

1 KRAJINNÁ EKOLOGIE JAKO VĚDNÍ OBOR

1.1 Vývoj a vymezení oboru krajinná ekologie

Termín krajinná ekologie poprvé použil význačný německý biogeograf Carl TROLL v roce 1939 (Landschaftsökologie), inspirován možnostmi, jež nabídlo studium leteckých snímků krajiny, poskytující novou kvalitu informací o krajině, krajinné struktuře, vegetaci a jejich prostorových souvislostech a vztazích na velkých územích. Krajinná ekologie tak vznikla z ekologické interpretace leteckých snímků (Ekologie je nauka o vztazích mezi organismy a jejich prostředím; výhodou leteckých snímků je právě nová kvalita zobrazení prostorových vazeb a vztahů).

TROLL je považován za zakladatele krajinné ekologie, třebaže zpočátku výslovně zdůrazňoval, že neaspiruje na nový vědní obor, ale na novou metodu – na pozorování krajinných přírodních souvislostí. Aplikace leteckých snímků tak umožnila převratný pokrok ve zkoumání krajiny, srovnatelný např. s využitím mikroskopu v biologii (MÍCHAL 1992, 1994). Proti silící specializaci a roztržitosti ve výzkumu přírodních jevů a procesů se začal uplatňovat syntetický, integrující pohled na přírodu a krajinu zaměřený na sledování souvislostí vztahů a procesů v krajině, na prostorové vazby a plošné sledování struktury půd a vegetace v krajině (sblížení biologie a geografie).

TROLL (1939) definoval takto pojatou krajinnou ekologii jako „studium komplexní struktury vztahů mezi společenstvy organismů (biocenózami) a podmínkami jejich prostředí v určitém výseku krajiny“. Krajinnou ekologii chápal jako výzkum vztahu života k prostředí, tedy v biologickém pojetí.

Od té doby se zakladatelské pojetí krajinné ekologie vyvíjelo a byly popsány stohy stran úvahami, polemikami, diskusemi a pokusy o definici ústředního pojmu krajinné ekologie – krajiny. Krajinná ekologie má kořeny ve střední Evropě (Německo – TROLL, LESER), kde biogeografové pohlíželi na krajinu nejen jako na estetickou hodnotu (jako většina krajinářů – architektů) nebo jako na část fyzicko-geografického prostředí (jako většina geografů), ale jako na celkovou prostorovou a vizuální jednotku životního prostředí člověka, integrující geosféru s biosférou a noosférou utvářenou člověkem (NAVEH a LIEBERMANN, 1994).

Krajinná ekologie je někdy zjednodušeně považována za syntézu ekologie jakožto biologické disciplíny a geografie. Pro její vývoj byly inspirující zejména poznatky geografů a biogeografů o struktuře krajiny, složené z krajinných složek čili biotopů nebo ekotopů (NEEF 1967; SCHMITHÜSEN 1964, 1967; HAASE 1964; SOČAVA 1978; VINOGRADOV 1976; ZONNEVELD 1979). Podobně přispěl k rozvoji krajinné ekologie vývoj pojetí ústředního pojmu obecné ekologie – ekosystému (TANSLEY 1935; ODUM 1959, 1971, české vydání 1977), který umožnil základní holistický pohled na krajinu jako složitý ekosystém.

Ekosystém definoval britský botanik TANSLEY (1935) jako „soubor organismů a faktorů jejich prostředí v jednotě jakékoli hierarchické úrovně“. Ekosystém v dnešním rozšířeném chápání je časoprostorovou jednotkou, která integruje společenstvo organismů s jejich prostředím (MÍCHAL 1994).

Běžně používané termíny **biocenóza** a **biogeocenóza** se od pojetí ekosystému liší jen málo. Zatímco biocenóza je chápána jako společenstvo rostlin a živočichů v určitém prostředí, biogeocenóza, stejně tak jako ekosystém, zahrnuje živé i neživé složky a klade větší důraz na vertikální dynamiku určitého relativně homogenního území (např. biogeocenóza smrkového lesa). Biogeocenózy jsou tedy prostorově vymezené suchozemské ekosystémy, které tvoří základní složky geografické krajiny jako jednoho z geosystémů (MÍCHAL 1994).

Zakladatel brněnské ekologické školy ZLATNÍK obměnil původní Sukačevův termín biogeocenóza přesmyčkou na **geobiocenózu**. Z jeho geobiocenologické školy vychází i dnešní česká metodika navrhování územních systémů ekologické stability.

Zřejmě nejširší a nejobecnější pojetí vyjadřuje geografický termín **geosystém**, používaný v sovětské geografii (SOČAVA, ARMAND). Geosystémy jsou – na rozdíl od biocentricky pojatých ekosystémů – zkoumány polycentricky. Geosystémy zahrnují vedle přírodních faktorů (biotických a abiotických) také faktory sociální, ekonomické a technické.

Rozdíl mezi obecnou a krajinnou ekologií spočívá v tom, že krajinná ekologie se explicitně zabývá

- územími větších plošných dimenzí,
- heterogenitou prostoru (zatímco obecná ekologie často uvažuje ekosystémy jako prostorově homogenní),
- vztahy mezi vazebně spojenými ekosystémy (krajinnými elementy).

Krajinná ekologie je tak jedinou disciplínou, která se (explicitně) zabývá strukturou krajiny (heterogenitou prostoru) a jejími změnami v čase (MIMRA 1995). Jejím nosným základem je obecná ekologie, krajinná ekologie však není jen odvětvím ekologie ani neustáleným průnikem relevantních disciplín.

Krajinná ekologie se rýsuje jako nová, nastupující věda, se spíše komplexním charakterem, heterogenním obsahem a nadměru širokým záběrem, nicméně s jasným vědeckým a filosofickým základem (KOVÁŘ 1993).

Postavení krajinné ekologie v systému věd nebylo dosud zcela jednoznačné. Existují asi tři základní přístupy ke krajinné ekologii:

- 1) střešní vědní disciplína – k tomuto pojetí bylo dosud nejvíce výhrad: chybí konzistentní teorie, nejvyužívanější koncepce byly vyvinuty již v jiných, ustálených disciplínách
- 2) speciální odvětví obecné ekologie – problém je v tom, že tradiční ekologie (biologie) zdůrazňuje vztahy a procesy v přírodních složkách biosféry; potřeba zahrnout sociokulturní procesy a vliv člověka, který je v současné době v krajině dominantní, vede k nutnosti vydělení další speciální disciplíny – antropoekologie či humánní ekologie
- 3) průnik, resp. průřez nezávislými disciplínami včetně aplikovaných – ekologie vod a souše, geografie, lesnictví, zemědělství, urbanismus; zjevné oborové přesahy jsou interpretovány jako důsledek transdisciplinarity oboru.

Od zakladatelského pojetí C. Trolla a biogeografického pojetí v 60. letech se krajinná ekologie vyvinula a rozrůznila do řady škol a směrů, lišících se zaměřením i aplikací. Tato různorodost je podmíněna i geograficky a jazykově.

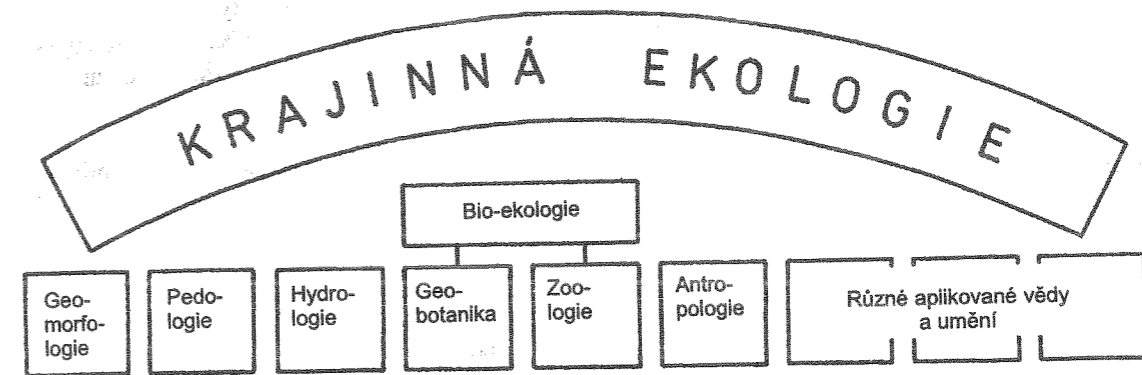
Ekosystémový přístup (biocentrický) studuje procesy a vztahy v krajině jako interakci ekosystémů v prostoru. Tento přístup reprezentuje americká škola krajinné ekologie (FORMAN) nebo sovětská sibiřská škola (SOČAVA), která používá pojmy geosystém a geobiocenóza (krajina jako geosystém složený z geobiocenóz). V duchu ekologického ekosystémového pojetí je napsána také nejznámější učebnice krajinné ekologie (FORMAN a GODRON 1986, české vydání 1993). Americké pojetí krajinné ekologie je prostorovým rozšířením ekologie populací, společenstev a ekosystémů do krajinné dimenze. Proti evropskému se může jevit jako poněkud redukcionistické.

Polycentrický geosystémový přístup ke krajině studuje procesy v krajině jako výsledek interakce jednotlivých krajinných sfér – atmosféry, litosféry, pedosféry, hydrosféry, biosféry, antroposféry. Příkladem je světově uznávaná škola vytvořená v bývalém Institutu für Geografie und Geoökologie v Lipsku (RICHTER, NEEF, HAASE, MANNSFELD) anebo geografická geoekologie (LESER).

Oba přístupy studují tentýž složitý objekt – krajinu. To vystihuje alternativní definice slovenského geografa Mičiana: „Krajinná ekologie (geoekologie) je interdisciplinární obor, který studuje a předpovídá vznik, vývoj, chování a prostorovou organizaci krajinných systémů jako celostních útvarů použitím ekosystémového (ekologického) nebo geosystémového (geografického) přístupu“

(MIČIAN 1984, 1995). Mičian, podobně jako Poláci RICHLING a SOLON (1994), se tak pokusil o syntézu obou základních orientací krajinné ekologie.

I.S. ZONNEVELD ve své nejnovější učebnici Land Ecology (1995) zdůrazňuje krajinnou ekologii jako transdisciplinární vědu (nejen multidisciplinární a nejen interdisciplinární).



Krajinná ekologie jako transdisciplinární věda (podle Zonnevelde)

NAVEH a LIEBERMANN (1994) považují krajinnou ekologii za výsledek holistického přístupu přijatého geografy, ekology, urbanisty, krajinnými inženýry, plánovači a manažery krajiny v jejich pokusu překonat mezeru mezi přírodními, zemědělskými a urbánními systémy. Výrazně antropocentrická definice krajinné ekologie těchto autorů vychází ze zkušeností z přeměněné mediteránní krajiny, poznamenané tisíciletým vlivem lidské společnosti, a zužuje obor pouze na studium kulturní krajiny:

„Krajinná ekologie je mladým oborem moderní ekologie, který se zabývá vzájemnými vztahy mezi člověkem a jím vytvořenou krajinou“.

Krajinná ekologie je v současnosti považovaná za vědeckou základnu pro krajinné plánování, management, ochranu, rozvoj a revitalizaci či stabilizaci krajiny. Současný vývoj inklinuje dokonce k širšímu, interdisciplinárnímu či transdisciplinárnímu přístupu (humánní ekologie). Krajinná ekologie se tak stává základnou pro vytváření vyrovnanější dlouhodobější a udržitelnější politiky, než jakou dosud praktikovali ekonomičtí plánovači, lesníci, inženýři a (především) politikové.

Pro úplnost zbývá objasnit především geografy užívaný alternativní pojem **geoekologie** (MIČIAN 1995). Geoekologie je někdy ztotožňována s krajinnou ekologií, jindy je zdůrazňována její větší orientace na abiotické komplexy (geovědní zaměření), aniž by ovšem mohla opomenout biotickou složku krajiny (LESER 1984, 1991). Na Slovensku (MIČIAN) nebo v Polsku (RICHLING) je nejnověji geoekologie považována za komplexní fyzickou geografii orientovanou na interdisciplinární problematiku.

Souhrn: Krajinná ekologie jako vědní obor vzniká a rozvíjí se teprve v období posledních 50 let. Rozvoj KE jako vědy vyžaduje jednoznačné vytvoření a ustálení základních pojmů. Předmětem studia KE je krajina v celé její rozmanitosti struktury, funkcí a dynamiky v prostoru a čase. Přístupy mohou být různé – **biocentrický** (ekosystémový) – **polycentrický** (geosystémový) – **antropocentrický**

Aplikace poznatků krajinné ekologie nachází své uplatnění v oborech lidské činnosti, které mají výrazný prostorový záběr – zemědělství, lesnictví, urbanismus, krajinné a územní plánování, vodní hospodářství, ochrana přírody a krajiny, péče o životní prostředí, hodnocení vlivů na přírodu, krajinu a prostředí.

1.2 Studium krajinné ekologie

V České republice se dosud krajinná ekologie nestuduje jako samostatný obor běžného VŠ studia.

Jako předmět se Krajinná ekologie, respektive Nauka o krajině, přednáší na přírodovědeckých a pedagogických fakultách v oborech biologických, geografických a na oboru ochrana životního prostředí.

Na lesnické fakultě České zemědělské univerzity v Praze se přednášejí předměty Krajinná ekologie, Ekologie stanovišť a aplikačně zaměřený předmět Krajinná krajina pro studenty oboru Krajinné inženýrství. Podobně zaměřený předmět Krajinné plánování najdeme v seznamu přednášek Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Jako nový obor postgraduálního doktorandského studia byl v roce 1995 akreditován obor Aplikovaná krajinná ekologie.

1.3 Institucionální zajištění vědního oboru Krajinná ekologie

Krajinná ekologie jako vědní obor je rozvíjena především na těchto pracovištích:

Ústav ekologie krajiny AV ČR Brno, České Budějovice

Ústav aplikované ekologie LF ČZU Praha, Kostelec nad Černými lesy

Ústav krajinné ekologie AF MZLU, Brno

Ústav ekologie lesa LF MZLU, Brno

Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha

Katedra botaniky PřF UK, Praha

Katedra urbanismu a územního plánování ČVUT, Praha

Ústav krajinné ekologie SAV, Bratislava, Nitra

Katedra fyzickej geografie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

Zastřešující mezinárodní profesní organizací je

Mezinárodní asociace krajinné ekologie (IALE), v jejímž rámci jsou organizovány pracovní skupiny:

- * Krajinná analýza
- * Krajinné plánování
- * GIS v krajinné ekologii
- * Výchova a vzdělání v krajinné ekologii
- * Ekologické sítě v krajině
- * Kulturní a estetické aspekty krajiny
- * Krajinná ekologie agroekosystémů
- * Ekologie městského prostoru
- * Krajinná ekologie řek a aluviálních území

Regionální organizace IALE byly ustaveny v těchto zemích:

Kanada, Dánsko, Itálie, Japonsko, Polsko (PAEK), Velká Británie, USA. V roce 1997 vzniká regionální organizace IALE také v České republice.

1.4 Učebnice a publikace z oboru Krajinná ekologie

SKRIPTA:

Demek J.: Nauka o krajině. Přír.fak. UP, Olomouc, 1989

Horký J., Vorel I.: Tvorba krajiny. ČVUT, Praha,

Kovář P.: Ekologie krajiny. Přír.fak. UK, Praha, 1993

Kubeš J.: Plánování venkovské krajiny. VŠB-TU Ostrava, 1996

Nepomucký P., Salašová A.: Krajinné plánování. VŠB-TU Ostrava, 1996

Stalmachová B.: Základy ekologické obnovy průmyslové krajiny. VŠB-TU Ostrava, 1996

UČEBNICE:

Forman R.T.T., Godron M.: Landscape Ecology, John Wiley and Sons, New York, 1986

Forman R.T.T., Godron M.: Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993 (český překlad)

Havrlant M., Buzek L.: Nauka o krajině a péče o životní prostředí. SPN, Praha, 1985

Leser H.: Landschaftsökologie. Stuttgart, 1976

Naveh Z., Liebermann A.: Landscape Ecology. Theory and Application, Springer-Verlag, 1984 (1. vydání), 1994 (2. vydání)

Richling A., Solon J.: Ekologia krajobrazu, PWN, Warszawa, 1994

Zonneveld I.S.: Land Ecology, SPB Academic Publishing, Amsterdam, 1995

DOPLŇUJÍCÍ PUBLIKACE:

Demek J.: Systémová teorie a studium krajiny. Studia Geographica, 40, GgÚ ČSAV, Brno, 1974

Hadač E.: Úvod do krajinné ekologie. Bulletin ÚKE ČSAV 2/77, Praha, 1977

Hadač E.: Krajina a lidé. Praha, Academia, 1982

Jůva K., Klečka A., Zachar D. a kol.: Ochrana krajiny ČSSR z hlediska zemědělství a lesnictví. Praha, Academia, 1981

Ložek V.: Příroda ve čtvrtohorách, Praha, Academia, 1973

Ložek V.: Současná krajina ve světle svého vývoje. Vesmír 69 (1990):517-524

Míchal I.: Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 1992 (1.vyd.) 1994 (2.vyd.)

Štulc M., Götz A.: Krajina a životní prostředí. ČEÚ a MŽP, Praha, 1994

Duvigneaud P.: La synthèse écologique. Paris, 1980

Duvigneaud P.: Ekologická syntéza. Praha, Academia, 1988 (český překlad)

Forman R.T.T.: Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions, 1995

Brouwer F.M., Thomas A.J., Chadwick M.J. (editoři): Land Use Changes in Europe. Processes of Change, Environmental Transformations and Future Patterns, 1990

Jongman R.H.G. (editor): Ecological and Landscape Consequences of Land Use Change in Europe. ECNC, Tilburg, 1996

Haines-Young R.: Landscape Ecology and GIS, 1993

Hansen A.J. a F. di Castri (editoři): Landscape Boundaries. Ecological Studies, Vol. 92, 1992

Moračevskij V.G.(red.): Osnovy geoekologii. Sankt Peterburg, 1994

Snytko V.A. a Kolečka J. (editoři): Teoria i praktika geografičeskich issledovanij landšafta. Studia Geographica 88, Brno, 1985

- Turner M.G. a Gardner K.H.(editoři): Quantitative Methods in Landscape Ecology. Ecological Studies, Vol. 82, 1991
Vink A.P.A.: Landscape Ecology and Land Use, 1983
Zonneveld I.S. a Forman R.T.T.(editoři): Changing Landscapes: An Ecological Perspective. 1990

ZÁKLADNÍ LITERATURA Z OBECNÉ EKOLOGIE:

- Zlatník A.a kol.: Základy ekologie. Praha, SZN, 1973
Odum E.P.: Základy ekologie. Praha, Academia, 1977
Farb P.: Ekologie. Praha, Mladá fronta, 1977
Begon M., Harper J.L., Townsend C.R.: Ecology. Individuals, Populations and Communities, 1989

SLOVNÍKY:

- Collin P.H.: Dictionary of Ecology and the Environment, 1988
Buzek L.: Životní prostředí, terminologický a výkladový slovník. Ostrava, 1994

ČASOPISY:

- Landscape Ecology
Landscape and Urban Planning
Landscape Research
Landscape Design
Landscape Architecture
Paysage and Aménagement
Garten und Landschaft
Landscape Australia
Bulletin IALE (Bulletin Mezinárodní asociace krajinné ekologie)
Biuletyn PAEK (Bulletin Polské společnosti krajinné ekologie)
Ekológia (Bratislava) / Ecology (Bratislava)

SBORNÍKY Z KONFERENCÍ:

- Ekologie krajiny, České Budějovice, 19.-21.9.1990
Architektonická a urbanistická hlediska krajinné tvorby. Sborník z konference ve Svatce, 22.-24.5. a 25.-27.9.1990
Krajinné plánování v Německu a možnosti využití v České republice. Sborník pracovního kolokvia, VÚOZ, Průhonice, duben 1992
Kultura, Příroda, Krajina. Sborník konference „Kulturní aspekty krajiny“, Žďár nad Sázavou, 1992
Mapování biotopů. VŠZ, Brno, 1994
Krajnotvorné programy. Sborník z konference v Příbrami, 7.-9.6.1995
Connectivity in Landscape Ecology. Münsterische Geographische Arbeiten, 29, Münster 1987
Spatial and Functional Relationships in Landscape Ecology. VIIIth International Symposium on Problems of Landscape Ecological Research, Zemplínska Šírava, 1988
Ecological Stability of Landscape, Ecological Infrastructure, Ecological Management. IAE VŠZ, Kostelec n.Č.l., 1992
European IALE – Seminar on Practical Landscape Ecology. Roskilde, 1991
Agricultural landscapes in Europe. European IALE Conference, Rennes, 1993
The future of our landscapes. Congress IALE, Toulouse, 1995

- Landscape Ecology. Theory and Application. IALE (UK) Conference, Reading, 1995
Remote Sensing in Landscape Ecological Mapping. Leuven, 1995
Ekologia krajobrazu w badaniach territorialnych systemów rekreacyjnych. Poznań, 1993
Landscape Research and its Application in Environmental Management. Warsaw, 1994

a řada dalších

2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY KRAJINY

2.1 Vnímání krajiny

Krajina je středem zájmu mnoha oborů, od lesnictví a zemědělství až ke geografii, urbanismu, plánování či umění. Každý člověk žije a realizuje se v nějaké krajině. Člověk již po relativně dlouhou, z hlediska geologického věku však krátkou dobu, krajinu mění, ovlivňuje, ničí i upravuje, přesto však většinou obdivuje divokost a velkolepost krajiny přírodní, člověkem ještě poměrně nedotčené. Podobný obdiv umělce i běžného návštěvníka, turisty či pozorovatele si však zaslouhují i některé kulturní krajiny vytvořené uvědomělou lidskou činností.

Definice krajiny není jednotná a pojetí krajiny mohou být velmi různá. V zásadě však vymezení krajiny obsahuje v sobě i určitý velikostní aspekt (krajina musí mít určitou minimální rozlohu, vymezenou horizontem lidského vizuálního vnímání – řádově km² až stovky km²).

Anglické slovníky nabízejí několik definic slova krajina, které zahrnují

- a) obraz představující pohled na suchozemskou scénérii (např. prerie, lesnatá krajina, hory, zemědělská krajina)
- b) geomorfologické utváření určité oblasti
- c) výšeč přírodní scénérie, obsažené v zorném poli pozorovatele.

Ke krajině lze přistupovat z různých hledisek, krajinu člověk vnímá esteticky, umělecky, historicky, politicky, ekonomicky, morfologicky i jinak. Stručně řečeno, krajina je až příliš rozmanitá na to, abychom se o ní mohli jednoduše vyjádřit (FORMAN a GODRON 1993).

Jiné je pojetí krajiny ve výtvarném umění, jiné ve společenských a jiné v přírodních vědách. Například historikové obvykle používají termín krajina v souvislosti s plochou země, kde se odehrávaly bitvy, zakládaly osady či odehrávaly jiné historické události. Otázka vnímání (percepce) krajiny je blíže pojednána v pracích FORMAN a GODRON (1993), s. 11–30, a KOVÁŘ (1993), s. 5–9.

2.2 Vědecké pojetí a definice krajiny

Krajinní ekologové mají většinou geografické nebo biologické vzdělání a ne náhodou při výzkumu krajiny vycházejí právě z těchto disciplín. Na úrovni současných poznatků o krajině chápou krajinu jako ekologicky heterogenní území, složené ze specifické sestavy ekosystémů, které jsou ve vzájemné interakci (FORMAN a GODRON, 1986, 1993). Interakce vzájemně se ovlivňujících ekosystémů je jádrem vědeckého pojetí krajiny a krajinné ekologie. Rozloha krajiny může být různá – od několika málo kilometrů do několika set čtverečních kilometrů. K zakreslení ekosystémů tvořících krajinu, stejně jako k zakreslení hranice mezi různými krajinami, se často využívá leteckých, nověji také družicových snímků (viz průkopník krajinné ekologie C. TROLL). Jednotlivé elementy, ekosystémy, strukturální prvky krajiny viditelné na snímku (lesy, pole, vodní toky a plochy, cesty), o velikosti od několika až do stovek metrů, jsou v podrobnějším měřítku než krajina. Anglický geograf JACKSON, zakladatel časopisu Landscape, zveřejnil se svým pojetím krajiny a prostorovým způsobem myšlení také poznámku: „Časopis Landscape se zajímá o původní články ..., k jejichž ilustraci se hodí letecké fotografie“.

Existuje i řada jiných definicí a pojetí krajiny. Zmínku o ní nacházíme již u Alexandra von HUMBOLDTA, který krajinu označoval jako „celkový charakter území“ (Totalcharakter der Erdgegend).

Nizozemská škola krajinné ekologie (zejména I.S. ZONNEVELD) vypracovala pojetí krajiny jako „komplexu systémů vyššího řádu (s mnoha subsystemy) ve vzájemné interakci, které svou fyziognomií dohromady tvoří zřetelnou část zemského povrchu, a celý komplex je utvářen a udržován vzájemnou součinností abiotických, biotických a antropogenních činitelů“.

Důraz je v tomto pojetí kladen na tři aspekty krajiny:

- 1) vnímání krajiny, resp. krajinná fyziognomie: krajina tvoří zřetelnou, rozeznatelnou jednotku zemského povrchu,
- 2) horizontální strukturu (heterogenitu) krajiny: krajina je mozaikou (landscape pattern mosaic) krajinných elementů,
- 3) vertikální strukturu (heterogenitu) krajiny: krajina jako ekosystém.

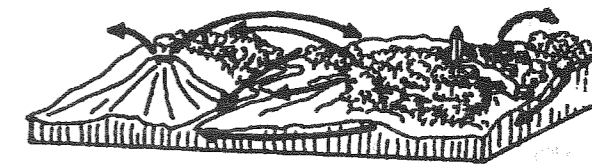
S vytříbenými definicemi z okruhu nizozemské a německé krajinné ekologie kontrastuje prostá, ale lidsky pochopitelná definice známých autorů FORMAN, GODRON (1983): „Krajina je území o řádově rozloze čtverečních kilometrů složené z ekosystémů, které se navzájem ovlivňují“.

Analogicky německému a nizozemskému vědeckému pojetí, podle NEEFA (1967) a ZONNEVELDA (1995) existují tři prostorové dimenze krajinné ekologie: topologická, chorologická a geosférická (viz obr. č.1).

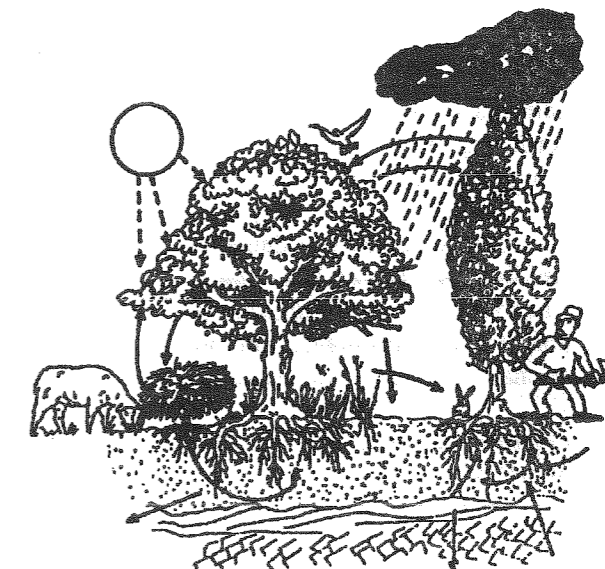
- 1) **Topologický aspekt** pohlíží na krajinu jako ekosystém s vertikální heterogenitou a relativně nízkou horizontální variabilitou. Velikost studovaného území se pohybuje od několika čtverečních metrů do maximálně několika kilometrů. Mapovací měřítko je obvykle velmi detailní (1:500 až 1:10 000). Studium vztahů mezi složkami se soustřeďuje na vztahy vertikální, tj. na vztahy mezi sférami – půdou, vodou, ovzduším, biotou a člověkem. To jsou tzv. topologické vztahy, na něž bylo obvykle omezeno klasické ekologické studium ekosystémů.



A: GEOSFÉRICKÁ



B: CHOROLOGICKÁ
(horizontální heterogenita)



C: TOPOLOGICKÁ
(vertikální heterogenita)

Obr. 1: Dimenze krajiny a krajinné ekologie (podle ZONNEVELDA, 1995)

2) **Geosférická dimenze** reprezentuje opačný extrém – uvažuje celý zemský povrch – geosféru. Studium na geosférické dimenzi je zaměřené na výzkum globálních změn jako je skleníkový efekt, změny hladin oceánu, následky blokové tektoniky apod. Měřítko mapování se potom pohybuje řádově v desítkách milionů.

3) **Chorologická dimenze** je rozlišena mezi topologickou a geosférickou. Jednotkami studovanými z pohledu chorologické dimenze mohou být krajiny považované za komplex (konglomerát) ve tvaru mozaiky, složené ze základních topologických jednotek. Studium vztahů se soustřeďuje na vztahy horizontální, tj. na vztahy mezi ekosystémy skládajícími určitou krajinu. To jsou tzv. chorologické vztahy vyjadřující horizontální heterogenitu krajiny. Měřítko mapování může být velmi rozdílné, od několika tisíc až do milionu (ZONNEVELD, 1995).

Při studiu krajiny se v současné době začíná uplatňovat holistický (celostní) pohled: vlastnosti krajiny jako celku (= systém krajinných elementů), jako systému složenému z dílčích ekosystémů či subsystémů, nelze odvodit pouze z vlastností součástí; celek není jejich prostým součtem. Pro pochopení podstaty krajiny je klíčová znalost její heterogenity, skladebných prvků a charakteru vazeb a toků mezi těmito prvky.

Ekosystémové pojetí krajiny – krajina jako otevřený systém zemského povrchu formovaný všemi faktory (abiotickými, biotickými a antropogenními) – vede ke zdůraznění funkční kontinuity krajinného prostoru: každý lokální zásah může podstatně ovlivnit vlastnosti celé krajiny v prostoru i čase.

2.3 Krajina v geosférické dimenzi

Vertikální heterogenita krajiny je v globálním (geosférickém) měřítku vyjádřena pomocí sfér Země. Jejich studiem se zabývají speciální vědy, proto zde uvádíme pouze jejich stručnou rekapitulaci. Jednotlivé sféry netvoří striktně oddělené vrstvy, ale částečně se překrývají, ovlivňují a dohromady tvoří jeden nedílný komplex.

- 1) **Litosféra**: pevný obal Země o mocnosti 1200 km, tvořený horninami; její svrchní částí je zemská kůra.
- 2) **Hydrosféra**: vodní obal Země; veškerá voda na Zemi, zčásti obsažená v litosféře a pedosféře, zčásti volně na povrchu v oceánech, řekách a jezerech, zčásti jako složka atmosféry.
- 3) **Pedosféra**: půdní obal Země; úzce integrovaná mezi litosférou, biosférou, atmosférou a hydrosférou.
- 4) **Biosféra**: souhrn všech organismů na Zemi; oživuje povrch Země rostlinstvem a živočištvem.
- 5) **Atmosféra**: vzdušný obal Země; plynná vrstva, která má rozhodující úlohu ve zprostředkování přenosu, filtraci a přerozdělování energie a informací mezi výše uvedenými sférami a kosmosférou.
- 6) **Noosféra**: veškerá duchovní činnost člověka a materiální výtvořiny z ní vyplývající; (jiné výrazy: socioekonomická sféra, antroposféra).
- 7) **Kosmosféra**: nepatří přímo mezi vrstvy, obklopující Zemi, ale v globálním měřítku má velmi podstatný vliv na veškeré dění na Zemi.

Uvedené geosféry se na povrchu Země částečně stýkají a prostupují. Jsou spojeny mnoha vazbami ve složitý systém, který se nazývá **krajinná** nebo **geografická sféra**. Za její spodní hranici se považuje rozhraní mezi zemskou kůrou a zemským pláštěm, tj. v hloubce zhruba 6–8 km pod dnem oceánu a do 35 km pod kontinenty. Horní hranici krajinné sféry tvoří horní hranice troposféry, která leží přibližně ve výšce od 8 km nad póly do 18 km nad rovníkem (ŠTULC, GÖTZ, 1993).

Geografická nebo krajinná sféra reprezentuje krajinu na nejvyšší hierarchické úrovni – v globálním, geosférickém měřítku celé Země.

2.4 Objekty studia krajiny v krajinné ekologii: struktura, funkce a dynamika krajiny

Struktura, funkce a dynamika (změny v čase) krajiny jsou tři základní předměty studia krajinné ekologie.

Struktura krajiny je vyjádřena zastoupenými ekosystémy (složkami, elementy) a jejich prostorovými vztahy, jejich tvarem, velikostí, uspořádáním, spojitostí a kvalitou.

Vycházíme-li z definice krajiny jakožto komplexu ekosystémů, můžeme každou krajinu rozdělit na jednotlivé krajinné složky či ekosystémy, které ji tvoří. Termín ekosystém doporučují někteří krajinní ekologové vzhledem k jeho vysoké obecnosti nahradit termíny ekotop, případně biotop, geotop, facie, stanoviště, krajinná buňka, krajinný segment, krajinný element. Vzhledem k neustálené terminologii mladého oboru můžeme pracovat s kterýmkoliv z těchto termínů, musí být však dostatečně definován. Záleží také na podrobnosti měřítka a rozlišovací schopnosti, na níž pracujeme. FORMAN a GODRON (1993) doporučují považovat za základní, relativně homogenní ekologické prvky **krajinné složky**, ať jsou přírodní či antropogenního původu. Krajinné složky je možné obvykle rozeznat na leteckých fotografiích, jejich rozměry se běžně pohybují od desítek metrů po kilometry. Příkladem krajinných složek naší kulturní krajiny je les, pole, silnice, rybník, louka podél potoka. Každá krajinná složka je dobře ohraničená. Krajinné složky se dělí ještě na menší a více homogenní jednotky. To jsou **krajinné tesery**, nejmenší strukturální jednotky, viditelné ještě v prostorovém měřítku krajiny. Příkladem jsou pole různých plodin nebo fenologických fází, lesní mýtina, homogenní lesní porost stejného věku a skladby, dům apod.

Struktura krajiny bude podrobněji pojednána v dalších kapitolách. Velkou pozornost jí věnují FORMAN a GODRON (1993).

S jiným pojetím přichází ZONNEVELD (1995), který používá pojem **krajinná jednotka** (land unit) jakožto základní koncept krajinné ekologie. Krajinná jednotka je úsek země (potažmo krajiny), který je v daném měřítku relativně ekologicky homogenní. Krajinné jednotky mohou být vymezeny a rozlišeny na libovolných úrovních (v libovolném měřítku), existuje tedy hierarchie krajinných jednotek.

Funkce krajiny – interakce mezi prostorovými složkami, tj. toky energie, látek a druhů organismů mezi skladebnými ekosystémy (složkami krajiny). Fungování krajiny je závislé na její struktuře. Každá změna krajinné struktury mění průběh energomateriálových a informačních toků v krajině.

Dynamika (změna) krajiny – přestavba struktury a funkce krajinné mozaiky v čase, má různé časové a prostorové dimenze. Každá krajina se vyvíjí a mění, časové dimenze a charakter těchto změn jsou však velmi rozdílné.

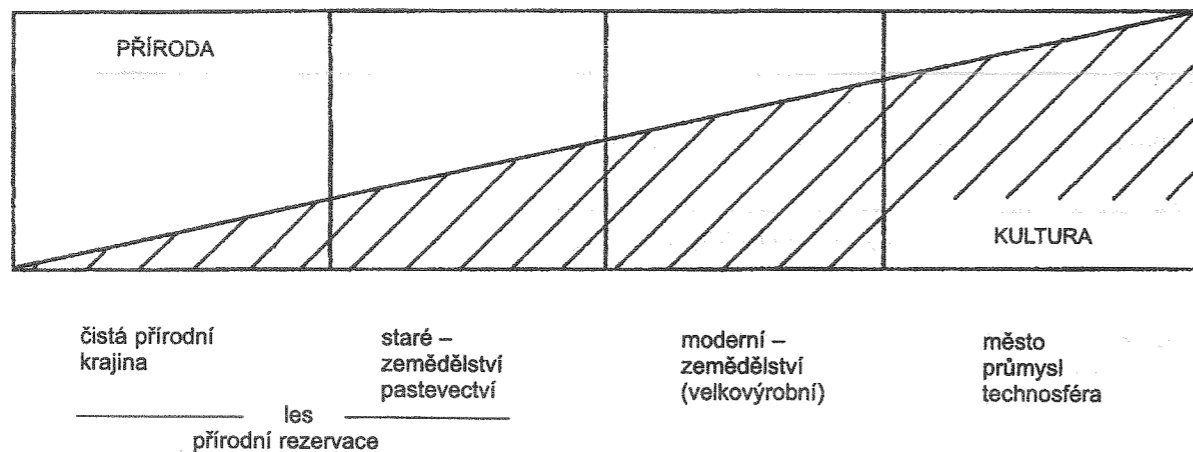
Tabulka: Časové dimenze krajinných změn (procesů)
(podle ZONNEVELDA, 1995)

10 ⁶ roků	Geologické procesy platformní tektoniky Vývoj biologických druhů
10 ⁵ roků	Makroklimatické změny (glaciály, pluvialy)
10 ⁴ roků	Utváření makro- a mezoforem reliéfu
10 ³ roků	Utváření a vývoj půd (např. podzolizace, laterizace)
10 ² až 10 ¹ roků	Hydrogeologické procesy Sedimentační procesy (mořská, říční sedimentace) Biologické zpětné vazby (sukcese po přírodní katastrofě) Lesnictví
10 ⁻¹ až rok	Zemědělství, zahradnictví, stavebnictví
měsíce	Biologické epidemie
dny až měsíce	Zrychlená vodní eroze, vyvolaná lidskou činností; sopečná činnost
hodiny	Tajfun, bouře, vichřice, déšť
minuty	Zemětřesení, atomový výbuch

2.5 Kultura, příroda a krajina. Člověk v krajině

Krajina je obvykle kombinací přírody a kultury. Vedle **přírodní krajiny**, formované pouze přírodními procesy a dnes v planetárním měřítku minimálně zastoupené, existuje na Zemi převážně **kulturní krajina** v různém stupni přeměny. Kulturní krajina je průsečíkem přírodních, hospodářských a sociálních procesů. Do značné míry je odrazem stavu společnosti, její ekonomické, technologické, sociální a duchovní úrovně. Člověk svou činností může působit na krajinu pozitivně i negativně. Některé kulturní aspekty krajiny i celé charakteristické typy kulturních krajin mohou být dalším vývojem a intervencí společnosti ohroženy a stávají se předmětem ochrany (chráněné krajinné oblasti, Třeboňsko, program Péče o krajinu, dotace na krajinotvorné funkce zemědělství). Bývá to spojeno s estetickým a uměleckým citěním. O kulturní krajině je možno mluvit jako o národním dědictví, někde se dokonce již vypracovávají červené knihy ohrožených krajin. Nicméně, mnohé kulturní krajiny vytvářené a formované dlouhodobě zemědělskou činností již zanikly, zpustly nebo byly přeměněny v moderní krajiny podřízené velkovýrobním technologiím zemědělství a lesního hospodářství. I v moderních monotónních krajinách geometrických tvarů lze sice nalézt novou estetiku, jejich ekologická (biologická) hodnota však bývá mnohem nižší a jejich ekologická funkce problematická (nízká biologická diverzita, zrychlená vodní eroze, rozkolísaný vodní režim, aridizace prostředí a zasolování půd).

Lidská ekonomická činnost v krajině je zaměřena na využívání přírodních zdrojů k materiálnímu prospěchu společnosti. Jejím následkem je destrukce přírody a narušení fungování krajinných procesů, ale často také zničení nebo narušení historických, kulturních, archeologických či estetických a rekreačních hodnot krajiny. Mnohdy dochází v krajině ke střetu zájmů dvou či více ekonomických odvětví – těžby nerostných surovin, výstavby, zemědělství, vodního hospodářství, turistického průmyslu. Management krajiny proto musí vždy zahrnovat také ochranu přírodních zdrojů před nadměrnou exploatací, která by vedla k destrukci. Teoretická východiska poskytuje trvale udržitelné využívání, které by nemělo být jen obecným pojmem, nýbrž realitou.



Obr. 2: Krajina jako integrace/kombinace přírody a kultury (podle ZONNEVELDA, 1995)

Schéma na obr. 2 ukazuje, že existuje plynulá gradace přeměny přírodní krajiny bez vlivu člověka (divočiny) až k městským urbanizovaným krajinám, kde výtvořiny lidského ducha a kultury zcela převládají (umělé povrchy asfalto-betonové). Mezi těmito dvěma extrémy lze nalézt množství krajinných typů polopřirozených krajin (vřesoviště, pastviny, kulturní lesy), tradičních zemědělských krajin v různých částech světa (terasovaná rýžová pole, krajina bocage v západní Francii), často s vysokou přírodní, estetickou a kulturní hodnotou, krajin moderního velkovýrobního zemědělství s velmi zúženou přírodní hodnotou (celiny v Kazachstánu, obilnice v USA, Kanadě, Austrálii, intenzivní zemědělství v Nizozemí) až po rozsáhlé městské a průmyslové aglomerace s přírodním prostředím redukováným na úplné minimum.

Lidský zájem v krajině se soustřeďuje na 3 aspekty:

- materiální
- informační
- etický

Materiální hledisko se vztahuje ke krajině a přírodě jakožto materiálnímu zdroji – krajina je zde předmětem exploatace a zároveň ochrany jako materiální zdroj pro budoucí využití.

Informační hledisko se vztahuje ke krajině a přírodě jakožto zdroji poznání, vědy a umění – krajina z tohoto pohledu je předmětem nedestruktivního využívání a ochrany.

Etická motivace je jádrem ochranného systému – chránit vše, co bylo vytvořeno a existuje jako součást Vesmíru.

2.6 Terminologické aspekty pojmu krajina

– srovnání v některých evropských jazycích

	česky	anglicky	německy	francouzsky	španělsky	rusky
Materiál	půda země	soil earth	Boden Erde	terre	tierra	почва земля
Půdní těleso (profil)	půda	soil	Boden	sol	suelo	почва
Nejnižší část prostoru	dno spodek	bottom floor	Boden Sohle	terre fond	fondo	днище дно
Území, areál	území	region terrain	Raum Gegend Flur	region terrain territoire domaine	region terreno territoria dominica	территорија рајон
Území s obsahem (řecky Topos)	země krajina kraj	land landscape	Land Landschaft	territoire paysage pays domain	tierra paisaje territorio pais	земля местност ландшафт пейзаж
Opak moře	země	land	Land	terre	tierra	земля
Zeměkoule	Země	Earth	Erde	terre	tierra orbe	земля

3 STRUČNÝ PŘEHLED POJMŮ A PRINCIPŮ OBECNÉ EKOLOGIE

3.1 Ekologie – věda o vztazích a vazbách

Krajinná ekologie využívá v mnoha případech pojmový aparát, metody a výsledky obecné ekologie. Studium krajinné ekologie není možné bez znalosti základních principů a pojmů ekologie – vědy o vzájemných vztazích mezi organismy a jejich prostředím.

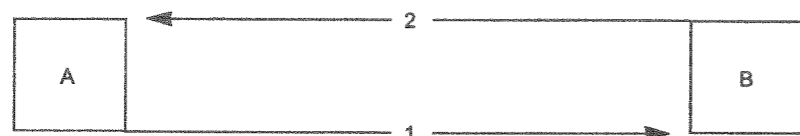
Ekologie se jako věda vyvíjí až v průběhu 19. a na počátku 20. století, tedy později než zoologie, botanika, hydrobiologie, geobotanika, statistika či fyzická geografie, jejichž poznatků využívá.

Ekologie je podle FORMANA a GODRONA (1993) založena na dvou základních přístupech:

- 1) princip zpětné vazby
- 2) rozlišování mezi bezprostředními a prvotními faktory při určování vztahů mezi organismy a prostředím.

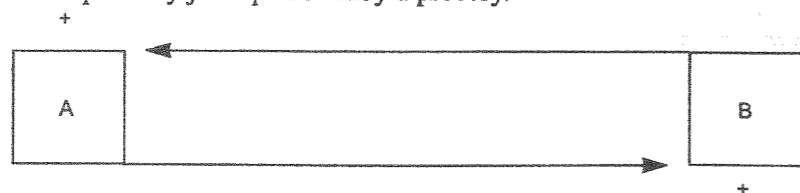
3.2 Princip zpětné vazby

Princip zpětné vazby funguje tak, že jeden prvek působí na druhý, který zpětně ovlivňuje první. Aplikace na stanoviště, na krajinné prostředí: organismy a jejich společenstva (biocenózy) jsou závislé na abiotickém prostředí. Tato závislost však není jednostranná a pasivní, neboť společenstva organismů účinně pozměňují své abiotické prostředí. Biotický subsystém v průběhu svého vývoje jeví rostoucí tendenci přetvářet své vlastní prostředí (tvorba charakteristického mikroklimatu, půdního krytu, zvětrávání, změna chemismu – např. mikroklima a půda smrkového lesa). Princip zpětné vazby je důležitým mechanismem ustalování dynamické rovnováhy ekosystému (ekologické stability krajiny). Zpětné vazby jsou nejdůležitějším autoregulačním mechanismem všech systémů. Zpětná vazba je vzájemné nenáhodné působení mezi prvky (nebo subsystémy) téhož systému k zesilujícímu (pozitivnímu) nebo zeslabujícímu (negativnímu) působení prvku B, který byl pozměněn prvkem A, na tento prvek A (podle MÍCHALA, 1994).



Rozlišují se pozitivní a negativní zpětné vazby.

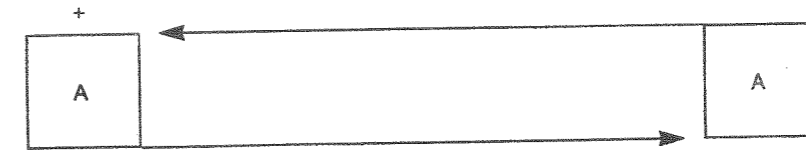
Pozitivní zpětná vazba znamená, že první složka stimuluje druhou složku, která zpětně stimuluje první. Například rodičovská generace tím, že plodí potomky, zvyšuje jejich počet. Ti dospějí a tím zpětně zvyšují počet rodičů. Opakování cyklu může vést až k exponenciálnímu růstu a přemnožení populace, pokud by zde ovšem nepůsobily jiné zpětné vazby a procesy.



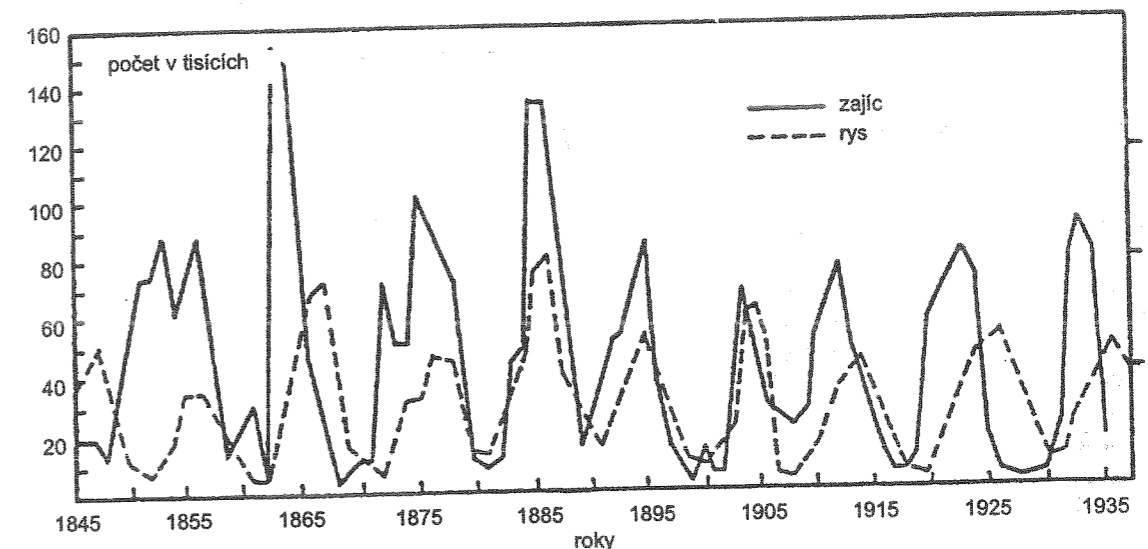
Při pozitivní zpětné vazbě působí každý z oboru proměnných prvků v interakci shodným směrem (+ + nebo --), takže se navzájem zesilují nebo zeslabují.

Pozitivní zpětná vazba zpravidla způsobuje dynamický růst systému (růst biomasy, růst populace, rakovinné bujení). Tento růst však naráží na vnější limity (vyčerpání potravních zdrojů, zaplnění prostoru, konkurence).

Negativní zpětná vazba znamená, že pozitivní působení první složky na druhou má za následek zpětné negativní působení na první složku (a naopak – vzájemné interakce jsou s opačným znaménkem: + - nebo - +).

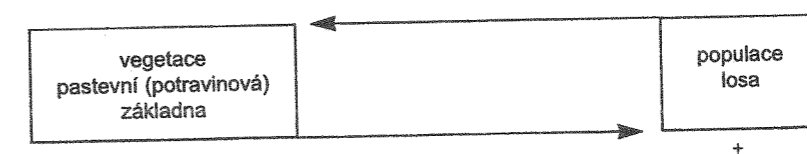


Klasickým příkladem je populační dynamika dravce a kořisti (např. lišek a myší, kánat a myší, nebo rysa a zajíce v Kanadě).

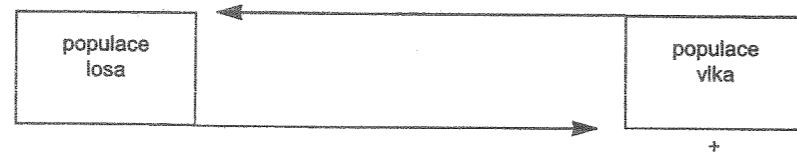


Obr. 3: Cyklické kolísání v populacích dravce a kořisti – rysa kanadského a zajíce měnivého (podle MÍCHALA, 1994)

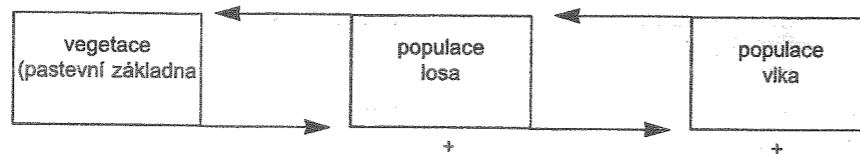
Učebnicový příklad výzkumu a sledování negativní zpětné vazby ve vztahu predátor – kořist podává MÍCHAL (1992, 1994). V národním parku na 336 km² velkém a prakticky neobydleném ostrově Isle Royale v Hořejším jezeře v Severní Americe se nepřetržitě vyvíjí populace losa a od roku 1948 populace vlka za nepřítomnosti jiných velkých býložravců a šelem, tedy v modelově čisté podobě pro sledování obou populací. Ve 30. letech byli losi na ostrově silně přemnoženi – maximální stavy se odhadují až na 5 000 kusů. Velké škody na vegetaci, které jsou ostatně dodnes viditelné, vedly k podvýživě losů, silnému rozšíření chorob a drastickému poklesu populace losů řádově až na desetinu původního maximálního stavu. S následnou regenerací vegetace se zlepšila pastevní základna a stavy losů se mohly začít opět zvyšovat. To je první příklad negativní zpětné vazby, tentokrát ještě bez vlivu vlků.



Od konce 40. let se na ostrově datuje trvalý výskyt vlčí smečky. Vztah populace losů a vlků se stal předmětem intenzivního vědeckého výzkumu. Po celé sledované období se početnost obou populací pohybovala převážně v rozmezí 15–25 vlků a 500–600 losů. Obě populace byly tedy relativně stabilní. Vlci lovili převážně handicapovanou kořist (slabší jedince, nemocné, deformované) a udržovali losí populaci prokazatelně pod úrovní, při které by losi strádali nedostatkem potravy. To je druhý příklad negativní zpětné vazby, klasický vztah predátor – kořist.



Uvedené populace však nejsou v krajině izolované, jsou součástí celé soustavy, do níž významně vstupují pastevní zdroje býložravců. Soustava negativních zpětných vazeb je tak základem autoregulace živých systémů a základním přírodním mechanismem stability krajiny.



Další konkrétní případy působení zpětných vazeb popisuje zejména MÍCHAL (1992, 1994).

3.3 Základní charakteristiky ekosystému, populace a společenstva

Základním koncepčním přístupem a ústředním pojmem ekologie je **ekosystém**. Nadužívání tohoto termínu pro různé obsahy a s malou odborností vede však v současné době až k jeho znehodnocení (MÍCHAL, 1992, 1994). Zakladatelská definice definuje ekosystém jako soubor organismů a faktorů jejich prostředí v jednotě jakékoliv hierarchické úrovně (TANSLEY, 1935). Ekosystém v dnešním rozšířeném chápání je časoprostorovou jednotkou, která integruje společenstvo organismů s jeho prostředím. Ekosystém je více než populace, více než vegetace nebo společenstvo organismů (biocenóza). Skládá se z biotického a abiotického subsystému, které jsou ve vzájemné interakci.

Prostorové vymezení ekosystému: ve vertikálním směru je ohraničen svrchu atmosférou a zespodu litosférou. V horizontálním směru je vymezení ekosystému nesmírně variabilní – můžeme mluvit o ekosystému kapky vody, ekosystému v květináči, ekosystému smrkového lesa až po krajinu a celou Zemi jako ekosystém (geosystém). Vědecká metoda zkoumání obsahuje vždy určitou účelovou izolaci ekosystému, který je součástí většího celku. S přibývajícím velikostí ekosystému roste váha fyzickogeografických faktorů prostředí a proto se stává vhodnějším termínem geosystém.

Funkční vymezení ekosystému: analýza vstupů a výstupů do a ze systému a analýza procesů uvnitř ekosystému. Vyžaduje nezbytně modelové zjednodušení a schematizaci energomateriálových toků a biogeochemických cyklů.

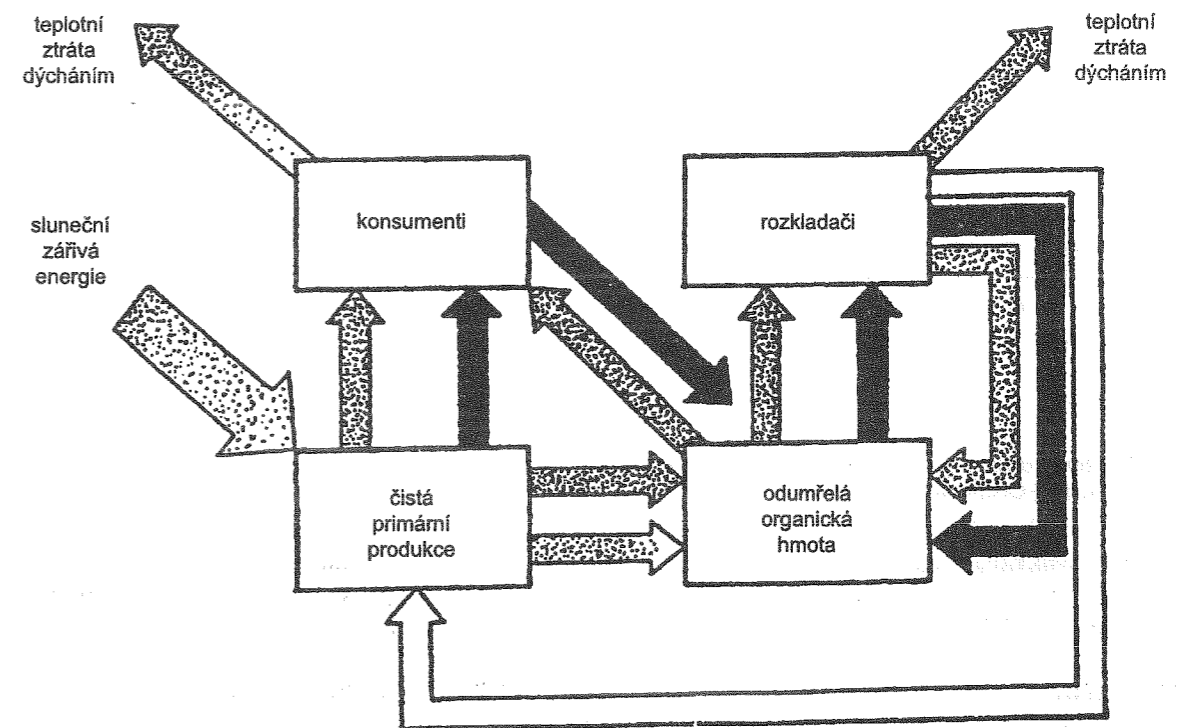
Charakter hlavních biogeochemických cyklů, vstupů a výstupů (podle MÍCHALA, 1992, 1994)

Prvek	Vstup do ekosystému	Forma hromadění uvnitř ekosystému	Výstup z ekosystému
C	CO ₂ fotosyntézou z atmosféry	biomasa, půdní humus	CO ₂ dýcháním do atmosféry

Prvek	Vstup do ekosystému	Forma hromadění uvnitř ekosystému	Výstup z ekosystému
O	z atmosféry	vzduch	fotosyntézou, do atmosféry
H ₂ O	atmosférické srážky	půda, živá hmota	výparem do atmosféry, odtokem
N	mikrobiální fixace, z atmosféry	půda, rostliny	denitrifikací, do atmosféry jako N ₂
K, Ca, Mg, P a jiné minerál. živiny	srážky z atmosféry, větrání hornin	půda, rostliny	sklizeň biomasy odtokem vody

Procesy uvnitř ekosystému je možno vyjádřit pomocí zjednodušeného blokového schématu, které představuje idealizovanou představu uzavřeného ekosystému s dokonalou recyklací. K tomu se sice reálné ekosystémy více nebo méně přibližují, ale recyklace je málokdy dokonalá a systém není uzavřený. Ani energomateriálová bilance ekosystému (vstupů a výstupů) nebývá ve skutečnosti úplně vyrovnaná. Přesto umožňuje blokové schéma vyjádřit základní vztahy mezi energomateriálovými toky a recyklací živin ve čtyřech biologických subsystémech v rámci ekosystému:

- subsystém čisté primární produkce (producenti – rostliny)
- subsystém odumřelé organické hmoty
- subsystém konzumentů (konzumenti 1. řádu – býložravci, konzumenti 2. řádu – masožravci)
- subsystém rozkladačů (rozkladači – dekompozitoři)



Obr. 4: Blokové schéma vztahů mezi energetickými bloky a recyklací živin ve čtyřech biologických subsystémech (podle MÍCHALA, 1994)

Subsystémy organismů se skládají z populací.

Populace je skupina jedinců stejného druhu na určitém místě v určitém čase (např. populace ryba na Šumavě, populace mravenců v mraveništi). Některé definice ještě dodávají, že mezi těmito jedinci

dochází k pravidelné výměně genetické informace (při rozmnožování).
Populace se skládá z jedinců, případně rodin, rodů či skupin jedinců téhož druhu.

Základní charakteristiky populace:

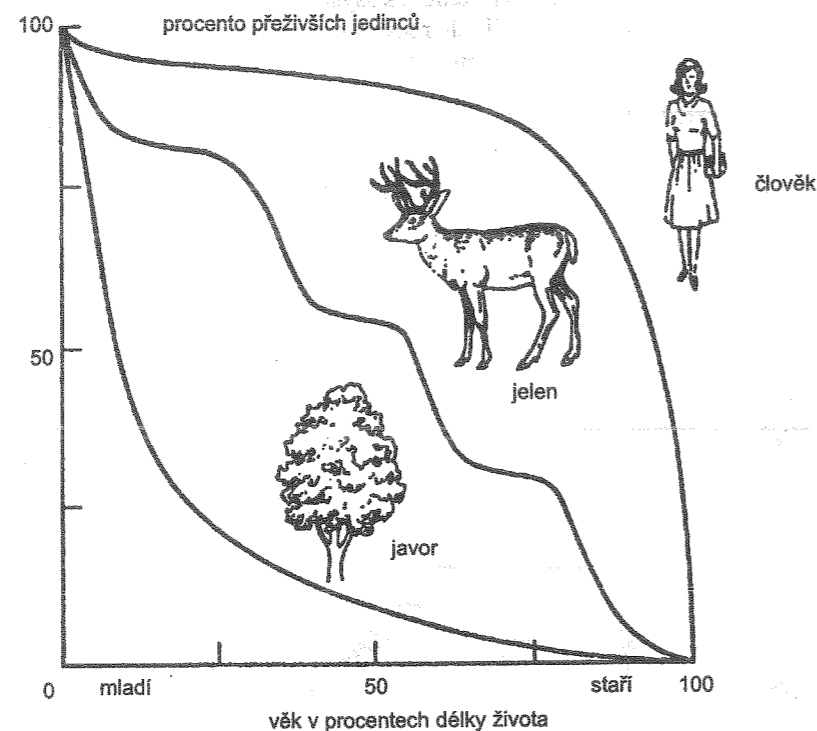
Hustota populace: počet jedinců na jednotku plochy

Velikost populace: celkový počet jedinců dané populace

Rozptyl: prostorové rozmístění jedinců dané populace v prostoru (náhodné, pravidelné, ve shlucích).

Počet jedinců a jejich hustota mohou však někdy mít malou informační hodnotu, zejména u populací rostlinných druhů, kde velikost jedinců hraje mnohem větší roli než jejich počet (jeden stoletý strom je významnější než tisíc malých semenáčků). Proto se užívají charakteristiky **celková biomasa** (absolutní hmotnost jedince, populace), případně **pokryvnost** (podíl plochy pokryté vegetací určitého rostlinného druhu nebo společenstva).

Křivka přežití: časová charakteristika populace, udává pravděpodobnost přežívání jedinců v populaci do věku dospělosti a stáří; je velmi odlišná pro různé druhy.



Obr. 5: Křivka přežití pro modelové druhy (člověk, zvíře, strom)
(podle FORMANA a GODRONA, 1993)

Věková struktura: množství a podíly jedinců v jednotlivých věkových kategoriích.

Rychlost růstu populace: geometrický, exponenciální, setrvalý, stagnace, pokles; mnohé populace se vyvíjejí cyklicky a je důležité vědět, v kterém bodu cyklu (křivky) se populace nachází.

Konkurence: vztah, kdy interakce mezi populacemi vede ke snížení velikosti alespoň jedné z nich. Málokterou populaci můžeme považovat za izolovanou, obvykle se dostává do styku s populacemi mnoha dalších druhů, s nimiž sdílí společný prostor a s nimiž může být ve vztahu konkurence. Konkurence, která způsobuje snižování velikosti obou populací, vede buď k místnímu zániku alespoň jedné z nich, nebo ke koexistenci. Úplná koexistence však nemůže existovat do nekonečna – dva druhy využívající tytéž zdroje potravy a prostředí nemohou být rovnocenně konkurenčně schopné – to je Gaussův princip konkurenčního vyloučení. Pokud dva konkurenti existují vedle sebe dostatečně dlouho, zdroje, které využívají, nemohou být zcela totožné.

Predace: vztah lovec (predátor) – kořist. Typický příklad negativní zpětné vazby – cyklické kolísání velikosti populací predátora a kořisti.

Kooperace: vztah vzájemného oboustranně výhodného soužití, kdy si partneři pomáhají (krab poustevníček a mořská sasanka). (podobně také symbióza – soužití).

Komensalismus: jednostranně výhodné soužití, které jednomu druhu prospívá a druhý nepoškozuje.

Parazitismus: (cizopasnictví): jednostranně výhodný vztah, který jednomu druhu (parazitovi) prospívá a druhému (hostiteli) škodí. Parazit je na životě svého hostitele závislý, proto svou oběť musí šetřit, aby zůstala co nejdéle naživu. Aby svého hostitele rychle nezahubil, musí parazit zůstat malý (veš, blecha, klíště). (Rozdíl proti vztahu dravce a kořisti – dravec je obvykle větší a silnější než kořist, proto ji zabíjí a požírá okamžitě).

Vnější paraziti: žijí na povrchu těla hostitele a mohou je opustit (pijavka, blecha, klíště).

Vnitřní paraziti: žijí v těle hostitele, kde nacházejí potravu i útulek (motolice, svalovec).

Pěkné příklady mnohdy fascinujících vztahů parazitismu, komensalismu, kooperace a symbiózy mezi různými organismy uvádí ve své knize FARB (1977).

Všechny uvedené vztahy působí tak, že regulují velikost populace. Velikost populace je regulována jak vnějšími faktory (dostatek potravy, počasí, nemoci, mezidruhovú konkurence), tak faktory vnitřními, které jsou často závislé na hustotě populace (**vnitrodruhová konkurence, sociální dominance a teritoriální chování**). Teritoriální chování, tj. obrana určitého teritoria proti ostatním jedincům téhož druhu, a sociální hierarchie mají za následek regulaci počtu jedinců, kteří mohou obývat určité území.

Společenstvo: soubor populací na určitém místě a v určitém čase; je to vyšší organizační úroveň než populace.

Charakteristiky společenstva:

druhovú složení (které druhy jsou zastoupeny)

druhovú bohatost či rozmanitost (kolik druhů je zastoupeno)

dominance (který druh je nejvíce zastoupen a v jakém množství)

vertikální struktura (vegetační patra)

Horizontální rozmístění jednotlivých druhů i společenstev je velmi rozmanité a bude blíže popsáno na úrovni krajiny.

Přechody mezi společenstvy mohou tvořit velmi ostrá rozhraní – příkladem je rozhraní pole a lesa v intenzivně využívané krajině. Na rozhraní různých společenstev se vytváří úzká přechodová zóna (**ekoton**), v níž je zastoupena směsice druhů z obou hraničních společenstev (ekotonový efekt). Některé druhy prostředí ekotonů zvláště vyhledávají (ekotonové druhy, druhy rozhraní). Ekotonová společenstva jsou obvykle druhově bohatší; existence ekotonů v krajině má proto z hlediska ochrany přírody a biodiverzity velký význam. Někdy je přechodová zóna širší, tvořená celou mozaikou plošek obou hraničních společenstev. Opakem ekotonu je **kontinuum**, kdy nelze rozlišit žádný ekoton a v krajině existují jen velmi pozvolné, kontinuální změny mezi společenstvy.

Ekologická nika charakterizuje současně místo a funkci druhu v ekosystému (DUVIGNEAUD, 1988). Pro značnou šíři tohoto pojmu („mnohorozměrná nika“ – FUCHS, 1985) je ekologická nika používána v několika významech:

1) **prostorová nika**

– jedná se o prostor, ve kterém daný druh žije, o jeho stanoviště (FIGALA, 1994)

2) **trofická nika** – má význam funkční, jedná se o postavení druhu v ekosystému, jeho potravní nároky a trofické vazby (FIGALA, 1994), resp. vztah k potravě a nepřítelům (DUVIGNEAUD, 1988).

Základní (potenciální) nika zahrnuje všechny faktory prostředí a všechny funkční role, na které je daný druh adaptován. Žádný druh však vlivem konkurence nevyužívá celou šíři svých možností (např. strom neroste všude, kde by potenciálně mohl, ale jen tam, kde je mu to umožněno konkurencí). Na rozdíl od potenciální niky, **realizovaná nika** znamená možnosti skutečně využití. FIGALA (1994) uvádí na schématu zajímavý příklad potravní niky ptáků jehličnatého lesa jako rozvrstvení prostoru, který je připraven uspokojit specializované potravní nároky uvedených ptáků.

Šířka niky je škála různých zdrojů, které druh využívá. Široká nika naznačuje, že druh není specializovaný a je značně adaptabilní (např. bříza). Úzká nika indikuje specializovaný druh, který efektivně využívá úzké spektrum zdrojů, na nichž je ovšem plně závislý. Při jejich změně nebo zániku obvykle není schopný přežít.

Ekologická nika hraje velkou úlohu při introdukci nových druhů do našeho prostředí. Je nezbytné sledovat a vyhodnotit, zda introdukovaný druh má ke své existenci nezbytný prostor a čas včetně minimálního areálu a zda tento druh nemusí svou existenci vybojovávat formou mezidruhové kompetice (soutěživosti) na úkor domácího druhu, který by mohl případně vytlačit z jeho areálu.

3.4 Evoluční ekologie

Mezi jedinci téhož druhu a populace existují značné genetické rozdíly – žádní dva jedinci nejsou geneticky totožní. Bez rozmanitosti by nebyla možná **evoluce**. Rozmanitost mezi jedinci v rámci jedné populace umožňuje její postupné změny a přizpůsobování se podmínkám prostředí (**adaptace**). Dlouhodobé změny uvnitř populace mohou vést v průběhu času (řádově desetitisíce let) až k formování nového druhu.

Genetické změny vznikají dvěma způsoby – mutací a rekombinací genů.

Mutace je změna pořadí jednotlivých stavebních bloků molekuly DNA. Může být způsobena ozářením (radioaktivitou) nebo chemickou změnou. Většina mutací je pro organismus smrtelná, ale buňky, které přežijí, mají již DNA se změněnou strukturou.

Rekombinace znamená různou kombinaci chromozomů, které potomek obdrží od svých rodičů.

Evoluční změny jsou změny v četnosti výskytu genů mezi jednotlivými generacemi. K evoluci jednotlivých druhů vede Darwinem popsáný **princip přírodního výběru** – v konkurenčním boji o zdroje přežívají nejschopnější, nejsilnější, nejpřizpůsobivější jedinci a druhy.

Vznik nových druhů (speciace): geografické bariéry (velká a vysoká pohoří, oceány, pouště, ...) a další faktory způsobují, že různé populace se od sebe stále více odlišují, poněvadž jedinci se kříží a mísí geny pouze uvnitř svých skupin. Přenos genů mezi skupinami je omezován a znemožněn. Je-li genofond dvou skupin pouze nepatrně odlišný, mluvíme o dvou populacích (geograficky oddělených) v rámci jednoho druhu. Je-li přenos genů znemožněn po delší časové období, vyvíjí se rasy, variety, ekotypy či poddruhy. Jedinci těchto skupin se mohou (potenciálně) mezi sebou ještě křížit – zůstávají tedy příslušníky téhož druhu. Při déle působícím oddělení populací se genetické odlišnosti natolik zvětšují, až dochází ke vzniku nových druhů, mezi nimiž již křížení není možné. Tento proces se nazývá **postupná speciace**. Existuje také proces **náhlé speciace**, při níž se samostatné populace odštěpují velmi rychle, často jako reakce na změněné podmínky (**adaptivní speciace**).

3.5 Sukcese

Sukcese označuje jednosměrný vývojový proces, postupný zákonitý sled změn druhového složení společenstev (biocenóz) na stanovišti, který pokračuje určitým směrem a můžeme jej tedy přiměřeně předvídat. **Sukcese začíná iniciálním stádiem a končí („vrcholí“) ustáleným ekosystémem klimaxového stádia**. Střídání společenstev probíhá postupnými sukcesními stádii a vytváří sukcesní řadu (sérii).

Klimax (klimaxové společenstvo) představuje zralostní stádium přirozeného vývoje ekosystému na daném stanovišti. Jako závěrečné stádium sukcese je klimax určen především makroklimatickými podmínkami krajiny. Potom bývá označován jako **pravý (klimatický) klimax**. Klimaxovými společenstvy by na převážné většině území naší republiky (nejméně na 95 %) byly lesy. Velké klimaxové oblasti Země odpovídají základním zemským biotům jako je step, tundra, boreální les apod.

Jestliže specifické, azonální půdní podmínky (zamokření, zasolení, skalní výchozy) znemožňují tvorbu vyspělých půd, vzniká trvale blokované sukcesní stádium neboli **edafický klimax**, jehož vývoj je brzděn

a určován především půdními podmínkami. Příkladem jsou tzv. skalní stepi na vápencích Českého krasu, vegetace mokřadů a rašelinišť.

V kulturní krajině je to ale především člověk, kdo brzdí a znemožňuje přirozenou sukcesí. V člověkem využívané zemědělské, ale i lesní krajině převládají pouze raná, iniciální, v lepším případě dospělá sukcesní stádia, avšak nepřirozeného druhového složení (hospodářský les), která člověk stále obnovuje.

Rozlišují se dva typy přirozené sukcese:

Sukcese primární jako relativně dlouhodobý, několik století trvající proces postupné změny prostředí dosud neovlivněného biotickým společenstvem (např. postupné přirozené osídlení říčního nánosu, morény po ústupu ledovce, zazemněného jezera nebo lávového proudu po sopečné erupci). Jedná se o první osídlení stanoviště organismy po vytvoření nové plochy.

Sukcese sekundární jako relativně kratší proces obnovy kteréhokoliv ze stádií primární sukcese poté, co toto stádium bylo zničeno přírodními faktory (záplava, požár, vichřice) nebo lidskou činností (těžba). Sekundární sukcese probíhá v prostředí s vyvinutou půdou a se zásobou diaspor (semen, výtrusů, částí rostlinných orgánů).

Kromě toho můžeme rozlišit **dlouhodobé sukcese**, např. sukcese tundry nebo jehličnatého lesa po ústupu ledovce.

V současné krajině naší republiky probíhá sekundární sukcese na některých opuštěných plochách původně zemědělské půdy, zatímco učebnicovým příkladem primární sukcese jsou některé nerekulturní haldy, výsypky nebo skládky.

Pro vznik nových ekosystémů procesem sukcese jsou potřebná přibližně následující časová rozpětí:

1 – 4 roky:	společenstva jednoletých plevelů
8 – 15 let:	vegetace eutrofních stojatých vod
10 – 15 let:	travnatá a křovinatá vegetace mezi; je-li nejbližší ohnisko osídlování vzdálené, trvá vývoj i mnoho desetiletí
několik desetiletí:	xerothermní nebo hydrofilní nelesní společenstva, jež byla původně hnojením převedena na intenzivní louky a nyní postupně regenerují
staletí:	vznik lesních společenstev včetně specializovaných lesních druhů vyšších rostlin, měkkýšů, lesního edafonu apod.; specifická pralesní fauna se neobnoví ani po staletích
tisíceletí:	vznik vyspělých humusových profilů vývojově zralých půd; reprodukce zaniklého klimaxového společenstva s druhově nasycenými společenstvy; obnova rašelinišť a jejich charakteristických společenstev.

Koncepce klimaxu není zcela jednoznačná. Ani klimaxovým stádiem totiž sukcese nekončí. Také v případě pralesa jako klimaxového stádia v našich podmínkách nastává stádium jeho rozpadu a částečného rozvrácení (vlivem polomů, vichřic, odumírání starých stromů) a alespoň na dílčích ploškách, enklávách nastupují ranější sukcesní stádia obnovy přirozeného ekosystému.

S procesem sukcese, který je jedním ze základních principů a pojmů ekologie, souvisí **teorie ostrovní biogeografie**, jež dává do vzájemné souvislosti rychlost osídlování ostrova, jeho velikost a druhovou rozmanitost organismů na ostrově. Počet druhů na ostrově se postupně ustaluje na úrovni, která je určena vztahem mezi nepřetržitými procesy vymírání a imigrace. Velké ostrovy mají obvykle větší druhové bohatství než malé ostrovy, vztah mezi druhovou diverzitou a velikostí ostrova však není lineární. Vždy se jedná o křivku, která má zpočátku rapidní nárůst, který se zvolna snižuje až k asymptomatickému průběhu. Druhové bohatství také klesá s rostoucí izolovaností ostrova – s rostoucí vzdáleností od pevniny nebo od jiného ostrova, které jsou zdrojem druhů. Druhové bohatství území, které bylo původně součástí přírodního kontinua, se přeměnou území v malý izolovaný ostrov zákonitě snižuje.

Slovo ostrov neznamená v teorii ostrovní biogeografie pouze ostrov v moři. V každé krajině najdeme ostrovy v přeneseném smyslu – např. vrcholky hor nad hranicí lesa, ostrovy azonálního abiotického prostředí (mokřiny, skály) lesní paseky uprostřed rozsáhlých lesních porostů nebo přírodní rezervace jako

ostrovy uprostřed intenzivně využívané kulturní krajiny (podle KOVÁŘE, 1993). Teorie a model ostrovní biogeografie jsou v současné době úspěšně aplikovány i na enklávy („ostrovy“) v krajině.

Odlišnost enkláv v krajině od skutečných ostrovů obklopených vodou spočívá v tom, že mnoho druhů krajinné matrice běžně proniká do enklávy. Hranice enklávy mohou být ostré, ale také neostré, na rozdíl od homogenního vodního prostředí může krajinná matrice vykazovat i dosti vysokou heterogenitu. Hlavní charakteristika ostrova – izolace – je u enklávy poněkud redukována a relativizována.

U skutečných ostrovů můžeme obvykle dobře datovat dobu jejich vzniku, proto představují výhodné objekty pro studium (Darwin, Wallace). Druhová diverzita ostrovů je závislá na stáří ostrova, velikosti plochy a stanovištní diverzitě, které druhovou diverzitu zvyšují, a dále na izolaci a disturbanci, které druhovou diverzitu snižují.

3.6 Toky energie a materiálu v ekosystémech

Tok energie a hmoty probíhá jednak v každém jedinci, ale také mezi jednotlivými složkami každého ekosystému i mezi ekosystémy. Charakteristickým znakem těchto procesů je jejich **otevřenost v případě toku energie a cykličnost v případě pohybu látek, živin** – proto se mluví o koloběhu látek, prvků nebo živin (FUCHS, 1985).

3.6.1 Tok energie

Hlavní vstup energie zvnějšku do ekosystému je zprostředkován slunečním zářením, mnohem menší podíl připadá na tepelnou (geotermální) energii zemského jádra. Podíl ostatních druhů energie je téměř zanedbatelný. Prakticky všechna energie, která vstupuje do biosféry, z ní s různě dlouhým časovým odstupem opět uniká ve formě dlouhovlnného infračerveného, tj. tepelného záření. Tok energie v ekosystémech se totiž řídí **zákonem o zachování energie : množství energie, vstupující do systému, je stejně velké jako množství energie, které tento systém opouští**. Živý systém není schopen energii vyrábět a je závislý na sluneční energii, která se po různých přeměnách vrací ve formě tepla.

Převážná většina energie, která biosférou protéká, nevstupuje do biotické složky ekosystému (do společenstev), přesto ji však významně ovlivňuje. Působí především na klimatický režim (udržování teploty), uvádí do pohybu koloběh vody i cirkulaci atmosféry.

Část sluneční energie, která vstupuje přímo do biotické složky, je transformována fotosyntézou zelených rostlin na energii chemickou. Při každé transformaci dochází k velkým energetickým ztrátám. Část energie se vrací respirací ve formě tepla přímo do atmosféry, část se jí dostává do atmosféry stupňovaně prostřednictvím potravního řetězce přes býložravce a masožravce.

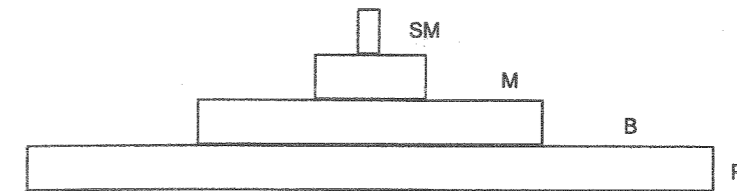
Potravní řetězec suchozemských ekosystémů má obvykle 4–5 trofických (potravních) úrovní:

- 1) producenti P = rostliny
- 2) konzumenti : býložravci (herbivoři) B
masožravci (karnivoři) M (predátoři)
vyšší (sekundární) masožravci SM (superpredátoři)

Z tohoto schématu se poněkud vymykají všežravci (omnivoři), kteří mohou konzumovat jak rostlinnou potravu, tak býložravce i masožravce.

Čím jsou ekosystémy druhově bohatší, tím jsou potravní řetězce složitější.

Na každé trofické úrovni můžeme zvážením (odhadem) všech organismů této úrovně zjistit celkové množství biomasy. Porovnáním biomasy všech trofických úrovní získáme **pyramidu biomasy**:



V suchozemských ekosystémech je pravidlem, že absolutní množství biomasy směrem k vyšším trofickým úrovním výrazně klesá. Účinnost přeměny energie mezi jednotlivými trofickými úrovněmi je totiž velmi nízká. 80 až 100 % přenášené energie se spotřebuje na respiraci a dekompozici.

Rozlišují se dva typy potravních řetězců:

Pastevní (též pastevně-kořistnické) řetězce začínají u zelených rostlin a postupují přes býložravce k masožravcům.

Detritové řetězce vedou od mrtvé organické hmoty přes mikrokonzumenty, rozkladače (žijí především v půdě, v odumřelé hmotě) až k jejich predátorům.

V suchozemských, zvláště v lesních ekosystémech prochází větší podíl produkce detritovými řetězci, naopak ve vodních ekosystémech zpravidla pastevně-kořistnickými řetězci. Tyto rozdíly vznikají jako důsledek rozdílné stavby producentů. Ve vodních ekosystémech převládají malé, zpravidla jednobuněčné řasy, které mohou býložraví konzumenti snadno využít. Suchozemské rostliny, především stromy, jsou mnohonásobně větší, převážnou část jejich biomasy tvoří podpůrná a vodivá pletiva, která býložraví konzumenti nejsou schopni efektivně zpracovat. Přecházejí proto z větší části do detritových řetězců, ve kterých jsou postupně rozkládány činností mnoha druhů organismů.

Uvedené rozdíly mezi suchozemskými a vodními ekosystémy však neplatí zcela absolutně. Například na intenzivně vypásané louce může pastevně-kořistnickým řetězcem procházet většina produkce biomasy.

Produkce rostlin a živočichů

Primární produkce je množství biomasy vytvořené producenty (zelenými rostlinami), udávané zpravidla za jednotku času (den, vegetační období, rok) – potom se označuje též jako primární produktivita. Část primární produkce je konzumována býložravci, část prochází detritovým řetězcem.

Hrubá primární produkce je veškeré množství organické hmoty vzniklé procesem fotosyntézy.

Čistá primární produkce je množství organické hmoty, které zbude z hrubé produkce po respiraci (je to vlastně přírůstek biomasy). Také tuto produkci obvykle nevidíme úplnou, protože části rostlin neustále odumírají a část neustále spotřebovávají býložravci (konzumenti).

Sekundární produkce (produkce konzumentů) je část primární produkce využitá pro růst a reprodukci konzumentů (je to přírůstek biomasy konzumentů). Stejný proces se odehrává v případě, kdy masožravci konzumují býložravce nebo masožravci vyššího řádu masožravce primární. Objem energie, která prochází jednotlivými fázemi produkčního procesu, se od hrubé primární produkce k čisté produkci společenstva (= čistá primární produkce + sekundární produkce) postupně snižuje. Fotosyntetizující organismy absorbují v optimálních podmínkách 50 % záření, z toho ovšem pouze 1–10 % využívají k tvorbě hrubé primární produkce. Na vlastní respiraci spotřebují 20–50 % hrubé primární produkce a jako čistá primární produkce zůstává proto pro konzumenty k dispozici 0,5–8 % absorbovaného, tj. 0,25–4 % dopadajícího slunečního záření. Účinnost přeměny sluneční energie na produkci je výsledkem komplexního působení podmínek, v nichž organismy žijí, a vykazuje značnou geografickou i sezónní variabilitu.

Konzumenti spotřebují na respiraci 80–90 % přijaté energie a pro tvorbu sekundární produkce proto využijí maximálně 10–20 % čisté primární produkce. Aktivně se pohybující organismy mají větší

požadavky na respiraci než organismy nepohyblivé nebo pohybující se pasivně. Klimatické poměry ovlivňují především teplotně-energetické podmínky, u nichž nepříznivá teplota (nízká i vysoká) zvyšuje nároky na respiraci.

Průměrná hrubá primární produktivita na 1 km² zemského povrchu kolísá od 800 do 80 000 kJ za rok. Nejvyšších hodnot dosahují korálové útesy, říční delty, mělká eutrofní jezera a rybníky, tropické pralesy, lužní lesy a intenzivně obhospodařované zemědělské ekosystémy. Nejnižší produkci resp. produktivitou se vyznačují pouště a polopouště, tundra, suché stepní ekosystémy. Vysoká produkce je podmíněna buď klimatickými poměry (tropické oblasti) nebo přísunem energie zvenčí (eutrofní rybníky, lužní lesy, agroekosystémy).

K využití primární produkce dochází formou zmíněných potravních řetězců (pastevně-kořistnický řetězec a detritový řetězec). Primární konzumenti využívají přímo čistou primární produkci, sekundární konzumenti produkci primárních konzumentů, obdobně terciární konzumenti produkci sekundárních konzumentů. Počet trofických úrovní je limitován účinností využití energie. Žádný z konzumentů nepřeměňuje na produkci více než 10–20 % přijaté energie. Primární konzumenti mají proto k dispozici 10–20 % čisté primární produkce, sekundární max. 1–4 % a terciární jen 0,1–0,8 % CPP (FUCHS, 1985).

Přesné informace o tocích energie v jednotlivých ekosystémech dosud chybějí. V hrubých rysech jsou zpracovávány přenosy energie v některých typech pastvin, lesních porostů a sladkovodních ekosystémů. Zajímavá data o primární produkci klimaxových ekosystémů i agroekosystémů přináší DUVIGNEAUD (1988).

Hrubá primární produkce hlavních typů klimaxových ekosystémů v tunách na 1 hektar za rok (podle různých autorů):

arktická tundra	0,5 – 1
lesotundra	1 – 5
tajga (boreální jehličnatý les)	8 – 20
listnatý opadavý les	20 – 40
step	3 – 12
poušť	0 – 1
savana	5 – 20
rovníkový deštný prales	100 – 150

3.6.2 Koloběh látek v ekosystému

Z celkového počtu více než 90 prvků, které se vyskytují v litosféře, se jich v živých organismech vyskytuje pouze 30–40. Souhrnně se označují jako **biogenní prvky**, jejich poměrné zastoupení v biomase je však velmi odlišné.

Rozlišují se **invariabilní biogenní prvky** – přítomné ve všech organismech, a **variabilní prvky**, zastoupené pouze u některých druhů nebo skupin organismů.

Podle poměrného zastoupení se biogenní prvky člení na **primární**, které tvoří v průměru více než 1 % sušiny biomasy, **sekundární** (0,005–1 %) a **stopové** (méně než 0,005 %).

Mezi primární invariabilní prvky patří kyslík, uhlík, vodík, dusík, fosfor a síra, mezi sekundární invariabilní hořčík, draslík, sodík, chlor, železo a vápník, mezi stopové invariabilní měď, křemík, molybden, fluor, jod a bor. Zastoupení žádného z variabilních biogenních prvků v biomase nepřesahuje nikdy 1 %, proto jsou variabilní biogenní prvky rozlišeny pouze na sekundární – zinek, titan, vanad, kobalt, brom – a na stopové (např. zirkon, kadmium, stroncium, rtuť, ...). Počet známých variabilních stopových prvků postupně vzrůstá, neboť v biomase různých druhů organismů mohou být objeveny ještě nové prvky. Jejich zvýšený obsah v biomase je často důsledkem znečištění prostředí – půdy, vody i ovzduší (např. těžké kovy). Variabilní stopové prvky nemusí mít vždy v organismu

funkční uplatnění, naopak ve zvýšené koncentraci mohou dokonce působit jako jedy. Biogenní prvky vstupují do živé složky ekosystému (do společenstev) z abiotického prostředí (z atmosféry, litosféry) a opět se do něj vrací. Vytvářejí tak více či méně uzavřené okruhy – **biogeochemické cykly**. Podobný význam má i termín **koloběh živin**. Cykličnost je nejdůležitějším znakem, který odlišuje tok látek od toku energie ekosystémem. Biogenní prvky, které projdou společenstvem, mohou být opět využity, zatímco sluneční energie je po průchodu společenstvem rozptýlena a přeměněna na nevyužitelnou energii tepelnou.

Cykly biogenních látek a živin se vytvářejí buď v rámci jednoho ekosystému, nebo mohou přecházet z jednoho ekosystému do druhého a cyklus potom zahrnuje více ekosystémů. V některých ekosystémech nebo na některých trofických úrovních dochází k hromadění určitých prvků a látek. Takovým **základním zásobníkem uhlíku** je oceán, kde je uchováván ve formě uhličitánů, základním zásobníkem fosforu jsou horniny a mořské hlubinné sedimenty, dusíku je zase nejvíc v atmosféře, hlavním zásobníkem vodíku je voda, tedy oceán (97 %).

V dlouhodobém geologickém cyklu je obsah CO₂ v atmosféře řízen ukládáním uhlíku do ložisek fosilních paliv – uhlí, ropy, karbonátů. Klíčovou roli v krátkodobém cyklu uhlíku hraje oceánické proudění. Světový oceán obsahuje asi 40krát více uhlíku vázaného hlavně jako (HCO₃)⁻, takže i menší změny oceánického proudění mohou způsobit značné změny ve složení atmosféry. Termohalinní, neboli oceánický výměník ovlivňuje geochemické cykly zvláště uhlíku, fosforu, síry a dusíku (CÍLEK, 1995).

Výměnný zásobník je menší a obsahuje tu část zásob, která je v neustálém pohybu mezi organismy a abiotickým prostředím.

Ekologie studuje energetické toky a cykly jednotlivých prvků a živin převážně na topické úrovni. Krajinná ekologie studuje tyto procesy na úrovni krajiny.

Sledování látkových toků v prostředí je v současné době velmi aktuální v souvislosti s monitoringem kvality životního prostředí. Existuje řada mezinárodních i národních programů takto orientovaných – např. GEMS (Global Environment Monitoring System) nebo projekt GEOMON – Integrovaný biogeochemický monitoring malých povodí.

Podrobněji je pojednáno o problematice koloběhu látek v prostředí v publikacích SKŘIVAN, VACH (1994), MOLDAN (1983), DUVIGNEAUD (1988).

3.7 Ekologická stabilita

Pojem ekologická stabilita je velmi aktuální, diskutovaný a dosud ne přesně definovaný. Ačkoliv dosud nikdo nevyvodil jeho vyčerpávající vědeckou definici, pronikl tento kontroverzní pojem z učebnic ekologie do novinových článků, projevů státníků, politických direktiv a dokonce do platné legislativy (MÍCHAL, 1992, 1994).

Nehledě na neurčitost a nejednoznačnost pojmu **ekologická stabilita**, **existence stabilizujících procesů a mechanismů působících uvnitř ekosystémů je obecně uznávána**. Některé z nich jsme již zmínili: **zpětné vazby, sukcese, potravní řetězce a toky energie a materiálu v ekosystémech**. Teorie ekologické stability ekosystémů a krajiny vycházejí i z obecné teorie systémů a z poznatků kybernetiky, která umožňuje zkoumat a zobecňovat procesy regulace rozmanitých systémů.

Ekologická stabilita ekosystému v našem pojetí (podle MÍCHALA, 1992, 1994) je schopnost ekologického systému vyrovnávat vnější rušivé vlivy vlastními spontánními mechanismy (autoregulace).

Tato schopnost se projevuje

- 1) odolností vůči narušení a minimální změnou při působení rušivého vlivu zvenčí,
- 2) spontánním návratem do původního stavu po odeznění rušivého vlivu.

Protikladem stability je **ekologická labilita (nestabilita)** jako neschopnost ekosystému odolat působení rušivého vlivu zvenčí nebo jeho neschopnost vrátit se po případné změně (vychýlení) do původního

stavu. Ekologicky nestabilní (labilní) systémy mají nedokonale vyvinuté autoregulační mechanismy (např. smrkové monokultury na nepůvodních stanovištích).

Termín ekologická stabilita bývá někdy zaměňován s ekologickou rovnováhou nebo s homeostází. Jindy bývá odmítán proto, že údajně přeceňuje potřebu zachování stabilního, rovnovážného či současného stavu a nepřihlíží k nezbytnosti trvalého vývoje, jehož nedílnou součástí jsou i katastrofy, vymírání, vychylování z rovnovážného stavu apod. Proto je potřebné tyto pojmy stručně objasnit.

Ekologická rovnováha označuje dynamický stav ekosystému, který se trvale udržuje jen s minimálními výkyvy. Znamená tedy udržování relativně konstantního, neměnného stavu. Tomu je blízký pojem **homeostáza**, označující soubor procesů a principů, které udržují rovnovážný stav ekosystémů. Homeostáza nevylučuje drobné změny a oscilace kolem rovnovážného stavu, ale přesto již z etymologie tohoto slova (homeostáza = ochrana stavu) vyplývá preference zachování konstantních podmínek a současného stavu. Naopak pojem **homeorhéza** (v protikladu k homeostázi), znamenající etymologicky „ochranu plynutí“, obrací pozornost od ochrany rovnovážných stavů k ochraně vývojové dynamiky živých systémů. Vychází ze sukcese ekosystémů a preferuje dynamiku vývoje před ochranou rovnovážného stavu. Vývojová dynamika ekosystémů nevylučuje ani nestabilní stavy nebo katastrofy. Koncepce homeorhézy je mnohem složitější a procesy, které k ní vedou, je velmi obtížné modelovat a kvantifikovat. Proto je také velmi obtížné využít těchto nesporně platných teoretických abstrakcí pro praktické aplikace v plánování a managementu krajiny.

Obě koncepce – homeostáza a homeorhéza – mají své opodstatnění a mohou se i v praktických aplikacích navzájem doplňovat, nebudeme-li ani jednu z nich absolutizovat nebo naopak tabuizovat. Ekologická stabilita (= schopnost) i ekologická rovnováha (= stav) se udržují přírodními procesy z vnitřních zdrojů ekosystému, tzv. autoregulačními mechanismy. Stabilita antropogenních a semiantropogenních systémů (např. agrocénóz, lesních monokultur, zahrad, rybníků, sídelních útvarů) musí být udržována trvalými lidskými zásahy a trvalými (pravidelnými) vklady dodatkové energie. Čím vyšší je potřeba takového pravidelného přísunu dodatkové energie (práce, hnojiv, elektrické energie), tím nižší je ekologická stabilita takového systému.

Rozlišují se čtyři základní typy ekologické stability: konstantnost, cykličnost, rezistence (odolnost) a resilience (elasticita, pružnost). Tyto typy byly vyčleněny na základě dynamického chování ekosystému buď z vlastního podnětu anebo jako reakce na narušování zvenčí.

Konstantnost: ekologický systém sám od sebe nekolísá nebo jen v zanedbatelném rozsahu.

Cykličnost: ekologický systém kolísá sám od sebe ve významných pravidelných cyklech.

Rezistence: ekologický systém je odolný vůči narušení zvenčí; působení cizího faktoru nezpůsobí významné změny.

Resilience: ekologický systém se působením cizího faktoru mění, ale po odeznění rušivého vlivu se působením autoregulačních mechanismů navrácí k původnímu stavu.

Jednotlivé typy ekologické stability se v ekosystémech obvykle doplňují. Problematika ekologické stability na úrovni soudobých poznatků je podrobně pojednána v ojediné zasluzné monografii Igora MÍCHALA (1992, 1994).

Pojem ekologická stabilita je zakotven i v naší platné legislativě (viz dále – kapitola 12.) a je využíván při navrhování územních systémů ekologické stability (blíže v kapitole 11.). Pokusy o kvantifikaci ekologické stability vedly k formulování tzv. **koefficientu ekologické stability (K_{es})**, který vychází z poměru zastoupení ploch relativně stabilních a ploch relativně labilních. Může být vypočítán pro libovolné území (katastr, povodí, hospodářský obvod družstva, okres, fyzickogeografický region).

Ve své nejjednodušší podobě je koefficient konstruován jako poměr ploch relativně ekologicky stabilních k plochám relativně nestabilním. Za plochy relativně stabilní se považují lesy, vodní plochy, trvalé travní porosty a sady, do kategorie ploch nestabilních patří pole a urbanizované zastavěné plochy.

Toto vyhodnocení poskytuje globální pohotovou představu o stabilitě resp. labilitě velkých územních celků, proto bylo použito také v Atlasu životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR (FVŽP, 1992). Tento způsob vyjádření ekologické stability území je také součástí databáze ISÚ

TERPLANu. Lze jej použít pro jednoduché orientační porovnání různých katastrálních nebo jinak vymezených území (např. povodí) k těmto okamžikům, ale není vhodný pro vývojové srovnání v časové řadě, poněvadž nezohledňuje historicky odlišnou ekologickou kvalitu a strukturu (a tím stabilitu) ploch v rámci téže kategorie využití půdy. Sporné je také zařazení ovocných sadů, z nichž většinu tvoří intenzivně obhospodařované plochy, jinde hodnocené stejným stupněm ekologické stability jako orná půda, mezi plochy relativně stabilní.

Hodnoty uvedeného koefficientu jsou obecně klasifikovány takto:

- $K_{es} < 0,10$: území s maximálním narušením přírodních struktur, základní ekologické funkce musí být intenzivně a trvale nahrazovány technickými zásahy
- $0,10 < K_{es} < 0,30$: území nadprůměrně využívané, se zřetelným narušením přírodních struktur, základní ekologické funkce musí být soustavně nahrazovány technickými zásahy
- $0,30 < K_{es} < 1,00$: území intenzivně využívané, zejména zemědělskou velkovýrobou, oslabení autoregulačních pochodů v agroekosystémech způsobuje jejich značnou ekologickou labilitu a vyžaduje vysoké vklady dodatkové energie
- $1,00 < K_{es} < 3,00$: vcelku vyvážená krajina, v níž jsou technické objekty relativně v souladu s dochovanými přírodními strukturami, důsledkem je i nižší potřeba energomateriálových vkladů (podle NOVÁKOVÉ, 1987).
- $K_{es} > 3,00$: stabilní krajina s převahou přírodních a přírodě blízkých struktur

Jiný koefficient ekologické stability krajiny se místo nejjednoduššího rozlišení ploch relativně stabilních a nestabilních snaží diferencovat jejich ekologickou významnost zavedením číselných koefficientů:

$$K_{es} = \frac{p_n \cdot k_{pn}}{p}$$

kde p^n = výměra jednotlivých kultur

k^{pn} = koefficient ekologické významnosti kultur

p = výměra katastrálního území

k^{pn} pro jednotlivé kategorie využití půdy: pole 0,14; louky 0,62; pastviny 0,68; zahrady 0,50; ovocné sady 0,30; lesy a voda 1,00; ostatní 0,10.

Konečně třetí verze koefficientu ekologické stability se objevuje v metodice Agroprojektu (1988):

$$K_{es} = \frac{1,5A + B + 0,5C}{0,2D + 0,8E}$$

kde A = procento plochy o 5. stupni kvality (nejlepší)

B = procento plochy o 4. stupni kvality

C = procento plochy o 3. stupni kvality

D = procento plochy o 2. stupni kvality

E = procento plochy o 1. stupni kvality (nejhorší, nejméně stabilní).

Podle vypočítaných hodnot je potom konkrétní krajina hodnocena následovně:

- $K_{es} < 0,1$: devastovaná krajina
- $0,1 < K_{es} < 1,0$: narušená krajina schopná autoregulace
- $K_{es} = 1,0$: vyvážená krajina
- $1,0 < K_{es} < 10,0$: krajina s převážující přírodní složkou
- $K_{es} = 10,0$: krajina přírodní nebo přírodě blízká

LITERATURA K ČÁSTI 3 (obecná ekologie)

- Begon M., Harper J.L., Townsend C.R.: Ecology. Individuals, Populations and Communities, 1989
Collin P.H.: Dictionary of Ecology and the Environment, 1988
Duvigneaud P.: Ekologická syntéza. Praha, Academia, 1988
Farb P.: Ekologie. Praha, Mladá fronta, 1977
Figala J.: Výklad vybraných ekologických termínů pro EIA. Praha, ČEÚ, 1994
Forman R.T.T., Godron M.: Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993, s. 41–87
Fuchs R.: Úvod do ekologie. Praha, ÚDPM JF, 1985
Kovář P.: Ekologie z různých stran, I–VII, ... Seriál v časopise ŽIVA, 1/1993–3/1994
Kovář P.: Ekosystémy střední Evropy, I–VII, ... Seriál v časopise ŽIVA, 1/1993–3/1994
Míchal I.: Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 1992, 1994
Moldan B.: Koloběh hmoty v přírodě. Praha, Academia, 1983
Odum E.P.: Základy ekologie. Praha, Academia, 1977
Pelikán J.: Nejčastější termíny v ekologii. Seriál v časopise ŽIVA, 1993–1997
Skřivan P., Vach M.: Úvod do chemie prostředí. Učební text. Vydal IAE VŠZ, Kostelec n.Č.l., spolu s Geologickým ústavem AV ČR, Praha, 1994

4 ZÁKLADNÍ PRINCIPY A ÚSTŘEDNÍ POJMY KRAJINNÉ EKOLOGIE

4.1 Základní principy krajinnej ekologie

Jak jsme již uvedli v první kapitole, krajinná ekologie se zabývá heterogenitou prostoru, krajinnou strukturou a jejími změnami v čase. Na rozdíl od obecné ekologie zkoumá území větších plošných dimenzí a zdůrazňuje velikostní atribut krajiny – krajina musí mít určitý rozměr a vizuální aspekt.

V publikaci autorů FORMAN a GODRON (1986, 1993) je formulováno 7 hlavních principů krajinnej ekologie, které reprezentují základní metodologii krajinnej ekologie se zřetelem na biologické pojetí této disciplíny. První dva principy se zaměřují na krajinnou strukturu, další tři na funkci a poslední dva na změnu krajiny.

1) Princip struktury a funkce krajiny

Každý jednotlivý ekosystém (nebo krajinnou složku) lze charakterizovat v měřítku krajiny buď jako plošku (enklávu) určitého tvaru a velikosti, jako koridor nebo jako základní krajinnou matici. Krajinné složky se navzájem liší velikostí, tvarem, počtem, typem, dynamikou, genezí apod. Rozmístění ekologických objektů v širším smyslu, jako jsou živočichové, rostliny, biomasa, tepelná energie, voda, minerální látky, ale i člověk a jeho výtvořiny, je proto v krajině velmi nerovnoměrné. Je závislé na struktuře krajiny. Zjistit toto prostorové rozdělení je nutné pro pochopení struktury a funkce krajiny a zpětně poznání struktury přispívá k pochopení vazeb, vztahů, procesů a toků ekologických objektů mezi složkami krajiny. Ekologické objekty se mezi krajinnými složkami neustále pohybují nebo proudí. Porozumět dění v krajině znamená zjišťovat a předvídat tyto pohyby, toky a interakce.

Krajiny jsou různorodé a strukturálně se liší v distribuci druhů, energie a látek mezi ploškami, koridory a krajinnou maticí. Z toho plyne, že se krajiny liší funkčně v tocích druhů energie a látek mezi složkami struktury krajiny.

2) Princip druhové rozmanitosti bioty (princip biodiverzity)

Druhová rozmanitost bioty je vysoká v heterogenních krajinách se zastoupením více různých typů krajinných složek (elementů). Vysoký stupeň různorodosti v krajině může být přitom způsoben buď rozmanitostí abiotického prostředí (např. nadmořské výšky, výškové členitosti reliéfu, horninového podloží a půdního krytu), anebo narušením, disturbancí, ať už způsobenou rušivými přírodními procesy nebo lidskou činností. Druhová rozmanitost bioty v krajině je tedy závislá na rozmanitosti krajiny, na její struktuře a pestrosti. V krajinné struktuře můžeme obvykle rozlišit velké plochy, na jejichž vnitřní prostředí je vázán omezený počet specializovaných druhů („interior species“ – druhy vnitřního prostředí), a menší plošky, přechodové zóny a různě široká rozhraní, která vytvářejí pestré prostředí s množstvím druhů, jež odpovídají pestrosti zastoupených ekosystémů (složek krajiny). Jsou mezi nimi jak druhy charakteristické pro tyto jednotlivé složky (druhy lesní, polní, luční), tak druhy okrajového prostředí („edge species“ – ekotonové druhy), které vyžadují ke své existenci dva či více krajinných elementů. S růstem heterogenity se tak zvyšuje potenciální druhová koexistence, ale současně klesá počet vysoce specializovaných druhů vnitřního prostředí (MIMRA, 1995).

Různorodost krajiny snižuje četnost vzácných druhů vnitřku, zvyšuje četnost druhů okrajů a živočichů vyžadujících dvě či více krajinných složek.

3) Princip toku druhů organismů

Mezi rozšířením druhů organismů a strukturou krajiny lze nalézt zpětnou vazbu. Disturbance, ať už přírodní nebo způsobené člověkem, které vedou k narušení krajinné struktury a které formují nové krajinné složky, způsobují vytlačení určitých (vzhledem k dané situaci) citlivých druhů a zároveň podporují šíření jiných druhů, jimž narušení prostoru a vznik nových složek krajiny vyhovují. Reprodukce a šíření těchto „nových“ druhů může následně způsobit zánik nebo změnu některých krajinných složek. Krajinná heterogenita, rozdílnost jednotlivých složek krajiny, je základní příčinou pohybu druhů a dalších toků v krajině.

Krajinná heterogenita (různorodost krajiny) má vliv na výskyt a pohyb druhů v krajině a v krajinných složkách a zároveň je tímto výskytem, pohybem a jeho změnami ovlivňována.

4) Princip přerozdělení minerálních živin

Ochranné a autoregulační mechanismy, jimiž jsou v krajinných složkách a v krajině udržovány minerální živiny, jsou narušovány procesy disturbance. Dochází tak k dalšímu transportu živin do přilehlých krajinných složek nebo krajin (do sousedních nebo jiných ekosystémů).

Intenzita přerozdělování minerálních živin mezi krajinnými složkami vzrůstá s intenzitou narušení příslušných krajinných složek.

5) Princip toku energie

Čím je krajina různorodější, tím více vzrůstá tok energie přes hranice jejích složek. Příčinou jsou mnohem delší hranice mezi různými složkami krajiny při různorodé struktuře a vysoký podíl druhů okrajů a rozhraní, které se často pohybují mezi sousedními krajinnými složkami.

Toky energie a biomasy přes hranice, oddělující jednotlivé strukturální složky krajiny, se zvyšují s rostoucí různorodostí krajiny.

6) Princip krajinných změn

Po narušení krajiny dochází k opětovnému osídlení narušených ploch vegetací a živočichy. Tyto procesy vedou postupně ke zvyšování homogenity krajiny. Absolutně homogenní krajiny však není nikdy dosaženo, protože ekosystém každé složky se nachází na jiném vývojovém stupni, rychlost změn je v každé krajinné složce odlišná a protože v průběhu homogenizace dochází k dalšímu narušování. Mírné disturbance obvykle vytvářejí v krajině více drobných plošek a koridorů a působí proti homogenizaci krajiny. Silné disturbance mohou způsobit zánik mnoha plošek a koridorů anebo úplnou proměnu krajinné matrice.

Horizontální struktura krajiny, není-li narušována, směřuje postupně k homogenitě (stejnorodosti). Mírné narušení krajinné struktury obvykle výrazně zvyšuje heterogenitu (různorodost). Silné narušení může heterogenitu jak zvýšit, tak snížit.

7) Princip stability krajiny

Stabilita krajiny vyjadřuje odolnost krajiny vůči narušení a (nebo) její schopnost regenerace po narušení a návratu do původního stavu. Každá krajinná složka jako ekosystém má svůj stupeň stability a tak celková stabilita krajiny odráží zároveň poměr všech zastoupených typů krajinných složek (na tomto principu je konstruován koeficient ekologické stability). Stabilita krajiny má tři aspekty:

* aspekt fyzikální stability: při absenci biomasy (holý skalní povrch) může systém okamžitě měnit své fyzikální vlastnosti v závislosti na vnějším podnětu (zahřívání povrchu v závislosti na slunečním záření);

* aspekt slabé rezistence (odolnosti), ale rychlého návratu do původního stavu: při malém množství biomasy dochází po narušení k rychlé obnově původního společenstva (iniciální stádia, jednoduchá společenstva, zemědělské systémy);

* aspekt silné rezistence, ale pomalé obnovy: společenstva s velkým množstvím biomasy (tropický les) jsou obvykle odolná vůči narušení, ale pokud již k němu dojde, zotavují se a obnovují velmi pomalu.

Stabilita krajiny se může projevovat třemi rozdílnými způsoby: fyzikální stabilitou systému (při absenci biomasy), rychlým zotavením po narušení (v případě malého množství biomasy) nebo velkou odolností vůči narušení (obvykle v případě velkého množství biomasy).

FORMAN a GODRON (1986, 1993) označují těchto 7 obecných principů za teoretický základ krajinné ekologie. Podporuje je značné množství přímých a nepřímých důkazů, ale nejsou jednoznačně exaktně prokázány. Poněvadž jsou použitelné pro každou krajinu, je dobré nacházet konkrétní příklady, které je podporují anebo které jim mohou naopak odporovat.

4.2 Význam krajinné heterogenity a disturbance

Definice krajinné heterogenity:

Prostorová heterogenita (diverzita, rozmanitost) krajiny je atributem krajinného systému, jehož míru lze objektivně vyjádřit (syntetickým) údajem o počtu, intenzitě a pestrosti vazeb mezi jeho složkami, které se navzájem liší zejména v typu příslušného ekosystému, v rozloze, tvaru, původu a dalších charakteristikách. (MIMRA, 1995).

Toto pojetí tedy zdůrazňuje horizontální rozmanitost krajiny jakožto soustavy především živých ekosystémů (krajinných elementů).

Krajinná heterogenita může být způsobena heterogenitou abiotického prostředí (geologického podloží, reliéfu, nadmořské výšky) a disturbancemi přírodního nebo antropogenního původu. Procesy, které jsou příčinně spjaté se vznikem krajinné heterogenity, můžeme rozdělit na

- relativně dlouhodobé geologické a geomorfologické procesy velkého plošného rozsahu (vrásnění, sedimentace, tektonika, erozní procesy),
- biotické kolonizační procesy různé doby trvání a proměnlivého rozsahu,
- místní přírodní procesy narušování s relativně krátkou dobou trvání (laviny, lesní polomy, škůdci),
- antropogenní procesy s velmi proměnlivou intenzitou, dobou trvání a rozsahem narušování.

Opakem heterogenity je **homogenita**. V případě krajiny lze však mluvit pouze v relativních pojmech o krajině a krajinné struktuře relativně více nebo málo homogenní. Absolutní homogenita z důvodu rozmanitosti abiotických podmínek a trvalého narušování v krajině neexistuje. (viz princip krajinných změn).

Disturbance (narušení) je událost způsobující význačnou změnu v „normálním“ režimu existence ekosystému. Je to prostorově omezená událost narušující strukturu ekosystému, společenstva či populace a měnící podmínky prostředí.

Disturbance je způsobována abiotickými (vítr, zemětřesení, laviny, sesuvy, sopečná činnost, eroze, sedimentace, oheň,...) i biotickými (přemnožení škůdců, rozpad společenstva) činiteli včetně člověka (antropogenní disturbance). Můžeme rozlišit **epizodickou disturbance**, jež je typická v přírodních krajinách, a **chronickou disturbance** (opakovanou s vysokou intenzitou a frekvencí), typickou pro kulturní krajiny. Určitá míra disturbance je organickou součástí vývoje prakticky všech krajinných typů.

Mezi důležité charakteristiky disturbance patří určení disturbančního činitele, který ovlivňuje typ (druh) disturbance, její frekvenci, intenzitu a plošný rozsah. Významnou vlastností disturbance je její

šíření v prostoru a čase. Šíření disturbance je zásadně ovlivňováno krajinnou strukturou. Krajinná heterogenita působí obvykle proti šíření disturbance, propojenost v krajině naopak šíření disturbance podporuje.

Význam krajinné heterogenity z hlediska bioty: krajinná heterogenita má zásadní pozitivní vliv na druhovou rozmanitost bioty (viz princip biodiverzity). Prostorová (a časová) proměnlivost krajiny snižuje mezidruhovou konkurenci a druhy spíše koexistují.

Kvantitativní určování prostorové heterogenity může v zásadě zahrnovat statistický výpočet typů ekosystémů v krajině. Cílem těchto výpočtů je především nepřímý odhad biotické rozmanitosti, případně určení vhodnosti určité krajiny a jejích elementů z hlediska existence konkrétních druhů organismů (příklad: vytipování vhodných lokalit tetřívka na Českomoravské vrchovině).

Heterogenita má velký význam i ve fragmentovaném prostředí krajinné mozaiky kulturní krajiny. V současné době se hledají způsoby kombinovaného vyjádření horizontální i vertikální heterogenity krajiny.

S krajinnou heterogenitou souvisí co nejužší **struktura krajiny**. Tuto základní charakteristiku krajiny a ústřední předmět studia krajinné ekologie jsme již vícekrát zmínili. Bude jí podrobněji věnována samostatná kapitola v další části textu.

4.3 Koncept krajinné jednotky

ZONNEVELD (1995) navrhl koncept krajinné jednotky (land unit) jako ústřední koncept a základní hypotézu krajinné ekologie. **Krajinná jednotka je podle něj část země (krajiny), která je v použitém měřítku relativně homogenní.** Homogenní v tomto smyslu znamená, že v rámci krajinné jednotky jako celku nemohou být rozlišeny větší gradienty jednotlivých charakteristik (např. vlhkosti). Ve skutečnosti absolutní homogenita neexistuje a vždy jsou určité rozdíly i v rámci krajinné jednotky. Čím rozsáhlejší je území krajinné jednotky (čím menší je měřítko mapování), tím více vnitřních rozdílů se v ní vyskytuje.

Krajinná jednotka podle ZONNEVELDA je nezávislá na měřítku – je možné ji vyčlenit na jakékoliv hierarchické úrovni. Na rozdíl od toho termín **krajinný element (prvek)** by měl být přednostně užíván pro složku (část) krajiny, která nemůže být považována sama o sobě za krajinu (např. vodní tok, skála, jednotlivá louka nebo pole, skupina stromů, zemědělská usedlost).

V terminologii (názvech) krajinných jednotek nedošlo dosud k závaznému sjednocení a různí autoři používají různé názvy na různých hierarchických úrovních. Systematickou terminologií pro klasifikaci krajiny navrhl NEEF (1967) v návaznosti na TROLLA (1966):

- 1) Ekotop: nejmenší jednotka, která může být ještě považována za krajinu ve smyslu systému (v australské klasifikaci znamená ovšem ekotop místo, stanoviště)
- 2) Mikrochora: (horizontální) soubor ekotopů
- 3) Mezochora: systém (soubor) mikrochor
- 4) Makrochora: systém (soubor) mezochor
- 5) Megachora: rozsáhlejší krajina na přechodu ke geosférické dimenzi.

VINOGRADOV (1967) navrhl 4 hierarchické kategorie:

- 1) Facie: charakterizovaná jednou biocenózou na různých půdách, obvykle zahrnuje jeden prvek reliéfu
- 2) Krajinná jednotka (uročišče): přírodní systém facií charakterizovaný stejným topoekologickým sledem (synonyma: katéna, mikrochora, land facet)
- 3) Krajinný systém: kombinace krajinných jednotek; geneticky se vztahuje k makroformám reliéfu (synonyma: mezochora, mestnosť)
- 4) Krajina: charakterizovaná typickou opakující se kombinací krajinných jednotek nižšího řádu (synonyma: makrochora, komplexní krajinný systém).

Srovnávací tabulka názvů krajinných jednotek na různé hierarchické úrovni (podle Zonnevelde, 1995)

Krajinná jednotka					(Zonneveld)
Ekotop	Mikrochora	Mezochora	Makrochora	Megachora	(Neef)
Stanoviště (Site)	Land unit	Jednoduchý krajinný systém	Komplexní a složený krajinný systém	Hlavní krajina (Main landscape)	(Australský D.O.S. systém)
Tesera	Land facet	L a n d s y s t e m			
Facie	Uročišče, Katéna	M e s t n o s ť			(Vinogradov)

Někdy se setkáváme s termínem krajina jako **holon**, což znamená pojetí krajiny jako ekosystému. Vychází z řeckého slova „holos“, což znamená celý, úplný. Termín holon může být aplikován nejen v biologii a ekologii, ale také v sociologii (NAVEH a LIEBERMAN, 1994; ZONNEVELD, 1995). Interpretace leteckých a družicových snímků začíná ve skutečnosti rozlišením krajinných jednotek, které jsou vlastně hmatatelným vyjádřením holonu (krajiny jako celku – systému).

LITERATURA K ČÁSTI 4

- Forman R.T.T., Godron M.: Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993
 Leser H.: Landschaftsökologie. Stuttgart, 1976
 Michal I.: Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 1992, 1994
 Mimra M.: Krajinná ekologie. Učební texty pro PDS, Praha, 1995 (rukopis)
 Neef E.: Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. VEB Haack, Gotha, 1967
 Naveh Z., Lieberman A.: Landscape Ecology. Theory and Application. Springer – Verlag, 1994
 Troll C.: Landscape ecology. ITC, Delft, 1966
 Vinogradov B.V.: The landscape concept and its use in the study of grassland territories. ITC, Delft, 1967
 Zonneveld I.S.: Land Ecology. Amsterdam, SPB Academic Publishing, 1995

5 STRUKTURA KRAJINY

5.1 Základní skladebné součásti krajiny

FORMAN a GODRON (1993) definují strukturu krajiny jako rozložení energie, látek a druhů ve vztahu k tvarům, velikostem, počtům, způsobům a k uspořádání krajinných složek a ekosystémů.

Strukturu krajiny určuje ekologický typ, rozloha, tvar, původ a vnitřní heterogenita (jakožto individuální parametry), heterogenita, počet a konfigurace (jakožto parametry skupinové) krajinných elementů resp. skladebných součástí krajiny (MIMRA, 1995).

Struktura krajiny má rozhodující vliv na funkční vlastnosti krajiny. Jakákoliv změna v krajinné struktuře – v prostoru i v čase – mění průběh energomateriálových toků v krajinné, ovlivňuje průchodnost a obytnost krajiny. Současné publikace krajinné ekologie proto věnují mimořádnou pozornost krajinné struktuře (FORMAN a GODRON, 1993), jejím recentním změnám a ekologickým následkům těchto změn (LIPSKÝ, 1994, 1995; ZONNEVELD a FORMAN, 1990).

Krajinná ekologie rozlišuje skladebné součásti krajiny – krajinné složky nebo elementy – podle prostorově funkčních kritérií na 3 základní kategorie:

- 1) krajinná matrice (matrix)
- 2) krajinné enklávy neboli plošky („patches“)
- 3) krajinné koridory

Toto rozdělení je jedním ze zásadních a rozhodujících (především z metodologického hlediska) přínosů současné krajinné ekologie.

5.1.1 Krajinná matrice

Matrice je plošně převládající, nejvíce zastoupený a zároveň prostorově nejpropojenější (nejspojitější) typ krajinné složky, který hraje dominantní roli ve fungování krajiny (tj. v tocích energie, materiálu a organismů). Často se matrice zjednodušeně považuje za homogenní, ale v jejím rámci lze obvykle rozlišit určité ekologicky diferencované plochy a elementy (např. v rámci lesní matrice různé věkové stupně lesa, různé stanovištní podmínky a druhové složení). V některých případech je matrice zjednodušeně chápána jako prostor obklopující krajinnou enklávu (MIMRA, 1995).

Určení krajinné matrice v konkrétní krajině je někdy jednoznačné, jindy může být značně obtížné. V přírodní krajině je krajinná matrice za „normálních“ podmínek (s výjimkou krajiny zpustošené katastrofální bouří, požárem či jinou katastrofou) tvořena klimaxovým společenstvem (klimatický klimax). V mozaikovitě a fragmentovaně kulturní krajině, tvořené pestrou strukturou sídel, intenzívně využívaných ploch a různě velkých „zbytkových“ ploch přírodních a polopřírodních společenstev, je krajinná matrice mnohem heterogennější a její určení obtížnější.

FORMAN a GODRON navrhuji pro určování krajinné matrice 3 kritéria, která vycházejí z její definice:

- 1) relativní plocha
- 2) spojitost
- 3) vliv na dynamiku krajiny.

ad 1) Relativní plocha:

Jestliže jeden typ krajinné složky (např. pole, les, vodní plocha) jasně převládá nad ostatními, můžeme jej prohlásit za matrici. Druhy organismů, které jsou dominantní v matrici, převládají v celé krajině

(aplikace: paleogeografická a paleobotanická rekonstrukce na základě rozboru pylových zrn v sedimentech). Plošně nejrozšířenější typ krajinné složky také rozhodujícím způsobem ovlivňuje a usměrňuje průběh procesů v krajině (např. vliv horka a větru z pouštní matrice na vysušování oázy, vliv lesa na vlhkost podnebí a vyrovnávání teplotních rozdílů apod.). V podstatě lze připustit, že pokud některá krajinná složka pokrývá více než 50 % celkové výměry krajiny, jedná se s největší pravděpodobností o matrici. Jestliže nejrozšířenější typ krajinné složky pokrývá méně než 50 % výměry krajiny, je nutné uvažovat pro určení matrice další charakteristiky. Relativní plocha je sice klíčovým kritériem pro určení matrice, její rozmístění v krajině je však neméně důležité.

ad 2) Spojitost:

Matrice se vyznačují vyšší spojitostí než ostatní typy krajinných složek. Ve smyslu některých definicí je tedy matricí ta složka, která spojitě obklopuje jiné krajinné elementy. Díky svému velkému vlivu, který má spojitost na fungování krajiny (1. může fungovat jako fyzická bariéra, oddělující od sebe ostatní složky; 2. může fungovat jako koridor, usnadňující pohyb, migraci a genetickou výměnu; 3. může doslova obklopit ostatní krajinné složky, izolovat je a vytvořit tak biologické „ostrovy“), musí být krajinná složka, která je spojitá a obklopuje ostatní složky, považována za matrici. FORMAN a GODRON (1993) uvádějí zajímavý, byť možná extrémní, příklad krajiny se živými ploty v západní Francii. Živé ploty zde nepokrývají více než 1/10 celkové plochy, ale vytvářejí zřetelnou síť, jež spojitě obklopuje a izoluje jednotlivé plochy a pastviny. Živé ploty tak vytvářejí spojitý systém, který podle autorů může být považován za matrici. V běžné, intenzívně využívané zemědělské krajině je ovšem krajinná matrice tvořena zemědělskou půdou, která má dominantní vliv na fungování energomateriálových toků v krajině.

ad 3) Řízení dynamiky krajiny:

Podle tohoto kritéria je matricí takový typ krajinné složky, který ovlivňuje dynamiku celé krajiny daleko více než ostatní složky. Vrátime-li se opět k příkladu živých plotů podle FORMANA a GODRONA, tyto mohou být velice dynamickým faktorem v krajině, posilují její ekologickou stabilitu, izolují nestabilní zemědělské ekosystémy, čímž omezují jejich negativní vliv na krajinu, a v případě poklesu antropogenního vlivu na krajinu jsou okamžitě připraveny nastartovat dynamický proces sukcese přírodních společenstev na zemědělskou půdu. V současném období prudkých změn, které prodělává evropské zemědělství a evropská venkovská krajina (pokles výměry obdělávané půdy, opuštění méně úrodných zemědělských půd, zalesňování), není tato myšlenka pouhou teoretickou formulací.

Všechna tři kritéria určování krajinné matrice – relativní plocha, spojitost a vliv na fungování a dynamiku krajiny – se obvykle doplňují. Plošně nejrozsáhlejší typ krajinné složky bývá zpravidla i nejpropojenější a má rozhodující vliv na průběh krajinných procesů (v lesní krajině je to les, v intenzívně zemědělské krajině orná půda, v přírodní krajině klimaxové společenstvo). Určité potíže mohou vzniknout v mozaikovitě, fragmentovaně kulturní krajině s pestrou strukturou různých krajinných složek. Potom je nutno přistoupit k terénním měřením druhové diverzity, energomateriálových toků a procesů v krajině.

FORMAN a GODRON (1993) a převzatě podle nich i KOVÁŘ (1993) začínají svůj výklad o krajinné matrici příkladem farmáře, který hospodaří v zemědělské krajině. Matrici tvoří intenzívně obdělávaná zemědělská půda, v průběhu vegetačního období krytá zelenou vegetací. Přílišnou intenzitou obdělávání, vysokou koncentrací dobytka a nadměrným vypásáním dochází k rozvoji vodní a větrné eroze, k odnosu půdního krytu a vysychání krajiny. Objevují se erodované holé plochy bez vegetačního krytu, jichž postupně přibývá, zatímco obdělávané zelené plochy se zmenšují a zůstávají izolované v údolích, poblíž zdrojů vody. Krajinnou matricí se stala pustá země, která v krajině převládá; představuje plošně nejrozsáhlejší, nejpropojenější a co do vlivu na řízení krajinné dynamiky nejdůležitější složku krajiny. Charakteristický proces **desertifikace**, který může trvat desítky nebo stovky let, ukazuje na schematickém zjednodušeném příkladu proměnu krajinné matrice v čase. Krajinná složka původně potlačená a jen ojediněle rozšířená (holá půda) se během popsání procesu stala krajinnou matricí. Původní krajinná matrice zanikla nebo byla rozdrobena do řady drobných, izolovaných enkláv.

V našem příkladu bychom ale mohli jít ještě dále do minulosti. Před příchodem farmáře či zemědělce do zmíněné krajiny tvořilo krajinnou matrici přirozené klimaxové společenstvo, ať už stepní, lesostepní

anebo lesní. Také tato matrice byla činností člověka postupně odstraněna, pozměněna či izolována v nevýznamných zbytkových ploškách.

Na území naší republiky tvořily před příchodem člověka – zemědělce krajinnou matici klimaxové lesní porosty. V současné kulturní krajině je na většině území krajinná matrice tvořena zemědělskou, převážně ornou půdou. Zůstaly ale některé oblasti, kde krajinnou matici stále představuje les, byť s pozměněnou druhovou skladbou a převahou smrkových monokultur, v němž osídlené a odlesněné plochy tvoří jen roztroušené enklávy (Hrubý Jeseník, Šumava, Jizerské hory, Beskydy, ...). V průmyslových a sídelních souměstích, konurbacích (Porúří, v menších rozměrech část Podkrušnohoří, Ostravska, Liberecka) je zase krajinná matrice tvořena poměrně pestrá, ale umělou mozaikou městské a příměstské krajiny s dominantním vlivem člověka na řízení krajinné dynamiky.

Krajinná matrice je v principu vždy heterogenní. Její heterogenita může zeslabovat rozdíly mezi maticí a enklávou, protože každá část matrice, která se odlišuje od svého okolí, může být považována za určitou enklávu. Přesto můžeme mluvit o maticí jako útvaru relativně více nebo méně homogenním, ale vždy záleží na rozlišovací úrovni – na velikosti nejmenších prvků, které jsme ještě ochotni nebo schopni rozlišit. V zemědělské krajině na Hané tak můžeme prohlásit za relativně homogenní matici ornou půdu, pokud se nerozhodneme jít do detailu a rozlišovat např. enklávy polí cukrovky v maticí převládajících obilných lánů nebo zaplevelené enklávy v poli cukrovky. Podobně v Hrubém Jeseníku v měřítku krajinné mezochory považujeme za krajinnou matici lesní plochu s enklávami sídel a travních porostů, v jemnějším měřítku bychom mohli rozlišit enklávy smíšených a bukových porostů v maticí smrkového lesa.

Při zkoumání heterogenity matrice je tedy nezbytné stanovit požadovanou rozlišovací úroveň a vybrat odpovídající metodu měření. Jednoduchou metodou pro určení heterogenity matrice je porovnání krajinných složek zastoupených v pravidelných úsecích podél linie (transektu).

5.1.2 Krajinné enklávy (plošky)

Enklávu neboli plošku lze v krajině vymezit jako nelineární plošnou část povrchu, která se vzhledem nápadně liší od svého okolí. Enklávy se vyznačují velkou rozmanitostí co do své velikosti, tvaru, původu, ostroty hranic (kontrastu), stáří a dynamiky vývoje. Může jít o relativně jednoduché i značně složité, abiotické i biotické útvary v krajině. Např. v krajinné maticí naší intenzivně využívané zemědělské krajiny může být krajinnou enklávou rybník, louka, lesík, remíz, ovocný sad, skalní výchoz, ale i vesnice, pískovna apod. Krajinné enklávy se na pozadí krajinné matrice obvykle nápadně odlišují a dobře interpretují na leteckých snímcích (viz také TROLL, FORMAN a GODRON nebo JACKSON – kap. 1 a 2).

Základními charakteristikami krajinných enkláv jsou původ (příčina vzniku), velikost a tvar, dále jejich počet a uspořádání v krajinné mozaice.

Podle původu (a tím do značné míry i charakteru) se **krajinné enklávy** rozdělují na

- **disturbanční** (vznikají narušením – disturbancí matrice, např. požárem, těžbou nebo vymýcením lesa, lokálním přemnožením škůdců, sesuvem půdy apod.)
- **zbytkové** (vzniklé ponecháním zbytků původní krajinné složky – původní matrice, obklopených postupně přeměněným prostředím, např. zbytky izolovaných lesíků v zemědělské krajině, ale i zbytky (enklávy) travnatých porostů v případě opětovného zalesnění, ať už přirozenou sukcesí nebo umělou výsadbou)
- **regenerující** (sukcesně vzniklé z narušené krajinné matrice – v případě nerušeného sukcesního vývoje budou mít jen omezené časové trvání, v případě pokračujícího narušování mohou být dlouhodobě regenerující, ale co do průběhu sukcese trvale brzděné ve svém vývoji – např. periodické vysekávání olšin na břehu potoka, křovin na mezích apod.)
- **zdrojové** (enklávy nebo plošky existenčně vázané na relativně trvalý zdroj prostředí – prameniště, skalní výchoz – edafická step, mokřad, krasové jezírko, oáza v poušti; odrážejí heterogenitu zdrojů prostředí a jsou jedním z důležitých předpokladů biodiverzity)

– **introdukované** (souvisí s antropogenním narušením a zavlečením nepůvodních druhů a společenstev)

– **přechodné** (efemerní, epizodické – podmíněné běžnými krátkodobými změnami faktorů prostředí, např. zamokřené až zaplavené plochy na polích a loukách po jarním tání sněhu nebo po silném dešti, kaliště černé zvěře apod.)

Dynamika enkláv

S výjimkou zdrojových podléhají enklávy značné dynamice. Jejich vývoj (druhovú dynamika) a stabilita závisí na výsledku kombinace účinků disturbance a vlastností okolního prostředí. Vývoj enkláv (opět s výjimkou zdrojových) směřuje potenciálně k jejich zániku, tj. k jejich splynutí s okolní krajinnou maticí (viz též sukcese, homogenita).

Krajinnou ekologii eminentně zajímá, co se děje na území, které je pod vlivem narušování, jak probíhá vývoj narušených ploch a čím se liší od okolní krajinné matrice. Velikost populací mnoha druhů se rapidně mění, některé druhy vyhynou, jiné disturbancí přežijí a zůstávají přítomny v redukovaných populacích nebo v dormantních (klidových) formách, kdy je přerušena jejich metabolismus (semena, diaspory, vajíčka, cysty). V období po disturbanci populace některých druhů rychle vzrostou, objevuje se též řada jiných druhů, které obsazují uvolněné niky (invaze, kolonizace, imigrace). Některé z nich zůstávají trvale, jiné jen dočasně v souladu s dalším vývojem podmínek prostředí.

Dynamika enkláv, zejména disturbančních a zbytkových, tak typicky zahrnuje opakující se cykly vymírání, obnovy a (re)kolonizačních procesů dotčených populací. Disturbanční plochy jsou obecně typem, který nejrychleji mizí, pokud se jedná o jednorázové narušení (viz disturbance a ekologická stabilita – autoregulační procesy ekologické stability, resilience). Návrat do původního stavu po narušení obsahuje tři hlavní procesy:

- změny ve velikosti populací
- vymírání (extinkce)
- imigrace (podle KOVÁŘE, 1993).

Rychlost imigrace a vymizení druhů v ploškách různého původu srovnávají FORMAN a GODRON (1993). Znalost dynamiky enkláv je mimořádně důležitá při odhadu dopadů antropických zásahů do krajiny a měla by být zohledněna rovněž v procesu EIA (hodnocení vlivů činností na životní prostředí).

Kromě **jednorázového narušení** však existuje v krajině také **narušování chronické** (opakované), které trvá dlouhodobě. Chronicky narušované enklávy vznikají hlavně antropogenní činností (rozorávání, vypásání), ale mohou být i přirozeného původu – např. periodicky zaplavované plochy nebo plochy trvale ovlivněné padáním lavin. V takových enklávách se probíhající sukcese soustavně nebo opakovaně zpomaluje nebo začíná znovu od iniciálních stádií; enklávy, jejichž společenstva jsou přizpůsobena disturbančnímu režimu, zůstávají potom trvale odlišné od okolní krajinné matrice.

Enklávy zdrojové neboli plošky zdrojů prostředí jsou relativně stabilní, dlouhodobé až trvalé, a je-li příčina (zdroj) jejich původu dostatečně silná a dominantní (prameniště, skalní výchoz), mohou přetrvávat i ve změněných podmínkách okolního prostředí (buližníkový suk tvoří enklávu edafické stepi v přírodní i kulturní krajině, v sušším i vlhčím podnebí). V terminologii a metodologii koncepcí územních systémů ekologické stability (ÚSES) mohou být zdrojové enklávy vymezeny jako unikátní lokální biocentra. Často na sebe vážou specifické druhy organismů a významně zvyšují biodiverzitu v krajině.

Obdělávané plochy, popřípadě enklávy jsou co do dynamiky vývoje plně závislé na činnosti člověka. Dynamika obdělávaných ploch zahrnuje

– krátké počáteční období náhlé změny vyvolané narušením (žďářením nebo vykácením lesa, rozoráním a vysetím nebo vysázením kulturních plodin – u nás v teplejších oblastech již v neolitu, ve vrchovinách ve středověku, v horách i později),

– obvykle dlouhou dobu relativní stability během obhospodařování (desítky a stovky let), jedná se ovšem o „stabilitu“ trvale udržovanou chronickou antropogenní disturbancí s trvalým přísunem dodatkové energie,

– a nakonec velkou sukcesní přeměnu po skončení obdělávání.

Velikost enklávy a její význam

Velikost enklávy (plochy) je jednoduchou, snadno zjistitelnou a velmi důležitou charakteristikou. Každý, kdo se pracovně pohybuje v konkrétní krajině (lesník, zemědělec, rybář, houbař, územní plánovač), je konfrontován s problematikou velikosti ploch jednotlivých krajinných složek. Jaká je optimální a jaká je minimální ještě vhodná nebo přípustná velikost rybníka z hlediska chovu kaprů, velikost pole z hlediska možnosti obdělávání a produkce, velikost lesa s ohledem na pravděpodobný výskyt hub, velikost remízu a rozptýlené zeleně v zemědělské krajině z hlediska zajištění požadovaných funkcí?

Na velikosti enklávy je závislá především existence a relativní velikost vnitřního prostředí, na něž jsou vázány charakteristické druhy organismů („interior species“). Velikost tak určuje řadu podstatných ekologických vlastností krajinného elementu – přítomnost charakteristického mikroklimatu, velikost populací, vliv krajinného elementu na okolní prostředí. Celkové množství biomasy, energie nebo živin je závislé na velikosti plochy.

Pokud je velikost enklávy pod určitou minimální hranicí (záleží vždy na účelu posuzování), nemůže se v ní vytvořit charakteristické vnitřní prostředí. To je např. rozdíl mezi lesem a rozptýlenou zelení nebo remízem. Remíz může zajistit lesním druhům živočichů dočasný úkryt, případně zdroj potravy, ale nikoliv podmínky trvalé existence a rozmnožování. Plošně malé enklávy mohou mít druhově velmi bohaté okrajové prostředí s absolutní převahou ekotonových druhů (viz ekotonový efekt), ale neobsahují typické lesní druhy. Z tohoto poznání a významu velikosti ploch vychází i teorie a metodika ÚSES, která stanovuje nezbytnou minimální plochu biocentra, aby mohlo plnit požadované cíle ochrany a reprodukce genofondu (v případě lesa je velikost minimálně 3 ha na lokální úrovni).

Význam faktoru velikosti plochy vyplývá rovněž z aplikace teorie ostrovní biogeografie na enklávy (přeneseně „ostrovy“) v krajině. Uvedli jsme již, že velké ostrovy mají více druhů než ostrovy malé, tato závislost však není lineární, ale probíhá po křivce, která vykazuje zpočátku značný nárůst, ale postupně se stále více přibližuje k asymptotě.

Řada výzkumů dokazuje, že rozloha je rozhodujícím faktorem druhové diverzity (FORMAN a GODRON, 1993). V praktických aplikacích, kromě již zmíněné metodiky ÚSES, je tento poznatek využíván při ochraně přírody, konkrétně v navrhování přírodních rezervací tak, aby uchovaly velkou diverzitu původních druhů. Dosud se však většinou uvažovala pouze plocha vlastní rezervace izolované bez vlivu narušování zvenčí, z okolní pozmeněné krajiny. Pro eliminaci tohoto negativního vlivu se navrhuje ochranná pásma či nárazníkové zóny (buffer zone).

Tvar enklávy a jeho význam

Tvar enklávy opět indikuje poměr ploch vnitřního a okrajového prostředí. Kromě toho spolurozhoduje o interakci enklávy s krajinnou maticí, určuje délku rozhraní (ekotonu), tím také relativní význam ekotonového efektu a intenzitu energomateriálové výměny mezi enklávou a maticí. Tvar enklávy má vliv na rozšíření a pohyb druhů v enklávě.

Tvar enklávy se určuje výpočtem, který dává, podobně jako v geografii, do poměru délku rozhraní (v geografii délka pobřeží, délka státní hranice, délka hranic povodí) a obvod kruhu, který má stejnou plošnou výměru jako sledovaná plocha. Jako základní tvarové kategorie se rozlišují enklávy

- **izodiametrické** (stejných rozměrů – čtverec, kruh) s vysokým podílem vnitřního prostředí
- **protáhlé** s menším vnitřním prostředím a vysokým podílem okraje a
- **úzké** bez vnitřního prostředí (viz schéma na obr.6).

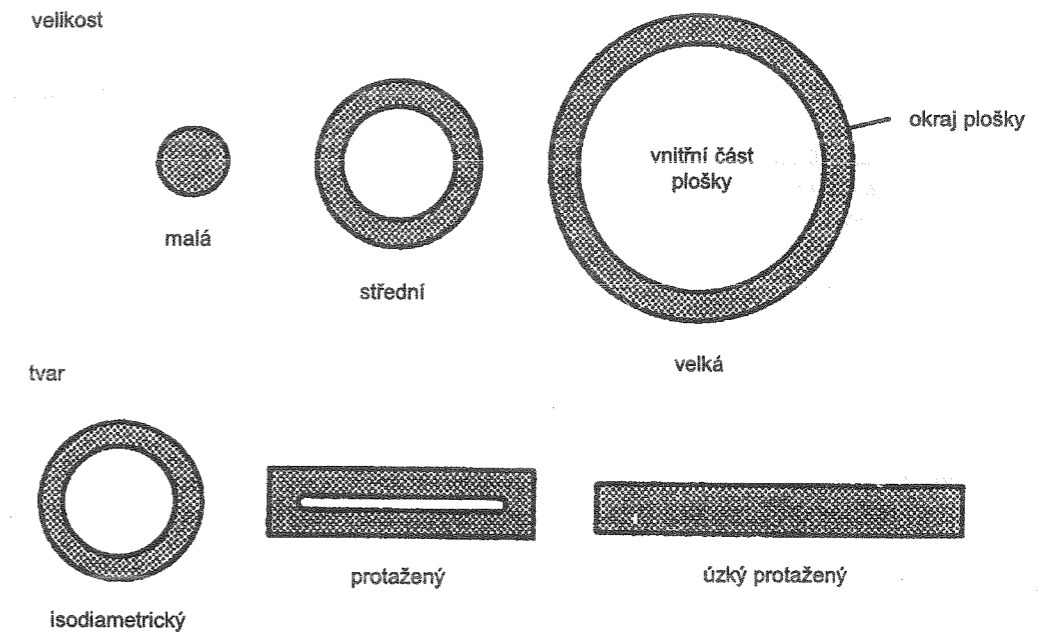
FORMAN a GODRON (1993) uvádějí rovněž schematicky vliv poměru vnitřku a okraje na několik ekologických charakteristik:

Vysoký poměr vnitřní části k okraji (případ kruhu, čtverce nebo jiného pravidelného tvaru) působí tak, že snižuje

- relativní délku rozhraní a interakce s krajinnou maticí,
- pravděpodobnost bariér vyskytujících se v enklávě,
- pravděpodobnost stanovištní diverzity v enklávě,
- funkci enklávy jako koridoru pro pohyb druhů

a zvyšuje

- druhovou diverzitu (při konstantní stanovištní diverzitě).



Obr. 6: Plochy vnitřku a okraje podle toho, jak jsou ovlivněny velikostí a tvarem plošky (podle FORMANA, 1981)

Je zřejmé, že pravidelný izodiametrický tvar enklávy některé procesy usnadňuje, zatímco pro jiné důležité pochody (interakce s maticí) je méně výhodný.

Mezi další význačné strukturální tvary krajinných elementů patří prstence a poloostrovy.

Prstencec může být tvořen např. břehem rybníka nebo výškovým stupněm vegetace obklopující horské vrcholy (např. pásmo kosodřeviny). Prstencec připomíná spíše protáhlé plošky, s dlouhou celkovou hranicí a vysokým podílem okraje, proto je jako tvar poměrně zranitelný, náchylný k narušení (např. břehové porosty).

Poloostrovy fungují jako trasy pohybu a významně usměrňují pohyb organismů krajinou – v tomto smyslu na ně lze pohlížet jako na koridory. Vysoká koncentrace migračních tras se projevuje na špičce poloostrova – tzv. **nálevkový efekt**. Celková druhová diverzita na poloostrově však směrem ke špičce klesá. Důvodem je rostoucí vzdálenost od zdroje druhů, vyznívání vnitřního prostředí a pokles druhů vnitřku (zatímco výskyt druhů okrajů zůstává stejný) a rostoucí počet možných bariér šíření směrem ke špičce.

V pestré mozaice ekosystémů kulturní krajiny se poloostrovy jednotlivých krajinných složek často prolínají: les zasahuje svými výběžky (poloostrovy) do zemědělsky využívaných ploch a naopak. Takové situace jsou opět nejlépe názorně interpretovatelné na leteckých snímcích.

Konfigurace enkláv v krajině

Dosud jsme se zabývali individuálními vlastnostmi – velikostí, tvarem, původem, dynamikou – pouze jednotlivých enkláv. Enklávy ale nejsou v krajině osamocené, vyskytují se v různém počtu, hustotě

a prostorovém uspořádání. Z hlediska praktických aplikací v ochraně přírody se živě diskutuje o problému, kolik přírodních rezervací je třeba k uchování maximální druhové diverzity. Vedle počtu enkláv je však také důležité jejich prostorové uspořádání, které umožňuje objasnit jejich možnou provázanost (např. závrtky vázané na puklinový systém), ovlivňuje šíření disturbancí v krajině anebo může naopak usnadňovat regeneraci krajiny po odeznění rušivého vlivu. Prostorové uspořádání enkláv vytváří charakteristickou krajinovou strukturu a je mimořádně důležité pro fungování krajiny. K jeho hodnocení se využívá metod matematické statistiky, které pomáhají určit, o jaký typ rozmístění se jedná (pravidelné, náhodné, ve shlucích), zda mezi rozmístěním enkláv různého původu existují zákonitosti, vznikají vazby apod.

5.1.3 Koridory v krajině

Krajinné koridory jsou prostorově funkčním typem krajinného elementu, jednou ze tří základních strukturálních složek krajiny (matrice, enklávy a koridory). Koridory vznikají podobným způsobem jako enklávy, vyznačují se však výrazně protáhlým (až lineárním) tvarem a specifickou funkcí v krajině. Mezi jejich nejdůležitější funkce patří:

- umožnění a usměrnění pohybu ekologických objektů v krajině,
- bariérový, případně selektivně bariérový (filtrační) účinek,
- propojení krajinných enkláv,
- působení na okolní matici, od níž se koridor výrazně odlišuje,
- poskytnutí útočiště, případně i trvalých existenčních podmínek některým druhům bioty.

Přírodní i kulturní krajiny jsou protkány množstvím koridorů různého původu, velikosti (délky, šířky) a významu. Koridory se nejlépe identifikují opět na leteckém snímku. Každý koridor nemusí splňovat všechny uvedené funkce, některé koridory mají z hlediska ekologie krajiny pozitivní stabilizační význam, jiné se projevují v krajině jako destabilizující disturbanční faktor. Téměř všechny krajinné složky jsou rozděleny a zároveň provázány koridory.

Poněvadž koridory vznikají stejným způsobem jako enklávy, můžeme je rozdělit na koridory

- vzniklé narušením (jsou výsledkem působení rušivého vlivu v pásu – lesní průsek, dálnice, plavební či meliorační kanál, příkop)
- zbytkové (vzniklé narušením a přeměnou okolní matrice a ponecháním zbytku ve tvaru koridoru – úzká louka nebo lesní porost podél vodního toku)
- regenerující (vznikají sukcesí zarůstáním pruhů v narušené ploše – zarůstání mezí, erozních rýh, opuštěných cest a rozhraní mezi pozemky)
- zdrojové (podmíněné liniovou heterogenitou abiotického prostředí – vodní toky, čedičové nebo křemenné žíly (Čertova zeď), křemencové „kozy hřbety“ apod.)
- introdukované, pěstované (větrolamy, živé ploty, aleje, ochranné pásy kolem dálnic – protihlukové bariéry).

Biotické koridory (biokoridory), mezi něž můžeme řadit větrolamy, živé ploty, zelené pásy, se vyznačují často bohatým druhovým složením (ekotonový efekt) a příznivým stabilizačním působením na okolní intenzivně využívanou, zemědělskou nebo industriální krajinu (snížení rychlosti větru, protierozní účinek, protihluková bariéra, filtrace pachů, zadržení vlhkosti). Kromě pozitivního ekologického vlivu hrají významnou estetickou roli, oceňovanou malíři – krajináři, milovníky přírody, turisty a každým, kdo v krajině pracuje nebo se v ní pohybuje.

Tvar a struktura koridoru

Podle prostorově funkčních hledisek se rozlišují tři základní typy koridorů:

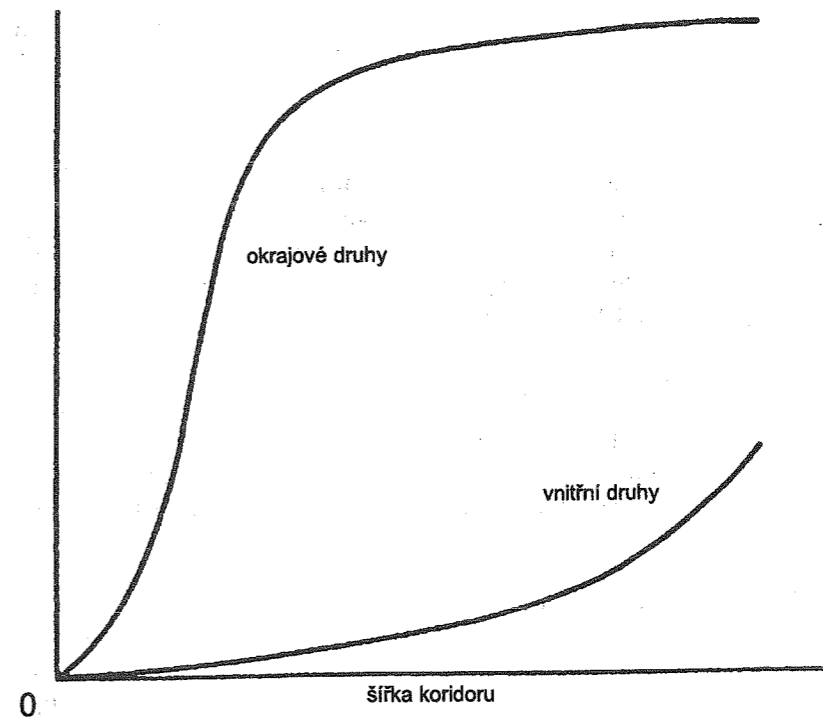
- **liniové** (úzké koridory bez vnitřního prostředí – silnice, meze, živé ploty, meliorační kanály, rozhraní pozemků)
- **pásové** (širší pruhy s vlastním vnitřním prostředím, bývají méně časté než liniové – např. široké pruhy pro vedení vysokého napětí)

- **proudové** (podél vodních toků; různě široký pás tzv. poříční zóny může zahrnovat vodní tok, údolní nivu, břehové porosty i zalesněné údolní svahy: osou pásu je vodní tok).

Šířka koridoru má významný vliv na druhovou diverzitu. Vyšší diverzita lesních bylin byla prokázána zejména u živých plotů širších než 12 m. Česká a slovenská metodika ÚSES stanovuje minimální šířku projektovaných biokoridorů 10–20 m. U koridorů užších totiž převládají pouze druhy okrajů. Výzkum druhového složení živých plotů má velkou tradici hlavně v západní Francii (Bretagne) a Anglii, kde se dlouhodobou kultivací vytvořil charakteristický typ kulturní krajiny „bocage“, v jejíž struktuře hrají dominantní roli husté sítě živých plotů. Vlivem jednak intenzifikace a na druhé straně opouštění zemědělské půdy se délka živých plotů každoročně zmenšuje. Uvedený typ kulturní krajiny se proto stává předmětem ochrannářského zájmu. Výzkumy živých plotů potvrdily velkou druhovou rozmanitost avifauny a bezobratlých, zejména hmyzu a měkkýšů.

Mezi nejvýznamnější, nejčastější a nejpropojenější v krajině patří koridory vedoucí podél vodních toků. Jedná se obvykle o koridory složené z více typů krajinných složek, které jsou uspořádány v paralelních liniích a pásech po obou stranách vodního toku: břehové porosty, lužní les nebo luční porosty údolní nivy, lesní porosty, křoviny, případně suťový les a skalní společenstva na příkrých údolních svazích. V kulturní, zemědělsky využívané krajině jsou údolí vodních toků mnohdy jedinými místy, která umožňují pohyb a šíření přírodních druhů. Čím rozmanitější prostředí koridor, v tomto případě říční údolí, nabízí, tím více

diverzita (počet druhů)



Obr. 7: Hypotetický vliv šířky koridoru na počet druhů okrajů a druhů vnitřního prostředí (podle FORMANA a GODRONA, 1993).

organismů jej může využívat (význam složeného koridoru). Koridory podél vodních toků také regulují a zprostředkovávají pohyb vody a látek z okolní krajiny do vodního toku. Jejich prostřednictvím se uskutečňuje podstatná část energomateriálové výměny v krajině i mezi krajinami, ale dochází v nich také k nežádoucím invazím (šíření invazních druhů).

Existují koridory vyšší než okolí (násep, větrolam) a koridory nižší než okolí (průsek, příkop, kanál). Každý z těchto typů má charakteristické vlastnosti a funkce v krajinném systému.

Ve struktuře jednotlivých koridorů můžeme rozlišit **mezery**, místa **zúžení** nebo naopak **rozšíření** a **uzly**, v nichž dochází ke křížení a rozvětvení koridorů. Všechny tyto strukturální prvky koridoru jsou významné pro pohyb, šíření a soustředování organismů.

Z hlediska funkčnosti koridorů v krajině je nutné si uvědomit, že různé druhy organismů mají různé nároky na prostředí, v němž žijí a pohybují se. Např. živé ploty a větrolamy budou mít zanedbatelný význam pro pohyb a migraci vysoce mobilního vodního ptactva, ale mohou významně posloužit třeba lišce nebo srnčí zvěři. Mnohé významné koridory, např. velké vodní toky a jejich údolí, tvoří zároveň nepřekonatelnou bariéru pro řadu suchozemských živočichů. Naopak umělé lineární a pásové útvary, které vnímáme jako nejvýraznější bariéry v krajině (dálnice, železniční magistrály, splavné kanály), mohou fungovat jako koridory šíření druhů vázaných na člověka.

Koridory jsou často liniemi okrajů, přechodných pásem mezi dvěma plošnými útvary (viz ekoton). Funkčním výrazem ekologického rozhraní je **ekotonový efekt**, který se projevuje obvykle vyšší druhovou diverzitou ve srovnání s okolními plochami, poněvadž ekoton obsahuje jednak druhy z obou sousedních ploch, jednak své vlastní, ekotonové druhy, jejichž existence se váže na podmínky rozhraní. Ekologická rozhraní v krajině mají značný význam pro usměrnění energomateriálových toků – ovlivňují mikroklima, usměrňují pohyb živočichů, větrné proudění, průběh erozních procesů. Z hlediska různých funkcí koridorů a rozhraní v krajině je důležitá míra jejich propustnosti – nakolik a pro které druhy a procesy působí jako filtr a pro které jako bariéra.

5.1.4 Síť v krajině

Koridory se v krajině spojují a vytvářejí propojené soustavy – tzv. **sítě**, které obklopují ostatní krajinné složky. Lineárních útvarů, které tvoří v krajině síť, je velké množství a hrají mimořádnou úlohu při ovlivňování toků v krajině.

Mezi důležité strukturální charakteristiky sítě patří **typ spojení** jednotlivých linií (křížení, rozvětvení), výskyt a velikost **mezer** v síti. Průsečíky linií slouží jako **uzly** nebo křížovatky a obvykle soustřeďují více druhů. Důležitá je **hustota sítě**, měřená průměrnou vzdáleností mezi jednotlivými liniemi nebo průměrnou velikostí krajinných složek uzavřených mezi těmito liniemi – velikostí **oka sítě**. Velikost oka sítě je důležitá ve vztahu k akčnímu rádiu jednotlivých druhů. Hustá síť biotických koridorů zvyšuje obvykle druhové bohatství krajiny a omezuje míru působení disturbancí.

Struktura a tvar sítě jsou ovlivněny fyzikogeografickou strukturou krajiny i činností člověka. Dlouhodobá prostorová konfigurace sítě je např. v našich podmínkách určena procesem vodní eroze, jež ovládá morfologii krajiny a vytvořila základní síť vodních toků a údolí. Působení člověka je mnohem rychlejší a mění strukturu krajiny v průběhu roků až desetiletí (změna jemné sítě polních cest a ekologických rozhraní drobných pozemků na hrubší síť během kolektivizace a socializace venkova v 50. letech).

Sítě mají mimořádný význam pro fungování krajiny, pro toky energie a materiálu a genetickou výměnu informací. Uzly v síti mají význam jednak jako křížovatky migračních cest, jednak jako zdroje nebo zásobníky (depa) pohybujících se objektů. Tak jako jsou města a křížovatky s čerpacími stanicemi uzly pro pohyb motorových vozidel, jsou jezírka (napajedla) uzly pro pohyb zvířat v suchých stepních nebo krasových oblastech. Podobně mokřady a vodní plochy jsou uzly a křížovatky migračních koridorů vodního ptactva, třebaže v tomto případě se jedná o zvláštní druh sítě, protože fyzicky z ní jsou patrné právě jenom uzly (koridory jsou vzdušné a ve fyziognomii krajiny se hmatatelně neprojevují).

Pro hodnocení struktury sítě, jejich hustoty, spojitosti, fungování a optimalizace pohybu v síti lze úspěšně aplikovat matematické metody dopravní geografie (např. HAGGETT).

Ekologické sítě v užším smyslu, tj. soustava biokoridorů spojujících ve fragmentované kulturní krajině centra biotické diverzity a umožňující pohyb organismů a výměnu genetické informace, představují velmi aktuální a frekventované téma v současné krajinné ekologii. Na světovém kongresu IALE v Toulouse v roce 1995 bylo rozhodnuto o vytvoření pracovní skupiny zaměřené na výzkum ekologických sítí (Ecological Networks) v krajině. Jejím cílem je mj. sjednotit názvosloví (greenways,

green networks, ecological infrastructure, ecological main structure) i různé teoretické přístupy. V některých zemích převládá architektonický, urbanistický přístup, který pro zakládání koridorů a ekologických sítí v krajině preferuje jejich vizuální estetickou funkci. Pokud jde o teoretickou metodickou základnu i praktické aplikace, na předním místě stojí český a slovenský koncept územních systémů ekologické stability (ÚSES), který rozlišuje několik hierarchických úrovní ekologických stabilizačních sítí v krajině. Na evropské úrovni pracuje projekt EECONET (European Ecological Network), jehož cílem je vytvoření stabilizační ekologické sítě chráněných území v měřítku celé Evropy. Teorii, metodologii i praktické realizaci ekologických sítí v krajině bylo v roce 1995 věnováno speciální číslo nizozemského časopisu LANDSCHAP a říjnové číslo časopisu LANDSCAPE AND URBAN PLANNING z téhož roku.

5.2 Celková struktura krajiny

Pro hodnocení krajinné struktury je v prvé řadě důležité stanovení měřítka, resp. rozlišovací schopnosti. Strukturální složky, které vytvářejí krajinu, mohou být hierarchicky uspořádány. Podle použitého měřítka může být krajinnou složkou jednotlivé pole, jindy mozaika polí nebo celé údolí. V tomto smyslu je možné považovat celkovou strukturu krajiny za skutečnou syntézu, při které se hierarchicky vyšší složky vytvářejí kombinací složek nižších. Krajina jako celek (holon) má potom vlastnosti, které jednotlivé její části nemají. To je také důvod, proč krajinu nelze popsat pouze jako prostý součet jejích složek. Při syntéze musí být zhodnocena také konfigurace složek, tj. jejich prostorové rozmístění a vzájemné vazby. Pro charakteristiku uspořádání složek v krajině je možné použít pojmů **mikroheterogenita** a **makroheterogenita**. Žádná krajina přitom není jen mikroheterogenní nebo makroheterogenní.

Mikroheterogenita znamená, že soubor jednotlivých typů krajinných složek je podobný v celém sledovaném území. Příkladem mikroheterogenity je již zmíněná mozaika živých plotů v Bretani nebo jižní Anglii, pestrá a opakující se mozaika pásovitých políček odpovídající soukromé zemědělské malovýrobě s převládající samozásobitelskou funkcí v jihovýchodním Polsku, shluky dřevin v suché savaně nebo krasové závrtvy na krasové planině.

Makroheterogenita znamená, že soubor krajinných složek se v jednotlivých částech krajiny markantně odlišuje. Jako příklad může posloužit horská krajina, kde se krajinné složky v údolí odlišují od krajinných složek na svazích, hřbetech a vrcholech.

Pro určení mikro- a makroheterogenity krajiny je vhodné použít metodu liniových transektů krajinou, na nichž se vyznačí zastoupení a střídání jednotlivých krajinných složek. Statistické vyhodnocení umožňuje stanovit typickou, statisticky významnou nenáhodnou konfiguraci krajinných složek. V mikroheterogenní krajině se při zmenšování měřítka zvyšuje relativní homogenita krajiny. Mikroheterogenita zaváděná lidskou činností do přírodní makroheterogenity je běžným jevem v mnoha kulturních krajinách.

Celková krajinná struktura je založena na způsobu rozmístění krajinných složek – matrice, enkláv a koridorů – v prostoru. Možností vzájemných kombinací existuje nekonečné množství, ale rozmístění v prostoru je vždy nenáhodné a nejčastěji se vyskytuje několik následujících typů rozmístění:

- **pravidelné** (rovnoměrné) – vzdálenosti mezi krajinnými složkami jednotlivých typů jsou přibližně stejné (např. farmy v zemědělské krajině, mýtiny a průseky v rozsáhlých lesních komplexech),
- **ve shlucích** – nahloučení v určitých prostorech koncentrace,
- **lineární** – pásovité uspořádání obdělávaných ploch a sídel v údolích v aridních nebo horských oblastech,
- **paralelní** – struktura horských hřbetů a údolí, protáhlých ledovcových prauđolů, morénových osarů, písečných přesypů apod.

Pro vyjádření celkové krajinné struktury – uspořádání krajinných složek – se v angličtině užívá výraz „**pattern**“ (obtěžně přeložitelný), který bychom mohli přeložit nejspíše jako „**prostorový vzor**“.

Mozaikovitost krajiny vyjadřuje stupeň jejího rozčlenění, je mírou množství enkláv (plošek) v krajině – čím větší počet (drobnějších) enkláv, tím větší mozaikovitost. Mozaikovitost je charakteristická pro příměstské i některé intenzivně využívané venkovské kulturní krajiny (Japonsko).

Poréznost krajiny je účelová charakteristika krajinné struktury, vyjádřená hustotou enkláv určitého typu v krajině. Nízké hodnoty poréznosti často indikují velkou vzdálenost mezi enklávami, jejich malý počet a tím nízkou propustnost krajinné matrice pro určité druhy. Nízká poréznost krajiny tak může snižovat výměnu genů mezi druhy v enklávách a působit na jejich izolovanost. Má negativní vliv na přežití druhů, které se vzdálí ze svého domovského okrsku, naopak pozitivně působí na rozšíření druhů vnitřku, které přežívají jen v prostředí dostatečně vzdáleném od hranic a rušivých vlivů zvenčí.

Poréznost je také velmi frekventovaným předmětem studia v geografii, např. při posuzování rozmístění lidských sídel v krajinné matici (FORMAN a GODRON, 1993).

Kontrast je integrovaný ukazatel stupně ekologické rozdílnosti a náhlosti přechodu mezi dvěma odlišnými krajinnými elementy, a to na libovolné prostorové úrovni. Kontrast je současně dílčím ukazatelem krajinné heterogenity, zvláště v kulturních krajinách, kde v důsledku antropogenních změn jsou jak rozdílnost sousedních elementů, tak i náhlost jejich rozhraní relativně značné. Zatímco pro přírodní krajinu je více charakteristické kontinuum – pozvolné přechody jednotlivých ekosystémů, v kulturní krajině bývá vysoký kontrast jednotlivých ploch. V přírodní krajině kontrast indikuje obvykle existenci specifických ekologických podmínek, které vyžadují výrazně odlišné ekosystémy (např. ostrý kontrast stepních a lesních porostů v závislosti na reliéfu v severním Mongolsku, kontrast pouště a oázy, galeriového lesa a stepi apod.).

Obecně platí, že s rostoucím kontrastem klesá propustnost příslušného rozhraní (a krajiny) pro ekologické objekty (příklady: velký vodní tok, jezero, dálnice nebo odlesněná zemědělská půda jako bariéra pro mnohé organismy). Kontrast v krajině tak výrazně ovlivňuje pohyb druhů mezi krajinnými elementy. Empirické poznatky z kulturních krajin však zároveň naznačují, že čím větší je kontrast, tím více druhů se na daném rozhraní může potenciálně vyskytovat.

Krajinná diverzita (nebo též diverzita na úrovni krajiny) souvisí s krajinnou heterogenitou a kontrastem. Krajiny s vysokou heterogenitou a kontrastem se vyznačují zároveň vysokou vnitřní diverzitou. Diverzita krajiny znamená rozmanitost krajinných složek (ekosystémů, subtypů a typů krajiny) na jakékoliv hierarchické úrovni.

Diverzita obecně má širší význam a lze ji vztáhnout i na společenské jevy a procesy. Podobně jako v případě biodiverzity a krajinné diverzity, humánní ekologie (antropoekologie) a sociologie si uvědomují význam zachování vysokého stupně diverzity společnosti, rozmanitosti životních názorů, postojů, zvyklostí, způsobů života (včetně na jedné straně tradičních, na druhé straně netradičních, alternativních) a regionálních rozdílů. Ve společnosti a společenských procesech se tak objevují dva protichůdné trendy:

- 1) unifikace životního stylu a způsobu života společnosti po vzoru industriální a postindustriální evropsko-severoamerické společnosti („macdonaldizace“ společnosti)
- 2) odstředivé tendence, snaha po odlišení, inspirace mimoevropskými filozofiemi, alternativní způsoby života.

Konektivita (propojenost) vyjadřuje propojenost jednotlivých složek v krajině, často formou koridorů. Stupeň propojenosti je důležitý pro možnosti migrace a genetické výměny informací. Opakem konektivity je izolovanost. Současná kulturní krajina se vyznačuje vysokou fragmentací, kdy rozčlenění intenzivně využívané krajiny je zároveň doprovázeno izolovaností jednotlivých ploch v důsledku existence mnoha bariér (dálnice, kanály, železnice).

Zrnitost krajiny, resp. velikost zrna krajiny, je další významnou strukturální charakteristikou, ve které se jednotlivé krajiny odlišují. Zrnitost krajiny je dána velikostí krajinných složek, které se v ní nacházejí. Podle velikosti zrna se rozlišují krajiny jemně, středně nebo hrubě zrnité, ale toto rozlišení je vždy relativní a úzce spjaté také s použitým měřítkem. V zásadě ale můžeme prohlásit např. krajinu kanadských prérí nebo rovníkových pralesů či boreálního lesa spíše za hrubě zrnitou, příměstskou nebo japonskou krajinu za jemně zrnitou. Zrnitost krajiny se mění lidskou činností – v průběhu kolonizace,

osídlování a vzniku kulturní krajiny se spíše zjemňuje, zprůmyslněním zemědělské výroby se velikost zrna v zemědělské krajině zvětšuje.

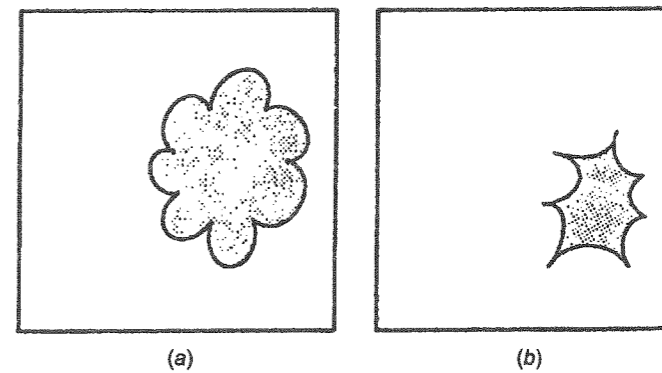
Tvar hranic mezi složkami v krajině

Rozhraní v přírodní krajině netvoří zpravidla přímé linie, jejich tvar bývá různě zakřivený a zprohýbaný. Přímé geometrické linie jsou charakteristické pro kulturní krajinu a indikují umělá rozhraní antropogenního původu, např. komunikační linie nebo hranice pozemků. Přírodní výjimku představují výrazné linie tektonických zlomů a na ně vázaných lineárních struktur.

Hranice také není ve skutečnosti v přírodních podmínkách úzkou linií, jak se nám jeví na mapě nebo na leteckém snímku. Obvykle se jedná o různě širokou přechodovou zónu, na níž probíhá nelítostný konkurenční boj mezi oběma sousedními složkami o obsazení prostoru a rozšíření teritoria. Vývoj rozhraní má různou dynamiku, může být dočasně stabilizován nebo prožívá různě dlouhé cykly, od sezónních až po cykly dlouhé mnoho tisíciletí (posun vegetačních pásem).

Expanzivní (rozpínavá) složka se podle FORMANA a GODRONA (1993) vyznačuje konvexními hranicemi, zatímco reliktní krajinná složka, která je zatlačována, má hranice konkávní. Příkladem rozpínavých složek jsou dřeviny adaptované na přítomnost lesních požárů, např. středomořské křovinaté houštiny, které obrážejí po požáru ze svého mohutného kořenového systému a na leteckých snímcích vypadají několik let po požáru jako obrovské trsy kvěťáku.

Uvedené schéma konvexních hranic expanzivní složky a konkávních hranic reliktní, ustupující složky neplatí v konkrétní krajině absolutně. Má samozřejmě spoustu výjimek a odlišností v závislosti na heterogenitě abiotického prostředí (geologie, reliéf, hydromorfismus a trofismus půd). V homogenním abiotickém prostředí vede vývoj tvaru hranic obecně od konvexity ke zvlněné linii, která má tendenci se stále zaoblovat.



Obr. 8: Expanzivní a reliktní krajinná složka
a) konvexní hranice expanzivní složky
b) konkávní hranice reliktní složky
(podle FORMANA a GODRONA, 1993)

Obecný princip tvaru a funkce je aplikovatelný na krajinu v souvislosti s tvarem hranic. Okrouhlé a kompaktní tvary, s nejmenším poměrem délky hranic k ploše, jsou charakteristické pro systémy, ve kterých je důležité především uchování zdrojů (energie, látky, organismy). Naproti tomu klikatá hranice s vysokým poměrem délky hranic k ploše indikuje systémy s vysokou výměnou energie, materiálů a organismů přes hranice. Třetí tvar – dendritický – je z hlediska funkce spojen především s transportem (dendritický tvar říční sítě a transportní funkce koridorů podél vodních toků). Uvedené schematické principy jsou nutně velmi zjednodušené, naznačují však velké možnosti uplatnění matematiky a statistiky (teorie množin, fraktálů, typologie, prostorové statistiky) při výzkumu krajinné struktury.

- Forman R.T.T., Godron M.: Krajinná ekologie, Praha, Academia, 1993
Hansen A.J. a F. di Castri (editoři): Landscape Boundaries: Consequences for Biotic Diversity and Ecological Flows. Ecological Studies 92. Springer-Verlag, 1992
Lipský Z.: Změna struktury české venkovské krajiny. Sborník ČGS, 99(1994):4:248–260
Mimra M.: Krajinná ekologie. Učební texty pro PDS, Praha, 1995 (rukopis)
Zonneveld I.S. a Forman R.T.T. (editoři): Changing Landscapes: An Ecological Perspective. Springer-Verlag, 1990

6 BIODIVERZITA V PROSTŘEDÍ HETEROGENNÍ KRAJINY

6.1 Význam a úroveň biodiverzity. Biodiverzita jako globální problém

Biotická diverzita – biodiverzita – představuje v dnešní době vysoce aktuální téma, jehož význam přesahuje rámec biologických vědních disciplín. Slovo biodiverzita se dostalo na stránky denního tisku, můžeme je slyšet i z projevů politiků. Někdy se může až zdát, jakoby se biodiverzita stala moderním zaklínadlem, často však bez patřičné znalosti významu a všech souvislostí. Z hlediska krajinné ekologie je klíčovou otázkou, které krajinné procesy a faktory prostředí biotickou rozmanitost určují a ovlivňují.

Význam biodiverzity spočívá v tom, že veškerý život na Zemi je součástí jednoho velikého, vzájemně propojeného systému. Lidstvo je nedílnou součástí tohoto společenství – biosféry – a svou existencí na něm zcela závisí. Bez ochrany struktury, funkce a diverzity světových přírodních systémů by nebyl možný ani další rozvoj společnosti. Ochrana biodiverzity není pouhou záležitostí ochrany volně žijících druhů v přírodních rezervacích. Jedná se také o ochranu a zachování přírodních cyklů, celkovou ochranu genofondu a možností vývoje přírodních druhů.

Biodiverzita označuje úplný soubor genů, druhů a ekosystémů v určité geografické oblasti. Dnešní bohatství života na Zemi je výsledkem evoluční historie probíhající více než 3 miliardy let. Biodiverzita může být rozdělována do 3 odlišných hierarchických kategorií – diverzita genů, druhů a ekosystémů.

Genetická diverzita vyjadřuje rozmanitost genů v rámci druhů. Zahrnuje odlišné populace téhož druhu nebo genetické variace v rámci jedné populace. Dosud byla genetická diverzita zjišťována hlavně u domestikovaných druhů, kde ji namnoze zvýšil člověk (plemena skotu, psů, drůbeže, ...), a u populací chovaných v zoologických nebo pěstovaných v botanických zahradách, ale má svůj nesporný význam také u divoce rostoucích a volně žijících druhů.

Druhovú diverzita vyjadřuje rozmanitost druhů v rámci určitého ekosystému, krajiny nebo regionu. Počet druhů je nejjednodušším, ale ne vždy nejvýstižnějším vyjádřením úrovně biodiverzity. Někdy bývá výstižnější charakteristikou **taxonomická diverzita – počet druhů zastoupených v jednotlivých taxonech**, a celkový počet taxonů, tj. např. počet savců, ptáků, plazů, hmyzu atd. Podle toho ostrov nebo ekosystém s více zastoupenými taxony má vyšší taxonomickou diverzitu. Mnohem více druhů žije na souši než v moři, ale suchozemské druhy jsou navzájem mnohem blíže příbuzné, než jsou druhy mořské, a tak i diverzita je v mořských ekosystémech vyšší, než by naznačoval pouhý počet druhů. [Taxonomie = způsob klasifikace organismů].

Ekosystémová diverzita – rozmanitost společenstev a ekosystémů – se určuje obtížněji, poněvadž jejich hranice jsou méně jednoznačné. Nicméně pokud se používá pevně stanovený soubor kritérií k definici společenstev a ekosystémů, jejich počet a rozšíření mohou být zjišťovány. Dosud tomu tak bylo hlavně na regionálních a národních úrovních, ale existují i hrubé klasifikace a odhady pro celé kontinenty. V rámci mapování biotopů v programu CORINE bylo v Evropě vyčleněno 2 500 typů stanovišť.

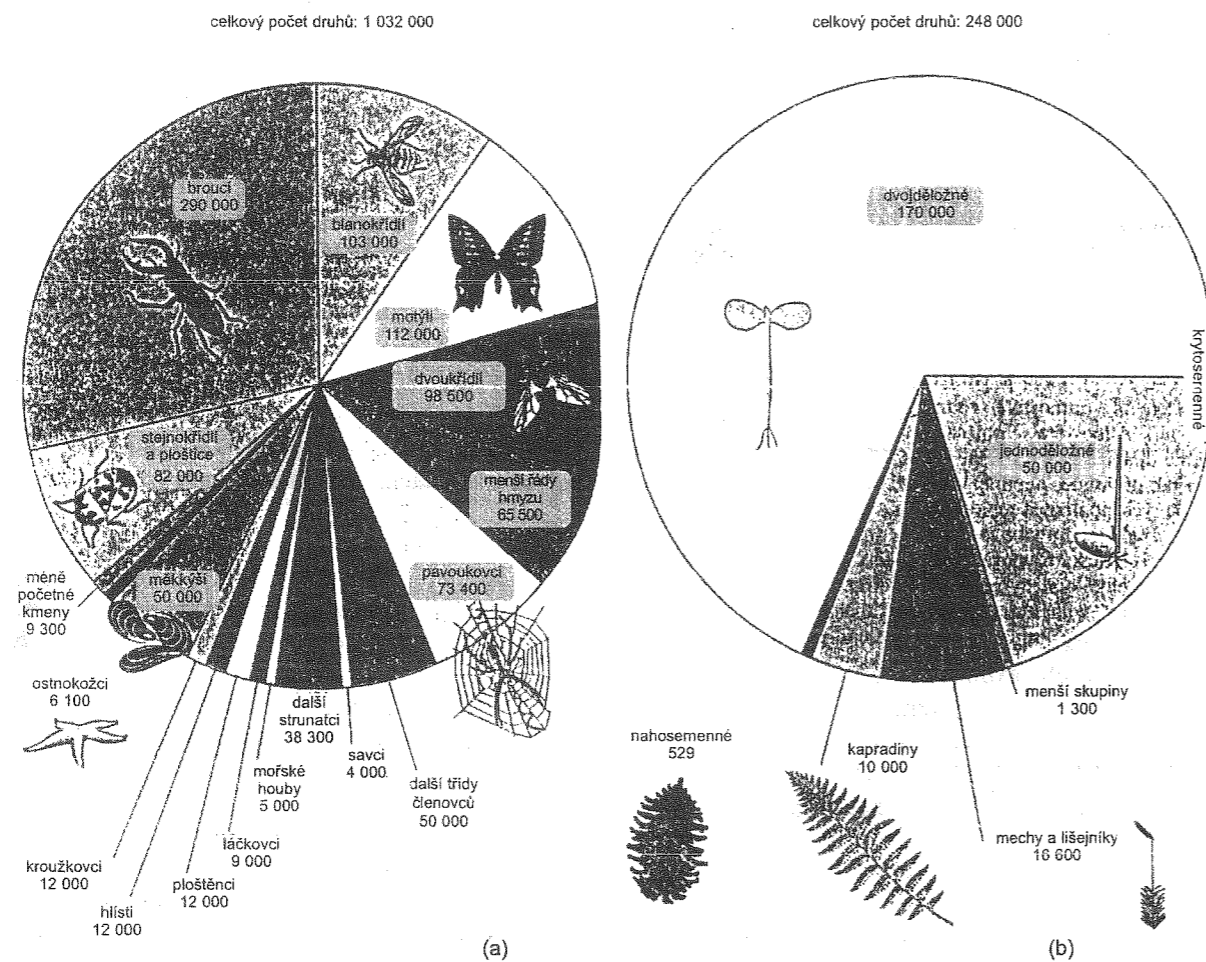
Vedle ekosystémové diverzity mohou být důležitá i jiná vyjádření biodiverzity – např. relativní hojnost výskytu druhů, věková struktura populací, mozaika společenstev v určité krajině. Také lidská **kulturní diverzita** může být považována za součást biodiverzity. Podobně jako genetická nebo druhová diverzita, některé atributy lidských kultur (např. nomádské pastevectví) představují řešení problému přežití v specifických podmínkách prostředí (adaptace). Kulturní diverzita znamená rozmanitost jazyků,

způsobů myšlení, náboženství, životních způsobů a návyků, umění, hudby, způsobů hospodaření v krajině, potravních zvyklostí a řady jiných atributů lidské společnosti. Kulturní diverzita je nezbytnou podmínkou rozvoje člověka jako biologického a společenského druhu.

Z hlediska hierarchie prostorových úrovní je možné uvažovat o biodiverzitě v měřítku

- globálním (celá Země),
- regionálním (biogeografické regiony nebo provincie různého měřítka),
- lokálním (na úrovni stanoviště – konkrétního ekosystému nebo krajiny).

Rozmanitost života na Zemi je ohromná a nikdy nebudeme znát její úplný skutečný rozsah. Řada druhů již zmizela a řada dalších každoročně zaniká. Na Zemi existuje odhadem 30 – 50 milionů druhů organismů (některé odhady mluví až o 100 milionech) z toho jen 1 392 485 jich bylo dosud popsáno (stav v roce 1992). Z tohoto počtu dosud známých druhů organismů připadá více než polovina na hmyz: 751 000 druhů. Z některých dalších vyšších taxonů připadá cca 250 000 druhů na mnohobuněčné rostliny, 50 000 na měkkýše nebo 36 000 na červy. Počet druhů obratlovců je relativně mnohem nižší: do dnešní doby je známo na 20 000 druhů ryb, 4 000 druhů obojživelníků, 6 300 druhů plazů, 9 000 druhů ptáků a cca 4 000 druhů savců. Pro srovnání v České republice bylo dosud popsáno a zjištěno přibližně 60 000 druhů organismů.



Obr. 9: Počet druhů všech známých a) živočichů b) vyšších rostlin

Regionální geografické rozdíly v biodiverzitě mezi kontinenty nebo zeměpisnými oblastmi jsou veliké. Následující tabulka uvádí počty známých druhů vyšších rostlin na jednotlivých kontinentech:

Latinská Amerika	85 000
Afrika	45 000
Asie	50 000
Austrálie	15 000
Severní Amerika	17 000
Evropa	12 500

Evropské ekosystémy jsou složeny z více než 2 500 typů stanovišť (podle klasifikace v projektu CORINE) a zahrnují 215 000 druhů, z nichž více než 90 % připadá na bezobratlé živočichy. Každý biogeografický region světa má své charakteristické podmínky, jimž odpovídá soubor zastoupených druhů. Počty druhů v jednotlivých ekosystémech i regionech jsou velmi rozdílné. Druhově nejbohatší jsou ekosystémy tropických oblastí (rovníkové pralesy), druhově nejbudší jsou polární oblasti. V Evropě je nejméně druhově bohatství na severu kontinentu, zatímco tzv. centra biodiverzity se nacházejí ve Středomoří a na jihovýchodním okraji kontinentu v kavkazské oblasti. V agroekosystémech, které zaujímají až 50 % povrchu Země, je počet druhů podstatně nižší (řádově $x \cdot 10^2$) než v lese ($x \cdot 10^4$) a tropickém lese ($x \cdot 10^4$).

Žijeme v období vymírání některých ze známých cca 1,4 milionu druhů organismů, i dalších neznámých. V případě domestikovaných druhů zvířat, jejichž počet činí jen zlomek z celkového počtu druhů, vyhynutí druhu nehrozí. Člověk si vybral pro domestikaci jenom velmi omezený počet druhů savců a ptáků, kteří jsou ale dnes rozšířeni po celé Zemi: skot, ovce, koza, prase, kůň, osel, slepice, kachna, husa, krocan. Kromě toho najdeme několik dalších druhů, jejichž rozšíření je ale geograficky velmi omezené – indický slon, jak, velbloud, lama. Žádný z domestikovaných druhů zvířat není např. v Evropě ohrožen, ale to neznamená, že není ohrožena jejich biologická genetická diverzita. Každý z těchto několika hlavních domestikovaných druhů se vyznačuje mimořádnou genetickou rozmanitostí. Na světě se vyskytuje např. na 800 plemen skotu a 900 plemen ovcí. Oba tyto druhy se chovají ve všech klimatických oblastech od Grónska až po tropy. Jsou přizpůsobeny rozmanitým potravním možnostem, které jim poskytuje místní vegetace, a v mnoha směrech jsou přizpůsobeny také ekonomickým a sociálním potřebám místních obyvatel.

Následující tabulka uvádí počty plemen domestikovaných hospodářských zvířat nejvíce rozšířených po celém světě:

skot	800
ovce	900
kozy	600
prasata	400
buvol	100
kůň	400
osel	150
celkem	3 350

Počty plemen domestikovaných zvířat na jednotlivých kontinentech a v regionech se různí v závislosti na rozmanitosti a délce historického vývoje kultur. Právě vzhledem k této kulturní a etnické rozmanitosti najdeme největší počet plemen v relativně nevelké Evropě:

Evropa	1 250	Severní Amerika	200
bývalý SSSR	350	Latinská Amerika	100
Asie	900	Austrálie a Oceánie	75
Afrika	475		
Celkem svět			3 350

V Evropě je tedy více než 1/3 z celkového počtu plemen domestikovaných zvířat na světě. Proč se dnes mluví o jejich ohrožení? Příčinou není obvyklá změna přírodního prostředí, znečištění nebo zánik biotopů, jako je tomu u přírodních druhů. Příčinou je ekonomický rozvoj v podmínkách tržního hospodářství se zjednodušeným důrazem na zisk a produktivitu. Ze strany konzumentů (zákazníků) převládá požadavek na co nejnižší cenu, požadavky na rozmanitost, specifickou chuť a kvalitu produktů

jsou zatlačeny do pozadí. Farmáři jsou pod ekonomickým tlakem a přirozeně si vybírají k chovu jen omezený počet plemen s nejvyšší produkcí. Tradiční plemena se specifickými genetickými vlastnostmi jako je odolnost, dlouhověkost, schopnost pohybu v členitém terénu, malé teplotní a potravní nároky, jsou dnes vzácná.

Genetická diverzita domestikovaných druhů zvířat, jako integrální část biodiverzity a součást přírodního i kulturního světového dědictví, je ohrožena globalizací trhu a rozšířením vysoce přeměněných, vyšlechtěných plemen (a kultivarů – v případě pěstovaných plodin) na rozsáhlých územích. Pěstování monoklonových lesních plantáží nebo chov hybridů s totožnými genetickými vlastnostmi, pocházejícími od týchž rodičů, je velmi riskantní z hlediska uchování genetické diverzity.

Již v úvodu jsme nastínili význam biodiverzity pro lidstvo s ohledem na jeho provázanost s přírodním prostředím. K uspokojení svých potravních, ale i jiných nároků (suroviny pro průmysl, stavebnictví) využívá člověk jak volně žijících, tak domestikovaných organismů. Rybolov, převážně založený na využití volně žijících druhů, přispívá v celosvětovém měřítku k výživě více než 100 milionů tun potravy ročně. Složky biodiverzity mají význam pro lidské zdraví. Kdysi byla téměř všechna léčiva získávána z rostlin a živočichů a dodnes zůstává tento zdroj životně důležitý, dokonce prožívá určitou renesanci. Jen v čínské tradiční medicíně se využívá na 5 100 druhů rostlin a živočichů. Poptávce po léčivých a produktech přírodního původu (homeopatika) se přizpůsobují všechny mamutí farmaceutické koncerny stejně jako výrobci kosmetiky apod.

Celková rozmanitost života má nevyčísitelnou hodnotu. Rozmanitost druhů, ekosystémů a biotopů ovlivňuje jejich produktivitu, má příznivý vliv na odolnost (stabilitu) ekosystému (krajiny), na jeho schopnost absorbovat znečištění, zachovat úrodnost půdy apod. Význam rozmanitosti je zvláště patrný v zemědělství. Evropské zemědělství je do značné míry závislé na druzích pocházejících z jiných kontinentů (brambory, rajčata, kukuřice), ale řada pěstovaných plodin má své divoce rostoucí příbuzné i v Evropě – všechny hlavní obiloviny (pšenice, ječmen, žito, oves), řada luštěnin, většina druhů ovoce (jablka, hrušky, třešně, višně, švestky, jahody, maliny, angrešt) a zeleniny i průmyslové plodiny (řepa, len). Množství planých rostlin představuje nenahraditelnou zásobárnu druhů a genotypů pro křížení a vývoj nových kultivarů, některé plané a nevyužívané druhy se mohou stát novými plodinami. Genetická diverzita je rozhodující zbraní v neustálém evolučním zápase mezi plodinami a domestikovanými zvířaty a mezi škůdci a chorobami, které je napadají. Planí příbuzní rýže, sebrání v Indii, poskytli „rezistenční gen“, který nyní chrání vysoce produktivní odrůdy rýže v jihovýchodní Asii proti škůdcům. Rozšíření genetické základny vděčí Spojené státy za plnou polovinu zvýšení výnosů v letech 1930 – 1980.

Genetická (vnitrodruhová) diverzita má mimořádný význam v lesnictví, kde vyjadřuje rozmanitost místních genotypů lesních dřevin (např. zámucká borovice, cikhájský smrk, jesenický smrk, posázavský smrk atd.). Použití vhodného genotypu, nejlépe adaptovaného na určité místní podmínky, má zásadní důležitost při obnově, stabilizaci a správném pěstování lesa.

6.2 Zákonitosti a faktory biodiverzity

Určitý stupeň biologické, především druhové diverzity je nezbytný pro patřičný chod a funkci ekologického systému. Pokud tomu tak je, pak musí v tomto systému existovat přirozené autoregulační mechanismy, které udržují potřebný stupeň biodiverzity, aby se ekosystém nezhroutil. Mezi hlavní přirozené „vnitřní“ faktory biodiverzity patří adaptace, mutace a selekce. Vnější faktory biodiverzity jsme již zmínili dříve – je to především heterogenita prostředí.

V souvislosti s nevyjasněnou otázkou, jaké procesy udržují potřebný stupeň biodiverzity v ekologickém systému, se vynořují další otázky: Existuje v daném ekosystému horní mezní hranice biodiverzity? Existuje optimální hladina biodiverzity? Jaká je rovnovážná hladina biodiverzity? (MIMRA, 1995).

Primární faktory biodiverzity jsou dány heterogenitou abiotického prostředí a jeho působením na organismy. Patří sem faktory geografické, tj. zeměpisná šířka a nadmořská výška. Tyto faktory neúčinkují bezprostředně, nýbrž zprostředkovaně, působením činitelů jako je produktivita prostředí,

podnebí a jeho proměnlivost (teplotní poměry), „nehostinnost“ prostředí a „fylogenetické“ stáří prostředí (fylogeneze = vývoj živé přírody, zejména druhů rostlin a živočichů). Dalšími primárními faktory biodiverzity jsou disturbance, izolovanost příslušného systému, fyzikální a chemická heterogenita prostředí.

Sekundární faktory biodiverzity jsou dány působením vlastní živé složky – patří sem konkurence, kompetice, predace, sukcesní stav biocenózy. Sekundární faktory vyplývají z charakteru biocenózy a jsou až důsledkem faktorů primárních.

V obecné poloze ovlivňuje druhovou rozmanitost (bohatství – „species richness“) společenstva v zásadě:

- rozsah zdrojů dostupných společenstvu (heterogenita prostředí z jiného pohledu)
- šíře druhových nik (více druhů při užší nise a větší specializaci)
- překrývání sousedních nik (míra druhové koexistence)
- intenzita využití potenciální zdrojové nabídky (tj. „pokrytí“ rozsahu zdrojů druhovými nikami, saturace společenstva)
- izolovanost prostředí (podle MIMRY, 1995).

Z působení uvedených faktorů vyplývají hlavní zákonitosti biotické diverzity na Zemi:

- počet druhů klesá se zeměpisnou šířkou (vliv teplotních poměrů)
- počet druhů obecně klesá s nadmořskou výškou (vliv teplotních poměrů a relativní izolovanosti horských oblastí)
- s rostoucí produktivitou prostředí biodiverzita obecně stoupá (zvětšuje se rozsah dostupných zdrojů – vyšší úživnost prostředí), avšak s překročením určité mezní hodnoty produktivity může biodiverzita prudce klesat (např. v prostředí s uměle přidávanými živinami – hnojivy – dojde k narušení mezidruhových vztahů a přemnožení několika druhů na úkor ostatních)
- klimatická stabilita zvyšuje druhovou rozmanitost (v důsledku stálosti zdrojů, zejména potravních, a nerušeného vývoje)
- biodiverzita celkově stoupá s fylogenetickým, evolučním stářím prostředí (dlouhodobý nerušený vývoj přispívá k bohatství, speciaci – viz druhové bohatství tropických pralesů a bioticky relativně nesaturované krajiny mírného pásu nebo severské krajiny po ústupu zalednění)
- biodiverzitu snižují extrémní typy prostředí (např. salinita – vzhledem k malému počtu druhů s vyvinutou tolerancí vůči takovým extrémům jsou tyto typy prostředí neúplně využívány – nedostatečně druhově saturovány)
- druhová rozmanitost typicky klesá s rostoucí izolovaností a s klesající rozlohou izolovaného prostředí (ostrovů a poloostrovů – viz teorie ostrovní biogeografie)
- příliš slabá a příliš silná disturbance obyčejně vedou k relativně nízké biodiverzitě, mírná disturbance biodiverzitu zvyšuje; totéž platí také pro antropogenní disturbance – viz křivka změn v rostlinné diverzitě v historickém vývoji ve střední Evropě)
- biodiverzita se zvyšuje s heterogenitou prostředí (v nejširším významu tohoto slova)
- mezidruhová konkurence a predace mohou biodiverzitu snižovat i zvyšovat (záleží na konkrétních podmínkách)
- počet druhů obecně stoupá s rostoucím sukcesním stářím ekosystému (zpočátku prudce stoupá, v pozdních sukcesních stádiích zpravidla mírně klesá v důsledku zesílení homogenizace prostředí a nástupu tzv. ekologických dominant).

Uvedené zákonitosti shrnují v generalizované podobě obecné trendy vývoje biodiverzity. Biodiverzita a její mechanismy jsou však jevem natolik složitým, že v konkrétních případech existuje řada nevyjasněných odchylek.

Již z 1. poloviny 20. století jsou známy biocenotické principy, které se týkají vztahů mezi druhovým bohatstvím společenstva v závislosti na životních podmínkách biotopu:

1. Čím jsou podmínky biotopu rozmanitější, tím více druhů je ve společenstvu zastoupeno; početnost jejich populací je poměrně nízká.
2. Čím více se podmínky biotopu odchyľují od normálního (optimálního) stavu, tím je biocenóza druhově chudší; populace několika málo druhů mohou dosahovat vysoké početnosti.
3. Čím jsou podmínky biotopu stálější, tím je společenstvo druhově vyrovnanější a stálější.

Podívejme se nyní podrobněji na význam stálosti faktorů prostředí, které se netýkají jenom stability klimatu, ale i dalších faktorů biotické rozmanitosti, jež zaručují pokud možno nerušený vývoj druhů a společenstev. Nejvýznačnejším příkladem nestálosti faktorů prostředí je **sezónnost**, daná střídáním ročních období a typická zejména v oblastech mírného pásu a ve vysokých zeměpisných šířkách.

V nestálém prostředí, ať už pravidelně (sezónně) nebo nepředvídatelně se měnícím, je biotická diverzita ovlivňována následujícími faktory:

- druhy obývající toto prostředí musí mít dostatek „prostoru“ pro svou reakci na změny vnějších podmínek, tj. musí mít dostatečně široké niky; daný typ prostředí obsahuje proto tím méně nik, čím jsou jejich podmínky nestálější,
- v obdobích mezi nepříznivými změnami prostředí musí přítomné druhy dostatečně rychle obnovit vlastní narušené populace; druhy, které to nedokáží, budou z daného prostředí vytlačeny.

Podle stálosti prostředí se mění zastoupení tzv. **r-strategů** a **K-strategů** v ekosystému (r-strategové či specialisté jsou organismy rychle se rozmnožující, s větším množstvím potomstva, obvykle však krátkověcí; jejich populace má rychlý růst, ale počet jedinců prudce kolísá v závislosti na podmínkách prostředí, často se rychle přemnoží, pronikají do nových prostorů, které ale osídľují jen dočasně a pak rychle ubývají – např. lumíci, hraboši; naopak K-strategové rostou a dospívají pomaleji, jsou dlouhověcí, jejich populace jsou relativně stabilní a osídlení trvalé při využití únosné kapacity prostředí – např. slon, velcí kopytníci).

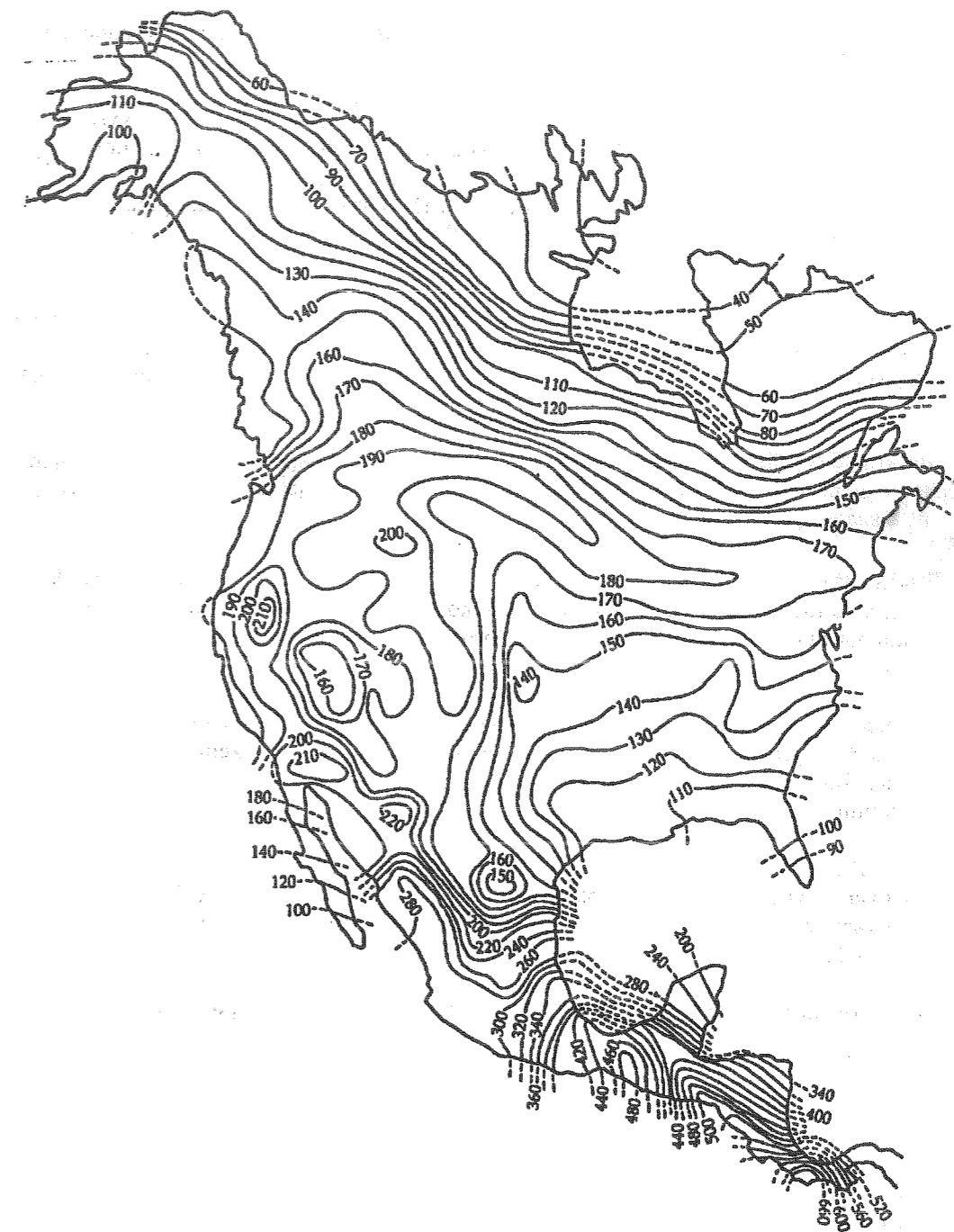
Důležitá je zejména stálost klimatických podmínek, z nichž rozhodující význam má především kolísání a stabilita teplotních poměrů. Vysoká teplota umožňuje vysoký přívod tepelné energie do ekosystému, kde je využívána k reprodukci, růstu a udržování stability ekosystému. Dlouhé a teplé vegetační období (sezóna), případně jeho nepřerušené trvání v tropických oblastech podporuje existenci vyššího počtu trofických úrovní, protože mezi „vytvořením“ jedné úrovně (např. primární produkce biomasy, nebo kořisti) a úrovně vyšší existuje vždy určitý časový posun.

Význam teploty a její stálosti, stejně jako stálosti dalších faktorů prostředí, má své vyjádření v úrovni evolučních procesů (speciace), které biodiverzitu ovlivňují.

Vedle stálosti teplotních poměrů má zásadní význam absolutní teplota: při stejné proměnlivosti teploty ve dvou klimaticky odlišných pásmech poklesne teplota v chladnějším z nich častěji pod **práh tolerance** pro určitou část organismů (výrazným prahem je teplota 0°C) než v teplejším pásmu. Z toho vyplývá již výše zmíněná formulace první hlavní zákonitosti biodiverzity na Zemi – počet druhů klesá se zeměpisnou šířkou. STILING (1992) uvádí z amerického geografického prostředí řadu zajímavých čísel, která tuto zákonitost potvrzují. Podívejme se na tři názorné příklady, jež dokládají nárůst rozmanitosti některých živočišných taxonů od arktické oblasti směrem k tropům.

- a) počet druhů mravenců: Aljaška 7, Iowa 73, Kuba 101, Trinidad 134, Brazílie 222
- b) počet druhů sladkovodních ryb: Velká jezera (Great Lakes) 172, Střední Amerika 456, Amazonie více než 1 000
- c) počet druhů hadů: Kanada 22, USA 126, Mexiko 293.

Existují samozřejmě i výjimky a odlišnosti od této celkové tendence, např. druhová rozmanitost mšic je nejvyšší v mírném pásmu a druhová rozmanitost rodu *Scolopacidae* (slukovití) se zvyšuje směrem k arktické oblasti (k boreálnímu pásmu).



Obr.10: Druhová diverzita suchozemských ptáků v Severní Americe (podle STILINGA, 1992)

Na obrázku je patrné výrazné přibývání počtu druhů od severu k jihu a také zřetelný poloostrovní efekt, který se projevuje úbytkem počtu druhů směrem ke špičce poloostrova (Kalifornie, Florida, Yucatan).

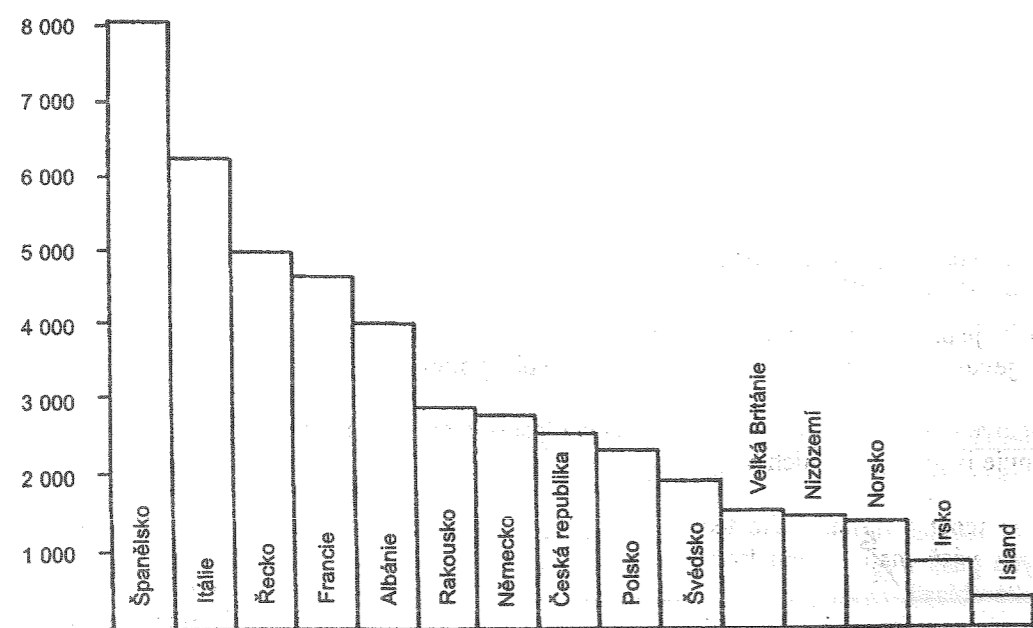
Bylo vysloveno více teorií, proč druhová rozmanitost směrem k tropickým oblastem vzrůstá. STILING (1992) shrnuje jako hlavní z nich 8 následujících teorií.

- 1) **Časová teorie:** zastánci této teorie argumentují, že společenstva se s časem rozrůžňují; oblasti mírných pásů mají vlivem kvartérních zalednění a přetržitosti vývoje mladší společenstva než tropické oblasti. Druhy, které by zde mohly žít, se buď ještě nestačily vrátit zpět nebo nestačily vyvinout nové formy k vyplnění uprázdněných nik. Starobylé nezaledněné jezero Bajkal na Sibiři obsahuje velmi rozmanitou faunu, např. 580 druhů bezobratlých v bentické zóně, zatímco

srovnatelné, ale opakovaně zaledněné Velké Otročí jezero (Great Slave Lake) v Kanadě má v téže zóně pouze 4 druhy.

- 2) **Teorie prostorové heterogenity:** více rostlinných druhů v tropech přispívá k vyššímu počtu býložravců i jejich predátorů; tato teorie však nezdůvodňuje vyšší počet rostlinných druhů.
- 3) **Teorie kompetice:** v mírném pásu je proces selekce ovlivněn drsnými, extrémními podmínkami, proto převládají r-strategové. V daleko stabilnějších tropických oblastech převládají K-strategové, kteří mají vlivem ostré kompetice úzké ekologické niky, dovolující využívat zdroje více druhům.
- 4) **Teorie predace:** je v protikladu k teorii kompetice; argumentuje, že v tropech existuje více predátorů a parazitů, kteří udržují populace své kořisti na tak nízké úrovni, že zůstává více zdrojů k dispozici, kompetice je redukována a více druhů může koexistovat. Jejich vyšší počet zpětně znamená více predátorů.
- 5) **Teorie klimatické stability:** větší klimatická stabilita v tropech umožňuje koexistenci více organismů; v drsnějších a méně stabilních klimatických podmínkách existuje menší počet druhů, které jsou na ně adaptované a snášejí je.
- 6) **Teorie produktivity:** vyšší produktivita v tropických oblastech má za následek vyšší druhovou diverzitu – širší potravinová základna (viz pyramida biomasy) umožňuje existenci více druhů, navíc v tropech je tato potravinová základna k dispozici celoročně; proto v mírném pásu je i sezónní fluktuace – v létě je zde více druhů ptáků než v zimě.
- 7) **Areálová teorie:** v rozsáhlejších území jsou lepší podmínky speciace – vývoje nových druhů. Tropické oblasti jsou na Zemi jediné, které k sobě přiléhají a tvoří jedno rozsáhlé území, zatímco mírné pásy jsou oddělené. Tato teorie však nevysvětluje, proč v rozsáhlé spojitě Asii není více druhů než v ostatních kontinentech.
- 8) **Teorie opylovačů:** v tropech je v průměru nižší intenzita větru, většina rostlin v hustém vegetačním krytu je opylována živočichy – hmyzem, ptáky, netopýry. Specifické vztahy vytvořené mezi rostlinami a jejich opylovači vedou k rostoucí izolaci populací, speciaci a koevoluci nových rostlinných druhů a jejich opylovačů.

Uvedených 8 teorií může být kombinováno v mnoha obměnách, nepochybně se vyskytnou i další nové teorie.



Obr. 11: Počet známých druhů vyšších rostlin v některých evropských zemích

6.3 Biodiverzita na úrovni krajinné enklávy a krajinné mozaiky

Při sledování biodiverzity v konkrétní krajině nebo krajinném elementu je možné abstrahovat od řady obecných faktorů uvedených v předchozí části (vliv zeměpisné šířky apod.) a naopak zdůraznit význam konkrétních faktorů dané krajiny, její struktury, heterogenity a narušování.

Heterogenita je ústředním faktorem biotické rozmanitosti. Z vývojového hlediska je možné mluvit o **heterogenitě exogenní**, dané pouze rozrůzněností ekotopů, a **heterogenitě endogenní**, dané pouze pestrostí sukcesních stádií, které se v dané krajině v daném čase vyskytují.

Z **funkčního hlediska** se jedná o **heterogenitu abiotického prostředí**, která ovlivňuje v prvé řadě druhovou rozmanitost primárních producentů, ale jejich prostřednictvím i diverzitu konzumentů, a **heterogenitu trofických nik**. Funkční podstata této druhé heterogenity spočívá ve skutečnosti, že v každé krajině obývané predátorem a jeho kořistí se objevují tzv. dobrá a špatná refugia (úkryty kořisti. V „dobrých“ refugiích je predace prakticky vyloučena (kořist je predátoru nedostupná), populace kořisti rostou a populační „přebytky“ jsou v důsledku vnitrodruhové konkurence vytlačovány do „špatných“ refugií, kde se okamžitě stávají kořistí predátorů.

Biodiverzita krajinné enklávy může být v souladu s teorií ostrovní biogeografie při prvním přiblížení uvažována jako funkce především její rozlohy a relativní prostorové izolovanosti. Mezi pravým ostrovem v moři a krajinnou enklávou však existují podstatné odlišnosti:

- enkláva je obklopená krajinnou maticí, která je relativně heterogenní ve srovnání s relativně homogenním mořským prostředím,
- izolovanost enklávy je proto daleko menší, její hranice daleko propustnější,
- matrice může fungovat jako zdroj kolonizátorů a umožňuje pohyb řady druhů mezi enklávami (zatímco v případě pravého ostrova je zdrojem kolonizace jiný ostrov nebo pevnina a pohyb mezi nimi je velmi obtížný),
- u krajinné enklávy je proto rozhodujícím faktorem heterogenita vnitřního prostředí a disturbance, až na dalším místě je absolutní velikost enklávy,
- enklávy jsou na rozdíl od pravých ostrovů daleko proměnlivější co do vzniku, vývoje a trvání (rozdíl v časové dimenzi sukcesních a geologických procesů).

Pro druhovou rozmanitost enklávy platí souhrnně, v nejobecnější podobě, následující kvalitativní vztah:

$$S = f (+ \text{heterogenita prostředí enklávy}, \pm \text{disturbance}, + \text{rozloha enklávy}, + \text{sukcesní stáří}, + \text{heterogenita matrice}, - \text{izolovanost enklávy}, - \text{ostrost hranic enklávy}), \text{ kde}$$

S je druhová rozmanitost a jednotlivé faktory biodiverzity jsou řazeny sestupně v pravděpodobném pořadí významnosti, přičemž znaménka + a – znamenají pozitivní nebo negativní vliv na druhovou rozmanitost (podle MIMRY, 1995).

V mozaice kulturní krajiny jsou enklávy přirozených a polopřirozených, přírodě relativně blízkých ekosystémů, rozloženy v podobě značně izolovaných „ostrovů“, někdy propojených koridory různé kvality a spojitosti a obklopených tzv. agro-urbánní maticí. Mnohé enklávy jsou negativně ovlivňované působením z okolní „nehostinné“ a cizorodé matrice (ruderalizace, splachy hnojiv, eutrofizace). Pro udržení, případně zvýšení biodiverzity v krajině je potřebné zlepšit jejich propojenost formou funkčních biokoridorů a eliminovat negativní působení „zemědělské“ matrice. Toto působení je tím účinnější, čím větší je izolovanost jednotlivých enkláv. Mozaika enkláv různého druhu, tvořených různými typy ekosystémů, zvyšuje biodiverzitu celé krajiny. Biodiverzita v regionálním měřítku, na úrovni krajinného systému, je příznivě ovlivněna heterogenitou a mozaikovitostí krajiny. Čím větší je heterogenita krajiny, čím více přirozených i člověkem modifikovaných krajinných typů a subtypů, výškových vegetačních stupňů i trofických řad je v ní zastoupeno, tím vyšší je biodiverzita celé krajiny.

Pochopení významu mozaikovitého prostředí umožňuje moderní koncept tzv. **metapopulace** (OPDAM, 1988). Metapopulací se rozumí soubor lokálních populací ve fragmentované kulturní

krajině, pokud jsou jednotlivé populace ještě spojeny rozptýlenými organismy (jedinci). V intenzivně využívané zemědělské krajině, jaká je v západní nebo ve střední Evropě, jsou populace řady druhů rostlin a živočichů rozptýleny do izolovaných, obvykle malých enkláv. Každá z nich může obsahovat lokální populaci, která vlivem různých nepříznivých vlivů může dočasně vymizet. Uvolněný prostor (nika) je potom obsazován druhy z jiné lokální populace (pokud k tomu mají možnost a podmínky) v rámci jedné a téže metapopulace, která tvoří hierarchicky vyšší úroveň organizace.

Teoreticky dynamika metapopulace, a zejména její přežívání závisí na

- dynamice subpopulací (tj. na velikosti enkláv a kvalitě (vhodnosti) jejich prostředí)
- propojenosti mezi enklávami formou koridorů (funkční propojenost)
- vzdálenosti mezi enklávami
- propustnosti matrice (tj. na jejích charakteristikách umožňujících rozptyl a šíření organismů)
- prostorovém a časovém kolísání kvality prostředí v enklávách i v matici.

Konkrétní práce zaměřené na výzkum dynamiky metapopulací jsou známé hlavně ze západní Evropy. Týkají se např. populací střevlíkovitých brouků, drobných savců a ptáků v enklávách v zemědělské krajině. Akční rádius těchto druhů je různý, pro některé z nich působí jako bariéra např. pevný povrch silnice. Biodiverzita ptačí fauny v izolovaných lesících v zemědělské krajině je ovlivněna především velikostí enklávy, ale v menší míře také množstvím a rozložením stromů a křovin v okolní matici tvořené zemědělskou půdou. Výzkumy vesměs potvrdily pozitivní efekt přítomnosti a hustoty živých plotů v krajině. Výsledky výzkumů jsou experimentálně využívány v krajině plánování, např. při rozmístění nově zakládáných lesíků a mokřadů v západní části Nizozemí, kde dominuje umělá krajina polodru vytvořených člověkem. Podobný smysl – uchovat a posílit biodiverzitu v krajině – má i naše koncepce územních systémů ekologické stability.

6.4 Trend vývoje biodiverzity a strategie její ochrany

Biologická diverzita dnes podléhá erozi rychlejší než kdykoliv jindy od doby, kdy zhruba před 65 miliony let vyhynuli dinosauři. Nejvíce druhů, mnohdy dosud neznámých, vymírá v tropických oblastech. Tropické lesy hostí podle hrubých odhadů 50 – 90 % všech druhů organismů na Zemi. Při rychlosti likvidace tropických lesů, která ročně dosahuje cca 17 milionů hektarů, vymírá každoročně řada druhů, aniž byla člověkem poznána a popsána. Uváděná čísla o extinkci (vymírání) druhů se proto opírají jenom o velmi hrubé odhady.

Ohroženy však nejsou jenom tropické pralesy. Mezi nejhroženější patří též druhově bohaté oblasti mediteránního podnebí, jako je Kalifornie, jižní Afrika, Středomoří či jihozápadní Austrálie. K vysokému počtu extinkcí a ohrožení dochází u endemických druhů fauny a flóry řady oceánických izolovaných ostrovů a souostroví – Galapágy, Azory, Kanárské ostrovy. Postiženy jsou také sladkovodní ekosystémy a delty velkých řek v důsledku silného znečištění vody.

Evropa je kontinentem, kde byla přírodní krajina v průběhu dlouhé historie nejvíce pozměněna člověkem. Většina druhů organismů přežila tyto změny, ale mnoho druhů žije v izolovaných reziduálních populacích a je na pokraji zániku. Některé z nich již zanikly, zejména takové druhy, které byly považovány za přímé konkurenty člověka (velcí predátoři). Ztráta druhové diverzity a ztráta přirozených stanovišť (ekologické diverzity) má za následek i významnou ztrátu genetické diverzity.

V historickém vývoji bylo druhové bohatství organismů v krajině lidskou činností nejen snižováno, ale i zvyšováno. Vymírání autochtonních organismů je třeba konfrontovat s šířením alochtonních druhů díky přímému i nepřímému lidskému vlivu. Ke zvyšování druhového bohatství dochází jednak záměrnou introdukcí, jednak neúmyslným zavlečením nepůvodních organismů a jejich samovolným šířením a konkurenceschopností v nových podmínkách.

Počet druhů vyšších rostlin introdukovaných nebo zavlečených do střední Evropy je ohromný a převyšuje dokonce druhové bohatství původní středoevropské květeny (MÍCHAL, 1994). Na jejich šíření se ukazuje, že v novověku přestávají být pohoří, pouště a oceány nepřekonatelnými bariérami pro

organismy. Nejvíce nepůvodních, zavlečených druhů je přímo v lidských sídlech nebo v jejich bezprostředním okolí: ve městech tvoří přes 50 % druhů vyšších rostlin, na vesnicích kolem 30 %, ve volné krajině 20 – 30 % celkového druhového bohatství cévnatých rostlin. Podle současných představ dosahuje podíl antropofyt (rostlin rozšířených díky lidské činnosti) na květeně České republiky více než 1/3.

Tento vývoj je však pohřchu doprovázen ústupem a vymíráním původních druhů flóry a fauny, které jsou spojeny zpravidla s omezováním rozsahu vhodných stanovišť a změnou jejich kvality. Ve 20. století se projevuje zrychlující trend vymírání obratlovců, o nichž existuje poměrně dost informací. Neméně ohroženou a druhově mnohem početnější složkou jsou ale i bezobratlí, o nichž máme informací mnohem méně. Řada z nich je přitom značně nepřizpůsobivá a často vyloženě reliktní, takže při změně podmínek prostředí prostě vyhynou.

Celkem 267 druhů cévnatých rostlin Čech a Moravy, tj. 14 % květeny, je považováno za kriticky ohrožené druhy, které během 10 – 20 let mohou zmizet z naší přírody. Jedná se většinou o druhy, které se u nás vyskytují v izolovaných lokalitách nebo na hranici areálu. Mezi ohrožené druhy patří také některé polní plevely, které téměř zlikvidovala moderní agrotechnika. Druhověm ochuzením intenzivně využívaných travních porostů došlo k přeměně bohatých květnatých luk v uniformní porosty s převahou několika travin. Poměr travin a bylin v travních ekosystémech ve střední Evropě se snížil ze 7:3 v polovině tohoto století až na 9:1 v současné době. Katastrofální je úbytek hmyzu v zemědělské krajině.

Radikální změny a ochuzení druhové skladby organismů byly zaznamenány rovněž v lesních ekosystémech, které byly změněny na jehličnaté monokultury. Ohrožení velkého počtu druhů chemizací a velkovýrobními technologiemi je dále stupňováno průmyslovým znečištěním ovzduší. Obecným trendem ve vývoji druhového bohatství je snižování rozmanitosti, tendence k monokulturám a nivelizace vegetačních typů, kdy kompetičně slabé druhy s vyhraněnými nároky jsou nahrazovány široce přizpůsobivými (oportunistickými) druhy (MÍCHAL, 1994).

Globální strategie biodiverzity (1992), společný program Světového ústavu zdrojů, Světového svazu ochrany přírody (IUCN) a Organizace spojených národů (UNESCO), zformulovala **hlavní příčiny a mechanismy, způsobující ztrátu biodiverzity:**

- 1) **Zánik a fragmentace stanovišť** – dramatické snížení rozlohy přírodních, relativně nenarušených ekosystémů ve světovém měřítku.
- 2) **Introdukované druhy** – způsobují vymizení původních druhů zejména na ostrovech.
- 3) **Nadměrná exploatace** rostlinných a živočišných druhů – řada druhů byla vyhubena nebo zatlačena na okraj areálu možné existence (libanonský cedr, nosorožec, tygr, ...).
- 4) **Znečištění půdy, vody a ovzduší** – snižuje a vyhlazuje celé populace citlivých druhů.
- 5) **Globální oteplení** – jedná se spíše o možný výhled do budoucna, kdy řada druhů nebude schopna přizpůsobit se rychlým změnám teploty a podmínek prostředí.
- 6) **Průmyslové zemědělství a lesnictví** – diverzita genotypů kulturních plodin a plemen zvířat rychle klesá vinou unifikace moderních způsobů pěstování a chovu.

Strategie ochrany biodiverzity se liší od tradiční ochrany přírody. Obsahuje v sobě posun z defenzivní pozice – chránit přírodu před člověkem – do ofenzivní podoby ochrany přírody také v zájmu člověka. Zahrnuje nejen ochranu planých a volně žijících druhů, ale také zachování genetické rozmanitosti kultivovaných a domestikovaných druhů. Týká se přirozených i pozměněných, člověkem využívaných společenstev. Nejlepší cestou udržení druhů je udržení jejich stanovišť (habitatů) v krajině. Stejně jako existují červené knihy kriticky ohrožených druhů rostlin a živočichů, zpracovávají se i seznamy ohrožených typů biotopů a ohrožených typů krajin navržených k ochraně. K tomuto účelu slouží programy **mapování biotopů** (biotope mapping, Biotopkartierung), rozvíjené v řadě evropských zemí od 70. let.

V roce 1985 byl v západní Evropě přijat společný projekt CORINE (CoORDination of INformation on the Environment), v jehož rámci bylo provedeno systematické mapování biotopů ve všech členských státech Evropské Unie. V České republice se provádí v současné době tzv. Mapování krajiny v měřítku 1:10 000 podle dvou platných metodik, které se ve skutečnosti blíží mapování biotopů.

K nejhroženějším biotopům obecně patří mokřady (wetlandy), na jejichž ochranu byla již v roce 1971 přijata Ramsarská úmluva. Týká se mokřadů, které mají mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva. Dalším významným dokumentem je Bernská úmluva o ochraně evropské flóry a fauny a ochraně přírodních stanovišť (1979). Je příznačné, že tehdejší socialistické země střední a východní Evropy se k ní připojily až po změně politických poměrů počátkem 90. let. Úsilí zaměřené na ochranu biodiverzity vyvrcholilo na světové konferenci v Rio de Janeiro uzavřením světové Úmluvy o biologické rozmanitosti (1992).

LITERATURA K ČÁSTI 6

- Míchal I.: Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 1992, 1994
Mimra M.: Krajinná ekologie. Učební texty pro PDS, 1995 (rukopis)
Stiling P.D.: Introductory Ecology. Prentice Hall, 1992.
CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community. Commission of the European Communities, Luxembourg, 1991
Europe's Environment. European Environmental Agency, Kobenhavn, 1995
Globální strategie biodiverzity. Rukověť pro koncepční pracovníky. Světový ústav zdrojů, IUCN a UNEP, 1992 (český překlad)
Naturopa No. 73. Council of Europe, Strasbourg, 1993

7 PROCESY FUNGOVÁNÍ KRAJINY

Pod pojmem fungování krajiny rozumíme vysvětlení energetických a materiálových toků mezi krajinnými složkami, pohybu organismů v krajině a vlivu krajinné struktury na průběh těchto procesů.

7.1 Spojení mezi krajinnými složkami prostřednictvím toků

Mezi složkami krajiny dochází k pohybu (tokům) energie, živin a organismů. Tento pohyb se odehrává v různých prostředích – vzduchem, vodou, půdou, po zemi – a závisí na 4 hlavních přenosových mechanismech, které určují vektory pohybu:

vítr (vzdušné proudění)
voda (proudění vody)
živočichové (létající, pozemní, vodní)
člověk

V lokálním měřítku mohou mít význam i jiné mechanismy pohybu – např. vymršťování semen některých rostlin, gravitační pohyby hmot – které působí přenos ekologických objektů mezi složkami krajiny.

Fyzikální podstatou každého z uvedených pohybů (vektorů) jsou síly, které lze na úrovni krajiny rozdělit nejobecněji na rozptyl, přenos a lokomoci.

Rozptyl (difúze) je obecně neuspořádaný náhodný pohyb objektů v krajině; vyvíjí se řada rozptylových modelů, které předpokládají náhodný pohyb, ale problém je, že náhodný pohyb objektů je spíše výjimkou než pravidlem.

Přenos (přeprava, transport) je pohybem hmot podél energetického gradientu. Příkladem je vítr, který se tvoří rozdílem atmosférického tlaku na různých místech, povrchový nebo podzemní odtok, který odnáší řadu látek, turbulence, stékání studeného vzduchu do terénních sníženin apod.

Lokomoce je pohybem objektu z místa na místo při vydání vlastní energie; je vlastní živočichům včetně člověka.

Všechny uvedené druhy pohybu ekologických objektů (v nejširším smyslu) v krajině jsou dominantně ovlivněny krajinnou strukturou (charakterem, velikostí, tvarem složek krajiny, propustností rozhraní, kontrastem, bariérovým efektem apod.) Vítr i voda mění své proudění podle prostorového rozložení struktur v krajině. Rostlinné struktury (větrolamy, živé ploty, lesy, remízy) jsou zvláště významné pro filtraci a ukládání hmot unášených větrem. Biokoridory podél vodních toků mají významný filtrační účinek při interakci a pohybu hmot mezi souší a vodním prostředím. Rostlinná složka koridorů může zachytit a využít část minerálních živin stékajících z okolní krajiny do vodního toku. Živé ploty, aleje a rozptýlená zeleň v krajině významně ovlivňují mikroklima, především vlhkost vzduchu, výpar, směr a rychlost větru, ale také ukládání materiálu, pohyb živočichů a šíření rostlin v krajině. Toky živočichů, rostlin, tepelné energie, biomasy, vody a minerálních živin mezi sousedními složkami krajiny jsou hlavním vyjádřením fungování krajiny.

Znalost zákonitostí pohybu (proudění vody a větru, pohybu organismů, přenosu tepla apod.) je nezbytnou podmínkou při jakýchkoliv zásazích do krajiny, pozemkových úpravách, protierozní ochraně, revitalizaci a tvorbě krajiny.

Detailní názorné příklady toků v zemědělské krajině a jejich ovlivnění krajinnou strukturou uvádějí zejména FORMAN a GODRON (1993).

7.2 Pohyb živočichů a rostlin krajinou

7.2.1 Pohyby organismů obecně

Pohyb organismů v krajině je příkladem těsného sepětí mezi strukturou a funkcí. **Struktura krajiny má zásadní vliv na pohyb** (směr, rychlost, intenzitu) **rostlin a živočichů krajinou**. A naopak, princip zpětné vazby funguje tak, že všechny krajinné struktury a jejich prostorové uspořádání jsou výsledkem předchozích pohybových dějů (procesů) v krajině.

Pohyb organismů v krajině je buď nepřetržitý, a to buď stálou nebo proměnlivou rychlostí, nebo přerušovaný, při čemž se objekt během cesty mezi dvěma body zastavuje.

Nepřetržitý (kontinuální) pohyb je charakteristický pro toky energie a látek. Živočichové se mohou nepřetržitě pohybovat (a rostliny šířit) v územích relativně homogenních, bez bariér a překážek, nebo pomocí některých koridorů. Zrychlování a zpomalování během nepřetržitě pohybu je dáno střídáním homogenních a heterogenních úseků, přítomností rizikových a nehostinných prostředí. Důležitými faktory jsou četnost a kontrastnost rozhraní v krajině, jejichž překonávání zpomaluje rychlost pohybu. Příznivé části krajiny může živočich překonávat rychleji (nejsou překážky) i pomaleji (zpomalí kvůli potravě), stejně tak i nepříznivé prostory (zrychlí přes silnici, zpomalí kvůli překážkám, ostražitosti). Relevantní kritéria pohybu vycházející z krajinné struktury (bariéry, propustnost, počet rozhraní a jejich kontrast, hustota a směr koridorů, velikost a hustota enkláv) lze dobře využít v ekologickém krajinném plánování a ochraně přírody při praktických opatřeních na ochranu vybraných druhů, při projektování ekologických sítí v krajině, revitalizaci povodí a stabilizaci krajiny.

Přerušovaný (saltační) pohyb se vyznačuje tím, že při pohybu mezi dvěma body se objekt na určitých místech na různě dlouhou dobu zastavuje. Primární význam přerušovaného pohybu spočívá v tom, že pohybující se objekty během vlastního pohybu minimálně ovlivňují své okolí, zatímco během zastávek vstupují do významných interakcí s okolím (pohyb čmeláka či motýla se zastávkami na květech, pohyb býložravců se zastávkami na pastvu apod.). Místa zastávek jsou zásadně ovlivněna krajinnou strukturou.

Rozlišují se dva typy zastávek v krajině:

- 1) krátké na místech odpočinku a přechodného útočiště – slouží k úkrytu, regeneraci sil pro pokračování v pohybu,
- 2) delší na místech, kde jedinec může růst a druh se reprodukovat – slouží jako odrazový můstek k expanzi a další migraci do okolí.

Přerušovaný (saltační) pohyb je charakteristický pro šíření živočichů a rostlin v ostrovním prostředí, kde jako odrazové můstky slouží jednotlivé ostrovy v rámci oceánu či souostroví (Antily, Aleuty, Sundy, Kurily). V případě chybějících odrazových můstků nemůže dojít k osídlení izolovaných ostrovů pevninskými druhy – případ Galapág, Havaje, Madagaskaru).

O přerušovaném a nepřerušovaném pohybu můžeme uvažovat také v případě pohybu abiotických objektů krajinou. Relativně nepřerušovaný je pohyb rozpuštěných minerálních látek a jemných plavenin ve vodních tocích, kterými jsou unášeny na velké vzdálenosti (až do moře) nebo pohyb škodlivých plynů emitovaných do ovzduší. Jedná se o pohyb v relativně velmi homogenním prostředí (voda, vzduch) bez větších bariér. Přerušovaný pohyb je charakteristický pro hrubší sedimenty ve vodním prostředí (šterky, valouny) a pro pohyb částic půdy na svahu vlivem vodní eroze, které se pohybují v podobě „skoků“ v době silných srážek nebo tání sněhu. Po většinu roku však zůstávají v klidu a na těchto dlouhých zastávkách mohou poskytnutím živin rostlinám významně ovlivnit své okolí. Podobně valouny pohybované vodním proudem jen v době povodní může v dobách „klidu“ (zastávek) poskytovat úkryt živočichům.

Ze závislosti pohybu na krajinné struktuře vyplývá důležitý vliv **zvýšené krajinné heterogenity** na

- 1) změnu nepřetržitě pohybu na přerušovaný,
- 2) růst počtu zastávek a tím více interakcí mezi pohybujícím se objektem a okolním prostředím,
- 3) zpomalení rychlosti pohybu, případně zadržení objektu v krajině.

Uvedené působení krajinné struktury (heterogenity) lze opět využít v krajinném plánování a managementu krajiny při konkrétních projektech protierozní ochrany (čím více překážek, bariér a zastávek, tím pomalejší odnos půdy), při projektech na záchranu a udržení určitých druhů v krajině nebo při ochraně proti šíření nežádoucích druhů.

7.2.2 Pohyb živočichů v krajině

FORMAN a GODRON (1993) rozeznávají podle účelu 3 typy pohybu živočichů v krajině:

- 1) **Pohyb v rámci domovského okrsku**: pohyb v prostoru v okolí domova (hnízda, nory, mraveniště) při zajišťování každodenní obživy. Domovský okrsek obývá zpravidla rodičovský pár se svým potomstvem nebo i více jedinců – smečka, stádo. Domovský okrsek je nejintenzivněji využíván v době rozmnožování, hnízdění. Podobná, ale ne zcela totožná je koncepce teritoria, tj. území, do kterého je bráněno ve vstupu dalším jedincům téhož druhu.
- 2) **Rozptyl (šíření) živočichů** znamená jednosměrný pohyb jedinců (obvykle mladých nebo nedospělých) z domovského okrsku svých rodičů, kde se narodili, do nového domovského okrsku. Rozptylem se může zvětšovat areál rozšíření druhu.
- 3) **Migrace (stěhování)** je pravidelný periodický pohyb jedinců, skupin jedinců či populací mezi oddělenými oblastmi, které jsou užívány v závislosti na ročním období (sezónní využívání příznivých podmínek). Typickými příklady dálkových migrací jsou sezónní pohyby tažných ptáků (migrace mezi zeměpisnými šířkami), na kratší vzdálenosti se odehrává **vertikální migrace** v horách (kozoroh, kamzík), kdy dané druhy živočichů sestupují na zimu do nižších poloh. Příčinou je v obou případech vyhledávání příznivých životních podmínek a vyhýbání se nepříznivým.

Někdy se uvádí další, přechodný typ pohybu živočichů, jímž může být **potulka**, která znamená vícedenní, ale kratší než sezónní pohyb mimo vlastní domovský okrsek motivovaný hledáním zdrojů potravy. Živočich při ní vyhledává specifická místa v krajině (význam krajinné struktury!), někdy i přítomnost člověka, která mu skýtá možnosti snadnější obživy.

Pohyb živočichů v krajině je sledován pomocí různých metod: kladení pastí, stopování, kroužkování ptáků a nejnověji radiotelemetrie, při níž je živočich vybaven vysílačkou, která vysílá signál a umožňuje tak přesně určit jeho pohyb a okamžitou polohu. Interpretace dosavadních výsledků umožňuje zobecnit některé zákonitosti pohybu živočichů v závislosti na struktuře krajiny:

- „nehostinné“ enklávy (mokřiny, města, ...) živočichové většinou obcházejí,
- živočichové, kteří potřebují mít ve svém prostředí více než jednu krajinnou složku, často přebíhají mezi sousedními stanovišti,
- komunikační linie v krajině a jejich okraje neslouží většinou jako koridory pro pohyb živočichů; tvoří bariéry pohybu menších zemních živočichů, zatímco pro velké živočichy (jelen, liška) nejsou bariérou,
- velké vodní toky tvoří bariéru pro pohyb suchozemských živočichů, malé vodní toky obvykle nejsou bariérou,
- bariérový efekt může vést k diferenciaci a genetickým odchylkám populací,
- hranice domovských okrsků jsou často tvořeny lokálními bariérami pohybu,
- při pohybu převažuje saltační (přerušovaná) forma,
- některé druhy vyžadují existenci alternativních koridorů (musí mít možnost volby pohybu),
- ve fungování krajiny hrají zvláště důležitou úlohu zvláštní zdrojové enklávy trvale zásobené vodou (napajedla).

Krajinná struktura jednoznačně výrazně ovlivňuje pohyb živočichů, zejména jejich šíření a migraci v krajině, volbu zastávek, úkrytů, hnízdění apod. Vzhledem k velice rozdílným nárokům a zvyklostem rozmanitých živočichů neexistují v krajině univerzální koridory. Při krajinném plánování se proto doporučuje zvažovat nároky jednotlivých druhů zvlášť a výsledné řešení volit jako přijatelný kompromis.

7.2.3 Šíření rostlin v krajině

Pohyb rostlin, na rozdíl od živočichů, je až na výjimky **pasívní** – proto se mluví o **šíření rostlin**. Děje se prostřednictvím diaspor (semena, plody, spory) a je vlastně završením reprodukčního procesu rostlin. Rostliny využívají při svém šíření různé vektory – vítr, vodní proud, gravitaci, pohyb živočichů. **Podle druhu šíření se rozlišují rostliny a jejich diaspory**

- **anemochorní**, tj. rozšiřované větrem (pampeliška, topol, javor),
- **hydrochorní**, tj. roznášené vodou (řada vodních a pobřežních rostlin),
- **zoochorní**, tj. roznášené živočichy buď na povrchu těla (lopuch) nebo v zažívacím traktu (bobule, dužnaté plody),
- **barochorní**, tj. šířené gravitací (většinou těžké plody – kaštan, ořech, žalud),
- **autochorní** (převážně s vegetativním rozmnožováním),
- **antropochorní**, tj. rozšiřované člověkem (na toto šíření sice nejsou rostliny geneticky „vybaveny“, ale profitují z něj),
- **polychorní** (mohou být rozšiřovány více způsoby).

Jen malý počet druhů rostlin má vyvinutý vlastní aktivní mechanismus šíření semen vystřelováním na krátkou vzdálenost (netýkavka).

Vzdálenost, kterou rostliny při svém šíření překonávají, je velmi variabilní od několika metrů až po tisíce kilometrů (známý příklad šíření kokosových ořechů oceánem a jejich osídlování ostrůvků). Z přirozeného procesu šíření rostlin se vymyká záměrné i neuvědomělé šíření rostlin člověkem po celé Zemi.

Nehledě na mechanismus šíření a překonávanou vzdálenost obecně lze rozlišit **3 základní typy šíření rostlin**:

- **krátkodobé**, obvykle cyklické **oscilace hranic rozšíření** v závislosti na cyklických sezónních změnách prostředí (zvýšené teploty a vlhkosti, osvětlení apod.),
- **dlouhodobé změny areálů** rostlinných druhů v závislosti na dlouhodobých změnách prostředí (posuny vegetačních pásem v pleistocénu v závislosti na střídání glaciálů a interglaciálů, očekávané změny v souvislosti s globálním oteplením),
- **rychlé šíření invazních druhů** (zavlečené druhy, přistěhovalci, vetřelci), které jsou někdy záměrně, jindy zcela náhodně introdukovány do nového prostředí.

Problematika introdukce nepůvodních druhů a jejich šíření (invazí) se netýká jenom rostlin, ale také živočichů. V dnešní době, kdy celá Země je propojena dopravními koridory člověka, je tato otázka zvláště aktuální, vynucuje si dokonce přísná veterinární, imigrační a celní opatření a zasahuje až do ekonomické a politické sféry. Zavlečené nepůvodní druhy jsou totiž často schopné spontánně kolonizovat nová území (kde nemají přirozené konkurenty ze své domoviny), rozvracet a destabilizovat místní ekosystémy. Invazní druhy mohou nepodstatně zvýšit biodiverzitu krajiny, ale vytlačení mnoha původních druhů ji nakonec významně snižují. Významnou roli při šíření invazních druhů hrají dopravní koridory, vodní toky a kanály.

V České republice patří mezi nejznámější a nejobávanější invazní druhy bolševník, dále netýkavka žláznatá (šíří se podél vodních toků a znehodnocuje původní druhově bohaté břehové porosty) a křídlatka, ve městech a na nádražích jsme svědky zajímavé invazní exploze pajasana. MÍCHAL (1992, 1994) uvádí jako jediný naturalizovaný antropofyt v zonálních lesních ekosystémech střední Evropy netýkavku malokvětou, zavlečenou ve 20. století ze Sibíře. Mnohem častější jsou zavlečené druhy v nepůvodních, náhradních společenstvech (plevele v polních ekosystémech, nitrofilní rumištní druhy na skládkách, v eutrofizovaných pobřežních houštinách), zatímco v klimaxových lesních společenstvech by nepřežily. Některé druhy mohou expandovat pouze dočasně a obsadit dočasně uvolněnou niku, např. tráva *Calamagrostis villosa* a jeřáb ptačí na odlesněných pláních Krušných hor po zničení smrkového lesa.

Záměrně introdukované druhy jsou běžné a mnohdy úplně převládají v pěstovaných ekosystémech zahrad, polí a hospodářských lesů. Obvykle však nedochází k jejich spontánnímu šíření a bez vlivu

člověka, který je neustále zbavuje konkurence přírodních druhů, by se v krajině dlouho neudržely. Některé introdukované lesní dřeviny (douglaska, borovice vejmutovka, borovice černá, dub červený) mohou růst rychleji než domácí dřeviny, ale bez pomoci člověka by se v krajině až na výjimky nešířily.

Zajímavý odlišný případ popisují FORMAN a GODRON (1993). Australský blahovičnick roste v Kalifornii lépe než ve své domovině, zatímco kalifornská borovice (*Pinus radiata*) roste v Austrálii bujněji než ve svém původním prostředí a proniká zde dokonce agresivně do přirozeného lesního ekosystému.

Studium šíření rostlin v měřítku krajiny může objasnit, jakým způsobem koridory a jejich sítě fungují jako dráhy šíření lesních druhů napříč nelesními plochami. Je to klíčová otázka v péči o krajinu a při navrhování územních systémů ekologické stability. Výzkumy naznačují, že koridory (živé ploty, větrolamy) užší než 8–12 m neumožňují šíření lesních druhů.

HAŠKOVÁ (1992) sledovala význam koridorů pro šíření rostlin v zemědělské krajině. Ze 400 zjištěných rostlinných druhů byla vybrána přibližně 1/10 (41 druhů), pro něž bylo možné určit bezpečně zdroje diaspor ve sledovaném území. Byla zjištěna statisticky významná závislost počtu rostlinných druhů v koridoru na vzdálenosti od zdroje šíření (od biocentra). Ze sledovaných 41 druhů rostlin bylo 25 druhů anemochorních, 7 zoochorních, 6 autochorních, 4 antropochorní a 3 polychorní (součet je vyšší než 41, protože některé druhy se mohou šířit více způsoby). Jako zdroje diaspor byly uvažovány lesní porosty, křoviny, okraje potoků, vesnice a ladem ležící plochy.

Bylo zjištěno, že nejčastějším typem šíření je anemochorie (50–70 % druhů), dále zoochorie (10–20 %) a antropochorie (10–20 %), zatímco hydrochorní druhy byly nalezeny pouze na vlhkých loukách a v břehových porostech podél potoka. Anemochorie má mimořádnou důležitost pro šíření rostlin na krátkou i větší vzdálenost. Šíření rostlin větrem je převážně nahodilé (zvláště při bouři, vichřici) a anemochorní druhy jsou potenciálně v krajině všudepřítomné. Jejich rozšíření nezávisí bezprostředně na síti koridorů, ale nepřímě ano: při zpomalení rychlosti větru koridorem působí koridor jako migrační bariéra, ale zároveň může být využit jako zastávka a odrazový můstek pro další šíření (platí typicky pro břízu).

Zoochorie na velké vzdálenosti je zprostředkována hlavně ptáky. Endozoochorie je významná u rostlinných druhů s relativně malými semeny a tvrdým obalem, odolávajícím trávení. Antropochorní druhy jsou rozšířeny převážně podél dopravních koridorů. Autochorní způsob šíření, který zahrnuje druhy s vegetativním rozmnožováním, případně s velkými kulovitými plody a semeny, které se mohou koulet po zemi, je proti ostatním velmi pomalý. Má význam při šíření na krátkou vzdálenost nebo v dlouhém časovém horizontu.

7.3 Krajinná struktura z hlediska fungování krajiny

Základní otázkou je, jak krajina funguje, jak se pohybují energie, minerální živiny a organismy krajinou v závislosti na jejich strukturálních charakteristikách (FORMAN a GODRON, 1993). Mezi základní strukturální charakteristiky krajiny patří charakter matrice, existence a typ koridorů a sítí.

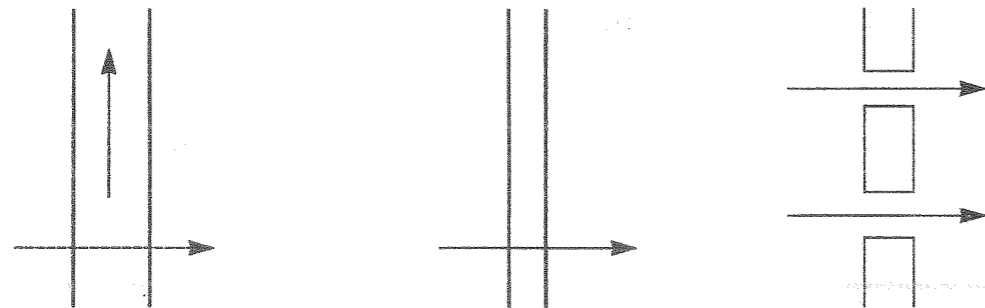
Pohyb v krajině se odehrává buď maticí nebo v koridorech a jejich sítích.

Význam a funkce koridorů byly uvedeny v části věnované krajině struktuře. Zopakujeme, že koridory v krajině slouží jako

- dočasné nebo trvalé stanoviště určitých druhů
- kanály usměrňující pohyb a toky v krajině
- bariéra nebo filtr oddělující sousední plochy
- zdroj pozitivních (biotických, mikroklimatických), ale i negativních (emise, disturbance) vlivů na okolní krajinu
- zvýšení celkové heterogenity krajiny.

Z ekologického hlediska je hlavní funkcí koridorů v krajině umožnění a usměrnění pohybu rostlin a živočichů. Existuje však překvapivě málo konkrétních exaktních údajů o tomto fungování koridorů. Nejvíce výsledků je známo z výzkumů fungování živých plotů v západní Evropě (např. Bretagne).

Spojité koridory usnadňují pohyb druhů ve směru podél koridoru, ale působí jako bariéra pro pohyb ve směru napříč, přičemž pásové koridory mají větší bariérový efekt než úzké liniové koridory. Mezery v koridoru naznačují ztížení pohybu ve směru podél koridoru (záleží na šířce mezer a charakteru jejich prostředí) a zlepšení průchodnosti ve směru příčném.



Praktické aplikace v krajinném plánování a managementu:

- navrhování funkčních koridorů o určité minimální šířce (10–20 m v metodice ÚSES),
- navrhované koridory mohou být heterogenní a nespojité, ale mezery by neměly být široké (nepřekonatelné) a tvořené „nepřátelským“ prostředím z hlediska pohybu organismů,
- poněvadž technické komunikační koridory působí mnohdy jako nepřekonatelné bariéry pohybu organismů nebo působí jejich usmrcení, budují se pod nimi speciální podchody umožňující příčné překonání bariéry.

Pohyb krajinnou maticí závisí na její spojitosti, „pohostinnosti“, početnosti rozhraní, jejich kontrastu a průchodnosti.

Pohyb v síti závisí na hustotě, spojitosti a „kvalitě“ sítě, na možnosti alternativních tras (výběr z několika možností). Kvantitativními parametry hodnocení sítě z hlediska možností pohybu jsou tzv. indexy gama a alfa.

Gama index spojitosti je ukazatelem propojenosti uzlů v síti:

$$\gamma = \frac{L}{L_{\max}} = \frac{L}{3(V-2)}$$

kde L = počet spojení,
 L_{\max} = maximální možný počet spojení,
 V = počet uzlů.

Gama index se mění od nuly do jedné a uvádí se v procentech. Hodnota 1 (sto procent) znamená, že všechny uzly v síti jsou navzájem propojeny.

Alfa index je ukazatelem relativního počtu alternativních spojení uzlů v síti. Je konstruován jako poměr skutečného počtu alternativních spojení k maximálně možnému počtu alternativních spojení:

$$\alpha = \frac{L-(V-1)}{3(V-2)-(V-1)} = \frac{L-V+1}{2V-5}$$

Hodnota alfa indexu 0 znamená, že v síti chybí možnost alternativní cesty (oběhu) a že živočich pohybující se v síti nemá možnost volby.

Názorný příklad výpočtů gama indexu a alfa indexu uvádějí FORMAN a GODRON (1993).

Vzdálenost výchozího a cílového místa pohybu je možné posuzovat buď v jednotkách délkových, nebo časových; obě vzdálenosti spolu nemusí nutně korelovat, navíc je tu i možná časová rozdílnost při pohybu tam a zpět po stejné dráze (pohyb po proudu a proti proudu, po větru a proti větru, z kopce a do kopce).

Krajinná struktura tedy hraje dominantní úlohu při pohybu v krajině. Každá konkrétní konfigurace krajinných složek implikuje charakteristické toky organismů, hmot a energie. Univerzálním, byť poměrně hrubým parametrem fungování krajinné sítě je hustota koridorů v krajině, vyjádřená poměrem jejich délky k ploše sledovaného území.

Praktické aplikace v krajinném plánování: optimalizace propojení uzlů v síti, hledání nejkratšího (délokově, časově) a nejbezpečnějšího spojení mezi dvěma uzly v síti (enklávami, biotopy, biocentry), navrhování spojovacích koridorů, alternativních spojení, zahuštění sítě apod.

LITERATURA K ČÁSTI 7

- Forman R.T.T. a Godron M.: Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993
 Hašková J.: The Role of Corridors for Plant Dispersal in the Landscape. In: Ecological Stability of Landscape, Ecological Infrastructure, Ecological Management. IAE VŠZ, Kostelec n.Č.l., 1992
 Míchal I.: Ekologická stabilita. Veronica, Brno, 1992, 1994
 Nováková-Hašková J.: Biokoridory v zemědělské krajině. Kandidátská disertace. ÚAE VŠZ, Kostelec n.Č.l., 1992

8 PROCESY VÝVOJE KRAJINY

Krajina jako otevřený systém je výsledkem působení řady přírodních a antropogenních procesů. Přírodní krajina se vyvíjela výhradně pod vlivem přírodních činitelů. Se vznikem a vývojem lidské společnosti však k přírodním procesům přistupuje člověk se svou činností, která ovlivňuje vzhled krajiny jednak přímo, jednak nepřímo změnou intenzity a průběhu přírodních procesů. Kulturní krajina je tak výsledkem činnosti přírodních a antropogenních procesů, na jejichž vzájemném poměru závisí míra zkulturnění či narušení krajiny.

8.1 Přírodní procesy ve vývoji krajiny

Přírodní krajinoformující procesy se dělí na endogenní a exogenní.

Endogenní přírodní procesy mají svůj původ v pevném zemském tělese. Patří mezi ně především tektonika, zemětřesení a vulkanismus.

Exogenní přírodní procesy jsou závislé na energii dodávané ze Slunce, podléhají proto zákonům šířkové zonálnosti a výškové stupňovitosti. Podle činitele se člení na procesy fluvialní, nivální, glaciální, kryogenní, eolické, biotické, dále sem patří kombinované procesy půdotvorné, svahové a zvětrávací. Mohli bychom mluvit o procesech konstruktivních, mezi něž patří ukládání hmot (sedimentace-fluvialní, limnická, mořská, eolická, glaciální) a růst biomasy, a o procesech destruktivních (eroze, denudace, disturbance).

Uvedené přírodní procesy jsou předmětem studia speciálních přírodních věd – geologie, tektoniky, seismiky, geomorfologie, glaciologie, hydrologie, pedologie, klimatologie, biologie, geochemie. Krajinná ekologie musí nezbytně využívat a syntetizovat poznatky těchto věd.

Mezi dlouhodobé a dlouhodobě působící charakteristiky krajiny patří její morfologie a podnebí, zatímco biotická složka a její působení jsou relativně krátkodobější. Všechny přírodní procesy v krajině jsou však navzájem propojené a podmíněné. Klimatické a geomorfologické procesy mají ve vývoji krajiny primární postavení, vyplývající z jejich propojenosti a dlouhodobosti jejich působení. Zatímco geomorfologie (tvary reliéfu) bezprostředně ovlivňuje vzhled a vnímání krajiny, klimatické podmínky působí na vzhled krajiny zprostředkovaně, prostřednictvím modelace reliéfu, vegetace, vodního režimu, půdotvorných procesů, zvětrávání. Rychlosti změn zemského povrchu vlivem rozmanitých geologických a geomorfologických procesů uvádí ve své monografii KUKAL (1983).

Reliéf krajiny, její povrchová tvárnost, podmiňuje důležité charakteristiky jako je **otevřenost a dohlednost, hloubka a uzavřenost, horizontální a vertikální členitost**. Uvedené parametry jsou vnímány nejen člověkem (mnohdy subjektivně v závislosti na poloze pozorovatele v krajině), ale také některými obratlovci. Výšková členitost či **energie reliéfu** je základním faktorem pro rozlišení krajinných typů na Zemi na krajiny nížinaté a rovinaté, vlněné, tabulové, krasové, vrchovinné, horské a velehorské.

Působení a efekt geomorfologických procesů na vývoj a utváření krajiny jsou do velké míry závislé na podnebí, které má rozhodující vliv na průběh zvětrávání, půdotvorné procesy, fluvialní procesy, vývoj svahů a erozních tvarů reliéfu. V jednotlivých podnebných pásmech na Zemi můžeme proto rozlišit charakteristické geomorfologické procesy a povrchové tvary, které určují celkový ráz krajiny.

Rovňkové krajiny: intenzivní chemické zvětrávání hornin, zaoblené povrchové tvary, vodnaté řeky s velkou unášecí a sedimentační schopností, ale malým výmolem (málo šterku a písku), místy peřeje

a vodopády na tektonických zlomech a strukturních stupních (Kongo, Amazonie); místy zaoblené skalní tvary, skalní „homole“ a krasové trosky – mogoty; bujná vegetace přikrývá většinu skalních tvarů a vyhlazuje reliéf.

Tropické krajiny: sezónní vliv vlhkých a suchých období, větší otevřenost a pestrost krajiny (tropický les, savana), intenzivní mechanické a chemické zvětrávání (vliv oslunění a kolísání teplot), vodní a větrná eroze, ostré i zaoblené skalní tvary (ostrovní hory, kuželový kras), příkré svahy i rozsáhlé zarovnané povrchy, sezónní proměny vegetace.

Pouštní krajiny: působení větrné eroze a sedimentace, kolísání teplot a mechanického zvětrávání; bizarní skalní tvary-skalní pyramidy, tabulové hory, pohyblivé písky, holý povrch bez vegetace, otevřená krajina, četné staré formy z jiných klimatických období.

Středomořské krajiny: krajina silně poznamenaná vodní erozí (kaňony, strže, bad lands), mělké půdy, hrubozrnné sedimenty, ostré skalní tvary, kuesty, krasové tvary, zemní pyramidy, nesouvislá křovitá vegetace.

Krajiny mírného pásu: mírnější mechanické i chemické zvětrávání, mírné svahy, širší údolí, fluvialní a svahové sedimenty, sezónní aspekt vegetace.

Krajiny chladného pásu (polární a subpolární): převaha mechanického mrazového zvětrávání, ledovcová jezera, pleistocenní nebo i recentní zalednění, periglaciální, glaciální, nivální a kryogenní formy reliéfu, sezónní aspekt zamrzání a sněhové pokrývky.

Tvary zemského povrchu zřetelně ukazují na současné podnebí a nesou četné stopy podnebí v minulosti. Můžeme rozlišit **krajiny klimagenní**, jejichž vzhled daný souborem povrchových tvarů plně odpovídá danému klimatickému pásu, a **krajiny geogenní**, jejichž vzhled se z této pásmovitosti poněkud vymyká a je dominantním způsobem ovlivněn geologickou strukturou nebo charakterem podložních hornin (alpínská krásná pohoří, sopečné krajiny nebo krasové krajiny).

Geomorfologické procesy utváření krajiny probíhají v dlouhodobých cyklech střídajících se období „krizí“ (**rhexistáze**) a „klidu“ (**biostáze**). V rhexistázických obdobích, charakterizovaných horotvornými procesy a klimatickými změnami, je dominantním geomorfologickým procesem intenzivní mechanické zvětrávání a eroze hornin, která směřuje k zarovnávaní značných nerovností povrchu a vzniklých výškových rozdílů. Biostázická období se naopak vyznačují rozvojem bohaté půdochranné vegetace, biochemickým zvětráváním a biogeochemickou sedimentací na mořském dně. Rhexistázické i biostázické procesy probíhají v různých časových obdobích na různých místech na Zemi a určují krajinný ráz rozsáhlých území (rhexistázické krajiny Alp, And nebo Himaláje ve srovnání s biostázickou krajinou Amazonie). Naše krajina mírného pásma je ovlivněna převážně biostázickými procesy, ale nese i stopy rhexistázických období pleistocénu (sprašové vrstvy, erozní říční údolí, glaciální tvary).

Nedílnou součástí většiny krajin je jejich biotická složka – rostliny a živočichové. Hlavní význam biotických pochodů v krajině spočívá v tom, že živé organismy jsou schopné přetvářet své okolí. Základní jednotkou biotické složky v krajině je společenstvo (biocenóza) rostlin a živočichů, které spolu se svým abiotickým prostředím vytváří geobiocenózu. Suchozemské geobiocenózy se dělí do 5 hlavních skupin: les, savana (případně lesostep v mírném pásu), step, tundra a poušť. Hlavní biotické krajinoformující procesy vyplývají z toků energie ekosystémem a z její transformace, z biogeochemických cyklů (koloběhů látek a živin), produkce organické hmoty a sukcese (viz kap. 3.5. a 3.6.). Biotická složka v krajině je primárně závislá na abiotickém prostředí, v první řadě na podnebí, dále na geomorfologii a geologickém podloží.

Rostliny a živočichové na Zemi prošli dlouhým obdobím fylogeneze (viz evoluce, speciace). Nejstarší známé řasy a bakterie mají stáří cca 3,3 miliardy let. V prekambriu se objevují primitivní vodní rostliny a jednoduché živočišné organismy. Kambrium (-600 mil. let) znamená rozšíření života v moři s naprostou převahou bezobratlých, v ordoviku (-500 mil. let) se objevují první ryby. V siluru a devonu (-400 až -350 mil. let) se vyvinuli první suchozemské cévnaté rostliny a suchozemští živočichové, během karbonu (-300 mil. let) se na rozsáhlých plochách v tropickém podnebí objevují lesy tvořené stromovitými přesličkami

a kapradinami. Biostázické období karbonské je vystřídáno rhexistázickým obdobím permu (-280 až -230 mil. let) s horotvornými pochody, zaledněním, erozí a vyhynutím mnoha druhů. Následuje převážně biostázické období druhohor (-230 až -80 mil. let) s rozvojem jehličnatých lesů a vrcholným obdobím plazů (dinosauři). Koncem druhohor se objevují první kvetoucí rostliny, drobní savci a ptáci a také řada katastrofických změn prostředí, s nimiž je spojeno vyhynutí dinosaurů. Třetihory (-60 až -3 mil. let) a čtvrtohory jsou obdobím rozmachu kvetoucích krytosemenných rostlin a jejich opylovačů (převážně hmyzu), jehličnatých i listnatých lesů s řadou dnešních rodů, speciace obratlovců (býložravci, masožravci) a konečně obdobím existence člověka a lidské společnosti. Souhrnem je možno říci, že

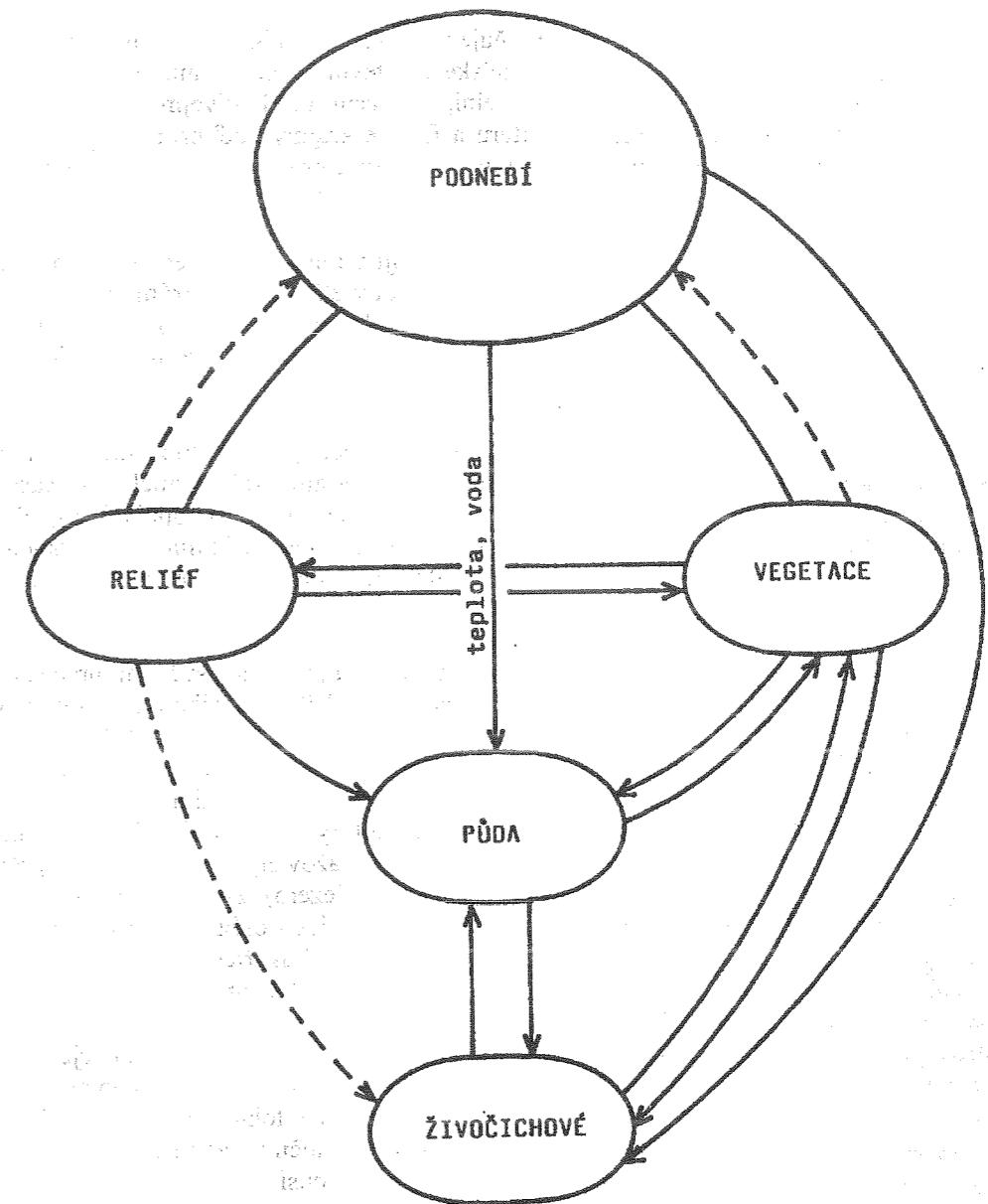
- hlavní skupiny rostlin se vyvinuly během prvohor a druhohor,
- dnešní rostlinné rody se většinou objevily v raných třetihorách,
- množství dnešních rostlinných druhů pochází z konce třetihor,
- migrace těchto druhů a posuny vegetačních pásem se odehrávaly jako klíčové procesy během kvartérních glaciálů a interglaciálů,
- rozmístění a formy dnešních společenstev se vyvinuly po skončení poslední doby ledové (-12 000 let),
- hlavní skupiny dnešních bezobratlých živočichů se vyvíjely od starohor v moři, od prvohor také na pevnině (hmyz),
- v druhohorách nabyli ohromné rozmanitosti plazi (vlivem specializace ve vodě, na souši i ve vzduchu),
- v třetihorách je nahradili teplokrevní savci a ptáci,
- ve čtvrtohorách se objevuje v krajině člověk, v holocénu se svou činností stává nejvýznamnějším krajinnotvorným činitelem

V přírodních procesech vývoje krajiny můžeme vysledovat zásadní zpětné vazby:

1. Podnebí ovlivňuje modelaci krajiny a její vegetační kryt.
2. Vegetace závisí přímo na podnebí, ale zároveň hraje hlavní roli při vývoji a ochraně půdního krytu.
3. Půda naopak pozitivní zpětnou vazbou ovlivňuje vegetační kryt.
4. Podnebí, vegetace a půda vytvářejí podmínky pro vývoj a usídlení živočichů.
5. Živočišné organismy zpětnovazebně (pozitivně i negativně) mění vegetaci (jako opylovači, rozšiřovači semen i konzumenti) stejně jako půdu (podle FORMANA a GODRONA, 1993).

Z určující role podnebí vychází formulace zákona zonality – v rámci jedné klimatické oblasti se vyvíjejí půdy spolu s rostlinami a živočichy směrem k jednotnému ekosystému (bez ohledu na rozdílné geologické podloží, pokud trvá dostatečně dlouhý nerušený vývoj). Platnost takto formulované zákonitosti potvrzuje zonalita půd, vysledovaná DOKUČAJEVEM na rozsáhlém teritoriu evropské části Ruska od Černého po Bílé moře, stejně jako zonalita přirozených vegetačních typů (biomů) v závislosti na zeměpisné šířce nebo výšková stupňovitost vegetace v horách podle nadmořské výšky. Skutečnost, že uvnitř jedné klimatické oblasti nacházíme různé krajinné typy, je dána jednak heterogenitou abiotického podloží, jednak disturbancemi, které zabraňují dlouhodobé konvergenci k jednotnému klimaticky podmíněnému ekosystému.

Přirozené disturbance, o nichž jsme mluvili v souvislosti s krajinnou strukturou, heterogenitou a biodiverzitou v krajině, mají své nedílné místo ve vývoji krajiny. Faktory přirozené disturbance částečně vyplývají již z výše naznačeného schématu zpětných vazeb ve vývoji krajiny. Jejich disturbanční povaha obvykle souvisí s mimořádnou kvantitou (sílou) daného přírodního procesu (např. extrémně nízké teploty, mimořádné sucho, záplavy vyvolané silnými srážkami, řízení skalního bloku, sesuvy, přemnožení škůdců). To, co je z hlediska konkrétního druhu, populace nebo společenstva ohrožením a narušením, je v měřítku krajiny součástí jejího přirozeného vývoje (např. erozní procesy, vývoj meandrů vodního toku, pohyb písečných přesypů). Vzhledem k adaptační schopnosti bioty k pravidelně se opakujícím rušivým událostem se opakované disturbance stávají běžnou součástí, dokonce podmínkou vývoje daného krajinného systému (potřeba pravidelně se opakujících záplav v lužním lese, kosení květnatých luk, padání lavin v pravidelných drahách apod.). Přírodní disturbance tak pomáhají zvyšovat heterogenitu a biodiverzitu v krajině. V užším smyslu lze za disturbance pokládat nepředvídaná, nepravidelná narušení jako je působení hurikánu, katastrofální záplavy (sto- a víceletá voda), zemětřesení či sopečný výbuch.



Obr. 12: Zpětné vazby ve vývoji krajiny

Pro popis a pochopení významu disturbancí může být použita teorie katastrof, která pomáhá objasnit vývojové procesy krajiny. Vysvětluje nelineární chování složitých systémů (včetně krajiny) a jejich náhlé („katastrofické“) změny z podnětů zdánlivě malicherných („mčtýl mávne křídly“), které však mohou vést až k překročení prahové hodnoty systému, k jeho změně a vychýlení z vývojové trajektorie.

8.2 Antropogenní ovlivnění vývoje krajiny

Lidská civilizace a její projevy jsou nedílnou součástí krajiny, jejich vývoje a chování. Studium krajiny proto nelze omezit pouze na její přírodní složku, musí se do něj zahrnout i činnost člověka. Člověk a jeho kultura jsou zároveň subjektem i objektem studia krajinné ekologie.

Antropogenní procesy, které se uplatňují ve vývoji krajiny, by bylo možné ve shodě např. s DEMKEM (1989) rozdělit podle druhů lidských činností na zemědělské, lesnické, vodohospodářské, těžební, průmyslové, sídelní, dopravní, rekreační či vojenské krajinnotvorné pochody. Podle převládajícího

druhu lidské činnosti v krajině, který se nejvíce uplatňuje v přetváření krajiny, je možné provést základní rozdělení kulturních krajin na krajiny lesní, zemědělské (palevní, luční, polní, smíšené, závlahové, ovocnářské, ...), rybníčné, těžební, průmyslové, sídelní, rekreační atd. Podívejme se ale na obecnější charakter těchto procesů, které mění vzhled, strukturu a funkce krajiny buď přímo (povrchová těžba, výstavba, orba, kácení lesa), nebo nepřímo ovlivněním intenzity a průběhu přírodních procesů (eroze, vodního režimu, sukcese, pedogeneze, produkce, koloběhu látek a toku energie).

Přírodní procesy, rytmy i řada přírodních disturbancí oscilují v mnoha více nebo méně pravidelných cyklech s různou periodicitou. Rozlišují se **rytmy denní** (střídání světla a tmy), **sezónní** (střídání suchých a vlhkých, teplých a studených období) a **dlouhodobé** (víceleté-klimatické změny). Pro organismy jsou změny v rámci těchto cyklů předvídatelné díky jejich genetické paměti – během miliony let trvajícího vývoje se jim stačily přizpůsobit.

Lidské činnosti, které působí v krajině jako disturbance, jsou z hlediska geologického i fylogenetického vývoje změnami náhlými a nepředvídatelnými. Ostatní druhy neměly dost času, aby se těmto vlivům mohly přizpůsobit, což má za následek snižování početnosti jejich populací, případně úplné vymizení některých druhů. Naopak omezenému počtu druhů lidská činnost v krajině prospívá a prožívají populační explozi (holub domácí, racek, potkani, nitrofilní ruderalní vegetace, invazní synantropní druhy).

Příkladem antropogenního narušení přirozených denních rytmů je umělé osvětlení, práce na směny, prodlužování dne ve sklenicích a drubežárnách, kde se za pomoci delšího umělého dne dosahuje vyššího přírůstku a kratšího reprodukčního cyklu. Na **úpravách sezónního cyklu** rostlin je založena zemědělská činnost, která sice využívá přírodních klimatických podmínek, ale zavádí střídání různých plodin i během vegetační sezóny, podzimní setí, sklizně nezralé zelené biomasy (krmné plodiny) apod. Zavlažování zemědělských půd znamená již od starověku (závlahové kultury) potlačení přirozené klimatické sezónnosti suchých období, má ovšem za následek zasolování zavlažovaných půd a snížení průtoků ve vodních tocích s dalekosáhlými vlivy na krajinný systém (Aralské jezero). Zemědělská činnost přinesla zásadní změnu v krajinné struktuře, geometrizaci monofunkčních ploch osázených monokulturami, se stejným barevným (pole řepky v květu) i zralostním aspektem (obilí, kukuřice) a sklizených ve stejnou dobu. Hospodaření v lesích je zase založeno na zkrácení **staletých cyklů** obnovy lesních ekosystémů. Hospodářské (pěstované) lesy se odlišují od přirozených lesů sníženou druhovou rozmanitostí (jsou tvořeny jedním, v lepším případě několika druhy pěstovaných dřevin), stejnověkostí, zjednodušenou vertikální strukturou bez keřového patra a zkrácenou obmětní dobou danou cílem vyprodukovat co nejrychleji co nejvíce kvalitního rovného dřeva. Úprava režimu vodních toků stavbou přehrad a regulací břehů a tím znemožněním přirozených inundací je jiným příkladem změny sezónních a víceletých cyklů s negativním dopadem na přirozené ekosystémy lužních lesů, které musí být potom uměle zaplavovány (Nové Mlýny, Gabčíkovo).

Kromě úpravy přírodních rytmů se lidské činnosti v krajině projevují jako **přímá narušení a změny krajinné struktury** spojené s exploatací krajiny. Jedná se zejména o

- těžbu a využívání obnovitelných i neobnovitelných přírodních zdrojů (těžba dřeva, sklizeň biomasy, dobývání nerostných surovin),
- výstavbu a budování nejrůznějších umělých objektů (artefaktů) v krajině a tvorbu „umělého“ prostředí sídel,
- selektivní podporu některých původních druhů organismů a masivní introdukci nepůvodních druhů (pěstování vybraných zemědělských a lesních ekosystémů),
- přísun živé (tažné), fosilní (paliva, pohonné hmoty) a chemické energie (hnojiva) do zemědělských, lesních a vodních ekosystémů.

Nepřímo vznikají narušení změnou přirozených biogeochemických cyklů, obvykle v souvislosti s emisemi nežádoucích nebo přírodě neznámých látek.

Vliv člověka na krajinu je natolik mnohostranný, že se jednotlivé činnosti v krajině prolínají a doplňují a není vždy účelné zkoumat jejich účinky odděleně, nýbrž jako kombinaci těchto vlivů. Na komplexním hodnocení antropických zásahů v krajině je založen koncept **gradientu krajinných změn** (FORMAN

a GODRON, 1993). Jedná se o gradient intenzity antropogenního přetvoření krajiny, který umožňuje vyčlenit 5 základních krajinných typů podle intenzity antropogenní přeměny:

- 1) **přírodní krajina**: bez významnějších lidských vlivů, většinou hrubě zrnitá struktura závislá na heterogenitě abiotického prostředí, přírodní koridory většinou podél vodních toků.
- 2) (extenzivně) **obhospodařovaná krajina**: lesní a palevní, hrubě zrnitá, s výskytem původních druhů, ale s převahou několika preferovaných druhů (lesní dřeviny, traviny) záměrně obhospodařovaných s cílem využití produkce biomasy; sporadický výskyt drobných sídel, řídká síť liniových koridorů komunikací.
- 3) (intenzivně) **obdělávaná krajina** (kultivovaná): převaha zemědělsky obdělávaných geometrických ploch, které tvoří matici, v níž jsou rozmístěny enklávy vesnic a zbytků přirozených nebo přírodě blízkých ekosystémů; krajina většinou jemně nebo středně zrnitá, hustá síť liniových koridorů.
- 4) **příměstská krajina**: hustě osídlená s heterogenní mozaikou zastavěných ploch (rezidenční bydlení, služby), obdělávaných ploch, zbytků izolovaných přirozených ekosystémů a hustou sítí koridorů; krajina jemně zrnitá s maximální hodnotou mozaikovitosti a fragmentace; vysoké množství introdukovaných druhů a pěstovaných kultivarů v užitných i okrasných zahradách; dynamický expanzivní typ krajiny.
- 5) **městská krajina**: matici tvoří hustá až kompaktní městská zástavba s převahou umělých nepropustných povrchů („betonová nebo asfaltová poušť“); původní reliéf, půda i biota jsou potlačeny, zbytkové nebo introdukované enklávy typu parků jsou zcela obhospodařovány člověkem.

Vyjmenované základní krajinné typy se zásadně liší co do horizontální struktury krajiny, produktivity příslušných ekosystémů, cyklů minerálních živin i druhové rozmanitosti. Při typologii a studiu krajin si zasluhuje zvláštní pozornost srovnání struktury krajinných typů, zejména charakteru matrice, velikosti, původu a tvaru enkláv, typu, původu a hustoty koridorů v krajině (viz obr. 8.7 a 8.8. v publikaci FORMAN a GODRON, 1993).

Gradient antropogenního přetvoření krajiny, který vede až k umělé městské krajině, v níž žije stále více lidí a která spolu s příměstskou krajinou zaujímá stále větší podíl na povrchu Země, vnucuje otázku dalšího možného vývoje. Městský ekosystém poskytuje člověku výhody koncentrace výroby a služeb a nevýhody koncentrace odpadů, emisí apod. Celý systém je založen na masovém importu rostlinné a živočišné potravy, ale i vody, fosilních paliv, v budoucnu snad i sluneční energie a čistého vzduchu z okolí. Z ekologického hlediska je takový systém velmi nestabilní a zranitelný. Kromě ekologických omezení existují zřejmě i ekonomické, sociální a kulturní limity, které vyvolávají odstředivé tendence a způsobují, že koncentrace společnosti a růst velkoměst včetně jejich srůstání nemůže pokračovat do nekonečna.

8.3 Dynamika a změna krajiny

Krajinotvorné procesy – endogenní i exogenní, biotické i abiotické, přírodní i antropogenní – způsobují neustále větší či menší změny v krajině. Příkladem dramatických změn krajiny doslova přes noc, během několika minut či hodin, může být katastrofální zemětřesení, ničivý tajfun, lesní požár, záplavy v důsledku protržení hrází (v Nizozemí v roce 1953 na jižním Slovensku v roce 1965) nebo sopečný výbuch. K rozsáhlým změnám krajiny dochází také během delšího období – vlivem odlesňování, desertifikace, rozšiřování sídel, exploatace krajiny, ale také vlivem sukcese, eroze a dalších geomorfologických procesů (viz časové schéma změn v krajině uvedené v kap. 2).

Dynamika a vývoj krajiny jako otevřeného systému úzce souvisí s pojetím ekologické stability, s pojmy homeostáza a homeorhéza. Mírné a opakující se disturbance mohou být integrální součástí dynamiky krajinného systému a způsobovat pravidelné oscilace o různé amplitudě v souladu s obecným trendem vývoje (homeorhéza) nebo kolem určitého rovnovážného stavu (homeostáza). Silné disturbance mohou vyvolat zásadní a nevratné změny (např. změnu krajinné matrice) ve vývoji, přičemž mezi mírnou

a silnou disturbancí může být nepatrný kvantitativní, ale značný kvalitativní rozdíl, daný překročením prahové hodnoty (např. teploty 0° C).

Z hlediska posuzování probíhajících změn v krajině je nutné znát:

- zda existuje obecný trend či směr změny dané krajiny v čase,
- zda právě probíhající oscilace a změny jsou v souladu s obecným trendem vývoje krajiny,
- v jaké fázi vývojové křivky (např. sukcesní stadium, morfologický cyklus) se daná krajina nachází.

Změny krajiny jsou od počátku 20. století častým tématem ekologických studií. V přírodní krajině je mimořádně důležitým procesem sukcese. V kulturní krajině je způsob využití krajiny podřízen dominantnímu vlivu člověka, který rozhoduje o rozmístění ekosystémů v krajině a dynamicky mění využití ploch.

Sledování změn krajiny v čase je založeno na sledování změn jednotlivých krajinných složek – jejich plošného zastoupení, dynamiky (expanze nebo regrese), prostorové konfigurace. V mozaice kulturní, ale i přírodní krajiny nemusí být přítom jednotlivé plochy zcela stabilní co do způsobu využívání, které se může velmi rychle, v zemědělství i každoročně měnit. Pokud však zůstávají jejich plošné zastoupení, velikost, tvar a prostorová konfigurace přibližně stejné, nedochází ke změně krajiny jako celku. Ke změně krajinného typu dochází naopak v případech, kdy odlišný typ krajinné složky se stane krajinnou maticí, kdy některá krajinná složka významně roste nebo ustupuje nebo když se změní velikost zrna krajiny.

Na sledování změn v krajině lze aplikovat mnohé **metody monitoringu životního prostředí**. V širokém pojetí monitoringu lze rozlišit:

- geochemický monitoring
- biologický monitoring
- monitoring celkových krajinných změn.

Geochemický monitoring se zaměřuje na sledování látkových toků a energomateriálových bilancí a jejich změn v krajině v důsledku činnosti člověka a narušení životního prostředí. Je založen na odebrání vzorků, analýze obsahu prvků a látek, a měření látkových toků v jednotlivých složkách prostředí – povrchové a podzemní vodě, půdě, říčních sedimentech, atmosféře, rostlinách a živočišných organismech. Ideální územní nebo krajinnou jednotkou pro sledování energomateriálových toků je povodí. Příkladem integrovaného geochemického monitoringu je mezinárodní projekt GEOMON, v jehož rámci se provádí dlouhodobé měření látkových toků a sledování jejich změn v malých modelových povodích (např. Lesní potok u Jevan). Cílem je získání dlouhodobé řady dat, umožňujících stanovení případných změn a trendů ve vývoji biogeomechanického metabolismu krajiny.

Biologický monitoring (biomonitoring) je založen na sledování změn prostředí pomocí monitorování výskytu a početnosti rostlinných a živočišných druhů v krajině. Důležitá je volba vhodných bioindikacních druhů (signalizační, testovací, akumulacní všeobecně detekční, kontrolní indikátory).

Bioindikace a biodiagnostika mohou být prováděny na úrovni buněčného výzkumu, tkání, ústrojí, organismů, populací a společenstev. Jejich stav, patologické, fyziologické a etologické změny jsou často interpretovány pomocí metod matematické statistiky (diagnostika odchylek od normálního stavu) a jsou důležitým ukazatelem změn v krajině.

Celkové změny v krajině a ve způsobu využívání krajiny se nejlépe monitorují pomocí časové řady leteckých, případně družicových snímků, které nejlépe zobrazují narušení, plošné devastace, změny krajinné struktury, velikosti zrna, mozaikovitosti, proměny krajinné matrice, dynamiku vývoje enkláv a další parametry krajinné struktury. Metody dálkového průzkumu Země (DPZ) lze ovšem aplikovat rovněž v monitoringu změn jednotlivých složek prostředí, a sice:

- atmosféry (znečištění ovzduší – zákal)
- hydrosféry (vodní režim, znečištění povrchových vod, termální znečištění)
- pedosféry (změny vodního režimu půd, vodní a větrná eroze, zasolení a vysoušení půd)
- litosféry (změny georeliéfu, těžba nerostných surovin)
- biosféry (struktura, vývoj a dynamika vegetačního krytu, změny pokryvnosti, sukcesní stádia, změny společenstev, poškození přirozených i kulturních ekosystémů).

LITERATURA K ČÁSTI 8

- Demek J.: Nauka o krajině. Olomouc, Univerzita Palackého 1989 (skriptum).
Forman R.T.T. a Godron M.: Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993
Kukal Z.: Rychlost geologických procesů. Praha, Academia, 1983
Lipský Z.: Změna struktury české venkovské krajiny. Sborník ČGS, 99(1994):4:248-260
Míchal I.: Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 1992, 1994
Němeček J., Smolíková L. a Kutílek M.: Pedologie a paleopedologie. Praha, Academia, 1990
Nováková E.: Využití volně žijících ptáků a savců, zvláště zvěře v bioindikaci, biodiagnostice a ekologickém monitoringu. VŠZ Praha, Institut aplikované ekologie Kostelec nad Černými lesy, 1987

9 VZNIK A VÝVOJ DNEŠNÍ KULTURNÍ KRAJINY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

9.1 Vývoj přírodní krajiny ve čtvrtohorách

Přírodní krajina na území České republiky prodělala během dlouhého vývoje četné změny v závislosti na měnících se klimatických podmínkách, geologických a geomorfologických procesech. Od konce druhohor, po ústupu křídového moře, byl Český masív převážně souší a prošel pevninským geomorfologickým vývojem, zatímco karpatská část byla vyzdvížena a vyvrásněna teprve v třetihorách. Nejpozději, až během neogénu se staly souší moravské úvaly, Moravská brána a Ostravská pánev, které byly součástí karpatské čelní hlubiny. Dnešní makroformy a megaformy reliéfu, které určují v nejhrubších rysech základní typy přírodní krajiny (hory, vrchoviny, tabule, stupňoviny, nížiny), jsou výsledkem neotektonických pohybů a neogenní sopečné činnosti. V detailech mezo- a mikroforem reliéfu byly potom formovány působením exogenních sil v závislosti na kvartérních klimatických výkyvech.

Čtvrtohory neboli kvartér mají pro pochopení současného stavu přírody a krajiny zásadní význam, poněvadž dnešní krajina je výsledkem složitých dějů, které v této době proběhly. V kvartéru se vyvinula současná společenstva rostlin a živočichů a vytvořila se i dnešní modelace reliéfu. Kvartér je navíc obdobím, kdy se na našem území objevil člověk, který na sklonku celé epochy výrazně zasáhl do přírodního vývoje krajiny.

Nejvýznačnějším rysem kvartérního vývoje je cyklické střídání studených a teplejších klimatických výkyvů. S nimi se zákonitě opakují i typické sedimentační, erozní a půdní procesy a posuny vegetačních pásem, takže lze mluvit o kvartérním cyklu vývoje krajiny. Jejich poznání dovoluje i opatrnou prognózu do budoucna. Charakteristickým projevem kvartérního cyklu na našem území je střídání zalesněné přírodní krajiny v interglaciálech a bezlesé krajiny v glaciálech.

Studené výkyvy v kvartéru byly tak silné, že vyvolaly rozsáhlé pevninské zalednění ve vyšších zeměpisných šířkách a horské zalednění ve vyšších pohořích. Území České republiky zaujímá v kvartéru velmi významnou polohu, protože tvořilo pás nezaledněné krajiny mezi Alpami a oblastí severského zalednění. Tento pás spojoval velké leduprosté oblasti západní a východní Evropy a fungoval jako gigantický migrační koridor pro řadu velkých zvířat i pro první skupiny člověka.

V interglaciálech byly klimatické poměry obdobné jako v dnešní době, ve vrcholném interglaciálu byly teplota a vlhkost ještě o něco vyšší (průměrná roční teplota v nížinách 10 až 12° C a srážky 750–1000 mm). Na vrcholu glaciálů klesala naopak průměrná roční teplota k hodnotám 0° C. Klimatické změny, které zásadně ovlivnily vegetační kryt a vzhled krajiny, byly tedy velmi výrazné. Mezi vrcholem glaciálu a vrcholem interglaciálu, které odděluje teplotní rozdíl více než 10° C, existovala ovšem řada výkyvů (oscilací), které se vyznačovaly rozdílným teplotním i vlhkostním režimem. Klimatický cyklus byl vysledován na základě výzkumu sedimentů a půdních profilů. Lze jej rozdělit na několik charakteristických fází:

1. **Počáteční období teplého výkyvu (interglaciálu):** postupné oteplování, podnebí zprvu suché, postupně teplé a vlhké; vegetační kryt tvoří nejprve chudá stepní společenstva na spraši, postupně zatlačovaná lesními porosty.
2. **Vrcholný interglaciál:** teplé a vlhké oceánské podnebí, intenzivní tvorba půd (parahnědozemě) pod souvislým lesním krytem s řadou druhů náročných na teplo a vlhko.
3. **Konec interglaciálu – počátek glaciálu:** kontinentální suché podnebí, ochlazení, tuhé zimy, ústup lesa, rozšíření stepi a lesostepi, tvorba černozemí.
4. **Časný glaciál:** zpočátku suché, postupně vlhčí studené podnebí s dílčími výkyvy, působení ronů a soliflukce, tvorba hlinopísků, chladná step, lesotundra a tundra.
5. **Vrcholný a pozdní glaciál:** suché studené podnebí, tvorba spraše a iniciálních půd, chladná sprašová step.

V souladu s uvedenými klimatickými změnami se na našem území během kvartéru opakovaně vystřídala lesní, lesostepní, stepní a tundrová společenstva, jejichž obdobu dnes najdeme na rozpětí 3 000 km od jižní do nejsevernější Evropy. Stěhování vegetačních pásem o stovky až tisíce kilometrů na jih a zase na sever svědčí o značné plastičnosti a adaptabilitě ekosystémů evropské flóry a fauny, ale na druhé straně mělo za následek vyhynutí některých druhů a celkové ochuzení evropské bioty. Počátkem kvartéru je z našeho území doložena řada exotických druhů jako nosorožec, hyena, mastodont, slon, šavlozubý tygr nebo opice rodu makak. Slon a nosorožec se vyskytovali v interglaciálech ještě v mladším pleistocénu, zatímco pro studená období je charakteristický mamut, srstnatý nosorožec, rosomák, polární liška, sob, svišť, kteří jsou doloženi i z posledního würmského glaciálu. Záslouhou zejména LOŽKA je z našeho území podrobně doložena pestrá malakofauna, která potvrzuje charakter studených i teplých klimatických výkyvů a jim odpovídajícího vegetačního krytu.

Interglaciály se vyznačovaly bujným rozvojem smíšených lesů s příměsí jižních (submediteránních) a atlantických druhů (*Celtis, Ilex, Buxus*). Ve vrcholných glaciálech převládala na našem území v nižších polohách studená sprašová step, ve vrchovinách kamenitá tundra a v horách subnivální pustiny, zčásti zaledněné (Šumava, Krkonoše, Hrubý Jeseník). V teplejších výkyvech glaciálů (interstadiály) se vytvářely jehličnaté lesní porosty charakteru světlé parkové tajgy, v nejnižších polohách černozemní step až lesostep.

Poslední würmský glaciál s intenzivní tvorbou spraše, horskými ledovci v Krkonoších a na Šumavě a průměrnou teplotou o 10 až 12°C nižší než dnes vrcholil před 26 000 – 18 000 lety. Souvislé pevninské zalednění tehdy zasahovalo až po dnešní Berlín a v širokém pásu od Atlantiku přes střední Evropu se prostíraly chladné stepi a horské tundry. Pozdní würm skončil chladným obdobím **dryasu** (11 000 – 8 300 před Kristem), v němž se na našem území střídaly formace chladné stepi a tundry s parkovou tajgou a světlými boro-březovými porosty. (Do tohoto období spadá v Evropě mj. sopečná činnost v Porýní a uložení čelní ledovcové morény Salpauselkå v jižním Finsku, v Severní Americe pak příchod člověka z Asie přes Beringovu úžinu). Po odeznění dryasu, jímž končí celý pleistocén, začíná **postglaciál** čili **holocén**. V rámci kvartérního klimatického cyklu i z hlediska celkových přírodních podmínek je holocén srovnatelný s předchozími interglaciály, z nichž poslední odezněl asi před 100 000 lety. Znalost průběhu zejména posledního interglaciálu je proto důležitá i pro posouzení současného vývoje naší přírody a krajiny.

Holocén u nás trvá teprve asi 10 300 let, během této doby však došlo na našem území k pronikavým změnám krajiny, a to jak vlivem výrazných změn podnebí, tak stupňovaným působením člověka, čímž se holocén zásadně odlišuje od všech předchozích období.

Vývoj přírodních ekosystémů v poledové době závisel v první řadě na výrazných klimatických změnách (oteplení), dále na povaze a vývojovém stavu půd a na biogeografických zákonitostech, řídicích sukcesi a kolonizaci našeho území z refugií, kde atlantické, xerothermní a další druhy mírného pásu přeživaly poslední glaciál.

Holocén se dělí na několik časových úseků, v nichž průměrná roční teplota kolísala přibližně o 2 až 3°C a mohla být i vyšší než v současnosti. Podobně kolísala také vlhkost ovzduší a množství srážek a podle toho se v naší krajině měnilo rozšíření atlantických, xerothermních a boreálních, lesních, lesostepních a stepních druhů a společenstev. Protože v členění holocénu nepanuje úplná jednotnost a objevují se nová členění na časové úseky, uvádím jeho následující fáze jen v přibližném časovém vymezení:

Preboreál a boreál (8 300 až 6 000 před Kristem) začíná nejprve mírným oteplením a zvlhčením podnebí; asi v polovině období nastává silné oteplení s průměrnými teplotami až o 2° C vyššími než dnes, takže podnebí má výrazně suchý kontinentální ráz. Od počátku se šíří lesní společenstva s převahou borovice a břízy, postupně se objevují náročnější listnaté dřeviny jako líska, jilm, dub, lípa. V suchých oblastech mají porosty lesostepní ráz s ostrůvky stepi a množstvím xerothermních prvků. Konec boreálu převládají smíšené doubravy na většině území, údolní nivy jsou porostlé uzavřenými lužními lesy a v horách zasahují teplomilné druhy nad dnešní areál svého rozšíření.

Atlantik (6 000 až 4 000 před Kristem) znamená období postglaciálního klimatického optima: podnebí je silně oceánské, průměrné roční teploty o 2–3° C vyšší než dnes a srážky vydatnější o 50–60 %. Nastává

intenzivní tvorba humózních půd a plný rozvoj středoevropské lesní flóry a fauny od nížin až do hor. Převládají listnaté a smíšené lesy s dubem, lípou, jilmem, javorem, borovicí, lískou a olší, v horách se objevuje buk, jedle a smrk. Horní hranice lesa stoupá v době klimatického optima o 300-400 m výše než dnes (Krkonose a Hrubý Jeseník jsou zalesněny i na hřebenech).

Epiatlantik (4 000 až 1250 před Kristem) se vyznačuje častým střídáním vlhkých a suchých výkyvů a teplotou blízkou dnešní nebo jen o málo vyšší. Lesní společenstva se rozvíjejí zhruba do současné podoby, vytvářejí se výškové vegetační stupně (smíšené doubravy – bukojedlové lesy – smrčiny). Horní hranice lesa je dosud o 200 m výše než dnes.

Subboreál (1 250 až 700 před Kristem) je charakterizován opět jako období suššího a teplejšího kontinentálního podnebí. Znamená nástup xerotermních stepních prvků z jihovýchodní Evropy, favorizovaných také činností člověka – odlesněním a vznikem kulturní stepi. V neosídlených oblastech zůstává souvislý lesní porost s naprostou převahou dubu v nižších, buku a jedle ve středních a vyšších polohách.

Subatlantik (700 před Kristem až 600 našeho letopočtu) znamenal celkové zhoršení podnebí – ochlazení a zvýšení srážek. Horní hranice lesa klesá přibližně na dnešní úroveň, les místy obsazuje stepní enklávy (přirozené i kulturní stepi) v nižších polohách. Půdní eroze v osídlených odlesněných oblastech má za následek sedimentaci povodňových hlín v údolních nivách. Stepní xerotermní druhy jsou omezeny na osídlenou odlesněnou ekumenu, v lesích výrazně převládá dub, habr, buk a jedle.

Subrecent, označovaný též jako mladší subatlantik, trvá asi od r. 600 do dnešní doby. Vyznačuje se podobnými klimatickými poměry jako naše současnost s drobnými teplotními ($\pm 1^\circ\text{C}$) i vlhkostními výkyvy na obě strany.

Zdá se, že první část subrecentu do 12.-13. století byla teplejší, zatímco období od 13. do 19. století převážně chladné. VAŠKŮ (1988) vyčlenil ještě dílčí chladné a vlhké období v letech 1233-1464, s drsnými zimami, deštivým létem a četnými záplavami (do této doby spadají katastrofální povodně v celé Evropě, ničí stržová eroze na polích a také stržení kamenného Juditina mostu v Praze přes Vltavu), teplé období omezené roky 1465-1626 (do něj spadá mj. největší rozšíření pěstování vinné révy a šafránu v Čechách) a chladné období v letech 1627-1897 (tzv. malá doba ledová s tuhými zimami a růstem alpských ledovců). Od roku 1898 trvá již necelých sto let současné klimatické optimum. Podle analogií se staršími interglaciály dospěl přirozený vývoj v holocénu zhruba ke konci své druhé třetiny. V dalších tisíciletích by tedy podle toho mělo nastat postupné mírné ochlazení vedoucí zprvu k převaze odolných jehličnatých dřevin, posléze možná k opětovnému vytvoření chladných stepí a tundry. To však je ještě daleko, navíc stupňovaný dopad lidské činnosti směřuje k protichůdnému vývoji (skleníkový efekt a globální oteplení). Budoucí vývoj podnebí se tedy může značně odchýlit od předpokládaného přirozeného cyklu. Někteří klimatologové se dokonce domnívají, že cílevědomé usměrňování skleníkového efektu se nabízí jako alternativa k přirozenému vývoji, který by směřoval k další době ledové (VAŠKŮ, 1988).

Shrneme-li spolu s LOŽKEM (1973, 1990, 1993) a MÍCHALEM (1994) přirozený vývoj krajiny v holocénu, můžeme konstatovat, že

- oteplení vytvořilo podmínky pro zpětnou migraci druhů rostlin a živočichů z jejich refugií, kam byly vytlačeny v ledových dobách,
- s oteplením a zvlhčením podnebí a s evolucí půd se měnilo složení lesních porostů, které nahradily chladnou step a tundru,
- lesní sukcese začala světlými borobřezovými lesy s lískou, které určovaly ráz krajiny zhruba po dvě tisíciletí,
- v klimatickém optimu převládaly doubravy po dobu asi 4 000 let,
- další čtyři tisíciletí až do dnešní doby jsou epochou bučin, které pronikají směrem dolů do doubrav i nahoru do smrčín,
- celkový počet druhů organismů v postglaciálu stoupal.

9.2 Vznik ekumeny, vývoj kulturní krajiny a jeho ekologické důsledky

9.2.1 Vznik pravěké ekumeny

Vznik ekumeny, tj. trvale obydlené krajiny pozměněné činností člověka, u nás spadá do 5. tisíciletí před naším letopočtem. Z hlediska vývoje lidských kultur se jedná o období neolitu, které odpovídá atlantiku a epiatlantiku. Neolitickí zemědělci osídlili pouze nejsušší a nejteplejší, převážně sprašové oblasti do 300 m nadmořské výšky. Odlesnění území, byť pouze na omezené výměře, znamenalo zásadní zvrat v dosavadním přirozeném vývoji krajiny. Byl přerušen nepřetržitý proces sukcese lesních společenstev, navíc v klimatickém období, které favorizovalo další šíření lesů stinných dřevin (atlantik). Zemědělská činnost směřuje proti přirozenému vývoji, brání šíření lesních společenstev a udržuje v krajině otevřené nelesní plochy, které umožňují existenci xerotermních stepních druhů. Mezi nimi se udržují jak domácí stepní druhy, které by v přírodní krajině během nebrzděné lesní sukcese zanikly, tak řada migrantů z jihovýchodní Evropy, které u nás nikdy předtím nežily.

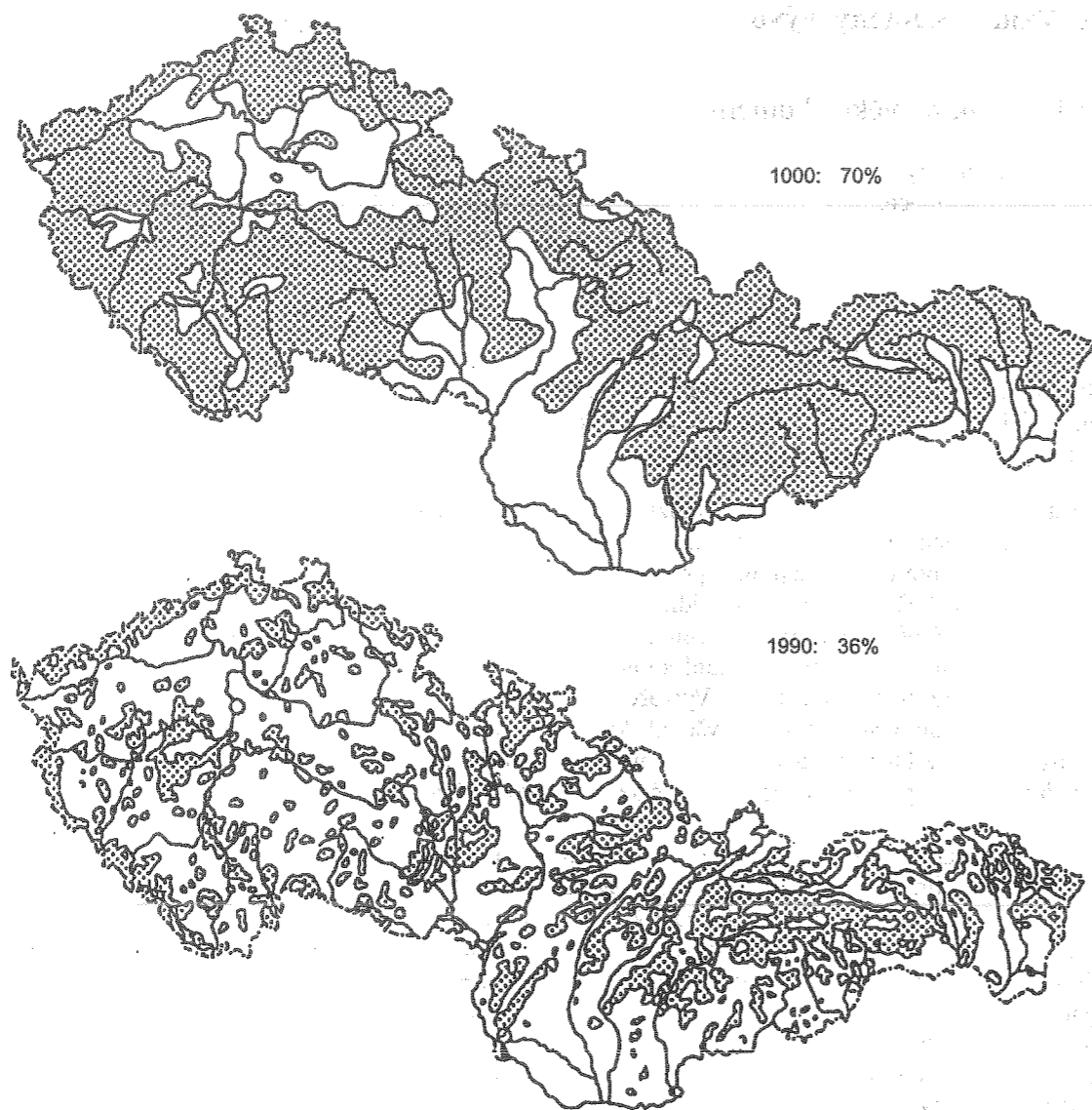
Kulturní zemědělská krajina umožnila rozvoj a existenci ekosystémů, které nemají obdobu v předcházejících obdobích teplých ani studených. Na velkých plochách se udržely zkulturněné černozemní půdy, odpovídající stepnímu prostředí, zatímco v případě přirozeného lesního krytu by na jejich místě již byly hnědé lesní půdy. Udržováním kulturní stepi člověk vytvořil do té doby neznámou kombinaci otevřené stepní krajiny a relativně vlhkého podnebí. Z přírodních lesů devastovaných pastvou domácích zvířat se vyvinula náhradní společenstva křovin a výmladkových habřin (na místě bučin) se zvýšeným druhovým bohatstvím. Vytvářením zemědělských enkláv, antropogenních a antropogenně ovlivněných stanovišť člověk zvyšoval krajinnou heterogenitu a druhovou diverzitu. Ekosystémy černozemní zóny, která zůstává dodnes centrem osídlené kulturní krajiny, představují svéráznou kombinaci přírodních a antropogenních složek, které se prostupovaly během tisíciletého vývoje (LOŽEK, 1990).

Člověk kultivací půdy, orbou a pastvou způsobuje trvalé disturbance v krajině, uvolňuje půdu a brání vývoji souvislého vegetačního krytu. Procesy disturbance, eroze a sedimentace splachů a hlinopísků na polích jsou obdobné glaciálům, dochází k nim však za úplně jiných klimatických podmínek. Dochází k degradaci půdních profilů, zvyšuje se rozkolísanost režimu vodních toků a množství plavenin. Zesílený odnos půdy vede k hromadění přemístěných půdních sedimentů na úpatí svahů, na dnech svahových úpadů a v údolních nivách, kde vytváří vrstvu nivních hlín, což je v podstatě spláchnutá ornice. Dnešní podoba údolních niv našich vodních toků je do značné míry výsledkem antropogenně ovlivněného holocénního vývoje (důsledek zrychlené eroze a sedimentace). Lužní lesy, které se na nich vyvíjely, však představují zcela přirozená společenstva, využívající příznivých hydromorfních a trofických podmínek nivních ekotopů.

9.2.2 Vývoj české kulturní krajiny

Staré neolitické osídlení počínající před 6 000 – 7 000 lety bylo ještě značně řídké a nevyvolalo velké destruktivní procesy. V neolitickém systému stěhovavého zemědělství obdělávala jedna malá osada ročně plochu přibližně 30 ha. Systém hospodaření byl přílohový a půda obcí se dělila na pole a příloh (příloh je půda ležící ladem více než 2 roky). Větší část odlesněné půdy ležela ladem jako příloh a byla k dispozici pro pastvu dobytka. Kromě toho se dobytek pásal společně na strništích a v lese, který rozředoval a pozměňoval na výmladkové habřiny místo vysokého dubobukového lesa. Zemědělská výroba mohla být na jednom místě provozována po dobu 12 – 18 let, potom musela být přesunuta na jinou plochu, získanou žďářením. Přirozená regenerace opuštěné zemědělské půdy pak vyžadovala 30 – 40 let. Rotace les-pole-les tak vytvářela v krajině proměnlivou mozaiku (shifting mosaic) lesních a odlesněných ploch.

Teprve v pozdní době bronzové (tj. zhruba před 2 700 – 3 000 lety) došlo v důsledku prvního relativního přelidnění (v rámci tehdejší ekumeny) k značnému rozšíření ploch obdělávané půdy. Odlesnění se projevilo na svazích intenzivní vodní erozí, odnosem půdy, vznikem strží, hromaděním splachů v úpadech a povodňových hlín v údolních nivách (LOŽEK, 1973; STEHLÍK, 1981). Naproti tomu vyspělé keltské zemědělství (před 2 000 – 2 400 lety) v době železné, charakterizované travoplním systémem (chov dobytka a pěstování obilí), obsahovalo i ve zhoršených klimatických podmínkách subatlantiku řadu účinných protierozních prvků.



Obr. 13: Lesnatost území Československa na počátku historického období a nyní

Dočasný ústup osídlení v období stěhování národů v 1. polovině 1. tisíciletí znamenal přechodnou invazi lesních porostů na dříve odlesněné a zemědělsky využívané území. Od 6. století nastává slovanská kolonizace a zemědělskou činností v krajině se opět rozšiřuje mozaika zemědělských odlesněných ploch. Slovanští zemědělci vyhledávali zprvu jen nejteplejší a nejúrodnější plochy na sprašových půdách s průměrnou roční teplotou 8 – 10° C, v nadmořské výšce do 300 m, s původním vegetačním krytem doubrav a světlých dubohabrových hájů. Na Moravě osídlili údolní nivní polohy při řekách Dyje a Morava (Pohansko, Mikulčice), což svědčí o příznivějším vodním režimu a omezení záplav v tehdejší době. Odhaduje se, že kolem r. 850 zaujímala zemědělská půda v Čechách cca 10% území.

Slovanské zemědělství bylo orné a usedlé, nikoliv rotační žďárové. Malá čtvercová pole o výměře 0,02 – 0,1 ha, mělká orba a široké travnaté úvratě vytvářely spolu s pestrou mozaikou pěstovaných plodin (proso, žito, oves, pšenice, čočka, hrách, konopí) účinnou protierozní ochranu. Při neustájenému chovu veškerého hospodářského zvířectva (skot, prasata, kozy, ovce, koně, drůbež) byl původní lesní porost trvale poškozován pastvou, prosvětlován a zatlačován do vyšších poloh a větší vzdálenosti od sídel. Přesto byl rozsah lesních porostů po skončení slovanské kolonizace v 10. století ještě výrazně větší než v dnešní době. Vyšší drsnější polohy zůstávaly zatím neosídlené a vyznačovaly se rozmachem souvislých lesních porostů, tedy vývojem zcela odlišným od kulturní krajiny. Lesy pokrývaly ještě převážnou většinu území – asi 75 %.

Středověká kolonizace ve 12. – 13. století zasáhla významně do oblastí vnitrozemských i pohraničních vrchovin, které byly do té doby jen sporadicky osídlené a kryté hustým lesem. Rychlý růst počtu obyvatel českých zemí a rozmach českého státu si vynutil změnu celého systému hospodaření – zavedení trojpolního systému, hlubší orbu pluhem a změnu tvaru pozemku na dlouhé protáhlé pásy, které se táhly od statku k hranicím katastru. Nutnost zvýšené produkce potravin také pro zásobování rychle rostoucích měst, která představují nový, nestabilní a nesoběstačný systém v krajině s vysoce negativní primární čistotou produktivitou, založený na masivních vstupech rostlinné a živočišné produkce zvenčí – a výstupech v podobě splašků, odpadů, tepla a průmyslových výrobků, si vyžádala další rozšíření zemědělské půdy na úkor lesů.

Ve 14. století se vytvořil ekologicky nepříznivý poměr lesů a orné půdy a v některých oblastech (Drahanská vrchovina, Jihlavsko, Černokostecko) bylo dosaženo vůbec nejnižší historické výměry lesa. V průměru však zemědělská půda zaujímala mnohem menší výměru než dnes – kolem 30 %. Živelné rozorávání svažitéch poloh a rozvodních oblastí mělo za následek velký rozmach plošné i stržové půdní eroze. STEHLÍK (1981) pokládá za katastrofální příčinu půdní eroze rychlou změnu krajinné struktury (odlesnění), zatímco BORK (1988) vidí vedle antropického vlivu jako rozhodující příčinu zhoršení klimatických podmínek. Oživení erozních procesů, záplav a sedimentace povodňových hlín v údolních nivách bylo ve 14. století nápadné v celé střední Evropě. V krajině se vytvořily četné erozní strže zahluobené přes sprašový pokryv až do skalního podloží, které od středověku znemožňují souvislé zemědělské obdělávání a mnohé z nich kryje od té doby opět les. Vlivem relativní přelidněnosti, vyčerpání a snížení půdní úrodnosti zanikla koncem 14. a začátkem 15. století řada středověkých vesnic, zejména v horších půdních a klimatických podmínkách. Klasickou oblastí výzkumu středověkého osídlení je Drahanská vrchovina, kde v té době zanikly desítky středověkých vesnic a jejich území pokrývá od té doby les. Nutno ovšem také přiznat, že zánik mnoha malých vesnic připadá na vrub koncentrace do větších sídel.

Husitské války, hladomory a zánik mnoha sídel dočasně zastavily ústup lesa. Rozsah zemědělské půdy se počátkem 15. století o něco zmenšil ve prospěch lesa. Na některých lokalitách byla tato změna dokonce trvalá, většinou ale tento stav netrval dlouho. Období od 2. poloviny 15. století do počátku 17. století bylo opět charakterizované rozšiřováním výměry zemědělské půdy (odpovídá dílčímu teplému období podle VAŠKŮ, 1988). Negativní následky klučení lesa však byly vyrovnávány pestřejším sortimentem pěstovaných plodin, rozvojem chovu ovcí na pastvinách a zakládáním četných rybníků. Rybníkářství patřilo v té době k nejvýnosnějším oborům feudálního hospodářství. Z této doby pochází výstavba jihočeských rybníčních soustav v Třeboňské a Budějovické pánvi, na Jindřichohradecku, Plzeňsku, na perštejnském panství na Pardubicku (zde se nacházel největší český rybník Čeperka o výměře 1 003 ha, jehož stavba si vyžádala zrušení a vysídlení několika vesnic) i jinde v Polabí (Poděbradsko, Kolínsko, Čáslavsko, Nymbursko) a ve středních Čechách (Kutnohorský, Benešovský). Některé rybníční soustavy byly napájeny důmyslným systémem kanálů, z nichž se zachovaly Zlatá stoka v jižních Čechách, Opatovický kanál na Pardubicku a Sánský kanál u Poděbrad. Koncem 16. století se rozkládaly rybníky v českých zemích na ploše 180 000 ha.

Období 30leté války, do něhož shodou okolností spadá přirozené zhoršení klimatických podmínek, znamenalo opět zásadní zvrat v dosavadním vývoji osídlení a hospodářského využívání krajiny. Snížení antropického tlaku na krajinu (počet obyvatel se snížil nejméně o jednu třetinu, hospodářství bylo zcela rozvrácené a řada vesnic zanikla) mělo pronikavý vliv na krajinnou strukturu. Většina krajiny zůstala během 30leté války a v době krátce po ní hospodářsky nevyužitá, dočasně ponechaná působení přírodních procesů. Na opuštěných plochách docházelo ke spontánnímu vývoji směrem k lesním společenstvům přírodního charakteru. Na některých stanovištích se tento proces přirozené sukcese stal nezvratným. Mnohé plochy, které byly ve středověku obdělávané, tak od 30leté války až do dnešní doby pokrývá les. Krajinná struktura s převahou polopřirozených ekosystémů s trvalým vegetačním krytem půdy v 17. století zcela minimalizovala projevy vodní eroze (STEHLÍK, 1981).

Obnova řádné kultivace krajiny trvala nejméně do 18. století. Tehdy byl položen základ tzv. barokní české krajiny i s typickou sakrální architekturou na vesnici (barokní kostel jako dominanta venkovského sídla) i ve volné krajině (kříže, boží muka, kapličky), často ve spojení se solitery, skupinami a alejemi stromů. Začínají také esteticky motivované cílevědomé úpravy krajiny – barokní zahrady a krajinné parky, kterým využily přírodní mnohotvárnost české krajiny (Terčino údolí u Nových Hradů, Babiččino údolí u Ratibořic, Veltrusy, Nedošínský háj a další). Významně se zvýšila především výměra obdělávané

(orné) půdy. Byl to však růst převážně extenzivní, na úkor lesů, pastvin a ladem ležící půdy, který nebyl doprovázen odpovídajícím růstem výnosů. Lze říci, že v průběhu 18. století v Čechách již výrazně převládala orná půda nad ostatními krajinnými složkami (lesy, louky, pastviny, lada, rybníky). Koncem 18. a počátkem 19. století došlo během krátké doby několika desetiletí ke zrušení většiny českých rybníků, mezi nimi i velkých rybníčních soustav v nížinách (Poděbradsko, Čáslavsko, Pardubicko). Významné rybníční soustavy se udržely jenom ve vlhčích a méně úrodných oblastech, jako jsou jižní a jihozápadní Čechy a Českomoravská vrchovina. V polovině 19. století zaujímaly rybníky v Čechách a na Moravě už jenom 35 000 ha.

V 19. století se ve struktuře a vývoji kulturní zemědělské krajiny dynamicky odrazily zásadní systémové změny v zemědělství. V zemědělské výrobě již zcela převládl střídavý systém hospodaření. Funkci obnovy úrodnosti půdy převzalo místo úhoru hnojení, kultivace a souhra plodin ve střídavém osevním postupu. Zatímco na počátku 19. století tvořil úhor 28 % orné půdy, do konce století prakticky vymizel. Výměra polí se tak v Čechách za minulé století zvýšila o 50 %. Tento přesun se odehrál převážně uvnitř zemědělské půdy, na úkor úhoru a pastvin. Ve 2. polovině 19. století se v Čechách růst výměry zemědělské půdy jako celku již zastavil. Les u nás dosáhl historicky nejmenšího rozsahu v 1. polovině 19. století. Ve 2. polovině minulého století se již v méně úrodných vyšších oblastech zalesňovalo (úbytek obyvatel jižních Čech, Českomoravské vrchoviny), zatímco v Polabí lesa ještě ubývalo a pro pěstování cukrovky (tehdy nejdůležitější tržní obor českého zemědělství) se rozorávaly i louky v údolních nivách. 19. století je také obdobím masivního zavádění jehličnatých monokultur místo dubových a bukových lesů (borová a smrková mánie), regulace a napřimování vodních toků, prvních velkoplošných meliorací a počínajících rozsáhlých povrchových devastací vlivem těžby nerostných surovin. Koncem 19. století se začínají stavět první přehrady.

Podoba tradiční české „barokní“ krajiny, vytvořené v 18. století a vyznačující se ve zvlněném terénu jemnou mozaikou drobných polí, hustou sítí polních cest lemovaných alejemi ovocných stromů a vesnicemi obklopenými stromovou zelení ovocných zahrad, se přesto většinou udržela až do poloviny 20. století. Přes vysoký podíl orné půdy, nízký podíl lesa a vodních ploch obsahovala krajinná struktura řadu účinných stabilizačních a protierozních prvků (meze, cesty, loučky a pastviny, remízky). Výměra orné půdy se ve 20. století začala již pomalu snižovat, byly obnoveny některé rybníky, významně se rozšířila plocha sadů a zahrad (konjunktura ovocnářství). Ve struktuře pěstovaných plodin klesl vlivem nadprodukce podíl obilovin a cukrovky. Pomalý přírůstek lesní půdy byl soustředěn do horských oblastí.

Během uplynulých 40 let, od 50. let do současnosti, prodělala struktura zemědělské krajiny zcela zásadní, hluboké a dramatické změny. Jejich příčinou byly převratné změny politické a ekonomické, změna vlastnických poměrů a přechod od malovýrobních technologií soukromého zemědělství k socialistické velkovýrobě. První etapa změn probíhala v 50. a 60. letech v období socialistické kolektivizace, nechvalně známého rozorávání mezí a slučování pozemků. Je zajímavé, že metodické směrnice pro tehdejší pozemkové úpravy nebyly vyloženy špatně a neekologické, neboť kladly důraz na účelné uspořádání a tvar pozemků podle reliéfu, na potřebu zachování cest, vcdotečí, vysokých mezí na svažitéch pozemcích a vytváření travnatých zasakovacích pásů. V praxi se ovšem uplatnila spíše druhá část směrnice, která říká:

„Hlavním úkolem scelení pozemků je vytvořit podmínky pro ekonomické využití mechanizačních prostředků, tzn., že tvary pozemků mají vykazovat nejméně nepravidelnosti. Bude nutno provést řadu změn kultur tak, aby bloky orné půdy JZD nebyly narušovány drobnými loučkami a pastvinami. Je třeba zásadně vyčerpat všechna opatření k využití půdy ležící ladem a k rozšíření výměry orné půdy ve smyslu usnesení strany a vlády.“ (Metodické pokyny pro vypracování jednoduchého projektu hospodářsko-technických úprav pozemků, SZN, Praha, 1958).

Druhá etapa změn probíhala v souvislosti s další koncentrací zemědělské velkovýroby v 70. letech. Z hlediska negativního vlivu na krajinu a její stabilitu bylo toto období zřejmě nejproblematictější. Nová blokace zemědělských pozemků znamenala další mnohonásobné zvýšení výměry bloků orné půdy a jejich přizpůsobení požadavkům velkovýrobních technologií. Pozemkové úpravy byly realizovány skutečně v doslovném významu svého německého termínu „*Flurbereinigung*“. Je pozoruhodné, že ještě v 80. letech řešily resortní výzkumné ústavy úkol, jak „vyčistit“ hospodářský obvod zemědělského závodu od jakýchkoliv překážek bránících plynulému obdělávání pozemků.

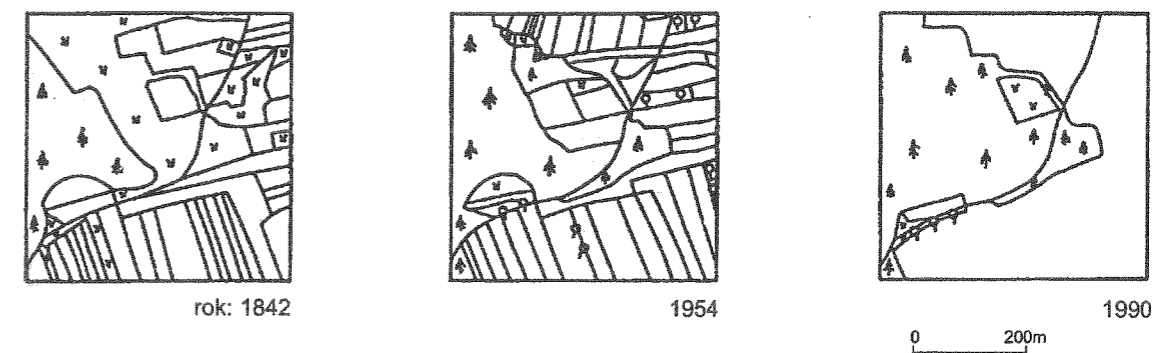
Výsledkem byl úbytek trvalých travních porostů, odvodnění a rozorání mnoha luk v údolních nivách, likvidace většiny stabilizačních prvků v zemědělské krajině (zatravněné meze, rozptýlená zeleň, břehové porosty), rušení staré cestní sítě a výstavba mohutných objektů zemědělské velkovýroby mimo tradiční vesnický intravilán. Krajinná struktura se výrazným způsobem zjednodušila (LIPSKÝ, 1992).

Statistická data nepostihují tyto zásadní změny krajinné mozaiky, ale ukazují v Čechách trvalý úbytek orné půdy (nejvíce do roku 1960). Trvale klesá i výměra zemědělské půdy jako celku, zvýšil se pouze podíl zahrad a sadů. Z ostatních kategorií se zvýšila výměra lesa, zastavěných a ostatních ploch včetně vodních nádrží.

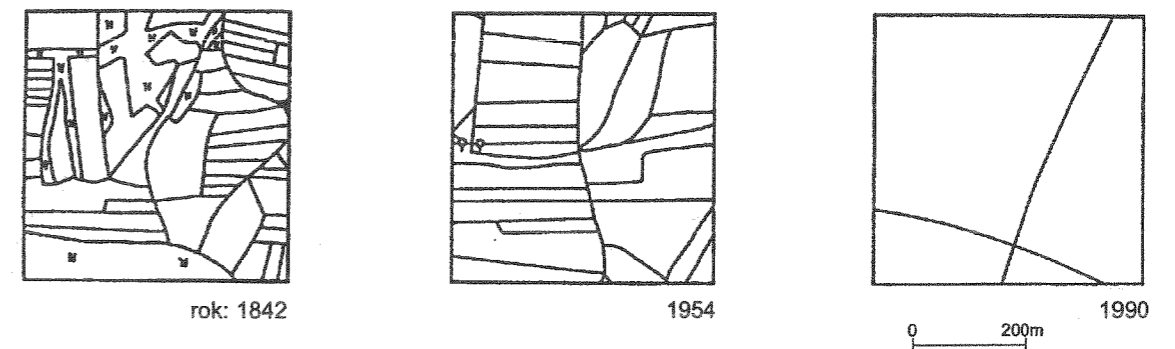
Sledování vývoje krajinné struktury v běžné zemědělské krajině středních Čech ukázalo dramatické snížení délky různých rozhraní v zemědělské krajině, což souvisí s monofunkčním velkovýrobním obděláváním.

Tabulka: Vývoj některých kvantitativních charakteristik měřených v modelovém území ve středních Čechách (LIPSKÝ, 1992)

Rok	Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií využití půdy					Délka hraničních linií (m)		
	orná půda	trvalé travní porosty	ovocné sady a zahrady	les a křoviny	ostatní (abiotické prvky – cesty, zástavba, skládka, těžba)	různých kategorií využití půdy	uvnitř orné půdy	délka polních cest
1841	73	22	0	4	1	59605	42360	12660
1954	80,5	10	3	5,5	1	39790	40580	12410
1992	81	5	2	12	0	32615	3605	4890



Obr. 14: Vývoj využití půdy a krajinné mikrostruktury v modelovém území ve středních Čechách (LIPSKÝ, 1992)



Obr. 15: Vývoj využití půdy a krajinné mikrostruktury v modelovém území ve středních Čechách (LIPSKÝ, 1992)

Změny, které se odehrály v naší venkovské krajině v době historicky zcela nedávné, byly hlubší a rychlejší než kdy dříve. Také jejich ekologické následky především s ohledem na biodiverzitu, narušení přírodních procesů a ekologickou stabilitu, byly mnohem závažnější. Jednalo se však o vývoj svým způsobem nejednoznačný a značně rozporný: na jedné straně výrazná destabilizace a unifikace intenzivně využívané zemědělské krajiny, degradace její polyfunkčnosti a rozmanitosti pouze na výrobní plochu vhodnou pro nasazení těžké mechanizace (homogenizace rozsáhlých ploch bez ohledu na značnou půdní a reliéfovou heterogenitu), na druhé straně opuštění a „zklidnění“ mnoha zemědělských pozemků na svazích a v údolích, nevhodných pro uplatnění velkovýrobních technologií, které se tak mohly stát útočištěm druhů, vytlačených z intenzivně využívané zemědělské krajiny. Výzkumy v různých oblastech naší republiky prokázaly, oproti původním předpokladům, významný přírůstek rozptýlené lesní a křovinaté zeleně v krajině. Při celkovém hodnocení vývoje uplynulých 40 let však negativní ekologické následky, zejména s ohledem na polarizaci krajiny, dramatické zjednodušení krajinné struktury (ztráta mikrostruktury), přerušení řady lokálních biokoridorů, izolaci a zánik řady cenných biotopů, výrazně převažují.

Shrme-li vývoj naší kulturní venkovské krajiny od vzniku první pravěké ekumeny, můžeme v něm hrubě schematicky rozlišit tři typy vývojových období, které se na různých historických úrovních, časově a místně odlišných, mohou opakovat:

- 1) **Období prudkých změn, hrubé destabilizace krajiny**, které nastává při zvýšení antropického tlaku na krajinu, zavádění nového výrobního způsobu a rozvrácení dosavadního systému krajinného i ekonomického – příkladem je kolonizace, ať už neolitická nebo středověká, rušení rybníků při přechodu od úhorového ke střídavému hospodaření a samozřejmě období kolektivizace českého venkova v 50. až 60. letech; charakteristickým doprovodným rysem je vždy nápadné zvýšení půdní eroze.
- 2) **Období relativní, antropogenně podmíněné stabilizace krajiny**, úměrné stabilizaci daného výrobního způsobu, používaným technologiím, hustotě zalidnění, s relativně ustálenými antropogenními vstupy do krajinného systému – např. primitivní stěhovavé zemědělství po většinu neolitu, feudální hospodářství v 16. století, nebo zemědělská malovýroba českého venkova do poloviny 20. století.
- 3) **Období (dočasného, ale místně i trvalého) zvratu ve vývoji při dočasném (někdy trvalém) snížení antropického tlaku na krajinu**, jehož výsledkem je **přírodní stabilizace krajinného systému** tím, že člověk uvolní prostor pro uplatnění přírodních autoregulačních mechanismů (sukcese) – příkladem je pokles obdělávané plochy a spontánní zalesnění naší krajiny v době stěhování národů, v 17. století v průběhu a po skončení 30leté války, v pohraničí po r. 1945 po odsunu německého obyvatelstva, ale od 50. let místně i ve vnitrozemí na plochách nevhodných pro zemědělskou velkovýrobu.

9.2.3 Ekologické důsledky

Mnohé důsledky a způsob antropogenního ovlivnění přírodních procesů byly již uvedeny v předchozích částech. Podívejme se nyní na klady a zápory lidské činnosti v krajině především z hlediska vývoje krajinné a biotické rozmanitosti. Kultivace přírodní krajiny v průběhu holocénu sice narušila až potlačila přírodní vývoj, vytvořila však zároveň krajinu s pestrým souborem více či méně antropicky ovlivněných stanovišť, která poskytla vhodné životní podmínky druhům, jež by v ryze přírodním lesním prostředí nemohly na našem území existovat. Kultivace krajiny tedy převážně zvýšila heterogenitu původní přírodní krajiny a tím zvýšila i její druhovou a ekosystémovou biodiverzitu.

Řadu antropických vlivů lze označit jako disturbance (odlesnění, spásání a sešlapávání vegetace, prosvětlování lesů, antropogenně zrychlená eroze). Tyto disturbance působily jako přídatný ekologický faktor k dosavadním vlastnostem přírodních biotopů a měly za následek jejich rozrůznění. Konkrétním mechanismem rozrůznění zde byla především vodní eroze půdy, která přispěla na jedné straně k vytvoření minerálně ochuzených, neúrodných stanovišť se specifickým souborem organismů (suché trávníky, xerothermní stepi, iniciální sukcesní stádia na erodovaných plochách), na druhé straně ke vzniku obohacených, rumištních stanovišť, která se stala domovem převážně nepůvodních druhů polních plevelů.

Vedle posílení rozmanitosti biotopů v krajině měl na růst biodiverzity příznivý vliv i způsob využívání krajiny. Vzniklá maloplošná mozaika kontrastních krajinných složek měla v lokálním a regionálním měřítku jedinečný charakter, protože zvýraznila přirozené rozdíly mezi krajinami (diferencované způsoby obdělávání, vývoj a používání místních „krajových“ odrůd). Biodiverzita v krajině tak plynule stoupala až do 18. století, kdy bylo dosaženo v Evropě maxima ekologické rozmanitosti krajiny a na ni vázané druhové rozmanitosti. Teprve s nástupem průmyslové revoluce, používáním průmyslových hnojiv (která smazávají rozdíly v přirozené úrodnosti – mineralizace stanovišť) dochází k zahájení velkoplošné nivelizace hospodaření v krajině, sjednocování hospodářských systémů a smazávání regionálních rozdílů. V lesním hospodaření začínají skutečně výrazné negativní zásahy do přírodního prostředí přeměnou původních listnatých a smíšených lesů na jehličnaté monokultury, které z hlediska striktně přírodovědného již nejsou lesem v pravém slova smyslu, nýbrž plantážemi, jak dokazuje ohromné snížení jejich biodiverzity (LOŽEK, 1993). Srovnatelný význam mělo velkoplošné odvodňování zamokřených půd a zemědělská rekultivace zemědělsky neplodných půd (rašelinišť, mokřadů). Ze sledovaného hlediska biodiverzity jen kontinuita tradičních hospodářských způsobů (extenzivní vypásání suchých trávníků – Mohelnská step, kosení květnatých luk – Bílé Karpaty, Krkonoše) a podpora regionálních rozdílů by mohly udržet druhové bohatství předindustriální kulturní krajiny. Přerušení této kontinuity, nivelizace hospodaření na rozsáhlých plochách znamená rychlou degradaci biodiverzity v krajině.

9.2.4 Současné a očekávané změny v české venkovské krajině

V současné době se naše krajina opět mění. V souladu s analýzou tzv. „driving forces“, hybných sil vývoje, které se po roce 1989 změnily, se také vývoj české venkovské krajiny začal ubírat novým směrem. Soukromé vlastnictví půdy, podmínky volné soutěže při nadprodukcí potravin v Evropě, konec státních dotací na zemědělskou produkci, naopak podpora útlumu, zalesňování a zatravnění – to vše je příčinou současných i očekávaných změn v krajině. Naše venkovská krajina se nyní nachází opět v jednom z uzlových bodů svého vývoje, tentokrát charakterizovaným snížením antropického tlaku na krajinu. Je otázkou, kde se bude jednat o snížení pouze dočasné a ve kterých oblastech může být útlum dlouhodobý nebo snad trvalý.

Předchozí, ekologicky silně nepříznivý vývoj venkovské krajiny, se od roku 1990 zastavil. První následky současného vývoje jsou viditelné již pouhým okem: zalesňování, většinou v horských a vrchovinných oblastech, které je zde prolongací už předchozího vývoje, zatravnění, které je v závislosti na úrodnosti půdy místně rovněž značně rozdílné, a opuštěné nevyužití plochy zarostlé společenstvy ruderalních plevelů, někde dokonce na úrodné půdě z důvodu rozpadu státních statků, změny vlastnických poměrů apod. Z ekologického hlediska je velmi příznivé výrazné, až čtyřnásobné snížení objemu chemického hnojení, pesticidů a herbicidů, které se okamžitě projevilo ve zlepšení kvality malých vodních toků v zemědělské krajině a ve zvýšení její biodiverzity. V krajině můžeme opět vidět koroptve, křepelky, větší množství motýlů a jiného hmyzu. Pokles v užívání chemikálií má ovšem pouze ekonomické důvody (zvýšení cen) a může být pouze dočasný.

Celková hrubozrná struktura naší venkovské krajiny, která si v typologii evropských kulturních krajin vysloužila název „collective openfields“, se zatím nijak podstatně nezměnila, poněvadž odpovídá používaným technologiím i celkovému evropskému trendu zvětšování obdělávaných pozemků. Pouze místně, v blízkém okolí vesnic jsou vidět jemné struktury políček určených převážně k samozásobení.

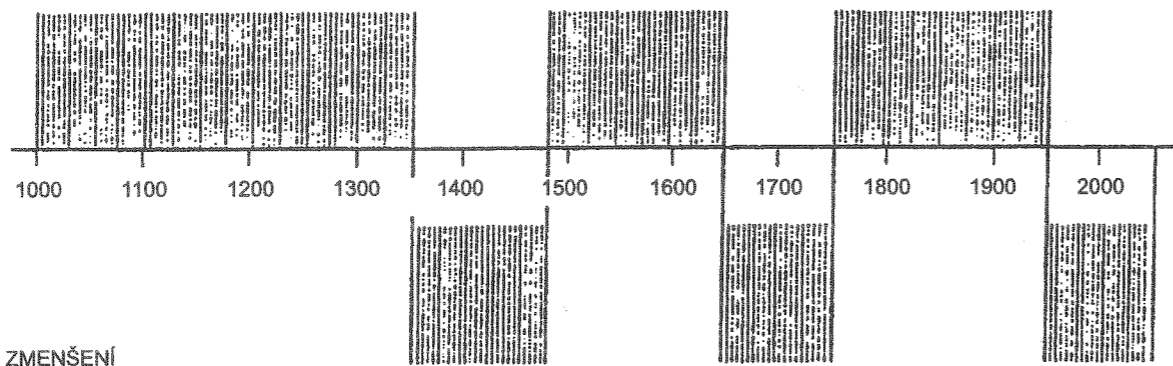
Změnu v trendu vývoje využití půdy ve prospěch luk a pastvin je však možné sledovat i statisticky, přestože statistická evidence trvale zaostává za skutečností. Tabulka ukazuje poprvé po dlouhé době pozitivní zvrát ve vývoji výměny trvalých travních porostů. Ve skutečnosti bychom našli ještě více opuštěných a spontánně zarůstajících ploch.

Útlumový program českého zemědělství odhadoval již v roce 1992, že přibližně 15 % zemědělského půdního fondu bude dočasně nebo trvale vyřazeno ze zemědělského využívání. Současně probíhající i v blízké době očekávané změny v naší krajině musí být nahlíženy v kontextu evropského vývoje. V podmínkách nadprodukcí potravin a nerentabilnosti jejich produkce je v celé Evropě aktuální pokles výměry orné půdy, zatravnění a zalesnění. V západní Evropě probíhá tento útlum doprovázený mnoha diskusemi již delší dobu. Přiložené schéma ukazuje, že se nejedná o výjimečný jev ani v historickém kontextu.

Vývoj využití půdy v České republice v letech 1900 – 1995 v %

	1900	1948	1968	1989	1995	Změna 1968-89	Změna 1989-95
orná půda	51,7	44,8	42,3	41,1	39,5	-1,2	-1,6
louky a pastviny	14,3	13,6	11,9	10,4	11,5	-1,5	+1,1
ZPF celkem	67,5	60,2	56,8	54,5	53,9	-2,3	-0,6
lesní půda	28,6	30,5	33,0	33,3	33,3	+0,3	+0,0

ROZŠÍŘENÍ



Obr. 16: Cykly ve vývoji zemědělské půdy v Evropě od r. 1000

Je velmi obtížné odpovědět na otázku, jaké procento zemědělské půdy bude k dispozici pro útlum. V zemích Evropské unie se mluví o patnácti procentech, nyní se v Německu uvádí až 25 %. V Portugalsku se 75 % zemědělské půdy potýká s problémy marginalizace a ekonomické neefektivnosti. Vývoj je a bude regionálně značně rozdílný. Na rozdíl od intenzivně využívaných ploch orné půdy v nížinách Belgie, Nizozemí, Francie nebo severní Itálie jsme svědky tisíců hektarů opuštěných, nevyužívaných nebo zalesňovaných pozemků v německých středohorách, v Ardenách, francouzském Massif Central nebo v Irsku. Velké regionální rozdíly budou existovat také u nás. V souladu s přírodními podmínkami, trvalými rozdíly v podnebí a úrodnosti půdy lze logicky očekávat **územně diferencovaný vývoj**:

1. V **nejúrodnějších oblastech** (Polabí a dolní Poohří, Haná, jižní Morava) bude převládat intenzivní zemědělství, rentabilní a konkurenceschopné; zalesnění a zatravnění zde bude minimální, ale je nutné je podporovat alespoň v rámci lokálních ÚSES a v zájmu stabilizace krajiny.
2. V **pahorkatinách a vrchovinách** dojde ke zvýšení podílu luk a pastvin, k zalesnění na svažitéch plochách, přednostně v PHO vodních zdrojů (např. Vír, Želivka), ke zvýraznění mimoprodukčních funkcí venkovské krajiny; šance pro zemědělství a udržení kulturního stavu zemědělské krajiny může být v pastevním chovu dobytka, pěstování kvalitních brambor, případně v částečném přeorientování na nepotravinářskou produkci (v obilovinách bude velká konkurence i z východoevropských zemí), neobejde se však bez dotací hospodařícím zemědělským subjektům.
3. **Horské a podhorské oblasti**, z hlediska zemědělství vždy problematické, se nevyhnou masivnějšímu zalesnění; částečným řešením, ale rozhodně ne samospasným, může být rozvoj ekoagrotistiky.

Celá Evropa hledá v současné době efektivní řešení ekonomicky i ekologicky únosného využívání krajiny. Vesměs se všude zvyšuje zalesnění, které posiluje ekologickou stabilitu krajiny, omezuje erozi půdy, zlepšuje kvalitu vody a snižuje rozkolísanost režimu vodních toků. Přes tato pozitiva ekologové upozorňují, že zalesnění by nemělo být univerzálním řešením útlumu zemědělství a relativního přebytku zemědělské půdy. V našich podmínkách se nemusíme obávat většího zalesnění (a zatravnění)

např. rozorané a erodované Českomoravské vrchoviny nebo Středočeské pahorkatiny, samozřejmě za předpokladu cílené ochrany cenných nelesních biotopů (květnaté louky, suché trávníky, vlhké louky) i celkového krajinného rázu. Z hlediska trvalé udržitelnosti využívání krajiny představují největší ohrožení tlaky na vysoce komerční nezemědělské a nelesní využití, jichž jsme dnes svědky v okolí každého města (rezidenční bydlení), ale i v málo narušené krajině jako je Novobystřická vrchovina (plán výstavby rekreačního parku Rajchětov). Jejich realizace by znamenala, na rozdíl od zalesnění nebo zatravnění, trvalý a nevratný zábor půdy. K němu bohužel dochází také nezbytnou výstavbou dopravních linií, (dálnice, rychlodráhy), které znamenají další fragmentaci stanovišť v krajině.

Jiného druhu mohou být **globální změny prostředí** způsobené očekávaným globálním oteplením Země v průběhu 21. století. V případě zvýšení průměrné teploty o předpokládaných 2 – 5° C by došlo k dalekosáhlým změnám v celé naší krajině, ke značnému ústupu smrku a posunu vegetačních pásem o 300 – 500 m výše. Problémem je očekávaná rychlost změn, která přesahuje možnosti adaptace a sukcese přirozené vegetace. Třebaže ohledně budoucího vývoje panuje mnoho nejistoty a vedle trendu oteplování existují i tendence opačné, předpovědi řady vědců jsou varující. V krajinném plánování, lesnictví, zemědělství i vodním hospodářství je nutné s globálním oteplením a jeho globálními následky počítat jako s reálnou alternativou.

9.2.5 Využití historických podkladů pro sledování vývoje kulturní krajiny

Pro stará období od neolitu přes středověk až k počátkům novověku v 16. – 17. století chybějí mapové nebo statistické podklady pro sledování vývoje krajiny. Vývoj a charakter kulturní krajiny v tomto období se dovozuje nepřímo s využitím řady historických studií, archeologických nálezů, rozborů sedimentů a pylových zrn, z nichž můžeme usuzovat na charakter přirozené i kulturní vegetace, strukturu pěstovaných plodin a průběh přírodních procesů.

Pro novější období zhruba od 17. – 18. století již existuje řada mapových děl, která názorně ukazují proměny české kulturní krajiny a umožňují provést podrobnou rekonstrukci jejího vývoje.

Prvním mapovým dílem, které existuje v jednotné podobě pro celé Čechy a lze je využít pro sledování vývoje krajiny, je **Müllerova mapa Čech** vydaná r. 1723 v měřítku 1:132 000. Topografický obsah mapy rozříděný do mnoha podrobností ukazuje především množství rybníků a rozšíření lesů, značně odlišné od dnešního stavu. Z 18. století existují dále podrobné mapy některých šlechtických panství a velkostatků.

Další jednotný mapový soubor, existující pro celé státní území, tvoří mapy I., II. a III. vojenského mapování. Barevné mapy I. (josefského) mapování v měřítku 1:28 800, které vznikaly v letech 1763-87, jsou uloženy v Kriegsarchivu ve Vídni. U nás existují jejich černobílé, nepříliš kvalitní fotografické odvozeniny. Některé okresy však v poslední době využily možnosti pořídit přímo ve Vídni barevné kopie map. Doprovodné popisy terénu (krajiny) a všech obcí nebyly nikdy zveřejněny a jsou uloženy rovněž ve Vídni. Mapy II. (Františkova) vojenského mapování (1842-52 existují u nás pouze v podobě speciálních map měřítka 1:144 000. III. vojenské mapování 1874-80) zavedlo nové měřítko 1:25 000. Originály topografických sekcí jsou barevné s rozlišením vodstva, luk, pastvin, zahrad a lesů a podávají dobrý přehled o struktuře tehdejší krajiny.

Jedinečný soubor podrobných map tvoří **mapy stabilního katastru** v měřítku 1:2 880, které vznikaly podle přesného katastrálního vyměřování v letech 1825-1843. Umožňují historickou rekonstrukci vývoje české krajiny v libovolném územním detailu za období uplynulých nejméně 150 let.

Pro období posledních 40 – 60 let jsou nejvhodnějším materiálem, dokládajícím detailní vývoj krajinné struktury, **černobílé letecké snímky** z archivu Vojenského topografického ústavu. Od 30. let pokrývají celé státní území a jsou pravidelně obnovovány v intervalu 5 – 7 let. Od 80. let lze použít také **letecké multispektrální, barevné a barevné infračervené snímky**, které ale zdaleka nezahrnou celé území státu. Nejnověji je potom Česká republika opakovaně snímkována z automatických družic (LANDSAT, SPOT, METEOR-PRIRODA) i z pilotovaných kosmických lodí.

Mezi důležité podklady o vývoji využívání naší krajiny můžeme zařadit 4 **zemské pozemkové katastry**:
berní rula (1653-56)
tereziánský katastr rustikální a dominikální (1713-57)
Josefský katastr (1785-89)
stabilní katastr (1817-43)

Jsou zpracované v jednotné podobě pro celé území Čech a umožňují sledovat stav a vývoj využití půdního fondu ve významných obdobích od pol. 17. století do pol. 19. století. **Berní rula** je podrobným, byť ne zcela přesným dokladem o stavu české krajiny bezprostředně po 30leté válce. Zaznamenává stav největšího vylidnění, hlubokého ekonomického rozvratu a zpusnutí zemědělské krajiny. **Tereziánský katastr** dokládá naopak zhruba 100 let trvající obnovu řádné kultivace a vytvoření české barokní krajiny. Údaje o tehdejší průměrné bonitě půdy vyjadřují přírodní potenciál daného katastrálního území pro rostlinnou výrobu v době, kdy člověk mohl jen velmi málo ovlivňovat přirozenou úrodnost půdy. **Josefský katastr** vychází poprvé z geometrického měření pozemků bez ohledu na vlastnické poměry. **Stabilní katastr** je založen na přesném geometrickém proměření všech pozemků a poprvé bez výjimky klasifikuje všechny formy využití půdy, které jsou srovnatelné i s dnešními kategoriemi statistiky půdního fondu. Poprvé také vstupuje do sídelního intravilánu a měří plochu zástavby, cest, zahrad stejně jako výměru vod a neplodné půdy. Zaznamenává důležitý mezník ve vývoji české venkovské krajiny – období, kdy bylo mnohde dosaženo nejnižší historické výměry lesů, konec trojpolního systému hospodaření a převládnutí střídavých soustav i v zemědělské malovýrobě.

Využití půdy a krajiny na přelomu 19. a 20. století je doloženo v **Lexikonu obcí pro Čechy a Moravu (1905)**, zpracovaném na základě výsledků sčítání k 31.12.1900.

Na přírodovědecké fakultě UK v Praze byla vybudována databáze historických dat o využívání půdního fondu pro všech cca 13 000 katastrálních území v klíčových časových horizontech let 1845, 1948 a 1990. Současná data o využívání půdy jsou součástí neustále aktualizovaných databází TERPLANu, katastrálních úřadů, okresních úřadů i jiných institucí.

Využití půdy (land use) a jeho minulým, současným i budoucím změnám je věnována mimořádná pozornost v celé Evropě, neboť jsou vlastně zrcadlem stavu společnosti, odrazem ekonomických, technologických, sociálních a politických podmínek. Využití půdy vytváří sekundární strukturu krajiny a má dominantní vliv na průběh a fungování krajinných procesů (toků materiálů, energie, druhů).

Z jiných archívních materiálů je možné individuálně a místně využít staré **obecní kroniky, pamětní knihy obcí a urbáře**, které obsahují nesystematizované údaje např. o zalesňování, živelných pohromách, záplavách apod. Mohou být vodítkem k poznání minulého stavu krajiny, poněvadž však nejsou založeny na exaktních měřeních, projevuje se v nich subjektivní pohled a tendence zveličovat katastrofální přírodní jevy.

LITERATURA K ČÁSTI 9:

- Bork H.R.: Bodenerosion und Umwelt. Braunschweig, 1988
Ekologické aspekty změn v kulturní krajině. Příloha časopisu Veronica, Brno, 1995, č. 4
Horký J.: Vývoj kultivace české krajiny.-In: Architektonická a urbanistická hlediska krajinářské tvorby. Praha, ČSVTS, 1990, s. 82-88
Jeleček L.: Zemědělství a půdní fond v Čechách ve 2. polovině 19. století. Praha, Academia, 1985
Lipský Z.: Analýza dlouhodobého vývoje krajiny a její využití pro obnovu ekologické stability. IAE VŠZ, Kostelec n.Č.l., 1992
Lipský Z.: Změna struktury české venkovské krajiny. Sborník ČGS, 99(1994):4:248-260
Lipský, Z.: Land use changes and their environmental consequences in the Czech landscape. In: Jongman, R.H.G. (ed.): Ecological and landscape consequences of land use change in Europe. Tilburg, ECNC, s. 350-360
Ložek V.: Příroda ve čtvrtohorách. Praha, Academia, 1973
Ložek V.: Současná krajina ve světle svého vývoje. Vesmír, 69(1990):9:517-524
Ložek V.: Limity a cíle renaturace z hlediska vývoje krajiny ve čtvrtohorách. Životné prostredie, 27(1993):3:120-123
Míchal I.: Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 1992, 1994
Nožička J.: Přehled vývoje našich lesů. Praha, SZN, 1957
Stehlík O.: Vývoj eroze půdy v ČSR. Studia Geographica 72, Brno, 1981
Vašků Z.: Přirozená klimatická období. Vesmír, 67 (1988): 11:617:626

10 PROBLEMATIKA ČLENĚNÍ, TYPOLOGIE A KLASIFIKACE KRAJINY

10.1 Individuální a typologické členění

Cílem každého vědního oboru je poznání sledovaných objektů, jejich popis, třídění a klasifikace. V případě krajinné ekologie je tento úkol obtížnější nejméně ze dvou důvodů:

- 1) jedná se mladý obor, který si teprve vypracovává metody výzkumu a třídění,
- 2) předmětem studia je celá krajina, tedy objekt nesmírně složitý, dynamický a proměnlivý.

S krajinnou heterogenitou souvisí množství krajinných typů na Zemi. V jejich třídění a klasifikaci není jednotnost, protože v krajinné ekologii dosud neexistuje jednotný klasifikační systém krajin.

Každou krajinu je možné charakterizovat dvěma obecně odlišnými způsoby:

- 1) zvýrazněním svébytných individuálních vlastností, jimiž se daná krajina odlišuje od ostatních – vymezují se **individuální krajiny**, které se jinde nevyskytují a neopakují (např. krajina Polabí, krajina Českého krasu, krajina Českomoravské vrchoviny apod.),
- 2) hledáním všeobecných vlastností, které danou krajinu odlišují od okolí, ale spojují s krajinami podobných vlastností, které mohou odděleně existovat jinde – tímto způsobem se vymezují tzv. **typologické krajiny** nebo **typy krajin** (např. nížinaté, zemědělské, lesní, vrchovinné, krasové krajiny apod.).

Výsledkem uvedených dvou způsobů členění krajinného prostoru jsou **regionalizace** a **typizace** krajiny. Oba způsoby členění mají své opodstatnění i praktické aplikace: jsou nezbytným podkladem pro správné krajinné či územní plánování a krajinný management.

Příkladem individuálního členění je např.

- orografické, resp. geomorfologické členění reliéfu ČR v hierarchii provincie, soustava, podsoustava, celek, podcelek, okrsek, podokrsek,
- biogeografické členění ČR na provincie, podprovincie, bioregiony, biochory,
- regionálně fyto geografické členění ČR na oblast, obvod, okres a podokres,
- lesnické členění ČR na přírodní lesní oblasti.

Všechna výše uvedená individuální členění vycházejí pouze z určité dílčí charakteristiky (složky) krajiny (reliéf, biota, vegetace, fauna, lesní porosty), proto se hranice takto vymezených jednotek v krajině nemohou zcela shodovat. Je však charakteristické, že v mnoha případech jsou jednotky vymezené v různých členěních srovnatelné a navzájem zastupitelné, např. místo bioregionů je možno použít fyto geografické okresy, přírodní lesní oblasti nebo upravené geomorfologické celky. Společným znakem všech přírodních, resp. krajinných jednotek vymezených v individuálním členění je jejich jedinečnost, vyjádřená vlastním názvem (Žďárské vrchy, Polabí, Sudety atd.).

Příkladem typologických členění jsou např.

- hlavní typy reliéfu ČR: akumulární roviny, sníženiny (pánve, kotliny, brázdy, úvaly), pahorkatiny, vrchoviny, hornatiny,
- výškové vegetační stupně: dubový, bukovo-dubový, dubovo-bukový, bukový, jedlovo-bukový, smrkovo-bukovo-jedlový, smrkový, klečový, alpský,
- klimatické oblasti: teplá, mírně teplá, chladná.

Některá takto vyjádřená typologická členění jsou opět vzájemně zastupitelná, protože např. podnebí je vyjádřitelné vegetačním typem.

10.2 Sestupná a vzestupná typologie

FORMAN a GODRON (1993) naznačují obecný přístup k typologickému členění krajiny jako komplexního systému rozlišením sestupné a vzestupné typologie krajiny.

Sestupná typologie začíná rozlišením nejobecnějších krajinných jednotek nejvyšší hierarchické úrovně a sestupuje k jednotlivým nižším, detailněji stanoveným typům krajin. Autoři rozlišují 5 úrovní v sestupné hierarchii:

- hlavní klimatické pásy Země
- klimatické oblasti
- vegetační stupně (bioklimatické jednotky)
- geomorfologické jednotky
- vliv člověka

Metodicky je možné v sestupné typologii použít metodu superpozice tematických map – klimatických, vegetačních, půdních, lesnických či zemědělských. Tento způsob umožňuje zahrnout také řadu dalších sociálních a ekonomických faktorů, které mohou ovlivnit typologii krajiny na nejnižší hierarchické úrovni.

Vzestupná typologie vychází z konkrétních typů krajin na nejnižší hierarchické úrovni, které podle podobnosti sdružuje do obecnějších typů a skupin na vyšší (obecnější) hierarchické úrovni. Vzestupná typologie může využívat pro charakteristiku krajinných typů všechny známé charakteristiky krajiny, žádné nejsou předem vyloučeny. Protože ve skutečnosti existuje těchto charakteristik ohromné množství, je realizace uvedené metody v praxi velmi náročná, vyžaduje použití mnohorozměrné analýzy a statistického počítačového zpracování. Reálně používané metody typologie krajiny jsou proto obvykle značně jednodušší. Základní a nejobecnější je rozlišení na typy přírodní krajiny a typy kulturní krajiny.

Přírodní krajina je krajina v původní, člověkem neovlivněné a nezměněné podobě, která vznikla výhradně působením přírodních krajinotvorných procesů. Dnes je přírodní krajina omezena na nevelké plochy zemského povrchu v těžko přístupných oblastech, ale ani tam není zcela uchráněna před vlivem člověka.

Mapy přírodních krajinných typů, které jsou součástí řady národních atlasů, anebo byly vytvořeny jako samostatné tematické mapy, tak vlastně nezobrazují reálnou, nýbrž hypotetickou potenciální krajinu, jaká by v daném území existovala bez vlivu člověka. Použijeme-li zmíněné sestupné typologie, hierarchicky nejvyšší typy přírodní krajiny odpovídají základním biotům Země (polární pustiny, tundra, boreální jehličnatý les, listnatý a smíšený les mírného pásu, mediteránní krajiny, stepi, polopouště a pouště, savana, tropický les, rovníkový prales).

Příkladem **geografické typologie** přírodní krajiny na mnohem nižší hierarchické úrovni je mapa **Fyzickogeografické regiony ČSR** ze Souboru map fyzickogeografické regionalizace ČSR, vydaných Geografickým ústavem ČSAV v Brně v letech 1971-75. Fyzickogeografické regiony (= typy přírodní krajiny) jsou označeny čtyřmístným kódem, v němž první číslice vyjadřuje typ reliéfu podle výškové členitosti, druhá číslice označuje genetický typ reliéfu (tektonický, erozně akumuláční, denudační, ...), třetí klimatickou oblast a čtvrtá výškový vegetační stupeň. Výsledkem je výstižná přehledná mapa rozmanitosti typů potenciální přírodní krajiny na území naší republiky. Hranice mezi jednotlivými typy mají buď povahu ostrého rozhraní (v případě, že korespondují s vymezením geomorfologických jednotek), nebo postupného přechodu (pokud jde pouze o rozdílnost klimatickou a biogeografickou).

Ukázka mapy přírodních krajinných typů je také v Atlase životního prostředí a zdraví obyvatel ČSFR (1992). Určujícím činitelem územní diferenciací krajinných typů na našem území je převážně konfigurace reliéfu (jeho nadmořská výška a výšková členitost), jemuž se přizpůsobuje rozvrstvení mezoklimatu a vertikální uspořádání zón s charakteristickým půdním krytem, biotou (výškové vegetační stupně) a vodním režimem. Základní členění přírodní krajiny na území ČSFR vychází z typologického členění reliéfu a rozlišuje krajiny nížin (poříční roviny, terasy, sprašové plošiny a pahorkatiny, tabule) přibližně do 300 m n.m., krajiny pánví a kotlin, krajiny pahorkatin, vrchovin a hornatin. K tomuto

základnímu členění přistupuje v každé kategorii (typu krajiny) diferenciací v závislosti na podnebí, geologickém podloží (silikátové, flyšové, vulkanické, vápencové), půdním a vegetačním krytu. Výsledkem je systém 71 typů přírodní krajiny, které byly vymezeny na území bývalého Československa a znázorněny v měřítku 1:1 000 000.

Podrobnější mapy existují v národním atlasu Slovenska (Atlas SSR, 1980), kde je mapa geoeologických krajinných typů v měř. 1:500 000, mapa geoeologických typů středohorské krajiny v měř. 1:200 000 na příkladu Slovenského krasu, mapa geoeologických typů nížinaté krajiny v měř. 1:100 000 na příkladu Záhorské nížiny a mapa geoeologických typů kotlinové krajiny v měř. 1:30 000 na příkladu Žilinské kotliny.

Podobné metody typologie přírodní krajiny byly použity např. v Rumunsku (kde bylo vymezeno 98 typů přírodní krajiny, z toho 28 nížinatých, 46 plošinatých a pahorkatinných, 24 horských), Polsku, Německu, USA, Kanadě i jinde. Skandinávské země byly rozčleněny na 76 regionálních typů přírodní krajiny, založených primárně na vegetačních zónách a morfologii reliéfu.

10.3 Problematika klasifikace kulturní krajiny

Kulturní krajina je termín s širokým obsahem. Etymologicky primární význam slova kultura je kultivovaná země a začíná dávno ve starověku s rozvojem zemědělství. V současné době se pojem kulturní krajina používá pro všechny krajiny, na jejichž vývoji se kromě přírodních činitelů podílí také činnost člověka. Kulturní krajina na Zemi výrazně převládá, ačkoliv její charakter má mnohdy s kulturou v užším smyslu harmonie málo společného.

ŠTULC a GÖTZ (1993) rozlišují poněkud účelově a nejednoznačně 3 subtypy kulturní krajiny:

- 1) **Kultivovaná krajina** (vlastní kulturní krajina): krajina podstatně pozměněná (zkultivovaná) činností člověka, v níž je hospodářská činnost v relativním souladu s přírodními podmínkami. Krajina není přelidněná a přetechizovaná, vztah přírodních a antropogenních složek je relativně vyvážený, autoregulační schopnosti krajiny zůstaly zachovány. Příkladem jsou některé naše lesní a zemědělské krajiny – Šumava a Pošumaví, Třeboňsko, Valašsko, Českomoravská vrchovina, Pálava apod.
- 2) **Degradovaná krajina** (narušená kulturní krajina): stabilita krajiny je výrazně oslabena, přírodní složky a přírodní procesy vývoje zatlačeny antropogenní činností do defenzivy. Příkladem jsou hustě zalidněné urbanizované a částečně zprůměrněné příměstské oblasti, oblasti průmyslového zemědělství (skleníky, velkochovy) apod.
- 3) **Devastovaná (zpusťovaná) krajina**: přírodní struktura krajiny zcela přeměněná, přírodní složky krajiny zničené nebo zatlačené do marginálních poloh, nulová autoregulační schopnost krajiny. Příkladem jsou průmyslové aglomerace se soustředěním těžkého průmyslu a oblasti devastované těžbou nerostných surovin.

Jiné členění kulturní krajiny na krajinu obhospodařovanou, obdělávanou (kultivovanou), příměstskou a městskou jsme již zmínili v souvislosti s gradientem antropogenní přeměny krajiny (viz kap. 8).

E. HADAČ (1982) věren své botanické erudici vymezuje pro Českou republiku 5 skupin základních krajinných typů podle výškových vegetačních stupňů:

1. Skupina subalpínských krajinných typů
2. Skupina smrčinných krajinných typů hercynsko-sudetských
3. Skupina bučinných krajinných typů
4. Skupina doubravních krajinných typů
5. Skupina xerothermních krajinných typů ponticko-panonských

Každý z uvedených krajinných typů podle Hadače se vyznačuje kromě rozšíření v určité výškové zóně (klimatická podmíněnost) také specifickým souborem krajinných složek současné kulturní krajiny

a charakteristickými projevy lidské činnosti. Například pro skupinu bučinných krajinných typů jsou dnes příznačné smrkové monokultury a jenom zbytky původních bučin a bukové jedle, dále vodní nádrže, louky a pastviny, horská a podhorská pole bramborářského typu a menší sídla. Přestože Hadač zohledňuje rysy antropogenní přeměny krajiny, vychází jeho členění krajiny z jednoznačné preference přírodní biotické (vegetační) složky a zůstává tak pouze na prahu členění kulturní krajiny.

Současná krajina je dominantním způsobem ovlivněna činností člověka, především způsobem využívání půdního fondu, v různě dlouhém historickém vývoji. Způsob využití půdy a hospodaření v krajině se zásadně projevuje ve fyziognomii kulturní krajiny a musí se odrazit i v její typologii. V poslední době se často sestavují mapy využití krajiny středního měřítka (1:50 000 – 1:500 000) na základě interpretace družicových snímků. Podobná mapa s názvem Využití ploch se objevila v *Atlase životního prostředí a zdraví obyvatel ČSFR* (1992). Autoři uvádějí, že historickým vývojem se vytvořily na území ČR 4 základní funkční typy současné krajiny, které jsou definované prostorovou strukturou využití ploch:

- 1) **Lesní, luční a skalní krajina** tvořená zachovalými lesními komplexy, vysokohorskými loukami (u nás v nepatrné míře v Krkonoších a Hrubém Jeseníku) a holým skalním povrchem (na Slovensku v Tatrách).
- 2) **Zemědělsko-lesní krajina** tvořená subtypy krajiny lesně polní (Českomoravská vrchovina), lesně luční (podhůří) a lesně rybníčné (Třeboňsko).
- 3) **Zemědělská krajina** rozdělená na subtypy s výraznou převahou orné půdy (intenzívně obdělávané nížiny a pahorkatiny), s převahou nebo významným podílem travních porostů (některé vrchoviny a podhůří), dále s významným podílem sadů a vinic (jižní Morava, České středohoří), chmelnic (Žatecko) a rybníků (Českobudějovicko, Jindřichohradecko).
- 4) **Urbanizovaná a technizovaná krajina**, do níž jsou zařazeny rozsáhlé obytné a výrobní plochy v sídlech, plochy devastované těžbou (Podkrušnohoří) a možná diskutabilně také velké umělé vodní plochy (např. Lipno).

Výsledkem této typologie jsou uvedené **funkční typy současné krajiny** z hlediska antropogenního využívání, které však nelze ztotožňovat s komplexními **typy současné krajiny**. Ty mohou vzniknout teprve kombinací přírodních krajinných typů se současnými funkčním využíváním. Tímto způsobem je provedena typologie na mapě **Typy současné krajiny** v měřítku 1:500 000 v národním Atlasu Slovenska (1980), která sice rozlišuje také podobné základní kategorie (průmyslově technizovaná, zemědělská, lesní a vysokohorská krajina), ale ty jsou dále podrobně rozděleny na typy a subtypy v závislosti na reliéfu (nížinné, kotlinové, pahorkatinné, vrchovinné, horské, krasové), typu osídlení (městské, venkovské soustředěné, rozptýlené, sporadické, neosídlené) a způsobu využívání půdy (orné, luční, lesní, kombinované). Mapa ukazuje velikou rozmanitost typů a subtypů současné krajiny – mnoho desítek jenom na území Slovenska – a jejich rozhodující závislost jak na přírodní fyziognomii (reliéfu), tak na způsobu současného využívání.

Nejnověji měla být na základě národních podkladů (využití půdy, přírodní krajinné typy) zpracována mapa se zvláštním názvem **Ekologie využívání krajiny ve střední Evropě** v měřítku 1:1 500 000 (pod redakcí polského geografa A. Richlinga) pro tzv. **Atlas východní a jihovýchodní Evropy**, vydávaný rakouským Institutem pro východoevropská studia. Autor však zůstal v půli cesty a výsledkem jsou dvě samostatné mapy (A-Krajinné jednotky (=přírodní krajinné typy), B-Využívání půdy), aniž by došlo k jejich výsledné syntéze.

Anglický **Institute of Terrestrial Ecology (ITE)** vyvinul metodu klasifikace britské krajiny založenou na vyhodnocení čtverců o ploše 1 km². Jedná se o metodu objektivní matematické klasifikace, která vyhodnocuje existující data o využití půdy, aktuální a potenciální vegetaci, půdách a morfologii reliéfu. Na území Velké Británie bylo touto metodou rozlišeno 32 typů krajiny (land classes). Výsledky klasifikace založené na využití metod GIS nacházejí rozsáhlé uplatnění v různých modelových studiích, při hodnocení potenciálu krajiny, monitorování a hodnocení změn ve využití půdy, zalesňování, regionálním plánování a managementu krajiny na regionální a národní úrovni.

Jiným pokusem o **paneurospou klasifikaci a typologii kulturních krajiny** je práce J. MEEUSE, publikovaná ve zprávě o stavu životního prostředí v Evropě (**EUROPE'S ENVIRONMENT**, 1995).

Zpráva konstatuje, že bohatost a rozmanitost evropských krajiny je význačným rysem našeho kontinentu. Přitom jen velmi málo z nich může být klasifikováno jako přirozené nebo polopřirozené krajiny. Převážná většina evropských krajiny je dominantním způsobem ovlivněna činností člověka trvající již mnoho staletí až tisíciletí. V závislosti na různém pojetí funkce lesů a tundry pokrývá člověkem přetvořená kulturní krajina 70 – 90 % území Evropy, přičemž kolem 45 % evropského území je využíváno pro zemědělské účely. Paneurospou krajinná typologie podle MEEUSE se zakládá na kombinaci různých způsobů využití půdy a přírodních podmínek. Krajinné typy jsou identifikovány podle klimatu, který se odráží v potenciální přirozené vegetaci, podle reliéfu, využívání krajiny a důležitá role je přisouzena vizuálnímu aspektu krajinné scenérie. Mimo toto schéma jsou rozlišeny charakteristické regionální typy krajiny.

Výsledkem klasifikace je vymezení 30 krajinných typů evropského významu, které lze rozdělit do několika kategorií podle následujících kritérií:

- 1) Krajinné typy podmíněné podnebím a potenciální přirozenou vegetací: tundra, tajga a lesní krajiny, step, aridní krajiny
- 2) Krajiny výrazně ovlivněné reliéfem: vrchoviny a hornatiny
- 3) Krajinné typy vymezené podle stupně uzavřenosti a otevřenosti scenérie: uzavřené „bocage“, „semi-bocage“ a otevřené „openfields“
- 4) Regionální krajiny: coltura promiscua, montados, delta, huerta, polder, kampen.

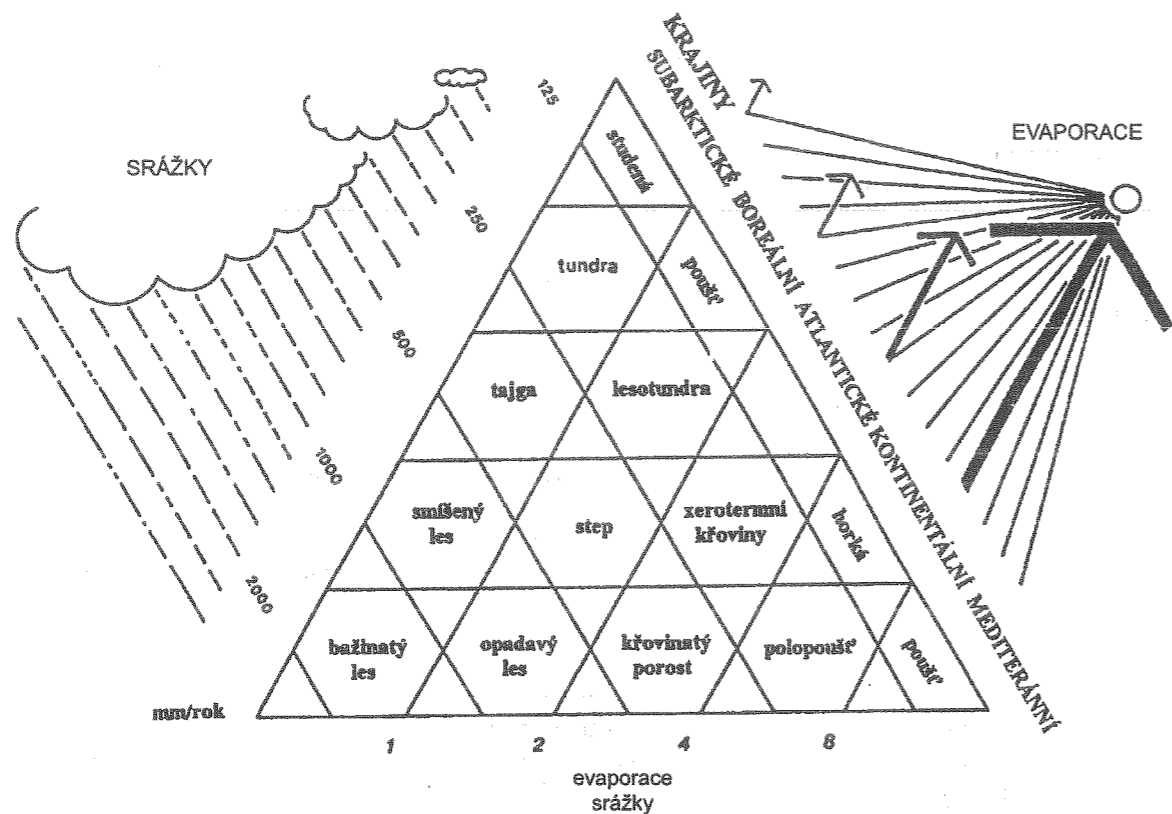
Pomocí tzv. Holdridgova diagramu (obr. 17) je možné názorně vyjádřit vztah mezi podnebím a potenciálním přírodním typem vegetace v závislosti na teplotě a humiditě resp. ariditě podnebí. V pěti evropských klimatických pásech tak může být identifikováno 12 typů krajiny podle potenciální přirozené vegetace. Diagram je přirozeně pouze schematický, poněvadž nevyjadřuje neopominutelný vliv člověka a reliéfu na vegetaci. Druhý, upravený Holdridgův diagram kombinuje podnebí a vegetaci s krajinnou scenérií (obr. 18).

Diagram na obr. 19 vyjadřuje krajinné typy ovlivněné činností člověka v závislosti na reliéfu: krajinný typ nazvaný delta v nejnižší terénní poloze spojené se záplavami, podobně huerta závislá na umělém zavlažování, terasové krajiny a „semi-bocage“ v členitém reliéfu s příkrými svahy, které se člověk snaží chránit před vodní erozí.

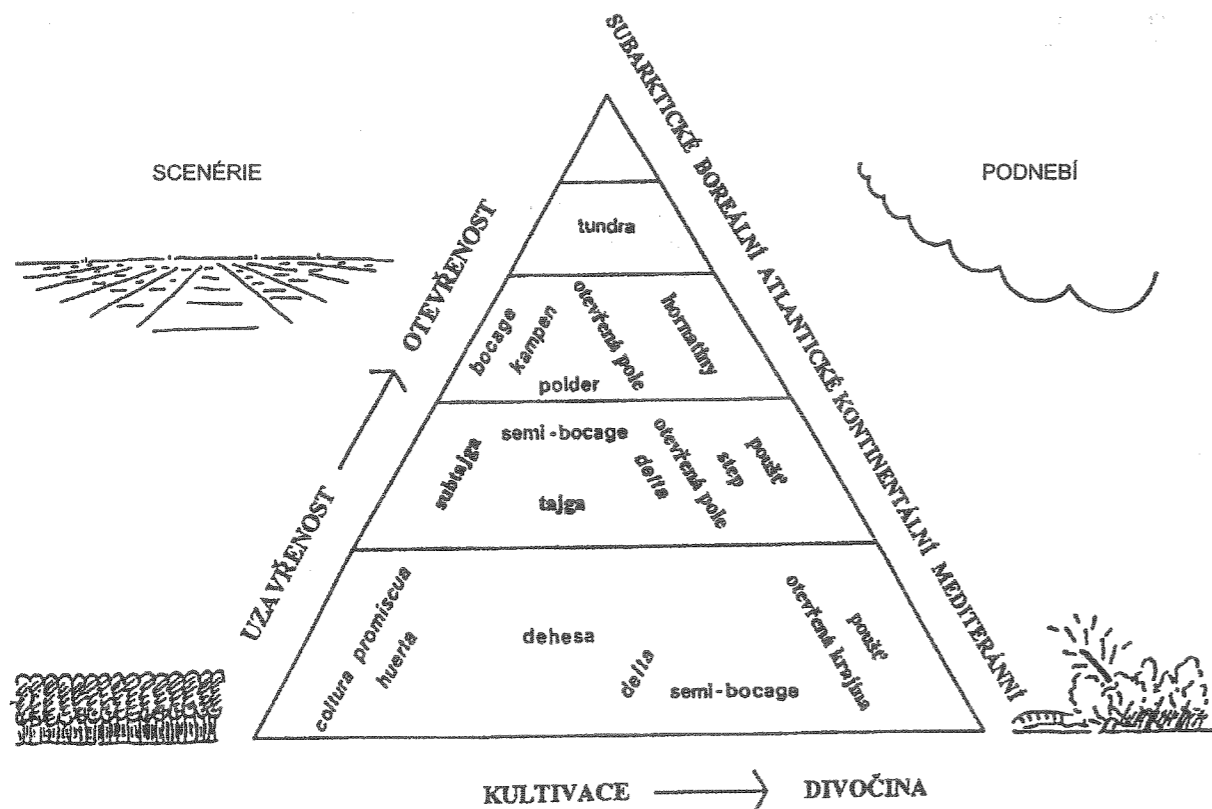
Geografické rozšíření vymezených 30 krajinných typů je vyjádřeno v mapě malého měřítka a jejich hlavní charakteristiky, které se týkají reliéfu, současné vegetace, využití půdy, celkového charakteru a trendu vývoje, jsou uvedeny v příložené tabulce. Jednotlivé typy krajiny jsou navíc přiblíženy jednoduchými kresbami, které zdůrazňují význam vizuálního aspektu krajinné scenérie. Podle potřeby, v závislosti na podrobnosti měřítka a požadavku konkrétní aplikace, mohou být uvedené typy rozděleny na mnoho krajinných subtypů. Paneurospou klasifikace nemohla obsáhnout některé regionální nebo umělé krajiny ani pásovité či lineárně rozšířené pobřežní a poříční typy krajiny, které není možné vyjádřit v daném měřítku mapy. Nevěnuje rovněž pozornost urbánním nebo průmyslovým krajinám a ve větší míře ani lesním krajinám. Je zaměřena přednostně na aspekt evropské kulturní venkovské krajiny, která je výsledkem různě dlouhého historického, kulturního, sociálního a ekonomického vývoje společnosti a je možné ji považovat za součást evropského kulturního dědictví.

Skutečnost, že většina evropských krajiny je výsledkem činnosti člověka, je zároveň činí náchylnými ke změnám. Kulturní krajina se kontinuálně vyvíjí a mění, řada regionálních typů krajiny již zanikla nebo jsou v současné době ohroženy. MEEUS shrnuje hlavní procesy, které dnes ohrožují kontinuitu evropské kulturní krajiny:

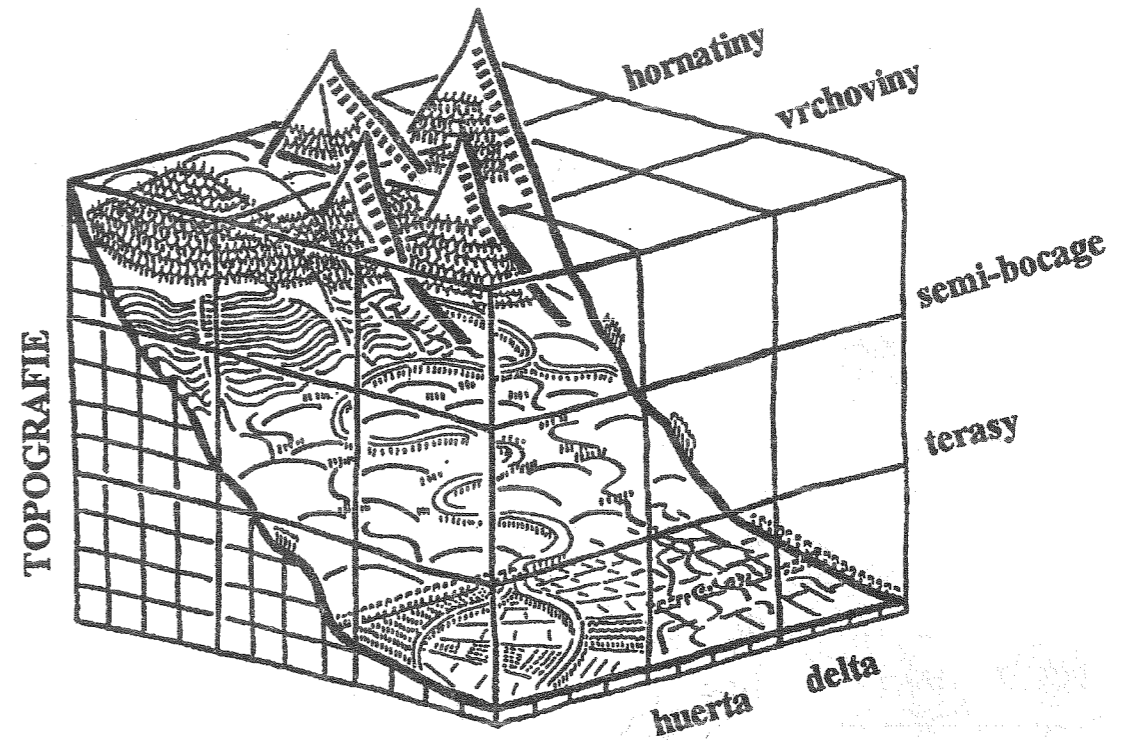
- intenzifikace zemědělství
- marginalizace a opuštění zemědělského obdělávání
- rozšiřování měst
- unifikace staveb, materiálů, technologií
- rozvoj dopravní infrastruktury
- turistika a rekreace
- těžba surovin
- znečištění ovzduší, vody a půdy



Obr. 17: Holdridgův diagram znázorňující vztahy mezi růstovými podmínkami vegetace, zejména dostupností vody v závislosti na poměru evaporace a srážek (podle MEEUSE, 1995)



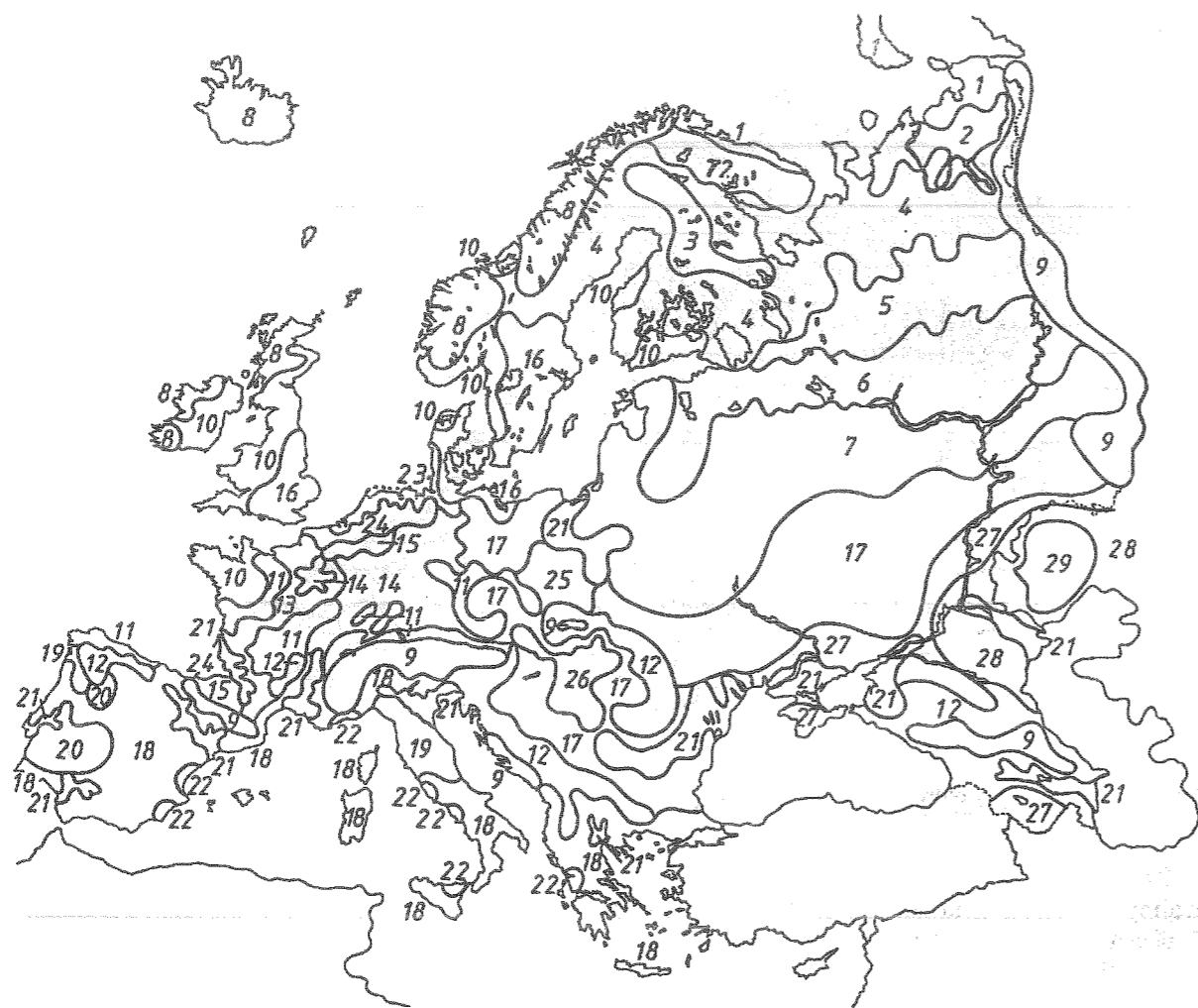
Obr. 18: Upravený Holdridgův diagram kombinující podnebí, stupeň kultivace a krajinnou scenérii (podle MEEUSE, 1995)



Obr. 19: Krajinné typy ovlivněné činností člověka v závislosti na reliéfu (podle MEEUSE, 1995)

Zmíněné procesy a tlaky na krajinu mají za následek degradaci a úbytek přírodních a kulturních hodnot krajiny, smazávání regionálních rozdílů, snížení biodiverzity a oslabení vztahu mezi člověkem a krajinou. Současný vývoj využívání krajiny má dvě hlavní protichůdné tendence: intenzifikace a marginalizace. Obě však vedou k celkovému snížení krajinné diversity a biodiverzity a ke snižování rozdílů mezi evropskými krajinnými typy. Krajiny typu bocage, montados, coltura promiscua, semi-bocage a kampen ztrácejí svůj charakter – keře, stromy, živé ploty a polopřirozené biotopy. Horské a vrchovinné oblasti jsou ohrožené přerušením kontinuity zemědělského obdělávání. Zalesňování smrkovými monokulturami nebo dokonce cizokrajnými dřevinami, v nižších polohách případně topoly a eukalypty, má opět za následek homogenizaci krajiny a ztrátu biodiverzity. Ochrana krajiny se potýká s problémem, že ve smyslu klasické ochrany by měla udržovat určitý stav a krajinnou scenérii, které jsou výsledkem specifické činnosti člověka a odrážejí historicky a ekonomicky podmíněné využívání zdrojů krajiny. V tom případě by požadavek ochrany krajiny zahrnoval i nereálné a nepřijatelné cíle ochrany dřívějších ekonomických způsobů jejího využívání. To je možné pouze na omezených plochách, v jakýchsi skanzenech krajiny. Celoplošně se ochrana krajiny musí zaměřit na management krajiny, který by měl zabránit poškozování přírodních a kulturních hodnot krajiny a zahrnovat i činnosti, které mohou eventuálně krajinu pozměňovat a vytvářet nové hodnoty.

Některé kulturní i převážně přírodní krajiny a lokality mimořádné hodnoty mohou být zapsány do seznamu světového dědictví. V současné době je v Evropě na tomto seznamu 20 míst vynikající přírodní a kulturní krajinné hodnoty. Jsou mezi nimi např. pohorí Pirin a Durmitor, Dunajská delta, Plitvická jezera, Ohridské jezero, skupina klášterů a skalních útvarů v Meteore, poloostrov Athos, Bělověžský prales, Kotorská zátoka nebo záliv a ostrov Mont-Saint-Michel. Vedle těchto jedinečných a neopakovatelných krajin se ovšem diskutuje také o možnosti posílení ochrany běžných typů evropské venkovské kulturní krajiny.



Terasové krajiny (typ č. 30) nemohly být vyjádřeny v měřítku mapy

TUNDRAS

- 1 arctic tundra
- 2 forest tundra

TAIGAS

- 3 boreal swamp
- 4 northern taiga
- 5 central taiga
- 6 southern taiga
- 7 subtaiga

HIGHLANDS AND MOUNTAINS

- 8 nordic highlands
- 9 mountains

BOCAGES

- 10 atlantic bocage
- 11 atlantic semi-bocage
- 12 mediterranean semi-bocage

OPEN FIELDS

- 13 atlantic open fields
- 14 continental open fields
- 15 aquitaine open fields
- 16 former open fields
- 17 collective open fields
- 18 mediterranean open land

REGIONAL LANDSCAPES

- 19 coltura promiscua
- 20 montados/dehesa
- 21 delta
- 22 huerta
- 23 polder
- 24 kampen
- 25 poland's strip fields

STEPPES

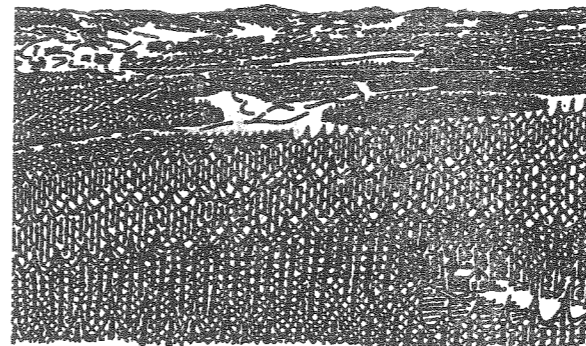
- 26 puszta
- 27 steppe

ARID LANDSCAPES

- 28 semi-desert
- 29 sandy-desert

Obr. 20: Typy evropských krajín podle MEEUSE (1995)

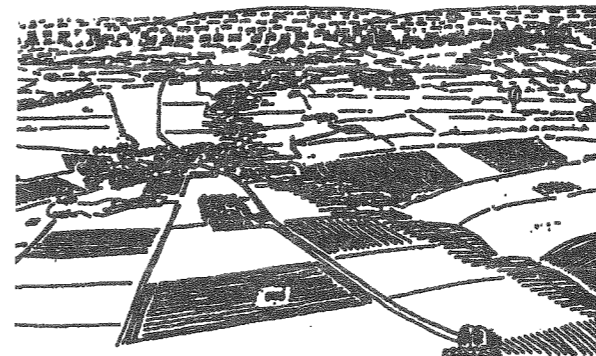
Severní tajga, střední Švédsko



Bocage, Bretagne (Francie)



Former openfields, východní Dánsko



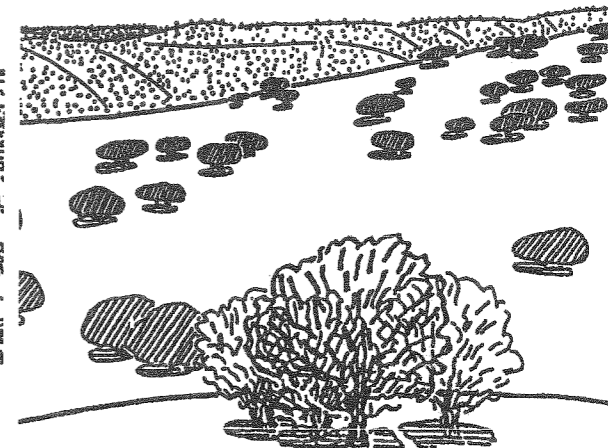
Kampen, Flandry (Belgie)



Coltura promiscua, severní Portugalsko



Polopoušť, Příkaspíco (Rusko)



Obr. 21: Obrazová ilustrace některých typů evropských krajín (podle MEEUSE, 1995)

- Bunce R.G.H. a kol.: ITE Merlewood Land Classification of Great Britain. ITE, Merlewood, 1991
 Hadač E.: Krajina a lidé. Praha, Academia, 1982
 Hadač E.: Krajinné ekosystémy České republiky. In: Miscellanea Geographica, Plzeň, 1995, s. 172-179
 Forman R.T.T., Godron M.: Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993 (český překlad)
 Mazúr E. (ed.): Landscape Classification. Bratislava, GgÚ SAV, 1989
 Meeus, J.H.A.: The transformation of agricultural landscapes in Western Europe. The Science of the Total Environment, 129 (1993), pp. 171-190
 Meeus J.H.A. a kol.: Landscapes. In: Europe's Environment. European Environmental Agency, Kobenhavn, 1995
 Richling A.: Ekologie využívání krajiny ve střední Evropě 1:1 500 000. Warszawa, 1995 (rukopis)
 Štulc M., Götze A.: Krajina a životní prostředí. ČEÚ a MŽP, Praha, 1993
 Vroom M.J. (ed.): Changing Agricultural Landscapes in Europe. Landscape and Urban Planning (special issue), 18(1996): 179-362
 Atlas SSR. Bratislava, SAV, 1980
 Atlas životního prostředí a zdraví obyvatel ČSFR. Praha-Brno, FVŽP a GgÚ ČSAV, 1992
 Soubor map fyzickogeografické regionalizace ČSR. Brno, GgÚ ČSAV, 1971-75

11 APLIKOVANÁ KRAJINNÁ EKOLOGIE

11.1 Potenciál a kapacita krajiny

Pro funkční typizaci krajiny z hlediska potřeb lidské společnosti je nezbytný **antropocentrický přístup**. Hodnotíme-li vlastnosti krajiny pro účely různého využívání, používají se nejčastěji dva základní pojmy: **přírodní zdroj** a **přírodní resp. krajinný potenciál**. Koncepce přírodních zdrojů vyplývá z tradičně ekonomicky (odvětvově a kořistnický) pojetého využívání krajiny, koncepce krajinného potenciálu je založena na holistickém pojetí krajiny.

Přírodní zdroje jsou charakterizovány jako látky, energie nebo procesy přírodního prostoru (krajiny), které jsou užívány pro uspokojování produktivních a neproduktivních potřeb společnosti. Mají užitnou hodnotu, kterou jim přisuzuje člověk a která se tedy historicky mění. Všeobecně se rozlišují obnovitelné a neobnovitelné zdroje. Přírodní zdroje jsou ekonomickou kategorií. Koncepce zdrojů se zabývá jejich ekonomickou hodnotou, ale ne důsledky jejich využívání.

Holistický přístup v krajině ekologii si vynutil celostní hodnocení krajiny z hlediska jejich předpokladů pro využívání, tj. potenciálu. Koncepci **krajinného potenciálu** rozpracovali v 70. letech představitelé německé geoekologické školy z Institutu geografie a geoekologie v Lipsku – NEEF, HAASE, JÄGER, MANNSFELD. V 80. letech na ně navázala svými pracemi slovenská fyzickogeografická škola – DRDOŠ, MAZÚR, HUBA. V jejich pojetí **vyjadřuje krajinný potenciál vhodnost krajiny k různému využívání**, ale zároveň i míru tohoto využívání, která vyplývá z poznání stability krajiny. Při respektování potenciálu krajiny se zachovává reprodukční schopnost jejich obnovitelných zdrojů.

V koncepci přírodních zdrojů může „lčení“ a „ozdravení“ krajiny následovat až po jejím narušení – po využití přírodních zdrojů. Koncepci potenciálu je naopak vlastní prevence ve využívání, tj. předcházení narušení krajiny. Pojem potenciál tak nahrazuje statické chápání krajiny jako exploatovatelného prostoru krajinou jakožto přírodním prostorovým systémem s omezenou stabilitou a zranitelnou strukturou. Odvětvový přístup nahrazuje přístupem holistickým, exploatačně produkční přístupem produkčně ochranným, krátkodobý pohled perspektivně prognostickým (DRDOŠ, 1992).

Německá geoekologická škola odvozuje přírodní potenciál z analýzy přírodních podmínek. Přírodní podmínky potažmo krajina mají trvalý a nezastupitelný význam pro existenci a rozvoj společnosti. Neexistují však žádné metody jejich kvantifikace, postupy jak měřit např. sociální efekty. **Všeobecný přírodní (krajinný) potenciál** tak může být vyjádřen jen ve velmi obecné podobě a v paušálním kvalitativním hodnocení bez kvantifikace (velký-malý, příznivý-nepříznivý, každé využití možné-jen některé využití možné), které jen málo vyhovuje požadavkům plánování a společenské praxe. Proto se rozlišují **dílčí potenciály krajiny**, které jsou definovány podle konkrétních požadavků kladených na krajinu. Nejčastěji se vyčleňují následující dílčí potenciály:

- 1) **biotický výnosový** – může se dělit na zemědělský, lesnický; přirozenými procesy se sám reprodukuje, společenskými zásahy (hnojení, meliorace) může být i rozšiřován
- 2) **vodohospodářský** – značně variabilní, reprodukce je možná v různých časových horizontech
- 3) **surovinový** – nemůže být regenerován
- 4) **urbanizační** – vyjadřuje vhodnost k zástavbě
- 5) **rekreační** – značně proměnlivý v prostoru i čase
- 6) **biotický stabilizační** – spojen s ekologickou stabilitou krajiny, schopností odolávat narušení
- 7) **samočistící** – schopnost akumulovat a přeměňovat škodlivé cizorodé látky (odpady, emise) na neškodné

Teoretické metody vyčleňování dílčích potenciálů (HAASE) rozvedl do podoby praktické metodiky MANNSFELD (1978). Provedl mapování krajiny v měřítku 1:50 000 a 1:100 000 s cílem stanovit vhodnost základních chorických a topických jednotek krajiny pro různé účely využívání. Při konfrontaci jednotlivých dílčích potenciálů může být problém najít takové hodnocení, které by umožňovalo jejich vzájemnou porovnatelnost. Jednotlivé dílčí potenciály jsou totiž vyjadřovány v odlišných fyzikálních jednotkách (tuny biomasy/ha, mm/m², l/s/km², BSK⁵, kvalitativní stupně) a často se překrývají. Kompromisním řešením může být kvalitativní bodové ohodnocení všech potenciálů, např. v 3,5,6 nebo 10 bodové stupnici.

Geografický ústav ČSAV v Brně připravil v 80. letech **Soubor map pro kategorizaci území ČSSR z hlediska ekologické optimalizace využívání krajiny**. Jeho součástí jsou mapy s doprovodným textem: Potenciál krajiny z hlediska urbanizace a výstavby komunikací, Potenciál krajiny z hlediska vodního hospodářství a Potenciál krajiny z hlediska zemědělské výroby. **Mapy funkční delimitace krajiny podle potenciálu** jsou také v **Atlase Slovenska** (1980).

Komplexně geografický přístup brněnské univerzitní školy neakcentuje tak často termíny zdroje, potenciál, kapacita. Vychází z integrovaného výzkumu krajiny a stanovuje, že topy a topochory jsou v řadě případů operačními jednotkami využívání krajiny. **Přírodní topochory** se vyznačují určitým potenciálem resp. vhodností k využívání. Z porovnání vhodnosti topochor k využívání s jejich skutečným stavem vyplývá návrh na ekologickou optimalizaci využití krajinného prostoru (HYNEK a TRNKA, 1981).

Další pojem, který se vedle potenciálu používá při hodnocení krajiny, je **únosnost krajiny** resp. prostředí, též **únosná kapacita krajiny** (carrying capacity). Únosnost je podobně jako potenciál účelovou vlastností, vymezenou a interpretovanou z hlediska potřeb člověka. **Vyjadřuje schopnost krajinného systému snášet určité zatížení antropogenní činností**, aniž by se nevratně narušila jeho stabilita. Jinými slovy, z hlediska člověka vyjadřuje možnost zatížení krajiny určitými antropogenními činnostmi. Zatímco potenciál krajiny určuje všeobecně vhodnost krajiny k určitému využívání, **únosnost vyjadřuje míru tohoto využívání**. Určuje přijatelnou míru intenzity využívání, při níž ještě nedochází k poškozování přírodního prostředí, nebo vyjadřuje limity rozvoje, který v území probíhá.

Únosnost krajiny v pojetí únosnosti území je řešena od 50. let jako prioritní výzkumný úkol geografie v souvislosti s populační explozí a jejími možnými důsledky podle Malthusova zákona. Jde o výpočet únosnosti celé Země – kolik lidí je schopna uživit vzhledem k rozloze zemědělské půdy a možnostem produkce potravin. Ukázalo se však, že takto chápaná únosnost není konstantní, protože se mění (roste) s rozvojem nových technologií, vědeckých poznatků a dalších objevů.

V současnosti představuje únosnost krajiny důležitý problém environmentálního výzkumu a územního plánování. Problematika únosnosti krajiny jako ekosystému byla primárně řešena v pastvinářství, kde označovala únosnost travních porostů ve vztahu k počtu pasoucích se zvířat. Problém je zde jednoznačně vymezený a exaktně řešitelný, poněvadž je možné kvantifikovat počet zvířat, předvídat jejich chování a vliv na travní společenstvo, případně stanovit podmínky obnovy travního společenstva. Podobný přístup se pokouší aplikovaný výzkum použít při stanovení únosnosti krajiny ve vztahu k jejímu rekreačnímu zatížení – určení maximálního počtu turistů v určitém území, plánování kapacity rekreačních zařízení apod. Výpočty založené na únosnosti krajiny (na jejím možném zatížení) se používají při současném hodnocení vlivů na životní prostředí (proces EIA). Příkladem je navržená výstavba lanovky na Sněžku a množství lidí, které by za určitý časový úsek (hodina, den) vyvezla na vrchol, plán výstavby rekreačního parku Rajchářov v zachovalé krajině Novobystřické vrchoviny, únosný počet turistů na stezkách ve Vysokých Tatrách, ale i stanovení maximální přípustné koncentrace počtu zvířat a limitní hodnoty používání umělých hnojiv v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů.

V aplikovaném geografickém výzkumu se zejména v anglo- a frankofonní oblasti v souvislosti s výzkumem rizik lidské činnosti v krajině objevují termíny **přírodní hazardy** a **rizika**. DRDOŠ (1992) je v zjednodušeném smyslu označuje za paralelu koncepce potenciálu a únosnosti krajiny používané ve středoevropském prostoru.

Přírodní hazard je faktor, který se pravidelně nebo nepravidelně objevuje v krajině a ohrožuje práci člověka a její výsledky (sucho, povodně, vichřice, zemětřesení, sopečná činnost). Hazardem se obecně

nazývají procesy, události nebo situace, které způsobují ohrožení člověka a jeho činnosti, způsobují smrt, značné škody na majetku apod. Riziko v sobě zahrnuje až důsledek této události – je to možnost ohrožení, poškození, usmrcení. Riziko spočívá v činnosti vykonávané v krajině, kde se hazardy vyskytují. Přírodní hazardy a rizika jsou percepčními kategoriemi člověka. Vedle přírodních existují také **antropogenní (technologické) hazardy**, (znečištění ovzduší, používání pesticidů, vypouštění odpadních vod, nehody v atomových elektrárnách, úniky toxických látek), které svými projevy ohrožují stabilitu, strukturu a funkce krajiny. V češtině bychom výraz „hazard“ mohli nahradit slovem „nebezpečí“.

11.2 Plánování a management krajiny

11.2.1 Krajinné plánování jako nástroj tvořivé ochrany krajiny

V krajině působí a nárokuje si své požadavky na rozvoj celá řada odvětví – zemědělství, lesní hospodářství, doprava, rekreace, zásobování vodou, likvidace odpadů, rozvoj průmyslu atd. Stupňované nároky na využívání krajinného prostoru vedou k překračování jeho únosné kapacity. Rostoucí počet konfliktů jak mezi zájmy přírody (krajiny) a společnosti, tak mezi odvětvími uvnitř společnosti, si vynucuje komplexní, syntetický, nadresortní přístup k využívání krajiny.

Objektivně existující, relativně trvalé, ale omezené přírodní podmínky a možnosti krajiny (potenciál krajiny a její kapacita) jsou konfrontovány s relativně neomezenými, proměnlivými a stupňujícími se nároky společnosti na její využívání. S ohledem na stále intenzivnější provázanost a vzájemnou závislost přírodního a společenského subsystému je přitom zřejmé, že vztah konkurence je třeba změnit na vztah kooperace. Nadresortní a zdánlivě neutrální **územní plánování** ve své tradiční podobě vidí v prvé řadě (a mnohdy pouze) ekonomický rozvoj v území, kde hledá prostor pro umístění ekonomických a jiných společenských aktivit (viz územní plán a jeho pojetí funkčního využití ploch), čímž stojí jednoznačně na straně společenského subsystému.

V **krajinném plánování** musí hrát klíčovou roli faktory jako jsou potenciál a kapacita krajiny, její ekologická stabilita, přírodní a ekologické limity využívání krajiny a jejich složek (půdy, vody, biomasy). Jejich respektování při využívání krajiny je obsaženo v moderním pojetí, které lze shrnout pojmem **sustainabilita (trvalá udržitelnost – viz dále)**. Krajinné plánování by mělo tvořit nedílnou součást územního plánování jakožto jediného legislativního nástroje, který řeší území (krajinu) jako celek, nejlépe ovšem v rámci přechodu územního plánování k plánování prostorovému.

Pro proceduru krajinného plánování (byť nikde není tento pojem uveden) je u nás závazný postup podle zákona č. 244/1992 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí (EIA – viz legislativa kap. 12). Při hodnocení možných negativních změn v krajině je vhodné uplatnit indikační kritéria degradace krajiny, jimiž mohou být pokles biodiverzity, změna početnosti populací původních druhů, pokles množství biomasy a produktivity ekosystému, růst intenzity eroze půdy atd.

V Bavorsku existuje již řadu let samostatná tvůrčí disciplína krajinného plánování, které je také legislativně zakotveno v bavorském zákonu na ochranu přírody. Krajinné plánování je zde chápáno jednak jako odvětvové plánování v oblasti ochrany přírody ve volné krajině, zároveň však tvoří nedílnou součást integrálního prostorového plánování. Obdobně je integrováno krajinné plánování i do procesu pozemkových úprav.

Český a slovenský geografický přístup k optimalizaci využívání krajiny se zakládá na **krajinné syntéze**, jež představuje vyvrcholení geografického výzkumu krajiny. Krajinná syntéza se skládá ze dvou navazujících kroků:

- 1) **diagnóza krajiny** – zahrnuje proces analýzy a syntézy poznatků o krajině, poznání potenciálu, únosnosti a limitů využívání; má část gnoseologickou (poznání) a evaluační (hodnocení)
- 2) **prognóza krajiny** – stanoví možné (vhodné) směry využívání krajiny, pro potřeby plánování má podobu funkční delimitace krajiny, případně typologie a regionalizace krajiny.

11.2.2 Metody krajinného plánování

Konkrétním odrazem zmíněného geografického postupu je slovenská metodika krajinně ekologického plánování LANDEP; vypracovaná a rozvíjená zejména v 80. letech geografy a krajinnými ekology z Ústavu experimentální biologie a ekologie (nyní Ústav krajinné ekologie) SAV v Bratislavě (RUŽIČKA, MIKLÓS, KOZOVÁ). LANDEP představuje systémově uspořádaný komplex vědeckých činností, jehož cílem je návrh ekologicky optimálního využívání krajiny. Metodika LANDEP má pevně stanovený postup, který obsahuje následné základní kroky, jež na sebe logicky navazují:

1. **Analýza krajiny** – využívá množství metod výzkumu krajiny k získání základních údajů o biotických, abiotických a socioekonomických složkách krajiny, upravuje a homogenizuje již existující databáze; analýza musí obsáhnout přítomné krajinné elementy, jejich charakteristiky a toky ekologických objektů mezi nimi.
2. **Syntéza krajiny** – je klíčovým krokem metodiky, syntetizuje analytické poznatky a formou dílčích a komplexních syntéz dospívá k soubornému vyjádření vlastností krajiny; vytváří, charakterizuje a klasifikuje homogenní areály – typy a regiony geokomplexů v krajině s přesně určeným souborem vlastností; rozhodujícím metodickým postupem je superpozice analytických map.
3. **Interpretace** – proces vytváření funkčních (užitných) účelových vlastností krajiny z hlediska požadovaných funkcí – např. dostupnost, zpracovatelnost půdy, erodovatelnost půd, vhodnost biotopů, trofismus a hydromorfismus půd.
4. **Evaluace** – proces stanovení vhodnosti krajiny pro lokalizaci činností; tvoří jádro rozhodovacího procesu.
5. **Propozice** – závěrečná fáze rozhodovacího procesu, konečný cíl metodiky LANDEP – návrh optimálního funkčního členění krajiny (optimální lokalizace činností v krajině).

Metodika LANDEP tak představuje systematizovaný, ucelený a formalizovaný postup, jehož mnohé kroky jsou automatizované a řešené s využitím metod geografického informačního systému o území. Výsledkem uplatnění metodiky LANDEP je ekologický plán krajiny. Metodiku je možné použít v libovolném měřítku a podrobnosti – byla aplikována při zpracování ekologického generelu celého Slovenska, ekologického plánu Východoslovenské nížiny nebo při návrhu optimálního rozmístění kultur v rámci zemědělského družstva. Žádná socioekonomická činnost se přitom předem z krajiny nevyklučuje, ale hledá se pro ni optimální umístění. Určitým nedostatkem metodiky je absence ekonomických nástrojů k prosazení ekologicky optimálního návrhu, to ovšem v obecné míře platí pro všechny metody ekologického plánování.

Koncem 70. a v 80. letech kulminovaly ekologické problémy v Československu natolik, že začaly být obecně považovány za problémy celospolečenského rázu. Rozsáhlé narušení životního prostředí se v některých oblastech stalo limitem dalšího ekonomického a sociálního rozvoje, negativně ovlivnilo životní úroveň a zdravotní stav obyvatel. Teprve tyto vážné následky dříve považované za podružné, vedlejší důsledky doprovázející ekonomický rozvoj, vedly k naléhavé potřebě uplatňovat ekologické poznání v procesu hospodářského plánování a rozhodování. Výrazem těchto snah jsou **programy ekologické optimalizace využívání krajiny**, které vyústily ve zpracování Ekoprogramu a Ekologického generelu ČSR.

Ekoprogram – program ekologické optimalizace hospodaření v krajině – se soustředil v první etapě (1977-80) na detailní posouzení celkové ekologické situace našeho území. Cenným výstupem této etapy byla **Zpráva o vlivu zemědělské velkovýroby na životní prostředí**, která poprvé ve všech souvislostech kriticky zhodnotila negativní důsledky socialistické zemědělské velkovýroby v naší krajině. Byl zpracován také variantní projekt ekologické optimalizace hospodaření v chráněné krajinné oblasti Třeboňsko.

- Ve druhé etapě v letech 1981-85 se Ekoprogram soustředil na 3 základní problémové okruhy:
- ekologické informace
 - kostra ekologické stability
 - ekologické soustavy hospodaření

V rámci problémového okruhu ekologické informace vznikl v 80. letech v TERPLANu **Informační systém o území (ISÚ)**, určený především pro potřeby územního plánování. V jeho rámci byla vytvořena **ekologická banka dat (EBD)**, která obsahuje množství informací o přírodních podmínkách (abiotické, biotické – půdy, vegetace, geomorfologie, sesuvy, chráněná území), antropogenních vlivech (intenzita využívání půdy a krajiny, stav životního prostředí a jeho složek – vody, půdy, ovzduší) a zdrojích antropogenního působení (zdroje emisí, objekty průmyslové a zemědělské velkovýroby, vypouštění odpadních vod apod.) na území státu.

Generalizované shrnutí a syntézu ekologických informací obsahuje **Ekologický generel ČSR**, řešený v 80. letech společně Terplanem Praha a Geografickým ústavem ČSAV v Brně. Měl poskytnout souhrnný podklad všem plánovacím orgánům na republikové, krajské a okresní úrovni, aby jejich rozhodování respektovalo více než dosud ekologické principy. Přínos Ekologického generelu spočívá v generalizaci, syntéze a konfrontaci na jedné straně územních předpokladů a zdrojů (potenciálu krajiny), na druhé straně nároků na jejich využívání. Koncepce Ekologického generelu má dva aspekty:

- 1) **Prostorový aspekt** sleduje dosažení účelného prostorového uspořádání ekosystémů s cílem zajištění ekologické stability krajiny; nástrojem prostorové optimalizace krajiny je územní plánování.
- 2) **Funkční aspekt** ekologické optimalizace sleduje racionální využívání přírodních zdrojů; nástrojem funkční optimalizace využívání krajiny je odvětvové hospodářské plánování.

Ekologický generel ČSR byl zpracován jednak v textové části, s využitím databáze informačního systému o území (ISÚ) Terplanu, jednak v podobě mapy 1:500 000, která je dílem Geografického ústavu. Obě části – textová i mapová – vyjadřují územní předpoklady pro ekologickou optimalizaci využívání území. Obsahují vymezení limitujících faktorů pro využívání krajiny a vymezení území s rozvojem limitovaným přírodními nebo socioekonomickými předpoklady (ložiska nerostných surovin, chráněná území přírody a vodních zdrojů, oblasti s kritickým nedostatkem vody, území s vysokým funkčním významem lesa, území s vysokým potenciálem pro zemědělskou výrobu, hlavní centra osídlení, dopravní tahy atd.). Vymezují rovněž území postižená působením stresových faktorů jako jsou devastace reliéfu a krajiny těžbou, působení eroze, znečištění ovzduší a vody, imisní ohrožení lesních porostů a také stresové faktory sociální povahy působící v sídlech. Ekologický generel tak vytváří určitou prostorovou diferenciaci území z hlediska možností jeho využívání, když území republiky rozděluje na

- území se silně narušeným prostředím (cca 7 % území, v němž žije přes 40 % obyvatel)
- území se zachovalým přírodním prostředím vysokých hodnot (cca 20 % území)
- zbývající většina území bez mimořádných limitujících faktorů

(Uvedené vymezení odráží situaci odpovídající stavu poznání životního prostředí do 1. poloviny 80. let).

V rámci Ekoprogramu byly již počátkem 80. let formulovány metodické principy tvorby územních systémů ekologické stability a jejich začlenění do praxe územního plánování.

Konkrétní „**ekoprogramy**“ – **ekologické projekty hospodaření v krajině** – byly v 80. letech řešeny v několika územích, jejichž volbu ovlivnil charakter přírodních a socioekonomických podmínek a povaha řešených problémů, zájem místních orgánů, fundovanost a kapacita řešitelských pracovišť a odborníků v regionu.

Vzorový **Ekoprogram Třeboňsko** reprezentuje pokus o komplexní řešení ochrany a ekologického rozvoje charakteristické oblasti vysokých přírodních hodnot (chráněná krajinná oblast a biosférická rezervace). **Ekoprogram Luhačovice** je snahou o ekologickou optimalizaci rozvoje zemědělského výrobního podniku, hospodařícího v členitém území s řadou přírodních a ekologických limitů (eroze, sesuvy, lázeňské ochranné pásmo). **Ekoprogramy Kolín, Rakovník a Frýdek-Místek** naznačují záměr zpracování ekologického programu pro administrativně vymezený region – okres. Ve druhé polovině

80. let byly dále rozpracovány ekologické programy hospodaření (ekoprogramy) na úrovni lesního závodu (Školní lesní podnik Kostelec nad Černými lesy), zemědělského podniku hospodářského v průměrných výrobních a přírodních podmínkách (JZD Vítice na Českobrodsku), připravovaly se modelové ekoprogramy na úrovni základní administrativní jednotky (obce, města) a základní přírodní jednotky (povodí). V České republice – na rozdíl od Slovenska, kde jasně dominuje jednotná metodika LANDEP – byl každý z projektů Ekoprogramu řešen originálním metodickým přístupem. Společným znakem všech zmíněných ekoprogramů bylo soustředění množství podkladů o daném území (regionu) a formulace doporučení pro ekologické hospodaření v krajině, zároveň však nemožnost jejich prosazení v konfrontaci s ekonomickou sférou a odvětvově plánovaným ekonomickým rozvojem. Přesto myšlenky ekoprogramu nejsou mrtvé a i v současných změněných socioekonomických podmínkách při absenci centrálního plánování je pocíťována potřeba komplexního, ekologicky podloženého přístupu k polyfunkčnímu využívání krajiny.

11.2.3 Plánování a realizace ekologických sítí v krajině

Ekologické sítě v kulturní krajině hrají stále významnější úlohu v krajině ekologickém výzkumu i v krajině plánování. Jejich význam a aktuálnost souvisí s rostoucí fragmentací moderní krajiny a izolovaností zbytků přírodních a přírodě blízkých ekosystémů. Myšlenka ekologických sítí v krajině vychází z krajině ekologických principů, které definují fungování krajiny jako toky energie, látek a druhů mezi krajinnými elementy. Teorie ostrovní biogeografie a metapopulace vysvětlují význam biokoridorů a vzdálenosti mezi biotopy pro možnost migrace, genetické a druhové výměny a udržení biodiverzity v krajině.

Ukazuje se, že klasická, tradiční ochrana přírody zaměřená na druhovou ochranu na vybraných lokalitách a v přísně chráněných přírodních rezervacích nedokázala zejména v hustě zalidněné a intenzivně využívané evropské krajině zabránit poklesu biodiverzity a vymírání řady druhů nebo jejich izolaci do malých, vzájemně oddělených subpopulací. Pro přežití druhů a jejich populací je nezbytná nejen velikost a existence vhodného biotopu, ale také možnosti migrace a genetické výměny. Moderní ochrana přírody proto v posledních desetiletích doznává zásadní změnu směrem k aktivní tvořivé ochraně, jejíž součástí je také navrhování ekologických sítí v krajině včetně obnovy a doplňování zaniklých biotopů a biokoridorů.

Myšlenka ekologických sítí v krajině byla od 70. let nezávisle rozvíjena v několika evropských zemích, mezi nimiž přední místo zaujímají Nizozemí a Československo. Vědecký koncept ekologických sítí vychází ve všech zemích z krajině ekologických principů, jednotlivé národní přístupy k navrhování ekologických sítí se však značně liší v použitých kritériích, požadovaných funkcích, terminologii i legislativním zajištění.

Obecně vzato, je ekologická síť v krajině tvořena cennými přírodními a přírodě blízkými ekosystémy, které se vyznačují vysokou biodiverzitou a vnitřní ekologickou stabilitou. Součástí ekologické sítě však mohou být i náhradní společenstva a ekosystémy kulturní krajiny (stepní lada, sklizené louky), pokud poskytují vhodný biotop nebo slouží jako biokoridor umožňující existenci a migraci přírodních druhů. Základními stavebními kameny ekologické sítě jsou zpravidla již vyhlášená chráněná území přírody (přírodní rezervace, národní parky, biosférické rezervace). Síť chráněných území různých kategorií je ale v krajině rozmístěna velmi nerovnoměrně, je značně nekompletní a nespojitá, poněvadž vychází ze současného stavu kulturní krajiny a snaží se zachránit to cenné, co v ní ještě zůstalo. Cílem vytváření ekologických sítí v krajině je v první fázi podchycení a ochrana současných ekologicky cenných segmentů krajiny, v druhé fázi pak zahuštění, spojování a doplňování této nekompletní sítě o chybějící funkční segmenty potenciální rozmanitosti.

Ekologické sítě v krajině existují na několika hierarchických úrovních. JONGMAN et al. (1995) uvádějí tři sítě navržené na evropské úrovni. První dvě (Diploma Sites, 1965 a Biogenetic Reserves, 1976) jsou označovány za „pionýrské“ ekologické sítě. Zahnují reprezentativní chráněná území, jež hrají klíčovou roli v ochraně evropské přírody. Třetí je tzv. EECONET (European Ecological Network), což je vědecký koncept vyvinutý z nizozemské iniciativy jako příkladová studie na úrovni zemí Evropské Unie.

Evropská ekologická síť EECONET je tvořena třemi typy krajiných segmentů:

- jádrová území (core areas)
- území přírodního rozvoje (nature development areas a nature expansion areas)
- zóny ekologických koridorů.

Součástí sítě EECONET mohou být také vymezená nárazníková (ochranná) pásma (buffer zones). Jádrová území odpovídají většinou již vyhlášeným chráněným územím přírody a krajiny a jsou obdobou našich biocenter vyšší hierarchické úrovně. Vzhledem k tomu, že mnohá chráněná území jsou příliš malá, rozptýlená a nepokrývající potenciální zájmy ochrany přírody, navrhuje se jejich rozšíření a doplnění sítě o tzv. „území přírodního rozvoje“. Kritériem pro jejich výběr a vymezení je ochrana potenciální biodiverzity v rámci biogeografického regionu, reprezentativnost, jedinečnost a lokalizace s ohledem na funkčnost navrhované ekologické sítě. Ekologické koridory jsou navrženy na nejvyšší (evropské) hierarchické úrovni, proto jsou uvedeny jako zóny koridorů vyjadřující hlavní migrační směry a potřeby spojení jádrových území evropského významu. EECONET je zatím v nejhrušších rysech vymezený v 12 původních zemích Evropského společenství. Připravuje se však již napojení národní (nadregionální) ekologické sítě České republiky na EECONET, což vzhledem k vysoké úrovni ochrany přírody a k dobré dokumentaci naší ekologické sítě (ÚSES) nepředstavuje vážný metodický problém. Vysoký procentuální podíl, který připadá na plochy zařazené do sítě EECONET v 12 zemích Evropské Unie, dosahuje většinou 30-45 % státního území. Tento údaj bude zřejmě z taktických důvodů nadsazený, přestože plochy vymezené jako součást této sítě nevyklučují hospodářské (např. zemědělské) využívání.

Československá koncepce územních systémů ekologické stability (ÚSES) má své počátky již v 70. letech. Vychází z myšlenky, že k uchování vysoké a trvalé produktivity a ekologické stability krajiny je třeba izolovat od sebe ekologicky labilní části krajiny soustavou stabilních a stabilizujících ekosystémů. Od tohoto poznatku se postupně vyvinula koncepce důsledné ochrany ekologicky významných částí krajiny s návrhy na jejich doplnění a propojení do funkčního systému, který by vytvářel prostorový rámec pro stabilizaci a fungování přírodních procesů v krajině. V souladu s dvěma aspekty ekologické optimalizace využívání krajiny – prostorovým a funkčním (viz Ekoprogram) – je tvorba územních systémů ekologické stability jedním z hlavních nástrojů prostorové stránky ekologické optimalizace.

Ekologické sítě v Evropě (podle JONGMANA et al., 1995)

Název sítě	Hierarchická úroveň			
	Evropská	Národní	Regionální	Lokální
Diploma Sites (Council of Europe)	X			
Biogenetické rezervace (Council of Europe)	X			
EECONET		X		
Národní ekologická síť (Nizozemí)		X		
Zelená síť provincie Noord-Brabant (Nizozemí)			X	
Přírodní kostra Litvy (Litva)		X	X	
Územní systém ekologické stability (Česká republika, Slovensko)		X	X	X
Zelená síť provincie Vlaanderen (Belgie)			X	
Spojovací systém biotopů (Rheinland-Pfalz, Německo)			X	X

Název sítě	Hierarchická úroveň			
	Evropská	Národní	Regionální	Lokální
Síť vyrovnávacích území (Estonsko)		X	X	
Zóny potenciálních zájmů ochrany přírody „NATURA 2 000“ (Španělsko)		X		
Návrh systému přírodních rezervací „NATURA 2 000“ (Řecko)		X		
Naturomrader (Ökologisk forbindelse) (Dánsko)		X	X	
Zelené plíce (Polsko)		X	X	

Územní systém ekologické stability (ÚSES) je vybraná soustava ekologicky stabilnějších částí krajiny, účelně rozmístěných podle funkčních a prostorových kritérií.

Těmito kritérii jsou:

- rozmanitost potenciálních přírodních ekosystémů v daném území,
- jejich prostorové vazby (propojenost biokoridory),
- nezbytné prostorové parametry (minimální plochy biocenter, minimální šířky biokoridorů),
- aktuální ekologický stav krajiny.

Označení „územní“ v názvu znamená, že ÚSES je vytvářen pro celé území, že není systémem sám pro sebe. Možnosti jeho pozitivního působení na okolní krajinu jsou limitovány a ovlivňovány způsobem jejího využívání. Čím šetrnější a „ekologičtější“ je celkové využívání krajiny, tím menší může být plošný podíl některých částí ÚSES (v případě ekologického lesního hospodářství s přirozenou obnovou a přírodě blízkým druhovým složením lesa se celé lesní komplexy stávají biocentry). Protože však v naší krajině převládají a i v budoucnu budou převládat společenstva vnitřně nestabilní (agrocenózy, antropocenózy), je ekologická stabilizace krajiny prostřednictvím ÚSES nezbytná.

Označení „systém“ vyjadřuje, že jednotlivé prvky ÚSES jsou propojeny na základě vědeckých poznatků o nárocích jednotlivých druhů a společenstev ve skutečně funkční soustavu.

Od systému musíme odlišovat **kostru ekologické stability (KES), což je v krajině reálně existující soubor všech ekologicky stabilnějších krajinných segmentů bez ohledu na jejich uspořádání a funkční vztahy.** Zjištění a zmapování kostry ekologické stability v krajině je prvním krokem k vymezení systému. Vymezení kostry ekologické stability vychází z podrobného mapování krajiny v měřítku 1:10 000 (obdoba mapování biotopů), při němž se mapují typy aktuální vegetace (využití krajiny), které se podle jednotného metodického klíče zařazují do stupňů ekologické stability (nejnižší stupeň je pro zastavěné plochy bez vegetace, nejvyšší pro přirozené ekosystémy s původním druhovým složením – pralesy, mokřady). ÚSES vzniká výběrem z takto vymezené kostry a jejím doplněním o chybějící prvky do podoby funkčního prostorového systému.

Skladebné části ÚSESu se funkčně dělí na biocentra, biokoridory a interakční prvky, na ochranu některých částí mohou být dále vymezeny ochranné zóny (buffer zones).

BIOCENTRUM je krajinný segment, který svou velikostí a stavem ekologických podmínek umožňuje dlouhodobou existenci druhů anebo společenstev přirozeného druhového i genového bohatství krajiny. Biocentra se podle svého významu dělí na lokální, regionální a nadregionální. V krajině můžeme biocentra ztotožnit s řadou přírodních rezervací, se zachovalými lesními celky, mokřady a podobně.

BIOKORIDOR je krajinný segment, který propojuje mezi sebou biocentra a umožňuje mezi nimi migraci organismů. Představuje dynamický prvek, který ze sítě jinak izolovaných biocenter vytváří

vzájemně se ovlivňující systém. V otevřené krajině vedou nejvýznamnější biokoridory převážně podél vodních toků.

BIOKORIDOR SPOJOVACÍ umožňuje migraci mezi relativně obdobnými typy společenstev.

BIOKORIDOR KONTAKTNÍ propojuje biocentra s odlišnými typy společenstev a umožňuje tak jejich vzájemné vývojové ovlivňování.

BIOKORIDOR SLOŽENÝ je speciální typ koridoru regionálního a většího významu, do kterého jsou v určitých vzdálenostech vkládána menší biocentra významu nižšího.

INTERAKČNÍ PRVEK je další nepostradatelný krajinný segment, který zprostředkovává zpravidla na lokální úrovni příznivé působení ostatních ekologicky významných krajinných segmentů. Jsou to lokality zabezpečující životní funkce živočichů – např. tůň v lomu, skupina stromů a keřů, travnatá mez apod.

OCHRANNÁ ZÓNA má za úkol zabránit pronikání negativních antropogenních vlivů do biocenter a biokoridorů. Může mít podobu travnatého pásu na okraji pole, pásu se zákazem aplikace chemických ochranných prostředků apod.

Podle hierarchické významnosti se dělí ÚSES na lokální, regionální a nadregionální. Součástí ÚSESu nižší hierarchické úrovně se přitom v daném území stávají všechny skladebné prvky vyšší hierarchické úrovně, a to jako jejich opěrné body a výchozí linie.

Lokální ÚSES představuje nejhustší síť ekologicky stabilních a stabilizujících segmentů navržených především podle prostorových kritérií. Z hlediska bezprostředního vlivu na okolní méně stabilní krajinu je lokální úroveň nejdůležitější. Lokální biocentra jsou často na plochách obtížně využitelných (skalní stepi, příkré stráně, mokřiny), ale částečně také na hospodářsky využívaných plochách (lesy, kosené louky, rybníky).

Regionální ÚSES zajišťuje územní podmínky pro trvalé zachování druhové rozmanitosti přirozeného genofondu určitého bioregionu. Síť regionálních biocenter, spojených regionálními biokoridory, má reprezentovat potenciální rozmanitost přírodních společenstev v regionu. V České republice bylo vymezeno 90 bioregionů a celkem 1526 regionálních biocenter.

Nadregionální (též supraregionální nebo národní) ÚSES je tvořen sítí nadregionálních biocenter a hlavními směry předpokládaných koridorů jako hlavních migračních cest flóry a fauny (migrační cesty atlantsko-hercynská, alpsko-hercynská, boreálně-středoevropská, sudetsko-hercynská, panonsko-baltická, panonsko-hercynská, karpatsko-hercynská). Rozhodující kritéria pro výběr nadregionálních biocenter zahrnují reprezentativnost, dostatečnou velikost a legislativní ochranu. Na lesní půdě jsou nadregionální biocentra často ztotožněna s genovými základnami lesních dřevin (Voděradské bučiny). Nadregionální biocentrum by mělo mít svou jádrovou oblast (obvykle přírodní rezervace tvořená přirozenými společenstvy) a ochrannou zónu, která může být tvořena mozaikou přirozených a přírodě blízkých společenstev (louky, hospodářské lesy). V každém bioregionu je vymezeno minimálně jedno nadregionální biocentrum.

Nezbytné prostorové parametry biocenter a biokoridorů byly metodicky určeny (po dlouhé diskusi) jako kompromisní řešení, respektující rozdílné prostorové nároky, akční rádius a možnosti migrace různých druhů. Stanovení minimální velikosti biocentra sleduje zajištění minimální velikosti biotopu potřebného pro stabilizovanou populaci. Maximální přípustná délka jednoduchého (nepřerušeno) biokoridoru má zajistit nezbytné prostorové propojení biotopů umožňující kontakt subpopulací.

Minimálně nutná velikost lokálního biocentra kolísá od 1 ha do 5 ha v závislosti na typu cílového společenstva (minimální velikost v případě vodního společenstva je 1 ha, v případě lučních a lesních společenstev nejméně 3-5 ha). Maximální délka jednoduchého lokálního biokoridoru by neměla přesáhnout 1-2 km a jeho minimální šířka je stanovena na 10-20 m (v závislosti na typu cílového společenstva).

Minimální velikost regionálního biocentra je stanovena na 20-70 ha, opět v závislosti na typu cílového společenstva. Výjimku tvoří společenstva pramenišť a mokřadů, kde postačí velikost plochy 5-10 ha. Maximální nepřerušovaná délka jednoduchého regionálního biokoridoru by neměla přesáhnout 400-1 000 m a jeho minimální šířka je stanovena na 20-50 m. Zdánlivý paradox menší přípustné délky než u biokoridoru lokálního je řešen tak, že regionální biokoridor je většinou navrhován jako složený biokoridor s vloženými lokálními biocentry, která zvyšují jeho kvalitu.

Prostorové parametry nadregionálních biocenter jsou odvozeny ze skutečnosti, že mají zajišťovat prostor pro existenci a nerušený vývoj reprezentativních typů přirozených ekosystémů. Dostatečná velikost nadregionálního biocentra by proto měla být nejméně 1 000 ha. Nadregionální biokoridor funguje zásadně jako složený s řadou vložených regionálních a lokálních biocenter. Jeho prostorové parametry nejsou přesně vymezeny, protože se jedná spíše o hlavní migrační směry.

Důležité jsou ovšem i časové parametry ÚSES, poněvadž pro vznik a požadovanou funkční „výkonnost“ nově zakládaných nebo obnovovaných prvků ÚSES je nutné počítat s časovým rozpětím desítek až stovek let (podle typu společenstva). V případě vodních, mokřadních a lučních společenstev trvá 2-5 roků od založení do začátku příznivého funkčního působení a 10-30 let je doba potřebná pro dosažení plné funkčnosti. V případě, že cílovým společenstvem jsou lesní porosty, jsou uvedena časová rozpětí ještě mnohem delší: po 10-20 letech začíná příznivé funkční působení a teprve po 100 (smrkový les), 200 (bukový les) až 400 (dubový les) letech od založení je dosaženo plné funkčnosti a biodiverzity společenstva. Z uvedených časových parametrů ÚSES vyplývá dlouhodobost a trvalá udržitelnost celého systému. Tvorba a ochrana územních systémů je proto organicky začleněna do územního plánování, pozemkových úprav, lesních hospodářských plánů a našla své zajištění také v platné ekologické legislativě.

První ucelená mapová verze nadregionálního systému ekologické stability je publikována v Atlase životního prostředí a zdraví obyvatel ČSFR (1992) pro celé Československo. Konečná verze nadregionálního a regionálního ÚSES pro Českou republiku je zpracována v mapách měřítka 1:200 000 a 1:50 000. Síť je tvořena 122 nadregionálními biocentry (jádrové území každého z nich zaujímá více než 1 000 ha) a 1526 regionálními biocentry spojenými biokoridory. Všechny mapy spolu s doprovodnou charakteristikou biocenter a biokoridorů existují v digitální podobě.

Generely a na ně navazující projekty lokálních ÚSES se zpracovávají pro celé státní území v mapovém měřítku 1:10 000. Postup zpracování koordinují okresní úřady nebo správy chráněných krajinných oblastí a do konce roku 1996 byly podle jednotné metodiky zpracovány Generely lokálních ÚSES pro převážnou většinu katastrálních území v České republice. V současnosti je nejdůležitější zmapování aktuálního stavu krajiny, vymezení kostry ekologické stability a zajištění její ochrany. Přesto již navržený Generel lokálního ÚSES představuje určitou ochranu území a jako součást územního plánu limituje a usměrňuje funkční využívání krajiny. Od Generelu vede ještě dlouhá cesta k projektu lokálního ÚSES a jeho realizaci v krajině, která je zatím spíše ojedinělou záležitostí a má naději obvykle ve spojení s realizací pozemkových úprav. Teprve budoucnost ukáže funkčnost nově zakládaných prvků ÚSES a reálnost celé jejich koncepce.

Metodickým principům i praktickým aspektům navrhování územních systémů ekologické stability včetně všech kritérií a prostorových parametrů je věnována v České republice již obsáhlá řada titulů, včetně skript, na něž zde z nedostatku místa odkazujeme (MÍCHAL 1991, 1992, 1994; KUBEŠ, 1996; NEPOMUCKÝ a SALAŠOVÁ, 1996; Návod na navrhování územních systémů ekologické stability – metodika Agroprojektu 1988; Rukověť projektanta místního ÚSES – metodika MŽP 1995; Mapování krajiny – metodika SMS a metodika ČÚOP 1994).

11.2.4 Další krajinné programy v České republice

Velkovýrobní způsoby zemědělství přinesly v uplynulých desetiletích výrazné zhoršení ekologické stability české venkovské krajiny. Intenzivně využívaná zemědělská krajina byla přizpůsobována požadavkům těžké mechanizace s preferencí jediné – výrobní funkce. Místo tvořivé spolupráce a součinnosti s přírodními procesy (využití biologické podstaty zemědělských výrobních způsobů) byla zemědělská výroba připodobňována k boji s přírodou a krajina k bitevnímu poli („šiky kombajnů“, „boj o zrno“). Důsledkem tohoto přístupu, který se pozvolna měnil, je dodnes přetrvávající labilita rozsáhlých

území charakterizovaná ztrátou biodiverzity, poškozením půdy a rozkolísáním vodního režimu, kontaminací půdy, vody a potravin cizorodými látkami.

K posílení ekologické stability tzv. volné krajiny (tj. krajiny mimo chráněná území) bylo v 90. letech připraveno několik krajinnotvorných programů, které jsou v gesci různých ministerstev, ale navzájem by se měly doplňovat a prolínat:

- revitalizace říčních systémů
- program Péče o krajinu
- pozemkové úpravy
- program obnovy vesnice
- územní systémy ekologické stability (viz předchozí subkapitola).

Program revitalizace říčních systémů přijala vláda ČR v roce 1992. Jeho příprava a vyhlášení byly motivovány kritickým stavem a devastací vodního režimu v hospodářsky využívané krajině. Program je formulován jako program obnovy, stabilizace a péče o vodní režim krajiny. Mezi jeho základní cíle patří:

- **podpora a zvyšování retenční schopnosti krajiny** (zvýšení objemu vody vyskytující se v krajině); dosahuje se zpomalením povrchového a podzemního odtoku vody z povodí, jejím zadržením v rybnících a mokřadech, zvýšením infiltrace, zalesňováním a zatravněním,
- **náprava negativních důsledků velkoplošných pozemkových úprav a meliorací** (citlivé obhospodařování půdního fondu v povodí, protierozní ochrana, odkrytí a revitalizace zatrubněných drobných toků),
- **obnova přirozených funkcí vodních toků a jejich koryt** včetně doprovodných břehových porostů (revitalizace dna a břehů vodních toků, preference biotechnických úprav břehů s využitím vhodných dřevin, obnova meandrů, odstranění nevhodných technických úprav atd.).

Program revitalizace říčních systémů klade důraz na systémové řešení hospodaření s vodou v ploše celého povodí, nejenom v korytě vlastního vodního toku. Zahrnuje obnovu starých rybníků a zakládání nových vodních nádrží, zakládání a obnovu břehových porostů, obnovu hydrologické funkce a prostorového rozmístění mokřadních ekosystémů i zakládání prvků protierozní ochrany ve vazbě na vodní režim (suché poldry, zasakovací pásy). Základní podmínkou pro realizaci plošných revitalizačních opatření (obnova mokřadů, vlhkých luk, inundačních ploch) bude stupeň připravenosti pozemkových úprav včetně vypořádání vlastnických vztahů v území. Metodická, koncepční a organizační koordinace programu revitalizace je v gesci odboru ochrany přírody MŽP ČR. Ještě širěji pojímá problematiku vodního režimu, především z hlediska kvantitativního, **Národní program zadržení vody na území ČR**. Přípravuje jej MŽP ČR a předpokládá organizační a finanční spoluúčast dalších resortů (zemědělství, hospodářství). Formulace programu vychází z téze, že v České republice trvá hrozba krizových situací v zásobování vodou v řadě deficitních oblastí, přičemž v otázkách zásobování vodou jsme jako pramenná oblast Evropy odkázáni výhradně na hospodaření s vodou na vlastním území. Hlavním úkolem programu je proto realizace opatření, která povedou k zadržení vody v krajině. Obnova stability vodního režimu a zajištění dostatku vody jsou chápány jako jeden z podmiňujících prvků ekologické stabilizace krajiny i socioekonomické stabilizace společnosti.

Státní program Péče o krajinu – společný program Ministerstva zemědělství ČR a Ministerstva životního prostředí ČR – byl vyhlášen v roce 1994. Jeho cílem je podpora a posílení významných mimoprodukčních funkcí kulturní krajiny, vycházejících z principu trvale udržitelného hospodaření, především funkce ekologické, vodohospodářské, kulturní a sociální. Probíhající proces privatizace a restrukturalizace v zemědělství vede, vedle řady pozitivních vlivů na krajinu, také k ohrožení stability osídlení ve venkovské krajině a k ohrožení kulturního rázu tradiční české krajiny. Rozšiřuje se rozsah marginálních oblastí, v nichž není zájem o využívání zemědělské půdy. Programem Péče o krajinu se tedy zajišťuje podpora činností, které je nutné v krajině provádět pro uchování krajinné diverzity a biodiverzity, ekologické stability, rázu kulturní krajiny a jejího osídlení (obydlenosti). Uznává se tím nezastupitelná krajinnotvorná funkce zemědělství a polyfunkčnost zemědělské krajiny. Konkrétně program stanovuje dotační podporu na

- údržbu nově založených trvalých travních porostů pasením nebo sklizením,
- údržbu luk a pastvin v ekonomicky marginálních polohách (podle ceny půdy za 1 m²) pasením nebo sekáním s následným úklidem posekané hmoty,
- ochranu významných biotopů s cílem zajistit existenční podmínky kriticky a silně ohrožených druhů živočichů a rostlin včetně jejich společenstev,
- tvorbu a údržbu územních systémů ekologické stability,
- regeneraci významných krajinných prvků (stromů, parků, zahrad)
- zakládání břehových porostů a trvalých travních porostů podél toků.

Dílčí programy II.1 a II.2 stanovují dotace na podporu činností ve zvláště chráněných územích – maloplošných i velkoplošných (CHKO a národní parky). Předmětem podpory je zde úhrada nákladů spojených s obhospodařováním maloplošných CHÚ – kosení, oplocení, řízená pastva, odstraňování nepůvodních dřevin a úhrada určité ekonomické újmy vyplývající z příkazaného režimu hospodaření (omezení pastvy, zákaz intenzifikace, zákaz meliorací, zákaz nebo omezení používání chemických hnojiv, extenzifikace rybníčního hospodaření apod.).

Pozemkové úpravy, které mají oporu v platné legislativě (zákon č. 284/1991 Sb.), je nutno chápat jako jeden z nejvýznamnějších nástrojů tvorby a ochrany krajiny. Vzhledem k tomu, že jejich předpokladem je vyřešení vlastnických vztahů, stávají se také reálně nejučinnějším a nejpoužitelnějším prostředkem pro realizaci zásahů do struktury volné zemědělské krajiny.

Komplexní pozemkové úpravy představují systém opatření k optimalizaci využívání zemědělské krajiny, posílení její ekologické stability, k ochraně půdy a zlepšení vodního režimu krajiny. V novém pojetí po roce 1990 vypořádávají také vlastnická a užívací práva k pozemkům, zabezpečují přístupnost pozemků a vyrovnání jejich hranic.

Přestože se jedná o činnost vysoce praktickou, teoretickou základnu pozemkových úprav tvoří poznatky oboru krajinná ekologie. Metodickým prostředkem je prostorová a funkční optimalizace krajinné struktury, která musí být rozumným kompromisem mezi ekonomickými požadavky a ekologickými možnostmi v krajině (MAZÍN, 1994; KAULICH, 1995).

Generel komplexních pozemkových úprav je plán, který řeší cestní síť, půdoochranná a protierozní opatření a biologické „stavby“ lokálního systému ekologické stability. Zakládání biokoridorů a biocenter, pokud vyžadují zábor zemědělské půdy, je značně problematické. Jednou z nejdůležitějších částí pozemkových úprav jsou protierozní opatření proti odnosu půdy vodní erozí.

V minulém období obor pozemkových úprav degradoval na nástroj přeměny zemědělské krajiny ve smyslu hesel o socialistické velkovýrobě a podřízení krajiny diktátu neekologických technologií (nechvalně známé meliorace a scelování pozemků). V současné době vznikl nový obor – krajinné inženýrství, jehož úkolem je náprava stability naší zemědělské krajiny. Inspirací může být pojetí pozemkových úprav v sousedním Rakousku nebo Bavorsku, kde se staly hlavním nástrojem krajinného plánování a prosazování krajinářských úprav a zájmů ochrany přírody v zemědělsky využívané krajině. Jejich běžnou součástí je ekologické bilancování, resp. posuzování vlivu pozemkových úprav na krajinu, při němž se zohledňují i faktory jako je rozmístění sítě biotopů, biodiverzita, uspořádání krajinné zeleně a management přírodních stanovišť.

Program obnovy vesnice přijatý vládou České republiky v květnu 1991 sleduje směr evropského myšlení, který se zaměřil nad budoucností venkova v prostředí hmotného bohatství tržního hospodářství. Klade si za cíl rehabilitaci základních duchovních, kulturních a přírodních hodnot venkova, obnovu místních tradic, vztahu člověka k půdě. Dále je zaměřen na hospodářský rozvoj, především obnovu tradičních výrobních činností, podporu trvale udržitelného zemědělství, agroturistiky a dalších ekologicky příznivých činností. Velká část programu je věnována obnově tradiční venkovské zástavby a nápravě škod, které v urbanistické struktuře a vzhledu obce napáchalo minulé období. V neposlední řadě se věnuje také venkovské krajině, zejména obnově a zachování charakteristického rázu kulturní krajiny, obytnosti a prostupnosti.

11.3 Principy trvale udržitelného rozvoje a jejich aplikace na hospodaření v krajině

Závažnost ekologických problémů a nebezpečí nevratných globálních změn naší planety (desertifikace, odlesňování, snížení biodiverzity, globální oteplení, oslabení ozónové vrstvy) naznačují ekologickou, ale i ekonomickou a sociální neudržitelnost dosavadních trendů rozvoje a nutí lidstvo hledat nové přístupy k využívání Země.

Pojem **trvalá udržitelnost (sustainabilita)** a od něj odvozený **trvale udržitelný rozvoj** nebo **trvale udržitelný život** patří v současnosti ke klíčovým a velmi frekventovaným slovům. Často jsou ale různě chápány, zneužívány nebo zpochybňovány.

Varovné hlasy o kritickém zhoršování stavu životního prostředí a jeho limitujícím vlivu na socioekonomický rozvoj společnosti a růst populace se ozývaly již v 60. letech. V roce 1972 byl publikován slavný dokument tzv. Římského klubu s názvem **Meze růstu** (MEADOWS a kol.), který upozorňoval na omezenost a vyčerpitelnost přírodních zdrojů. Jedinou alternativou přežití lidstva spatřoval v drastickém omezení ekonomického a populačního růstu. Po překonání šoku z ropné krize se ale uvedené předpoklady nenaplnily. Koncem 80. let převládla ve vědeckých a posléze i v politických kruzích holistická koncepce trvale udržitelného rozvoje, která se stala základním principem nové světové strategie ochrany přírody. Myšlenka trvale udržitelného rozvoje vešla v obecné povědomí po zveřejnění zprávy **Naše společná budoucnost** (1987) a zejména po konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Rio de Janeiru (1992).

Teorie trvale udržitelného rozvoje hledá odpověď na otázku, jak využívat přírodní zdroje a hospodařit v krajině s dlouhodobou perspektivou, aby bylo zajištěno přežití lidstva na Zemi. Z různých definicí trvale udržitelného rozvoje považují za výstižnou starší definici Světové banky (GOODLAND a LEDEC, 1985), která mluví o **optimalizaci současného využívání krajiny, aniž by došlo k omezení potenciálu pro využívání v budoucnosti**. Jinak formulovaná definice se objevila i v našem zákoně č. 17/1992 Sb. o životním prostředí: „**Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů**“. Problémem může být nejistota odhadů budoucnosti s ohledem na udržitelnost různých činností stejně jako odhad budoucích potřeb. Přesto z definic zřetelně vyplývají tři dimenze trvalé udržitelnosti:

- 1) **Ekologická udržitelnost**: vyplývá z respektování únosné kapacity ekosystémů, nutnosti zachování jejich existence, procesů fungování a obnovy; využívání obnovitelných zdrojů je založeno na jejich reprodukovatelnosti, využívání neobnovitelných zdrojů se snaží o minimalizaci jejich čerpání a jejich nahrazení obnovitelnými zdroji.
- 2) **Sociální udržitelnost**: rozvoj nemá vést k psychickému stresu populace, narušovat vztahy ve společnosti, morálku, tradice a etiku (obtěžně definovatelné).
- 3) **Ekonomická udržitelnost**: hodnocení ekonomické efektivity, vztahy mezi náklady a přínosy včetně započítání environmentálních a zdravotních externalit, což je velmi obtížné (cena zdraví, čistého vzduchu apod.); je to úkol moderní ekologické ekonomie.

Ekonomické teorie dosud selhávaly ve snaze umístit ekologické stupnice hodnot do ekonomických kategorií. Proto bylo jako politická událost prvořadého významu přivítáno vydání publikace **Měření trvale udržitelného rozvoje** (PIERCE, 1993). Autor v ní naznačuje řadu indikátorů a možností měření trvalé udržitelnosti jak celkové státní ekonomiky, tak jednotlivých činností (spalování, emise, nakládání s odpady, hospodaření s vodou, zemědělská činnost, lesní hospodářství, doprava). Nedílné místo zde ale bude mít také obtížně měřitelná ekologická etika a její začlenění do rozhodovacích procesů.

Z myšlenky trvale udržitelného rozvoje vycházejí v našich podmínkách konkrétní programy trvale udržitelného hospodaření ve venkovské krajině (VAVROUŠEK a kol., 1993) a metodika trvale udržitelného využívání půdního fondu (LIPSKÝ, 1995). Koncepce trvale udržitelného hospodaření ve venkovské krajině si klade za cíl – v souladu s třemi dimenzemi trvalé udržitelnosti – komplexní řešení tří okruhů vzájemně provázaných problémů: ekologických, ekonomických a sociálních. Cílem programu

trvale udržitelného hospodaření v krajině je hledání hranice mezi přírodou a člověkem. Nebudou-li řešeny ekologické problémy, budou se nevyhnutelně prohlubovat i ekonomické obtíže, což povede k dalším problémům v sociální sféře. Platí ovšem i opačná závislost: bez podstatného zlepšení sociálních a ekonomických podmínek venkova bude pokračovat vyliďňování části venkovské krajiny spojené s poklesem produkce a pustnutím kulturní krajiny. Program je proto zaměřen na komplexní polyfunkční využívání krajiny, které zahrnuje:

- 1) ochranu a revitalizaci krajiny a jejích složek (vody, půdy, ovzduší, bioty),
- 2) trvale udržitelné ekonomické využívání (zásobování společnosti potravinami, vodou, technickými plodinami, produkce a využívání obnovitelných zdrojů energie),
- 3) mimoprodukční využívání krajiny, kulturní a sociální rozvoj venkova (bydlení, rekreace, sport, výchova a vzdělávání, léčení).

Principy trvale udržitelného využívání půdy jsou založeny na respektování limitujících faktorů racionálního využívání, jimiž jsou jednak přírodní podmínky (sklonitost, úrodnost půdy, podnebí, erozní ohroženost), jednak faktory sociální, vodohospodářské, půdoochranné, hygienické i etické, které vyjadřují polyfunkčnost krajiny. Váha jednotlivých faktorů může být regionálně značně rozdílná a zvláštní zájem společnosti na mimoprodukčních funkcích krajiny je zdůrazněn vyhlášením velkoplošných chráněných území různé kategorie (národní parky, chráněné krajinné oblasti, přírodní parky, pásma hygienické ochrany vodních zdrojů, chráněné oblasti přirozené akumulace vod). V zásadě však platí, že trvale udržitelné využívání půdy a krajiny musí zohlednit její polyfunkčnost v každém místě.

Projekt **Trvale udržitelná budoucnost pro ČR a SR (NOVÁČEK a MEDERLY)** hodnotí územní předpoklady trvalé udržitelnosti využívání krajiny na základě čtyř dílčích kroků:

- 1) Hodnocení stability krajiny a odolnosti prostředí (vlastnost přírodního subsystému krajiny)
- 2) Hodnocení produktivity a potenciálu krajiny z hlediska vybraných činností (předpoklady k využívání krajiny člověkem)
- 3) Hodnocení rizik, ohrožení a zatížení krajiny (současný stav využívání krajiny a jeho rizika)
- 4) Hodnocení územních předpokladů krajiny z hlediska trvalé udržitelnosti využívání (jako kombinace vyplývající z předchozích kroků)

11.4 Sosiekologické (ochranářské) aplikace krajinné ekologie

11.4.1 Vymezování a doplňování sítě chráněných území

Tradiční ochrana přírody se v historickém vývoji zaměřovala nejdříve na ochranu zvláště ohrožených druhů rostlin a živočichů. Územní ochrana přírody se orientovala na ochranu mimořádně cenných, zachovalých lokalit původní panenské přírody (rezervace – Žofinský prales 1838), později celých území a krajin vynikajících přírodními hodnotami a jedinečnými scenérii (národní parky – Yellowstone 1872). Tímto způsobem byla vytvořena v různých zemích po celém světě základní síť nejcennějších chráněných území přírody národního a biosférického významu – rezervací a národních parků.

Vývoj v evropské kulturní krajině však prokázal, že ani přísná ochrana izolovaných území nedokáže zastavit alarmující pokles biodiverzity, snižování početnosti populací a vymírání řady druhů. Pozornost se proto v poslední době obrátila od přísně chráněných území přírody také k ochraně a managementu polopřirozených biotopů a hodnot kulturní krajiny.

Cílem **konzervační (ochranářské) biologie (též sosiekologie)** je zamezit vymírání jednotlivých druhů flóry a fauny a jejich společenstev. K tomu je důležitá analýza ohroženosti populací a stanovení velikosti minimální životaschopné populace. Nebezpečí představuje rostoucí fragmentace kulturní krajiny a s ní

spojená fragmentace populací na izolované subpopulace s nízkou početností, ohrožené degenerací a vyhynutím. Za určitých okolností (riziko chorob, disturbancí) však může fragmentovaná populace přežít bezpečněji a je i geneticky variabilnější a adaptabilnější než populace nerozdělená. Oba vnitřně rozporné aspekty ohroženosti populací musí být zohledněny jednak ve velikosti chráněných území, jednak v jejich počtu a rozmístění.

Pokud jde o **počet chráněných území**: i dva vzájemně zdánlivě shodné biotopy mohou být v různých regionech osídleny různými druhy – každý biotop se zároveň projevuje typově i individuálně a každý může hostit některé druhy jinde chybějící. **Velikost chráněného území** hraje v souladu se všemi poznatky krajinné ekologie a ostrovní biogeografie významnou úlohu. Samotný efekt velikosti může způsobit absenci druhů jinak daný ekosystém obývajících (malé enklávy mohou navíc být celé tvořeny pouze okrajovým prostředím). U rostlinných druhů, zvláště dlouhověkých a vegetativně se rozmnožujících, však rozloha biotopu nemusí hrát podstatnou roli. Optimální ochrannou strategii je současná péče o velká i malá chráněná území, která vytvářejí ucelenou síť (systém – viz ÚSES), mohou se vzájemně doplňovat a zastupovat.

Prostorové uspořádání chráněných území řeší koncepci vytváření ekologických sítí v krajině (např. metodika ÚSES). Sosiekologické aplikace dále navrhuji shlukovat chráněná území a tím kompenzovat jejich případně nedostatečnou velikost. Takto vzniklé seskupení chráněných území je heterogennější než jedno velké chráněné území a zajišťuje vyšší biodiverzitu. Chráněná území mají být podle potřeby obklopena ochrannou (nárazníkovou) zónou, tvořenou kompromisně využívanými plochami, působícími jako bariéra a filtr proti nežádoucímu narušování zvenčí. Ochranná zóna může opticky i funkčně zvyšovat velikost chráněného území, zvětšovat velikost jádra a zvyšovat pestrost okrajů.

Druhový přístup k ochraně přírody je zaměřen na ochranu nejcennějších původních druhů. Relativizuje tím poněkud princip biodiverzity, poněvadž některé vzácné přirozené ekosystémy jsou druhově vysloveně chudé (zvláště ekosystémy v extrémních abiotických podmínkách – slaniska, vřesoviště, rašeliniště, písčiny) a počet vzácných (ochranářsky hodnotných) druhů v ekosystémech nekoresponduje s jejich celkovou druhovou diverzitou. Ochrannářsky hodnotné druhy (vzácné, ohrožené) jsou zařazovány do tzv. **červených seznamů** (u nás kromě toho do seznamu tzv. zvláště chráněných druhů ve vyhlášce č. 395/1992). Jejich ochrana vyžaduje **ochranu jejich klíčových biotopů**. U nás patří k nejohroženějším polopřirozené biotopy spojené s extenzivním hospodářským využíváním v minulosti (suchomilné trávníky, společenstva vátých písků, vřesoviště, společenstva plevelů, květnaté louky).

Územní přístup v ochraně přírody se zaměřuje na ochranu krajinné heterogenity v mozaice kulturní krajiny. Důležité je zachování potenciální přírodní heterogenity, tj. ochrana stanovišť v celém gradientu hydričského a trofického režimu. V kulturní krajině využívané člověkem není možná absolutní ochrana; ekologicky vhodnější a prakticky realističtější se jeví kompromisní ochrana krajinné mozaiky, zajišťující dostatečnou heterogenitu přirozených, polopřirozených a antropogenních ekosystémů v krajině. Jejich prostorové uspořádání řeší metody ochrannářského a krajinného plánování (LANDEP, ÚSES a jiné).

11.4.2 Ochrannářský management vybraných ekosystémů

Zásady ochrannářského obhospodařování vybraných typů společenstev lze rozdělit podle typu tzv. **cílového společenstva**, které by mělo odpovídat stanovištním podmínkám. Ve svém souhrnu by chráněná cílová společenstva měla obsáhnout potenciální biodiverzitu přirozených a polopřirozených ekosystémů v krajině.

Cílové společenstvo les by mělo obsáhnout všechny vývojově vyspělejší porosty s relativně přirozenou skladbou dřevin, porosty na přirozeně mokřích a zamokřených stanovištích (luhy, vrbiny, olšiny, podmáčené smrčiny), suťové, roklínové a skalní lesy (jejich ochrana je většinou zajištěna zařazením do kategorie lesů zvláštního určení). Problematická je ochrana historicky reliktních hospodářských tvarů lesa (středně vysoké a nízké pařeziny, pastevní lesy), které odpovídají minulým způsobům hospodářského využívání. V případě obhospodařování lesních společenstev je třeba maximálně preferovat přirozenou obnovu a zachování nebo obnovu přirozené druhové a genofondové skladby (místní genotypy lesních dřevin).

Travní porosty, přesněji travinobylinná společenstva zahrnují suché trávníky a stepní lada, květnaté louky, pastviny a vlhká až mokrá travinobylinná společenstva. V naší krajině se jedná v převážné většině o společenstva antropogenního a semiantropogenního původu, vzniklá až na výjimky na odlesněných enklávách v důsledku specifického obhospodařování (pastva a pravidelné kosení), které bránilo přirozené lesní sukcesí. Z toho vyplývají i zásady managementu těchto společenstev, které vyžadují zachování dřívějších ekologicky šetrných způsobů obhospodařování. Úplné opuštění jejich obdělávání by vedlo k jejich degradaci a zániku a ke snížení celkové ekosystémové a druhové diverzity krajiny. Ochranařská opatření proto zahrnují potlačování přirozené lesní sukcese a odstraňování náletových dřevin (management skalních stepí v Českém krasu, Českém středohoří, jihomoravských stepí, Mohelenské stepi). V některých případech je však toto počínání ochranařů rozporné, poněvadž moderními způsoby (motorové pily, mechanizace) konzervuje stav odpovídající již dávno neexistujícím způsobům obdělávání (pastva koz) a brání přirozenému vývoji a přírodní stabilizaci krajiny.

Cílová společenstva tekoucích a stojatých vod a mokřadů zahrnují společenstva rybníků, tůní, říčních ramen, přirozených vodních toků a mokřadů. Cílem jejich managementu je zachování přirozeného režimu vodních toků a tůní (včetně dočasných – periodických), dynamiky přirozených inundací a přirozeného vývoje koryta vodního toku včetně meandrování. Pro ochranu přirozených vodních společenstev má mimořádný význam ochrana a obnova břehových porostů, které plní nenahraditelnou ekotonovou a bariérovou funkci.

Ačkoliv se uvedené hlavní typy cílových společenstev od sebe značně liší, některé zásady jejich obhospodařování lze shrnout do společných doporučení:

- podpora přirozené obnovy společenstev,
- udržování maximální potenciální heterogenity ekosystémů,
- zachování přirozené heterogenity hydrického a trofického režimu stanovišť včetně jejich extrémních forem (zamokření, zaplavování),
- napodobení přirozených rytmů vývoje společenstev (prodloužení mýtní doby lesních porostů, umožnění kvetení a tvorby plodů u travinobylinných společenstev),
- udržování dostatečné rozlohy ochranařsky zajímavých a hodnotných společenstev,
- napodobení dřívějších „mírných“ disturbancí, které umožnily vznik hodnotných semiantropogenních biotopů (květnaté louky),
- preference extenzivních forem obhospodařování semiantropogenních biotopů s vyloučením aplikace chemických přípravků a umělých hnojiv,
- vytváření nárazníkových pásem a ochranných zón na ochranu zvláště cenných společenstev.

11.4.3 Obnova biotopů v kulturní krajině

Aktivní ochrana přírody a management krajiny počítá s obnovou narušených nebo zaniklých biotopů v krajině (viz také metoda ÚSES založená na doplňování chybějících biocenter a biokoridorů do ekologické sítě). Při obnově biotopů se lze do určité míry spolehnout na spontánní přirozenou sukcesí, existují však také závažné důvody pro aktivní účast člověka. V mnoha případech je potřebná reintrodukce původních druhů zpět do přírody (např. rys, bobr, vydra), jejich cílená ochrana a podpora.

Ekologie obnovy (restoration ecology), která se vytváří v rámci krajinné ekologie, si klade za cíl obnovu narušené krajiny a jejich narušených nebo zaniklých biotopů. Zdůrazňuje nutnost integrace obnoveného biotopu v okolní krajině včetně všech požadovaných funkčních vazeb a prostorových vztahů.

Jednotlivé způsoby obnovy biotopů lze rozdělit do tří skupin:

- **rekonstrukce** (obnova v užším smyslu, vytvoření biotopu jako pokud možno přesné kopie původního)
- **rehabilitace** (není-li možná úplná rekonstrukce, např. v důsledku nezvratných změn abiotického prostředí, provádí se obnova společenstva relativně podobného původnímu)
- **rekultivace** (vytváří se společenstvo zpravidla značně odlišné od původního, přičemž cíle nemusí být jen ochranařské, ale také produkční, rekreační, estetické aj.).

Možnosti obnovy biotopů a rehabilitace celé krajiny s cílem posílení její ekologické stability a polyfunkčnosti mají v současné době v Evropě příznivější podmínky v důsledku snížení požadavků na

zemědělskou produkci a na to navazujících útlumových programů. V některých zemích (Velká Británie, Nizozemí, Německo) dochází k obnově zejména polopřirozených biotopů (lesů, mokřadů) ve venkovské krajině. V západním Nizozemí v umělé krajině poldrů se vlastně už nejedná o obnovu, nýbrž o tvorbu úplně nových biotopů (mokřadů) v intenzivně využívané krajině vytvořené původně pouze pro účely zemědělské výroby. Zakládání sítě nových, přírodě blízkých biotopů spojených biokoridory zde vychází z poznatků krajinné ekologie.

Jiným příkladem je posilování a diverzifikace již existujících biotopů. V zemědělské krajině jižní Anglie, jejíž matrici tvoří intenzivně využívaná orná půda, se ověřuje možnost šetrného hospodaření v šestimetrovém okrajovém pásu porostu jinak intenzivně pěstovaných plodin. Cílem je udržení životních podmínek koroptve polní. Vyloučení aplikace pesticidů v tomto pásu prokazatelně zvyšuje početnost stavů koroptve, ale i dalších druhů, především hmyzu.

11.5 Aplikace krajinné ekologie v zemědělství

Zemědělská půda zaujímá stále přes 50 % území České republiky a typ zemědělské krajiny u nás převládá. Krajinná matrice takové krajiny je tvořena zemědělsky využívanými plochami (agroekosystémy), především ornou půdou. Struktura, funkce a dynamika těchto ekosystémů (krajinná matrice) je plně ovládána a řízena lidskými zásahy.

Agroekosystémy jsou značně odlišné od přirozených ekosystémů. Mezi jejich typické rysy patří:

- dodatečné vstupy energií zvnějšku
- výrazně snížená biodiverzita
- umělá podpora (selekce) dominantních produkčních druhů
- juvenilní sukcesní stádia (antropogenní disklimax)
- dominantní řízení člověkem zvnějšku je silnější než zpětné vazby uvnitř agroekosystému

Agroekosystémy jsou často obklopeny přirozenějšími ekosystémy a vazebně s nimi těsně propojeny. Vzájemný vztah je obousměrný (toky živin, organismů, energie, vliv na mikroklima). Ačkoliv druhová diverzita agroekosystémů je výrazně snížená, nemusí být zanedbatelná. Bohatá nabídka biomasy k sobě může dočasně připoutávat celou řadu primárních konzumentů i jejich predátory. Celkově však moderní agroekosystémy znamenají výraznou redukci prostorové heterogenity krajiny a tomu odpovídající pokles druhové diverzity. Absence biokoridorů, sítí, útočišť, úkrytů pro přezimování vyvolává efekt „ekologických pastí“ (MIMRA, 1995). Umělý agrární systém je značně nestabilní; většina produkované biomasy se odebírá a používá mimo systém, zatímco k obnově půdní úrodnosti je nezbytný dodatečný přísun vnější energie. Z hlediska ekologické stability má navíc agroekosystém všechny nevýhody juvenilních (nezralých) ekosystémů. Jako dominantní, nejrozšířenější a nejdynamičtější složka (krajinná matrice) mají agroekosystémy zásadní vliv na zbytky (enklávy) přirozených a polopřirozených ekosystémů v zemědělské krajině. Hlavním problémovým místem se zde stává kontaktní zóna ekologických rozhraní, to znamená ekoton. Tato jinak biologicky hodnotná složka s pozitivním působením se paradoxně stává velmi zranitelnou, ochuzenou, ruderalizovanou nežádoucími druhy, které se odtud šíří dále do nitra cenných krajinných „ostrovů“.

Management agroekosystémů s využitím poznatků krajinné ekologie je možné rozdělit na management toků a management prostoru. **Management toků** zahrnuje řízení teplotních, vlhkostních a hydrologických poměrů, zprostředkovaně i toků živin, v rámci vertikálního komplexu půda – voda – společenstvo – vzduch. **Management prostoru** si klade za cíl optimalizaci prostorového uspořádání jednotlivých agroekosystémů a dalších složek v zemědělské krajině, tj. optimalizaci krajinné struktury v horizontálním záběru. Příkladem úprav krajinné struktury je změna velikosti a tvaru půdních bloků, správné rozmístění kultur, návrh biokoridorů, cestní sítě apod. Management prostoru má v konečném důsledku vliv na ekologické toky v krajině. Management agroekosystémů a úpravy krajinné struktury je proto teoreticky vhodné provádět v relativně uzavřeném systému, nejlépe v rámci povodí.

Vývoj naší zemědělské krajiny směřoval po celé desetiletí ke specializaci jejích složek a umělých ekosystémů. Stávající fragmentaci a ekologickou nestabilitu zemědělské krajiny je možné v současné době omezovat v rámci **útlumového programu**, který znamená snížení antropického tlaku na krajinu, posílení ekologické stability a propustnosti krajiny rozšiřováním plochy travních porostů, liniové zeleně

a lesních porostů. Struktura pěstovaných plodin vyžaduje větší pestrost a diverzifikaci ekosystémů také na orné půdě. Úzká specializace na rozsáhlé monokultury neumožňuje jejich dostatečnou integraci s okolní krajinou. Tímto způsobem – prostorovou optimalizací rozmístění ekosystémů v krajině – lze řešit, spolu s územním systémem ekologické stability, **strukturální stránku ekologické stabilizace krajiny** (optimalizaci krajině struktury).

Těžištěm **funkční stabilizace** zemědělské krajiny se ale musí stát samotné hospodaření v její matici, tj. na zemědělsky využívaných plochách obsazených agroekosystémy. Teoretickým východiskem je idea trvale udržitelného rozvoje, která nachází odraz v pojetí **trvale udržitelného zemědělství**. Podle jednoduché definice OECD jde o takový vývoj zemědělství, který uspokojuje potřeby současnosti a neomezuje potřeby budoucích generací. Přesnější je následující vyjádření: „**Setrvalé agroekosystémy jsou ekonomicky životaschopné, uspokojují potřeby společnosti, přičemž uchovávají přírodní zdroje a zlepšují kvalitu prostředí pro budoucí generace**“. (PETR, 1995).

Cílem trvale udržitelného (setrvalého) zemědělství je:

- zamezit další degradaci půdy a dlouhodobě udržet, případně zlepšit její úrodnost,
- zamezit znečišťování povrchových a podzemních vod,
- udržet dostatek vody v krajině,
- omezit závislost zemědělství na neobnovitelných zdrojích energie,
- efektivně využívat místní a úspěšně diverzifikované genetické zdroje a zachovat jejich rozmanitost pro budoucnost,
- uchovat přírodní a přírodě blízké ekosystémy a jejich druhovou diverzitu ve venkovské krajině.

Zamezení znečišťování povrchových a podzemních vod je dlouhodobým problémem našeho zemědělství, které bývá označováno za největšího znečišťovatele životního prostředí. Je otázka, zda zisk, který v produkci přináší vysoké dávky dusíkatých hnojiv, je větší než náklady na získávání nezávadné pitné vody přivážené na velké vzdálenosti. Cílem je používání pesticidních systémů, které strukturou pěstovaných plodin využijí a „zneškodní“ nadměrné množství dusíku v půdě, aniž by došlo ke kontaminaci vod nebo produkovaných potravin.

Zemědělství má obecně značné možnosti využívat obnovitelné zdroje energie, na nichž spočívá přírodní základ fungování agroekosystémů. Obnovitelné zdroje by se podle zásad trvale udržitelného zemědělství neměly používat více, než kolik činí kapacita jejich obnovy, a neobnovitelné zdroje by se neměly používat nad možnost jejich náhrady obnovitelnými zdroji. Současná energetická bilance a vysoký podíl neobnovitelných zdrojů energie v zemědělství vede k zamyšlení nad stravovacími návyky. Na energetickou jednotku (joule, kalorie) v živočišné potravě je třeba vynaložit sedmkrát více energie než na produkci srovnatelné jednotky v rostlinné potravě. Snížení spotřeby živočišných produktů by znamenalo ohromný přínos pro energetickou bilanci v zemědělství. Problém hladu a nedostatku výživy v rozvojových zemích nebude možné řešit živočišnými produkty. „Zelený program“ FAO již v 80. letech doporučoval orientaci na rostlinné bílkoviny, tehdy především soju a další luskoviny. V současnosti se považuje za plodinu, která může pomoci řešit kvalitu výživy v 21. století, rostlina *Amarantus* (laskavec).

Do soustav hospodaření směřujících k setrvalému zemědělství zapadá systém ekologického zemědělství. **Ekologické** nebo též **alternativní zemědělství** (na rozdíl od stávajícího konvenčního zemědělství) je souhrnný název pro zemědělské metody, založené na principu fungování biologicky a ekologicky vyváženého agroekosystému trvalého charakteru, využívající obnovitelných přírodních zdrojů a zakazující používání umělých hnojiv a pesticidů. Ekologické zemědělství je tím šetrnější k životnímu prostředí i k chovaným zvířatům a jeho produkty jsou kvalitnější. Jeho cílem je

- optimální využití přirozených biologických cyklů v zemědělských systémech včetně příznivého působení mikroorganismů, edafonu, opylovačů atd.,
- podpora a zvyšování půdní úrodnosti,
- optimalizace využívání obnovitelných zdrojů materiálu a energie v lokálně organizovaném agroekosystému,
- co nejúplnější uzavření látkových a energetických cyklů, zvláště biomasy a živin,
- zajištění co nejvíce přirozených životních podmínek chovaným zvířatům, umožňujících využívání všech možností jejich přirozeného vývoje,

- odstranění znečištění prostředí zemědělskou činností,
- podpora genetické rozmanitosti v agroekosystému,
- produkce zdravých a kvalitních potravin s vysokou nutriční hodnotou.

V rámci alternativního zemědělství se rozlišuje několik směrů, které se vyvinuly v různých zemích:

- 1) **Organické zemědělství** – hlavní důraz je kladen na zemědělské hospodářství jako uzavřený cyklus živin, proto jsou vyloučeny všechny vstupy zvenčí (hnojiva, chemické ochranné látky, ale i nákup krmiv); rozšířené hlavně ve Velké Británii, částečně v USA
- 2) **Ekologické zemědělství** – upřednostňuje environmentální aspekt: zemědělství nesmí znečišťovat prostředí; rozšířené hlavně ve Francii, Nizozemí
- 3) **Organicko-biologické zemědělství** – zdůrazňuje udržování a zvyšování přirozené půdní úrodnosti pomocí organického hnojení, zdravá půda je základem produkce zdravých potravin
- 4) **Biologické zemědělství** – zdůrazňuje význam zeleného hnojení pro tvorbu humusu, význam udržování dynamické ekologické rovnováhy agroekosystémů pro biologické způsoby potlačování škůdců a chorob; rozšířené hlavně ve Francii a Švýcarsku
- 5) **Biodynamické zemědělství** – nejstarší směr (již od 20. let 20. století), založený na poznatcích přírodních i duchovních věd, sledování kosmických vlivů na produkci, aktivace koloběhu látek různými metodami (např. výtažky z bylin přidávané do kompostu); hlavně v Německu
- 6) **Setrvalé zemědělství** – vylučuje používání neobnovitelných zdrojů; rozšířené v USA

Výsledkem ekologického zemědělství jsou tzv. **bioprodukty** (biopotraviny), které mají většinou horší technologické parametry ve srovnání s konvenčním zemědělstvím (velikost, obsah lepku), naopak vyšší chutnost, obsah sušiny, minerálních látek a vitamínů. Certifikace bioproduktů a hospodářství (farem) hospodařících podle zásad ekologického zemědělství podléhá schválení zvláštní komise. V současné době je v České republice uznáno asi 130 farem s celkovou výměrou 15 000 ha, což je jen zlomek procenta z celkové výměry zemědělské půdy. Podobně je tomu i v dalších evropských zemích. Větší perspektivy se proto přikládají **integrovanému zemědělství**, které je přechodem od ekologického zemědělství ke konvenčnímu: snaží se integrovat veškeré poznatky ekologického zemědělství se současnými technickými a ekonomickými možnostmi.

11.6 Ekologické zásady hospodaření v lesích

Lesní ekosystémy tvoří ekologicky relativně stabilnější část naší kulturní krajiny; zachovalo se v nich nejvíce původních přírodních druhů a přírodních památek. Česká republika zůstává v srdci Evropy státem s vysokou lesnatostí – lesy pokrývají přesně třetinu státního území (33,3 %). Přestože se jedná o lesní porosty v převážné většině přeměněné, s nepůvodním druhovým složením a sníženou biodiverzitou, plní v krajině řadu nenahraditelných funkcí – vodohospodářskou, půdoochrannou, rekreační, biotickou stabilizační, produkční.

PRŮŠA (1990) rozlišuje lesní ekosystémy na:

- lesy přirozené – převážně nebo zcela vzniklé přírodními pochody
- lesy umělé – převážně nebo zcela vytvořené člověkem

Přirozené lesy, které jsou z ochranného hlediska nejcennější, se rozlišují na:

- 1) **porosty neporušené**, nedotčené lidskými zásahy, formované výlučně působením přírodních faktorů (pralesy v přírodním smyslu)
- 2) **porosty přírodní**, které vznikly nebo se obnovily výhradně přírodními procesy a ve svém vývoji byly jen zcela nepodstatně ovlivněny lidskými zásahy
- 3) **porosty přirozené**, víceméně s původní dřevinnou skladbou, nahodile nebo pravidelně využívané člověkem, s prostorovou a věkovou strukturou odlišnou od přírodních porostů.

Společným znakem přirozených lesů je jejich přirozená obnova a uchování přirozených ekologických vazeb (schopnost autoregulace a samovolné obnovy). Při vyloučení lidských zásahů by se nerozpadly, ale nabývaly by podobu přírodního lesa až pralesa.

Neporušené porosty se u nás prakticky nevyskytují. Přírodní lesní porosty existovaly v naší krajině před jejím trvalým osídlením člověkem, od novověku se vyskytují jen ostrůvkovitě v nejdlehlších oblastech. Od neolitu a ve větším rozsahu od středověku docházelo ke klučení a vypalování lesa a k silnému poškozování zbývajících porostů pastvou. Ve středověku se les buď přirozeně obnovoval, nebo pod silným antropogenním tlakem zanikal. Těžba dřeva byla výběrová a toulavá. Les byl mrzačen neregulovanou pastvou a obnovoval se přirozenými výmladky z pařezů (zejména v nižších polohách), což vedlo k většímu zastoupení habru na úkor cennějších listnáčů. Dub a buk byly ceněny nejen pro své dřevo, ale s ohledem na žir vepřů (žaludy a bukvice), lípa byla uznávána jako významný medonosný strom. Až do konce 18. století však neexistovaly nežádoucí dřeviny, které by člověk z lesa odstraňoval. Při tehdejší specializaci venkovských řemesel se každá dřevina uplatnila svými vlastnostmi (šindele, sudy, prkna, kola, loukotě, truhly, nábytek, krovy, obložení,...). Ohromná byla spotřeba palivového dřeva.

Koncem 18. století došlo k převratnému zásahu do skladby našich lesů zaváděním nejprve borových (borová mánie) a pak i smrkových (smrková mánie) monokultur s následnými holosečemi. V 19. století se již v naprosté většině lesů praktikovala holosečná těžba s následnou umělou obnovou jehličnatých monokultur. Důsledkem bylo značné rozšíření lesních kalamit z horských oblastí i do vnitrozemí, poněvadž jehličnaté monokultury silně trpí přírodními kalamitami a v poslední době hromadně hynou následkem znečištění ovzduší. Imisemi oslabené porosty napadají ve zvýšené míře hmyzí škůdci (obaleč, ploskohřbetka, kůrovec). Zvýšené sněhové kalamity jsou zase způsobeny zaváděním nevhodných, nepůvodních genotypů smrku. Opakované pěstování monokultur – v současné době se jedná již o třetí generaci smrků na tomtéž stanovišti – vede k vyčerpání úrodnosti lesních půd. Od počátku 70. let se navíc jednoznačně podřizovala těžba i pěstování lesa požadavkům těžké mechanizace a velkoplošná exploatace s rozsáhlými holosečemi se stala běžnou praxí v našich státních lesích. Škody způsobené průmyslovým znečištěním ovzduší (imisemi) se staly od 70. let pohromou jehličnatých lesů ve střední Evropě. Lesní ekosystémy začaly trpět stresem, který v řadě oblastí přerostl v ekologickou krizi a vedl k rozpadu ekosystému. Za hlavní příčinu se donedávna považovala dlouhodobá kumulace působení oxidů síry a dusíku. V posledním období se však velká váha přikládá působení fotochemického smogu, který vzniká chemickou reakcí různých škodlivin za významné účasti slunečního záření. Na rozdíl od oxidu siřičitého nastává nejvyšší koncentrace přízemního ozónu v teplém (vegetačním) období a ve středních nebo vyšších horských polohách. Od poloviny 60. let lze sledovat v imisních oblastech výrazné okyselení lesních půd. Nákladná meliorační opatření – hnojení mletým vápencem a dolomitem – přinesla jenom nejisté výsledky. Třebaže 90. léta znamenají pokles imisní zátěže, ještě dlouhou dobu bude pokračovat působení poškozených okyselených půd na lesní porosty.

Pěstování lesa a plánování v lesním hospodářství počítá s časovými horizonty několika lidských generací. Na rozdíl od zemědělství, založeného na každoroční obnově agroekosystému na orné půdě, je pěstební činnost v lesním hospodářství dlouhodobá. Dlouhodobost lesní produkce vyžaduje co nejdolnější společenstva, schopná existence, růstu a reprodukce bez nákladné a intenzivní ochrany. Základem lesního hospodářství je usměrňování vývojových procesů lesních ekosystémů, využití trvalých růstových procesů s minimálním vynaložením energie. Také produkční potenciál (úrodnost) lesní půdy se udržuje převážně přírodními procesy. Solidní základ k ekologickému a trvale udržitelnému pěstování lesa představuje **lesnická typologie**. Spolu s poznatky geobotaniky a lesnické pedologie charakterizuje **lesní typ**, který odpovídá vlastnostem abiotického prostředí. Pro všechny naše lesy jsou vypracovány podrobné typologické mapy v měřítku 1:10 000. Lesní typy jsou určeny na základě příslušnosti do vegetačních lesních stupňů a zařazení do ekologických řad (hydrické a trofické) podle půdních poměrů stanoviště.

Pro tyto jednotky (lesní typy) je stanovena tzv. **cílová skladba**, tj. poměr zastoupení základních dřevin. Přihlíží se přitom jak k hospodářským cílům maximální produkce, tak k ekologickým požadavkům na stabilitu porostů. Hospodaření v lesích vychází ze závazných **lesních hospodářských plánů** (LHP), které se vypracovávají vždy na 10leté období.

Ekologizace hospodaření v lesích vychází z trvalosti biologické hodnoty a požadavků na polyfunkčnost lesních porostů.

Mezi hlavní zásady patří:

- ochrana a využívání místního genofondu dřevin,
- respektování přirozené rozrůzněnosti lesních typů podle stanovišť,
- zachování celé škály přirozených lesních společenstev v rámci každé lesní oblasti,
- přirozená obnova lesních porostů,
- prodloužení obmýtní doby a výběrová těžba vhodných porostů
- regulace stavů zvěře na úrovni, která je přiměřená potravním zdrojům a nebrání přirozené obnově lesa.

Lesní rezervace a jiná chráněná lesní území byla v minulosti vyhlašována z různých příčin, podle reálných aktuálních možností ochrany a celkově netvoří reprezentativní síť. Rozličná a ne vždy vyhovující je i výměra těchto chráněných území. Některé lesní a pralesní rezervace s nepatrnou výměrou se nemohou samostatně udržet uprostřed porostů hospodářského lesa s pozměněnou skladbou. Minimální výměra, aby se příslušný ekosystém mohl přirozeně vyvíjet a obnovovat, dosahuje asi 30 – 50 ha. V každé lesní oblasti je třeba chránit komplexy porostů, které se alespoň blíží přirozené skladbě a zastupují co nejširší škálu lesních typů dané oblasti. Tato území je třeba považovat za **genové základny** místních genotypů lesních dřevin, útočiště rostlinných a živočišných druhů. Genové základny by měly být chráněny jako lesy zvláštního určení s prodlouženou dobou obnovy.

LITERATURA K ČÁSTI 11

- Ahern J.: Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning*, 33, 1995
- Bischoff N.T. a Jongman R.G.H.: Development of Rural Areas in Europe: The Claim for Nature. Netherlands Scientific Council for Government Policy, The Hague, 1993
- Buček A., Lacina J.: Geoekologické aspekty tvorby harmonické kulturní krajiny. In: *Krajinářské aspekty pozemkových úprav a obnovy vesnice*, VÚOZ, Průhonice, 1994, s. 38-55
- Culek M. (ed.): Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, 1996
- Drdoš J.: Přírodní prostředí: zdroje – potenciály – únosnost – hazardy – riziká. *Geografický časopis*, 44(1992):1:30-39
- Drdoš J., Kozová M.: Súčasný stav výskumu únosnosti územia. *Geografický časopis*, 44 (1992):4:320-326
- Goodland R. a Ledec G.: Neoclassical economics and principles of sustainable development. The World Bank, Washington D.C., 1985
- Gore A.: Země na míse vah. Praha, Agro, 1994
- Haase G.: Zur Ableitung und Kennzeichnung von Naturpotentialen. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 122(1978):2:113-125
- Hynek A., Trnka P.: Topochory dyjské části Znojemska. *Folia Fac. Sci. Natur. Univ. Purkyn. Brno, Geographia*, 15
- Jongman R.H.G. a kol.: Ecological Networks in Europe, Strategies, Criteria and Perspectives. Wageningen, 1995
- Kaulich K.: Pozemkové úpravy – součást obnovy venkova. In: *Krajinotvorné programy*, Consult, Praha, 1995, s. 99-101
- Kubeš J.: Plánování venkovské krajiny. VŠB-TU Ostrava, 1996
- Lipský Z.: Trvale udržitelné využívání půdního fondu. – In: *Sborník příspěvků k semináři „Podmínky trvale udržitelného zemědělství“*, Techagro Brno 95, vyd. ČZU, Praha, 1995, s. 8-15
- Lipský Z.: Trvale udržitelné využívání půdy a krajiny. In: *Trvale udržitelný rozvoj. Ekologické aspekty transformace v krajině Českomoravské vrchoviny. Nadace Prameny Vysočiny, Žďár nad Sázavou*, 1996, s. 34-50
- Mannsfeld K.: Zur Kennzeichnung von Gebietseinheiten nach ihren Potentialeigenschaften. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 122 (1978):1:17-27
- Martíš M. a kol.: Ekoprogram (Výsledky a zkušenosti). Praha, Rada pro životní prostředí při vládě ČSR, 1987
- Mazín V.: První zkušenosti při realizaci technických a biologických staveb v rámci komplexních pozemkových úprav. In: *Krajinotvorné programy*, Consult, Praha, 1995, s. 112-116
- Meadows D.H. a kol.: *The Limits to Growth*. New York, 1972
- Míchal I.: *Ekologická stabilita*. Brno, Veronica, 1992, 1994
- Míchal I. (ed.): *Území zabezpečování ekologické stability. Teorie a praxe*. Praha, MŽP, 1991
- Míchal I., Buček A. a kol.: *Ekologický generel ČSR*. Praha-Brno, 1985
- Mimra M.: *Krajinná ekologie*. Skriptum pro PDS. IAE ČZU, Kostelec n.Č.l., 1995 (rukopis)
- Minár J., Tremboš P.: *Přírodní hazardy-hrozby, niektoré postupy ich hodnotenia*. *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Com.*, Geographica, Nr. 35, Bratislava, 1994, s. 173-194
- Nepomucký P., Salašová A.: *Krajinné plánování*. VŠB-TU Ostrava, 1996
- Nováček P. a Mederly P.: *Trvale udržitelná budoucnost pro Českou republiku a Slovensko*. Olomouc-Nitra, 1994
- Nováček P., Huba M. et al. (ed.): *Šok z prosperity. Čítanka z globální problematiky I-III*. Olomouc-Bratislava, 1995-1996

- Pall J.: Principy trvale udržitelného rozvoje. – In: Ekologická situace Českomoravské vrchoviny. Sborník příspěvků z konference, Milovy, 17.-18.11.1994, vyd. Nadace Prameny Vysočiny, Žďár nad Sázavou, 1994
- Pellantová J. et al.: Metodika mapování krajiny ČÚOP. Praha, ČÚOP a Brno, VaMP, 1994
- Petr J.: Podmínky trvale udržitelného rozvoje zemědělství. In: Sborník příspěvků k semináři "Podmínky trvale udržitelného zemědělství, Techagro Brno 95, vyd. ČZU, Praha, 1995, s.22-24, 27-34.
- Petr J., Dlouhý J. a kol.: Ekologické zemědělství. Praha, Brázda, 1992
- Pierce D.: Measuring sustainable development. Blueprint for a green economy 3. Earthscan, London, 1993
- Průša E.: Přirozené lesy České republiky. Praha, SZN, 1990
- Píša Z. a kol.: Obnova venkova. MZe ČR, Praha, 1992
- Stalmachová B.: Základy ekologické obnovy průmyslové krajiny. VŠB-TU Ostrava, 1996
- Vavroušek J. a kol.: Trvale udržitelné hospodaření ve venkovské krajině. Grant GA ČR č. 204/93/2524. IAE VŠZ Praha, Kostelec n.Č.l., 1993
- Vavroušek J. a kol.: Program trvale udržitelného hospodaření na farmě Požáry. IAE ČZU, Praha, 1995
- Vondrušková H. et al.: Metodika mapování krajiny SMS. Praha, ČÚOP a Brno, SMS, 1994
- Návod na navrhování územních systémů ekologické stability. Podniková metodika. Praha, Agroprojekt, 1988
- Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. Metodika. Praha, MŽP, 1995
- Mapování biotopů. Sborník konference. Brno, VŠZ, 1994
- Krajinné plánování v Německu a možnosti využití v České republice. Sborník kolokvia, Průhonice, VÚOZ, 1992
- Krajinařské aspekty pozemkových úprav a obnovy vesnice. Sborník semináře, VÚOZ, Průhonice, 1994
- Krajinotvorné programy. Sborník příspěvků konference v Příbrami, 7.-9.6.1995
- Péče o krajinu. Společný program MZe ČR a MŽP ČR. Praha, 1994
- Program obnovy vesnice. Metodická publikace. Praha, VÚVA, 1993
- Program revitalizace říčních systémů. MŽP ČR, Praha, 1995
- Agenda 21: programme of action for sustainable development. UNCED, United Nations, New York, 1993
- Planning for sustainable use of land resources: towards a new approach. FAO, United Nations, 1995
- Our Common Future. (World Commission on Environment and Development), Oxford-New York, 1987

12 EKOLOGICKÁ LEGISLATIVA – LEGISLATIVNÍ ZAJIŠTĚNÍ OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY V ČESKÉ REPUBLICĚ

Ochrana přírody a krajiny je uznávána jako celospolečenská záležitost a je řešena také všeobecně závaznými právními normami. Jejich účelem je chránit přírodní bohatství, vzhled krajiny i její hlavní složky, tj. půdu, vodu, ovzduší, rostliny a živočichy. Nejde přitom pouze o pasivní ochranu, nýbrž také o ochranu při využívání, úpravách a tvorbě krajiny a o eliminaci takových vlivů a zásahů, které krajinu poškozují a znehodnocují.

Snahy o ochranu vybraných částí krajiny, zejména královských lesů, motivované účelově snahou o ochranu významných loveckých honiteb, se objevovaly ojedinele už ve středověku (Zákoník Karla IV. Majestas Carolina 1355). V 19. století byly vyhlášovány první přírodní rezervace, zejména pralesní (Žofínský prales 1838, Boubín 1858), výhradně z iniciativy jejich soukromých majitelů. Státní ochrana přírody byla zřízena až v Československé republice po roce 1918, kdy začaly být vyhlášovány přírodní rezervace státem. První zákon o ochraně přírody byl vydán v roce 1956 (zákon č. 40 Sb.) a jeho cílem bylo chránit také vzhled krajiny. Již předtím byl vyhlášen první československý národní park (Tatranský – TANAP) v roce 1949, v roce 1953 pak první chráněná krajinná oblast (Český ráj) a v roce 1963 první národní park v Čechách (Krkonošský – KRNP).

Po změně politických poměrů v roce 1989 bylo v následujícím období 1990-95 přijato celkem 15 zákonů, řada novel zákonů již existujících a několik desítek dalších právních předpisů, které zakládají systém současných legislativních nástrojů ochrany životního prostředí.

Zákon č. 17/1992 o životním prostředí vymezuje základní pojmy a stanovuje základní zásady ochrany životního prostředí; hlásí se přitom k principu trvale udržitelného rozvoje. Definiuje životní prostředí a jeho složky (ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy, energie), pojmy ekosystém, ekologická stabilita, únosné zatížení území, trvale udržitelný rozvoj, přírodní zdroje, znečišťování životního prostředí, ochrana životního prostředí a ekologická újma. Zákon zakotvuje právo každého na pravdivé informace o stavu a vývoji životního prostředí a o připravovaných činnostech, které by mohly vést ke změně stavu životního prostředí. Formuluje také povinnost a první zásady posuzování vlivů činností na životní prostředí, které jsou potom rozvedeny v samostatném zákonu č. 244/1992 Sb., včetně posuzování vlivů činností a jejich důsledků na životní prostředí přesahujících státní hranice. Součástí zákona je příloha, která taxativně vyjmenovává činnosti (záměry), jež obligatorně podléhají mezistátnímu projednání z hlediska vlivů na životní prostředí.

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny je v současné době základním legislativním nástrojem ochrany přírody a krajiny, která se podle něj zajišťuje zejména:

- a) ochranou a vytvářením územního systému ekologické stability,
- b) obecnou ochranou druhů planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů a zvláštní ochranou těch druhů, které jsou vzácné či ohrožené,
- c) ochranou vybraných nalezišť nerostů, paleontologických nálezů, geomorfologických a geologických jevů,
- d) ochranou dřevin rostoucích mimo les,
- e) vytvářením sítě zvláště chráněných území,
- f) účastí na tvorbě a schvalování lesních hospodářských plánů s cílem zajistit ekologicky vhodné lesní hospodaření,
- g) spoluúčastí v procesu územního plánování a stavebního řízení s cílem prosazovat vytváření ekologicky vyvážené krajiny,
- h) účastí na ochraně půdního fondu, zejména při pozemkových úpravách,
- i) ovlivňováním vodního hospodaření v krajině s cílem udržovat přirozené podmínky pro život vodních a mokřadních ekosystémů,

j) obnovou a vytvářením nových přírodně hodnotných ekosystémů, např. při rekultivacích a jiných velkých změnách ve struktuře krajiny.

Zákon vymezuje některé základní pojmy jako územní systém ekologické stability (ÚSES), významný krajinný prvek (VKP), planě rostoucí rostlina, divoce žijící živočich, zvláště chráněná část přírody, dřevina rostoucí mimo les, paleontologický nálezy, biotop a krajina.

Nejasnosti vznikají v praxi při chápání a praktickém uplatňování termínu **významný krajinný prvek**, který je definován jako **ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny, jež utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability**. V zákoně jsou takto vyjmenovány lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy.

Za jinou kategorii jsou v praktickém právním výkladu považovány **významné krajinné prvky registrované orgánem ochrany přírody**. Mohou jimi být mokřady, travní porosty, meze, křovinaté strání, umělé i přirozené skalní útvary, výchozy a odkryvy i cenné plochy sídelních útvarů včetně historických zahrad a parků.

Mezi základní povinnosti všech vlastníků a uživatelů pozemků patří **ochrana územního systému ekologické stability**; jeho vytváření je veřejným zájmem, na kterém se podílejí vlastníci pozemků, obce a stát. Významné krajinné prvky jsou chráněny před poškozováním; mají se využívat tak, aby nebyla narušena jejich obnova a oslabena jejich stabilizační funkce. K zásahům do VKP je nezbytné stanovisko orgánu ochrany přírody. Závazné stanovisko orgánu ochrany přírody je také nezbytné ke schválení lesních hospodářských plánů, k odlesňování a zalesňování pozemků nad výměru 0,5 ha.

Obecná ochrana rostlin a živočichů je v zákoně formulována příliš obecně bez možnosti uplatnění ekonomických nástrojů a sankcí. Nejasný výklad vzniká také při **ochraně krajinného rázu**, který je definován jako **přírodní, kulturní a historická charakteristika určitého místa či oblasti a je chráněn před činností snižující jeho estetickou a přírodní hodnotu**. Zásahy do krajinného rázu (umísťování staveb, změna využití pozemků) mohou být pouze s ohledem na zachování významných krajinných prvků, kulturních dominant krajiny, harmonické měřítko a vztahy v krajině. K ochraně krajinného rázu s významnými soustředěnými estetickými a přírodními hodnotami může orgán přírody zřídit **přírodní park**.

Zákon vymezuje **kategorie zvláště chráněných území**, pro něž platí zvláštní podmínky ochrany. Jsou jimi:

- a) národní parky
- b) chráněné krajinné oblasti
- c) národní přírodní rezervace
- d) přírodní rezervace
- e) národní přírodní památky
- f) přírodní památky

Národní parky jsou definovány jako rozsáhlá území, jedinečná v národním nebo mezinárodním měřítku, jejichž značná část zaujímají přirozené nebo lidskou činností málo ovlivněné ekosystémy, v nichž rostliny, živočichové a neživá příroda mají mimořádný vědecký a výchovný význam. Území národních parků je zpravidla rozděleno do tří zón ochrany odstupňovaných s ohledem na přírodní hodnoty. Lesy národních parků nelze zařazovat do kategorie lesů hospodářských.

Chráněné krajinné oblasti jsou definovány jako rozsáhlá území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristicky vyvinutým reliéfem, významným podílem přirozených ekosystémů lesních a trvalých travních porostů, s hojným zastoupením dřevin, popřípadě dochovanými památkami historických osídlení.

Národní přírodní rezervace je menší území mimořádných přírodních hodnot, kde jsou na přirozený reliéf s typickou geologickou stavbou vázány ekosystémy významné a jedinečné v národním či mezinárodním měřítku.

Přírodní rezervace je menší území soustředěných přírodních hodnot se zastoupením ekosystémů typických a významných pro příslušnou geografickou oblast.

Národní přírodní památka je přírodní útvar menší rozlohy, zejména geologický či geomorfologický útvar, naleziště vzácných nerostů nebo ohrožených druhů s národním nebo mezinárodním ekologickým, vědeckým či estetickým významem, a to i takový, který vedle přírody formoval svou činností člověk.

Přírodní památka je přírodní útvar menší rozlohy, zejména geologický či geomorfologický útvar, naleziště vzácných nerostů nebo ohrožených druhů s regionálním ekologickým, vědeckým či estetickým významem, a to i takový, který vedle přírody formoval svou činností člověk.

Zákon dále stanoví podmínky zajištění pozemků pro vytváření územního systému ekologické stability včetně možnosti vyvlastnění, zajišťuje volný přístup do krajiny, právo na informace v ochraně přírody a krajiny. V šesté části jsou vyjmenovány **orgány ochrany přírody**, které vykonávají státní správu na úseku ochrany přírody a krajiny včetně jejich působnosti a pravomocí.

Orgány ochrany přírody jsou:

- a) obce
- b) okresní úřady
- c) správy národních parků a chráněných krajinných oblastí
- d) Česká inspekce životního prostředí
- e) ministerstvo životního prostředí

Působnost obcí se týká zejména povolování kácení dřevin, registrace významných krajinných prvků, vyhlášení chráněných (památných) stromů a ukládání pokut za přestupky. Působnost pověřených obecních úřadů je omezena ve zvláště chráněných územích.

V **působnosti okresních úřadů** je zpracování koncepce ochrany přírody a krajiny a státní správa na úseku ochrany přírody v okrese. V pravomoci okresních úřadů je zřídit vyhláškou přírodní park, přírodní rezervaci a přírodní památku.

Správy národních parků a chráněných krajinných oblastí vykonávají státní správu v ochraně přírody a krajiny v území své působnosti; plní zde také úkoly odborných organizací (přírodovědné průzkumy, dokumentace, inventarizace).

Česká inspekce životního prostředí dohlíží na dodržování právních předpisů v oblasti ochrany přírody a krajiny, zjišťuje případy ohrožení a poškození přírody a je oprávněna udělovat příslušné pokuty. Inspekce je oprávněna v případě hrozící škody naříditi omezení, případně zastavení škodlivé činnosti.

Ministerstvo životního prostředí je ústředním orgánem státní správy ochrany přírody v České republice. Zpracovává koncepce a strategie ochrany přírody, koordinuje výzkum v oblasti ochrany přírody, zabezpečuje mezinárodní spolupráci, provádí vymezení a hodnocení nadregionálního ÚSES, vyhláší národní přírodní rezervace, národní přírodní památky a oznamuje záměr vyhlášení národního parku a chráněné krajinné oblasti.

V zákoně č. 114 jsou dále stanoveny **sankce za porušení předpisů** na úseku ochrany přírody. Jsou to pokuty za přestupky pro fyzické osoby ve výši až 50 000 Kč a pokuty právnickým osobám při výkonu podnikatelské činnosti až do výše 1 000 000 Kč.

Zákon o ochraně přírody a krajiny doplňuje **vyhláška MŽP ČR č. 395/1992 Sb.**, kterou se provádějí některá ustanovení uvedeného zákona. V příloze obsahuje úplný **seznam zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů**, které se rozdělují na 3 kategorie:

- **druhy kriticky ohrožené**
- **druhy silně ohrožené**
- **druhy ohrožené**

Zákon č. 244/1992 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí upravuje posuzování vlivů připravovaných staveb, jejich změn a změn v jejich užívání, činností, technologií, rozvojových koncepcí a programů na životní prostředí. V příloze tohoto zákona jsou taxativně vyjmenovány stavby, činnosti a technologie, na které se obligatorně vztahuje působnost tohoto zákona. Zákon dále stanovuje rozsah posuzování a jeho věcný a časový průběh včetně informovanosti veřejnosti a dotčených obcí a možnosti jejich vyjádření. Procedura posuzování vlivů činností na životní prostředí zahrnuje:

- oznámení záměru (povinnost investora) příslušnému orgánu, jímž je ministerstvo životního prostředí nebo okresní úřad (podle rozsahu činnosti),
- zpracování a předložení dokumentace o hodnocení vlivu činností na životní prostředí; požadovaná struktura a obsah dokumentace jsou podrobně uvedeny v příloze zákona,
- zveřejnění dokumentace,
- vyjádření veřejnosti, dotčených obcí a orgánů státní správy,
- zpracování posudku na dokumentaci, který zhodnotí její úplnost, správnost a přihledne k vyjádření veřejnosti, dotčených obcí a orgánů státní správy,
- veřejné projednání posudku a vyjádření veřejnosti,
- vydání stanoviska.

Nejasně je zatím v zákoně vymezeno **posuzování rozvojových koncepcí a programů**, mezi něž by měly patřit např. směrný vodohospodářský plán, územní plán, koncepce ústředních orgánů státní správy v oblasti energetiky, dopravy, zemědělství, nakládání s odpady a dalších oborech.

Ochrana jednotlivých složek životního prostředí je upravena dalšími zákony, vyhláškami a nařízeními.

Ochrana vod se řídí zákonem č. 23/1992 Sb., kterým se mění a doplňuje starší zákon č. 130/1974 Sb. o státní správě ve vodním hospodářství. Zahrnuje významné změny při ukládání pokut za nedovolený odběr vody, nedovolené vypouštění odpadních vod a znečištění povrchových nebo podzemních vod. Pokuta se stanoví ve výši až 1 000 000 Kč, při opakovaném porušení povinností se zvýší až na trojnásobek. **Nařízením vlády ČR č. 171/1992 Sb.** se stanoví **ukazatele znečištění vod** (nejvyšší přípustná míra znečištění ve vypouštěných vodách), které jsou pro vodohospodářský orgán závazné.

Ochrana ovzduší je upravena zákonem č. 309/1991 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami (zákon o ovzduší). Zákon definuje znečišťující látky, zdroje znečištění (malé, střední, velké, mobilní), limity znečištění (emisní, imisní, depoziční). Zákon určuje pokuty za znečištění ovzduší až do výše 10 milionů Kč. Na něj navazuje zákon č. 389/1991 Sb. o státní správě ochrany ovzduší a poplatcích za jeho znečišťování. Právní úprava ochrany ovzduší stimuluje průmyslovou sféru k realizaci nápravných opatření (odlučovače, filtry, přechod na ušlechtlejší paliva) a měla by přispět k zásadnímu zlepšení kvality ovzduší v nejbližších letech. Ochrana ozónové vrstvy je nově upravena zákonem č. 86/1995 Sb. o ochraně ozónové vrstvy, který je v souladu s mezinárodními závazky České republiky.

Ochrana půdy je upravena zákonem č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu a dále zákonem č. 284/1991 Sb. o pozemkových úpravách. Stanoví podmínky změny kultur, zásady ochrany zemědělského půdního fondu, podmínky vynětí půdy ze zemědělského půdního fondu a sazebník odvodů za vynětí půdy v závislosti na její úrodnosti. Připravuje se nový zákon o půdě, který by se vztahoval současně na zemědělský i lesní půdní fond.

Ochrana lesa a zásady hospodaření v lesích se řídí novým lesním zákonem č. 289/1995 Sb. Lesní zákon zdůrazňuje význam lesa a potřebu jeho ochrany jako národního bohatství, nenahraditelné složky krajiny a životního prostředí. Důležitá je podpora trvale udržitelného hospodaření v lese a plnění všech funkcí lesa, tedy i mimoprodukčních. Lesní zákon definuje základní pojmy jako les, lesní porost, ochrana a obnova lesa, přírodní lesní oblasti a další. Provádí kategorizaci lesů na **lesy ochranné** (na mimořádně nepříznivých stanovištích – sutích, skalách, prudkých svazích, výsypkách apod.), **lesy zvláštního určení** (v PHO I. stupně, na území národních parků a přírodních rezervací, příměstské, lázeňské a rekreační lesy, studijní plochy, uznané obory a bažantnice) a **lesy hospodářské**. Stanovuje zásady hospodaření v lesích podle lesního hospodářského plánu (při vlastnictví výměry lesa nad 50 ha), případně podle lesní hospodářské osnovy (pro lesní majetky o výměře menší než 50 ha).

Horninové prostředí a ochrana nerostných surovin jsou zaopatřeny zákonem č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (tzv. horní zákon). Určuje podmínky ložiskového průzkumu, evidence, ochrany a využívání nerostného bohatství.

Nakládání s odpady vychází ze zákona č. 238/1991 Sb. o odpadech, který stanoví povinnosti právnických a fyzických osob při přepravě, zneškodňování a úpravě odpadů a který mj. zakazuje dovoz odpadů z ciziny na území České republiky. Za porušení povinností stanovených zákonem může být uložena pokuta až do výše 10 milionů Kč. Významnější producenti odpadů stejně jako obce jsou povinni zpracovat program nakládání s odpady. Celkově však právní úprava v oblasti odpadů není dostatečnou stimulací ke snižování produkce odpadů. Ekonomické nástroje – poplatky za ukládání odpadů – v některých případech zvyhodňují dosavadní nežádoucí způsoby likvidace odpadů (netříděné skládkování) a nemotivují původce odpadů ani podnikatele ke sběru, třídění a recyklaci odpadů. Nevyřešena zůstává problematika starých ekologických zátěží.

Přehled mezinárodních úmluv v oblasti ochrany přírody důležitých pro ČR

Úmluva (sídlo sekretar.)	Oficiální název	České znění textu
Ramsarská (při OSN-UNESCO Gland, Švýcarsko)	Úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva, Ramsar 1971	Sbírka zákonů 396/90
O světovém dědictví (při OSN-UNESCO Paříž, Francie)	Úmluva o ochraně světového kulturního a přírodního dědictví, Paříž 1972	Sbírka zákonů 159/91
Washingtonská (CITES) (při OSN-UNEP Ženeva, Švýcarsko)	Úmluva o mezinárodním obchodě ohroženými druhy volně žijících živočichů a rostlin, Washington 1973	Sbírka zákonů 572/92
Bonnská (CMS) ^{*)} (při OSN-UNEP Bonn, Německo)	Úmluva o ochraně stěhovavých druhů volně žijících živočichů, Bonn 1979	Sbírka zákonů 127/94
Bernská (při Radě Evropy Štrasburk, Francie)	Úmluva o ochraně evropské divoké flóry a fauny a přírodních stanovišť, Bern 1979	Zpravodaj MŽP 10/1993+1/1994
O biologické diverzitě (CBD) (při OSN, Ženeva, Švýcarsko) ^{**)}	Úmluva o biologické rozmanitosti, Rio de Janeiro 1992	Zpravodaj MŽP 8/1992

^{*)} V rámci Bonnské úmluvy bylo uzavřeno několik speciálních mezinárodních dohod, z nichž pro ČR jsou důležité Dohoda o ochraně netopýrů v Evropě a připravovaná Dohoda o ochraně africko-euroasijských stěhovavých vodních ptáků.

^{**)} Prozatímní sekretariát.

KRAJINNÁ EKOLOGIE
pro studenty geografických oborů

RNDr. Zdeněk Lipský, CSc.

Lektorovali: RNDr. Miroslav Martiš, CSc.
Ing. Vladimír Kremsa

Vydalo Karolinum - nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha 1, Ovocný trh 3
Praha 1998, jako skriptu pro posluchače přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy

Dáno do tisku: leden 1998

Vytiskla tiskárna nakladatelství Karolinum, Praha

AA 12,92 - VA 13,42 - 1. vydání - Náklad 200 výtisků

382-181-97 17/99

Cena Kč 111,-

Tato publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou