

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra fyzické geografie a geoekologie

Studijní program: Geografie
Studijní obor: Geografie a kartografie



Šárka Píšová

ZMĚNY PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK V JIŽNÍ AFRICE
CHANGES OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN SOUTHERN AFRICA

Bakalářská práce

Praha 2016

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Zdeněk Kliment, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 18. 5. 2016

Podpis

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. RNDr. Zdeňku Klimentovi, CSc. za veškerou pomoc při zpracování tématu, cenné rady a trpělivost. Zvláštní poděkování patří rodičům, díky kterým jsem se mohla inspirovat při výběru tématu bakalářské práce a Tomášovi za psychickou podporu v celém tomto procesu.

Zadání bakalářské práce

Název práce

Změny přírodních podmínek v jižní Africe

Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit současný stav a historický a budoucí vývoj přírodních podmínek spolu s určením typů změn a hlavních rizikových faktorů v dané oblasti.

Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje

Práce bude zaměřena na přírodní region jižní Afriky vymezený ze severu náhorní plošinou Luanda-Katanga a povodím řeky Zambezi. Práce bude zpracována formou rešerše. Vedle obecně dostupných informací (např. publikace UNEP – *Africa: Atlas of Our Changing Environment, Africa in a Changing Global Environment* aj.) bude zejména využito odborných článků z vědeckých časopisů. Budou řešena zejména témata: změny klimatu, vegetačního pokryvu, půdní složky a vodní složky.

Datum zadání: 26. 11. 2014

Jméno studentky: Šárka Píšová

Podpis studentky:

Jméno vedoucího práce: doc. RNDr. Zdeněk Kliment, CSc.

Podpis vedoucího práce:

Abstrakt

Rozmanitý region jižní Afriky sužuje nemálo změn přírodních podmínek. Tato práce charakterizuje region jižní Afriky a hodnotí stav a vývoj těchto přírodních podmínek a environmentálních problémů ve čtyřech fyzickogeografických složkách – klima, vegetace, půdy a vodstvo. Metodou rešerše jsou zpracovány odborné studie, které popisují hlavní okruhy problémů ve složkách. Konkrétní hlavní problémy, se kterými se region potýká, jsou popsány v globálním, regionálním a lokálním měřítku. Hlavními problémy jsou: změna teploty a srážek, změna krajinného pokryvu, deforestace, desertifikace, ohrožení biodiverzity, eroze půdy a dostupnost vody. Obecně lze konstatovat, že změny přírodních podmínek v jižní Africe ovlivňuje klimatická změna a antropogenní činnost. Většího vlivu však dosahuje lidská činnost, v důsledku jejího „nepřímého vlivu“ na klimatické podmínky a „přímého vlivu“ na vegetační podmínky.

Klíčová slova: Afrika, jižní Afrika, životní prostředí, klima, vegetace, půdy, vodstvo

Abstract

The diverse region of southern Africa is affected by several changes of the natural environment. This thesis characterizes the region of southern Africa and evaluates the state and development of these natural conditions and environmental problems in four main categories of physical geography – climate, vegetation, soils and water. A literature review is compiled and processed focusing on studies by field experts, which describe the main issues in these categories. Particular problems which the region encounters are described on a global, regional and local scale. The main problems are: changes in temperature and precipitation, land cover change, deforestation, desertification, threats to biodiversity, soil erosion and water availability. Overall, changes of the natural environment in southern Africa are caused by climate change and anthropogenic activity. However, human activities cause a greater impact as a result of their “indirect influence” on climate conditions and “direct influence” on vegetation conditions.

Key words: Africa, southern Africa, natural environment, climate, vegetation, soils, water

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 JIŽNÍ AFRIKA	8
3 KLIMA	10
3.1 Klimatické podmínky	10
3.2 Změny klimatických podmínek	14
3.2.1 Teplota	14
3.2.2 Srážky	18
4 VEGETACE	21
4.1 Vegetační podmínky	21
4.2 Změny vegetačních podmínek	23
4.2.1 Přeměna krajiny	23
4.2.2 Degradace krajiny	32
4.2.3 Ohrožení biodiverzity	39
5 PŮDY	44
5.1 Půdní podmínky	44
5.2 Změny půdních podmínek	46
5.2.1 Degradace půdy	47
6 VODSTVO	51
6.1 Hydrologické podmínky	51
6.2 Změny hydrologických podmínek	53
6.2.1. Zdroje vody	55
7 MATERIÁLY A METODY	60
8 DISKUZE	61
9 ZÁVĚR	65
10 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	66
11 ZDROJE	68

1 ÚVOD

Přírodní bohatství afrického kontinentu je nesčetné. K jednomu z nejkrásnějších a přírodně nejbohatších regionů patří oblast jižní Afriky. Je to region velmi diverzifikovaný a životní prostředí má rozmanité. Mnoho zdrojů se však shoduje v tom, že za většinou změn přírodních podmínek stojí právě člověk, a to jak přímo antropogenní činností, tak i nepřímo antropogenním ovlivňováním klimatu. Změny přírodních podmínek v jižní Africe jsou způsobeny změnami v různých sférách a ohrožují populaci a přírodní zdroje tohoto kontinentu. Dopad klimatických změn a s tím související změny srážek a teplot do extrémních hodnot, odlesňování a změna lesního pokryvu, degradace krajiny a půdy, znehodnocení nebo ztráta přírodních stanovišť, ztráta biodiverzity, pozměněné hydrologické poměry (stavění přehrad, zmenšování jezer, rozptýlení řek a vysoušení mokřadů), degradace pobřežních oblastí, důlní vývoj, odpady, modifikování tzv. *drylands* (suchých oblastí), acidifikace a eroze půdy, růst populace, měst a s tím související urbanizace, chudoba a zdravotní rizika populace, atd. (UNEP 2008; Darkoh 2009) – to vše jsou současné hrozby a varovné příznaky do budoucnosti. Environmentální problémy, kterým region jižní Afriky čelí, jsou řešeny na regionální, národní i mezinárodní úrovni, ale je možno pro situaci učinit více (Darkoh 2009). Jedním z nejdůležitějších a zároveň nejproblematictějších úkonů je seznámit veřejnost s problémy a prakticky čelit těmto hrozbám.

Tématem této bakalářské práce jsou přírodní podmínky jižní Afriky a popis toho, jak se mění v čase nebo prostoru. Přestože se přírodní podmínky protínají a navzájem se ovlivňují, práce je rozdělena do čtyř hlavních částí, resp. fyzickogeografických složek – klima, vegetace, půda a vodstvo. Podkapitoly popisují hlavní okruhy problémů v těchto složkách, které jsou členěny na dílčí problémy zkoumané studiemi na úrovni globální, regionální a lokální. Z kapacitních důvodů je v práci uvedena jedna studie pro každou úroveň. V závěru je diskutováno o hlavních výsledcích, problémech a nových poznatcích.

Výběr tohoto tématu byl pro mě jednoduchý, jelikož jsem v jižní Africe prožila pět let svého života a oblast na mě udělala velký dojem. Je to region s obrovským přírodním bohatstvím, které je nutné chránit. Rovněž jsou pro mne velkou zálibou exotické lokality, které jsou u nás méně zkoumané, z toho důvodu mi přijde téma zajímavější.

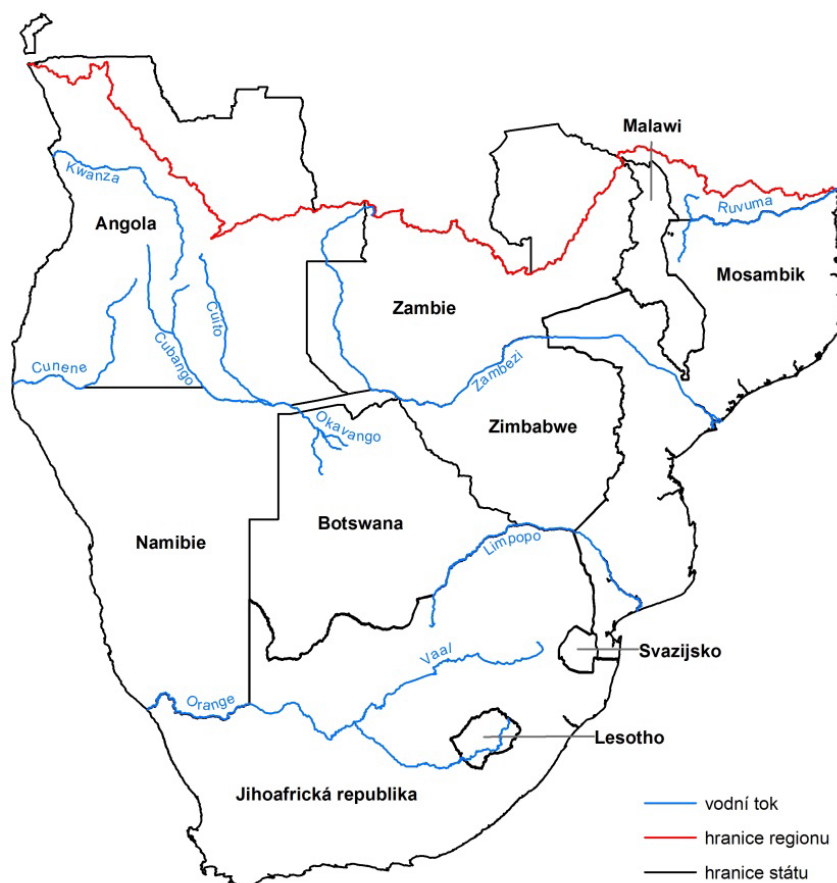
Cílem práce je seznámit se s regionem jižní Afriky a uskupit místní environmentální problémy do jednoho výstupu, a zároveň utvořit bližší vymezení tématu pro navazující diplomovou práci. Smyslem práce je zpracováním metodou rešerše obecně vymezit změny přírodních podmínek na globální, regionální a lokální úrovni. Uvedením konkrétních studií a projektů zjistit, jaký má změna globálního klimatu dopad na region jižní Afriky. Či je tomu naopak?

2 JIŽNÍ AFRIKA

Jižní Afrika zahrnuje širokou škálu klimatických a ekologických oblastí, což má za následek i širokou škálu typů vegetačního pokryvu. Klima je převážně tropické a subtropické a vegetace se liší od středomořského Kapska po písčité duny Namibie. Klimatické režimy, které se odrážejí i ve struktuře vegetace, se liší od teplých oblastí s vysokými srážkami po oblasti s malým množstvím srážek, kde můžeme najít například bezodtoké území řeky Okavango. Rozdíly v rozloze, počtu obyvatel, obhospodařování půdy, topografii, podnebí a krajinném pokryvu vypovídají o tom, jak moc je region rozmanitý.

Pro vymezení regionu jižní Afriky existuje několik možností, některé zabírají menší území a jiné větší. Menší region může být tvořen pouze Jihoafrickou republikou s jejími sousedními státy, zatímco větší území mohou do svého regionu zahrnovat i Demokratickou republiku Kongo, Tanzanii, Madagaskar a Mauricius. Pro tuto práci byla oblast jižní Afriky vymezena průběhem severních částí rozvodnic převážně řeky Zambezi, spolu s řekami Kwanza a Ruvuma (obr. 1). Tyto rozvodnice tvoří pomyslnou linii, která se přibližně nachází mezi 6° a 14° jižní šířky.

Obr. 1: Vymezený region jižní Afriky



Zdroj: African Countries Shapefile (ArcGIS 2014), Drainage Basins (HydroSHEDS, USGS 2013), Africa Hydrology (WMS), vlastní zpracování

Vymezený region zahrnuje poušť Namib, pánev Etosha, poušť Kalahari, náhorní plošinu Matabele, Dračí hory a přírodní oblast Karoo. V politické mapě severní okraj rozvodnic protíná území Angoly a Zambie a zahrnuje zbylé státy, které spadají pod území jižní Afriky: Botswanu, Jihoafrickou republiku, Lesotho, Malawi, Mosambik, Namibii, Svazijsko a Zimbabwe. Madagaskar, který je často považován za součást regionu jižní Afriky, nebude v této práci do vymezeného regionu řazen.

Rozsáhlé přírodní bohatství jižní Afriky je ohrožováno často antropogenní činností, např. v důsledku růstu populace, nebo jejich nepřímou činností, např. emisí skleníkových plynů do atmosféry a tím působením na změnu klimatu. Na environmentální problémy ve státech jižní Afriky poukazuje přehledová tabulka 1, kde lze pozorovat, jaké hlavní problémy státy převážně sužují. Nejvíce environmentálních problémů se nachází v kategorii vegetace a vodstva. Mezi nejčastější problémy patří ohrožení biodiverzity, degradace krajiny, ochrana fauny a flóry, dostupnost či kvalita pitné vody, znečištění vody a deforestace.

Tab. 1: Environmentální problémy ve státech regionu jižní Afriky

Environmentální problémy	Státy jižní Afriky									
	Angola	Botswana	JAR	Lesotho	Malawi	Mosambik	Namibie	Svazijsko	Zambie	Zimbabwe
aridita							•			•
znečištění ovzduší									•	
ohrožení biodiverzity	•		•	•	•		•	•		
ochrana rostlin a živočichů		•				•			•	•
nadměrný rybolov a degradace pobřeží	•									
nadměrná pastva		•								
invaze nepůvodních druhů								•		
deforestace					•				•	•
krajinné využití, ochrana lesů						•				
desertifikace		•					•			
degradace vegetace			•	•			•	•		•
degradace půdy			•		•		•	•		•
znečištění vody				•	•				•	
dostupnost pitné vody, přístup k vodě, kvalita vody	•		•			•				•
hospodaření s vodními zdroji				•						
nedostatek vody		•					•			
urbanizace		•							•	

Zdroj: Africa: Atlas of Our Changing Environment (UNEP 2008), vlastní úprava

3 KLIMA

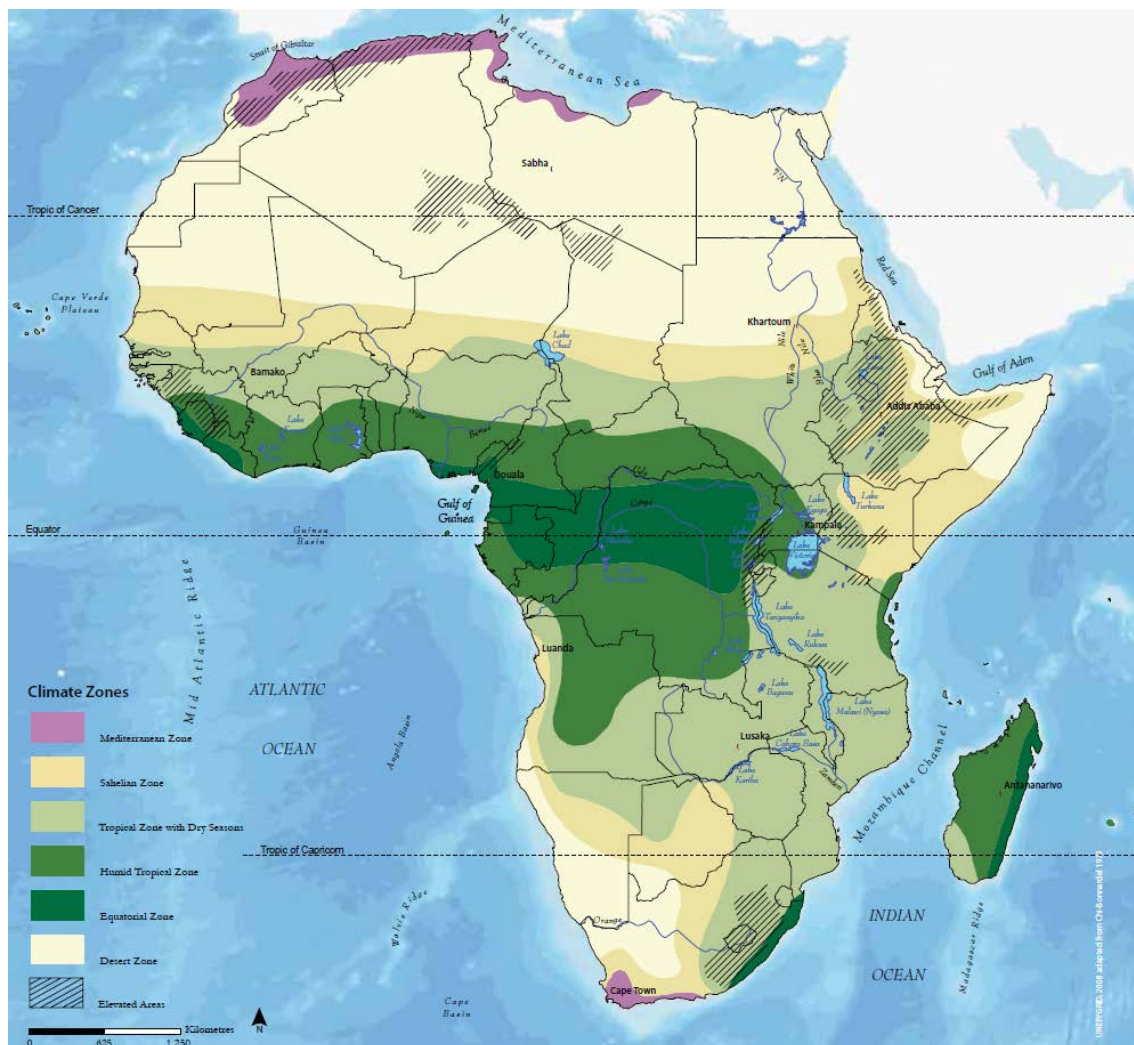
3.1 Klimatické podmínky

Africký kontinent má jedinečnou polohu na Zemi, nejpravidelnější tvar a nejmenší horizontální členitost ze všech kontinentů. Z těchto faktů se odvozuje rozložení klimatických pásem a klimatické podmínky kontinentu, které jsou určeny několika faktory.

Prvním faktorem je poloha kontinentu okolo rovníku, kdy severní a jižní pobřeží kontinentu jsou přibližně stejně vzdálená od rovníku, a klimatická pásma jsou dána téměř zrcadlově (obr. 2). V důsledku je africké klima převážně tropické, kdy většina kontinentu má průměrnou teplotu 21 °C a více po dobu 9 měsíců (Goudie 1996, cit. v UNEP 2008). Za druhé, jelikož se kontinent nachází mezi obratníky, Afrika získává nejvíce přímého slunečního záření. Třetím faktorem určení klimatu je rozložení barických systémů nad kontinentem, kde je významná intertropická zóna konvergence (UNEP 2008). Za čtvrté, morfologická stavba kontinentu, mezi níž patří větší šířka severní než jižní části kontinentu, a výškové rozdíly mezi severní nízkou Afrikou a jižní vysokou Afrikou. A za páté, studené oceánské proudy způsobující aridní klima afrických pobřežních oblastí, např. Benguelský proud.

Klimatická pásma jsou určována teplotními a srážkovými poměry. Determinantem teploty je převážně Slunce, které Africe přiděluje přímé sluneční záření, a poloha okolo rovníku. Teplotní charakteristiky afrického kontinentu jsou vyznačovány malými měsíčními a velkými denními amplitudami. Průměrné lednové a červencové teploty zobrazují obrázky 3 a 4. Rozdílné denní teploty jsou primárně ovlivněny vzdáleností od oceánu, tedy čím dále od oceánu, tím větší vliv kontinentality a vyšší amplitudy teplot. Primárním ukazatelem srážek je pohyb vzduchových hmot v okolí intertropické zóny konvergence. Tlakové výše ze dvou subtropických oblastí na severu a jihu směřují vzduch směrem k rovníku, který se zde střetává a stoupá vzhůru. Tento vertikální pohyb vzduch ochlazuje, kondenzuje a vznikají srážky. Suchý vzduch ochuzený o vodní páru se transportuje od rovníku zpět do subtropických šířek, kde klesá a tvoří aridní klima (Griffiths 2005, cit. v UNEP 2008). Srážky na africké půdě obecně klesají se vzdáleností od rovníku (obr. 5). Mají široké rozpětí od zanedbatelných srážek na Sahaře, v Somálsku, Namibii a Jižní Africe po 2 500 mm/rok v Kamerunu, Sierra Leone či Libérii. V Africe je růst plodin závislý na dostupnosti vody, jelikož je zde zemědělství zavlažováno převážně srážkami. Proměnlivost srážek během vegetačního období obvykle určuje variabilitu rostlinné výroby (IFPRI 2014).

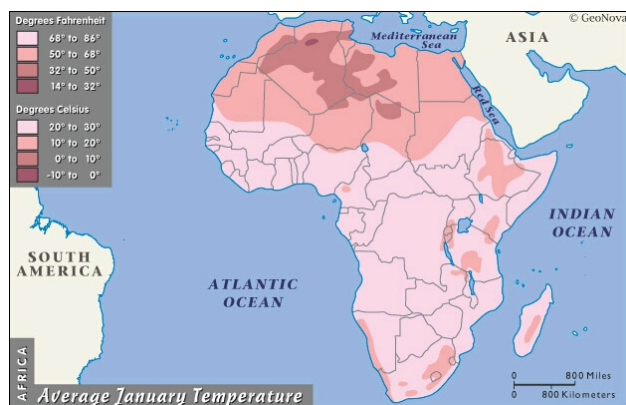
Obr. 2: Klimatické zóny Afriky



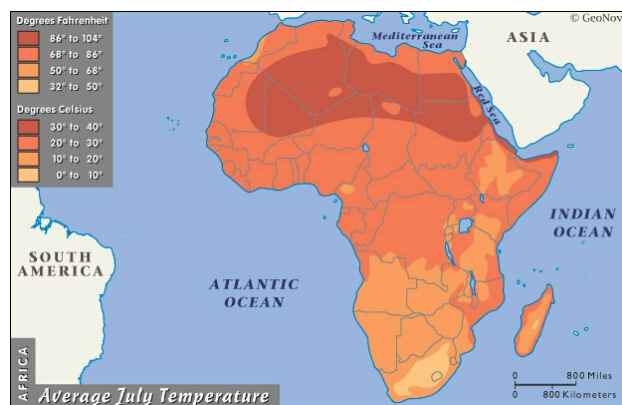
Zdroj: Africa: Atlas of Our Changing Environment (UNEP 2008)

Poznámka: *Mediterranean Zone* = středomořská zóna, subtropická přímořská zóna, *Sahelian Zone* = sahelská zóna, subtropická suchá zóna, *Tropical Zone with Dry Seasons* = tropická zóna s obdobím sucha, *Humid Tropical Zone* = tropická vlhká zóna, *Equatorial Zone* = rovníková zóna, *Desert Zone* = pouštní zóna, *Elevated Areas* = horské zóny.

Obr. 3: Průměrné lednové teploty

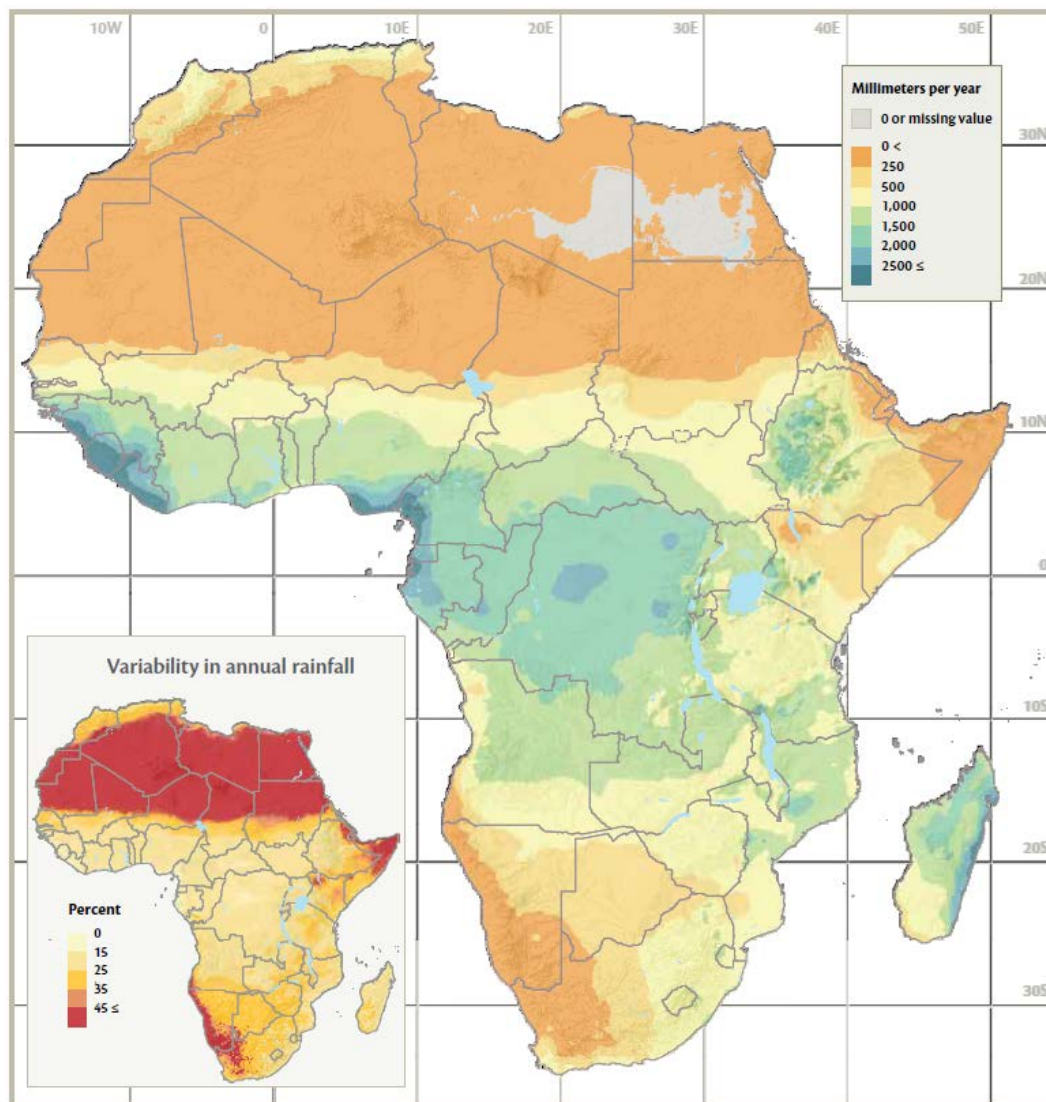


Obr. 4: Průměrné červencové teploty



Zdroj: Map of Africa, Average January Temperature a Average July Temperature (EBSCO 2016)

Obr. 5: Průměrné roční srážky



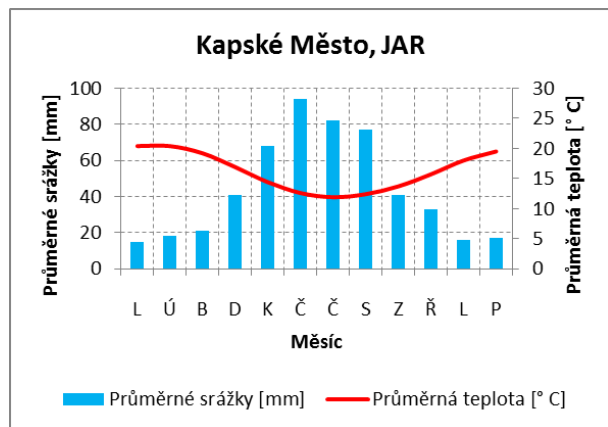
Zdroj: Atlas of African agriculture research and development: Revealing agriculture's place in Africa (IFPRI 2014)

Poznámka: Větší mapa zobrazuje průměrné roční srážky [mm/rok]. Menší mapa vlevo dole zobrazuje variabilitu ročních srážek [%].

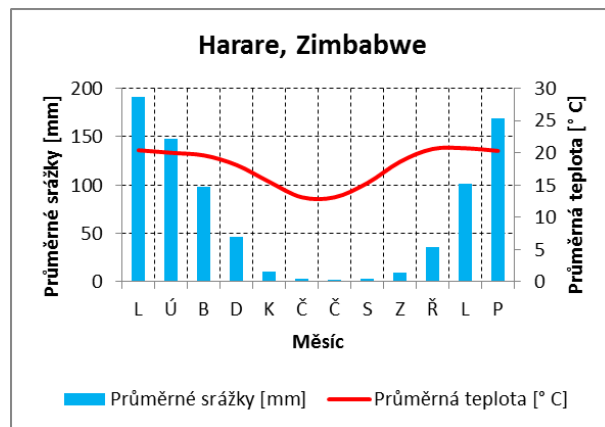
Jižní Afrika přibližně spadá do oblastí středomořské (jedné z pěti na světě), subtropické suché, pouštní (Namib a Kalahari) a tropické s obdobím sucha (obr. 2). Na jihovýchodě se výjimečně nachází pásmo tropické vlhké oblasti, jehož součástí je oblast Maputaland-Pondoland-Albany, jedna z významných oblastí biodiverzity. K přiblížení podmínek v těchto podnebních pásmech slouží klimadiagramy (grafy 1-4). Pro jednotlivé zóny byly zvoleny reprezentativní příklady měst pro každou oblast. V důsledku nedostatku dat byl příklad pro subtropickou suchou zónu vynechán. Jak lze pozorovat na grafech, teplotní charakteristiky jsou si velmi podobné. Průměry ročních teplot jsou ve městech v rozmezí 15-18 °C, lehce vyšší průměrnou teplotu má Durban 20 °C. Místa se od sebe převážně liší množstvím obdržených srážek. Durban a Harare mají nejvíce podobný režim srážek, kdy v místní zimě spadne nejméně srážek, ale mírně se liší v jejich množství. V tropické zóně s obdobím sucha je charakteristické dlouhé období sucha, které se směrem od rovníku prodlužuje (Chi-Bonnardel

1973, cit. v UNEP 2008), a období dešťů v druhé polovině roku. Opakem je režim Kapského Města, pro které je charakteristické období suchého horkého léta a vlhké mírné zimy. Oblast, která se naprosto liší od ostatních je Walvis Bay, mající nejvyrovnanější hodnoty denních i měsíčních teplot a nízké srážky pod 25 mm za rok.

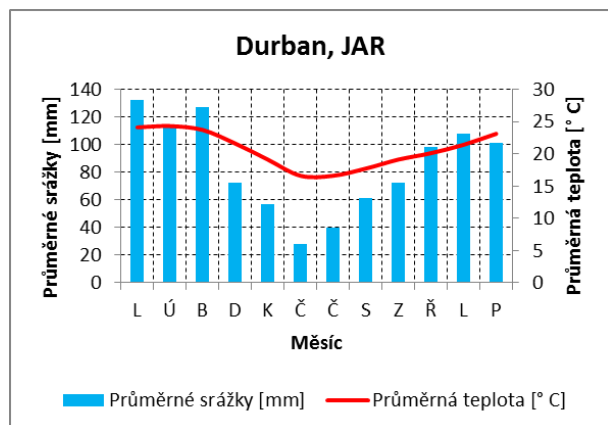
Graf 1: Středomořská zóna



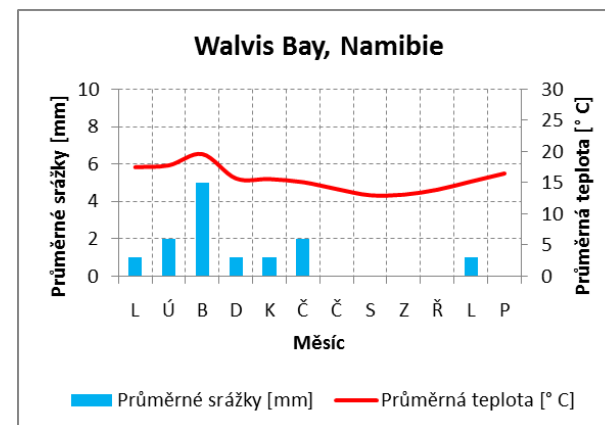
Graf 2: Tropická zóna s obdobím sucha



Graf 3: Tropická vlhká zóna



Graf 4: Pouštní zóna



Zdroj: Afrika (Klimadiagramme weltweit 2010), vlastní úprava

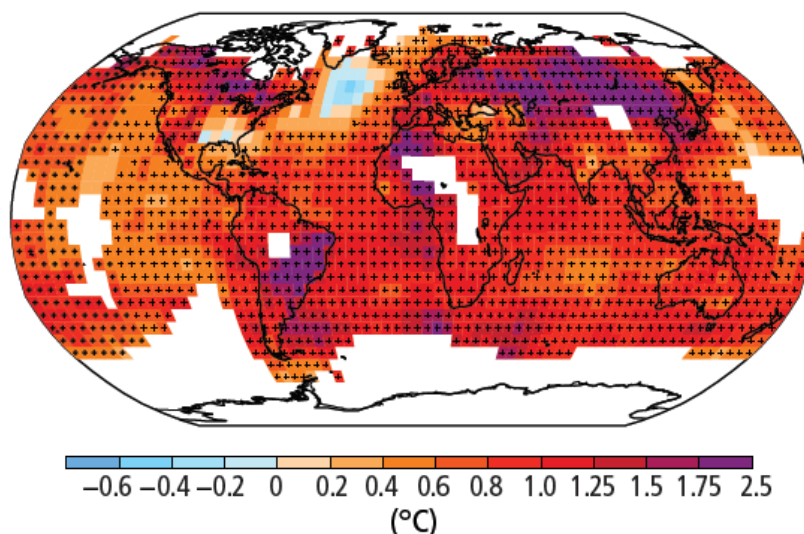
3.2 Změny klimatických podmínek

Změna klimatu a globální oteplování jsou vědecky dokázaná fakta a globální hrozby (Darkoh 2009). Afrika patří k nejvíce ohroženým kontinentům vzhledem ke své expozici a nízké schopnosti adaptace (IPCC 2014a). Tyto probíhající změny klimatu mají jasný antropogenní komponent (Archer a Tadross 2009). Vliv na oteplení budou mít například emise uhlíku, které se s rychlým rozvojem průmyslu a zvyšující se spotřebou energie budou stupňovat. S dalšími změnami klimatu se v regionech očekává více variabilní počasí s extrémními výkyvy, jako jsou období sucha a záplavy, které se předpokládají být častější a závažnější (Darkoh 2009). Hlavními činiteli změny klimatu jsou teplotní a srážkové poměry.

3.2.1 Teplota

Mezivládní panel pro změnu klimatu (*The Intergovernmental Panel on Climate Change*) ohlásil zvýšení průměrné teploty zemského povrchu v průběhu 20. století přibližně o 0,6 °C (IPCC 2007, cit. v Archer a Tadross 2009). Nové odhady IPCC (2014b) pro globální povrchovou teplotu vzduchu vykazují oteplování přibližně o 0,89 °C pro období 1901-2012 a 0,72 °C pro období 1951-2012. V období let 1901-2012 se objevily roční teplotní nárůsty nad oblastmi Evropy, Sahary, Středního východu, střední a severní Asie, severovýchodní Severní Ameriky a východní Jižní Ameriky (obr. 6). Podle IPCC existují přesvědčivé vědecké důkazy o tom, že změna klimatu je většinou přičítána antropogenní činnosti (Trenberth a kol. 2007, cit. v Kruger a Sekele 2013). Změna klimatu má za následek rostoucí teplotní trendy, s čímž souvisí změny teplotních extrémů po celém světě. Míra oteplení v průběhu posledních padesáti let byla téměř dvakrát vyšší než za posledních sto let (Kruger a Sekele 2013).

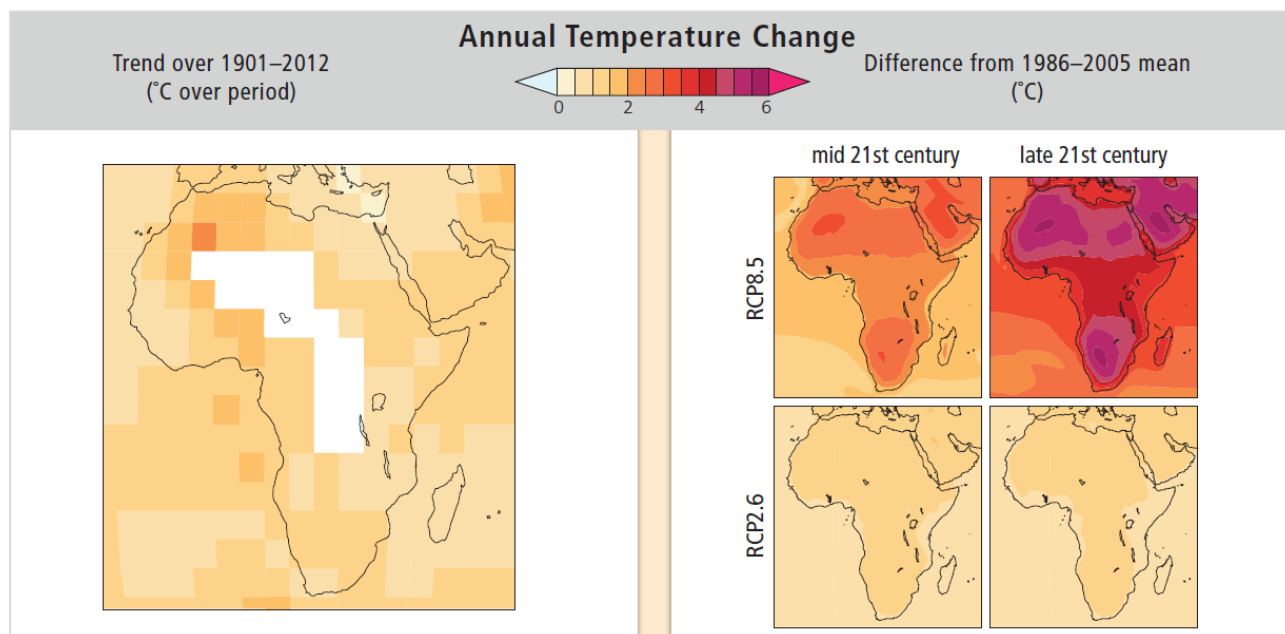
Obr. 6: Pozorovaná změna povrchové teploty mezi lety 1901 a 2012



Zdroj: Climate Change 2014, Synthesis Report (IPCC 2014b)

Podle IPCC (2014a) se na většině území Afriky za posledních 50 až 100 let zvýšily povrchové teploty o 0,5 °C nebo více, s rychlejším oteplováním minimálních teplot než maximálních. Průměrná roční teplota se v uplynulém století zvýšila na většině kontinentu, s výjimkou středu kontinentu (obr. 7, vlevo), kde bylo pokrytí údajů stanoveno jako nedostatečné k vyvození závěrů.

Obr. 7: Změny průměrných ročních teplot nad Afrikou



Zdroj: Climate Change 2014, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects (IPCC 2014a)

Poznámka: Pozorované a předpokládané změny průměrných ročních teplot. Levá část: Pozorované změny průměrných ročních teplot v letech 1901–2012 [°C]. Pravá část: Předpokládané změny průměrných ročních teplot pro roky 2046–2065, vzhledem k teplotním průměrům let 1986–2005 [°C].

V regionu severní Afriky bylo v posledních letech pozorováno oteplování ročních a sezonních průměrných teplot, které bylo výrazně mimo rozsah změn v důsledku přirozené (vnitřní) variability. Během teplých období (březen-květen a červen-srpen) lze pozorovat nárůst povrchových teplot v severním Alžírsku a Maroku. Severoafrický region rovněž zažil pozitivní trendy v ročních minimálních a maximálních teplotách. Podobně je tomu v západní Africe a Sahelu, kde se povrchové teploty zvýšily v průběhu posledních 50 let. Mezi lety 1961 a 2000 se počet chladných dnů a chladných nocí snížil, zatímco se počet teplých dnů a teplých nocí zvýšil. Collins (2011, cit. v IPCC 2014a) ukázal statisticky významné oteplování mezi 0,5–0,8 °C v tomto regionu mezi lety 1970 a 2010. Rovníkové a jižní části východní Afriky zažily rovněž nárůsty teplot, a to od roku 1980, i když se průměrné sezonní teploty zvyšovaly v mnoha oblastech Etiopie, Keni, Jižního Súdánu a Ugandy za posledních 50 let. Jižní Afrika není vyloučena z oblastí hrozeb se zvyšujícími se průměrnými teplotami. V posledních desetiletích zažila většina regionu vzestupné trendy v průměrných ročních, maximálních i minimálních teplotách. Nejvýznamnějšího oteplování bylo dosaženo v průběhu posledních

dvou dekád, což potvrzuje míra oteplování v tomto regionu asi o 0,05 °C za desetiletí (Hulme 1996, cit. v Darkoh 2009). Faktem je, že minimální teploty nad vnitrozemím jižní Afriky se zvýšily mnohem rychleji než maximální teploty.

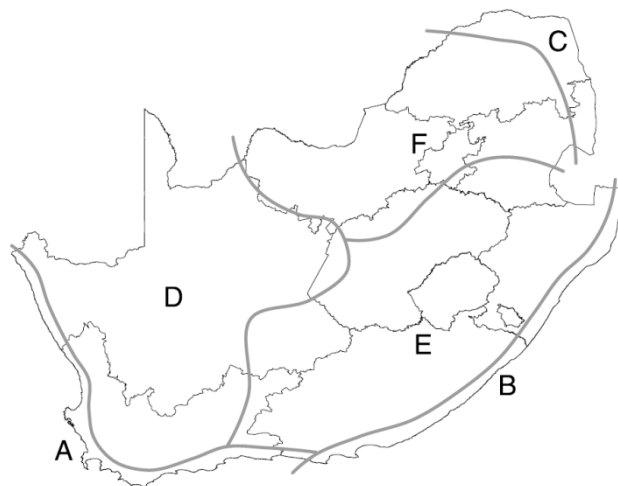
Podle předpokladů IPCC (2014a) mají teplotní poměry v Africe nadále růst, a to rychleji než je celosvětový průměrný nárůst teplot v průběhu 21. století. Možnosti předpokládaných změn teplot podle dvou modelů zobrazuje obrázek 7, vpravo. Pro RCP2.6 a RCP8.5 je zvýšení průměrné roční teploty nad pevninou velmi pravděpodobné v polovině a koncem 21. století. Soubor průměrných ročních teplotních změn pro RCP2.6 je méně než 2 °C v polovině i koncem 21. století. Pro RCP8.5 jsou tyto změny vyšší než 2 °C nad většinou území v polovině 21. století a vyšší než 4 °C nad většinou území koncem 21. století. Průběhy změn teplot se od RCP2.6 liší ve velikosti a poloze. Vyšší nárůst teplot je předpokládán v severní a jižní Africe.

Lokální studie Kruger a Sekele (2013) zkoumala trendy indexů teplotních extrémů v Jihoafrické republice v letech 1962-2009. Trendy v denních maximálních a minimálních teplotních extrémech byly sledovány na 28 meteorologických stanicích (obr. 8), a to nejen ve zmíněném období, ale i pro delší časové období na stanicích, které to délkou záznamů dovolily. Cílem této studie bylo aktualizovat stav trendů jihoafrických teplotních extrémů, které budou užitečné pro posuzování změny klimatu v tomto regionu. Z vybraných dat denních minimálních a maximálních teplot pokrývajících většinu oblastí Jihoafrické republiky byly vytvořeny indexy, které změnu klimatu popsaly. Vzhledem k vysoce variabilnímu podnebí JAR, hlavně z důvodu topografie, byly vybrány indexy relevantní k tomuto území. K interpretaci výsledků trendů v rámci teplotních režimů Jihoafrické republiky sloužila shluková analýza, která byla aplikována na roční průměrné minimální a maximální teploty a definovala regiony s podobnými klimatickými charakteristikami. Bylo vytvořeno šest regionů seskupených přibližně v souladu s obecnými charakteristikami průměrných teplot (obr. 9). Pobřežní region (A, B): shluk A reprezentuje západní a jižní pobřeží a vykazuje obecně mírné středomořské klima, zatímco shluk B reprezentuje jihovýchodní a východní pobřeží a má subtropické podnebí s relativně vyššími teplotami než shluk A. Vnitřní region (C, D, E, F): shluk C reprezentuje severovýchodní oblast v nízké nadmořské výšce s poměrně vysokými průměrnými teplotami během roku. Shluk D reprezentuje suché západní nitro charakterizované teplotními extrémy s relativně vysokými maximálními teplotami v letním období a nízkými teplotami v zimním období. Shluk E reprezentuje jihovýchodní nitro a vykazuje relativně malé denní rozsahy teplot, pravděpodobně díky vlivu Indického oceánu. Nicméně, severozápadní část tohoto shluku se nachází ve vyšších nadmořských výškách a zažívá velmi nízké teploty v zimním období. Shluk F na severu má vyšší teploty v zimním období než shluk E a není tak náchylný k teplotním extrémům jako shluk D.

Obr. 8: Meteorologické stanice JAR



Obr. 9: Regiony JAR podle shlukové analýzy



Zdroj: Trends in extreme temperature indices in South Africa 1962-2009 (Kruger a Sekele 2013)

Poznámka: Obrázek vlevo: Mapa Jihoafrické republiky s provinciemi, zobrazující polohy 28 meteorologických stanic použitých pro studii. Obrázek vpravo: Regiony A-F ze shlukové analýzy provedené na průměrných ročních minimálních a maximálních teplotách, i zeměpisných souřadnicích stanic.

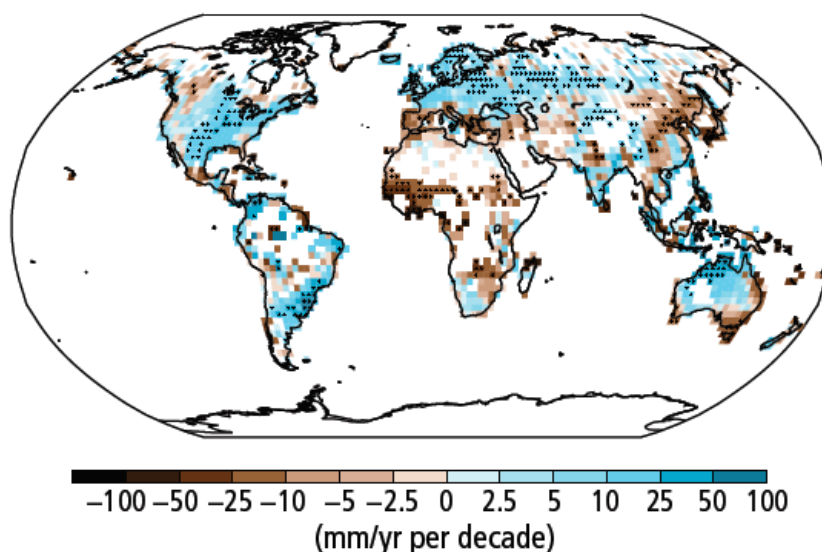
Obecným výsledkem studie je, že indexy maximálních teplot vykazují nárůsty teplých extrémů a indexy minimálních teplot vykazují poklesy chladných extrémů na všech meteorologických stanicích. Trendy se však liší mezi regiony, a to ve velikosti i statistické významnosti. Obecně lze pozorovat v západní polovině a severovýchodních a východních částech státu (shluky B, C a D) relativně silnější nárůsty teplých extrémů a poklesy chladných extrémů než kdekoli jinde v zemi. Tyto regiony se do značné míry shodují s tepelnými režimy Jihoafrické republiky, které jsou k extrémním teplotám náchylné. Rozdílné oteplení nad JAR může být s největší pravděpodobností spojeno s možnými změnami v atmosférické cirkulaci nad subkontinentem.

Jihoafrická republika zažila během zkoumaného období obecné oteplení. Analýza delší časové řady než od roku 1962 ukázala vysokou pravděpodobnost, že se oteplování v Jihoafrické republice zrychlilo od poloviny 60. let. Toto zjištění je ve shodě s průměrným globálním teplotním trendem, kde je zřejmé zvýšené oteplení od druhé poloviny 20. století, zejména od poloviny 60. let. Předpokládá se, že trvání pozorovaného silného oteplování bude mít negativní vliv na biodiverzitu v důsledku ztráty přirozeného prostředí a na zemědělství v důsledku zvýšení výparu a následků teplotního stresu pro hospodářská zvířata.

3.2.2 Srážky

Pozorované trendy srážek podle IPCC (2014b) vykazují vysoký stupeň prostorové a časové proměnlivosti s pozitivními a negativními hodnotami (obr. 10). Antropogenní vliv na oteplování je pravděpodobný od poloviny 20. století nad každým kontinentem, s výjimkou Antarktidy. Narůstající srážky vykazuje severní polokoule v oblasti středních až vysokých zeměpisných šířek, oblasti Jižní Ameriky a Austrálie. Naopak úbytky srážek jsou pozorovány především v Africe, jižní Evropě, na východě Asie a jižních a jihovýchodních pobřežích Austrálie.

Obr. 10: Pozorovaná změna ročních srážek nad pevninou mezi lety 1951 a 2010



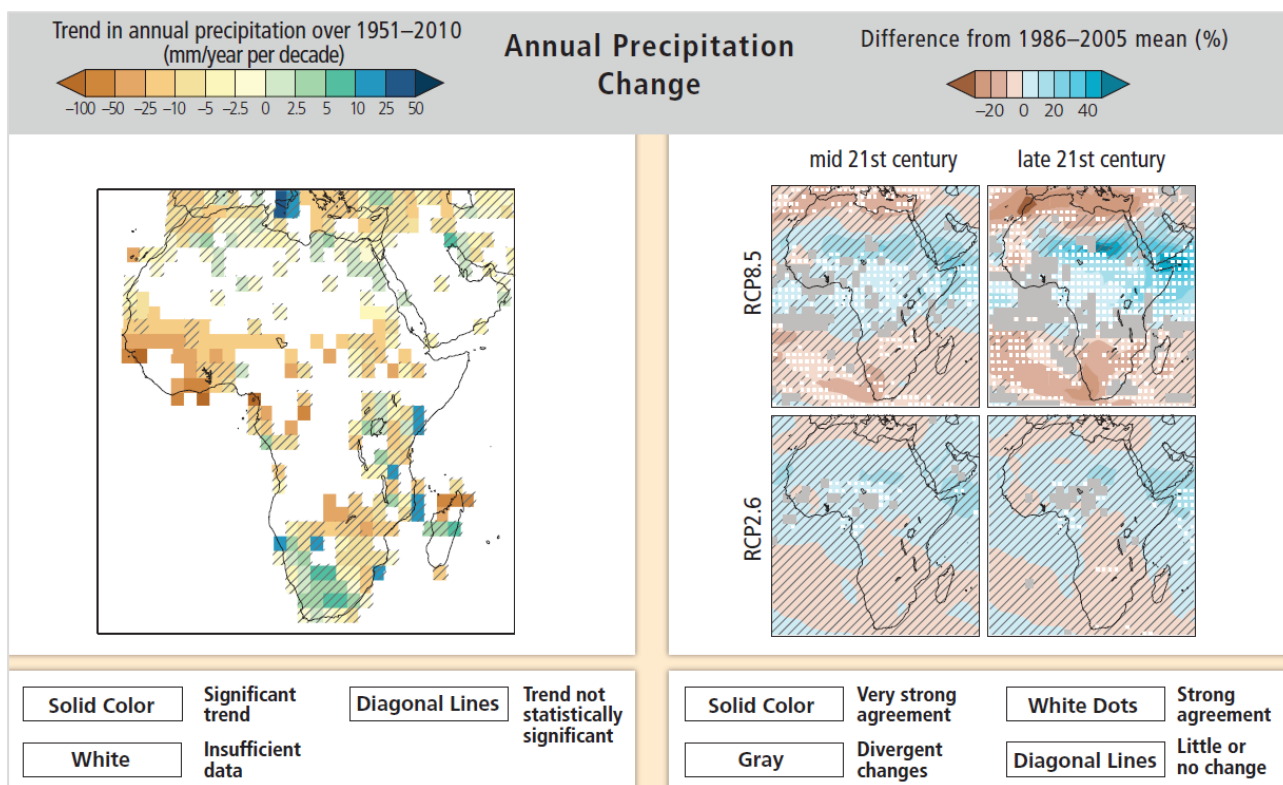
Zdroj: Climate Change 2014, Synthesis Report (IPCC 2014b)

IPCC (2014a) dokumentovala změny v průměrných ročních srážkách. Získávání dat však bylo problematické, jelikož většina afrického kontinentu neměla dostatečná pozorovací data k vyvození závěrů o trendech ve 20. století. Navíc v mnoha oblastech existovaly nesrovnalosti mezi různými sadami srážkových dat. Oblasti, kde byly k dispozici dostatečné údaje, vykazovaly v průběhu 20. století odlišné výsledky (obr. 11, vlevo).

Oblasti severní Afriky zažily během posledních dekad silné poklesy v obdrženém množství srážek v místních zimních a jarních obdobích. Pozorované záznamy rovněž ukázaly více než 330 suchých dnů za rok (tj. méně než 1 mm srážek za den) mezi lety 1997 a 2008. Sahara, která získá méně než 25 mm srážek za rok, ukázala malou sezonní proměnlivost. Sahel obecně zaznamenal pokles průměrných ročních srážek během 20. století, zejména ve východních a západních částech. Po výskytu velkého počtu suchých období během 70. a 80. let směřují srážky k obnově v posledních 20 letech uvedeného století. Obnova je interpretována několika výzkumy a může být způsobena přirozenou variabilitou, nucenou reakcí na zvýšené množství skleníkových plynů nebo snížením aerosolů. I když východní Afrika zažila obecně nárůsty

srážek, za poslední 3 dekády se zde srážky snížily v období od března do května/června. Možným důvodem těchto poklesů je rapidní oteplování Indického oceánu, což způsobuje nárůst konvekce a srážek nad jeho tropickými částmi. Ve velké části Afrického rohu také poklesly letní monzunové srážky (červen-září) za posledních 60 let v důsledku měnícího se gradientu tlaku hladiny moře v této oblasti. Přes obecné nárůsty srážek v jižní Africe se zde objevil pokles srážek v místních letních obdobích v druhé polovině 20. století. Mírný pokles dešťových srážek se vyskytuje v Botswaně, Zimbabwe a ve východní Jihoafrické republice. Úbytek srážek je zde rovněž spojen s Indickým oceánem, a to s rostoucím trendem jeho povrchové teploty v tropických částech. V jižní Africe se změnily určité charakteristiky sezonních srážek, např. zvyšující se frekvence suchých období je doprovázena zvyšujícím se trendem denní intenzity srážek, což má vliv na odtokové charakteristiky.

Obr. 11: Změny průměrných ročních srážek nad Afrikou



Zdroj: Climate Change 2014, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Part B: Regional Aspects (IPCC 2014a)

Poznámka: Pozorované a předpokládané změny průměrných ročních srážek. Levá část: Pozorované změny průměrných ročních srážek v letech 1951–2010 [mm/rok pro dekádu]. *Solid Color* = plná barva (*Significant trend* = významný trend); *Diagonal Lines* = šikmé linie (*Trend not statistically significant* = statisticky nevýznamný trend); *White* = bílá barva (*Insufficient data* = nedostatečná data). Pravá část: Předpokládané změny průměrných ročních srážek pro roky 2081–2100, vzhledem k srážkovým průměrům let 1986–2005 [%]. *Solid Color* = plná barva (*Very strong agreement* = velmi silná shoda); *White dots* = bílé tečky (*Strong agreement* = silná shoda); *Gray* = šedivá barva (*Divergent changes* = odchylné změny); *Diagonal lines* = šikmé linie (*Little or no change* = malá nebo žádná změna).

Podle IPCC (2014a) jsou projekce srážek méně jisté a vykazují vyšší prostorové a sezonní závislosti než projekce teplot. Možnosti předpokládaných změn srážek podle dvou modelů zobrazuje obrázek 11, vpravo. Model RCP2.6 pro většinu afrického kontinentu vykazuje

minimální změny v průměrných ročních srážkách. U modelu RCP8.5 mají změny větší variabilitu. Předpovídají velmi pravděpodobný pokles srážek nad středomořskou oblastí severní Afriky v polovině a koncem 21. století a také nad oblastí jižní Afriky začínající v polovině 21. století a rozšiřující se na konci století. V centrální a východní Africe se v polovině 21. století naopak očekávají nárůsty průměrných ročních srážek.

Regionální studie o srážkách ve vegetačních obdobích jihovýchodní Afriky (Tadross a kol. 2009) poukazuje na Afriku jako na velmi citlivou ke změně klimatu, jelikož mnoho socioekonomických aktivit závisí zejména na dešťových srážkách. Tento problém je obzvláště akutní v jižní Africe, regionu charakterizovaným nízkou hustotou pozorování a vysoce závislým na venkovském zemědělství, kde dopad variability srážek ovlivňuje pěstování plodin. Proto je třeba posoudit kapacity států jižní Afriky, jak se mohou přizpůsobovat dopadům změn klimatu na odvětví zemědělství. Velkým problémem pro jakoukoli iniciativu je nedostatek informací, zejména na lokální úrovni. Pro zemědělský sektor je velmi důležité vědět, čemu se přizpůsobit, jelikož srážky mají vliv na načasování dat výsadby a cykly růstu plodin. Navíc dokumentované nárůsty teplot (u nichž lze očekávat další růst) tvoří na odvětví další nároky na vodu, a to i beze změn v množství srážek.

Variabilita srážek ovlivňuje nejen zemědělský sektor, ale může mít za následky střídání období sucha a dešťů, což ovlivňuje proměnlivost odtoku. V lokální studii Weldon a Reason (2013) byla zkoumána variabilita srážkových charakteristik jižního pobřeží v Jihoafrické republice, která zažívá značnou proměnlivost srážek, častá období sucha a povodňové události. Srážky mají v JAR sezonní charakteristiku, kde na západě a jihozápadě dominují srážky v místní zimě a ve zbylé většině země dominují v létě. Výjimkou je oblast podél jižního pobřeží, která jako jediná oblast získává značné srážky celoročně, s malými vrcholy na jaře a na podzim. Cílem tohoto výzkumu bylo analyzovat meziroční proměnlivost srážkových úhrnů a dalších charakteristik odvozených z denních srážek třicetiletého období 1970-1999 pro lepší porozumění vlastností, které ovlivňují zemědělství, turistiku, hospodaření s vodními zdroji a rozvoj regionální infrastruktury a komunit. Oblast jižního pobřeží také v nedávné minulosti prožila ničivé záplavy, jakož i období velkého sucha. Analýza srážkových údajů ukázala, že na proměnlivost srážek okolo jižního pobřeží má podstatný vliv El Niño-Jižní oscilace (*El Niño-Southern Oscillation – ENSO*). La Niña má nad jižní Afrikou za následek vlhké než normální podmínky v místním létě (prosinec-únor). Výsledky studie vlhkých a suchých let poukázaly na to, že *ENSO* ovlivňuje roční srážky na jižním pobřeží s tendencí je zvyšovat během zralých fází roků La Niña a snižovat během počátečních fází roků La Niña. Dobrá předvídatelnost vlhkých let na jižním pobřeží by měla existovat, bohužel ale opačná situace – vztah mezi suchými lety a El Niño – není evidentní.

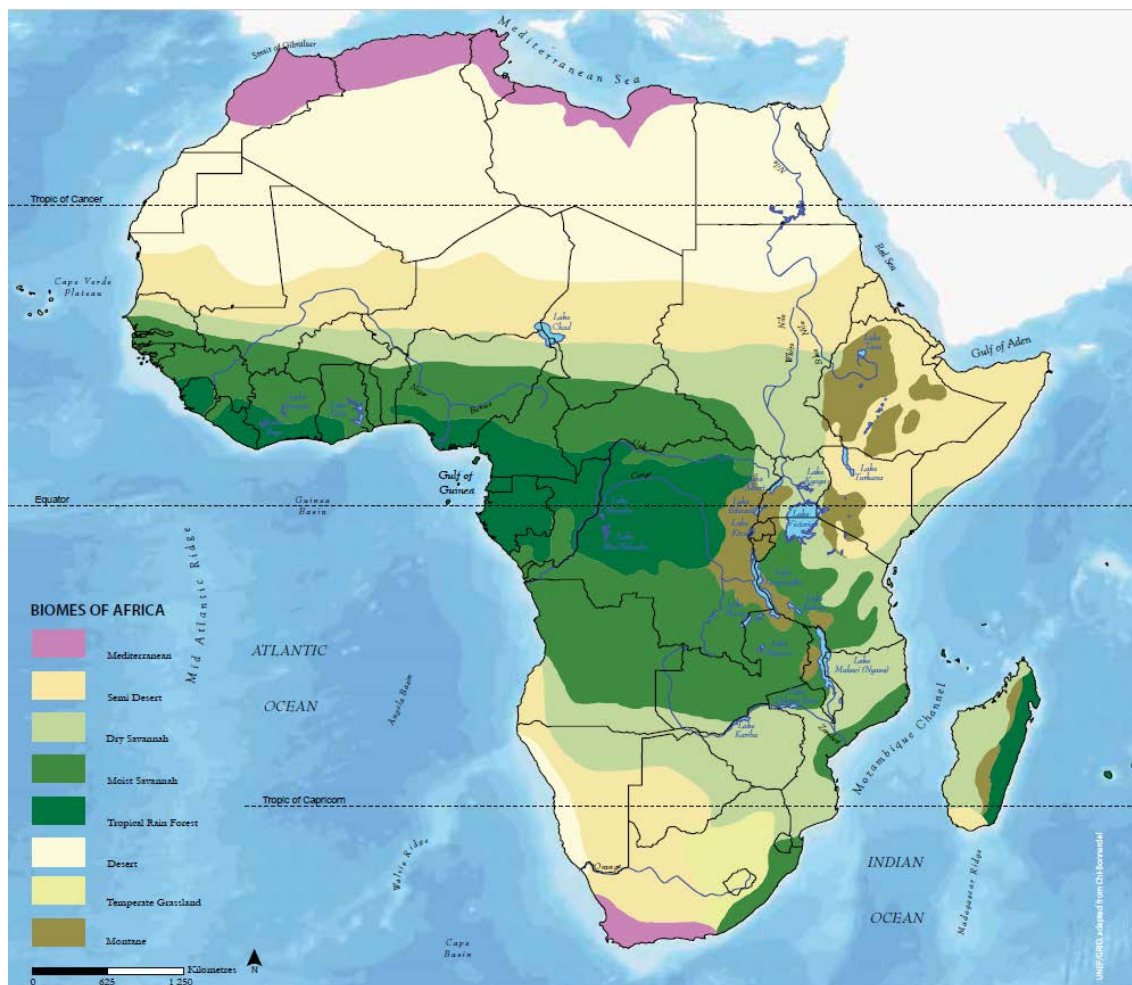
4 VEGETACE

4.1 Vegetační podmínky

Na klimatické podmínky navazuje rozložení vegetačního pokryvu na africké půdě. Africká vegetační pásma do značné míry korelují s klimatickými pásy. Oblasti s největším množstvím srážek mají největší objem biomasy nebo primární produktivity a jejich načasování ovlivňuje množství a charakter vegetace (Stock 2004, cit. v UNEP 2008). Hlavní charakteristikou vegetačního pokryvu jsou biomy – rozsáhlá území s ekologicky podobnými komunitami živočichů a rostlin, která jsou výsledkem podnebí, tj. hlavně srážek a teploty. Biomy charakterizují faunu a flóru v širokém měřítku, odchylky v rámci těchto vegetačních zón jsou důsledkem lokálních změn, např. v nadmořské výšce, půdě, mikroklimatu a lidské populaci (UNEP 2008). Změny klimatických podmínek nadále ovlivňují Afriku a vzniká tlak na živočišné druhy, které se tomuto měnícímu se prostředí musí přizpůsobovat (Meadows 1996, cit. v UNEP 2008).

Do regionu jižní Afriky spadají téměř všechna vegetační pásma, vyjma tropických deštných lesů a vysokohorská vegetace je zde minimálně zastoupena na území Malawi (obr. 12). Nejen z tohoto důvodu má jihoafrický region jednu z největších biodiverzit na světě (Darkoh 2009), kde jsou světově významná centra rozmanitosti rostlinných a živočišných druhů – tzv. *hotspots*. Vzácným *hotspot* je chráněná oblast kapské flóry, která je jednou z pěti oblastí středomořského typu na světě a je známá pro svou rozmanitou biodiverzitu. Kapská oblast, známá též jako *Fynbos*, je považována za květinové království, jelikož má vysokou míru endemismů na světě (Allen 1996, cit. v UNEP 2008). Do pásma polopouští, oblasti přechodu mezi savanou a pouští, spadá Kalahari v Botswaně a Karoo v Jihoafrické republice a Namibii. *Succulent Karoo* se může chlubit nejbohatší sukulentní flórou na světě a výjimečným endemismem rostlin, kde cca 70 % rostlin není jinde k nalezení. Je také stanovištěm pro celou řadu jedinečných druhů plazů a patří k jednomu ze dvou světových aridních *hotspots*. Bohužel jej však sužuje a ohrožuje nadměrná pastva, zemědělství a těžební průmysl (UNEP 2008). Třetím významným *hotspot* jižní Afriky je Maputaland-Pondoland-Albany, který se táhne po jejím východním pobřeží a je významným centrem pro rostlinný endemismus. Mezi nejznámější endemickou rostlinou patří *Strelitzia reginae* (strelicie královská, přezdívána „pták ráje“). Na území této oblasti nalezneme světově nejvyšší stromovou rozmanitost mezi lesy mírného pásma. Do této oblasti však zasahuje místní i komerční zemědělství a expanze pastvin na úkor rozsáhlých přírodních lučních stanovišť, což je hrozbou pro mnoho místních velkých savců, např. jižní poddruh bílého nosorožce (UNEP 2008).

Obr. 12: Šířková vegetační pásma Afriky



Zdroj: Africa: Atlas of Our Changing Environment (UNEP 2008)

Poznámka: *Mediterranean* = vegetace středomořského typu, *Semi Desert* = polopoušť, *Dry Savannah* = suché savany, *Moist Savannah* = vlhké savany, *Tropical Rain Forest* = tropické deštné lesy, *Desert* = poušť, *Temperate Grassland* = mírné louky/pastviny, *Montane* = vysokohorská vegetace.

Typickým vegetačním pokryvem, který charakterizuje Afriku a zaujímá v jižní Africe většinu území, je savana. Primární charakteristikou jsou sezonní srážky, proto je zde většinou travnatá vegetace s volně rozmístěnými jednotlivými stromy (Adams 1996, cit. v UNEP 2008; Darkoh 2009). Problémem v těchto oblastech jsou časté požáry v období sucha. Vlhké savany se vyskytují podél jihovýchodního pobřeží Jihoafrické republiky a při ústí řeky Zambezi. Namibijská poušť je typickým zástupcem písečné pouště, kde je nehostinné prostředí pro faunu i flóru v důsledku nedostatku srážek a vysokých teplotních amplitud. Díky studenému Benguelskému proudu putujícímu podél západního pobřeží severně lze pozorovat střet písečných dun a Atlantského oceánu. Mírné louky/pastviny se nacházejí v Lesothu a ve středu JAR (na obrázku špatně rozeznatelné), kde plocha s vysokou nadmořskou výškou, mírnými srážkami a úrodnými půdami tvoří travnatou vegetaci s rozptýlenými stromy (Stock 2004, cit. v UNEP 2008).

4.2 Změny vegetačních podmínek

Dle statistik zpracovaných v tabulce 1, které uvádí UNEP (2008), lze pozorovat největší počet environmentálních problémů v jižní Africe právě v oblasti vegetace. S nárůstem populace v Africe a vyšším nárokem na její uživení je třeba větší plocha pro zemědělství. Avšak nárůst těchto ploch je na úkor převážně lesních ploch a přírodních stanovišť. Důsledkem je ohrožení biodiverzity, s čímž jsou spojené problémy s ochranou fauny a flóry. Dohromady tvoří velký řetězec, který od úkonů na lokální úrovni může způsobit nevídané problémy v nadnárodních mírách.

4.2.1 Přeměna krajiny

Největším environmentálním problémem je přeměna krajiny (proces změny krajinného pokryvu nebo krajinného využití), která může být vyvolána změnami v životním prostředí způsobené buď změnou klimatu, nebo člověkem. Pod tento proces spadá změna krajinného pokryvu a deforestace.

Změna krajinného pokryvu

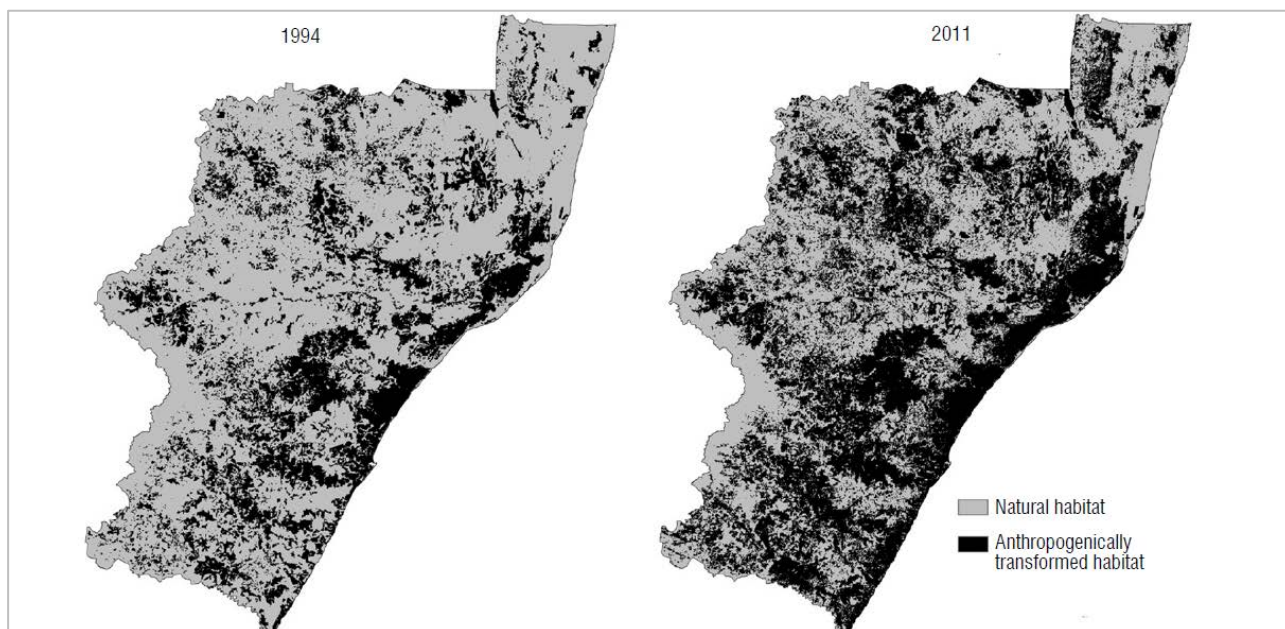
Změna krajinného pokryvu je termín pro antropogenní modifikaci zemského povrchu. Ačkoli lidé modifikovali krajinu po tisíce let, současné tempo změn je mnohem vyšší než kdy jindy v historii a žene nebyvalé změny v ekosystémech a environmentálních procesech na lokální, regionální a globální úrovni (Ellis 2010). Tyto změny jsou těsně spjaté a propojené se změnou klimatu a ztrátou biodiverzity.

Brink a Eva (2009) v regionální studii subsaharské Afriky monitorovali změnu krajinného pokryvu mezi lety 1975 a 2000. V průběhu těchto 25 let postihlo subsaharskou Afriku několik významných přírodních a antropogenních disturbancí, např. sucho, občanské nepokoje vedoucí k migraci, růst populace a globalizace. Tato studie si kladla za cíl použít nezávislou metodu pro kvantifikaci změn krajinného pokryvu, jedním z důvodů byla nedostatečná kvalita zdrojových dat o zemědělství a lesních plochách (data byla nekonzistentní a neúplná, jak v čase, tak v pokrytí). Změnu krajinného pokryvu kvantifikovala ve čtyřech kategoriích – lesní plochy, přírodní nelesní plochy, zemědělské plochy a neúrodné plochy. Výsledky ukázaly, že v roce 2000 byla subsaharská Afrika pokryta 18,8 % lesních ploch, 60,8 % nelesních ploch, 17,3 % zemědělských ploch a 2,5 % neúrodných ploch. V průběhu 25 let přibýlo zemědělských ploch (57% nárůst) a neúrodných ploch (15% nárůst) na úkor lesních ploch (16% pokles) a nelesních ploch (5% pokles), což ukázalo převažující trend přeměny přírodní vegetace k zemědělství. Pokles přírodní vegetace vede ke ztrátě přírodních stanovišť, biodiverzity, ukládaného uhlíku, pastvin a zdrojů palivového dřeva. Hlavní příčinou pro expanzi zemědělství se jeví být nárůst populace, která se v období 1970-2000 téměř

zdvojnásobila z necelých 250 milionů na více než 570 milionů. Nárůst populace byl tak velký, že i se zvýšeným množstvím zemědělské plochy klesla průměrná plocha půdy na obyvatele. Negativní přeměna krajinného pokryvu může vést k vyčerpání živin, degradaci půdy (např. zvýšením rizika eroze) a ke změnám koloběhu vody v půdě.

Lokální studie Jewitt a kol. (2015) v Jihoafrické republice konkrétně zkoumala změny krajinného pokryvu se zaměřením na konzervaci biodiverzity. Změna krajinného pokryvu a ztráta přírodních stanovišť jsou hlavními činiteli ztráty světové biodiverzity. Výzkum byl proveden na území provincie *KwaZulu-Natal*, která má bohatou biodiverzitu a je jednou z provincií, jež produkovala tři přímo srovnatelné mapy krajinného pokryvu, a to v letech 2005, 2008 a 2011. K určení dlouhodobých poměrů změn krajinného pokryvu byly využity mapy z let 1994 a 2000. Historické dědictví státu vytvořilo tři hlavní systémy držby půdy: soukromé, komunální a státní, což může být jedním z důvodů změn krajinného pokryvu v čase a prostoru. Pro výzkum byly vytvořeny dvě kategorie pro porovnání pěti map, konkrétně „netransformované plochy“ (přírodní vegetace) a „transformované plochy“ (antropogenně ovlivněná vegetace – zastavěné plochy, orná půda, plantáže, vodní nádrže a doly). Mapy byly dále reklasifikovány do devíti kategorií krajinného pokryvu.

Obr. 13: Transformace krajiny v provincii *KwaZulu-Natal* v letech 1994-2011



Zdroj: Systematic land-cover change in KwaZulu-Natal, South Africa: Implications for biodiversity (Jewitt a kol. 2015)
Poznámka: šedivá barva = přírodní krajina, černá barva = antropogenně změněná krajina

Výsledky zjistily, že přírodní vegetace a zemědělské plochy mají na svědomí největší změny krajinného pokryvu. Jedním z důvodů je skutečnost, že zabírají největší plochu. Kategorie přírodní vegetace zaznamenala největší ztráty. V roce 1994 mělo 73 % plochy provincie přírodní ráz krajiny, zatímco do roku 2011 se tento údaj snížil na hodnotu 53 % (obr. 13).

Průměrnou mírou ztráty přírodních stanovišť bylo 1,2 % území ročně mezi lety 1994 a 2011. Za pouhých 6 let mezi lety 2005 a 2011 bylo 7,6 % přírodního pokryvu přeměněno antropogenní činností na zemědělské plochy, plantáže pro dřevo, zastavěné plochy, vodní nádrže a doly. Největšího přírůstku dosáhly zemědělské plochy s nárůstem o 5,2 %. Zastavěné plochy měly celkový přírůstek 1,2 %, následované nárůstem ploch pro plantáže s 0,5 %. Na národní úrovni byl rozsah transformované půdy na úrovni 15,7 % v roce 2005. V provincii *KwaZulu-Natal* je tato hodnota mnohem vyšší, v roce 2005 dosahuje 43 % a v roce 2011 až 46,4 %. V návaznosti na historii státu, plochy vlastněné komunitami zaznamenaly větší míru změn krajinného pokryvu a rozvoje než soukromě a státně držené plochy.

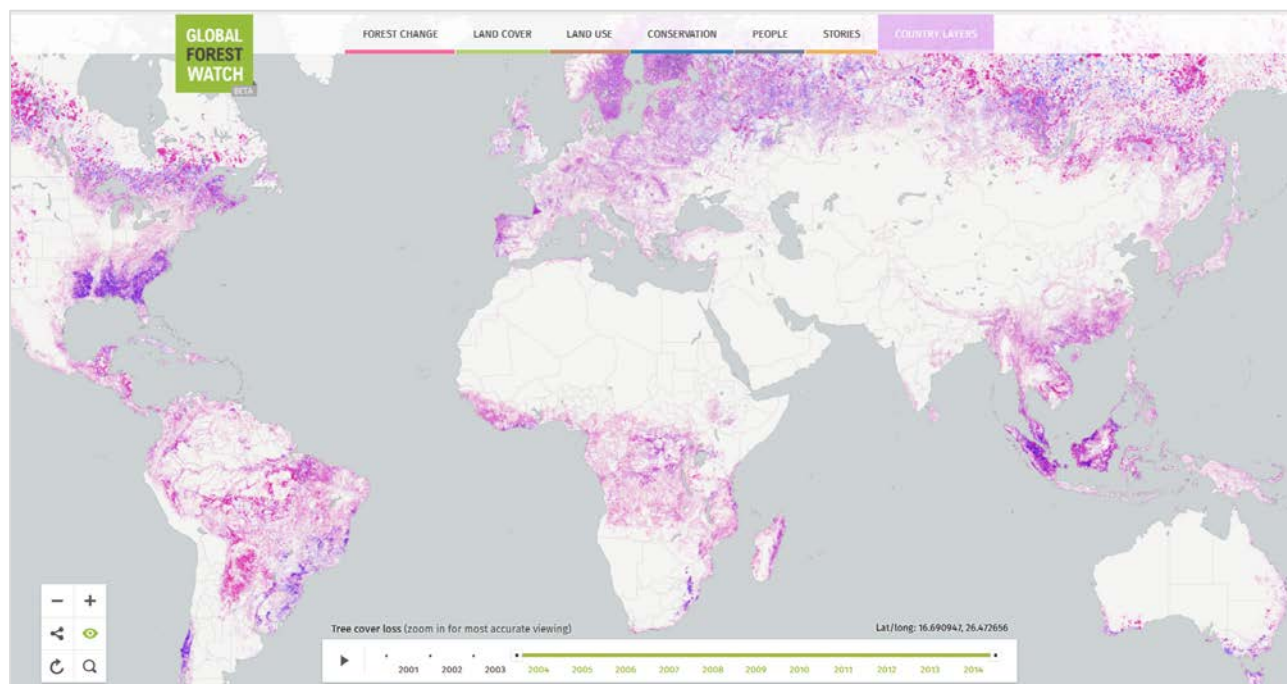
Provincie *KwaZulu-Natal* ztrácí přírodní ráz krajiny, což způsobuje ekologické dopady pro zdejší druhově rozmanité území, a zároveň ovlivňuje socioekonomickou sféru pro převážně chudé obyvatelstvo závislé na přírodních zdrojích (palivo, potrava, léčiva, atd.). Změny v krajinném pokryvu, ztráta přírodních stanovišť a výsledná fragmentace krajiny mají za následek ztrátu biodiverzity a pokles druhové populace. Hlavní hnací silou přeměny krajiny jsou lidské reakce na ekonomické příležitosti. Při pokračující míře transformace krajiny lze předpokládat, že v roce 2050 bude pouze 45 % plochy provincie mít přírodní ráz krajiny.

Deforestation

Deforestation, neboli odlesňování, je přeměna lesních ploch na nelesní plochy z důvodu změny krajinného pokryvu na zemědělskou půdu, louky/pastviny, městskou zástavbu a získávání dřeva obyvateli pro otop nebo pro těžbu dřeva (UNEP 2008). Odlesňování a úbytek lesů se týká především zalesněných oblastí tropů (FAO 2005, cit. v UNEP 2008), což jsou deštné lesy Jižní Ameriky, střední Afriky a jihovýchodní Asie. Je nutno podotknout, že úbytek lesů nemusí vždy znamenat odlesňování. Ztráta lesního porostu může nastat z mnoha důvodů (např. ohněm, kácením) a odlesňování je jednou z těchto možností (Global Forest Watch 2016). Ztrátu a zisk lesního porostu lze pozorovat na obrázku 14. Podle Larcom a kol. (2016) je přibližně 75 % světových lesů pod ochranou národních vlád, avšak navzdory nárůstu chráněných oblastí v posledních desetiletích zůstává odlesňování závažným problémem ve velké části rozvojového světa.

Za posledních zhruba 5 let trpí největším odlesňováním jihovýchodní Asie pěstováním palmového oleje. Ten byl sice poprvé vyroben v západní Africe, ale jeho výroba se přesunula do tropických oblastí, kde je od roku 2007 jeho největším producentem Indonésie. Podle Greenpeace (2014) bylo pěstování palmového oleje největším samostatným viníkem odlesňování mezi lety 2009-2011, s identifikovanými plantážemi zodpovědnými za čtvrtinu úbytku lesů. Průběžné odlesňování tropických lesů je významnou hrozbou pro globální biodiverzitu a poskytování ekosystémových služeb (Spracklen a kol. 2015).

Obr. 14: Přírůstek a úbytek lesního porostu v letech 2004-2014

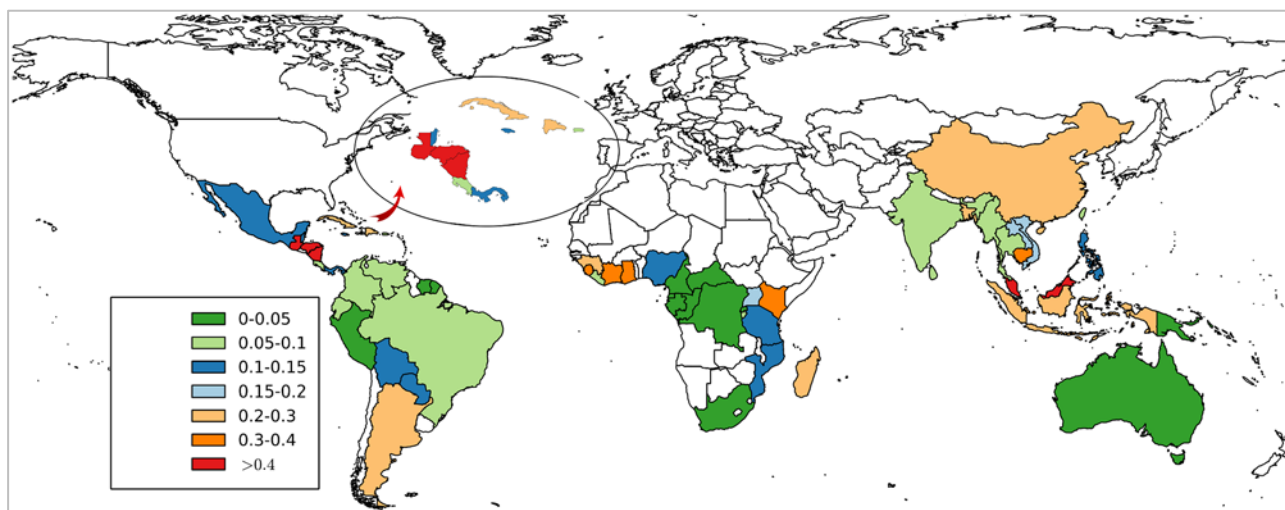


Zdroj: Interacitve Map (Global Forest Watch 2016)

Poznámka: Růžový odstín = úbytek lesního porostu, modrý odstín = přírůstek lesního porostu.

Globální studie Spracklen a kol. (2015) analyzovala 3376 tropických a subtropických vlhkých lesních chráněných oblastí v 56 zemích čtyř kontinentů, aby zjistila vliv chráněných oblastí na deforestaci. Tropické lesy hrají důležitou roli při zachování biodiverzity, ukládání uhlíku a regulaci klimatu. V období let 2000-2012 došlo ke ztrátě 1,1 milionu km² tropických lesů, s rostoucím tempem úbytku v průběhu období. Proto je zkoumána účinnost chráněných oblastí v prevenci úbytku lesů. V průběhu výzkumu byly identifikovány dva problémy. Za prvé, chráněné oblasti jsou často umístěny do odlehlých a nepřístupných oblastí, kde je nebezpečí odlesňování menší. Za druhé, odlesňování v blízkosti chráněných oblastí je modifikováno samotnou přítomností chráněné oblasti. Studie využila tzv. *buffer* (nárazníkové) zóny v různých vzdálenostech od chráněných oblastí a dalších úprav hodnot (např. nadmořská výška chráněné oblasti a svah, ve kterém se nachází) pro reprezentativní porovnání kontinentů. Vyhodnocení na kontinentální úrovni sdělilo, že nejvyššího průměrného odlesňování uvnitř chráněných oblastí bylo dosaženo v Asii, následované Afrikou, Amerikou a Austrálií. Výsledky odlesňování uvnitř chráněných oblastí na národní úrovni lze pozorovat na obrázku 15. Státy s velkými a relativně odlehlými chráněnými oblastmi v Kongu a Amazonii mají nízký stupeň deforestace. Vysoký stupeň deforestace mají státy jihovýchodní Asie (Malajsie, Kambodža), střední Ameriky (Nikaragua, Honduras, Salvador, Guatemala) a západní Afriky (Sierra Leone, Pobřeží slonoviny, Ghana) a Keňa. Při pohledu na jižní Afriku lze pozorovat, že Jihoafrická republika má nejnižší úroveň a Mosambik o dva stupně vyšší úroveň deforestace. Bohužel zbytek států nebyl v této studii zkoumán.

Obr. 15: Odlesňování ve vlhkých lesních chráněných oblastech v letech 2000-2012



Zdroj: A Global Analysis of Deforestation in Moist Tropical Forest Protected Areas (Spracklen a kol. 2015)
Poznámka: Národní průměrná roční ztráta lesů v chráněných oblastech vážená plochou rezervace [%a⁻¹].

Při srovnání odlesňování uvnitř rezervace se čtyřmi okolními zónami, téměř 75 % zón zažívalo značný tlak na odlesňování ve vnější zóně 1 km, s malým rozdílem mezi Asií (78 %), Afrikou (72 %) a Amerikou (73 %). Z toho vyplývá, že zde existuje nebezpečí, že přítomnost rezervací má dopad na stupeň odlesňování v nechráněných územích v jejich blízkosti. Chráněná oblast není užitečná, pokud její ochrana je na úkor jejího okolí. Na kontinentální úrovni bylo zjištěno, že největší podíl účinných chráněných oblastí má Austrálie, následovaná Amerikou, Afrikou a Asií. Obecně bylo zjištěno, že chráněné oblasti snižují odlesňování, ale se značnými rozdíly uvnitř států a mezi nimi (Spracklen a kol. 2015; Larcom a kol. 2016). Nízká efektivita rezervací ve státech Asie je znepokojující vzhledem k vysokým stupňům deforestace, ale Afrika je hned na druhém místě se 48 % efektivních rezervací. Jihoafrická republika byla jedním z pěti států s nejvýkonnějšími chráněnými územími. Většina problematických oblastí je situována ani ne do tropických oblastí Konga, ale do malých států západní Afriky.

Na tuto studii lze navázat výsledky zkoumání Organizace OSN pro výživu a zemědělství (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), která publikovala klíčová zjištění o hodnocení globálních lesních zdrojů a sdělila, že se světové odlesňování zpomaluje díky lepšímu spravování lesů. Za posledních 25 let se míra celosvětového odlesňování zpomalila o více než 50 % (FAO 2015). Bylo poznamenáno, že rostoucí množství lesních ploch přišlo pod ochranu, zatímco více států zlepšuje hospodaření s lesy. To je často prováděno prostřednictvím legislativy, zahrnuje měření a monitorování lesních zdrojů s větším zapojením místních komunit při plánování a rozvíjení. Globálně, přírodních lesních ploch ubývá na úkor uměle pěstovaných lesních ploch. Většina lesů je ve veřejném vlastnictví, přičemž vlastnictví jednotlivců a komunit se zvýšilo (FAO 2015).

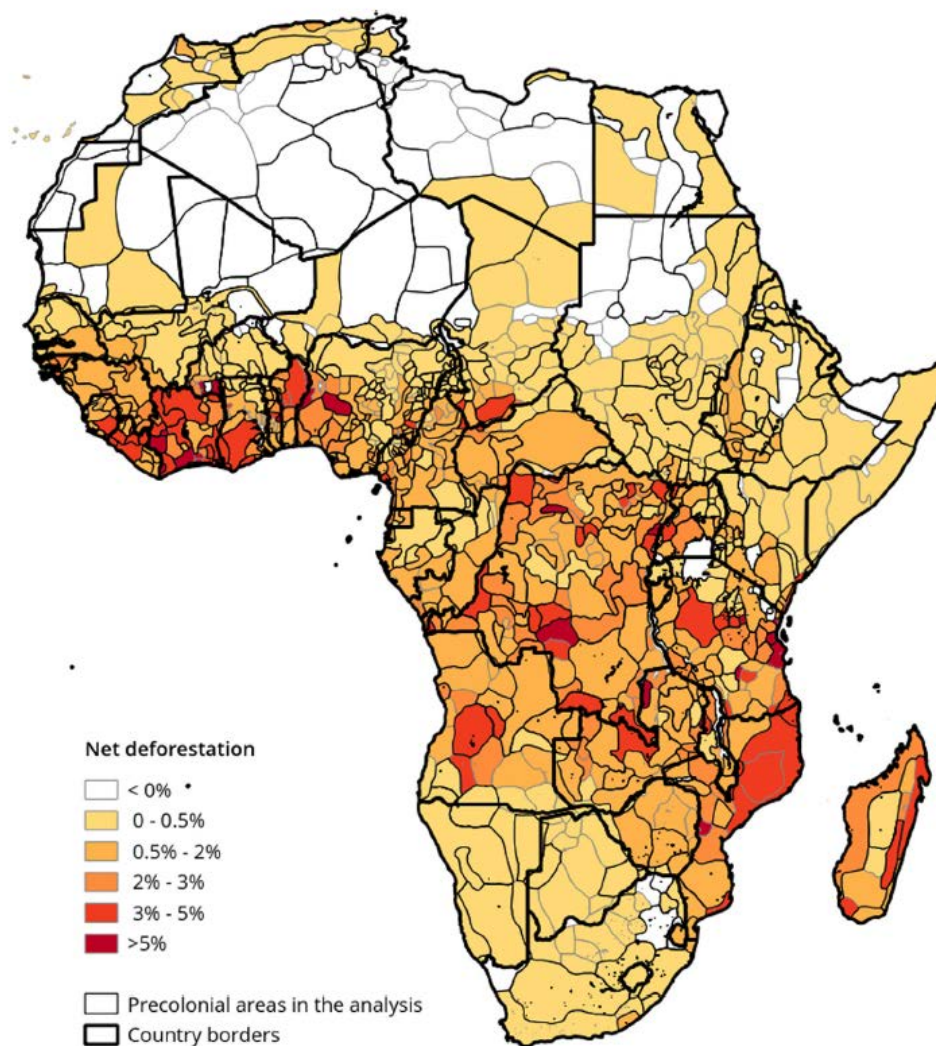
V Africe lesy zabírají přibližně pětinu kontinentu a v roce 2005 bylo z deseti zemí s největším úbytkem lesů šest v Africe (FAO 2005, cit. v UNEP 2008). I když se míra ztráty podstatně snížila, tak přesto v letech 2010-2015 patřila Afrika s 2,8 miliony hektary (a Jižní Amerika s 2 miliony hektary) ke kontinentům s nejvyšší roční ztrátou lesů (FAO 2015). Tropické deštné lesy se v jižní Africe vyskytují zřídka v důsledku nízkých srážek. Proto se problém deforestace týká převážně tropického Konga, které spolu s Angolou hostí dvě třetiny afrických lesů. Zbytek států jižní Afriky zabírá pouhou třetinu, kde je deforestace způsobena především venkovským obyvatelstvem ke spotřebě palivového dřeva (Darkoh 2009).

Při srovnání zde popsaných výsledků studií lze vidět shody v tom, že region jižní Afriky vykazuje známky nízké úrovně deforestace. Problém deforestace se v Africe týká převážně tropů západní Afriky a konžské pánve. Deforestace v jižní Africe postihuje oblasti v Angole, Zambii, Malawi a Mosambiku. Ani nízké hodnoty deforestace však neznamenají, že by odlesňování nebylo žádné a nebylo by potřeba jej regulovat.

Larcom a kol. (2016) v regionu afrického kontinentu čerstvě provedli studii o místních institucích, zděděných z předkoloniální éry, a jejich roli při správě přírodních zdrojů v Africe. Byl zde nalezen významný vztah mezi odlesňováním a předkoloniálními pravidly místních vůdců/náčelníků (obr. 16). Deforestace koreluje s mírou etnické frakcionalizace nalezené v místních komunitách – více roztržštěné společnosti jsou méně schopné koordinovat a organizovat odpor proti následkům chudých státních institucí, zkorumpovaných politiků a nezákonné těžby dřeva. Michalopoulos a Papaioannou (2013, cit. v Larcom a kol. 2016, s. 151) tvrdí, že „neschopnost afrických států poskytovat veřejné statky a vysílat sílu za hranice hlavních měst vedla africké občany nadále spoléhat na místní etnické struktury spíše než národní vlády“. Předkoloniální instituce úzce souvisí se současným opatřením hospodářské činnosti a místní vůdci a hlavy obcí často nadále řídí přístup k přírodním zdrojům (půdě a lesům) po celé Africe, a orgány, které řídí jejich držby, mají významný dopad na životní prostředí. Výsledek studie potvrdil, že místní instituce hrají důležitou roli při deforestaci, jelikož některé z nich nemusí být snadno pozorovatelné národními vládami ani náhodným pozorovatelem. Získání lepšího pochopení všech vlivů se zdá být krokem k pochopení role, kterou právní pluralismus hraje v Africe ve vztahu k odlesňování.

Někteří autoři tvrdí, že odlesňování v Africe je jedním z nejvyšších mezi světovými kontinenty. Lesy se staly životně důležité pro řízení a kontrolu globálního klimatu díky jejich funkci ukládání uhlíku. Proto je důležité kvantifikovat a lokalizovat problémové oblasti deforestace, s cílem vyvinout strategie, které mohou snížit nebo zamezit zničení lesů. Odhady pro tento účel jsou však velkou výzvou.

Obr. 16: Deforestace v předkoloniálních územích a dnešních státech Afriky



Zdroj: Precolonial institutions and deforestation in Africa (Larcom a kol. 2016)

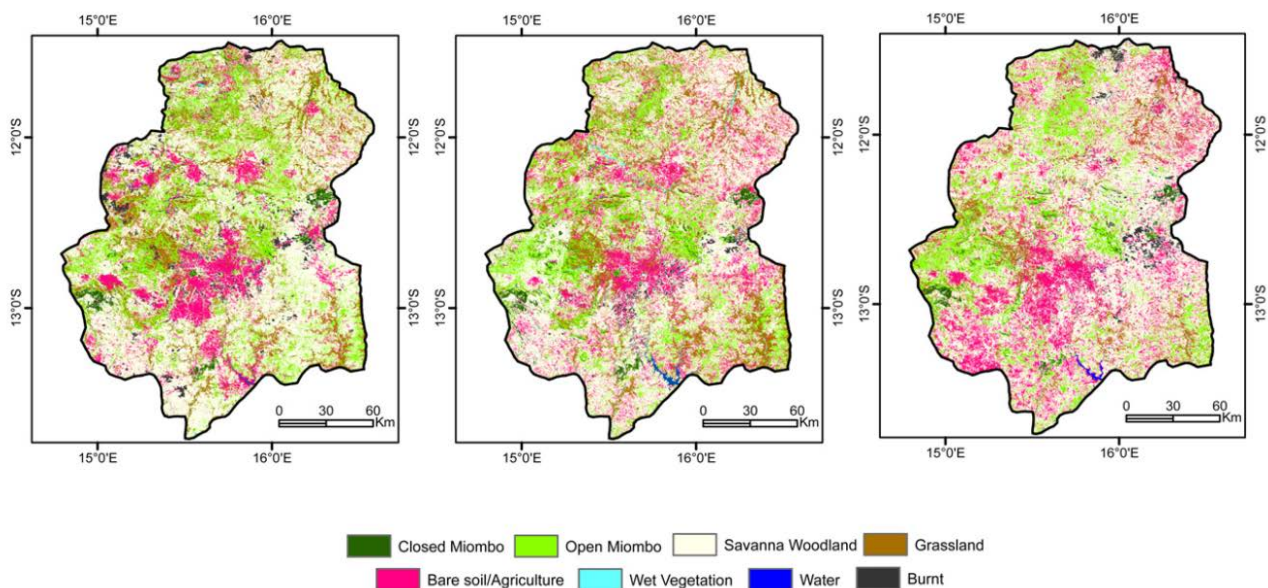
Poznámka: *Precolonial areas in the analysis* = analyzovaná předkoloniální území, *country borders* = hranice států. *Net deforestation* = čistá ztráta lesů (rozdíl mezi ztrátou a ziskem lesního porostu).

Lokální studie Cabral a kol. (2011) zkoumala kvantifikaci deforestace lesního porostu v centrální plošině Angoly mezi lety 1990 a 2009. Tato případová studie poukazuje na důležitost středního až vysokého rozlišení při pozorování krajinného pokryvu pomocí dálkového průzkumu jako prostředek pro získávání objektivních informací o deforestaci. Přestože satelitní snímky jsou nejlepším zdrojem prostorových dat pro odhady deforestace (díky konzistenci a aktualitě), je důležité jejich rozlišení. Nízké rozlišení (např. 1 km) nemusí být dostatečné pro detekci změn lesních ploch vyplývajících z lidské činnosti (např. posouvání pěstování). Studií používající vysoké rozlišení existuje málo, např. na jednu z nich bylo odkázáno výše – studie Brink a Eva (2009) o změně krajinného pokryvu v subsaharské Africe. V této studii je změna krajinného pokryvu a deforestace analyzována pomocí tří map v letech 1990, 2000 a 2009 v rozlišení 30 m. Výsledky jsou snahou vytvořit základ pro budoucí rozvoj monitorovacího systému, který bude podporován udržitelným hospodařením s lesy.

Angolu z velké části pokrývá lesní plocha, která je často zastoupena lesem *miombo*, typem otevřeného lesa, který je jedním z ekologicky hodnotných typů krajinného pokryvu v Angole. Skládá se z lesní vegetace s velmi bohatou biodiverzitou s přibližně 8 500 rostlinnými druhy, které jsou z více než 54 % endemické. Navíc má *miombo* socioekonomickou hodnotu, jelikož poskytuje pro místní obyvatelstvo potravu, vlákno, léčiva a krmivo pro dobytek. Na centrální plošině, kde se nachází zkoumaná lokalita Huambo, žije třetina angolského venkovského obyvatelstva. Také proto slouží les *miombo* jako zdroj paliva pro domácí účely nebo pro obchodní činnosti (např. převádění velkého množství nashromážděného dřeva na uhlí), čímž je podporována degradace vegetace. Degradace silniční sítě a dopady místní války ovlivnily venkovské obyvatelstvo a přetvořily krajinné využití.

Podle hlavních typů krajinného pokryvu byla definována legenda s osmi třídami zobrazená na mapách na obrázku 17, které doplňuje obrázek 18 s přesnými hodnotami. Za lesní plochy jsou považovány třídy *Closed Miombo*, *Open Miombo* a *Savanna Woodland* (kterou lze charakterizovat jako výsledek degradace jiných lesních tříd). Analýza ukázala, že v první dekádě byl malý nárůst lesní vegetace a malý pokles *Savanna Woodland*, trend, který je v druhé dekádě opačný. Lesní oblasti (*Closed Miombo* a *Open Miombo*) se od roku 1990 do roku 2009 obecně snížily, ale mezi těmito třídami a třídou *Wet Vegetation* byly nejasnosti, tudíž hodnoty nejsou zcela přesné. Po celé studované období došlo k nárůstu holé půdy/zemědělské půdy. Výsledky však ukazují, že rozšiřování zemědělské půdy proběhlo spíše na úkor lesní savany a luk/pastvin než *miombo*. Nicméně zde jsou i přechody z luk/pastvin a holé půdy/zemědělské půdy na lesní savanu. Hodnoty deforestace v Huambo se od oficiálních národních hodnot velmi liší. V této dvacetileté analýze byla míra odlesňování -0,16 %/rok, což znamená čistý nárůst lesní vegetace. Při porovnání hlášených hodnot pro celý stát je zde patrný rozdíl, jelikož se jedná o čistou ztrátu lesní vegetace o 0,20 %/rok mezi lety 1990 a 2000 a 0,21 % mezi lety 2000 a 2005. Nicméně, toto zjevné zotavení skrývá inverzi v dynamice hustěji zalesněných typů vegetace – lesy *miombo*. Ty vykazují v první analyzované dekádě velmi mírnou expanzi lesní vegetace s mírou deforestace -0,28 %/rok a výrazné snížení v druhé dekádě s mírou 1,49 %/rok, zatímco zemědělská plocha vykazuje konzistentní a stálou expanzi. Každopádně existují rozdíly v hlášených hodnotách deforestace, jelikož záleží na použitých zdrojích.

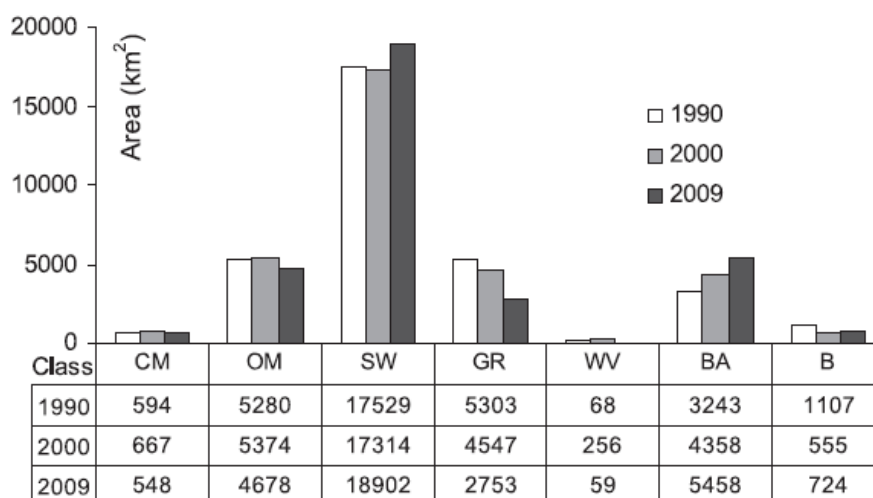
Obr. 17: Změna krajinného pokryvu v oblasti Huambo v letech 1990, 2000 a 2009



Zdroj: Spatial dynamics and quantification of deforestation in the central-plateau woodlands of Angola (1990-2009) (Cabral a kol. 2011)

Poznámka: Mapy změn krajinného pokryvu v Huambo v letech 1990 (vlevo), 2000 (uprostřed) a 2009 (vpravo). *Closed Miombo* = uzavřený *miombo*; *Open Miombo* = otevřený *miombo*; *Savanna Woodland* = lesní savana; *Grassland* = louky/pastviny; *Bare soil/Agriculture* = holá půda/zemědělská půda; *Wet Vegetation* = vlhká vegetace; *Water* = vodní plocha; *Burnt* = vypálená plocha.

Obr. 18: Změny rozsahu krajinného pokryvu v oblasti Huambo v letech 1990, 2000 a 2009



Zdroj: Spatial dynamics and quantification of deforestation in the central-plateau woodlands of Angola (1990-2009) (Cabral a kol. 2011)

Poznámka: Plošné změny krajinného pokryvu [km²]. Zkratky tříd jsou vysvětleny v obr. 17.

Nejspíše hlavním faktorem vlivu na krajinný pokryv a deforestaci bylo období občanské války, které donutilo obyvatelstvo k přesunům (útěk od svých domovů a zemědělských ploch, zakládání nových ploch a následný návrat k těm původním). Odlesňování popsané v této studii poukazuje na potřebu spolupráce mezi vládou a obyvatelstvem, nejen na zachování základních přírodních zdrojů a potřeb pro obyvatelstvo, ale zároveň na přispění ke globálnímu úsilí o udržení životního prostředí.

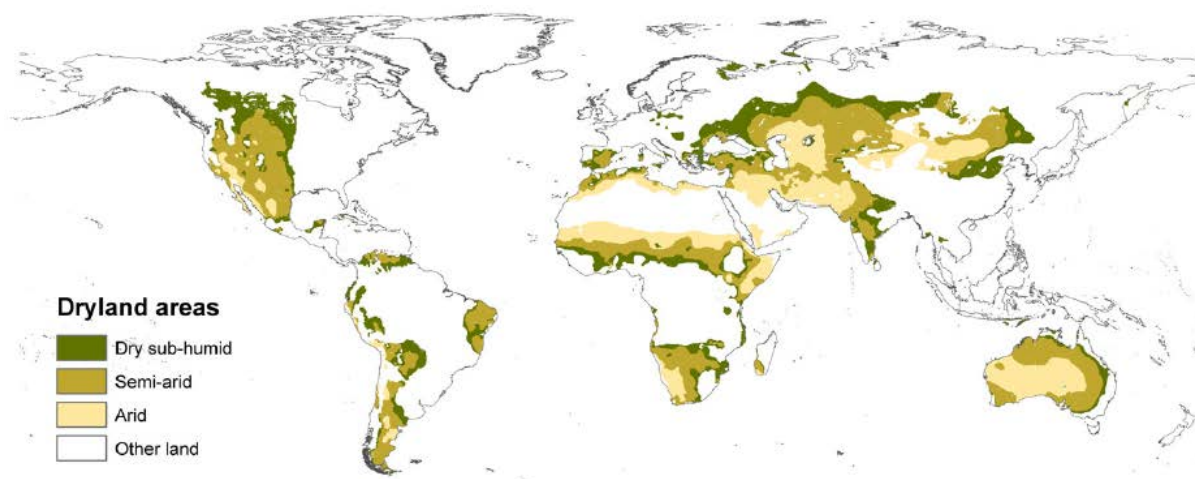
4.2.2 Degradace krajiny

Ekvivalentním problémem přeměny krajiny je degradace krajiny, která může zahrnovat mnoho důsledků, včetně degradace vegetace a degradace půdy. Degradací se rozumí proces znehodnocování krajiny, který snižuje schopnost půdy vyrábět potraviny nebo materiály (UNEP 2008). Procesy degradace krajiny jsou výsledkem antropogenních aktivit a změny klimatu (Helldén a Tottrup 2008). Neudržitelné postupy využívání krajiny, jejichž důsledkem je degradace přírodního prostředí a krajiny v jižní Africe, mohou být zařazeny do několika širokých kategorií: rozšiřování pěstování na nevhodných pozemcích, těžba zeminy a zkracování období ladu, nadměrná pastva a nekontrolovaná sklizeň biomasy (Darkoh 2009). Způsoby degradace půdy (např. vodní a větrná eroze, salinizace, půdní zhutnění, tvoření krust a vyčerpání živin) a s nimi související důsledky jsou popsány v kapitole 5 „Půdy“.

Desertifikace

Desertifikace je „degradace krajiny v aridních, semiaridních a subhumidních regionech v důsledku různých faktorů, včetně proměnlivosti klimatu a lidské činnosti“ (UNCCD 1994, cit. ve van Luijk a kol. 2013, s. 14). V ekosystémech přetrvává pokles široké škály služeb, např. píce, paliva, dřeva, vody, potravy, stanovišť biodiverzity nebo možností pro turistiku (Scholes 2009). Vážná desertifikace v konečném důsledku vede k dlouhodobé a pozorovatelné ztrátě vegetačního pokryvu a produktivity biomasy v čase a prostoru. Globální degradace se často vyskytuje v tzv. *drylands* (suchých oblastech), které pokrývají asi 40 % světové pevniny (obr. 19). *Drylands* se vyznačují proměnlivostí srážek, vysokými teplotami a sezonními mírami evapotranspirace. Degradace *drylands*, též označována jako desertifikace, je uznávána jako jeden z nejvážnějších ekologických problémů, kterým společnost čelí (Zika a Erb 2009)

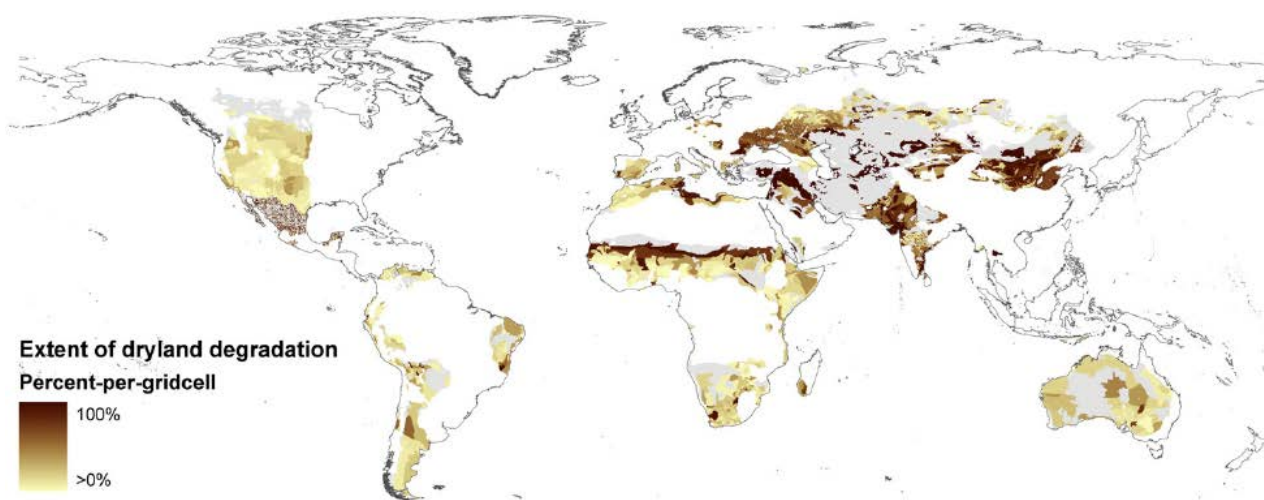
Obr. 19: Globální oblasti *drylands*



Zdroj: The global loss of net primary production resulting from human-induced soil degradation in drylands (Zika a Erb 2009)

Desertifikace může být také důvodem pro velké migrační toky, které mohou mít potenciální vliv na místní, regionální či globální politickou a ekonomickou stabilitu. Nejpravděpodobnější rozsah globální desertifikace se pohybuje mezi 10-20 % světových *drylands* (obr. 20; Zika a Erb 2009). Mezi světové regiony náchylné na desertifikaci patří Středomoří, Sahel od Atlantského oceánu k Rudému moři, jižní Afrika, jižní Amerika a čínsko-mongolské oblasti (Helldén a Tottrup 2008). Družicové snímky jsou jednou z možností, jak sledovat produktivitu vegetace v čase a prostoru.

Obr. 20: Rozsah degradace v oblastech *drylands*



Zdroj: The global loss of net primary production resulting from human-induced soil degradation in drylands (Zika a Erb 2009)

Helldén a Tottrup (2008) v globálně-regionální studii zmíněných oblastí využili normalizovaného vegetačního indikátoru (NDVI), odvozeného ze satelitních snímků, který dosud dominoval monitorování vegetace ve velkém měřítku. Pro každý region byly vytvořeny roční časové řady NDVI a srážek, které spolu vysoce korelovaly. Helldén a Tottrup (2008, s. 170) tvrdí, že „při pohledu napříč všemi regiony se celkovým trendem zdá být obecné „zelenění“ v období 1982-2003“. Region s největším „zeleněním“ je sahelský pás, za ním následuje Středomoří a východní Asie, zatímco v jižní Africe a jižní Americe je tento trend slabý. Korelační analýza NDVI a srážek potvrdila, že srážky jsou dominantním faktorem pro chování vegetace v aridních oblastech. „Zelenění“ může být v některých případech vysvětleno závislostí vegetace na srážkách, tím pádem nárůstem vegetace, avšak u některých regionů tomu tak není. Reakce vegetace na srážky je výraznější v Africe, na Blízkém východě a v Mongolsku, což může být vysvětleno předpokládanou nízkou úrovní lidské kontroly vody, způsobené vysokým podílem přírodních pastvin a zemědělství zavlažovaného dešťovou vodou. Tato navržená metoda je spolehlivý způsob, jak hodnotit a monitorovat vegetační

trendy a s tím spojenou desertifikaci v globálně-regionálním měřítku tak, že je možné různé regiony srovnávat a provést globální syntézu.

Výsledky studie neprokázaly degradaci krajiny, ale v globálně-regionálním měřítku se v několika regionech v průběhu posledních 20 let zdá být výskyt „zelenění“. Momentálně není jasné pochopení pro „zelenění“ těchto aridních oblastí, i když je známo, že vysvětlení musí obsahovat biofyzikální a lidské faktory.

V Africe jsou na desertifikaci, jedné z nejzávažnějších forem degradace krajiny, náchylné aridní oblasti Súdánu, Sahelu a jižní Afriky, které tvoří okraje pouští (UNEP 2008). Regionální studie Scholes (2009) zkoumala syndromy degradace *drylands* v jižní Africe, tedy příznaky degradace místní vegetace. Předpokládá se, že většina případů desertifikace v jižní Africe nastává v důsledku interakce jedné nebo více odlišných souborů biofyzikálních mechanismů se soubory antropogenních mechanismů. Studie popsala 13 těchto biofyzikálních mechanismů se zaměřením na dynamiku jejich vlivu, která vede ke ztrátě ekosystémových služeb a následně k degradaci vegetace. Jednou z hlavních příčin nenalezení řešení pro problém desertifikace je absence sdíleného pochopení o tom, co desertifikace představuje a co ji způsobuje. Organizování symptomů desertifikace v jižní Africe (které mohou být aplikovány i jinde na světě) zlepšuje přehlednost problému.

Hlavní možné biofyzikální mechanismy jako příznaky degradace *drylands* jsou:

- Změna rostlinných druhů
 - *bush and shrub encroachment*
 - invaze cizích druhů
 - méně přijatelný mix
 - méně produktivní pokryv
- Neoptimální sklizeň
 - nedostatečná pastva
 - nadměrná pastva
 - degradace lesů/deforestace – nadměrné kácení stromů
- Změna hydrologie
 - snížení infiltrace
 - klesající hladina podzemní vody
- Ztráta půdy a půdních živin
 - eroze půdy
 - vyčerpání živin
- Změna klimatu
 - vyvolaná skleníkovými plyny
 - vyvolaná krajinným pokryvem

V široké skupině syndromů „změna rostlinných druhů“ se množství a poměry různých (obvykle rostlinných) druhů posunou mimo jejich normální rozsah do stavu, který má méně užitečnou variabilitu produktů. V případě „*bush and shrub encroachment*“ se jedná o zvýšení pokryvu a biomasy dřevěných rostlin v průběhu času, často relativně rychle (během pár desítek let) a zřejmě nenávratně (po více desítek let). Záleží zde na poměru stromů a travnatého porostu, jelikož mají mezi sebou v savanách konkurenční vztahy. Konkurence mezi nimi je asymetrická. Vzrostlé stromy mají silný tlumivý účinek na trávy, zatímco obrácený účinek je slabý. Naopak efekt silného travního drnu na mladé stromy může být velký. *Encroachment*, tj. šíření, rozrůstání např. lesního porostu, vede k neúměrnému poklesu v produkci trávy, což snižuje možnost pastvy. Navíc se díky změně klimatu rozšiřují hranice savan do oblastí luk a pastvin. Klíčovým příznakem v jižní Africe je rostoucí pokryv „cizích invazivních druhů“, kde se jedná o schopnost rostlin dosáhnout nových prostředí, což je proces, který se v posledních staletích zrychlil v důsledku větší propojenosti světa. Organizmům v nových prostředích dává konkurenční výhodu počáteční absence škůdců a predátorů. Tyto rostliny se stanou úspěšnými a začnou tvořit dominantní uskupení. Tím mohou být negativně ovlivněny určité ekosystémové služby, např. dodávka vody do říčních koryt. Následně se očekává příchod nebo zavedení původních škůdců a predátorů invazivních rostlin, nebo adaptace místních škůdců a predátorů na nové cizí druhy. Tím by mělo dojít k začlenění rostlin a omezení jejich konkurenceschopnosti a dominance. Syndrom „méně přijatelný mix“, tj. selektivní pastva, dominuje spíše ve vlhčích částech jižní Afriky. Jeho relevance v aridních a semiaridních oblastech je diskutabilní vzhledem k tomu, že druhové složení rostlin se v suchých oblastech zdá reagovat spíše na změny klimatu než na výběr býložravců. Chuť býložravců je relativní k tomu, co je pro zvíře k dispozici – v případě, že není jiná možnost, bude konzumovat druhy, které by za jiných podmínek odmítlo. Příznak „méně produktivní pokryv“ se často projevuje společně s předchozím syndromem. Na rozdíl od předchozího, který se týká rozměrů různých druhů, se tento vztahuje k absolutnímu snížení vegetačního pokryvu a použitelné primární produktivity vegetace. Rostlinný pokryv se značně sníží, čímž poklesne účinnost přeměny energie a srážek na biomasu. Změna často následuje po dlouhém suchu nebo trvale vysoké pastvě.

Mezi syndromy „neoptimální sklizeň“ patří „nedostatečná pastva“, která v jižní Africe není rozšířeným problémem. Může nastat za podmínek absence nebo nízké frekvence vypalování ohněm, nižších srážek než 600 mm/rok několik let v řadě, kyselých trav nebo nízkého stavu pasoucí se zvěře. Pokud by nastala, obnovení by mělo být snadné spontánními systémy, které obsahují oheň, sečení nebo intenzivní krátké pastvy. Oproti tomu je syndrom „nadměrná pastva“ brán jako dominantní forma degradace oblastí *drylands* jižní Afriky. Při procesu nadměrné pastvy dochází k odstranění více trávy, než je optimální pro její růst (nadměrné

odstraňování listů snižuje schopnost rostliny vyrábět nové) a živočišnou výrobu. Epizody nadměrné pastvy jsou často spojovány s obdobím sucha. Obvykle je po snížení míry pastvy zotavení vegetace relativně rychlé. Pokud nadměrná pastva přetrvává delší dobu, může způsobit změny ve vegetaci a půdě, čímž se rychlost zotavení prodlouží o desetiletí. Pro aridní a semiaridní jižní Afriku je namísto deforestace lepší pojem „degradace lesů“ (nadměrné kácení stromů), i když může situace k deforestaci dospět. Oblasti pro tuto činnost se obvykle nalézají tam, kde je většinou venkovská místní populace závislá na dřevě jako zdroji paliva či pro stavby, nebo v okolí městských oblastí, kde je po palivu a dřevu poptávka. Proces degradace lesů nastává postupným vyčerpáváním dřevnatých zdrojů, počínaje většími jednotlivci a více žádoucími druhy až po preferované palivové dřevo. Nakonec jsou ponechány jen zbytkové druhy nebo je degradace lesů předstupněm přeměny plochy na zemědělskou plochu.

V aridních a semiaridních oblastech jižní Afriky je primární produkce omezena množstvím dostupné vody, a proto jsou oblasti citlivé na změnu hydrologického režimu. Syndrom „snížení infiltrace“ souvisí s množstvím vody, které je k dispozici pro rostlinnou výrobu, resp. se dvěma faktory: variabilitou meziročních srážek a rozdělením srážek mezi infiltraci, intercepci a odtok. Syndrom „snížení hladiny podzemních vod“ je závažnější, jelikož pro velkou část jižní Afriky jsou podzemní vody hlavním zdrojem vody, např. pro domácí užití, chov hospodářských zvířat či zavlažování. Hlavními příznaky jsou přetrvávající pokles hloubky podzemní hladiny vod ve vrtech, pokles výtěžku z vrtů a snížení toku z podzemních pramenů. Mnohé z nich jsou fosilní vody a je pravděpodobné, že většina z nich je čerpána rychlostmi, které přesahují míry navrácení.

Pro syndrom „ztráta půdy a půdních živin“ je nejdůležitějším substrátem půda. Půdy se v závislosti na klimatu tvoří pomalou rychlostí a obsahují v sobě základní živiny pro rostliny (a posléze i pro živočichy, které je požívají). Jednou z možných příčin degradace *drylands* je eroze půdy. Ztratí-li se půda v krajině rychlostí přesahující rychlost tvorby půdy, tloušťka vrstvy půdy se sníží. Ztráta půdy může snížit její produktivitu, což snižuje vegetační pokryv a podporuje další ztrátu půdy. Druhým syndromem je „vyčerpání živin“, které může být způsobeno sklízením plodin, čímž se živiny vytrácejí z půdy. Nejsou-li tyto živiny jakkoli nahrazeny (např. hnojením), potenciální produkce půdy klesá.

Poslední skupinou syndromů je „změna klimatu“, která může být vyvolána skleníkovými plyny nebo krajinným pokryvem. Snížení pokryvu zelené vegetace mění energetickou a hydrologickou bilanci na povrchu, což snižuje pravděpodobnost vzniku oblaků nesoucích srážky. V důsledku nižších srážek zelené vegetace ubývá, což ponechává oblast aridní. Regionální vysychání může doprovázet oteplování těchto aridních oblastí jižní Afriky. Možným zásahem pro zlepšení situace je obnova zelené vegetace na velkých plochách. Druhý

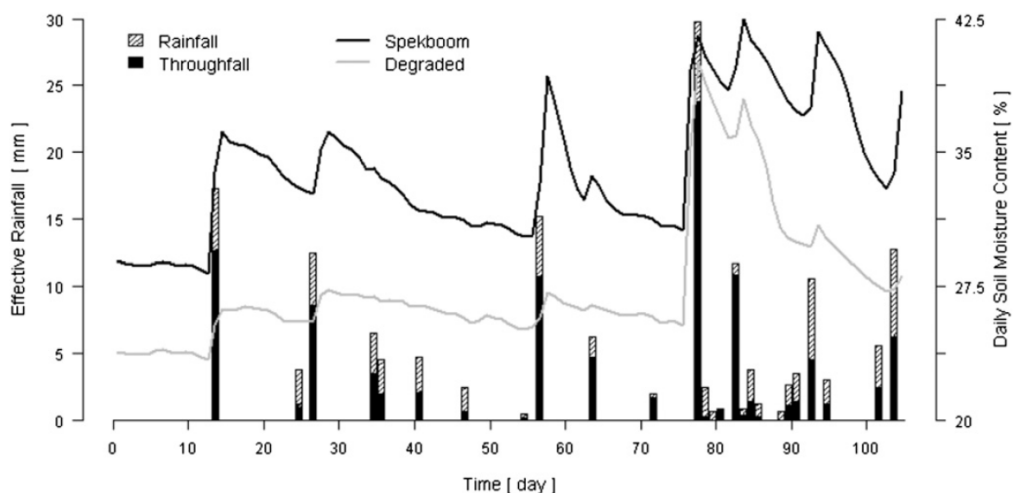
příznak je globální a zahrnuje zvýšení emisí skleníkových plynů, které vedou ke globálnímu oteplování. Klíčovou intervencí procesu je snížit emise skleníkových plynů do atmosféry.

Výsledkem obsáhlé studie je shrnutí způsobů myšlení o degradaci krajiny v jižní Africe, které mohou pomoci v dalších výzkumech. Dále je třeba zaměřit nezbytné zásahy na místa a procesy, kde mohou být efektivní.

Na syndrom „nadměrná pastva“ navazuje lokální příkladová studie van Luijk a kol. (2013), která analyzovala vliv degradace subtropických křovin na hydrologické procesy. Biom subtropických křovin s převahou druhu tzv. *spekboom* je náchylný na sucho a zásoby vody. Typ vegetace *spekboom* (*Portulacaria afra*) je keřovitý sukulent (nebo stromovitý sukulent nízkého růstu) s malými poloopadavými listy, nacházející se v pobřežních oblastech provincie *Eastern Cape* v Jihoafrické republice. V jihoafrických *drylands* je největší příčinou desertifikace právě nadměrná pastva hospodářskými zvířaty, a subtropické křoviny zde patří k ekosystémům nejvíce poškozeným tímto způsobem. Pastvou zvířat dochází ke ztrátě korun keřů a tím pádem vegetačního pokryvu, s čímž se předpokládá změna vlastností půdy a interakce vody. Cílem této studie bylo zkoumat dopady degradace *spekboom* na hydrologické atributy jako jsou infiltrace vody, vlhkost půdy, odtok a eroze. Pomocí naměřených dat byly porovnány dvě sousedící lokality – neporušená a degradovaná.

Výsledky potvrdily zřetelné dopady degradované vegetace *spekboom* na půdní vlastnosti, které souvisí s hydrologickými procesy. Ztráta křovisek měla za následek změny infiltrace půdy, pokles zadržování vlhkosti v půdě, nárůst odtoku a nárůst eroze. Míra intercepce neporušených křovisek je v tomto semiaridním ekosystému mimořádně vysoká (cca 40 %) a lze ji vysvětlit tím, že vegetace je vícevrstvá s hustým větvením. Její absence má tudíž za následek srážky dopadající s vyšší energií, které poškozují degradovanou půdu a vedou k tvorbě krust a nízké infiltraci. Nižší infiltrace v půdách na degradované lokalitě vedla k nižší úrovni a nižšímu zadržování vlhkosti půdy, nárůstu sedimentů a ke zdvojnásobení odtoku. Při porovnání dvou lokalit (obr. 21) lze pozorovat rozdíly v zadržování vlhkosti v půdě, která korelovala s mírami infiltrace. Po srážkové události došlo k rapidnímu nárůstu vlhkosti půdy. Vyšší vlhkost půdy byla zaznamenána v neporušené lokalitě, kde přetrvávala delší dobu než v lokalitě degradované. Při období sucha došlo k vyššímu vysychání vrchní vrstvy půdy v degradované lokalitě než v neporušené lokalitě.

Obr. 21: Vlhkost půdy ve vztahu ke srážkám v neporušené a degradované lokalitě



Zdroj: Hydrological implications of desertification – Degradation of South African semi-arid subtropical thicket (van Luijk a kol. 2013)

Poznámka: *Rainfall* = dešťové srážky, *Throughfall* = srážky nezachycené intercepčí, *Spekboom* = vegetace *spekboom*, neporušená lokalita, *Degraded* = degradovaná lokalita.

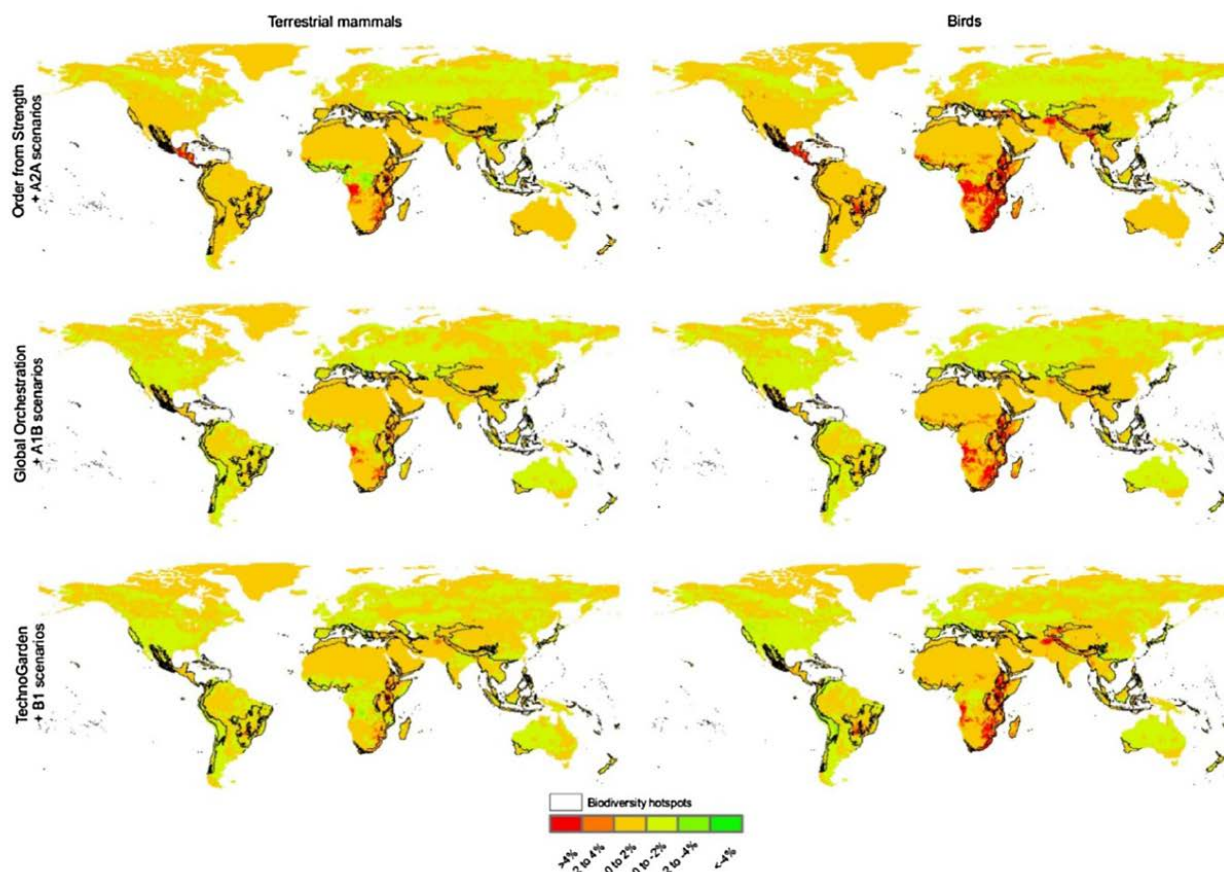
Změna vlastností půdy a odezva v hydrologických procesech udávají relativní stálost této degradace a odkazují na potřebu obnovy. V příštích několika desetiletích se předpokládá rekultivace degradovaných křovin. Studie má významné poznatky pro tuto obnovu, pro kterou bude důležité hlavně snížení pastvy a možné vyloučení oplocení. Obnovení křovin pravděpodobně povede k nižšímu odtoku v důsledku intercepce vegetací a jejímu samotnému využívání vody. Navíc se snížením odtoku dosáhne nižších hodnot eroze půdy.

4.2.3 Ohrožení biodiverzity

Region jižní Afriky má vysokou úroveň biologické rozmanitosti díky široké škále klimatických, geologických, půdních a krajinných vlastností, které tvoří *hotspots* popsané na začátku této kapitoly. Avšak mnoho druhů je ohroženo změnami přírodních podmínek a antropogenním nátlakem. Ztráta biodiverzity neznamena pouze vymírání druhů, ale může také znamenat snížení rozsahu či produktivity ekosystémů, pokles v hojnosti nebo distribuci populací v rámci jednotlivých druhů nebo ztráty genetické rozmanitosti v rámci populace (Biggs a kol. 2008). Pokles biologické rozmanitosti lze pozorovat na mírách vyhynutí v této oblasti, které jsou ve srovnání s globálními standardy vysoké (De Beers a kol. 2005, cit. v Darkoh 2009). Jak již bylo uvedeno, změna krajinného pokryvu a ztráta přírodních stanovišť jsou hlavními činiteli ztráty světové biodiverzity (Jewitt a kol. 2015).

Tvrzení může potvrdit studie Mantyka-Pringle a kol. (2015), která se zaměřila na zkoumání vlivu změn klimatu a krajinného pokryvu na globální ztráty biodiverzity. Pro předpověď ztráty biologické rozmanitosti a od toho se odvíjejících priorit pro ochranu v globálním měřítku bylo využito modelu interakce mezi klimatem a ztrátou přírodních stanovišť. Podle zmíněných dvou faktorů se odvíjí umístění globálních *hotspots* biodiverzity na žebříčku dle ohrožení. V důsledku předpovídaných změn klimatu a krajinného pokryvu a jejich vzájemné interakce v nadcházejících desetiletích může být ohrožení biodiverzity zesíleno. Narušení rozmanitosti či její ztráta je velkou hrozbou, s dopady na genetickou, druhovou, komunální a ekosystémovou úroveň. Pro změnu biodiverzity je pravděpodobné, že se bude lišit regionálně a podle taxonu. Ne všechny druhy budou negativně ovlivněny – některé se přizpůsobí a dokonce budou ze změn prosperovat. Ostatní budou bez efektivního plánování ochrany pravděpodobně trpět poklesy v počtech. Model v této studii zmapoval celosvětově odhady rizik suchozemských savců a ptactva vůči budoucí změně krajinného pokryvu v řadě několika projekcí budoucího klimatu a krajinného pokryvu. Budoucí změna klimatu předpovídá zvýšení rizika pro savce a ptactvo zasažené budoucí změnou krajinného pokryvu na mnoha globálních územích, avšak účinky se prostorově velmi liší (obr. 22). Riziko pro savce a ptactvo se nejvíce zvyšuje v oblastech nejvyššího předpokládaného navýšení teplot, naproti tomu se nejvíce snižuje v oblastech nejvyššího předpokládaného nárůstu srážek. Interakce dvou faktorů bude mít největší dopad v regionech střední Ameriky a především východní a jižní Afriky. Na druhou stranu, v oblastech střední a západní Afriky, Severní Ameriky, východní Evropy a jižní, střední a jihovýchodní Asie se předpokládá snížené riziko ovlivnění změnou krajinného pokryvu.

Obr. 22: Riziko pro druhy ovlivněné budoucí změnou krajinného pokryvu



Zdroj: Climate change modifies risk of global biodiversity loss due to land-cover change (Mantyka-Pringle a kol. 2015)
 Poznámka: Vliv interakce mezi změnou klimatu a ztrátou přírodních stanovišť na riziko druhů ovlivněných budoucí změnou krajinného pokryvu pro suchozemské savce (levý sloupec), ptactvo (pravý sloupec) a *hotspots* biodiverzity (obrysová linie). Hodnoty představují procento změny počtu postižených druhů. Oranžová až červená barva: oblasti, kde interakce mezi změnou klimatu a ztrátou přírodních stanovišť zvyšuje riziko pro druhy vzhledem k budoucí změně krajinného pokryvu; světle zelená až zelená barva: oblasti, kde interakce mezi změnou klimatu a ztrátou přírodních stanovišť snižuje nebo nemá vliv na riziko pro druhy vzhledem k budoucí změně krajinného pokryvu.

Vliv změny krajinného pokryvu na suchozemské savce a ptactvo zásadně ovlivňuje dopady a priority pro ochranu přírody. Ve všech projekcích měla obecně interakce větší dopad na ptactvo než na savce. Oblasti předpokládané k největším rizikům jsou ta místa, kde dojde k nejvyšším nárůstům teplot a zároveň poklesům srážek – mezi ně patří mimo jiné jižní Afrika. Vzhledem k rozmanitosti ekosystémů jižní Afriky je pravděpodobné, že dopad transformace půdy bude mít nepřiměřeně vysoké dopady na celosvětovou biodiverzitu (Biggs a kol. 2008). K faktorům ohrožujícím biodiverzitu v jižní Africe, vedoucím k její potenciální ztrátě, patří: změna klimatu, změna krajinného pokryvu, seznámení s cizími druhy a jejich invaze do zdejšího prostředí (např. australské akácie nebo vodní plevel jako vodní hyacint), pytláctví, lov a ilegální obchod s konkrétními druhy (např. sloní kly, nosorožčí rohy a leopardí kůže) a různé druhy znečištění (Biggs a kol. 2008; Darkoh 2009).

Regionální studie Biggs a kol. (2008) se zaměřila na scénáře ztráty biodiverzity v jižní Africe pro 21. století. Trendy ve využití půdy a změně klimatu jsou výsledkem složitých procesů řízených demografickými změnami, socioekonomickým rozvojem a technologickými a institucionálními změnami. Použitím globálního modelu pro posuzování životního prostředí bylo prozkoumáno budoucí krajinné využití se změnou klimatu v jižní Africe. Modely klimatu předpokládají v jižní Africe oteplování (s větším oteplením vnitrozemí a menším podél pobřeží) a změny v množství, sezonnosti a distribuci srážek (pokles srážek v jižních a západních částech regionu a nárůst v severních a východních částech). Přesto se změny krajinného využití očekávají být dominantní příčinou ztráty biodiverzity v jižní Africe v nadcházejícím století. Nejrozsáhlejší změny, v podobě zemědělské expanze, jsou očekávány v Angole – jednom z území s vysokým zemědělským potenciálem, který dosud nebyl ve velké míře využit. Podle tří scénářů byly posouzeny dopady na suchozemskou biodiverzitu pomocí indexu nedotčenosti biodiverzity (*Biodiversity Intactness Index – BII*; tab. 2). Odhady byly počítány pro pět hlavních biotů jižní Afriky.

Tab. 2: Změny biotů jižní Afriky pro rok 2100

Biomy	1995		2100					
			Scénář 1. <i>Global Orchestration</i>		Scénář 2. <i>TechnoGarden</i>		Scénář 3. <i>Adapting Mosaic</i>	
	Plocha	BII	Plocha	BII	Plocha	BII	Plocha	BII
<i>Fynbos</i>	0,6	78	0,6	47	0,5	45	0,5	38
Lesní plocha	1,1	82	7,0	39	5,3	45	6,2	41
Savana	86,3	90	74,2	53	78,5	62	75,0	61
Křoviny	9,2	93	15,7	92	12,9	92	15,7	91
Louky/pastviny	2,8	78	2,5	41	2,8	41	2,6	36
Celkem	100	89	100	56	100	63	100	62

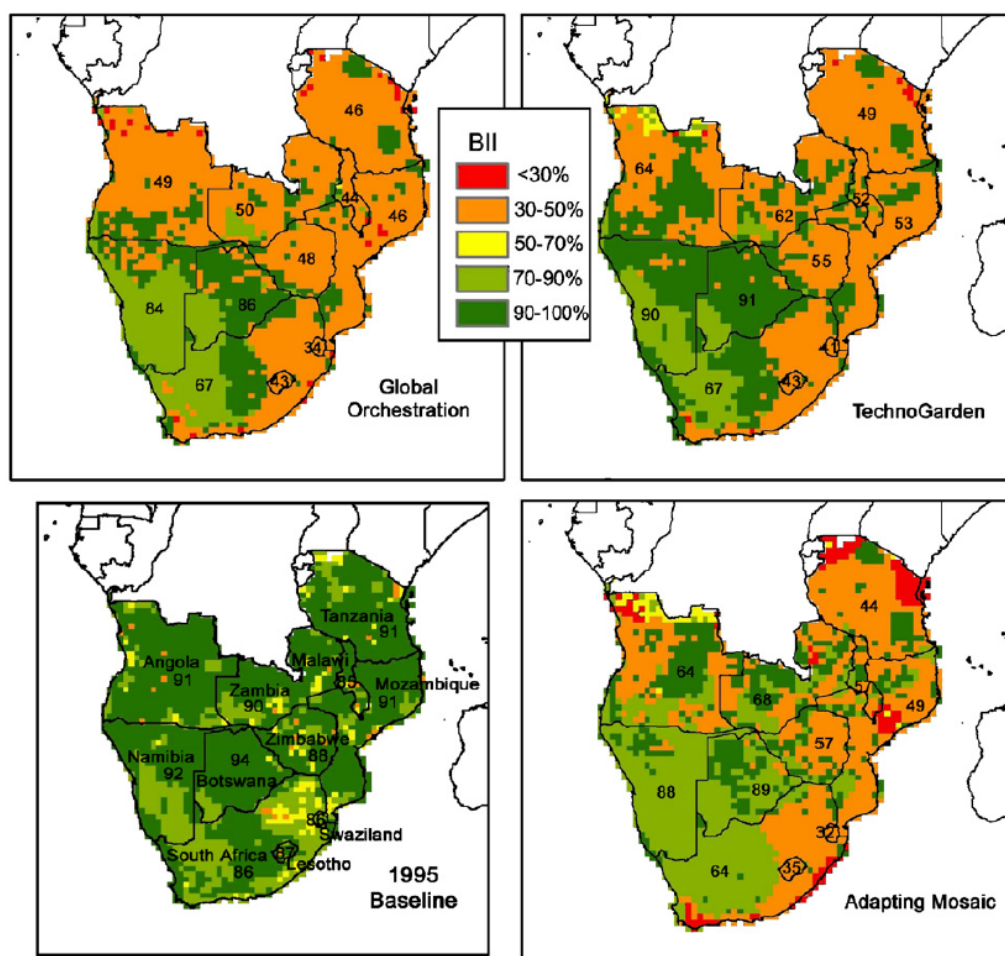
Zdroj: Scenarios of biodiversity loss in southern Africa in the 21st century (Biggs a kol. 2008), vlastní úprava

Poznámka: Plocha [%] a BII [%] biotů jižní Afriky podle tří vybraných scénářů. Čím vyšší hodnoty BII, tím vyšší odhadovaný počet druhů.

Lesní plochy a louky/pastviny mají za předpoklad největší úbytky biodiverzity – lesní plochy jsou velmi ovlivněny z důvodu uvolňování půdy pro zemědělství a louky/pastviny z důvodu jejich vhodnosti pro zemědělství. *Fynbos* (malé, ale vysoce diverzifikované středomořské vřesoviště v jihozápadní JAR) a savana také zažijí úbytky ploch, zatímco nejméně ovlivněné budou křoviny (*shrublands*), které se skládají z polosuchých a suchých ekosystémů, a jsou tudíž do značné míry pro zemědělství nevhodné. Hlavní faktory ovlivňující poklesy BII v jižní Africe jsou rozšiřování zemědělských ploch a intenzifikace živočišné výroby. Zvyšující se poptávka po plodinách je způsobena především růstem lidské populace, zatímco rostoucí poptávka po živočišných produktech souvisí s nárůstem HDP na obyvatele.

V nadcházejícím století lze podle všech tří scénářů předpokládat poklesy průměrných velikostí populací taxonů suchozemských rostlin a obratlovců, které jsou dvakrát až třikrát vyšší, než ke kterým došlo dle odhadů k dnešní době. Podstatné poklesy biodiverzity se předpokládají ve vlhkých severních a východních oblastech (obr. 23). Rozdíly mezi scénáři jsou evidentní v Angole a Zambii, kde se nacházejí rozsáhlé plochy orné půdy, které dosud nebyly využity. Státy v severních a ve východních částech regionu projdou podstatnými změnami ve využití půdy ve všech scénářích. Nicméně Namibie, Botswana a západní část JAR zůstanou relativně nezměněné z důvodu jejich aridity.

Obr. 23: Pokles biodiverzity v jižní Africe dle BII pro rok 2100



Zdroj: Scenarios of biodiversity loss in southern Africa in the 21st century (Biggs a kol. 2008)

Výsledky studie zdůrazňují naléhavou potřebu lepších priorit ke konzervaci a rozvoji biodiverzity v regionu. Expanze zemědělství a nadměrná pastva vystavují zemi zvýšenému riziku degradace krajiny prostřednictvím eroze půdy a vyčerpání živin. S ohledem na vysoký nátlak pro pěstování plodin a krmiva dochází k rozšíření zemědělství ve všech scénářích. V souladu s tím se odhaduje nárůst degradovaných ploch. Analýza budoucí změny biodiverzity je založena na projektovaných změnách krajinného využití v jižní Africe. Právě v této oblasti leží odpověď na záchranu biologické rozmanitosti.

Ohrožení biodiverzity může být také způsobeno změnou klimatu. Studie Young a kol. (2016) se lokálně zaměřila na rizika pro nízké sukulenty v jižní Africe v důsledku změny klimatu a ohrožení biodiverzity. Studie analyzovala účinky antropogenní změny klimatu na rod nízkých sukulentů *Conophytum* (z čeledi kosmaticovitých, do které patří i podobné sukulenty rodu *Lithops* – živé kameny). Zkoumané území se rozkládalo v Namibii a Jihoafrické republice v oblastech květenové biodiverzity: biom pouště, *Succulent Karoo*, *Nama Karoo* a *Fynbos*. Dřívější předpovědi uváděly, že jmenované regiony s bohatou biodiverzitou budou obzvláště náchylné k předpokládaným změnám klimatu. Naopak nedávné studie předpověděly spíše komplexní změny biomů, jako potenciální expanze některých (např. pouští) a kontrakce jiných (např. *Fynbos*). Biom *Succulent Karoo*, kde se provádí převážná část studie, patří celosvětově k významným oblastem květenové biodiverzity. S takovou rozmanitostí je však náročné předpovídat reakce prostředí na změnu klimatu a životního prostředí, např. z hlediska variability flóry tolerovat sucho. Konkrétní klimatické podmínky vedou v biomu k jedinečné druhově bohaté flóře, která je z velké části endemická a které dominují velké počty listnatých sukulentů. Ty představují klíčový prvek místní flóry, jelikož jsou mimo jiné uznávány jako nejvíce adaptovatelné rostliny místním podmínkám.

Ve studii byl dopad klimatických změn na sukulenty zkoumán dvěma různými scénáři emisí uhlíku, a to klimatickými scénáři A2 a A1B. Výsledky ukázaly, že distribuce sukulentů *Conophytum* je ovlivněna převážně dvěma hlavními environmentálními proměnnými: geologií a množstvím srážek v nejteplejším čtvrtletí. Rod sukulentů je v biomu považován za nejvíce přizpůsobivý (zejména tolerancí k suchu) a odolný druh vzhledem ke změně životního prostředí. Navzdory tomu, oba emisní scénáře poukazují na fragmentaci krajiny a narušení druhového rozsahu. Modely předpověděly podstatné snížení rozsahu (ztrátu současného přírodního stanoviště) pro většinu taxonů. U mírnějšího scénáře by pro více než polovinu druhů a poddruhů mohlo dojít ke snížení současného obývaného rozsahu o více než 50 %. Stávající rozložení druhu je silně ovlivněno geologií a jeho rozsah bude silně ovlivněn dostupností vhodného substrátu. Dále by změna krajinného využití zvýšila riziko ztráty biodiverzity a zvýšila riziko vyhynutí druhu v biomu, které je obecně extrémně vysoké. Výsledky studie naznačují, že strategie pro konzervaci a plánování pro *Succulent Karoo* a přilehlé biomy by měla vzít v potaz výsledky klimatických modelů.

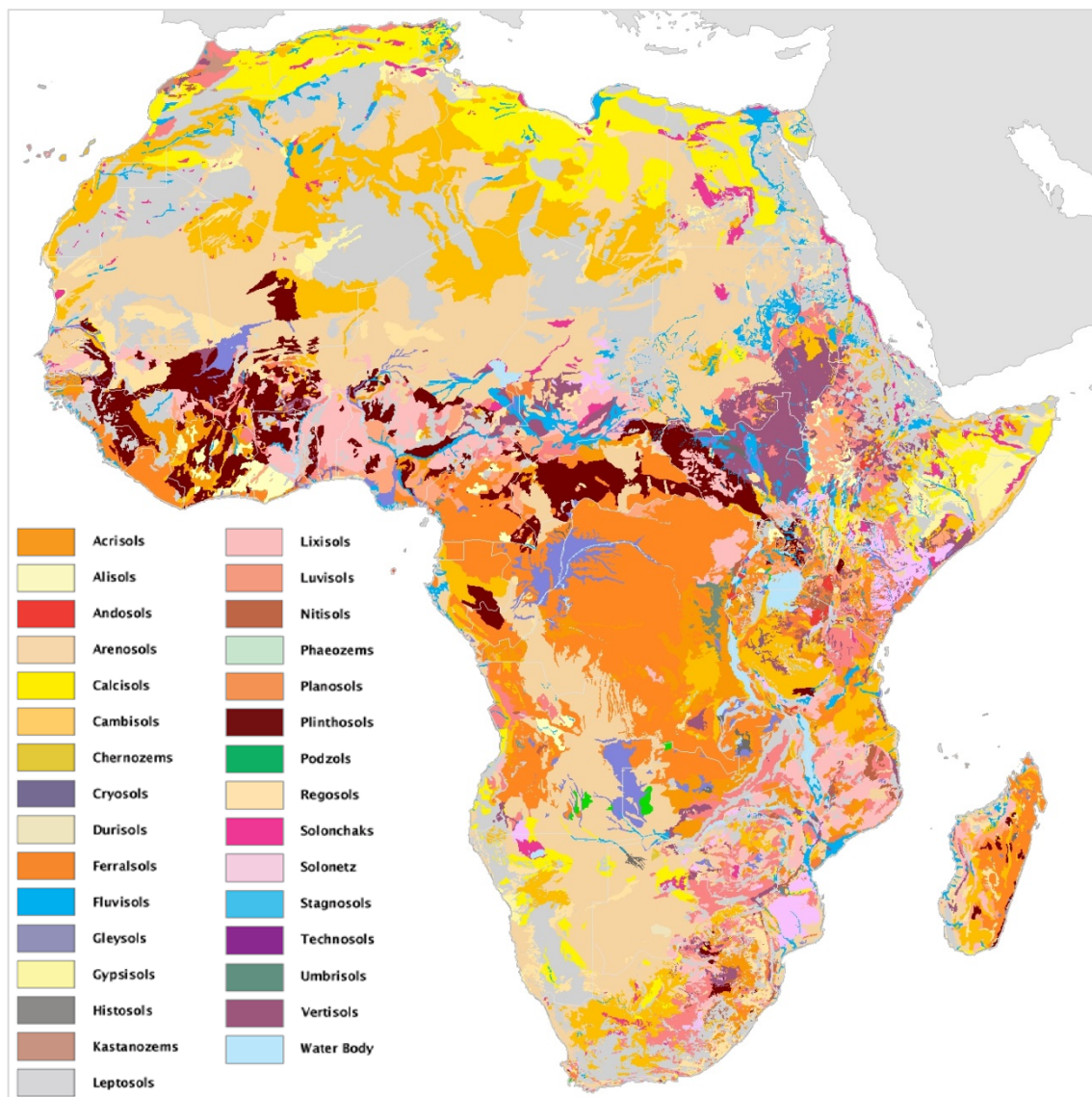
Popsaná studie může asistovat při plánování, zajišťování a řízení oblastí s potenciálem konzervace obsazené rodem *Conophytum* nyní i v budoucnu. Méně než třetina taxonů se vyskytuje v současných chráněných oblastech v Jihoafrické republice a Namibii. Tato formální chráněná území se však dobře nevyrovnávají s předpovídaným výskytem taxonů v rámci scénářů A2 a A1B. Region Namaqualand Hardeveld uvnitř biomu *Succulent Karoo* zůstane jednou z nejdůležitějších geografických oblastí pro výskyt rodu sukulentů v obou scénářích.

5 PŮDY

5.1 Půdní podmínky

Půda je důležitou složkou pro regulaci našeho životního prostředí. Pozorované vlastnosti půdy jsou výsledkem vzájemného působení několika faktorů, z nichž nejdůležitější jsou: matečná hornina, topografie/poloha v krajině, klima, živé organizmy (zejména vegetace), antropogenní činnosti a čas. V Africe je půda důležitá jako poskytovatel přírodních stanovišť, přírodní filtr a regulátor vodního oběhu, zprostředkovatel recyklace odumřelých rostlinných a živočišných materiálů a konzervátor archeologických nalezišť. Největším přínosem je její schopnost pěstování plodin a využití pro stavbu příbytků, na čemž závisí velká část venkovského obyvatelstva (Jones a kol. 2013).

Obr. 24: Referenční třídy půd Afriky podle WRB



Zdroj: Soil Atlas of Africa (Jones a kol. 2013)

Poznámka: Půdní skupiny jsou klasifikovány podle Světové referenční báze (*World Reference Base Soil Groups*).

Africké půdy tvoří rozmanitou škálu půd a mají přibližně zonální uspořádání (obr. 24). Mezi nejvíce zastoupené referenční třídy půd patří Arenosoly (22 %), Leptosoly (17 %), Kambisoly (11 %), Ferralsoly (10 %) a Kalcisoly (6 %). Zbylé půdy mají minimální zastoupení, které činí 5 % a méně. Mezi limitovaná zastoupení půdních tříd patří Černozemě, Kryosoly, Durisoly, Kaštanozemě, Podzosoly a Stagnosoly, které zabírají méně než 0,5 % africké plochy. Přestože mohou být významné lokálně, jejich distribuce je příliš malá (Jones a kol. 2013).

V jižní Africe mají rovněž největší zastoupení Arenosoly (jednoduše erodující písčité půdy) a Leptosoly (mělké půdy na kamenitém podkladu). Západní polovině regionu dominují pouště Namib a Kalahari, kde suché a horké podmínky tvoří charakteristické půdy. Namib se skládá z písčinych ploch (Arenosolů) v blízkosti pobřeží a ze štěrkových plání a rozptýlených horských výchozů ve vnitrozemí (Leptosoly). Vysoké koncentrace solí vyvolávají větší zastoupení Solončaků (půdy akumulující soli) a Solonetzů (půdy bohaté na sodík) v Botswaně, jižním Mosambiku, Jihoafrické republice a Zimbabwe. Západní Angole a velké části Zambie dominují tropické Ferralsoly (zvětralé půdy s nízkou kapacitou živin). Obecně lze říci, že půdy v jižní Africe nejsou charakterizovány vysokou plodností. Problémem je dostupnost a retence vody, s výjimkou úrodných půd provincie *Western Cape* a na pobřeží provincie *KwaZulu-Natal* v Jihoafrické republice (Jones a kol. 2013).

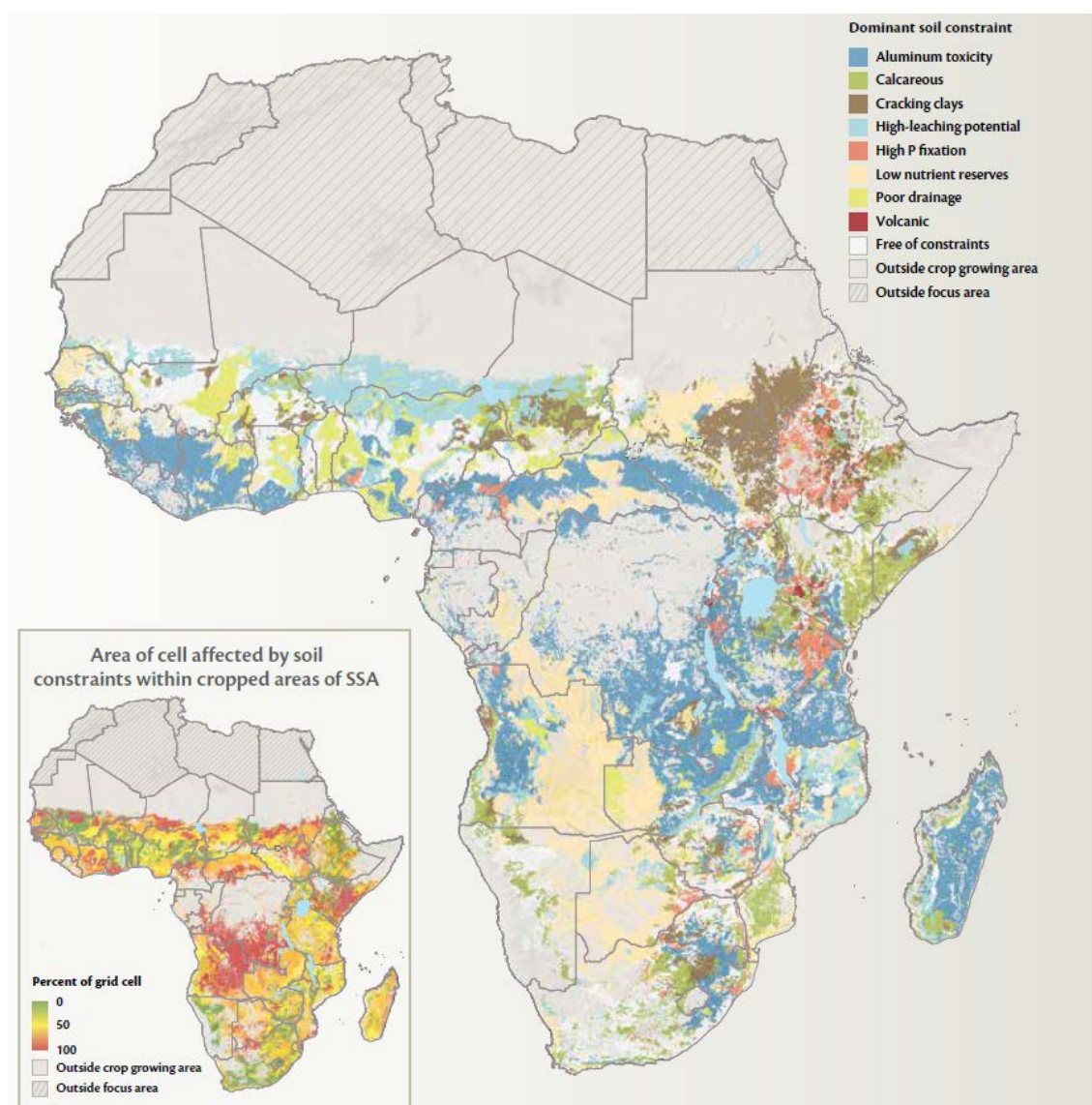
Znalost půdních podmínek je důležitá ve vztahu k zemědělství. V Africe není orná půda rovnoměrně rozložena. Více než polovina Afriky má buď pouštní charakter, nebo je jinak nevhodná pro zemědělství. Půda další čtvrtiny kontinentu je klasifikována nízkým až středním potenciálem, jež často vyžaduje rozsáhlé spravování pro zachování udržitelného pěstování (Eswaran a kol. 1996, cit. v UNEP 2008). Jednou z tradičních praxí pro dodávání potřebných živin do půd se středním potenciálem je přesun obdělávání, tzv. rotační zemědělství, které využívá vypalování přírodní vegetace. Půdy s nízkým potenciálem pro pěstování se často vyskytují na okrajích pouští a jsou výsledkem fyzické charakteristiky, kyselosti, zásaditosti, slanosti nebo náchylnosti na erozi. V subsaharské Africe je cca 80 % orné půdy považováno za nevhodnou pro zemědělství díky své extrémní zvětralosti. Nejhorší půdy v subsaharské Africe se nacházejí podél východního pobřeží, ve střední Africe a roztroušeně v oblasti Sahelu (obr. 25, vlevo dole). Nízkonákladové zemědělství, kde nejsou doplňovány živiny, dále degraduje půdy. Navíc mohou důsledky špatné úrodnosti půdy zhoršit další půdní omezení, např. absorpci vody (IFPRI 2014).

Půdy ideální pro zemědělství zabírají v Africe přibližně 10 % zemědělské plochy a mají hluboké propustné vrstvy, dostatek živin a trpí malým nebo žádným nedostatkem vlhkosti. Oblasti tohoto charakteru lze nalézt i v jižní Africe, a to v Jihoafrické republice, Mosambiku, Zambii a Zimbabwe (Eswaran a kol. 1996, cit. v UNEP 2008).

5.2 Změny půdních podmínek

Dominantní půdní omezení v subsaharské Africe zobrazuje velká mapa na obrázku 25. Nejběžnějším problémem napříč touto oblastí jsou půdy náchylné na toxicitu hliníku, které jsou výsledkem velmi kyselých půd (<5,5 pH) a ovlivňují 32 % orné půdy. Následným problémem je půda s nízkými rezervami živin (20 % orné půdy) a půdy s vysokým potenciálem vyluhování (12 % orné půdy; IFPRI 2014). Všechny problémy týkající se půdy lze kategorizovat do podkapitoly degradace půdy.

Obr. 25: Dominantní půdní omezení v oblastech pěstování plodin v subsaharské Africe



Zdroj: Atlas of African agriculture research and development: Revealing agriculture's place in Africa (IFPRI 2014)

Poznámka: Větší mapa zobrazuje dominantní půdní omezení. *Aluminium toxicity* = toxicita hliníku, *Calcareous* = vápenité, *Cracking clays* = praskající jíly, *High-leaching potencial* = vysoký vyluhovací potenciál, *High P fixation* = vysoká fixace na fosfor, *Low nutrient reserves* = nízké zásoby živin, *Poor drainage* = slabé odvodnění, *Volcanic* = vulkanické, *Free of constraints* = bez omezení, *Outside crop growing area* = mimo oblast pěstování plodin, *Outside focus area* = mimo zaměřenou oblast. Menší mapa vlevo dole zobrazuje plochu buněk ovlivněnou půdními omezeními v oblastech pěstování plodin v subsaharské Africe [%].

5.2.1 Degradace půdy

Degradace vegetace a degradace půdy jsou těsně protínající se problémy. Pro účely této práce je degradace vegetace a půdy rozdělena do vlastních kapitol, i když spolu velmi úzce souvisí. Největší podíl degradované půdy se nachází ve vlhkých oblastech světa, mnohem menší část globální degradace půdy se nachází v *drylands* (Zika a Erb 2009). V roce 2005 bylo 65 % africké zemědělské půdy degradováno; ke znehodnocování půdy dochází při vypalování ohněm, fyzickém či chemickém znečištění půdy, salinizaci nebo při erozi (UNEP 2008). Hlavními problémy ovlivňujícími půdní podmínky v regionu jižní Afriky jsou omezení v retenci vody, eroze půdy a povrchové krusty, šíření půd chudých na živiny, s obsahem solí nebo kyselých půd a období sucha v kombinaci s vyčerpáním organické hmoty a živin v důsledku neudržitelných pěstitelských praktik (Jones a kol. 2013). Zemědělci a zúčastnění aktéři, kteří jsou závislí na méně než ideálních půdních podmínkách, by měli vědět, kde a jak jsou půdy omezeny (IFPRI 2014).

Eroze půdy

Mezi častou změnu přírodních podmínek patří eroze půdy, která může být zapříčiněna různými procesy. Studie Govers a kol. (2014) o erozi půdy se zaměřením na její globální stopu vytvořila přehled o vlivu eroze zemědělské půdy na funkci půdy v kontextu biologického cyklu, hydrologie a produkce plodin. Zemědělské aktivity dramaticky zvýšily erozi půdy a je pravděpodobné, že mají významný vliv na kritickou zónu Země (*Earth's Critical Zone*). Zóna je mezní povrchová vrstva Země, kde mezi sebou vzájemně působí hornina, půda, voda, vzduch a živé organizmy. Tyto interakce regulují přirozené prostředí a určují dostupnost zdrojů pro život (Critical Zone Observatories 2016). Lidé však ovlivňují fungování této životodárné vrstvy prostřednictvím svých aktivit. Velké plochy jsou uzavřeny nebo přetvarovány pro výstavbu a změny v krajinném využití ovlivňují fungování půdy. Jedním z hlavních procesů ovlivňování kritické zóny je eroze zemědělské půdy, kterou lze definovat jako urychlené odstraňování ornice z půdy používané pro zemědělství způsobené orbou, vodou nebo větrem. Eroze orbou přerozděluje půdu v rámci jednoho pozemku a u vodní eroze je přes 80 % erodovaného sedimentu znovu uloženo v relativně malé vzdálenosti od zdrojové oblasti.

Důsledkem eroze půdy jsou změny v biologickém cyklu, hydrologii a produkci plodin. U atmosférického uhlíku může v krátkodobém horizontu vést k jeho ukládání, resp. propadu. Eroze má také vliv na cyklus dusíku, kde je v globálním měřítku množství dusíku přerozdělené erozí podobné množství dusíku dodávaného do půdy pomocí hnojiv. V oblastech subsaharské Afriky, kde jsou dodávky živin do půdy nízké, jsou ztráty dusíku způsobené erozí vyšší než zásoby dodané hnojivy. Eroze zemědělské půdy rovněž přerozděluje značné množství fosforu. Půdy jsou velmi důležité vzhledem k hydrologii, kdy je tok vody v půdě do

značné míry ovlivněn hloubkou půdy. Přerozdělování půdy a eroze v zemědělství ovlivní změna hloubky i hydrologické podmínky, proces zvětrávání a produkci půdy. Takové změny mohou být zkresleny či umocněny dalším antropogenním nátlakem, jako vlivem odlesňování na kyselost půd nebo přeměnou lesních ploch na ornou půdu a tím zvýšení odvodnění půdy. Posledním důsledkem eroze půdy je vliv na produktivitu plodin, což je nejdůležitější služba, kterou půda lidstvu poskytuje. Dostupné studie k tomuto tématu došly k závěru, že ztráty produktivity plodin v důsledku eroze jsou v krátkém časovém měřítku relativně malé. Relativní ztráty byly vyšší v oblastech nízké intenzity zemědělství v Africe a Asii v souvislosti s nedoplněním živin, jež byly ztraceny erozí.

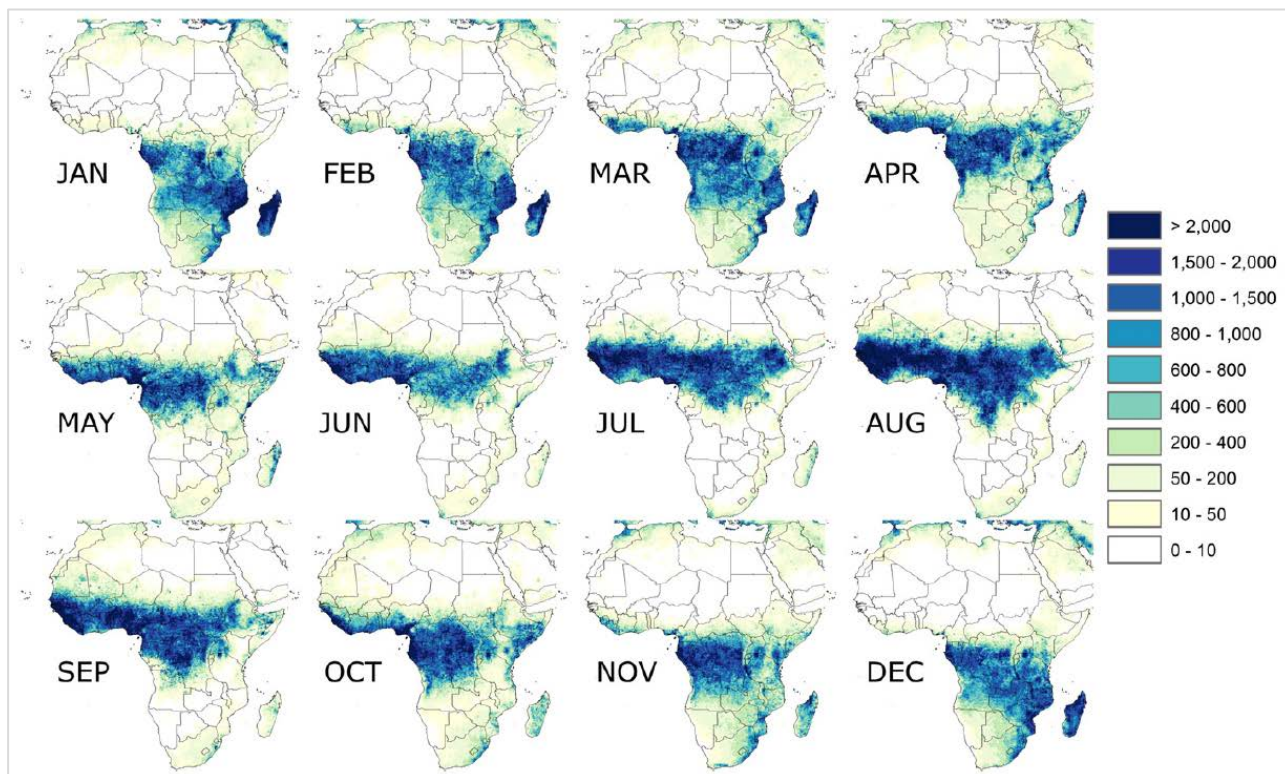
Přímé extrapolace z měření na vymezených pozemcích, které jsou obvykle umístěny na strmých svazích v oblastech citlivých na erozi, vedou k nadhodnocování půdních ztrát na velkých plochách a tedy k nereprezentativním výsledkům. Odhady globální eroze zemědělské půdy se proto od sebe liší z důvodu rozdílných posudků. V posledních letech bylo dosaženo významného pokroku v odhadech půdních ztrát. Většina odhadovaných ztrát ornice z erodujících částí zemědělských ploch je přisuzována vodní erozi a mnohem menší ztráty větrné erozi. Pro lepší pochopení problematiky je zapotřebí více detailních studií pro zdokonalení našich současných odhadů a poznatků.

Regionální studie Vrieling a kol. (2014) analyzovala proměnlivost erozivních srážek v Africe ve vztahu k monitorování eroze půdy. K erozi půdy dochází na nakloněných plochách, kde srážky a následný povrchový odtok působí na půdu, která není dostatečně chráněna vegetací či jiným opatřením. Eroze nastává především při jednotlivých srážkových událostech vysoké intenzity. Vegetace a tzv. erozivita srážek (erozní síla srážek uvolňovat a následně transportovat půdu při povrchovém odtoku; Wischmeier a Smith 1978, cit. ve Vrieling a kol. 2014) jsou vysoce variabilní faktory, které je nutné sledovat společně k efektivnímu monitorování eroze. Erodibilita půdy (náchylnost k erozi) může vykazovat variabilitu také kvůli přirozené či antropogenní disturbanci, biologické aktivitě nebo samotné erozi.

Mapy průměrné roční erozivity zobrazují přehled potenciální schopnosti srážek způsobit erozi. Neukazují, kde přímo k erozi půdy dochází, jelikož k tomu by byly zapotřebí informace o interakcích s dalšími faktory, např. terénní vlastnosti, půdní vlastnosti a vegetační pokryv. Průměrná roční erozivita pro Afriku vykazuje nejvyšší erozivitu podél pobřeží Guinejského zálivu v západní a střední Africe, v tropické konžské pánvi a v oblastech Madagaskaru. Semiaridní oblasti Sahelu, východní a jižní Afrika vykazují nižší hodnoty. Během roku však erozivita značně kolísá, jelikož srážky nejsou rovnoměrně distribuovány. Mapy průměrné měsíční erozivity (obr. 26) zobrazují sezonní proměnlivost v několika oblastech. Čím tmavší zbarvení, tím větší schopnost erozivních srážek transportovat půdu. Vysoký potenciální výskyt eroze se vyskytuje v Sahelu v červenci a srpnu, zatímco v jižní Africe od prosince do

března. Sezonní změny v oblastech vysoké erozivity přibližně sledují pohyb intertropické zóny konvergence. V důsledku sezonnosti se také v průběhu roku mohou oblasti s vysokou erozivitou shodovat s omezeným vegetačním pokryvem, což má za následek vysokou míru eroze. Kromě sezonních výkyvů má erozivita také meziroční variabilitu, např. v semiaridních tropických oblastech, kde je propojena proměnlivost srážek s vegetačním pokryvem.

Obr. 26: Průměrná měsíční erozivita Afriky



Zdroj: Towards large-scale monitoring of soil erosion in Africa: Accounting for the dynamics of rainfall erosivity (Vrieling a kol. 2014)

Poznámka: Průměrné měsíční hodnoty erozivity EI_{30} [$MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ měsíc^{-1}$]. Indexy byly kalkulovány pro každý měsíc a rok od 1998 do 2012.

Výsledkem studie bylo poukázat na poznatek, že mapování a monitorování eroze ve velkém měřítku by mělo upustit od využívání průměrných ročních hodnot jako vstupní parametry, např. pro erozivní srážky a vegetační pokryv. Pro účinné monitorování eroze je nutno počítat s prostorovou a časovou proměnlivostí erozivity. Roční erozivita by měla být pro efektivní mapování rozložena do kratších časových období na daný rok. Variabilita erozivity v Africe by se mohla zlepšit nadcházejícími technikami, které poskytují přesnější informace srážek ve vyšším prostorovém i časovém rozlišení, zejména v prostředích bez dostatečných dat.

V jižní Africe je eroze půdy evidentní v Malawi. Přestože je zde velkým environmentálním problémem, do této doby bylo provedeno jen malé množství studií na její hodnocení. Případová studie Mohamoud (2013) zkoumala jednu z možností, jak erozi půdy monitorovat. Půdní eroze ovlivňuje podmínky v malém měřítku ztrátou produktivity půdy a snížením výnosu plodin, zatímco velký vliv má na zhoršení kvality povrchových vod a zanášení nádrží

a zavlažovacích kanálů. K ochraně půd a vody v Malawi je běžnou praxí pěstování plodin ve vrstevnicových hřebenech (půda je uspořádána vlnkovitě, kde se střídají malé hřbety a příkopy). Tímto způsobem se ukládá povrchový odtok v brázdách a umožňuje tak zemědělcům konzervovat půdu a skladovat vodu pomocí infiltrace. Po příchodu srážek, které způsobí povrchový odtok, se často hřbety prolomí. Použití mírného sklonu pro vypuštění nadměrného odtoku umožňuje zemědělcům tomuto problému předejít či jej minimalizovat.

Studie předložila metodu kvalitativního hodnocení závažnosti eroze půdy, která je založena na počtu prolomených hřebenů (*number of broken ridges – NBR*), zaznamenaných na zemědělských polích po každé srážkové události. Vzhledem k omezeným zdrojům, které jsou k dispozici k výzkumu eroze v rozvojových zemích, je tato metoda pro hodnocení jednoduchá, nákladově efektivní a spolehlivá. Metoda je ověřena vztahy *NBR* s faktory půdní eroze (intenzita srážek, sklon terénu a výšky plodin) a s naměřenými daty o sedimentech. Korelace mezi *NBR* a intenzitou srážek zdůraznila význam intenzity 30 minutového maxima pro predikci eroze. Intenzita 30 minutového maxima je jednou ze vstupních hodnot pro odhady průměrné roční erozivity srážek (Wischmeier a Smith 1978, cit. v Mohamoud 2013). Vztah mezi *NBR* a sklonem terénu závisel na umístění zemědělského pole a ukázal, že metoda vrstevnicových hřebenů není účinná proti erozi půdy na polích ve strmých svazích. Vztah mezi *NBR* a výškou plodin vykazoval korelace, kdy v raném stádiu vegetačního období je půda náchylná na erozi, jelikož povrch půdy má malý nebo žádný pokryv v době výsadby a hřbety zatím nejsou dobře zavedeny. Tvrzení bylo dokázáno skutečností, že velké množství prolomených hřebenů bylo v tomto období zaznamenáno. Pokrytí plodinami/vegetací dokazuje důležitost pro efektivní ochranu půdy. Vztah mezi koncentrací sedimentu v přílehlém toku a zaznamenaných *NBR* po dešťových událostech potvrzuje vhodnost metody *NBR* pro hodnocení půdní eroze. Na experimentálním pozemku bylo ztraceno více půdy v důsledku prolomení hřebenů po silných srážkových událostech, což dokazuje souvislost zmíněných faktorů. Obecně studie vykazuje, že počet prolomených hřebenů se zvyšuje s nárůstem intenzity srážek a sklonem terénu, a naopak snižuje se zvýšením výšky plodin/vegetace.

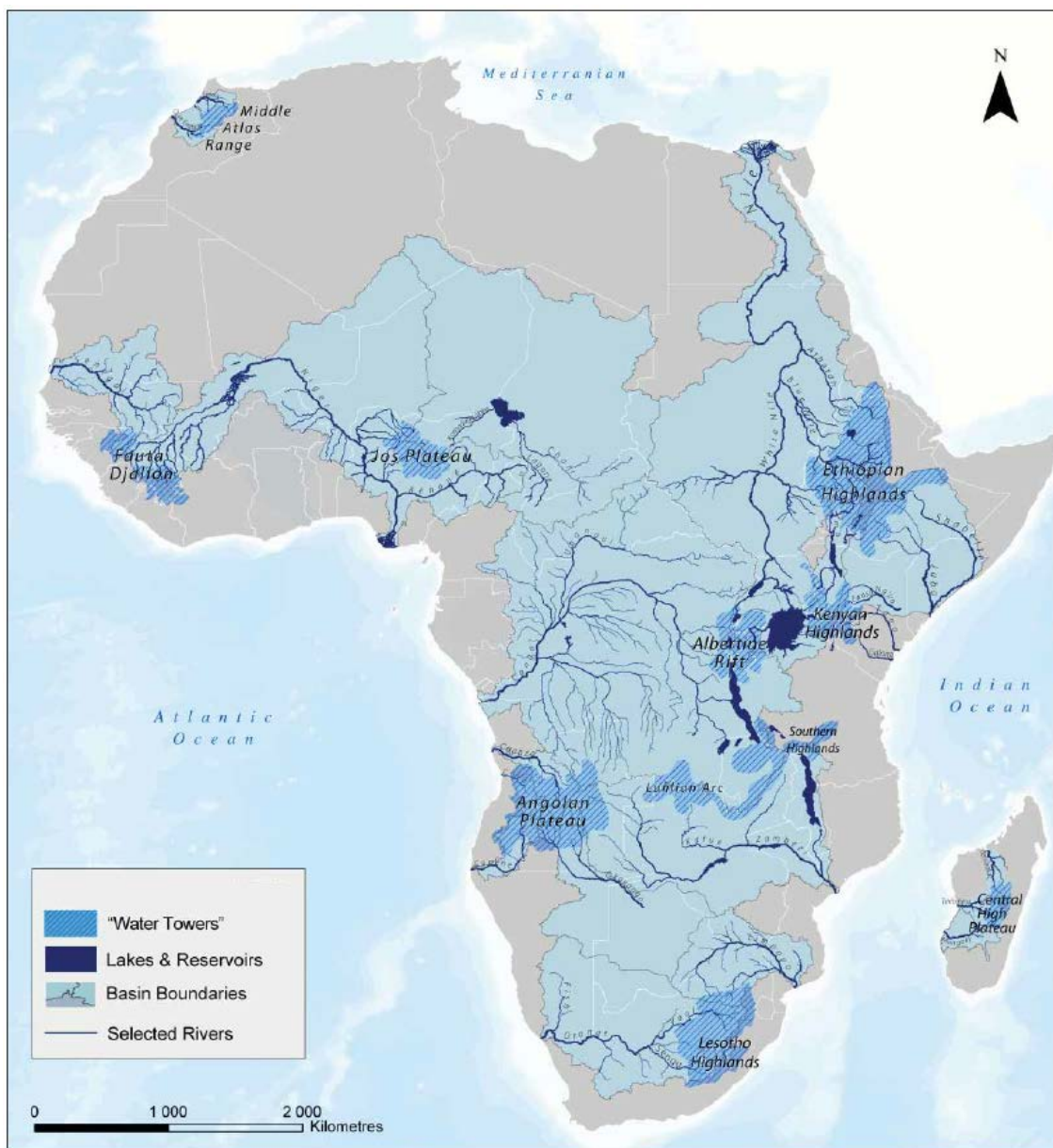
Předchozí studie v Malawi ukázaly, že míry eroze půdy získané z drobných polí zemědělců jsou vyšší než míry získané z experimentálních ploch. Proto je důležité zvýšit povědomí zemědělců o praktikách kontroly eroze půdy, což se docílí zavedením srozumitelných metod pro posuzování eroze (tou se rozumí právě metoda *NBR*). Nedostatečná koordinace mezi zemědělci pěstujícími na sousedících pozemcích a nedostatek postupů pro ochranu půd a vody vede k nedostatku společného zájmu kontrolovat erozi půdy.

6 VODSTVO

6.1 Hydrologické podmínky

Vodní zdroje jsou mezi africkými státy a regiony rozloženy nerovnoměrně, z velké části v důsledku sezonní i meziroční proměnlivosti srážkových úhrnů v různých klimatických pásmech. Voda v Africe je zadržována ve velkých řekách, jezerech, rozšířených zvodních (akumulovaná podzemní voda), velkých vodních nádržích a mokřadech (obr. 27; UNEP 2010).

Obr. 27: Hydrologická mapa Afriky

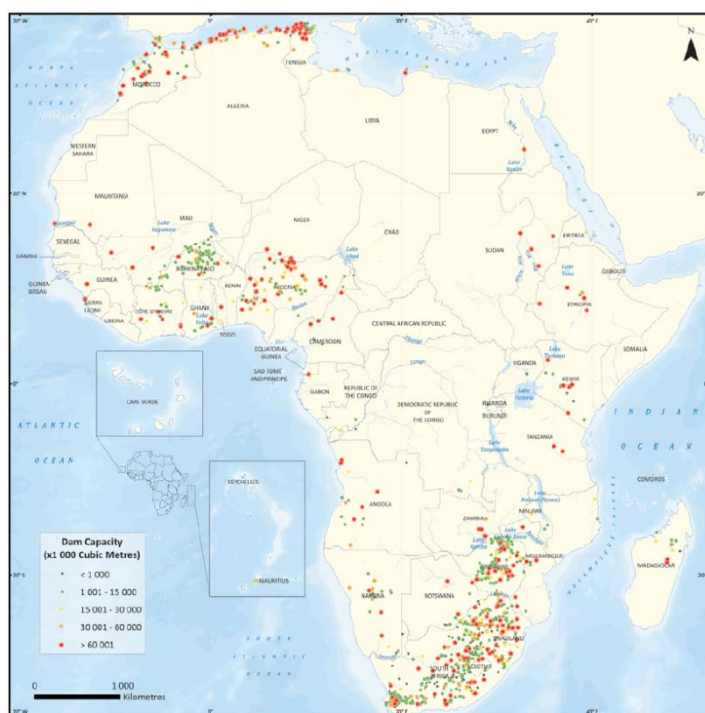


Zdroj: Africa Water Atlas (UNEP 2010)

Poznámka: „Water Towers“ = „vodárenské věže“, neboli oblasti ve vyšších nadmořských výškách obecně získávající srážky, Lakes & Reservoirs = jezera a nádrže, Basin Boundaries = hranice vybraných povodí, Selected Rivers = vybrané řeky.

Mezi největší řeky patří Kongo, Nil, Niger a Zambezi, spolu s velkými řekami Orange, Okavango a Limpopo v jižní Africe. Odtokové režimy řek jsou nepravidelné či kombinované, jelikož často přivádějí vodu z deštivých oblastí do suchých (UNEP 2010). Velké řeky slouží jako dopravní tepny, které při objevování Afriky a následně v koloniálním období sloužily pro transport do vnitrozemí (UNEP 2008). Africká jezera jsou rozmanitá, jelikož jsou různého původu. K největším z nich patří Viktoriino, Tanganika, Malawi, Čad, Turkana a Albert. Oblast výskytu jezer je nejen zdrojem vody, ale také zázemím pro rybolov. Z důvodu špatné dostupnosti pitné vody jsou životně důležité podzemní zásoby. Ty představují asi 15 % z obnovitelných vodních zdrojů kontinentu, na které přibližně 75 % africké populace spoléhá jako na svůj hlavní zdroj pitné vody, a to zejména v severní a jižní Africe (UNEP 2008; UNEP 2010). Největší zásobárny vody jsou umístěny v sedimentárních zvodních v Libyi, Alžírsku, Egyptě a Súdánu (UNEP 2013). Dalším důležitým zdrojem vody jsou vodní nádrže, které slouží jako zásobárny vody, pro její dodávku do vodních elektráren a k zavlažování. Mezi největší vodní nádrže Afriky patří Kariba, Cahora Bassa, Asuán a Akosombo (Volta). Nejen, že se v jižní Africe nacházejí nejhlubší vodní nádrže, ale je zde také největší počet vodních nádrží (obr. 28). Mokřady pokrývají asi 1 % plochy kontinentu a jsou k nalezení téměř ve všech zemích. Jsou to oblasti bažin, močálů nebo rašelinišť, které slouží jako potravinové zdroje, přírodní stanoviště pro faunu a zásoby vody. Estuária jsou typickým ústím řek Kongo, Zambezi, Nil, Niger a Senegal, kde se mokřady vyskytují. Rozhraní slané oceánské vody a sladké říční vody vytváří oblasti rozmanité biodiverzity (UNEP 2010).

Obr. 28: Vodní nádrže v Africe



Zdroj: Africa Water Atlas (UNEP 2010)

6.2 Změny hydrologických podmínek

Dle statistik zpracovaných v tabulce 1 lze pozorovat, že druhé nejrozšířenější environmentální problémy v jižní Africe souvisejí s vodou. Po Austrálii je Afrika druhým nejsušším kontinentem na světě, proto jsou dostupnost, distribuce vody a přístup k ní klíčová témata k řešení. S vývojem populačního růstu, rapidní urbanizací a rostoucí industrializací vzniká větší konkurence ve využívání vody jako je lidská spotřeba, produktivní činnosti a údržba ekosystémů. Přesto nemalá populace žije v aridních a semiaridních oblastech, kde se například ve státech Namibie a Botswana nacházejí hlavní místa osídlení daleko od vodních zdrojů (UNEP 2013). Na africkém kontinentu existují velké rozdíly v přírodní distribuci vody. Střední a západní Africe připadají největší zásoby vody, následované jižní Afrikou, zatímco severní Afrika má zásoby nejnižší (UNEP 2010). Nedostatek obnovitelných zdrojů vody na osobu lze pozorovat konkrétně v Maroku, Alžírsku, Tunisku, Libyi, Egyptě, Keni, Rwandě, Burkině Faso a Jihoafrické republice (obr. 29).

Obr. 29: Celkové obnovitelné zdroje pitné vody na obyvatele v Africe



Zdroj: Africa Environment Outlook (UNEP 2013)

Ve srovnání s ostatními kontinenty, afrických 3 931 km³ obnovitelných vodních zdrojů představuje přibližně 9 % z celkových zásob pitné vody na světě (tab. 3). Průměrná roční dostupnost vody na osobu činila v roce 2013 v Africe 3 545 m³/rok, což je druhý nejnižší objem po Asii s 2 756 m³/rok (FAO 2014).

Tab. 3: Dostupnost pitné vody – srážky a obnovitelné vodní zdroje

Kontinent / region	Srážky		Obnovitelné zdroje pitné vody	
	Roční úhrn [mm]	Roční objem [km ³]	Roční objem [km ³]	Podíl ze světových zásob pitné vody [%]
Afrika	677	20 371	3 931	9,2
Severní Afrika	96	550	47	0,1
Subsaharská Afrika	815	19 821	3 884	9,0
Amerika	1 104	44 408	19 655	45,8
Severní Amerika	637	13 881	6 077	14,2
Střední Amerika a Karibská oblast	2 018	1 515	729	1,7
Jižní Amerika	1 638	29 012	12 849	29,9
Asie	828	26 855	11 865	27,6
Evropa	545	12 561	6 578	15,3
Oceánie	586	4 733	892	2,1
Austrálie a Nový Zéland	574	4 598	819	2,1
Ostatní ostrovy Tichomoří	2 055	135	73	0,2
Svět	814	108 928	42 921	100

Zdroj: Freshwater Availability – Precipitation and Internal Renewable Water Resources (FAO 2014), vlastní úprava

Rozdíly v zásobách vody v afrických státech jsou určeny kombinací přírodních i antropogenních faktorů, jelikož závisí také na počtu osob, které vodu využívají (UNEP 2010). K antropogenním faktorům přispívajícím k nedostatečné dostupnosti vody patří degradace povodí, extrakce zásob podzemních vod rychlejším tempem než je jejich obnova a neefektivní využívání vody pro produktivní činnosti (UNEP 2013). Nerovnoměrná distribuce vody má významné důsledky pro společnost, jelikož zemědělství v Africe závisí převážně na dešťových srážkách a je jedním z nejdůležitějších faktorů pro hospodářský růst (UNEP 2010).

Změnou klimatu a hlavně lidskou činností (přeměnou krajinného pokryvu) dochází k ovlivňování hydrologického režimu, resp. vodních odtoků. V průběhu posledních desetiletí se například v povodí Kabompo v Zambii změnil hydrologický režim a s ním související sezonní tok v důsledku odlesňování a degradace vegetace (např. intenzivního zemědělství a hornictví; Kampata a kol. 2013). Pro početnou část populace zůstává také velkým problémem znečištění vody, jelikož nemá přístup k nezávadné pitné vodě a přiměřeným hygienickým podmínkám. Nedostatek těchto podmínek má za následek šíření nemocí. Většina obyvatel kontinentu stále postrádá nezávadnou pitnou vodu. Subsaharská Afrika představuje téměř třetinu světové populace, která nemá přístup k pitné vodě (UNEP 2013).

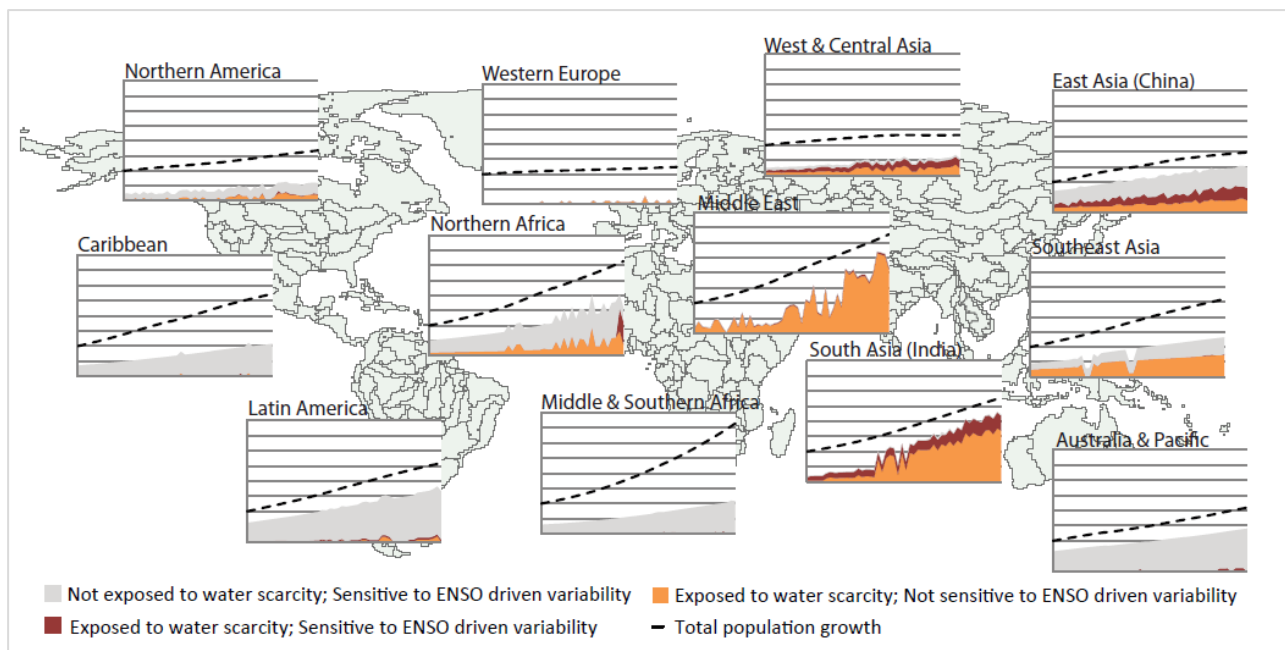
6.2.1. Zdroje vody

Mezi zdroje vody patří široká škála témat – samotné rozložení vodních zásob na Zemi, dostupnost vody, distribuce vody, poptávka po vodě a přístup k ní. Vše jsou to provázaná témata, která se odvíjejí od měnících se klimatických, následně hydrologických a socioekonomických podmínek. V průběhu posledních desetiletí vedly tyto podmínky k nárůstu problémů nedostatku vody. Nedostatek pitné vody patří mezi nejnebezpečnější globální rizika ve vztahu k dopadům na společenské a ekonomické podmínky (Veldkamp a kol. 2015). Nedostatek vody může být výsledkem nadměrného užívání dostupných zdrojů nebo ze snížení množství dostupné vody v důsledku poklesu srážek a sladkovodních zásob. Analýza vzájemných vztahů mezi populací a dostupností vody se komplikuje nejistotou související s projekcemi změn klimatu a vývoje populace (Parish a kol. 2012).

Dostupnost vody a přístup k ní

Jedním z klimatických vlivů na hydrologické podmínky je *ENSO*, které ovlivňuje schéma srážek a období sucha v globálním, regionálním i lokálním měřítku (např. způsobující období sucha nebo povodně). Veldkamp a kol. (2015) zkonstruovali první studii o posouzení citlivosti nedostatku vody vůči *ENSO*, nejdominantnějšímu ukazateli meziroční klimatické proměnlivosti. Studie posoudila citlivost dostupnosti tzv. modrých vodních zdrojů (povrchová voda v řekách, jezerech, mokřadech a nádržích), spotřeby vody a nedostatků vody vůči proměnlivosti klimatu způsobené *ENSO* v globálním měřítku mezi lety 1961 a 2010. Mezi jednu z analýz patřila citlivost nedostatku vody způsobená *ENSO* za proměnlivých socioekonomických podmínek – změny ve vývoji populace. Vzhledem k vývoji těchto podmínek se charakteristiky nedostatku vody a jejich souvisejících dopadů zintenzivnily. V daném období se světová populace zvýšila přibližně o 3,28 miliard, přičemž se zároveň zvýšila populace vystavená událostem nedostatku vody z 0,45 mld. na 2,47 mld. Obrázek 30 zobrazuje grafy regionálních rozdílů v populaci vystavené nedostatku vody a/nebo citlivosti na proměnlivost klimatu způsobenou *ENSO* v rámci měnících se socioekonomických podmínek. Při porovnání lze charakterizovat různé typy regionů. První regionální skupina (Latinská Amerika, Karibská oblast, Austrálie a Tichomoří, střední a jižní Afrika) zažívá významnou korelaci s variabilitou *ENSO* pro relativně velký podíl rozlohy a počtu obyvatel, zatímco události nedostatku vody jsou malé. Druhá regionální skupina (Severní Amerika, západní Evropa) zažívá nízkou korelaci s variabilitou *ENSO* i s událostmi nedostatku vody. Třetí regionální skupina (Střední východ, Indie, jihovýchodní Asie, západní a střední Asie) zažívá nízkou nebo žádnou citlivost na variabilitu *ENSO*, zatímco vykazuje významný nedostatek vody. Poslední regionální skupina (Čína, severní Afrika) zažívá citlivost vůči *ENSO* a navíc je vystavena relativně vysokým událostem nedostatku vody.

Obr. 30: Regionální charakteristika ve vývoji populace, nedostatku vody a citlivosti v proměnlivosti klimatu vůči *ENSO*



Zdroj: Sensitivity of water scarcity events to ENSO-driven climate variability at the global scale (Veldkamp a kol. 2015)
 Poznámka: *Exposed/Not exposed* = vystaveny/nevystaveny, *Sensitive/Not sensitive* = citlivé/necitlivé, *water scarcity* = nedostatek vody, *ENSO driven variability* = proměnlivost způsobená *ENSO*, *Total population growth* = celkový růst populace. Regionální rozdíly ve vývoji populace [0-400 %] vystavené událostem nedostatku vody a/nebo citlivosti na proměnlivost klimatu způsobené *ENSO* mezi lety 1961 a 2010.

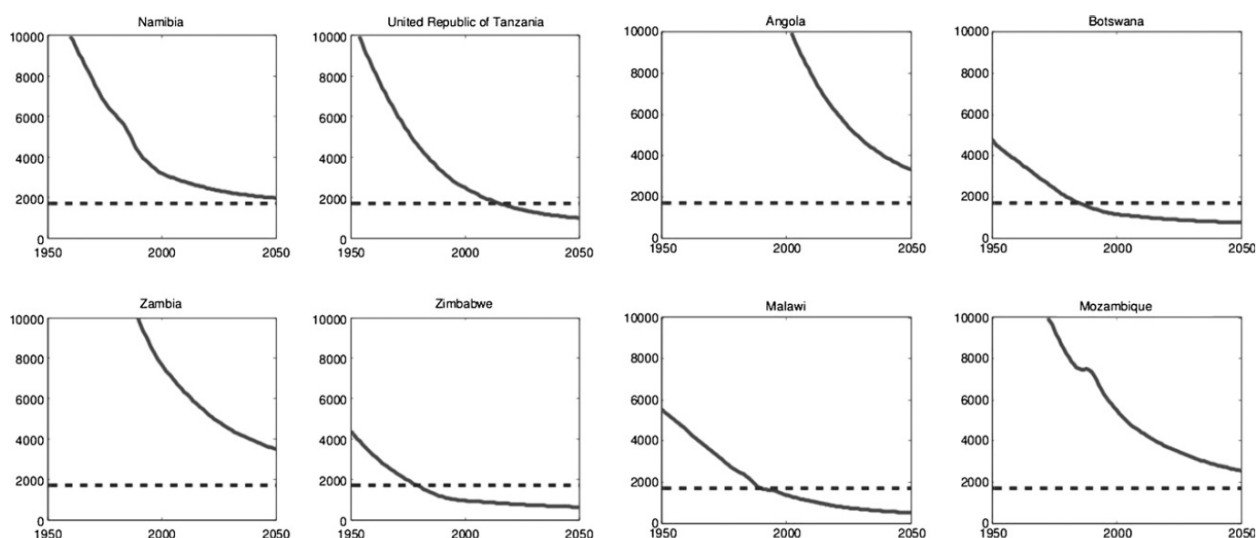
Výsledkem studie bylo zjištění, že faktory dostupnosti vodních zdrojů i podmínky nedostatku vody mohou být na globální rozloze korelovány s proměnlivostí klimatu způsobenou *ENSO*. Analýza však zjistila, že pro určení citlivosti oblasti na nedostatek vody nestačí pouze meziroční variabilita klimatu, ale navíc i kombinace hydrologických a klimatických faktorů spolu se socioekonomickými faktory. S ohledem na regiony a populace, pro které byly uvedeny významné korelace, je zde velký potenciál pro adaptaci a snižování rizik vůči *ENSO*. Skutečný dopad nedostatku vody závisí na počtu ohrožených osob nebo závažnosti nedostatku vody a citlivosti populace na tyto podmínky. Otázkou je, zda a jak mohou vlády efektivně řešit problémy týkající se nedostatku vody a kolik infrastrukturních či finančních zdrojů mají k dispozici k vyrovnání se s těmito nehostinnými podmínkami.

Budoucí dostupnost vody nemusí záviset jen na klimatických faktorech, ale také na poptávce po vodě. Regionální studie Beck a Bernauer (2011) zkoumala společný vliv klimatu a poptávky po vodě na dostupnost vody v povodí řeky Zambezi. Povodí Zambezi je čtvrté největší povodí v Africe a největší říční systém jižní Afriky, který svou plochou 1,37 mil. km² zasahuje do osmi států. Průměrný odtok řeky je 2 600 m³/s, z celkového odtoku se odhaduje současná spotřeba vody z povodí přibližně 15-20 %. Oblast byla studována, protože Zambezi je jedním z největších povodí, má komplexní hydrologické i politické podmínky a ve zkoumané době zažívala pouze malý vodní stres. Studie vyvinula novou analýzu potenciálních

dopadů klimatických změn a změn poptávky po vodě na dostupnost vody v mezinárodních říčních systémech. Za tímto účelem byly spojeny sady scénářů poptávky po vodě a projekce změn klimatu pro odhad budoucí dostupnosti vody do roku 2050. Místní zásoby vody se vztahují na klimatické změny v důsledku nejistoty srážkových a teplotních poměrů, vlivu na objem a načasování říčních průtoků a zásoby podzemních vod. Změna klimatu spolu s růstem populace, ekonomickou aktivitou a praktikami hospodaření s vodními zdroji vedou k nadměrnému využívání zdrojů.

Průměrné roční srážky v povodí Zambezi jsou poměrně vysoké (cca 950 mm), ale rozložené nerovnoměrně. Navíc se hustěji obydlená sídla nacházejí spíše v oblastech nízkých až středních srážek. Asymetrie mezi dostupností vody (obr. 31) a hustotou zalidnění mohou způsobit nerovnoměrnou poptávku po vodě. V blízké budoucnosti je velká pravděpodobnost, že ve státech Botswana, Malawi a Namibie dojde k vážnému vodnímu stresu.

Obr. 31: Projekce dostupnosti vody na osobu ve státech povodí Zambezi



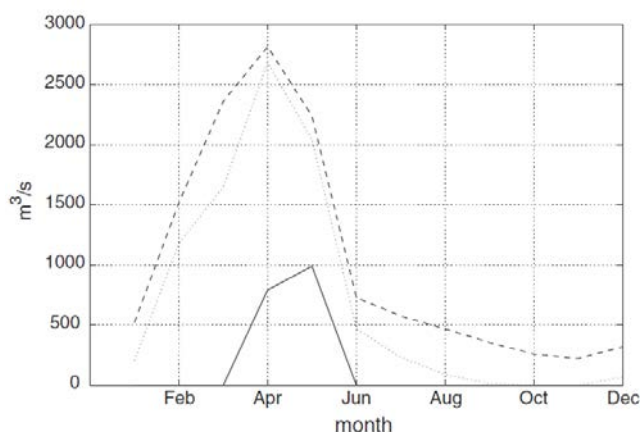
Zdroj: How will combined changes in water demand and climate affect water availability in the Zambezi river basin? (Beck a Bernauer 2011)

Poznámka: Dostupnost vody na jednoho obyvatele [m^3/rok] v závislosti na růstu populace. Přerušovaná linie označuje hodnotu $1700 \text{ m}^3/\text{rok}$, která je obecně uznávána jako hranice nedostatku vody. Projekce jsou určeny pro celé státy, nikoli jen pro části ležící v povodí Zambezi.

Analýza povodí byla provedena na třech úrovních – dílčí povodí, konkrétní lokality v povodí (zejména Viktoriiny vodopády, Kariba, Kafue, Cahora Bassa, Barotse a ústí Zambezi) a státy. Mezi dílčími povodími jsou velké rozdíly v budoucích scénářích. Pro první scénář je průměrné snížení průtoků o 4 %, pro druhý o 31 % a pro třetí o 77 %. Kdyby se navíc zaměřilo na období sucha, negativní účinky v rámci druhého a třetího scénáře jsou ještě silnější. Průměrné snížení průtoků pro 13 dílčích povodí je o 10 % pro první, o 69 % pro druhý a o 95 % pro třetí. Konkrétní lokality jsou často zdrojem příjmů či jiných komodit pro státy, tudíž jsou jejich nepostradatelnou součástí. Například Viktoriiny vodopády jsou velkou

turistickou lokalitou a Cahora Bassa, Kariba a Kafue jsou významnými producenty elektřiny. Obrázek 32 zobrazuje dopady tří scénářů na průtok vody u Viktoriinských vodopádů. Podle průběhu linií lze konstatovat důležitost předpovědí v období sucha, kde mohou být účinky obzvláště škodlivé. Minimální průtok pro zachování charakteru vodopádů je $400 \text{ m}^3/\text{s}$, což je hodnota, které se dosahuje i v současné době.

Obr. 32: Průměrné měsíční průtoky vody u Viktoriinských vodopádů



Zdroj: How will combined changes in water demand and climate affect water availability in the Zambezi river basin? (Beck a Bernauer 2011)

Poznámka: Přerušovaná linie = scénář 1, bodová linie = scénář 2, plná linie = scénář 3. Současný průtok je téměř shodný s linií prvního scénáře, tudíž je vynechán.

Odhady ukazují, že zvyšující se poptávka po vodě v kombinaci s klimatickými změnami může vést k dramatickým poklesům odtoku ve státech povodí Zambezi. Změny mohou vést k mezinárodnímu napětí, neboť lze očekávat změny v národních podílech poptávky po vodě. V průměrném ročním odtoku v osmi zemích a ve třech scénářích se výsledky lišily. Pokles odtoku se v prvním scénáři očekává o 5 %, ve druhém o 26 % a ve třetím o 71 %. Ve druhém scénáři jsou ovlivněny státy Botswana, Namibie, Malawi a Tanzanie, zatímco ve třetím scénáři jsou nejvíce ovlivněny státy Angola, Botswana, Namibie, Zambie a Zimbabwe.

Výsledky obecně ukazují, že pro množství vody v mnoha částech povodí je nepravděpodobné udržení na současných hodnotách. Zatímco klimatické změny budou mít spíše jen relativně malý vliv na dostupnost vody, významnější vliv na dostupnost vody budou mít antropogenní faktory – populační a hospodářský růst, expanze zavlažovaného zemědělství a přemísťování vody v rámci povodí nebo mezi nimi. Dopady mohou být na mokřady, výrobu energie, zemědělství, cestovní ruch a mezinárodní politiku. Mezinárodní instituce, které řídí využívání vody, by měly směřovat cíle k zábraně změn a vyřešení problémů, které jsou z největší části situovány na lokální/regionální úrovni. Účinné mechanismy pro přiděly vody a nakládání s variabilitou průtoků by měly být zřízeny v blízké budoucnosti, aby byla situace vyřešena kooperativně.

V návaznosti na dostupnost vody je důležitý přístup k vodě. Monitorování a plánování přístupnosti k vodě je velkou výzvou, kterou se studie Ho, Russel a Davis (2014) snažila analyzovat na lokálním případu 1 103 venkovských domácností v provincii Nampula v Mosambiku. Studie zkoumala vztah mezi přímou vzdáleností a oznámeným časem jednosměrné cesty k vodnímu zdroji v porovnání s naměřenou vzdáleností ke zdroji. Začlenění těchto dvou faktorů je zvažováno v definici přístupu k vodě, používané ke globálnímu monitorování. Odhady nejkratších vzdáleností jsou často používány k měření přístupu ke zdravotnickým službám. Používané metody z pohledu přístupu k vodě navazují na tyto studie, jelikož spojily vztah doby strávené chozením pro vodu se zdravotními následky. Například pokles přístupu k vodě je spojen se snížením rozsahu některých onemocnění, zlepšením nutričních stavů dětí a poklesem dětské úmrtnosti. Monitorování přístupu k vodě je tedy přínosné také pro odvětví zdravotnictví.

Studie se zabývala využitím přímé vzdálenosti mezi domácnostmi a jejich zdrojem vody pro měření přístupu k vodě. Průměrný počet osob v domácnostech zahrnutých ve vzorku byl 4 osoby v domácnosti. Jejich průměrná spotřeba vody na osobu a den byla 23,2 l. Respondenti během týdne vykonali průměrně 13 cest pro vodu, z toho 45 % celkového času na cestě bylo vynaloženo čekáním ve frontě u zdroje. Domácnosti využívaly více než jeden zdroj vody, pro 64 % byla primárním zdrojem ručně vykopaná studna, 22 % využívalo hlubokou studnu a 14 % vodu z řeky nebo jezera. Průměrná vzdálenost jednosměrné cesty ke zdroji byla 925 m, zatímco přímá vzdálenost byla 726 m. Průměrná doba cesty oznámená respondenty byla 48,5 minut, na rozdíl od vypočítané průměrné doby, která činila 14,8 minut.

Vysoká korelace výsledků mezi přímou a naměřenou vzdáleností vykazovala, že přímá vzdálenost může být užitečným ukazatelem předpokladu naměřené vzdálenosti, přestože předpovídá o 23 % (202 m) kratší než skutečnou vzdálenost. Tento ukazatel může být využit při zajišťování přístupu k vodě, např. při umístování vodních zdrojů. Oproti tomuto tvrzení je doba cesty oznámená respondenty slabým ukazatelem, v důsledku různých typů zkreslení. S naměřenou vzdáleností koreluje minimálně, což zpochybňuje platnost tohoto široce využívaného ukazatele. Důležitým poznatkem je, že tato studie byla provedena v homogenním terénu, kde byl písčité rovinný terén a kde bylo možno aplikovat např. průměrné hodnoty chůze. V jiných lokalitách (nepřístupné terény, hornaté oblasti) se mohou výsledky mezi přímou a naměřenou vzdáleností výrazně lišit.

V případě mosambických domácností – by vyšší procento obyvatel bylo ukazatelem přímé vzdálenosti klasifikováno jako „mající přístup k vodě“, zatímco nižší procento obyvatel za podmínek ukazatele doby oznámené respondenty. Otázkou je, co by mělo být konkrétním záměrem pro měření a jaké ukazatele jsou nejlepší pro pravidelné monitorování. Tato studie zdůrazňuje význam pro monitorování pokroku při poskytování lepších služeb dodávky vody.

7 MATERIÁLY A METODY

Výchozím materiálem pro tvorbu předkládané bakalářské práce byla publikace *Africa: Atlas of Our Changing Environment* (Afrika: Atlas našeho měnícího se životního prostředí) a studie M. B. K. Darkoh *An overview of environmental issues in Southern Africa* (Přehled environmentálních otázek v jižní Africe). Na tyto základní prameny navazovala ostatní vyhledaná literatura z odborných zahraničních publikací. Podmínkou pro výběr literatury bylo datum jejího vydání, tj. studie, které nebyly starší 10 let. Práce se studovanou literaturou byla rozčleněna do tří úrovní: globální, regionální a lokální. Ze širokého množství nalezených prací byly vybrány příkladové studie reprezentující daný problém. Z kapacitních důvodů byly vybrány pouze hlavní řešené environmentální problémy a ostatní byly pouze nastíněny. Vybrané studie byly zpracovány metodou rešerše.

8 DISKUZE

Jižní Afrika je z pohledu všech fyzickogeografických složek rozmanitý region, na který působí měnící se přírodní podmínky. Afrika je z hlediska změny klimatu velmi citlivá a patří k nejvíce ohroženým kontinentům v důsledku své expozice a nízké schopnosti adaptace (Tadross a kol. 2009; IPCC 2014a). Současná změna globálního klimatu je dávana do souvislosti s antropogenní činností, což potvrdilo několik studií z pohledu na teploty i srážek (Archer a Tadross 2009; Kruger a Sekele 2013). Změna klimatu a s ní související nárůsty teplot jsou předpoklady, které neminou ani jižní Afriku. Spolu se severní Afrikou jsou oblastmi, ve kterých se předpokládá největší oteplení v Africe. V posledních desetiletích zde byly zaznamenány vzestupné trendy teplot, s mírou oteplení přibližně 0,05 °C za desetiletí (Hulme 1996, cit. v Darkoh 2009). Obecně v jižní Africe vykazovaly minimální teploty vyšší nárůst než teploty maximální (IPCC 2014a). V Jihoafrické republice se oteplování urychlilo od poloviny 60. let 20. století, což se shoduje s globálním teplotním trendem. Indexy maximálních teplot zde vykazovaly nárůst teplých extrémů a indexy minimálních teplot naopak vykazovaly poklesy chladných extrémů (Kruger a Sekele 2013). Obě tvrzení vzhledem k průměrným teplotám poukazují na zhoršení situace.

Pro Afriku byl obecně předpovězen úbytek srážek, ale v jižní Africe se předpokládá výskyt oblastí s úhrny srážek v rozmezí malých poklesů i malých nárůstů (IPCC 2014a; IPCC 2014b). Předpovědi se navíc vyznačují proměnlivostmi v sezonnosti i množství. Poklesy srážek mohou nastat v Botswaně, Zimbabwe, Zambii a severovýchodní oblasti JAR, zatímco nárůsty srážek lze očekávat v Namibii a jihozápadní části JAR (IPCC 2014a). Možnost nárůstu srážek v Namibii je rozporuplná s faktem, že Namibie se nachází v aridní oblasti kontinentu a je současně jedním ze států zažívajících nedostatky vody. Prognóza změn srážkových úhrnů je pro jižní Afriku důležitá zejména z důvodu vysoké závislosti na zemědělství, které je závislé na přísunu srážek. Možnou příčinou změn srážkových úhrnů jsou rostoucí povrchové teploty Indického oceánu, který má na vnitrozemí značný vliv, např. z hlediska El Niño-Jižní oscilace – ENSO; Weldon a Reason 2013; IPCC 2014a). Mimo variabilitu srážek, další nároky na vodu pro zemědělský sektor budou způsobovat nárůsty teplot (Tadross a kol. 2009). Proměnlivost srážek může mít navíc za následek střídání období dešťů a sucha, což ovlivní variabilitu odtoku, rostlinnou výrobu a dostupnost vody. Velkým problémem vzhledem k adaptaci na způsobenou problematiku je nedostatek informací, zejména na lokální úrovni. Změny klimatických podmínek utvářejí tlak na živočišné druhy, které se měnícímu přírodnímu prostředí musí přizpůsobovat (UNEP 2008).

Vegetační podmínky jsou největším indikátorem změn přírodních podmínek v jižní Africe. Přeměna krajiny je úzce spjata se změnou klimatu a ztrátou biodiverzity a její negativní

změna může ovlivnit vodní režim, degradaci půdy a ráz krajiny. K hlavním příčinám obecného poklesu přírodní vegetace v regionu patří zemědělství a expanze pastvin/nadměrná pastva (UNEP 2008). Pro rostoucí populaci je důležité zemědělství jako zdroj obživy, ale expanzí zemědělských ploch se mění pokryv a využití krajiny, převážně na úkor přírodní vegetace. V nedávné minulosti došlo v subsaharské Africe k nárůstu zemědělských a neúrodných ploch na úkor převážně lesních ploch (Brink a Eva 2009; Cabral a kol. 2010). V případě JAR lze obecně tvrdit, že přírodní vegetace zaznamenala v minulosti největší plošné ztráty, a to převážně přeměnou na zemědělské plochy a zastavěné plochy (Jewitt a kol. 2015). Jedním z možných vlivů na přeměnu krajiny je systém držby půdy. Při různém spravování (soukromé, komunální, státní) daném historickým vývojem dochází k různým vlivům na krajinný pokryv. Na přeměnu krajiny mohou mít také vliv občanské nepokoje vedoucí k přesunům obyvatel (Cabral a kol. 2010).

K přeměně krajiny v jižní Africe dochází také ztrátou lesního porostu. Celosvětově je Afrika v odlesňování na druhém místě po Asii (Spracklen a kol. 2015; FAO 2015). Úbytek lesů ve velké míře se týká převážně tropických oblastí (UNEP 2008), ale to není případ jižní Afriky, v důsledku jejich absence. Region jižní Afriky obecně vykazuje nízkou úroveň deforestace, ale nízké hodnoty neznamenaají její nepřítomnost. Hlavními příčinami odlesňování v regionu je přeměna lesních ploch na nelesní plochy (zemědělské plochy, zastavěné plochy, atd.) a závislost převažujících venkovských obyvatel na lesních plochách jako na zdroji obživy (získávání a spotřeba dřeva, atd.). Mezi státy jižní Afriky postižené odlesňováním patří hlavně Malawi, Zambie, ale také Angola, Mosambik a Zimbabwe (UNEP 2008; Larcom a kol. 2016). Při celosvětovém srovnání deforestace bylo zjištěno nejvyšší odlesňování uvnitř chráněných oblastí v Asii a v Africe. Obecně ale chráněné oblasti snižují odlesňování, např. JAR má jeden z nejvýkonnějších systémů chráněných území (Spracklen a kol. 2015). Při řešení deforestace je však často problematická spolupráce mezi institucemi, orgány nebo vládou a obyvatelstvem, např. v důsledku roztržitosti či neinformovanosti. Lokální instituce totiž hrají důležitou roli při vlivu obyvatel na deforestaci. Zlepšením této situace selepší i stav deforestace.

Jelikož obyvatelstvo v jižní Africe je závislé na přírodních zdrojích, tak jím způsobené odlesňování zde často spěje k degradaci krajiny (degradací vegetace a půdy). Procesy degradace krajiny jsou výsledkem změn klimatu a antropogenních aktivit (Helldén a Tottrup 2008; van Luijk a kol. 2013). Mezi jeden z postupů neudržitelného využívání krajiny v jižní Africe patří desertifikace, resp. degradace oblastí *drylands*. Přestože podle Helldén a Tottrup (2008) se mezi globálními regiony zdá být trendem „zelenění“, v regionu jižní Afriky je tento trend slabý. Jižní Afrika patří mezi světové regiony náchylné na desertifikaci, a to především v oblastech Botswany, Namibie a Jihoafrické republiky. Dominantními příznaky desertifikace

v regionu jsou nadměrné kácení dřevin, nadměrná pastva a eroze půdy, které společně způsobují ohrožení biodiverzity (Scholes 2009).

Ohrožení a ztrátu biodiverzity lze očekávat v důsledku změn klimatických podmínek. Zvýšené riziko se předpokládá v oblastech s nárůstem teplot a poklesem srážek, mezi které patří jižní Afrika (Mantyka-Pringle a kol. 2015). Dominantní činitelé ohrožení jsou však antropogenního původu – změna krajinného pokryvu/využití (rozšiřování zemědělských ploch), ztráta přírodních stanovišť a nadměrná pastva (intenzifikace živočišné výroby; Jewitt a kol. 2015; Mantyka-Pringle a kol. 2015; Biggs a kol. 2008). Mezi ohrožené státy patří téměř všechny – hlavní ohrožení se týká Angoly, východní části JAR, Lesotha, Malawi a Svazijska. Způsobené změny krajinného pokryvu a biologické rozmanitosti mají nadále vliv na ochranu rostlin a živočichů. V tomto případě budou změny na lokální úrovni ovlivňovat biodiverzitu celosvětově (Biggs a kol. 2008).

Dalším krokem v řetězci degradace krajiny je závažnější degradace půdy, jelikož její obnova trvá delší dobu. Půdní podmínky mají značný význam pro jižní Afriku z hlediska produkce plodin. Avšak více než 50 % afrického kontinentu je nevhodných pro zemědělství a další čtvrtina je charakterizována nízkým až středním potenciálem pro pěstování plodin (UNEP 2008). Navíc je zde časté nedostatečné spravování půdy (nedostatek hnojiva a tím pádem i živin), které nutí obyvatelstvo k rotačnímu zemědělství. Buď jsou zemědělské plochy vypalovány (pro doplnění živin) nebo ponechány ladem. Obecně lze říci, že půdy v jižní Africe nejsou charakterizovány vysokou plodností (Jones a kol. 2013). Oblasti ideálních půd zabírají přibližně 10 % zemědělské plochy a v jižní Africe jsou k nalezení v Jihoafrické republice (v provincii *Western Cape*), Mosambiku, Zambii a Zimbabwe (UNEP 2008). V regionu jižní Afriky se vyskytují různé faktory ovlivňující půdy, z nichž jedním je eroze (UNEP 2008; Jones a kol. 2013). Přestože k erozi půdy dochází převážně ve vlhkých oblastech, v jižní Africe jsou její hodnoty nízké. Potenciální výskyt těchto lokalit tudíž závisí na erozivních srážkách, tj. prosinec-březen, a nejvíce poskytuje oblasti Mosambiku, Malawi, Zimbabwe a Zambie (Vrieling a kol. 2014). Pro ochranu půd v jižní Africe je důležitá povědomost zemědělců (a jiných zúčastněných aktérů v zemědělství) o erozi a přístupech k jejímu řešení, ev. prevenci.

Druhá nejrozšířenější environmentální problematika v jižní Africe se týká vodstva. I když se svými zásobami vody patří v rámci Afriky k lepšímu průměru, stále se potýká s problémy nedostatku vody a přístupu k ní (UNEP 2013). Zásoby vody se zde vyskytují v početných vodních nádržích, přesto velká část obyvatelstva je závislá na zdrojích podzemních vod. Podzemní voda je důležitá pro 75 % populace Afriky, z toho je velmi významná právě v jižní Africe (UNEP 2008; UNEP 2010). V důsledku toho však dochází k čerpání podzemních vod rychlejším tempem, než je jejich obnova. Změny v zásobách vody závisí na měnících se

socioekonomických a také klimatických a následně hydrologických podmínkách. Klimatickými vlivy jsou teploty a hlavně srážky (např. periodický jev *ENSO*; Veldkamp a kol. 2015). Větší vliv má antropogenní činnost rostoucí populací, zvyšující se poptávkou po vodě nebo expanzí zavlažovaného zemědělství (Beck a Bernauer 2011). Vážný vodní stres se předpokládá ve státech Botswana, Malawi a Namibie. Nerovnoměrné rozmístění vodních zdrojů je dalším z vlivů na zemědělství, které je zde zásobováno převážně srážkami (UNEP 2010). V mezistátních povodích může vést nedostatek vody k šíření konfliktů či migračním tendencím a znečištění vody k šíření nemocí. Otázkou je, zda a jak mohou místní instituce řešit problémy týkající se nedostatku vody. Situace týkající se vody by měla být mimo lokální úroveň řešena kooperativně napříč státy v povodích.

Velkým problémem v jižní Africe je neinformovanost obyvatelstva, které je s problematikou nedostatku vody v přímém kontaktu a důsledky jej přímo ovlivňují. V mnoha oblastech Afriky je jedním z problémů získávání zdrojových dat, která nemusí být k dispozici (v důsledku nízké hustoty pozorování), mohou být nekvalitní či mezi sebou vykazují nesrovnalosti (Brink a Eva 2009; Tadross a kol. 2009; IPCC 2014a). Nejlepším zdrojem jsou digitální prostorová data, u kterých však závisí na jejich rozlišení, jelikož mohou ovlivnit výsledné hodnoty (Cabral a kol. 2010). Hodnoty jsou také často odhadnuty či zprůměrovány a následně vykazují rozdílné výsledky od naměřených hodnot. Proto je možné, že studie na globální úrovni vykazují rozdílné hodnoty pro oblasti na lokální úrovni, kde lze využít přesnější ukazatele. Hodnoty jsou rozdílné v důsledku různých použitých zdrojů, což v závěru naznačuje vyšší potřebu odborných studií.

9 ZÁVĚR

Jižní Afrika patří k jednomu z nejrozmanitějších regionů Afriky, působí však na ní environmentální změny. Změny přírodních podmínek se projevují v různých sférách, ale všechny spolu navzájem souvisí a ovlivňují se. Cílem bakalářské práce bylo seznámit se s regionem jižní Afriky a zhodnotit stav přírodních podmínek a vývoj environmentálních problémů na základě rizikových faktorů ve čtyřech fyzickogeografických složkách – klima, vegetace, půdy a vodstvo. Metodou rešerše byly zpracovány odborné studie, které popisují hlavní okruhy problémů ve složkách a konkrétně hlavní problémy, se kterými se region potýká. Dominantní řešené problémy zahrnují: změnu teploty a srážek, změnu krajinného pokryvu, deforestaci, desertifikaci, ohrožení biodiverzity, erozi půdy a dostupnost vody. Metodické postupy byly zvoleny vhodně, jelikož reprezentativně popsaly situaci v dané oblasti. Možnou nevýhodou je nezahrnutí veškerých problémů a nedostatečné množství odborných studií studované problematiky. Vzhledem k nadměrnému množství studií týkající se jižní Afriky a z kapacitních důvodů toto nebylo možné splnit.

Na základě zpracované literatury lze konstatovat, že změny přírodních podmínek v jižní Africe ovlivňuje změna klimatu a antropogenní činnost. Větší vliv má však lidská činnost, v důsledku jejího „nepřímého vlivu“ na klimatické podmínky (např. emisemi skleníkových plynů, stavěním vodních nádrží, nadměrnou spotřebou vody) a „přímého vlivu“ na vegetační podmínky (např. přeměnou nebo degradací krajiny, nárůstem populace, urbanizací a industrializací). Z globálního hlediska má lidstvo vliv na klima, které zpětně ovlivňuje jeho přírodní podmínky na lokální úrovni. Lokální změny vegetačních podmínek naopak ovlivňují oblasti větších měřítek, např. ohrožením biodiverzity či změnami hydrologického režimu. Hlavními rizikovými faktory v dané oblasti byly: nadměrné kácení dřevin, nadměrná pastva a rozšiřování zemědělství.

Častými problémy při analýze oblastí byly nedostatečné či nekompletní datové údaje a řady, proto se velké množství studií opírá o metody dálkového průzkumu Země pomocí digitálních prostorových dat. Při volbě reprezentativních studií byly nalezeny studie kvalitní, jejichž nedostatkem však byla neaktuálnost. Třetím velkým problémem je navíc neinformovanost populace, která je v přímém kontaktu s problematikou změn přírodních podmínek (převážně na lokální úrovni). Budoucí vývoj ve zkoumání přírodních podmínek a jejich změn tkví ve třech zmíněných faktorech. Z důvodu významu regionu jižní Afriky je možné využít poznatky studie k seznámení se s hlavními environmentálními problémy oblasti a jako odkaz na zkoumané studie.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznam obrázků

Obr. 1: Vymezený region jižní Afriky	8
Obr. 2: Klimatické zóny Afriky	11
Obr. 3: Průměrné lednové teploty	11
Obr. 4: Průměrné červencové teploty	11
Obr. 5: Průměrné roční srážky	12
Obr. 6: Pozorovaná změna povrchové teploty mezi lety 1901 a 2012	14
Obr. 7: Změny průměrných ročních teplot nad Afrikou	15
Obr. 8: Meteorologické stanice JAR	17
Obr. 9: Regiony JAR podle shlukové analýzy	17
Obr. 10: Pozorovaná změna ročních srážek nad pevninou mezi lety 1951 a 2010	18
Obr. 11: Změny průměrných ročních srážek nad Afrikou	19
Obr. 12: Šířková vegetační pásma Afriky	22
Obr. 13: Transformace krajiny v provincii <i>KwaZulu-Natal</i> v letech 1994-2011	24
Obr. 14: Přírůstek a úbytek lesního porostu v letech 2004-2014	26
Obr. 15: Odlesňování ve vlhkých lesních chráněných oblastech v letech 2000-2012	27
Obr. 16: Deforestace v předkoloniálních územích a dnešních státech Afriky	29
Obr. 17: Změna krajinného pokryvu v oblasti Huambo v letech 1990, 2000 a 2009	31
Obr. 18: Změny rozsahu krajinného pokryvu v oblasti Huambo v letech 1990, 2000 a 2009	31
Obr. 19: Globální oblasti <i>drylands</i>	32
Obr. 20: Rozsah degradace v oblastech <i>drylands</i>	33
Obr. 21: Vlhkost půdy ve vztahu ke srážkám v neporušené a degradované lokalitě	38
Obr. 22: Riziko pro druhy ovlivněné budoucí změnou krajinného pokryvu	40
Obr. 23: Pokles biodiverzity v jižní Africe dle BII pro rok 2100	42
Obr. 24: Referenční třídy půd Afriky podle WRB	44
Obr. 25: Dominantní půdní omezení v oblastech pěstování plodin v subsaharské Africe	46
Obr. 26: Průměrná měsíční erozivita Afriky	49
Obr. 27: Hydrologická mapa Afriky	51
Obr. 28: Vodní nádrže v Africe	52
Obr. 29: Celkové obnovitelné zdroje pitné vody na obyvatele v Africe	53
Obr. 30: Regionální charakteristika ve vývoji populace, nedostatku vody a citlivosti v proměnlivosti klimatu vůči <i>ENSO</i>	56
Obr. 31: Projekce dostupnosti vody na osobu ve státech povodí Zambezi	57
Obr. 32: Průměrné měsíční průtoky vody u Viktoriinských vodopádů	58

Seznam tabulek

Tab. 1: Environmentální problémy ve státech regionu jižní Afriky	9
Tab. 2: Změny biomů jižní Afriky pro rok 2100	41
Tab. 3: Dostupnost pitné vody – srážky a obnovitelné vodní zdroje	54

Seznam grafů

Graf 1: Středomořská zóna	13
Graf 2: Tropická zóna s obdobím sucha	13
Graf 3: Tropická vlhká zóna	13
Graf 4: Pouštní zóna	13

11 ZDROJE

Literatura

- ARCHER, E. R. M., TADROSS, M. A. (2009): Climate change and desertification in South Africa – science and response. *African Journal of Range and Forage Science* 26, č. 3, 127-131.
- BECK, L., BERNAUER, T. (2011): How will combined changes in water demand and climate affect water availability in the Zambezi river basin? *Global Environmental Change* 21, č. 3, 1061-1072.
- BIGGS, R., SIMONS, H., BAKKENES, M., SCHOLE, R. J., EICKHOUT, B., VAN VUUREN, D., ALKEMADE, R. (2008): Scenarios of biodiversity loss in southern Africa in the 21st century. *Global Environmental Change* 18, č. 2, 296-309.
- BRINK, A. B., EVA, H. D. (2009): Monitoring 25 years of land cover change dynamics in Africa: A sample based remote sensing approach. *Applied Geography* 29, č. 4, 501-512.
- CABRAL, A. I. R., VASCONCELOS, M. J., OOM, D., SARDINHA, R. (2011): Spatial dynamics and quantification of deforestation in the central-plateau woodlands of Angola (1990–2009). *Applied Geography* 31, č. 3, 1185-1193.
- DARKOH, M. B. K. (2009): An overview of environmental issues in Southern Africa. *African Journal of Ecology* 47, č. 1, 93-98.
- GOVERS, G., VAN OOST, K., WANG, Z. (2014): Scratching the Critical Zone: The Global Footprint of Agricultural Soil Erosion. *Procedia Earth and Planetary Science* 10, 313-318.
- HELLDÉN, U., TOTTRUP, C. (2008): Regional desertification: A global synthesis. *Global and Planetary Change* 64, č. 3, 169-176.
- HO, J. C., RUSSEL, K. C., DAVIS, J. (2014): The challenge of global water access monitoring: evaluating straight-line distance versus self-reported travel time among rural households in Mozambique. *Journal of Water and Health* 12, č. 1, 173-183.
- IFPRI (2014): Atlas of African agriculture research and development: Revealing agriculture's place in Africa. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., 90 s.
- IPCC (2014a): Climate Change 2014: Impacts, Adaptations, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge a New York, 688 s.
- IPCC (2014b): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, 151 s.
- JEWITT, D., GOODMAN, P. S., ERASMUS, B. F. N., O'CONNOR, T. G., WITKOWSKI, E. T. F. (2015): Systematic land-cover change in KwaZulu-Natal, South Africa: Implications for biodiversity. *South African Journal of Science* 111, č. 9-10, 32-40.
- JONES, A., BREUNING-MADSEN, H., BROSSARD, M., DAMPHA, A., DECKERS, J., DEWITTE, O., GALLALI, T., HALLETT, S., JONES, R., KILASARA, M., LE ROUX, P., MICHELI, E., MONTANARELLA, L., SPAARGAREN, O., THIOMBIANO, L., VAN RANST, E., YEMEFACK, M., ZOUGMORE R. (2013): Soil Atlas of Africa. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 176 s.
- KAMPATA, J. M., RIENTJES, T. H., M., TIMMERMANS, J. (2013): Effects of Land Cover Change On the Hydrologic Regime of Kabompo River Basin, Zambia. European Space Agency Living Planet Symposium, Proceedings of the conference 722, 2-13, 83.
- KRUGER, A. C., SEKELE, S. S. (2013): Trends in extreme temperature indices in South Africa: 1962-2009. *International Journal of Climatology* 33, č. 3, 661-676.
- LARCOM, S., VAN GEVELT, T., ZABALA, A. (2016): Precolonial institutions and deforestation in Africa. *Land Use Policy* 51, 150-161.

- MANTYKA-PRINGLE, C. S., VISCONTI, P., DI MARCO, M., MARTIN, T. G., RONDININI, C., RHODES, J. R. (2015): Climate change modifies risk of global biodiversity loss due to land-cover change. *Biological Conservation* 187, 103-111.
- MOHAMOUD Y. M. (2013): A method to assess soil erosion from smallholder farmers' fields: A case study from Malawi. *Environmental Monitoring and Assessment* 185, č. 9, 7195-7203.
- PARISH, E. S., KODRA, E., STEINHAEUSER, K., GANGULY, A. R. (2012): Estimating future global per capita water availability based on changes in climate and population. *Computers and Geosciences* 42, 79-86.
- SCHOLES, R. J. (2009): Syndromes of dryland degradation in southern Africa. *African Journal of Range and Forage Science* 26, č. 3, 113-125.
- SPRACKLEN, B. D., KALAMANDEEN, M., GALBRAITH, D., GLOOR, E., SPRACKLEN, D. V. (2015): A Global Analysis of Deforestation in Moist Tropical Forest Protected Areas. *PLoS ONE* 10, č. 12, 1-16.
- TADROSS, M., SUAREZ, P., LOTSCH, A., HACHIGONTA, S., MDOKA, M., UNGANAI, L., LUCIO, F., KAMDONYO, D., MUCHINDA, M. (2009): Growing-season rainfall and scenarios of future change in southeast Africa: implications for cultivating maize. *Climate Research* 40, č. 2-3, 147-161.
- UNEP (2008): Africa: Atlas of Our Changing Environment. United Nations Environmental Programme, Nairobi, 392 s.
- UNEP (2010): Africa Water Atlas. Division of Early Warning and Assessment (DEWA). United Nations Environmental Programme. Nairobi, 314 s.
- UNEP (2013): Africa Environment Outlook 3: Summary for Policy Makers. United Nations Environmental Programme. Nairobi, 34 s.
- VAN LUIJK, G., COWLING, R. M., RIKSEN, M. J. P. M., GLENDAY, J. (2013): Hydrological implications of desertification: Degradation of South African semi-arid subtropical thicket. *Journal of Arid Environments* 91, 14-21.
- VELDKAMP, T. I. E., EISNER, S., WADA, Y., AERTS, J. C. J. H., WARD, P. J. (2015): Sensitivity of water scarcity events to ENSO-driven climate variability at the global scale. *Hydrology and Earth System Sciences* 19, č. 10, 4081-4098.
- VRIELING, A., HOEDJES, J. C. B., VAN DER VELDE, M. (2014): Towards large-scale monitoring of soil erosion in Africa: Accounting for the dynamics of rainfall erosivity. *Global and Planetary Change* 115, 33-43.
- WELDON, D. a REASON, C. J. C. (2014): Variability of rainfall characteristics over the South Coast region of South Africa. *Theoretical and Applied Climatology* 115, č. 1-2, 177-185.
- YOUNG, A. J., GUO, D., DESMET, P. G., MIDGLEY, G. F. (2016): Biodiversity and climate change: Risks to dwarf succulents in Southern Africa. *Journal of Arid Environments* 129, 16-24.
- ZIKA, M., ERB, K. H. (2009): The global loss of net primary production resulting from human-induced soil degradation in drylands. *Ecological Economics* 69, č. 2, 310-318.

Internetové zdroje

- Critical Zone Observatories (2016): The Critical Zone
Dostupné z: <http://criticalzone.org/national/research/the-critical-zone-1national/>, cit. 29.4.2016
- Ellis, E. (2010): Land-use and land-cover change
Dostupné z: <http://www.eoearth.org/view/article/51cbee4f7896bb431f696e92/>, cit. 28.2.2016
- FAO (2014): Freshwater Availability – Precipitation and Internal Renewable Water Resources. Databáze Aquastat.
Dostupné z: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/tables/WorldData-IRWR_eng.pdf, cit. 4.5.2016
- FAO (2015): World deforestation slows down as more forests are better managed
Dostupné z: <http://www.fao.org/news/story/en/item/326911/icode/>, cit. 24.2.2016
- Greenpeace (2014): Palmový olej
Dostupné z: <http://www.greenpeace.org/czech/cz/Kampan/Ochrana-pralesu/Palmovy-olej/Casto-kladene-otazky/>, cit. 10.2.2016

Datové zdroje

USGS (2013): HydroSHEDS, 30sec SHAPE: Drainage Basins (Beta).

Dostupné z: <http://hydrosheds.cr.usgs.gov/dataavail.php>, cit. 8.2.2016

ArcGIS (2014): African Countries Shapefile.

Dostupné z: <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=16da193d9bcd4ae0b74febe39730658a>, cit. 8.2.2016

Africa Hydrology – online prohlížeč služba WMS.

Dostupné z: https://gis1.servirglobal.net/arcgis/services/Africa/Africa_Hydrology/MapServer/WmsServer?, cit. 8.2.2016

Obrázky

EBSCO (2016): Map of Africa, Average January Temperature

Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=imh&AN=imh71302&lang=cs&site=eds-live&scope=site&authtype=shib&custID=s1240919>, cit. 9.3.2016

EBSCO (2016): Map of Africa, Average July Temperature

Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=imh&AN=imh71303&lang=cs&site=eds-live&scope=site&authtype=shib&custID=s1240919>, cit. 9.3.2016

Global Forest Watch (2016): Interactive Map

Dostupné z: http://www.globalforestwatch.org/map/3/0.37/30.11/ALL/positron/forestgain,loss?tab=basemaps-tab&begin=2004-01-01&end=2015-01-01&threshold=30&dont_analyze=true, cit. 10.2.2016

Klimadiagramme weltweit (2010): Afrika, Kapské Město

Dostupné z: <http://klimadiagramme.de/Afrika/kapstadt.html>, cit. 8.2.2016

Klimadiagramme weltweit (2010): Afrika, Harare

Dostupné z: <http://klimadiagramme.de/Afrika/harare.html>, cit. 8.2.2016

Klimadiagramme weltweit (2010): Afrika, Durban

Dostupné z: <http://klimadiagramme.de/Afrika/durban.html>, cit. 8.2.2016

Klimadiagramme weltweit (2010): Afrika, Walvis Bay

Dostupné z: <http://klimadiagramme.de/Afrika/walvisbay.html>, cit. 8.2.2016