

# Vliv cyklonů na populace endemických dřevin ostrova Sokotra

Ostrov Sokotra je největším ve stejnojmenném souostroví, které hostí více než 850 druhů rostlin. Z tohoto počtu je 37 % druhů endemických. Ovšem v celém spektru cévnatých rostlin najdeme pouze 50 druhů stromů, které mohou dorůstat výšky přesahující 5 m, a dalších 49 druhů nízkých stromků dorůstajících jen do výšky 5 m. V těchto skupinách dřevin je míra endemismu téměř dvakrát vyšší, blíží se 70 %. Z toho plyne, že dva ze tří druhů se nevyskytují nikde jinde na světě, a lesní společenstva na Sokotře jsou tedy velmi specifická a geograficky unikátní.



## Klima Sokotry

Souostroví Sokotra, často nazývané pro svůj vysoký podíl endemismu Galapágami Indického oceánu, leží v aridním tropickém klimatickém pásu. Klima je určováno dvěma monzunovými systémy. Letní monzun přichází na přelomu dubna a května, vane z jihozápadu a přináší více oblačnosti než dešťových srážek. Květnový nástup letního monzunu však bývá doprovázen tropickými bouřemi s intenzivními dešti. V červenci a srpnu pak vysočiny a horské vrcholky pokrývají oblaka, ze kterých vegetace vychytává zejména horizontální srážky v tak značném množství, že přesahují i roční úhrn srážek dešťových (obr. 1). Letní monzun většinou končí v průběhu září, aby po krátké přechodné periodě ve druhé polovině října začal monzun zimní, který přichází z opačného směru, ze severovýchodu. Zimní monzun je deštivější,

1 Dračince (*Dracaena*) velmi účinně vychytávají horizontální srážky. Jeden průměrný strom za rok zachytí až 10 m<sup>3</sup> vody, což přesahuje průměrný roční úhrn vody z dešťových srážek.

ale jednotlivé srážkové epizody, většinou ve formě krátkých přeháněk, bývají odděleny kratšími či delšími obdobími bez srážek. Občas ale také přijde větší fronta se silnými tropickými bouřemi. Celkový průměrný roční úhrn srážek dosahuje v nížinách pouze kolem 200 mm, na vysočinách okolo 450 mm a v horských oblastech přibližně 900 mm. Jednou za čas se přizene tropická bouře se srážkovým úhrnem i několik set milimetrů během několika hodin a tak intenzivní deště následně způsobují bleskové povodně, značnou povrchovou i rýhovou erozi a často i sesuvy půdy (obr. 2).

Měření týkající se klimatu na největším ostrově Sokotra nemá dlouhého trvání, s výjimkou krátkodobých měření se započalo s monitorováním klimatu až po r. 2000. Nelze proto exaktně hodnotit dlouhodobé trendy související s globální klimatickou změnou, ale subjektivně se zdá, že extrémy jsou po r. 2000 stále častější a intenzivnější. Úhrny srážek v průběhu extrémních bouří se postupně zvyšují, jakož i četnost jejich výskytu. Celý proces zatím vrcholil po r. 2015. V listopadu 2015 v týdenním intervalu přešly přes Sokotru dva silné cyklony, Chapala a Megh. V květnu 2018 je následoval cyklon Mekunu a v r. 2023 Sokotru jen těsně minul cyklon Tej. Místní obyvatelé přítom výskyt takto silných cyklonů na ostrově v minulosti nepamatují. Odborníci spojují výskyt extrémních klimatických událostí s globální změnou klimatu, zejména s přímým efektem změny jevu El Niño.

## Stromy klimaxových společenstev ostrova

Klimaxovým společenstvem na Sokotře by byl s nejvyšší pravděpodobností savanový les. Proč podmiňovací způsob? Ostrov je osídlen již asi 6 tisíc let pastevci, pastva převažujících koz tedy po tisíce let formovala jeho ekosystémy (viz také Živa 2013, 2: 91–94). Koza je přitom zvíře, které s oblibou okusuje dřeviny, zejména v období sucha. Velmi účinně tedy eliminuje zmlazení dřevin a je dlužno poznamenat, že od druhé světové války po současnost počet koz na ostrově vzrostl více než dvacetkrát. Výsledkem je téměř všudypřítomná absence zmlazení dřevin, postupné stárnutí populací a snižování početnosti stromů. Naopak pastvou byla vyselektována společenstva s jedovatými či pro kozy jinak nepoživatelnými druhy nebo druhy s vynikající regenerační schopností po okusu. V současné krajině Sokotry tedy převažují sekundární ekosystémy sice hlavně původních druhů rostlin, ale jde většinou o více nebo méně degradovaná řídká společenstva travino-bylinná, s nízkými i vyššími keři nebo jen s roztroušenými jednotlivými stromy. Více či méně zapojené lesy a háje se dochovaly pouze vzácně, takže původní vegetační pokryv Sokotry dnes můžeme jen přibližně odhadovat. S tímto vývojem může souviset i proces aridifikace ostrova, protože se snižujícím se pokryvem vegetace se snižuje i množství vychytených horizontálních srážek.

Stromy na Sokotře vzhledem k aridním klimatickým podmínkám nedorůstají vysokých výšek, možná to je i adaptace na silné větry, které na ostrově vanou zejména během letního monzunu. Přesto však s největší pravděpodobností právě nejvyšší stromy vytvářely klimaxová společenstva Sokotry. K těm nejvyšším se řadí endemické kadidlovníky, kterých je dosud na Sokotře popsáno 11 druhů. Nejrozšířenější je *Boswellia elongata*, a samozřejmě vlnkovitý druh ostrova dračinec rumělkový (*Dracaena cinnabari*, blíže také v Živě 2011, 6: 272–276). Zatímco kadidlovníkové lesy a háje (obr. 3) se nacházely v nižších a středních polohách (do 700 m n. m.), dračincové lesy (obr. 4) nastupovaly od středních poloh až do nejvyšších horských partií v nadmořských výškách 400 – 1 535 m.

Jak kadidlovníky, tak dračince produkuje pryskyřice, které jsou od starověku vysoce ceněnou surovinou, proto Sokotra patří k centrům vývozu těchto pryskyřic do celého tehdejšího světa. Tradiční způsoby těžby se dochovaly na ostrově dodnes a kadidlovníkové a dračincové lesy jsou tedy cenné nejen z pohledu biodiverzity, ale i z pohledu kulturně-historického.

### Vliv extrémně silných větrů na ekosystémy Sokotry

Protože český lesnický tým působí na Sokotře již 25 let, máme unikátní příležitost doložit vliv cyklonů na endemická lesní společenstva jak na založených monitorovacích plochách, tak s využitím dat dálkového průzkumu Země.

První smutný příklad pochází z lokality Homhil v jednom z posledních a největších zbytků kadidlovníkového lesa (*B. elongata*). Homhil je typické polje, sníženina obklopená vápencovými horami, s úrodnými hlinitými půdami vytvořenými sedimentací částic splavených z okolních svahů. V r. 1956 zde na výzkumném polygonu rostlo 1 187 stromů, jak jsme detekovali z leteckého snímku pořízeného britskou Royal Air Force. Roku 2009 bylo přímo změřeno 965 stromů, přičemž 185 jich od r. 1956 ubylo a 37 přibylo. Je tedy zřejmé, že v období po druhé světové válce ještě přirozené zmlazení bylo schopno odrůst okusu koz, i když ve velmi omezené míře. V r. 2011 jsme pak odečetli z fotografie pořízené z vrcholu pohoří Hamadero 898 stromů, to znamená, že opět dalších 67 stromů zahynulo. Pak ale přišla katastrofa ve vývoji zkoumané populace v podobě dvou po sobě jdoucích cyklonů v listopadu 2015. Měli jsme štěstí, že jsme se dostali na Sokotru jen několik dní po jejich průchodu. Vítr musel v dané lokalitě vanout obrovskou silou a rychlostí, neboť v kmelech stromů byly i více než metr nad zemí zasekané kameny (obr. 5). Vichr přímo vyvrátil nebo zlomil 404 stromů, tedy téměř polovinu, zůstalo 494 jedinců (obr. 6). Ovšem v průběhu dalších dvou let se v populaci oslabených stromů, kde všechny měly více nebo méně poškozenou kůru a lýko na návětrné straně od létajícího písku a kamení, namnožil endemický kůrovec *Halystus bimaculatus* (nosatcovití – Curculionidae), který zahubil dalších 230 stromů, takže v r. 2017 z původních 1 187 zůstalo pouhých 264. Všechny jsou přestálé, náš predikční model předpovídal extinkci populace v r. 2068, avšak cyklon a následné přemnožení kůrovce předpověď doby vymření zkrátily na r. 2034.

Druhý, podobně smutný příklad pochází z jedinečného lesa dračince rumělkového na lokalitě Firmihin, který je dnes pravděpodobně jediným pozůstatkem tohoto 20 milionů let starého (třetihorního) reliktního ekosystému. Všude, kde se ještě na světě dračí stromy vyskytují, rostou spíše jednotlivě roztroušené na skalách a prudkých svazích. Firmihin je vápencová plošina dokola obklopená hlubokými kaňony, takže toto místo bylo po dlouhou dobu velmi nepřístupné a izolované, což je možná důvod, proč se zde doposud dračincové lesy zachovaly (viz doplňující fotografie na webu Živý). Na ostatních místech ostrova rostou dračince ve více či méně prořídilých



hájků nebo jako jednotlivé přestálé stromy na pastvinách. V letech 2010–11 jsme zde založili monitoring lesa, na 107 náhodně vygenerovaných kruhových plochách o poloměru 25 m jsme zaměřili pozice všech stromů a změřili též jejich růstové charakteristiky. V prosinci 2015, po přechodu dvou zmiňovaných cyklonů, jsme všechny monitorovací plochy znovu navštívili, abychom zjistili počet větrem přímo poškozených stromů. Tři plochy nebyly nalezeny vůbec, protože se nacházely na okrajích kaňonu postižených sesuvem. S odstupem času jsme v r. 2022 pořídili i dronový snímek celého území, na nichž byly některé vichřicí vyvrácené ležící stromy ještě stále zřetelné. Výsledky nebyly tak dramatické jako u kadidlovníkového lesa, ale přesto na monitorovacích plochách došlo přímo k poškození 13,25 % stromů (obr. 7), přičemž 7,84 % bylo vyvrácených i s kořeny (obr. 8), 3,56 % mělo zlomený kmen a 1,85 % rozlomenou korunu (obr. na 3. str. obálky). Z dronových snímků bylo detekováno i po 7 letech 5,6 % ležících torz stromů z celkové počtu 35 542 žijících jedinců. Nejhuře byly postiženy okrajové části lesa s profídejšími porosty, zatímco centrální část plošiny s mladšími a hustšími

porosty vítr zasáhl s nižší intenzitou. Co se týče mortality na úrovni jednotlivých stromů, nebyla nalezena žádná závislost na věku, resp. jejich velikosti. Extinkční model tato událost na rozdíl od populace kadidlovníků významně neovlivnila, což je dáno značnou početností populace, zastoupením skoro všech věkových kategorií (s výjimkou juvenilních) a neselektivním působením větru na věková stadia stromů. Přesto budoucnost dračince na ostrově Sokotra není optimistická, extinkční model ukazuje třetinový pokles populace během 50 let a dvoutřetinový během 120 let. V případě dračince jsme měli unikátní příležitost extinkční model ověřit. Ve vídeňském muzeu se totiž nachází fotografie jednoho z horských vrcholů pohoří Skant s porostem dračince z r. 1899. V r. 2004 bylo místo, odkud byla fotografie pořízena, znovu nalezeno a snímek zopakován. Takto exaktně zjištěná mortalita po 105 letech byla 44,22 %, zatímco náš model předpokládá mortalitu 41,3 % za 105 let.

### Naděje do budoucna?

Doufat, že cyklony byly ojedinělou událostí a již se nebudou opakovat, není možné. Zachránit endemické druhy dřevin na



2 Obrovský sesuv v kaňonu Darho v r. 2018 po průchodu cyklonu Mekunu přehradil údolí a vytvořil na Sokotře jediné sladkovodní jezero, existující dodnes.

3 Z 11 endemických druhů kadidlovníků (*Boswellia*) jsou jen čtyři schopny vytvářet lesy a háje. Ostatní rostou pouze na strmých vápencových skalách. Kadidlovník *B. elongata* byl v minulosti rozšířený téměř po celém ostrově, dnes však jeho populace čítá pouhých pět tisíc stromů roztroušených na několika větších a více menších plochách. Přírodní rezervace Homhil bývala lesem s nejpočetnější populací čítající více než tisíc stromů, dnes jich po zásahu cyklonu zůstává asi jenom 20 %.

4 Třetíhorní relikv dračinec rumělkový (*D. cinnabari*) je endemitem a vlajkovým druhem ostrova Sokotra. Na lokalitě Firmihin – krasové, k jihu mírně nakloněné plošině, ze všech stran po obvodu obkroužené hlubokými nepřístupnými kaňony, které jí poskytovaly jistě ještě donedávna účinnou ochranu – se dochoval dračincový les, jako na jediném místě na světě. Tento ekosystém je starý asi 20 milionů let.

5 Vichr na Homhilu byl tak silný, že létaly ve vzduchu kameny, které se zasekávaly do kmene stromů i více než metr nad zemí. Kameny a písek na návětrné straně poškodily kůru a lýko většiny stromů.

6 Homhil – cyklon v r. 2015 zde vyvrátil nebo rozlámal téměř polovinu kadidlovníků.

Sokotře tak můžeme pouze dlouhodobou podporou a ochranou přirozeného zmlazení nebo umělé obnovy před okusem koz. Snažíme se o to v rámci podporovaného švýcarskou nadací Franklína, která je zaměřena na ochranu dřevin zapsaných v Červeném seznamu IUCN. Projekt se soustředí především na ochranu všech 11 druhů endemických kadidlovníků, dračince rumělkového a některých dalších vzácných druhů dřevin, jako je lejnice *Sterculia africana* subsp. *socotrana*, *Dirachma socotrana*, *Angkalanthus oligophylla* či *Cadaba insularis*. Skládá se z jednotlivých, logicky na sebe navazujících aktivit, z nichž první je inventarizace pokud možno všech lokalit s jejich výskytem, druhá jsou vlastní ochranná opatření spočívající ve sběru semen, produkci sazenic, vý-



sadbách v místech původních populací s přísným pravidlem dodržení původu sazenic a v jejich ochraně. Výsadby a jejich dlouhodobá ochrana se ale neobejdou bez setkávání s místními komunitami, vzdělávání a zvyšování povědomí o nutnosti chránit dřeviny a jejich společenstva, které jsou

tak třetí komponentou projektu. Reálná ochrana přírody v chudých zemích třetího světa není možná bez dlouhodobé spolupráce s lidmi, kteří v dané lokalitě žijí a využívají ji k obživě. Proto většinou není průchozí konzervační způsob ochrany. Místním je třeba nabídnout nějaké benefity,



kteří budou motivovat k dlouhodobé péči, a tím i k udržitelnému šetrnému využívání přírodních zdrojů, jak je to principem v biosférických rezervacích UNESCO, jichž je Sokotra též součástí. V našem případě jde o zvýšení přidané hodnoty produktových řetězců nedřevních lesních surovin pocházejících z komunitních lesů obhospodařovaných v silvo-pastorálních systémech. Zejména jde o stále tradiční způsob získávání pryskyřic. Místní obyvatelé pryskyřice prodávají většinou v malém množství turistům, v ceně okolo 40 USD za kg. Vyškolili jsme je v hydrodestilaci esenciálních olejů, které se používají k aromatizaci mořské soli do koupele s vůní kadidla. Vedlejším produktem hydrodestilace je kadidlový hydrosol (obr. 9), jenž se dá využít jako kosmetický přípravek k čištění pleti. S místními včelaři jsme vyvinuli

7 Na Firmihinu orkán v r. 2015 přímo vyvrátil či zlomil tisíce stromů, místní obyvatelé navíc pozorují vysokou mortalitu stromů se sníženou vitalitou ještě několik let po průchodu cyklonu.

8 V průsmycích pohoří Hagger vichřice způsobila spoušť v dračincových hájích.

9 Během 25 let realizace projektu na Sokotře jsme absolvovali stovky setkání s místními komunitami, kdy se vyjednávalo založení území pro zalesnění, podpora domácích zahrad, nebo jsme jen vysvětlovali význam stromů a důležitost jejich ochrany před okusem koz. Produkty z komunitních lesů podporovaných naším projektem, třeba kadidlovníkový hydrosol, prodávané v obchodu pro turisty významně zvyšují benefity z těchto lesů, které motivují zavádět principy šetrné a trvale udržitelné péče. Snímky P. Maděry

jednodruhový kadidlovníkový med. Z pryskyřice dračince zase vyrábíme hojivou mast na drobná povrchová poranění. Všechny tyto produkty, označené projektovou značkou, zvýšily příjmy místních komunit až desetinásobně. Výsledkem je uvědomění si hodnoty přírodních zdrojů a pozitivní motivace o ně pečovat udržitelným způsobem.

**Spoluautoři: Hana Habrová, Salem Hamdiah, Samuel Lvončík a Petr Vahalík**

*Záchranu dřevin na Sokotře podporuje švýcarská nadace Franklinitia (Franklinitia Foundation).*

Další fotografie k tématu a seznam použité literatury najdete na webu Živa.

