

Geobiocenologická typologie ostrova Sokotry a její aplikace při tvorbě ekologické sítě

Antonín Buček, Hana Habrová, Kamil Král

Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická universita, Zemědělská 3, 613 00 Brno, bucek@mendelu.cz

1. Geobiocenologická typologie

Základy geobiocenologie rozpracoval koncem 30. let 20. století V. N. Sukačev, který za biogeocenózu považuje část povrchu zemského, na němž biocenóza a jí odpovídající části atmosféry, litosféry, hydrosféry a pedosféry i jejich vzájemné vztahy zůstávají stejnorodé, takže tvoří jednotný, vnitřně podmíněný komplex (Sukačev 1949). Původní Sukačevův termín biogeocenóza obměnil A. Zlatník (1975) na geobiocenóza vzhledem k nevhodnému rozdělení ústředního pojmu biocenóza. Geobiocenologii definuje A. Zlatník (1973) jako cenologickou disciplínu, zabývající se jednotou biocenózy a ekotopu čili geobiocenózou. Geobiocenologie v tomto pojetí náleží do přírodovědecké sféry s těžištěm v biologii a tvoří nezbytný základ ekologie krajiny (Zlatník 1975). Termín ekologie krajiny použil poprvé německý geograf C. Troll jako označení komplexního výzkumu krajiny s využitím leteckých snímků (Troll 1939), později navrhl pro ekologicky zaměřený výzkum krajiny označení geoekologie. Termíny krajinná ekologie a geobiocenologie považuje za synonyma (Troll 1970). Geobiocenologie se zabývá ekologickými vztahy na úrovni krajiny a integruje poznatky biologie a geografie, především biogeografie, chápané jako vědní disciplína, která studuje prostorové vazby organismů a jejich společenstev (Horník, Trnka 1988).

Dlouhodobým cílem geobiocenologie je přispívat k tvorbě harmonické kulturní krajiny tím, že postupně vzniká ucelená soustava podkladů pro trvale udržitelné využití krajiny. V návaznosti na teoretické a metodologické zásady a principy geobiocenologického výzkumu lesů a krajiny, formulované postupně A. Zlatníkem v řadě monografií (Zlatník 1970, 1973, 1975, 1976), postupně vznikla a vyvíjí se biogeografická diference krajiny v geobiocenologickém pojetí (Buček, Lacina 1979, 2001, Buček 2003) jako metodický postup, shrnující a sjednocující moderní koncepční přístupy biogeografie, ekologie krajiny a geobiocenologie. Prvním a nejdůležitějším krokem tohoto postupu je vytvoření modelu přírodního (potenciálního) stavu geobiocenóz v krajině, což je úkolem geobiocenologické typologie krajiny. Geobiocenologická typologie se tak postupně stala jedním z nezbytných podkladů pro péči o krajinu a krajinné plánování, směřující k trvale udržitelnému využití kulturní krajiny (Buček 2002).

2. Projekt Sokotra

Od roku 1999 je v rámci programu zahraniční rozvojové pomoci České republiky řešen projekt „Tvorba ekologické sítě a agrolesnická, kulturní a výchovná východiska trvale udržitelného rozvoje ostrova Sokotry (Jemenská republika)“. Cílem projektu je ověření současného stavu ostrovních biotopů, vymezení ekologicky významných segmentů krajiny, vytvoření návrhu ekologické sítě pro zachování endemických druhů organismů a vytvoření rámce pro trvale udržitelné agrolesnické hospodaření místní komunity. V návrhu projektu (Buček, Pavliš, Pražan 1998) bylo předpokládáno využití české metodiky tvorby ekologických sítí, která je kompatibilní s postupem užívaným v zemích Evropské unie (Buček, Lacina, Míchal 1996). V podmínkách tropických rozvojových zemí byl tento postup aplikován na Kubě (Buček 1989a, 1989b, Buček, Martínez 1989, Buček, Lacina, González Otero 2001) a ve Vietnamu (Jelínek 2002).

První etapa projektu Sokotra byla ukončena v roce 2001. Ukázalo se, že spojení tvorby ekologické sítě s agrolesnickými opatřeními a výchovnými aktivitami je v podmínkách pastevní krajiny v aridní tropické oblasti s islámskou kulturou velmi účelné (Buček, Pavliš et al 2001). V rámci projektu bylo nutné získávat a vyhodnocovat elementární informace o přírodních podmínkách Sokotry a jejich ovlivnění člověkem, především pastvou dobytka, která je dlouhodobě hlavním zdrojem obživy místní populace. Výchovné aktivity byly soustředěny především na děti, pro které byla připravena brožura o vysazování stromů (Pavliš a kol. 2000). V rámci agrolesnických aktivit byli podněcováni a podporováni místní obyvatelé se zahradnickými zkušenostmi k pěstování autochtonních druhů dřevin a jejich následné výsadbě v rodinných zahradách. Podařilo se zřídit oplocenku v biocentru Firmihin, umožňující sledování vývoje jednoho z nejcennějších ostrovních ekosystémů – dračincového lesa s endemickým druhem *Dracaena cinnabari* bez vlivu pastvy (Habrová 2002). Byla zpracována první předběžná verze geobiocenologického klasifikačního systému, jehož jednotky jsou nezbytnými prostorovými rámci pro plánování agrolesnických opatření (Buček, Pavliš et al 2001, Pavliš, Buček 2002).

V letech 2002-2004 probíhá druhá etapa projektu. Podařilo se dále prohloubit poznatky o trvalých ekologických podmínkách a o struktuře biocenóz. Postupně je možné formulovat charakteristiky typů geobiocénů jako rámců agrolesnických opatření. Cenné poznatky přináší analýza populací agrolesnických významných dřevin a bioindikačně významných druhů rostlin. Velmi dobré výsledky poskytuje využití materiálů dálkového průzkumu Země pro konstrukci mapy typů biotopů a pro vymezení ekologicky významných segmentů krajiny. Za nejvýznamnější realizační výsledek lze považovat zavedení produkce sazenic domácích druhů ve 4 školkách a zvláště jejich úspěšné výsadby v rodinných zahradách. Velmi příznivě se projevilo zapojení žen pečujících o rodinné zahrady (Habrová a kol. 2004). Výsledky projektu mohou přispět k nalézání souladu mezi rozvojovými plány a potřebou trvale zajistit existenci neobyčejně cenných endemických druhů, populací a společenstev na ostrově Sokotra, který je právem nazýván „Galapágy Tichého oceánu“ (Buček, Pavliš, Habrová 2003).

3. Stručná charakteristika přírodních a socioekonomických poměrů Sokotry

Ostrov Sokotra leží v Indickém oceánu mezi 12°19'–12°42' severní šířky a 53°18'–54°32' východní délky. Nejzápadnější bod, mys Ras Sha'ab, je vzdálen 235 km od afrického pobřeží (Africký roh – Cape Guardafui v Somálsku), severozápadní mys Ras Bashuri je vzdálen 345 km od mysu Ras Fartak v Jemenu na Arabském poloostrově. Sokotra má plochu 3549 km², ostrov je výrazně protažen ve směru východ-západ, vzdálenost mezi mysem Ras Sha'ab na západě a nejvýchodnějším bodem, mysem Momi, činí 135 km. V nejširší části ostrova činí vzdálenost jižního a severního pobřeží 42 km, délka pobřeží dosahuje 300 km. Nejvyšším bodem je hora Jebel Skand (Mashanig, Jabal Dryet) v centrálním pohoří Haggeher s nadmořskou výškou 1550 m. Nedostatek základních informací o krajině Sokotry dokumentuje to, že různé prameny uvádí výšku nejvyššího vrcholu 1506 m, 1519 m, 1525 m, dokonce i 1630 m (Dumont 1998, Wranik 1999).

Pro pochopení biogeografického významu Sokotry je důležitá její geologická historie. Na počátku druhohor (mesozoika) byla Sokotra součástí jižního superkontinentu Gondwana, zahrnujícího jak Afriku, tak i Asii. Hlavní fenomény současné topografie byly formovány v terciéru, ve středním pliocénu před 6-8 milióny let, kdy také započal svébytný vývoj bioty, od tohoto období izolované jak od Afriky, tak i od Arabského poloostrova. V kvartéru byl ostrov ovlivňován fluktuacemi hladiny Indického oceánu, v glaciálech hladina klesala až o 100 m, v teplých obdobích interglaciálů byla o 10-15 m nad dnešní úrovní (Lukašov 1988).

Z abiotických složek krajiny Sokotry je relativně nejvíce informací o geologickém podloží. Existuje dokonce přehledná geologická mapa (Beydoun, Bichan 1970), poskytující základní

informace o horninách. Jádro a geologicky nejstarší část ostrova tvoří vyvřelé a metamorfované horniny (žuly, ruly, gabra, fylity) prekambriického stáří, budující centrální pohoří Haggeher. Vulkanity (především čediče) lemují obloukovitě jižní část centrálního pohoří. Půdotvorné podloží převážné části ostrova tvoří vápnité sedimenty – vápence, slínovce, slepence, vápnité pískovce různého stáří, tvořící různé úrovně plošin rozčleněných strmě zaříznutými údolními. Nejvyšší úroveň tvoří 400 m mocná vrstva šedých vápenců paleocenního až eocenního stáří. Nejnižší úroveň tvoří pobřežní plošiny v jižní i severní části Sokotry, budované vápnitými pískovci. Místy zde vznikly mocné vrstvy dosud pohyblivých vátých písků. Pleistocenního až holocenního stáří jsou rozsáhlé překryvy nezpevněných sedimentů na dnech údolí, v kotlinách a částech příbřežních plošin. Dna údolí s periodickými vodními toky (wádí) tvoří mocné vrstvy šterků.

Geologické podloží podmiňuje výrazně tvary reliéfu. Na jihu i na severu Sokotry jsou dosti rozsáhlé pobřežní plošiny s nadmořskou výškou 5-40 m, tvořené mořskými terasami, místy překrytými vátými písky či kvartérními nezpevněnými sedimenty. Převážnou část ostrova tvoří několik úrovní zkrasovělých vápencových planin v pahorkatinném až vrchovinném reliéfu, členěných zaříznutými říčními údolními, nebo oddělených sráží a skalními stěnami. Nejvyšší úroveň leží v nadmořské výšce kolem 900 m (planina Dixam ve střední části ostrova). Povrch planin tvoří často rozsáhlá škrapová pole s obecnými a žlábkovými škrapy, méně často vznikla polje. Ve zkrasovělých vápencích je několik jeskynních úrovní. Granitické jádro ostrova má reliéf členité hornatiny s výrazně vystupujícími skalnatými vrcholy. Vyskytují se zde charakteristické tvary tropického zvětrávání – žokovité balvany, skalní dutiny velkých rozměrů, skalní mísy, obří hrnce. Charakteristická jsou častá suťová pole na bázích svahů zaříznutých údolí.

Sokotra leží v oblasti aridního horkého tropického klimatu silně ovlivňovaného letním jihozápadním a zimním severovýchodním monsunem. Exaktních údajů o klimatu Sokotry je velmi málo. Disponibilní údaje o srážkách pochází z měření, která v letech 1943-45 prováděla britská armáda na letišti lokalizovaném na pobřežní plošině v severní části ostrova. Roční atmosférické srážky zde v tomto období činily 125-175 mm. Ve vyšších polohách jsou srážky nepochybně vyšší, v nejvyšších polohách přesahují zřejmě 1 000 mm ročně, vodní bilance je nepochybně nadlepšována i vysokými horizontálními srážkami, tyto údaje jsou ovšem odvozovány analogií z poměrů na africkém kontinentu (Miller, Morris 2000) nebo z krátkodobých pozorování (Mies, Beyhl 1998, Wranik 1999). Průměrné měsíční teploty v Hadibo na severním pobřeží se pohybují 24⁰ C v lednu a 29⁰ C v červenci (Wranik 1999), průměrná měsíční minima se pohybují od 21⁰ C do 26⁰ C, průměrná maxima od 28⁰ C 34⁰ C. Dosud nejnižší změřená teplota na ostrově, v nadm.výšce 1000 m činí 13,5⁰ C (Popov 1957). Podle zpráv místních obyvatel se v nejvyšších polohách teploty občas pohybují okolo bodu mrazu.

Zcela nedostatečné jsou znalosti o půdách Sokotry. V pobřežních plošinách, které ovlivňuje mořská voda, vznikly solončaky, převažující půdní typy Sokotry patří do skupiny ferrisolů (Lukašov 1988). Vyhodnocení rozborů čtyř půdních vzorků analyzovaných v rámci projektu Sokotra ukázalo, že půdní vlastnosti odpovídají vlastnostem půd, které jsou formovány aridním klimatem (Steen 1998), jedná se tedy o minerálně velmi dobře zásobené půdy a vysokými hodnotami pH. Zjištěná hodnota půdní reakce v analyzovaných vzorcích je relativně vysoká, půdy na vápencovém podloží jsou neutrální až mírně alkalické (pH-KCl 7,37-7,6), pouze v nejvyšších polohách pohoří Haggeher jsou půdy mírně kyselé (pH-KCl 6,07). Obsah základních bazických makroelementů (Mg, Ca, K) je výrazně vyšší, než je hladina extrémně vysokých zásob. Obsah celkového dusíku se pohybuje v kategorii střední zásoby, poměr C:N (10,2-13,7) je optimální. Velmi nízká je kontaminace půdního prostředí cizorodými prvky.

Flóra Sokotry se vyznačuje vysokým endemismem. Z 850 dosud zjištěných a popsáných druhů cévnatých rostlin (Diccon 1998) patří 269 mezi sokotránské endemity. Na ostrově Sokotra bylo zjištěno 12 endemických rodů a subendemická čeleď *Dirachmaceae* (Miller, Bazara' a 1998). Žádný rostlinný druh dosud nevyhynul, ale 4 druhy jsou kriticky ohrožené, 15 druhů patří k ohroženým a 138 druhů bylo zařazeno mezi zranitelné (Miller, Morris 2000). K endemitům patří i většina druhů dřevin formujících přirozená lesní, hájová a křovinná společenstva. K nejvýznamnějším endemickým druhům dřevin patří stromovitý dračinec rumělkový (*Dracaena cinnabari*), kadidlovníky (*Boswellia ameero*, *B. elongata*, *B. dioscoridis*, *B. popoviana*, *B. nana*, *B. socotrana*), myrhovníky (*Commiphora socotrana*, *C. ornifolia*, *C. parvifolia*, *C. planifrons*), stromovité pryšce (*Euphorbia arbuscula*, *E. socotrana*), vzácný endemický keř *Dirachma socotrana* a jediný známý planě rostoucí granátovník (*Punica protopunica*). Pro Sokotru jsou typické nápadné sukulentní dřeviny, zvláště endemický okurkovník (*Dendrosycios socotrana*), jediná dřevina čeledi tykvovité (*Cucurbitaceae*), lahvovník (*Adenium obesum*, ssp. *socotranum*) a vzácně na zastíněných skalách rostoucí endemická *Dorstenia gigas* z čeledi morušovité (*Moraceae*). Druhově bohatá a dosud málo prozkoumaná je i fauna. Zvláštností Sokotry je to, že se zde s výjimkou netopýrů přirozeně nevyskytovali savci, což bývá považováno za důkaz, že se Sokotra oddělila od africké pevniny ještě před vznikem savců (Wranik 1999).

Ostrov Sokotra má bohatou historii. Ve starověku byl nazýván Dioscorida a byl proslulý především produkcí „dračí krve“, rudé, na vzduchu tuhnoucí klejoprskyřice z dračince rumělkového (*Dracaena cinnabari*), kadidla, myrhy a léčivé šťávy z aloe (*Aloe perryi*). Archeologické nálezy a od počátku našeho letopočtu i historické prameny dokládají souvislé osídlení Sokotry, pravděpodobně od 4. století n.l. zde žili křesťané, v polovině 15. století se Sokotra stala součástí muslimského jihojemenského sultanátu a s výjimkou několika let počátkem 16. století, kdy byl ostrov okupován Portugalci, zůstal součástí Jemenu dodnes. Na ostrově vznikla specifická populace Sokotránců se svébytnou archaickou pasteveckou kulturou, žijících v centrální části ostrova. Označují se jako „bedu“, žijí v kmenech vedených šejky, mají dosud společné vlastnictví pozemků. Hovoří svébytným jazykem považovaným za „reliktní“ jihoarabskou větev semitských jazyků (Naumkin 1988, 1993). Sokotránština je zcela odlišná od moderní arabštiny. O těsném soužití místní populace s přírodou svědčí to, že „bedu“ umí odlišit a v sokotránštině pojmenovat prakticky všechny druhy místních dřevin.

Současný počet obyvatel na Sokotře je odhadován na 44 000, je zřejmé, že v posledním období zde dochází k prudkému zvyšování počtu obyvatel, typickému pro rozvojové země. Na ostrově nikdy nebylo významně rozšířeno pěstování obilnin ani jiných polních plodin, obilí a především rýže byla a dodnes je dovážena. Místní obyvatelé se živí především pastvou dobytka, v pobřežních vesnicích také rybolovem. Doplnkovým zdrojem obživy je pěstování datlových palm. Počet hospodářských zvířat je též pouze odhadován, podle údajů v regionálním plánu žije na ostrově v současné době 29 000 koz, 7 300 ovcí, 2 500 kusů hovězího dobytka, 400 velbloudů a několik desítek oslů. Pastva dobytka je nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím stav vegetační složky geobiocenóz. Vliv pastvy na vegetaci se v posledních desetiletích zřetelně zvyšuje, dochází k ohrožení řady rostlinných druhů a společenstev, které se v podmínkách nepřetržitého impaktu intenzivní pastvy nemohou obnovovat. Cestovní ruch se začíná pomalu rozvíjet teprve v posledních letech, počet návštěvníků je dosud nepatrný, ročně navštíví Sokotru několik pouze několik desítek turistů. S rozvojem ekologicky šetrného cestovního ruchu je ovšem spojován nezbytný rozvoj sokotránského hospodářství, postupně je budována nezbytná infrastruktura, především komunikace. V posledních letech dochází k soustředování nové výstavby do provinčního centra Hadibo na severním pobřeží, kde se začínají projevovat negativní vlivy živelné urbanizace. Významným limitem dalšího rozvoje hospodářství Sokotry je nedostatek vodních zdrojů.

4. Geobiocenologická typologie Sokotry

4.1. Východiska

Velké potíže při geobiocenologické typizaci Sokotry působí nedostatečné znalosti o základních vlastnostech ekotopu. Velmi sporadické jsou znalosti klimatických podmínek, neboť na ostrově není žádná klimatická stanice s dlouhodobou řadou měření, zcela chybí jakékoli údaje o charakteru půd. Proto jsme v rámci řešení projektu Sokotra provedli řadu pilotních klimatologických šetření, doplňkový geologický průzkum a základní pedologické šetření (Buček, Pavliš a kol. 2001). Klimatická šetření přinesla cenné výsledky o rozdílech teplot a vlhkosti vzduchu a půd v různých částech ostrova, především v závislosti na nadmořské výšce a reliéfu. Unikátní jsou také výsledky rozborů 4 půdních vzorků z různých lokalit, neboť se zřejmě jedná o první disponibilní údaje o charakteru půd na Sokotře.

Podkladem pro vymezení a zpracování předběžných charakteristik geobiocenologických jednotek byly terénní poznámky a 55 typologických zápisů, které při průzkumu Sokotry v letech 1999-2001 pořídili A. Buček a P. Jelínek. V těchto zápisech jsou charakterizovány hlavní rysy ekotopu (nadmořská výška, expozice a sklon svahu, rámcová charakteristika geologického podloží, reliéfu a půdních vlastností) a synusie dřevin (výška hlavní úrovně, patrovitost, pokryvnost jednotlivých druhů). Dále jsou uvedeny ty druhy synusie podrostu, které se podařilo determinovat. Při zpracování charakteristik bylo též přihlédnuto k 58 zápisům druhového složení rostlinných společenstev prezentovaných v závěrečné zprávě projektu EPC/GEF/UNOPS (Miller, Morris 2000). Předběžný návrh geobiocenologického klasifikačního systému (Buček, Pavliš a kol. 2001) byl dále upřesněn a modifikován při terénním průzkumu typů biotopů v roce 2002, kdy H. Habrová a K. Král pořídili 220 typologických poznámek a při terénním průzkumu v pohoří Skant v roce 2003, který provedli A. Buček a H. Habrová. Dále prezentovaný geobiocenologický klasifikační systém geobiocenózy ostrova Sokotry je stále ještě nutno považovat za předběžné sdělení, které bude doplněno po vyhodnocení výsledků dalšího terénního průzkumu.

4.2. Vegetační stupně

Na ostrově Sokotra jsme rozlišili pět vegetačních stupňů, odrážejících rozdíly ve vegetaci, způsobené rozdíly výškového a expozičního klimatu, zvláště rozdíly teplot a vertikálních i horizontálních srážek. Vegetační stupně jsou označeny čísly 1 až 5 (od nejteplejších a nejsušších pobřežních plošin až po relativně humidní vrcholy pohoří Haggeher v centrální části ostrova). Jsou nazvány jednak orografickými termíny, jednak v sokotránštině podle typické hlavní dřeviny (název je v plurálu, označujícím „mnoho“). Užití sokotránšských názvů považujeme za důležité, neboť jsou lépe pochopitelné místními obyvateli.

1. vegetační stupeň: *meterhel* (planární)

Rozpětí nadmořských výšek: 0–100 m

Hlavní rys ekotopu:

Pobřežní plošiny a ploché pahorkatiny s teplým a suchým aridním klimatem (průměrné roční teploty zhruba 27°C, průměrné roční srážky nižší než 200 mm). Území bez trvalých vodních toků, koryta wádí se zaplňují pouze v období dešťů.

Vegetace:

Opadavé křoviny s *Croton socotranus*, *Jatropha unicostata*, *Euphorbia arbuscula*, *Dendrosicyos socotrana*. Výjimečně opadavé háje s *Commiphora ornifolia* a *Maerua angolensis* ssp. *socotrana* na zrnitostně těžších sprašových půdách (pouze v oblasti Qa'arah na jižním pobřeží).

Aktuální stav krajiny:

Nejvyšší hustota osídlení, velmi silný vliv pastvy. Převažují otevřené nízké křoviny, často s plochami zakrslých křovin a degradovaných pastvin v okolí sídel.

2. vegetační stupeň: *emhar* (kolinní)

Rozpětí nadmořských výšek: (50)100–500(600) m

Hlavní rysy ekotopu:

Členité pahorkatiny a vrchoviny s nízkými srážkami a subaridním klimatem (průměrné roční teploty zhruba 24°C, průměrné roční srážky cca 400 mm). Převážně periodicky vysýchavá koryta vodních toků.

Vegetace:

Opadavé lesy, háje a sukulentní křoviny obvykle s kadidlovníky a myrhovníky (*Burseraceae*) – *Boswellia ameero*, *B. elongata*, *B. discoridis*, *Commiphora ornifolia*, *C. socotrana*, *C. planifrons*. Často se vyskytují další předrůstavé dřeviny – *Sterculia africana ssp. socotrana*, *Lannea transulata* a *Tamarindus indica*, dosahující zde v rámci Sokotry nejmohutnějších rozměrů. V sukulentních křovinách dominuje lahvovník *Adenium obesum*.

Aktuální stav krajiny:

Vysoká hustota osídlení. Převažují nízké křoviny, dosti často s rozptýlenými nadúrovňovými stromy, místy s plochami zakrslých křovin a sukulentních křovin.

3. vegetační stupeň: *ariob* (submontánní)

Rozpětí nadmořských výšek: (400)500–800(900) m

Hlavní rysy ekotopu:

Vápencové planiny a členité vrchoviny se zaříznutými údolími. Relativně humidní klima, začíná se projevovat vliv horizontálních srážek. Průměrné roční teploty zhruba 22°C, průměrné roční srážky okolo 600 mm). Trvalé vodní toky.

Vegetace:

Poloopadavé lesy a háje s optimálními podmínkami pro *Dracaena cinnabari*. K dračinci rumělkovému jsou přimíšeny různé druhy čeledi *Burseraceae*, v keřovém patře dominuje *Croton sarcocarpus*. Humidnější klimatické podmínky indikuje pravidelný výskyt epililitických a epifytických lišejníků.

Aktuální stav krajiny:

Nízká hustota osídlení. Převažují nízké křoviny, často s řídkými nadúrovňovými stromy *Dracaena cinnabari*, místy se vyskytují zakrslé křoviny a sporadicky i trávníky. Vzácně jsou zachovány zbytky dračincových lesů a hájů.

4. vegetační stupeň: *dagaš* (montánní)

Rozpětí nadmořských výšek: 800–1200(1300) m

Hlavní rysy ekotopu:

Členité žulové hornatiny a nejvyšší části vápencových planin s humidním klimatem a relativně vysokými srážkami (průměrné roční teploty asi 20°C, průměrné roční srážky, včetně srážek horizontálních zhruba 900-1000 mm). Projevuje se silný vliv časté nízké oblačnosti a mlh, pravidelný výskyt rosy. Pramenná oblast hlavních vodních toků, trvalý průtok v bystřinných potocích.

Vegetace:

Vždyzelené lesy a háje s dominantními *Dracaena cinnabari*, *Euphorbia socotrana*, *Euclea balfourii* ve stromovém patře, v keřovém patře nejčastěji *Cephalocroton socotranus*, *Allophylus rhoidiphyllus*, *Croton sulcifructus*, *Cocculus balfourii*, *Euryops arabicus*, *Carphalea socotrana* a *Hypericum scopulorum*. Vysoká pokryvnost epililitických a epifytických lišejníků.

Aktuální stav krajiny:

V současné době velmi řídké osídlení. Převažují zapojené a otevřené vysoké křoviny, vzácněji, především na strmých suťových svazích, i zbytky přirozených lesů a hájů.

Roztroušeně se zachovaly zbytky pravděpodobně předislámských kamenných chýší. Místy archetyp prehistorické dlouhodobě kultivované pastevní krajiny s plochami upravovaných čištěných trávníků na plošinách a mírných svazích. Plochy těchto pastvin jsou obvykle ohrazeny prastarými kamennými valy.

5. vegetační stupeň: azabzabahan (alto-montánní)

Rozpětí nadmořských výšek: 1200–1500 m

Hlavní rysy ekotopu:

Vrcholová část členité žulové hornatiny Haggeger, ovlivněná vrcholovým fenoménem, s humidním klimatem výrazně ovlivněným horizontálními srážkami (průměrné roční teploty pravděpodobně méně než 20°C, průměrné roční srážky vyšší než 1000 mm). Prakticky celoročně se projevuje silný vliv větru, nízké oblačnosti a častějších atmosférických srážek, doplňovaných soustavně tvorbou rosy. Pramenné úseky trvalých bystřinných toků.

Vegetace:

Vždyzelené lesy, háje a křoviny s *Pittosporum viridiflorum*, *Dracaena cinnabari*, *Euphorbia socotrana*, *Euclea balfourii* ve stromovém patře, v keřovém patře se typicky vyskytují *Thamnosma socotrana*, *Croton sulcifructus*, *Hypericum scopulorum*, *Coelocarpum haghiriense* a *Euryops arabicus*, velmi hojný je výskyt epifytických lišejníků. Souvislý kryt epililitických lišejníků a zakrslé horské polštářové keřky na strmých skalních srážech.

Aktuální stav krajiny:

Bez trvalého osídlení, roztroušené zbytky pravděpodobně předislámských kamenných chýší. Mozaika upravovaných čištěných pastvin, horských hájů a křovin a přirozené polštářové vegetace na skalách. Na tento vegetační stupeň je vázán výskyt vzácného endemického druhu strnada *Emberiza socotrana*.

4.3. Ekologické řady

T r o f i c k é ř a d y vyjadřují podmínky bioty, dané obsahem živin v půdách a půdní reakcí. V systému geobiocenologické typizace označujeme trofické řady velkými písmeny abecedy. Vzhledem k naprostému nedostatku základních informací o vlastnostech půd na ostrově Sokotra bylo možno předběžně rozlišit pouze tři trofické řady a jednu meziřadu.

Trofická řada C- nitrofilní: minerálně velmi bohaté půdy s vyšším obsahem dusíku na tranzitně-akumulačních a akumulacích tvarech reliéfu, především na suťových svazích a sutích, indikované výskytem nitrofilních druhů, např. *Dioscorea lanata*, *Ledebouria grandifolia*, *Trichodesma scotii*, ze stromovitých dřevin zde mají centrum výskytu např. *Sterculia africana ssp. socotrana* a *Lanea transulta*.

Trofická meziřada BD - mezotrofně bázická: půdy minerálně velmi dobře zásobené s mírně kyselou půdní reakcí, zřejmě převažující na granitických horninách

Trofická řada D – bázická: neutrální až mírně alkalické, bázemi velmi dobře zásobené půdy na vápencovém podloží

Trofická řada S - slaná: alkalické půdy s vysokým obsahem solí, především na mořském pobřeží a pobřežních plošinách v dosahu působení mořské vody, typický výskyt halofytů, např. *Limonium socotranum*, *L. paulayanum*, *Atriplex griffithii*, *A. farinosa* a *Zygophyllum decumbens*, ze stromovitých dřevin *Avicennia marina*

H y d r i c k é ř a d y vystihují rozdíly vlhkostního režimu půd, jednotlivé hydrické řady se odlišují množstvím disponibilní vody v rhizosféře. Rozdíly vlhkostního režimu půd v rámci relativně homogenních klimatických podmínek vegetačních stupňů jsou dány především rozdíly v morfologii reliéfu a v charakteru půd. V základní normální řadě jsou atmosférické srážky obvykle využity kořeny rostlin, v suché a omezené řadě dochází k nadměrnému odtoku, výparu či průsaku, v zamokřené a mokré řadě ovlivňuje rhizosféru přídavná voda, která se na lokalitu dostává přelivem či podmokem. V systému geobiocenologické typologie označujeme hydrické řady čísly od nejsušších k nejvlhčím. Na Sokotře jsme rozlišili pět hydrických řad.

1. suchá hydrická řada: srázy, skalnaté svahy a pískové duny s velmi rychlým odtokem, velmi silným výparem anebo velmi rychlým průsakem, obvykle sporadická nezapojená vegetace, výskyt sukulentů

2. omezená hydrická řada: mělké půdy na strmých skalnatých svazích, obvykle osluněných a ovlivněných výsušnými větry, omezený vzrůst dřevin, výskyt sukulentů

3. normální hydrická řada: hlubší půdy bez zrychleného odtoku či průsaku, atmosférické srážky jsou využity kořeny rostlin pro evapotranspiraci

4. zamokřená hydrická řada: rhizosféra je periodicky či trvale ovlivněna přídavnou podzemní vodou, výskyt především ve vádí na dnech údolí, v okolí pramenů a trvalých vodních toků

5. mokrá hydrická řada: trvale vodou nasycené půdy prosychající i v suchých obdobích pouze ve svrchní části půdního profilu, na Sokotře se jedná především o půdy příbřežních plošin, ovlivněné slanou podzemní vodou

4.4. Hlavní typy geobiocénů

V následujícím přehledu jsou prezentovány stručné předběžné charakteristiky hlavních typů geobiocénů vůdčích trofických a hydrických řad v jednotlivých vegetačních stupních. V geobiocenologické formuli označuje první číslo vegetační stupeň, dále je uvedena trofická řada či meziřada, hydrická řada a název odvozený z dominantních dřevin přirozených porostů. Stručně jsou charakterizovány hlavní rysy ekotopu a vegetační složka relativně přirozených biocenóz, uvedeny jsou hlavní agrolesnický využitelné dřeviny vhodné pro výsadby a přehledně též typy biotopů, které byly dosud zjištěny na lokalitách typu geobiocénu. Uvedené typy geobiocénů zaujímají na ostrově Sokotra největší plochu a mají tedy rozhodující význam pro tvorbu ekologické sítě a agrolesnická opatření. Podrobné charakteristiky a další typy geobiocénu budou obdobným způsobem zpracovány v navazující etapě zpracování výsledků terenních průzkumů.

1 : BD-D : (2)3 : Croton - Jatropha

Ekotop: Pobřežní plošiny a ploché pahorkatiny v nadm. výšce 5-100(150)m s velmi teplým a suchým aridním klimatem.

Vegetace: Opadavé nízké křoviny (1,5-2,5 m výšky) s dominancí *Croton socotranus* a *Jatropha unicostata* s rozptýlenými nadúrovňovými stromy, hlavně *Zizyphus spina-christi* (s maximální výškou 5 m) a *Euphorbia socotrana*, méně často *Maerua socotrana*, vzácně i s okurkovníkem *Dendrosicyos socotrana*. Ve spodní vrstvě keřů se hojně vyskytuje *Cissus subaphylla*.

Agrolesnický využitelné dřeviny: *Zizyphus spina-christi*

Hlavní typy biotopů:

- S.2.1. Křoviny s *Croton socotranus* (*meterhel*) – především otevřené a řídké
- S.2.2. Křoviny s *Jatropha unicostata* (*seborhi*) – především otevřené a řídké
- S.3.1. Řídké zakrslé křoviny s *Lycium socotranum*
- D.1. Degradované pastviny s *Cassia holosericea* a *Tephrosia holosericea*
- U.1. Zastavěná území

2 : BD-D : 3 : Boswellia-Commiphora

Ekotop: Mírné a střední svahy s hlubokými půdami v členitých pahorkatinách a vrchovinách v nadm. výšce 200-500 m.

Vegetace: Opadavé lesy a háje s dominancí kadidlovníků a myrhovníků čeledi *Burseraceae*, především *Boswellia elongata*, *B. ameero* a *Commiphora ornifolia*. V keřovém patře se nejčastěji vyskytují *Croton socotranus*, *Jatropha unicostata*, *Carphalea obovata*, *Cissus hamaderohensis*, a někdy i sukulentní lahvovník *Adenium obesum*.

Agrolesnický využitelné dřeviny: *Boswellia elongata*, *B. ameero* a *Commiphora ornifolia*

Hlavní typy biotopů:

- F.3. ++ Opadavé lesy s *Boswellia* spp. nebo *Commiphora* spp. (*emhar*)
- W.2. + Opadavé háje s *Boswellia* spp. a *Commiphora* spp
- S.2.3. Smíšené nízké křoviny s *Croton socotranus*, *Jatropha unicostata*, *Carphalea obovata*
- S.3.2. Smíšené zakrslé křoviny s *Placopoda virgata*

3 : D : 3 : Dracaena

Ekotop: Vápencové planiny se škrapovými poli ve vrcholových částech plošin a mírných svahů, někdy s akumulovanými půdami v depresích a navazující krasové svahy s roklemi a srázy. Nadmořská výška 450-700(800) m. Mesické klimatické podmínky.

Vegetace: Poloopadavé lesy a háje s dominancí *Dracaena cinnabari* ve stromovém patře (obvykle s výškou 6-8 m) a s roztroušeným výskytem dalších stromů, především *Commiphora ornifolia*, *Boswellia elongata*, *B. dioscoridis*. V keřovém patře většinou převládají *Croton sarcocarpus* a *Jatropha unicostata*, dále se nejčastěji vyskytují *Jatropha unicostata* a *Buxus hildebrandtii*. Mesické klimatické podmínky jsou indikovány výskytem epifytických a epilitických lišejníků.

Agrolesnický využitelné dřeviny: *Dracaena cinnabari*, *Commiphora ornifolia*, *Boswellia elongata*, *B. dioscoridis*

Hlavní typy biotopů:

- F.1. ++ Lesy s *Dracaena cinnabari* (*ariob*)
- W.1. + Háje s *Dracaena cinnabari*
- S.2.4. Nízké křoviny s *Croton sarcocarpus* a *Buxus hildebrandtii*
- S.3.3. Zakrslé křoviny *Buxus hildebrandtii*

4 : BD : 3 : Euphorbia socotrana

Ekotop: Mírné a střední svahy v žulové hornatině Haggeher a nejvyšší části vápencových planin s hlubokými půdami v nadm. výšce 900-1200(1300) m. Humidní klima ovlivněné nízkou oblačností, s horizontálními srážkami.

Vegetace: Vždyzelené nízké lesy a háje s *Dracaena cinnabari*, *Euphorbia socotrana*, *Sideroxylon fimbriatum* a *Euclea balfouri* ve stromovém patře (výška 4-6/8/ m). V keřovém patře se typicky vyskytují *Croton sulcifructus*, *Allophylus rhoidiphyllus*, *Cephalocroton socotranus*, *Cocculus balfouri* a *Carphalea obovata* s křovitými druhy třežalek, především *Hypericum scopulorum* v dolní vrstvě.

Agrolesnický využitelné dřeviny: *Dracaena cinnabari*, *Euphorbia socotrana*, *Punica protopunica*

Hlavní typy biotopů:

- F.4. ++ Vždyzelené horské lesy s *Dracaena cinnabari* a *Euclea balfouri*
- W.3. + Vždyzelené horské háje s *Dracaena cinnabari* a *Euclea balfouri*
- S.1.1. + Smíšené horské vysoké křoviny s *Allophyllus rhoidiphyllus* a *Rhus thyriflora*
- S.2.5. Horské nízké otevřené křoviny s *Hypericum scopulorum*
- G.1. + Čištěné horské pastviny

5 : BD : 3 : Pittosporum viridiflorum

Ekotop: Mírné a střední svahy ve vrcholové části žulové hornatiny Haggeher v nadm. výšce (1200)1300-1500 m. Hluboké, trvale čerstvě vlhké půdy, humidní klima, polohy ovlivněné vrcholovým fenoménem.

Vegetace: Vždyzelené horské nízké lesy a háje s *Pittosporum viridiflorum*, *Dracaena cinnabari*, *Euphorbia socotrana*, *Spinuluma discolor* a *Euclea balfouri* ve stromovém patře s maximální výškou 5-7 m. V keřovém patře se nejčastěji vyskytují *Croton sulcifructus*, *Allophyllus rhoidiphyllus*, *Hypericum scopulorum*, *Coelocarpum hagghiriense*, *Pulicaria lanata* a *Euryops arabicus*. Z bylinných druhů je nápadný výskyt *Begonia socotrana* a *Exacum coeruleum*, indikující trvale vlhké půdy.

Agrolesnický využitelné dřeviny: *Pittosporum viridiflorum*

Hlavní typy biotopů:

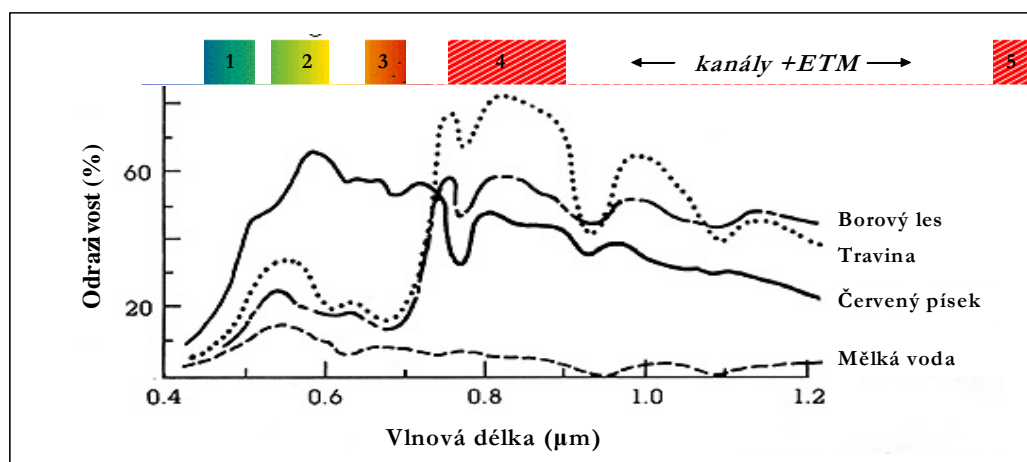
- F.4. ++ Vždyzelené horské lesy s *Dracaena cinnabari*, *Pittosporum viridiflorum* a *Euclea balfouri*
- W.3. + Vždyzelené horské háje s *Dracaena cinnabari* a *Euclea balfouri*
- S.2.5. Horské nízké křoviny s *Hypericum scopulorum*
- G.1. + Čištěné horské pastviny
- D.2. Erozní rýhy a strže na horských pastvinách

5. Konstrukce mapy vegetačních stupňů interpretací dat dálkového průzkumu Země

Překvapivé výsledky poskytlo ověření možností prostorového vymezení vegetačních stupňů pomocí dálkového průzkumu Země (DPZ).

5.1. Použitá data DPZ a jejich specifika

DPZ využívá základní fyzikální vlastnosti všech objektů: různé povrchy (objekty) mají v jednotlivých částech spektra rozdílnou odrazivost. Specifická je zejména *spektrální křivka vegetace* (viz obrázek č. 1 - tečkovaně). Vegetace absorbuje velkou část záření ve viditelné části spektra pomocí pigmentů - karoteny a xantofyly v modré a chlorofyl v červené oblasti, proto je odrazivost v zelené části spektra relativně vysoká. Naproti tomu (a oproti ostatním povrchům) má vegetace v blízké infračervené oblasti spektra vlivem struktury pletiv odrazivost velmi vysokou, čehož se využívá při konstrukci většiny vegetačních indexů (viz. níže). Na dané spektrální křivce se „podepisuje“ i druh a aktuální stav (aktivita) vegetace. **Voda** má vysokou absorpci záření ve všech částech spektra, proto je její odrazivost velmi nízká. **Holá půda** má odrazivost proměnlivou vzhledem k obsahu vody a minerálů, struktuře, textuře, atd. Většinou však bývá její odrazivost průměrná v celém spektru.



Obr. č. 1. Spektrální křivky různých povrchů.

Z dostupných dat byl vybrán satelitní snímek Landsatu 7 ETM z vegetačního období (duben 2001), který obsahuje celkem 8 kanálů v různých vlnových délkách spektra (od viditelného až po termální). Specifickým zpracováním se dají z kombinací určitých kanálů získat další cenné informace.

Jako zdroj dat o nadmořské výšce a reliéfu terénu byl použit digitální model terénu.

5.2. Vztah mezi daty DPZ a klimatickými gradienty

Mnoho autorů se pokoušelo definovat vztahy mezi klimatickými proměnnými a daty DPZ. Byla dokázána různá závislost mezi NDVI (*Normalised Difference Vegetation Index* – normalizovaný rozdílový vegetační index) a jednotlivými klimatickými zónami. V horkých zónách Afriky byla nalezena vysoká korelace zejména mezi hodnotami NDVI a množstvím srážek (Hielkema 1986, Malo et Nicholson 1990, Davenport et Nicholson 1993). V chladných zónách NDVI koreluje spíše s teplotami vzduchu (Cihlar 1993) a v teplých zónách jsou hodnoty NDVI ovlivňovány jak teplotami, tak množstvím srážek (Schultz et Halpert 1993). Jelikož Sokotra biogeograficky náleží k blízkému Somálskému poloostrovu, vegetační index odráží zejména distribuci a množství srážek v rámci ostrova.

Termální kanál Landsatu umožňuje vytvořit i mapu teploty povrchu ostrova. Mezi nadmořskou výškou a hodnotami NDVI v rámci ostrova však byla nalezena vyšší závislost než mezi nadmořskou výškou a hodnotami teplot povrchu. Proto byla pro konstrukci rámcové mapy vegetačních stupňů použita mapa NDVI, která lépe znázorňuje výškový gradient klimatu (v tomto případě srážek).

5.3. NDVI (Normalised Difference Vegetation Index)

NDVI představil Rouse et al. (1974) s cílem vytvořit spektrální vegetační index, který odděluje aktivní vegetaci od ostatního spektrálního pozadí (půdy):

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

kde NIR (Near Infra Red) je hodnota odrazivosti v blízké infračervené části spektra (4. kanál senzoru ETM) a RED je hodnota odrazivosti v červené části spektra (3. kanál ETM).

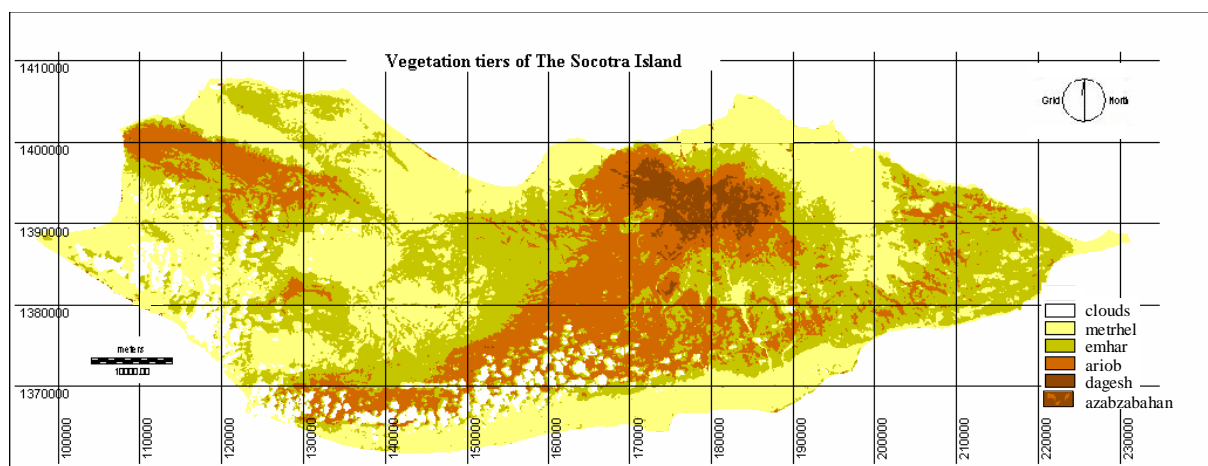
Jedná se o všeobecně nejpoužívanější VI a to zejména díky své schopnosti minimalizovat vliv reliéfu a zároveň poskytovat lineární měřítko měření. Hodnota NDVI reprezentuje jak stav (aktivitu) a pokryvnost vegetace tak množství biomasy. Výsledkem je bezrozměrné číslo v intervalu $<-1, +1>$.

5.4. Předběžná mapa vegetačních stupňů

Jak vyplývá z předchozího textu, základem pro tvorbu předběžné mapy vegetačních stupňů byla mapa rozložení hodnot NDVI na ostrově. Z této mapy je jasně patrné, že hodnota

NDVI s nadmořskou výškou stoupá. Výjimku tvoří dva typy biotopů, kde je vegetace ovlivněna buď vodou (mangrove), nebo vodou a důsledkem lidské činnosti (datlovníkové plantáže). Tyto typy biotopů nižších nadmořských výšek avšak s vysokou hodnotou NDVI byly při tvorbě mapy VS eliminovány pomocí mapy typů biotopů.

Takto upravené hrubé hodnoty NDVI byly setříděny do 5 tříd: **0** – „velmi nízký“ - interval hodnot (-0,84 ; -0,38), **1** – „nízký“ (-0,38; -0,3), **2** – „střední“ (-0,3; -0,25) **3** – „vysoký“ (-0,25; -0,15) **4** – „nejvyšší“ (-0,15; 0,32). Hraniční hodnoty (intervaly) jednotlivých tříd byly určeny empiricky tak, aby odpovídaly do té doby poznanému rozložení vegetačních stupňů na ostrově. Pro mapový výstup byla mapa upravena majoritním filtrem pomocí pohyblivého okna 5 x 5 pixelů, aby se odstranila zrnitost a šum a zvýraznily se významnější trendy vegetační stupňovitosti na ostrově. Třída 0 odpovídá moři, ostatní třídy 1 – 4 odpovídají po řadě jednotlivým vegetačním stupňům. Pátý vegetační stupeň – azabzabahan je tvořen nejvyššími enklávami v rámci čtvrtého vegetačního stupně. Oblačnost byla specifikována zvlášť pomocí údajů termálního kanálu.



Obr. č. 2: Předběžná mapa vegetačních stupňů

Průběh hranic mezi jednotlivými vegetačními stupni je ještě nutno upřesnit na základě dat terénního průzkumu, avšak již tato předběžná mapa poskytuje rámcovou informaci o vegetační stupňovitosti ostrova (viz obr. 2)

6. Koncepce tvorby ekologické sítě

Při vymezování kostry ekologické stability na ostrově Sokotra je možno navázat na výsledky podrobného průzkumu diverzity flóry a vegetace v posledním desetiletí, prováděného především A.G. Millerem a jeho spolupracovníky z Royal Botanic Garden Edinburgh. Skupina britských vědců cílevědomě navázala na výsledky prvního soustavného botanického výzkumu Sokotry, který koncem 19. století provedl skotský botanik Sir Isaac Bayley Balfour (Balfour 1888). První předběžný návrh soustavy území, nejcennějších z hlediska zachování diverzity cévnatých rostlin byl prezentován v roce 1996 (Miller, Bazara'a 1998). Sedm oblastí zvýšeného zájmu zahrnuje území s maximální biodiverzitou a bohatým výskytem endemitů. Podrobnější návrh diferenciací využití krajiny včetně návrhu soustavy chráněných území byl zpracován jako podklad pro regionální plán Sokotránského souostroví (Miller et al 1999). Převážná část ostrova Sokotry je navrhována k ochraně jako národní park, zahrnující 2748 km², tedy 72,6% celkové plochy Sokotránského souostroví. V rámci navrhovaného národního parku byla vymezena území zvláštního botanického zájmu (*Areas of Special Botanical Interest*). Nejprísnejší ochranný režim je navrhován v přírodních útočištích (rezervacích) (*Nature sanctuary*), které zaujímají plochu 95

km², tj. 2,5% území. V těchto navrhovaných rezervacích by měly být chráněny přírodní nebo přirozené podmínky vývoje ekosystémů bez jakýchkoli hospodářských aktivit.

V samostatné studii byly velmi podrobně a pečlivě rozebrány problémy 18 nejvýznamnějších cílových území (*target areas*) (Miller, Morris et al 2000). V této studii jsou shrnuty poznatky o geografických podmínkách, charakteru klimatu, vegetaci, socioekonomických vlivech, současném využití půdy a podmínkách zachování biodiverzity rostlinných druhů. Součástí charakteristik cílových oblastí je i podrobná floristická inventarizace včetně výčtu endemitů, klíčových (*flagship species*) a indikačních (*indicator species*) druhů. Hodnota jednotlivých území a stupeň jejich ochrany jsou odvozovány především z počtu endemických druhů vyšších rostlin, vzácnosti výskytu a stupně ohrožení.

Velkým problémem v současných podmínkách Sokotry je ovšem reálné uplatnění ochrany a zajištění péče v navrhovaných chráněných územích. Při respektování územního plánu lze zabránit negativním účinkům nových rozvojových aktivit (průmyslový rozvoj, výstavba, intenzivní zemědělství). Největším problémem Sokotry je ovšem pastva dobytka. S výjimkou navrhovaných přírodních rezervací je ve všech kategoriích chráněných území předpokládána „kontrolovaná pastva“. Reálnost zákazu pastvy či kontrolované pastvy je ovšem v současných podmínkách velmi problematická. Pastva dobytka je až dosud na Sokotře hlavním a často jediným zdrojem obživy místních obyvatel. Rostoucí počet obyvatel vede ke zvyšování stavů dobytka a k využívání všech dostupných zdrojů potravy pro extenzivní chov dobytka. Dlouhodobý vliv pastvy vede k ústupu spásaných druhů rostlin a k šíření druhů, které nejsou spásány nebo mají velkou regenerační schopnost.

V cílovém stavu by ekologickou sítí ostrova Sokotry měla tvořit soustava území s přirozenými ekosystémy, reprezentující rozmanitost přírodních podmínek ostrova a zajišťující trvalé zachování genofondu. V rámci projektu rozvojové pomoci jsme se soustředili jednak na poznání rozmanitosti přírodních podmínek a současného stavu biotopů, jednak na hledání způsobů reálně možné péče o lesní skladebné součásti ekologické sítě s využitím agrolesnických postupů. Rozmanitost přírodních podmínek a jim odpovídajících přírodních biocenóz vystihuje typologická klasifikace území (vegetační stupně, ekologické řady a typy geobiocénů), rozmanitost aktuálních společenstev klasifikace typů biotopů. Při zpracování těchto geoekologických podkladů jsme navázali na disponibilní informace o přírodě Sokotry a podle možností jsme je doplnili vlastním výzkumem. Při hledání vhodných agrolesnických postupů jsme nemohli navázat na žádné předchozí výsledky a zkušenosti. Na Sokotře byly až dosud spíše nahodile prováděny pokusy s výsevy některých dřevin ve školce v Suku. Pokud se podařilo vypěstovat sazenice, nebyly nikdy přesazovány mimo objekt školky.

Přitom všechny dosavadní poznatky potvrzují vhodnost využití postupů pastorálního agrolesnictví jako jedině možného realizovatelného přístupu k vytvoření fungující ekologické sítě jako soustavy ekologicky relativně stabilnějších segmentů krajiny v přírodních a socioekonomických podmínkách Sokotry. Vhodným východiskem pro tvorbu lokálních interakčních prvků v nejhustěji osídlené a pastvou nejintenzivněji dotčené krajině nižších vegetačních stupňů jsou zde výsadby dřevin v rodinných zahradách. Získané poznatky o trvalých ekologických podmínkách a dynamice růstu dřevin umožňují vytvářet i menších lokálních biocenter. Pro modelové řešení lokálního biocentra je nejvhodnější příbřežní sprašová plošina v oblasti *Quarrah*. Zde je možno reálně přistoupit k výsadbám stromovitých dřevin, především *ekše*, tj. endemického myrrhovníku *Commiphora ornifolia*, klíčového druhu biotopu zdejších savanových hájů. Současná populace je ve stádiu rozpadu a bez nových výsadeb tento na Sokotře unikátní typ biotopu příbřežních plošin 1. vegetačního stupně (*meterhel*) zcela zanikne. Přitom lze konstatovat, že pro založení lokálního biocentra je v oblasti *Quarah* i vhodné sociální prostředí, neboť místní obyvatelé si začínají být vědomi

potřeby obnovy stromovitých dřevin a díky školce a výsadbám v rodinných zahradách mohou sledovat úspěšný růst výsadeb.

Ve 2. a 3. vegetačním stupni lze jako základu lokálních biocenter především malých kamenných ohrad zakládáných pro mladá hospodářská zvířata. Trvalé ekologické podmínky umožňují růst endemických druhů čeledi *Burseraceae* (*Commiphora spp.*, *Boswellia spp.*) a také *Sterculia africana*, *ssp. socotrana* a *Lannea transulata*. Všechny tyto druhy poskytují potravu dobytku v období sucha a jsou tedy vhodné pro pastorálně agrolesnické využití.

Soustředili jsme se především na biosféricky významné biocentrum Firmihin, kde je až do současné doby zachována vitální populace endemického druhu dračince (*Dracaena cinnabari*). Dračincový les na Firmihinu patří zřejmě k jednomu z nejstarších kontinuálně existujících lesních ekosystémů na Zemi. Populace dračince je zde převážně ve stádiu zralosti, místy s přechody do stádia rozpadu, bez dostatečného zastoupení stádií obnovy a dorůstání. Na oplocené ploše v jižní části Firmihinu jsme začali sledovat dynamiku vývoje dřevin bez působení pastvy. Záchrana unikátně zachovaných biotopů dračincového lesa a háje na Firmihinu je možná pouze s využitím zahraničních finančních zdrojů. V průběhu 20. století došlo totiž k utlumení mezinárodního obchodu s dračí krví, pryskyřicí získávanou z dračincových kmenů. Dračí krev společně s kadidlem patřily od starověku k nejdůležitějším sokotránským exportním produktům. Pro místní populaci nemají tedy dnes dračince bezprostřední ekonomický význam, dračincový les je využíván pouze jako extenzivní pastvina se všemi průvodními jevy. Omezení pastvy na Firmihinu je možné jen tehdy, bude-li místním obyvatelům vhodnou formou nahrazen užitek z extenzivní pastvy dobytka. Výsledky sledování vývoje biocenózy v oplocence, založené na okraji celosvětově unikátního lesa dračince rumělkového (*Dracaena cinnabari*) v lokalitě Firmihin budou rozhodující pro stanovení dalšího postupu péče o tento jedinečný ekosystém.

V nejvyšších vegetačních stupních (4. *kelei*, 5. *azabzabahan*) budou základ ekologické sítě tvořit zachované zbytky přírodních a přirozených biocenóz, tvořící plošky v krajinné matici horských vysokých křovin a čištěných trávníků. Nová lokální biocentra je vhodné zakládat v prostorech degradovaných pastvin s nízkými keři, nevyužitelných pro pastvu. Vzhledem k nižší hustotě osídlení je zde zakládání takovýchto skladebných prvků reálné. V podmínkách Sokotry je důležité výrazné zlepšení hydrických účinků biocenóz po výsadbě stromovitých dřevin.

K nejcennějším lokalitám na Sokotře patří pramenné úseky vodních toků v žulovém pohorí Haggeher, tvořícím jádro ostrova. Vliv pastvy je zde méně výrazný, mnohé části roklí a zaříznutých údolí jsou v přirozeném až přírodě blízkém stavu. Lesní a hájové biotopy zde mají velký význam, neboť stromy jsou důležité pro zvýšení množství horizontálních srážek, které v těchto horských polohách zřejmě převažují nad intercepcí. Pro zajištění rovnoměrnosti odtoku má také velký význam stav půdy, především svrchních půdních horizontů. Nesporně pozitivní vodohospodářské účinky dřevin v pramenných úsecích potoků umožňují v budoucnu nalézt ekonomické zdroje pro péči o lesní a hájové biotopy a pro potřebné omezení až vyloučení pastvy dobytka. Předpokládaný rozvoj ekologicky přijatelného turistického ruchu na Sokotře není možný bez zajištění trvalých zdrojů kvalitní vody. Místním obyvatelům by bylo v budoucnu možné uhradit újmu způsobenou vyloučením pastvy v pramenných úsecích toků z výnosu poplatků za spotřebu vody v sídlech.

S péčí o budoucí lesní biocentra souvisí všechny další agrolesnické aktivity, podporované v rámci rozvojového projektu na Sokotře. V celé řadě lokalit, které dnes tvoří kostru ekologické stability, by tak bylo možné kontinuálně trvale zachovat populace dřevin jako rozhodujících edifikátorů přirozených geobiocenóz. Dlouhodobým cílem je naučit místní obyvatele obnovovat dřeviny jako součást postupů pastorálního agrolesnictví. Nejvhodnějším počátkem trvale udržitelného využívání místních druhů dřevin je podpora zakládání rodinných zahrad s těmi dřevinami, které místním obyvatelům poskytují bezprostřední užitek

(ovoce, dřevo, krmivo pro dobytek). Teprve po realizaci této počáteční fáze lze reálně začít s tvorbou ekologické sítě jako soustavy nejen existujících, ale i nově vytvářených biocenter a biokoridorů. Dosavadní zkušenosti a první výsledky získané při řešení projektu Sokotra v letech 1999-2003 ukazují, že aplikace postupů vymezení a tvorby ekologické sítě, které se v současné době uplatňují spíše v Evropě, je i ve výrazně odlišných přírodních a socioekonomických podmínkách Sokotry možná a účelná. Realizace navrhovaných skladebných prvků ekologické sítě je ovšem jednoznačně limitována objemem přidělených finančních prostředků.

Literatura

- Balfour, I. B. (1888):* Botany of Soqotra. Trans. Roy. Soc. Edinb. 31: 1-446
- Beydoun, Z. R., Bichan, H.R. (1970):* The geology of Socotra Island, Gulf of Aden. Quaterly Journal of the Geological Society of London. 125 : 413-446
- Buček, A. (1989a):* Aseguramento territorial de la estabilidad ecológica y sus condiciones en Cuba. In: Unidad hombre - naturaleza. Editorial Academia, La Habana. p. 9-24.
- Buček, A. (1989b):* Estabilidad ecológica. Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana. Mapa 1:5 000 000.
- Buček, A. (2002):* Geobiocenologická typologie krajiny a její aplikace. Hab. pr., MZLU Brno. 103 s., 10 příl.
- Buček, A. (2003):* Biogeografická diferenciace krajiny v geobiocenologickém pojetí – koncepcce, výsledky a aplikace. In : Štykar, J. (ed.): Geobiocenologie a její využití v péči o les a chráněná území. Sb. ref. konf. 4-5. 10. 2002 ve Křtinách. MZLU Brno 2003. s. 13-22
- Buček, A., Lacina, J. (1979):* Biogeografická diferenciace krajiny jako jeden z ekologických podkladů pro územní plánování. Územní plánování a urbanismus, 6 : 6 : 382-387
- Buček, A., Lacina, J. (2001):* Harmonická kulturní krajina venkova: sny a realita. In: Tvář naší země - krajina domova. Sb. příspěv. konf. 21.-23.února 2001 na Pražském hradě a v Průhonicích. Česká komora architektů, s.71- 76
- Buček, A., Lacina, J., González Otero, L. M. (2001):* Ekologická síť Kuby. In: Maděra, P. (ed.): Ekologické sítě. Sb. abstr. mez. konf. MZLU Brno. s. 5
- Buček, A., Lacina, J., Michal, I. (1996):* An ecological network in the Czech republic. Veronica Brno. 44 pp.
- Buček, A., Martínez, H. M. (1989):* Areas para la proteccion de la naturaleza y su evaluación como biocentros. Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana. Mapa 1:1 000 000
- Buček, A., Pavliš, J., Habrová, H. (2003):* Geobiocoenological typology and agroforestry as a tool for sustainable land-use of Soqotra Island. Proceedings of the Second Int. Symp. on The Developing Strategy of Socotra Archipelago and other Yemeni Islands, 14-16. Dec. 2003, Aden, Republic of Yemen. Aden University Printing and Publishing House. Vol II., pp. 97-108
- Buček, A., Pavliš, J., Pražan, B. (1998):* Tvorba ekologické sítě a agrolesnická, výchovná a kulturní východiska trvale udržitelného rozvoje ostrova Sokotry (Jemenská republika). Návrh projektu rozvojové pomoci. Rkp., 6 s.
- Buček, A., Pavliš, J., Adolt, R., Habrová, H., Jelínek, P. (2001):* Závěrečná zpráva projektu Tvorba ekologické sítě a agrolesnická, výchovná a kulturní východiska trvale udržitelného rozvoje ostrova Sokotry (Jemenská republika). Rkp. 233 s.
- Cihlar, J. (1993):* A multilayer analysis of the relationship between surface environmental variables and NDVI over the Canadian landmass. Remote Sensing Reviews 7: 151-177.

- Davenport M.L., Nicholson S.E., (1993):* On the relation between rainfall and the NDVI for diverse vegetation types in East Africa. *Int. Journal of Remote Sensing*. 14: 2369-2389.
- Diccon, A. (1998):* Ethnoflora of the Socotra Archipelago. RBG Edinburgh. 101 pp.
- Dumont, H. J. /ed./ (1998):* Proceedings of the first international symposium on Soqotra Island: present and future, Aden 1996. UNDP New York. 326 pp.
- Habrová, H. (2002):* Vliv pastvy na vegetaci biocentra Firminhin. In: Maděra, P. (ed.): Ekologické sítě. Sb. přísp. mez. konf. 23.-24.11.2001 v Brně. Geobiocenologické spisy, sv.6, MZLU v Brně a Mze, Praha, s. 230-232
- Habrová, H. a kol. (2004):* Zpráva o výsledcích řešení projektu Tvorba ekologické sítě, agrolesnická, kulturní a výchovná východiska trvale udržitelného rozvoje ostrova Sokotra v roce 2003, část B: Agrolesnictví a ekologická síť, 23 stran, 5 příloh
- Hielkema, J., U., Prince, S., D., Astle, W.L., (1986):* Rainfall and vegetation monitoring in the Savana Zone of the Democratic Republic of Sudan using the NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer. *International Journal of Remote Sensing*, 7: 1417-1434.
- Horník, S., Trnka, P. (1988):* Biogeografie. In: Horník, S. a kol.: Fyzická geografie II. SPN Praha. s.197-287
- Jelínek, P. (2002):* Ekologická síť Vietnamu. In: Maděra, P. (ed.): Ekologické sítě. Sb. přísp. z mez. konf. 23.-24.11. 2001 v Brně. Geobiocenologické spisy, sv. 6, MZLU v Brně a Mze, Praha. s. 243-247
- Lukašov, A.A. (1988):* Příroda Sokotry i Abd el Kuri. In: Naumkin, V.V. (1988): Sokotrijcy. Moskva, Nauka. p.5-21
- Malo, A.R., Nicholson S.E., (1990):* Study of rainfall and vegetation dynamics in the African Sahel using NDVI. *Journal of Arids Environments*. 19: 1- 24.
- Mies, B. (1999):* Flora und Vegetation. In: Wranik, W. /ed./: Sokotra: Mensch und Natur. Jemen –Studien, Band 14. Reichert Wiesbaden. p.23-79
- Mies, B. A., Beyhl, F. E. (1998):* The vegetation ecology of Soqotra. In: Dumont, H. J. /ed./: Proceedings of the first international symposium on Soqotra Island: present and future, Aden 1996. UNDP New York. p. 35- 81
- Miller, A.G., Morris, M.J., Alexander, D.J., Hyam, R.D. (1999):* A botanical contribution to the zoning plan for the management of natural resources of Soqotra. Report to the GEF/UNOPS programme YEM/96/G32. 61 pp.
- Miller, A., Bazara'a (1998):* The conservation status of the flora of the Soqotran Archipelago. In: Dumont, H. J. /ed./: Proceedings of the first international symposium on Soqotra Island: present and future, Aden 1996. UNDP New York. p. 15- 34
- Miller, A., Morris, M. /eds./ (2000):* Conservation and sustainable use of the biodiversity of Soqotra archipelago. Royal Botanic Garden Edinburgh. 349 pp., Appendix 24 pp.
- Naumkin, V.V. (1988):* Sokotrijcy. Moskva, Nauka. 302 pp.
- Naumkin, V. V. (1993):* Island of the Phoenix. Ithaca Press, Reading. 422 pp.
- Pavliš, J. a kol. (2000):* Plant your tree. Czech-Yemeni project Socotra. 30 pp.
- Pavliš, J., Buček, A. (2002):* Socotra island – conflict of developmental plans and conservation effort. In: Maděra, P. (ed.): Ekologické sítě. Sb. přísp. mez. konf. 23.-24.11.2001 v Brně. Geobiocenologické spisy, sv.6, MZLU v Brně a Mze, Praha, s. 248-254
- Popov, G., B. (1957):* The vegetation of Sokotra. *J. Linn. Soc. (Bot.)* 55 : 706-720
- Rouse, J. et al, (1974):* Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation. NASA/GSEC Type III Final Report, Greenbelt, MD., 371.
- Schutz, P.A., Halpert, M.S., (1993):* Global correlation of temperature, NDVI and precipitation. *Advances on Space Research* 5: 227-280.
- Steen, E. (1998):* Soil water: Basis for conservation and management of the plant cover of dry areas. *Ambio*, 27: 7: 539-544

- Sukačev, V. N. (1949):* O sootnošeniji ponjatij „geografičeskij landšaft“ i „biogeocenoz“. Voprosy geografiji, Moskva, 16:45-60.
- Troll, C. (1939):* Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. Zeitschrift der Ges. für Erdkunde, Berlin, 7/8: 241-298.
- Troll, C. (1970):* Landschaftsökologie (geoecology) und Biogeocoenologie. Eine terminologische Studie. Rev. Roum. Géol. Géophys. et Géogr., Série de Géographie, Bucarest, 14:1:9-18
- Wranik, W. /ed./ (1999):* Sokotra: Mensch und Natur. Jemen –Studien, Band 14. Reichert Wiesbaden. 258 pp.
- Zlatník, A. a kol. (1970):* Lesnická botanika speciální. SZN Praha. 667 s.
- Zlatník, A. a kol. (1973):* Základy ekologie. SZN Praha. 270 s.
- Zlatník, A. (1975):* Ekologie krajiny a geobiocenologie. VŠZ Brno, 172 s.
- Zlatník, A. (1976):* Lesnická fytocenologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 495 s.

Citace:

- BUČEK, A., HABROVÁ, H., KRÁL, K.: Geobiocenologická typologie ostrova Sokotry a její aplikace při tvorbě ekologické sítě. In: Herber, V. (ed.): Fyzickogeografický sborník 2. Masarykova univerzita v Brně, 2004. Str. 26-42