

Geodiverzita ^a hydrodiverzita

Vojen Ložek
Václav Cílek
Lenka Lisá
Aleš Bajer

DOKOŘÁN



Nejznámější obraz Edvarda Muncha „Výkřik“ z roku 1893 bývá většinou interpretován jako výraz osobního smutku. Sám autor však zanechal svědectví, které objasňuje okolnosti vzniku obrazu. „Šel jsem po cestě se dvěma přáteli – slunce zapadlo za horu nad městem a fjordem – pocítil jsem nápor smutku – nebe se náhle změnilo v krvavou červeň. Zastavil jsem se, opřel o zábradlí, smrtelně unaven – přátelé se po mně ohlédli a pokračovali dál – díval jsem se nad plápolajícími mraky na fjordem, byly jak krev a meč, a město – modročerný fjord a město – mí přátelé šli dál a já tam stál a třásl se strachy – cítil jsem jako by velký, nekonečný výkřik šel tou nekonečnou přírodou.“ (Citováno z knihy Petra Wittlicha, 1985.) Kdyby Munch znal slovo biosféra, možná by volil toto označení.

Vojen Ložek, Václav Cílek, Lenka Lisá a Aleš Bajer

Geodiverzita ^a hydrodiverzita

Základy přírodních a kulturních hodnot
naší krajiny, její současná proměna
a možný budoucí vývoj v antropocénu

DOKOŘÁN

Vojen Ložek, Václav Cílek, Lenka Lisá a Aleš Bajer:
Geodiverzita a hydrodiverzita

Základy přírodních a kulturních hodnot naší krajiny,
její současná proměna a možný budoucí vývoj v antropocénu

Copyright © Vojen Ložek, Václav Cílek, Lenka Lisá, Aleš Bajer, 2020

Copyright © Geologický ústav AV ČR, v. v. i.

Photography © Václav Cílek, Pavel Mudra, Milan Korba, Aleš Bajer, Pavel Lisý, 2020

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Odpovědná redaktorka Tereza Kodlová.

Recenzovali: Ivo Dostál (hydrologie), Pavel Mudra (ochrana přírody).

Fotografie Václav Cílek, Pavel Mudra, Milan Korba, Pavel Lisý.

Obálka (s použitím fotografie Václava Cílka), grafická úprava, sazba
a konverze do elektronické verze Michal Puhač.

Vydalo v roce 2020 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,

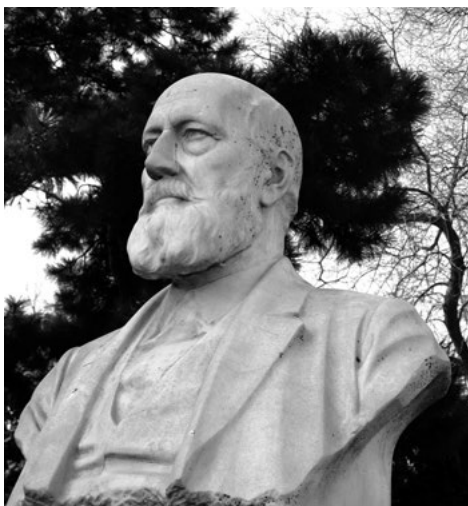
Holečkova 9, Praha 5, dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,

jako svou 1063. publikaci (335. elektronická).

ISBN 978-80-7363-517-6

Tuto knihu věnujeme památce rakouského geologa s českými kořeny Eduarda Suesse (1831–1914). Byl dobrým znalcem Českého masivu a jeho návrh vodovodu pro město Vídeň zachránil mnoho lidských životů, které by jinak zmařila cholera. Na tomto místě si jej připomínáme zejména jako autora slova dalekosáhlého významu – biosféra, a zároveň jako původce dnes tak samozřejmých termínů, jako je moldanubikum, Tethys či Gondwana. Jeho syn Franz Eduard Suess se mimo jiné věnoval studiu vltavínů a zavedl pojem tektonika.

Eduard Suess, pomník na vídeňském Schwarzenberském náměstí.



Přední strana obálky: Ronov při pohledu z Vlhově v severních Čechách (není-li uvedeno jinak, je autorem všech fotografií Václav Cílek).

Obsah

Úvod – krajina po klimatické a environmentální změně	9
1. Geodiverzita, hydrodiverzita a antropocén	13
Definice a výklad pojmů — Co geodiverzitu způsobuje? — Jak dochází ke ztrátě diverzity a jakou roli v tomto procesu hraje člověk? — Kreativní destrukce – víc destruktivní než kreativní — Jak geodiverzita vzniká a jak se ztrácí — Hydrodiverzita a pedodiverzita — Ztráta pramenů a studánek – jak mizí hydrodiverzita — Kulturní význam geodiverzity a hydrodiverzity	
2. Ekofenomény	41
Vliv geodiverzity na četnost chráněných území — Ekofenomén – vývoj pojmu a definice — Základní ekofenomény naší krajiny — Slabé a silné ekofenomény — Jak se proměňuje myšlenka geoparku	
3. Základní rysy geologické stavby českých zemí	59
Český masiv — Západní Karpaty na území ČR — Mladší terciér Vídeňské pánve a Karpatské předhlubně	
4. Geofaktory jako stavební kameny geodiverzity	73
Definice geofaktoru — Krystalinikum — Bazické horniny krystalinika — Hlubinné vyvěřeliny — Barrandien — Svrchní proterozoikum — Starší paleozoikum — Nepřeměněné mořské paleozoikum Moravy a Slezska — Svrchní karbon limnických pánví — Perm — Triasové a jurské ostrůvky — Česká svrchní křída — Chráněná území na cenomanských a turonských sedimentech — Bílé stráně — Kvádrové pískovce a pískovcový fenomén — Kontinentální terciér Českého masivu — Třetihorní vulkanity — Západní Karpaty, Karpatská předhlubeň a Vídeňská pánev — Role geodiverzity	

5. Kvartérní pokryv a mladé geologické procesy v současné krajině	131
Příběh křemenného zrna z Blanska — Svahové procesy — Zaplňování archeologických objektů sedimenty — Budoucnost svahových procesů — Fluviální (říční) procesy — Proč nivy agradují – případ Strážnického Pomoraví — Budoucnost fluviálních procesů — Eolické (větrné) procesy — Zdroj eolických sedimentů – odkud pochází materiál spraší? — Budoucnost větrných procesů — Glacigenní (ledovcové) procesy — Budoucnost ledovcových procesů — Procesy probíhající v prostředí jezer a mokřadů — Příběhy tří zaniklých jezer — Budoucnost současných vodních nádrží — Procesy probíhající v jeskynním prostředí — Pískovcové převisy a jejich sedimentární výplň — Formační procesy v archeologickém kontextu — Podlahové horizonty — Jak pomáhá studium minulosti k poznání přítomnosti, či dokonce budoucnosti?	
6. Půdy a půdní procesy	175
Antropocén znamená změnu půdních vlastností — Půdní horizonty — Hlavní půdní procesy — Hlavní půdní typy ČR — Co se děje s půdou, děje se s námi	
7. Krajina v antropocénu a její další vývoj	187
Výchozí předpoklady — Pre-antropocenní a antropocenní přístup ochrany krajiny — Historický exkurz o mánii smrkové a mánii borové — U počátku českého antropocénu — Kam vlastně zmizela voda z české a moravské krajiny? — Oslabení současného lesa — Kalamity — Hydrodiverzita a hydrologicky integrovaná krajina — Malé úpravy v krajině — Jaká bude krajina po klimatické změně?	
Závěr: o vodě, geodiverzitě a antropocénu	213
Literatura	219
Literatura ke geodiverzitě — Literatura ke kvartérním procesům a sedimentům — Literatura k antropocénu	



Na pravěké sídlišti Sedlo u Albrechtic nedaleko Sušice se dá pozorovat obratný i praktický způsob, jakým místní Keltové začlenili přirozené skalky nejenom do fortifikace, ale i do sídelních plošin. (Není-li uvedeno jinak, je autorem všech fotografií Václav Čílek).

Úvod – krajina po klimatické a environmentální změně

Texty k této knize vznikaly více než patnáct let. Jejich základem bylo nikdy nevydané „Kompendium krajiny ČR“, které mělo vyjít jako závěrečný díl dnes již slavné „modré“ edice „Chráněná území ČR“ vydávané pod vedením Petra Mackovčina v Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR v letech 2000–2009. Tato série knih o celkovém rozsahu skoro deset tisíc tiskových stran představuje mimořádné dílo, a to i v celosvětovém měřítku. Přepracovaný text Vojena Ložka a Václava Cílka o krajinných procesech byl Alešem Bajerem a Lenkou Lisou začleněn do nové knihy a jako takový vyšel v malém nákladu 200 kusů v roce 2015 v rámci knihy A. Bajera a kol. *Krajina a geodiverzita* na Mendelově univerzitě v Brně a byl brzy rozebrán, ale občas se po něm studenti, ochranáři i přírodovědci ptají.

Proto jsme začali uvažovat o novém vydání, ale lesní kalamity, povodně roku 2013, suchý rok 2015, horká vlna v roce 2018 a střídavé počasí v nedávných letech, jaké v mnoha případech nemělo pamětníky, přeci jen obrátily naši pozornost k velkému předělu ve vývoji krajiny, k jakému začíná docházet v současnosti. Stále častěji o něm slycháváme jako o novém geologickém období – antropocénu či o jeho zatím poslední fázi – velkém zrychlení (great acceleration). K našemu překvapení se ukázalo, že čas chvátá stejně rychle i v otázkách ochrany krajiny a prostředí, a text sotva pár let starý se najednou jevil, jako bychom jej psali někdy v 19. století, kdy vše bylo jasnější a přehlednější.

V období velkých změn je obvykle prvním krokem ujasnit si „tradiční“ hodnoty, druhým popsat současný stav a třetím krokem je navrhnout, co se dá se situací dělat. Krajina po klimatické a environmentální změně přeci jen vyžaduje nejenom nové způsoby managementu chráněných území, ale i jiné přístupy k zemědělské a lesní půdě a celému souboru přírodních procesů stále více ovlivňovaných člověkem, které označujeme jako „mimoprodukční funkce“ či ekosystémové služby.

Nejedná se jen o neurčitě abstraktní „globální oteplování“, ale o naprosto konkrétní, běžným okem pozorovatelné procesy, jako je častější vznik erozních struh a roklí nebo reakce živé přírody, např. na plošné eutrofizační „hnojení“. Například na starých (1930–1960) fotografiích údolí Berounky v Českém krasu je obtížné nalézt kopřivu, která dnes podél břehu vytváří téměř souvislé „plantáže“. Něco podobného se děje i se skalami. Když dnes přijdete k Vodopádové stěně v závěru Císařské rokle, uvidíte, že je celá porostlá mechem a břečťanem, zatímco dřív byla úplně holá. Mnoho českých lesů začíná mít charakter „mediteránního lesa“ s hustým podrostem a šlahouny lián. Lesník Ivo Dostál uvádí, že se v rámci svých lesnických studií od školy učňovské po vysokou a i v rámci svých zájmů, pohyboval velmi často v lesích všech poloh, kam chodil na lesní brigády, ale první klíště chytil až kolem 25. roku svého života. Dnes při smýkání prostěradlem na

malém pozemku v Křtinách v Moravském krasu sebere až 1 000 klíšťat různých vývojových stadií ročně.

Časy se vždycky měnily, dnes se však mění stále rychleji a méně předvídatelně. Velmi pravděpodobně stojíme před dalším velkým milníkem vývoje naší i evropské přírody. Po pravdě řečeno nevíme, co se stane, a proto je téměř nemožné navrhnout konkrétní účinná opatření. Ta však skoro určitě budou kombinací tradičních přístupů i experimentů s co nevhodnějším složením lesů, rozdělením krajiny na menší celky, novými plodinami či způsoby zachycování vody. Před více než deseti lety etnologové obcházeli Inuity a další severské kmeny a ptali se jich na klimatické změny. Dostávali, jak na Aljašce i na Sibiři, podobné odpovědi: „Nevíme, co se děje. Jsme překvapení a zaražení. Naše zkušenost selhává.“

V posledních letech podobná vlna, kdy dřívější zkušenost přestává platit a my se stále víc divíme, přišla i do střední Evropy. Nedávno jsme procházeli lužní lesy na Úporu na soutoku Labe a Vltavy a ukázalo se, že v poměrně vlhkém lese na lehkých, úrodných půdách nezmlazují skoro žádné dřeviny, zatímco v proschlých lomech Českého krasu se objevuje hustá tyčkovina jasanů a javorů. Zpětně si to umíme vysvětlit tím, že v eutrofizovaném luhu podrost ovládne buřeň a mladé stromky vyzerou přemnožené srnky a prasata, ale stejně stárnutí luhů jde proti naší intuici a zkušenosti. Jiným nečekaným jevem je šíření jelena siky, takže geneticky čisté populace původních jelenů se v západní polovině země vyskytují už jenom v oborách, které se stávají jakýmsi zoologickými zahradami.

Změnu vždy nejlépe snáší krajiny složené z různých stanovišť, protože i když některá z nich zaniknou, jiná se se změnou dokážou vypořádat a opět další z ní profitují. Současná proměna má podle našeho mínění tři základní složky – první je klimatický chod, druhou je stav půd. Obojí se kombinuje a často zesiluje a vede ke třetímu procesu, jímž jsou někdy až ničivé invaze nových druhů či nově vytvořené podmínky pro běžné druhy např. parazitických hub. První dva faktory vedou ke stavu, který bychom snad mohli popsat slovy „ztráta ekosystémové či biotopové imunity“, při kterém se pak mnohem víc uplatňuje široká škála nových druhů i škůdců od populárního kůrovce až po skrytě působící dřevokazné houby.

Tato kniha ve zhruba čtvrtině svého rozsahu vychází z již dříve publikovaných statí, které jsou rozptýleny v množství jiných publikací. Snažíme se zde o syntetický pohled na celou problematiku, tak aby se v ní orientoval i čtenář, který nemá načtenou dřívější literaturu. Zatímco obě první části volné trilogie V. Ložka, které vyšly v nakladatelství Dokořán (viz seznam literatury), se při snaze o porozumění současné tváři české a moravské krajiny obracely nazpět k procesům působícím v minulosti, v této knize se pokoušíme nejenom popsat význam geodiverzity pro území ČR, ale i předjímat budoucí vývoj krajiny.

V hlavní části knihy se zabýváme tradičními, ale v naší literatuře málokdy popisovanými tématy – co je geodiverzita, jaké jsou na ni vázány ekofenomény a jaké hodnoty na našem území vytvořily. V samotném závěru se nám však jedná

o budoucnost. Jak bude vypadat krajina s nerovnoměrnými srážkami a delšími epizodami sucha, možná s průměrnými teplotami vyššími o 1,5–2,0 °C, či dokonce o víc? Jak budeme spojovat tu úplně základní potřebu – aby nás půda uživila – s ochranou rychle se proměňující přírody?

Knihy je určena pro všechny zájemce o českou přírodu a krajinu, zejména pro environmentální geology a další přírodovědce, kteří dnes stále častěji pracují ve specializovaných rekultivačních firmách či na odborech životního prostředí. Hodně jsme mysleli na studenty archeologie, protože právě studium minulých dějů ukazuje, jak úzce jsou lidé spjati s půdou, lesem, vodou a obecně svým prostředím. Obyvatelé měst si to dnes moc nepřipouštějí, ale právě velké aglomerace jsou z hlediska například vodního hospodářství ta vůbec nejzranitelnější místa celé civilizace. Ale také chceme podnítit ne-li diskusi, tak alespoň zamyšlení nad krajinou po klimatické změně. Věříme totiž – z důvodů uvedených dále – že průměrná teplota na území ČR bude v blízké budoucnosti vyšší o 1,5 °C a velmi pravděpodobně i o 2 °C, tzn. že místo současných 8 °C se dostaneme k průměru 10 °C, odpovídajícímu dnešnímu Středomoří.

Naše úvahy nejsou něčím, co musí nutně v budoucnosti nastat, ale procesy, které zde popisujeme, již začaly a jsou intenzivnější a rychlejší, než předpokládaly dřívější studie, jejichž výsledky byly v době jejich vzniku obvykle označovány jako alarmující. Zároveň víme, že některé změny, které byly avizovány např. v polárních oblastech, naše společnost silně podcenila. Velké změny se očekávají již před rokem 2050, takže většina obyvatel ČR se jich dožije. Důsledkem bude proměna či rozvrácení mnoha ekosystémů a hledání nových způsobů využívání krajiny, jejího lesního bohatství, zemědělské produkce, role rybníkářství a obecně všeho, co souvisí s hydrologickým cyklem. Řada ochranných přístupů založených na konzervaci dřívějšího stavu přestává v dynamických podmínkách nové doby platit.

Neočekáváme katastrofu, ale v některých regionech hlubokou a nejspíš rychlou, či dokonce překotnou změnu. Může se jednat, jako např. v krasových oblastech, kde nedostatek vody brání zarůstání lesem, i o pozitivní změny. Příkladem negativních změn může být smutný pohled na stav smrkových monokultur na tisících ohniscích s výskytem kůrovce a dalších škůdců. Tato krajina se změnila ze svěže zelené na rezavou. Řešením, které se nabízí, je přechod k dřevinným druhům s menší náročností na vodu. Ale babykový les vypadá rozhodně jinak než ten smrkový, roste také rozdílnou rychlostí a má rozdílné hospodářské využití.

Právě kvartérní geologie ukazuje, že různé krajiny ČR reagují na změnu klimatu osobitě, takže nové přístupy např. k velkoplošným chráněným územím, ale rovněž k lesním a zemědělským celkům bude nutné navrhovat a provádět individuálním způsobem podle místních podmínek. Dřív se často hovořilo o „naslouchání přírodě“. Jenže i ta sama je zmatená a v pohybu. Jsme si vědomi toho, že v naší literatuře schází ucelená publikace o geodiverzitě a geofaktorech, ale také

vnímáme nejspíš zásadní proměnu využívání krajiny. Zde si již pravděpodobně nevystačíme s obecným pojmem geodiverzita, ale bude zapotřebí hovořit rovněž o hydrodiverzitě a pedodiverzitě (viz dále).

Obracíme se proto v této knize nejen k širší veřejnosti, ale zároveň ke kolegům, kteří jsou nebo v budoucnosti budou zodpovědní za rozhodování o managementu naší krajiny, aby vždy zvažovali, nakolik jsou geologické, geomorfologické a hydrologické kořeny naší krajiny klíčové k tomu, abychom jí porozuměli a mohli ji udržitelným způsobem využívat.

1.

**Geodiverzita,
hydrodiverzita
a antropocén**



Vztah geodiverzity a biodiverzity ilustruje pohled na vápencové svahy v Národní přírodní rezervaci Děvín na Pálavě, kde linie stromů a keřů rostou v krasových spárách s hlubšími půdami a vyšší vlhkostí.

Definice a výklad pojmů

Geodiverzita zahrnuje celou šíři zemských rysů, včetně geologických, geomorfologických, paleontologických, půdních, hydrologických a atmosférických prvků, systémů a procesů.

Australian Natural Heritage Charter, 1997

Co si lze představit za slovem geodiverzita? Geodiverzitu jednoduše řečeno vnímejme jako *substrátovou a morfológickou rozmanitost určitého území*. Australská definice je detailnější a zahrnuje půdní, hydrologické a mikroklimatické poměry území a bere do úvahy také možnost existence cenných paleontologických lokalit. Rovněž v sobě obsahuje předpoklad, že geodiverzita podléhá přirozeným procesům proměny. V dosavadních pracích týkajících se ochrany přírody je pojem geodiverzity víceméně obsažen v řadě jiných, často obtížně uchopitelných pojmů, jako je stanoviště nebo krajina. V posledních několika letech se stále více začínají uplatňovat geologické aspekty ochrany přírody – např. při tvorbě geoparků. Geodiverzita ve své širší definici se stává nejenom jedním ze základních pojmů ochrany přírody a krajiny, ale získává stále větší sociální, ekonomický a tím i politický význam.

V této knize nebudeme řešit otázky příčin klimatických jevů, dokonce ani potravinovou bezpečnost nebo kolapsovou problematiku, ale jedná se nám v první řadě o „inventuru“ bohatství geodiverzity v české a moravské krajině a následně o to, co můžeme pro její zachování udělat, tak aby z věci profitovala příroda i člověk. Příkladem může být např. ochlazující role obnovených mokřadů i pozorování, že v okolí vegetačních pásů, dříve projektovaných jako větrolamy, se lépe zachytává sníh i rosa, která prvních několik hodin po východu slunce snižuje teplotu povrchu půdy až o 3°C. Jiným příkladem je renaturace šumavských slatí, jejichž retenční kapacita je vyšší než u vltavské kaskády, což má pozitivní vliv na protipovodňovou ochranu hlavního města. Proč? Protože většina velkých pražských povodní začíná na Šumavě. Podobně se stává velkou hydrologickou hádankou například to, jak bude kůrovcová kalamita na severní Moravě ovlivňovat odtokové poměry v povodí Moravy.

Co se týče mnohostranného a často diskutovaného pojmu antropocén, navrhujeme v rámci této publikace jeho úplně základní vymezení – jako období, kdy se člověk stává výraznou geologickou a klimatickou silou. Tou byl sice od samého počátku holocénu, ale teprve spalování fosilních paliv otevřelo Pandořinu skříňku emisí oxidu uhličitého a klimatických změn. Situace je mnohem složitější než prosté „oteplování“, protože srovnatelný či ještě větší vliv na životní prostředí má plošná eutrofizace pevnin i moří, fragmentace biotopů, homogenizace přírody a migrace nových druhů.

V roce 1833 navrhl „otec moderní geologie“, britský právník Charles Lyell, slovo *Holocene*, které mělo označovat geologickou epochu, v níž žijeme – doslova

„celé, nové období“. Termín však byl přijat až na mezinárodním geologickém kongresu v Bologni v roce 1885 ve smyslu, že se jedná o období po poslední době ledové, tedy o postglaciál. Dnes holocén časově definujeme jako přibližně posledních 12 tisíc let. Hranice je víceméně umělá, ale je vázána na skutečné profily vrstev např. skandinávských rašelin, v nichž se náhle mění flóra doby ledové na flóru smíšených lesů. Volba místa je důležitá, protože kontinentální ledovec ustupoval skoro šest tisíc let, takže hranice mezi pleistocénem a holocénem má charakter časoprostorového posunu.

V průběhu holocénu se člověk postupně stával novou geologickou silou, což vědci rozeznali překvapivě brzy. G. P. Marsh publikoval již v roce 1864 knihu *Člověk a příroda*, která pojednává o odlesnění, erozi a rozšíření meandrujících toků v severní části USA, tedy o změnách, jež proběhly během jeho života. Marsh později působil jako diplomat v Itálii a Turecku, kde si všiml, že analogický proces jako např. v Maine proběhl ve Středomoří již v antice. Marshova kniha je dnes pokládána za jedno z několika mála základních děl ochrany přírody, i když pragmatickému Marshovi se jednalo hlavně o udržení produkční funkce krajiny, a proto hledal způsoby, jak ji ozdravit.

Velký ruský geochemik V. I. Vernadský v roce 1926 rozpoznal „vzrůstající moc lidstva, které se vymaňuje z biosféry a prostřednictvím rozvíjejícího se vědomí získává stále větší vliv na své prostředí“. Odtud byl jen krok k pojmu „noosféra“ (tedy oblast rozumu), kterým se zabýval jeden z jeho tvůrců – francouzský jezuita a paleontolog Teilhard de Chardin. Ve svých esejích z let 1923–25 později shrnutých do svazku *Vize minulosti* (1957) Chardin jasně říká, že stojíme na počátku nové epochy, jejímž základním rysem je z hlediska evoluce propojení lidí do jedné informační, tedy v jeho pojetí noosférické, sítě. Pokud měl Chardin pravdu, tak právě moderní digitální technologie přispívají k vytváření této globální sítě, která je však jen prostředkem k nějakému dalšímu evolučnímu kroku.

Z věcného hlediska je příkladů, kdy lidé zasahují do procesů probíhajících v biosféře, nepřeberné množství. Obvykle slyšíme o růstu lidské populace, ale málokdo si uvědomuje, že problémem je především množství vody spotřebované na udržení potravinových zdrojů. Například chov skotu je na spotřebu vody jedním z nejnáročnějších zdrojů a otázkou zůstává, zda je současný počet domácího dobytka globálně dlouhodobě udržitelný. Věc má pochopitelně řadu aspektů, protože na druhou stranu skot potřebujeme kvůli produkci hnoje potřebného k vytváření kvalitních zemědělských půd. A několik dalších údajů: lidmi bylo přeměněno nejméně 40–60 % povrchu souše. Produktivitu zemědělské půdy mimo jiné podmiňuje například obsah dusíku, ten je pro růst rostlin nepostradatelný. Málokdo však tuší, že dnes je vázáno do syntetických hnojiv více dusíku než do všech přirozených zemských ekosystémů. Více než polovina dostupné vody je využívána lidmi, úpravy pobřeží vedly k vykácení 50 % mangrovových lesů. Člověk zasahuje do globálních cyklů většiny prvků, a to včetně uhlíku, síry, dusíku a většiny kovů.



Serényi kút, dnešní stav (Plešivecká planina, Slovenský kras).

Antropocén přicházel někdy v postupných a jindy náhlých krocích, jakými bylo vyhubení velkých savců na konci poslední ledové doby, vypalování lesů mezolitickými populacemi, neolitická proměna krajiny, velkoplošné pěstování rýže v jihovýchodní Asii (které zvýšilo koncentraci metanu v atmosféře), renesanční výroba kovů a skla spjatá s masivním odlesňováním, pokles světové populace kolem roku 1610 apod. Tyto kroky postihovaly různé oblasti nestejnou intenzitou. Neměly jen destruktivní charakter, v mnoha případech naopak vytvářely mozaiku stanovišť, které přírodu obohacovaly. O posledních přibližně dvou desetiletích se hovoří jako o „velkém zrychlení“, při kterém se rychlost mnoha procesů neodhadnutelně zvyšuje. Atmosférický chemik Will Steffen, dřívější spolupracovník P. Crutzena, navrhuje jako počátek velkého zrychlení rok 1950, klimatologové spíš uvažují o letech 1995–2005 či o jiných předělech. Z důvodů mileniální jednoduchosti budeme za počátek velkého zrychlení považovat období po roce 2000.

Mnoho nových či desítky let nezaznamenaných procesů se nyní odehrává nejenom v ekonomice a společnosti. Jsou to například lesní požáry v Kalifornii, průniky slané vody do delty Mekongu a Nilu, chronická sucha hlášená prakticky z každého kontinentu, nové choroby, velké vylidňování venkova a řada dalších. Např. plocha USA neustále roste, protože delta Mississippi se díky erozi půd ve

20. století prodloužila až o desítky kilometrů. Na druhou stranu většina velkých čínských řek nedoteče do moře, protože jejich voda je spotřebována na závlahy. Výčet by byl velmi dlouhý. Nám se však na tomto místě nejedná o globální analýzu, ale o mnohem skromnější a praktičtější cíl, jakým je zachování hodnotných míst naší krajiny, ve které je nutné zároveň udržet hospodářskou činnost a alespoň částečnou potravinovou soběstačnost.

Termín „geodiverzita“ u nás jako první při přednáškách systematicky používal již nejméně od roku 1990 Vojen Ložek, ale pokud víme, nikdy jej písemně nepodchytil. Rovněž, a to již opět nejméně od 80. let minulého století, hovořil o tom, že žijeme v jiném období, než je holocén. To bývalo v geologických kruzích někdy anekdoticky označeno jako „pětihory“ či antropozoický věk člověka. Pod vlivem V. Ložka pojem geodiverzita v řadě prací popularizoval V. Cílek, který rovněž do české literatury v roce 2002 uvedl slovo antropocén. Původ termínu hydrodiverzita je nejasný. Zdá se, že jej podle vzoru „geodiverzita“ začalo nezávisle používat více lidí, např. M. Culek při přednáškách na Masarykově univerzitě v roce 2016, kdy jím popisuje maloplošné vodní útvary, jako jsou studánky, peřeje apod. V anglicky psané literatuře se někdy hovoří o *hydrological diversity* či zkráceně o *hydro-diversity*.

V této knize pod pojmem hydrodiverzita rozumíme zejména přirozenou pestrost vlhkých, mokřích a vodních stanovišť v krajině, ale i způsobů, jak vodu zadržovat a jak s ní dále zacházet (viz níže). Stručně řečeno hydrodiverzita se týká vlhké louky, mokřadu, tůně, ale i rybníka, náhonu a protipožární nádrže, stejně jako řeky či vodní nádrže, ve kterých existuje široká škála místních prostředí.

Za hlavní funkce hydrodiverzity považujeme:

- 1 pestrost biotopů
- 2 zadržování vody v různých segmentech krajiny
- 3 vyrovnávání hydrologického chodu, tedy zpomalování změn při nadbytku i nedostatku vody
- 4 úpravy lokálního klimatu či mikroklimatu, zejména pro ochlazování krajiny
- 5 kulturní a estetické funkce, protože krajina s vodou působí příjemněji a harmoničtěji než krajina bez vody

Co geodiverzitu způsobuje?

Mluvíme-li o geodiverzitě, je v první řadě nutné uvědomit si, co primárně geodiverzitu vytváří. Substrátová a morfologická rozmanitost je především výsledkem horotvorných pochodů rozdílného stáří, díky nimž vznikala pestrá geologická stavba a primární reliéf naší země. Tyto procesy jsou složité a provázané. Jejich

součástí, pro člověka dobře uchopitelnou, je například vznik nejmladšího sedimentárního a půdního pokryvu. Poté, co dojde k utužení horninového magmatu, teplotní nebo tlakové přeměně hornin nebo k obnažení starších, především mořských sedimentů, lze i v tak krátkých časových možnostech, jako je život nás samotných, pozorovat erozní a akumulací procesy, které na povrchu hornin probíhají. Vznikají tak různé typy sedimentů odrážející rozdílné formační procesy. Vytvářejí se také různé druhy půd vzájemně do sebe přecházející (půdní katény), které jsou závislé na substrátu, geomorfologii, hydrologických, biologických, klimatických a časových faktorech. Zároveň dochází ke geochemickým změnám ve složení sedimentárního pokryvu a většinou k výrazným geomorfologickým změnám, především v krajinném mikroměřítku.

Australská definice geodiverzity uvedená na úvod této kapitoly zahrnuje i půdní, klimatické a mikroklimatické poměry. Tento přístup je zejména v období globálních klimatických změn ochranně a prakticky obtížně uchopitelný, protože příčiny disturbancí leží daleko od míst, která ovlivňují. Přesto existují případy ekosystémů, které jsou např. na mikroklimatické změny extrémně citlivé a lze je správným managementem ochránit. Pro ilustraci uvádíme dva příklady, na kterých je možné vidět, jak komplexní a citlivé ekosystémy se v naší krajině nacházejí.

Případ první – podmrzlé sutě: Na našem území lze najít přibližně 25 suťových polí, která jsou dlouho do jara či léta buď podmrzlá, nebo silně podchlazená. Na tyto studené polohy jsou vázány glaciální relikty zejména entomofauny. V rámci střední Evropy se jedná o jedinečný fenomén – např. na území podstatně většího Německa nebyl tento jev doposud popsán. Udržení suťového ekosystému je přímo závislé na správné rychlosti proudění studeného vzduchu. Pokud dojde v dolní části sutě k výkopu například geologické sondy nebo pasti na hmyz, může se zrychlit proudění vzduchu a tím i výměna tepla a lokalita bude zničena. K podobnému, ale opačnému efektu však rovněž dojde, když v živinami bohatém prostředí suť zaroste vegetací.

Případ druhý – jeskynní prostředí: V České republice je několik krasových oblastí. Nacházejí se především ve vápencových oblastech, které jsou tvořeny horninami náchylnými k rozpouštění srážkovými vodami. Ty procházejí půdním pokryvem, který v sobě obsahuje nejméně 40krát víc oxidu uhličitého než vzduch. Tím se zvyšuje jejich korozní schopnost. Vápenec se rozpouští, ale při vstupu do jeskynního prostředí oxid uhličitý opět z roztoku uniká. Výsledkem je opětovné srážení kalcitu, tentokrát ve formě krápníků a sintrů.

Rychlost růstu krápníků závisí na míře nasycení sestupujících roztoků oxidem uhličitým. K tomu dochází při pomalém průstupu půdním profilem reakcí karbonátových hornin se srážkovou vodou a půdním vzduchem obsahujícím CO_2 . Pokud je však prostor nad jeskyní zbaven půdního pokryvu nebo jsou provedeny velké vegetační změny, např. odlesnění, změní se rychlost průsaku vod. Tím se



Alej u Broumova se jednak hodí k okolním barokním kostelům, ale také člení krajinu na menší celky. Silnice vybudované na starých cestách krajinu dělí přirozeným způsobem, protože i cesty procházely přirozenými hranicemi.

může stát, že srážková voda proniká snadno do jeskyně, teprve zde se sytí oxidem uhličitým a krápníky koroduje místo toho, aby je srážela. V obou případech představuje udržení správného mikroklimatického systému nezbytnou podmínku zachování lokality.

V globálním měřítku se podobný mechanismus uplatňuje u acidifikace oceánu, kde víc oxidu uhličitého v ovzduší zesiluje koncentrace bikarbonátu na úkor karbonátu. Většina mořských organismů je pro tvorbu pevných schránek nastavena na karbonát a špatně zvládá bikarbonát. Tím se oslabuje oceánská pumpa, která do oceánu ukládá asi 30–40 % lidmi uvolněného oxidu uhličitého. Zároveň jeho vyšší koncentrace vedou až ke korozi korálových útesů a karbonátových schránek, a dokonce mohou vést k obrácení směru reakce – tedy oceán může oxid uhličitý uvolňovat, a ne vázat.

Právě na tomto příkladu vidíme rozdíl mezi dřívější a současnou ochranou přírody. Před rokem 2000 bychom chránili lokální fenomén – dejme tomu stráž nad jeskyní Balcarka, ale nyní bychom potřebovali před acidifikací ochraňovat světový oceán. Dřív jsme se soustřeďovali na ochranu určitého místa, ale zdá se,

že nyní jsme dospěli do stadia rozvratu celých rozsáhlých ekosystémů. Přesto by globální problémy měly mít lokální vyústění, jakým je právě ochrana jednotlivých míst, jako již výše zmíněné stráně nad jeskyní Balcarkou. V očekávání budoucích globálních problémů nesmíme rezignovat na tu úplně nejběžnější místní ochranu přírodních hodnot. Právě naopak.

Jak dochází ke ztrátě diverzity a jakou roli v tomto procesu hraje člověk?

Člověk se v posledních desetiletích a staletích stává stále důležitějším hybatelem změn geo- i hydrodiverzity. Jeho vliv nemusí být z počátku vůbec postřehnutelný. Například již v literatuře venkovského realismu z konce 19. a počátku 20. století (dílo K. V. Raise, J. Holečka, K. Světlé a dalších) můžeme opakovaně najít informace o odstraňování kamenů z polí, zhlazování a zavážení erozních rýh, zcelování kousků polí do větších celků, pracném ukrajování pastvin a jejich přeměně na ornou půdu. V podhorských krajích byla dokonce vynášena na pole splavená ornice z údolí. Hromady kamenů z polí na Českomoravské vysočině či v Českém středohoří, suché zídky v jižních Čechách či zarostlá terasovaná políčka na Kokořínsku jsou svědectvím staletí trvajících zápasů o půdu. Tato kultivace krajiny byla zároveň doprovázena odstraňováním drobných přirozených útvarů – vyčnívajících skalisek, zavážením mokřadů a dalšími ztrátami geodiverzity.

Terén byl však naopak členěn mezemi a rozrůžňován polními cestami, které se na svazích často měnily na úvozy až hluboké erozní rýhy. Např. sprašová rokle v Zeměchách u Kralup, která dosahuje hloubky přes 15 m, pravděpodobně vznikla erozí polního úvozu. V některých, zejména kopcovitých krajích tak byl vytvořen nový, obvykle malebně členitý reliéf táhlých mezí (oddělujících někdy ještě středověké pluziny) a řemenovitých polí. V rovinatých krajích musíme očekávat obrovitou, pomalou, soustavnou práci po staletí měněnou krajinu se značně sníženou geodiverzitou. Příkladem může být množství paleoúdolíček objevených při stavbě dálnice D11 mezi Hradcem Králové a Jaroměří. Dnes jemně zvlněná krajina byla minimálně ještě v neolitu doslova rozbrázděna malými údolíčky, která kopírovala dnes již neexistující vodoteče či prameniště. Zemědělci se obecně stále brání návratu dělicích prvků polí, tj. mezí. Pokud bychom však o tuto změnu měli zájem, většina původních rysů krajiny, a to dokonce v nejbližším okolí Prahy či Brna, je dodnes patrná na snímcích leteckého laserového skenování (tzv. lidarů).

V některých oblastech měla značný negativní dopad na geodiverzitu krajiny dlouhodobá těžba surovin. Pálení vápna probíhá v Českém krasu a na mnoha dalších místech poměrně intenzivně již od 16. století. Pozorování z Maďarska (pohoří Bükk) i Slovenska (Zemplínské vrchy a jinde) ukazují, že těžba vápenců

a výroba vápna probíhala místy až do 60. let minulého století nejprve sbíráním volných škrapových balvanů a posléze olamováním přirozených výskytů. Vůbec se dnes nedá určit, kolik volných vápencových balvanů, škrapových polí a malých skalek leželo např. v Českém krasu a v dalších menších vápencových oblastech, ale původně se muselo jednat o množství, které je nesrovnatelné s dnešním stavem. Při podrobnější prohlídce zjistíme, že zejména u malých vápencových ostrovů jsou olámany či zničeny *všechny* dosažitelné výchozy.

Velflík (1913–1917) zmiňuje, že „v Čechách nalézaly se druhy hojně, nyní již jen pořídku ohromné osamocené balvany – zvláště žulové, z nichž mnohé průběhem druhé poloviny předešlého století padly za obět stavbám železnicovým, použity jako dočasné lomy k získání výborného stavebního kamene“. Cituje příklad velkého, nádherného kamene Baba na Kralovicku o výšce 6 m, který byl v roce 1913 rozbit na stavební kámen a odvezen do Plzně na 110 železničních vagoncích. Méně nápadný je sběr drobných kamenů použitých na stavbu vesnic nebo kamenných zídek. Při počtu několika tisíc vesnic existujících dejme tomu od roku 1250 se jedná o obrovské přesuny kamenných hmot. K celkovému číslu je dále nutné přičíst hmotu železničních těles, říčních navigací a různých technických staveb. Je otázkou, zda si vůbec umíme představit vzhled některých českých a moravských krajín před „velkým sběrem kamenů“.

Co se týče hydrodiverzity, tak si dnes již neuvědomujeme, jakou obrovskou proměnou prošly naše řeky. O mramorovém oltáři v kostele Panny Marie na Malé Straně se dochovala zpráva, že byl postaven z velkého kamene vytaženého z Berounky. Projdeme-li dnes vápencovým kaňonem Berounky, nenarazíme ani na jediný větší vápencový blok nebo vyčnívající skalisko. Kameny z řeky Vltavy byly odstraňovány nejméně od roku 1547 nařízením císaře Ferdinanda I., který se snažil podpořit obchod. Po roce 1640 přizval strahovský opat K. Fuka vojenské inženýry ke splavňování Vltavy. Nechal odstřelovat skaliska vyčnívající z vody např. u Zbraslavi, ale teprve po roce 1729 se podařilo „rozdrtit skaliska“ v řece a splavit ji až ke Kamýku. Téměř půl tisíce let říčních úprav proměnilo mnohé evropské řeky z malebně nebezpečného živlu v krotké, bahnité kanály. Uvažujeme-li o původním stavu Vltavy nad Prahou, nalezneme vhodnou analogii na Ohři či na střední Sázavě, která je sice podstatně menší, ale právě proto, že zde nebyly činěny pokusy s jejím splavněním, existují v jejím toku občasná skaliska, vyčnívající kameny a štěrkové výspy.

V této souvislosti představuje kaňon Dyje v NP Podyjí zajímavý problém – dnes sice vypadá téměř nedotčeně, ale v pozdním středověku a v novověku se jednalo o krajínu, která byla člověkem ovlivněna více, než je tomu dnes. Celé střední Polabí a mnoho jiných toků bylo zbaveno systémů několika generací slepých ramen. Představa, že místa jako např. Pardubice nebo Most byla přístupná jen po dlouhých haťových mostech vedoucích mokřady a odstavenými tůňmi, je dnes již zcela fantastická. Rovněž zmizely kdysi tak četné říční ostrovy. Ze

Povodňová revitalizace

V září 2003 byla provedena oprava a revize Trojského jezu. Hladina řeky byla na Trojském jezu snížena o 2,4 m a hladina v Sedlci poklesla asi o 1,2 m. Po několika desetiletích se objevila řeka, o níž jsme neměli ani potuchy. Vltava pod Štvanicí šla opět snadno přebrodit. Ještě v 19. století zde řeka byla členěna řadou ostrovů, které za povodní často měnily tvar, a průkopy mlynářských náhonů. Teprve při velkých úpravách (tzv. kanalizaci řeky) postupně prováděných v letech 1900–1928 byly odstraněny drobné ostrůvky a hrázemi obkroužen a stabilizován jeden velký ostrov – zvaný Velké Benátky neboli Štvanice. Při poklesu hladiny vody, nezadržované jezy a plavebními komorami, se opět ukázalo široké říční koryto a v něm jedna hlavní proudnice s celou řadou mělčích dílčích koryt oddělených mělčinami, které místy v podobě dlouhých táhlých ostrůvků vystupovaly nad hladinu.

Pohled, který se na podzim 2003 ukázal, byl místy úchvatný:

Břehy: nebyly rovné, ale klikaté, členěné pískovými i štěrkovými kosami. Vytvářely se zátočiny s mělkými vodami i hlubšími tůněmi. Místo jednolitě se svažujících břehů se délka pobřeží natáhla na trojnásobek a skýtala širokou škálu stanovišť od písčín až po převislé břehy.

Stromy: povodeň vytvořila shluky stromů, ve kterých se zachytil písek a štěrk, takže hluboko do proudu řeky zasahovaly buď kosy, anebo se směs štěrku propletená s větvemi osamostatnila a vytvářela vlastní ostrůvky či po proudu protažené, úzké výspy.

Mělčiny a ostrovy: nedaleko spodní části Císařského ostrova vznikl uprostřed proudu oválný ostrov o délce kolem 60 m a šířce asi 15 m. Uprostřed tohoto ostrova se zachytil padlý strom. Vzdouval před sebou vodu, takže před ním vznikla tůň o hloubce až 1,5 m. Do ostrova místy vnikala drobnější koryta.

Výsledek: řeka se najednou stala nepřehledným vesmírem drobných plošek rozmanité úrovně. Mělčina a pobřežní výspy měnily její proud, který místy klidně plynul, ale jinde byl o to rychlejší, anebo se jako protiproud dmul proti hlavnímu toku. Nejvíc nápadná byla široká plocha nivy, jež skýtala velmi rozmanitá stanoviště pro ryby, rostliny i hmyz. V okolí řeky, ale i na samotném ostrově uprostřed řeky byly vymlety poměrně hluboké tůně, některé zcela samostatné, jiné za trochu vyššího stavu komunikovaly s hlavním proudem. Mělčiny byly okamžitě obsazeny divokými kachnami a volavkami. Na padlých stromech si sušili peří kormoráni. Člověk měl pocit, že ptáci a ryby jsou spokojené v takto členitém prostředí, kde si každý nalezne svoji niku. Pak voda opět stoupla a celá, na tuto chvíli vzkříšená „pravěká“ řeka zmizela.

Pokud se na „revitalizaci katastrofou“ dokážeme podívat nikoliv z hlediska „nepořádku po katastrofě“, ale dalších dvaceti let, budeme si dobře vědomi hodnot, jaké „pohromy“ vytvářejí a nebudeme zbytečně plýtvat prostředky na odstranění následků.

zemědělské krajiny se ztratily desítky pramenů, pramenných mís a mokřadů. Mnoho z nich bude v budoucnu, kdy nedostatek vody začne být naléhavý, nutné obnovit.

V globálním měřítku je geodiverzita ničena (ale jindy i vytvářena – tzv. sekundární geodiverzita) rozmachem měst, plošnou suburbanizací, rozvojem technické a dopravní infrastruktury, tvorbou zavlažovacích kanálů a zejména průmyslovým zemědělstvím na velkých plochách. Biodiverzita je ničena eutrofizací a migracemi. Např. v balastní vodě zaoceánských tankerů se dá nalézt až 150 druhů planktonu, drobných koryšů a měkkýšů, které v mnoha případech ničí původní biocenózy. Nové postoje v krizovém stavu přerodu naší civilizace, jinak řečeno ve snaze využít možné zdroje geodiverzity, se mohou týkat „přírodního“ využití městských staveb, např. správně volenou ekologií zelených střech (třeba v kombinaci s městským včelařením) či rekonstrukcí místní květnaté louky na vertikální zahradě pokrývající stěnu výškové budovy. To už však je situace jako z filmů typu *Blade Runner*, která s tradiční přírodou, o jakou se primárně jedná, nemá mnoho společného.

Kreativní destrukce – víc destruktivní než kreativní

Z hlediska české a moravské přírody se v první fázi ochrany geodiverzity jedná o adaptační strategie, které snad jednou (ale to už je téma politické, energetické a industriální) přerostou do mitigačních (omezení emisí) opatření. Za této velkoplošné, globální situace se pohybujeme v regionálních mezích stability ekosystémů či jednotlivých stanovišť. Prakticky všechny typy tradičních stanovišť přírody ČR jsou něčím ohrožené – zarůstáním, ubýváním počtu druhů či počtu jedinců, rozvrácením trofických řetězců, chorobami stromů apod. V mnoha případech máme pocit či přímo pozorujeme, že daný systém dosahuje či překračuje pole své stability. Za prahem únosnosti bývá redukován a nahrazen novým polem stability. Tento proces je někdy nazýván kreativní destrukcí, protože zničením jednoho prostředí se otevírá pole pro prostředí nové. Ve většině případů však dochází ke globální homogenizaci, kdy toto nové prostředí ovládne několik málo druhů běžných, odolných rostlin z několika kontinentů severní polokoule.

Jak geodiverzita vzniká a jak se ztrácí

V euroamerické civilizaci dojde za rok k přesunům asi 20 tun (či podle jiných výpočtů i víc) hornin a zemin na osobu. Jedná se zejména o stavební materiály, násypy dálnic, základové horniny, vápenec, asphalt a další suroviny. Na jedné straně je geodiverzita ničena, ale na druhou stranu je rovněž vytvářena. Nakolik je tvorba nové geodiverzity žádoucí, závisí na tom, zda podstatně proměňuje ráz krajiny, anebo zda spíš zvýrazňuje a obohacuje její přirozené prvky. Mnoho, zejména malých a tvarově členitých lomů obohacuje krajinu, ale lineární násep dálnice potlačuje její ráz. Obecně platí, že vytváření spíš menších vodních ploch a skalnatých odkryvů (tedy právě těch prvků, které postupně v minulých stoletích mizely) je žádoucí, ale větší změny jsou problematické a musí být posuzovány pro každý případ a pro každou krajinu zvlášť.

Určitým paradoxem se stává, že železniční násypy, zářezy dálnic a podobné, ekonomicky jinak nevyužitelné plochy se stávají vítanými náhradními stanovišti (sekundární geodiverzita). Britské železnice dokonce vydaly průvodce o přírodě železničních násypů. Ty jsou pro mnohé dojíždějící obyvatelé velkých městských aglomerací jediným běžným kontaktem s přírodou. Ochrana přírody je tak všude v Evropě stavěna před úkol nikoliv jenom ochránce mizejících „přírodních rájů“, ale také aktivního manažera nového antropogenního prostředí, které je směřováno do určitého cílového stavu – např. kombinace přirozené doubravy a geologického profilu v hlubokém dálničním zárezu.

Změny ve hnízdění ptáků, kvalitě lučních porostů, stavu lesa a podobných jevů jsou patrné v měřítku několika let. Zalesněná, odlesněná a zase zalesněná Šumava se dá prožít během jedné generace. Většinou máme pocit, že musíme chránit to, co se mění před našima očima. Podobně, jako je geologický čas nerosovatelně pomalejší než čas biologický, tak i změny geodiverzity byly v uplynulých stoletích spíš plíživě nenápadné, ale ve svém souhrnu vyústily v celkovou změnu charakteru krajiny. Proto považujeme za nutné, abychom si dobře rozmysleli úpravy, které v krajině provádíme – je technicky snadné zničit skalku překážející v dopravě, ale mějme přitom na paměti, že podobných skalek už bylo na daném území zničeno nejspíš několik a že již nebudou nikdy vráceny na místo.

Dosavadní ochranná praxe se ve většině případů zabývala geologickým podložím jako něčím, co sice patří zejména k vegetaci a již méně k živočišstvu, ale na co není nutné klást přímý důraz. Hlubší pohled opřený o historickou analýzu naopak ukazuje, že geodiverzita je podobně jako biodiverzita postihována změnami, postupně ochuzována, ale i nově vytvářena. Pracuje s jiným časovým měřítkem a odehrává se v široké škále velikostí. Je nutné ji rozeznávat jako samostatnou, jakkoliv provázanou, kategorii ochrany přírody, která se postupně emancipuje od známější biodiverzity. V Evropě se tento proces projevuje například zakládáním geoparků.