

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



SUCHO JAKO DOPAD KLIMATICKÝCH ZMĚN

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Soukupová

Bakalant : Veronika Vidimová

PRAHA 2011

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Sucho jako dopad klimatických změn vypracovala samostatně pod vedením paní Ing. Jany Soukupové. Další cenné informace jsem získala díky stipendijnímu programu Erasmus, který mi umožnil část svého studia absolvovat na universitě „Universita' Degli Studi Di Firenze“ ve Florencii. Dále prohlašuji, že jsem uvedla všechny literární prameny, publikace a internetové odkazy, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 20/04/2011

.....

Veronika Vidimová

Poděkování

Na této stránce bych ráda poděkovala vedoucí bakalářské práce paní Ing. Janě Soukupové za odborné vedení, pomoc a trpělivost při vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou sucha. Na základě zjištěných srážkových úhrnů práce podává stručný přehled o vývoji zemského klimatu se zaměřením na suchá období. V závislosti na suchých obdobích v dávné minulosti, práce zhodnocuje příčiny zániku velkých a vyspělých civilizací. Třetí kapitola vyhodnocuje stav soudobého klimatu a poukazuje na fakt vzrůstu globálního oteplování. V této kapitole je pozornost věnována organizaci IPCC a jejím vědeckým zprávám. Na základě těchto zpráv je zhodnocen stav klimatu za posledních sto let s důrazem na razantní oteplování a zvyšující se míru desertifikace. Práce definuje soudobá suchá území a za pomoci klimatických scénářů stanovuje případné rozšíření aridních a semiaridních míst. Detailněji jsou popsána sucha v oblasti Sahelu, sucha spojená s prachovou bouří ve Spojených státech amerických a vysychání Aralského jezera. Zmíněn je i jev El Niño a některá sucha s ním spojená. Závěr práce vyhodnocuje možné dopady sucha jak na přírodu, tak i na společnost.

Klíčová slova

Zánik civilizací, klimatický systém, globální oteplování, desertifikace, El Niño.

Abstract

This bachelor work deals with the problematics of drought. Based on proven precipitation amounts it gives a brief overview about the development of earth climate with the focus on dry spells. Depending on these drought periods long ago this work sums up the reasons of the downfall of great developed civilizations. The third chapter evaluates the current condition of climate and adverts to increasing global warming. The attention in this chapter is given to the organization IPCC and its science reports. On the basis of these reports the state of climate in the last hundred years is reviewed, emphasis laid on penetrative warming and rising extent of desertification. This work defines contemporary deserted areas and with the help of climatic scenarios determines possible extension of arid and semiarid zones. The droughts in the Sahel area, droughts connected with a dust storm in the USA and drying-out of the Aral Sea are described in detail. The phenomenon of El Niño and some dry spells connected with it are also mentioned. The conclusion of this work evaluates potential effects of drought on both nature and society.

Keywords

Downfall of civilizations, climatic system, global warming, desertification, El Niño.

Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je popsat jeden z hlavních globálních problémů soudobého dění lidské populace. Jedná se o sucho, které s sebou nese další následky a celkově omezuje a snižuje kvalitní podmínky pro život.

Jedním z dílčích cílů bakalářské práce je diferencovat historicky suchá období, která ztěžovaly životní podmínky soudobým civilizacím a ve většině případů donutily populace k migraci a bojům o nová území.

Dále by se práce měla zaměřit na soudobý vývoj počasí a celkově zhodnotit srážkové úhrny a vyhodnotit místa, kde je celková vláha pod dlouhodobým ročním průměrem.

Mým osobním cílem je poukázat na fakt, že celkové zdroje vody se snižují a že tento problém se v budoucnu nemusí týkat jen Afriky, která je dnes ohrožena nejvíce.

Metodika

Tato bakalářská práce je psána formou rešerší. Při psaní jsem použila metodu vyhledání a sběru vhodných podkladů na dané téma. Data a informace jsem se snažila získávat jak z českých, tak i zahraničních zdrojů. Využila jsem i závěrečných zpráv z vědeckých konferencí, které publikují vědecky ověřené závěry z výzkumů. Tato tvrzení jsou vědecky doložená, a tudíž pro moji práci relevantní.

Vzhledem k tomu, že téma mé bakalářské práce je velice aktuální a z hlediska času i proměnlivé, opírala jsem se o články, které byly publikovány na řadě domácích i zahraničních internetových odkazech a které mi poskytly aktuální informace k dané problematice.

Protože velká část internetových zdrojů byla v anglickém jazyce, bylo nutno tyto články nejdříve přeložit. Vzhledem k mé jazykové vybavenosti, jsem využila i knihy napsané v jazyce italském. Z internetových odkazů jsem čerpala fotografie a mapy zobrazující suchem zasažená území.

Zjistila jsem, že na problematiku sucha reaguje neuvěřitelné množství především internetových článků a proto jedním z největších problémů se stalo určování vhodné literatury. Je mi zcela jasné, že z nepřehledného množství jsem některé články, které by mohly být citovány, opomenula, ale dovoluji si tvrdit, že mou vybrané zdroje mi poskytly dostatečné informace k napsání této práce. Je třeba také přiznat, že suchem zasažených míst je mnoho a proto jsem si k detailnějšímu popisu vybrala jen některá.

Obsah

1. Úvod.....	11
1.1 Co je sucho.....	11
1.2 Měření srážek v minulosti.....	11
1.2.1 Hlubokomořské sedimenty a spraše.....	11
1.2.2 Jezerní a říční sedimenty.....	12
1.2.3 Letokruhy stromů a koráli.....	12
1.2.4 Kontinentální a horské ledovce.....	12
1.3 Vývoj srážek za posledních 5000 let.....	13
2 Následky sucha v minulosti.....	15
2.1 Zánik civilizací spojený s minimem m-4.....	15
2.1.1 Zánik staroindické civilizace.....	15
2.1.2 Zánik říše Sumer.....	16
2.1.3 Zánik staroegyptské civilizace.....	17
2.1.4 Zánik řecké civilizace.....	18
2.2 Čína.....	18
3 Současný vývoj podnebí.....	20
3.1 Příčiny variability klimatu.....	20
3.1.1 Astronomické faktory.....	20
3.1.2 Geologické faktory.....	21
3.1.2.1 Vulkanismus.....	22
3.1.3 Zemská atmosféra.....	22
3.1.3.1 Radiační bilance.....	22
3.1.4 Antropogenní faktory.....	23
3.1.4.1 Chování skleníkových plynů.....	24
3.1.4.2 Velký londýnský smog.....	25
3.1.5 Ekologické katastrofy.....	26
3.2 Vznik IPCC.....	26
3.3 Současný vývoj podnebí podle zpráv IPCC.....	27
3.4 Klimatické změny a růst aridních oblastí.....	28
3.5 Desertifikace.....	30
3.5.1 Definice pojmu.....	30
3.5.2 Oblasti.....	30

3.6 Sahel.....	32
3.7 Sucha v USA.....	33
3.8 Vysychání Aralského jezera.....	35
3.8.1 Průběh vysychání.....	36
3.8.2 Ekologické důsledky.....	37
3.8.3 Cíle do budoucna.....	38
4 Příčiny klimatických změn, které přinášejí sucho.....	40
4.1 Jižní oscilace ENSO.....	40
4.1.1 El Niño.....	41
4.1.1.1 El Niño a sucho.....	42
5 Dopady.....	44
5.1 Nedostatek vody.....	44
5.2 Zemědělství.....	45
5.3 Eroze.....	45
5.4 Zdravotnictví.....	46
5.5 Požáry.....	46
5.6 Ekonomické dopady.....	46
5.7 Dopady na jednotlivé kontinenty.....	47
5.7.1 Evropa.....	47
5.7.2 Asie.....	47
5.7.3 Austrálie a Nový Zéland.....	48
5.7.4 Afrika.....	48
5.7.5 Latinská Amerika.....	48
5.7.6 Severní Amerika.....	49
6 Výsledky práce.....	50
7 Diskuze.....	51
8 Závěr.....	53
9 Přehled literatury a použitých zdrojů.....	54
10 Seznam obrázků.....	58
11 Seznam tabulek.....	59

Seznam použitých zkratk

ENSO	El Niño Southern Oscillation El Niño jižní oscilace
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change Mezivládní panel pro změnu klimatu
NATO	North Atlantic Treaty Organization Severoatlantická aliance
OSN	Organizace spojených národů
SOI	Southern Oscillation Index Index jižní oscilace
SRES	Special Report on Emissions Scenarios Zvláštní zpráva o emisních scénářích
ÚACH	Ústav anorganické chemie AV ČR v Řeži
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification Úmluva OSN o boji proti desertifikaci
UNEP	United Nations Environment Programme Organizace spojených národů pro životní prostředí
USA	United States of America Spojené státy americké
WB	World Bank Světová banka
WHO	World Health Organization Světová zdravotnická organizace
WMO	World Meteorological Organization Světová meteorologická organizace

1. Úvod

1.1 Co je sucho

Přesná definice sucha neexistuje. Obecně lze říci, že sucho je opakující se stav, který nastává při dlouhodobém nedostatku dešťových srážek oproti průměru v dané oblasti. Tento nedostatek srážek vede k nedostatku vody, který omezuje jak přírodu, tak i samotnou společnost. (UNL)

1.2 Měření srážek v minulosti

Ke stanovení srážkové činnosti v minulosti lze použít více metod:

1. Hlubokomořské sedimenty a spraše
2. Jezerní a říční sedimenty
3. Letokruhy stromů a koráli
4. Kontinentální a horské ledovce

1.2.1 Hlubokomořské sedimenty a spraše

První metoda spočívá v ukládání organických a anorganických zbytků na mořské dno. Z následných vrtů jsou pozorovány stabilní izotopy uhlíku a kyslíku, množství mikroorganismů a zrnitost a složení sedimentů. Díky těmto ukazatelům jsme schopni stanovit teplotní výkyvy, rychlost mořských proudů a směry větrů. Vzhledem k tomu, že sedimenty taktéž slouží jako potrava pro mořské organismy, dochází k úbytku a k promísení sedimentu s vrstvou mořského dna a krátké změny jsou špatně rozpoznatelné. Podstatnějším rizikem jsou mořské proudy, které sedimenty mohou odnést. (Svoboda 2009)

Spraše jsou sedimenty váťého původu. Vznikají vyvátím jemnozrného materiálu z teplých i studených pouštních oblastí. Dle typu a poměru prachových a jílnatých částic, prachového písku a uhličitanu vápenatého lze určit klimatické výkyvy (silné bouře, směr převládajících větrů). Nevýhodou spraše je obtížné datování a chybějící části zeminy v důsledku silných dešťů. (Anonym 2010)

1.2.2 Jezerní a říční sedimenty

Cílem metody, která se opírá o jezerní a říční sedimenty je diferencovat dva typy sedimentací a dle typu sedimentu stanovit teplejší a chladnější období. Jarní sediment je tvořen mikroorganismy zajišťující okysličování horniny. Barva sedimentu je o poznání světlejší než barva sedimentu zimního bohatého na organický uhlík. Nevýhoda této metody spočívá v nemožném určení klimatických výkyvů v kratších časových obdobích. (Svoboda 2009)

1.2.3 Letokruhy stromů a koráli

Představu o klimatických změnách můžeme získat i z ročních přírůstkových linií u letokruhů. Dle jarních a zimních přírůstků dřeva jsme schopni odvodit především sezonní výkyvy. Bohužel nás tento postup omezuje samotnou délkou života daných dřevin. Přírůstkové linie korálů reagují na jednotlivé přílivy a odlivy.

1.2.4 Kontinentální a horské ledovce

Nejpřesnější metodou pro stanovení vývoje klimatu v minulosti jsou analýzy dat získávaných pomocí vrtů z jader grónských ledovců. Podle nejnovějších poznatků lze stanovit stáří grónského ledovce na 7 milionů let. Stáří nejvzácnějších vrtů je od 150 do 200 tisíc let. Vrt provedený v roce 2004 v rámci Evropského projektu výzkumu ledovcového jádra v Antarktidě EPICA pochází z hloubky 3270 metrů a jeho stáří se odhaduje na 800 000 let. Led z této doby nám poskytuje velmi cenné informace o posledních dobách ledových. (Behringer 2010)

Díky tomu, že se jednotlivé chemické analýzy přítomnosti prachových částic, chemické analýzy plynů (CO_2 , NH_4) a měření koncentrace prvků (především Ca, Na, Pb) provádí přímo ze vzorků ledu, je možné stanovit přesné teploty v době, kdy jednotlivé vrstvy ledu vznikaly. Chemické rozbory se provádí vždy k jednomu roku. Tím pádem máme možnost se opřít o přesnější výsledky a lépe určit klimatické výkyvy. (Mikuláš 2001)

1.3 Vývoj srážek za posledních 5000 let

Dánský profesor Willi Dansgaard dal dohromady tým vědců a pod jeho vedením společně provedli výzkum o vývoji srážek v minulosti, který se opírá o analýzy z vrtů ledovců. Výsledkem jsou grafy zobrazující kolísání tloušťek sněhových vrstev, z kterých lze s přesností na dva roky určit střídání vlhčích a sušších období.

Tabulka číslo jedna vychází z grafů pana Jiřího Svobody publikovaných v knize „*Utajené dějiny podnebí*“ a zaznamenává srážková minima m-x. Grafy uvedené v této publikaci zhodnocují srážková minima a maxima od počátku roku 3000 př. n. l. a lze tedy určit suchá období.

Tab. č. 1: *Srážková minima*

Označení	Letopočet	Odchylka od normálu
m-1	2830 př. n. l.	10%
m-2	2750 př. n. l.	10%
m-3	2300 př. n. l.	2,50%
m-4	2220 - 1935 př. n. l.	9 - 15%
m-5	1735 - 1665 př. n. l.	9,5 - 12,5%
m-6	1585 př. n. l.	9%
m-7	1460 - 1320 př. n. l.	6 - 15%
m-8	1270 př. n. l.	28%
m-9	1200 - 1130 př. n. l.	12 - 27%
m-10	775 př. n. l.	33%
m-11	630 - 550 př. n. l.	9 - 16%
m-12	490 př. n. l.	10%
m-13	400 př. n. l.	8%
m-14	176 př. n. l.	21%
m-15	64 př. n. l.	22%

Po velmi pozvolném poklesu srážkové činnosti zaznamenáváme od roku 2830 do roku 2820 př. n. l. první delší období, ve kterém začaly srážky ubývat.

V následujících letech se srážky postupně zvyšovaly. Od roku 2770 př. n. l. dochází k mnohem razantnějšímu poklesu srážek, který končí minimem m-2 v roce 2750 př. n. l. Další významný pokles lze zaznamenat během let 2350 a 2300 př. n. l. Velký zlom nastává v období od roku 2220 až do roku 1935 př. n. l. I přes to, že se v tomto období srážky několikrát zvýšily, nikdy nedosáhly na hranici normálu. Tato oscilace měla za následek dlouhodobé sucho. Období od roku 1930 do roku 1470 př. n. l. s méně výraznými maximy bylo spíše suché a oscilace měly dlouhodobý charakter. Časový úsek mezi léty 1290 až 1130 př. n. l. můžeme považovat za výrazně oscilační období, který pravděpodobně přispěl k několika rozsáhlým migracím v Evropě a v Asii. K dalšímu razantnějšímu snižování srážek docházelo od roku 843 př. n. l. Tzv. bezvodé období končí rokem 775 př. n. l, kdy bylo naměřeno doposud nejnižší minimum v historii m-10. Vzhledem k tomu, že postupné zvyšování srážek v následujících letech v průměru nedosáhlo svého normálu, lze říci, že až do roku 500 př. n. l. panovalo extrémní sucho, které mělo za následek další rozsáhlé migrace po celém kontinentě. V období let 500 př. n. l až 0 dochází k postupnému zvyšování a stabilizaci srážek ovšem se dvěma výraznými minimy v roce 176 př. n. l. a v roce 64 př. n. l. (Svoboda 2009)

Úsek let od roku 0 do roku 475 n. l. byl pod vlivem dlouhodobého citelného srážkového minima m-16. Lze zaznamenat, že v období od roku 180 do roku 475 docházelo k výkyvům směřujícím k postupnému zvyšování srážek. Je ale nutné podotknout, že většina těchto výkyvů nesahá ani na hranici normálu. Od roku 418 dochází k razantnějšímu zvyšování srážkové činnosti. Vzhledem k tomu, že maximum v roce 475 není příliš vysoké, je celé období mezi lety 180 až 475 charakterizováno jako období s výrazně slabou srážkovou činností. K poslednímu znatelnějšímu poklesu srážek došlo v období od roku 475 až do roku 618. Od roku 618 můžeme zaznamenat výrazný nárůst srážkové činnosti až do roku 1000. V tomto období dochází v letech 685 až 713 k mírnému poklesu srážek. Vzhledem k tomu, že hodnota překračuje normálovou hranici jen nepatrně, lze toto období označit za velmi vlhké s trvale vysokými srážkami. (Svoboda 2009)

2. Následky sucha v minulosti

Počátkem 4. tisíciletí př. n. l. začaly v oblastech s výhodnými přírodními podmínkami vznikat první státní útvary. První vesnice vznikaly v místech s dostatkem vláhy, tedy v údolích řek, kde byly velice výhodné podmínky pro zemědělství. Tehdejší život jakékoliv kultury byl závislý na množství a délce srážek. Klimatické oscilace způsobovaly výkyvy ve srážkové činnosti a přinášely období sucha.

Extrémní pokles srážek a dlouhá období sucha mají i mimo jiné za následek opakující se vysušení pramenů, vznik mělkých a kamenitých půd a opakující se neúrodu. Všechny tyto následky způsobené úbytkem srážkové činnosti se podílí na sociálních změnách ve společnosti a mají vliv na formování, rozpady a zániky pravěkých civilizací.

2.1 Zánik civilizací spojený s minimem m-4

2.1.1 Zánik staroindické civilizace

Přibližně kolem poloviny 3. tisíciletí začala vznikat kolem řeky Indus harappská civilizace. Kulturním centrem této civilizace byla města Harappa a Mohendžo-daro. Vrcholné období této kultury se datuje od roku 2600 až do roku 2300 př. n. l. Ať už to bylo pro mimořádnou úroveň sídlišť, používání měděných a bronzových předmětů či vyspělou keramiku vyráběnou na hrncířském kruhu, patřila tato civilizace ve své době k jedné z nejvyspělejších. Velice náhlý a tragický zánik této kultury je spojen s dlouhodobým srážkovým minimem v letech 2220 až 1935 př. n. l. Archeologické vykopávky objevily kostry lidí se stopami násilí. Města Harappa a Mohendžo-daro byla vymýcena nájezdy ozbrojených Indoevropanů. (Svoboda 2009)

Vzhledem k vysokým teplotám dané oblasti, závisela úroda na pravidelných monzunových deštích. Počátkem druhého tisíciletí došlo v této oblasti ke klimatické oscilaci, které byla spojena s poklesem srážek. Nedostatek vláhy způsobil změnu říčních sítí a dlouhodobé vysychání polí. Kmeny hledaly nové podmínky pro život a začaly migrovat směrem na jih k úrodným nížinám s dostatkem vláhy vhodných pro chov dobytka a domácích zvířat a pěstování plodin. Indoevropané začali osidlovat oblast severní Indie a boje s harappskou civilizací byly nevyhnutelné. (Souček 1995)

Předností nájezdníků byla dovednost v krocení divokých koní. Díky této schopnosti se mohli zapřáhnout do malého válečného vozu. Původní obyvatelé měli k dispozici pouze jednoduchá vozidla, což pro Indoevropany znamenalo velkou výhodu.

Zhruba o 650 let později, tj. kolem roku 1275 př. n. l. došlo v Indii ke druhé velké migraci. Tato migrace byla spojena s krátkodobým, ale velmi silným minimem m-8. Nedostatek srážkové činnosti měl dopad především v kontinentálních oblastech. Přímořské oblasti jsou totiž do jisté míry oproti stepním zvýhodněny, neboť pokles srážkové činnosti je zlehka vyrovnán atmosférickou vlhkostí, která vane od moře. Indoevropským kmenům již stepní podmínky jižního Ruska nevyhovovaly a tak se do severní části Indie přesunuly podruhé. (Souček 1995 & Svoboda 2009)

2.1.2 Zánik říše Sumer

S příchodem srážkového minima m-4, které se datuje na rok 1935 př. n. l. velice úzce souvisí konec říše Sumer. Oblast Sumer patřila k velice úrodným, avšak vyžadovala pravidelné zavlažování. Obyvatelé odváděli vodu z jarních záplav do umělých nádrží, která v době sucha sloužila jako hlavní zdroj vody pro danou oblast. Voda byla pomocí husté sítě říčních kanálů a přečerpávacích zařízení přečerpávána do polí, kde se pěstoval ječmen, sezam, olivy, vinná réva a datlová palma. Sumerové se stali nositeli vyspělé kultury. Vytvořili obrázkové písmo, díky kterému zaznamenávali hospodářské údaje pro své vládcy, k výrobě nástrojů začali používat bronz, znali hrnčířský kruh a budovali stupňovité chrámy. (Kohoutová & Komsová 2005 & Svoboda 2009)

Okolo roku 2000 př. n. l. pronikli do říše Elamité a zanedlouho zaútočili Amorité. Tyto dlouhé boje v době srážkového minima vyčerpávaly a oslabovaly sumerské bojovníky, až nakonec útočným nájezdům podlehl. Svědectví o velice suchém období nám dokládají i verše z básně Nářek nad zkázou města Uru, která z této doby pochází:

*Eufkrat a Tigris na zpustošených březích jen plevel rodily,
úrodná pole jen bodláky plodila (Svoboda 2009)*

2.1.3 Zánik staroegyptské civilizace

Přibližně ve stejné době jako v Mezopotámii se v údolí řeky Nil začala vytvářet nová staroegyptská civilizace. V počátcích zde panovaly velmi příznivé přírodní podmínky. Podnebí bylo vlhčí a díky letním dešťům se v okolí řeky Nil tvořily mokřady a bažiny s dostatečnou vláhou. Orná půda byla pravidelně zavlažována a životadárné nilské bahno mělo funkci hnojiva. Zemědělci pěstovali pšenici, ječmen, luštěniny a len, k orbě používali hák. Na jedné straně blízkost pouště vyvolávala obavy, ale zároveň byla zdrojem nerostných surovin - mědi, zlata, vápence, pískovce a žuly. (Kohoutová & Komsová 2005)

S příchodem postupné stagnace srážek se savana začala měnit v poušť a již nedocházelo k záplavám. Na polích nebylo co sklízet. Vypukla vlna hladomorů a chaos. Říše se začala pomalu hroutit. Ústřední moc nebyla nadále kontrolovatelná. Město buďto podléhalo vnitřním bouřím anebo muselo čelit nájezdům kočovných kmenů z Předního východu. Tyto kmeny měly k dispozici koně s válečnými vozy, bronzové meče a přilby a luky se štíty. Všechny tyto vymoženosti byly Egyptanům doposud neznámy. Připočítáme-li klimatické podmínky, které v této době panovaly, je jasné, že Egyptané nemohli nátlaku dlouho vzdorovat.

Nahlédneme-li do Bible je možno nalézt úryvky, které popisují neúrodu v zemích. Srážkové minimum m-4 se projevilo na celé severní polokouli. Klimatická pohroma začala ve vnitrozemí a postupovala směrem k deltě Nilu a tak zasáhla celý Egypt.

A počalo sedm let hladu přicházeti, jakž byl předpověděl Josef. I byl hlad po všech krajinách, ale byl po vsi zemi Egyptský chléb. Potom také nedostatek trpěla všechna země Egyptská a volal lid k faraonovi o chléb. (Svoboda 2009)

Řekli ještě faraonovi: abychom pohostinu byli v zemi této, přišli jsme; nebo není pastvy dobytku, kterýž mají služebníci tvoji, nebo hlad veliký jest v zemi Kananejské: protož nyní prosíme, nechat' bydlí služebníci tvoji v zemi Gesen. (Svoboda 2009)

2.1.4 Zánik řecké civilizace

V oblasti kolem Egejského moře se utvářela řecká civilizace. Oblast byla převážně hornatá, ale nechyběla zde ani úrodná údolí. Řekové pěstovali ječmen, pšenici, luštěniny, ovoce, olivy a vinnou révu. Pastevci chovali koně, ovce i kozy. V přímořských oblastech se kladl důraz na rybolov.

Kolem roku 2000 př. n. l. je možné datovat příchod Achájů. Přesné datum není známo. Domněnky předpokládají, že se migrace odehrála někdy mezi léty 2200 až 1900 př. n. l, což je období charakteristické srážkovým minimem m-4. Z provedených studií o vývoji klimatu se odborníci shodují, že v tomto časovém úseku nebylo zaznamenáno pouze srážkové minimum m-4, ale došlo i ke znatelnému ochlazení. Tyto dva faktory je možné dát do souvislosti a lze tvrdit, že podmínkem k migraci kmenu Achájů nebyl pouze srážkový pokles. Budeme-li se držet předpokladu, že původním domovem těchto kmenů byla území severní a střední Evropy, lze učinit následující závěr. Chladné podmínky daných oblastí již nebyly pro život vhodné a tak Achájové migrovali na jih k dnešnímu Řecku. (Kohoutová & Komsová 2005 & Svoboda 2009)

2.2 Čína

Kořeny vyspělé čínské civilizace mají svůj počátek na Žluté planině v okolí dvou mohutných řek. Na severu měla svoji úlohu řeka Chuang-che, na jihu to byla řeka Čchang-t'iang. Obě tyto oblasti od sebe oddělovala rozsáhlá bažinatá území, která vznikala po záplavách. Úrodné nížiny při dolních tocích se střídají s pahorkatinami a pohořími. Taktéž i klimatické podmínky se v jednotlivých částech lišily. Podnebí jižní Číny bylo oproti severní části vlhčí a teplejší.

Zatímco do Indie a Egypta se zemědělská znalost rozšířila z Mezopotámie, v Číně probíhal rozvoj samostatně. V chladnějších oblastech se pěstovalo proso, sójové boby a zelenina. Na jihu v povodí vodnatých řek bylo výhodné pěstovat rýži, která pro svůj životní cyklus potřebuje dostatek vláhy.

Mezi roky 1430 až 1050 př. n. l. došlo na čínském území ke změně hydrologického režimu. Dochované písemné památky nám naznačují změny v obhospodařování. Dlouhodobé sucho bylo impulsem pro objevování nových technologií. Rolníci začali používat technologii střídavého zemědělství. Půdy

v období sucha se rychleji vyčerpaly a tento postup umožňoval pěstovat různé plodiny (především kukuřici, rýži, maniok a proso) na jednom místě po krátké období. Dále vznikaly první zavlažovací kanály a systémy vodních děl. (Soušek 1995 & Svoboda 2009)

Ani Čína nebyla ušetřena nájezdy kočovných kmenů. Jak tvrdí dochované spisy boje probíhaly především mezi horskými a stepními kmeny. Nejsilnější střety se odehrávaly na západu Číny, kde se bojovalo o vesnice a pole soudobých osadníků. Číňané nedokázali čelit dlouhým a silným bojům a vítězným kmenům Čou se podařilo získat území v povodí řeky Chuang-Che.

3. Současný vývoj podnebí

Podnebí neboli klima je dlouhodobý stav počasí, které se stanovuje na základě meteorologických údajů, které zohledňují desetiletí, staletí či tisíciletí. Tyto údaje jsou získávány ze satelitních snímků, jejichž výsledky se pečlivě zaznamenávají v meteorologických stanicích a observatořích. Standardně jsou měřeny následující prvky: teplota vzduchu, denní maximum teploty vzduchu, denní minimum teploty vzduchu, denní minimum teploty vzduchu v 5 cm nad zemským povrchem, tlak vzduchu, vlhkost vzduchu, poměrná vlhkost vzduchu, atmosférické srážky, směr a rychlost přízemního větru, doba trvání slunečního svitu a výška sněhové pokrývky. (Kožnarová & Klabzuba 2007 & Anonym 2008)

3.1 Příčiny variability klimatu

Velice důležitou roli při vývoji klimatu hrají i vnější faktory, které lze rozdělit do několika hlavních skupin.

3.1.1 Astronomické faktory

První skupinu tvoří astronomické faktory, mezi které patří následující dílčí prvky: postavení Země ve sluneční soustavě, oběh a rotace Země, tvar Země a sklon zemské osy.

Francouzský matematik Joseph Alfonse Adhémar (1797 – 1862) v roce 1842 napsal knihu „*Vývoj moře*“, ve které se jako první opírá o hypotézu, podle které by střídání dob ledových s dobami meziledovými souviselo s faktem, že pohyb zemské osy se mění (precese). Tato teorie nebyla vědcům lhostejná a postupně se vyvíjela. James Croll (1821 – 1890), skotský fyzikální vědec, se opřel o výzkumy svého kolegy a došel k závěru, že pozici slunce a Země neovlivňuje pouze precese, ale i excentricita (vzdálenost ohniska od středu eliptické dráhy) oběžné dráhy Země kolem Slunce. Mimo jiné James Croll patřil k prvním, který si začínal všimnout faktu, že podíl oxidu uhličitého má vliv na oteplování klimatu. (Čílek 1995a & Barros 2006)

Nejpropracovanější a obecně přijatý model vlivu sluneční činnosti na zemské klima zpracoval srbský astrofyzik Milutin Milankovič (1879 – 1958), který teorii

precese a excentricity doplnil o model náklonu zemské osy. Podle Milankoviče dochází ke změně směru zemské osy (precesi) každých přibližně 19 000 až 23 000 let, ke změně excentricity zemské dráhy každých 100 000 let a ke změně náklonu zemské osy každých 41 000 let. (Cílek 1995a & Behringer 2010)

V současné době se z astronomického hlediska nacházíme v období ochlazování, které by vzhledem k narůstajícím koncentracím skleníkových plynů v posledních dvou staletích, nemuselo být tak intenzivní. I přes to, že se za posledních 150 let se sluneční záření výrazně zvýšilo, podle Vincenta Barrose je vliv slunečního záření na změnu klimatu až šestkrát menší než vliv skleníkových plynů. Vzhledem k tomu, že všechny atmosférické procesy jsou dlouhodobějšího charakteru, nemají na soudobý vývoj podnebí zásadní vliv. Je důležité připomenout i fakt, že všechny astrologické procesy nemůžeme žádným způsobem ovlivnit a jejich vliv na vývoj klimatu je zcela přirozený.

3.1.2 Geologické faktory

Vznik planety se datuje do dávné minulosti a odehrával se několik miliónů let. V oné době kontinenty neměly stejnou podobu a polohu jakou mají dnes. Díky pohybu litosférických desek se kontinenty utvářely a pluly po zemském povrchu. Důsledkem tohoto procesu nebyla pouze změna v rozmístění světadílů. Tyto pohyby měnily i směr mořského proudění a ovlivňovaly srážky nad kontinenty. Následné vrásnění mořského dna a zdvihání či pokles horských masivů měly za následek změnu směru proudění vzduchu a tím pádem i rozložení atmosférických srážek. (Behringer 2010)

I v dnešní době můžeme zaznamenat, že litosférické desky se neustále pohybují a podsouvají pod sebe. Při náhlém pohybu zemské kůry se uvolní velké množství napětí, které způsobí otřes zemského povrchu. Tento jev je znám jako zemětřesení a nejčastěji k němu dochází na hranici dvou litosférických desek. Podmořská zemětřesení mohou vyvolat i ničivé vlny tsunami.

Dalšími geologickými faktory jsou: zeměpisná šířka, nadmořská výška a kontinentalita. Zeměpisná šířka má vliv na intenzitu dopadajícího záření a určuje rozložení fauny a flóry dle typu podnebí dané oblasti (tzv. klimatická zonálnost). Nadmořská výška určuje výškovou klimatickou zonálnost a ovlivňuje hodnoty všech

meteorologických prvků. Míra kontinentality, tj. vzdálenost pevniny od moře, určuje množství srážek a výši rozdílu teploty mezi dnem a nocí.

3.1.2.1 Vulkanismus

S pohybem litosférických desek úzce souvisí sopečná činnost. Při výbuchu sopky se do ovzduší uvolňuje velké množství sopečného popela, aerosolů a plynů. Pokud se tyto částice dostanou až do stratosféry, která se nachází ve výšce 11 až 50 km nad mořskou hladinou, naruší chemické složení této vrstvy a můžou způsobit celosvětové ochlazení. Například v roce 1991 došlo k velice silnému výbuchu sopky Pinatubo na Filipínách, kdy se do ovzduší dostalo přibližně 20 až 30 milionů tun oxidu siřičitého. Tato erupce měla za následek pokles teplot až o 0,5 °C v následujícím roce 1992. (Barros 2006 & Behringer 2010)

3.1.3 Zemská atmosféra

Dalším faktorem, který působí na vývoj klimatu je složení vzdušného obalu Země, na kterém závisí míra slunečního vyřazování. Veškeré záření, které dopadá na zemský povrch, pochází ze Slunce. Tudíž je velice důležité sledovat bilanci mezi slunečním zářením dopadajícím na Zemi a zářením, které je naopak ze Země uvolňováno.

Atmosféra je složena asi z 20% kyslíku a 78% dusíku. Zbývá dvě procenta tvoří další plyny: argon, oxid uhličitý, neon, helium, metan, krypton a vodík. (Behringer 2010)

3.1.3.1 Radiační bilance

Teplota planety nezávisí jenom na přichozí energii, ale i na množství tepla, které Země vyše zpět do vesmíru. Záření přicházející ze Slunce na Zemi je z části pohlcováno a z části se odráží zpět do vesmíru. Pokud si představíme, že na zemský povrch dopadá 100% slunečního záření, vypadá radiační bilance následovně. Asi 30% slunečního záření je zpět odraženo do vesmíru. Velkou úlohu v tomto procesu mají mraky. Část záření je ale odražena i samotnou atmosférou a zemským povrchem. Zbývá nám tedy 70% slunečního záření, které je absorbováno

následujícím způsobem: 51% je pohlceno souší a oceány, 16% atmosférou a zbylá 3% oblaky. Tato absorbovaná sluneční energie ohřívá atmosféru, souš i oceány.

Skleníkový efekt

Proces, při kterém atmosféra Země propouští sluneční záření a zemský povrch jeho část absorbuje, se nazývá skleníkový efekt. Skleníkový efekt je přirozený jev, díky kterému jsou na Zemi vhodné podmínky pro život. Pokud by totiž neexistoval, průměrná teplota země by byla $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, celá planeta by byla zamrzlá a nebylo by vody v kapalném stavu. (Barros 2006 & Gore 2007)

Skleníkové plyny

Podstatou skleníkového efektu jsou skleníkové plyny: vodní pára, oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), freony (CFC) a ozón (O_3). Molekuly těchto plynů mají schopnost, díky které sluneční záření může proniknout do atmosféry. Při odchodu ale část odraženého záření absorbují a dochází k tomu, že se vzduch ohřívá a udržuje průměrnou teplotu planety okolo $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je tedy zřejmé, že skleníkové plyny jsou pro nás důležité. Na druhé straně je ale nutné rozlišit množství přirozených koncentrací od koncentrací, které se v posledních letech nepřirozenou rychlostí zvyšují a to především v důsledku lidské činnosti.

3.1.4 Antropogenní faktory

Za posledních 50 až 60 let se na vývoji klimatu podílí svou činností i člověk. Neekologické chování jedinců a prudký růst průmyslové výroby se negativně odráží na naší planetě a je hlavní příčinou globálního oteplování, které bude mít za následek klimatické změny značného charakteru.

Jak již bylo popsáno výše, skleníkové plyny mají schopnost zadržovat sluneční energii. Pokud dojde ke zvýšení koncentrace těchto plynů, bude zadržováno i více slunečního záření a dojde k oteplení obalu Země.

3.1.4.1 Chování skleníkových plynů

Oxid uhličitý

V současné době je globální oteplování nejvíce připisováno vzrůstající koncentraci oxidu uhličitého. Po druhé světové válce se v důsledku zvýšeného počtu obyvatel a počátku průmyslové revoluce koncentrace oxidu uhličitého zvýšila z 280 ppm (parts per milion; česky: dílů na jeden milion) na 381 ppm (hodnota 381 ppm byla naměřena v roce 2005 nad sopkou Mauna Loa). Celkové zvýšení je tedy o 101 ppm. Velice zajímavé je zjištění, že zvýšení z počáteční hodnoty na hodnotu 330 ppm (tedy o 50 ppm) proběhlo v rozmezí 200 let od roku 1750 do roku 1950. Zbýlých 51 ppm připadá na období let 1951 až 2005, což je pouhých 54 let. Je tedy zřetelné, že zvýšení v druhém období dosáhlo stejné hodnoty v mnohem kratším čase. (Houghton 1998 & Gore 2007)

Oxid uhličitý tvoří 80% celkových emisních plynů. Další plyny, které se na emisi skleníkového plynu podílí, jsou z 18% metan a z 9% oxid dusný. K uvolňování oxidu uhličitého do ovzduší dochází při spalování uhlí, ropy a ropných derivátů a zemního plynu. V současné době naše společnost spotřebovává 80% energie prostřednictvím fosilních paliv. V posledních letech přispívá ke zvýšení koncentrací oxidu uhličitého i rozsáhlé odlesňování.

Metan a oxid dusný

Metan je druhým nejzávažnějším skleníkovým plynem, který se podílí na globálním oteplování. Šedesát procent tohoto plynu je produkováno lidskou činností. Nejen zemědělství a skladování fekálií, ale i skládky, těžba a vypalování lesa a plodin produkují metan, který se volně dostává do atmosféry. Stejným způsobem do ovzduší uniká i oxid dusný. (Houghton 1998 & Barros 2006)

Freony

Mezi další plyny, které vznikají lidskou činností, patří freony. I když se v atmosféře vyskytují jen ve velice nízkých koncentracích, setrvávají zde až desítky tisíc let a tak přispívají ke skleníkovému efektu. Freony se díky vysoké tepelné kapacitě začaly využívat jako chladicí zařízení chladniček. Za nedlouho ale bylo

zjištěno, že tyto plyny mají negativní dopad na ozonovou vrstvu a tak je jejich množství v atmosféře již delší dobu sledováno a regulováno Montrealským protokolem.

Vodní pára

Ke skleníkovým plynům patří i vodní pára. Vodní pára se do atmosféry dostává vypařováním, jejíž míra závisí na teplotě oceánu a teplotě vzduchu. Pokud teplota roste, vypařuje se více vody. Vodní pára stoupá vzhůru a hromadí se v atmosféře, kde absorbuje další tok energie, nadále ohřívá vzduch a způsobuje rozsáhlejší míru evaporace. Vodní pára se shlukuje kolem kondenzačních jader; tj. kolem míst, kde dochází k přechodu vodní páry na kapalnou formu vody. Může ale nastat situace, kdy se vodní pára shlukne pouze v malém množství a kapky nejsou dostatečně veliké, aby se gravitací samy uvolnily. Za těchto okolností je vznik srážek oddálen nebo k němu vůbec nedojde. (Barros 2006)

Ozón

Mezi poslední skleníkový plyn patří ozon. Zde je potřeba rozlišit dva druhy ozonu. Ozon troposférický neboli přízemní vzniká chemickými reakcemi oxidu dusíku, který vzniká při spalování pohonných hmot v automobilech. Pokud se oxid dusíku dostane do kontaktu s kyslíkem, mění se za pomoci slunečního záření ve škodlivé tříatomové molekuly ozonu O_3 . Ve zvýšených koncentracích vzniká v letním období především v oblastech s vysokou automobilovou dopravou. Druhý typ ozónu je přítomný v ozonové vrstvě, absorbuje ultrafialové složky slunečního záření a chrání tak zemi před ultrafialovým zářením. (Houghton 1998)

3.1.4.2 Velký londýnský smog

V prosinci roku 1952 zasáhla Londýn hustá mlha, která sebou přinesla i ochlazení. Obyvatelé Londýna tudíž spalovali více uhlí. Ve stejné době se začal využívat i nový způsob veřejné dopravy. Autobusy s dieselovým motorem díky kterým se do ovzduší dostávalo více oxidu uhličitého a dalších nebezpečných látek. Nedaleko města byla tepelná elektrárna a továrny, které ke zvýšení koncentrace jen přispěly. (Hadač 1987 & BBC)

Tyto vysoké koncentrace skleníkových plynů se se studeným vzduchem smísily a vytvořily nad městem smogovou pokličku. Smog byl tak hustý, že znemožnil autobusovou, železniční i leteckou dopravu. Pronikal i do budov, čehož využívali lupiči. Během této události zemřelo přibližně 4000 osob. Vysokým koncentracím podlehl hlavně starší osoby a novorozenci, kteří trpěli na onemocnění dýchacího a srdečního ústrojí.

3.1.5 Ekologické katastrofy

Důležitý podíl na vývoji klimatu mají i ekologické katastrofy (např. výbuch atomové elektrárny, nehoda ropné plošiny, únik chemikálii), které mají za následek i lidské životy. Na vzniku ekologických katastrof se podílí i člověk svým nezodpovědným přístupem k přírodě.

Klima se v minulosti měnilo, mění se a bude se měnit i v budoucnosti. Vývoj klimatu je proces velice složitý. Největším problémem zůstává jeho nepředvídatelnost a nelineární chování, kdy výstup není úměrný vstupu. I přes veškeré moderní techniky, díky kterým jsme schopni provést nespočet měření s velice přesnými výsledky, není v naší moci předvídat vnější zásahy, a proto se můžeme opřít pouze o teorie vývoje klimatu.

3.2 Vznik IPCC

V roce 1988 byla založena mezinárodní organizace IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*; česky: *Mezivládní panel pro změnu klimatu*). Organizace se sídlem v Ženevě byla zřízena Světovou meteorologickou organizací (WMO) a Programem OSN pro životní prostředí (UNEP). Jejím cílem je vědecky monitorovat aktuální stav a změny klimatu na celé planetě a vyhodnocovat potenciální ekonomické a sociální dopady.

Výsledky práce IPCC jsou zveřejňovány ve zprávách, které jsou dostupné všem občanům. K dnešnímu dni byly vydány čtyři hodnotící zprávy a to v letech 1990 (s doplněním v roce 1992), 1995, 2001 a poslední v roce 2007. Uvedené zprávy zhodnocují soudobý stav počasí a vývoj klimatu, ale především kladou důraz na

řešení následků klimatických změn. Veliká pozornost je věnována vytvoření mezinárodních smluv, které by zajistily snižování skleníkových plynů. (IPCC 2007a)

3.3 Současný vývoj podnebí podle zpráv IPCC

V současné době se nacházíme v tzv. době klimatického optima. Počátek tohoto období, který se datuje na rok 1897, byl spíše chladnější. Od počátku čtyřicátých let dvacátého století zaznamenáváme počasí s postupným oteplováním a s mírnými zimami, které trvá dodnes. Od roku 1950 se průměrná noční teplota zvyšuje rychleji než teplota denní a klesá množství chladných dnů, chladných nocí a mrazů a naopak počet teplých dnů a nocí se zvyšuje. Na počátku roku 1980 dochází k razantnímu oteplování a od této doby jsme svědky nárůstu teplot se zvyšujícím se trendem. (Barros 2006 & IPCC 2007a & Soukupová 2008)

Za posledních 100 let (1906 – 2006) se průměrná teplota vzduchu zvýšila o 0,74 °C, což je hodnota o 0,14 °C vyšší než předpoklady, které jsou uvedeny ve Třetí hodnotící zprávě IPCC. Jedenáct z posledních dvanácti let (1995 – 2006) se řadí mezi jedenáct nejteplejších. V celém tomto období byl nejteplejším rokem rok 2005. V mnoha městech ve Spojených státech amerických padly právě v tomto roce teplotní rekordy a rekordy v počtu po sobě jdoucích teplých dní. (IPCC 2007b)

Ke zvyšování teplot dochází na celé planetě, ovšem na severní polokouli je tento nárůst asi o 0,1 °C vyšší oproti polokouli jižní. Průměrné teploty na severní polokouli byly od druhé poloviny 20. století nejvyšší za posledních 1300 let. Tento fakt je vysvětlován tím, že většina populace žije na sever od rovníku. Z regionálního hlediska je globální oteplování velice nerovnoměrné. V některých oblastech se teploty zvyšují až o 2 °C a v některých teploty klesají a dochází k ochlazení. (IPCC 2007b)

Zvýšení teplot má za následek tání ledovců a snížení sněhové pokrývky. Podle závěrů odborníků, ztratil ledovec Kilimandžáro od roku 1912 do roku 2007 okolo 85% svého objemu. Vědci předpovídají, že do deseti let sníh z ledovce zcela zmizí. Obdobná je situace i u ledovců v Patagonii, které mezi lety 1995 až 2000 zmizely dvojnásobnou rychlostí. Podobný vývoj můžeme zaznamenat i ve Švýcarsku nebo v Itálii. Sníh stéká a pod vrcholy hor se tvoří ledovcová jezera, která ovlivňují i hydrologický režim horských řek. Tání ledovců zvyšuje objem vody v oceánu a navyšuje jeho průměrnou hladinu. Od roku 1961 se průměrná hladina moře na

pobřežích zvýšila o 10 až 25 cm. V oblastech s trvale zamrzlou půdou dochází k půdní nestabilitě. (Barros 2006 & Gore 2007)

V období let 1900 až 2005 se významně zvýšilo množství atmosférických srážek ve východních částech Severní a Jižní Ameriky, v severní Evropě a severní a střední Asii. V oblasti Sahelu, Středoziemního moře, jižní Afriky a v částech jižní Asie jich naopak ubylo. Od sedmdesátých let minulého je zpozorována změna v rozložení atmosférické cirkulace, což ovlivnilo dráhy cyklon, jejichž zvýšená aktivita je zpozorována hlavně nad severním Atlantikem. Od stejného období byl zaznamenán nárůst vln veder a ploch zasažených suchem. (IPCC 2007b)

3.4 Klimatické změny a růst aridních oblastí

Je již zřejmé, že naše planeta se otepluje a oteplovat se i nadále bude. Nikdo není schopen odhadnout jak rychle a do jaké míry bude oteplování probíhat. Tabulka číslo dva zobrazuje šest různých emisních scénářů, které předpokládají, o kolik stupňů se teplota zemského povrchu zvýší v závislosti na zvýšení obsahu skleníkových plynů v ovzduší.

Pokud by koncentrace skleníkových plynů stoupala stejným tempem jako v současnosti (o 1,4 - 2 % za rok), došlo by pravděpodobně v průběhu nejbližších padesáti až sto let k nárůstu průměrné teploty o 2 °C. Mnohem reálnější je však scénář A1B, který předpokládá vzestup teplot o 1,7 až 4,4 °C. Nejpesimističtější varianta scénáře A1F1 by znamenala nárůst teplot o 2,4 až 6,4 °C, což by mělo pro celou planetu velmi vážné následky.

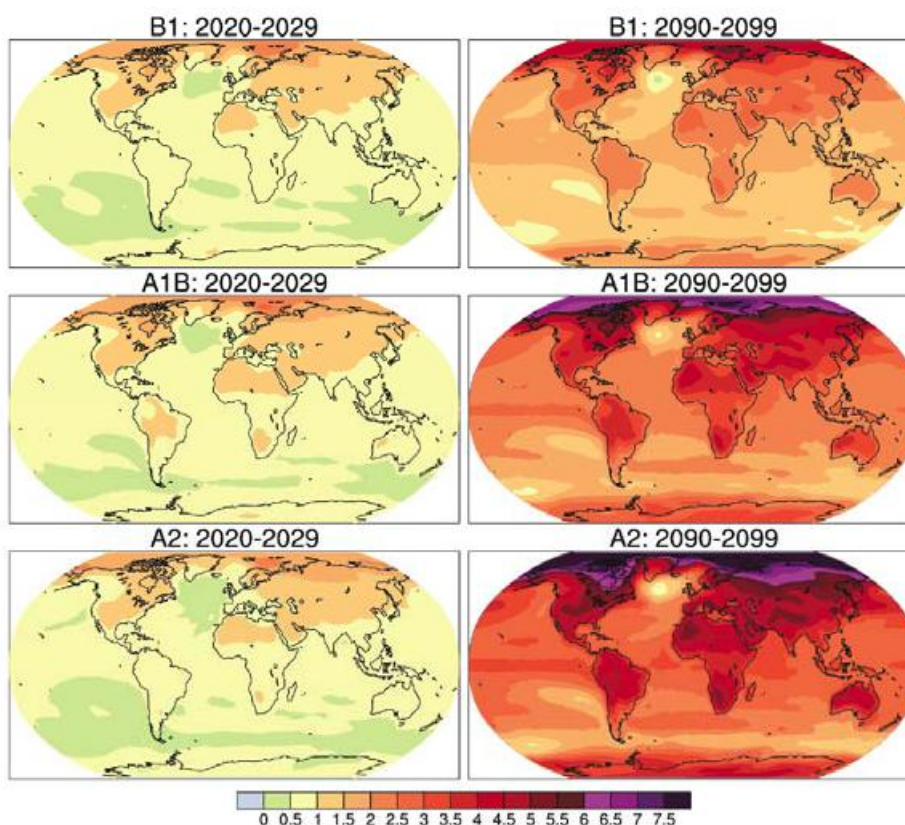
Tab. č. 2: *Ilustrativní scénáře SRES k roku 2100*

Scénář	Koncentrace CO ₂ (ppm)	Rozsah změny teplot (°C)
B1	600	1,1 - 2,9
A1T	700	1,4 - 3,8
B2	800	1,4 - 3,8
A1B	850	1,7 - 4,4
A2	1250	2,0 - 5,4
A1F1	1550	2,4 - 6,4

Zdroj: <http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-wg1-spm.pdf>

Modelové scénáře předpokládají, že do konce 21. století se prodlouží období extrémních veder a dojde k častějšímu příchodu vln s vysokými teplotami. Stále více budou převládat nesnesitelně teplá období, která pravděpodobně budou následkem snížení počtu tropických cyklón. Mimosotropické cyklóny by se podle předpovědi měly posunout směrem k pólům, což by vedlo k přerozdělení srážek a teplot. Velmi pravděpodobně dojde ke snížení srážek ve většině subtropických pevninských regionů a dostupnost vody se v subtropických i tropických oblastech významně sníží. Vědci se domnívají, že množství vodních zdrojů v mírně suchých oblastech jako je např. Středozemská pánev, západ Spojených států amerických, jižní Afrika nebo severovýchodní Brazílie bude postupně eliminováno a celkově se zhorší dostupnost vody pro celou planetu. Vzrostou vyprahlé plochy a vzniknou pouště, které se budou rozšiřovat. (IPCC 2007b)

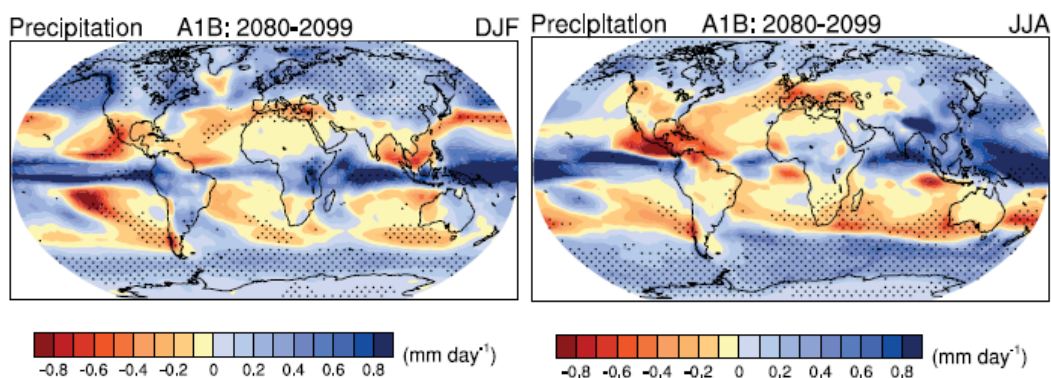
Obr. č. 1: *Změny teploty vzduchu při zemském povrchu*



Zdroj: <http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-wg1-spm.pdf>

Obr. č. 2: *Relativní změny srážek (v milimetrech za den) pro období 2080 – 2099. Hodnoty představují průměry podle více modelů na základě scénáře SRES A1B pro*

prosinec až únor (vlevo) a červen až srpen (vpravo). Tečkované plochy představují oblasti, ve kterých se na znaménku změny shodlo více než 90 % modelů.



Zdroj: Prof. Marco Bindi

3.5 Desertifikace

3.5.1 Definice pojmu

Mezinárodní společenství UNCCD (*United Nations Convention to Combat Desertification*) definuje desertifikaci jako degradaci půdy v suchých a polosuchých oblastech v důsledku různých faktorů včetně klimatických změn a lidské činnosti. Termín degradace půdy pak indikuje snížení nebo ztrátu biologické nebo ekonomické produktivity zemědělské půdy. (UNCCD)

Desertifikace je tedy proces, ke kterému dochází v oblastech s nedostatkem vody, především v územích, která hraničí s pouští. Je to proces, při kterém dochází k postupnému vysychání vody z půdy, což vede k přeměně úrodné půdy na půdu neúrodnou. Snížení úrodnosti půdy snižuje možnost pěstování plodin, chovu dobytka nebo produkci dřeva a vede ke vzniku a rozšiřování pouští.

Příčinou šíření pouští často bývá nadměrné spásání a odlesňování, nevhodné způsoby obhospodařování půdy, nepřiměřené zavlažování pozemků, činnost člověka a dlouhotrvající sucho.

3.5.2 Oblasti

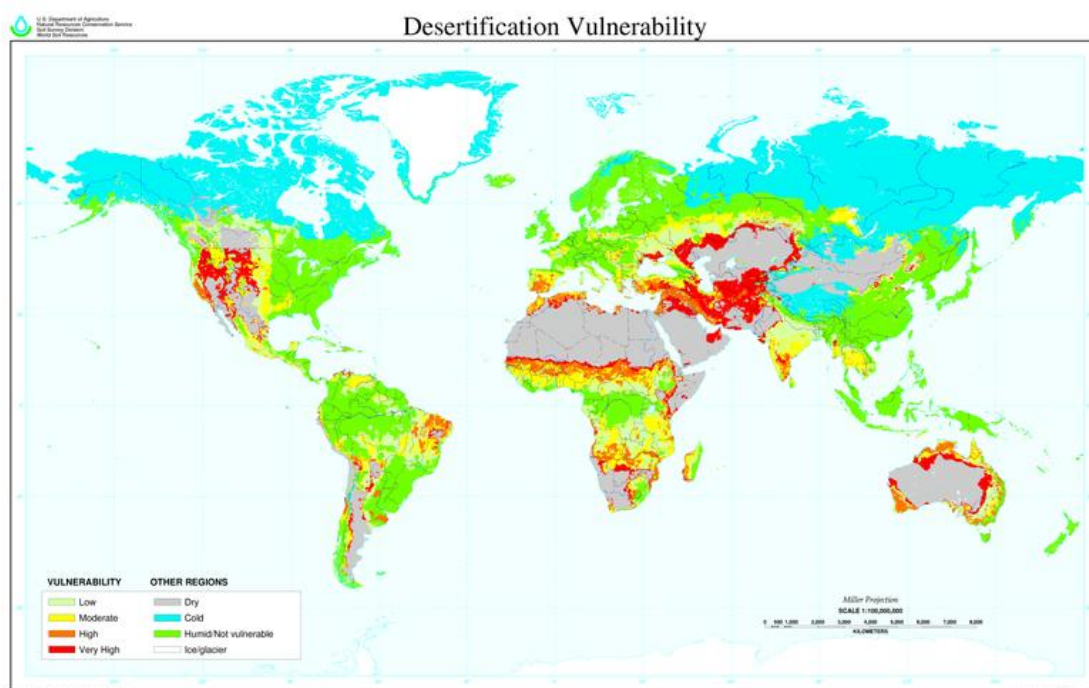
Desertifikace se týká zejména Afriky, kde se nachází největší poušť světa Sahara. Na jihu se pak v Namibii, Botswaně a Jihoafrické republice rozléhá poušť

Kalahari. V Saudské Arábii má svůj počátek Arabská poušť, které postupuje směrem na východ. Prochází Íránem, Afghánistánem, jižní částí Ázerbájdžánu a Uzbekistánem, severní oblastí Pákistánu a končí až na východě Číny. V Asii se s desertifikací setkáváme na celé severní hranici mezi Kazachstánem a Ruskem a v severozápadní oblasti podél Kaspického moře. V Austrálii se suchá území nacházejí při severním, západním a východním pobřeží. V Severní Americe patří mezi oblasti ohrožená suchem západní pobřeží Spojených států amerických a Mexika. Jižní Americe můžeme vyschlé oblasti zaznamenat především v západní části Argentiny a na východě Brazílie.

Mírnější formu vysychání je možné pozorovat v severní části Maroka, Alžírsku, Tuniska, Libye a Egypta a na jihu Indie.

V Evropě se desertifikace začíná pomalu projevovat v jižní části Španělska, Itálie, Řecka a Ukrajiny.

Obr. č. 3: Území ohrožená desertifikací – nejvíce ohrožená místa jsou zobrazena červeně

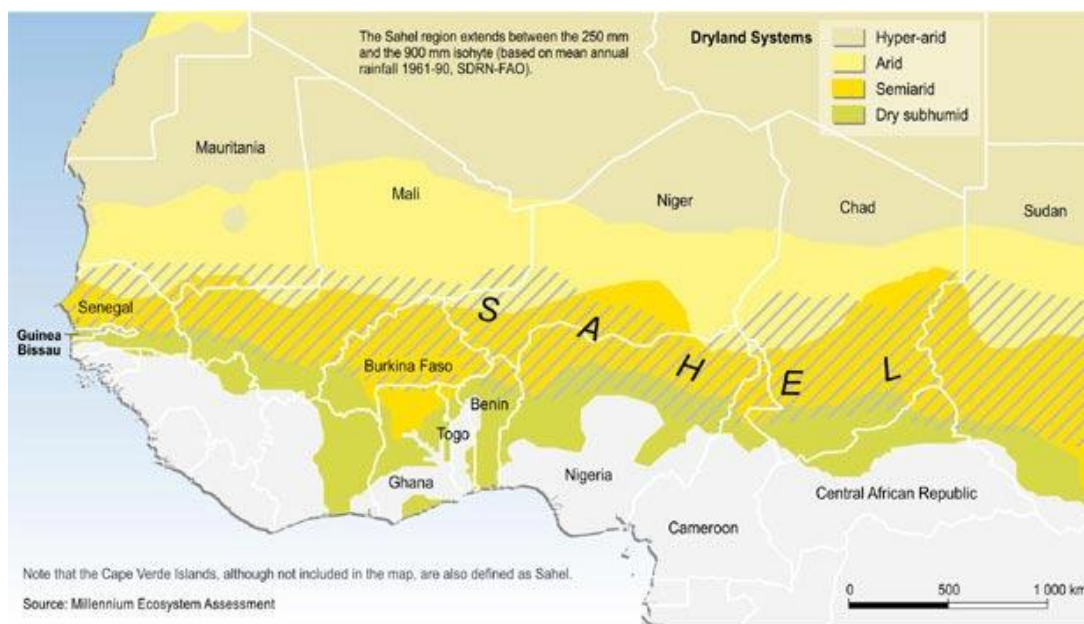


Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Desertification_map.png

3.6 Sahel

Sahel je pás vyprahlé půdy, mezi jižním okrajem pouště Sahara a vlhčími oblastmi rovníkové Afriky. Svůj počátek má u Atlantického oceánu v Mauritanii, prochází přes území států Senegal, Mali, Burkina Faso, Niger, Čad, Súdán, Etiopie a Somálsko, kde zaniká u Indického oceánu. Na celém území panuje velice suché podnebí, kdy roční úhrn srážek nepřekročí hranici 500 mm. Srážky většinou spadnou v rozmezí tří měsíců a po zbytek roku převládá katastrofální sucho, které zhoršuje podmínky jak pro život, tak i pro drobné zemědělství. Celá oblast patří mezi jednu z nejchudších a nejvíce ekologicky poškozených oblastí na Zemi. (Zeng 2003)

Obr. č. 4: *Mapa Sahelu*



Zdroj: <http://oceanworld.tamu.edu/resources/environment-book/desertificationinsahel.html>

Až do roku 1960 byla oblast bohatá na srážky. Poté nastal zvrát a prodloužené období sucha mělo za následek smrt až 250 000 lidí. Možná díky těmto následkům vznikla v roce 1994 *Úmluva OSN o boji proti desertifikaci v zemích postižených velkým suchem a/nebo desertifikací, zvláště v Africe*, která vstoupila v platnost 26. 12. 1996 a měla zjistit příčiny náhlého vysychání. (Zeng 2003 & Cook)

Nedávné práce meteorologů ukázaly, že množství srážek v Sahelu je určováno rozdílem povrchových teplot mořské vody u Guinejského zálivu a

v Indickém oceánu. Pokud v Guinejském zálivu převládá teplo, africký monzun se přesouvá na jih a nad oblastí Sahelu panuje sucho. Srážkový úhrn se zvýší, pokud v zálivu panují chladnější teploty, které monzun posilují. (Zeng 2003)

Za posledních 40 let je srážkový úhrn oblasti velice podprůměrný. Celková degradace půdy v oblasti se odhaduje na 80%. Zemědělství a chov hospodářských zvířat je neproduktivní. Počet obyvatel stoupá o 3% ročně, ale kvalita půdy se čím dál víc zhoršuje a tempo produkce potravin zaostává o jedno procento. Na degradaci půdy se podílí i odlesňování a vypalování. Špatné obhospodařování polí, vede k erozi půdy, která oblast Sahelu pomalu rozšiřuje.

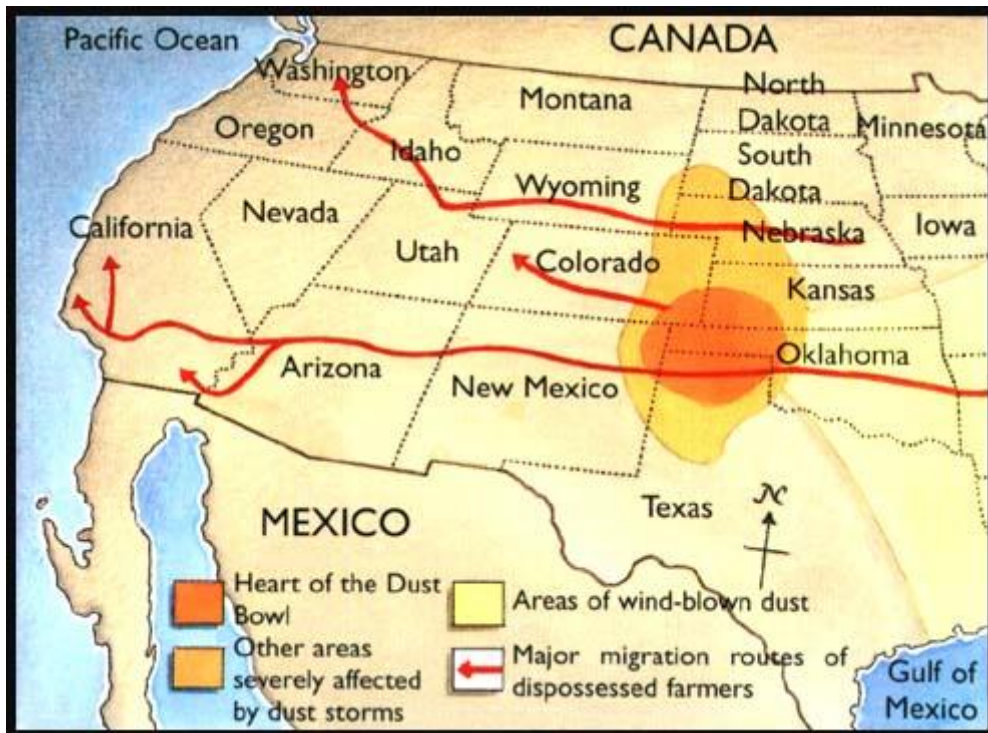
Již dnes jsou obyvatelé nuceni hledat stále nová území pro chov dobytka. Jejich jedinou volbou je kočovný způsob života. Otázkou ale zůstává, kolik vhodných ploch k tomuto způsobu života se v oblasti ještě nachází a jakou rychlostí budou i tyto plochy podléhat desertifikaci.

3.7 Sucha v USA

Výskyt sucha ve Spojených státech amerických se v průběhu minulého století měnil. Nejhorší sucho v historii USA počalo rokem 1930 a trvalo celých 20 let až do roku 1950. Toto období bylo velice kritické, neboť v roce 1930 zemi zasáhla vlna prachových bouří. Léta, kdy Spojené státy americké zasáhly tyto bouře je známé pod pojmem „Dust Bowl“. Na následky spojené se suchem trpěly dvě třetiny země. Z ekologických a ekonomických následků se země vzpamatovávala až do roku 1940. (Ganzel 2003 & Hornbeck 2009)

Než nastalo období sucha, byla tato oblast vlhká a své domovy tu našli farmáři a zemědělci. Ovšem v roce 1930 se tato situace rapidně obrátila. Vlna sucha, která oblast zasáhla, neumožňovala střídání osevniho postupu, jež chrání půdu před erozí. Zemina se stala nekompaktní a měnila se v prach. V červenci roku 1934 přišla silná bouře, která úrodnou složku půdy v podobě prachových částic unášela pryč až na vzdálenost stovek kilometrů. Prach se vířil oblastí a nikdo netušil, jaké následky tato katastrofa bude mít. Převládala panika, hladomor a nemoci dýchacího ústrojí. Došlo i k několika úmrtím v důsledku vdechnutí písečného prachu. Miliony hektarů zemědělské půdy se staly neproduktivní a ti, kteří přežili, byli nuceni opustit své domovy.

Obr. č. 5: Dust Bowl – postižené oblasti



Zdroj: <http://www.spartacus.schoolnet.co.uk/USAdust.htm>

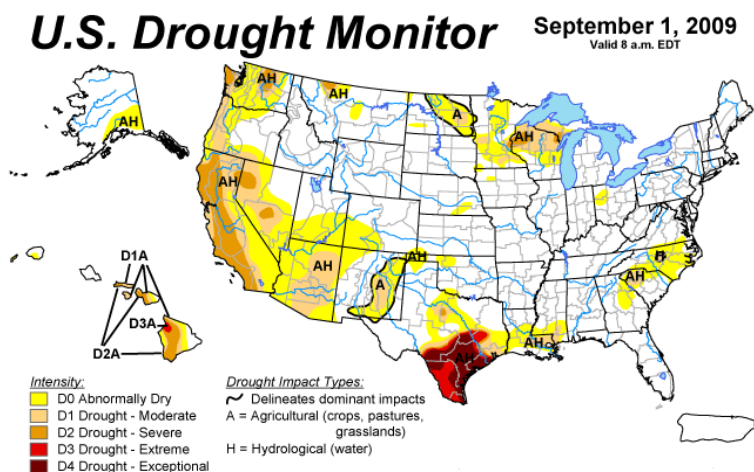
Od roku 1980 došlo ve Spojených státech amerických k patnácti událostem, které měly za následek sucho. V letech 1980 až 1988 ekonomické ztráty následkem sucha překročily 40 miliard dolarů a v každém z případů zemřelo přibližně 5000 lidí. Tato katastrofa je hodnocena jako nejdražší katastrofa v historii USA. V letech 1999 až 2000 byla suchem zasažena třetina země. Ekonomická ztráta se vyšplhala na 4 miliardy dolarů a zemřelo 140 lidí. Do některých států srážky nakonec dorazily, ale část národa zaznamenala ztrátu až do jara roku 2001. (Enloe 2011)

Počátkem srpna 2009 se srážky díky silným větrům posunuly nad severovýchod Spojených států amerických. Extrémní sucho postihlo střední a jižní část Texasu, Kalifornii a Nevadu. Během srpna se vlna rozšířila podél pobřeží až do Oregonu a Washingtonu. Jihozápadní monzun byl oslaben, což přineslo suché období do Arizony, jižní části Utahu a Colorada a do východní části Nového Mexika.

I přes to, že většina srážek byla odkloněna na severovýchod, jejich intenzita se od oblasti k oblasti měnila. Na východním pobřeží se se suchem potýkaly státy Georgie a Jižní a Severní Karolína a na severu země byl postřížen především Wisconsin. Zemědělské dopady byly zřetelné v okolí Velkých jezer v Severní

Dakotě. Sucho se dotklo i středních a východních ostrovů Havaje a jižního cípu Aljašky.

Obr. č. 6: Oblasti zasažené suchem v roce 2009



Zdroj: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/drought/2009/8#national-overview>

Závažnost sucha v USA nám potvrzují aktuální katastrofické lesní požáry v Texasu. Již půl roku sužuje oblast výrazný srážkový deficit, při kterém spadlo pouhých 5% průměrného normálu. Srážkový deficit a vysoké teploty způsobily vznik požárů. Původní čtyři požáry se díky silnému větru vymkly kontrole a spojily se v jeden ohromný oheň, který se rozšířil po celém státě. Ničivé plameny již spálily území několika tisíc hektarů a několik desítek obytných domů a rozšířily se i do sousedního Mexika. Podle meteorologů by měly co nejdříve dorazit srážky, které by částečně požár utlumily. Někteří klimatologové se bohužel domnívají, že případné blesky by celou situaci ještě zhoršily. Veškerou práci záchranářů komplikují silné větry, které hoření podporují. (Gazur 2011)

3.8 Vysychání Aralského jezera

V minulosti bylo Aralské jezero známé také pod názvem Aralské moře. Dnes lze bohužel hovořit pouze o jeho zbytcích a dovoluji si tvrdit, že v blízké budoucnosti budeme místo titulovat pojmem „Aralská poušť“.

Aralské jezero je bezodtoké jezero, které leží v oblasti s aridním klimatem; výpar je vysoký a srážky nízké. V závislosti na poměru mezi oběma veličinami kolísá hladina vody a je tedy jasné, že pokud je výpar výrazně vyšší než srážkový

úhrn, voda se bude vypařovat a hladina bude klesat. Ještě před padesáti lety patřilo toto jezero s rozlohou 66 900 km² ke čtvrtému největšímu jezeru světa. Za půl století se situace velice rychle obrátila a vodní plocha jezera mizí každým rokem. (Anonym 02)

3.8.1 Průběh vysychání

Před 7500 lety byla oblast okolo Aralského jezera bohatá na srážky, úrodná a osídlená. Podle výzkumu, který byl prováděn ÚACH (*Ústav anorganické chemie AV ČR v Řeži*) ve spolupráci s GeoForschungsZentrum v Postupimi u Berlína, bylo zjištěno, že výška hladiny Aralského jezera byla v době svého klimatického optima o 45 metrů výše, než dnes. (Grygar & Písková 2011)

Odborníci z celého světa se shodují na čtyřech významných úbytcích objemu vody v jezeře, ale z hlediska časového se jejich názory rozcházejí. Nejstarším dobře doložený ústup se odehrál přibližně v letech 0 až 400. Příčinou bylo dlouhodobé sušší a chladnější klima, ale také špatné hospodaření s vodou. Voda z řek, která jezero napájela, byla odkloněna zavlažovacími systémy, aby umožnila zavlažování bavlníkových plantáží. Vědci zjistili, že hladina jezera v době středověku byla nízko jako dnes a jeho části byly dokonce osidlovány. (Grygar & Písková 2011)

Podruhé významně hladina poklesla v letech 900 až 1350 (datování se liší dle různých autorů). Z rozboru pylových zrn bylo zjištěno vysychání v okolí Aralu mezi lety 900 až 1200. Ve 12. století byla řeka Amudarja znovu odkloněna a vodní režim byl opět narušen činností člověka. Odklon přirozeného toku řek výrazně ovlivnil hydrologický režim a hladina jezera kolísala. (Grygar & Písková 2011)

Nejméně se vědci shodují v datování třetího nízkého stavu jezera. Podle ÚACH toto období trvalo v 15. století. Jiní autoři se ale domnívají, že třetí období vysychání začalo později a trvalo až do poloviny 19. století. Tento předpoklad ale nesouhlasí s mapou z roku 1853, z které je zřetelná vysoká hladina jezera. (Grygar & Písková 2011)

Čtvrtá fáze vysychání se týká událostí posledních padesáti let. Naměřené hodnoty lze porovnat s přesnými výsledky neb je od roku 1960 Aralské jezero monitorováno satelity z vesmíru. V roce 1960 byl přítok řek do jezera 63 km³/rok. Ruská federace, tehdejší Svaz sovětských socialistických republik, postupně čím dál více využívala vodu z řek Amudarja a Syrdarja k zemědělství, čímž došlo v roce

1987 k rozdělení jezera na dvě části: severní a jižní. V následujících letech se přítok do jezera snížil o pětinu a hodnota naměřená v roce 1990 byla pouhých 12,5 km³/rok. Svoji roli bez pochyby hrál i fakt, že lednová teplota vzduchu vzrostla v průběhu období 1960 až 1990 o 6 °C. Kanál, který severní a jižní část jezera spojoval, v roce 1992 vyschl a o tři roky později byl nahrazen kanálem umělým. Díky hrázi, která zde byla vybudována, hladina severní části jezera od roku 2003 začala mírně stoupat. Jižní část jezera se ještě v roce 2006 rozdělila na další dvě části: východní a západní. Lze zpozorovat rychlejší úbytek východní části, jež od roku 2006 ztratila 80% svého objemu. (Adámek 1999 & Anonym 02)

Tab. č. 3: *Úbytky Aralského jezera*

Letopočet	Přítok do jezera (km ³ /rok)	Nadmořská výška hladiny (m)	Objem vody (km ³)	Rozloha (km ²)
1960	63	53,4	1083	66 900
1990	12,5	38,2	323	36 800
2003	3,2	31	112,8	18 240

Vysychání jezera je doprovázeno zvyšující se mineralizací a salinitou. Východní pánev jezera je čtyřikrát slanější než průměrný oceán. Celkové množství soli rozpuštěné v jezeře je odhadováno na 6 bilionů tun. Touto solí ale není sůl kamenná. Jedná se o směs tvořenou karbonáty, sírany s malým podílem chloridů. Kromě solí se na dně jezera hromadí i hnojiva, pesticidy a jiné chemikálie. Objem jezera se stále zmenšuje, a tudíž koncentrace rozpuštěných látek stoupá. Voda v jezeře je již v podstatě jedovatá. Kolem jezera vznikla solná poušť, z které vítr roznáší slaný prach až do centrální Asie. (Píšková 2011)

3.8.2 Ekologické důsledky

Na počátku šedesátých let zaměstnával rybolov téměř 60 tisíc lidí v regionu. Díky zvýšenému obsahu soli začaly ryby vymírat a již ve druhé polovině sedmdesátých let rybolov uživil necelých 42 tisíc obyvatel. V důsledku tohoto poklesu řada rybářů přešla k pěstování rýže. Vzhledem k silící větrné erozi, která odnáší slaný prach, jež je ukládán na plochách orné půdy a úbytku vegetačních dnů půda degraduje a pěstování rýže i bavlníku není na svém maximu. (Anonym 02)

Postupný zánik jezera ovlivnil i deltu řek. Zmizela krajina tvořená bažinami, lesíky, kanály a jezírky, kde svůj domov našlo velké množství ptáků.

Roznášená kontaminovaná sůl zanechává následky i na lidské populaci. Průměrná délka života obyvatel v oblasti Aralského jezera je pouze 59,5 roku. Obyvatelé trpí respiračními chorobami a tuberkulózou, přibývá výskyt rakoviny, čtenější jsou nemoci jater, ledvin a očí, zvyšuje se míra chudokrevnosti a častější je i přítomnost kovů v krvi. Výrazně vzrostla novorozenecká úmrtnost a smrt spojená s infarktem myokardu. (Anonym 02)

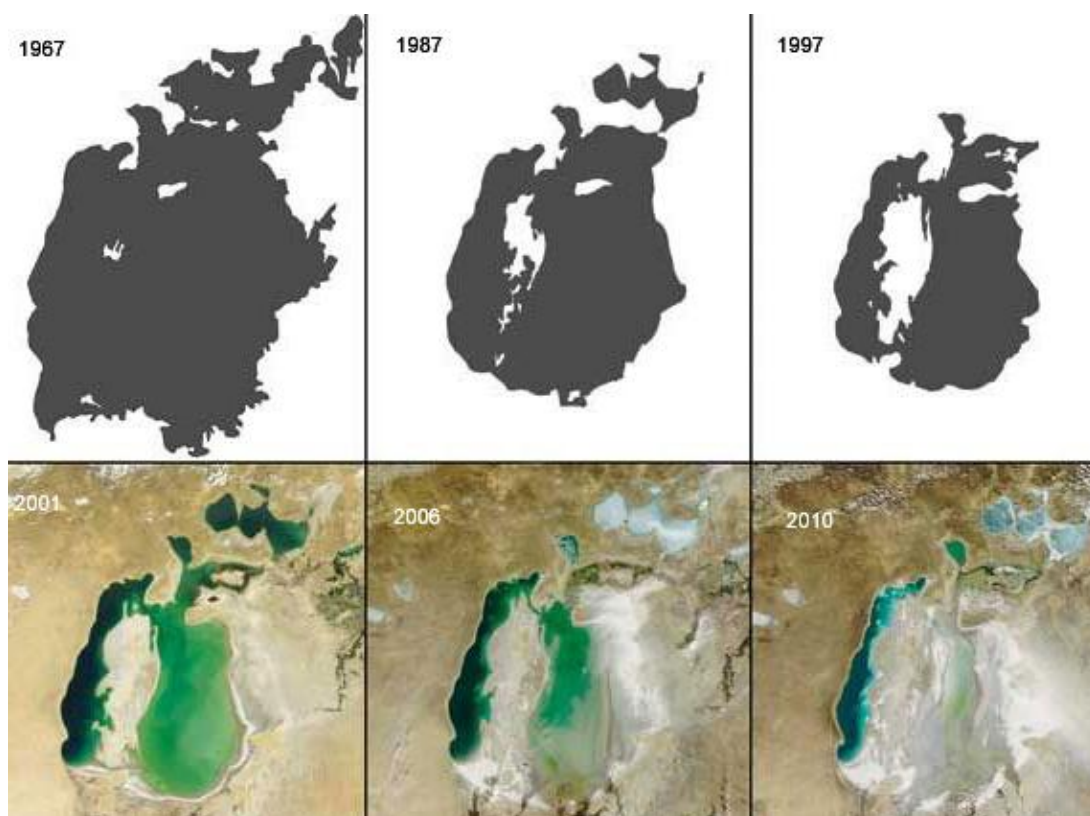
3.8.3 Cíle do budoucna

Podle ministra zdravotnictví Karakalpacké republiky Damira Babanazarova Rejpnazaroviče nemá smysl zachraňovat vyprahlé jezero. Pokud by se našlo dostatečné množství vody, které by bylo přivedeno i tak by vzniklo neživé jezero s vysokým výparem a salinitou. Ministr je přesvědčen, že prioritou je zabezpečit obyvatelstvo pitnou vodou. Dále je zapotřebí zlepšit kvalitu zavlažovacích systémů tak, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám. Zemědělci by měli pěstovat na vodu méně náročné druhy bavlníků nebo obměnit skladbu jinými rostlinami. Ti, kteří by i nadále odebírali vodu z řek, by měli být pokutováni. (Adámek 1999)

Problematika Aralského jezera byla v minulosti a je v současné době řešena v mezinárodním měřítku. Na projektech na pomoc ohrožené oblasti se podílí Severoatlantická aliance (NATO), Světová banka (WB), Organizace spojených národů (OSN) a světové zdravotnické organizace. (Anonym 02)

I přes veškerou pomoc se již katastrofa vymkla normálním měřítkům a odborníci hovoří o posledních čtyřech letech, kdy je poslední šance něco radikálně změnit.

Obr. č. 7: Vysychání Aralského jezera



Zdroj: <http://vesmir.cz/clanky/clanek/id/9117>

4. Příčiny klimatických změn, které přinášejí sucho

Vzduch je v rovníkových oblastech ohříván sluncem, stoupá do vyšších vrstev a směřuje na sever i na jih. Nad vlhkými tropy vláhu většinou vyprší a na sever i na jih dále pokračuje vzduch suchý. Suchý vzduch klesá a vytváří podmínky pro vznik pouští. Odtud vítr v podobě pasátů vane zpět k rovníku. Na rovník se studený vzduch střetne se vzduchem teplejším. Teplejší vzduch je vytlačen vzhůru a opět směřuje na sever a na jih a celá atmosférická cirkulace se neustále opakuje. (Galan 1997)

4.1 Jižní oscilace ENSO

Podstatou jižní oscilace, známé jako Walkerova cirkulace, jsou rozdíly tlaků nad Jižní Amerikou a východním Tichomořím a Austrálií. Za normálních podmínek se v západním Tichém oceánu nacházejí oblasti teplé vody. Teplé a suché pasáty vanou od západu k východu. Postupně se ochlazují a u Peru studený vzduch klesá. Část proudů se odkloní na sever a část se obrací a vrací se zpět k Indonésii, kde se okruh uzavírá. Perioda této oscilace je 3 – 7 let. (Soukupová 2008)

Variabilita v atmosférickém tlaku a v pasátech je hlavním rysem Walkerovy cirkulace. Pro každou fázi jižní oscilace se tato variabilita projevuje proměnlivostí ve srážkovém úhrnu. Pokud dojde k oslabení Walkerovy cirkulace, letní monzuny v Asii mají sklon být slabší. V takovém případě spadne v průměru méně atmosférických srážek a období sucha bývá delší. (Cílek 1995b)

Síla jižní oscilace se měří rozdílem mezi odchylkami atmosférických tlaků na Tahiti a v Darwinu v Austrálii. Tento rozdíl je označován jako Index jižní oscilace SOI (*Southern Oscillation Index*). Pokud je hodnota SOI záporná, nad Tahiti je tlak vzduchu pod normálovou hodnotou a v Darwinu je tlak vzduchu vyšší a teplota vody na východě Tichého oceánu je vysoká, situace typická pro jev El Niño. Pokud je index SOI kladný, ve východním oceánu jsou vody velice chladné, což je typické pro jev La Niña. (UNL)

4.1.1 El Niño

El Niño je jev, který zeslabuje proudění východních pasátů v rovníkovém Pacifiku, čímž vyvolá obrácení celého cyklu a změni počasí na celém světě. Tento jev se opakuje každých 3 – 7 let a jeho trvání může být až dva roky. Mechanismus vzniku tohoto jevu není dosud znám, ale je jisté, že od vzniku globálního oteplování má tento jev kratší periodu a tedy častěji mění klima na celé planetě. Poslední jev El Niño byl zaznamenán v zimě 2009/2010. (Soukupová 2008 & NOA 2009)

Během události El Niño zeslábnou východní větry, čímž se zmenší rozdíly teplot v rovníkové části Pacifiku. Chladná voda není schopna prorazit do povrchových vrstev oceánu, a větry dál slábnou. Motor jižní cirkulace se zastaví. Dešťové mraky se zastaví uprostřed Pacifiku a vlaha bez užitku spadne do moře. Hlavní dešťová zóna je posunuta na východ směrem k centrálnímu Pacifiku, což způsobí delší období sucha v severní Austrálii, Indonésii a na Filipínách. Dešťové mraky zároveň zablokují cirkulaci a stočí teplé západní větry středních šířek na sever. (Cílek 1995b & Kovat 2000)

Důsledkem je zvýšené množství srážek na jihu Spojených států amerických a v Peru. V Indonésii, Austrálii, Indii a severní části Afriky se pak srážkám nedostává a celou oblast zasáhne sucho. Vzhledem k tomu, že dojde ke změně globální atmosférické cirkulace, jsou výkyvy v počasí zaznamenány i v oblastech daleko od Pacifiku. El Niño má za následek i vznik hurikánů a tornád. (Cílek 1995b)

Během let El Niña trpí zejména u pobřeží Peru i rybářský průmysl. Chladný proud do oblasti přináší velké množství planktonu, potravu pro ryby. Při El Niňu je proud vytlačován a nahrazen proudem teplým, který naruší život planktonu. Mále ryby umírají a větší odplouvají za potravou do rybářům vzdálenějších oblastí. Na změnu teploty oceánů reagují i korály.

Pro monzuny platí to samé jako pro El Niño. Jejich intenzita se také proměňuje a mohou tedy nastat období, kdy je monzun oslaben nebo kdy téměř zaniká. V tomto případě je opožděno období dešťů a nad pevninou stále převládá sucho.

4.1.1.1 El Niño a sucho

Během události ENSO, může nastat období sucha prakticky kdekoli na světě. Vědci ale zjistili, že intenzivní sucha jsou zaznamenávána v Austrálii, v Indii, v Indonésii, na Filipínách, v části východní a jižní Afriky, při pobřeží v západním Pacifiku, ve Střední Americe, v Brazílii a v různých částech Spojených států amerických. Sucho se vyskytuje v každé z výše uvedených oblastí v různých obdobích v různém stupni závažnosti. ENSO má také významný vliv na charakter monzunů v Asii. (UNF & Kovat 2000)

Asie

Jevem El Niño bývá zasažena hlavně Indonésie. Největší sucho postihlo Indonésii v lednu roku 1997 a trvalo přibližně dalších deset měsíců. Takto dlouhé období znemožnilo jakoukoliv zemědělskou produkci. Hlad vyvolal nepokoje mezi obyvateli. Na ostrovech Borneo, Sumatra a Kalimantan docházelo k častějším požárům. Nedostatek vody donutil obyvatele využívat kalnou vodu z řek. Obyvatelé trpěli nemocemi zažívacího traktu a díky rozsáhlým požárům poruchami dýchacího ústrojí. (Kovat 2000)

Austrálie

V dubnu roku 1982 byl zaznamenán znatelný srážkový deficit. Až do února roku 1983 byly průměrné srážky menší než polovina dosavadních průměrných úhrnů. Papuu Novou Guineu postihla od dubna do listopadu 1997 sucha, která způsobila krizi související s nedostatkem potravin a pitné vody. (Anonym 01)

Afrika

Velkými vedry a suchem bývá postihována jižní část Afriky. V letech 1991 až 1992 a poté i v letech 1994 až 1995 byla tato vedra velmi krutá. Při El Niňu v letech 1997 až 1998 byly srážkové podmínky příznivé nebo lehce podprůměrné. Ale pozdní nástup období dešťů i tak zapříčinil sníženou produkci obilí kolem pouště Kalahari. (WHO 1999)

Amerika

V roce 1997 vlivem jevu El Niño došlo v karibské oblasti ke snížení počtu hurikánů, díky čemuž byla střední Amerika postižena suchem. El Niño ovlivnilo prakticky všechny zemědělské oblasti v Kostarice. Produkce klesla až o jednu třetinu dosavadní produkce a ceny se neustále zvyšovaly. Rezervy vody byly vyčerpány a byl zaveden přidělový systém na pitnou vodu. (WHO 1999)

V Guatemale se období dešťů zpozdilo a rychlé přípravy na další sklizeň si vyžádaly vypalování. Vysoké teploty způsobily požáry v severovýchodní oblasti Guatemaly. I v tomto regionu se rezervy pitné vody výrazně snížily. (WHO 1999)

V Panamě tyto suché podmínky neumožňovali kvalitní pastu a produkce masa znatelně klesla. Zemědělské plodiny trpěly nedostatkem vody a do oblasti muselo být dopraveno několik tun rýže. (WHO 1999)

Jev El Niño zasáhl svou silou i Chile. V Chile již několik let panovalo nesnesitelné sucho. Vládní orgány se velice obávaly možnosti, že dodávky pitné vody již nadále nebudou stačit. Když se v květnu nad Chile spustil déšť, všichni si oddychli. Déšť ale přibýval na intenzitě a trval až do konce října. Suchá zem ale nebyla schopna takové množství vody přijmout a bouře napáchaly rozsáhlé škody. (WHO 1999)

Je důležité si uvědomit, že jev El Niño nezpůsobuje pouze nesnesitelné sucho. Vzhledem k tomu, že celý atmosférický systém je propojený, je jasné, že pokud se na jednom místě srážkám nedostává, někde jich zase spadne mnohem více.

5. Dopady

Riziko sucha pro určitý region je založeno na frekvenci sucha, na míře závažnosti a na prostorovém rozsahu. Obecně lze říci, že globální dopady sucha jsou znatelnější v rozvojových zemích, které jsou špatně vybavené pro boj s extrémní počasí, a zranitelnost regionu je tedy vyšší. I přes to, že se právě tyto oblasti podílejí na klimatických změnách nejméně, jsou suchem postihovány nejvíce.

Sucho může zasáhnout různé oblasti lidské činnosti a jeho závažné dopady se často projeví až o několik měsíců později po svém výskytu.

5.1 Nedostatek vody

Voda je nezbytnou podmínkou života, jejímž primárním zdrojem jsou atmosférické srážky. Proměnlivost ve srážkových úhrnech způsobuje vznik sucha v různých měřítcích. V oblastech postiženými suchem řeky, jezera a půda vysychají, úroda vadne a zvířata i lidé umírají hladem. Pokrok v dopravě umožňuje charitativním organizacím následky nedostatku vody zmírnit. Pokud se ovšem budou oblasti zasažené suchem nadále zvětšovat, pravděpodobně nastane situace, kdy vodu už nebude odkud brát. Vzácná jezírka a oázy v pouštích zcela vymizí. Situace bude pro rostliny a živočichy lehčí, neboť mají schopnost adaptovat se a do jisté míry budou schopni se naučit s vodou hospodařit. I přes tuto odolnost je v případě dlouhého sucha ohrožena celá vegetace. Vyhnou miliony zvířat a výrazně poklesne biodiverzita.

Nedostatek vody v budoucnu bude ovlivněn i populačním růstem. Kolem roku 1850 žilo na celé planetě asi 500 miliónů lidí. Do roku 1950 stoupl počet na 2,5 miliardy. Od této doby lidská populace roste mnohem rychleji. Dnes na světě žije přibližně 6,5 miliardy lidí. Podle odhadů by v roce 2050 mělo na zemi žít až neuvěřitelných 9 miliard lidí. Vzhledem k tomu, že do roku 2050 by měly průměrné roční teploty na celé planetě výrazně stoupnout, lze téměř stoprocentně předpokládat i větší míru desertifikace. Zdroje pitné vody budou postupně ubývat a celkový počet obyvatel se výrazně zvýší. Tato bilance zapříčiní velice katastrofální odezvu především v rozvojových zemích, kde počet obyvatel roste nejrychleji. Vědci předpověděli, že dokonce 21. století by Afrika měla přijít o čtvrtinu až polovinu vody v řekách, čímž 20 milionů lidí přijde o sklizeň. (Gore 2007)

5.2 Zemědělství

Oblast zemědělství nebude na globální úrovni zasažena mnoho, za to na úrovni regionální znatelně. Jednotlivé rostliny jsou vůči suchu velice citlivé. V různých vývojových fázích růstu mají rostliny různé nároky na vodu. Nejbezpečnější je nedostatek vláhy z jara, kdy začíná vývojová fáze a rostlina potřebuje dostatečné množství vody pro svůj vývoj. Potřebné množství vláhy tudíž umožňuje kvalitní pěstování plodin a chov dobytka. Při nedostatku vody nejprve zahynou rostliny a poté začnou hlady umírat zvířata. Když dojdou zásoby potravin, přijde hladomor i na lidi. Například sucho v roce 1972 ovlivnilo produkci obilí v západní části jižní Asie a na severovýchodu Číny. Jižní Afrika je předmětem opakujícího se období sucha, které způsobuje nedostatek potravin. Při El Niňu v zimě 1991/1992 byla jižní Afrika zasažena do té doby nejhorším suchem a neúroda se vyšplhala až na 80%. (Kovat 2000)

Sucho může zasáhnout i v době, kdy jsou pole již rozorána. Úrodná část zeminy je pak lehce odnášena větrem a pěstování plodin je na tomto zbytku zcela nemožné.

5.3 Eroze

Voda je nejenom zdrojem vláhy pro rostlinstvo, ale udržuje i kompaktnost zrnek v půdě. Když sucho trvá déle, půda přichází o nezbytnou vláhu, tvrdne, zem puká a eroduje. Rozsáhlé oblasti země bez jakékoliv vegetace bývají velice rychle zasaženy suchem. Degradaci půdy významně podporuje odlesňování, intenzivní obdělávání půdy a síla větrů, jejíž intenzita by se měla zvýšit.

Hlavní funkcí lesa je produkce dřeva. Jeho mimo produkční funkce jsou ale stejně důležité. Díky hustému porostu les zabraňuje rychlému odtoku srážek. Srážky naopak postupně vstřebává, čímž obohacuje podzemní vody a podporuje růst vegetace. Les tedy část srážek spotřebuje. Zbylá část odchází v podobě výparu zpět do atmosféry. Vysoké stromy jsou schopny zachytit mlhy, ve kterých se plynná forma vody kondenzuje a tak napomáhají ke spadnutí srážek nad porosty. Druhou významnou roli mají kořeny stromů. Kořeny upevňují půdu na prudkých svazích a tak zabraňují erozi. Pokud je les vykácen, voda z jarních příválových dešťů již není porostem zachycována a naopak smívá množství zemědělské půdy a odnáší jej pryč.

Rostlinstvo tlumí i vítr, který zvyšuje rychlost odpařování vody z půdy. Pokud je porost vykácen celková stabilita lesa a hydrologický režim je narušen. (Hadač 1987)

5.4 Zdravotnictví

Sucho málokdy představuje přímé ztráty na životech. V rozvojových zemích zvýšená úmrtnost obvykle souvisí s narušením dodávek vody a potravin, což vede k podvýživě, hladu a smrti. Sucho se odráží jak na lidských životech, tak i na životech živočichů. Zdechlina zvířat se rozkládají, čímž se zvyšuje výskyt infekčních onemocnění. Sucho může vést ke zvýšené koncentraci patogenů v povrchových vodách. Nadprůměrné teploty v Peru při El Niño v letech 1997 až 1998 byly spojeny s výrazným nárůstem počtu dětí přijatých do nemocnice s průjmem. (Kovat 2000)

Vedro může vést ke zvýšení krevního tlaku nebo tvorbě křečových žil. Je zjištěno, že se zvyšuje počet ledvinových kamenů, průjmových onemocnění a akutních onemocnění dýchacích cest. Dochází k větší míře infarktů. Světová zdravotnická organizace (WHO) varovala, že rostoucí teploty budou stále více nahrávat výskytu epidemií a nemocí jako je horečka dengue, cholera a malárie.

5.5 Požáry

Suché listí a dřevo usychajících stromů poskytují ohni to nejlepší palivo. Většina požárů vznikne samovolně (vyprahlou vegetaci zapálí blesk), ale některé mohou vzniknout i neopatrností (např. odhozená zápalka na vyprahlém území). Rozšířené požáry v Austrálii v roce 1983 byly částečně spojeny s událostí El Niño na přelomu roku 1982 a 1983. Příchod jevu El Niño v tomto období měl za následek i požáry na ostrově Kalimantan. Silný a dusný kouř má dopady i na lidské zdraví. (Kovat 2000)

5.6 Ekonomické dopady

Mnohé ekonomické dopady se vyskytují v oblasti zemědělství a souvisejících odvětvích, včetně lesnictví a rybolovu, protože tato hospodářství mají přímou závislost na povrchové a podpovrchové zásoby vody. Kromě zjevné ztráty výnosů v rostlinné i živočišné výrobě, je sucho, spojené se zvýšením škůdců a chorob rostlin.

V lesním hospodářství se sucho projevuje nižšími přírůstky dřevní hmoty. Významnou rolí jsou i požáry, jejichž rozsah se během prodlouženého období sucha zvyšuje, čímž ničí porosty na značných plochách

Důsledky těchto vlivů ilustrují nepřímé dopady. Příjmy jednotlivých odvětví se snižují, čímž se cena potravin a dřeva zvyšuje. Maloobchodníci jsou nuceni omezit podnikání, což vede k nezaměstnanosti, zvýšení kriminality a ke snížení příjmů do státní pokladny.

Veliké ekonomické zatížení plyne také z celkové humanitární pomoci oblastí a k obnově místa do původního stavu.

5.7 Dopady na jednotlivé kontinenty

5.7.1 Evropa

V budoucnosti lze očekávat i jistou míru sucha v Evropě. Rizikovým suchem budou zasaženy především jižní části států jižní a jihovýchodní Evropy s regionálními rozdíly. Stav pobřežních oblastí se následkem eroze a bělení korálů zhorší. Zvýšená eroze bude mít vliv na místní zdroje a odrazí se i na produktivitě plodin. Zhoršená dostupnost vody sníží i výrobu elektřiny z vodních zdrojů.

S nárůstem teplot se očekává jak úbytek biodiverzity, tak i zvýšená invaze nepůvodních organismů. Do jisté míry lze předpokládat i výskyt nových nemocí. Změna klimatu zvýší i zdravotní rizika plynoucí z vln veder a výskyt požárů.

5.7.2 Asie

Podle předpovědí by dostupnost vody měla do počátku padesátých let 21. výrazně klesnout. K poklesu dojde zejména v povodí velkých řek ve střední, jižní, východní a jihovýchodní Asii. (IPCC 2007b)

Vzhledem k rychlému ekonomickému rozvoji a nepřiměřené industrializaci změna klimatu více zatíží přírodní zdroje a hydrologický cyklus se změní. Očekává se, že případná změna hydrologického režimu ve východní, jižní a jihovýchodní Asii bude mít za následek vyšší nemocnost a úmrtnost zaviněnou především průjmovými onemocněními. (IPCC 2007b)

5.7.3 Austrálie a Nový Zéland

Podle odhadů by se do roku 2030 mělo zhoršit zabezpečení dodávek pitné vody v jižní a východní Austrálii a v některých východních oblastech na Novém Zélandu. Díky nedostatku vody a silicímú suchu výrazně přibude požárů, čímž zemědělská a lesnická produkce na většině území jižní a východní Austrálie a ve východních částech Nového Zélandu výrazně poklesne. (IPCC 2007b)

Vzhledem ke znatelnému poklesu přírodních zdrojů vody, dojde v některých ekologicky bohatých lokalitách k významnému snížení biodiverzity.

5.7.4 Afrika

Vědci předpokládají, že do roku 2020 bude 75 až 250 miliónů lidí vystaveno zvýšenému vodnímu stresu. V některých zemích následkem nedostatku vody by mohly klesnout výnosy ze zemědělství až o polovinu. Zemědělská produkce a dostupnost potravin bude v mnoha afrických zemích vážně omezena a na celém kontinentě vzroste podvýživa. (IPCC 2007b)

Do roku 2080 by se podle klimatických scénářů SRES měla rozšířit plocha suchých a polosuchých oblastí o 5 až 8%. (IPCC 2007b)

5.7.5 Latinská Amerika

Do poloviny 21. století předpokládaný nárůst teplot sníží množství podzemní vody. Úbytky ve východní Amazonii zapříčiní postupnou přeměnu tropického lesa na savanu. Vegetace se bude měnit na vegetaci typickou pro suché oblasti a v mnoha tropických pralesech hrozí stěhování i vyhynutí druhů. Celková biodiverzita výrazně poklesne. (IPCC 2007b)

Nárůst teplot a změna v prostorovém rozložení srážek ovlivní dostupnost vody, s čímž souvisí i pokles produktivity důležitých plodin a hospodářských zvířat. Počet lidí ohrožených hladem se tudíž celkově zvýší.

5.7.6 Severní Amerika

Města, která doposud zažívala nesnesitelné vlny veder, budou v průběhu století sužována větším počtem intenzivnějších a déle trvajících veder, které budou mít negativní dopady na zdraví obyvatel.

Oteplování v západních horských pásmech by podle předpovědí mělo způsobit nižší průtoky v letním období, což zesílí konkurenci při rozdělování vody. Ohrožené jsou především plodiny vyskytující se v teplejších biotopech, které jsou na vodních zdrojích závislé.

6. Výsledky práce

Bakalářská práce vyhodnocuje suchá období a vymezuje semiaridní a aridní oblasti na Zemi. Práce nás seznamuje i s využitím metod měření srážek, díky kterým jsme schopni určit historicky suchá období, která měla za následek zánik mnoha vyspělých civilizací.

Vzhledem ke vzrůstajícím koncentracím skleníkových plynů, které ovlivňují teplotu planety a způsobují desertifikaci, je část bakalářské práce věnována globálnímu oteplování. Z dané kapitoly je zřejmé, že na vývoji klimatu se stále větší měrou podílí člověk a tímto chováním si kope vlastní hrob.

Práce se zaměřuje na oblasti vysychání a nezapomíná na fakt, že i člověk svou neuváženou činností se na procesu vysychání podílí. Představen je nešetrný zásah člověka do hydrologického režimu Aralského jezera, díky kterému se nám jezero doslova ztrácí před očima. Zmíněna jsou i sucha ve Spojených státech amerických se zaměřením na sucho ve třicátých letech dvacátého století, které bylo spjato s prachovou bouří, jež měla pro celé USA negativní následky. Vysvětlen je i jev El Niño a sucha s tímto jevem spojená.

V závěru práce jsou detailně popsány všechny případné hrozby sucha. Je důležité si uvědomit, že jeden následek sucha ovlivní i ostatní oblasti a tak patří sucho mezi události, jejichž následky se mohou projevit mnohem později.

7. Diskuze

Typickou a přirozenou vlastností podnebí je jeho proměnlivost v časových úsecích. Jak již víme, zemské klima nebylo nikdy stabilní a díky historickým údajům můžeme zaznamenat několik vln suchých období, která postihla celou planetu.

Již v dnešní době je jisté, že průměrná globální teplota země se bude ať vlivem přírodních či antropogenních faktorů zvyšovat. Díky této vzrůstající tendenci, dojde ke změně oceánského a atmosférického proudění, což povede ke změně v množství srážkových úhrnů nad jednotlivými regiony. Toto přerozdělení se bude v různých částech planety projevovat odlišně. Některá území budou muset čelit záplavám a jiné oblasti zasáhne vlna sucha. Oba tyto extrémní počasí mají své následky.

Extrémní sucha se již několik desetiletí stávají pravidelnými. Každým rokem bychom mohli přetisknout mapy a rozšířit oblasti pouští. Podle klimatických scénářů je jisté, že suché podnebí bude stále větší hrozbou a přírodní zdroje pitné vody budou i nadále mizet. Je možné, že dojde k dalšímu odklonění vodních toků. Ovšem tímto se problém nevyřeší, jen oddálí.

Voda se v přírodě vyskytuje ve třech skupenstvích: v pevném (led), v kapalném (voda) a v plynném (vodní pára). Zásoba pitné vody, která je v ledovcích, se pomalu rozpouští. Je možné, že se najde způsob, jak využívat slanou vodu z oceánů. Ovšem úbytek mořské vody by narušil oceánskou cirkulaci a to by situaci jen zhoršilo. Nezbyvá než věřit, že se populace vzpamatuje, uvědomí si situaci, ke které by mohlo v příštích letech dojít a radikálně změni svůj postoj k přírodě, díky které na Zemi žijeme.

Velmi závažný problém nastane, až veškeré zdroje vody budou vyčerpány. Odkud potom budeme vodu brát? Již dnes je možné zpozorovat, že nedostatek pitné kvalitní vody je v některých oblastech zásadním problémem. Špinavá a kontaminovaná voda vede k nejrůznějším onemocněním a negativně ovlivňuje i zemědělství. V řadě rozvojových zemí cena vody stoupla na tolik, že většina obyvatel nemá prostředky na to, aby si ji koupila. Voda se zdražuje a její cena a především hodnota se bude zvyšovat. Bohužel problém kvalitní pitné vody se

pomalu začíná dotýkat i vyspělejších států. Je možné, že v budoucnu bude vody tak málo, že i ve vyspělých zemích se bude vydávat pouze na příděl.

Britský klimatologický ústav *Hadley Centre for Climate Prediction and Research* předpovídá, že koncem 21. století bude polovina zemského povrchu postižena katastrofálním suchem, jehož důsledkem budou hlad, masová migrace a války o vodní zdroje. Války o přírodní zdroje nejsou ničím novým, takže po válkách o ropu můžeme očekávat konflikty o vodu. Již staří Sumerové v roce 2525 př. n. l. se do takového konfliktu dostaly. Panovník Eannatum chtěl ovládnout nejen úrodné oblasti mezi řekami Eufrat a Tigris, ale především její vodní zdroje. V šedesátých letech minulého století zaútočil Izrael na syrské zařízení, které mělo odvádět vodu z řeky Jordán. Dalším případem, kdy se voda účastnila právního vztahu, byla smlouva mezi Egyptem a Súdánem. V roce 1956 byl v Káhiře podepsán kontrakt, podle kterého 60% vody z Nilu patří Egyptu. Již dnes je toto množství nedostačující, neboť egyptská populace se rozrostla tak, že ne každý má přístup k čisté vodě. Pokud se lidstvo chce v budoucnu vyhnout konfliktům o vodní zdroje, mělo by s vodou začít nakládat co nejhospodárněji. (Janda 2006)

8. Závěr

Z historie je patrné, že pokud voda na nějakém území došla, civilizace migrovala a hledala nové místo pro život. Je tedy vysoce pravděpodobné, že pokud zasáhne extrémní vlna sucha, nastane jakési nové stěhování národů. Zde je nutné zmínit rychlost populačního růstu a postupnou degradaci půd, která snižuje množství vhodných území pro život. K celé této rovnici je nutné připočítat i odhad zvyšující se hladiny moří, která zaplaví nespočet měst a donutí miliony obyvatel opustit svá původní území. Otázkou tedy zůstává, kam budou obyvatelé migrovat, pokud i obyvatelná území se radikálně zúží. Je tedy možné, že za těchto okolností se válkám nevyhneme.

9. Seznam použité literatury

1. ACOT P., 2004: *Storia del clima: Il freddo e la storia passata. Il caldo e la storia futura*. Donzelli, Roama
2. ADÁMEK H., 1999: *Arale, bolesti naše*. Online: http://www.czechpress.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=253:qarale-bolesti-naeq-katastrofa-aralskeho-jezera&catid=6:flora&Itemid=4 cit. 18/03/2011
3. ANONYM 01: *Sucho*. Online: <http://sucho.navajo.cz/> cit. 4/03/2011
4. ANONYM 02: *Dlouhodobé změny jezerních pánví monitorované prostředky DPZ*. Online: http://www.sci.muni.cz/~dobro/jezerni_panve.htm cit. 18/03/2011
5. ANONYM 2008: *Měření a zaznamenávání údajů o počasí a podnebí*. Online: http://www.enviwiki.cz/wiki/M%C4%9B%C5%99en%C3%AD_a_zaznamen%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD_%C3%BAadaj%C5%AF_o_po%C4%8Das%C3%AD_a_podneb%C3%AD cit. 28/01/2011
6. ANONYM 2010: *Dějiny kvartéru a moderní kvartérní stratigrafie*. Online: <http://www.vesmir.cz/files/file/fid/6087/aid/8720> cit. 25/1/2011
7. BARROS V., 2006: *Globální změna klimatu*. Mladá fronta, Praha
8. BBC: *1952: London fog clears after days of chaos*. Online: http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/december/9/newsid_4506000/4506390.stm cit. 1/03/2011
9. BEHRINGER W., 2010: *Kulturní dějiny klimatu: Od doby ledové po globální oteplování*. Paseka, Praha – Litomyšl
10. CASCIOLI R. & GASPARI A., 2008: *Che tempo farà*. Casale Monferrato
11. CÍLEK V., 1995a: *Milankovičovy cykly*. Online: <http://www.vesmir.cz/clanek/milankovicovy-cykly> cit. 26/02/2011
12. CÍLEK V., 1995b: *El Niño jezulátko*. Online: <http://vesmir.cz/clanky/clanek/id/4431> cit. 26/01/2011
13. CÍLEK V., 1998: *Dialog mezi mořem a větrem*. Online: <http://www.vesmir.cz/clanky/clanek/id/1604> cit. 26/01/2011

14. CÍLEK V., 1999: *Severoatlantická oscilace (NAO) v poslední ledové době*.
Online: <http://www.vesmir.cz/clanek/severoatlanticka-oscilace-nao-v-posledni-ledove-dobe> cit. 26/01/2011
15. COOK H. K., *Drought and Desertification in the Sahel*. Online:
<http://www.clivar.org/organization/vacs/docs/Sahel2.pdf> cit. 4/03/2011
16. ENLOE J., 2011: *Drought in the U. S.* Online: <http://lwf.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/recovery.php#usdrought> cit. 6/03/2011
17. FERRARA V. & FARRUGGIA A., 2007: *Clima: Istruzioni per l'uso*.
Edizioni Ambiente, Milano
18. GALAN M., 1997: *Tajemství podnebí*. Velryba, Praha
19. GANZEL B., 2003: *The Dust Bowl*. Online:
http://www.livinghistoryfarm.org/farminginthe30s/water_02.html cit.
10/03/2011
20. GAZUR Z., 2011: *Texasem se šíří požáry, bojují s nimi hasiči z 34 států*.
Online: <http://www.mediafax.cz/zahranici/3208332-Texasem-se-siri-pozary-bojuji-s-nimi-hasici-z-34-statu> cit. 21/04/2011
21. GORE A., 2007: *Nepříjemná pravda*. Argo, Praha
22. GRYGAR M. T. & PÍSKOVÁ A., 2011: *Aralské jezero: Jak se proměňovalo v posledních tisíciletích*. Online: <http://vesmir.cz/clanky/clanek/id/9190> cit.
15/04/2011
23. HADAČ E., 1987: *Ekologické katastrofy*. Horizont, Praha
24. HEIM R., 2009: *State of the Climate Drought August 2009*. Online:
<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/drought/2009/8#national-overview> cit.
17/03/2011
25. HORNBECK R., 2009: *The eduring impact of the american Dust Bowl: Short and long-run adjustments to environmental catastrophe*. Online:
<http://www.nber.org/papers/w15605.pdf> cit. 10/03/2011
26. HOUGHTON J., 1998: *Globální oteplování: Úvod do studia změn klimatu a prostředí*. Academia, Praha
27. IPCC 2007a: *History*. Online:
http://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml cit. 26/02/2011
28. IPCC 2007b: *Shrnutí pro politické představitele: IPCC WGI Čtvrtá hodnotící zpráva*. Online: <http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-wg1-spm.pdf> cit. 25/01/2011

29. JANDA M., 2006: *Najde se čtvrté skupenství vody?*. Online:
<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2006121933> cit. 11/04/2011
30. KOHOUTKOVÁ H. & KOMSOVÁ M., 2005: *Dějepis na dlani*. Rubico, Olomouc
31. KOVAT S. R., 2000: *El Niño and human health*. Online:
<http://www.who.int/docstore/bulletin/pdf/2000/issue9/bu0699.pdf> cit. 25/01/2011
32. KOŽNAROVÁ V. & KLABZUBA J., 2007: *Aplikovaná meteorologie a klimatologie: 1. díl Historie a současnost, čas a kalendáře*. Česká zemědělská univerzita, Praha
33. MIKULÁŠ R., 2001: *Grónský ledový příkrov*. Online:
<http://www.vesmir.cz/files/file/fid/871/aid/4511> cit. 25/1/2011
34. MŽP 2006: *Úmluva OSN o boji proti desertifikaci v zemích postižených velkým suchem nebo desertifikací, zejména v Africe*. Online:
[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/301CBCE5F8364E9EC1257242002021D1/\\$file/Desertifikace.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/301CBCE5F8364E9EC1257242002021D1/$file/Desertifikace.pdf) cit. 2/02/2011
35. NOA 2009: *El Niño Arrives; Expected to Persist through Winter 2009-10*. Online: http://www.noaanews.noaa.gov/stories2009/20090709_elnino.html cit. 4/03/2011
36. NOAA: *Billion dollar climate and water disasters 1980 – 2010*. Online:
<http://lwf.ncdc.noaa.gov/img/reports/billion/state2010.pdf> cit. 14/03/2011
37. PASCAL A., 2007: *Catastrofi climatiche e disastri sociali: Perché le eccezioni stanno diventando la norma*. Donzelli, Roma
38. PÍŠKOVÁ A., 2011: *Aralské jezero: Jak se čtvrté největší jezero světa změnilo v poušť*. Online: <http://vesmir.cz/clanky/clanek/id/9117> cit. 20/03/2011
39. SOUČEK J., 1995: *Dějiny pravěku a starověku*. SPL – Práce, Praha
40. SOUKUPOVÁ J., 2008: *Atmosférické procesy: základy meteorologie a klimatologie*. Česká zemědělská univerzita, Praha
41. SVOBODA J., 2009: *Utajené dějiny podnebí: Řídilo počasí dějiny lidstva?*. Levné Knihy, Praha
42. UNCCD Online: <http://www.unccd.int/main.php> cit. 3/03/2011
43. UNL – UNIVERSITY OF NEBRASKA LINCOLN Online:
<http://www.drought.unl.edu/> cit. 23/02/2011

44. WHO 1999: *The 1997-1998 el Niño event: A scientific and technical retrospective*. Online:
<http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/eng/doc12124/doc12124.htm> cit.
1/03/2011
45. ZENG N., 2003: *Drought in the Sahel*. Online:
<http://oceanworld.tamu.edu/resources/environment-book/desertificationinsahel.html> cit. 5/02/2011

10. Seznam obrázků

Obr. č. 1: *Změny teploty vzduchu při zemském povrchu*

Obr. č. 2: *Relativní změny srážek (v milimetrech za den) pro období 2080 – 2099.*

Obr. č. 3: *Území ohrožená desertifikací*

Obr. č. 4: *Mapa Sahelu*

Obr. č. 5: *Dust Bowl – postižené oblasti*

Obr. č. 6: *Oblasti zasažené suchem v roce 2009*

Obr. č. 7: *Vysychání Aralského jezera*

11. Seznam tabulek

Tab. č. 1: *Srážková minima*

Tab. č. 2: *Ilustrativní scénáře SRES k roku 2100*

Tab. č. 3: *Úbytky Aralského jezera*