

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



**Eliška Stříbrská**

**Dopady odlesňování horských oblastí západní Afriky na biodiverzitu**

**Impacts of deforestation of west African mountains on biodiversity**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. RNDr. David Hořák, Ph. D.

Praha, 2022



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím odborné literatury uvedené na seznamu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 28.4.2022

Eliška Stříbrská



## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu své práce, panu doc. RNDr. Davidu Hořákovi, Ph. D. za cenné rady při psaní bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu a Šárce za gramatické a formální opravy. Janě děkuji za ochotu pomoci a Domče za rozptýlení.



## **Abstrakt**

Vysoká míra odlesňování je celosvětovým problémem, který se negativně projevuje nejen na diverzitě mnoha druhů rostlin a živočichů, ale také na lokálních a globálních klimatických podmínkách. Obzvláště palčivá je tato problematika v oblastech s vysokou mírou endemismu, kterými jsou i zalesněné oblasti hor západní Afriky. Ty se navíc vyznačují titulem nejvíce fragmentovaných a odlesňovaných hor v Africe. Dopady na tamní organismy jsou povětšinou negativní. Dochází ke ztrátě jejich habitatů a k nemožnosti migrace z izolovaných oblastí, k odloučení druhů živočichů a rostlin, kteří jsou na sobě životně závislí a k celkovým změnám ve složení ekosystému. Tyto změny mají pak dopady na stabilitu ekosystému a vzniká řetězová reakce, kterou lze jen stěží zastavit. Jsou i některé pozitivní dopady, které působí na generalisty, neboli na druhy, které nejsou specializované na určitý druh potravy nebo prostředí. Tyto druhy však nejsou zájmem primární ochrany. Negativní dopad je tedy převládajícím ve spojitosti s endemicky se vyskytujícími taxony. Následky odlesňování pocítují i místní obyvatelé, jejichž život je ovlivněn prodlužujícími a zintenzivňujícími se suchy, sesuvy půdy a nemožností spoléhat se na les jakožto na místo pro obživu. Aby bylo možné situaci změnit, musí dojít k zásadním změnám ve finanční podpoře zemědělství a k jeho technickému zdokonalení, neméně důležité je i vzdělávání zemědělců i celých lokálních komunit a kooperace mezi vládními představiteli, ekology, biology a tamními obyvateli vedoucí ke vzájemnému porozumění a schopnosti společně se podílet na řešení problémů.

**Klíčová slova:** odlesňování, ztráta druhové biodiverzity, endemismus, hotspots, zemědělství, západní Afrika, Kamerunské hory, Guinejský les.

## **Abstract**

The high rate of deforestation is a global problem with negative impacts on species biodiversity and it also contributes to global and local climate changes. This problem is much more urgent in hotspots of biodiversity and endemism like west African mountains. Moreover, these locations are now recognized as the most fragmented and the most deforested mountains on the African continent. Impacts on local organisms is mostly negative. The organisms are facing habitat loss and the inability to migrate between the isolated regions. The bond between associated animals and plants, that are life depend on each other, is being broken and the whole ecosystem is being changed. In general, the ecosystem is less stable and all these changes make deforestation a chain reaction. Although there are some positive impacts on the biodiversity too, it does not influence the endemic species. It has more positive consequences for the generalist species occupying wide range of habitats and utilizing various food resources. Local communities are also facing the impacts of the ecosystem changes, their lives are negatively influenced by longer and more intensive periods of drought, landslides and they are not able to rely on the supply of the forest products. To be able to change current situation, financial support and technical development of the agricultural industry must be provided as well as education of local residents and cooperation between government and rural communities, as it is the only way to understand the problem in a complex way.

**Key words:** deforestation, loss of species biodiversity, endemism, hotspots, agriculture, west Africa, Cameroon Highlands, Guinean Forest.



## Obsah

Úvod.....	1
1 Geografie a klima hor západní Afriky.....	3
2 Tropický horský mlžný les – charakteristika, význam, ohrožení.....	4
2.1 Flora.....	6
2.2 Fauna.....	7
3 Historie odlesňování.....	9
4 Důvody odlesňování.....	11
5 Dopady na biodiverzitu.....	14
5.1 Fragmentace krajiny a ztráta habitatů.....	14
5.2 Změna ve složení druhů a ztráta šířitelů semen.....	18
6 Dopady na klima.....	19
7 Návrhy řešení.....	20
7.1 Úprava legislativy a ochrany území.....	20
7.2 Vylepšení zemědělských strategií.....	20
7.3 Kooperace biologů a politiků.....	21
Závěr.....	23
Reference.....	24

## Úvod

Tropické horské lesy jsou podle Ray (2013) definovány jako „oblasti s vysokou biologickou rozmanitostí vyskytující se v úzkých pásmech nadmořských výšek tropických regionů“. Druhá diverzita je zde ojedinělá a vyznačuje se četným výskytem endemických<sup>1</sup>, vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů, z nichž nám dosud mnoho není vůbec známo (Mittermeier et al. 1999). Podle Raven et al. (2020) bylo dosud v tropických oblastech Afriky (bez Madagaskaru) popsáno přibližně 47 tisíc druhů cévnatých rostlin, 4000 druhů motýlů, 1900 druhů ptáků a 900 druhů savců. Mezi lety 2008 až 2019 bylo v průměru ročně popsáno 74 nových rostlinných druhů.

Globálním problémem je však velká rychlost kácení tropických lesů. Enuoh & Ogogo (2018) zmiňují, že podle FAO (2010) byla průměrná rychlost úbytku lesních porostů v Nigérii k roku 2010 2,7 % ročně. Publikace FAO a UNEP (2020) o stavu světových lesů (The State of the World's Forests (SOFO)) ukazuje, že mezi lety 2010 až 2020 byla Afrika kontinentem s největším úbytkem lesního porostu, činící ztrátu 3,94 hektarů za rok.

FAO (2020) dále zmiňuje, že rychle se rozrůstající populace na ostrovech v Guinejském zálivu vyvíjí velký tlak na tamní zdroje. Zvyšující se poptávka po potravinách, energii i prostoru vede k nadměrnému odlesňování a těžbě dřeva. Primárním důvodem globálního odlesňování je tedy expanze zemědělsky využívaných ploch (FAO & UNEP 2020, Hu et al. 2021). Těch podle Soh et al. (2019) přibylo mezi lety 2000 až 2010 ročně 6 milionů hektarů. Zábor půdy na zástavbu je dalším z problému spojených s rostoucí populací. To se jeví jako zásadní problém ohrožujícím horské lesy západní Afriky. V případě Kamerunských hor je alarmující vysoká hustota populace, kdy oblast, která zabírá pouhých 10 % Kamerunu, poskytuje prostor pro život více než 30 % populace (Jacobsen 2009).

Masivní ztráty lesních ploch mají za následek ztrátu habitatů pro živočichy i rostliny. Dochází ke ztrátám potravních zdrojů, ke snižování diverzity druhů a ke změně ve složení druhů (Soh et al. 2019). Rozčlenění krajiny je dalším přímým důsledkem rozšiřování zemědělských oblastí a s tím spojenou výstavbou dopravních cest. To vede k izolaci populací a k jejich zmenšování. Častější je také kontakt divokých a v zemědělství využívaných druhů živočichů; mohou se tak rychle šířit pro druhy dosud neznámé parazitické infekce (FAO & UNEP, 2020).

Lokální i globální klimatické podmínky jsou v důsledku odlesňování pozměňovány. Vodní režim krajiny a cyklace živin jsou drasticky narušeny, což vede k dlouhodobé neúrodnosti půdy (Soh et al. 2019). To znemožňuje akutní potřebu obnovy lesních porostů. Zároveň odlesněné plochy nejsou schopné zadržovat v biomase uhlík a dochází tak ke zvyšování procentuálního zastoupení oxidu uhličitého jakožto skleníkového plynu v atmosféře (Prach et al. 2009, Moldan 2015).

---

<sup>1</sup> Endemický druh je takový, který se přirozeně vyskytuje pouze na určitém, typicky malém území, jako jsou hory nebo jezera, ale i jeden jediný strom; může se však jednat i o endemita kontinentu (Gerža 2009, Storch & Mihulka 2000).

Mezi lety 1991 až 2018 se podle Soh et al (2019) dopady degradace habitatů na biodiverzitu tropických horských lesů zabývalo celosvětově celkem 375 článků. Z nich se přibližně 15 % zaměřuje na oblasti Afriky, převážně na Keňu, kterou popisuje celkem 29 článků. Globálně se 73 % ze zmíněných 375 článků se zabíralo dopady odlesňování na biodiverzitu a kolem 120 článků sledovalo dopady na cévnaté rostliny.

Oblast horských lesů západní Afriky, kterou se tato práce zabývá, není z hlediska dopadů odlesňování na tamní biodiverzitu, zejména na diverzitu živočichů, dostatečně prozkoumána. A to i přesto, že je tato oblast jednou z druhově nejbohatších a zároveň odlesňováním nejvíce dotčených oblastí (FAO & UNEP, 2020). Cílem mé bakalářské práce je tedy shrnout poznatky o dopadu odlesňování na druhovou biodiverzitu organismů vysokohorských lesů západní Afriky a upozornit na některé z nedostatečných informací. Zaměřuji se zejména na živočichy, převážně ptáky a savce, jejichž ekologie se zdá být nejvíce prozkoumanou.

Práci jsem rozdělila do tří hlavních částí. V první z nich představuji atributy horských lesů a uvádím oblasti, kterými se v dalším textu zabývám, včetně stručného přehledu dosud pozorované flory a fauny. Ve druhé části se zaměřuji na historii odlesňování a na hlavní důvody, které k němu vedou a dále na samotné dopady odlesňování na diverzitu organismů. Okrajově zmiňuji i dopad na lokální i globální klima. Poslední část má za cíl ukázat možné cesty řešení problému odlesňování, které by vedly jak k ochraně cenné biodiverzity, tak ke spokojenosti lokálních obyvatel i spotřebitelských poptávek.

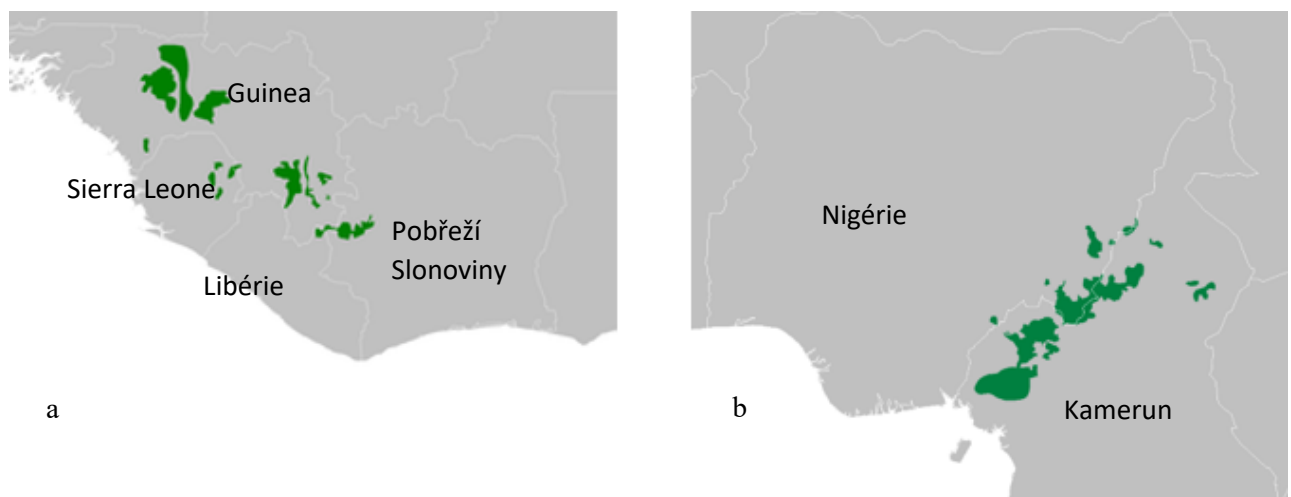
# 1 Geografie a klima hor západní Afriky

Vysokohorské oblasti západní Afriky, s jejichž daty tato práce nakládá, jsou převážně oblasti Kamerunských hor a Guinejského horského lesa. Jedná se o pohoří nacházející se ve státech Guinea, Sierra Leone, Libérie, Pobřeží Slonoviny, Nigérie a Kamerun a zahrnuje i ostrovy Bioko, Svátý Tomáš a Princův ostrov (Tamura 1984, Carr et al. 2015), Obr. 1. Nadmořská výška se zde pohybuje průměrně kolem 1000-2000 m. n. m.<sup>2</sup> a jedná se o poslední oblasti západní Afriky, kde se stále můžeme setkat s neporušenými montánními<sup>3</sup> lesy (Jam & Ingram 2007, Jacobsen 2009).

Kamerunské hory jsou vulkanického původu a také nejvyšším pohořím západní Afriky. Nejvyšší horou je stále aktivní vulkán Mount Cameroon dosahující 4 040 m. n. m., jehož aktivita byla od roku 1990 zaznamenána celkem sedmkrát. Důležitou část Kamerunských hor tvoří Západní náhorní plošina (Bamenda Highlands) s nejvyšším bodem Mount Oku dosahujícím 3 011 m. n. m. (Carr et al. 2015).

Významným znakem oblasti Bamenda Highlands je smíšená vegetace lesů a savany, vrcholky okolních pohoří se pak vyznačují úrodnými černo a hnědozeměmi (Tamura 1984, Jam & Ingram 2007, Jacobsen 2009). Většina oblastí Guinejského lesa je však, co se volné půdy týče, na živiny chudá (Carr et al. 2015).

Díky vysokému reliéfu a monzunům přicházejícím z Guinejského zálivu je podnebí těchto oblastí vlhké, období dešťů typicky trvá od poloviny března do poloviny listopadu. Teploty jsou díky vysoké amplitudě nižší než v nížinných oblastech, až na výjimky však neklesají pod 18°C a mohou vystoupat i na 30°C (Tamura 1984, Jacobsen 2009).



Obr. 1: Umístění Guinejského horského lesa (a), upraveno podle Altatoron (2008) a umístění Kamerunských horských lesů (b), upraveno podle Altatoron (2007).

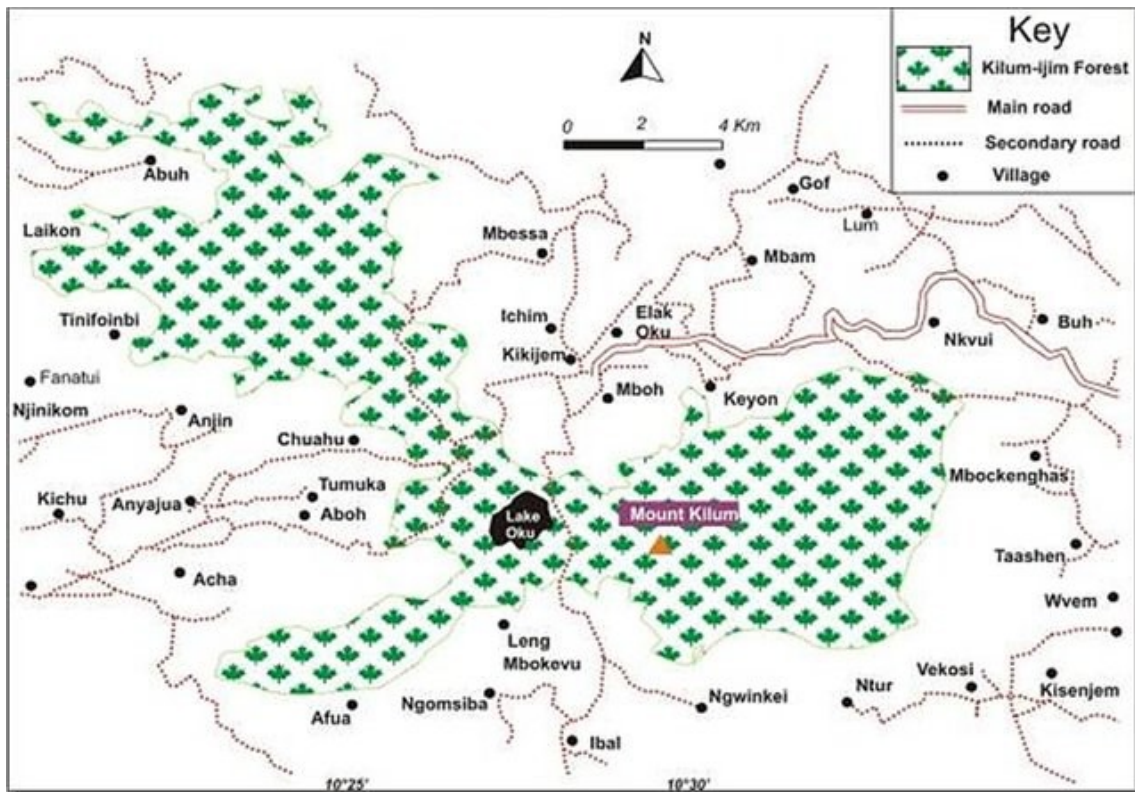
<sup>2</sup> Od 1000 m. n. m. podle Jam & Ingram (2007); od 300 do 3000 m. n. m. podle Jacobsen (2009).

<sup>3</sup> horskými

## 2 Tropický horský mlžný les – charakteristika, význam, ohrožení

Ačkoliv pokrývají tropické horské lesy pouhých 0,4% plochy země, jsou domovem více než 15 % celkové diverzity organismů, z nichž se celých 8 % vyskytuje přímo v těchto lesech (Karger et al. 2021). Výskyt tropického horského lesa závisí více na klimatu než na nadmořské výšce. Jeho rozšíření je tak pozorovatelné od 500 m.n.m. na ostrovech přes 1200 m.n.m v pobřežních oblastech a až do výšek kolem 2500 m.n.m. ve vnitrozemských pohořích (Soh et al. 2019). Nadmořská výška je nicméně faktorem, který hraje důležitou roli při utváření vegetačních patností<sup>4</sup> lesa (Sainge et al. 2019). Obecně jsou tyto typy lesů vlhčí než nížinné lesy, 7 % jejich plochy představují mlžné lesy, které se nacházejí přímo v oblasti výskytu mraků (Soh et al. 2019).

V oblasti západní Afriky je doposud nejvíce zachovalým horským lesem Kilum-Ijim Forest, který se rozkládá v centru severovýchodní části Kamerunu v oblasti o celkové ploše 17 000 ha (Maisels & Forboseh 1999, Petrovan S. 2003), Obr. 2.



Obr. 2: Poloha Kijum-Ilim Forest (plocha zelených listů) s vyznačenými cestami (dvojitou čarou hlavní silnice, čárkované cesty vedlejší) a obydlenými oblastmi (černé tečky). Převzato z Kimengsi et al. (2019).

<sup>4</sup> Patrnost je českým ekvivalentem anglického slova „pattern“, jehož tvůrcem je Ivan M. Havel (Havel 1998). Dostupné online z <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/1998/cislo-2/patrnost-nepatrnost.html>.

Obecně jsou lesy celého světa zásadní pro udržování biodiverzity, regulaci klimatu, obnovu půdy a ukládání oxidu uhličitého z atmosféry do biomasy (Prach et al. 2009). Mimoto mají i duchovní, ekonomické a sociální hodnoty (Olagunju 2015).

Oblast Guinejských lesů je jednou z globálně nejvýznamnějších pro zachování diverzity savců, až čtvrtina savců původem z Afriky se nachází právě v oblastech těchto pohoří (Carr et al. 2015). Šířeji vzato se však jedná o místo tzv. hotspots (Mittermeier et al. 1999). Hotspots jsou definovány jako oblasti výskytu velké diverzity druhů fauny i flóry a četných endemických druhů. Takto označená oblast musí disponovat minimálně 1500 endemickými druhy cévnatých rostlin a musí u ní dojít ke ztrátě minimálně 70 % původní vegetace, je tedy považována za ohroženou (Hrdina & Romportl 2017). Ostrovy Svatý Tomáš a Princův ostrov dosahují spolu s Libérií největšího zastoupení v celkové biodiverzitě horských lesů západní Afriky; téměř 100 % jejich rozlohy jsou oblastmi hotspots (Carr et al. 2015).

Dále je horský tropický les ze své podstaty mlžného lesa nezbytný pro udržování vodní kapacity prostředí zejména v suchých obdobích, kdy je jeho funkce zásadní v doplňování vodních zásob nížinných oblastí (Ray 2013). Jeho výskyt zamezuje nadbytečné erozi půdy a zajišťuje prostředí pro život lesní zvěře, která, vedle dřeva a léčivých bylin, zaujímá velkou roli ve zdroji obživy pro tamější obyvatele (Gockowski & Sonwa 2011, Miller et al. 2021).

Jakožto velká plocha biomasy slouží tyto lesy k sekvestraci<sup>5</sup> uhlíku z atmosféry, a to jak na lokální, tak na globální úrovni (Soh et al. 2019). Oxid uhličitý se spolu s oxidy dusíku, metanem a vodní párou podílí na klimatické změně planety a bylo a je tak důležité klást důraz na zachování velkých ploch suchozemské biomasy, která se na fixaci tohoto plynu podílí (Moldan, 2015).

Vlivem migrace a socioekonomického rozvoje docházelo ke změnám životního stylu domorodců žijících v horských lesích západní Afriky. Vládní síly ze strachu rychlého recentního úbytku lesa aplikovaly opatření, která zabraňovala lokálním obyvatelům jejich dosavadní zemědělskou činnost. Za používání např. „slash and burn“<sup>6</sup> strategií jim hrozilo vězení nebo finanční pokuta (Fairhead & Leach 2004). To vyústilo v nutnost lokálních obyvatel hledat kompenzace a nové strategie pro přežití, jako je zemědělská činnost v jiných typech prostředí, lov za účelem výdělků nebo obhospodařování chráněných oblastí. Tyto způsoby hospodaření se však staly neudržitelnými, a to i v souvislosti s celkovým socioekonomickým vývojem v technologickém odvětví. Problémem se stala neschopnost domorodců držet krok se zemědělskými novinkami a jejich neznalost zacházení se zemědělskou technikou (Fairhead & Leach 2004).

---

<sup>5</sup> Sekvestrace znamená ukládání uhlíku do biomasy skrze fotosyntézu, někdy se tento proces nazývá jako propad uhlíku (Bujalský, 2014).

<sup>6</sup> Tato strategie spočívá ve vypalování a následném zemědělském využívání oblasti, posledním krokem je nechat půdu ležet delší dobu ladem. Je používána zejména v tropických lesech; vlivem popela zde dochází k pohnojení půdy a ke snížení míry plevelů bez nutnosti dohnojování syntetickými prostředky (Kukla et al. 2019).

Následkem mohutného kácení za účelem uvolnění plochy pro zemědělskou činnost a nevhodných kroků v obhospodařování krajiny bývá přímou hrozbou pro druhy zejména destrukce primárního nebo sekundárního lesa<sup>7</sup> (Atkinson et al. 1991). Tato destrukce ohrožuje jak rostlinné druhy, tak s nimi asociované živočichy.

## 2.1 Flora

Složení tropických horských lesů je v závislosti na elevačních gradientech<sup>8</sup>, vzdálenosti od moře a přítomnosti jihozápadních monzunů velmi variabilní. Níže položené lesy disponují až 35 m vysokými dřevinami obklopenými spoustou epifytních rostlin<sup>9</sup>, výše se vyskytující porosty jsou spíše nižšího vzrůstu a větší hustoty. Celková struktura vegetace je ale málo známá, odhady se pohybují kolem průměrného čísla 117,5 rostlinných druhů na hektar v nížinách, v případě výše položených lesů potom kolem 38,5 druhů na hektar (Cronin et al. 2014, Soh et al. 2019, Sainge et al. 2019). Distribuce druhů rostlin je nerovnoměrná, jak již vyplývá z textu výše, určující je především nadmořská výška, podle které lze vegetaci dobře kategorizovat. Velká část druhů se nachází ve vyšších polohách, které ale bývají legislativně málo chráněné a není tedy možné formálně zamezit pokračujícímu kácení lesních ploch a tím ani ztrátě rostlinné biodiverzity (Bergl et al. 2007).

Nejlépe prostudovanou je flora Kamerunských hor v oblasti mezi řekami Cross a Sanaga, která se vyznačuje vysokým počtem vzácných a endemických druhů, včetně tzv. gap species, neboli druhů, které se nevyskytují na žádném chráněném území (Bergl et al. 2007). Zároveň se jedná o jedinou oblast Afriky, ve které je doposud zachována vegetace kontinuálně od nížin až po subalpínský stupeň, tedy v rozmezí 100 - 2000 m. n. m., přičemž horní hranice udává hranici výskytu lesa (Bergl et al. 2007).

Na masivu hory Kamerun se nachází 49 endemických druhů<sup>10</sup>, z toho 20 je horskými endemity, mezi kterými se podle Cronin et al. (2014) vyskytují 2 kategorizované jako ohrožené (*Bulbostylis densa*, *Habenaria obovata*) a 2 jako zranitelné (*Silene biafrae*, *Hypseochloa cameroonensis*). Z dalších endemitů lze zmínit nově objevené druhy stromů, dříve již podle Maisels & Forboseh (1999) *Dovyalis* sp. nov. a novější *Deinbollia onanae* podle Cheek & Onana (2020). Nestromovými endemity jsou podle Maisels & Forboseh (1999) například *Kniphofia reflexa* nebo minimálně dva druhy rostliny rodu *Eriocaulon*.

---

<sup>7</sup> Sekundární les je takový lesní porost, který vznikl obnovou po destrukci primárního, tedy přirozeně se vyskytujícího lesa (Norris et al. 2010).

<sup>8</sup> Elevační gradient je ekvivalentem pro nadmořskou výšku.

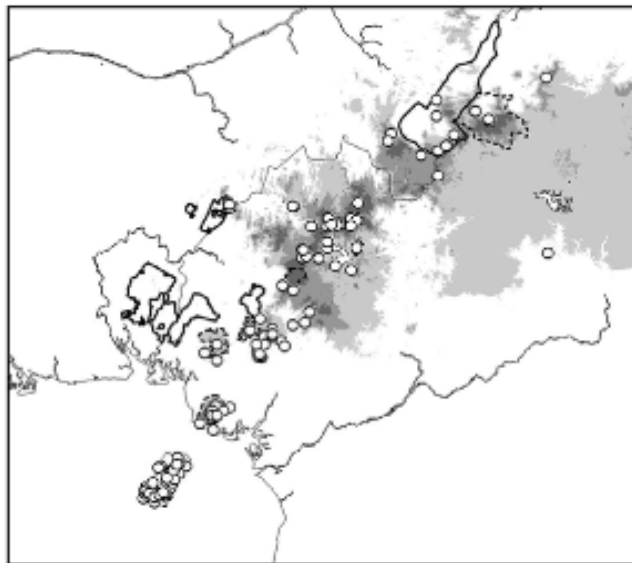
<sup>9</sup> Epifytní je taková rostlina, která jako podklad pro růst využívá jinou žijící rostlinu, nejedná se však o parazitujícího jedince, tzn. je schopen sám se vyživovat a rozmnožovat.

<sup>10</sup> 49 endemických druhů podle Cronin et al, 2014; Cheek & Onana, 2020 uvádí pouze 42 endemických druhů.

## 2.2 Fauna

Kamerunské pohoří je jedním z pěti celosvětově nejdůležitějších oblastí z hlediska zachování diverzity terestrických obratlovců (Cronin et al. 2014).

Nejvíce sledovanými živočichy jsou ptáci, u kterých je hojně pozorován horský endemismus (Obr. 3). Tento endemismus vzniká v důsledku velkých vzdáleností mezi vrcholky hor, které nejsou ptáci schopni překonat. Jen na ostrovech São Tomé (Svatý Tomáš) a Príncipe (Princův ostrov) se nachází 26 endemických druhů ptáků, mezi kterými je většina dosud neprozkoumána a je tudíž těžké aplikovat cílenou ochranu jejich habitatů, pokud o jejich ekologii téměř nic nevíme (Atkinson et al. 1991). Ostrov Bioko je další z oblastí, kterou stojí za to chránit. Velká většina druhů ptáků, kteří jsou pro tuto oblastí důležití, se vyskytuje jen omezeně, a to právě pouze v horských lesích. Následkem propojení ostrova s pevninou v období poslední doby ledové v pleistocénu lze z dnešních tamních 143 druhů ptáků jako čistě endemické označit jen dva. Obdobnou situaci můžeme sledovat u oblasti Mount Cameroon, ve které se díky stejnému vulkanickému původu podloží, podobnému klimatu a orientaci svahů, nachází 53 stejných druhů organismů jako na ostrově Bioko (Perez et al. 1994).



Obr. 3: Zobrazení rozmístění endemických druhů ptáků v oblasti Kamerunských hor a ostrovů São Tomé (Svatý Tomáš) a Príncipe (Princův ostrov). Převzato z Bergl et al. (2007).

V případě Kilum Ijim Forest byly pozorovány 2 druhy endemických ptáků, *Tauraco bannermani* (Obr. 4a) a *Platysteira laticincta* (Obr. 4b), kteří se striktně nacházejí pouze v oblasti Bamenda Highlands. V oblasti Kamerunských hor se jedná celkem o 27 endemických druhů ptáků, z nichž 10 je ohrožených, lokalita tak spadá do kategorie IBA, neboli Important Bird Area (důležitá ptačí oblast) (Maisels & Forboseh 1999).

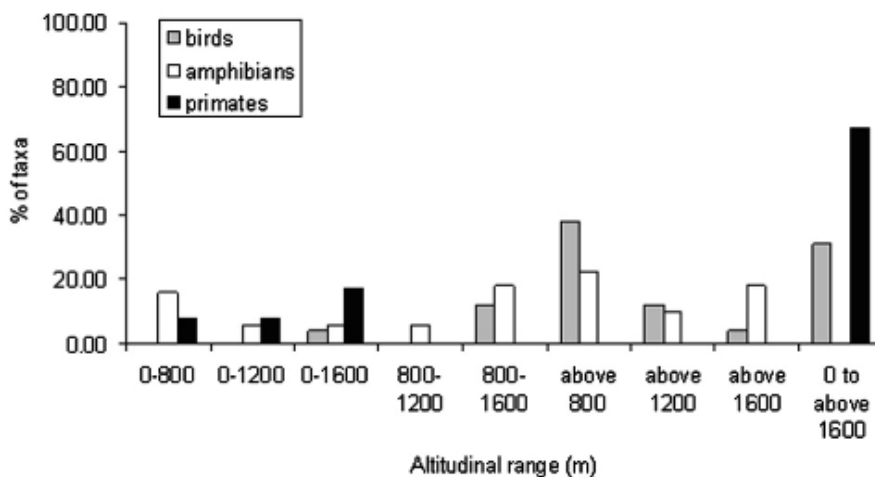




Obr. 4: *Turaco bannermani* (a), převzato z Turner et al. (2020) a *Platysteira laticincta* (b), převzato z Petersson (2012).

Podobně jako u ptáků, také u plazů a obojživelníků je diverzita málo prozkoumána a odhaduje se tedy, že druhů, zvláště těch endemických, je mnohem více než je nyní známo (Cronin et al. 2014). Příkladem může být nalezení nového rodu žáby *Arthroleptis*, který byl označen jako jednoznačný endemit ostrova Bioko (Blackburn 2010).

Co se týče endemismu savců, potom se jedná zejména o menší druhy, jako jsou hlodavci nebo hmyzožravci, ale i o některé druhy opic. V minulosti byli v oblasti Kilum Ijim i v oblasti Guinejského lesa vyhubeni mnozí velcí savci. Maisels et al. (2001) popisuje, že podle vyprávění lokálních obyvatel se v oblasti Mount Cameroon dříve vyskytovali sloni druhu *Loxodonta cyclotis*. Beirne et al. (2021) dokládá jejich výskyt v lesích Gabonu, sousedního státu Kamerunu. Tito sloni byli ale, podle odhadů, z horských oblastí západní Afriky vyloveni se zvyšujícím se zalidněním v oblasti vulkanických pohoří, tedy asi před 100 lety (Maisels et al. 2001). Podobně je tomu i s druhem *Gorilla gorilla*, která byla podle Maisles et al. (2001) pozorována v okolí Kilum Ijim a vzácně i přímo v okolí Mount Oku, není ale už tak častá, jak tomu bylo dříve. Ve vyšších nadmořských výškách se tak nachází v porovnání s ptáky nebo obojživelníky mnohem méně druhů primátů (Obr. 5).



Obr. 5: Zobrazení výskytu ptáků, obojživelníků a primátů v závislosti na nadmořské výšce. Převzato z Bergl et al. (2007).

Guinejský les je podle Mamba et al. (2020) místem výskytu mnoha druhů malých savců. 26 z 52 pozorovaných byli netopýři, z nichž 3 druhy (*Chaerephon aloysiisabaudiae* (Obr. 6a), *Pseudoromicia brunnea* a *Pipistrellus inexpectatus*) byli v Guineji pozorováni vůbec poprvé. Stejná publikace popisuje i výskyt ohroženého druhu vydříčka malého (*Micropotamogale lamottei*), což představuje čtvrtou lokalitu, kde byl tento druh zaznamenán. Druh se vyskytuje ve sladkých vnitrozemských vodách v nadmořských výškách kolem 600 m.n.m (Mamba et al. 2020).

Sedm ze 77 pozorovaných druhů malých savců v oblasti Mount Oku je endemických, 2 z nich svým výskytem přesahují do Kamerunských hor. Z endemických primátů oblasti Kilum Ijim se zmiňuje především šimpanz (*Pan troglodytes*), který obývá Mount Cameroon. V Nigérii se jedná například o gorilu nigerijskou (*Gorilla diehli*) nebo o kočkodana *Allochrocebus preussi* (Obr. 6b), který se vyskytuje primárně v horských lesích (Maisels & Forboseh 1999, Maisels et al. 2001, Enuoh & Ogogo 2018).



Obr. 6: *Chaerephon aloysiisabaudiae* (a), upraveno podle Fahr (2000) a *Allochrocebus preussi* (b), upraveno podle LeatitiaC (2012).

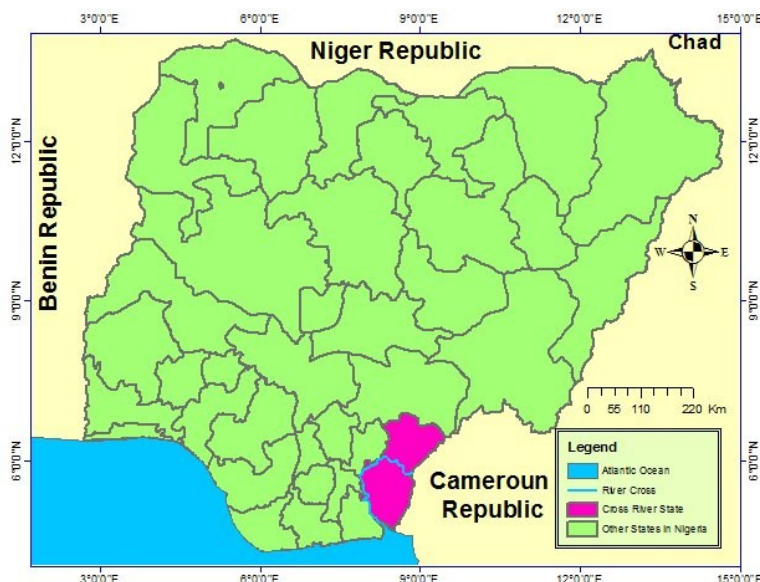
### 3 Historie odlesňování

V globálním měřítku došlo mezi lety 1980-1995 ke ztrátě 200 miliónů hektarů lesů (Mittermeier et al. 1999). V letech 2000-2010 potom ubylo za rok průměrně 7 miliónů hektarů tropických lesů, které zahrnují tropické horské lesy a další typy tropického lesa, a zároveň ročně přibylo 6 miliónů hektarů zemědělské půdy (Soh et al. 2019). U horských mlžných lesů došlo celosvětově mezi lety 2001 a 2018 ke ztrátám 2,4 % plochy (Karger et al. 2021). Afrických horských lesů potom mezi lety 2000 a 2021 ubylo 0,8 miliónů hektarů (Cuni-Sanchez et al. 2021).

V rámci Západní Afriky došlo v průběhu 20. století k rapidnímu poklesu lesního porostu, v případě deštných lesů se jedná o ztrátu 10 miliónů hektarů lesa, z čehož 90 % zahrnuje uvolnění plochy pro lidskou potřebu, jakou je výstavba infrastruktury a zemědělsky využívaných půd. Plochy sloužící

k zemědělství tvoří 80 % z výše zmíněných 90 % a v krajině vytvářejí mozaiku mezi plochami lesními (Fairhead & Leach 2004, Norris et al. 2010). Následkem tohoto dramatického úbytku lesa vstoupila např. oblast Guinejského deštného lesa do nového milénia s pouhými 18 % své původní plochy (Gockowski & Sonwa 2011). Mezi lety 2002 a 2008 ubylo v rámci Národního parku Marahoué na Pobřeží Slonoviny 93 % lesního pokryvu (Campbell et al. 2008).

U Nigérie, která byla od roku 1800 britskou kolonií, došlo vlivem Britského impéria ke znárodnění 80 % komunálních lesů za účelem tvorby rezervací s vidinou uchování prostředí pro budoucí generace (Enuoh & Ogogo 2018). V roce 1940 se však začaly objevovat dohody zabývající se myšlenkou těžby dřeva v těchto rezervacích a tato rozhodnutí byla počátkem neudržitelné těžby, která trvá dodnes. Její následky se projeví také změnou klimatu, která podminila vznik such mezi lety 1970-1973 a 1981-1983 nebo zachováním pouhé jedné lokality původního lesa v oblasti Cross River State, Obr. 7 (Dimobe et al. 2015, Shidiki et al. 2020). Primární lesy v Nigérii jsou tak nejrychleji se ztrácejícími lesy v porovnání s celým světem (Olagunju 2015).

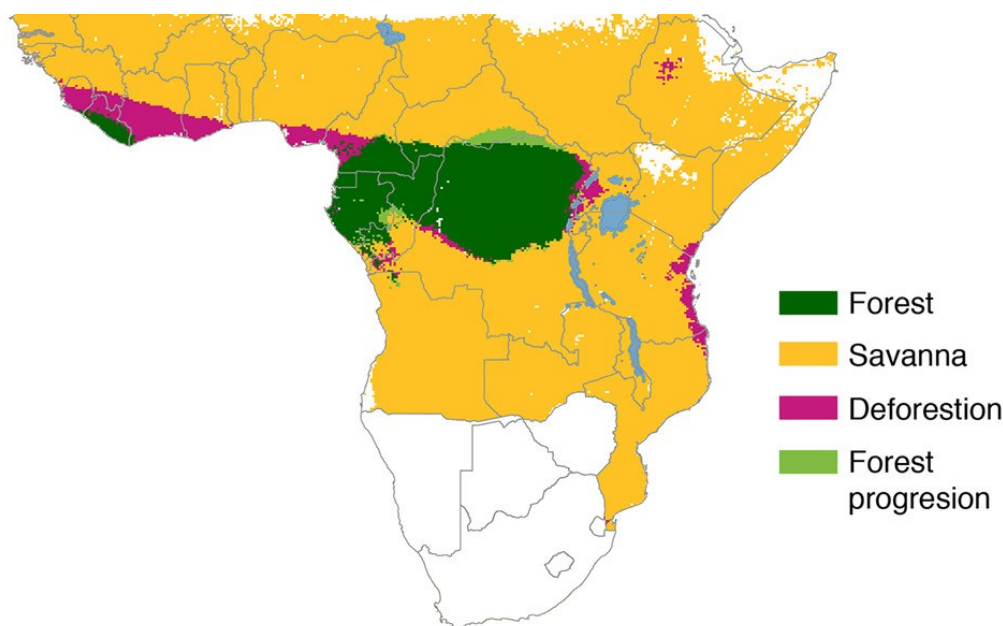


Obr. 7: Lokalizace oblasti Cross River State Nigérie (růžově), poslední lokality nevykáceného lesa. Převzato z Efiang & Ushie (2019).

Dalším příkladem je stát Sierra Leone, u něhož docházelo k drastickému odlesňování zejména do roku 1975, problémem jsou však chybějící data mezi lety 1975 a 2015 a také legislativní neurčení definice lesa; je tedy těžké sledovat přesnou míru úbytku porostu (Wadsworth & Lebbie 2019). Ve spojitosti s občanskou válkou trvající od roku 1991 do roku 2002 docházelo paradoxně k menší míře destrukce sekundárních lesů, pokud v jiné části Sierry Leone vypukly intenzivní boje (Burgess et al. 2015). Na druhou stranu jsou studie, které na příkladu jiných států, jako je Demokratická republika Kongo nebo střeadoamerická Nikaragua, ukazují, že v případě občanské války dochází ke ztrátě primárního lesa, a to buď ze začátku konfliktu, nebo až s jeho postupným trváním (Stevens et al. 2011,

Nackoney et al. 2014). V dnešní době jsou lesy Sierra Leone ohroženy především kvůli urbanizaci ze severních oblastí. Některé porosty jsou ale dobře chráněné, buďto svou nepřístupností (např. oblast lesa Lome) nebo právní ochranou (např. Gole) (Wadsworth & Lebbie 2019).

Všechny výše vypsané skutečnosti poukazují na fakt, že západní Afrika zažila v porovnání s ostatními lesy na planetě Zemi jednu z největších a nejrychlejších ztrát biomasy, která oproti jiným světovým lesům probíhala asi dvakrát rychleji (Burgess et al. 2015). Lze vidět, že právě plochy Guinejského lesa a Kamerunských hor byly mezi lety 1900 až 2000 nejvíce dotčenými v Africe (Obr. 8).



Obr. 8: Mapa rozdílu zalesnění Afriky mezi lety 1900 a 2000. Převzato z Aleman et al. (2018).

#### 4 Důvody odlesňování

Hlavním důvodem odlesňování horských západoafrických oblastí je chudobou vynucená zemědělská intenzifikace krajiny (Mittermeier et al. 1999, Olagunju 2015, Miller et al. 2021). S odlesňováním, nejen horských oblastí, se tedy setkáváme mnohem více v rozvojových zemích než v zemích industrializovaných (Boahene 1998).

Základní ekosystémové služby, zejména obživa a palivo, musí být zajištěny pro více než 200 miliónů lidí (Norris et al. 2010). Vysoká hustota populace a míra chudoby tak vede k rozšiřování zemědělsky využívaných oblastí, na kterých jsou tamní lidé životně závislí (Burgess et al. 2007, Dimobe et al. 2015, Enuoh & Ogogo 2018). Ke zvětšování ploch dochází často nevhodnými způsoby, jakým je

hojně využívaná „slash-and-burn“ strategie, lépe řečeno její nedokonalé aplikování<sup>11</sup> a nadměrná těžba dřeva (Norgrove & Hauser 2002, Norris et al. 2010, Shidiki et al. 2020).

Většina oblastí tropické Afriky je závislá na dřevě a dřevěném uhlí jako palivu. 90 % obydlých oblastí nemá totiž přístup k elektřině nebo k petroleji z důvodu jeho vysoké ceny. Dřevo tak tvoří 95 % veškerého používaného paliva a je ve vysoké míře odebíráno ze všech dostupných ploch (Allen & Barnes 1985, Boahene 1998). Mnoho obyvatel se tedy uchyluje k těžbě dřeva i v oblastech s vysokou ekologickou biodiverzitou (Allen & Barnes 1985, Miller et al. 2021). V případě Beninu sousedícího s Nigérií se selektivní těžba dřeva stává hlavním činitelem vedoucím k vymírání mnoha druhů dřevin (Agbani et al. 2018)

Zvyšující se hustota populace je přímo úměrná množství ohrožených druhů (Burgess et al. 2007). Tato negativní korelace se projevuje zejména ve zmenšování ploch chráněných oblastí v místech s vysokou hustotou lidského osídlení (Luck 2007). Dalším z důsledků stoupajícího počtu obyvatel je i vysoká míra rozvoje infrastruktury. Ta má za následek fragmentaci krajiny a omezuje tak migraci mezi zmenšujícími se oblastmi hotspots. Zároveň dochází k lepšímu zpřístupnění dříve odlehlých a špatně dostupných oblastí, což zajišťuje možnost intenzivnějšího lovu na větší ploše (Brashares et al. 2001, Norris et al. 2010, Cronin et al. 2014).

Nadměrný lov má za příčinu zrychlování vymírání organismů, především velkých primátů (Brashares et al. 2001, Cronin et al. 2014). Neudržitelnost lovu startuje celou řadu kaskádových změn v ekosystému lesa, přičemž nejsignifikantnějšími jsou změny druhového složení organismů. V extrémních případech může docházet k vymírání celých druhů. To se může dít jak přímo, vylovením, tak nepřímo, zničením fauny esenciální pro přežití nebo zabráněním efektivního šíření rostlin. Konkrétně v oblasti západní Afriky dochází k vylovení 5-7 % populace různých druhů opic za rok, což značně přesahuje množství jedinců, kteří za rok do populace přibudou. Po takovýchto zásazích se můžeme setkat s fenoménem tzv. „empty forest“<sup>12</sup> (Redford 1992, Jones-Bowen & Pendry 1999, Wilkie et al. 2011). Lov je však zásadním faktorem pro přežití lokálních obyvatel, kteří loví živočichy jak pro svou potřebu, tak v nemalých případech i za účelem výdělků. Je tedy často těžké rozlišit komerční lov od toho, který je opravdu nutný pro přežití tamějších obyvatel (Jones-Bowen & Pendry 1999).

---

<sup>11</sup> Tato strategie není sama o sobě neudržitelným a nevhodným nástrojem, ba naopak. Problém však nastává v dalším postupu, kdy se po určité době úživnost půdy snižuje a je vhodné nechat plochu zarůst sekundárním lesem. Následně se tradičně nechává oblast ležet ladem přibližně 10 let. To se ale v dnešní době neděje a dochází tak k nadměrnému využívání půdy (Kukla et al. 2019).

<sup>12</sup> Empty forest je termín pro lesní porost, který je zcela bez velkých savců. K tomuto fenoménu dochází přímým nebo nepřímým zásahem člověka, a to buď vylovením těchto savců nebo zničením fauny, která zajišťuje ekologii druhu (Redford 1992).

Hustota populace oblastí horských lesů je ale tak velká, že udržitelný lov divoké zvěře pro vlastní potřebu není možný a proto se obyvatelé musí uchýlovat k pěstování domestikovaných zvířat, čímž dochází k dalšímu utlačování lesních porostů (Maisels et al. 2001, Burgess et al. 2007). Chov domácích zvířat na odlesněných oblastech přeměněných na pastviny má za následek neschopnost půdy se regenerovat a v budoucnu obnovit přirozený charakter lesa (Allen & Barnes 1985). Předpokladem pro vzrůst produkce masa a mléka, která se mezi lety 1983-2013 celosvětově navýšila o 35 %, byla intenzifikace a expanze ploch využívaných jako pastviny. Ty v roce 2000 pokrývaly 22 % nezaledněné plochy světa (Ramankutty et al. 2008, Godde et al. 2018). Průvodním problémem se stala nedostatečná schopnost zajistit vyšší a zároveň stabilní produkci. Ta závisí na udržování zdravých zvířat pomocí aplikování nutričně kvalitních přístupů a používání moderních technologií (Godde et al. 2018). Faktorem, který nadále napomáhá intenzifikaci pastvin je klimatická změna, konkrétně častější výskyty požárů a následná převaha odlesněných oblastí, které mohou zemědělci téměř ihned využívat pro chov dobytka (Bond et al. 2005).

Předpokladem pro pokračující odlesňování horských oblastí a rozšiřování zemědělských ploch je také technologická nevybavenost, neschopnost aplikace komunitního lesnictví<sup>13</sup> a nízká edukace v oblasti udržitelného zemědělství (Brechin & West 1982, Maisels & Forboseh 1999). To se odráží v neschopnosti udržitelně pěstovat především monokulturní plodiny a projevuje se stagnací výnosu plodin (Norris et al. 2010).

Zemědělská expanze je umocňována i vysokou poptávkou přicházející zejména z industrializovaných zemí nebo vysokými daněmi na vývoz plodin (Norris et al. 2010). Vysoká poptávka klade tlak na zemědělce a výsledkem je zkracování doby, kdy by půda měla ležet ladem, a to z rozmezí 8-15 let, které je pro tyto oblasti přirozené, na pouhé 2-4 roky. Úrodnost půdy i schopnost regenerace porostu se tak snižuje a následkem jsou menší výnosy plodin (Boahene 1998). Plodinou, kterou lze nazvat jako hlavní lokální příčinu ztráty lesů, je kakaovník (*Theobroma* sp.). Ačkoliv v globálním měřítku není v porovnání s palmou olejnou, sójovými plantážemi a pěstováním dobytka tak výrazným činitelem, v západní Africe dochází již od 20. století k jeho masivnímu pěstování, které se dnes projevuje ztrátou lesního porostu. Za necelých 20 let došlo v horských oblastech Ghany, Pobřeží Slonoviny, Nigerie a Kamerunu ke zvýšení plochy pro pěstování kakaa o 3,3%, což odpovídá ztrátě lesů o rozloze 2,3 miliony hektarů (Norris et al. 2010, Gockowski & Sonwa 2011, Ruf et al. 2015, Kroeger et al. 2017). Podle FAO (2020) je třetina plochy ostrovů Svatý Tomáš a Princův ostrov přeměněna na kakaovníkové a kávovníkové plantáže.

---

<sup>13</sup> Komunitní lesnictví je podle Martiníka et al. (2014) definováno jako „...zapojení místních (lokálních) obyvatel do aktivit spojených s lesem, ale i s dřevinami mimo les ... Z aktivit kromě těžby, zpracování, případně i spotřeby dřeva se jedná také např. o společný lov zvěře, využívání ostatních produktů lesa (byliny, bobuloviny), ale i využívání environmentálních účinků dřevin.“

Většina dnešní produkce kaka a pochází od malých farmářů, kteří často produkují pouze malé množství a mají omezené finanční schopnosti investovat do obnovy starých plantáží a farem. Častěji tak dochází i k problému šířením nemocí ze starých, chorobami napadených stromů na nové a zdravé plantáže, což ohrožuje budoucí výnosy a umocňuje chudobu (Kroegeer et al. 2017).

Problémem je také nedostatečné financování ochranných aktivit v oblastech legislativy a managementu. Ve spojení s vysokou politickou korupcí, socioekonomickou nestabilitou, malým množstvím zákonů na ochranu přírody a neochotou tyto legislativní kroky vymáhat má tento komplex nedostatků za následek pokračující ničení chráněných oblastí a neschopnost vymezování oblastí nových (Smith et al. 2003, Tranquilli et al. 2012, Carodenuto 2019).

Strategie oplocování chráněných oblastí může být benefiční z hlediska ochrany lidí před divokou přírodou a naopak, avšak nastává zde problém s narušením migrace populací následkem umělého rozdělení habitatů. Stavba plotů může také zintenzivnit vypásávání ohraničené oblasti, a tím umocnit přirozené odlesňování, zvýšit míru predace a zavést nutnost udržování menších populací za účelem udržení genetické diverzity (Pekor et al. 2019).

## **5 Dopady na biodiverzitu**

Ke snižování biodiverzity nemusí docházet jen přímo, ale i nepřímo. Špatná socioekonomická situace, převažující sucho v nížinných oblastech a zvyšování poptávky po produktech ústí v neustálé rozšiřování zemědělských ploch i do vyšších nadmořských výšek a tím i v úbytek přirozených habitatů vzácných druhů organismů, které nejsou schopné se adaptovat na nově nastavené a rychle se měnící podmínky prostředí.

### **5.1 Fragmentace krajiny a ztráta habitatů**

Hlavními důsledky odlesňování jsou ztráty habitatů zásadních pro tamní organismy a mnohočetné fragmentace ploch (Newmark 2008, Norris et al. 2010).

Západní Afrika je nejvíce fragmentovanou oblastí v Africe a dochází tak k četným izolacím jednotlivých, organismy osídlených oblastí (Beier et al. 2002). Spojitost habitatů a možnost migrace je důležitým faktorem zajišťujícím tok genů mezi populacemi, který pozitivně koreluje se schopností budoucích generací přizpůsobit se měnícím se klimatickým podmínkám. Dále je tento faktor ekosystému důležitý pro schopnost kolonizace nových prostředí a s tím souvisejícím opouštěním rodného místa, strukturováním populací a zachováváním metapopulací. V neposlední řadě je zajišťována správná funkce ekosystému, jsou udržovány cykly živin a přirozené vztahy mezi rostlinami a živočichy např. při rozšiřování semen (podrobněji je tento fenomén popsán v kapitole 5.2.) (Ehlers Smith et al. 2019). Následkem ničení biologických koridorů mezi oblastmi, které populace obývají, dochází k omezování pohybu v rámci těchto migračních cest a k přerušování styku mezi populacemi. Stavba plotů, silnic nebo například přeměna části lesa na zemědělskou půdu tak přispívá k izolaci

populací a tím přímo ohrožuje jejich přežití. Při nemožnosti doplnění jedinců z jedné do druhé populace tak může mít lov nebo rychlejší šíření chorob mnohdy fatální dopady na existenci organismů (Brashares et al. 2001). Mnohem více se tento fenomén projevuje právě u populací v horských lokalitách, kde jsou i za přirozených okolností populace odděleny nížinnými oblastmi a často i velkými a těžce překonatelnými vzdálenostmi (Newmark 2008).

Fragmentace krajiny se v populacích savců projevuje různými způsoby. Může docházet k často logicky předpokládanému snižování diverzity se zvyšující se mírou fragmentace, ale i k neutrálním odpovědím nebo k pozitivním dopadům, které se projevují u mešních savců, jakými jsou například hlodavci (Andriatsitohaina et al. 2020). Avšak i u sesterských druhů (příkladem mohou být druhy rodu *Praomys*, *P. tullbergi* a *P. rostratus*, hlodavci lesů západní Afriky) se mohou projevovat odlišné odpovědi na fragmentaci krajiny, a to zřejmě vlivem klimatických oscilací v kvartéru, které měly za následek vznik různých ekologických adaptací. V suchých podmínkách byly totiž některé druhy (v tomto případě *P. rostratus*) nuceny adaptovat se na menší plochy lesa a tato vlastnost jim dnes umožňuje hustší výskyt na menších plochách v porovnání s druhy, které mohly expandovat ve více kontinuálním lese již v minulosti (Nicolas et al. 2008). Při zmenšování oblastí následkem fragmentace regionu není neobvyklou ani vyšší konkurence mezi druhy s podobnou ekologií, které jsou nuceny soupeřit o omezené množství zdrojů (Andriatsitohaina et al. 2020).

Hillers et al. (2008) popisuje vliv fragmentace krajiny v národním parku Taï (Côte d'Ivoire) a přilehlých fragmentovaných oblastech na obojživelníky vázané na listový opad. Referuje, že „dominantní druhy byly stejné jak v neporušených, tak ve fragmentovaných oblastech (jednalo se o druhy *Arthroleptis comb.*, *Phrynobatrachus alleni*, *P. liberiensis*, a *P. tokba*), měnilo se však jejich početnostní zastoupení. Početnost druhů, které byly vázané na primární les klesla v lesních fragmentech. Naopak druhy, které byly adaptovány na sekundární lesy nebo savany svou početností ve fragmentovaných lesích stoupaly.“

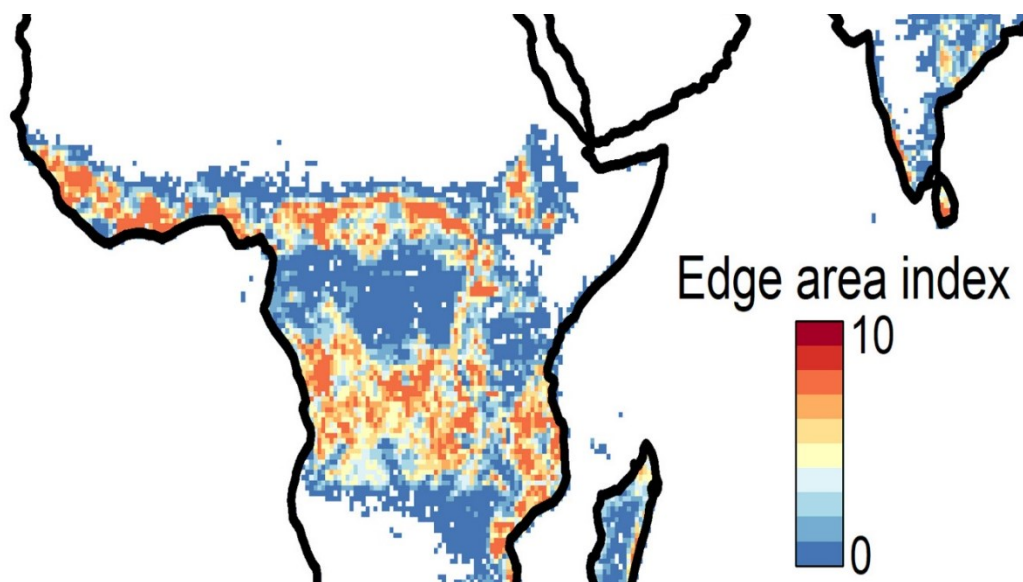
Následkem fragmentace regionu se však vyskytuje i mnohem více okrajových ploch (anglicky edge habitats), neboli míst, kde jeden druh habitatu naráží na jiný (Obr. 9) (Semper-Pascual et al. 2021). Ty se vyznačují zvýšenou teplotou a sníženou vlhkostí, což může mít negativní i pozitivní vliv na druhovou bohatost obratlovců; ovlivněny jsou počty 85 % všech lesních populací (Pfeifer et al. 2017).

Míra dopadu výskytu okrajových oblastí závisí na velikosti těla obratlovců. U obojživelníků platí, že čím větší tělo, tím méně jsou k výskytu okrajů prostředí citliví. S velikostí těla totiž klesá poměr povrchu a objemu a zvyšuje se tedy odolnost vůči vysychání. U plazů, zejména u hadů s protáhlým tělem, je tomu naopak (Pfeifer et al. 2017). V případě ptáků a savců jsou méně náchylní větší nebo lépe pohybliví jedinci. Jejich výhoda spočívá v lepší orientaci ve členité krajině a v detekci vhodného nového stanoviště (Pfeifer et al. 2017).

Síla dopadu na populace samozřejmě závisí i na preferencích populace. Pokud druh obývá centrální část lesa, je logické, že bude více ohrožen vymřením následkem změny v okrajových oblastech



jeho habitatu (Harrington et al. 2001, Pfeifer et al. 2017). Ale například u některých savčích druhů Nového světa má vyšší množství okrajových oblastí pozitivní vliv na dostupnost preferované potravy a tím i na výskyt savců (Andriatsitohaina et al. 2020). Naopak u mnoha ptačích druhů dochází ke zvyšování míry predace a hnízdního parazitismu v okrajových oblastech a fragmentace má tak negativní následky (Beier et al. 2002).



Obr. 9: Míra výskytu okrajových oblastí na pomezí dvou typů prostředí (tzv. edge habitats), zejména lesa a odlesněné plochy. Převzato z Fischer et al. (2021), upraveno.

Co se týče lesního ptactva, míra dopadu fragmentace krajiny záleží na způsobu obživy a na trofické úrovni<sup>14</sup>. U tropických a horských druhů je velkým faktorem, který zajišťuje zvýšenou senzitivitu na fragmentaci krajiny, omezená schopnost rozšíření kvůli velkým rozdílům v klimatických podmínkách mezi výše a níže položenými oblastmi. Tento fakt je podpořen vysokou mírou speciace<sup>15</sup> a endemismu ptáků v tropických oblastech. Obecně je však známo, že diverzita ptačích druhů klesá s mírou fragmentace (Bregman et al. 2014). Izolace fragmentované oblasti je často v pozitivní korelaci s velikostí fragmentované oblasti a dohromady mají tyto faktory negativní vliv na množství ptačích druhů, avšak pouhá izolace oblasti bez jejího zmenšení na množství druhů ptáků přímo nepůsobí (Beier et al. 2002).

Následkem častějšího setkávání více typů prostředí dochází také k přenosům různého typu infekcí mezi divoce žijícími živočichy a domestikovanými druhy fauny (FAO & UNEP 2020). Případně se objevují i zoonotické infekce, přenosné ze zvířete na člověka, v místech styku lidských obydlí a oblastí

<sup>14</sup> Trofická úroveň popisuje umístění v potravním řetězci.

<sup>15</sup> Speciace je proces tvorby nových druhů z druhu původního nejčastěji prostřednictvím postupné adaptace na odlišné prostředí vlivem geografického rozdělení (Storch & Mihulka 2000).

obývaných primáty (Bloomfield et al. 2020). Podle Rulli et al. (2017) je to i případ šíření virového onemocnění ebola v letech 2013 až 2015 z hmyzožravých a frugivorních netopýrů.

Podle Pfeifer et al. (2017) ale není dostatek konzistentních přístupů, které by pomohly kvantifikovat dopady okrajových efektů především na klíčové populace. To může vést ke zkresleným předpokladům o fungování ekosystému a k volbě nevhodných kroků v obhospodařování krajiny.

Zemědělská činnost je zásadní složkou, jež přispívá ke snižování biodiverzity zejména v oblasti rostlinných druhů, které jsou kácením přímo ničeny (P. Udawatta et al. 2019).

V případech ztráty habitatů ztrácejí živočichové části vegetace, na kterých jsou buď potravně závislí (jedná se hlavně o dužnaté plody) nebo které slouží jako hlavní místo pro žití, a to pak negativně ovlivňuje jejich výskyt. Příkladem může být šimpanz (*Pan troglodytes*), jehož hnízdní abundance se v případě Pobřeží slonoviny výrazně snížila následkem vysoké hustoty zalidnění (mezi lety 1990 a 2008 o 6 miliónů). S tím spojené odlesnění vedlo k tomu, že v letech 2006 až 2007 byla populace šimpanze pouhým zlomkem původní odhadované populace (v NP Marahoué 50 jedinců z 900, v NP Taï 480 z přibližně 4 800) (Campbell et al. 2008).

U ptačích společenstev není vliv úbytku zejména velkých stromů na biodiverzitu jasně dán. Polovina sledovaných druhů reagovala negativně, tedy opuštěním lokality, pravděpodobně proto, že na stromech byli životně závislí. Druhá polovina však reagovala pozitivně, důvodem může být prosvětlenost oblasti, která přispívá ke zlepšení predáčnických schopností druhů (Beier et al. 2002). V případě snížení lesního porostu byl pozorován strmý úbytek v početnosti populace u ptačího druhu *Turaco bannermani* (Hořák et al. 2009).

Změnu v množství lesního porostu ale nezažívají pouze organismy, které se v lese přímo vyskytují, ale také živočichové, kteří jsou s určitými druhy lesních rostlin asociováni. Je tak potřeba brát v úvahu i osud těchto organismů, jejichž diverzitu snižuje lidská činnost nepřímo, tedy aniž by ničila jejich habitaty (Wilkie et al. 2011). Může se jednat například o nelesní ptačí druhy, které jsou citlivé na změny krajiny a jejího klimatu. Vlivem častějších a silnějších such nebo změn ve výskytu rostlin, na kterých jsou tyto druhy závislé, dochází k lokálnímu snížení biodiverzity, případně ke změně ve složení druhů (Morante-Filho et al. 2018). Při porovnání lesních ptáků a druhů žijících v savanách podle Hořák et al. (2009) jsou lesní druhy odolnější vůči snižování plochy jejich optimálního stanoviště než druhy žijící v savaně. Je to pravděpodobně z důvodu historického šíření savany do oblastí horského lesa, kdy lesní ptáci byli nuceni se adaptovat na suboptimální podmínky (mimo les), zatímco ptáci v savanách v lese žít nemuseli. Dalším důvodem může být lepší schopnost lesních ptáků využít i nepřírodní prostředí (například keře v savanách).

Ovlivnění v případě nelesních druhů však může nastat i v pozitivním slova smyslu. Na opětovném příkladu nelesních ptáků lze vidět tendenci k rozšiřování v prostoru následkem zvětšení nelesní plochy a může docházet i k budoucímu lokálnímu zvýšení biodiverzity (Matuoka et al. 2020).

Celková diverzita člověkem zasažené oblasti tak může v čase dokonce stoupat, ale množství přirozeně se vyskytujících druhů nebo druhů endemických klesá a výsledný počet je založen zejména na druzích nepůvodních (Tschardtke et al. 2011). Důvodem je zejména fragmentace oblasti a vyšší míra výskytu hraničních oblastí habitatů, které často disponují rozmanitějšími podmínkami a podněcují tak k výskytu vyššího počtu druhů (Beier et al. 2002). Zároveň může docházet pouze k dočasnému zvyšování nebo udržování biodiverzity, která však postupem času může klesat (Hořák et al. 2009). Problémem je, že většina endemických vyšších rostlin je odolnější vůči změnám prostředí a jeho narušování<sup>16</sup>, což je vzhledem k výraznějším změnám klimatu nutnou schopností systému, kterou však zemědělská intenzifikace zásadně snižuje (Tschardtke et al. 2011). Zemědělsky výhodné plodiny totiž často disponují velkými semeny bez schopnosti dormance<sup>17</sup>, problémem je však i nízká biodiverzita na plantážích, která je nutná k odolnosti ekosystému (Vigouroux et al. 2011).

## 5.2 Změna ve složení druhů a ztráta šířitelů semen

Výskyt nepůvodních druhů často přímo odpovídá změnám prostředí a narušení přirozených habitatů (Norris et al. 2010). Ve vztahu mezi původní flórou a nepůvodní faunou se projevuje neschopnost obrany vůči predátorům a nastává rychlý ústup původních rostlinných druhů na úkor invazivních organismů. Nepůvodní flóra pak není zvyklá na nové podmínky prostředí a může tak častěji docházet např. k požárům u (často člověkem introdukovaných) druhů keřů (Brashares et al. 2001).

Následkem zemědělské činnosti, změnou prostředí a zavlečením nepůvodních organismů dochází k celkové změně ve složení druhů rostlin i živočichů, kteří bývají na rostliny úzce vázáni (Tschardtke et al. 2011). Příkladem může být situace v Libérii, kde je selektivním kácením ohrožena až jedna třetina původních druhů ptáků. Přibližně 70% přirozeně se vyskytujících druhů je vázána na tamější lesní porosty, většina z nich tudíž není schopna udržet populaci v odlesněných nebo druhově pozměněných oblastech (Kofron & Chapman 1995).

V případě plantáží s palmou olejnou (*Elaeis guineensis*) byla na základě dat z Indonésie zjištěna snížená diverzita rostlin i živočichů, u obratlovců byla zastoupena jen ze 38 % oproti původní lesní diverzitě. Na plantážích zcela chyběly další stromové druhy, liány a epifyty a veškerá asociovaná flóra se skládala z tzv. generalistů<sup>18</sup>, kterých se biologická konzervace téměř netýká. Konkrétně v Africe je palma olejná přirozeně se vyskytující rostlinou a podle Danielsen et al. (2009) se tak nedá považovat za

---

<sup>16</sup> Obecně uznávanou teorií, proč jsou zrovna endemické druhy odolnější, je představa o již historické odolnosti druhů, které byly v minulosti schopné přežít a přes všechny překážky se přizpůsobit a stát se endemickými.

<sup>17</sup> Dormance je fáze ve vývoji semene, kdy není schopno vyklíčit za nepříznivých podmínek, vyklíčení nastane až po působení několika ekologických faktorů dohromady; jedná se tedy o jakýsi obranný mechanismus zajišťující přežití semen (Oregon State University 2017).

<sup>18</sup> Generalisté jsou v rámci ekologie takové organismy, které mohou obývat různá stanoviště a v případě živočichů požívat různé typy potravy. Opakem jsou specialisté, kteří jsou často úzce vázáni na např. určitý typ rostliny nebo potravy a více je tak ohrožuje změna prostředí (National Geographic 2020).

velký problém co se změny druhového složení týče. Ostatně žádné výzkumy týkající se tohoto fenoménu zde zatím provedeny nebyly. I přes tento fakt je ale samozřejmé, že jako každá plantáž monokulturních plodin, i ta s palmou olejnou není vzhledem k diverzitě živočichů bezproblémovou.

Vlivem lovu v izolovaných oblastech dochází často k vylovení hlavně velkých savců a větších druhů ptáků (Brashares et al. 2001, Cronin et al. 2014). Problém úbytku semenožravých živočichů nebo frugivorů<sup>19</sup> se projevuje na rostlinách, které jsou s vymírajícími živočichy asociovány, přičemž až 80 % stromových druhů je šířením svých semen na tyto živočišné druhy vázáno (Maisels et al. 2001, Cheek & Onana 2020). Vylovováním těchto druhů savců a ptáků tak dochází k zastavení rozmnožovacího cyklu rostlin a k nemožnosti přirozené obnovy vegetace, jejíž rozmanitost tak klesá.

Zejména ptáci, kteří dokážou pozřít semeno až 12 mm velké a kteří jsou díky možnosti létat schopni ho šířit na relativně velké vzdálenosti, představují důležitou složku lesa, často nazývanou jako „mobile-links“ (Bregman et al. 2014). Svým pohybem totiž propojují různé lesní prvky a díky zvyšování komplexnosti a provázanosti ekosystému zajišťují jeho odolnost vůči (antropogenním) změnám (Bregman et al. 2014).

Vztah mezi rostlinami a s nimi asociovanými živočichy je často velmi úzký, a proto nejen v případě ztráty živočišného druhu, ale i při ztrátě rostlinného druhu jsou dopady na organismy signifikantní. V oblastech, které jsou uměle rozdělovány a ve kterých dochází k vysazování často jednoplošných ovocných odrůd, byla pozorována tvorba většího počtu menších semen, následkem čehož dochází k výraznějšímu šíření semen díky ptákům a k absenci velkých savců, kterým v modifikovaných porostech chybí potrava. Tito živočichové jinak v člověkem nenarušených oblastech zaujímají zásadní roli šířitelů semen ve vztahu savci - ovocné stromy (Chapman & Onderdonk 1998, Vanthomme et al. 2010).

V konkrétním případě oblasti Kilum-Ijim Forest souvisí absence druhu stromu *Balanites wilsonia* s absencí lesních slonů rodu *Loxodonta* (Maisels et al. 2001). To má za následek změnu charakteru lesního porostu (Beirne et al. 2021). Výskyt slonů totiž zajišťoval, kromě šíření stromu *Balanites wilsonia* i přirozenou disturbanci bylinného podrostu a tím i jeho pravidelnou cyklickou regeneraci. Tento cyklus s pozitivní zpětnou vazbou byl však vylovením slonů (přibližně před sty lety) od základů narušen (Maisels et al. 2001).

## 6 Dopady na klima

Následkem ztráty rostlinné biomasy dochází ke snižování schopnosti ekosystému ukládat CO<sub>2</sub>. Bilance emisí tak výrazně přispívá ke globálnímu skleníkovému efektu i k lokálním změnám klimatu (Boahene 1998), přičemž 12-20 % emisí skleníkových plynů je z globálního hlediska způsobeno právě

---

<sup>19</sup>Frugivor je takový živočich, který se živí konzumací čerstvých šťavnatých plodů. V případě šíření semen může rostlině napomáhat buď přímo pozřením nebo „uvolněním“ semene z dužnatého obalu.

ztrátou lesních porostů (Shidiki et al. 2020). V tropických lesech je podle Cuni-Sanchez et al. (2021) celkově uloženo 40-50 % uhlíku suchozemské vegetace.

Největším problémem se po překročení kritického prahu odlesnění, který se v Africe a v Amazonii pohybuje mezi 30-50 % odlesněné plochy, stává teplé a suché klima. Zemědělská činnost v nížinných oblastech představuje právě jeden z hlavních důvodů vzniku suchých oblastí v horských tropických lesích. Sucho způsobuje posun lesního porostu do vyšších poloh a tím omezuje habitaty tamních živočichů, zásadně zvyšuje riziko výskytu eroze a povodní kvůli neschopnosti systému zadržovat vodu, podporuje desertifikaci a může vyústit i v regionální konflikty o vodní zdroje (Allen & Barnes 1985, Boahene 1998, Lawrence & Vandecar 2015, Soh et al. 2019). Lokálních změn si všímají i zemědělci a pastevci, kteří pozorují proměny v množství a distribuci dešťů, mlhy a teplot a jsou tak nuceni nacházet nové strategie, které by jim umožnily pokračovat v jejich dosavadním životním stylu (Ngute et al. 2020).

## **7 Návrhy řešení**

Základním předpokladem pro vylepšení situace v budoucnu je omezení dalšího kácení horských lesů, úprava stávajících postupů směrem k udržitelnějším alternativám v zemědělství a obnova fauny a flóry v zasažených oblastech. Dále je nezbytné řešit základní spouštěče, jako je chudoba, technická nevybavenost a nízká edukace obyvatelstva v této oblasti (Norris et al. 2010, Olagunju 2015).

### **7.1 Úprava legislativy a ochrany území**

Hlavním cílem pro úspěšné zlepšování situace není úplné zastavení kácení lesů, ale aplikace správných legislativních opatření, která zajistí, že i nadále budou komunity schopné vykonávat aktivity vedoucí k naplňování jejich potřeb a zároveň bude tento proces probíhat efektivněji a s menším dopadem na životní prostředí. Taková opatření by měla vést k udržitelným formám hospodaření v lesích včetně udržitelného kácení za účelem zisku surovin, k uvolnění části obyvatelstva ze zemědělské činnosti a k alternativním formám bezpečného živobytí (Boahene 1998). Praktickým příkladem mohou být tzv. Kamerunské projekty, které se zabývají strategiemi vedoucími k řešení výše uvedených problémů spolu s rozvojem zemědělské techniky a zlepšením finanční situace zemědělců (Maisels & Forboseh 1999). Důležitým krokem k efektivní správě horských tropických lesů je monitoring druhů, zkoumání a popis vegetace, a podpora výsadby nativních druhů (Sainge et al. 2019).

Velkým problémem v oblastech západní Afriky, kde je až 60 % organismů ohroženo vyhynutím (Pottinger & Burley 1992) je nízká legislativní ochrana území. V případě Guinejského lesa se jedná o ochranu pouze 2 % celkové plochy. Zásadní je však ochrana přirozeného primárního i sekundárního lesa, obzvláště v případech, kdy je nám spousta organismů dosud neznámá (Junker et al. 2015, Kroeger et al. 2017).

### **7.2 Vylepšení zemědělských strategií**

Udržitelné lesnictví je schopné zvýšit standard života zemědělců a domorodých lidí žijících ve vesnicích díky zvýšené zemědělské produkci. Je tak nutné aplikovat ověřené udržitelné zemědělské

techniky v lesnických oblastech a zajistit tím řešení problémů s odlesňováním a zároveň s nedostatkem surovin, jako je dřevo, voda a potrava pro tamější obyvatele (Shidiki et al. 2020).

Příkladem lepší strategie u pěstování kakaovníku (*Theobroma* sp.) nebo kávovníku (*Coffea* sp.) je využívání tzv. shadetrees. Jedná se o přirozeně se vyskytující stromy, které za normálních okolností stíní rostlinám kakaovníku a kávovníku a zajišťují tak udržitelnou produkci jejich plodů. Řešením pro zemědělce tedy není kácet takto fungující stromy, ale pouze je prořezávat takovým způsobem, aby byl výsledek příznivý jak po stránce ekologické, tak po stránce výnosu (Sonwa et al. 2019). Další strategií může být cílená výsadba s kakaovníky a kávovníky asociovaných stromů. Ty jsou výhodné nejen pro stabilní výnosy plodin a dlouholetost plantáží, čímž vedou k nižší nutnosti kácení. Slouží také jako pozitivní složky v zachovávání biodiverzity oblasti, v efektivnějším opylování, zmírňování dopadů klimatických změn, snižování eroze, zvyšování úrodnosti půdy a omezování šíření chorob rostlin (Andres et al. 2018, Sonwa et al. 2019).

Množství asociovaných druhů rostlin závisí na různých variantách kakaovníků a kávovníků. Je tudíž potřeba nejdříve vykácet nevhodné nebo neproduktivní plodiny a nahradit je doplňkovými rostlinami, aby mohly asociované stromy plnit svůj účel ekologického i ekonomického zlepšení. Je nutné znát strukturu typického kakaovníkového nebo kávovníkového lesa, který má tendenci podobat se klasickému lesu a je tedy zároveň potřeba brát ohled na předchozí nebo sousedící lesní společenstvo (Sonwa et al. 2019).

Projekt „The Restoration Initiative“ (IUCN, 2020) představuje bambus (*Bambusa* sp.) jako plodinu podporující obnovu lesa v Kamerunu. V těchto lesích je bambus původní rostlinou a mezi jeho základní vlastnosti patří schopnost růst na degradovaných půdách a strmých svazích, kde přežije jen málo rostlin. Navíc jeho hustý kořenový systém zpevňuje půdu a zabraňuje erozi a díky rychlému růstu je tato plodina ideálním zdrojem stavebního materiálu a paliva.

Dalšími příklady udržitelného zemědělství, které cílí na snižování míry degradace půdy, jsou výsadby živých plotů, které zajišťují optimalizaci lokálního mikroklimatu a podporují cyklaci látek v půdě. Zároveň mohou sloužit jako hradba pro dobytek a v případě ovocných stromů i jako zdroj potravy. Důležitá je také dostatečná doba, kdy půda leží ladem; nutná je i správná volba rostlin rostoucích na ladem ležící půdě, které dodají zemině dostatek minerálních látek, zejména dusíku, pro opakovatelné budoucí využití půdy. Může se jednat například o druhy *Calliandra calothyrsus*, *Acacia angustissima* a *Sesbania sesban*, důkazem výhodnosti výsadby bobovitých rostlin může být zvýšení výnosů kukuřice až o 60 % v porovnání před používáním těchto meziplodin (Shidiki et al. 2020).

### **7.3 Kooperace biologů a politiků**

Nedílnou součástí pozitivní změny je předpoklad aktivního přístupu veškerých zúčastněných stran, mezi které zde řadím vládní představitele dotčených států a politiky obecně, představitele korporátů zabývajících se transportem plodin a zemědělskou produkcí, vlády zemí tvořících poptávku, biology, ekology a ochránáře životního prostředí.

Je nutná vzájemná komunikace a spolupráce s lokálními obyvateli. Tato metoda spolupráce se nazývá pojmem tradiční ekologické znalosti (z anglického Traditional Ecological Knowledge, tedy TEK) (Jones-Bowen & Pendry 1999, Agbani et al. 2018). Jedná se o metodu přiblížení se tradičním způsobům života, které provozují a provozovali lokální obyvatelé po staletí. Není to však metoda statická, protože dochází k přizpůsobování s každou generací (Molnár & Babai 2021).

V rámci alternativního zemědělství a dialogu se zemědělci dochází také k podpoře tzv. contourfarming, neboli obdělávání půdy po vrstevnici, následkem čehož dochází k efektivnějšímu zadržování vody a ke snížení rizika eroze (Maisels & Forbeseh 1999, Farahani et al. 2016).

Ani v případě zakonzervování biodiverzity a ochrany vzácných druhů nelze přehlížet socioekonomické problémy. Divokou přírodu totiž nelze zachránit pouhou izolací od lidských komunit, nutná je mnohem větší snaha o dlouhodobé pozorování antropogenních dopadů, ze kterých lze vyvozovat stabilní, udržitelná a plošná řešení (Pottinger & Burley 1992). I s pomocí lidských aktivit lze biodiverzitu udržovat nebo i zvyšovat. Vyplývá tak z dosavadních poznatků o změnách biodiverzity například ve fragmentovaných oblastech. Nutná je ale komunikace s lokálními obyvateli, jejichž poznatky o vývoji okolního prostředí mohou být základním pilířem pro porozumění změn biodiverzity (Sponsel & Levin 2013). Na základě tohoto dialogu může tedy docházet i k reintrodukci organismů, které byli vyhubeny, případně mohou tyto informace sloužit k lepšímu porozumění vztahů v rámci unikátního ekosystému (Maisels et al. 2001). Nutností je také vyšší erudovanost politiků i široké veřejnosti (Sponsel & Levin 2013).

Mimo to je zásadní i vnější kontrola implementace kvót, finanční podpora lovců a zajištění prodeje přímo certifikovaným prodejcům, aniž by byl trh propleten pofidérními prostředníky (Jones-Bowen & Pendry 1999). Odhalování nelegálních cest je důležité i v případě kakaovníkových plantážích, které se často nacházejí např. uvnitř chráněných oblastí. Dalším předpokladem úspěchu je udržitelné financování zemědělství, které umožní obnovy starých farem. Zásadní je tedy kooperace veřejného a privátního prostoru a společné úsilí v hledání cest k legálnímu a transparentnímu zemědělství (Kroeger et al. 2017).

## Závěr

Ačkoliv se otázkami odlesňování afrických lesů zabývá mnoho studií, průzkumy v oblasti západní Afriky jsou stále dost chatrné. Obzvláště důležité je podrobněji se zabývat horskými lesy západní Afriky, jejichž biodiverzita není dostatečně dobře prozkoumána. Je nutné více se zaměřit na další poznávání druhů organismů a jejich ekologii, aby bylo možné regulovat dopady odlesňování na jejich populace.

Ztráty zalesněných ploch mají přímý dopad na lesní organismy, a to povětšinou negativní. Dochází ke ztrátám habitatů živočichů a k přímé destrukci rostlin. Tvorba mozaikovitě krajiny, která nepravidelným odlesňováním vzniká, zatlačuje populace organismů na menší plochy a znemožňuje jejich migraci. Dochází tak ke snižování biodiverzity u organismů, kteří jsou citliví na změnu ekosystému. Celková rozmanitost druhů je tak snížena a dominantními se stávají ty, které dokáží obsadit různé typy prostředí.

Důležitým krokem jsou tedy opatření, díky nimž nebude v budoucnu docházet k dalším ztrátám lesního porostu, který bude v ideálním případě znovu obnoven. Tato opatření zahrnují změnu v zemědělských strategiích prostřednictvím podpory lokálních zemědělců. Tím může dojít k omezení masivní korporátní produkce, která není dobře kontrolovatelná. Problémem je zejména výsadba monokulturních nepůvodních plodin řízená vysokou zahraniční poptávkou. Následkem je snížení biodiverzity i stability ekosystému; častější výskyty klimatických extrémů se tak stávají běžnou součástí životů lesních organismů i lokálních obyvatel.

Vysoká koncentrace obyvatel v místech, která jsou bohatá na druhovou biodiverzitu, má negativní vliv také na výskyt živočichů. Ti jsou ohroženi neudržitelnou intenzitou lovu tamních domorodců. Tyto aktivity by mohly být omezeny jak výše zmíněnou podporou menších zemědělců, tak implementací ochrannářských kvót, jejichž legislativní zastřešení není dostatečné.

Již nyní dochází k pokusům o aktivní řešení formou zalesňování nebo ochranou zbývajících ploch lesa, například pomocí projektů pod vedením FAO nebo Kamerunských projektů. Chybí ale celkové řešení, které bere v potaz alespoň většinu tamních endemitů. Nutná není pouze reintrodukce organismů, které se v této oblasti ještě před nedávnem nacházeli, ale zejména je akutní snaha o zachování dosavadních populací. Pokud nebude rozšířen výzkum v oblasti poznávání tamních endemitů či druhů vzácných a ohrožených, nemůže být aplikována jakákoliv jejich aktivní ochrana.

Některé z pozitivních dopadů rozčleněné krajiny by neměly být záminkou, aby ekosystém v takovém stavu zůstal. Je potřeba vypracovat předpokládaný vývoj biodiverzity, který může pomoci s volbou dalších kroků. Jsou také potřebné další výzkumy v oblasti dopadů fragmentované krajiny na biodiverzitu organismů, jelikož mechanismy nejsou dosud zcela dobře pochopeny.



## Reference

- Agbani PO, Kafoutchoni KM, Salako KV, Gbedomon RC, Kégbé AM, Karen H, Sinsin B (2018) *Traditional ecological knowledge-based assessment of threatened woody species and their potential substitutes in the Atakora mountain chain, a threatened hotspot of biodiversity in Northwestern Benin, West Africa*. J Ethnobiology Ethnomedicine 14:21.
- Aleman JC, Jarzyna MA, Staver AC (2018) *Forest extent and deforestation in tropical Africa since 1900*. Nature Ecology & Evolution 2:26–33.
- Allen JC, Barnes DF (1985) *The Causes of Deforestation in Developing Countries*. Annals of the Association of American Geographers 75:163–184.
- Altatoron (2008) *Guinean montane forest ecoregion map*. Wikipedia.org. Dostupné online z [https://en.wikipedia.org/wiki/Guinean\\_montane\\_forests#/media/File:AT0114\\_map.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Guinean_montane_forests#/media/File:AT0114_map.png).
- Altatoron (2007) *Cameroonian Highlands forest ecoregion map*. Wikidata.org. Dostupné online z [https://www.wikidata.org/wiki/Q2591088#/media/File:AT0103\\_map.png](https://www.wikidata.org/wiki/Q2591088#/media/File:AT0103_map.png).
- Andres C, Blaser WJ, Dzahini-Obiatey HK, Ameyaw GA, Domfeh OK, Awiagah MA, Gattinger A, Schneider M, Offei SK, Six J (2018) *Agroforestry systems can mitigate the severity of cocoa swollen shoot virus disease*. Agriculture, Ecosystems & Environment 252:83–92.
- Andriatsitohaina B, Ramsay MS, Kiene F, Lehman SM, Rasoloharijaona S, Rakotondravony R, Radespiel U (2020) *Ecological fragmentation effects in mouse lemurs and small mammals in northwestern Madagascar*. American Journal of Primatology 82:e23059.
- Atkinson P, Peet N, Alexander J (1991) *The status and conservation of the endemic bird species of São Tomé and Príncipe, West Africa*. Bird Conservation International 1:255–282.
- Beier P, Drielen M, Kankam B (2002) *Avifaunal Collapse in West African Forest Fragments*. Conservation Biology 16:1097–1111.
- Beirne C, Houslay TM, Morkel P, Clark CJ, Fay M, Okouyi J, White LJT, Poulsen JR (2021) *African forest elephant movements depend on time scale and individual behavior*. Scientific Reports 11:12634.
- Bergl RA, Oates JF, Fotso R (2007) *Distribution and protected area coverage of endemic taxa in West Africa's Biafran forests and highlands*. Biological Conservation 134:195–208.
- Blackburn DC (2010) *A New Squeaker Frog (Arthroleptidae: Arthroleptis) from Bioko Island, Equatorial Guinea*. Herpetologica 66:320–334.
- Bloomfield LSP, McIntosh TL, Lambin EF (2020) *Habitat fragmentation, livelihood behaviors, and contact between people and nonhuman primates in Africa*. Landscape Ecology 35:985–1000.
- Boahene K (1998) *The challenge of deforestation in tropical Africa: reflections on its principal causes, consequences and solutions*. Land Degradation & Development 9:247–258.
- Bond WJ, Woodward FI, Midgley GF (2005) *The global distribution of ecosystems in a world without fire*. New Phytologist 165:525–538.
- Brashares JS, Arcese P, Sam MK (2001) *Human demography and reserve size predict wildlife extinction in West Africa*. Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences 268:2473–2478.
- Brechin SR, West PC (1982) *Social barriers in implementing appropriate technology: the case of community forestry in niger, west africa*. Humboldt Journal of Social Relations 9:81–99.
- Bregman TP, Sekercioglu CH, Tobias JA (2014) *Global patterns and predictors of bird species responses to forest fragmentation: Implications for ecosystem function and conservation*. Biological Conservation 169:372–383.
- Bujalský L (2014) *Vliv zvýšení koncentrace skleníkového plynu oxidu uhličitého na rostliny*. Věda pro život.
- Burgess ND, Balmford A, Cordeiro NJ, Fjeldså J, Küper W, Rahbek C, Sanderson EW, Scharlemann JPW, Sommer JH, Williams PH (2007) *Correlations among species distributions, human density and human infrastructure across the high biodiversity tropical mountains of Africa*. Biological Conservation 134:164–177.
- Burgess R, Miguel E, Stanton C (2015) *War and deforestation in Sierra Leone*. Environmental Research Letters 10:095014.

- Campbell G, Kuehl H, N’Goran Kouamé P, Boesch C (2008) *Alarming decline of West African chimpanzees in Côte d’Ivoire*. *Current Biology* 18:R903–R904.
- Carodenuto S (2019) *Governance of zero deforestation cocoa in West Africa: New forms of public–private interaction*. *Environmental Policy and Governance* 29:55–66.
- Carr J, Adewale Adeleke, Angu KA, Belle E, Burgess N, Savrina Carrizo, Choimes A, Nonie Coulthard, Darwall W, Foden W, Jean-Marc Garreau, Wenceslas Gatarabirwa, Hicks C, Kapijimpanga DR, King E, Kellee Koenig, Martinez S, Meng H, Nyame SK, Polidoro B, Regnaut S, Shennan-Farpon Y, Gill Shepherd, Smith K, Soesbergen AV, Somda J, Walters GM (2015) *Ecosystem Profile Guinean Forests of West Africa Biodiversity Hotspot*. International Union for Conservation of Nature.
- Chapman CA, Onderdonk DA (1998) *Forests without primates: Primate/plant codependency*. *American Journal of Primatology* 45:127–141.
- Cheek M, Onana JM (2020) *Deinbollia onanae (Sapindaceae), a new, Endangered, montane tree species from the Cameroon Highlands*. Cold Spring Harbor Laboratory.
- Cronin D, Libalah M, Bergl R, Hearn G (2014) *Biodiversity and Conservation of Tropical Montane Ecosystems in the Gulf of Guinea, West Africa*. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 46:891–904.
- Cuni-Sanchez A, Sullivan MJP, Platts PJ, Lewis SL, Marchant R, Imani G, Hubau W, Abiem I, Adhikari H, Albrecht T, Altman J, Amani C, Aneseyee AB, Avitabile V, Banin L, Batumike R, Bauters M, Beeckman H, Begne SK, Bennett AC, Bitariho R, Boeckx P, Bogaert J, Bräuning A, Bulonvu F, Burgess ND, Calders K, Chapman C, Chapman H, Comiskey J, de Haulleville T, Decuyper M, DeVries B, Dolezal J, Droissart V, Ewango C, Feyera S, Gebrekirstos A, Gereau R, Gilpin M, Hakizimana D, Hall J, Hamilton A, Hardy O, Hart T, Heiskanen J, Hemp A, Herold M, Hiltner U, Horak D, Kamdem M-N, Kayijamahe C, Kenfack D, Kinyanjui MJ, Klein J, Lisingo J, Lovett J, Lung M, Makana J-R, Malhi Y, Marshall A, Martin EH, Mitchard ETA, Morel A, Mukendi JT, Muller T, Nchu F, Nyirambangutse B, Okello J, Peh KS-H, Pellikka P, Phillips OL, Plumptre A, Qie L, Rovero F, Sainge MN, Schmitt CB, Sedlacek O, Ngute ASK, Sheil D, Sheleme D, Simegn TY, Simo-Droissart M, Sonké B, Soromessa T, Sunderland T, Svoboda M, Taedoung H, Taplin J, Taylor D, Thomas SC, Timberlake J, Tuagben D, Umunay P, Uzabaho E, Verbeeck H, Vleminckx J, Wallin G, Wheeler C, Willcock S, Woods JT, Zibera E (2021) *High aboveground carbon stock of African tropical montane forests*. *Nature* 596:536–542.
- Danielsen F, Beukema H, Burgess ND, Parish F, Brühl CA, Donald PF, Murdiyarso D, Phalan B, Reijnders L, Struebig M, Fitzherbert EB (2009) *Biofuel Plantations on Forested Lands: Double Jeopardy for Biodiversity and Climate*. *Conservation Biology* 23:348–358.
- Dimobe K, Ouédraogo A, Soma S, Goetze D, Porembski S, Thiombiano A (2015) *Identification of driving factors of land degradation and deforestation in the Wildlife Reserve of Bontioli (Burkina Faso, West Africa)*. *Global Ecology and Conservation* 4:559–571.
- Efiong J, Ushie J (2019) *Projected Impact of Sea Level Rise on Nigeria’s Coastal City of Calabar in Cross River State*. *International Journal of Environment and Climate Change*:535–548.
- Ehlers Smith DA, Ehlers Smith YC, Downs CT (2019) *Promoting functional connectivity of anthropogenically-fragmented forest patches for multiple taxa across a critically endangered biome*. *Landscape and Urban Planning* 190:103579.
- Enuoh OOO, Ogogo AU (2018) *Assessing Tropical Deforestation and Biodiversity Loss in the Cross River Rainforest of Nigeria*. *Open Journal of Forestry* 8:393–408.
- Fahr J (2000) *Chaerephon aloysiisabaudiae, Côte d’Ivoire*. *inaturalist.org*. Dostupné online z <https://www.inaturalist.org/photos/355870>.
- Fairhead J, Leach M (2004) *Reframing Deforestation: Global Analyses and Local Realities: Studies in West Africa*. Routledge, London.
- FAO and UNEP (2020) *The State of the World’s Forests 2020: Forests, biodiversity and people*. FAO and UNEP, Rome, Italy.
- Farahani SS, Fard FS, Asoodar MA (2016) *Effects of Contour Farming on Runoff and Soil Erosion Reduction: A Review Study*. *Elixir Agriculture*.

- Fischer R, Taubert F, Müller MS, Groeneveld J, Lehmann S, Wiegand T, Huth A (2021) *Accelerated forest fragmentation leads to critical increase in tropical forest edge area*. Science Advances 7:eabg7012.
- Gerža M (2009) *Endemismus v České republice*. Ochrana přírody 2/2009.
- Gockowski J, Sonwa D (2011) *Cocoa Intensification Scenarios and Their Predicted Impact on CO2 Emissions, Biodiversity Conservation, and Rural Livelihoods in the Guinea Rain Forest of West Africa*. Environmental Management 48:307–321.
- Godde CM, Garnett T, Thornton PK, Ash AJ, Herrero M (2018) *Grazing systems expansion and intensification: Drivers, dynamics, and trade-offs*. Global Food Security 16:93–105.
- Harrington GN, Freeman AND, Crome FHJ (2001) *The effects of fragmentation of an Australian tropical rain forest on populations and assemblages of small mammals*. Journal of Tropical Ecology 17:225–240.
- Havel IM (1998) *Patrnost a nepatrnost*. Časopis Vesmír 77:63
- Hillers A, Veith M, Rödel M-O (2008) *Effects of Forest Fragmentation and Habitat Degradation on West African Leaf-Litter Frogs*. Conservation Biology 22:762–772.
- Hořák D, Sedláček O, Reif J, Riegert J, Pešata M (2009) *When savannah encroaches on the forest: thresholds in bird-habitat associations in the Bamenda Highlands, Cameroon*. African Journal of Ecology.
- Hrdina A, Romportl D (2017) *Evaluating Global Biodiversity Hotspots – Very Rich and Even More Endangered*. Journal of Landscape Ecology 10.
- Hu X, Huang B, Verones F, Cavalett O, Cherubini F (2021) *Overview of recent land-cover changes in biodiversity hotspots*. Frontiers in Ecology and the Environment 19:91–97.
- IUCN, FAO and UNEP. 2020. *The Restoration Initiative Year in Review 2019*. Rome.
- Jacobsen K (2009) *The importance of Pratylenchus goodeyi on bananas and plantains in the Cameroon Highlands and development of cultural control methods*. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven
- Jam AN, Ingram V (2007) *Plant and Animal Guide for the Western Cameroon Highland*. Whinconet:15.
- Jones-Bowen E, Pendry S (1999) *The threat to primates and other mammals from the bushmeat trade in Africa, and how this threat could be diminished*. Oryx 33:233–246.
- Junker J, Boesch C, Freeman T, Mundry R, Stephens C, Kühl H (2015) *Integrating wildlife conservation with conflicting economic land-use goals in a West African biodiversity hotspot*. Basic and Applied Ecology 16.
- Karger DN, Kessler M, Lehnert M, Jetz W (2021) *Limited protection and ongoing loss of tropical cloud forest biodiversity and ecosystems worldwide*. Nature Ecology & Evolution 5:854–862.
- Kimengsi J, Mukong A, Balgah R, Pretzsch J, Kwei J (2019) *Households' Assets Dynamics and Ecotourism Choices in the Western Highlands of Cameroon*. Sustainability 11.
- Kofron CP, Chapman A (1995) *Deforestation and bird species composition in Liberia, West Africa*. Tropical Zoology 8:239–256.
- Kroeger A, Bakhtary H, Haupt F, Streck C. (2017). *Eliminating Deforestation from the Cocoa Supply Chain*. Washington, DC: World Bank.
- Kukla J, Whitfeld T, Cajthaml T, Baldrian P, Veselá-Šimáčková H, Novotný V, Frouz J (2019) *The effect of traditional slash-and-burn agriculture on soil organic matter, nutrient content, and microbiota in tropical ecosystems of Papua New Guinea*. Land Degradation & Development 30:166–177.
- LaetitiaC (2012) *A male Preuss's Guenon Cercopithecus preussi named Balagete, rescued by CERCOPAN primate sanctuary in Nigeria*. Wipeida.org. Dostupné online z [https://en.wikipedia.org/wiki/Preuss%27s\\_monkey#/media/File:Preuss's\\_guenon\\_\(Cercopithecus\\_preussi\)\\_at\\_CERCOPAN\\_primate\\_sanctuary.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Preuss%27s_monkey#/media/File:Preuss's_guenon_(Cercopithecus_preussi)_at_CERCOPAN_primate_sanctuary.JPG).
- Lawrence D, Vandecar K (2015) *Effects of tropical deforestation on climate and agriculture*. Nature Climate Change 5:27–36.
- Luck GW (2007) *A review of the relationships between human population density and biodiversity*. Biological Reviews 82:607–645.
- Maisels F, Forboseh P (1999) *The Kilum-Ijim Forest Project: Biodiversity monitoring in the montane forests of Cameroon*. Bulletin of the African Bird Club 7:110–114.

- Maisels F, Keming E, Kemei M, Toh C (2001) *The extirpation of large mammals and implications for montane forest conservation: the case of the Kilum-Ijim Forest, North-west Province, Cameroon*. *Oryx* 35:322–331.
- Mamba ML, Dalton DL, Mahlaba TAM, Kropff AS, Monadjem A (2020) *Small mammals of a West African hotspot, the Ziama-Wonegizi-Wologizi transfrontier forest landscape*. *Mammalia* 85:127–144.
- Martiník A, Čížková L, Ehrenbergová L, Jelínek P, Kadavý J, Křen J, Romero V, Šťastná M, Weger J (2014) *Agrolesnictví*. 7 (111).
- Matuoka MA, Benchimol M, Morante-Filho JC (2020) *Tropical forest loss drives divergent patterns in functional diversity of forest and non-forest birds*. *Biotropica* 52:738–748.
- Miller D, Mutta D, Mansourian S, Devkota D, Wildburger C, Ihalainen M, Jagger P, Kabwe G, Kamoto J, Rasmussen L, Timko J, Authors C, Ebby A, Mercy C, Adutwumwaa A, Felix D, Kalaba F, Kamwi J, Joseph C, Sogbohossou E (2021) *Forests, trees and poverty alleviation in Africa, an expanded policy brief*. International Union of Forest Research Organization, 2.
- Mittermeier RA, Goettsch Mittermeier C, Myers N (1999) *Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Mexico City: CEMEX.
- Moldan B (2015) *Podmaněná planeta*. Druhé, rozšířené a upravené vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2999-5.
- Molnár Zs, Babai D (2021) *Inviting ecologists to delve deeper into traditional ecological knowledge*. *Trends in Ecology and Evolution*, Sciencedirect, Cellpress.
- Morante-Filho JC, Arroyo-Rodríguez V, Pessoa M de S, Cazetta E, Faria D (2018) *Direct and cascading effects of landscape structure on tropical forest and non-forest frugivorous birds*. *Ecological Applications* 28:2024–2032.
- Nackoney J, Molinario G, Potapov P, Turubanova S, Hansen MC, Furuichi T (2014) *Impacts of civil conflict on primary forest habitat in northern Democratic Republic of the Congo, 1990–2010*. *Biological Conservation* 170:321–328.
- National Geographic (2020) *Generalist and Specialist Species*.
- Newmark WD (2008) *Isolation of African protected areas*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6:321–328.
- Ngute ASK, Marchant R, Cuni-Sanchez A, Leal Filho W, Luetz J, Ayal D (2020) *Climate Change, Perceptions, and Adaptation Responses Among Farmers and Pastoralists in the Cameroon Highlands*. *Handbook of Climate Change Management: Research, Leadership, Transformation*, Springer International Publishing, Cham, 1–14.
- Nicolas V, Bryja J, Akpatou B, Konecny A, Lecompte E, Colyn M, Lalis A, Couloux A, Denys C, Granjon L (2008) *Comparative phylogeography of two sibling species of forest-dwelling rodent (*Praomys rostratus* and *P. tullbergi*) in West Africa: different reactions to past forest fragmentation*. *Molecular Ecology* 17:5118–5134.
- Norgrove L, Hauser S (2002) *Yield of plantain grown under different tree densities and 'slash and mulch' versus 'slash and burn' management in an agrisilvicultural system in southern Cameroon*. *Field Crops Research* 78:185–195.
- Norris K, Asase A, Collen B, Gockowski J, Mason J, Phalan B, Wade A (2010) *Biodiversity in a forest-agriculture mosaic-The changing face of West African rainforests*. *Biological Conservation* 143:2341–2350.
- Olagunju T (2015) *Impacts of Human-induced Deforestation, Forest Degradation and Fragmentation on Food Security*. *New York Science Journal* 8 (1)
- Oregon State University (2017) *Germination: Seed Dormancy*.
- Udawatta R, Rankoth L, Jose S (2019) *Agroforestry and Biodiversity*. *Sustainability* 11:2879.
- Pekor A, Miller JRB, Flyman MV, Kasiki S, Kesch MK, Miller SM, Uiseb K, van der Merve V, Lindsey PA (2019) *Fencing Africa's protected areas: Costs, benefits, and management issues*. *Biological Conservation* 229:67–75.
- Perez J, Castroviejo J, Purroy FJ (1994) *Species richness and endemism of birds in Bioko*. 25.
- Petrovan S. S (2003) *The Kilum Ijim Project – community based conservation in the Bamenda Highlands, Northwest Province, Cameroon*. *Conservation Evidence*.
- Petersson L (2012) *Pirit du Bamenda - *Platysteira laticincta* - Banded Wattle-eye*. Available online <https://www.oiseaux.net/birds/banded.wattle-eye.html>.

- Pfeifer M, Lefebvre V, Peres CA, Banks-Leite C, Wearn OR, Marsh CJ, Butchart SHM, Arroyo-Rodríguez V, Barlow J, Cerezo A, Cisneros L, D’Cruze N, Faria D, Hadley A, Harris SM, Klingbeil BT, Kormann U, Lens L, Medina-Rangel GF, Morante-Filho JC, Olivier P, Peters SL, Pidgeon A, Ribeiro DB, Scherber C, Schneider-Maunoury L, Struebig M, Urbina-Cardona N, Watling JJ, Willig MR, Wood EM, Ewers RM (2017) *Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates*. *Nature* 551:187–191.
- Pottinger AJ, Burley J (1992) *A review of forest biodiversity research in africa*. *Journal of Tropical Forest Science* 5:291–307.
- Ramankutty N, Evan A, Monfreda C, Foley J (2008) *Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000*. *Global biogeochemical cycles* 22.
- Raven PH, Gereau RE, Phillipson PB, Chatelain C, Jenkins CN, Ulloa Ulloa C (2020) *The distribution of biodiversity richness in the tropics*. *Science Advances* 6:eabc6228.
- Ray DK, Pielke RA (2013) *Tropical Montane Cloud Forests*. *Climate Vulnerability*, Academic Press, Oxford, 79–85
- Redford KH (1992) *The Empty Forest*. *BioScience* 42:412–422.
- Ruf F, Schroth G, Doffangui K (2015) *Climate change, cocoa migrations and deforestation in West Africa: What does the past tell us about the future?* *Sustainability Science* 10:101–111.
- Rulli MC, Santini M, Hayman DTS, D’Odorico P (2017) *The nexus between forest fragmentation in Africa and Ebola virus disease outbreaks*. *Scientific Reports* 7:41613.
- Saingé MN, Lyonga NM, Mbatchou GPT, Kenfack D, Nchu F, Peterson AT (2019) *Vegetation, floristic composition and structure of a tropical montane forest in Cameroon*. *Bothalia* 49.
- Semper-Pascual A, Burton C, Baumann M, Decarre J, Gavier-Pizarro G, Gómez-Valencia B, Macchi L, Mastrangelo ME, Pötzschner F, Zelaya PV, Kuemmerle T (2021) *How do habitat amount and habitat fragmentation drive time-delayed responses of biodiversity to land-use change?* *Royal Society B: Biological Sciences* 288:20202466.
- Shidiki AA, Ambebe TF, Awazi NP (2020) *Agroforestry for Sustainable Agriculture in the Western Highlands of Cameroon*. *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences* 5:160–164.
- Smith RJ, Muir RDJ, Walpole MJ, Balmford A, Leader-Williams N (2003) *Governance and the loss of biodiversity*. *Nature* 426:67–70.
- Soh MCK, Mitchell NJ, Ridley AR, Butler CW, Puan CL, Peh KS-H (2019) *Impacts of Habitat Degradation on Tropical Montane Biodiversity and Ecosystem Services: A Systematic Map for Identifying Future Research Priorities*. *Frontiers in Forests and Global Change* 2:83.
- Sonwa D, Weise S, Schroth G, Janssens M, Shapiro H-Y (2019) *Structure of cocoa farming systems in West and Central Africa: a review*. *Agroforestry Systems* 93.
- Sponsel LE, Levin SA (2013) *Human Impact on Biodiversity*. *Encyclopedia of Biodiversity*, Academic Press.
- Stevens K, Campbell L, Urquhart G, Kramer D, Qi J (2011) *Examining complexities of forest cover change during armed conflict on Nicaragua’s Atlantic Coast*. *Biodiversity Conservation* 20:2597–2613.
- Storch D, Mihulka S (2000) *Úvod do současné ekologie*. Praha: nakladatelství Portál. ISBN 978-80-178-462-3.
- Tamura T (1984) *Late quaternary landscape evolution in the West Cameroon highlands and the Adamaoua plateau*. 16.
- Tranquilli S, Abedi-Lartey M, Amsini F, Arranz L, Asamoah A, Babafemi O, Barakabuye N, Campbell G, Chancellor R, Davenport TRB, Dunn A, Dupain J, Ellis C, Etoga G, Furuichi T, Gatti S, Ghiurghi A, Greengrass E, Hashimoto C, Hart J, Herbinger I, Hicks TC, Holbech LH, Huijbregts B, Imong I, Kumpel N, Maisels F, Marshall P, Nixon S, Normand E, Nziguyimpa L, Nzooch-Dogmo Z, Tiku Okon D, Plumptre A, Rundus A, Sunderland-Groves J, Todd A, Warren Y, Mundry R, Boesch C, Kuehl H (2012) *Lack of conservation effort rapidly increases African great ape extinction risk*. *Conservation Letters* 5:48–55.
- Tscharntke T, Clough Y, Bhagwat SA, Buchori D, Faust H, Hertel D, Hölscher D, Jührbandt J, Kessler M, Perfecto I, Scherber C, Schroth G, Veldkamp E, Wanger TC (2011) *Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review*. *Journal of Applied Ecology* 48:619–629.

- Turner DA, Sharpe CJ, Boesman PFD (2020) *Bannerman's Turaco (Tauraco bannermani)*, version 1.0. Birds of the World. Available online <https://birdsoftheworld.org/bow/species/bantur1/cur/introduction>.
- Vanthomme H, Bellé B, Forget P-M (2010) *Bushmeat Hunting Alters Recruitment of Large-seeded Plant Species in Central Africa*. *Biotropica* 42:672–679.
- Vigouroux Y, Barnaud A, Scarcelli N, Thuillet A-C (2011) *Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops*. *Comptes Rendus Biologies* 334:450–457.
- Wadsworth RA, Lebbie AR (2019) *What Happened to the Forests of Sierra Leone?* *Land* 8:80.
- Wilkie DS, Bennett EL, Peres CA, Cunningham AA (2011) *The empty forest revisited: The empty forest revisited*. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:120–128.