlivým přístupem k půdě a odlesňováním člověk docílil změny srážkových úhrnů. Z dat Českého hydrometeorologického ústavu vyplývá, že celkový úhrn srážek v roce v různých periodách kolísá okolo dlouhodobého průměru, ale změnila se častost a intenzita srážek. Tedy to znamená, že prší méně často, přibývá vln sucha, ale potom přijde intenzivní déšť s velkým srážkovým úhrnem.

Tato změna velmi úzce souvisí se zásobou a rychlostí doplňování podzemní vody. Bylo zjištěno, že se zásoby podzemní vody rychle snižují. Na schopnosti půdy zadržet vodu se podílí několik faktorů, z nichž některé jsou přirozeným přírodním dějem a některé jsou antropogenního původu. Každopádně je vzhledem k rychlosti obnovy a rychlosti degradace, nutno vnímat půdu jako neobnovitelný přírodní zdroj.

Z těchto výše uvedených důvodů a souvislostí je na místě úvaha o zefektivnění vodního hospodářství. Podle všech dostupných studií se bude problematika nedostatku vody dostávat čím dál více do popředí. A vzhledem k úspoře financí ve výši 45% je žádoucí úsporná opatření zavést.

Otázkou, která nebyla předmětem této práce jsou náklady na zavedení zamýšlených úsporných opatření a jejich návratnost. Toto by mohlo být zdrojem dalších úvah a počtů. Nicméně z environmentálního hlediska je jakákoliv úspora pitné, a potažmo podzemní vody k nezaplacení. Zatím je čas v oblasti hospodaření s vodou vytvořit různá šetrná opatření.

Seznam použité literatury

Bagarová Grzywa, M. Začneme šetřit vodou, inspirujme se Izraelem [online]. Zemědělec.cz. 17. června 2016. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/zacneme-setrit-vodou-inspirujme-se-izraelem/>>.

Behringer, W. 2010. Kulturní dějiny klimatu: Od doby ledové po globální oteplování. Paseka. Praha. p. 404. ISBN: 978-80-7432-022-4

Brázdil, R., Trnka, M. 2015. Sucho v českých zemích: Minulost, současnost, budoucnost. Unipress, Turnov. p. 400. ISBN: 978-80-87902-11-0

Černá, Z. 2016. Obce a změna klimatu: Na cestě k adaptaci. Aladin Agency. Praha. p. 111. ISBN: 978-80-87549-06-3

ČHMÚ. Stav podzemních vod [online]. Portál ČHMÚ. Dostupné z <<http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/hydrologicka-situace/stav-podzemnich-vod>>.

ČTK. Česko opět trápí nedostatek vody. Problémy mají zemědělci na Jižní Moravě i rejdaři na Labi [online]. Aktuálně.cz, 5. července 2017. Dostupné z <<https://zpravy.aktualne.cz/cesko-opet-trapi-nedostatek-vody-problemy-maji-zemedelci-na/r~2ad60c66618311e79584002590604f2e/?redirected=1523130729>>.

ČTK. Čtrnácti milionům lidí v jižní Africe hrozí hlad kvůli suchu. Nejhůře postiženou zemí je Malawi [online]. Hospodářské noviny. 18. ledna 2016. Dostupné z <<https://byznys.ihned.cz/c1-65105370-ctrnacti-milionum-lidi-v-jizni-africe-hrozi-hlad-kvuli-suchu-nejhure-postizenou-zemi-je-malawi>>.

ČTK. Drastická sucha v USA. Zvykejte si, říkají vědci, bude hůř [online]. Ekolist.cz. 1. srpna 2012. Dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/drasticka-sucha-v-usa-zvykejte-si-rikaji-vedci-bude-hur>>.

ČTK. Kruté sucho v Itálii. Bude méně oliv, vína i parmazánu [online]. Echo24.cz. 25. července 2017. Dostupné z <<https://echo24.cz/a/wLVV6/krute-sucho-v-italii-bude-mene-vina-oliv-i-parmazanu>>.

ČTK. Připravte se na úbytek vody, říká klimatolog. Srážek je stejně, ale teplota stoupá[online]. Aktuálně.cz, 11. května 2017. Dostupné z <<https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/klimatolog-zemedelci-musi-celit-tomu-ze-vody-v-pude-bude-mene/r~3387c7a8363311e7903d0025900fea04/>>.

Fendrych, M. Spodní voda vysychá. A my jak diví betonujeme a asfaltujeme [online]. Aktuálně.cz, 2. září 2014. Dostupné z <<https://nazory.aktualne.cz/komentare/spodni-voda-vysycha-a-my-betonujeme-a-asfaltujeme-jak-divi/r~e9173e4831d411e480e50025900fea04/>>.

Grygar, J. Výzva: Svět se zbláznil. Nenapadlo mě, že budu v roce 2018 diskutovat o tom, že je Země kulatá, říká vědec Grygar [online]. Seznamzpravy.cz, 5. ledna 2018. Dostupné z <<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/svet-se-zblaznil-nenapadlo-me-ze-budu-v-roce-2018-diskutovat-o-tom-ze-je-zeme-kulata-rika-vedec-grygar-41340?dopab-variant&seq-no=1&source=hp>>.

Hladík, J., Pichlíková, R. 2014. Stav půd České republiky. In: Fanta, J., Petřík, P. (ed.). Povodně a sucho: krajina jako základ řešení. 2014. MARE CZ. Náchod. p. 21 – 25. ISBN: 978-80-86188-44-7

Jemelka, P. Úbytek podzemní vody kritický, žízeň hrozí stamilionům [online]. Aktuálně.cz. 20. června 2015. Dostupné z <<https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/ubytok-podzemni-vody-je-kriticky-zizen-hrozi-stamilionum/r~1ae58750159a11e5a43f002590604f2e/?redirected=1523774958>>.

Kolesár, K. Děšťová voda: využijte ji ve svém domě [online]. Na zeleno.cz. 31. března 2010. Dostupné z <<https://www.nazeleno.cz/bydleni/domacnost/destova-voda-vyuzijte-ji-ve-svem-rodinnem-dome.aspx>>.

Kopecký, J. 1981. Chov skotu. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. p. 504. ISBN: 07-115-81

Kukliš, L. Sucho mění části Austrálie v neobyvatelnou pouštinu [online]. Gnosis9.net. 10. června 2005. Dostupné z <<http://gnosis9.net/view.php?cislocclanku=2005060006>>.

Lamper, I. Všechna evropská města budou týrat intenzivní vlny sucha, záplav a veder [online]. Respekt. 22. února 2018. Dostupné z <<https://www.respekt.cz/denni-menu/vsechna-evropska-mesta-budou-tyrat-intenzivni-vlny-sucha-zaplav-a-veder>>.

Mánert, O. Brazilská megalopole je na suchu. Lidé si hloubí vlastní studny [online]. iDnes.cz. 25. února 2015. Dostupné z <https://zpravy.idnes.cz/sucha-v-brazilskem-sao-paulu-dgo-/zahranicni.aspx?c=A150224_111602_zahranicni_ert>.

Mánert, O. Voda dojde 22. dubna. Kapské město je na suchu, šetřit musí i turisté [online]. iDnes.cz. 20. ledna 2018. Dostupné z <https://zpravy.idnes.cz/kapske-mesto-nedostatek-vody-djn-/zahranicni.aspx?c=A180112_132719_zahranicni_ert>.

Mach, M. O., Kravčík, M. Příčinou sucha a povodní je, že jsme podřezali žíly malému vodnímu cyklu [online]. Ekolist.cz, 12. června 2017. Dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/publicistika/rozhovory/michal-kravcik-pricinou-sucha-a-povodni-je-ze-jsme-podrezali-zily-malemu-vodnimu-cyklu>>.

Mrázová, Š. Podzemních vod v Česku hrozivě ubývá [online]. Novinky.cz. 26. března 2017. Dostupné z <<https://www.novinky.cz/domaci/433057-podzemnich-vod-v-cesku-hrozive-ubyva.html>>.

Olej, V. 1996. Analysis of decision processes of discrete systems with uncertainty. University press ELFA. Košice. p. 20. ISBN: 80-88-786-30-4

Pokorný, J. Nedivme se, že je sucho [online]. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 10. srpna 2017. Dostupné z <<https://www.vtei.cz/2017/08/nedivme-se-ze-je-sucho>>.

Singer, S. F. 2008. Globální oteplování: Lidské dílo nebo přírodní jev? Tiskárna Gulliver. Praha. p. 11. ISBN: 978-80-86972-32-9

Šantrůčková, H., Malý, S., Cienciala, E. 2014. Půdní organická hmota a vodní retenční kapacity půd. In: Fanta, J., Petřík, P. (ed.). Povodně a sucho: krajina jako základ řešení. 2014. MARE CZ. Náchod. p. 41 – 48. ISBN: 978-80-86188-44-7

Štefan, P. Čína usychá a baží po vodě. Nekrad'te nám ji, zlobí se okolní země [online]. iDnes.cz. 13. září 2010. Dostupné z <https://zpravy.idnes.cz/cina-usycha-a-bazi-po-vode-nekradte-nam-ji-zlobi-se-okolni-zeme-pt7-/zahranicni.aspx?c=A100913_170729_zahranicni_stf>.

Štolc, L. 1999. Chov hospodářských zvířat (chov skotu, ovcí a koní). TIRA. Praha. p. 151. ISBN: 80-213-0478-2

ToD, NASA: Úbytek podzemní vody a sucha představují globální nebezpečí [online]. Eurodenik.cz. 5. září 2016. Dostupné z <<http://eurodenik.cz/veda/nasa-ubytek-podzemni-vody-a-sucha-predstavuji-globalni-nebezpeci>>.

Žalud, Z., Fajman, M. 2009. Antropogenní změny klimatu In: Žalud, Z. Změna klimatu a české zemědělství: dopady a adaptace. 2009. Ediční středisko MZLU. Brno. p. 28 – 32. ISBN: 978-80-7375-369-6