

OSTRAVSKÁ UNIVERZITA V OSTRAVĚ

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

NAUKA O KRAJINĚ

Jan Hradecký, Ladislav Buzek

Ostrava 2001

Recenzoval: Prof. RNDr. Miroslav Havrlant, CSc.

© Jan Hradecký, Ladislav Buzek, 2001

ISBN 80-7042-804-X

OBSAH

Úvod (J. Hradecký, L. Buzek).....	5
1. Komplexní studium krajiny (J. Hradecký).....	6
2. Objekt a předmět studia nauky o krajině (L. Buzek).....	13
3. Krajina jako geosystém (L. Buzek).....	15
4. Dimenze fyzickogeografických komplexů (J. Hradecký)	17
4.1. Topická úroveň	19
4.1.1. Dynamická klasifikace ekotopů.....	23
4.2. Chorická dimenze	24
4.3. Regionální dimenze	30
4.4. Planetární dimenze.....	32
5. Krajinotvorné pochody (L. Buzek).....	39
5.1. Krajinotvorné pochody endogenního původu.....	39
5.2. Krajinotvorné pochody exogenního původu.....	40
5.3. Krajinotvorné pochody socioekonomického původu	42
5.3.1. Průmysl a krajina	43
5.3.2. Urbanizace a krajina	46
5.3.3. Doprava a krajina.....	46
5.3.4. Zemědělství a krajina.....	47
5.3.5. Les, lesnictví a krajina	52
5.3.6. Turistika, rekreace a krajina	57
6. Fungování krajiny (L. Buzek).....	58
7. Paradynamické komplexy a princip katény v krajině (J. Hradecký).....	64
8. Stabilita krajiny (J. Hradecký)	74
8.1 Teorie stability v praxi	86
9. Přírodní a ekologické katastrofy (L. Buzek).....	89
9.1. Přírodní katastrofy endogenního původu.....	90
9.2. Přírodní katastrofy vyvolané dopadem vesmírných těles	94
9.3. Přírodní katastrofy exogenního původu.....	94
9.4. Ekologické katastrofy	100
10. Krajinná syntéza (J. Hradecký).....	102
11. Způsoby hodnocení krajiny (L. Buzek).....	113
11.1. Regionalizace a typologie krajiny.....	113
11.2. Přírodní a kulturní krajina.....	114
11.3. Krajinné série	118
12. Modelování krajinného systému (J. Hradecký)	121
12.1 Digitální model reliéfu.....	122
12.2 Aplikace modelů krajinného systému.....	126
13. Vývoj středoevropských krajín v kvartéru (L. Buzek).....	139
14. Životní prostředí (L. Buzek).....	150
15. Vliv antropogenních aktivit na změny v krajině (L. Buzek).....	165
15.1. Antropogenní vlivy na endogenní procesy	167
15.2. Antropogenní vlivy na exogenní procesy	169
16. Trvale udržitelný rozvoj krajiny (J. Hradecký).....	176
16.1. Lidská společnost a krajina v minulosti.....	176
16.2. Nástin vývoje trvalé udržitelnosti ve světě.....	178
16.3. Hlavní problémy dnešní krajiny ČR z pohledu trvalé udržitelnosti	182

17. Ochrana krajiny ve světě (L. Buzek)	191
18. Ochrana přírody a krajiny v České republice (L. Buzek)	199
19. Výchova k ochraně přírody, krajiny a životního prostředí (L. Buzek)	210
20. Literatura	212

ÚVOD

Skripta jsou určena studentům geografických oborů na Přírodovědecké fakultě Ostravské univerzity. Primárně jsou určena studentům učitelských studijních oborů jako učební text ke kurzu „Nauka o krajině a životní prostředí“. Některé kapitoly mohou sloužit také jako učební text pro studenty odborných studijních oborů (Geografie - fyzická geografie a geoekologie, Ochrana a tvorba krajiny) v rámci kurzů „Geoekologie“ a „Užitá geoekologie“.

Učební text by měl poskytnout studentům základní přehled o komplexních pohledech na krajinnou sféru a životní prostředí. Ve skriptech čtenář nalezne základní informace týkající se chápání krajiny, prostorových dimenzí fyzickogeografických komplexů, zákonitostí jejich prostorové diferenciaci, principy jejich fungování, stability krajinného systému. Důležitou otázkou problematiky je hodnocení krajinného systému za pomoci krajinných syntéz a modelování. V druhé části skript se čtenář seznámí také s problematikou vývoje krajiny v kvartéru a s otázkami její transformace lidskou společností. Nedílnou součástí této problematiky je i ochrana krajiny a uplatňování principů trvale udržitelného rozvoje krajiny. Poslední kapitola je věnována významu výchovy k ochraně krajiny a životního prostředí.

Studující geografie učitelského i neučitelského směru by se měli v průběhu kurzu „Nauka o krajině a životní prostředí“ naučit komplexně chápat krajinu jako geosystém, v němž probíhají složité interakce přírodních a socioekonomických (vč. technických) procesů, které mají vliv na životní prostředí člověka, přičemž nejde jen o sledování a vyhodnocování těchto procesů, ale o hledání možností revitalizace krajiny tam, kde došlo k jejímu narušení nebo poškození, což nutně vyžaduje pochopení její struktury, vlastností, vývoje a dynamiky. Studium uvedeného kurzu vyžaduje od posluchače znalost všech dílčích disciplín fyzické geografie, geologie a obecných disciplín socioekonomických a dále základní znalosti z biologie, protože tyto vědní obory jsou pro analýzu krajiny a následné syntetické závěry zcela nezbytné.

Jelikož jsou oba autoři odborně zaměřeni na fyzickogeografické disciplíny je i převažujícím tématem skript fyzickogeografická problematika, čímž se autoři omlouvají socioekonomicky zaměřeným odborníkům.

Autoři děkují recenzentovi tohoto učebního textu Prof. RNDr. Miroslavu Havrlantovi, CSc. za cenné rady a připomínky. Dále děkují kolegovi Mgr. Tomáši Pánkovi (KFGG PřF OU) za cennou diskuzi nad některými kapitolami textu. Nemalý dík náleží studentům Danieli Machovi za pomoc při zpracování grafických příloh, Tamaře Hovorkové a Janě Žáčkové za pomoc při zpracování tabulkových příloh.

Žádáme všechny čtenáře, aby nás upozornili na jakékoliv nedostatky, které se mohly i přes pečlivou editaci v textu objevit.

Červen 2001

Autoři

e-mail:

Jan.Hradecky@osu.cz

Ladislav.Buzek@osu.cz

1. KOMPLEXNÍ STUDIUM KRAJINY

Krajina je často označována jako **geosystém**, tedy jako **soubor prvků (komponentů) geografické sféry a jejich vzájemných vztahů každého s každým** (L. Miklós, Z. Izakovičová, 1997). Implicitním obsahem pojmu geosystém jsou i další atributy, jako např. struktura, vzorec fungování, dynamika, informace, hmota, energie, aspekty synergičnosti, prostorovosti a časovosti.

Komplexní přístup v podobě výzkumu krajiny se poprvé objevuje na začátku 19. století v díle zakladatele moderní geobotaniky a fyzické geografie A. von Humboldta, který hovoří o „Der Totalcharakter einer Erdgegend“ (totálním charakteru daného regionu Země). Dalším významným autorem byl Rus V. V. Dokučajev (2. pol. 19. stol.).

Krajina je v současné době vnímána jako holistická entita reálného světa, jako totální systém **geografické sféry**. Krajina je chápána buď v abstraktní rovině jako forma hmotného projevu geografické sféry nebo jako reálný územní objekt se svými prvky a vztahy. V reálné krajině coby systému se projevují dva základní druhy kvality:

- **prvky (elementy) systému** (jednotlivé geosféry, regiony, apod.) definované jejich stavovými veličinami (např.: výška hladiny podzemní vody, obsah uhličitánů v půdě, nadmořská výška, atd.) a
- **vazby systému**, které jsou realizovány krajinnými procesy (toky hmoty, energie a informací). Procesy se projevují změnami stavových veličin prvků krajiny v čase. Stavové veličiny charakterizují vlastnosti jednotlivých prvků (J. Krcho, 1991). Hodnoty stavových veličin definují aktuální stav prvků, subsystémů nebo celého systému. Vazby - procesy se uskutečňují jednak mezi prvky systému, ale také v rámci jednotlivých prvků (J. Minár, 1998).

Geografickou sféru můžeme považovat za jakýsi supersystém, který je definován jako:

$$SG_s(P,T) = \{G_s(P,T), S_s(P,T)\},$$

kde vstupují do interakce dva relativně autonomní subsystémy - **krajinoekologická sféra G_s** (geosystémy, geoekosystémy) a **socioekonomická sféra S_s** (socioekonomické systémy, systém společnosti). Prostorový aspekt systémů je vyjádřen jako **P**, časový aspekt jako **T**. Interakce obou rozdílných subsystémů vytvářejí v krajině konfliktní situace, k jejichž řešení by měl komplexní přístup přispět.

Geosystémová část supersystému je tvořena fyzickými komponenty geografické sféry: ovzduším, vodstvem, půdami, geologickým podkladem a půdotvorným substrátem, reálnou biotou, člověkem vytvořenými a transformovanými prvky (prvky využití území a technické objekty) a nehmotným georeliéfem. Budeme-li uvažovat **pouze prvky geosystému** bez vazeb, pak:

$$G_K = (a_n).$$

Operujeme-li i s **vazbami** bude zápis systému následující:

$$G_S = \{a_n, r_n\},$$

kde a_n jsou prvky systému (reálné komponenty - složky geografické sféry), r_n představuje vazby mezi elementy systému (J. Krcho, 1968, 1971).

Geosystém je funkční a dynamický celek prostoru, polohy, georeliéfu a všech ostatních přírodních i člověkem vytvořených hmotných prvků (objektů) geografické sféry a_n a jejich atributů a vzájemných vazeb r_n .

Krajina je v některých studiích pojímána ekosystémově. Pokud u geosystémového přístupu platí, že všechny prvky jsou na stejné úrovni (tzn. ani jeden z prvků není centralizovaný), pak ekosystémový přístup zdůrazňuje studium vztahu prvku k ostatním prvkům, které představují jeho prostředí. Za tento prvek je nejčastěji považována biota (existují i hydroekologické nebo pedoekologické studie, apod.). Formálně lze ekosystém vyjádřit:

$$E_s = \{a_n, r_{bm-nm}\},$$

kde r_{bm-nm} představuje vztahy biosložky k ostatním složkám ekosystému. Ekosystém je definován jako modifikace geosystému, kde objekt i prvky systému jsou stejné (a_n), ale předmětem studia jsou pouze vztahy biosložky k ostatním složkám. Vzájemné vztahy mezi abiosložkami nejsou předmětem výzkumu.

Systém společnosti je komplikovanější než geosystémy. Je to dáno tím, že vazby mezi elementy systému společnosti jsou mnohotvárnější. Takový systém můžeme vyjádřit jako:

$$S_s = \{b_n, q_n\},$$

kde b_n jsou prvky systému, q_n představuje vztahy mezi prvky. Z hlediska geografického pohledu pak jsou předmětem výzkumu krajiny tyto oblasti:

- lidská společnost se svými nároky - aspekt životního prostředí ("obyvatelstvo" má však celou řadu aspektů, které nepatří do zájmu věd o krajině),
- zájmy společnosti o krajinný prostor jsou představovány nároky na krajinu a její zdroje s cílem uspokojení potřeb společnosti na stále vyšší úrovni, člověk uplatňuje v krajině rezortní zájmy - rozvoj industrializace, těžby, dopravy, zemědělství, bydlení, rekreace a cestovního ruchu, vodního hospodářství, lesního hospodářství, ochrany přírody a památek v krajině.

Ľ. Miklós a Z. Izakovičová (1997) v rámci geosystémového výzkumu rozlišují v krajině na základě geneze, fyzického charakteru a vztahu k využívání krajiny člověkem tři substruktury (viz také obr. 1.1.):

1. **primární (původní) strukturu krajiny** - jedná se o soubor těch prvků krajiny a jejich vztahy, které tvoří původní a trvalý základ pro ostatní struktury. Studovány jsou abiotické prvky geosystému - geologická stavba a substrát, půda, reliéf, vodstvo a ovzduší. Náleží sem i původní vegetace, ale ta se u nás prakticky nevyskytuje. Primární struktura krajiny je charakterizována prostřednictvím dílčích funkčních komplexů:

- geologická stavba - substrát - podpovrchová voda - půda,
- reliéf - tvary - dynamika povrchu,
- reliéf - členitost - poloha,
- reliéf - povrchové vodstvo,
- reliéf - klima,
- potenciální biota.;

2. **sekundární (současná) struktura krajiny** - tvoří ji prvky využití země (land use) a materiální výtvořiny člověka (především technické objekty), souhrnně se jedná o tzv. land cover (krajinný kryt).

Prvky druhotné struktury krajiny je možné charakterizovat z hlediska:

- způsobu využití země - tzv. fyziognomicko - funkční hledisko,
- jejich biotického obsahu (reálná vegetace a živočišstvo) - tzv. fyziognomicko - ekologické hledisko,
- jejich prostorové struktury – tzv. strukturně - prostorové hledisko.

V rámci této struktury se tedy výzkum orientuje na antropicko - biotické komplexy, které se analyzují po stránce:

- reálné vegetace,
- biotopů živočišstva,
- využití země,
- technicko - urbanistické struktury.

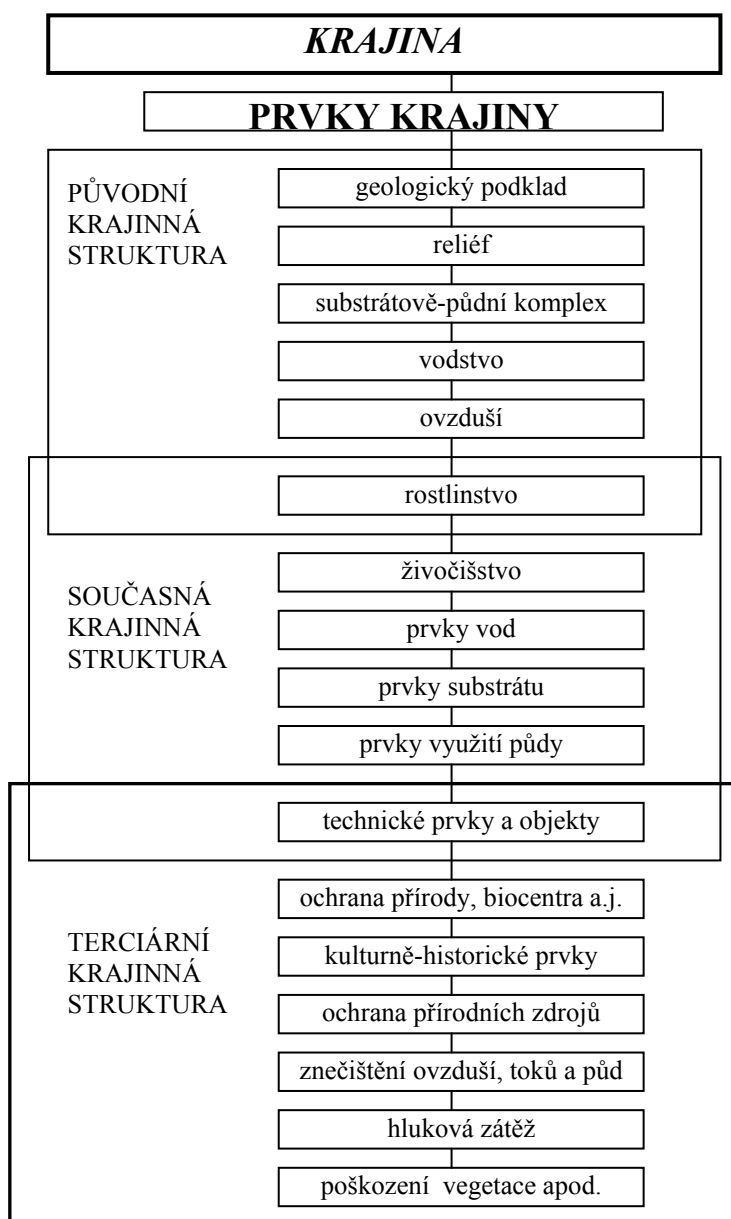
3. **terciární struktura krajiny** - tvoří ji prvky a prostorové subsystémy socioekonomické sféry. Jedná se o soubor nehmotných prvků a jevů charakteru zájmů, projevů a důsledků činnosti společnosti a jednotlivých odvětví v krajině.

Na krajinu můžeme pohlížet buď striktně jednooborově (např. z pozice hydrologie, klimatologie, geomorfologie, fyto geografie, atd.), nebo multidisciplinárně. Multidisciplinární náplň má i předkládaný učební text, proto se pokusíme definovat vědecké směry, které se tímto způsobem studia krajiny a obecně fyzickogeografické sféry zabývají. I tyto komplexně zaměřené obory procházejí vývojem, který se projevil v jejich obsahu.

Multidisciplinární aspekt studia krajiny se uplatňuje v těchto geograficky orientovaných disciplínách:

- nauka o krajině,
- komplexní fyzická geografie,
- geoekologie,
krajinná ekologie.

Nauka o krajině představuje směr, jehož obsah do značné míry pokryly nově zformované disciplíny jako je krajinná ekologie a geoekologie. Přesněji by se měla nauka o krajině označovat jako nauka o fyzickogeografické krajině. Podle L. Mičiana a F. Zatkálíka (1990) náleží ke komplexní fyzické geografii, kde tvoří její teoreticko-metodologickou část. Nauku o krajině lze chápat i širěji jako nauku o totální geografické krajině. Nauka o krajině představuje v současné době již jen přechodnou etapu ve vývoji geografických komplexních disciplín. Nauku o krajině jako komplexní fyzickogeografickou disciplínu formuloval v roce 1913 Passarge (Německo) a v roce 1915 Berg (Rusko). Nauka měla představovat protipól rostoucí specializace a diferenciacie geografie. V bývalém SSSR se tato komplexní disciplína označovala jako „lanšaftovědníje“, „kompleksnaja fizičeskaja geografija“, „sobstvenno fizičeskaja geografija“ nebo „učenie o geosistémach“. Intenzivně se tento směr vyvíjel i v Německu jako „Landschaftslehre“, „Landschaftskunde“, „komplexe physische Geographie“ a nejnověji jako „Geoökologie“.



Obr. 1.1. Krajinná struktura a její prvky (T. Hrnčiarová, 1999).

Komplexní fyzická geografie studuje fyzickogeografickou sféru, nebo její různě velké části jako celostní systémy.

Velmi úzký vztah k nauce o krajině má **geoekologie** a **krajinná ekologie**. Do vývoje fyzické geografie v určitém období zasáhl proces tzv. ekologizace. Podle K. Billwitze (1985) jde o trend, který se uplatnil v geografii a představuje intenzifikaci zájmu o zkoumání zachování živé přírody a člověka v jeho prostředí. S termínem krajinná ekologie se poprvé setkáváme ve studii C. Trolla z roku 1939 „Luftbildplan und ökologische Bodenforschung“, kde se Troll zabývá využitím leteckých snímků ve výzkumu krajiny. Troll použil termín

„Landschaftsökologie“, který neměl sloužit jako označení vědní disciplíny, ale pouze jako metoda „synoptického pozorování krajinné přírody zdola“ (I. Michal, 1994). Byl to okamžik přechodu zkoumání od geografie vegetace k ekologickému zkoumání krajiny.

C. Troll definoval takto pojatý výzkum jako studium komplexní struktury vztahů mezi společenstvy organismů (biocenózami) a podmínkami jejich prostředí v určitém výseku krajiny. Byl to právě Troll, který začal na konci 60. let používat nový termín „**geocology**“ (**geoekologie**). Používal ho jako synonymum krajinné ekologie v anglicky psaných textech (L. Mičian, 1996). Je třeba předeslat, že Troll pojímal krajinnou ekologii a geoekologii biocentricky. Autor krajinné ekologie (geoekologie) tak vnesl do systému geovědních a ekologických disciplín jistý zmatek, který se snažila vyřešit celá řada geografů a ekologů. S vývojem krajinné ekologie souvisel proces, kdy se v některých jejích částech báдалo více biologicky a v jiných více geovědně.

L. Mičian (1996) provedl analýzu pojmání krajinné ekologie a geoekologie ve vztahu k fyzické geografii a dospěl k následujícím závěrům:

1. C. Troll chápal krajinnou ekologii a geoekologii jako dvě totožné disciplíny, což je v současnosti překonaný názor.
2. Podle německých autorů L. Finkeho a J. Fiolky (1978) představuje geoekologie abiotickou část krajinné ekologie. Biotickým odvětvím je bioekologie. Geoekologie je chápána velmi úzce, omezuje se pouze na „geos“, tj. na abiotickou část ekosystémů, resp. geosystémů.
3. Méně striktně pojímá geoekologii H. Leser (1991). Jádro geoekologie stále leží v abiotické části geosystému, ale v nezbytné míře se zabývá i biotickou částí systému.
4. Ve dvou hladinách vnímá geoekologii K. Billwitz (1985), jednak jako synonymum komplexní fyzické geografie, která se zabývá fyzickogeografickými komplexy (geosystémy, geosystémy, apod.) jež mají i biotický obsah. Geoekologie se však biotickou složkou nezabývá tak intenzivně jako bioekologie. Na druhé straně autor předpokládá její další rozvoj na interdisciplinární úrovni. Geoekologie tak vystupuje jako geografická disciplína a jako interdisciplinární výzkumný směr.
5. H. Neumeister (1988) považuje geoekologii jako součást ekologie studující geovědní aspekty. R. Hugget (1995) hovoří o bioekologicky orientované disciplíně.

D. Barsch (1990) definuje geoekologii takto: „Geoekologie se zabývá pochopením vzájemných vazeb mezi odlišnými subsystémy přírodního prostředí, které jsou vyjádřeny jako krajinný celek nebo jako geoekologický celek. Tento celek zahrnuje relevantní fyzikálně-chemické a biologické procesy včetně vlivu člověka na jednotlivé subsystémy. Vzhledem k tomu, že životní prostředí je hierarchicky strukturovaným souborem geosystémů, geoekologie je naukou o geosystémech.“

Při studiu literatury narazíme na celou řadu definic krajinné ekologie, které se velmi často podstatně odlišují:

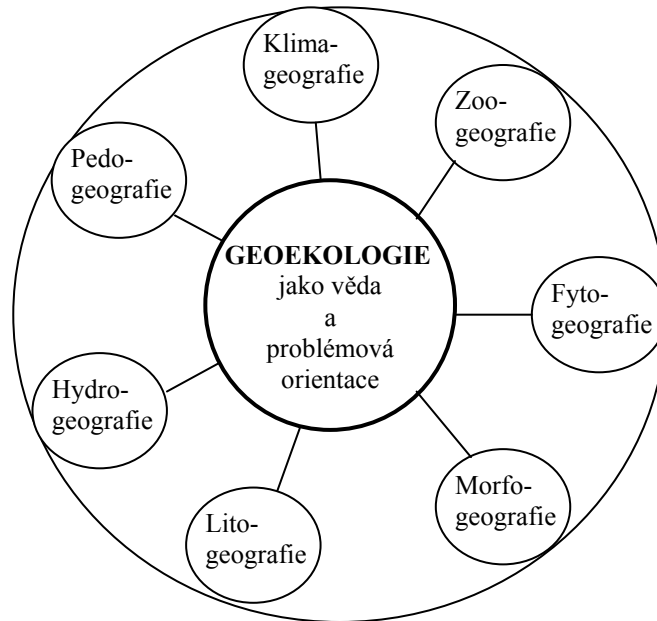
- Krajinná ekologie představuje studium komplexní struktury vztahů mezi společenstvy organismů (biocenózami) a podmínkami jejich prostředí v určitém výseku krajiny (C. Troll, 1939).
- Krajinná ekologie je mladým oborem moderní ekologie, který se zabývá vzájemnými vztahy mezi člověkem a jím vytvořenou krajinou (Z. Naveh, A. S. Liebermann, 1994).
- Krajinná ekologie se rýsuje jako nová, nastupující věda, se spíše komplexním charakterem, heterogenním obsahem a nadmíru širokým záběrem, nicméně s jasným vědeckým a filozofickým základem (P. Kovář, 1993 in Z. Lipský, 1998).
- Krajinná ekologie je věda o ekologických zákonitostech a vlastnostech a procesech v krajině (M. Růžička, 1996).

- Krajinná ekologie se zaměřuje na strukturu, prostorový charakter krajinných složek a ekologických objektů (jako jsou živočichové, biomasa, minerální živiny), funkce, tok objektů mezi krajinnými složkami, změny a proměny této mozaiky v čase (R. T. T. Forman, M. Godron, 1993).
- Krajinná ekologie je velmi důležitou součástí věd o krajině, která studuje krajinu jako holistickou entitu tvořenou rozdílnými elementy, kdy se všechny navzájem ovlivňují (I.S. Zonneveld, 1972 In: Z. Naveh, A. S. Liebermann, 1994). Krajinná ekologie je chápána jako transdisciplinární věda (nejen multidisciplinární a nejen interdisciplinární) (I. S. Zonneveld, 1995 In: Z. Lipský, 1998).
- Krajinná ekologie je samostatná věda na rozhraní vědních oborů, zejména biologie a geografie (u nás je většinou řazena do systému biologických věd). Krajinná ekologie má samostatný objekt studia (krajina), samostatný předmět studia (živá složka krajiny a její vztah k abiotickým faktorům), své teorie (hierarchie a perkolace) a metody studia (ekologické, biologické, geografické) (J. Demek, 1999).
- Krajinná ekologie je multidisciplinární vědní oblast studující zákonitosti vzniku, vývoje, chování a prostorové organizace komplexních teritoriálních systémů, při jejichž studiu usiluje o integraci výsledků geoekologie, bioekologie, humánní ekologie a humánní geografie (L. Mičian, 1996).
- Krajinná ekologie se v rámci analýzy vztahu člověk-krajina explicitně orientovala na krajinu. Analyzovala především geoelementy a jejich vlastnosti, které vzájemně reagují a jsou v tomto vztahu rozhodující. Člověka však vždy implicitně brala jako součást krajiny. Krajinná ekologie poznává a zejména hodnotí krajinu „pro“ člověka (L. Miklós, 1996).
- Krajinná ekologie by měla zkoumat materiální tok a biocenózy nejen v místě původu, ale v rámci různých prostorových jednotek. Z toho vyplývají následující oblasti výzkumu:
 - Bioekologie.* Prvotní ekologie se zaměřovala na vztahy mezi individuem nebo druhem a jejich životním prostředím, přičemž zahrnovala studium řady faktorů životního prostředí. Tento přístup byl následně znám jako autoekologie. Později se vyvinula synekologie, která zahrnovala celé biocenózy a zkoumala vztahy mezi jednotlivými druhy. Jádrem výzkumu byly v každém období druhy a biocenózy. Výzkum nezahrnoval bilanci hmoty v krajině jako celku.
 - Geoekologie* se zabývá výzkumem materiálního složení a struktury krajiny, pohybem hmoty v rámci krajiny jako celku a následně vztahy mezi horninami, reliéfem, uvolněnými sedimenty, půdou a vodou. Vlivy vegetace jako je intercepce nebo evaporace jsou také uvažovány, ale celá řada pro biocenózy důležitých aspektů není do výzkumu zahrnuta (H. Rohdenburg, 1989).
- Krajinná ekologie jako vědní obor vzniká a rozvíjí se teprve v období posledních padesáti let. Předmětem studia krajinné ekologie je krajina v celé její rozmanitosti struktury, funkcí a dynamiky v prostoru a čase (Z. Lipský, 1998).

Základním problémem, který vyvstává z definic krajinné ekologie a geoekologie je úhel pohledu na krajinu, tedy vědecký přístup k výzkumu krajiny. V podstatě můžeme rozlišit dva základní přístupy:

- **geosystémový** (polycentrický) a
- **ekosystémový** (biocentrický).

Z. Lipský (1998) ve svém učebním textu uvádí ještě třetí - **antropocentrický**, který ale lze již považovat za aplikační část krajinné ekologie.



Obr.1.2. Znárodnění systému fyzickogeografických věd (L. Mičian, 1996).

Na závěr této kapitoly lze konstatovat:

Nauka o krajině představovala počáteční snahy geografů o komplexní přístup ke studiu krajiny. Obsah nauky o krajině postupně převzaly další disciplíny. Nauka o krajině se stala fundamentem na jehož základě se formovala geoekologie jako komplexní fyzická geografie, která se orientuje na fyzickogeografické komplexy (K. Billwitz, 1985). Geoekologie není synonymem krajinné ekologie. Geoekologie má užší záběr než krajinná ekologie, protože do ní vstupuje jen jako jedna z řady oborů (L. Mičian, 1996). Geoekologie jako „nástupkyně“ nauky o krajině dále směřuje ke kooperaci s ostatními disciplínami, které se zabývají krajinou. Jde o vědeckou disciplínu, která se zaměřuje na **strukturu, funkční vlastnosti a teritoriální diferenciaci komplexních přírodních systémů, přičemž biota je považována za jejich funkční součást, nestojí však v samém centru výzkumného zájmu** (tzn. pozornost se neorientuje na vnitřní strukturu a vztahy biosystémů, ale pouze na rámcové funkční vztahy bioty a abiotických prvků přírodní krajiny) (J. Minár, 1998).

2. OBJEKT A PŘEDMĚT STUDIA NAUKY O KRAJINĚ

Krajina je definována odlišně z pohledu různých disciplin, např. geografie, ekologie, urbanistiky nebo historie. Pojem krajina se vyskytuje také v obecné mluvě bez přesnějšího vymezení.

Ve smyslu **geografickém** je krajina chápána jako **určitý celek, který se kvalitativně liší od celků okolních**. Krajina ve smyslu geografickém má určitou vnitřní homogenitu, svou individuální strukturu, probíhají v ní určité jevy a procesy a vůči sousedním krajinám je vymezena přirozenými hranicemi. Krajina je jednotným a vývojově stejnorodým územním celkem a její rozloha se může pohybovat od několika km² až po tisíce km². Konkrétní krajina se od okolních krajin liší charakterem jejich dílčích složek - reliéfem, klimatem, hydrologickými a pedologickými vlastnostmi, biotou, a také charakterem antropogenních zásahů a výtvorů; zpravidla jsou v ní propojeny prvky přírodní a civilizační.

Současná krajina je velmi složitým komplexem a na změny v kterékoliv složce krajiny může ve vztahu k člověku reagovat negativně. Tyto řetězové reakce mnohdy vyvolává člověk svými zásahy do některé krajinné složky.

Krajina není neměnným objektem, ale neustále se v čase vyvíjí. Základem současných krajin byly původní **přírodní krajiny**, které se formovaly působením krajinotvorných pochodů v průběhu stamilionů let. I když na krajinu rozvíjející se lidská společnost působila zprvu lokálně (např. v neolitu první zemědělské zásahy), její vliv na charakter a vývoj krajiny postupně sílil a od 19. stol. toto ovlivňování dosahuje v souvislosti s průmyslovou revolucí globálních rozměrů.

Člověk postupně měnil **přírodní krajinu na krajinu kulturní**, přizpůsoboval ji svým potřebám a záměrům. V současné době na Zemi v podstatě již neexistuje krajina, do jejíhož charakteru by nějakým způsobem nezasáhl člověk. Pouze v oblastech, které jsou pro lidský život velmi nepříznivé (polární oblasti, vysoká pohoří, odlehlé pouštní oblasti) si ještě v převládající formě zachovaly původní přírodní znaky; v ekumeně jsou části nejméně antropogenizované krajiny zachovány v oblastech s různým stupněm ochrany (např. národní parky, rezervace atp.).

Změněné prvky a složky krajiny působí zpětně na lidskou společnost a její činnosti, a proto z tohoto aspektu je krajina důležitou součástí **životního prostředí člověka**. Životní prostředí je časoprostorovým systémem, tvořeným abiotickými i biotickými složkami, jimiž prolínají složky socioekonomické. Životní prostředí člověka jako současně působící systém se specifickou výměnou hmoty a energií, má svůj obsah a stavbu a jeho struktura se v prostoru a čase mění. Kromě zachovaných prvků přírodního prostředí je součástí životního prostředí člověka prostředí obytné, pracovní a rekreační. Z prostorového hlediska je rozlišováno **makroprostředí** (přírodní zdroje, atmosféra, hydrosféra, biota atd.), **mezoprostředí** (sídla) a **mikroprostředí** (prostředí pracovní, obytné, kulturní).

Vztah mezi krajinou a životním prostředím je velmi úzký. Krajina, kterou chápeme jako objektivní realitu, z hlediska zájmů a nároků člověka se jeví jako životní prostředí. Určité přírodní kvalitativní znaky krajiny se v souvislosti s potřebami člověka v jeho životním prostředí jeví jako negativní. Např. eroze půdy je v přírodním prostředí normálním jevem, avšak z hlediska člověka je tento jev posuzován jako nežádoucí, protože ochuzuje půdu o jemnozem a živiny, a tím snižuje např. výnosy zemědělských kultur.

Krajina má pro lidskou společnost řadu nezastupitelných funkcí, přičemž tyto funkce se s rozvojem lidské společnosti mění svými prioritami. Člověk využívá krajinu vícenásobně,

např. horské krajiny mohou mít funkci vodohospodářskou, produkční a zdravotně - rekreační (typické je to u Moravskoslezských Beskyd pro ostravský region).

Dvě funkce krajiny, a to funkce výrobní a obytná, jsou od sebe neoddělitelné, např. zemědělská výroba a vesnická sídla dávají krajině určitý vzhled, obdobně koncentrace průmyslu podmiňuje vznik městských aglomerací resp. i konurbací. Při těchto funkčních propojeních je hodnota krajiny technicky pozměňována, budují se v ní komunikační systémy, v zemědělské krajině se realizují různé meliorační zásahy atp.

Poněkud odlišnou funkcí je funkce rekreační, která je podmíněna především přírodními podmínkami resp. různými historickými památkami, což je základním kritériem tzv. turistické atraktivity.

S antropogenním tlakem na krajinu dochází k rozporu mezi požadavky ekologickými a ekonomickými, což se projevuje především v těchto činnostech (J.Demek, 1981):

- do krajiny jsou zaváděny látky, jež se v přírodní krajině nikdy nevyskytovaly, např. umělá hnojiva a pesticidy; hodnoty přírodního pozadí radioaktivních látek jsou mnohdy vlivem antropogenních zásahů překračovány;
- různé konstrukce vytvářejí v krajině umělé prostředí - především urbanizace a těžba surovin, takže složky původní krajiny jsou změněny nebo zcela zničeny, tj, reliéf, hydrografické poměry povrchových i podzemních vod, mezoklima a biota;
- krajnotvorné procesy jsou urychlovány nebo zpomalovány, především zemědělskými a lesnickými zásahy, ale také zásahy průmyslovými a dopravními;
- vytváří se nová prostorová organizace krajiny, výhodná pro hospodářské a jiné činnosti člověka.

Vlivy lidské společnosti na krajinu v posledních dvou stoletích lze porovnávat se změnami, ke kterým dochází vlivem procesů přírodních. Např. orbou a různými stavebními úpravami je ročně, podle odhadu, přemístěno až 4000 km³ půdy a zeminy, různé hornické práce (těžba nerostů vč. surovin pro stavební průmysl) činí ročně 120 miliard tun, na druhé straně je do krajiny za totéž období aplikováno v zemědělství (a zčásti i v lesnictví) až 500 mil. t průmyslových hnojiv (E.Hadač, 1982).

Stále rostoucí intenzita využívání krajiny jako zdroje vede v mnoha případech k jejímu znehodnocování (markantní je to u atmosféry a hydrosféry), resp. k trvalému kvantitativnímu úbytku, a tím i částečnému omezení nebo ztrátě některého nezbytného přírodního zdroje, např. půdy (blíže viz L.Buzek, 1998, 2000).

3. KRAJINA JAKO GEOSYSTÉM

V krajině se vyskytují přírodní systémy a systémy socioekonomické různých rozměrů (mezosystémy), označené v r. 1963 V.B.Sočavou jako geosystémy. Rozlišují se čtyři hlavní typy systémů (R.J. Chorley, B.A. Kennedy, 1971):

- **morfologické systémy** které jsou tvořeny sítí strukturních vztahů mezi částmi systémů;
- **kaskádové systémy** jsou řetězy subsystémů dynamicky navzájem propojených kaskádou hmoty nebo energie. Mají odlišné rozměry - od kaskády sluneční energie přes hydrologickou kaskádu v povodí až ke kaskádovému subsystému tvořenému vlnou pohybující se z hluboké vody;
- **systémy pochodu a odezvy** představují spojení nejméně jednoho morfologického a jednoho kaskádového systému, což ukazuje na způsob, jakým je vázán určitý tvar na proces; např. když infiltrační kaskáda nasýtí vodní kapacitu půdy, začíná povrchový odtok (ron), jenž spojuje tuto kaskádu s kaskádou fluviální, takže se spojí morfologický svahový geosystém s geosystémem fluviálním prostřednictvím ronu;
- **kontrolované systémy** (systémy pochodu a odezvy) jsou kontrolovány především člověkem.

Funkčně se systémy dělí na:

- **izolované**, které jsou uzavřeny vstupu hmoty a energie z jiného systému, v přírodě se zpravidla nevyskytují;
- **uzavřené** vůči importu a exportu hmoty, energie však může prostupovat;
- **otevřené** dovolují výměnu hmoty a energie.
Převládají otevřené systémy, které jsou velmi důležité pro autoregulační jevy v krajině.

Obecně lze systém posuzovat několika způsoby (blíže viz J.Demek, 1981):

- na základě vzájemného propojení prvků a složek krajiny;
- na základě posouzení vztahu k systémům vyššího řádu (supersystémy) a systémům nižších řádů (subsystémy);
- na základě jednoty zvláštních vazeb systémů okolních, přičemž ve vztahu k okolí mohou být vazby izolované, uzavřené i otevřené.

Krajina ve smyslu geosystému má **hierarchickou strukturu** v návaznosti na systémy vyšších i nižších řádů; podle E. Neefa (1967) lze rozlišit čtyři prostorové dimenze krajiny ve vzestupné úrovni, a to úroveň topickou, chorickou, regionální a planetární (blíže viz kap.4). Pro krajiny v užším slova smyslu (geochory) jsou typické hranice, jejichž identifikatelnost je dána zastoupením mezi jednotlivými prvky a složkami krajiny. Hranicemi mezi geochorami prostupují hmota (např. voda), energie a informace. Doba trvání určité geochory závisí především na vstupu hmoty a energie; při poruchách nebo zániku těchto toků se daná krajina mění. **Hranice krajiny** posuzujeme z hlediska horizontálního a vertikálního.

Hranice horizontální členíme na:

- **přírodní hranice**, které jsou dány přírodními činiteli (např. krasová krajina je vázána na karbonáty);
- na **socioekonomické hranice**, které závisí na antropogenních činitelích (např. hranice zemědělské krajiny nebo administrativní hranice).

Hranice vertikální jsou chápány různě. J. Demek (1999) klade dolní hranici krajiny na rozhraní litosféry a astenosféry (hloubka 60 - 300 km) a horní hranici na mezní vrstvu atmosféry (v horní části troposféry s charakteristickým chodem teploty vzduchu a dalších meteorologických jevů) s výškou 300 až 400 m nad povrchem reliéfu.

Krajiny jsou posuzovány z hlediska dvou modelů, a to modelu odvětvového (monosystémového) a modelu územního (polysystémového nebo teritoriálního).

V **monoystémovém modelu** je krajina posuzována jako geosystém, tvořený přírodními prvky **abiotického charakteru** (horniny, georeliéf, atmosféra, hydrosféra), **charakteru hybridního** (pedosféra) a **charakteru biotického** (biota včetně mikroorganismů). V rámci monosystémového modelu krajiny se uplatňuje její geografická poloha, vzdálenost od oceánu (má vliv na oceanitu nebo kontinentalitu podnebí), postavení k určitým rozsáhlým orografickým celkům, dále litologie podloží, reliéf, dolní část atmosféry (mezoklima, mikroklima) a hydrosféra, která, kromě jiných je schopna vázat velké množství tepelné energie. Pedogenetickými procesy na souši vzniká půda, která je hybridním dispersním systémem, v němž jsou zastoupeny prvky abiotické (horninové podloží, vzduch, voda) a prvky biotické (edafon). Na půdu se úzce váže nadzemní biotická krajinná složka ve formě autotrofních a heterotrofních organismů.

V **polysystémovém modelu** má krajina charakter mozaiky geosystémů nižších (topických) řádů, tj. ekosystémů, které mohou mít rozsah od několika m² po několik km², přičemž si zachovávají základní rysy geosystémů.

4. DIMENZE FYZICKOGEOGRAFICKÝCH KOMPLEXŮ

Každá vědní disciplína operuje v rámci určitých prostorových a časových dimenzí. Stejně je tomu i v případě fyzické geografie, která zkoumá fyzickogeografickou sféru v několika úrovních, a to jak prostorových tak časových. Pro srovnání se podívejme na lékařskou vědu, i zde jsou patrné jisté prostorové dimenze, ve kterých se pohybuje: od molekulární genetiky přes cytologii, histologii, disciplíny zabývající se jednotlivými orgány a soustavami, celým organismem až po celou společnost. Fyzická geografie se pohybuje od jednodušších jednotek (topická úroveň) ke složitějším strukturám (chorická a regionální dimenze) a vrcholem je studium celé fyzickogeografické sféry (planetární úroveň). Je třeba připomenout, že někteří fyzičtí geografové dokonce překračují planetární prostor, uvědomujíce si nutnost studia vývoje a fungování celoplanetárního systému v rámci naší galaxie (např. J. Kalvoda, 1999).

Ve fyzické geografii pracujeme s geokomplexy (fyzickogeografickými komplexy) různé velikosti. Procesy, které v rámci nich probíhají se vyznačují určitou délkou trvání a ovlivňují vznik, vývoj, dynamiku a existenci geokomplexu.

Fyzickogeografický terestrický komplex můžeme definovat jako složitý, hybridní, časoprostorový systém, který je vymezen na základě zvoleného kritéria vybraného z vlastností daného systému, kde dochází k interakci hornin, reliéfu, ovzduší, vodstva, půdy, rostlinstva a živočišstva (L. Mičian, F. Zatkalík, 1990).

Ke studiu geokomplexu při zachování systémového pohledu můžeme přistupovat ve smyslu:

- a) **geosystémovém** – daný komplex vnímáme jako geosystém, tzn. uplatňujeme polycentrické hledisko. Studium představuje průřez všemi prvky a vztahy geosystému. Geosystémové zaměření je patrné u dílčích i komplexních fyzickogeografických disciplín;
- b) **ekosystémovém** – uplatňuje se především biocentrický pohled na komplex, který je označován jako ekosystém. Významnou částí je tedy studium ekologických vazeb mezi biocenózou a abiotickým prostředím. V tomto směru vystupuje ekologie a krajinná ekologie biocentrického zaměření.

V. S. Preobraženskij et al. (1980) vymezuje dva typy modelů geokomplexu v rámci geosystémového studia:

- **monosystémový nebo-li topický model** – představuje v podstatě homogenní komplex, kde existují mezi komponentami vazby (tzv. vertikální vazby). Monosystémový model je ideální pro studium vertikální struktury krajiny a jejích segmentů;
- **polysystémový nebo-li chorický model** – orientuje se na studium horizontální struktury krajiny a horizontálních vazeb mezi krajinnými komponentami.

Podle stupně homogenity resp. heterogenity jsou fyzickogeografické komplexy členěny do třech základních kategorií :

- b) **kvazihomogenní komplexy** – nevyznačují se geograficky relevantní prostorovou diferenciací (tzv. geotopy),
- c) **relativně homogenní komplexy** – jedná se o stejnorodé komplexy podle daného kritéria, které má na celé ploše zhruba stejnou kvalitu resp. kvantitu,
- d) **kontrastní komplexy** (tzv. paradynamické) – viz zvláštní kapitola.

Fyzickogeografické komplexy můžeme definovat na základě všeobecně platných vlastností:

- 1) Komplexy mají „poschod'ovitou“ stavbu, která se projevuje v existenci jejich vertikální struktury.
- 2) Komplex je otevřený dynamický systém. Komplexy jsou navzájem spojeny vazbami, které reprezentují energomateriálové a informační toky (speciálně to platí pro sousedící komplexy).
- 3) Komplexy se vyznačují spojitostí a nespojitostí.
- 4) Komplexy se současně projevují jak individuálními (ve smyslu regionalizace), tak i typologickými vlastnostmi.

Hovoříme-li o rozměrech zkoumaných geografických objektů, je z hlediska vlastního poznání fungování planety Země nutné vymezit studované geokomplexy podle velikosti plochy, kterou zaujímají v prostoru (resp. na mapě). Zavádíme proto tzv. kategorie geografických prostorových dimenzí. Význam dimenzí velmi výstižně zhrnul L'. Mičian a P. Tremboš (rukopis) do těchto tří bodů:

1. Jednotky každé dimenze jsou spojeny se „svým“ souborem map příslušných měřítek, do kterých jsou kartograficky zobrazované.

Elementární forma reliéfu (topická jednotka) má adekvátní měřítko mapy 1:5000 - 1:10 000. Geomorfologický celek Ralská pahorkatina (chorický stupeň) bude se všemi souvislostmi, zobrazen v mapě 1:25 000 - 1:100 000. Prostor ukrajinských Karpat (regionální jednotka) znázorníme v měřítku 1:200 000 - 1:500 000. Východoevropské stepi (supraregionální jednotka) jsou v dimenzi měřítka 1:1 000 000. V případě podnebných pásů (planetární jednotka) se dostaneme k milionovým až 10 milionovým měřítkům

2. V každé dimenzi se používají specifické metody výzkumu.

Je zřejmé, že odlišnými metodami bude prováděn výzkum v rámci formy reliéfu jakou je úpad nebo úvala, jiné metody aplikujeme při komplexním výzkumu Českého středohoří nebo Konžské pánve.

3. Komplexy shodné dimenze (popř. i stupně v rámci dané dimenze) jsou dobře srovnatelné.

Morfologii a současné procesy probíhající v nivě tropického vodního toku Madeiry (pravostranný přítok Amazonky) lze konfrontovat s nivou sibiřské Leny, která protéká subartickou zónou .

Podle prostorového měřítka tak můžeme vymezit několik úrovní v hierarchickém smyslu. Je třeba uvést, že na počet těchto úrovní existuje řada názorů. J. Demek (1999) podobně jako německá geoeologická škola (např. E. Neef et al., 1973) uvádějí 4 stupně, V. B. Sočava (1978) 3, ale např. L. Mičian a P. Tremboš (rukopis) se přiklání dokonce k 5 dimenzím. Otázkou dalšího vývoje a diskuse bude, zda k níže uvedeným dimenzím s intenzivně se vyvíjejícím poznáním ještě nepřistoupí další, pomocí níž by bylo možné geograficky studovat Zemi v rámci vyšších celků, např. naší galaxie. Přidržíme se progresivního Mičianova pohledu a uvedeme pětistupňové členění fyzickogeografické sféry ve vzestupném pořadí.

Nejnižší dimenze je označována jako **topická**, vyšší reprezentuje úroveň **chorickou**, třetím stupněm je **regionální** dimenze, čtvrtá je podle L. Mičiana dimenze **supraregionální** (popř. nadregionální nebo subplanetární) a konečně pátou je **planetární** nebo také dimenze globální, popř. geosférická.

Při pohledu na jednotlivá členění je patrný vliv prostoru, ve kterém ten či onen geograf pracuje. Středoevropští geografové pracující v poměrně úzkém středoevropském prostoru, mají tendenci jít cestou minimálně čtyř dimenzionálních úrovní, naproti tomu geograf z velkého ruského prostoru, kterým byl Sočava, vystačí pouze se třemi stupni.

Chápání jednotlivých úrovní je však „naddimenzováno“ a Sočava tak do topické dimenze zařazuje geosystémy o ploše hektarů až několika tisíců km².

Tab.4.1. Geoekologická a krajinoekologická klasifikace (podle H. Leser, 1991 aj. Huggett, 1995 In: G. Mezősi, K. Bódis, 1998).

Dimenze	Měřítko	Přibliž. rozloha	Neef 1963	Haase/Richter 1965	Isačenko 1965	Wittlessey 1954	Schmits-hüsen 1949	Zonneveld 1972	Wieneke 1987
topická	Mikro	10 m ² - 1 km ²	Ökotope	Ökotope	facies	Site	Fliese	Ecotop	Ökotope
chorická	Mezo	1 km ² - 10 ³ km ²	Ökotop- gefüge Mesochore	Mikro- chore (Ökotop- gefüge) Meso- chore	urocsis- cse meszt- noszty landsca- pe	Locality District (Section)	Fliesen- gruppen Natur- raum- liche Haupein- heit	land facet land system	Ökotop- gefüge Mikro- chore Meso- chore
regionální	Makro	10 ⁴ km ² - 10 ⁵ km ²	Makro- chore Megachore	Makro- chore	okrug province	Province Realm	Natur- raumli- che Gross- einheit Natur- raumli- che Region	land- schaft	Makro- chore Mikro- region Makro- region
globální	Mega	nad 10 ⁶ km ²	Geo-region		Zone	Geogra- phishe Zone			

4.1. Topická úroveň

Topická úroveň představuje areál, který je z hlediska daných charakteristik (geografických, krajinoekologických) kvazihomogenní. V rámci geografického výzkumu jde o nejmenší fyzikogeografický komplex, tedy elementární geografickou jednotkou. Jedná se o „základní stavební kámen“ nebo-li „buňku“. Na topické úrovni nejčastěji postihujeme areál určitého typu geokomplexu s tím, že vnitřní postorová diferenciacie (chápej horizontální různorodost) se jeví v daném prostoru a při daném účelu nepodstatnou. Geokomplexy této úrovně mají rozměry v řádech m² až max. několika málo km².

Existuje celá řada termínů, které vyjadřují jednotku topické úrovně a jsou do určité míry synonymy (v závorce jsou uvedeni zastánci termínu) - **top**, **ekotop** (Troll a další), **geotop**, **facie** (Isačenko, Solncev), **elementární jednotka**, **elementární landšaft**, **elementární geosystém**, případně další. Výzkum v rámci této dimenze se mimo jiné orientuje na určení a prostorové vymezení typu geosystému.

Ekotop vyjadřuje v podstatě **typ ekosystému**, **fyziotop** je **typem fyziosystému**, **geotop** zase **typem geosystému**.

Takové areály jsou kvazihomogenní, mají stejnou strukturu, totožné vzájemné vazby a projevují se zde stejné mechanismy látkového režimu, stejné fungování a dynamika. Z výše uvedeného je zřejmé, že je nutné rozlišovat mezi prostorovou jednotkou - geotopem (ekotopem) a jednotkou systémovou - geosystémem (ekosystémem).

Hlavním aspektem studia geotopu jsou vertikální vztahy mezi jeho dílčími složkami - **geologickou, reliéfovou, atmosférickou, hydrologickou, pedologickou, biotickou a humánní**. Východiskem při výzkumu vertikální struktury geotopu je **snímková plocha**, která byla označena jako **tessera**. Elementárním homogenním areálem v rámci něhož nedochází ke změně znaků tesery je pak tzv. geomér, nebo-li areál tessery (G. Haase, 1973 In: L. Miklós, J. Ořahel, 1978). Geomery jsou však z praktického hlediska nemapovatelné a proto se používají již výše zmíněné mapovatelné jednotky - geotopy. Na rozdíl od geomérů se geotopy vyznačují sice nižší geografickou homogenitou obsahu, ale mají vyšší toleranci hraničních hodnot a jsou tedy lépe mapovatelné.

Práce v topické rovině přináší řadu problémů co do roztržitosti a nejednotnosti termínů, které ji popisují. Zásadní otázkou je, zda k tomu přistupujeme z hlediska abiotického, biotického či komplexního. Tedy, bereme-li v úvahu obě dvě skupiny složek - abiotickou i biotickou (pak jde o komplexní přístup) nebo studujeme-li dílčí segmenty (úzký výzkum dílčích disciplín). Prvně jmenovaný přístup je z hlediska teorie systémů a komplexní fyzické geografie (geoekologie podle L. Mičiana, 1996) jediným možným a správným. Pohled na geotop však nebyl vždy konstantní. E. Neef et al. (1973) vnímá **geotop** jako přírodní teritoriální komplex (časoprostorový systém geografických komponentů) topické dimenze, a to jak se složkou anorganickou, tak organickou. Avšak H. Leser (1991) chápe geotop mnohem specifitěji, a to jako abiotickou složku celého systému (abiotický komplex - **abiokomplex**), podle Neefa jde v tomto případě o **fyziotop**. Pro organickou část pak stejný autor používá termínu **biotop**, který dále diverzifikuje na **fytotop** a **zootop**. Obě dvě skupiny složek - anorganická i organická, jsou ve smyslu H. Lesera součástí **ekotopu**. Současné tendence rozvinutých geoekologických škol, jakými jsou německá a švýcarská, upřednostňují pro topickou dimenzi krajinného systému termín ekotop. **Ekotop** tak představuje základní mapovatelnou jednotku a je i elementárním prvkem fyzickogeografické mikroregionalizace (E. Neef, G. Schmidt, M. Laukner, 1961).

Přestože jsme ekotop označili za jednotku relativně stejnorodou, jedná se o komplex s komplikovanou **vertikální stavbou**, kdy procesy v něm probíhající podléhají fyzikálním a fyziologicko-biologickým zákonitostem (resp. jejich kombinaci) a jsou modifikovány synergickými vazbami (**synergie** = společné působení). Je jasné, že při výzkumu jednotky (a to nejen topické) je nutné využívat určité míry abstrakce (podle účelu, cíle a použité metodiky výzkumu) v důsledku velmi náročné simulace systému jako celku. Jednou z užívaných abstrakcí při zobrazování fyzickogeografické reality je právě **abiokomplex** nebo též **fyziotop** považovaný za ústřední pojem komplexní fyzické geografie. Můžeme jej chápat buď jako typ stanoviště (C. Troll, 1950) nebo také jako areálovou jednotku. **Fyziotop** je plošná jednotka s rovnoměrným utvářením abiotických složek, které určují formy látkového režimu a jako výsledek dosavadního vývoje zároveň definují jeho ekologický potenciál (E. Neef, 1968). E. Neef uvádí několik předností jeho využití při výzkumu krajiny na rozdíl od ekotopu:

- relativní stabilita charakteristik (lepší kvantifikace),
- současná často druhotná vegetace nevystihuje zpravidla charakter abiokomplexu (ekotop neodpovídá fyziotopu),
- počet ekotopů (tudíž i biocenóz) je na ploše jednoho fyziotopu vyšší než je potenciální stav,
- transparentnost fyziotopu je na rozdíl od ekotopu vyšší.

V rámci výzkumu ekotopu coby přírodního teritoriálního komplexu topické dimenze klademe hlavní důraz na poznání integrace a souhry ve smyslu „site” (abiotická sféra) – „cover” (biotická sféra).

Na závěr této části uvádíme dvě definice přírodních komplexů topické dimenze podle autorů dvou nejvýznamnějších geoekologických škol (ruské a německé):

1. **Facie je nejjednodušší přírodní teritoriální komplex, na jehož celé ploše je shodná litologie, charakter reliéfu, vodního režimu, mikroklimatu, půd a biocenózy** (V. N. Solncev).

2. **Geotop je nejmenší, geograficky nedělitelná krajinná prostorová jednotka, která je dána jednotně probíhajícími látkovými a energetickými procesy, jež jsou realizovány v geosystému a v topické dimenzi jsou považovány za homogenní. Geotop tak disponuje jednou, pro něj charakteristickou dynamikou** (K. Billwitz, 1985).

Jak jsme již uvedli, jednotky topické dimenze se skládají ve vertikálním směru z dílčích jednotek - podle H. Lesera (1991) z tzv. **parciálních topů**, kterými jsou: **litotop, morfotop, klimatop, hydrotop, pedotop, fytotop a zootop**. Mezi dílčími topy existuje systém vzájemných vazeb, které jsou studovány prostřednictvím **vertikální struktury** geotopu.

Litotop je základní mapovací jednotka **litogeografie**, která představuje areál, kde se vyskytují horniny jednotného litologického složení z hlediska minerálního obsahu, struktury, textury a celkových fyzikálních a chemických vlastností. Základním přístupem k vymezení litotopů jsou postupy nově vyčleněného dílčího oboru fyzické geografie (L. Mičian, 1971) - **litogeografie**, která analyticky postihuje fyzickogeografickou sféru, resp. fyzickogeografické komplexy se zvláštním zaměřením na svrchní část litosféry. Důležitý je aspekt vztahů této části litosféry k ostatním složkám krajiny i z hlediska její prostorové diferenciaci. Při výzkumu hraje roli nejen prostorové rozšíření, funkce a význam předkvartérních hornin, ale především hornin **čtvrtohorních formací**, a to zejména v geologických mapách často opomíjených eluvií, koluvií, proluvií, deluvií, eolických sedimentů, které se v krajině uplatňují v řadě nezanedbatelných aspektech. Litotopy lze vymežit na základě **litogeografické mapy**, která přináší zjednodušený obraz těch prvků geologického prostředí, jež jsou z hlediska krajinných analýz a syntéz podstatné. Základní informace přinášené litogeografickou mapou jsou: horninové prostředí, jeho prostorové rozšíření a některé litogeografické charakteristiky vybrané vzhledem k danému cíli (např.: geomorfologická hodnota hornin, chemismus hornin - z hlediska obsahu CaCO_3 a SiO_2 , geneze a věk hornin, fyzikální vlastnosti hornin - zrnitost u nezpevněných sedimentů nebo puklinatost u zpevněných, stupeň navětrání - obsah sekundárních minerálů nebo hloubka zvětraliny, neotektonické a recentní pohyby zemské kůry, aktivita zlomů, seismicita - poslední tři charakteristiky jsou významné z hlediska přírodních rizik vývoje krajiny a při morfotektonických analýzách).

Výjimečné postavení má **morfotop**, který nepřímou charakterizuje ostatní dílčí topy a v členitějším území dostatečně „signalizuje” hranice ekotopů nebo jejich skupin. Morfotop je kvazihomogenní část reliéfu, která má na celé ploše totožné **morfometrické parametry** (např.: sklon, vertikální a horizontální zakřivení a expozici). Specifickou vlastností morfotopu je jeho **morfodynamika**, která je popisována aktuálním morfologickým procesem. V souvislosti s reliéfem a topickou dimenzí musíme zmínit přístupy slovenského geomorfologa a geoekologa J. Minára (např. 1998), který se zabývá geomorfologickým mapováním velkých měřítek a jeho aplikací v geoekologii. Topickou dimenzí reliéfu je v jeho pojetí **elementární forma georeliéfu**, u které si všímá **morfogenetických, morfometrických, morfodynamických a morfochronologických parametrů**. Významné postavení mají

parametry morfometrické, jejichž analýza má ve slovenské geografii velkou tradici, připomeňme především práce zakladatele moderní morfometrie J. Krcha.

Teorie elementárních forem vznikla jako průnik dvou v podstatě protichůdných koncepcí výzkumu reliéfu. Jednak jako snaha postihnout reliéf jako ideální kontinuum, což vyhovuje především metodám počítačové morfometrické analýzy (využití GIS technologie) a druhou snahou bylo vyhovět potřebám praktického geomorfologického mapování, kdy znak nespojitosti v průběhu georeliéfu je implicitním znakem hranice formy reliéfu. Zásadním znakem nespojitosti, který byl využíván jako zcela zásadní parametr při vymezení geomorfologické jednotky, byl sklon. Vymezená jednotka však vnitřně vyznívala značně geometricky heterogenně, a proto se od tohoto modelu geotopu ustoupilo. V současnosti je preferována koncepce **facet**, které představují plochy, kde je již základní charakteristikou zakřivení plochy (horizontální a vertikální křivost). **Morfotop** byl definován prostřednictvím účelově stanovených intervalových hodnot hlavních morfometrických parametrů. Zde je již zachována jistá míra vnitřní morfometrické homogenity areálu, i když často jen formální. Koncepce elementárních ploch reliéfu se snaží skloubit obě výše zmíněné koncepce při omezení negativních jevů obou přístupů, a to:

- 1) **zachovat přirozné hranice formy a**
- 2) **zabezpečit vnitřní geometrickou (následně i genetickou a dynamickou) homogenitu jednotky.**

Koncepce elementárních forem reliéfu klade důraz na kvantitativní (matematické) vymezení formy a její hranice, čímž by mělo být zamezeno subjektivismu při jejich určování. **Elementární forma** je tedy zjednodušeně řečeno plocha, která je dána přibližně konstantní hodnotou některého morfometrického parametru (= **formotvorný parametr**). Zároveň lze rysy geometrické homogenity částí georeliéfu ztotožnit s prvky jejich homogenity genetické a naopak. V detailu můžeme každou elementární formu pokládat zároveň za **morfogeneticky homogenní individuum**. Geometrická homogenita elementárních forem spolu s jejich genetickou homogenitou vytvářejí podmínky pro jejich dynamickou homogenitu, což se projeví určitou homogenitou působení stejného souboru **geoekologických procesů** v rámci celé elementární formy. Homogenita procesů je však na hranicích formy narušena, míra dynamické homogenity se mění s geometrickou homogenitou. (J. Minár, 1998).

Klimatop se vyznačuje kvazihomogenními topoklimatickými, popř. mezoklimatickými podmínkami.

Hydrotop je základní hydrogeografická jednotka povrchu z hlediska studia výskytu a oběhu vody. Termínem, který zavedl B. B. Polynov a detailně jej rozpracoval G. Haase (1964) a další, rozumíme určitou část povrchu Země, která je spojena s charakteristickou morfologií georeliéfu, určitou litologickou stavbou a je definována typickým hydrologickým režimem. Podle T. Bartkowského (1977) jsou hydrotopy obvykle malá území, jednotná z hlediska malého oběhu vody, který se uskutečňuje v režimu aktivních podzemních vod, tedy těch, které se účastní oběhu. D. Solowiej (1976) přistupuje ke studiu hydrotopu v rovině genetické a v rovině funkční. První spočívá v těsné vazbě hydrotopu na genezi formy reliéfu. Za hlavní hydrotopotvorný faktor je považován genetický typ kvartérních sedimentů. V rámci druhého přístupu vyčleňujeme hydrotop na základě vody a jejího režimu v daných geomorfologických a litologických podmínkách. Geneze území je v tomto případě až druhořadým faktorem. Stejný autor definuje hydrotop jako elementární topickou jednotku s jednotným oběhem vody, s homogenními, hydrologickobilančními a režimovými vlastnostmi, které jsou podmíněny hydrologickými procesy stejné intenzity, jež jsou odrazem relativní homogenity ostatních prvků krajiny.

Pedotopem rozumíme část pedosféry, která je z podstatné části tvořena jedním polypedonem. Geograficky a ekologicky je kvazihomogenní. Podle zastoupení polypedonů pedotopy dělíme na:

- a) **monomorfní** – celý areál pedotopu je tvořen jedním typem polypedonu,
- b) **polopolymorfní** – hlavní část plochy odpovídá jednomu polypedonu, ale směrem k okrajům se mění jeho vlastnosti (vzniká tzv. přechodné pásmo),
- c) **polymorfní** – uvnitř areálu se vyskytují malé plochy jiných polypedonů.

Velikost plochy pedotopu není jeho hlavním rozlišovacím znakem. Zásadní je vznik a vývoj přírodní krajiny, který vedl k prostorové diferenciaci půdního pokryvu.

Fytotopem označujeme areál, ve kterém je vegetační kryt kvazihomogenní. Fytotopy lze popisovat buď prostřednictvím potenciální vegetace (tzn. vegetace, která by se v daných podmínkách na daném místě vyskytovala v situaci bez vlivu člověka - za výchozí stav lze brát období holocénu - svrchní atlantik, kdy se po glaciálech ustavila vegetace v přibližně dnešních klimatických podmínkách a člověk ještě teprve začínal aktivně zasahovat do krajiny), nebo vegetace reálné (fytocenózy mohou být ovlivněné působením člověka).

Zootop lze vymezit analogicky jako fytotop s tím, že biogeografický výzkum zaměřený na faunu (tedy zoogeografie) je velmi komplikovanou částí fyzické geografie, často podceňovanou, ale z hlediska komplexního studia ekotopů nezanedbatelnou a nepostradatelnou.

Při studiu krajiny na úrovni geotopu lze dokumentovat sílu parciálních topů, můžeme tedy některé z nich považovat za komponenty „silné“ a jiné za „slabé“. Tím lze vyjádřit jistou subordinaci, kdy některé komponenty geokomplexu jsou pod silným vlivem těch stabilních. Podle A. D. Armanda (1975) libovolný komponent a jeho charakteristiky, které jsou schopné ovlivňovat jiné komponenty, jsou označovány jako faktory. Faktory jejichž vliv je na většinu ostatních komponentů geotopu silnější jsou považovány za tzv. **řídící faktory** (samy zůstávají stabilní). **Ovlivňované faktory** geotopu jsou pod silným vlivem řídících, ale ty nejsou ovlivňovány řízenými komponenty. Sestupná hierarchizace komponentů podle jejich „síly“ je následující: zemská kůra - atmosféra - voda - půda - fytoceenóza - zoocenóza. A. D. Armand (1975) považuje za řídící faktory reliéf (horniny), klima (plyny a vodní pára troposféry), rostliny, zvířata, zatímco řízenými komponenty jsou voda a půda. Samozřejmě, že se jedná o naprosto jednoduché členění, které minimálně odráží velice komplikovanou strukturu vzájemných vazeb. Jako u jiných modelů došlo k abstrakci, která sice ne zcela přesně kopíruje realitu, ale umožňuje lépe pochopit aspoň základní aspekty vzájemného působení dílčích topů v rámci přírodního teritoriálního komplexu. Ze syntetického pohledu je velice přínosné porovnávat nakolik se shodují rozhraní parciálních topů (velkým přínosem jsou v tomto směru geografické informační systémy).

4.1.1. Dynamická klasifikace ekotopů

Důležitým aspektem výzkumu ekotopů je orientace na dynamickou složku. Kromě klasifikace strukturní můžeme uvést poměrně novou dynamickou klasifikaci ekotopů T. Mosimana (1990), která se v základu zaměřuje na hydrický režim. Klasifikaci uvádíme ve zkrácené podobě, jak ji uvádí L. Mičian (1999).

Hlavní třídy ekotopů jsou následující:

Perkotopy představují lokality, kde je infiltrace vodních roztoků neomezena. K maximálnímu, avšak krátkodobému provlhčení dochází v zimním období nebo během extrémních srážek. V půdním profilu proto nejsou téměř žádné známky nadměrného provlhčení (doklady slabého provlhčení jsou patrné v hloubce pod 1 m). Předpokladem

vzniku perkotopu je, aby se minimálně do dvou metrů pod úroveň terénu nevyskytovaly vrstvy s vlastnostmi izolátoru. Neomezená infiltrace způsobuje, že ani průměrně silné srážky během roku nevedou k povrchovému odtoku. V průběhu roku se veškerá vláhá nespoteřovaná evapotranspirací infiltruje do podloží.

Konperkotopy mají velmi podobné rysy jako perkotopy. Vodní roztoky a suspenze se však na jejich území dostávají i z okolních svahů a musí se v rámci ekotopu vsáknout.

Efluitopy najdeme v horních a středních partiích svahů. Morfometrie území ovlivňuje způsob odtoku vody z ekotopu. V ročním průměru voda odtéká epizodicky i periodicky povrchově (overflow), ale také hypodermicky (půdou a zvětralinami) - interflow.

Afluitopy představují nejčastěji dolní části svahů nebo konkávní formy na svazích (různé svahové deprese). Přítok vody i látek v těchto ekotopech výrazně převažuje. Důsledkem je vznik půd bohatých na živiny a vláhu.

Stagnotopy jsou extrémním případem afluitopů. Vyskytují se na horizontálních nebo jen málo skloněných partiích georeliéfu, kde se do dvou metrů pod povrchem vyskytuje relativně málo propustná vrstva brzdící infiltraci. V profilu nedochází ani k laterálnímu pohybu vodních roztoků. Izolační vrstvou bránící vertikálnímu pohybu vody mohou být nepropustné horniny (např. neogenní jíly, nebo jílovce flyšových formací, apod.) nebo půdní horizonty obohacené o jílovité částice (např. B_t horizont v luvizemích). Ekotop mohou charakterizovat pseudogleje nebo např. kambizemě pseudoglejové.

Umitopy jsou plochy, kde ekologické podmínky výrazně ovlivňuje průlinová podzemní voda. Hladina podzemní vody se během roku pohybuje v rozmezí 2 m - 80 cm pod povrchem. Do této skupiny patří ekotopy s fluvizeměmi různé textury a velkou částí černice.

Umentopy jsou analogií umitopů s tím, že se hladina průlinové vody po velkou část roku pohybuje 80 - 40 cm pod úrovní terénu. Dominují geljové fluvizemě a glejové černice.

Perumentopy jsou typické pro lokality se silným vlivem podzemní vody, která po většinu roku udržuje blíže než 40 cm pod povrchem. Proto převažují půdy s intenzivním glejováním - glejové půdy, na kterých se mohou vytvořit různě mocné vrstvy slatinné rašeliny (ty se pak stávají substrátem pro organozemě). Perumentopy najdeme v mokřadních oblastech.

Irigotopy najdeme v těch částech krajiny, které jsou pod vlivem periodických nebo epizodických povodní, a to i během vegetačního období. Typické irigotopy nacházíme v nivách řek, které si zachovaly přírodě blízký hydrologický režim (nivní až mokřadní). Ekotop reprezentují fluvizemě několika subtypů a různé fázi vývoje (od rambly po vegu).

Technotopy jsou topy vytvořené člověkem. Jedná se o části terénu, které jsou pro vodní roztoky silně nebo zcela nepropustné.

Akvatické ekotopy stojatých vod se vyvinuly v hlubších částech vodních nádrží (jezera, rybníky).

4.2. Chorická dimenze

Dodržující hierarchickou strukturu geografických dimenzí, posunuli jsme se na vyšší úroveň z hlediska rozlohy přírodního teritoriálního komplexu. **Geochory** představují relativně malý prostor ve srovnání s kompletní fyzickogeografickou sférou, ale pozorujeme zde již zcela zřetelnou diferenciaci ve smyslu **horizontální struktury** (na rozdíl od předchozí dimenze). Jednotky, nižší dimenze - geotopy (popř. jejich skupiny) - představují stavební komponenty chorologických struktur krajinné sféry. Jelikož tyto jednotky příroda (v současnosti za značného spolupůsobení člověka) sestavila z navzájem odlišných stavebních kamenů, nepovažujeme geochory za homogenní individua, ale za geograficky i ekologicky

diferencované areály. Homogenní se geochory mohou jevit pouze ve smyslu zvoleného kritéria.

Klasickým přístupem, při vymezení geochor je geomorfologické hledisko. Lze konstatovat, že se v tomto smyslu jedná o jakýsi geomorfocentrismus, který však nelze zatracovat. Jak bylo řečeno dříve reliéf skutečně vystupuje jako faktor č. 1.

Na první pohled se může jevit zvláštním fakt, že parametr definovaný jako nehmotný prvek geosystému krajiny - georeliéf - je hlavním diferenčním faktorem celé řady krajinných procesů. Jako důkaz řečeného můžeme uvést svah rozčleněný hustou sítí erozních rýh, které zde vytvářejí dílčí areály se specifickými fyzickogeografickými podmínkami, ale z hlediska litogeografického se jedná např. o geochoru proluviálních sedimentů stejné geneze a chronologie.

Mapy adekvátní této dimenzi se pohybují v měřítku 1:25 000 až 1:200 000 (I. S. Zonneveld, 1995 uvádí až měřítko milionové), pochopitelně podle plochy mapované geochory. Absolutní míry jsou podobně jako u topů pouze orientační, uváděny jsou areály o rozloze hektarů až několika 1000 km². V žádném případě však nelze tyto hodnoty považovat za konečné a řídit se jimi při vlastní chorické regionalizaci nebo typologizaci krajinné sféry. V rámci chorické dimenze se vytváří **polysystémový model**.

Z. Lipský (1998) stejně jako J. Demek (1999) uvádí, že synonymem chorické dimenze je **krajina**, kterou lze považovat ze komplex mozaiky, tedy za konglomerát základních topických jednotek. Podobně jako jiní autoři (např. E. Neef et al., 1973; A. Hynek, P. Trnka, 1981) považujeme za vhodné diferencovat chorickou dimenzi na tři stupně: **nanochorickou**, **mikrochorickou** a **mezochorickou**. **Makrochora** je již přechodem k regionální dimenzi, ale teoreticky ji lze považovat za čtvrtou chorickou kategorii. Za nejjednodušší **geochoru** je považován komplex minimálně dvou typů geotopů (**nanochora**), naproti tomu nejsložitější geochory mohou být tvořeny desítkami různých typů geotopů a geochor nižších stupňů.

Geochory si můžeme představit jako mozaiky, které jsou součástí krajinné struktury. Každý krajinný typ je charakterizován svou prostorovou strukturou a dynamikou přírodních procesů. Velmi důležitým předmětem studia komplexní fyzické geografie se na chorické úrovni stává právě **horizontální struktura krajiny**. Výzkum struktury se zaměřuje jednak na objasnění systému vztahů v krajině samé a na interpretaci znaků struktury, které jsou relevantní z hlediska potřeb společnosti. Někteří autoři (např. V. Drgoňa, 1983) pocítují mezi topickou úrovní a vlastní chorickou soustavou (mikro-, mezo- a makro-) mezeru. Nekompletnost chorických jednotek (mezi topem a mikrochorou) byla doplněna ještě o jeden stupeň, který buduje mikrochoru. Drgoňa (1983) označuje tuto přechodnou strukturu za **základní chorickou strukturu - ZCHS** (kartografickým ekvivalentem je **základní chorická jednotka**). Analýza vzájemného působení a funkčního propojení fyziotopů tak představuje hlavní zaměření výzkumu. Vnitřní heterogenitou ZCHS jsou myšleny synergické a chorické vazby, ve formě obsahových a prostorových mozaik. V krajině existují ZCHS s velmi rozdílným obsahem, které vymezujeme na základě kontrastnosti jejich charakteristických znaků. Studium geoekologických struktur vychází především z poznání abiotických systémů (z poznání biotické složky krajiny se vychází v rámci **bioekologie**). Komplexním pohledem na ZCHS se zabývala celá řada autorů z nichž velmi významnou byla skupina geografů bývalé NDR, která sledovala vzájemné seskupování **fyziotopů** (ekotopů, stanovišť apod.). Posléze se zabývali pojmem **elementární struktury**, který vyjadřuje strukturu seskupených geotopů - dnes se tento pojem nahrazuje termínem **nanochora** (nebo také **elementární geochor a choreoza**). V pojetí A. Hynka a P. Trnky (1981) je pojem **nanochory** na úrovni jejich **topochory**, kterou definují jako: **základní operační jednotku integrity procesu a prostoru, interakce společnosti a přírody**. V topochoře jsou integrovány velmi podobné topy, jednotné z hlediska využívání, nebo jsou kontrastní ale propojené, většinou jednocestně, procesem přenosu látek a energie. Podle horizontální změny synergetické struktury rozlišují stejní autoři čtyři **modality topochor**:

- **skalární** - vyznačuje se minimální horizontální proměnlivostí,
- **gradientovou** - projevují se postupnou plošnou změnou, přechody topů, typické jsou pro hladké svahy,

- **vektorovou** - liniově propojené kontrastní topy, v podstatě katény - řetězce (viz kapitola týkající se paradynamických systémů),
- **mozaikovou** - je složitá, projevují se v ní odezvy dřívějších pochodů a má různou míru kontrastnosti, je polygenetická.

Mikrochory jsou vyššími prostorovými jednotkami, které se chápou buď jako strukturně, procesně a geneticky jednodušší **monomikrochory**, nebo jako složitější **polymikrochory** (A. Hynek a P. Trnka, 1981).

Jak jsme již zmínili, chorické struktury sledujeme z hlediska vazeb mezi jednotlivými stavebními kameny. Mezi dvěma geotopy (resp. ekotopy) mohou nastat tyto případy vzájemných interakcí:

- **neutrální** - vyjadřují skutečnost, že mezi geotopy neexistuje spojení, nedochází tedy k výměně hmoty, energie a informací;
- **korespondující** - představují existenci procesů mezi geotopy, spojením zesilují;
- **konkurenční** - spojení s protikladným působením procesů;
- **podmíněné** - procesy vycházející z jednoho geotopu vyžadují existenci procesů vycházejících z druhého geotopu.

Po vyhodnocení vzájemných vazeb mezi geotopy lze přistoupit k jejich integraci a určení „**hlavních**“ **geotopů**, které tvoří **ZCHS**. Tyto geotopy jsou si geneticky velmi podobné a v rámci **chorické struktury** se funkčně doplňují. Velmi zajímavou se jeví snaha odhalit **obecné zákonitosti shlukování** (grupování) **geotopů**, které je dáno působením vzájemných vztahů krajinných procesů v čase.

Výše uváděné přístupy k chorickým strukturám dokumentují nejednotnost při používání terminologie. Každý autor přistupuje k dané problematice individuálně. Dalším zaváděním nových chorických mezistupňů se vše stává značně nepřehlednou džunglí terminologických nuancí. V tab. 4.2. je uveden přehled používané terminologie, který by měl nastínit souvislosti mezi jednotlivými pojmy. Preferujeme následující hierarchii chorických struktur - mikrochora - mezochora - (makrochora). Na druhou stranu se nelze, v některých případech, vyhnout zavedení přechodných stupňů jejichž náplň však musí být zcela jasně předem definována.

Tab. 4.2. Paralelizace jednotek chorické dimenze (L. Mičian, F. Zatkalík, 1990)

Stupně chorické dimenze	Neef a kol. 1973	Sočava, 1978	Jiní sov.autoři
5. stupeň	--	makrogeochora přechod k reg. dimenzi	okruh, landšaft
4. stupeň	makrochora	topogeochora	fyz. geografický rajón
3. stupeň	mezochora	mezogeochora	skupina uročišč, místnost
2. stupeň	mikrochora	mikrogeochora	uročišče
1. stupeň	nanochora	elementární geochora	poduročišče

Členění geografického prostoru prostřednictvím chorických struktur (podobně to platí i pro topickou úroveň), kdy každé dimenzi může být jednotlivými autory přisuzován jiný obsah a odlišný prostor, je přístupem značně relativním a často i subjektivním. Co jeden autor označí jako nanochoru, může jiný považovat ve svém pohledu za mezochoru a naopak. Podle J. Minára (1998) platí měřítkově diferencovaná obsahová náplň geoeologických jednotek. Stejný autor uvádí přehled jednotek geografických dimenzí a jejich geomorfologických ekvivalentů (tab. 4.3.), čímž lze dokumentovat to, jak bývají jednotky geografických dimenzí vnímány v geoeologickém a geomorfologickém mapování.

Tab. 4.3. Přiřazení geoeologických a geomorfologických typů jednotek (J. Minár, 1998).

Krajinná jednotka (Topické) geotop, ekotop, facie	Charakter ve všech aspektech kvazihomogenní	Reliéfová jednotka Elementární formy¹⁾ reliéfu	Charakter geomorfologicky homogenní
(Chorické) nanochora, uročiště	heterogenní celky tvořené geotopy	Složené formy²⁾ reliéfu	složené z několika elementárních forem
(Chorické Regionální) mikro-, mezo-, makro- , mega-chora, landšaft	specifický souhrn nižších chór s převahou určitého klimatu, reliéfu, hornin	Typy georeliéfu³⁾	mozaika s převahou určitých typů složených forem

1) v daném měřítku se jedná o geometricky homogenní plochu, která má jednu genezi a podmínky pro stejnorodý průběh současných geomorfologických procesů, hranice této geometricky, geneticky a dynamicky homogenní jednotky tvoří linie, kde je homogenita narušena; 2) část reliéfu, která je tvořena několika elementárními formami, jež jsou formovány v časové a příčinné následnosti v rámci jednoho geomorfosystému, od svého okolí se liší genezí určenou množinou geomorfologických procesů a jednotným celkovým tvarem; 3) představuje přirozeně ohraničený subsystém (část) georeliéfu s převahou znaků určité taxonomické jednotky, který na dané rozlišovací úrovni nemusí mít jednotnou globální formu (J. Minár, 1998).

Princip hierarchizace uvedený v tabulce je označován jako **strukturní hierarchie**, a oproti velikostní hierarchii (geografickým dimenzím) lze její jednotky identifikovat v libovolném měřítku. Faktem je, že jednotlivé strukturní jednotky sice převládají v jednotlivých velikostních úrovních, ale tato vazba není absolutní (J. Minár, 1998). Například ve velmi detailním měřítku se vyskytují geoeologické jednotky chorického charakteru (např. menší závrtky s plochým dnem nebo stará mrtvá ramena), které jsou plošně často výrazně menší než okolní kvazihomogenní geotopy. Nebo můžeme naopak identifikovat formy, které obsahově odpovídají spíše typu georeliéfu resp. složitějším úrovním chorické dimenze (např. svah rozsáhlé strže je silně rozčleněn stružkovou erozí, jejíž formy se na svahu opakují, ale jednotlivě jsou nemapovatelné - nanochory - vytváří mozaiku). Zdá se proto z tohoto hlediska minimálně zvláštní spojovat v geoeologii prostorovou dimenzi (velikostní hledisko) s obsahovou kvalitou geoeologické jednotky. Lze říci, že v jednotlivých prostorových dimenzích převládá určitá obsahová kvalita geoeologických (krajinných) jednotek, v daném prostoru tedy vyčleníme různé typy krajinných jednotek.

Na základě načrtnuté koncepce lze rozlišovat v libovolném měřítku následující **strukturní (obsahové) typy elementárních geoeologických jednotek** (pod elementární geoeologickou jednotkou myslíme z hlediska velikostní rozlišovací úrovně v daném měřítku dále nedělitelný geoeologický areál):

1. **Primárně homogenní jednotky** (např. geotopy v užším pojetí).

= areály, kde rozptyl hodnot sledovaných geoeologických parametrů je pod naší rozlišovací schopností (tzn. našimi poznatky, přístrojovým vybavením, finančními možnostmi, cíli výzkumu, prostorového a časového měřítka a individualitou zkoumané oblasti).

Nejčastěji se jedná o jednotky, které jsou prostorově shodné s elementárními formami definovanými parametry vyšších řádů (horizontální roviny, jednoduché mírné svahy apod.).

2. **Gradientové (sekundárně) homogenní jednotky** (např. gradientové nebo trendové geotopy, ekotony).

= vyznačují se homogenitou změny sledovaných parametrů v daném směru, prostorově jsou ztotožnitelné s elementárními formami nižších řádů. Existuje jejich další klasifikace:

- totální a parciální gradientové jednotky (gradientově se chovají všechny sledované charakteristiky krajiny nebo jen jejich části),
- jednosměrné a osově gradientové jednotky (rozhoduje, zda je gradient změn nasměrovaný v rámci celku jednotně nebo je symetrický podle osy),
- lineární, konvexní a konkávní gradientové jednotky (změna sledovaných parametrů je ve směru gradientu konstantní, zvyšuje se nebo snižuje).

3. **Jednoduché heterogenní jednotky** (paradynamické systémy s centrálně usměrněným tokem látek a energie typu nanochory resp. uročišče).

= jedná se zpravidla o parageneticky silně svázaný (ve směru gravitace) soubor homogenních jednotek, které jsou v daném rozlišení a vzhledem k jejich velikosti samostatně nemapovatelné.

4. **Mozaikové heterogenní jednotky** (typ vyšších chorických a regionálních jednotek bez centrálního usměrnění toku látek a energie).

= v rámci kterých se pravidelně střídají homogenní nebo jednoduché heterogenní jednotky, které jsou v daném měřítku svým rozsahem nemapovatelné nebo na hranici mapovatelnosti, avšak vzájemně jsou málo kontrastní. V závislosti na kontrastu složek, které je tvoří rozlišujeme:

- mozaikové silně heterogenní jednotky - nevymapování jejich složek je způsobeno jejich malou plochou v daném měřítku;
- mozaikové slabě heterogenní jednotky - nevymapování jejich složek coby samostatných jednotek je způsobeno malým kontrastem složek.

Níže uvádíme obecné vlastnosti a vzájemné vztahy uvedených strukturních typů geoekologických jednotek:

- Zařazení jednotky do strukturního typu je relativní a může se změnit v souvislosti se změnou prostorové nebo obsahové rozlišovací úrovně.
- Strukturní typy geoekologických jednotek musíme vnímat hierarchicky - stupeň homogenity a interpretační potenciál klesají od primárně homogenních k mozaikovým jednotkám. Proto je vhodné volit obsahovou i prostorovou rozlišovací úroveň tak, aby se maximalizoval počet homogenních jednotek.
- Zvýšením obsahové rozlišovací úrovně (detailnějším rozlišením hodnot parametrů) se může jednotka vyššího typu transformovat na jednotku nižšího typu (např. primárně homogenní jednotka na gradientovou nebo mozaikovou). Při snížení obsahové rozlišovací úrovně může nastat jev opačný.
- Zvýšením prostorové rozlišovací úrovně (zvětšení měřítka) je možná obousměrná transformace jednotek (např. jednoduchá heterogenní jednotka se rozloží na své ve zvětšeném měřítku již mapovatelné segmenty, naopak topovarianty v primární homogenní jednotce se mohou osamostatnit na heterogenní jednotky vzhledem k nárůstu jejich plochy v tomto měřítku).

Uvedená modifikace chápání hierarchických úrovní v krajině je sice částečně kontroverzní, na druhou stranu však zcela kompatibilní se zažitým systémem geografických dimenzí. Princip spočívá ve změně obsahové rozlišovací úrovně se změnou měřítka.

Jinak musíme chápat primární homogenitu v malém měřítku, kde je např. z hlediska půd zajištěna relativní stejnorodostí půdního typu a jinak v rámci velkého měřítku, kde primárně homogenní budou pouze areály se stejným převažujícím subtypem.

Uvedme si nyní příklady, které nám budou dokumentovat danou problematiku. Představme si strž, která vznikla na zarovnaném úpatním povrchu a má průběh Z-V. Samotnou strž můžeme rozdělit na svahy a dno. Svahy strže se mohou lišit v celé řadě faktorů (např.: expozicí, půdami, litologií, vegetací, apod.) a tudíž i ekotopy, které je tvoří. Vezmeme-li si jako ukázkou svah severní expozice, můžeme obecně říci, že je tvořen z dynamického hlediska minimálně dvěma typy ekotopů. Horní a střední část svahu (ve smyslu příčného profilu strží) tvoří efluviotop, který se vyznačuje tím, že v ročním průměru vodní roztoky odtékají epizodicky či periodicky povrchově (overflow) nebo hypodermicky (interflow). Na úpatí přechází tento ekotop do afluitopu, tedy do depresní (konkávní) části, kde převažuje přísun vody a látek v ní rozpuštěných i mechanický přísun materiálu ze svahu. Půdy této části strže (pokud jsou vůbec přítomné - v aktivně se vyvíjejících stržích je to v podstatě vyloučeno) mohou být bohatší o živiny na rozdíl od ochuzovaných půd efluviotopů. Odlišnosti lze sledovat i v hydrickém režimu ekotopů. Afluviotop se vyznačuje vlhčími poměry, nehledě k tomu, že může při zvýšení hladiny podzemní vody a při vyšších srážkách být dno strže i protékáno vodou. Popisovaný svah tvořený dvěma ekotopy představuje nanochoru. Strž se tedy skládá minimálně ze dvou nanochor (svahy), ale spíše ze tří (dnovou část bychom chápali samostatně). Samotnou strž pak pokládáme za mikrochoru, kde převládá vektorová modalita nanochor. Mikrochory strží silně rozčleňují úpatní povrch, který chápeme jako mezochoru. Spolu s dalšími typy mezochor (např. horskými hřbety a horskými svahy) je segmentem regionální úrovně - horského pásma s úpatní polohou (makrochora).

*Jiným příkladem mohou být výsledky studia topochoor dyjské části Znojemska, které přináší práce autorů A. Hynka a P. Trnky (1981). Zájmové území řadí ke dvěma mezochorám: Českomoravské vrchovině (součást makrochory Česká vysočina) a Dyjskosvrateckému úvalu (karpatská makrochora). V rámci mezochory Českomoravské vrchoviny byly vymezeny tři polymikrochory z nichž uvádíme pro ukázkou pouze **dyjský kaňon**. **Tato polymikrochora je představována soustavou gradientových a vektorových topochoor, které jsou stavebními součástmi monomikrochor dyjského kaňonu (např. vranovské meandry, podmolské meandry atd.). My si všimneme vektorové monomikrochory dna kaňonu, kterou autoři dále člení na topochooru řečiště Dyje, niva Dyje a náplavové kužele a úpatní svahové akumulace.** Všechny vyjmenované dimenze jsou pak komplexně charakterizovány, jak z hlediska abiotického, tak fyto geografického.*

4.3. Regionální dimenze

Další úroveň fyzickogeografického poznávání se orientuje na vyšší jednotky, které mají heterogenní strukturu, tedy jsou tvořeny segmenty předcházejících dimenzí. Přesto se však tato fyzickogeografická individua vyznačují jistou mírou homogenity, kterou chápeme jako tzv. faktorovou homogenitu (L. Mičian a F. Zatkalík, 1990). Snahou při vymezení regionální jednotky je vyfiltrovat z velkého množství parametrů komplexu ty, které vystihnou jednotku v relativní jednotnosti.

Jelikož jde o vyšší hierarchický stupeň lze předpokládat, že regionální jednotky budou plošně rozsáhlejší a nebudou se tudíž v krajině již tolik opakovat, na rozdíl od topických a chorických jednotek daného typu, které mohou představovat skladebné součásti i jiných regionálních prvků.

Zřejmou odlišností od jednotek nižších řádů je jejich výrazná individualita, která se projevuje při vlastním vymezení a označování. Zpravidla se uplatňují metody regionalizace, kterými vymezujeme jednotku na základě specifických, neopakovatelných znaků. Podle toho se také regionální jednotky označují vlastním jménem (např. Lužické hory, Chříby, apod.). I zde lze však uplatnit typologický aspekt. Vybranou skupinu pohoří ČR lze na tomto principu a podle předem zvoleném faktoru diferencovat (viz tab. 4.4.).

Tab. 4.4. Příklad typologizace regionálních jednotek.

Lužické hory České středohoří	⇒ vulkanická pohoří
Ralská pahorkatina Doupovské hory	
Moravskoslezské Beskydy Javorníky	⇒ flyšová pohoří
Podbeskydská pahorkatina Slezské Beskydy	

Faktorem relativní homogenity může být kterákoliv dílčí složka krajiny – litologická stavba, georeliéf, půda, voda, klima, flóra, fauna. K vymezení si pak lze definovat jakoukoliv stavovou veličinu jednotlivých prvků daného území (např. srážky, skladbu zoocenózy, sklon reliéfu, apod.). Sočava uvádí jako nejmenší regionální jednotku makrogeochóru. Regionální jednotky se vyznačují jistou vnitřní diferenciací. Centrální část tvoří tzv „jádro“, které nese výrazné rysy jednotky. Na ně navazuje „vnější“ část, která se vyznačuje menší vyhraněností vůči okolí. Z těchto důvodů může činit vymezení regionálních jednotek v některých částech krajiny značné problémy. Hranice mezi jednotkami nemusí mít podobu linií (zpravidla se tento jev v přírodě vyskytuje vyjíměčně, např. při výrazném omezení „čerstvými“ zlomovými svahy), ale často se jedná o různě široká přechodná pásma. V případě vegetace se v krajině můžeme setkat s rozdílně širokými ekotonovými společenstvy. Pokud za parametr homogenizace zvolíme reliéf, může nastat situace, kdy běžně dosažitelnými geomorfologickými metodami nejsme schopni v reliéfu vést striktní hranici. Takovým příkladem může být území členité pahorkatiny, která neznatelně přechází v plošší pahorkatinný reliéf (např. přechod Příborské pahorkatiny v Oderskou bránu).

Jako regionální individuum můžeme vyčlenit např. Chříby, které se výrazně liší od sousedních regionálních jednotek – Litenčické pahorkatiny, Kyjovské pahorkatiny, Ždánického lesa, Hornomoravského úvalu a Dolnomoravského úvalu. Území má geologická, geomorfologická, pedologická a další specifika, které ji vymezují od okolních částí krajiny. Fyzickogeografická regionální jednotka musí být vymezena na základě podrobného komplexního fyzickogeografického výzkumu. Na jeho základě pak lze regionální jednotku charakterizovat tak, aby vynikla její relativní homogenita.

Ukázka charakteristiky regionální fyzickogeografické jednotky *Moravská brána* vymezené na základě litogeograficko-geomorfologických parametrů:

Plochá pahorkatina (534 km²) o střední výšce 263,5 m a středním sklonu 2°02', bádenské sedimenty, v sv. části uloženy pleistocenního zalednění z doby elsterského a sálského zalednění, rozsáhlé sprašové pokryvy; tektonicky podmíněná sníženina směru SV - JZ s plochým periglaciálním reliéfem, který na JZ plynule přechází do Hornomoravského úvalu a

na SV do Ostravské pánve; příznačné jsou rozsáhlé plošiny a široce zaoblené rozvodní hřbety a plochá, často suchá a asymetrická údolí; nejvyšší bod Lučická Stráž 339 m (J. Demek ed., 1987).

4.4. Planetární dimenze

Studium na planetární úrovni je zaměřeno na největší fyzickogeografické komplexy naší planety. Jedná se o terestrické, akvatické systémy a také celoplanetární fyzickogeografický systém. Základním diferenciacním faktorem planetární fyzickogeografické sféry jsou solární činitele modifikované planetárním prostředím. Jednotkami planetární dimenze jsou oceány a kontinenty, subkontinenty a jejich části, fyzickogeografické pásy a jejich části. Tyto struktury fyzickogeografické sféry lze kartograficky znázornit ve velmi malých měřítkách. Hlavní metody jejich výzkumu jsou založené na využití modelů a bilančních schématech. K tomu aby bylo možné co nejkomplexněji postihnout strukturu, prostorové a časové změny, vliv antropogenních faktorů a celkový charakter prostorově rozsáhlých segmentů planety, jsou využívány metody dálkového průzkumu Země (družicové monitorování zemského povrchu v různých vlnových délkách).

Fyzickogeografickou sféru v celoplanetárním měřítku lze podobně jako v rámci topické úrovně (parciální topy) diferencovat na parciální geosféry, na jejichž detailní výzkum se orientují dílčí fyzickogeografické disciplíny. Lze rozlišit: **litosféru, georeliéf, atmosféru, hydrosféru, kryosféru, pedosféru, biosféru a socioekonomickou sféru**. Komplexní fyzickogeografické disciplíny se zabývají jejich vzájemnou interakcí.

Diferenciace terestrických systémů je nejvýraznější v kontextu klimatu, půd a vegetace. Je zřejmé, že v této souvislosti hovoříme o segmentech, kde se uplatňuje šířková pásmovitost (klimatické pásy a na ně vázaná vegetační a živočišná společenstva). Jedná se o tzv. **geobiomy**, které představují geosystémy značných rozměrů co by totality života a jeho prostředí na širěji definovaném území. Jsou charakterizované určitou radiací, určitou atmosférickou cirkulací, půdami a charakterem vegetačního krytu ekosystémů. Vzhledem k diferenciacnímu činiteli můžeme rozlišit následující typy geobiomů:

1. **Zonální geobiomy** (zonobiomy, zonální ekosystémy) - diferenciacním faktorem je energetická bilance území řízená primárně polohou území na planetě (zjednodušeně řečeno jde o šířkovou pásmovitost, která má však celou řadu odchylek). Jde o makroklimaticky podmíněná společenstva organismů vázaná na odpovídající ekologické poměry (např. zonální půdy). Sukcesně jde o tzv. **klimatické klimaxy**. Zonální geobiomy mají dvě varianty:
 - **planetární pásmovitost** (horizontální zonalita I. řádu) definovanou jako: zákonité rozčlenění fyzickogeografické sféry na fyzickogeografická pásma, které mají průběh od západu k východu (arktické, subarktické a subantarktické, severní a jižní mírné, severní a jižní subtropické, severní a jižní tropické, severní a jižní subekvatoriální a ekvatoriální pásmo). Každé pásmo je vnitřně diferencované na horizontální zóny v mimohorských oblastech (viz další varianta) a typy vertikální zonality v pohořích. Zákonitost lze vyjádřit jako závislost mezi množstvím slunečního záření a změnou zeměpisné šířky;
 - **vlastní horizontální zonalita** (horizontální zonalita II. řádu), kterou chápeme jako: zákonité rozčlenění dostatečně velkého mimohorského teritoria na fyzickogeografické zóny, které mají různý průběh. Příčinou je prostorová změna poměru tepla a vláhy, kterou podmiňuje změna zeměpisné šířky, resp. délky.

Příkladem je oblast mírného pásma kontinentálního klimatu charakterizovaná černozeměmi a stepními společenstvy na severoamerickém kontinentu, kde se průběh Z-V stočil na meridionální podél 100° z.z.d.

Tab. 4.5. Přehled základních makroklimatických typů na Zemi a příslušné základní typy půd a zonobiomy (podle H. Walter, 1979 In: J. Jeník, 1998), půdní kategorie podle Němeček, Smolíková a Kutílek, 1990).

I. Rovníkové perhumidní klima - oxisoly - tropický deštný les
II. Tropické klima s letními dešti - ultisoly, oxisoly - savana, poloopadavý les, monzunový les
III. Subtropické aridní klima - aridisoly, halisoly - horká poušť, polopoušť
IV. Středomořské klima se suchým létem - kambisoly, chromosoly - tvrdolistý les
V. Přímořské temperátní klima - podzisyly, luvisyly - vždyzelené lesy
VI. Typické temperátní klima s mírnou zimou - kambisoly, luvisyly - opadavý širokolistý les
VII. Aridní temperátní klima s tuhou zimou - molisoly, aridisoly - step, kontinentální poušť
VIII. Chladné temperátní (boreální) klima - podzisyly - jehličnatá tajga
IX. Subarktické klima - kryosoly, molisoly - tundra

Specifickým případem zonality je tzv. **předhorská** nebo také **podhorská zonalita** (L. Mičian a F. Zatkalík, 1990), někdy označovaná jako horizontálně-vertikální zonalita. Patrná je tato zákonitost v průběhu půdních zón v mezihorských nížinách nebo kotlinách střední Evropy. Jedná se o zonaci, která je kombinací horizontální a vertikální diferenciace krajinné sféry. Příčinou existence zonace je růst humidity směrem k pohoří, který podmiňuje klimatický vliv horského území (bariérový efekt). Obecně lze schéma podhorské zonality vyjádřit takto: *černozemě* (nejteplejší, nejsušší a také nejvzdálenější území) → *kambizemě* (humidnější chladnější klima, blíže k horám) → *luvizemě a pseudogleje* (nejhumidnější klima nejbliže horám). Je zřejmé, že na dané půdní poměry se budou vázat i specifické biocenózy. Příkladem oblastí s podhorskou diferenciací krajinné sféry je např.: Podunajská nížina, podhůří Kavkazu a Altaje, Vněkarpatské sníženiny, Polabí, atd.

Další komplikací v horizontální zonalitě planety jsou projevy tzv. **provincionality**, kdy se horizontální zóny diferencují na především půdně-geografické provincie. Hlavním faktorem je vliv **kontinentality a oceanity**.

2. **Azonální geobiomy** (azonální ekosystémy) - komplikují zonální průběh geobiomů v důsledku specifických zvláštností geologické stavby území a georeliéfu. Tyto faktory se odrážejí pro fytoocenózy v zásadních abiotických faktorech území - charakteru půd a v hydrologickém režimu oblasti. Z hlediska sukcese se jedná o tzv. **edafické klimaxy**. Vlivem endogenních procesů došlo k diferenciaci fyzickogeografické sféry na oceány a kontinenty, kontinentů na pohoří a nížiny, atd.

Jelikož se georeliéf planety vyznačuje značnou vertikální rozrůzněností, nejsou geobiomy modifikovány pouze horizontální zonalitou, ale projevuje se také vliv tzv. **výškové stupňovitosti**, s tím že se omezuje pouze na horské soustavy. Horstva však utváří povrch značné části souše a proto se musíme o této zákonitosti diferenciace krajinné sféry zmínit podrobněji. Vertikální stupňovitost se neuplatňuje pouze u velkých jednotek, ale také u menších regionálního či chorického charakteru.

Výšková stupňovitost představuje zákonité rozčlenění pohoří, horské soustavy do vertikálních fyzickogeografických stupňů. Vzniká tak zákonitě uspořádaný sled fyzickogeografických segmentů táhnoucí se od úpatí až po vrcholovou oblast. Hlavní příčinou takové diferenciace je změna klimatických podmínek vázaná na změnu nadmořské výšky.

S nadmořskou výškou se mění tepelná bilance území, kdy sice narůstá intenzita slunečního záření, ale rychleji roste také dlouhodobé vyzařování. Vlivem bariérového efektu dochází do výšky 2 000 - 3 000, místy i 4 000 m k nárůstu vlhkosti. V inverzních polohách (např. hluboce zařezaná údolí, mezihorské kotliny, apod.) je vertikální stupňovitost komplikována specifickými klimatickými poměry. Následkem jsou např. inverzně postavené vegetační stupně.

Nejvýraznější složkou krajiny, která reaguje na změnu nadmořské výšky a tím na dané abiotické poměry ekotopu je vegetace. Vertikální stupňovitost má různé projevy, podle polohy horského systému v rámci zonogeobiomů.

Deštný tropický les, který se vyznačuje obrovským druhovým bohatstvím stromové vegetace. Vertikální diferenciace vegetace je nevýrazná, k výraznějším změnám dochází až v oblasti horní hranice lesa, kde se vytváří stupeň tzv. **mlžného lesa**. Nedostatek tepla redukuje stromovou složku fytoceenóz. Nad mlžným lesem, kde se projevuje deficit vláhy nastupují xerofilní formace. V průběhu roku jsou klimatické podmínky konstantní, projevuje se perioda dne a noci. Les ve vyšších polohách přechází v travino-bylinná společenstva s keří (v Andách jde o tzv. **paramos**).

Jak se vzdalujeme od rovníku klesá vlhkost a prodlužuje se období sucha. Vždyzelené fytoceenózy tropického deštného lesa přecházejí v **tropické sucholesy**. V suchých bezlesích se vhodné podmínky pro existenci lesa vyskytují až ve vyšších vlhčích polohách. Lesní stupeň tak má spodní a horní hranici. Budeme-li postupovat do jádrové části suché tropické zóny zjistíme, že se stupně lesa zúžují až postupně mizí.

Velmi rozmanitou výškovou stupňovitost reprezentuje **subtropická zóna**. Lesy vlhkých subtropů mají společné znaky s lesy tropů, ale vertikální stupňovitostí se liší. V mimoobratníkových oblastech subtropů nastupuje zimní období, které se ve vyšších polohách projevuje výskytem mrazů. Vždyzelené formace tak nahrazují opadavé nebo jehličnaté lesy. Výrazně se projevuje vliv expozice.

V **mírné klimatické zóně** musíme rozlišit severní a jižní polokouli. Na severní polokouli se intenzivně uplatňuje vliv kontinentality a oceanity. S růstem kontinentality do nitra kontinentů se zvyšuje průběh vegetačních stupňů vlivem vyšších teplot v létě. V extrémně kontinentálních podmínkách se vertikální stupňovitost lesní vegetace narušuje, protože se stírá vlastní vliv pohoří. Lesní vegetace mírné zóny jižní plokoule je pod silným vlivem oceanity. Např. na Novém Zélandu je vertikální diferenciace lesních, druhově bohatých společenstev nevýrazná. Mnoho lesních druhů (opadavé dřeviny jsou zastoupeny minimálně) vystupuje až na hranici lesa, kde náhle jejich výskyt končí. Ve fyzickogeografických podmínkách střední Evropy se po ústupu ledovců během holocénu ustavily tyto výškové vegetační stupně:

- I. **Planární (nížinný) stupeň** - charakterizují jej teplomilné doubravy. Horní hranice sahá do přibližně 200 m n.m. (max. 300 m n.m.). Reálně se vyskytuje jen na j. Moravě.
- II. **Kolinní (pahorkatinný) stupeň** - zahrnuje dva edafické klimaxy: dubohabřiny na minerálně bohatších půdách a aciidofilní doubravy na minerálně chudých kyselých půdách. První varianta dominuje hlavně v karpatské oblasti, druhá v j. až západních Čechách. Horní hranice stupně se pohybuje mezi 400 - 500 m n.m.
- III. **Submontánní (podhorský) stupeň** - dominují mu submontánní bučiny. Horní hranice kolísá mezi 600 - 700 m n.m.
- IV. **Montánní (horský) stupeň** - charakteristické jsou edaficky podmíněné typy jedlobučin a kyselých bučin, které vystupují do výšek 1 100 - 1 200 m n.m.
- V. **Supramontánní (oreální nebo vyšší horský) stupeň** - je stupněm smrčín. Horní hranice tohoto stupně je horní hranicí lesa, která v různých pohořích probíhá v různých nadmořských výškách. Nejnižší sestupuje v Krkonoších (1 250 m n.m.), v Hrubém Jeseníku

dosahuje asi 1 400 m n.m., na Šumavě 1 430 m n.m. a ve slovenských Karpatech 1 550 m n.m.

VI. Subalpinský (nižší vysokohorský) stupeň - v našich horách se prezentuje porosty kosodřeviny, které se střídají s travino-bylinnými formacemi. V českých horách však nedosahuje svého horního limitu. V karpatském horském systému sahá až do nadmořských výšek 1 800 - 1 850 m.

VII. Alpinský (vysokohorský) stupeň - u nás se nevyskytuje. Nejblíže je vyvinut ve slovenských Nízkých a Vysokých Tatrách. Charakteristická jsou společenstva travin a bylin.

VIII. Subnivální (nižší sněžný) stupeň - vyznačuje se porosty „vysokohorské tundry“ - lišejníky a mechy. Nejblíže je jeho výskyt možný ve vrcholových partiích Vysokých Tater nad 2 400 m n.m.

IX. Nivální (sněžný) stupeň - u nás není vyvinut, najdeme jej např. v Alpách, kde jeho dolní hranice kolísá podle orografiických a mezoklimatických podmínek mezi 2 500 - 3 350 m n.m.

Pro území České republiky platí výšková vegetační diferenciacce, kdy vegetační stupně jsou označovány podle dominantních dřevin (viz tab.4.6.).

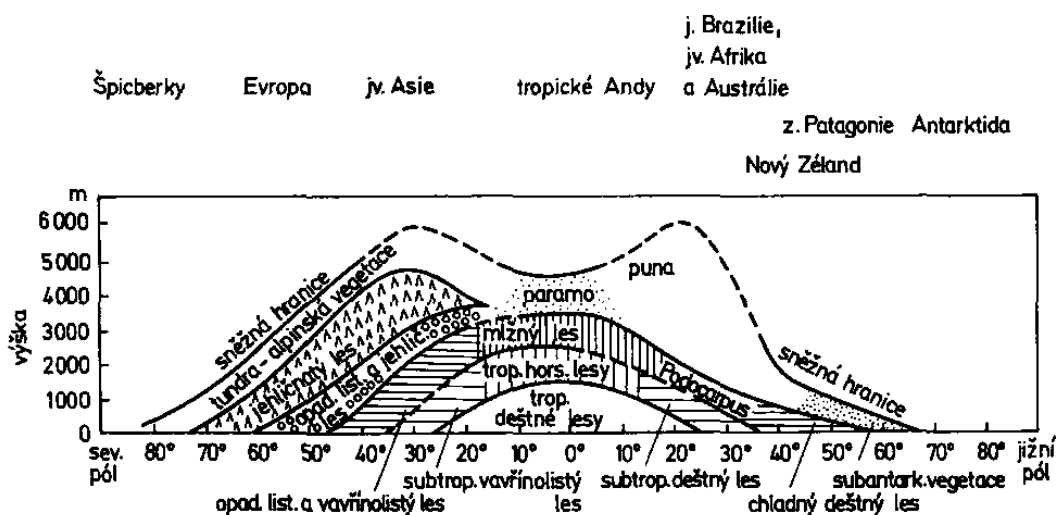
Tab. 4.6. Klimatické charakteristiky vegetačních stupňů na území ČSFR (podle Z. Ambrose, 1990 In: I. Míchal, 1994).

Číslo a název vegetačního stupně	Roční suma teplot	Průměrná teplota vzduchu °Celsia			Průměrné srážky mm vodního sloupce	
	nad 8° Celsia ± směrodatná odchylka	roční	lednová	červencová	nadnormální	podnormální
1 dubový	3150±110	9,6±0,55	-1,8	19,9	650	540
2 bukodubový	2920±110	8,8±0,58	-2,1	18,7	680	560
3 dubobukový	2660±110	7,9±0,61	-2,6	17,6	720	590
4 bukový	2370±113	7,0±0,67	-3,2	16,7	820	640
5 jedlobukový	2050±117	6,0±0,76	-3,9	15,7	1000	770
6 bukojedlo-smrkový	1680±121	4,8±0,88	-4,7	14,2	1250	950
7 smrkový	1240±125	3,3±1,07	-5,7	12,1	1550	1130
8 klečový	800±131	0,8±1,64	-6,9	9,0	1920	1350

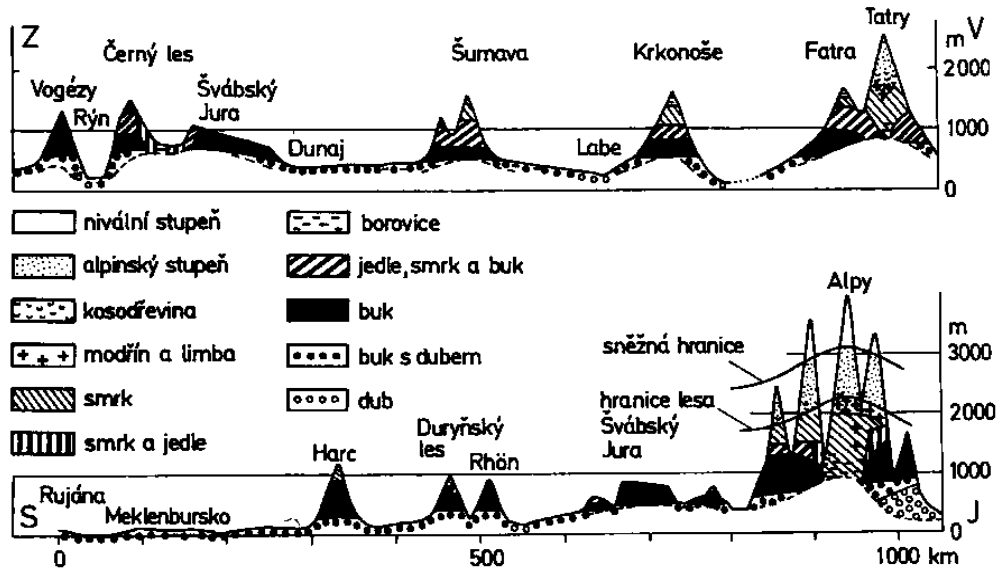
Někteří fyzičtí geografové se zabývají planetou Zemí v kontextu vývoje naší galaxie, resp. celého vesmíru. Jedná se o kosmologický pohled na vznik, vývoj a dynamiku planetárního systému. Jak uvádí J. Kalvoda (1999) pro vědy o planetě Země je důležitá otázka, jak rychle se měnily fyzikální podmínky a časoprostorová metrika během vývoje vesmíru v kontextu historie Země, slunečního systému a galaxie.

Poloha a pohyby solárního systému v relativně klidné části naší galaxie přetrvávající dodnes, způsobovaly sekulární změny energetické aktivity naší hvězdy v periodě $4 \cdot 10^9$ let tak, že se naše planeta nalézá v relativně stabilním kosmickém prostředí. Změny přírodního prostředí planety jsou ve vztahu k fyzikálním, chemickým a biologickým procesům, resp. k interakcím hmoty a energie na Zemi, ve sluneční soustavě a v galaxii. Okolní vyvíjející se vesmír představuje **globální prostředí** pro, z kosmologického hlediska, lokální události a fenomény. Fyzikální stav tohoto globálního prostředí se pomalu mění v důsledku expanze vesmíru jako celku. V principu je tento jev pozorovatelný v časovém měřítku $10^8 - 10^9$ let.

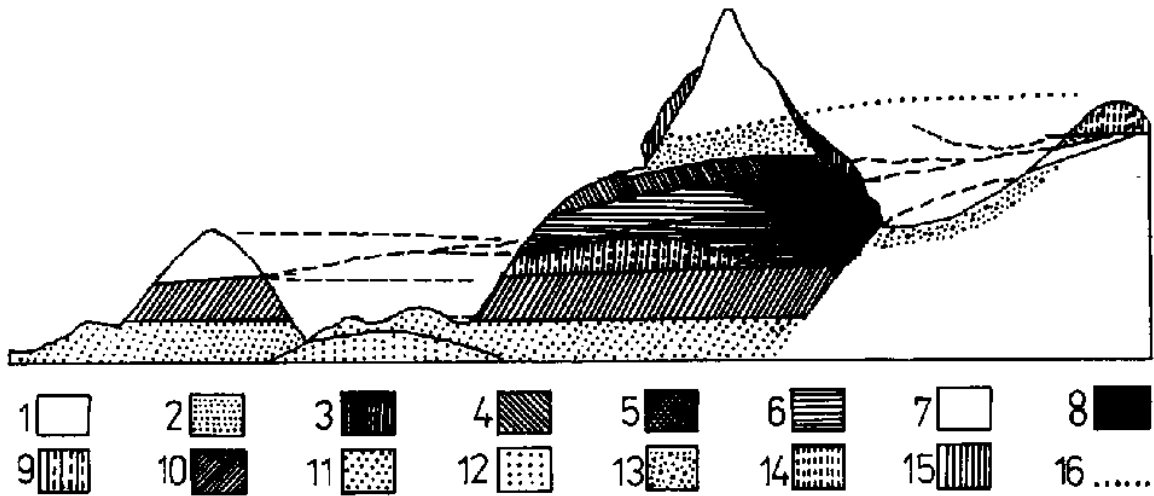
Silně se kosmologický aspekt výzkumu planetárního systému uplatňuje v kontextu globální tektoniky nebo planetárního klimatického systému. Můžeme říci, že se v těchto oblastech uplatňuje **supraplanetární dimenze** výzkumu.



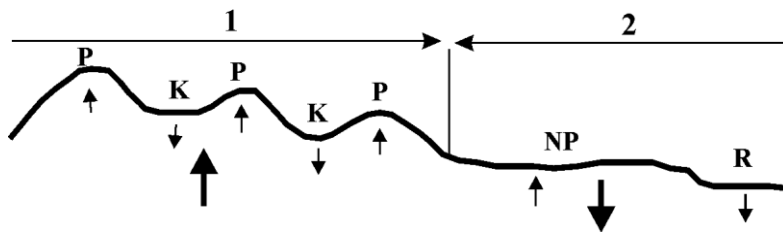
Obr. 4.1. Schématický profil vegetační stupňovitosti vlhkých oblastí Země (podle Troll, 1955 In: J. Moravec et al., 1994).



Obr. 4.2. Schématický profil vegetační stupňovitosti střední Evropy (podle Ellenberg, 1963 In: J. Moravec et al., 1994).



Obr. 4.3. Vegetační stupně v Nepálských Himalájích. 1 – stupeň mrazových pustin, 2 – stupeň vlhkých alpínských křovin a luk, 3 - stupeň suchých alpínských křovin a luk, 4 – stupeň vlhkých subalpínských lesů (rododendrony), 5 – stupeň suchých horských lesů (Vnitřní Himaláje), 6 – stupeň vlhkých horských lesů (jehličnaté dřeviny s rododendrony), 7 – stupeň vlhkých listnatých lesů s rododendrony (duby, magnólie), 8 – stupeň vlhkých smíšených lesů (duby, jehličnaté dřeviny), 9 – stupeň vlhkého vždyzeleného tropického horského lesa (duby, bambusy), 10 - stupeň vždyzeleného tropického horského lesa, 11 – stupeň opadavého tropického lesa (*Shorea robusta*), 12 – suché části údolí Nepálského středohoří, 13 - suché části údolí Vnitřních Himalájí, 14 – horské pouště severně od Himalájí, 15 – údolní ledovce, 16 – sněžná čára (upraveno podle Hagena, 1971 In: L. Seko, M. Nevřelová, T. Reháčková, 1998).



Obr. 4.4. Znáznornění azonality (1 – horská soustava vzniklá výzdvihy, 2 – nížina vzniklá relativními poklesy, P – dílčí pohoří, K – vnitrohorské kotliny, NP – nížinná pahorkatina, R – rovina). V úseku 1 dominují „horské půdy“ (např. hnědé lesní půdy, podzoly), v úseku 2 dominují „nížinné půdy“ (v oblasti NP např. černozemě, hnědozemě, ilimerizované půdy až pseudogleje; v oblasti R nivní a lužní půdy). Zvýrazněné šipky znázorňují tektonický výzdvih horské soustavy a relativní pokles nížiny, menší šipky znázorňují dílčí tektonické pohyby (upraveno podle L. Mičian, F. Zatkalík, 1990).

5. KRAJINOTVORNÉ POCHODY

Krajina jako dynamický geosystém prochází vývojem a změnami, které jsou dány přírodními a socioekonomickými procesy.

- **Přírodní krajínotvorné pochody** vycházejí z působení vnitřních (endogenních) sil a vnějších (exogenních) sil. K endogenním pochodům náleží procesy, jež probíhají v zemském tělese, hlavním a rozhodujícím zdrojem exogenních krajínotvorných pochodů je sluneční energie (z toho je zřejmé, že charakter a intenzita exogenních krajínotvorných pochodů předurčuje horizontální a vertikální geomie).
- Intenzita **socioekonomických krajínotvorných pochodů** a jejich důsledků nabývá v posledních dvou staletích globálního charakteru počínaje průmyslovou revolucí, i když první následky hospodářské činnosti člověka na změny v krajínách začaly podstatně dříve, měly však spíše lokální charakter.

5.1. Krajínotvorné pochody endogenního původu

Krajínotvorné pochody endogenního původu zahrnují především zemětřesení a vulkanismus. Vliv těchto pochodů se zpravidla následně odrazí ve změnách georeliéfu a bioty, a také ve změnách klimatických a hydrologických.

Zemětřesení jako krajínotvorný činitele má zpravidla rychlý průběh a ve svých důsledcích může také negativně působit na socioekonomické složky krajiny. Pohyby zemské kůry jako důsledek uvolněné energie v této kůře a pláště vede k horizontálním a vertikálním deformacím georeliéfu, resp. také ke změnám vnitřní struktury hornin; důsledky zemětřesení v závislosti na intenzitě uvolněné energie a směru pohybu mohou být katastrofální (viz kap. 9.). Na zemském povrchu se tvoří tzv. seismotektonické tvary, jako např. trhliny, zlomové svahy aj. , mnohdy dochází k sesuvům, mění se struktura hydrografické sítě změnou směru koryt toků, ztrácejí se prameny a objevují se nové atp. Krajina v březních pásmech moří se může katastrofálně změnit vlivem tsunami.

Tektonické krajínotvorné pochody jsou z časového hlediska relativně pozvolné; dochází při nich k mechanickým horizontálním nebo vertikálním posunům zemské kůry, což může vést ke změnám v nadmořské výšce i geografické poloze. Rychlost těchto pochodů se pohybuje od několika setin mm až po desítky mm za rok. Změny v absolutních nebo relativních výškách reliéfu vedou v humidních oblastech zpravidla k zesílení vodní eroze (a následně akumulace erodovaného materiálu), horizontální pohyby mají vliv i na změny hydrografické sítě. Tzv. **epeirogenetické krajínotvorné pochody** mají charakter dlouhodobých zdvihů a poklesů plošně rozsáhlých oblastí zemské kůry; při **orogenetických krajínotvorných pochodech**, jež postihují plošně méně rozsáhlé oblasti (tvoří se zlomy, brázdy, příkrovy), dochází mnohdy k metamorfóze hornin.

Z hlediska stáří pohybů zemské kůry a jejich vlivů na strukturu reliéfu hovoříme o **pohybech neotektonických** (v prostoru střední Evropy k nim počítáme pohyby přibližně od oligocénu) a **pohybech současných**, zjištěné na základě změn v reliéfu resp. měřeními (např. geofyzikálními metodami). Současné pohyby vyšší intenzity mají negativní dopad na socioekonomické struktury krajiny, především na stavby, dopravní síť a inženýrské sítě. V oblastech výrazného přerozdělení statických tlaků na povrchu georeliéfu nebo přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře, může dojít i antropenním zemětřesením (viz kap. 15.).

Vulkanické krajnotvorné pochody jsou důsledkem přemístování magmatu a uvolňování plynů z hlubších částí zemské kůry a pláště na zemský povrch. Magma, které se jako láva dostává na povrch, může vytékat z dlouhých a úzkých puklin (tzv. lineární erupce) a vytvářet lávové tabule; při centrální erupci vznikají sopečné kužely, z nichž nejrozšířenějším typem jsou stratovulkány. Obdobně jako zemětřesení i vulkanická činnost se zvláště intenzívně projevuje v oblastech styčných zón litosférických desek; v některých oblastech se však vulkanismus může projevovat mimo okraje desek ve formě tzv. horkých skvrn - např. Havajské ostrovy nebo Tibesti. Horké skvrny se tvoří v oblastech zvýšeného tepelného toku s následnými vulkanickými projevy na povrchu. V litosféře mají charakter dómových elevací a strukturně i látkově se liší od vulkanických lineárních zón na hranicích litosférických desek.

Viskózní lávy vytvářejí v terénu tzv. vytlačené kupy (tholoidy), které mají charakter kleneb, vytlačených intruzí magmatu, dále mohou vznikat vytlačením lávy z kráteru; zvláštní postavení zaujímají tzv. složité vytlačené kupy, které mají charakter intruzních kleneb, jejichž láva však roztavuje nadloží. K vulkanickým tvarům reliéfu náleží také vulkanicko - tektonické deprese, vznikající poklesem terénu po odtoku lávy a vyprázdění magmatických krbů. Vytváření vulkanických tvarů je často doprovázeno sopečným zemětřesením; při vyvržení sopečného popela do vyšších vrstev atmosféry může být dlouhodobě snižena sluneční radiace, a tím i některé exogenní klimatické krajnotvorné pochody, postihující především biotu.

5.2. Krajnotvorné pochody exogenního původu

K exogenním krajnotvorným pochodům počítáme pochody klimatické, geomorfologické, půdní a biotické. Základním exogenním činitelem, na němž závisí geomorfologické, pedogenetické a biotické pochody, je **ráz podnebí**, které určuje především výměnu tepla a vláhý a celkovou cirkulaci atmosféry. Makroklima krajiny je modifikováno členitostí reliéfu a rozložením plošně rozsáhlých hydrologických objektů (moře a oceány, velká jezera a velké přehradní nádrže), které podmiňují základní rysy mezoklimatu i mikroklimatu. Působení klimatických krajnotvorných pochodů je možno ilustrovat na svazích, které svou expozicí a sklonem podmiňují ráz svahových pochodů. Např. k jihu exponované svahy na severní polokouli jsou sušší a teplejší, obdobně západní svahy, které jsou osluněny v odpoledních hodinách, jsou již v tuto dobu suché, takže sluneční energie se spotřebuje na jejich ohřívání a ne na výpar vody jako u východních svahů ráno: tyto rozdíly vedou k posunutí maximálních teplot na svahu od jihu k jihozápadu. Významným klimatickým faktorem v krajině je vítr, s jehož rostoucí rychlostí se spotřebovává větší část radiační energie pro výpar a ohřátí vzduchu. Při pozitivní radiační bilanci jsou místa se silnými větry chladnější než místa se slabým prouděním vzduchu, kdežto při negativní radiační bilanci je situace opačná (blíže viz J.Demek, 1981). V členitém reliéfu dochází k diferencovanému ovlivňování částí krajiny tvorbou inverzních jezer studeného vzduchu.

Další otázkou, která spadá do klimatických krajnotvorných pochodů je fenomén **ENSO** (El Niño - Southern Oscillation), který je znám z oblasti peruánských suchých oblastí asi 2500 let. Důsledky tohoto atmosférického jevu postihují převážnou část Pacifiku a přilehlých pevnin a vnitřních moří a postihují i jiné kontinenty (viz. kap 9.).

Vlivem atmosférických činitelů se horniny a zeminy fyzikálně i chemicky mění. Tento pochod - **zvětrávání** - probíhá v jednotlivých typech krajiny odlišným způsobem (rozhodující je srážkový a tepelný režim) a rozumíme jim přizpůsobování se hornin konkrétním podmínkám v krajině na styku georeliéfu s atmosférou, hydrosférou, kryosférou a biosférou.

Charakter a intenzita zvětrávání je především funkcí klimatu, a proto je nutno tento proces posuzovat z hlediska rozložení horizontálních a vertikálních geomů.

Fyzikální zvětrávání je podmíněno především změnami teplot; horniny jsou špatným vodičem tepla a objemové změny narušují jejich soudržnost (termické zvětrávání). Také při růstu krystalů v pórech hornin dochází k jejímu mechanickému rozrušování, obdobně jako při objemových změnách krystalů (např. při hydrataci nebo oxidaci). Při mrznutí vody se zvětší její objem až o 9 % a tímto gelivačným procesem se hornina tříští na ostrohranné úlomky. K mechanickému rozrušování hornin dochází také působením tlaku zvětšujícího se kořenového systému stromů a keřů. Při **chemickém zvětrávání** se mění chemické složení hornin a minerálů; v tomto procesu je zprostředkujícím médiem voda v kapalném stavu jako přírodní rozpouštědlo. Při chemickém zvětrávání hornin v krajině se uplatňují především hydrolyza, rozpouštění, vzájemná výměna kationtů, oxidace a redukce aj.

Ve svrchní části zvětralinového pláště dochází k **pedogenetickým procesům**. Tento složitý a dlouhodobý proces, zahrnuje výměnu hmoty a energie mezi půdou a ostatními složkami krajiny a pochody přeměny hmoty a energie ve vlastním půdním tělese. Rychlost půdotvorných pochodů je dána kombinací činitelů bioklimatických, litologických a geomorfologických, přičemž hlavní úlohu sehrává vztah mezi teplem a vláhou, litologickým charakterem matečné horniny, charakterem zvětralinu a rázem bioty; dalším závažným faktorem je sklon a expozice svahů, jež podmiňuje rychlost migrace a akumulace produktů zvětrávání. Pro vznik půdy je nezbytné, aby půdotvorné pochody byly v rovnováze nebo v převaze nad odnosem.

V krajině dochází k nejmarkantnějším morfologicky nápadným změnám na nejdynamičtějším prvku georeliéfu, a to na **svazích**. Svah jako otevřený dynamický geosystém se vyvíjí na styku reliéfu s ostatními složkami krajiny a podstata jeho vývoje spočívá v přemísťování materiálu po svahu gravitačními silami. Základním zdrojem energie ve svahovém systému jsou sluneční radiace a gravitace, zdrojem materiálu jsou atmosférické srážky, minerální a organické částice v atmosféře, skalní podloží, zvětralinu a vegetace. Přemísťovaný svahový materiál vstupuje do dalšího geosystému, zpravidla do geosystému fluvialního. Výrazná modelace svahů souvisí kromě modelace stékající vodou také s gravitačními poruchami, v nichž však voda sehrává také důležitou úlohu; část zasáklé vody může být sufózním činitelem.

Voda soustředěná v georeliéfu do říčních koryt, je základem **údolní sítě**, která je neodmyslitelným prvkem krajiny humidního rázu. Pro vývoj krajiny jsou důležité vysoké katastrofální vodní stavy, kdy dochází k narušování břehových pásem a dna (boční a hloubková eroze), mění se průběh koryta a dochází k silnému odnosu nerozpuštěných i rozpuštěných látek z povodí. Pro erozní činnost vodních toků je důležité zastoupení hrubého materiálu na dnech koryta, který je posunován, převalován nebo se pohybuje saltací (splaveniny), kdežto jemnější materiál (plaveniny) se pohybuje v suspenzi a jeho přímé erozivní účinky jsou zanedbatelné.

V oblastech, kde je teplota po více než dva roky pod bodem mrazu (území s negativní teplotní bilancí), se voda vyskytuje v pevné fázi ve formě sněhu, povrchového nebo podzemního ledu. V této kryogenní (nebo glaciální) zóně se sníh koncentrován ve sněžnicích uplatňuje v reliéfu svými **nivačními účinky**; v těchto územích dochází k silnému mrazovému zvětrávání a dalším projevům periglaciální modelace. Tam, kde se regelací vytvoří ledovce, nastupují **glaciální modelační procesy**, projevující se v georeliéfu výraznou ledovcovou erozí a akumulací.

Vítr se v krajině projevuje jako modelační činitel především tam, kde chybí se svou ochrannou funkcí vegetace, např. v semiaridních, aridních a kryogenních oblastech.

Kromě funkce modelační (deflace, koraze, akumulace) je vítr významným činitelem přenosu atmosférické vláhly a působí také na biotu a půdu.

Umístění hmoty v krajině je mnohdy nestabilní a po jejím uvolnění (např. zvětráváním) je transportačními činiteli přenášena a sedimentována v jiném prostředí. Uložený materiál dále prodělává řadu změn, jako jsou např. diagenese a metamorfóza; vzniklé horniny ve změněných podmínkách (např. po vyzdvižení nebo odkrytí erozí) prodělávají znovu další změny.

Kromě **oběhu anorganických hmot** v krajině (horniny, voda, technogenní oběh) dochází také k biochemickému oběhu, který je velmi citlivý na antropogenní zásahy, zvláště odebráním chemických látek z krajiny a zpětným dodáváním látek, které jsou přírodnímu prostředí cizí, především v urbanizovaných oblastech a v zemědělsky intenzívně využívaných územích (blíže viz kap16.).

Jednou z významných složek krajiny je biota. Se svým prostředím vytváří **geobiocenózy**, tj. společenstva rostlin a živočichů svázaných navzájem oběhem hmoty a energie a podmínkami jejich existence. V jejich rámci se rozlišují **producenti**, (autotrofní organizmy), **konzumenti** (spotřebitelé), kteří vytvářejí sekundární živou hmotu a někteří živou hmotu rozkládají, čímž uvolňují chemické sloučeniny do biogeochemického oběhu. Člení se na **konzumenty 1. řádu** (primární konzumenti - býložravci), **konzumenty 2. řádu** (sekundární konzumenti, jež žijí na úkor primárních konzumentů) a **konzumenty 3. řádu** (terciární konzumenti, živočichové, živící se jinými živočichy v rámci sekundárních konzumentů). Další skupinu tvoří **reducenti, dekompozitoři** (rozkládači organických látek) a **transformátoři**, měnící sloučeniny v látky anorganické, tj. živiny pro producenty.

5.3. Krajinotvorné pochody socioekonomického původu

Člověk a jeho činnosti postupně zasahovaly do vývoje krajiny, především v období, kdy se z lovce a sběrače stává zemědělec. Zprvu využíval níže položených stepních formací v územích s příznivějšími klimatickými podmínkami, které postupně přetvářel na kulturní step a při potřebě dalších ploch začal ve vyšších polohách pahorkatin a později i vysočin zmenšovat plochy lesních porostů žďářením. Habitus krajiny se tak začal měnit v závislosti na zvyšujícím se počtu obyvatelstva, a tím i rostoucích nárocích na potraviny (v současné době je tato situace aktuální v některých rozvojových zemích Afriky, Latinské Ameriky i Asie).

V minulosti byly některé krajiny střední Evropy ovlivněny tzv. **stěhováním národů**, spojené se změnami ve způsobu života, a tím i potřeb a nároků na krajinu a její využívání. Zásahem byly také objevné cesty a usídlování Evropanů v mimoevropských krajinách; tyto objevné cesty přinesly poznatky o jiných plodinách a zvířenech, jež byly přeneseny do Evropy a rozšířeny mimo původní oblasti, což vneslo do těchto krajin nové prvky. Příkladem mohou být brambory a kukuřice. Evropa ovšem také „obohatila“ mimoevropské kontinenty, jako příklady mohou sloužit kuň na amerických kontinentech nebo králík v Austrálii. Na změnách střeoevropských krajin se podílely také některé **kolonizační akce**; např. valašská kolonizace zavedla chov ovcí do vyšších horských karpatských poloh na Slovensku a východní Moravě a také budování osamělých usedlostí i využívání zemědělské půdy pro rostlinnou výrobu ve vyšších polohách. Dodnes jsou důsledky této kolonizace patrné v krajině struktuře jako lazy, kopanice, paseky, samoty v Beskydech a Javornících.

Obdobou byla také německá kolonizace českých pohraničních oblastí, která se však v charakteru zástavby neprojevila tak výrazně, jako kolonizace valašská. V každém případě toto horské hospodaření zanechalo určité antropogenní stopy v reliéfu např. ve formě agrárních valů a teras.

Mimořádnými zásahy do vzhledu krajiny bylo středověké rybníkářství, především v jižních Čechách, na jižní Moravě (Lednicko - valtický areál) a v některých oblastech Polabí. V prostoru Českobudějovické a Třeboňské pánve rozsáhlá soustava rybníků představuje ještě i dnes významný krajinný antropogenní prvek, který do krajiny včlenili Josef Štěpán Netolický (zemřel v r. 1538) a Jakub Krčín z Jelčan (1535 - 1604) na panství Rožmberků; rybníky byly převážně napájeny centrálním přiváděčem, v Třeboňské pánvi to byla Zlatá stoka, která byla 34 km dlouhá a rozváděla vodu z Lužnice. První rybníční stavby byly budovány již za Karla IV. - příkladem je Máchovo jezero. V době panství Pernštejnů byl vybudován tzv. Opatovický kanál, který v povodí středního Labe zásoboval vodou 230 rybníků. Koncentrace rybníků v některých oblastech nejen změnila vzhled krajiny, ale měla vliv i na její mezoklimatické poměry. Tlak na zvyšování plochy zemědělské půdy však vedl v některých oblastech k jejich postupnému rušení; např. v 16. stol. bylo v Čechách asi 160 000 ha rybníčních ploch, v současné době jejich rozloha dosahuje necelých 52 000 ha.

Vzhled střeoevropské krajiny je také do značné míry ovlivněn výstavbou přehradních nádrží, např. v povodí Vltavy, v menší míře v povodí Odry. Tato novodobá víceúčelová vodní díla ovlivňují vodní režim v tocích pod nádržemi.

Hospodářská činnost člověka vyžadovala některé základní suroviny pro zhotovování nástrojů a další činnosti, což mělo za následek těžbu surovin. S touto činností souvisí vznik některých antropogenních tvarů reliéfu, jako jsou sejpy z ryžování a pinky jako deprese v místech dřívější těžby, avšak velkoplošné zásahy do vzhledu krajiny jsou spojeny teprve s počátky **průmyslové revoluce**.

Mnohdy některé zásahy do krajiny, jako jsou např. meliorace, mohou mít časem na krajinu negativní vlivy. Melioracemi se např. urychlí odtok vody z krajiny, čímž dojde ke snížení hladiny podzemních vod a následnému vysušení krajiny, což se projeví ve změnách rostlinných společenstev a na ně navazujících živočichů, sníží se také samočistící schopnost vody v tocích. Melioračními zásahy byly např. zkráceny toky v českých zemích asi o 50 %.

Velmi závažným jevem s devastačními účinky v krajině mají válečné události s rozsáhlou likvidací sídel (např. v období 2. svět. války, válka na Balkáně v 90. letech 20. století, válka v Čečensku aj.). V terénu zůstávají valy, krátery, vážné změny nastaly po užití defoliantů Američany ve Vietnamu atd.

5.3.1. Průmysl a krajina

Řada průmyslových aktivit zanechává v krajině nepřehlédnutelné stopy, atmosféra je obohacována sloučeninami, které jsou přírodnímu prostředí zcela cizí, mění se charakter podzemních i povrchových vod, v krajině jsou skladovány různé, mnohdy i toxické odpady, pro výstavbu průmyslových objektů je upravován terén atd. Účinky těchto změn se zpětně projevují nejen v jednotlivých přírodních složkách krajiny (výrazně se mění některé části biosféry, např. lesy), ale také ve vlastní technosféře.

Dominantní postavení ve změnách jednotlivých krajinných složek České republiky měl **báňský průmysl a průmysl hutní**, dále **průmysl chemický a energetika**; pro zajištění provozu došlo k velkoplošným změnám v reliéfu (např. v severozápadních Čechách) při povrchové těžbě uhlí resp. po hlubinné těžbě docházelo sekundárně k rozsáhlým poklesům reliéfu (např. východní část Ostravské pánve).

Kvalita **atmosféry** je znehodnocována vysokou prašností a plynnými emisemi z provozů. Mimořádné postavení při kontaminaci atmosféry má energetika spalováním nekvalitních fosilních paliv, kde dochází, kromě jiných, k úniku prachu a hlavně SO₂: např. při spálení 1 t uhlí se v průměru vyprodukuje asi 34 kg SO₂. Při spotřebě 2000 t uhlí pro energetické účely vznikne asi 400 t popílku a 70 t SO₂; negativní dopad vyprodukovaných škodlivin lze ilustrovat v západních Čechách na příkladu silně poškozených lesních porostů Krušných hor.

Limitem pro imisi prašného aerosolu je 150 µg.m⁻³ a společný limit pro SO₂ a prašný aerosol 250 µg.m⁻³ ve formě průměrných denních koncentrací. Na území ČR měří znečištění ovzduší celkem 491 stanic (stav k r. 1997) různých organizací, především je to Český hydrometeorologický ústav (167 stanic) a Hygienická služba (153 stanic). Na území severní Moravy a Slezska je tímto měřením pověřeno celkem 75 stanic. Základním podkladem pro bilanci emisí v Česku je **Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší** (REZZO). Jednotlivé oblastní inspektoráty ČIŽP (Česká inspekce životního prostředí) a referáty životního prostředí Okresních úřadů zajišťují sběr údajů pro zpracování databází REZZO 1 a REZZO 2 z velkých zdrojů znečištění. REZZO 3 shromažďuje údaje o emisích znečišťujících látek malých provozů, jako jsou domácí topeniště, údaje o emisích znečišťujících látek z mobilních zdrojů (silniční, železniční a letecká doprava) zahrnuje REZZO 4, kde od r. 1996 jsou také údaje o emisích ze zemědělských a lesních strojů.

Mimořádně vysokou imisní zátěží z průmyslu, energetiky a dopravy trpí především západní Čechy a Ostravsko, i když v posledních letech je tato situace příznivější, a to nejen používáním výkonných odlučovačů, ale také rušením mnoha provozů. Vlivem inverzních situací dochází k vysokým koncentracím škodlivin, především v zimních obdobích, i v kotlinách (např. Brno, Praha).

Pokud jsou v zázemí průmyslových oblastí lesy, dochází k jejich silnému poškození. Tato situace je známa nejen v ČR, ale také v Polsku, Německu, Kanadě, USA atd. Usazující se prach ucpává průduchy rostlin, jsou poškozována asimilační pletiva - tím se snižuje fotosyntéza. Prach na pícninách se dostává do zažívacího traktu domácích zvířat, což vede k onemocnění a snížení užitkovosti. Na znečištěné prostředí je velmi citlivý také hmyz, např. v Harzu a Sasku (Německo) v minulých letech téměř vyhynuly včely, protože do prostředí se dostal arzén. Plynné emise i prašný aerosol poškozuje i lidské zdraví, především jsou napadány dýchací cesty, sliznice, smyslové orgány (např. zrak) a roste výskyt kožních chorob.

Ve formě kyselých dešťů se do půdy dostává SO₂, čímž se zvyšuje její acidita a snižuje kvalita, což vede ke snížení retenční schopnosti a protierozní odolnosti. Silný toxický vliv na biochemické procesy v půdě a na vegetaci, mají také arzén a těžké kovy.

Maximální negativní vlivy průmyslových emisí se mohou projevat řádově do vzdáleností několika desítek km, jsou však známé případy poškození prostředí kyselými dešti jižní Skandinávie ze středoevropského prostoru. Vzdálenost míst imisního spadu od emisních zdrojů závisí na některých meteorologických činitelích, jako je směr větru, frekvence výskytu inverzních situací, a také charakter reliéfu.

Imisním spadem jsou poškozovány nejen přírodní složky prostředí, ale také urbanizovaná území. Okyselené prostředí poškozuje především omítky staveb a dochází také k intenzivnější korozi železných a ocelových konstrukcí, což má závažné ekonomické důsledky. Znečištěná atmosféra vede ke snížení intenzity slunečního záření, vytváří se také přízemní ozón (fotochemická reakce), což má dopad na lidské zdraví. Např. v Ostravské pánvi po plnou třetinu roku inverzní situace zabraňuje větrání této pánve a intenzita slunečního záření je snižována až o 40 %.

Průmyslovými provozy je ovlivňována také **voda**, a to nejen její kvalita, ale také kvantita, protože mnohdy jako voda technologická vstupuje do výrobního procesu. Voda je člověkem široce využívána k různým účelům (osobní spotřeba, v zemědělství a průmyslu, vnitrozemské a námořní dopravě, v energetice, k rekreačním účelům), takže její kontaminace resp. deficit ve svých důsledcích vážně ohrožuje člověka. Průmysl, který vodu potřebuje jako vodu technologickou, je druhým největším znečišťovatelem povrchových i podzemních vod (ihned za zemědělskou výrobou). Např. při výrobě oceli se spotřebuje na 1 t výrobku 100 - 200 m³ vody, při výrobě plastů 750 - 2500 m³ atd. Průmyslové odpadní vody jsou před vypouštěním do toků převážně čištěny. Nároky na **kvalitu vody** jsou v přímé souvislosti s jejím využíváním, nejvyšší nároky jsou kladeny na pitnou vodu z hlediska jejího chemismu a bakteriálního obsahu. Z 19. stol. jsou známy případy hromadných otrav obyvatelstva závadnou pitnou, např. v r. 1867 ve Francii zemřelo po požití závadné vody asi 50 000 lidí, v Rusku na závadnou vodu ve výše uvedeném století zemřelo asi 130 000 lidí, v Maďarsku 190 000 lidí atd. (J.Říha, 1973). V současné době umírá v rozvojových zemích vlivem závadné vody asi 5 mil. lidí ročně. Vedle bakteriologické složky jsou u pitné vody sledovány i vlastnosti fyzikální, chemické a biologické - barva, chuť, zápach, teplota, zákal, přítomnost sloučenin dusíku, chloridů, organických látek, tvrdost atd. V tab. 5.1. uvádíme normy přípustného chemického složení pitné vody v ČR.

Tab. 5.1. Přípustné chemické složení pitné vody v ČR (vybráno z ČSN 83 0611)

Látka - ukazatel	Max. přípustné množství v mg.l ⁻¹
rtuť	0,001
selen, kadmium, vanad, kyanidy, sírovodík, ropa,	0,01
chrom, arzén, stříbro olovo	0,05
měď, fenoly	0,5
amoniak, železo	0,3
hliník	1,0
fosforečnany	0,1
dusitany	50,0
dusičnany	100,0
chloridy	125,0
hořčík	250,0
sírany	min. 0,05, max. 0,3
aktivní chlor	max. 1000, opt. 500
rozpuštěné látky celkem	3
oxidovatelnost mg O ₂	8 - 12° něm.
celková tvrdost	opt. 8 - 12
teplota ve °C	

Povrchové vodní toky mají samočisticí schopnost za předpokladu, že znečištění objemově nepřevyšuje 5 % množství vody. K vyčištění dochází v průměru v délce 5 - 7 km toku. Důležitým činitelem při samočištění jsou některé vodní mikroorganismy, které přispívají k rozkladu organických látek, jejich zastoupení ve vodě však může být ohroženo horkými vodami, vypouštěnými především z tepelných elektráren, které zvyšují teplotu vody v toku o 10 - 20°C (tepelné znečištění).

I když zemědělství náleží k největšímu znečišťovateli povrchových i podzemních vod (především dusičnany a fosforečnany), jako pro jejího odběratele musí odebíraná voda splňovat také určité požadavky, např. pro napájení dobytka nebo pro zavlažování.

Nejstarší antropogenní zásahy se projevovaly v krajině vznikem **antropogenních forem reliéfu**. Dnešní hospodářská činnost člověka se v reliéfu projevuje velkoplošně. Rozlišujeme tři základní skupiny forem antropogenního reliéfu, a to formy konvexní (např. odvaly - haldy), konkávní (sníženiny) a planinné (terénní zrcadla). L. Zapletal (1969) na základě genetického aspektu tyto výše základní formy přiřadil k formám montánním, industriálním a urbánním, dále výše uvedený autor rozlišil formy agrární, komunikační, litorální, militární, funerální a celebrální.

5.3.2. Urbanizace a krajina

Životní prostředí člověka vyžaduje sladění antropogenních výtvorů a složek přírodního prostředí. Mnohdy chaotický růst průmyslových objektů a aglomerací vedl i u nás k degradaci složek krajiny, což je zřejmé dodnes, především v oblastech velkých průmyslových center. Urbanizace měla kromě negativních vlivů na prostředí další důsledky v socioekonomické sféře. Urbanizace negativně působí také na biotu likvidací přirozených ekosystémů, na druhé straně se daří v takovém prostředí některým synantropním organismům (hmyz, potkan, některé druhy rostlin, aj.).

5.3.3. Doprava a krajina

Všechny druhy dopravy prodělaly v druhé polovině 20. stol. obrovský rozmach v souvislosti s rozvojem výroby, obchodu a rekreace. V krajině se bezprostředně projevuje především doprava silniční a železniční svými průvodními jevy, především výfukovými zplodinami a hlukem. Letecká doprava v otázce kvality životního prostředí je také závažná, především z hlediska situování letišť a hluku (v globálním měřítku pak spotřebou kyslíku a produkcí zplodin), vlivy lodní dopravy se dotýkají především havárií na velkých řekách a jezerech, ale hlavně na mořích, kdy dochází k ohrožení nebo zničení celých ekosystémů. Velkým nebezpečím z provozu lodní dopravy jsou také úniky pohodných hmot a olejů.

Délka silnic a dálnic v České republice dosahuje téměř 56 000 km (1997) a s jejich výstavbou souvisí některé menší antropogenní formy reliéfu, jako jsou násypy, valy, příkopy a deponie, avšak jako vyloženě negativní vliv na krajinu mají výfukové plyny (od 1. ledna 2001 je u nás z prodeje vyřazen olovnatý benzin), solení silnic v zimním období a hluk motorových vozidel. Pro zimní solení silnic prozatím není spolehlivá náhrada, avšak škody solením jsou vysoké nejen poškozováním vozovek a technických zařízení kolem nich, ale solné roztoky se dostávají i do okolní krajiny, kde negativně ovlivňují půdu a podzemní vody do vzdálenosti několika desítek až stovek metrů od silnice. Vážným problémem pro krajinu je hlučnost silničního provozu, především v zastavených prostorách a na křižovatkách. Jednotkou pro měření hladiny intenzity zvuku je decibel (dB) a překročení hodnoty 65 dB se u člověka projevuje nepříznivými fyziologickými a psychickými účinky. K poruchám sluchu dochází při 90 - 120 dB a překročení výše uvedené hranice poškozují ušní bubínky (denní normou pro komunikaci u nás je 40 - 60 dB, v noci 30 - 50 dB). Škodlivost hluku na lidský sluch a jeho nervovou soustavu se prokazatelně zvyšuje nejen z provozu na komunikacích, ale také hlukem v průmyslových provozech.

Už po 4 hodinách pobytu v hlučném prostředí je nutná regenerace 12 - 16 hodin, aby nedošlo k poškození sluchu. Důsledky silniční dopravy začínají být velkým problémem ve velkých městech a průmyslových centrech. Nejen hluk, ale za inverzních situací dochází ke koncentraci výfukových plynů v přízemní vrstvě atmosféry a vzniká **smog**, který má dráždivé účinky na sliznici a celkové negativní biologické následky s nebezpečím ohrožení života. Pro vznik smogu jsou důležité fotochemické reakce plynných součástí v atmosféře, zvláště rozptýlených uhlovodíků, oxidů dusíky a síry, vyvolané určitým oborem slunečního záření při spolupůsobení dalších fyzikálně atmosférických podmínek. Bioklimaticky je fotochemická reakce nebezpečná v přízemní vrstvě atmosféry. Vzniká při tom atomární kyslík, který spolu s ozónem reaguje s uhlovodíky, tvoří se volné organické radikály, které následně vstupují do dalších reakcí. Pro organizmy jsou z nich nejškodlivější zvl. formaldehyd. Tyto nepříznivé důsledky jsou známé i z ČR, především ze severních Čech, Ostravska, ale také z pražské a brněnské kotliny aj.

Železniční doprava s přechodem na elektrickou trakci má na znečištění atmosféry menší vliv, i když na lokálních tratích mnohdy přešla na motorovou přepravu, kde pak důsledky jsou obdobné, jako u dopravy silniční. V daleko větší míře však výstavba železničních tratí ovlivnila reliéf, protože svou trasou podélným sklonem je na začlenění do krajiny náročnější ve srovnání se silnicemi.

5.3.4. *Zemědělství a krajina*

V modifikaci krajiny se výrazně v současné době projevují zemědělské a lesnické zásahy; u nás je tato hospodářská činnost různým způsobem provozována na 88 % rozlohy státu (zemědělská půda zabírá 54 % a lesní půda necelé 34 % území republiky). Zemědělská výroba a lesní hospodářství ovlivňují půdní fond, vodní režim v krajině a do jisté míry také atmosféru. Nezanedbatelný je také jejich vliv na základní estetické znaky krajiny.

Počátkem třetího tisíciletí pracuje v zemědělství více než 50 % obyvatelstva Země. Ve vyspělých zemích vnáší zemědělská výroba do venkovského prostředí nové prvky dané velkovýrobou, především mechanizací zemědělských prací a používáním různých chemických prostředků (hnojiva a ochranné látky). Půda jako nepostradatelný faktor ekosféry zůstává v zemědělství nadále základním výrobním prostředkem. Zemědělskými zásahy však může být půda poškozována, což se může projevit v limitování některých zemědělských činností porušením její kvality, přičemž i její kvantita je ohrožena především erozí a zábory pro jiné činnosti (průmysl, urbanizace, doprava).

Růst počtu obyvatel Země si již dávno vynutil kácení lesů a rozšiřování ploch zemědělské půdy, což se negativně projevilo především v podhorských a horských polohách, kde lesy plnily půdoochrannou a hydrickou funkci. Změněný odtokový režim srážkových a tavných vod přispěl v členitějším terénu k větší vodní erozi půdy a v nížinných polohách ke vzrůstu nebezpečí záplav. Zemědělská činnost má vliv nejen na kvantitu vody (např. odběry vody pro zavlažování), ale také na její kvalitu (chemizace). Také intenzivně provozované pastevectví má na krajinu negativní dopad, protože domácí zvířata ničí nejen porosty, ale rozšlapávají povrch terénu, a tím se usnadňují účinky vody, stékající po svazích. Na druhé straně se zemědělské kultury podílejí na regeneraci atmosférického kyslíku a na „likvidaci“ CO₂.

Vztahy mezi zemědělskou výrobou a krajinou se všemi ostatními funkcemi jsou velmi složité, protože člověk na jedné straně potřebuje potraviny, na druhé straně však zemědělství nesmí ohrozit ostatní fyzické a psychické potřeby člověka.

Zemědělství může krajinu negativně ovlivnit a pozměnit tím, že:

- ovlivní reliéf a vztah mezi pedogenetickými a odnosovými procesy natolik, že půda může být degradována;
- poruší koloběh vody nebo prostřednictvím vody ovlivní změny geochemického oběhu látek; v některých případech může také ovlivnit kvalitu atmosféry (např. pachy ze živočišné výroby).

Člověk v globálním měřítku koncem 20. století zemědělsky využíval asi 15 % souše, což mělo přímé i nepřímé důsledky na ovlivnění reliéfových procesů, projevující se v modifikaci erozních a akumulčních tvarů. K agrárním tvarům, vytvořených člověkem záměrně, náleží např. kultivační terasy, zavodňovací a odvodňovací kanály a další meliorační zařízení. K morfologicky nápadným zemědělským tvarům patří agrární terasy, které zpomalují odtok vody, a tím zmenšují splach jemnozeme. V členitějším reliéfu pahorkatin a plochých vrchovin se vyskytují agrární valy (mají délku až několik set metrů) a haldy (jejich výška zpravidla nepřesahuje 1 m), které jako konvexní tvary vznikají ukládáním kamene z polí.

Základní výrobní prostředek pro zemědělství - **půda** - je mnohdy touto hospodářskou činností poškozována. Přírozené půdotvorné procesy jsou v zemědělské krajině výrazně modifikovány člověkem, především změnou původních geobiocenóz, takže odnos půdy (půdní eroze) větrem a vodou převyšují přírůstky půdního profilu pedogenezí. Odnesené půdní částice z nechráněného půdního povrchu sedimentují na jiných místech, takže škody vznikají i v místech akumulace. Devastace zemědělské půdy erozí je dnes celosvětovým problémem, např. v USA je ročně zcela ze zemědělského půdního fondu vyraženo asi 5000 km² půdy. Také eroze na pastvinách není zanedbatelná, protože např. v některých oblastech Uzbekistánu se sklonem reliéfu do 10° byl registrován roční úbytek půdy 2500 m³.ha⁻¹ a při sklonu okolo 20° již 4000 m³.ha⁻¹. Ztráty půdních částic mají za následek fyzikální a chemické změny v půdě. Ochuzením o jemnozeme se pasivně hromadí hrubší frakce a se splachem jemnozeme je půda ochuzována také o živiny (dusík, kyselina fosforečná, draslík a j., které se koncentrují v dolních částech svahu (např. bylo zjištěno, že obsah draslíku v plochém úseku horní částí svahu v 1 kg ornice činil 70 mg, uprostřed svahu již 141 mg a na jeho úpatí téměř 200 mg).

Kromě pěstování erozně nebezpečných plodin a jejich nesprávné delimitace může být eroze na zemědělské půdě akcelerována také nevhodnými technickými zásahy, jako je způsob obdělávání, nedbání obecných protierozních zásad, nevhodné založení polních cest, nasazení těžké mechanizace v nevhodných meteorologických, litologických a sklonových podmínkách ap. Ve srovnání s podmínkami přírodního prostředí je na svazích pokrytých kulturními plodinami intenzita a aktivita erozních procesů podstatně silnější; nedostatečně chráněný povrch půdy je snadněji bombardován vodními kapkami a také energie stékající vody působí intenzivněji. V pozklizňovém období na takových plochách působí snadněji i větrná deflace a v přechodných obdobích při kolísání teplot kolem 0° C také mrazové procesy. Podle měření T. Gerlacha (1976) v polských flyšových Karpatech v zimním období na svahu o sklonu 11° se zasetým ozimem byly zjištěny úbytky půdy o mocnosti 0,003 mm, avšak na obdobném svahu, zoraném po spádnicí, činila ztráta půdy 0,04 mm půdního profilu. Na těchto svazích v letním období byl registrován úbytek půdy pod obilovinou 0,001 mm, avšak pod bramborami 2,9 mm.

V České republice se vodní eroze na zemědělské půdě projevuje morfologicky již na svazích se sklonem 7 - 12°, zejména tam, kde se opakovaně pěstují stejné plodiny. Půdy s dostatkem humusu, s přiměřenou vlhkostí a s drobtovitou strukturou jsou proti eroznímu odnosu poměrně odolné, kdežto půdy vyschlé, prašné a bezhumusové podléhají rychlé destrukci. Z výrazně poškozených zemědělských ploch u nás ročně ubývá 250 - 500 t půdy z

1 ha a také ztráty živin jsou poměrně vysoké. Např. na základě pozorování na „Modelu Želivka“ v letech 1942 - 1969 (K. Jůva, A. Klečka, D. Zachar a kol., 1975) při extrapolaci na území celé České republiky lze předpokládat roční odnos z 1 ha v průměru 395 kg jemnozeme, 76 kg dusíku, 127 kg vápníku, 24 kg draslíku a 1,6 kg kyseliny fosforečné.

Zvyšování intenzity vodní eroze na zemědělské půdě je zvláště patrné po r. 1949, což souvisí s kolektivizací a velkoplošným obděláváním půdy; podle různých studií stoupl odnos půdy vodou v ČR 2 - 10 krát, místy 20 - 100 krát.

Přehled o stupni ohrožení půdy vodní erozí v České republice (1997) uvádíme v tab. 5.2.

Tab. 5.2. Potenciální ohrožení půd vodní erozí na území ČR (Statistická ročenka životního prostředí České republiky, 1998).

Stupeň ohrožení vodní erozí	Úbytek půdy v t .ha ⁻¹ .rok ⁻¹	Plocha zemědělské půdy	
		ha	%
Velmi slabé ohrožení	menší než 1,6	134 041	3
Slabé ohrožení	1,6 - 3,0	1 094 507	26
Střední ohrožení	3,1 - 4,5	1 054 905	25
Silné ohrožení	4,6 - 6,0	728 972	17
Velmi silné ohrožení	6,1 - 7,5	484 365	11
Extrémní ohrožení	více než 7,5	782 601	18
Celkem	-	4 279 391	100

Mírou odnosových procesů z území, jež jsou intenzivně zemědělsky využívané, je množství nerozpuštěných látek spláchnutých do toků (plaveniny). Předpokládá se, že do světového oceánu je z pevnin odnášeno ročně asi 14 km³ plavenin a splavenin a podle N.M. Strachova (1962) ústími velkých světových toků se do moří dostává následující množství nerozpuštěného materiálu (tab. 5.3.).

Tab. 5.3. Hmotnost nerozpuštěného materiálu, jež prochází ústími vybraných toků do moří

Tok	Hmotnost nerozpuštěných látek v t.10 ⁶ za rok	Specifický odnos nerozpuštěných látek v t.km ⁻² z povodí za rok
Ganges	1 451	1 518
Brahmaputra	726	1 090
Jang-c-tiang	499	257
Indus	435	449
Amazonka	363	63
Mississippi	312	97
Nil	111	37

V globálním měřítku je zcela znehodnoceno asi 22 % půdy degradací v důsledku intenzivní zemědělské výroby. Eroze znehodnotila velké plochy zemědělské půdy v evropské části Ruska a na Ukrajině, velmi závažně je tímto fenoménem degradována také půda v Rumunsku, Bulharsku, Řecku, Itálii a Španělsku a v mimoevropských státech především v USA a Indii. Roční ztráty jemnozeme např. v USA dosahují asi 3 mld. t, což představuje specifické úbytky půdy ve výši 520 t.km⁻².

Tento odnos je spojen s velkou ztrátou živin, např. ústím Mississippi do Mexického zálivu odchází ročně 62 000 t fosforu, 626 000 t draslíku, 2 244 600 t vápníku a 518 000 t hořčíku (starší údaje - J.Bulíček a kol., 1977, viz také L.Buzek, 1983).

Nejen vodní, ale také větrná eroze ohrožuje půdu, a to i v humidních oblastech (u nás je to téměř 20 % její výměry). Větrná eroze je zvl. intenzivní na jaře, kdy povrch půdy je ještě slabě pokryt vegetací. Na deflací poškozených půdách u nás byl zjištěn úbytek organických látek o 24,5 % a dusíku o 28 %. V povodí Labe ohrožuje větrná eroze asi 8 % ploch, v povodí Moravy 34,2 % a v povodí Odry necelých 27 % plochy povodí.

Zemědělská výroba nejen podmiňuje změny v půdě, ale výrazně zasahuje také do hydrologického cyklu v krajině, protože má nároky na kvalitu vody a na druhé straně svými technologickými postupy tuto kvalitu ovlivňuje a odběry pro zavlažování a živočišnou výrobu také její kvantitu. Zemědělská krajina je také modifikována **melioračními zásahy**, jež mají zlepšit využití zemědělské půdy. Zemědělské meliorace mají u nás dlouhodobou tradici a v primitivní formě a malém rozsahu byly prováděny již ve středověku. Velkoplošné meliorační zásahy vyžadují krajinné řešení v rozsahu větších krajinných celků, jež se vyznačují určitými společnými znaky, především geomorfologickými, klimatickými, hydrologickými a zemědělsko - ekonomickými.

V suchých oblastech je nutno zavlažovat a přiváděná voda musí splňovat určité parametry, především chemické (např. obsah jodu, fluoru, dusičnanů, arzenu aj.) a biologické (bakteriální obsah). V současné době je ve světě nedostatečně zavlažováno asi 1,5 mil. ha zemědělské půdy a extrémním suchem trpí asi 3,5 mil. ha půdy. V aridních a semiaridních oblastech je závlaha prostředkem k náhradě chybějící srážkové vody a v extrémně suchých oblastech je pro vegetaci zavlažování nutné po celý rok. V humidních oblastech mírných šířek jsou srážky nerovnoměrně rozděleny, takže závlaha má funkci doplňkovou. Závlahová zařízení v ČR jsou soustředěna především do povodí Moravy (44 % zemědělské půdy) a Labe (40 % zemědělské půdy, z toho 11 % v povodí Ohře).

Krajina, především její půdní, hydrologická a biotická složka, je negativně ovlivňována **chemizací** používáním **průmyslových hnojiv a prostředků proti škůdcům**. Světová výroba průmyslových hnojiv měla po r. 1945 stoupající tendenci a největší vzrůst se projevil u dusíkatých hnojiv. Např. bývalé Československo předstihlo dávkami průmyslových hnojiv již v r. 1971 v přepočtu na 1 ha zemědělské půdy Francii, Dánsko, V. Británii a Rakousko: za období 1965 - 1980 nastal u nás v přepočtu na 1 ha vzrůst aplikace průmyslových hnojiv na 1 ha zemědělské půdy o 172 %. Při nadměrném používání průmyslových hnojiv nelze očekávat adekvátní růst rostlinné produkce, protože rostliny nejsou schopny využít všechny dodané živiny. Např. podle K.Husáka (1982) v tehdejší ČSR v přepočtu na 1 ha zemědělské půdy od r. 1965 do r. 1980 stouply dávky dusíkatých hnojiv o 172 % (z 37 kg na 100,6 kg čistých živin), avšak rostlinná produkce stoupla pouze o 58 %. Dosavadní výzkumy v odnosu průmyslových hnojiv (O. Stehlík, 1968, L.Buzek, 1983) ukazují, že celá 1/3 těchto chemických látek je bez užítu odnášena vodou, především při mimořádných srážkových situacích. Z výzkumu na bystřině Ondřejnici (okr. Frýdek - Místek) je zřejmé, že v bezsrážkovém období je mezi pramenem a ústím do Odry nepatrný rozdíl v obsahu rozpuštěných látek (pramen = 1, ústí = 1,3), avšak v době silných vodních srážek je vzrůst rozpuštěných látek ve vodě velmi markantní (pramen = 1, ústí = 6), přičemž kvalitativní analýza vody prokázala vzrůst obsahu průmyslových hnojiv NPK. Problémem jsou dusíkaté látky, které při koncentraci 15 mg.l⁻¹ vody jsou nebezpečné pro kojence a při koncentraci 50 mg.l⁻¹ vody a více i pro dospělou populaci. Změny obsahu nitrátů jsou v 99 % ve velmi těsném vztahu k množství používaných dusíkatých hnojiv. Do toků se dostává až 36 % aplikovaného dusíku a jeho obsah ve vodě spolu s fosforem vyvolává ve vodě eutrofii, čímž je voda znehodnocena nejen v chuťových a pachových parametrech, ale může mít i vliv na lidské zdraví (tato zdravotní závadnost se může projevit především ve vodárenských nádržích, jako např. vodárenská nádrž Želivka nebo Kružberk). Od poloviny 80. let došlo k podstatnému snížení aplikace vícesložkových umělých hnojiv, jak je zřejmé z tab. 5.4.

Tab. 5.4. Aplikace živin NPK v letech 1986 - 1997 (Statistická ročenka životního prostředí ČR, 1998) v kg .ha⁻¹ .rok⁻¹

Rok	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Celkem
1986	99,4	77,7	77,4	254,5
1987	87,1	66,2	77,1	224,4
1988	97,1	69,2	67,2	233,5
1989	103,2	67,1	59,7	230,0
1990	86,3	52,5	47,2	186,0
1991	46,1	10,8	8,0	64,9
1992	50,0	10,8	7,0	67,8
1993	40,0	13,0	10,5	63,5
1994	57,6	10,0	13,0	80,6
1995	55,6	14,6	12,8	82,8
1996	61,3	11,8	8,0	81,1
1997	55,1	11,7	10,1	76,9

Výrazné snížení aplikace umělých hnojiv na zemědělské půdě je dáno nejen ekologickými požadavky, ale především jejich vzrůstající cenou.

Pesticidy se v zemědělství (ale také v lesnictví) používají proti škůdcům, a to především insekticity proti hmyzu a herbicidy proti plevelům. Tyto látky jsou závažným zdrojem znečištění vod a půdy a zvl. nebezpečné jsou perzistentní insekticidy ze skupiny chlórovaných uhlovodíků (DDT, HCH, lindan, dieldrin, heptachlor). Kontaminace půdy těmito insekticidy má dlouhodobý účinek a při vyšší koncentraci je postihován nejen škodlivý hmyz, ale také další organizmy, a potravinovým řetězcem se dostávají i do lidského těla.

Spotřeba pesticidů má od počátku 90. let 20. stol. u nás vzrůstající trend, zvl. u herbicidů, regulátorů růstu a rodenticidů, jak je zřejmé z tab. 5.5.

Znečišťovatelem povrchových i podzemních vod je také živočišná výroba jako zdroj bakteriálního znečištění z hnojůvkových jámek a silážních šťáv. Největším problémem velkokapacitních stájí, především pro výkrm vepřového dobytka, je likvidace výkalů, protože např. výkaly 25 000 prasat dosahují ročně hmotnosti 30 - 40 tisíc t.

Ukazatelem organického znečištění vody je tzv. **biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅)**. Je to množství elementárního kyslíku v miligramech, potřebné pro biologický rozklad znečišťujících organických látek obsažených v 1 litru vody za 5 dnů při teplotě 20 ° C. V praxi jde o rozdíl v obsahu kyslíku ve vzorku vody v době odběru a po 5 dnech stání v odběrné láhvi bez přístupu vzduchu.

Tab. 5.5. Celková spotřeba pesticidů podle účelu užití v letech 1993 - 1997 v kg (Statistická ročenka životního prostředí, 1998).

Pesticid	1993	1994	1995	1996	1997
----------	------	------	------	------	------

Insekticidy	120 401	123 489	100 433	101 151	99 466
Herbicidy, desikanty, defolianty	2 250 637	2 517 678	2 475 776	2 408 824	2 546 502
Fungicidy, mořidla	949 192	803 702	970 393	1 121 806	907 024
Regulátory růstu	155 913	171 944	177 790	212 055	280 807
Rodenticidy	1 132	2 355	12 154	917	6 619
Ostatní*	167 878	61 232	45 492	63 249	46 329
Celkem	3 645 153	3 680 400	3 782 038	3 908 002	3 889 049

(* ostatní pomocné látky-repelenty, minerální oleje aj.)

5.3.5. Les, lesnictví a krajina

V závislosti na klimaticko-hydrologických poměrech, geologicko - pedologických předpokladech a některých dalších faktorech sehrává nezastupitelnou úlohu v přírodní i kulturní krajině **les**. Předpokládá se, že na úsvitu lidských dějin lesy pokrývaly asi 75 % souše, v současné době to však již činí jen 25 - 28 %, přičemž v tropických oblastech úbytky již v současné době jsou velmi vysoké; pro 90. léta 20. stol. jsou přírůstky dřevní hmoty na Zemi 18krát menší než úbytky. Těžba dříví ve světovém měřítku od r. 1950 do r. 1990 vzrostla o více než 100 %, především právě v tropických oblastech.

S rozvojem lidské společnosti se vzájemné vztahy mezi lesem a člověkem měnily a do popředí se stále více dostává produkční funkce, což si ze strany člověka k lesu vynutilo nové přístupy - a sice o les pečovat, začalo se rozvíjet lesní hospodářství.

Les má významnou krajino tvornou roli.. Některé antropogenní činnosti však lesní porosty poškozují, což se následně odráží v poklesu výměry a kvality dřevní hmoty. Velkoplošné mýcení lesů má zpětný negativní dopad na lidskou společnost. Les postupně ztrácí svou původní tvářnost (druhové, prostorové a věkové uspořádání) a přirozenou odolnost s následkem ohrožení jeho hydrické, půdoochranné a mikroklimatické funkce. Les je v globálním měřítku významným producentem kyslíku, váže na sebe z atmosféry oxid uhličitý, je biotopem různých živočichů a v přímém vztahu ke člověku roste jeho funkce rekreační a ozdravná. Les je nezbytný pro stabilitu krajiny i když ve vyspělých průmyslových zemích mírných zeměpisných šířek ztrácí svůj přírodní ráz zaváděním monokulturálních porostů. Spolu s loukami a velkými vodními plochami představuje nejvyrovnanější ekosystém s vysokou schopností obnovy vlastními silami, avšak na druhé straně je nutno říci, že např. umělé a nepřirozené smrkové monokultury do značné míry tento stabilizující vliv ztrácejí.

Z globálního pohledu mají velký význam lesy ve vlhkých tropických a subtropických oblastech s ročními srážkovými úhrny přes 2000 mm (místy až 7000 mm). Tyto deštné lesy jsou významným producentem atmosférického kyslíku (více než 50 % je však produkováno mořskými zelenými řasami) a vážou atmosférický CO₂.

Tropické lesy mezi 25° s.z.š. a 30° j.z.š. sahají do nadm. výšek 800 - 1000 m a zabírají rozsáhlé plochy v Amazonské nížině (selva), ve střední Americe, v jihovýchodní Asii a v centrální Africe.

Ve 20. stol. nabylo velkoplošné mýcení tropických lesů vysoké intenzity a odhaduje se, že od 18. do 20. století bylo vytěženo asi 60 % rozlohy těchto lesů (6,6 mil. km²); intenzita této těžby ohrožuje genofond planety.

V severních oblastech mírného klimatického pásma severní polokoule (v Asii podél 50° s.z.š., v Evropě kolem 60 ° s.z.š. a v severní Americe již od 45° s.z.š.) se rozkládá rozsáhlý biom **boreálního lesa - tajga** (na jižní polokouli není téměř zastoupena). Vládnou v ní drsné klimatické podmínky, vegetační období trvá pouze 3 - 4 měsíce a ve srovnání s tropickými lesy je druhové složení porostů v tajze poměrně chudé.

Velkoplošné lesní porosty jsou v současné době ovlivňovány stále výrazněji člověkem (např. v Amazonské nížině). V hustě obydlených oblastech les s vyhraněnými přírodními znaky již v podstatě neexistuje (s výjimkou přísně chráněných oblastí - např. pralesy v rezervacích).

Les má **polyfunkční charakter** a jeho jednotlivé funkce se posuzují ze tří základních hledisek:

- produkční funkce je dána roční produkcí dřevní hmoty z určité zalesněné plochy;
- ekologická funkce spočívá ve funkci hydrické, půdoochranné a protierozní, dále je útočištěm pro zvěř atp.;
- funkce v životním prostředí člověka se uplatňuje především v oblasti hygienické, rekreačně - zdravotní a estetické.

Na základě hlavních funkcí a priorit jsou lesy České republiky členěny na lesy hospodářské (asi 1,5 mil. ha), lesy ochranné (asi 0,07mil. ha) a lesy zvláštního určení (asi 1,04 mil. ha - 1997).

Základní funkcí **hospodářských lesů** je produkce dříví, přičemž ostatní funkce by neměly být porušovány (především funkce ekologická). Od r. 1950 do r. 1990 stoupla těžba dřeva v českých lesích o 60 %, v r. 1990 činila celková kubatura této těžby 12,5 mil. m³, v r. 1993 klesla na 10,4 mil. m³, avšak v r. 1997 stoupla na 13,5 mil. m³ (Statistická ročenka životního prostředí České republiky, 1998). Nejvyšší těžba je na severní Moravě a ve Slezsku - 17 % z celkového množství, vytěženého v ČR. Podle Lesního zákona jsou majitelé lesů povinni do dvou let vytěžené plochy zalesnit. Od roku 1989 dochází k poklesu zalesňovaných ploch (1989 - 35 016 ha, v r. 1993 necelých 28 000 ha v r. 1997 - 24 038 ha, viz Statistická ročenka životního prostředí České republiky, 1998).

Z hlediska funkce členíme lesy takto:

- **Lesy ochranné** chrání některé složky přírodního prostředí, a proto tyto lesy vyžadují odlišné přístupy v hospodaření v nich. Do této skupiny náleží především lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích, rozptýlená stromová zeleň nad souvislou hranicí stromové vegetace, lesy v oblastech kosodřeviny a lesní porosty, nezbytné pro ochranu půdy před erozí. V této kategorii lesů jsou hospodářské zásahy minimální a pokud je prováděná nutná nahodilá těžba, nesmí být porušeny další preferované funkce.
- **Lesy zvláštního určení** jsou v ochranných pásmech vodních zdrojů a léčivých vod. K této kategorii náleží také lázeňské lesy, lesy v oborách, v bažantnicích atp. Z hlediska ochrany vodních zdrojů jsou důležité lesy v povodích vodárenských nádrží, lesy v pramenných oblastech toků a lesy vodoochranné. Lesy 1. pásma hygienické ochrany vodárenských nádrží mají funkci hygienické bariéry; lesy pramenných oblastí vodních toků usměrňují odtok srážkových vod, mají převážně funkci protipovodňovou a protierozní a podporují doplňování zásob vod podzemních - z lesního půdního fondu ČR zabírají asi 16 % plochy a v podstatě jsou to chráněné oblasti přirozené akumulace vody.

Navrácení lesů u nás původním majitelům po r. 1989 v žádném případě neznamená, že majitelé mohou kácet stromy o své vůli bez ohledu na celospolečenské zájmy. Již v druhé polovině 19. stol. byla s přihlédnutím k dalším funkcím lesních porostů ve střední Evropě

vybudována zásada řádného lesního hospodářství, tj. hospodaření v lesích vzhledem k nepřetržitosti a optimální dřevní produkci při respektování ustanovení všech zákonů, které zabezpečovaly nejen hospodářské zájmy majitelů lesů, ale také celospolečensky vřeužitečné funkce lesních porostů.

Zdravotní stav lesních porostů v Evropě, především vlivem imisního spádu a kyselých dešťů, je poměrně špatný. Společná zpráva Evropské unie a Ekonomické komise OSN o stavu lesů v Evropě tvrdí, že lesy v České republice náleží k nejvíce postiženým ve srovnání s ostatními evropskými státy, protože přes 50 % jehličnanů je postiženo velmi výrazně a 38 % porostů je ohroženo (ze všech evropských států je zdravotní stav lesů již jen horší na Ukrajině).

Lesy svými vřeužitečnými funkcemi jsou nezbytnou složkou krajinného plánování, a proto požadavky společnosti na lesní hospodářství z hlediska životního prostředí si budou vynucovat jejich účinnější ochranu. V Evropě jsou zalesněny více než ČR pouze Finsko (73 % území státu), Švédsko (57 %) a Rakousko (38 %). Od středověku výměra lesů na území dnešního Česka neustále klesala a např. v r. 1845 činila jen 29 %. Velké změny prodělala také skladba našich lesů, protože velká spotřeba dřeva vyvolala snahu vysazovat rychle rostoucí smrkové monokultury, které svým plným zapojením patra korun přispěly k vymizení některých druhů původního bylinného a křovinného patra. Příkladem může být výrazná změna druhové skladby v povodí Desné a Branné od r. 1856 do r. 1956 (viz tab. 5.6.).

Tab. 5.6. Změna druhové skladby lesních porostů v povodí Desné a Branné (sev. Morava) od r. 1856 do r. 1956 (v % plochy povodí)

Rok	Smrková monokultura	Bukový porost	Smíšený porost
1856	37,60	9,23	53,17
1956	71,66	17,34	11,00

Lesní porosty mají nejen významnou půdoochrannou funkci, ale také mimořádnou schopnost zadržovat srážkovou vodu v odtoku (**retence**), dále mohou hromadit spadlou vodu na povrchu dřevin, v půdní pokrývce a lesní půdě (**akumulace**) a nahromaděnou vodu z povrchu odvádět pod povrchem (**retardace**). Les však nemůže vždy zabránit vzniku povodňových stavů (viz např. L.Buzek,2000), mnohdy však může zmírnit průběh velkých vod. Pohyb vody v lesní geobiocenóze se liší od vodního oběhu v jiných geobiocenózách. Půdu v lese pokrývá přízemní vegetace s vrstvou hrabanky a nadložního humusu, který chrání její povrch před přímým bombardováním vodními kapkami a z velké části před smyvem půdy. Přeměna rychlého povrchového odtoku v odtok volnější a zásak podmiňují jednu z nezákladnějších funkcí lesa, tj. funkci hydrickou. Soubor místních účinků lesa se pak prostřednictvím regulovaného odtoku projeví i za hranicemi lesa.

Klimatické vlivy lesa mají spíše charakter mikroklimatický až mezoklimatický a charakter těchto vlivů je dán lesnatostí a druhovou skladbou. Lesy jako součást aktivního povrchu krajiny se na klimatické funkci podílejí svými biologickými vlastnostmi, plochou, hmotností a stářím porostu, drsností a barvou korun a svislou překážkou lesního okraje, což se následně odráží v režimu vlhkosti a teploty. Klimatický vliv lesa na okolní nezalesněnou krajinu se projevuje v útlumu vzdušného proudění, což vede ke změně teplotního režimu. Za příznivých podmínek může zvýšená turbulence nad lesními porosty při optimální vlhkosti vzduchu podmítnit i slabé místní srážky.

Nejmladší funkcí lesa je funkce **rekreační**, jejíž intenzita závisí na hospodářským rozvoji státu, hustotě osídlení a na poloze lesních komplexů vzhledem k velkým sídelním jednotkám. Rekreace v lesích má také svou stinnou stránku, projevující se poškozováním

lesních porostů, znečišťováním vod a mnohdy i urychlováním eroze. Negativní dopady na území ČR jsou patrné především v Krkonoších, Moravskoslezských Beskydech a nověji i na Šumavě.

Les se vyznačuje vysokou filtrační schopností, protože např. 85 let starý bukový porost odfiltruje ze znečištěného ovzduší 11 ± 2 kg síry a smrkový porost 30 ± 5 kg síry na 1 ha za rok. Lesní porosty zachytí také značné množství prachu, např. buk 280 kg na 1 ha, smrk 420 kg na 1 ha a horská borovice dokonce 1000 kg na 1 ha (blíže viz K.Jůva, D. Zachar, 1981).

Základní funkce lesa jsou často narušovány nejen nevhodnými lesnickými zásahy (viz. L.Buzek, Vl. Kříž, T. Řehánek, 2000), ale také antropogenními činnostmi mimo lesní plochy, které poškozují lesní porosty, tj. kyselé deště a imisní spád; např. Krušné hory jsou v souvislé ploše poškozeny dnes na 85 000 ha (v r. 1939 pouze na 400 ha a v r. 1954 na 55 000 ha).

Poškozování lesních porostů má za následek snížení přírůstků dřevní hmoty a odumírání stromů na velkých plochách, snížení kvality těžného dříví, zhoršují se však také půdní vlastnosti a poměr živin v půdě, zvyšuje se acidita a rostou náklady na těžbu i obnovu lesa.

Emisemi poškozené lesy se zpravidla člení na 4 zóny s přihlédnutím k jejich funkcím.

Přetížená zóna je umístěna zpravidla v bezprostřední blízkosti zdrojů emise, kde všechny složky přírodního prostředí jsou silně devastovány, což se projevuje odumíráním veškeré vegetace, vč. vegetace lesní, která zde má výrazně protiemisní funkci.

Zatížená zóna je charakterizována dlouhodobými nižšími koncentracemi emisí s případy jejich prudkého zvýšení za specifických meteorologických situací. Stromová vegetace, především jehličnaté dřeviny, jsou chronicky poškozovány, což v kombinaci s dalšími abiotickými činiteli vede ke vzniku lesních kalamit. Les v této zóně má převážně protiemisní funkci.

Ochranná zóna má stupeň znečištění poměrně nízký a poškození se projevuje pouze na exponovaných, zpravidla přivrácených lokalitách k emisním zdrojům.

Vnější zóna se protiemisně projevuje pouze ve zvláštních lokálních případech, např. kolem frekventovaných komunikací, zemědělských závodů živočišné výroby, velkých skládek odpadů apod.

Společenské vztahy k lesům vymezuje **lesní právo**, které v Rakousko-Uhersku bylo již kodifikováno císařským patentem 2. prosince 1852; až do tohoto roku byly právní normy k lesům nejednotné. Výše uvedený zákon přinesl ustanovení, zahrnující především zásady proti pustošení lesů a k ochraně lesní půdy a ukládal majitelům lesů povinnost opětného zalesňování odlesněných ploch. Tento zákon byl postupně doplňován úpravami a dodatky a v podstatě u nás platil až do r. 1960; další zákon z 60. let byl v r. 1978 nahrazen zákonem novým po r. 1989 (Zákon o lesích ze dne 3. listopadu 1995 - Lesní zákon). Současný Lesní zákon má 65 §, v nichž jsou vymezeny základní pojmy, kategorizace lesů, ochrana pozemků, jež jsou určeny k plnění funkce lesa atd. V jeho jednotlivých částech jsou vymezeny práva a povinnosti majitelů lesů a přesně kodifikovány různé činnosti v lesních porostech, např. způsoby těžby dříví, různé stavební zásahy, např. meliorační nebo komunikační, dále práva a povinnosti návštěvníků lesů atp.

Meliorace a hrazení bystřin jsou biologická a technická opatření v lesích, zaměřená na ochranu půdy a péči o vodohospodářské poměry.

Provádění meliorací a hrazení bystřin v lesích je povinností vlastníka lesa, pokud orgán státní správy lesů nerozhodne o tom, že jde o opatření ve veřejném zájmu. Pokud jsou tato opatření prováděná ve veřejném zájmu, hradí náklady s tím spojené stát.

Ekologický význam lesa spočívá v řadě nezastupitelných, navzájem se prolínajících funkcí, což je zvláště patrné v propojení funkce hydrické a půdoochranné. Srovnáme - li

krajiny bezlesé a zalesněné, jsou mezi nimi nápadné rozdíly v charakteru odtoku vody a jejího výparu. Lesní porosty mají schopnost zadržovat nejen vodu z vertikálních srážek, ale i ze srážek horizontálních (mlha, námraza), a to značně výrazněji, než nízké zemědělské kultury. Spadlé srážky jsou zadržovány také bylinným a křovinným patrem, a také lesní hrabankou a nadložním humusem, čímž se zpomaluje jejich odtok. Tlumivý vliv lesa na povrchový odtok vody je dobře patrný při vysokých vodních srážkách resp. prudkém tání sněhové pokrývky; povodňová vlna v nezalesněném území je zpravidla vyšší a má kratší časový průběh, kdežto v zalesněném území trvá déle a je nižší (to se odráží i na průběhu mechanické degradace půdy, blíže viz L.Buzek, 1998, 2000).

Lesy také do jisté míry ovlivňují některé podnebné složky krajiny. Vzhledem k rozčleněnému korunovému povrchu působí na proudící vzduch jako drsná podložka, což vyvolává turbulenci, která spolu s okrajem lesa, jenž má ráz svislé přepážky, ovlivňuje do jisté míry rychlost větru a v oblasti styku s volnou nezalesněnou krajinou také teplotní a vlhkostní režim.

S hydrickou funkcí je spojena funkce půdoochranná, o níž je v tomto textu pojednáno blíže na jiném místě (viz také L.Buzek, 1983). Les má také nezanedbatelnou funkci protideflační (chrání půdu před větrnou erozí), kořenovým systémem zpevňuje svahovinu, čímž zmenšuje nebezpečí tvorby sesuvů a ve vyšších horských polohách sehrává roli protilavinovou.

V přímém vztahu k člověku je důležitá jeho zdravotně - rekreační funkce, s níž do značné míry souvisí funkce estetická. V těchto funkcích má důležitou roli vliv lesa na obsah některých složek atmosféry, především na tvorbu kyslíku. Např. smrkové porosty produkují ze stejné plochy za rok 2,7 krát více kyslíku, než nadzemní část okopanin. Vzduch je v lese obohacen o různé silice a svůj zdravotní význam mají také radiační a světelné poměry a spektrální složení světla. Zdraví člověka v lese je také specificky ovlivňováno vlhkostními poměry a teplotním režimem. Předpokládá se, že smíšené a listnaté lesy působí na člověka uklidňujícím dojmem, kdežto jehličnaté monokultury mohou na citlivé jedince působit depresivně.

S rozvojem průmyslu od počátku 19. stol. se do atmosféry dostávají škodliviny, které ohrožují všechny ekosystémy vč. lesa. Škodlivé následky na lesích vlivem imisního spádu začínají zpravidla prořezáváním korun, u jehličnanů úbytkem starších ročníků jehličí a dále odumíráním jedinců a celých porostů. Největší zdroje znečištění představuje především hutnictví, energetika (spalování fosilních paliv), chemický průmysl a v zimním období také domácí topeniště, která spalují nekvalitní paliva. Nejdéle sledovanou a známou škodlivinou lesních porostů je oxid siřičitý, který tyto porosty negativně ovlivňuje již od koncentrace 20 g.m⁻³. Emise, které se vlivem antropogenní činnosti dostávají do atmosféry, se prostřednictvím vodních srážek dostávají jako kyselé deště do půdy, v níž jsou deponovány a ve vodních roztocích pak spolu s živinami přecházejí do nadzemní části vegetace a ničí ji.

Zpravidla za rozhodujícího původce poškozování lesů jsou považovány především sloučeniny síry, situace se však zdá složitější a kromě „místních“ vlivů na degradaci lesů se s největší pravděpodobností podílejí i vlivy jiné, např. globální tepelné změny nebo poškozování ozónové vrstvy s následným růstem intenzity škodlivého UV záření. Jevy, které se zcela nepochybně podílejí na poškozování lesních ekosystémů, můžeme shrnout do 5 skupin:

- všeobecný stres narušující fotosyntézu, kdy v pletivech dochází k depozici toxických látek, negativně ovlivňujících růst; dochází také k poškození kořenového systému a následné ztrátě jehličí nebo listů;

- překyselení půdy vzniká depozicí kyselých látek, které při dlouhodobém působení vyplavují některé komponenty pro rostliny nezbytné (zvl. Ca, Mg, K aj.); tím se uvolňuje hliník, který poškozuje kořenový systém;
- poškození oxidem siřičitým a ozónem v přízemní vrstvě má za následek opad listů a jehličí;
- nedostatek hořčíku se často kombinuje s vlivy kyselých depozic, urychlují se poruchy v růstu - příznakem je žloutnutí listů;
- různé organické látky, které pronikají do půdy, pozměňují růst stromové vegetace, na níž se projeví abnormální růstové příznaky.

Výše hlavní uvedené negativní vlivy vč. celé řady dalších pak v souhrnu snižují přírůstky lesních dřevin, lesní ekosystémy ztrácejí svou odolnost vůči okolním negativním vlivům. Velmi závažné jsou např. náhlé teplotní změny, jak se to stalo v Moravskoslezských Beskydech na přelomu let 1978 - 1979, kdy v průběhu 8 hodin teplota poklesla o 25° C, takže imisemi oslabené a následným teplotním poklesem zničené lesní porosty musely být na ploše okolo 2500 ha vytěženy. Na území ČR jsou např. jehličnany i listnaté stromy v různém stupni imisního poškození asi na 60 % zalesněných ploch.

Mechanismus chřadnutí lesů je velmi složitý a není závislý pouze na jednom činiteli (např. SO₂). Dokazují to některé studie, např. z území USA, kde po odsíření elektráren a následným výrazným poklesem SO₂ v atmosféře nedošlo ke snížení dalšího poškození lesních porostů. Obdobný jev je pozorován i v Moravskoslezských Beskydech, kde od r. 1960 do r. 1990 došlo u velkých producentů emisí (především hutě v Třinci a Ostravě) ke snížení téměř o 60 %, avšak stav zdravotní lesů se v tomto období nadále zhoršoval.

5.3.6. *Turistika, rekreace a krajina*

Turistika a rekreace ve vyspělých zemích se začala intenzívně rozvíjet po 2. světové válce, což v krajině zanechává řadu negativních důsledků nejen poškozením jejich složek (biota, půda, voda), ale mnohdy i nevhodným zásahem do jejich hodnot estetických (např. výstavbou různorodých typů chat) i hygienických (často schází zařízení na likvidaci odpadních vod a různých pevných odpadů).

Rekreace (mnohdy spojená s turistikou) směřuje do turisticky atraktivních oblastí, kde nadměrná návštěvnost (v letním i zimním období) vede k devastaci, především v horských oblastech (u nás zvl. v Krkonoších a Moravskoslezských Beskydech). Tímto náparem se snižuje i rekreační hodnota krajiny a její estetický vzhled, je znečišťována povrchová i podzemní voda, je sešlapáván terén, což zpomaluje infiltraci vody, roste vodní eroze. Důsledkům koncentrované rekreace podléhají také pláže mořských pobřeží, u nás březní zóny umělých nádrží (s výjimkou nádrží vodárenských, kde veškeré rekreační aktivity jsou zakázány).

S turistikou a rekreací jsou mnohdy spojovány i problémy motorizace, která především o volných dnech přispívá ke znečištění ovzduší výrazným způsobem.

6. FUNGOVÁNÍ KRAJINY

V globálním měřítku dochází v krajinné sféře mezi jednotlivými geosférami k výměně a přeměně látek a energie. Při těchto velmi složitých procesech látkového a energetického metabolismu platí **zákon o zachování hmoty a energie**. Pro cyklické procesy v přírodním prostředí jsou typické pravidelně se opakující změny energie, skupenství a složení látek vlivem fyzikálních, chemických a biologických činitelů (M. Mihaljevič, B.Moldan, 2000).

Pokud dojde ke změně intenzity nebo množství energie, dochází v krajině ke změnám, a to především v té krajině, jejíž stabilita je narušena. Oběh hmoty probíhá s mnohem vyšší efektivností než oběh energie, protože např. voda do oběhu vstupuje v podstatě ve stejné podobě, jak z ní na jiném místě vystupuje, avšak energie obíhá v krajině v **podobě chemických vazeb**, které se v průběhu oběhu mohou výrazně měnit.

Pro studium metabolismu Země je nutno vymezit jednotlivé snadněji definovatelné a poznatelné subjekty, které jsou zpravidla částmi ekosystémů - označujeme je jako **zásobníky**; mezi nimi dochází k transportu látek a energie. Látky a energie do určitého zásobníku vstupují nebo z něho vystupují formou toků mezi základními geosférami, tj. atmosférou, hydrosférou a litosférou, resp. v oblastech styku a průseků těchto geosfér, což platí především pro biosféru, pedosféru a antroposféru. Zásobníky jsou od sebe odděleny **rozhraními**, které mohou být reálné (např. povrch půdy), resp. idealizované (např. oblasti působení člověka).

Pro fungování základních prvků v krajinné sféře je nutný neustálý přísun energie, který je potřebný pro obsah hmoty a energie v geosystému; tuto charakteristiku označujeme jako **energetický potenciál**. Jeho základem je přírodní energetický potenciál, který je dán sluneční radiací a částečným vyzařováním zpět do kosmického prostoru, dále geotermální energií, potenciální energií hmoty v různém stupni organizace, podléhající gravitaci vč. gravitačního působení Měsíce a Slunce a dále energií, konzervovanou v přírodních tělesech vlivem geologických, biologických a pedogenetických procesů.

Hlavním zdrojem energie v krajinné sféře je **sluneční radiace**. Na horní hranici Sluncem osvětlené atmosféry dopadá $8,12 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ ($1,94 \text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$); tato hodnota, označovaná jako **solární konstanta**, se však během roku sezónně mění v závislosti na vzdálenosti Země od Slunce. Na základě solární konstanty lze zjistit **radiační bilanci krajinné sféry**. Sluneční radiace při průchodu atmosférou je snižována odrazem, rozptylem a oblačností, dále pohlcováním vodní párou, ozónem, oxidem uhličitým a dalšími činiteli. Převážná část celkového množství snížené sluneční radiace je pohlcena povrchem georeliéfu, menší část vlastní atmosférou. Energie radiační bilance zemského povrchu ohřívá atmosféru prostřednictvím turbulentní tepelné vodivosti, dále má rozhodující vliv na výpar, na výměnu tepla v hydrosféře a v zemské kůře, je nezbytná také pro fotosyntetické reakce atp.

Sluneční energie je základním činitelem pochodů v krajinné sféře. Tepelný proud, prostupující atmosférou k zemskému povrchu, proniká georeliéfem do hloubky až 10 m obdobně jako v oceánu, v němž se však turbulencí dostává do značně větších hloubek. Důležitým procesem je **fotosyntéza**, která váže asi 1 % slunečního záření, jež pronikne k zemskému povrchu. Tímto procesem se sluneční energie mění v energii chemickou, koncentrovanou v rostlinné biomase. Živá hmota biosféry akumuluje asi $4,18\cdot 10^{22} \text{ J}$ (tj. $1,10^{19} \text{ kcal}$). Po odumření organismů se převážná část chemické energie mění oxidací v energii tepelnou a menší část je vázána v humusu. Část chemické energie odumřelých

organismů se po složitých procesech může po dlouhou dobu uchovat v sedimentech, např. ve formě fosilních paliv.

Do krajinné sféry vstupuje také **energie geotermální** především jako následek rozpadu radioaktivních látek, zvláště v zemské kůře kontinentálního typu (představuje to asi 2/3 geotermální energie). Spolu s **gravitační energií** dosahuje geotermální energie přibližně hodnoty $1,26 \cdot 10^{21} \text{ J. rok}^{-1}$ ($3,10^{17} \text{ kcal. rok}^{-1}$). Tzv. **potenciální energie** se mění na energii tepelnou zvl. při diferenciačních procesech v oblasti mezi zemským jádrem a pláštěm. Vnitřní energie je přenášena a transformována především konvektivními proudy v zemském plášti (vedení tepla prouděním a přeměnou na energii kinetickou), dále přeměnou na mechanickou energii, která uvádí do pohybu litosférické desky a na potenciální energii, ovlivňující radiální pohyby zemské kůry. Část této energie se také spotřebovává nebo uvolňuje při chemických reakcích, jež vedou ke vzniku nových minerálů nebo hornin.

Rozhodujícím dodavatelem energie v rámci **globální energetické bilance** je energie sluneční, která představuje 99,98 % veškeré přírodní energie.

V krajinné (fyzickogeografické) sféře je přijímána energie z kosmu a zpětně je do něho také vydávána, takže se udržuje určitá dynamická rovnováha v tomto z **energetického aspektu otevřeném geosystému**.

Z hlediska **oběhu hmoty je však krajinná sféra systémem poměrně uzavřeným**, což je dáno např. vstupem produktů vulkanické činnosti do ní a jinde ponořováním její části do svrchního pláště. Typickými příkladu globálního oběhu hmoty je především oběh vody a biogeochemický oběh.

Hydrologický cyklus je z hlediska intenzity a objemu oběhu hmot v globálním měřítku nejmohutnější a jeho průběh vyžaduje a spotřebovává velké množství vnější energie. V tomto hydrologickém cyklu sehrává prioritní úlohu světový oceán (obsahuje 97 % veškeré vody na Zemi), z něhož se evapotranspirací dostává do atmosféry ročně $425\,000 \text{ km}^3$ vody. Důležitou úlohu v tomto oběhu sehrává poměr mezi evapotranspirací a srážkami - předpokládá se, že poměr mezi výstupem a vstupem vody pro její úplnou výměnu trvá asi 3100 let; pro srovnání k obnově vody v atmosféře dochází asi za 1/40 roku, říční voda se obměňuje asi za 1/30 roku, půdní voda za jeden rok a voda v jezerech za 200 - 300 let. Ročně se srážkami do oceánu vrací asi $385\,000 \text{ km}^3$ vody, zbytek spadne jako srážková voda na pevniny. Evapotranspirace z georeliéfu kontinentů ovlivňuje významně množství srážek v daném regionu (krajinně) a na prvním místě je určováno charakterem vegetace (např. evapotranspirace z oblastí pokrytých tropickým pralesem je podstatně vyšší než z oblastí savan). Z toho lze usuzovat, že zmenšování ploch tropických pralesů může vést ke snížení objemu vypařované vody v těchto oblastech a k následnému poklesu srážek a vzrůstu teplot.

V geologické minulosti se vlivem změn postavení kontinentů a oceánů měnil v globálním měřítku také charakter oběhu vody. Charakteristické je to pro pleistocén, kdy v chladných obdobích byla po dlouhou dobu vázána nejen velká část vody v ledovcích, ale v důsledku těchto změn chladných a teplých období docházelo také ke změnám mezi intenzitou eroze a sedimentace. Tyto klimatické změny ovlivnily podstatným způsobem modelaci reliéfu vodou. Ve vrcholných obdobích glaciálů byla cirkulace vod v oceánech odlišná od současných poměrů, byla snížena intenzita výparu a pohyb vodních par v atmosféře. To mělo vliv nejen na charakter vodní modelace reliéfu, ale také na zvýšení aridity (desertifikace) řady oblastí a snížení celkového objemu biomasy.

Podle charakteru pohybu hmoty v krajinně se vyčleňuje několik druhů migrace chemických prvků:

- **mechanická migrace**, která závisí na velikosti částic a je realizována např. vodní nebo větrnou erozí;

- **fyzikálněmechanická migrace** je podmíněna především rozpouštěním ve vodě a ve vodních roztocích, kde prvky migrují ve formě iontů, resp. koloidů a plynů;
- **technogenní migrace** je podmíněna lidskými zásahy.

V obíhající vodě jsou rozpouštěny různé sloučeniny, které se dostávají srážkovou vodou na souš a povrchovým (zčásti i podzemním) odtokem do oceánů spolu s nerozpouštěnými látkami (plaveniny a splaveniny). Je zřejmé, že do oceánů se z pevnin dostává více hmoty, než opačně - důsledkem je rozčleňování souše a její snižování a následná sedimentace transportovaného materiálu na dně moří a oceánů. Převážná část látek, jejichž zdrojem je oceán, se časem stává součástí biologických procesů.

S oběhem vody úzce souvisí **biogeochemický oběh**, protože živé organizmy si vyměňují hmotu s okolím. Biogeochemický oběh (cyklus) je důsledkem transportu a transformace látek v přírodním prostředí. Tento cyklus nemá uzavřený charakter a každý nový oběh není opakováním cyklu předešlého a kromě toho se mění také rychlost tohoto oběhu. S biogeochemickým oběhem souvisí také **oběh antropogenní**, jehož vlivy jsou zřetelné v oběhu abiotickém - např. přemísťování zemin při hornické a stavební činnosti nebo při stavbě různých komunikačních zařízení, různé další mechanické zásahy (mechanickým zásahem je také orba půdy).

Člověk je schopen měnit metabolismus některých látek. Příkladem mohou být změny v zastoupení oxidu uhličitého v atmosféře, jehož obsah od počátku průmyslové revoluce roste.

Poznání biogeochemických cyklů je nezbytné pro řešení některých globálních problémů. (blíže viz M.Mihaljevič, B.Moldan, 2000), jako jsou:

- produkce potravin;
- klimatické změny vč. změn v ozónové vrstvě;
- acidifikace atmosféry a její dopady na ekosystémy;
- šíření škodlivých látek (např. těžké kovy) a jejich vlivy na ekosystémy.

Nejdůležitější postavení v cyklu jednotlivých prvků mají **uhlík, síra, dusík a fosfor**, protože zauímají v biosféře významné místo. Kromě toho je jejich cyklus v poslední době do značné míry ovlivňován člověkem.

Biogeochemický cyklus uhlíku je důležitý látkový tok v biosféře, který je však v globálním měřítku antropogenně negativně ovlivňován. Uhlík je nezbytným biogenním prvkem, protože je základním stavebním kamenem organismů a poměr mezi jeho oxidovanou formou (CO_2) a redukovanou formou (C_{org}) ovlivňuje oxidačně redukční potenciál prostředí. Uhlík má schopnost tvořit různé dlouhé řetězce, což zdůrazňuje jeho biogenní vlastnosti (existuje více než 1 milion jeho známých sloučenin). V živé hmotě zpravidla probíhá biogeochemický cyklus uhlíku s biogeochemickým cyklem síry.

Jedním z nejdůležitějších rezervoárů oxidační formy uhlíku v atmosféře je CO_2 ; je to přímý zdroj uhlíku pro suchozemskou biosféru, má vliv na tepelnou bilanci Země a na některé procesy v oceánské vodě. Obsah uhlíku v atmosféře sezónně kolísá v závislosti na jeho produkci organismy, na vulkanických projevech a na sezónním využívání fosilních paliv, resp. zčásti také na tom, kolik CO_2 je schopen vázat oceán.

Na cyklus uhlíku je vázán **metan**, který se tvoří především při anaerobních procesech. Hlavními zdroji tohoto plynu, který zčásti přispívá také ke skleníkovému efektu, jsou rýžová pole, mokřady, zvěř (vč. domácích zvířat) a k jeho úniku dochází také při těžbě fosilních paliv. Jeho oxidací se tvoří atmosférický oxid uhelnatý.

V hydrosféře se uhlík vyskytuje v několika formách, např. jako rozpouštěný anorganický uhlík ve formě iontů a dále rozpouštěný organický i anorganický uhlík ve formě částic. Velká část uhlíku je v hydrosféře vázána v biomase. V oblastech kontinentálního šelfu

více jak 90 % organického materiálu s vysokým obsahem uhlíku sedimentuje, avšak v oblastech oceánských pánví je odumřelý organický materiál konzumován heterotrofními organismy, takže se do hlubomořských sedimentů dostává v podstatně menší množství.

Rezervoár terestrické biosféry reaguje s atmosférou a půdou, přičemž hlavním procesem toku uhlíku je fotosyntéza v autotrofních organizmech. V různých subrezervoárech terestrické biosféry je délka setrvání sloučenin uhlíku odlišná. V dřevní hmotě doba jeho setrvání činí řádově 50 let, avšak v listech, květech, plodech a kořenech pouze několik let. Za poměrně stabilní subrezervoáry jsou považovány rašeliniště (M. Mihaljevič, B. Moldan, 2000). Také uhlíkaté sloučeniny v humusu mají dlouhou dobu setrvání, protože změny v této neživé organické hmotě jsou velmi pozvolné.

Největším rezervoárem uhlíku na Zemi je litosféra, především sedimenty (např. fosilní paliva), avšak jeho uvolňování je ve srovnání s oběhem v atmosféře a hydrosféře pozvolné. Je uvolňován jak přírodními procesy (eroze, chemické zvětvávání), tak i antropogenními zásahy (těžba surovin).

Uhlík (resp. jeho oxid CO_2) je zcela nezbytný pro biosféru, jeho vliv se může projevit také v některých klimatických změnách. Základními toky tohoto prvku ve formě CO_2 probíhají výměnou mezi hydrosférou a atmosférou, mezi povrchovými a hlubomořskými oblastmi oceánů a uvolňováním při spalování fosilních paliv.

Biogeochemický cyklus síry je spolu s cyklem dusíku nejvíce ovlivněn antropogenní činností. Jako významný biogenní prvek se síra vyskytuje v různých sloučeninách, z nichž k běžným sloučeninám (kromě ryzí síry) náleží oxidy síry a sírany, sulfidy i organické látky. K nejdůležitějším látkám, v nichž jsou zastoupeny různé formy síry v organizmech, patří aminokyseliny a bílkoviny. Klíčová úloha síry v živých organizmech spočívá v tvorbě vazeb mezi aminokyselinami, na nichž závisí struktura bílkovin.

Největší množství síry je vázáno v litosféře, ale jejími dalšími rezervoáry jsou atmosféra, hydrosféra a biosféra; mezi nimi dochází k transformacím a látkovým tokům. V atmosféře dochází k nejdůležitějším tokům síry mezi jednotlivými rezervoáry, a to na základě degazace zemské kůry a pláště, redukci síranové síry na síru v organizmech nebo sírovodík a dále oxidací síry a sulfidů v organizmech přirozenou cestou resp. spalováním fosilních paliv. Tyto procesy mohou být epizodicky ovlivněny vulkanickými jevy (sopečné erupce). Důležitou součástí látkového toku síry jsou emise sloučenin s nižším mocenstvím do atmosféry a jejich následným propadem ve formě síranů ve srážkové vodě (kyselé deště). Tento rychlý proces však nedovolí dlouhodobou přítomnost sloučenin síry v atmosféře.

Zdrojem síry jsou také některé biologické procesy, při nichž vzniká především sírovodík, sirouhlík, merkaptany aj. Dalším přirozeným zdrojem síry jsou požáry, vulkanická činnost, spalování fosilních paliv a úprava sulfidických rud. Odhaduje se, že antropogenní tok oxidů síry v současné době do atmosféry představuje stejné množství, jako její přirozený látkový tok. Nad kontinenty je látkový tok zpravidla menší než nad oceány, přičemž se však nad kontinenty zřetelněji projevují antropogenní vlivy. SO_2 se transformuje na síranový iont asi 01 % za hodinu, což znamená, že doba jeho setrvání v atmosféře činí asi 2 dny, takže cyklus sloučenin síry probíhající v atmosféře se udá v průběhu několika dnů. Největším zdrojem síry v atmosféře je spalování fosilních paliv a vliv člověka na její biogeochemický cyklus v globálním měřítku má v látkovém metabolismu Země největší rozměry. Na druhé straně aerosol se sloučeninami síry se dostává do mraků, čímž dochází k částečnému rozptylu záření, což paradoxně působí proti skleníkovému efektu. V poslední fázi se oxidy síry, které jsou na určitou dobu deponovány v jednotlivých ekosystémech, dostávají vodou do oceánů.

Biogeochemický cyklus dusíku probíhá v řadě abiotických i biotických procesů, při nichž se transportují jeho sloučeniny v plynném, kapalném i pevném stavu. Kromě některých negativních dopadů na krajinu v širším slova smyslu (např. degradace vody ve vodních

dílech, vlivy na ozonosféru, vlivy na fotochemický smog aj.) jsou jeho sloučeniny důležitou součástí organismů.

Cyklus dusíku se v přírodním prostředí vyskytuje v oxidovaných stavech. Ovlivňuje především fyzikální procesy, abiotické transformace (v atmosféře) a procesy biologické. Na charakteru a intenzitě cyklu dusíku se také podílí některé antropogenní činnosti.

V rámci organických procesů je důležitá biologická transformace jeho sloučenin, k nimž náleží (blíže viz V. Bouška a kol., 1980):

- fixace, kdy se molekulární dusík redukuje na NH_3 nebo NH_4^+ a dále na organické dusíkaté sloučeniny;
- asimilace amoniaku, který se stává součástí biomasy;
- nitrifikace, což je oxidace NH_3 nebo NH_4^+ na NO_2^- nebo NO_3^- (z tohoto procesu využívají organizmy energii);
- asimilační nitrátová redukce vede k transformaci NO_3^- na organické sloučeniny s dusíkem
- rozpad organických sloučenin dusíku na NH_3 a NH_4^+ ;
- denitrifikace, kdy se NO_3^- redukuje na plynné formy dusíku (především N_2 nebo N_2O).

Dusík jako biogenní prvek je nezbytný pro výživu organismů, avšak při vysokém zatížení prostředí dusíkatými látkami může být určitý ekosystém poškozen resp. může zcela zaniknout.

Proces látkového toku dusíku může ovlivnit člověk, především antropogenní **přímou fixací**, např. produkce oxidů dusíku při spalovacích procesech, dále vázáním jeho sloučenin z atmosféry, biologickou fixací kulturními rostlinami nebo **fixací nepřímou** narušováním přirozené rovnováhy jeho sloučenin (např. ovlivňováním mikrobiálních procesů - M. Mihaljevič, B. Moldan, 2000).

V abiotických procesech sehraává cyklus dusíku zdánlivě menší úlohu, má např. vliv na množství ozónu v troposféře a bilanci některých plynů v atmosféře. Tyto procesy mají fotochemický charakter. Sloučeniny dusíku jsou součástí atmosférického aerosolu a hlavním zdrojem některých sloučenin (NH_3 a NO_x) nad souší.

Z globálního pohledu je dusík v atmosféře z 99,96 % obsažen jako N_2 , v menší míře jako oxid dusný. V oceánské vodě je obsažen z 95 % jako rozpuštěný molekulární dusík, z 5 % jako NO_3^- resp. je zastoupen v odumřelé organické hmotě. K hlavním zdrojům dusíku v atmosféře náleží spalování fosilních paliv, částečnými zdroji jsou pak přírodní požáry resp. elektrické výboje v atmosféře. Sloučeniny dusíku v atmosféře se prostřednictvím srážek dostávají do oceánské vody a v oceánech i na souši jsou akumulovány v biomase.

Biogeochemický cyklus fosforu je ve formě sloučenin jako nepostradatelný biogenní prvek nutný pro energetické a reprodukční procesy v buňkách organismů. Typické pro jeho oběh je to, že je transportován téměř výhradně vodou, jeho sloučeniny (ve srovnání s výše uvedenými cykly) nepodléhají mikrobiálním transformacím a oxidačně redukční procesy v cyklu fosforu nemají tak vysokou úlohu, jako je tomu u dusíku, síry nebo uhlíku. K důležitým anorganickým formám fosforu náleží kyselina fosforečná a polyfosfáty. K minerálům s obsahem fosforu náleží apatit, který je součástí zubů, kostí i šupin; v místech vysoké akumulace je těžen jako průmyslová surovina. V přírodě zpravidla sloučeniny fosforu netvoří samostatné minerály, ale sorpčně mohou být vázány na jílové minerály, organickou hmotu nebo oxyhydroxidy železa a manganu. Fosfor v rámci organických sloučenin sehraává nepostradatelnou funkci - je např. obsažen v DNA - kyselina deoxyribonukleová a RNA - kyselina ribonukleová, je přítomen ve fosfolipidech, které jsou součástí buněčných membrán atd.

Zvětráváním hornin s obsahem fosforu začíná jeho biogeochemický cyklus a asi 90 % ho zůstává ve vodním prostředí a kromě své nepostradatelné funkce v živých organizmech může společně se zvýšeným obsahem dusíku a uhlíku být příčinou eutrofizace vodních nádrží.

V globálním měřítku náleží k nejdůležitějším rezervoárům fosforu (podle M.Mihaljeviče a B.Moldana, 2000) především:

- pedosféra (do hloubky asi 60 cm);
- suchozemská biosféra, především stromová vegetace;
- oceánská hydrosféra do hloubky 300 m; pod touto hranicí (300 - 3300 m) již nedochází k asimilaci a do povrchové zóny se fosfor dostává výstupnými mořskými proudy;
- oceánská biota obsahuje pouze necelou třetinu fosforu bioty suchozemské, protože její život je kratší, např. ve srovnání se suchozemskými lesními ekosystémy;
- atmosféra obsahuje fosforu velmi málo, především ve vazbě na prachové částice.

Geochemický cyklus fosforu se od předcházejících biogenních cyklů liší tím, ho je v atmosféře málo a dostává se do ní především spalováním organických látek, větrnou erozí na zemědělské půdě resp. ve vodním aerosolu.

Cyklus fosforu v oblasti souše je ovlivněn úniky při zpracování surovin, používáním vysokopecní strusky v zemědělství, z detergentů, z výroby potravin a krmiv, jež obsahují sloučeniny tohoto prvku a dále z činnosti, jež souvisí se zpracováním mořských organismů (ryby, měkkýši, mořské řasy). Fosfatizace prostředí (především půdy) je výrazně intenzivnější ve vyspělých zemích ve srovnání se zeměmi rozvojovými.

Krajiny z hlediska charakteru migrace prvků můžeme rozdělit na:

- abiogenní krajiny, v nichž probíhá téměř výhradně mechanická a fyzikálněmechanická migrace;
- biogenní krajiny, v nichž má hlavní význam biogenní migrace;
- kulturní krajiny s převládající technogenní migrací, danou hospodářskou činností člověka.

Migrace prvků vede mnohdy k jejich koncentraci v určitých zónách, které jsou označovány jako **geochemické bariéry** (A.I.Perelman, 1971). Takové bariéry vznikají např. v místech různých geologických poruch, na rozhraních hornin odlišných vlastností, na rozhraních odlišných půdních typů atp. Význam poznání vlastností těchto bariér je velmi důležitý pro výzkum vývoje a dynamiky krajin.

7. PARADYNAMICKÉ KOMPLEXY A PRINCIP KATÉNY V KRAJINĚ

Paradynamické komplexy byly a jsou již dlouhou dobu v centru zájmu geochemiků a pedologů, kteří si jako první uvědomili nutnost studovat pohyb látek v rámci většího celku a nejenom na úrovni dílčích jednotek krajiny (např. pedotopu nebo geotopu jako celku). Intenzivně se tento směr studia geochemie krajiny rozvinul v bývalém Sovětském Svazu (např. práce Perelmana a Sysujeva). V současné době najdeme takto zaměřená geografická a geoekologická pracoviště na řadě univerzit a výzkumných ústavech (např. v SRN, Švýcarsku nebo USA).

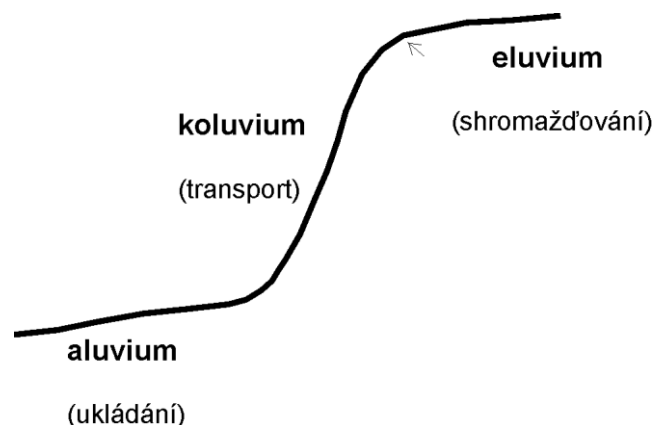
Hlavním faktorem při vymezení paradynamického komplexu je **proces**, který spojuje do jednoho celku často i velmi rozdílné segmenty fyzickogeografické sféry. Autorem paradynamických komplexů je F.N. Milkov (1981). Již před ním se N.A. Gvozděckij (1979) zmiňuje o funkčně - celostních geosystémech, v rámci nichž jsou jednotlivé kontrastní jednotky sjednoceny tokem látek a energie. Milkov definuje paradynamický komplex jako **systém prostorově sousedících kontrastních jednotek, které jsou propojeny horizontálními vazbami představujícími tok látek a energie**. Specifikem komplexů je skutečnost, že čím jsou jejich segmenty kontrastnější, tím jsou jako celek výraznější. Komplex jako systém je tak mozaikou menších, relativně homogenních jednotek, kde odlišnost jejich fyzickogeografické náplně vytváří jejich propojení. Evidentní je tato skutečnost v případě pohoří a sousedící nížiny. Tok látek a energie je plně podřízen vlivu gravitace, vytváří se soustava paradynamických systémů, které protínají celou řadu odlišných zón. V systému svahu můžeme rozlišit aktivní partie (strže, lavinové dráhy) a partie „nudnější“ (svah bez zjevných projevů dynamiky). L. Mičian a P. Tremboš (rukopis) ve svém učebním textu předkládají ukázkový příklad recentního paradynamického systému **úpad - strž - náplavový kužel**, který tvoří úpad v rámci plošiny, strž na svahu a náplavový kužel navazující na úpatí svahu a pokračující k nivě. V krajině nacházíme řadu „fungujících“ paradynamických komplexů, celá řada jich však vystupuje jako svědci dob minulých - tzv. **reliktní komplexy**. Evidentní jsou relikty pleistocenního klimatického cyklu (např.: proluvia v podhůří Západních Beskyd, úpady v Nížkém Jeseníku, kary a trogy v Ukrajinských Karpatech apod.).

Genetickým přístupem při chápání krajiny lze dojít k tzv. paragenetickým systémům. Jedná se o soustavy navzájem sousedících aktivně vzájemně působících komplexů, které se vyznačují stejným vznikem. Společná geneze je chápána jako současný nebo postupný vznik (během vývoje) vzájemně spojených komplexů - paragenetických systémů.

Alternativou k paradynamickým komplexům je **princip katény** (lat. catena = řetěz), který do odborné literatury zavedl G. Milne (1935, 1947) v souvislosti s výzkumem půd ve vlhkých tropech. Milne si uvědomil, že se prostorové skupiny půd (katény) vyskytují na svahu ve zřetelných sekvencích, a to od rozvodí až po údolní dno. Půdní typy tak jasně odrážejí topografickou polohu v rámci katény. Princip katény se zrodil původně v pedologii, kde dodnes představuje standardní přístup při výzkumu půdních variací. Další fyzickogeografickou disciplínou, kde se princip katény uplatňuje je geomorfologie (A.E. Scheidegger, 1986; J. Urbánek 1993; J. Hradecký 2000). Poloha svahového segmentu se ve sledu katény neprojevuje pouze v charakteru půd, ale také v jeho morfologii. Na svazích v oblastech s humidním klimatem existuje možnost aplikovat princip, podle kterého jsou charakteristické morfologické sekvence („katény“) nacházeny znovu a znovu. Taková území lze interpretovat právě ve smyslu katén.

Podle Scheideggera (1986) je **katéna** chápána jako jeden sled fenoménu, který se opakovaně objevuje v humidním klimatu v různých úsecích svahu, povodí nebo podobné jednotky krajiny. Základními prvky jednoduché katény jsou (viz obr.7.1.):

- **eluviální segment** - zde dochází k hromadění, erozi a splachu transportovatelného materiálu, morfologie se vyznačuje zpravidla plochým terénem s nepřilíš mocnou vrstvou zvětraliny;
- **koluviální segment** - prostřednictvím této části dochází k transportu materiálu. Svah má dostatečný sklon a zvětralina je v pohybu.;
- **aluviální segment** - partie, kde se výrazně zmenšuje sklon. Hlavním morfodynamickým rysem je sedimentace. Tato část katény bývá pokryta vytríděným materiálem.



Obr. 7.1. Základní schéma katény s naznačeným převládajícím procesem (podle A. E. Scheideggera, 1986).

Jednoduchý příklad katény je z hlediska morfodynamiky tvořen úseky **eroze - transportu a sedimentace**. Z hlediska morfometrického rozlišujeme **plochý - strmý a plochý** segment, z hlediska rychlosti probíhajících změn má katéna strukturu **pomalý - rychlý - pomalý** úsek. Princip katény je velmi dobře aplikovatelný v podmínkách humidního klimatu, tam kde je hlavním exogenním činitelem voda. Velká část katénotvorných procesů se váže na tzv. **geodermu**, kterou chápeme jako prostor půdy a přízemní vrstvy atmosféry. Je zřejmé, že v rámci některých segmentů katény nemusí být půdní složka vyvinuta vůbec, proto je v geodermě nutné počítat i s litologickou nebo substrátovou složkou.

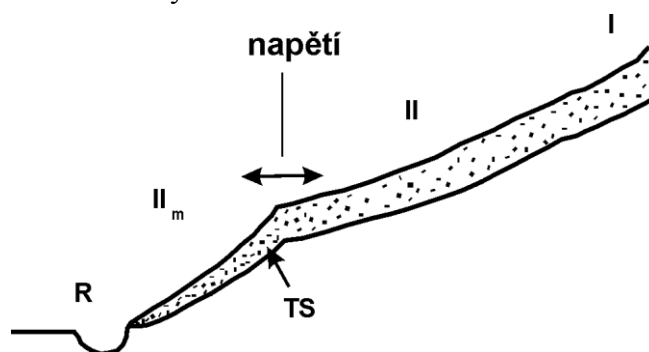
Krajina je v podstatě tvořena minimálně třemi segmenty katén - plochou částí odkud pochází materiál (horní partie), relativně příkrou partií, která zajišťuje transport (střední partie) a relativně plochým dnem s depozicí materiálu. Avšak model ideální, jednoduché a izolované katény v přírodě prakticky neexistuje a nalézt jej můžeme pouze výjimečně. Důsledně respektovaný princip katény může výrazně posunout geomorfologické, ale i geoekologické myšlení, přičemž přináší zcela novou kvalitu co do způsobu systematizace geomorfologických a geoekologických faktů (J. Urbánek, 1993). Stejný autor uvádí názorný příklad biologa G.G. Simpsona: *Zajíce můžeme zařadit do jedné třídy s jiným zajícem, přičemž vycházíme z fylogenetické podobnosti. Zajíce však můžeme začlenit i do jedné skupiny s liškou. Obě zvířata k sobě patří díky potravní, trofické vazbě. Druhou cestou systematizace se vydala ekologie, která na rozdíl od biologické klasifikace grupuje organismy do systémů na základě trofických vazeb.* Princip katény vybízí k podobnému postupu, tj. seskupovat morfologické a případně geoekologické fenomény ne na základě podobnosti (např. genetické), ale na základě jejich vzájemných vazeb.

Velkým přínosem v chápání principu katény byly názory německých geokologů (např. E. Neef, G. Haase a Ch. Opp), kteří posunuli katénu z oblasti půd a reliéfu ke komplexnímu pohledu. Objevuje se termín **(krajino-)ekologická** nebo **(geo-)ekologická katéna**. Vzhledem k původnímu pojetí Milna má (geo-)ekologická katéna dva nové momenty:

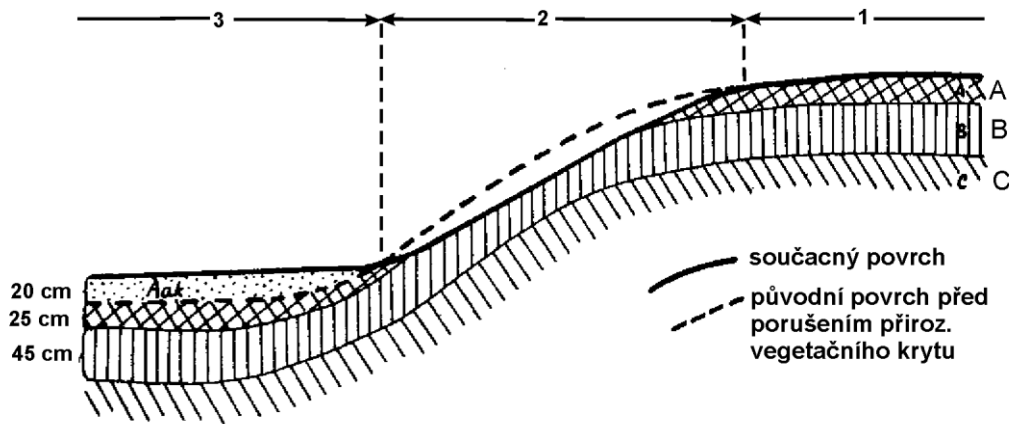
1. Katéna není chápána jako konkrétní sled teritoriálních jednotek, ale jako abstrakce z několika reálných sledů stejného typu, která odhaluje určitou zákonitost uspořádání jednotek (tj. členů katény).
2. Členy katény jsou geotopy (podle E. Neefa), ekotopy (podle H. Lesera), nebo-li nejmenší fyzickogeografické a zároveň kartografické jednotky.

(Geo-)ekologická katéna je zákonitě uspořádaný sled přírodních teritoriálních jednotek (geotopů), které jsou propojené horizontálními vazbami. Sled geotopů probíhá od vrcholu vyvýšeniny přes svah až k úpatí (Ch. Opp, 1983 in L. Mičian nepubl.).

Nyní uvádíme několik příkladů katén, tak jak je prezentoval rakouský geomorfolog A. E. Scheidegger (1986). Nejjednodušší katénu uvádí z okrajové části jednoduchého vrásového pohoří Jura nedaleko Linnu ve Švýcarsku, kde je ideálně vyvinuta. Eluvium má charakter plošiny, jejíž okraj je výrazně omezen přímou linií ve výšce 700 m n.m. Okamžitě pod jejím okrajem začíná koluviální segment, kde je dominantní pohyb hmoty. Níže se objevuje sled sesuvů s příkřejšími a ploššími, místy mělkými partiemi, kde se vyskytují prameny. Posledním segmentem je ploché aluvium ve výšce 600 m n.m. Na povrchu aluvia, které lze považovat za akumulaci sesuvů, nalézáme kuželovité deprese připomínající závrtky. Tyto tvary však nejsou výsledkem rozpouštění, ale tlaků spojených s akrecí hmoty v souvislosti s depozicí. Celá oblast je pokryta úlomky hornin. Ideální katéna (viz obr. 7.1.) je však v řadě případů modifikována v důsledku interference a vzájemného propojení sousedících elementů katény. V přírodě jsou svahy zřídka osamocené. Většinou bývají doplněny dalšími prvky. Svahy vytvářející údolí tak často doprovází říční tok. Pak se může stát, že aluvium svahové katény chybí (v důsledku erozní činnosti toku) nebo je přinejmenším silně ovlivněno tokem. Údolní dno může být natolik široké, že se svahová katéna může zformovat ve své esenciální podobě, kdy je aluviální zóna tvořena náplavovým kuzelem. Vodní tok může trvale erodovat materiál kuželu a tak katénu modifikovat - **zdvojená svahová katéna** (viz obr. 7.2.). V tomto případě si katéna zachovává eluviální zónu a část koluvia. Vliv eroze toku může být patrný až do střední části koluviálního segmentu - vzniká zóna nepřímého vlivu říční eroze. Aluvium katény zcela chybí neboť je oderodováno řekou. Spodní část katény je tvořena modifikovaným koluviem. Doprovodným efektem fluviální eroze může být tahové napětí, které může vést ke vzniku břehových nátrží.



Obr. 7.2. Schéma zdvojené svahové katény. (I) – eluviální zóna, (II) – normální koluviální zóna, (II_m) – modifikovaná koluviální zóna napadená erozí vodního toku (R), (TS) – tahové trhliny (podle A. E. Scheideggera, 1986).

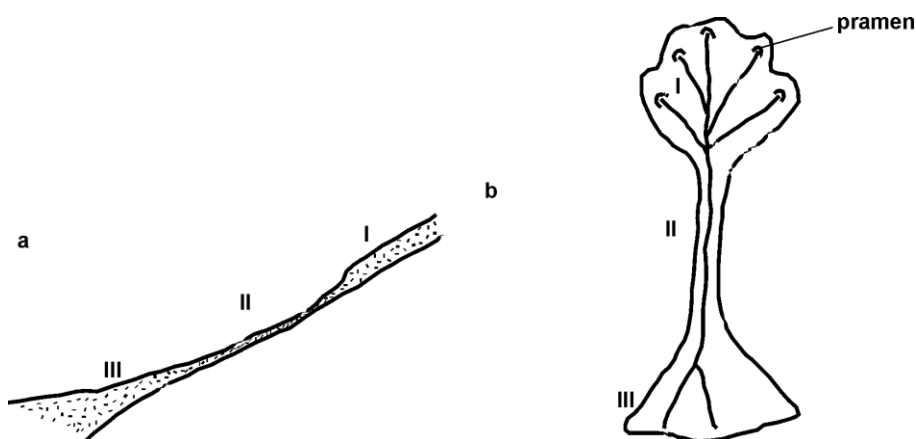


Obr. 7.3. Schéma antropogenní denudačně – akumulční katény. (1) – neporušené půdy nebo jen velmi slabě porušené zrychlenou plošnou erozí; (2) – půdy porušené splachem – chybí horizont A a část horizontu B, někdy je půda snesena až na substrát; (3) – snesený materiál z přilehlého svahu překrývá půdy – recentní koluvia (podle L. Mičian, 1965).

V podélném profilu vodního toku můžeme rozlišit jednotlivé segmenty chápané jako části katény. Základní strukturu **fluviální katény** zmíněný autor popisuje na malém alpském toku. Katéna je tvořena těmito elementy (viz obr. 7.4.):

1. **Eluviální zóna** je část povodí s erozními cirky a ploché partie, na kterých se shromažďuje voda postupující na svahy. Dosáhne-li zhlaví údolí rozvodí, nemůže probíhat fluviální eroze, protože není nashromážděno dostatečné množství vody. Dešťová voda se vsákne do půdy a objeví se až v nižší části údolí v podobě pramenů. Vyšší partie mohou být postiženy pouze sekundárními projevy eroze v důsledku lokálního podkopávání.
2. **Koluviální zónu** představuje úzký úsek údolí horského toku (často se může jednat až o kaňon).
3. **Aluviální zóna** je obecně tvořena náplavovým kuzelem.

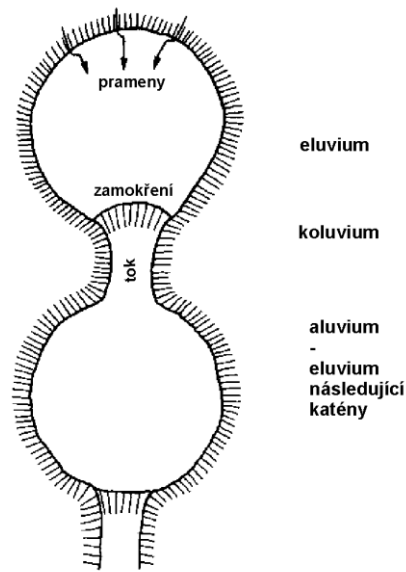
V krajině se tento jednoduchý scénář několikanásobně opakuje a vede k velmi výrazné alternaci **široké - ploché** a **úzké - příkré** sekce údolí. Aluvium horní katény pak vytváří eluviální partii katény nižší. Mezi nimi leží úzká koluvia.



Obr. 7.4. Schéma fluviální katény (a – profil, b – půdorys): (I) – eluviální zóna (zhlaví údolí), (II) – koluviální zóna (údolí kaňonovitého charakteru), (III) – aluviální zóna (náplavový kužel) (podle A. E. Scheideggera, 1986).

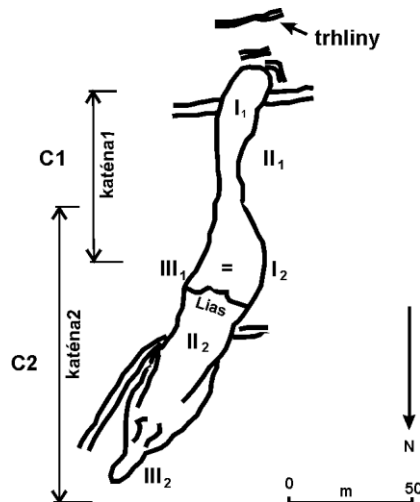
Důležitým faktorem v souvislosti s morfologií katény jsou vlastnosti materiálu. Jestliže převažuje jemná frakce, pak může v případě nasycení vodou dojít k jeho ztekucení. Výsledkem jsou pomalé pohyby plastické substance nebo v případě dalšího zvýšení obsahu vody rychlé bahnotoky (známé jako mury). **Katéna toku hmoty** (obr. 7.5.) nezačíná nikdy na rozvodí, protože nutně potřebuje vodu z vyšší partie, která by nasýtila hmotu schopnou pohybu (např. creepu nebo bahnotoku). Nad katénou proto musí existovat dostatečná sběrná oblast vody. V rámci celku tak můžeme pozorovat nejen morfologické segmenty, ale i časové elementy katény. Jakmile přední část pohybující se masy ztratí určitou část vody dojde k dočasné konsolidaci pohybujícího se materiálu. Katénu lze z obecného hlediska rozdělit na zóny rychlého pohybu hmot (úzké, příkré partie) a pomalého pohybu (široké a ploché úseky). Základním morfometrickým parametrem, kterým lze tyto zóny svahu identifikovat je vertikální křivost reliéfu.

Nejdříve se podíváme na svahy s pomalým pohybem hmoty. Eluviální část katény je tvořena mělkou sníženinou (z hlediska vertikální křivosti se jedná o konkávní formu), kde je relativně malé množství vody. Směrem k okraji eluvia vzrůstá obsah vody až je dosaženo prahové hodnoty a dochází ke creepu (je překročena hodnota vnitřního tření hmoty). Následně je zformován úzký transportní kanál koluviální zóny (konvexní forma). Kanál se může zařezat do podloží, kde je creepem pohybující se hmota zodpovědná za erozní proces. Dosáhne-li pohybující se masa úpatní polohy, dojde k jejímu zpomalení v aluviálním segmentu (konkávní forma), který se může stát eluviální sekcí další katény. V rámci rozšiřující se dráhy hmota ztrácí vodu a s tím i pohyblivost. V souvislosti s pozorováním lze předpokládat, že popisované procesy jsou aktivní pouze během vlhkých období, mimo ně stále přetrvávají morfologické elementy katény (paragenetický aspekt).



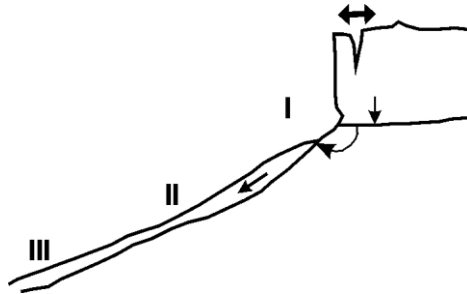
Obr. 7.5. Základní schéma katény toku hmoty (podle A. E. Scheideggera, 1986).

Katénu s **rychlým pohybem hmoty** prezentuje obr. 7.6. Katéna sestává ze dvou dílčích katén, kdy první začíná eluviem rozrušeným trhlinami. Eluvium končí srázem, který formuje sběrnou oblast. Následuje úzká stupňovitá partie, kde se hmota, pokud je aktivní, pohybuje velmi rychle. Zakočení katény představuje aluviální zóna, která je zároveň eluviem následující katény. Mezi katénami může existovat přechodná oblast, kterou formuje např. odolnější výchoz hornin.



Obr. 7.6. Schéma sesuvu složeného ze dvou katén (C1 a C2). (I) – eluviální zóna, (II) koluviální zóna, (III) – aluviální zóna (podle A. E. Scheideggera, 1986).

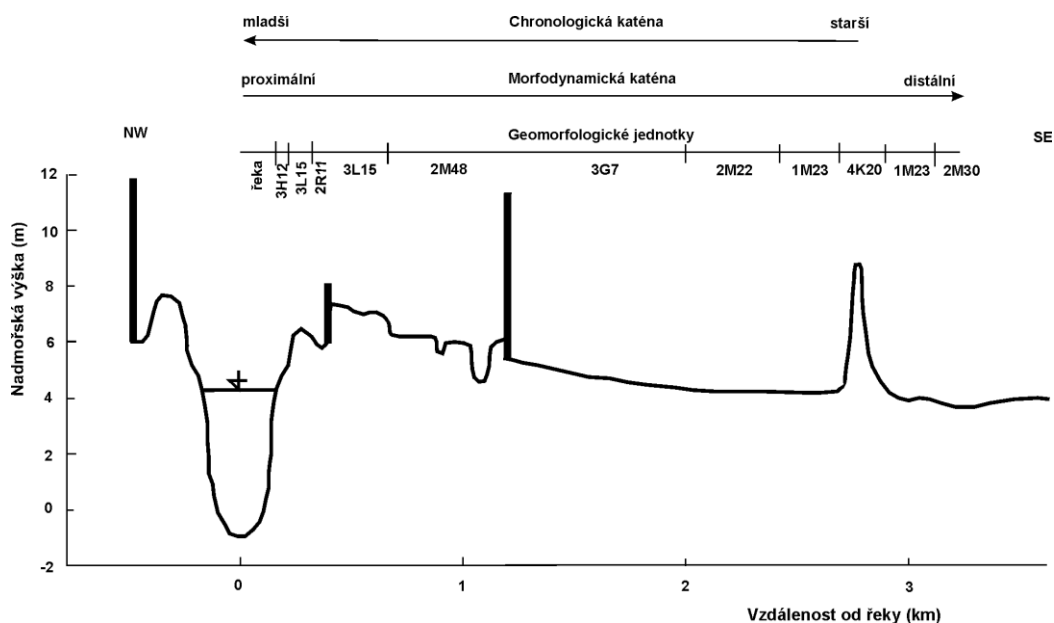
Jiný druh katény uvádíme na příkladu skalní stěny a svahu, který na ní navazuje (viz obr. 7.7.). Zvláštností katény je rozdílná kvalita hornin, které tvoří skalní stěnu a svah. Horniny svahu jsou relativně měkké, horniny skalní stěny naopak pevnější. Dochází zde k typickému odsedání nadložní horninové masy. Napětí v hornině se uvolňuje opadáváním horninových bloků. Pod skalní stěnou tak vzniká akumulace úlomků horniny - eluviální zóna a zároveň počátek katény. V rámci střední části svahu dochází k pomalému transporu akumulovaného materiálu eluvia. Transport se zpravidla uskutečňuje v podobě individuálního posunu jednotlivých bloků. Na koluviální sekci navazuje zóna depozice materiálu.



Obr. 7.7. Katéna osypu pod skalní stěnou. (I) – eluvium – prostor „sběru“ skalních úlomků, (II) – koluvium – prostor pohybu materiálu, (III) – aluvium – místo akumulace úlomků (podle A. E. Scheideggera, 1986).

Na závěr si můžeme položit otázku: Jak lze katénovou formu vysvětlit v terminologii obecné mechaniky? A. E. Scheidegger (1986) uvádí názor, že katéna je výsledkem základních dynamických systémů, že totiž geomorfologická aktivita je proporcionální topografií reliéfu (čím má svah větší sklon, tím je intenzita změn vyšší). Znamená to, že relativně plošší reliéf je relativně stabilnější, na strmých partiích jsou změny naopak rychlejší. Stabilní „úrovně“ musí být napojeny na strmý aktivní úsek. Základní struktura pak vypadá následovně: **dvě stabilní ploché úrovně v odlišné výšce jsou propojené strmým segmentem**. Tuto základní strukturu pak označujeme jako „**katéna**“.

Princip katény není pouze teorií, ale má uplatnění i v praxi. Jednu z aplikací přináší studie Nizozemce H.P. Wolferta (1995), který katénu (obr. 7.8.) využívá při dílčím hodnocení reliéfu v souvislosti s EIA procesem (Environmental Impact Assessment - hodnocení vlivu staveb na životní prostředí). Autor uvádí integrální metodu hodnocení vlivu činnosti člověka na geomorfologický subsystem krajiny (vliv těžby říčních písků a šterků), přičemž využívá funkčního přístupu. Katéna je užívána při volbě relevantního kritéria, kterým hodnotíme funkce terénních tvarů v reliéfu. Zároveň autor načrtává další náměty - definuje katénu mnohem specifičtěji, nevyužívá pouze topografické kritérium. Všimá si diferenciac katény v morfodynamickém smyslu, kdy morfodynamické sekvence odpovídají vzdálenosti formy od zdroje geomorfologické aktivity (např. ledovce nebo řeky). Klesající energie s rostoucí vzdáleností od zdroje se odráží ve formaci terénních tvarů. Katénu tak můžeme z morfodynamického hlediska diferencovat na proximální (přilehlou) a distální (odvrácenou) zónu. Z chronologického hlediska lze v rámci katény vymezit starší a mladší segmenty (v souvislosti s jejich vznikem). V rámci „časové“ katény sousedí tvary reliéfu různého stáří. Starší formy mohou velmi často představovat zdroj materiálu, kterým jsou budovány tvary mladší. Uvedená aplikace katény umožňuje studium interakce krajiny a společnosti, které by mělo vést k optimálnímu managementu krajinného systému.



Obr. 7.8. Aplikace katény v geomorfologickém hodnocení rizika těžby fluvialních sedimentů v nížinné krajině řeky Waal (Nizozemí).

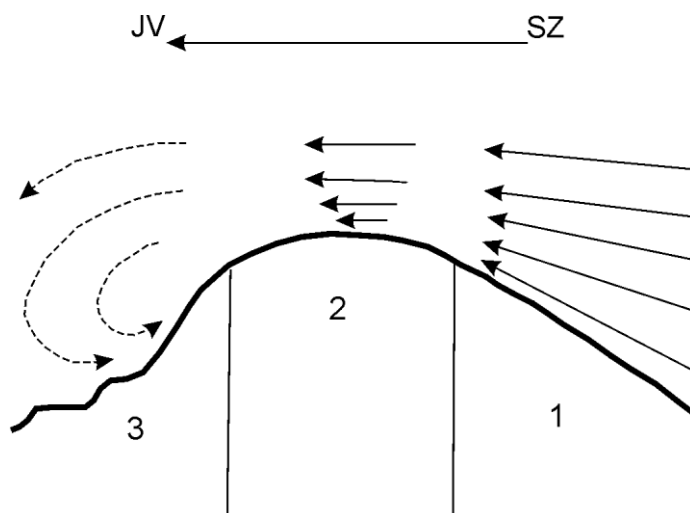
Vysvětlivky: 3H12 – říční břeh, 3L15 - niva, 2R11 – staré koryto, 2M48 – reliéf postižený těžbou, 3G7 – brázděný resedimentovaný kužel, 2M22 – komplex inundačního bazénu a nízké přirozené hráze, 1M23 – inundační bazén, 4K20 – duny říčních sedimentů, 2M30 - mokřad. (upraveno podle H.P. Wolfert, 1995)

Jinou aplikací katény může být výzkum morfodynamiky vysokých pohoří. Procesy pak zkoumáme v rámci morfodynamických systémů, které reflektují vzájemné vazby a vztahy morfodynamických složek. Vazby jsou představovány energomateriálovým tokem. Vlastnosti morfodynamických systémů vyplývají z jejich vnitřní struktury, kterou tvoří několik morfodynamických prvků – procesů. Prvky jsou seskupeny ve směru působení gravitačního gradientu. Jedná se v podstatě o kaskády materiálového toku (N. Caine, 1984). Významným znakem přírodních morfodynamických prvků jsou aktivní vazby stavů, kdy změna stavu jednoho procesu podmiňuje změnu stability stavu jiných procesů. Morfodynamický proces můžeme chápat jako relativně samostatnou jednotku – subsystém, která má svou mikrostrukturu (elementární proces). J. Hreško (rukopis) na tomto principu vymezil několik typů morfodynamických systémů, které fungují v reliéfu Západních Tater. Jako příklad můžeme uvést morfodynamický systém gravitačního blokového proudu, systém murového žlabu, systém osypu nebo systém lavinové dráhy.

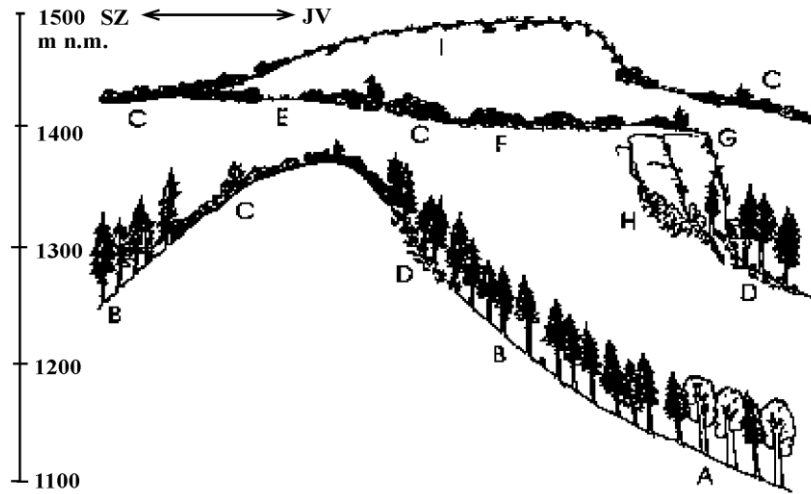
Katéna se v krajině neuplatňuje pouze v geomorfologickém subsystému, ale i v klimatickém subsystému. Morfologie terénu a poloha území mohou iniciovat vznik specifického systému, který je označován jako **anemo-orografický**. Typické příklady nalézáme v našich středohorách (např. v Hrubém Jeseníku, Krkonoších nebo na Šumavě). Důsledkem anemo-orografického systému (viz obr. 7.9.), který je interakcí reliéfu a atmosférického proudění, jsou specifické klimatické podmínky. Klimatologická měření ve Velké kotlině (jz. svahy Vysoké hole 1464 m .n.m. v Pradědské hornatině) ukázala, že klima uvnitř tohoto předpokládaného karu je teplejší a vlhčí než v nejbližším výškově srovnatelném okolí.

Velká kotlina leží na závětrné straně horského hřebenu, čímž je sice chráněna před ostrými větry, ale je místem akumulace sněhové hmoty a vzniku sněhových lavin. Specifické ekologické poměry (hydrické, edafické apod.) dané mimo jiné právě zmíněným fenoménem jsou v biotické složce krajiny vyjádřeny vysokou druhovou bohatostí (obr. 7.10.). Podobné lokality v Krkonoších jsou označovány jako tzv. „Krkonošova zahrádka“ (např. Obří důl). Anemo-orografický (A-O) systém má následující segmenty:

- a) **návětrné vodící údolí** – předpokládejme, že na našich horách převládají západní až severozápadní větry a že vodící údolí je situováno západo-východním směrem. Údolím je po návětrné straně horského hřebenu vzduchová masa vedena vzhůru ze širší oblasti k jednosměrnému proudění ve směru údolnice, a to i tehdy není-li původní směr větru přesně západní. Horní partie údolí se vyznačují zrychlením větru.
- b) **zrychlující hřebenová oblast** – vzduchová masa se dostává z údolní formy na horské hřbety. Vítr dosahuje na horských holích maximálních rychlostí a odpovídá tomu i habitus zdejší vegetace (efekt „horské tundry“). Pokud bychom odmysleli existenci A-O systému, byly by i nejvyšší partie našich středohor pokryty porostem kleče. Ve vrcholových partiích se intenzivně uplatňují eolické procesy, především pak deflace, která způsobuje odvívání jemnozeme a pasivní akumulování hrubší frakce. Podobně je to i v případě sněhu, který je z hřebenů odvíván a nefunguje pak jako tepelná izolace vegetačního krytu.
- c) **turbulentní závětrná část** – na závětrné straně vrcholové partie vítr slábne a vytváří se víry. Na závětrných svazích dochází k akumulaci sněhové hmoty, ale také jemnozeme a semen. Je to i jeden z důvodů, proč v těchto partiích reliéfu vznikly v chladných dobách pleistocénu sněžníky a posléze i horské ledovce, které modelovaly reliéf do podoby ledovcových karů (Velká kotlina v Hrubém Jeseníku, kar Labského dolu nebo Úpská jáma v Krkonoších, kary Černého a Čertova jezera na Šumavě, apod.) a právě kary představují jedny z nejpestřejších biotopů horské krajiny. V současnosti poskytují ploché hřbety dostatečnou zásobárnu sněhu, který na závětrných svazích často přechází v laviny. Na lavinových svazích pak nalézáme výrazné jizvy dokumentující erozní působení lavin. Abiotická diferenciací karu determinuje druhovou diverzitu celého ekosystému.



Obr. 7.9. Schéma anemo-orografického systému. (1) – zhlaví údolí na návětrné straně usměrňuje a zrychluje proudění vzduchu, (2) – vrcholová plošina s převládajícím odnosem sněhu větrem, (3) – závětrný turbulentní prostor s akumulací sněhových hmot a vznikem lavin.



Obr. 7.10. Ukázka horské vegetace v Krkonoších jako biotické katény.

Spodní profil: běžná výšková stupňovitost hor vysokých 1300 – 1400 m; (A) - společenstva kyselých bučin, (B) – smrčiny, (C) – porosty kleče (na návětrné straně sahají níže), (D) - bohaté papratkové smrčiny (pod vrcholy v. svahů nahrazují klečové porosty).

Střední profil: (C) – porosty kleče na plochem horském reliéfu krkonošských plání, (E) – subalpínské trávníky, (F) – rašeliniště, (G) – extrémní skalní ekotopy stěn karu, (H) – ekotopy lavinových drah.

Horní profil: (I) – horský hřeben s kamenitými půdami kryogenního původu – urychlující část anemo-orografického systému. (upraveno podle J. Sádlo, D. Storch, 2000).

8. STABILITA KRAJINY

Krajina představuje složitý systém budovaný dílčími složkami, které lze členit na celou řadu dále nedělitelných jednotek. Fungování krajiny zajišťuje komplikovaná soustava vazeb, a to jak mezi subsystémy navzájem, tak mezi prvky dílčích jednotek krajiny. Vazby jsou v krajině zprostředkovávány prostřednictvím toků **energie, hmoty a informací**. Vazby je nutné z hlediska komplexního studia fungování krajiny vnímat jako ucelenou soustavu interakcí, jejichž význam pro existenci krajinného systému je často z pohledu lidské společnosti nedocenen. Studium krajiny ve smyslu struktury (vertikální a horizontální) je směřováno především k dokonalějšímu poznání systému vazeb (tzn. přejít postupně od „anatomického“ způsobu poznání k „fyziologickému“ s tím, že bez dokonalého poznání struktury krajiny nelze vazby identifikovat).

Zmínili jsme, že krajinu chápeme jako systém, v rámci kterého platí z pohledu **obecné teorie systémů** tyto principy (I. Míchal, 1994):

1. **Prvky** prostřednictvím svých vlastností a chování ovlivňují fungování systému coby celku (např.: změna fyzikálních parametrů atmosféry se projeví v celkové radiační bilanci planety Země).
2. **Vlastnosti a chování prvku**, který ovlivňuje celek závisí minimálně na jednom dalším prvku (např. erozní činnost vodních toků závisí mj. na množství srážek v daném povodí).
3. **Subsystémy** tvořené prvky systému vykazují vlastnosti popsané v bodě 1 a 2. Každý subsystém ovlivňuje chování celku, avšak nepůsobí samostatně (např. dílčí složky krajinné sféry - litosféra, reliéf, pedosféra, atmosféra atd. - jsou ve vzájemné interakci a každá ovlivňuje chování celého krajinného systému).
4. **Systém** představuje více než pouhý součet prvků. Dělením systém ztrácí typické vlastnosti (např. hybridní složka krajiny - půda - ztrácí separaci dílčích jednotek funkční integrity).

Krajina představuje systém, který se neustále vyvíjí. Vývoj krajiny má určitou dynamiku (prostorovou a časovou). Změny krajinné struktury se promítají do fungování. **Fungování krajiny** zpětně ovlivňuje **krajinnou strukturu**. Změny, ke kterým v krajině dochází mají v podstatě dva zdroje podnětů. Jednak to jsou změny vnitřního prostředí (změna struktury je výsledkem interakcí prvků celku - **synergické procesy**) a změny vnějšího prostředí, které mohou iniciovat významné, často velmi rychlé proměny krajinného systému. Obecně lze říci, že se každý systém pohybuje po určité vývojové trajektorii, která vychází z vlastností vnitřní struktury a fungování systému. Významným faktorem je v této souvislosti vnější prostředí, které systém obklopuje. Krajina je považována za **otevřený systém**, tzn. že je se svým okolím v interakci prostřednictvím výše zmíněných toků energie, hmoty a informací. Předpokládáme-li, že se systém od svého vzniku pohybuje po určité vývojové křivce, pak jakékoliv vychýlení je důsledkem působení **rušivých faktorů**. Tyto faktory lze podle I. Míchala (1994) rozdělit na tzv. „vlastní“ (vnitřní) a „cizí“ (vnější). **Vnější faktory** jsou ty, které nelze zahrnout do normálního ekologického režimu systému, a to i tehdy, jestliže nevyvolávají svým působením zjevnou změnu (systém má schopnost do určité míry působení faktoru vyrovnávat). **Vnitřní faktory** lze definovat jako opačné k vnějším s tím, že rozlišení vnitřních faktorů od vnějších je poměrně komplikované a závisí na typizaci systému. Přechod mezi vnitřním a vnějším faktorem může být i velmi těsný. Příkladem mohou být krajiny se sušším teplejším klimatem s převahou křovinných formací s travním podrostem, které se vyvíjely za periodického působení požárů. Představuje v tomto případě požár vnitřní nebo vnější faktor?

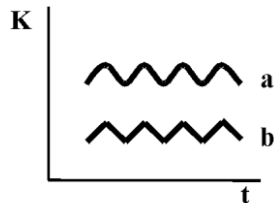
Právě evoluce geosystémů způsobila, že se do jejich „genové“ výbavy zakomponovala celá řada procesů a mechanismů, které jim dávají schopnost vyrovnávat vnější rušivé vlivy prostřednictvím tzv. **autoregulace**. Tato schopnost krajinných systémů je pak označována jako **ekologická stabilita**. Podle I. Míchala (1994) je ekologická stabilita schopnost ekologického systému (v našem případě krajiny - pozn. autorů) existovat i za působení rušivých faktorů a reprodukovat své základní charakteristiky v situaci vnějšího narušení. Ekologická stabilita může být představována buď **minimální změnou během působení vnějšího vlivu** nebo **spontánním návratem do výchozího stavu**. Pokud geosystém nemá nebo mu dostatečně nefungují, ať už z jakéhokoliv důvodu autoregulační mechanismy, hovoříme o **ekologické labilitě (= neschopnost systému přetrvat působení externího vlivu nebo neschopnost dosáhnout po případném vychýlení z původní pozice návratu zpět)**.

K ekologické stabilitě se velmi úzce pojí termín **ekologická rovnováha**, kterou lze definovat jako dynamický stav ekologického systému, který se udržuje zhruba konstantní nebo v přibližně pravidelných cyklech. Pokud působí na systém vnější rušivé faktory a přesto systém dosahuje stavu ekologické rovnováhy, lze to považovat za výsledek ekologické stability. S ekologickou rovnováhou souvisí pojem **homeostáza (= ochrana stavu)**, který zavedl do odborné literatury W. B. Cannon (1929, 1932 In: I. Míchal 1994). Homeostáza na úrovni krajiny představuje souhru v oběhu látek a energií, která se udržuje samovolně a nevyžaduje vnější zásah (E. P. Odum, 1977). Jde o stav, kdy jsou hlavní činné prvky a hlavní řetězy vazeb krajinného systému udržovány autoregulačními ekologickými procesy v kvazistatické stabilitě a při němž nedochází ke vzniku katastrofických zvrátů (J. Jeník, 1970). Homeostázi si lze představit jako oscilaci systému kolem stabilního bodu v důsledku menších cyklických změn. Jakýmsi protikladem homeostáze je **homeorhéza (= ochrana plynutí)**. Základním aspektem je zohlednění vývojové dynamiky živých systémů, která by měla být chráněna tak, aby mohla probíhat vlastní evoluce systému. V rámci ochrany plynutí počítáme i s nestabilními stavy, přičemž se mohou vyskytovat i extrémní situace vývoje (např. katastrofy, viz dále). Homeorhéza ve své koncepci přímo počítá s pohybem živých soustav po vývojové trajektorii (na rozdíl od homeostáze, která se ubírá směrem klidových stavů). Zmiňovaný princip pracuje s autoregulačními mechanismy v intencích adaptivní a inventivní dynamiky. Prostřednictvím homeorhézy můžeme věrněji popsat chování živých systémů než v případě homeostázy. Otázkou zůstává kvantifikace procesů, které k ní vedou, jelikož bez faktických podkladů si lze stěží představit její praktické využití.

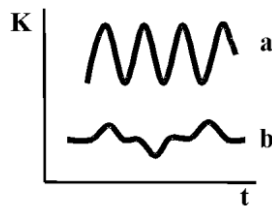
I. Míchal (1994) uvádí podle dynamiky podstatné ekologické charakteristiky v čase a podle přítomnosti nebo naopak absence „cizího“ faktoru (dále Cf) následující typy ekologické stability a lability (pozn.: podstatnou ekologickou charakteristikou podle Godrona a Formana (1986) jsou změny relativní početnosti druhů; úbytek citlivých druhů - pokles diversity autochtonní bioty; spontánní vzestup podílu nepůvodních druhů; pokles zásob biomasy a biogenních hmot na jednotku plochy; masivní rozvoj člověkem iniciované a akcelerované eroze): *schémata upravena podle I. Míchal (1994)*

A) Stabilita

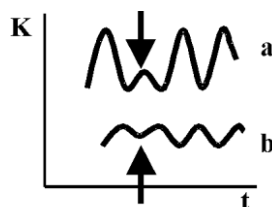
A1) konstantnost - neprojevuje se působení Cf, *změny kolísání charakteristiky jsou velmi malé nebo zanedbatelné, ekologický systém sám od sebe nekolísá nebo jen v zanedbatelném rozsahu* (př.: minimální změna množství biomasy ekosystému alpských luk během několika desetiletí - změna je menší než 10% střední hodnoty; konstantnost floristického složení agroekosystému rovnovážně hnojené a pravidelně sečené louky),



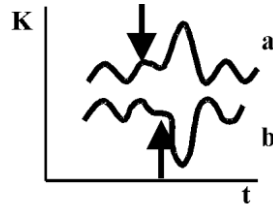
A2) cykličnost - Cf nepůsobí, *změny nebo kolísání jsou velké, významné a přibližně pravidelné, systém vykazuje sám od sebe pravidelné změny* (př.: opakované záplavy ovlivňují kolísání druhové diverzity a produkci nivních geobiosystémů; pravidelné vysekávání břehových porostů řek, jestliže si porost uchovává trvalost podstatných charakteristik - vznik pařeziny - regenerující ploška krajinné struktury),



A3) rezistence - projevuje se vliv Cf, *změny nebo kolísání charakteristiky jsou velmi malé nebo zanedbatelné, hlavním znakem ekosystému je jeho odolnost vůči Cf, nedochází k velkým změnám nebo kolísání* (př.: některé druhy hlodavců mají schopnost získat odolnost vůči používaným rodenticidům; rezistence přirozených bučin na flyši vůči přeměnám na jehličnaté porosty),



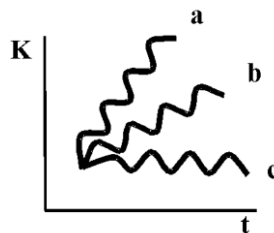
A4) resilience - působí Cf, změny nebo kolísání jsou velké, zpravidla jednorázové, Cf způsobuje změnu ekologického systému, který se ale prostřednictvím svých autoregulačních mechanismů může navrátit do výchozího stavu (př.: v rámci disturbanční plošky vzniklé holosečí lesního porostu vzniká spontánní společenstvo pionýrských dřevin - les reagoval elasticky; v lokalitách s potenciálním výskytem olšin se v důsledku přerušení pravidelného kosení objevují olše).



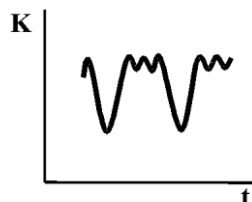
B) Labilita

B1) Cf nepůsobí

- **endogenní změny** - jedná se o nevratné změny velkého rozsahu, které vykazuje ekologický systém sám od sebe (př.: počáteční stádia sukcesního procesu, kdy výrazně narůstá biomasa);

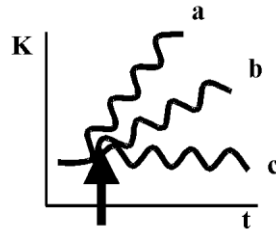


- **endogenní fluktuace** - představuje nepravidelné kolísání významné ekologické charakteristiky, který probíhá „z vlastních zdrojů“ (př.: nepravidelné výkyvy velikosti populací některých druhů hmyzu nebo ptactva; nepravidelná produkce semen smrku v extrémních subalpínských polohách). Tento případ labilita je obtížně identifikovatelný a v rámci přirozených ekosystémů velmi řídký. Po hlubší analýze systému je často identifikován exogenní faktor.

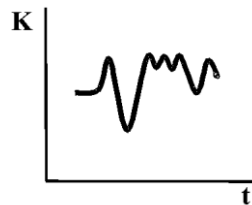


B2) Cf působí

- **exogenní změny** - působením vnějšího faktoru se projeví nevratné změny velkého rozsahu (př.: následkem plošného odlesnění se na strmých svazích akceleruje půdní eroze; průmyslové imise vyvolávají odumírání lesních ekosystémů; zásahem do potravního řetězce - vyhubením dravců - dochází k nárůstu skupin býložravců);



- **exogenní fluktuační** - vlivem vnějšího faktoru dochází k nepravidelnému kolísání podstatné ekologické charakteristiky (př.: nepravidelné změny měkkého luhu v důsledku antropogenní eroze říčních břehů nebo regulačních zásahů).



Jak je z přehledu patrné, **stabilita má dva základní aspekty**:

1. Uchování stavu systému prostřednictvím absorpce, oslabování nebo kompenzací účinků. Tak je možné dosáhnout situace, kdy se strukturální podstata stavu a výkonnosti nemění. Aspekt lze charakterizovat jako **konstantnost** nebo **stálost** (viz bod A1).;
2. Systém se elasticky navrácí do výchozího stavu v rámci určitého časového období. Aspekt lze označit jako **elasticitu** nebo **resilienci** (viz bod A4).

Stabilita krajiny má v podstatě následující charakteristiky:

- a) Objekt může být více či méně **stabilní vůči vnějšímu působení** (narušení). Je nezbytné uvažovat využití objektu, působení sousedních nebo vzdálených objektů (ne člověka), neúmyslné vedlejší působení opatření a využívání člověkem. Celkem lze v krajině identifikovat takové množství stabilit, kolik v krajině působí rušivých faktorů. Pojem stability tak vystupuje vždy ve vztahu k jedné definované veličině.
- b) **Systémový stav**. Zájem se v tomto případě orientuje na určité stavové úrovni (ne na všechny a ne na libovolné). Jednotlivé úrovni nereagují na rušivé jevy jednotně.
- c) **Rozpětí tolerance**. Naprosté zachování nebo obnova struktury a na ní závislých funkcí je v rovnováze toků otevřených systémů jen teoreticky.
- d) **Chování v čase**. Časový průběh reakcí na narušení je v jednotlivých geosystémech velmi proměnlivý. Z tohoto důvodu je nutné stanovit časové hranice tolerance.
- e) **Druhy stability**. Vzhledem k dimenzi krajiny můžeme rozlišit několik druhů stability:
 - * vnitřní stabilita (souvisí se zachováním systému)
 - * vnější stabilita (jedná se o stabilizační působení okolní krajiny)
 - * stabilní chování ve vztahu k využívání (užitným funkcím).

Obecně se dá říci, že čím je stanoviště stabilnější, tím déle a bez větších výkyvů se v tomto prostoru může vyvíjet ekosystém, který postupně dosahuje vyšších stupňů organizace a tím i perzistentní stability. **Perzistentní stabilitou (rezistence)** chápeme ekologickou rovnováhu, která je více či méně neměnná během delšího časového úseku. Z daného stavu není systém vyveden vnějším rušivým faktorem. Tímto typem stability je vybavena většina zralých ekosystémů a je dána především bioticky. Pokud se stanoviště vyznačuje nestabilitou a nepříznivými podmínkami pro vývoj ekosystému, pak jsou na příslušnou biocenózu vyvíjeny větší tlaky. Ekosystém se vyznačuje nižším stupněm vnitřní organizace a je vybaven elastickým typem stability. **Elastická stabilita (resilience)** reprezentuje do jisté míry nerovnoměrnou existenci biocenózy během delšího období. Během vnějšího narušení přetrvávají příslušné systémové stavy, které se po odeznění rušivého faktoru navracejí k normálu. Pokud ovšem nenastaly nevratné změny ve struktuře systému.

Na míru schopnosti rezistence lze usuzovat na základě velikosti „zahlužené“ odchylky podstatné ekologické charakteristiky. Při posuzování elasticity je důležitá rychlost s jakou se systém navrátí do původního stavu (např. na původní sukcesní křivku). Schopnost rezistence a resilience se navzájem vylučují, neboť se jedná o natolik protichůdné vlastnosti ekosystémů, že jimi nemůže být ve stejné míře vybaven jeden a tentýž typ ekosystému. V průběhu sukcese ekosystému mají obě schopnosti protichůdný vývoj. Změny v intenzitě rezistence a resilience v průběhu sukcesního vývoje jsou uvedeny v tab. 8.1.

Tab.8.1. Přehled změn rezistence a resilience v průběhu sukcesní série (I. Michal, 1994)

Sukcesní stádium	Rezistence	Resilience
iniciální	nízká	nízká
blokováné sukcesní stádium	střední	vysoká
zralé	vysoká - maximální	nízká

Mezi ekosystémy s **nízkou rezistencí i resiliencí** patří např. polní kultury a zahrady. Pionýrská společenstva v iniciálních stádiích sukcese poté, co došlo ke zhroucení původních ekosystémů v důsledku drastických změn prostředí nebo rybníky se vyznačují nízkou rezistencí. Extrémní ekotopy mohou poskytnout podmínky, ve kterých vznikají **blokována sukcesní stádia** (tzn. stavy, kdy extrémní podmínky ekotopu brání nástupu následných sukcesních stádií). Takové ekotopy reprezentují skály, suťová pole nebo hadcové podloží apod. Klimaxové bučiny nebo klimaxové smrčiny představují ekosystémy s vysokým stupněm organizace a tudíž i maximální rezistencí. Určitým vodítkem může být **koeficient vyjadřující stupeň homeostáze** prostřednictvím poměru mezi celkovou hrubou produkcí a respirací společenstva (koeficient zavedl americký ekolog H. T. Odum, 1956). **Iniciální stádia** charakterizuje hodnota značně vyšší než 1, postupem sukcese se v ekosystému spotřebuje to, co je vyprodukováno. Vývojem se homeostatické pole ekosystému rozšiřuje a rezistence zvětšuje tak, jak se homegenizuje prostředí biocenózy. Pro **ekologickou rovnováhu** (ať se jedná o projev rezistence nebo resilience) je zásadní fakt, že překročí-li intenzita rušivého faktoru **prahovou hodnotu** odolnosti, přičemž se ekologický systém dostane mimo pásmo stability, nastane náhlá změna chování systému. Změna chování má skokový charakter a praktickým příkladem mohou být náhle odumírající březové porosty v Krušných horách, kdy koncentrace toxického hliníku ve srážkách dlouhodobě okyselovaných půdách dosáhla pro stromy prahových hodnot.

V dnešní krajině, která je dlouhou dobu pod antropogenním tlakem, často převažují nerovnovážné stavy nad rovnovážnými. Ve vztahu k rovnovážnému nebo nerovnovážnému stavu systému (projev lability či stability) lze vymezit čtyři varianty, které jsou vyjádřením souborné reakce na rozmanité skupiny vnějších podnětů v kombinaci s vnitřními tendencemi systému:

- a) **„Globální“ centrovaná stabilita.** Jedná se o klasickou homeostázi, kdy se systém pohybuje po dostředné křivce, která směřuje do jediného rovnovážného bodu. Průběh dosažení bodu rovnováhy nemusí být zcela hladký. Náhodné jevy mohou narušovat hladký průběh křivky, ale systém je „naprogramovaný“ vždy k rovnovážnému cíli. Čím bude systém blíže kvazistatickému centru, tím bude stabilnější.
- b) **„Globální“ stabilita okolo hraniční linie.** Jedná se jistou modifikaci centrované stability s tím, že systém směřuje k uzavřené hraniční linii. Jakákoliv odchylka od hraniční linie je vyrovnávána zpětným pohybem (tzn. vně linie dovnitř, uvnitř linie ven). V dlouhodobém časovém měřítku charakteristika systému mírně nepřetržitě kolísá. Vše se však řídí homeostatickým principem.
- c) **„Globální nestabilita“.** Vývoj systému se pohybuje po odstředivé křivce, kdy se odchylky od rovnovážného bodu postupně zvětšují až do hranice, za kterou se ekosystém rozpadá. Ekosystém malých rozměrů nepřestane existovat v krajině tehdy, jestliže funguje doplňování nebo regenerace soustavy z vnějších zdrojů. V krajině tak velmi důležitou roli sehrávají systémy, které jsou donory druhů do okolních segmentů krajiny (zdrojové biotopy).
- d) **„Lokální stabilita uvnitř hraniční linie - za hraniční linií nestabilita (labilita)“.** Předchozí varianty jsou z pohledu reálného stavu pro analýzu stability systémů i pro analýzu lidských postojů k přírodě v podstatě velmi teoretickými situacemi. Toto schéma formálně slučuje všechny tři předchozí varianty a vyjadřuje působení vnějších vlivů na reálné ekosystémy. Uvnitř hraniční linie se všechny situace pohybují buď dostředně k rovnovážnému stavu, nebo k hraniční linii. Pokud se systém dostane za hranici, je jeho další existence ohrožena zánikem. Intenzita odklonu za hranicí je úměrná vzdálenosti systému od ní. „Globální“ stabilita nepočítá s prahovými hodnotami. Lokální stabilita je založena na zjištěních, že ekosystém je řízen stabilizačními mechanismy pouze v rámci těchto prahových hodnot a jeho chování je do jisté míry modelovatelné. Pokud jsou prahové hodnoty překročeny, začne se systém chovat nepředvídatelně. Buď zaniká, nebo se transformuje na systém, kde platí jiné mechanismy a prahové hodnoty. Ne všechny kombinace vazeb, které v tak složitých systémech jako je krajina nebo fyzickogeografická sféra existují, jsou známy.

Tab. 8.2. Vztahy mezi intenzitou rušivého jevu, autoregulačními mechanismy a reakcí systému (I. Michal, 1994).

Intenzita rušivého podnětu	Stav systému jako výsledek autoregulačních mechanismů	Efekt rušivého podnětu	Reakce ekosystému
mimo homeostatické pole - v pásmu stresových reakcí	nestabilní	kumulativní pozitivní zpětná vazba	v čase stoupající
v blízkosti hraniční linie	podmíněně stabilní	žádná eliminace	vyrovnávaná s nejistým výsledkem
uvnitř homeostatického pole	stabilní	negativní zpětná vazba	postupné odeznívání

S principy ekologické stability krajiny koresponduje teorie **ekologického stresu, ekologické krize a ekologické katastrofy**. Pokud se systém dostane v dané ekologické charakteristice na hranici prahových hodnot (vybočí z pásma lokální stability) nebo dokonce za, nastupují v existenci ekosystému stavy, které lze označit některým ze zmíněných stavů.

Přestane-li fungovat homeostatický mechanismus nastoupí stresová reakce, čímž chápeme kvalitativně nový stav systému. **Stres je stav, kdy živý systém aktivuje nápravné a obnovné procesy, které jsou namířeny proti podnětům přesahujícím obvyklé hodnoty homeostázy**. Stres je možné chápat jako projev pokusů systému obnovit homeostázi během působení mimořádných vnějších podnětů, které označujeme jako **stresory**. Stresor může vystupovat buď jako prakticky přirozený podnět, ale v nepřirozeném množství, nebo jako kvalitativně cizí fenomén. Stresující pro ekosystém může být jakákoliv chemická látka, energie, organismus nebo činnost člověka v okamžiku, kdy svou velikostí nebo délkou působení překročí nebo naopak nedosáhne nastavené (požadované) hodnoty, a tak dojde k nasycení kapacity homeostatických mechanismů. Lze hovořit o tzv. „normálu“, který vyžaduje ekosystém pro běžné fungování a vývoj. Nadbytek i deficit může být v určitých ekologických parametrech pro ekosystém stresujícím stavem. Jestliže je ekosystém nucen mobilizovat vnitřní rezervy a využívat nadměrné dávky energie pro udržení homeostázy můžeme hovořit o působení stresoru. Systém kompenzuje vliv stresové situace třemi základními způsoby:

- **dočasnou adaptaci** systému na změněné podmínky, která navrácí systém k normálu,
- **trvalejší adaptaci** na abnormální situaci, která vede k jisté změně systému a jeho fungování,
- **systém není schopen kompenzovat extrémní situaci** a hrouť se.

Ekosystémy reagují na změněné ekologické podmínky určitou posloupností reakcí.

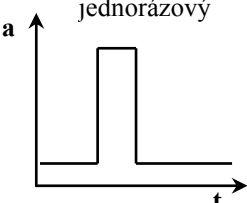
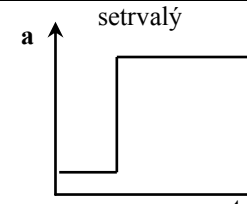
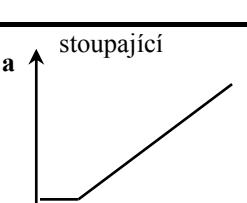
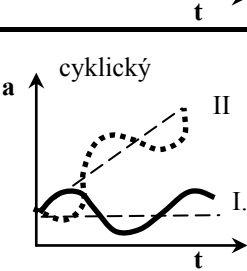
Stresové období může mít tři základní fáze:

1. **poplachové stádium** - systém reaguje na stresor neočekávaně prudce po poměrně krátkou dobu,
2. **rezistenční stádium** - etapa, kdy systém při relativně stabilním působení stresoru vykazuje minimální odezvu. Systém si jakoby vyvinul rezistenci na stresor. Negativní faktor stále působí, ale systém navenek nevykazuje stresový stav. Může nastat stav chronické stresové situace. Systém vynakládá k udržení své funkce velké množství energie, což může vést až k dalšímu stádiu.
3. **stádium vyčerpání** - systému přestávají fungovat kompenzační mechanismy. Dochází k trvalým poruchám systému - strukturním i funkčním.

Ekologická krize nastává tehdy, jestliže schopnost adaptace systému dosáhne prahových hodnot. Stresový faktor působí tak dlouho nebo je natolik silný, že homeostatické pole je překročeno. Je to období na přechodu mezi rezistencí a vyčerpáním. Ekologickou krizi lze definovat i z pohledu životního prostředí lidské společnosti jako situaci v níž se ekologicky definované potřeby (nutné k dosažení společensky a historicky akceptované životní úrovně) blíží ke společensky akceptované dolní mezi uspokojení nebo pod ní klesají.

Extrémní situaci v existenci ekosystému je stav **ekologické katastrofy**, kdy přestávají existovat podmínky nutné k fungování systému. Ekologové hovoří o tom, že je překročena ekologická valence systému. Systém v takovém prostředí ztrácí reprodukční schopnosti a zaniká. Ekologická katastrofa může nastat v důsledku jednorázového ataku ekosystému, nebo postupným dlouhotrvajícím působením stresových faktorů. Nastává stádium vyčerpání ekosystému. Z pohledu lidské populace je to stav, ve kterém nejsou splněny elementární ekologické potřeby člověka.

Tab. 8.3. Příklady základních forem podnětů – stresorů zatěžujících ekosystémy, a – intenzita působení na vstupu, t – čas (Busch et al., 1983 In: I. Michal, 1994).

Forma vstupního signálu	Příklady stresorů v ekosystémech	
	suchozemských	vodních
<p>jednorázový</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - požár - jednorázová aplikace pesticidu - katastrofální povodeň - holoseč - větrný polom 	<ul style="list-style-type: none"> - havarijní únik odpadních vod - katastrofální povodeň - jednorázová otrava hydrobiocenóz
<p>setrvalý</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - odvodnění zamokřených lokalit - všechny typy extrémní degradace půd 	<ul style="list-style-type: none"> - náhle zvýšená zátěž znečištěním z nového zdroje (odpadní vody nebo teplo)
<p>stoupající</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - intenzifikace pastevního hospodaření - zvyšování stavu býložravců 	<ul style="list-style-type: none"> - eutrofizace postupnou výstavbou odvodňovacích systémů a intenzifikací zemědělské výroby v povodí
<p>cyklický</p> 	<p>I. Sezónní kolísání setrvalé</p> <ul style="list-style-type: none"> - kolísání průmyslových imisí (maxima SO₂ v chladném pololetí, O₃ ve vegetační době) <p>II. Sezónní kolísání se stoupavým trendem</p> <ul style="list-style-type: none"> - stoupající dávky hnojiv - obsah CO₂ v zemské atmosféře 	<ul style="list-style-type: none"> - kampaňové znečištění vod z cukrovaru - stoupající vypouštění odpadních vod v rámci sezónní cykličnosti

Podle původu Z. Izakovičová, L. Miklós a J. Drdoš (1997) člení **stresové faktory do dvou základních skupin:**

1) **Přirozené stresové faktory** - negativní procesy, které vznikají v důsledku působení přirozených sil - přírodní katastrofy, přirozené degradační procesy, přirozená radiace, vulkanismus, seismické procesy, apod. Procesy probíhají v krajině jako součást evoluce fyzickogeografické sféry. Organismy jsou na většinu adaptované. Geodynamické procesy jsou základními stresory, které vznikají náhlým uvolněním potenciální energie. Podle geneze je dále členíme na:

* **endogenní stresové faktory** - jsou vázány na procesy odehrávající se pod povrchem (napětí, tlaky, pohyby, apod.) a jejich důsledkem jsou změny stavby a polohy zemské kůry (zemětřesení, vulkanismus),

Tab. 8.4. Příklady civilizačních stresorů a jejich důsledky na ekosystémy (I. Michal, 1994).

Trvání stresu	Perspektiva kompenzace autoregulačními procesy	Stadium obecného adaptačního syndromu	Vhodné označení	Příklady	
				Stresového faktoru	Společenských důsledků
Jednorázový	Časem vysoce pravděpodobná	Poplachová reakce	Ekolog. Havárie	Únik nafty do toku	Vyhubení hydrobiocenózy a dočasný zánik samočistící schopnosti toku
Sezónní			Ekolog. Krize	Víkendové přelidnění rekreačního území	Narušení ekosystémů a ztížená regenerace lidských sil
Setrvalý	Časem možná, ale spojena s riziky	Rezistence (možný přechod k ekol. Stabilitě ve společensky nežádoucí době)	Ekolog. Krize	Dlouhodobé neracionální přehnojení	Plytvání hnojiv, zhoršení půdní struktury, pokles úrodnosti, hygienická závadnost lokálních vodních zdrojů
				Pokles organického podílu zemědělských půd	Pokles výnosů plodin, zvýšené škody erozí
Setrvalý	Nemožná v přijatelných časových rámcích	Vyčerpání	Ekolog. Katastrofa lesů (jako součást akutní ekolog. Krize místní lidské populace)	Extrémní průmyslové imise	Odumření lesních komplexů, funkční nezpůsobilost souvislých lesních území Zvýšená nemocnost a úmrtnost místní lidské populace

* **exogenní stresové faktory** - probíhají na zemském povrchu a hlavním zdrojem energie je sluneční záření a gravitace. V krajině se projevují zvětráváním, transportem a sedimentací. Mezi základní stresové faktory této skupiny patří: zvětrávání, eroze, svahová modelace, akumulace, atd.

Přirozené stresory mohou být ve svém přirozeném průběhu ovlivněny působením člověka. Projevit se může jejich akcelerace nebo naopak inhibice.

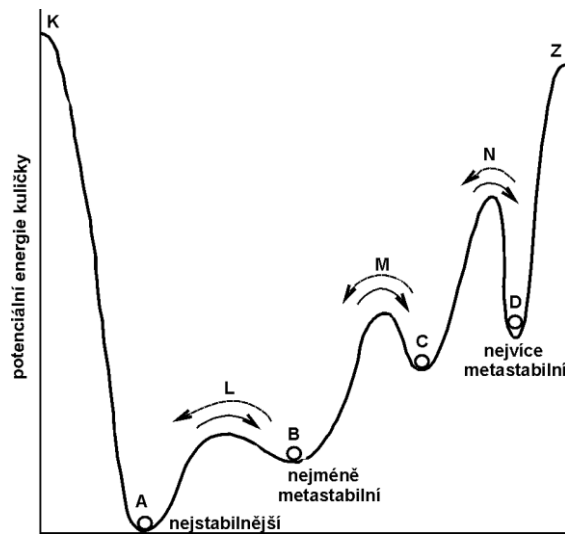
2) **Antropogenní stresové faktory** - jejich původcem je člověk. Do této kategorie patří všechny hmotné i nehmotné projevy lidské činnosti, které mají negativní vliv na přirozený vývoj ekosystémů. Lze je podle geneze dále dělit na:

- **primární stresové faktory** - jedná se o plošné zábory přírodních ekosystémů (průmyslové a zemědělské objekty, dopravní plochy a linie, plochy intenzivního zemědělství a lesnictví, sídelní a rekreační areály, apod.). Charakteristické je jednoznačné plošné vymezení v krajině a v důsledku toho změněná struktura krajiny;
- **sekundární stresové faktory** - negativní jevy doprovázející realizaci lidských aktivit v krajině. Vymezení v krajině není jednoznačné, často jde o pásma neostrých hranic (kontaminace půd cizorodými látkami, odpady, hluk, radiace, degradační procesy - eroze, sesuvy, dezertifikace, acidifikace, apod.). Negativní dopady jednotlivých oblastí lidské činnosti jsou uvedeny v tab. 8.5. (podle Z. Izakovičové, 2000).

Tab. 8.5. Přehled negativních dopadů jednotlivých oblastí lidské činnosti na krajinu (podle Z. Izakovičové, 2000).

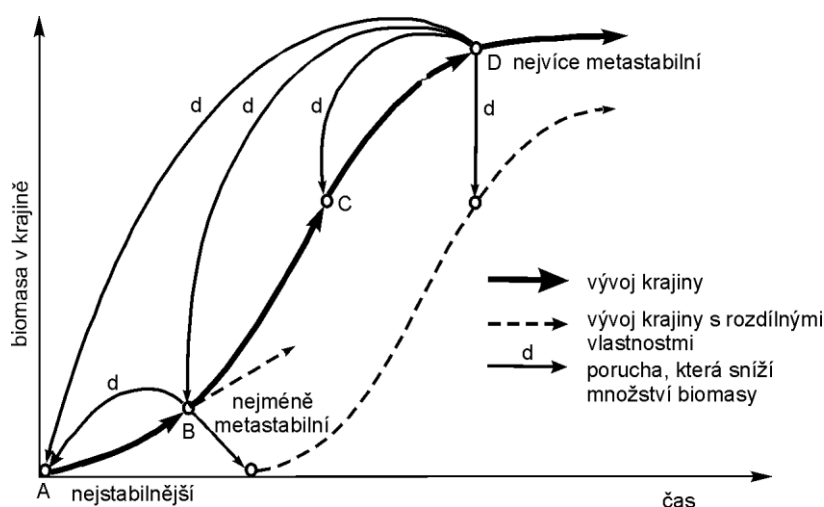
Oblast lidské činnosti	Negativní vliv
Průmysl	likvidace přírodních ekosystémů, zabírání přírodních zdrojů a území, bariérový efekt, produkce imisí, hluk, zápach, negativní estetický efekt, produkce průmyslových odpadů
Těžba nerostných surovin	likvidace přírodních ekosystémů, hluk, prach, negativní estetický efekt, antropogenní transformace reliéfu
Doprava	likvidace přírodních ekosystémů, zabírání přírodních zdrojů a území, bariérový efekt, produkce imisí z dopravy, hluk, prach, vibrace, světelné efekty, negativní vliv solících směsí
Urbanizace	zabírání přírodních zdrojů a území, bariérový efekt, likvidace přírodních ekosystémů, produkce komunálního odpadu, produkce imisí z lokálních topenišť
Zemědělství	negativní hygienické vlivy, prach, zápach, produkce zemědělských odpadů, negativní dopad agrochemikálií, likvidace přírodních ekosystémů, zabírání přírodních zdrojů a území, bariérový efekt, ohrožení územní stability zemědělské krajiny, negativní vliv zemědělské mechanizace - fyzikální degradace půdního fondu
Lesnictví	negativní vliv lesnických chemických prostředků, zabírání přírodních lesních ekosystémů, negativní vliv špatného hospodaření v lesních ekosystémech
Vodní hospodářství	narušení hydrologického režimu krajiny, bariérový efekt, zábor území
Rekreace	zabírání přírodních zdrojů a území, bariérový efekt, likvidace přírodních ekosystémů, produkce komunálního odpadu, produkce imisí z lokálních topenišť,

Zajímavým problémem v otázkách stability je **metastabilita**. Stabilita geosystémů je v podstatě vyjádřena metastabilitou. **Metastabilní systém osciluje kolem centrální polohy** a může přecházet do různých rovnovážných stavů. Pokud je krajinný systém ve stavu oscilace kolem centrální polohy je v tzv. metastabilní rovnováze (Z. Izakovičová, L. Miklós, J. Drdoš, 1997). R. T. T. Forman a M. Godron (1993) vysvětlují princip metastability prostřednictvím modelu tzv. „ruských kopců“ (viz obr.8.1.).



Obr. 8.1. „Ruské kopce“ – model stability a metastability fyzikálního systému. Kulička se pohybuje ze sedla do sedla, což závisí na intenzitě (úrovni energie) změny prostředí, jako je např. chvění nebo otřesy (upraveno podle R.T.T. Forman, M. Godron, 1993).

V modelu se operuje s kuličkou, která představuje ekosystém a s její polohou v rámci kopců. Je zřejmé, že pokud se kulička vyskytne na vrcholech nebo svazích je systém v nestabilní poloze. V modelu se ale vyskytují také depresní polohy ohraničené „valy“ v nichž je kulička (ekosystém) v relativně stabilní poloze. Mezi depresemi je nejstabilnější ta, ze které již kulička nemůže sestoupit níže (bod A). Kulička se však může vyskytnout ve výše položených depresích, ve kterých přežívá i v období, kdy je systém atakován změnami vnějšího prostředí. Tyto body vyjadřují metastabilní pozice systému. Je to podobné jako s lidským zdravím, které lékaři chápou jako přechodný stav mezi obdobími nemoci. Pokud je deprese ohraničena vysokým valem je systém silně metastabilní. To, co platí obecně pro ekosystémy, lze v podstatě aplikovat i na jednotlivé složky krajiny a tedy také na georeliéf (J. Urbánek, 2001). V geomorfologické terminologii se s pojmem metastability v podstatě nesetkáme. Pokud si vezmeme příklad svahu, který je postižen sesuvy, lze konstatovat, že některé části svahu jsou stabilní jiné nestabilní. Svah jako celek však vykazuje jistou míru stability, přesněji metastability (J. Urbánek, 2001). Výrazně nestabilní segmenty se mohou skládat do celku, který vystupuje výrazně stabilněji. Tak lze hovořit o třech hierarchicky seskupených časoprostorových úrovních geomorfologických procesů, resp. forem (J. Urbánek, 2001). Stabilita na jednotlivých hierarchických úrovních je rozdílná. Lokální stupeň vykazuje jiný typ stability než vyšší úroveň. Metastabilita je stav, kdy nestabilita lokální úrovně je doprovázena stabilitou celku. Jestliže je biologická diverzita předpokladem (ne však jediným!) stability ekosystému, pak geomorfologická diverzita (široké spektrum dynamicky odlišných forem) je předpokladem stability (**metastability**) geomorfologického celku (J. Urbánek, 2001). Hypotézu metastability ve vztahu ke georeliéfu je třeba dále ověřovat.



Obr. 8.2. Model metastability ekologického systému. Biomasa se během sukcese hromadí a většina rušivých vlivů biomasu zmenšuje. Vyrůstající metastabilita znamená, že k narušení je nutná větší změna prostředí. Některé typy disturbancí změny systém natolik, že má zcela jiné charakteristiky, takže se biomasa následně akumuluje. Body A, B a D představují tři základní typy stability (upraveno podle R.T.T. Forman, M. Godron, 1993).

8.1 Teorie stability v praxi

Lidská společnost si postupně uvědomila, že udržení ekologické stability na Zemi je podmínkou **trvale udržitelného života** (viz kap. 16.) a má tedy strategický význam pro dlouhodobý strategický rozvoj společnosti. **Proto je nutná orientace na:**

- **uchování dostatečné odolnosti, adaptačních a kompenzačních vlastností krajiny** na antropogenní impakty, které zabezpečují podmínky hospodářského působení člověka v krajině a produkční schopnost krajiny,
- **fungování autoregulačních mechanismů** v ekosystémech, které zmenšuje potřebu dodávat dodatečnou energii pro udržení ekosystémů v požadovaném stavu (snižuje se potřeba zemědělských hnojiv a pesticidů, proti škůdcům se využívají alternativní prostředky),
- **zachování biodiverzity, stability a genofondu** umožní v budoucnu využít krajinu v celém rozsahu (nenahraditelná základna pro další vědecký výzkum a následné hospodářské využití - nové přírodní zdroje) (Z. Izakovičová, L. Miklós, J. Drdoš, 1997).

Přirozená krajina neovlivněná činností člověka je v **dynamické rovnováze** v souladu s vývojovým stádiem systému (iniciální stádia - klimaxová stádia). Člověk přirozený vývoj krajiny narušil natolik, že se v krajině dokonce objevily ekosystémy úplně nové (např. agroekosystémy). Moderní přístupy **krajinného plánování** zdůrazňují dynamiku ekologické stability, význam zachování fungování a vývoje různých ekosystémů. Z hlediska celoplanetárního systému je důležité zachování **prostorové ekologické stability krajiny** jako celku.

Cílem je podle Z. Naveha a A. Liebermana (1994) zachovat krajinu sice lokálně nestabilní, ale globálně stabilní (metastabilní). **Prostorová ekologická stabilita krajiny** je dynamická schopnost krajinné struktury zachovat prostorové ekologické vazby mezi jednotlivými ekosystémy (zprostředkovávají přenos hmoty, energie a informací) pro dynamickou variabilitu podmínek i forem života, a to i za předpokladu, že je krajina tvořená dílčími ekosystémy s různým stupněm vnitřní ekologické stability. Toho lze dosáhnout tak, že v krajině zachováme prostorový systém vzájemně neizolovaných ekosystémů. Jedná se o tzv. **územní systém ekologické stability (ÚSES)**. Snahou je nechápat krajinu pouze jako komplex chráněných partií (např. CHKO, NP, apod.) a nechráněných využívaných segmentů, ale jako celoplošně diferencovaný systém uchovávaný si ekologicky výhodnou krajinnou strukturu, která se uskutečňuje prostřednictvím diferencovaného využívání území. **ÚSES je vybraná soustava ekologicky stabilnějších částí krajiny, účelně rozmístěných podle funkčních a prostorových kritérií (např. rozmanitost ekosystémů, prostorové vazby, prostorové parametry, aktuální stav krajiny, společenské limity, apod)** (I. Míchal, 1994). Základem ÚSES jsou **ekologicky významné segmenty krajiny - biocentra, biokoridory, ochranné zóny biocenter a biokoridorů a interakční prvky**, které mohou mít různý prostorový význam (lokální, regionální, nadregionální, provincionální a biosférický) (J. Löw et al., 1991).

Zmínili jsme působení stresorů v krajině, které se neprojevují izolovaně, ale synergicky. V prostoru vytváří systém vzájemně propojených a ovlivňujících se prvků. Ty pak vzhledem k ÚSES působí jako bariéry. Proto je důležité stresové faktory v krajině odhalit a eliminovat je. K tomu slouží metodika **územního systému stresových faktorů (ÚSSF)**. Územní systém stresových faktorů tvoří:

1. **Jádrové prvky** - tvoří je antropogenní objekty a jejich soubory s vysokou koncentrací výrobních, sídelních, komerčních a dalších aktivit. Je na ně vázán úbytek a degradace přirozených ekosystémů a přírodních zdrojů, a to:
 - **přímým vlivem** - zábor ploch pro výstavbu objektů;
 - **nepřímým vlivem (zprostředkovaně)** - prostřednictvím vlivů, které jsou spojeny s fungováním a provozem objektů.
2. **Liniové prvky** - tvoří je soubor antropogenně změněných a umělých liniových segmentů krajiny. Člení se na:
 - **polopřirodní** - jedná se o vodní toky a kanály. Jejich bariérový efekt vzniká lidským zásahem buď přímo do vodních toků (znečištění toků), nebo antropogenizací koryta včetně břehových zón (hráze, příčné stavby na tocích, apod.);
 - **umělé** - představují je antropogenní informační koridory (např. dopravní systém, telekomunikační systém, produktovody, apod.), které sprostředkovávají tok hmoty, energie a informací mezi prvky ÚSSF.
3. **Velkoplošné prvky** - považujeme za ně areály větší rozlohy. Podle možnosti identifikace v krajině se dělí na:
 - **vizuálně identifikovatelné** - velkoplošné, intenzívně využívané prostory (lány orné půdy, hospodářské lesy, vodní plochy, apod.). Jejich hlavním znakem je úplná likvidace původních ekosystémů, likvidace ekostabilizačních prvků (likvidace remízků a mezí na úkor orné půdy), používání mechanizace a chemizace;
 - **identifikovatelné měřením** - jedná se o přechodná pásma, která se tvoří kolem jevů bez striktně vymezené hranice (radioaktivní pásma, hlukové zóny, pásma kontaminace půd, apod.).

V rámci krajinného plánování se **stresové faktory hodnotí ve třech aspektech**:

- a) **bariéry ÚSES** - stresové faktory vystupují vzhledem k segmentům ÚSES jako bariéry. Bariérové působení záleží na:

- **charakteru a mobilitě organismu** (co je pro jeden druh organismů bariérou může pro druhý představovat základní životní podmínku - bariérovost se musí posuzovat komplexně!);
 - **plošné působnosti stresoru** (působnost stresoru vylučuje existenci přirozeného ekosystému, zároveň jako bariéra rozděluje celistvé ekosystémy);
 - **intenzitě působícího faktoru** (čím vyšší intenzita tím vyšší bariérový efekt - např. intenzita hluku, intenzita erozně-akumulačních procesů, apod.);
- b) **ekologické problémy** - stresory v krajině iniciují vznik ekologických problémů. Jak působí na jednotlivé složky krajiny vznikají následující skupiny problémů:
- **ohrožení prostorové stability krajiny** (především v důsledku jejich působení na ekostabilizační prvky v krajině - např. lesní, vodní plochy, louky, apod.);
 - **ohrožení přírodních a kulturně-historických zdrojů krajiny** (vznikají územním střetem stresových faktorů s přírodními a socioekonomickými zdroji - např. ohrožení lesních zdrojů záborem ploch pro výstavbu nebo imisním poškozením; ohrožení vodních zdrojů odpadními vodami nebo používáním pesticidů v zemědělské výrobě, apod.);
 - **ohrožení životního prostředí a lidského zdraví** (působením stresorů se v lidské populaci rozšiřují civilizační choroby - alergie, neurózy, srdeční choroby, apod.);
- c) **ekologické regulativy** - stresové faktory v krajině zpětně ovlivňují využití krajiny (např. změna kvality vody ve vodním objektu nutně vyžaduje změnu jejich využití). Jejich respektování je nutné z hlediska ochrany přírody a přírodních zdrojů (tzv. ekosozologie), ochrany lidského zdraví (hygieny), zabezpečení stability krajiny (Z. Izakovičová, L. Miklós, J. Drdoš, 1997).

9. PŘÍRODNÍ A EKOLOGICKÉ KATASTROFY

Některé rychlé přírodní procesy mohou mít katastrofální důsledky svou ničivou silou, což může vést k vysokým ztrátám na lidských životech a poškození infrastruktury. Těmito katastrofálními jevy se na určitou dobu poruší rovnováha mezi jednotlivými složkami přírodního prostředí s negativním dopadem na socioekonomickou sféru, kde dochází k velkým materiálním škodám. Zpravidla je charakterizujeme na základě jejich intenzity, frekvence a plošného rozsahu. Endogenní příčiny přírodních katastrof (zemětřesení, vulkanismus) mají zpravidla nižší frekvenci výskytu, avšak jejich intenzita je převážně vysoká. Některé exogenní přírodní jevy mohou být odvozeny i od jevů endogenních (např. tsunami, nebo velké sesuvy) převážně však závisí na extrémních hydrometeorologických situacích, jako jsou povodně, eroze půdy a následná sedimentace, desertifikace, zčásti i gravitační poruchy stability svahů a laviny. Tyto procesy mají vysokou frekvenci výskytu, jejich intenzita je však variabilní a prolíná se s celou řadou dalších činitelů.

V 70. letech 20 století byla vypracována teorie katastrof jako matematická teorie, „která popisuje náhlé, nespojité, skokovité změny, jež se odehrávají v přírodních, humánních a technických systémech, které jsou odezvou na plynulé pozvolné změny vnitřních parametrů těchto systémů - J.Paulov, 1995“. Podle tohoto autora se o katastrofě hovoří tam, kde spojitá změna parametrů způsobuje kvalitativní změnu stavu skokem.

Při **výzkumu a vyhodnocování přírodních katastrof** je nutno respektovat následující základní hlediska:

- **hodnocení rizik** výskytu musí vycházet z pochopení příčin vzniku katastrofy, z posouzení pravděpodobnosti jejího výskytu a následných sociálních dopadů. Mnohdy však toto hodnocení vychází z nedostatečné databáze, takže se vynořuje určité procento nejistoty, která může vyústit v nespolehlivou prognózu;
- **hodnocení možnosti** výskytu určitého katastrofického jevu, které je nezbytné pro varování obyvatelstva z hlediska intenzity katastrofy před nastávajícím nebezpečím;
- **hodnocení důsledků** přírodní katastrofy pro přírodní i socioekonomickou sféru, jež by měla vést nejen k náhradě škod, ale i k vypracování pravděpodobnosti nového výskytu s tím, že území s vysokou pravděpodobností opakování katastrofy nebude doporučeno k dalšímu antropogennímu využívání.

Intenzitu katastrofálních přírodních jevů (**Natural Hazards**) vnímáme především v oblastech s vysokou lidnatostí, a to nejen v rozvojových zemích (např. Bangladeš, některé oblasti Latinské Ameriky, východní Afrika aj.), ale také v zemích rozvinutých, např. v USA a Japonsku, dále v některých oblastech Evropy a výjimku netvoří ani Česká republika.

Přírodní katastrofy určité geneze mohou vyvolat vznik dalších přírodních katastrofálních jevů. Zemětřesení jako činitel endogenní může porušit stabilitu svahovin a následné sesuvy mohou přehradit v údolích koryta toků a podmínit vznik jezer (zpravidla dočasných). Otřesy mořského dna mohou vyvolat v březních oblastech moří náběhy vysokých ničivých vln (tsunami), především na plochých pobřežích. Vysoké vulkány, jejichž vrcholové oblasti jsou pokryty ledovci a sněhem, mohou při jejich aktivizaci podmínit bahenní a kamenně proudy o velké rychlosti, jež mohou zdevastovat svahy i údolí pod nimi. Také katastrofy, podmíněné exogenními extrémními procesy, jsou mnohdy navzájem podmíněné a provázané. Silné a dlouhodobé dešťové srážky vedou nejen k povodním, ale také k sesuvům a enormní vodní erozi půdy. Z toho plyne, že přírodní katastrofy nelze posuzovat odděleně, ale je nutno vzít v úvahu jejich vzájemnou provázanost z hlediska jejich prognózy pro varování obyvatelstva a ochrany různých objektů.

9.1. Přírodní katastrofy endogenního původu

Z katastrofálních činitelů endogenního původu má vysokou energii i územní rozsah **zemětřesení**, které může podmínit další procesy, jako jsou sesuvy, tsunami, požáry a epidemie. Podle odhadů si zemětřesení v historickém období vyžádala na Zemi až 150 milionů lidských životů. V současné době je na Zemi ročně zaznamenáno 60 000 až 90 000 otřesů, většinou jsou však registrovány pouze seismografy; silných katastrofálních zemětřesení je ročně registrováno kolem 20.

Zemětřesení na Zemi jsou soustředěna do tektonicky aktivních zón, vázaných na hlubinné zlomy. Spolu s vulkanickými projevy jsou to především okraje segmentů litosféry - **litosférických desek**. Ke střetům s nejničivějšími důsledky dochází především na styku pacifické desky s deskou americkou na východě Tichého oceánu a s deskou filipínskou a euroasijskou na západě (tzv. cirkumpacifická oblast). K vysoké seismické aktivitě dochází i na styku desky africké a euroasijské (oblast Středomoří) a dále desky indickoaustralské s deskou euroasijskou.

Zemětřesení, která jsou spojena s **vulkanickou činností**, mají převážně lokální charakter. Zvláštní kategorií lokálních zemětřesení jsou **zemětřesení říťivá**, jež vznikají zavalením podzemních prostor, např. zřícením jeskynních stropů v krasových oblastech nebo zavalením podzemních prostor po hlubinné těžbě.

Intenzita zemětřesení se vyjadřuje několika stupnicemi, např. stupnice MCS (Mercalli - Cancani - Sieberg), nebo nověji stupnice MSK - 64 (Medveděv - Sponheuer - Kárník). Pro objektivní vyjádření zemětřesné energie byla zavedena hodnota **magnituda** (M), tzv. Richterova stupnice, zjišťovaná z největší výchylky zemětřesných vln ve vzdálenosti 100 km od epicentra. Pomocí magnituda je možno zjistit množství energie, která se uvolnila při zemětřesení. Zemětřesení v západních Čechách a Sasku v r. 1961 mělo $M=4,9$ a v r. 1985 a 1986 zde bylo registrováno 6000 otřesů s největším $M=4,6$, došlo k poškození budov v Kraslicích a Chebu. V srpnu a listopadu 2000 došlo v této oblasti k dalším projevům zemětřesení (tzv. zemětřesné roje, s M dosahující 3,5). $M=6$ má již charakter katastrofy, protože uvolněná energie dosahuje $6,0 \cdot 10^{13}$ J a může při něm být postižena plocha o rozloze až 130 000 km². Tuto intenzitu mělo např. zemětřesení, které v r. 1963 zničilo Skopje v Makedonii, při němž zahynulo asi 1200 lidí. Zemětřesení s intenzitou $M=7$ (uvolněná energie dosahuje $9,5 \cdot 10^{16}$ J) zničilo dvakrát po sobě (1954, 1980) město Al Asnam (v r. 1980 v důsledku tohoto zemětřesení zahynulo 25 000 lidí). $M=8$ odpovídá zemětřesné katastrofě a největší dosud zaznamenané magnitudo dosáhlo hodnoty 8,9 (uvolněná energie dosahuje $8,8 \cdot 10^{17}$ J). Počátkem roku 2001 byla katastrofálním zemětřesením postižena severozápadní Indie ($M=7,9$), kde k největším ztrátám na životech (několik desítek tisíc mrtvých) a škodám na majetku došlo ve státě Gudžarát.

Na cirkumpacifický pás je vázáno téměř 76 % katastrofálních zemětřesení a projevuje se na západních pobřežích obou Amerik s určitým zásahem i do vnitrozemí, především v Mexiku, Nikaragui, Guatemale, Venezuele, Ekvádoru, Peru a v západní části Tichého oceánu především v Japonsku, Indonézii, Filipínách a na N. Zélandě; v průběhu 70. až 80. let 20. století bylo v tomto cirkumpacifickém pásu zemětřeseními a doprovodnými jevy usmrceno téměř 450 000 lidí (např. v r. 1923 v Tokiu a Jokohamě v důsledku katastrofálního zemětřesní zemřelo téměř 140 000 lidí). K intenzivním otřesům v posledním desetiletí došlo v cirkumpacifickém pásu v r. 1990, kdy byly postiženy především Filipíny ($M=7,7$, 2200 obětí) v r. 1999 západní část Kolumbie ($M=6,0$, 2000 obětí) a v tomtéž roce Taiwan ($M=7,7$, 2100 obětí). Počátkem r. 2001 došlo k silným otřesům ve střední Americe, zvl. v Salvádoru ($M=7,4$, asi 800 obětí) a v severozápadní Indii ve státě Gudžarát ($M=7,9$, asi 15 000 obětí).

Druhým nejvíce postiženým územím na světě je oblast Středozemního moře, na které připadá 22 % všech zemětřesení na Zemi. K posledním velkým ničivým pohybům zde došlo 17. září 1999 ($M=7,8$), kdy bylo těžce postiženo severozápadní Turecko v oblasti měst Izmit a Golcuk; zahynulo několik tisíc lidí a vznikly velké materiální škody. V následujících týdnech tohoto roku bylo postiženo také Řecko v oblasti Atén s menšími škodami i ztrátami na lidských životech.

Rozsáhlé oblasti zemského povrchu jsou však aseismické, především v oblastech štítů a tabulí.

Charakter deformací reliéfu při silných zemětřeseních je možno ilustrovat na několika případech. Při zemětřesení na Aljašce v březnu 1964 (magnitudo 8,4) se zdvihy a poklesy v některých oblastech terénu (postiženo bylo celkem 300 000 km²) projeví od +10 m po - 4 m. Obdobně v pohoří Gobijský Altaj v r. 1957 došlo k vertikálním zdvihům až o 10 m a horizontálním posunům téměř o 9 m. V r. 1959 při zemětřesení v oblasti Bajkalského jezera byl zaregistrován pokles části jeho dna až o 15 m atp. Oblasti se zvláště nebezpečnými zemětřeseními vzhledem k relativně hustému zalidnění je Kalifornie, kde v oblasti zlomu San Andreas (Sv. Ondřej) došlo v r. 1906 k horizontálnímu posunu až o 5 m.

Zemětřesení v krajině vytváří tzv. **seismogravitační jevy**, projevující se v reliéfu přímo vznikem otevřených puklin, zlomů a zlomových svahů, zřícením vrcholů hor a jejich zarovnáním a následně vznikem seismotektonických plošin nebo nepřímo tím, že na svazích vznikají sesuvy podél smykových ploch, skalní řízení, odsedání svahů podél puklin a při vodních srážkách vznikají bahenní nebo blokovo-bahenní proudy (ty se mohou jevit jako následek exogenních procesů, ale jsou iniciovány otřesy).

Poruchy v zemské kůře mohou být podmíněny také lidskými zásahy, zvl. v místech velké bodové zátěže, jako jsou velká přehradní díla nebo velké městské aglomerace (blíže viz. kap. 15.1.).

Pro pobřežní oblasti jsou velkým nebezpečím vlny **tsunami** (jap. přístavní vlna), které vznikají v důsledku otřesů zemské kůry dna oceánů a následným přenesením energie zemětřesných vln na vodu. Na volném oceánu má tsunami malou výšku, avšak u pobřeží její výška roste (především na šelfových pobřežích), což se následně projeví katastrofální devastací v březním pásmu. Příčinou vzniku vln tsunami mohou být také sopečné výbuchy na pobřeží nebo malých ostrovech, klasickým příkladem může být výbuch Krakatau v r. 1883, kdy po explozi 35 m vysoká vlna usmrtila 36 000 lidí. Jinou vlnou tsunami bylo v r. 1755 zcela zničeno hlavní město Portugalska Lisabon, často se objevuje také na západním pobřeží J. Ameriky (např. v r. 1960), dále v Japonsku atd.

Území střední Evropy není v současné době ohrožováno velkými zemětřeseními. Aktivní zónou, která má tektonický vliv jak na západní, tak i východní část České republiky, je poruchové pásmo na styku Českého masivu a Karpat, kdy síla otřesů může přesáhnout i 8^o MSK (v r. 1858 byla tato hodnota odvozena pro Žilinskou kotlinu, kdy zemětřesením bylo postiženo území o rozloze 66 000 km², avšak velké škody nebyly zaznamenány, protože v tomto období byla tato oblast slabě osídlena).

Horský oblouk východních Alp působí tlakem na Český masiv a výsledkem je síť zlomů resp. se aktivují stará poruchová pásma. Slabá zemětřesení se mohou vyskytovat v okrajových zónách Českého lesa, Smrčín, Krušných hor, v území jižně od Lužických hor a Krkonoš a také v oblasti Hrubého Jeseníku. Ze silnějších otřesů v tomto století lze uvést údolí horní Úpy v Krkonoších v r. 1901 (7^o MSK) nebo v r. 1983 (6 - 7^o MSK) a dále západní okrajové oblasti Hrubého Jeseníku (Ramzová) v r. 1935 (5 - 6^o MSK). Také na Opavsku se v předválečném období vyskytlo několik otřesů (např. v r. 1931 intenzita přesáhla mírně 6^o MSK) a na Hronovsku v r. 1976 (intenzita dosáhla 4 - 5^o MSK).

V západní části Čech mezi Františkovými Lázněmi, Aší, Kraslicemi a Sokolovem je hluboká poruchová zóna riftového typu. Toto území se vyznačuje častějšími sériemi otřesů s intenzitou kolem 6° MSK, např. v období 1985 - 1986 v rámci série otřesů bylo dosaženo intenzity 6 - 7° MSK (v r. 2000 asi 3,5). Nejstarší dochované záznamy o otřesech v tomto území pocházející z 12. století, hovoří o poškozených budovách. Existují také zmínky o zvukových efektech a změnách ve vydatnosti pramenů.

Dalším katastrofickým endogenním jevem je **sopečná činnost (vulkanismus)**, která souvisí s výstupem žhavotekutého magmatu na zemský povrch (nebo k jeho blízkosti). Pokud magma vystoupí až na zemský povrch, označujeme ho jako lávu. Láva vytváří v reliéfu mnohdy morfologicky výrazné elevace (sopka, vulkán) s tzv. centrálním výstupem. Výstupem podél trhlin (zlomů) se tvoří tzv. lineární sopky. V geologické minulosti se magma mnohdy plošně protavilo až k zemskému povrchu, vznikaly tzv. trappy, např. na Islandu nebo v Indii. Magma má vysokou teplotu (900 - 1200 °C) a rychlost pohybu lávy v terénu pak především závisí na sklonu svahů a na obsahu plynů v ní (větší rychlost mají „řidší“ zásadité lávy ve srovnání s lávami kyselými). U tzv. havajského typu erupcí láva převážně volně vytéká a vzniklé štítové sopky (např. Mauna Loa, Mauna Kea nebo Kilauea) v Havajském souostroví mají nižší sklony svahů ve srovnání s jinými typy, a tím i velmi širokou základnu. Méně viskózní lávy havajského typu mají teplotu okolo 1200°C. Jiným typem sopečného výbuchu je typ strombolský (podle Stromboli na Liparských ostrovech), při němž jsou vyvrhovány sopečné vyvrženiny (struska a sopečné pumy). Při tzv. vesuvské (pliniovské) explozi je do atmosféry vyvrhováno velké množství popela, jež ohrožuje široké okolí a při kondenzaci vody se vytvářejí bahnitě proudy, rychle ničící níže položená území (např. v r. 76 n.l. tak byly zničeny Pompeje s širokým okolím). Jiným příkladem výbuchu tohoto typu je aljašská sopka Katmai, která při explozi v r. 1912 vytvořila až 3 m vysoké nánosy sopečného popela do vzdálenosti 160 km.

Velmi nebezpečným typem sopečných explozí je typ peléjský (podle sopky Mont Pelée na Martiniku), při němž dochází k výronům horkých jedovatých plynů a popela, jež se rychle pohybují při povrchu terénu do nižších poloh a v obydlených oblastech tak může dojít k velkým ztrátám na životech (např. v r. 1902 výbuch sopky Mt. Pelée zničil město St. Pierre, ve kterém zahynulo 40 000 obyvatel). Z novější doby je znám výbuch sopky St. Helen's na západě USA v r. 1980 (státy Washington a Oregon), kdy obyvatelstvo z jejího okolí bylo ještě před explozí evakuováno. Při explozi se vrchol této sopky snížil o 450 m a vyvrženiny byly vymrštěny do výšky 15 km. Voda z roztaveného ledu a sněhu spolu s uvolněnou horninou vytvořila bahnitě proudy, které se pohybovaly rychlostí 40 - 50 km za hod. Okolní zalesněná krajina byla zcela zničena do okruhu 20 km od centra exploze, z obyvatel, kteří oblast neopustili, nepřežil nikdo a celková hmotná škoda byla vyčíslena na několik miliard dolarů.

Obdobně jako katastrofální zemětřesení, tak i oblasti vysoké vulkanické aktivity jsou vázány převážně na okraje litosférických desek, dále na středooceánské hřbety a na riftové zóny (i na pevninské, např. v oblasti východní Afriky). Jako příklad katastrofální změny v krajině lze uvést oblast tzv. jávské subdukční zóny v Indonézii. Sopka Krakatau (Rakata) byla v r. 1883 doslova „vystřelena“ do výšky 30 km a popel z této exploze pokryl plochu asi 300 000 km². K podstatně katastrofálnější explozi došlo v r. 1815, kdy sopka Tambora na ostrově Sumbawa (Malé Sundy) pokryla popelem okolní ostrovy až do vzdálenosti 150 km (odhaduje se, že při tomto výbuchu zahynulo asi 100 000 lidí).

Z dávnější historie uvádíme sopečnou katastrofu z východní části Středomoří (oblast tzv. helénské subdukční zóny), kde v r. 1500 př.n.l. vybuchla Théra (Santortini) v Egejském moři, což mohlo představovat jednu z příčin zániku tzv. minójské kultury na Krétě a okolních ostrovech.

Se sopečnými jevy jsou spojeny také katastrofy, kdy při explozi nebo výlevu láv roztaje na svazích sopek sníh resp. led, což následně vede ke vzniku bahnitých proudů. Příkladem může být sopka Nevado del Ruiz v Kolumbii, kdy při explozi v r. 1985 bylo bahnitým proudem zničeno město Armera, v němž zahynulo 25 000 lidí.

Jedním z nejnovějších příkladů ničivé sopečné činnosti v ostrovní části jihovýchodní Asie je exploze sopky Pinatubo na ostrově Luzon (Filipíny), která explodovala v r. 1991 po 600 letech klidu (území leží v oblasti subdukce jihočínské podmořské desky podél Manilského příkopu). Na základě analýzy družicových snímků lze soudit, že při explozi vznikl mrak o ploše 60 000 km², který se pak horizontálním pohybem rozšířil na plochu 120 000 km² v průběhu 1 hodiny. Dalším příkladem je výbuch sopky Unzen v Japonsku v r. 1989, spojený s tvorbou mohutných bahenních proudů. Kromě velkých materiálních škod si každá z výše uvedených erupcí vyžádala desítky lidských životů. K posledním velkým vulkanickým katastrofám došlo počátkem roku 2001 na Jávě (Indonézie, sopka Merapi).

Sopečná centra mohou vznikat na litosférických deskách i mimo okraje; tyto oblasti označujeme jako horké skvrny a příkladem jsou Havajské ostrovy na Severopacifické desce, dále Tahiti nebo Samoa.

V současné době je na Zemi registrováno asi 500 sopek, které byly v historickém období činné. Na pevninách je dnes činných 40 - 50 sopek a v oceánech 20 - 30 činných vulkánů.

Ve středoevropském prostoru byla tvárnost krajiny sopečnou činností ovlivněna v mladších třetihorách a počátkem čtvrtohor a doklady této endogenní aktivity jsou v reliéfu patrné dodnes.

Na území České republiky jsou důkazy nedávné vulkanické činnosti také, a to na větších plochách především v západních a severozápadních Čechách a menší centra nacházíme v oblasti České křídové tabule a v severní části Nízkého Jeseníku. Pozůstatkem rozsáhlého vulkánu s kalderou jsou Doupovské hory. Tento mladotřetihorní stratovulkán, 36 km dlouhý a 29 km široký, je značně rozrušen erozí obdobně jako České Středohoří. Vznik těchto dvou geomorfologických jednotek a mnoha dalších malých sopečných center v oblasti České křídové tabule souvisí s oživenou tektonikou vlivem horotvorných pochodů v Alpách a Karpatech. Vulkanické tvary v českých zemích mají různou genezi, např. Doupovské hory jako největší sopka Českého masivu byla tvarem, který se vytvořil na povrchu tehdejšího georeliéfu jako stratovulkán, v jiných případech se magma nedostalo až na povrch a vyplnilo velké pukliny v horninách (např. Čertova zeď u Českého Dubu), magma také mohlo vyplnit mezivrstevní prostory v křídových sedimentech, jejichž nadloží bylo vyzvednuto. Endovulkanické horniny byly mnohdy vypreparovány a mnohé menší sopečné kužely byly zvětráváním a erozí rozrušeny a v terénu zůstaly pouze odolné výplně sopouchů. Za nejmladší vulkanické tvary na území České republiky jsou pokládány Železná a Komorní hůrka u Chebu a na Bruntálsku Venušina sopka, Uhlířský vrch a další. Tyto sopky byly činné ještě ve starších čtvrtohorách, dokladem toho je lávový proud z V. Roudného, který je v nadloží terasových štěrků řeky Moravice na severní Moravě.

9.2. Přírodní katastrofy vyvolané dopadem vesmírných těles

V historické době nebyla zaznamenána na Zemi žádná velká katastrofa dopadem kosmického tělesa (meteoritu) do hustě obydlených oblastí, avšak představu o následcích takového střetu lze získat z dopadu tzv. tunguzského meteoritu v r. 1908 na Sibiři. Na základě rozsahu zničených lesních porostů tohoto střetu v postižené oblasti se předpokládá, že se jednalo o poměrně malé těleso o průměru necelých 100 m, hmotnosti 10^9 kg a rychlosti v zemské atmosféře 10 - 20 km.s⁻¹. Toto těleso explodovalo 65 - 68 km nad Zemí, přičemž se uvolnila energie řádu 10^{17} J (odpovídá to přibližně výbuchu 20ti megatonové vodíkové bomby).

Katastrofální globální následky by měl dopad kosmického tělesa o hmotnosti 10^{11} až 10^{14} kg s rychlostí 10 - 20 km.s⁻¹ a kinetickou energií 10^{11} až 10^{22} J, tj. energií, která by se uvolnila při explozi všech atomových zbraní, které byly koncem devadesátých let 20. století skladovány na Zemi. Uvolnění této energie by vedlo k silnému výparu vody a také jejímu vymrštění do atmosféry spolu s horninami v místě dopadu (impakt) a zničení všeho živého v okruhu minimálně 5000 km. Dopad by vyvolal zároveň globální zemětřesení a vysoké vlny tsunami. Vyvržený materiál a vodní páry ve stratosféře vč. zplodin z požáru vegetace by vedly k zastínění a následnému prudkému ochlazení atmosféry, řádově až o několik desítek °C. Tato situace by mohla trvat i několik let, což by negativně ovlivnilo zbytky života na Zemi.

V geohistorii se již pravděpodobně takové situace vyskytly, protože existují paleontologické doklady o náhlém vymírání některých organismů; např. koncem prvohor (před 230 mil. léty) vymřelo téměř 95 % druhů organismů a koncem druhohor 75 % živočišných druhů. Tato období vymírání organismů jsou označována jako události (eventy). Z geohistorie je nejznámější event z konce druhohor, kdy vymřeli velcí plazi i některé druhy mořské fauny. V hraniční oblasti hornin mezi křídou a spodními třetihorami byl zjištěn zvýšený obsah iridia, který se vyskytuje ve vyšší koncentraci v meteoritech i planetkách ve srovnání s jeho obsahem v horninách Země. Na základě těchto zjištění se dá předpokládat, že náhlá vymírání některých organismů mohlo být vyvoláno dopadem velkých kosmických těles na zemský povrch. U eventu před 65 mil. lety došlo k velkému impaktu v oblasti pohřbeného kráteru Chicxulub u poloostrova Yucatán v Mexickém zálivu. Známý a morfologický velmi výrazný meteorický kráter Diablo je také v Arizonské poušti (USA). Celkem je na Zemi dosud registrováno asi 270 meteorických kráterů, převážně na starých štítech.

Ze statistických analýz se dá předpokládat, že dopad kosmického tělesa na Zem většího než 10 km v průměru, který by vyvolal globální katastrofu, se může vyskytnout jednou za 40 mil. let, z čehož je zřejmé, že od počátku prvohor (570 mil. let) mohlo dojít k dopadům velkých meteoritů na Zem až v 15 případech.

9.3. Přírodní katastrofy exogenního původu

Přírodní katastrofy vyvolané vnějšími činiteli mohou vést, obdobně jako katastrofy jiné geneze, k dalekosáhlým a velkoplošným změnám v krajině, výrazně mohou poškodit infrastrukturu a může také dojít ke ztrátám na lidských životech.

K nejničivějším náleží **katastrofy atmosférického původu**, které kromě silného větru mohou vést i ke **katastrofám hydrologickým** (povodně), silné srážky mohou vyvolat **gravitační poruchy** na svazích (sesuvy) a v socioekonomické sféře dochází k velkým škodám na zemědělské půdě a lesních porostech, jsou ničeny komunikace a různé objekty.

Na druhé straně se katastroficky projevuje také dlouhodobý nedostatek srážek, což postihuje zemědělství, dopravu na tocích a zvyšuje se i nebezpečí požárů.

Zemská atmosféra je velmi citlivým přírodním faktorem a vyrovnáváním tlakových rozdílů se v ní tvoří větrná proudění projevující ve všech dalších složkách krajiny svou rychlostí a nárazy. Stojící člověk je schopen se udržet na nohou při nárazu větru do rychlosti 36 m.s^{-1} (129 km.hod.^{-1}). Orkán má při této rychlosti ničivé účinky, uvádí do pohybu těžké předměty, strhává střechy atd. Podle tzv. Beaufortovy stupnice (má 12 stupňů a byla admirálem Beaufortem navržena na počátku 19. stol.) začíná být vítr (vichřice) nebezpečný při rychlosti $66 - 77 \text{ km.hod.}^{-1}$ (9. stupeň), kdy se lámou větve a menší stromy a jsou poškozovány střechy domů. Při silné vichřici ($78 - 90 \text{ km.hod.}^{-1}$) jsou vyvráceny i silnější stromy (10. stupeň), mohutná vichřice (11. stupeň, rychlost větru $91 - 104 \text{ km.hod.}^{-1}$) způsobuje škody v lesích na velkých plochách a na budovách a při posledním 12. stupni má vítr sílu mohutného orkánu s rychlostí nad 104 km.hod.^{-1} . V našich zeměpisných šířkách byla největší nárazová rychlost větru naměřena přes 40 m.s^{-1} , tj. přes 140 km.hod.^{-1} .

V tropických zeměpisných šířkách se tvoří tropické cyklóny (nelze je zaměňovat s cyklónami mírných zeměpisných šířek), v jejichž centru je do malého prostoru soustředěna velká energie. Tropické cyklóny dosahují velkých rychlostí, v mnoha případech přes 100 m.s^{-1} , tj. přes 300 km.hod.^{-1} , avšak běžná rychlost se v nich pohybuje mezi $50 - 70 \text{ m.s}^{-1}$, tj. $180 - 250 \text{ km.hod.}^{-1}$.

Ničivé **tropické cyklóny** mají různé místní názvy. Název uragán (ze španělského huracán, převzato z majského pojmu pro boha větrů - hurakén) postihuje karibskou a středoamerickou oblast a jižní státy USA u Mexického zálivu, v jihovýchodní a východní Asii obdobou tropické cyklóny je tajfun, na Filipínách baguio, v Austrálii a Oceánii willy - willy atd.

Ročně se na Zemi vytvoří $70 - 80$ tropických cyklónů, ne všechny však mají ničivé účinky. Jedním z nejkatastrofálnějších hurikánů v oblasti Mexického zálivu a středoamerických republik byl hurikán Mitch v r. 1998, kterému je kromě obrovských materiálních škod, přičítána ztráta asi $20\,000$ lidských životů (odhaduje se, že v letech 1950 - 1998 bylo hurikány na Zemi usmrceno asi $300\,000$ lidí).

Po průchodu tropického cyklónu dochází v krajině k výrazným změnám především v březních pásmech moří a oceánů vlivem silných příbojů, řeky v nížinném pobřežním reliéfu mění často směr svého koryta a níže položená místa jsou zanášena sedimenty a kromě toho v důsledku silných srážek dochází k rozsáhlým sesuvům.

Tropické cyklóny vznikají mezi 5° až 10° obou zeměpisných šířek a v průběhu jejich postupného vývoje klesá v jejich středu atmosférický tlak až na 95 hPa . Jejich vznik a vývoj je vázán na hladinu mořské vody s teplotami nad 26° C . Na severní polokouli směřují jejich dráhy zprvu na západ a pak se stáčí na sever a severovýchod. V oblasti Bengálského zálivu však putují severozápadním směrem nad pevninu. Tropické cyklóny mají obrovskou energii, např. odhad energie středního cyklónu se rovná uvolněné energii $50\,000$ atomových pum. Energie cyklónů nad pevninou rychle klesá, protože jim schází potřebný vlhký oceánský vzduch. Velké tropické cyklóny dostávají jména (např. v karibské oblasti v r. 1963 cyklón Flora, v r. 1969 Agnes a v r. 1998 Mitch), menší cyklóny jsou označovány arabskými číslicemi. Časový průběh cyklónů je nerovnoměrný, v karibské oblasti se nejčastěji vyskytují v září a říjnu, na jižní polokouli v lednu a únoru.

Tragické důsledky mají tajfuny v oblasti Bengálského zálivu především v Bangladeši, kde hustě osídlené území v nadmořské výšce pouze několik metrů bývá zaplavováno vysokou příbojovou vlnou, která vyvolává přímé i následné ztráty na lidských životech (především epidemie). Např. v r. 1937 se při tajfunu utopilo asi $10\,000$ lidí, avšak na epidemie a hladomor následně zemřelo okolo $200\,000$ lidí.

Silné cyklóny jsou schopny zničit celá města, např. v r. 1930 v Dominikánské republice (Santo Domingo), v r. 1955 v Mexiku a v r. 1998 v Nikaragui, Guatemale, Belize a Mexiku.

Oblasti, které jsou postihovány častými cyklóny jsou sledovány meteorologickými družicemi, takže obyvatelstvo je zpravidla včas informováno, aby mohlo sebe i svůj majetek včas zabezpečit.

Ničivé účinky na menších plochách mají tornáda (španělsky tornear - vířit), které vznikají i ve vyšších zeměpisných šířkách. Tyto katastrofální vířivé větry o průměru 10 m až 1 km se pohybují rychlostí 32 - 65 km za hodinu i více; v některých případech může jejich vznik souviset i s výše uvedenými cyklóny, protože vznikají v jejich okrajových oblastech. Tornáda mají charakter svislých chobotů, vybíhajících z kumulovitých oblaků. Jejich vznik není zcela jasný a pravděpodobně souvisí s nestabilním zvrstvením atmosféry. Téměř každoročně postihují střední západ v USA především v září a říjnu. Obdobné katastrofální víry vznikají i ve střední Evropě, např. 26. května 1994 způsobilo velké škody u Lanžhotu a 8. července 1996 v údolí Juhyně v Hostýnských vrších.

Dalším nejen katastrofálním atmosférickým jevem je **El Niño** (ENSO - El Niño Southern Oscillation) který postihoval pobřežní oblasti Peru již před 2500 léty, o čemž existují archeologické i sedimentologické doklady. Tento jev souvisí s oteplováním resp. nahrazováním studeného peruánského proudu teplejším protiproudem. Tato změna byla známá již před staletími, kdy se tento proud objevoval v období vánoc jako Corriente del Niño; bylo zjištěno, že jeho teplota není vždy stejná. Původní názor, že se jedná pouze o místní jev byl vyvrácen koncem 50. let 20.stol., kdy bylo zjištěno, že oteplení Pacifiku je na podstatně větší ploše. Tyto tepelné změny se projevují ve dvou fázích, a to fází teplé (El Niño) a fází studené (**La Niña**). Teplá fáze je spojena s nepravidelnými změnami (2 - 7 let) v proudění pasátů v oblasti středního a západního Pacifiku, takže k východu se dostává teplá voda, a tím postupně slábne ochlazování oceánu. Posun teplých vod vyvolává změny ve všeobecné cirkulaci atmosféry a následně i počasí ve vzdálených oblastech od Pacifiku. Teplá fáze trvá 12 - 18 měsíců, po níž může následovat fáze studená, což má za následek ochlazení vody ve východním Pacifiku.

Výkyvy teploty vody v teplé fázi ENSO mají za následek rychlý přesun bouřkových pásem ze západního do středního a východního Pacifiku, což vede na západním pobřeží Jižní Ameriky (především v Peru a Ekvádoru) k mimořádným srážkám (jejich zvýšení dosahuje až desítnásobku vůči normálu) a záplavám. Poslední negativní projevy El Niña zasáhly především severní pobřeží Peru (viz V.Vilímek, 1999 - 2000), kde na některých stanicích spadlo více než 200 - 600 mm srážek ve srovnání s průměrem (přičemž se jedná o aridní oblasti). Tyto mimořádné srážkové situace v letech 1997 - 1998 způsobily silnou vodní erozi a sesuvy, při nichž zahynulo několik set lidí, byla zničena síť komunikací a inženýrské sítě, takže např. po zničení vodovodů propukly infekční choroby. Srážkami teplé fáze byla postižena také jižní Brazílie, střední Argentina, některé oblasti střední Ameriky a v Africe v Keni a Somálsku došlo v pouštních oblastech k záplavám. V teplé fázi ENSO se vyskytují i extrémní sucha, především v severní Austrálii, Indonézii a na Filipínách, což vede často k rozsáhlým požárům (např. koncem r. 1999 v Indonézii, kde však tyto požáry byly iniciovány člověkem). Sucho v důsledku tohoto globálního atmosférického efektu postihuje mimo jiné severní Brazílii a jihozápadní Afriku. Mezi ENSO a tropickými cyklóny existují složité vztahy, např. zatímco v Atlantiku jsou při teplé fázi ENSO hurikány téměř eliminovány, v severním Pacifiku se frekvence tajfunů zvyšuje a studená fáze (La Niña) podporuje vznik hurikánů v karibské oblasti. Projevy ENSO v letech 1982 - 1983 způsobily škody ve výši 8 - 13 mld. dolarů a asi 2000 lidí přišlo o život.

Přesné příčiny jevu ENSO dosud nejsou známe, avšak na základě družicového snímkování je možno rozpoznat první příznaky jeho teplé fáze, což je podstatné pro předpověď jeho dalšího růstu (blíže viz T. Miková, 1998 - 1999). Projevy tohoto jevu jsou známy již dávno, především v J. Americe (např. silné srážky byly popsány v r. 1525 v období přistání F. Pizzara v severní části Peru); projevy El Niña byly identifikovány v Kanadě, kde pacifické pobřeží v době jeho projevů je teplejší než obvykle a pacifické pobřeží USA má značně vyšší výskyt bouří, zatímco Florida v období dlouhodobého sucha má řadu lesních požárů. V severní části Tichomoří vznikají tropické bouře a obdobně také v jižním Pacifiku, což jsou oblasti, kam zpravidla nezasahují. Také Austrálie je postihována dlouhodobými obdobími sucha jako východní Asie. Do Afriky přináší zpravidla sucha, i když v letech 1997 - 1998 byly s Súdánem mimořádné srážky. Projevuje se také v růstu hospodářských ztrát v rybolovu, v zemědělství je postihována především sklizeň rýže banánů, bavlny, kukuřice a cukrové třtiny. Účinky El Niña na meteorologické jevy v Evropě nebyly spolehlivě prokázány.

El Niño jako krajinotvorný činitel působí miliardové škody na majetku a ztráty na lidských životech, a proto bude vyžadovat další důkladný výzkum a dlouhodobé sledování (blíže viz www.noaa.gov., www.chmi.cz aj.).

S atmosférickými ničivými jevy úzce souvisí jevy hydrologické, projevující se v ničivých povodních. Intenzita této **hydrologické katastrofy**, která výrazně mění charakter krajiny, může být zesílena i lidskými zásahy, především velkoplošným odlesňováním, nevhodnými, především technickými zásahy v povodích, jako je např. napřimování toků, meliorace atp. Povodně mohou být dlouhodobé (např. v dubnu 2000 ve východním Maďarsku v povodí Tisy) nebo krátkodobé (bleskové povodně), které se vyskytují především v polosuchých oblastech po krátkodobých intenzivních srážkách. Mohou však vznikat i v oblastech s odlišnými klimatickými podmínkami, např. blesková povodeň v Jižní Dakotě (USA) ve dnech 9. - 10. června 1972; po krátkodobém dešti (za 6 hodin spadlo 400 mm) se rozvodnil potůček Rapid Creek, bylo usmrceno 237 lidí a zničeno 750 domů.

Katastrofální povodně jsou známy i ze starších období, jak je zřejmé z babylonských i sumerských záznamů. Na soutoku řek Eufrat (Furat) a Tigris (Didžlat) docházelo ke střetu povodňových vln s katastrofálními důsledky v níže položených zemědělských oblastech (při povodních vzrůstá průtok na Eufratu vůči střednímu průtoku až osmkrát a na Tigridu dvacetkrát). V r. 1954 se vodní stav v Tigridu v Bagdádu zvyšoval každou hodinu o 30 cm a celkově stoupl o 10,5 m, takže bylo zaplaveno území o ploše 10 000 km² a reliéf byl po povodni pokryt 30 cm vysokou vrstvou naplaveného materiálu. Často se opakující povodně v Mezopotámii s největší pravděpodobností přispěly ke vzniku pasáže v bibli o potopě světa. Např. sumerské texty udávají, že přšelo 4 dny a 7 nocí, v bibli se hovoří o 40 dnech silných srážek. K těmto katastrofálním srážkám mohl přispět i další přírodní faktor, protože před 4000 léty zasahoval dešťový rovníkový pás více k severu. Jsou však oblasti, kde v souvislosti s každoročními povodněmi, které přinášely kvalitní náplavy, vnikly vyspělé lidské kultury - např. v Egyptě.

Převážná část povodní má však katastrofální důsledky. Např. povodeň na Arnu (Itálie) v r. 1966 silně poškodila Florencii s okolím, obdobně jako v r. 1333, 1557 a 1884. V r. 1966 stoupla hladina této řeky o 6 m, bylo zničeno 750 vesnic a zahynulo přes 100 lidí. Z amerických řek měla řeka Mississippi, která odvodňuje 40 % území USA, celou řadu katastrofálních povodní, v tomto století to byla např. povodeň v r. 1973, která zaplavila plochu přes 50 000 km². K velkým škodám v důsledku dlouhodobých dešťů došlo v říjnu 1999 ve středoamerické oblasti.

Jenom v Mexiku tyto záplavy a s nimi spojené sesuvy usmrtily přes 420 osob a připravily o střechu přes 200 000 lidí, především v mexickém státě Oaxaca. Povodně si v r. 2000 ve světě vyžádaly celkem přes 2300 obětí (nejvíce v Mozambiku - 640, v Indii - 768 a v Číně - 400).

Frekvence a intenzita povodní může do jisté míry souviset s globálními klimatickými změnami. V severní Evropě se dešťové srážky ve 20. stol. zvýšily až o 40 % a v jižní Evropě asi o 20 %. V tomto období však došlo také ke zvýšení průměrných teplot, v Evropě stoupla v průměru o 0,8° C; podle studií, vypracovaných pro Evropskou unii, se bude trend růstu průměrných teplot v 21. stol. zvyšovat o asi 0,1 až 0,4° C za 10 let. Tyto teplotné a srážkové změny budou mít především vliv na biotu a charakter modelace reliéfu. V důsledku klimatických změn dojde také ke změnám v pěstování zemědělských kultur a k jejich posouvání k severu. Klimatické změny povedou k nárůstu teplot v tradičních rekreačních středomořských střediscích a jejich postupnému zániku. Předpokládá se, že se vegetační pásy v Evropě budou posouvat k severu rychlostí až 50 km za jedno desetiletí a v jejich severních oblastech se budou zvyšovat přírůstky dřevní hmoty. Oteplení povede k zániku 90 % ploch alpských ledovců, v březních pásmech Baltu a Středozemního moře dojde k transgresi.

Z evropských toků se povodňovými situacemi vyznačuje především Dunaj, např. v r. 1965 byla po protržení hrází silně poškozena oblast mezi Bratislavou a Komárnem. I v Evropě intenzita povodní může být umocněna nevhodnými antropogenními zásahy. Např. Rýn mezi Basilejí a Karlsruhe až do konce 19. století meandroval, avšak po technických úpravách a zkrácení toku, výstavbě kanálů a přehrad se frekvence silných povodní zvýšila, protože těmito úpravami tok ztratil široké záplavové území.

Příkladem katastrofálních důsledků povodní z posledních let v České republice jsou červencové povodně v r. 1997 na Moravě, ve Slezsku a východních Čechách a dále v r. 1998 a 2000 ve východních Čechách. Katastrofální povodně v r. 1997 souvisely se silnými regionálními srážkami ve dnech 4. - 8. července, kdy celkové srážkové úhrny v těchto dnech dosáhly hodnot za 3 - 4 měsíce v normálním roce (např. v Moravskoslezských Beskydech spadlo na Bílém Kříži v těchto dnech 354 mm srážek, na Lysé hoře 586 mm a stanice na hrázi přehrady Šance zaznamenala dokonce 617 mm, v jesenické oblasti bylo v Karlovicích naměřeno 320 mm a na Pradědu 454 mm). Následné povodně způsobily ve 34 okresech Moravy, Slezska a východních Čech celkové škody ve výši 25 mld. Kč, přičemž největší škody byly na území Ostravy (přes 4 mld. Kč), v okresech Bruntál (přes 3 mld. Kč) a Olomouc (přes 2 mld. Kč). V údolích postižených povodní došlo ke škodám na zemědělské půdě, silně byla poškozena infrastruktura a obytné domy a mnohdy tyto škody souvisely s rozsáhlými sesuvy. V r. 1998 a 2000 byly povodněmi postiženy především severovýchodní Čechy, dále východní Slovensko, Zakarpatská Ukrajina, východní Maďarsko, západní Rumunsko, jih V. Británie (Anglie), Španělsko a severní Itálie.

K častým katastrofám (spíše lokálního charakteru) náleží **sesuvy a laviny**, které sice mají přírodní charakter, ale na jejich vzniku se může podílet také člověk. Sesuvy různých druhů i geneze způsobují velké škody především na budovách a komunikacích, porušují inženýrské sítě a znehodnocují zemědělskou i lesní půdu a pokud mají rychlý průběh, ohrožují i lidské životy. Horninové podloží (zpravidla rozvolněné) nebo svahovina, se dostává do pohybu po silných dešťových srážkách, kdy voda zvýší hmotnost svahového materiálu a zároveň se zmenší vnitřní tření i tření o podloží. Ke vzniku sesuvů může přispět i zemětřesení. Svahovina se může dostat do pohybu také při porušení stability jeho paty, např. boční erozí toku nebo různými zemními pracemi, jako jsou zářezy pro komunikační účely, lomy, dále zatížením stavbou nějakého objektu, odlesněním atp.

V některých oblastech světa došlo ve starších čtvrtohorách k tak rozsáhlým sesuvům, že jejich následky jsou v georeliéfu patrné dodnes.

Např. v Íránu před 11 000 léty v horském masivu Kabir - Kuh se uvolnil obrovský skalní sesuv (objem přes 20 mld. m³), který vyplnil celé údolí a přes protilehlý hřbet se převalil do údolí sousedního. Od odlučné oblasti zasáhl do vzdálenosti 17 km a pokryl plochu 170 km².

Zvláštním případem sesuvů je zřícení části ledovců (např. v Alpách) a sněhové laviny. Jejich rychlost dosahuje 120 - 360 km za hod. a mohou unášet i horninové úlomky, což zvětšuje jejich ničivé účinky. Sníh na svazích může být do pohybu uveden zatížením (např. přechodem lidí), silnými nárazy větru, náhlou změnou atmosférického tlaku, zvukovou vlnou nebo zemětřesením. Na území České republiky jsou klasické lavinové terény v Krkonoších a Hrubém Jeseníku, nověji se vyskytly i v Moravskoslezských Beskydech na severních svazích Lysé hory a Smrku.

Dalším případem exogenních katastrofálních jevů jsou **mury a sely**, kdy voda po silných srážkách nebo tání sněhu uvede do pohybu na dnech strží a bystřin suť, která je vynesena až do předpolí, a v místech sedimentace působí velké škody. Balvano - hlinité proudy se vyskytují především ve vysokohorském reliéfu (např. Alpy, Kavkaz, středoasijská pohoří, Andy atd.) a jejich rychlost dosahuje až 280 km za hod. Při svém rychlém pohybu vyrývají na svazích rýhy o hloubce až 8 m (vyplývá to ze sledování na Huascaránu v Peru v r. 1962, kdy zahynulo přes 4000 lidí, mezi nimi i československá horolezecká výprava). Příčinou jejich vzniku mohou být i sopečné výbuchy, při nichž roztaje led a sníh (např. výbuch sopky Nevado del Ruiz v Kolumbii).

Dalším jevem, který se stává v globálním měřítku jevem krajnotvorným, je postupné vysušování některých oblastí - **desertifikace**. Opakující se nebo stále se zvyšující sucho vede k závažným změnám v půdě a k nenahraditelným změnám bioty, a to jak původní, tak i sekundární. Současné odhady vedou k závěru, že výrazným suchem je postižena plocha souše, obývaná asi 200 mil. obyvatel, přičemž ročně se tato plocha zvyšuje asi o 60 000 km². K nejvíce suchem postiženým oblastem náleží Sahel, lemující jižní okraj Sahary od Atlantiku až po východní Afriku. I když srážky v tomto území jsou mnohdy dosti vysoké (600 - 800 mm za rok), výpar dosahuje ročně až 2000 mm, což má za následek výrazný vláhový deficit. Dlouhodobé sucho v těchto oblastech je následkem nejen globálních klimatických změn, ale také negativních antropogenních zásahů, především extenzivní pastva dobytka. Suchem jsou systematicky postihovány i další oblasti Země, např. Indie, některé oblasti Severní Ameriky a Středomoří. Dlouhodobé sucho redukuje vegetaci a v průběhu krátkodobých intenzivních srážek dochází k silné vodní erozi půdy. Stupeň desertifikace ovlivňuje produktivitu biomasy, množství a dosah podzemní vody a pochopitelně postihuje lidská sídla a infrastrukturu. Desertifikací je ohroženo 55 % plochy Afriky, 19 % Severní a Střední Ameriky, 20 % Jižní Ameriky, 34 % Asie, 75 % Austrálie a 2 % Evropy (to představuje v rámci povrchu souše Země 35 %, údaje byly převzaty z M.Mihaljevič, B.Moldan, 2000). V období sucha se vlivem silných větrů tvoří prachové bouře, jimiž je často postihována severní Afrika, Mezopotámie (v Bagdádu jich ročně bývá až 15) a Arabský poloostrov.

V aridních a semiaridních oblastech často se zemědělskou výrobou souvisí **salinizace půd** vlivem nevhodného zavlažování, dále pronikáním slaných roztoků z fosilních zdrojů solí resp. z moře tam, kde je silný výpar. Zvýšená koncentrace solí v půdních roztocích působí na rostliny převážně toxicky a začínají převládat halofyty. V teplejších oblastech Evropy je tímto procesem ovlivněno asi 0,4 % celkové rozlohy zemědělské půdy, především v Maďarsku, evropském Rusku a v Rumunsku. Je to proces, který je možno kladně ovlivnit, avšak za značných finančních nákladů.

Acidifikace půd je sice přirozený proces, avšak člověk může jeho intenzitu značně zvýšit především ochuzováním půdy o bazické kationty (především na lesní půdě), nevhodným používáním hnojiv, především dusíkatých, zvýšeným zalesňováním jehličnany a intoxikací oxidů síry, dusíku a amoniaku v imisích (kyselá dešť).

Katastrofální důsledky pro krajinu může mít také **přemnožení škůdců**, což může vést nejen ke zničení vegetace, ale následně i k hladomoru, zvl. v rozvojových zemích. V České republice např. škodlivý hmyz snižuje výnosy kulturních rostlin až o jednu desetinu. K největším hmyzím škůdcům náleží sarančata, která při přeletech zničí stovky hektarů rostlin, protože jejich hejna dosahují délky až 40 km a šířky 5 km (např. v r. 2000 v jihovýchodní Austrálii).

Ke globálním (resp. regionálním) katastrofám náleží některé **nemoci** především AIDS (nejvíce jsou postiženy subsaharské státy), EBOLA (především Uganda) a tzv. nemoc šílených krav (tzv. bovinní sponginoformní encefalopatie - BSE), která je přenosná i na člověka (tzv. Creutzfeldt - Jakobova choroba - CJD, zjištěná především ve V. Británii a ve Francii, ale rozšiřující se i do dalších států EU).

Přírodní katastrofy různé geneze ovlivňují vývoj krajin, jsou vzájemně provázané a vyskytovaly se v celé geohistorii, avšak s růstem lidské populace jsou mnohé rychlé přírodní procesy antropogenními zásahy umocňovány, což se zpětně odráží na ohrožení lidských výtvorů i životů.

9.4. Ekologické katastrofy

Přírodní ekosystémy jsou narušovány nejen rychlými a intenzívními zvraty přírodního původu, ale také, především po technickém a průmyslovém rozvoji v posledních dvou staletích, různými antropogenními zásahy; tyto zásahy vyvolávají nejen změny v průběhu přírodních procesů, ale mnohé následky těchto změn vedou ke ztrátám na lidských životech a k materiálním škodám. Ke starším neuváženým zásahům, kterým vedly k destabilizaci reliéfu, náležela např. těžba kamene na svazích; příkladem může být katastrofa z r. 1618 ve Švýcarsku, kdy nad městečkem Pleuers byla těžbou kamene narušena stabilita sedimentů, svázejících se do údolí natolik, že podkopaný svah se zřítíl na obec a usmrtil 2430 lidí. K obdobným katastrofám v důsledku špatně založených lomů docházelo v Alpách i v 19. století. Lidské zásahy do georeliéfu i podloží jsou mnohdy již natolik intenzívní a plošně rozsáhlé, že mohou vyvolat i lokální zemětřesení (viz kap. 15.1.). Lze to ilustrovat také na příkladu přehrady Vailont severně od Benátek, kde po silných srážkách a pravděpodobně i místním otřesu pod přehradou se do nádrže zřítilo asi 100 mil. m³ hornin a vodní vlna následně zničila především oblast pod přehradou (v městě Langarone a dalších obcích zahynulo 2117 lidí).

Závažným problémem jsou lidské zásahy do přírodních ekosystémů a důsledky těchto zásahů se mohou obrátit proti člověku. Příkladem může být přemnožení křečků v 70. letech 20. stol. v povodí Hornádu na východním Slovensku po změnách organizace zemědělských ploch, odvodnění a výstavbě protipovodňových hrází. Dřívější každoroční záplavy podstatně snižovaly populaci těchto hlodavců, avšak po výše uvedených zásazích se křečci mohli rozmnožovat bez omezení a jejich invaze postihla úrodu ve 192 obcích v regionu a dokonce se začali rozšiřovat i do měst (Třebišov, Michalovce). Kromě přímých materiálních škod na úrodě došlo i k rozšíření nákazy leptospirou (onemocnění označujeme jako leptospirózu), jež vyvolává horečnaté stavy a postihuje centrální nervovou soustavu, játra a ledviny.

Člověk nahrazuje rozmanitost přírodní vegetace monokulturami, což je z ekonomického aspektu výhodné, na druhé straně však ekologicky výrazně negativní, protože se přemnoží specializovaní škůdci. Příkladem může být invaze mandelinky bramborové, která byla původně rozšířena v teplých oblastech Severní Ameriky, kde se živila listy divoce rostoucích lilkovitých rostlin.

Na rozsáhlých porostech bramborových kultur však mandelinka našla daleko výhodnější životní podmínky, od r. 1859 do r. 1874 se rozšířila na atlantické pobřeží USA, v r. 1876 již byla nalezena v Německu a v podstatě se rozšířila po celé Evropě po 2.světové válce (v bývalém Československu se např. katastrofálně rozšířila v r. 1983). Jiným příkladem může být přemnožení škůdců v lesních monokulturách, např. lykožrouta smrkového. Velmi nebezpečné pro zdraví člověka je přemnožení některých plísní, které produkují jedovaté toxiny; např. plíseň *Aspergillus flavus*, zastoupená v hnijícím ovoci, obilí nebo zelenině, produkuje nebezpečný kancerogen - aflatoxin, který může vyvolat rakovinu jater (blíže viz E.Hadač, 1987).

Vážné ekologické následky pro původní ekosystémy mají tzv. vetřelci, tj člověkem zavlečené organismy do oblastí, kde zpravidla nemají přirozených nepřátel, takže se přemnoží. Školním příkladem je přemnožení králíků nebo zdivočelých koz v Austrálii.

Na nebezpečí zmenšování ploch tropických lesů kácením bylo upozorněno na jiném místě tohoto textu, přičemž důsledky těchto negativních antropogenních zásahů nemají pouze lokální charakter. K ekologickým katastrofám v důsledku velkoplošných zásahů do přírodních ekosystémů (odlesňování, napřimování toků apod.) náleží některé povodně a zesílená eroze půdy; antropogenně podmíněné faktory katastrofálního rázu se zpětně odrážejí v limitování půdního fondu jako základního výrobního prostředku pro zemědělství.

Katastrofálním rizikem pro krajinu je také chemizace prostředí, a to nejen používáním průmyslových hnojiv a pesticidů v zemědělství. Při výrobě různých chemických prostředků může v chemických provozech dojít k haváriím s katastrofálními následky pro krajinu i člověka v širokém měřítku. Velmi nebezpečné jsou různé deriváty dioxinu (heterocyklická sloučenina), vznikající při výrobě pesticidů a některých desinfekčních látek. K úniku dioxinu s následnými otravami došlo např. v r. 1954 v Hamburku (SRN) a v r. 1976 v Sovesu (Itálie). Další tragická událost, spojená s únikem dioxinu, se stala v r. 1984 v Bhópalu (Indie, stát Madhjapradeš), kde se v provozech nadnárodní firmy Union Carbide vyráběly pesticidy. Po úniku dioxinu z prasklého reaktoru v krátké době zemřelo 2500 lidí a dalších 50 000 lidí v širokém okolí bylo vážně zdravotně postiženo s trvalými následky. K obdobným katastrofám, avšak bez tak rozsáhlých následků, došlo také ve Švédsku a USA.

Tragické následky, a to nejen pro biotu, mělo používání defoliantů Američany v období vietnamské války. Tyto defolianty (především Agent Orange) poškodily porosty, znehodnotily podzemní vody a u obyvatelstva způsobily vážné zdravotní potíže (včetně mnoha amerických vojáků, kteří s těmito nebezpečnými látkami pracovali).

Závažnou otázkou je chemické znečišťování moří, a to nejen odpadními látkami, kteří přicházejí ze souše ve vodě toků, ale také únikem ropných produktů z havarovaných tankerů. K poslední z několika desítek havárií tankerů došlo v lednu 2001 v blízkosti Galapág, kde byly ohroženy vzácné endemické druhy flóry a především fauny.

10. KRAJINNÁ SYNTÉZA

Základním nástrojem komplexního výzkumu krajiny je krajinná syntéza, která vychází z podrobného poznání dílčích složek krajiny prostřednictvím analytického postupu. Cílem krajinných syntéz je poskytnutí nezbytných informací pro geografické prognózy. Krajinné syntézy představují soubor poznatků o krajině - kompletní a komplexní poznatky o krajině, viděné a hodnocené „očima“ člověka - obyvatele a uživatele krajiny (L. Mičian, F. Zatkalík, 1990).

Základem syntéz je tvorba, charakteristika a klasifikace homogenních prostorových jednotek. Jedná se o jednotky s přibližně stejnými geoekologickými (nebo krajinoekologickými) vlastnostmi krajiny. Cílem je vyčlenění typů geoekologických (nebo krajinoekologických) komplexů, které se navzájem odlišují různými kombinacemi hodnot vlastností jednotlivých krajinoformních složek. Realizace syntéz spočívá v postupné superpozici analytických, případně interpretovaných kartografických podkladů (Z. Izakovičová, M. Moyzeová, 1999). Naprosto nezbytným nástrojem postupného nakládání analytických map (dílčích syntéz až celkových syntéz) je technologie geografických informačních systémů, které pracují na principu jednotlivých vrstev. Každá vrstva může nést dílčí analytickou informaci - monotematický obsah (např. pH půdy, sklon georeliéfu, specifický odtok vody, atd.). Nakládáním vrstev vzniká nová kvalita, kterou lze pro dané území definovat komplexnější charakteristiky.

Pokud chceme přistupovat k výzkumu krajiny na systémové bázi nevystačíme pouze s analytickým přístupem. Některé původně obtížně řešitelné otázky (např. krajinný potenciál, únosnost krajiny, apod.) jsou bez krajinné syntézy dnes nepředstavitelné. Komplexní fyzikogeografický výzkum je tedy na krajinné syntéze přímo založený.

Z hlediska geografických syntéz byl důležitý rok 1980, kdy byla v rámci Mezinárodní geografické unie (IGU) ustavena pracovní skupina s označením „**Landscape Synthesis**“. Významné místo zde sehrál Geografický ústav Slovenské akademie věd, který se stal koordinačním pracovištěm této skupiny (vedoucím byl E. Mazúr). V roce 1992 vznikla nová pracovní skupina „**Krajinná syntéza**“ na platformě **IALE** (Mezinárodní asociace krajinné ekologie). Koordinátorem je Geografický ústav univerzity ve Varšavě (J. Urbánek, 1993).

Teoretickým a metodologickým základem na poli krajinné syntézy jsou práce E. Mazúra, J. Drdoše a J. Urbánka (1980, 1983). Výchozí hypotéza předpokládá, že krajina je prostorový hierarchicky strukturovaný celek, který se na všech hierarchických úrovních skládá z prvků anorganické, organické a humánní povahy. Takto pojatou krajinu lze adekvátně vyjádřit pouze pomocí prostorových vztahů. Studovat ji lze pouze syntetickými metodami, tzn. bez destrukce její prostorové integrity. Jinak řečeno, každá abstrakce redukující prostorovou komplexnost krajiny, odporuje základní hypotéze (J. Urbánek, 1993).

Krajinná syntéza byla v rámci IGU definovaná jako „**geoekologické základy komplexního řízení krajiny**“, čímž se ukázala její antropocentrická a environmentální orientace. Krajina je hodnocena jako místo, kde žije člověk a analyzuje se z pohledu celé řady životních potřeb a nároků společnosti. Antropocentrickou orientací tak krajinná syntéza odhalila aplikační možnosti. Krajinná syntéza se stala předpokladem pro řešení celé řady environmentálních problémů lokálního, regionálního nebo nadregionálního významu (J. Urbánek, 1993).

Velmi propracovaný systém krajinných syntéz obsahuje metodika **LANDEP (Landscape-Ecological Planning)** krajinoekologického plánování, jejíž zakladatelem byl na přelomu 70. a 80. let M. Růžička spolu s L. Miklósem (představitelé slovenské krajinoekologické školy).

LANDEP představuje mezinárodně uznávanou metodiku krajinoekologického plánování, kterou akceptovala Komise expertů Rady Evropy v dokumentech z Konference OSN o životním prostředí v Rio de Janeiro a je zakotvena v Agendě 21 jako jedna z doporučených metod pro integrovanou ochranu přírodních zdrojů (T. Hrnčiarová, Z. Izakovičová, eds., 1999). Následující část textu přibližuje princip krajinných syntéz tak, jak jsou využívány na platformě metodiky LANDEP.

LANDEP je specifickou formou komplexního krajinného výzkumu, který se vyznačuje určitým stupněm aplikace pro potřeby plánovací a projekční praxe. Jedná se o systémově uspořádaný účelový komplex aplikovaných krajinoekologických metod, jehož cílem je návrh krajinoekologické optimalizace, využití a ochrany krajiny (M. Kozová, 1999). Zabývá se problematikou **hodnocení ekologické stability krajiny, ekologické únosnosti, krajinným potenciálem, přírodními zdroji**, apod. Metodika má pět stupňů výzkumu:

1. **krajinoekologická analýza** - zaměřuje se na získávání vstupních informací o vlastnostech prvků krajiny (abiotických, biotických a socioekonomických) a tvoří ji prvky primární, sekundární a terciární struktury,
2. **krajinoekologická syntéza** - obsahem syntézy je tvorba a charakteristika homogenních prostorových areálů s přibližně stejnými krajinoekologickými vlastnostmi. Výsledkem syntézy jsou typy **krajinoekologických komplexů (KEK)**. Soubor hodnot vlastností daného typu KEK představuje určitou stejnou vhodnost (i únosnost) pro využití člověkem na celé jeho homogenní ploše a v rámci všech výskytů daného typu KEK. Jiný typ KEK pak má jinou vhodnost. KEK jako syntetická jednotka představuje základní operační jednotku dalšího rozhodování. Typy KEK vycházejí z následujících dílčích syntetických jednotek:
 - **typy abiotických komplexů** - jsou syntézou reliéfu, geologicko-substrátového komplexu, půdy, podnebí a vodstva. Jejich homogenní obsah předurčuje v základních rysech i jejich stejnou reakci na zásah člověka,
 - **typy současné krajinné struktury** - tvoří syntézu hmotných prvků, od málo transformovaných až po umělé prvky v krajině,
 - **typy ekologických a kulturních priorit** - jde o syntézu hmotných a nehmotných prvků s pozitivním až neutrálním působením na krajinu,
 - **typy současného zatížení krajiny** - tvoří syntézu nehmotných a hmotných prvků s negativním až neutrálním působením na krajinu, které vyvolávají různé chemické, fyzikální i jiné změny v krajině,
3. **krajinoekologická interpretace** - účelem kroku je pomocí analytických a dílčích syntetických až syntetických vlastností krajiny stanovit účelové (funkční) vlastnosti krajiny jako pomocné kritérium pro lokalizaci společenských aktivit v krajině,
4. **krajinoekologická evaluace** - proces stanovení vhodnosti krajiny pro lokalizaci vybraných společenských aktivit (požadavky versus limity),
5. **krajinoekologická propozice** - představuje konečnou fázi v řešení krajinoekologického plánování, dochází k návrhu optimálního funkčního členění krajiny (tzn. optimální lokalizace lidských činností v krajině) (T. Hrnčiarová, 1999).

Analytické nástroje poskytují dílčí fyzickogeografické disciplíny v podobě speciálních metod výzkumu. Umožňují detailní analýzu dílčích složek krajiny. Budeme-li pracovat na topické úrovni v rámci výzkumného bodu, použijeme celou řadu speciálních metod k tomu, abychom zjistily vlastnosti parciálních topů - od vlastností geologické stavby, přes půdotvorný substrát, vlastností georeliéfu, půdního krytu, hydrologických a klimatických poměrů až k vlastnostem biocenózy dané lokality. Provádíme tak analýzu geotopu ve vertikálním směru, přes jeho parciální složky.

Prostřednictvím dílčích analýz můžeme získat obrovské množství údajů, které charakterizují **stavové veličiny** (např.: sklon charakterizuje reliéf, pH reakce charakterizuje chemismus půdy, apod.) jednotlivých prvků (jedná se o parametrizované ukazatele prvků). U každého prvku může být definována celá řada stavových veličin jejichž hodnoty informují o **stavu daného prvku**. Volba stavových veličin je účelovou záležitostí, tzn. podle povahy úkolu volíme stavové veličiny jejichž hodnoty budeme zjišťovat. J. Minár (1998) v této souvislosti hovoří o tzv. **klíčových stavových veličinách**, které se vyznačují tím, že:

- výrazně ovlivňují fungování systému (tedy procesy, které zabezpečují dynamickou rovnováhu - stabilitu - systému),
- mají komplexní (syntetický) charakter (tzn. s jejich hodnotami velmi úzce korelují hodnoty celé řady významných stavových veličin).

Postupnou kombinací prvotních ukazatelů (rozuměj stavových veličin) a jejich interpretací lze vytvořit charakteristiku prvků nebo kombinací prvků, které charakterizují prostorové subsystémy. Jednotlivé **prvky krajinné struktury** (jde o areál různých hodnot stavových veličin nebo prostorových subsystémů, má určitou prostorovou diferenciaci) jsou navzájem velmi úzce propojené energomateriálovými toky, které je integrují do jednoho funkčního systému. Funkční integrace představuje reálnou krajinu, která poskytuje své užitkové vlastnosti člověku. Nemůžeme proto od sebe oddělit jednotlivé prvky krajiny, musíme na geosystémovém přístupu zachovat tuto integraci (L. Miklós, Z. Izakovičová, 1997). Ideální je stav, kdy prvky krajiny neanalyzujeme odděleně, tak jak to provádějí dílčí fyzickogeografické disciplíny, ale charakterizujeme je v rámci dílčích funkčních komplexů. **Stavové veličiny a prostorové subsystémy** (typologické jednotky, které představují dílčí syntézu fyziognomie, nejvýznamnějších vlastností, geneze, polohy prvků) těchto funkčních komplexů zároveň vyjadřují nejdůležitější vztahy v geosystému. Vztahy v krajině neurčujeme podle energomateriálových a informačních toků, ale podle stavu stavových veličin a charakteristik subsystémů jednotlivých prvků v komplexech. Při geoekologickém (nebo krajinoekologickém) výzkumu krajiny znázorňujeme stavové veličiny a prostorové subsystémy do map. Tab. 10.1. uvádí přehled základních vlastností aktuálního komplexního geosystému v krátké časové škále tak, jak ho prezentuje J. Minár (1998).

Tab. 10.1. Základní vlastnosti aktuálního komplexního geosystému v krátké časové škále (J. Minár, 1998).

Prvek	Syntetická klíčová stavová veličina	Klíčové stavové veličiny generalizované v syntetické veličině	Klíčové prvkotvorné procesy dynamické rovnováhy	Procesy transformace klíčové veličiny nebo její dynamiky s délkou trvání řádově v letech a se specifikací měněných veličin (zkratka v závorce)
Litosféra	Litotyp (L)	zpevnění (s), mocnost, minerální složení (m), puklinatost a zrnitost (p)	rovnováha zvětrávání a odnosu (pro zvětralinový plášť)	metamorfóza >10 ⁴ (m,s), magmatismus 10 ⁰ -10 ⁴ (L,m), zvětrávání 10 ³ ->10 ⁴ (s,m,p), odnos a akumulace 10 ³ -<10 ⁴ (L), vnitřní deformace <10 ⁰ ->10 ⁴

pokrač. Tab. 10.1.

Prvek	Syntetická klíčová stavová veličina	Klíčové stavové veličiny generalizované v syntetické veličině	Klíčové prvkotvorné procesy dynamické rovnováhy	Procesy transformace klíčové veličiny nebo její dynamiky s délkou trvání řádově v letech a se specifikací měněných veličin (zkratka v závorce)
Morfosféra	Typ elementární formy (F)	nadmořská výška (h), sklon (a), orientace (e), geometrická forma (f), poloha (p)	rovnováha odnosu a poklesu a akumulací a zdvihem	zdvih a pokles (tektonika, magmatismus, vnitřní gravitační deformace) $<10^0->10^4$ (F), odnos a akumulace $10^3->10^4$ (včetně vulkanismu 10^0) (F)
Pedosféra	Půdní jednotka (P) (půdní typ, subtyp, varieta, forma, půdní druh)	výskyt půdních horizontů (A, B), mocnost, obsah a druh organických látek (o), chemické složení (ch), vlhkost (v), textura (t), struktura (u)	vlhkostní a teplotní režim (x), dynamika chemického složení půdního roztoku (d), rovnováha tvorby půdy a odnosu	hromadění humusu 10^1-10^2 (A,o), transport látek v roztoku (vyluhování, zasolení, zavápnění, podzolizace, illimerizace, ...) 10^2-10^3 (B,t,ch,A), vnitřní transformace (sialitizace, glejový a pseudoglejový proces, zvětrávání substrátu...) 10^1-10^2 (B,t,ch), odnos a akumulace materiálu 10^1-10^3 (o,t,u,ch,A,B), vysychání a zamokření (r, d)
Biosféra	Biocenóza (B)	skladba stromového (s), keřového (k) a bylinného (b) patra, skladba zoocenózy (z), množství biomasy (m)	denní, noční a víceleté biocykly, dynamika tvorby biomasy (m), procesy zachovávající ekologickou rovnováhu	náhlé vyhytní (požár, smršť, přemnožení škůdců) $<10^0 \Rightarrow$ sukcese s návratem k původnímu klimaxu 10^1-10^2 (především s,k), postupné vymírání (změna vodního a teplotního režimu, kvalita vody, půdy a vzduchu) - sukcese s novým klimaxem 10^2 (B, resp. b), migrace (invaze) druhů 10^1-10^2 (s,k,b), evoluce 10^4-10^6 (B)

pokrač. Tab. 10.1.

Prvek	Syntetická klíčová stavová veličina	Klíčové stavové veličiny generalizované v syntetické veličině	Klíčové prvkovité procesy dynamické rovnováhy	Procesy transformace klíčové veličiny nebo její dynamiky s délkou trvání řádově v letech a se specifikací měněných veličin (zkratka v závorce)
Hydrosféra	Hydrotyp (H)	charakter vodního tělesa (řeka, moře, jezero, půdní voda, puklinová, průlinová, krasová voda) (ch), poloha hladiny (p), teplota (t), množství (m) a kvalita (q) vody	vodní bilance (b), režim pohybu vody (povrchové a podpovrchové) (s), režimy: hladiny (p), kvality (q), teploty (t)	makroklimatické změny 10^4 (H), změny režimu hladin (změny srážek, změny říčních toků, změny erozní báze) 10^2 - 10^4 (p-h, m), změny prostředí (akumulace a odnos, metamorfóza hornin, tektonika, magmatismus a vulkanismus) $>10^4$ (ch,p,m,q,s)
Atmosféra	Topoklima (T)	teplota (t), srážky (s), rychlost a směr větru (v), znečištění (i)	teplotní (t), srážkový (s), větrný (v), imisní (i) režim	makroklimatické změny 10^4 (T), změny aktivního povrchu 10^1 - 10^2 (t,v), lokální změny expozice vůči větru a Slunci $>10^4$ (T)

Princip dílčích syntéz si budeme prezentovat na komplexu **reliéf - tvary - dynamika povrchu**. Reliéf v krajinných studiích vystupuje jako velmi významný prvek, a to zejména z těchto důvodů:

- reliéf je v našich podmínkách hlavním diferenciačním faktorem všech geoeologických procesů;
- na rozdíl od ostatních složek krajiny máme reliéf velmi přesně zachycený v topografických mapách různých měřítek;
- analýza reliéfu se řídí přesnými metodami (morfometrická analýza reliéfu).

Stavové veličiny reliéfu vycházejí z analýz prostorové distribuce nadmořských výšek, která je funkcí polohy (zeměpisné šířky a délky), času a stavových veličin (proměnných) ostatních prvků geosystému (J. Krcho, 1991). Stavové veličiny reliéfu můžeme označit jako **morfometrické parametry reliéfu**. Předpokladem syntetických kroků je sběr dat z analytické fáze, kterou je morfometrická analýza.

Základní morfometrické parametry reliéfu prezentují tři skupiny ukazatelů:

- **topické (vertikální) parametry reliéfu;**
- **chorické (horizontální) parametry reliéfu;**
- **topochorické (vertikálně-horizontální) parametry reliéfu.**

1. Topické parametry reliéfu reprezentují:

- absolutní a relativní výšky;
 - sklon reliéfu;
 - horizontální křivost reliéfu (charakterizuje směr odtoku a integraci vody na svazích - konvergenci, divergenci);
 - vertikální křivost reliéfu (charakterizuje tendence pohybu hmoty na svahu - zrychlení, zpomalení);
 - forma reliéfu (je **prostorovou syntézou** horizontální a vertikální křivosti - 9 základních tvarů vychází z kombinace konvexního, konkávního nebo nezakřiveného tvaru obou křivosti, lze tak definovat komplexní tvar každé plochy);
- orientace reliéfu vůči světovým stranám (stabilní expozice vůči chodu Slunce).

Dílčí syntéza topických parametrů reliéfu

Principem je vymezení homogenních areálů na základě jednotlivých hodnot ukazatelů. Prostorovou syntézou jednotlivých topických ukazatelů dostáváme dílčí syntetické jednotky, které označujeme jako **morfotopy**.

Prostřednictvím vymezených morfotopů lze analyzovat dynamiku pohybu materiálu po povrchu (minimálně je nutné definovat sklon a křivosti) a hodnotit mikroklimatické poměry (minimální je určení sklonu a orientace).

2. Chorickými parametry reliéfu jsou:

- spádové křivky a směr spádu (konstrukce na základě horizontální křivosti a podle reálných antropogenních forem);
- hranice stejného směru a způsobu gravitace (hranice integrace - dezintegrace - pohybu vody a materiálu) - hřbetnice a antropogenní rozvodnice rozdělují území na elementární gravitační areály (mikropovodí);
- délka spádové křivky;
- tvar a velikost elementární gravitačních areálů;
- způsob integrace a propojení elementární gravitačních areálů.

Dílčí syntéza chorických parametrů reliéfu

Elementární gravitační areály (mikropovodí), které jsou vymezovány na základě horizontální křivosti reliéfu vymezují plochy, kde je jednotný směr a způsob gravitace. Na základě jejich charakteru lze vymezit syntetické prostorové subsystémy - **morfochory**. Ty jsou vymezované na základě horizontálních vztahů.

Mikropovodí lze prakticky využít k:

- řešení prostorových hydrologických problémů (zamokření, meliorace, apod.);

- interpretaci dynamiky pohybu vody a materiálu po svahu (eroze, akumulace, pohyb agrochemikálií, atd.).

3. Topickochorické parametry reliéfu

Vznikají na základě kombinace dvou předchozích skupin parametrů. Nejedná se o velikostní přechod od topické úrovně k chorické, ale o funkční kombinaci. Mezi nejčastější parametry této kategorie patří:

- topografická poloha morfortopů (relativní poloha vůči sousedním morfortopům);
- topografická poloha a propojení mikropovodí (prostorový vztah mikropovodí vůči sousedním plochám ve směru gravitace);
- relativní převýšení morfortopů v rámci morfochor;
- relativní převýšení mikropovodí a depresnost ploch;
- způsob sousedství mikropovodí;
- bariérový efekt hranic mikropovodí (stupeň izolovanosti);
- vzdálenost mikropovodí od konce hydrologického systému.

Syntéza morfometrických parametrů reliéfu

Pokud provedeme syntézu přes vytvořené morfortopy a morfochory získáme komplexnější morfometrické jednotky. Prostorově odpovídají mikropovodím a vnitřní obsah (členění) tvoří areály morfortopů. Tyto jednotky jsou ozančované jako elementární **morfotopochory**. Graficky lze morfotopochory znázornit kódovanou formou nebo slovní charakteristikou. Morfotopochory jsou základní prostorovou jednotkou pro hodnocení dynamiky pohybu vody a materiálu.

Na základě morfometrických syntéz lze interpretovat:

- **směr a způsob integrace povrchového odtoku vody;**
- **tendenci odtoku vody a transportu materiálu;**
- **velikost energie odtoku vody a odnosu materiálu.**

Syntetickým vyjádřením těchto interpretací je charakteristika **zón dynamiky svahu**.

Podobné principy syntézy lze aplikovat i u zbývajících komplexů primární struktury krajiny. V tab. 10.2. jsou shrnuty stavové veličiny a prostorové subsystémy primární struktury krajiny tak, jak je uvádějí L. Miklós a Z. Izakovičová (1997).

Tab. 10.2. Stavové veličiny a prostorové subsystémy primární struktury krajiny (L. Miklós, Z. Izakovičová, 1997).

Stavové veličiny	Prostorové subsystémy
Komplex substrát- podzemní voda- půda	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ textura a struktura hornin, zvětralin a sedimentů ❖ odolnost proti zvětrávání (geomorfologická hodnota hornin), ❖ chemická stavba (minerální síla hornin, zvětralin a pokryvů), ❖ inženýrsko-geologická hodnota substrátu, ❖ propustnost a zvodnění hornin, zvětralin a sedimentů, ❖ vydatnost zdrojů povrchových vod, ❖ chemismus a mineralizace podzemních vod, ❖ hloubka hladiny podzemních vod (absolutně podle nadmořské výšky, jako i pod povrchem terénu), ❖ režim podzemních vod, ❖ hloubka a skeletnatost půdy, ❖ textura půd (půdní druhy), ❖ struktura, konzistence, oglejení, ❖ vodní, solný a tepelný režim, ❖ obsah humusu a karbonátů, ❖ chemismus a sorbce půdy. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>geologické útvary (předkvartérní) podle geologických období,</i> ❖ <i>kvartérní útvary,</i> ❖ <i>typy hornin, zvětralin a pokryvů podle litologického charakteru,</i> ❖ <i>typy podzemních vod podle geneze, propustnosti, tlakových poměrů,</i> ❖ <i>půdní typy a subtypy</i>
Komplex reliéf- tvary- dynamika povrchu	
<p>a) <i>topické (vertikální) parametry reliéfu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ absolutní a relativní výšky terénu, ❖ sklon reliéfu, ❖ horizontální zakřivení, ❖ normální zakřivení, ❖ formy reliéfu, ❖ orientace ke světovým stranám, <p>b) <i>chorické (horizontální) parametry reliéfu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ směr (gravitace spádové křivky) a hranice stejného směru spádu, ❖ délka spádové křivky, ❖ tvar a velikost elementárních gravitačních areálů, ❖ způsob integrace elementárních gravitačních areálů, <p>c) <i>topicko-chorické (vertikálně-horizontální) parametry reliéfu:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ topografická poloha morfotopů, ❖ topografická poloha a propojení elementárních gravitačních areálů, ❖ relativní převýšení morfotopů v rámci morfochor, ❖ relativní převýšení mikropovodí a depresnost poloh, ❖ způsob sousedství mikropovodí, síla ohraničení mikropovodí, ❖ vzdálenost mikropovodí od konce hydrologického systému. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>morfotopy,</i> ❖ <i>morfochory (elementární odtokové areály, mikropovodí),</i> ❖ <i>morfotopochory</i> ❖ <i>elementární gravitační areály,</i> ❖ <i>jiné morfometricky charakterizované jednotky (např. antropogenní formy).</i>

Pokrač. Tab. 10.2.

Stavové veličiny	Prostorové subsystémy
Komplex reliéf- členitost- poloha	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ vertikální, horizontální a celková členitost reliéfu, ❖ topografická a orografická poloha typů reliéfu. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>typ reliéfu (nejrůznější úrovně),</i> ❖ <i>geomorfologické jednotky,</i> ❖ <i>orografické celky,</i> ❖ <i>přírodněpolohové regiony</i>
Komplex reliéf- povrchové vody	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ specifický poměrný odtok ❖ součinitel odtoku, (koeficient odtoku), ❖ integrace odtoku po elementárních gravitačních plochách a mikropovodích, ❖ průtok řek a množství odtoku, ❖ režim odtoku a další režimy řek (teplotní, plaveninový, chod ledů), ❖ plocha povodí, ❖ prostorová struktura a tvar hydrologických systémů, ❖ typ struktury hydrologických systémů. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>typy řek (podle režimu),</i> ❖ <i>povodí nejrůznějšího hierarchického řádu, včetně mikropovodí.</i>
Komplex reliéf- klíma	
<p><i>a) meteorologické prvky (ukazatele makroklimatu):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ teploty (průměry, extrém, režim), ❖ účelové ukazatele: inverze teplot, ❖ srážky (průměry, extrém, režim), ❖ účelové ukazatele: přívalové deště, specifická vydatnost, ❖ povětrnostní poměry (délka trvání, rychlost, směry), ❖ celková dráha větru, <p><i>b) morfoklimatické ukazatele:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ oslunění reliéfu (délka oslunění), ❖ množství dopadajícího slunečního záření na reliéf, ❖ zastínění reliéfu a chod stínu, ❖ koeficient zpomalení nebo zrychlení větru, ❖ expozice/ zastínění reliéfu vůči různým jevům. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>klimatické oblasti a podoblasti,</i> ❖ <i>klimatickogeografické typy,</i> ❖ <i>agroklimatické oblasti,</i> ❖ <i>fenologickogeografické typy,</i> ❖ <i>morfoklimatopy,</i> ❖ <i>morfoklimatochory,</i> ❖ <i>morfoklimatopochory.</i>
Komplex abiotický subkomplex- potencionální biota	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ teoreticky předpokládaná druhová stavba vegetace, ❖ ekologickofyziognomická charakteristika vegetační formace, ❖ teoreticky předpokládaná druhová skladba živočichů, ❖ stavové veličiny nebo typologické jednotky ostatních prvků geosystému klimatu, vodstva, půd, geologického podkladu, reliéfu. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ <i>geobotanické jednotky,</i> ❖ <i>fyto geografické oblasti,</i> ❖ <i>regiotypy živočišstva a zootessery.</i>

V konečné fázi komplexního výzkumu primární struktury krajiny dochází k vymezení **komplexních prostorových jednotek** opět na syntetickém základě. Komplexní prostorové jednotky by měly mít co nejkompaktnější obsah, nebo v případě speciálně orientovaných studií účelově zaměřený obsah. Postupné syntézy primární struktury krajiny představují v podstatě **fyzickogeografickou typizaci a regionalizaci**, tzn. proces tvorby **typů a regionů** fyzickogeografických komplexů (= geosystémů s fyzickogeografickým obsahem).

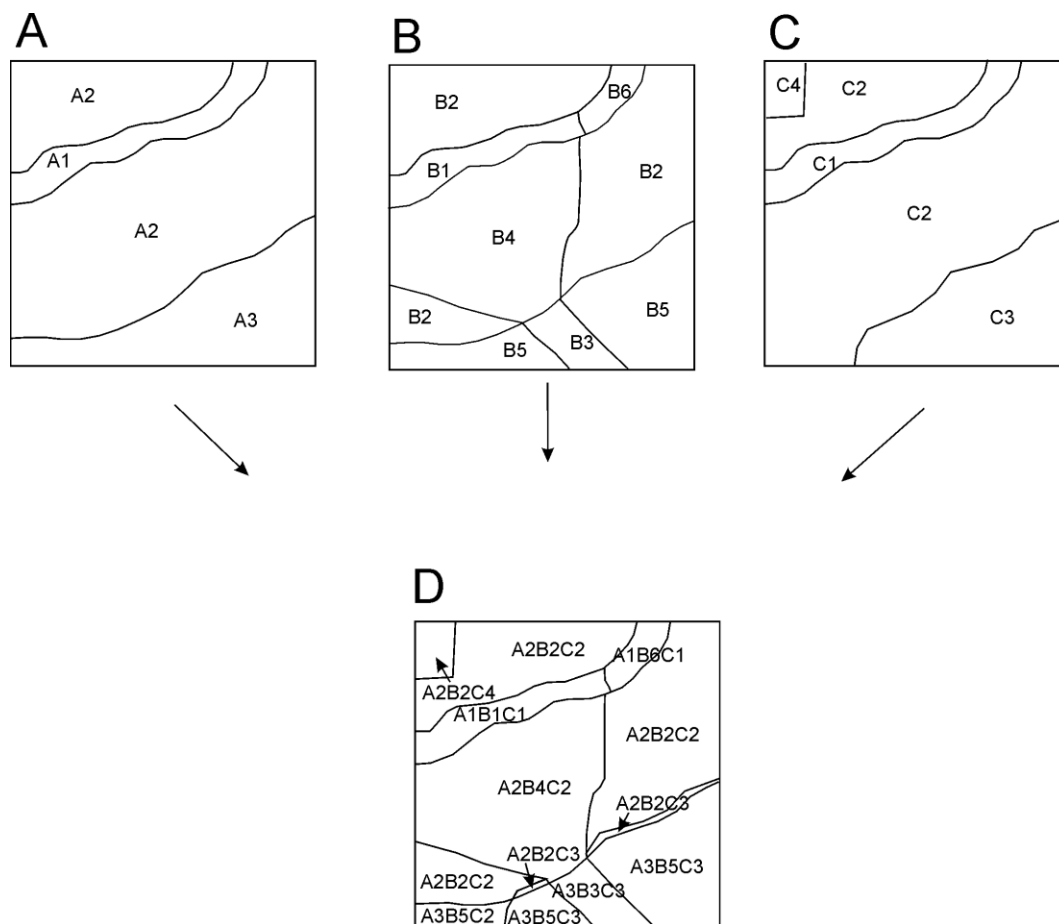
Princip spočívá v nakládání analytických map a map dílčích syntéz. Výsledkem je syntetická mapa, která má charakter od klasického fyzickogeografického členění až po kódovanou podobu. Ideálním způsobem tvorby syntetických map je využití technologie geografických informačních systémů, které mají širokou škálu analytických a syntetických nástrojů. Z několika analytických vrstev můžeme vytvářet celou řadu syntéz, tak jak to vyžaduje účel výzkumu (princip viz obr. 10.1.).

Výsledkem syntéz jsou **prostorové subsystémy - typy a regiony fyzickogeografických komplexů**. Jako jejich stavové veličiny vystupují vybrané stavové veličiny jednotlivých prvků primární struktury krajiny nebo prostorové subsystémy těchto prvků. Typy a regiony fyzickogeografických komplexů jsou komplexní prostorovou databází pro celou řadu interpretací a plánovacích procesů (viz např. LANDEP). Komplexní poznání primární struktury krajiny je východiskem pro další syntézy, které jsou založené na komplexním poznání sekundární a terciární struktury krajiny (blíže viz např. T. Hrnčiarová, 1999 nebo L. Miklós, Z. Izakovičová, 1999). Výsledkem pak jsou propozice.

Na doplnění uvádíme syntetické charakteristiky typů fyzickogeografických komplexů tak, jak se objevily v některých studiích:

- pahorkatinná, akumulčně-erozní krajina až krajina denudovaného podhůří vrchoviny s kapilárními podzemními vodami na suchých až mírně vlhkých sprašových tabulích s lesostepí až teplomilným lesem na černozemích až illimerizovaných půdách (E. Mazúr, K. Tarábek, J. Kvitkovič, 1983);
- subsystém fluviální roviny s karbonátovou a typickou nivní půdou s vrbovo-topolovým lesem (J. Feranec, 1978);
- subsystém erozně-denudační vrchoviny se zachovanými zbytky svrchnopliocéní úrovně zarovnaní na neogenních horninách pokrytých spraší s illimerizovanou půdou a se subxerofilní a mezofilní dubinou (J. Feranec, 1978);
- abiokomplexy hladkého reliéfu na mezozoických horninách a na bazálním paleogénu v periglaciální oblasti (M. Varšavová, 1999);
- abiokomplexy würmských morén, převažují kambizemě, rankery, podzoly, pararendziny (M. Varšavová, 1999);
- fyzickogeografický komplex aluviálních niv pahorkatin na sprašových hlínách (L. Miklós, Z. Izakovičová, 1997);
- fyziosystém na plošinách s převahou infiltrace, laterální pohyb je menší až žádný, slabá činnost ostatních fyzickogeografických procesů, na sprašových hlínách se vyvinula typická hnědozem (Drgoňa, V., 1983);
- mírně teplá kotlinová krajina s dubovou habřinou na illimerizovaných půdách (J. Urbánek et al., 1979);
- geoeologický (přírodní krajinný) typ - intramontánní nížinná krajina mírného pásma na zvlněných eolicko – fluviálních rovinách s regosoly a psamofytickou vegetací, pískové přesypy s hnědými nenasycenými půdami a borovými porosty (E. Mazúr, E. Krippel, A. Porubský, K. Tarábek In: Atlas SSR, s. 98 – 99, 1980);
- geoeologický typ středohorské krajiny - montánní krajina krasová na krasových planinách s lesostepí (E. Mazúr, J. Jakál, E. Krippel, K. Tarábek In: Atlas SSR, s. 100, 1980);

- typ nížinné krajiny – nízké terasové plošiny s hnědými nenasyčenými půdami, borovými dubinami s ostrůvky xerothermních dubin ((E. Mazúr, J. Jakál, E. Krippel, K. Tarábek In: Atlas SSR, s. 101, 1980);
- typ současné krajiny – kotlinová krajina, turisticko-rekreační s monokulturním lesem, lokálně s loukami (E. Mazúr, E. Krippel In: Atlas SSR, s. 102 – 103, 1980), atd.



Obr. 10.1. Schéma jednoduché syntézy:

- (A) – analytická vrstva reliéfu:** A1 – koryto vodního toku, A2 – niva, A3 – říční terasa;
(B) – analytická vrstva morfodynamiky: B1 – laterální eroze, B2 – povodňová akumulace a eroze, B3 – stržová eroze, B4 – akumulace, B5 – plošný splach, B6 – hloubková eroze;
(C) – analytická vrstva krajinného krytu: C1 – vodní tok, C2 – listnatý les, C3 – orná půda, C4 – zastavěná plocha,
(D) – syntetická vrstva rizika geomorfologického procesu: malé riziko (A1B6C1, A3B5C2), střední riziko (A2B2C2, A2B4C2), velké riziko (A1B1C1, A2B2C3, A2B2C4, A3B3C3, A3B5C3).

11. ZPŮSOBY HODNOCENÍ KRAJINY

Krajinu hodnotíme ze dvou pohledů, a to z hlediska **typologického** a hlediska **regionálního**. Základním hlediskem **typologické klasifikace** je uspořádání krajin do systému tak, aby je bylo možno mezi sebou srovnávat. Typologické jednotky se opakují na různých místech Země mozaikovým způsobem a tato opakovatelnost (na rozdíl od neopakovatelnosti individuálních regionálních jednotek) je pro typologickou klasifikaci podstatná. Základními jednotkami typologické klasifikace jsou reliéf (geneze, struktura, morfologie), dále klima, a to klima mezní vrstvy atmosféry, v níž se výrazně uplatňují vlivy aktivního povrchu - do výšek 800 - 1500 m; v tomto prostoru se projevují místní bouřky a větry, ale také všeobecná synoptická situace. Charakter typu krajin ovlivňuje také hydrická složka krajiny, která se spolu s atmosférou vyznačuje velkou mobilností, spojující nejen jednotlivé části krajiny, ale i jednotlivé krajiny v rámci krajinné sféry. Pedosféra a biosféra jsou do značné míry funkcí výše uvedených faktorů. Biogenní složka krajiny hraje v typologii významnou optickou úlohu, charakteristickou pro určitý krajinný typ.

11.1. Regionalizace a typologie krajiny

Podstatou **regionální klasifikace krajiny** je jejich rozlišení podle regionálně odlišných znaků, na jejichž základě se ohraničí individuální větší nebo menší část krajinného obalu Země. Základními příčinami regionálních odlišností jsou stavba a vývoj zemské kůry, jež jsou dány endogenními silami a dále klimatická diferenciací, ovlivněná tvarem a pohyby Země jako planety, což ovlivňuje odlišný přísun sluneční energie. Diferencovaná stavba litosféry podmiňuje hrubé členění Země na kontinentální bloky a velké oceánské deprese. Základní rozdíly těchto dvou stavebních jednotek litosféry jsou zřetelné z hypsografické křivky podle rozložení hloubkových a výškových pásů povrchu planety. Zemská kůra pod oceánskými pánvemi má menší mocnost a je tvořena bazickými horninami (především čedič - oceánský typ zemské kůry), kdežto kontinentální typ kůry pevnin tvoří svrchněji uložené žulové komplexy na komplexech čedičových.

Na velkých územních celcích (např. kontinentech) se vlivem klimatické diferenciací vyvíjí zonálně uspořádané geografické krajiny, které se dále člení na nižší taxonomické jednotky, např. provincie nebo subprovincie atd. Tak vzniká mnohostupňový systém regionálního členění Země, umožňující rozlišit složité jednotky s odlišnými, ale jimi vlastními a charakteristickými individuálními a neopakovatelnými znaky. Krajina z hlediska regionální klasifikace je jedinečná a neopakovatelná (např. Ostravská pánev, Moravský kras, Pavlovské vrchy atp.).

I přes malou rozlohu území České republiky jsou její krajiny z typologického hlediska velmi pestré, což je podmíněno litologií podloží a pestrostí georeliéfu. Při porovnání krajin západní (hercynské) části republiky s částí východní (karpatskou), jsou mezi nimi nápadné rozdíly. Západní část republiky se vyznačuje menší reliéfovou rozmanitostí s relativně vysokým zastoupením nížin, kotlin a pánví, kdežto východní část má reliéf pestřejší. V Atlase životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR (Praha - Brno, 1992) jsou krajiny České republiky rozděleny do tří krajinných typů 1. řádu, a to krajin nížin, krajin pánví a kotlin a krajin pohoří, přičemž vymezení krajin nižších řádů se opírá nejen o podloží a reliéf, ale také o charakteristiky podnebné a charakteristiky půdních a vegetačních asociací.

11.2. Přírodní a kulturní krajina

Přírodní krajiny jsou primární a nejsou v nich patrné ještě výraznější znaky antropogenních zásahů, protože jsou tvořeny pouze přírodními složkami a prvky. Přírodní krajiny vznikly výhradním působením přírodních činitelů a představují přirozený materiální rámec pro formování teritoriálních struktur životního prostředí. Vlastnosti každého takového přírodního územního celku ovlivňují charakter antropogenních aktivit v krajině a jejich územní rozdělení. Přírodní krajiny se zpravidla vyznačují vysokou druhovou rozmanitostí, jejich biomasa v závislosti na klimatických podmínkách je na hranici maxima a produkce se spotřebuje na udržení této biomasy. Plošky se zpravidla vytvářejí změnou abiotických faktorů v důsledku různých přírodních katastrof (např. požáry, laviny, velké povodně atp.) a přirozené koridory vznikají podél vodních toků.

V přírodní krajině dochází ke změnám vlivem různých přirozených situací, na kterých se však nepřímo může podílet také člověk. V **atmosféře** dochází k mimořádným srážkovým a tepelným výkyvům, sněžnou a mrazovou destrukcí mohou být zničeny celé ekosystémy, vítr působí deflačně i korazně nejen v oblastech skalních výchozů, ale také na vegetaci, je také významným transportačním činitelem v aridních a semiaridních oblastech. **Hydrosféra** je pozměňována extrémními výkyvy hladiny podzemních vod, vysokými vodními stavy a následnými záplavami, spojenými s vodní erozí a následnou sedimentací, v březních pásmech jezer (ale také velkých vodních nádrží) dochází k abrazi. Pedosféra je postihována erozí a gravitačními pohyby. Litosféru (vč. její povrchové části - georeliéfu) náhle modelují sesuvy vč. lavin, dále na ni působí na karbonátovém substrátu krasové procesy, projevují se také mrazové procesy, resp. i endogenní jevy, např. lávové proudy. Suchozemská biota je pozměňována býložravci nebo hrabavými živočichy a různými živočišnými i rostlinnými škůdci.

Kulturní krajiny vznikly z přírodních krajin hospodářskou činností člověka, čímž původní přírodní krajina získala novou kvalitu. Za nejmenší prostorovou jednotku kulturních krajin považujeme **sociotop**, který z hlediska socioekonomických krajinných prvků je homogenní. Počátky vzniku kulturní krajiny klademe do neolitu, což je spojováno se žďářením lesů pro primitivní zemědělské zásahy (pastevectví a pěstování zemědělských kultur). V krajinách postupně rostl počet umělých prvků a prvky přírodní získávaly nové vlastnosti, což představuje počátky jejich antropogenizace. Z hlediska charakteru lidských zásahů vzniká hospodářská krajina - např. krajina zemědělská, lesohospodářská, průmyslová, sídelní, rekreační atd.

Z hlediska intenzity antropogenních zásahů rozlišujeme v kulturní krajině:

- kultivovanou krajinu, kde hospodářská činnost člověka je do značné míry v souladu s přírodními podmínkami;
- degradovanou krajinu, která je hospodářskou činností člověka narušena, avšak existují ještě možnosti její potenciální regenerace;
- devastovanou krajinu, jejíž přírodní struktura je zcela zničena a její regenerace je finančně i technicky velmi náročná.

V rámci kulturní krajiny, kde degradace ani devastace nedosáhly neúnosné míry, rozlišujeme **obhospodařovanou krajinu** a **obdělávanou krajinu**.

- Krajina obhospodařovaná se vyznačuje tím, že jsou v ní vysokým podílem zastoupeny v lesích a na pastvinách původní druhy. Tam, kde dominují pastviny nebo obhospodařované lesy, je krajinná matrice poměrně plošně rozsáhlá. Převládají v ní však druhy, které jsou pro člověka potřebné - např. vhodné dřeviny pro následné zpracování,

traviny na pastvinách pro následnou produkci mléka a masa atp. V takové krajině jsou lidská sídla velmi řídká, na druhé straně jsou v ní antropogenní koridory (komunikace). Druhová diverzita v takové krajině zpravidla klesá ochuzováním o původní druhy flóry i fauny.

- Krajina obdělávaná má vysoký podíl orné půdy a jsou v ní zastoupeny části krajiny obhospodařované resp. i zbytky (byť z velké části antropogenizované) krajiny přírodní. Antropogenizace se projevuje nárůstem obdělávaných plošek a antropogenních linií, často jsou odstraňovány břehové porosty podél toků na úkor rozšiřovaných obdělávaných plošek. Půda je pro produkci zemědělských kultur intenzivně obdělávána, což může urychlit erozi půdy (odnos jemnozemě i živin); v tocích se tak zvyšuje množství plavenin. Druhová diverzita výrazně klesá a krajina se stává druhově monotónní.

Rozloha území na souši, které je dnes bezprostředně antropogenně ovlivněno, je odhadováno na 55 %.

Z hlediska **intenzity antropogenních zásahů** do původní přírodní krajiny je na Zemi možno vyčlenit 6 základních krajinných typů (F.Kele, P.Mariot, 1983).

1. přírodní krajiny bez hospodářského využívání:

- polární krajina;
- vysokohorská krajina;
- pouštní krajina;

2. přírodní krajiny s potenciálními možnostmi využívání:

- krajina deštných rovníkových pralesů;
- krajina tajgy;

3. extenzivně využívané přírodní krajiny:

- krajina tundry;
- krajina alpínských luk;

4. extenzivně využívané přechodné krajiny:

- krajina listnatých lesů;
- krajina savan;

5. zemědělské kulturní krajiny:

- zemědělská krajina;
- rekreační krajina;

6. městské kulturní krajiny

ad 1. Přírodní krajiny bez hospodářského využití:

- **polární krajina** má prvky a složky přírodního prostředí téměř neporušené, biota je zastoupena sporadicky a bohaté surovinové zdroje v důsledku klimatických poměrů resp. i na základě mezinárodních dohod (Antarktida) nejsou využívány;
- **vysokohorská krajina** s členitým reliéfem, drsným klimatem a svéráznou biotou se vyskytuje na všech kontinentech, avšak přírodní podmínky jsou pro trvalá lidská sídla velmi nevýhodné. Tato krajina je místy podle reliéfových možností překlenuta komunikacemi. K jejímu částečnému narušení (např. v Alpách) dochází v souvislosti s vysokohorskou turistikou, lyžováním a horolezectvím, protože v návaznosti na tyto

rekreační aktivity se budují nejen komunikace, ale i další infrastruktura, především v hospodářsky vyspělých státech (příkladem je Rakousko a Švýcarsko);

- **pouštní krajina** má nedostatečné srážky, nízkou vlhkost vzduchu a vysoké teploty s velkými rozdíly mezi dnem a nocí. Biota je velmi skromná. Základní příčinou nevyužívání této krajiny ve větším měřítku člověkem je nedostatek vody (v místech sporadického výskytu vody jsou oázy), i když v některých pouštních oblastech jsou naleziště surovin (především ropa a zemní plyn). Stálí obyvatelé pouštních oblastí se do jisté míry přizpůsobili těmto nepříznivým podmínkám (např. Tuaregové v oblasti střední Sahary) vytvořením specifického obytného prostředí a zvláštních sociálních vztahů.

ad 2. Přírodní krajiny s potenciálními možnostmi využívání:

- **krajina deštných rovníkových pralesů** má největší souvislou rozlohu v Brazílii (Amazónie), je zastoupena také ve střední Americe, v rovníkové Africe, v jihovýchodní Asii a na Nové Guinei. Vysoké srážky a teplota podmiňují vysokou relativní vlhkost vzduchu (90 % a více), což umožňuje zastoupení velmi pestré bioty s vysokou druhovou diverzitou. Terén je silně zamokřen a jediným komunikačními koridory pro člověka jsou zpravidla toky. Původní obyvatelé jsou svým nenáročným způsobem života přizpůsobeni zvláštnostem tohoto přírodního prostředí. Pronikání lidí z jiných oblastí je spojeno především s výskytem a těžbou vzácných dřevin a nerostných surovin. Tlak na kácení původních pralesních porostů, a to nejen pro dřevo, ale také pro získání zemědělské půdy, vede k nadměrné vodní erozi. Ničení pralesních porostů může mít i globální důsledky, především na bilanci oxidu uhličitého a kyslíku;
- **krajina tajgy** severní polokoule je zastoupena především odolnými jehličnany. Na rozdíl od severoevropské a především severoasijské tajgy má severoamerická tajga bohatší druhovou skladbu. Tajga má drsné klimatické podmínky, půda není vhodná pro zemědělské obdělávání a trvalá sídla jsou zpravidla jen v oblastech těžby surovin.

ad 3. Extenzivně využívané přírodní krajiny:

- **krajina tundry** na severu Asie, Evropy a Severní Ameriky má dlouhou studenou zimu a průměrná teplota nejteplejšího měsíce nepřesahuje 10°C. I přes nízké srážky (200 - 300 mm za rok) je terén v letním období silně zbahnělý, protože permafrost je pro vodu z činné vrstvy v období polárního léta nepropustný. Původní osídlení člověkem je řídké, avšak i v této krajině se začínají těžit suroviny, což v souvislosti s různými terénními úpravami porušuje termický režim v permafrostu a následné změny mohou ohrozit různé technické stavby (budovy, komunikace - viz např. BAM);
- **krajina alpských luk** v horských oblastech je na jednotlivých kontinentech v různých nadmořských výškách, což je dáno především postavením v horizontálním geomu, ale také expozicí. Krajina mezi horní hranicí lesa a nivační zónou je ohrožována lavinami, resp. skalním řícením. Je sezónně využívána jako pastvina, místy se v ní pěstují i nenáročné plodiny (např. v J. Americe). Její původní ráz se může negativně změnit intenzivní vysokohorskou turistikou, výstavbou komunikací a dalších objektů obslužné sféry (typické je to v rakouských a švýcarských Alpách, zčásti i Belanské Tatry na Slovensku).

ad 4. Extenzivně využívané přechodné krajiny:

- **krajina listnatých lesů** je zastoupena především na severní polokouli a je omezena na území, kde ve vegetačním období aspoň po 4 měsíce je průměrná teplota vyšší než 10°C a srážky v nejteplejším měsíci dosahují aspoň 100 mm. Tato krajina je silně ovlivněna člověkem, protože se rozkládá v nížinách a vrchovinách s nízkou reliéfovou energií. Původní listnaté porosty byly vykáceny a na jejich místech vznikla kulturní step (tyto změny jsou typické pro střední a západní Evropu). Došlo k úplné změně druhové skladby lesů a jehličnany se dostaly i do velmi nízkých poloh. V důsledku velkoplošné těžby dřeva jako suroviny došlo k závažnému narušení přírodních procesů, především hydrických a půdoochranných. Tato území, pokud v nich lesní porosty byly zachovány, plní v současné době také funkci rekreační. Lesní oblasti podléhají v současné době různému stupni ochrany - chráněné krajinné oblasti atp. Osídlení těchto krajín je relativně nízké, avšak v místech větších koncentrací obyvatelstva došlo k významným změnám prostředí;
- **krajina savan** je v subrovníkovém pásmu a srážky jsou sezónní v rozmezí 1000 - 2500 mm (průměrné měsíční teploty se pohybují mezi 14 - 24° C). Vyskytují se v Africe, ale také v Jižní Americe, na Malajském poloostrově a v Austrálii. Oblast savan náleží k nejstarším osídleným územím na světě a po staletí tento prostor sloužil jako loviště, v současné době je na tento krajinný typ velký tlak v souvislosti s růstem populace ve třetím světě.

ad 5. Venkovské kulturní krajiny:

- **zemědělská kulturní krajina** má z hlediska zájmů člověka základní výrobní funkci v rostlinné a živočišné výrobě. Lokalizačními činiteli jsou nejen přírodní předpoklady, ale také vazby na přírodní zpracovatele zemědělských surovin a odběratele. Plošné zvětšování zemědělské krajiny souvisí s vývojem lidské společnosti a s její závislostí na růstu produkce potravin. Ještě v 19. století pracovala převážná část lidské populace v zemědělství (asi 75 %), v současné době tento podíl celosvětově klesl pod 50 % a v hospodářsky vyvinutých zemích se pohybuje pod hodnotou 20 %. Hlavního činitele těchto změn lze vidět v mechanizaci a racionalizaci zemědělských prací. I když spektrum zemědělských krajín v různých oblastech světa je velmi rozmanité, společné pro ně je to, že se výrazně změnila druhová skladba rostlinných společenstev do takové míry, že některé druhy zcela vymizely. Zvláště to platí v mírných zeměpisných šířkách obou polokoulí v oblasti stepí, préríí a pamp, kde se původní rostlinná společenstva zachovala pouze na chráněných plochách. Mechanickými i chemickými zásahy do půdního krytu se podstatně změnila struktura půdy a řada dalších jejích přírodních vlastností, což přispělo k různým degradačním procesům, především erozi, jejíž důsledky se zpětně negativně odrážejí ve snížení produkce. Zvláštním subtypem zemědělské krajiny je průmyslově zemědělská krajina, v níž jsou zastoupena i velká technická díla (např. velké vodní nádrže, tovární komplexy atd.), což omezuje možnosti rozvoje nejen vlastního zemědělství, ale také rekreace;
- **rekreační krajina** do značné míry svým vznikem a funkcemi souvisí s rozvojem urbanizace především v druhé polovině 20. století v hospodářsky vyvinutých zemích. Na rozvoj strukturálních a funkčních prvků rekreační krajiny mají rozhodující vliv přírodní poměry, které určují její atraktivitu. Rekreační krajina má různé funkční varianty. V globálních rozměrech určují základní črty teritoriálního zastoupení např. rekreační krajiny pohoří, v nichž se sněhová pokrývka udrží více než 120 dní v roce nebo mořská pobřeží s průměrnými denními teplotami nad 18°C aspoň po 4 měsíce. S rozvojem

rekreační krajiny se prolínají zájmy cestovního ruchu, zemědělství (resp. lesnictví), průmyslové výroby a dopravy, což se zpravidla může projevit v krajině negativně. Rekreační krajina náleží k nejmladším projevům interakce přírodních a socioekonomických prvků krajinného systému.

ad 6. Městské kulturní krajiny:

Vytvářely se v oblastech starých kultur po tisíciletí. Jejich rozvoj v posledních dvou staletích je vázán na industrializaci. Světovým trendem je růst podílu městského obyvatelstva na celkovém počtu obyvatel a probíhá i v rozvojových zemích. S procesem rozvoje městské krajiny, v níž jsou pozměněny nebo zcela zničeny původní prvky přírodního prostředí, je spojena primárně především průmyslová výroba. V městech s dobře vyvinutou centrální funkcí mají důležité postavení mezi činiteli, kteří formují životní prostředí městské krajiny různé výstupy sociologických procesů, formované, kromě jiných, vysokou hustotou obyvatelstva, psychickými specifiky duševní práce, vysokou hlučností prostředí atp. Tito sociologičtí činitelé se odrážejí do značné míry i v teritoriálních zvláštностech městské krajiny a ovlivňují i jejich zázemí, ve kterém určují především rozmístění, funkční strukturu a tempo vývoje přilehlé zemědělské nebo rekreační krajiny. Od začátku 20. století do roku 2000 vzrostl celosvětový podíl městského obyvatelstva z 12 % na 50 %. Roste tím i hustota zalidnění měst, což vyvolává tlak na využívání ploch v zázemí měst, které plní důležitou funkci v mechanismu jejich hospodářské základny.

11.3. Krajinné série

Podle E.Hadače (1982) je základní jednotkou typologické klasifikace **krajinný celek** jako celistvá část krajiny s jednotným charakterem a ohraničením s tím, že některé jeho rysy jsou společné pro řadu krajinných celků. Tato shoda je podkladem pro seskupování krajinných celků do **skupiny krajinných typů** a dále **série krajinných typů**. Výše uvedený autor rozlišuje 10 sérií krajinných typů, z nichž se každý vyznačuje určitým vnějším vzhledem, vnitřní strukturou a složitými vazbami mezi jejich jednotlivými složkami. Každá série má odlišnou energetickou bilanci a odlišný vývoj v prostoru a čase.

1. Série mikrotermních abiogenních krajinných typů jsou prakticky bez vegetace a jsou zastoupeny v centrální části Antarktidy, Grónska a v nejvyšších polohách velehor. Jejich rozšíření je podmíněno nízkými teplotami a nedostatkem vody v kapalném stavu. Nejnižší teploty se dostávají až pod -80°C a rychlosti větru dosahují až $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hlavními morfogenetickými procesy jsou procesy glaciální, kryogenní a eolické. Pobyť člověka a využívání přírodních zdrojů v tomto krajinném typu je obtížné a technicky velmi náročné. Jejich přírodní ráz je člověkem téměř nenarušen.

2. Série arktických tundrových krajinných typů má lišejníkovou a mechovou vegetaci, místy rašeliniště a traviny. Převážně je zastoupena na severní polokouli severně od polární hranice lesa v Euroasii a Severní Americe; na jižní polokouli v podstatně menších plochách, např. v nejj jižnějších oblastech Jižní Ameriky. Průměrné teploty nejteplejšího měsíce nepřesahují $+10^{\circ}\text{C}$, v krajině v důsledku nízkých teplot je zastoupena trvale zmrzlá půda (permafrost). Převládajícími morfogenetickými procesy jsou procesy kryogenní. Dlouhodobé nízké teploty a krátké polární léto podmiňuje slabou tvorbu surového humusu, např. na poloostrově Kola je ročně produkováno pouze 600 - 800 kg sušiny na 1 ha.

Po dlouhou dobu byla tato série převážně využívána k lovu zvěře, v posledních desetiletích jsou zde těženy suroviny (především fosilní paliva) s technicky náročným zařízením (severní část Sibiře a Kanady, Aljaška).

3. Série hypoarktických (subarktických) tundrových a lesotundrových krajinných typů má přechodný ráz mezi tajgou a tundrou a je charakterizována kromě sporé tundrové vegetace také zakrslými dřevinami (vyskytuje se např. v severní části Uralu). Produkce fytomasy je ve srovnání s předcházející sérií větší (700- 1100 kg sušiny na 1 ha), rozklad opadu je však v důsledku nízkých teplot velmi pozvolný, takže dochází k hromadění surového kyselého humusu. I když teploty nejteplejšího měsíce se pohybují mezi 8 - 15° C, bezmrazové období trvá maximálně 3 měsíce a lednové teploty (na severní polokouli) se pohybují mezi -36 až -38° C. Převládá permafrost a reliéf je modelován periglaciálními procesy. Těží se suroviny, další hospodářské využití spočívá v lovu kožešinové zvěře.

4. Série krajinných typů jehličnaté tajgy má reliéf pokryt souvislými jehličnatými porosty -převládá hlavně smrk, borovice, jedle, modřín. Z celkové rozlohy této série je 55 % zastoupeno v Euroasii (Sibiř), 40 % v Severní Americe (Kanada, Aljaška), v malých plochách je také zastoupena na jižní polokouli (jih Jižní Ameriky). Podnebí má výrazně kontinentální charakter, v období krátkého polárního léta se průměrné teploty pohybují mezi 10° až 20° C, avšak okamžité zimní teploty mohou vysoce překračovat -70°C. Tajga leží převážně na nesouvislém permafrostu a srážky, které nemohou zasáknout (v přechodných obdobích je také nízký výpar) podmiňují silné zbahnění terénu. Vedle kryogenních procesů jsou pro letní období typické také gravitační procesy a procesy fluvialní. Roční produkce fytomasy činí 4000 - 8000 kg sušiny na 1 ha. Pro člověka je tato série významná především bohatstvím dřeva a kožešinové zvěře.

5. Série krajinných typů listnatých a opadavých lesů je prezentována především duby a buky, z jehličnanů jsou to smrky a borovice a podél toků jsou typické lužní lesy. Rozsáhlé plochy zaujímá především v Euroasii a Severní Americe, na jižní polokouli se nevyskytuje. V rámci této série je vysoká diferenciace dána především místními podmínkami, zvl. reliéfem a charakterem podloží, ale také oceanitou nebo kontinentalitou podnebí. Listnaté stromy jsou bohatým zdrojem biomasy (v Rusku činí v této oblasti roční produkce fytomasy až 10 000 kg sušiny na 1 ha). V závislosti na srážkách a nadmořské výšce je její reliéf modelován především fluvialními a svahovými procesy. V krajinách této série je zřetelná antropogenní činnost, původně zalesněné plochy po vykácení byly přeměněny v pole a louky, krajina je antropogenizována sítěmi komunikací, dálnicemi a vodohospodářskými zásahy a průmyslovou činností. Zřetelné znaky antropogenizace vedou k narušení až devastaci krajiny.

6. Série stepních a préríjních krajinných typů je charakterizována travními porosty a některými xerofytními bylinami (např. pelyněk). Jsou zastoupeny v kontinentálních oblastech Severní Ameriky (prérie), Euroasie (stepi) a v jižní Americe do jisté míry této sérii odpovídá část pampy. V černozemních půdních typech je zastoupen mocný humusový horizont. Produkce biomasy stepi dosahuje v průměru 10 000 - 27 000 kg sušiny na 1 ha a mineralizace v závislosti na podnebí je poměrně rychlá (2 - 3 roky). Podnebí určuje základní vodní morfogenetické procesy, zvl. splash, stružkovou a stržovou erozi - tvoří se ovragy a balky. S poklesem srážek klesá také množství organické hmoty a tím také množství iontů vápníku, zvyšuje se podíl sodíku, draslíku a chlóru. Vyšší koncentrace solí má v některých částech za následek vznik solonců, solodů a solončáků. Úrodnost stepních a préríjních půd vedla k antropogenním zemědělským zásahům a k rozšíření náhradních biocenóz, podstatně se v nich zvětšila také vodní i eolická eroze.

7. Série krajín deštných pralesů se vyznačuje velmi silnou látkovou výměnou vlivem vysokých teplot a vlhkosti. Produkce biomasy dosahuje 30 000 - 50 000 t sušiny na 1 ha, opad je však rychle mineralizován a živiny jsou odnášeny srážkovou vodou. Vlivem vysokých srážek a teploty dochází k intenzivnímu chemickému zvětrávání, báze jsou vodou

vyluhovány, což vede k pasivnímu hromadění sesquoxidů (Al_2O_3 , Fe_2O_3), dochází k lateritizaci (vnější tropy) resp. kaolinizaci (vnitřní tropy). Půda deštných pralesů je velmi chudá na živiny a po mýcení tropických pralesů je velmi rychle degradována vodou. V oblasti hornatin a velehornatin této série se vyvíjí nápadná výšková stupňovitost, protože se stoupající nadmořskou výškou se mění teplotní a vláhové poměry a následně i ráz vegetace. Tuto situaci komplikuje dále sklonitost a expozice reliéfu, což vede k nápadným změnám vertikálních geomů na poměrně malých plochách.

8. Série savanových krajinných typů s travnatými porosty a rozptýlenými dřevinami je v podstatě obdobou tropických stepí nebo prérií mírných zeměpisných šířek. I když základní příčinou vzniku savan je podnebí, na rozšiřování jejich ploch se může podílet i člověk. Sezóna srážek je v této sérii ostře vyhraněna, dochází k rychlému růstu travin, na něž jsou vázána velká stáda býložravců. Střední produkce biomasy se pohybuje kolem 10 000 t sušiny na 1 ha. Savany jsou zastoupeny především v Africe, Jižní Americe (llanos, campos) a v Austrálii. Savany představují vhodné prostředí pro zemědělské využití, především pro pastevectví; tato antropogenní činnost vede často k degradaci a urychlené erozi.

9. Série pouštních krajinných typů má sporadickou vegetaci sukulentního charakteru. Rozšíření této série závisí na klimatu, protože leží v oblastech subtropických maxim. Typické pro ni je mechanické zvětrávání insolačního charakteru, avšak ani chemické zvětrávání není zanedbatelné, protože významnou úlohu v něm sehrává rosa a kapilární vztlínání vody. V morfologii reliéfu této série sehrává důležitou úlohu vítr (deflace, koraze, akumulace) a je zastoupena na Sahaře, Arabském poloostrově, v Austrálii atd. Silný výpar má za následek výkvět solí na povrchu reliéfu (solné pouště). Působení člověka v této sérii je omezena klimaticky, místy jsou však těženy energetické suroviny a fosfáty (např. v severní Africe).

10. Série xerických (megatermních) abiogenních krajín jsou zastoupeny v extrémně suchých pouštích s naprostým nedostatkem srážek. Silná eolická činnost se projevuje tvorbou písčinych dun (saharské ergy) a je zastoupena ve vnitru Sahary, Arabského poloostrova aj.

Všechny typy sérií jsou aspoň zčásti ovlivněny lidskou činností, stupeň ovlivnění je však závislý na klimatických poměrech a možnostech hospodářského využívání.

12. MODELOVÁNÍ KRAJINNÉHO SYSTÉMU

Krajina představuje komplikovaný systém, který lze pro potřeby jeho dokonalejšího poznání abstrahovat do podoby modelu. Jedná se o uměle vytvořený objekt v podobě schématu, nákresu, mapy, logickomatematických konstrukcí, které jsou analogií reálně existujícího objektu nebo jevu. Každý **model představuje určité zjednodušení reality**.

Modelování dnes ve fyzické geografii představuje základní nástroj výzkumu ve všech dílčích disciplínách i komplexních studiích. Prostřednictvím modelu můžeme simulovat účinek skutečného nebo hypotetického procesu v dané složce krajiny nebo v celém krajinném systému. Výsledek lze využít k prognózování možných následků působícího procesu nebo skupiny procesů. Na jedné straně může být simulace založená na pouhém dosazení hodnot do vzorce a na správném výběru vzorce (**empirické modely**), který popisuje daný jev v krajinné sféře. Druhým případem je simulace založená na detailně prozkoumaném procesu, který reálně existuje (**fyzikální modely**).

Nejpřesnější jsou tzv. **deterministické modely**, kdy pro daný soubor vstupních údajů dostáváme jedinečné prognózy. Jiným typem jsou **stochastické modely**, které zahrnují ve svých algoritmech určitý stupeň náhodnosti, resp. změny prvku v průběhu procesu nebo hodnot vstupních charakteristik modelu. Stochastické modelování proto přináší širší škálu možných výsledků, přičemž vlastní předpověď má určitou míru pravděpodobnosti, že daná situace skutečně nastane.

Z uvedeného vyplývá, že model nikdy nemůže plně nahradit reálný jev. Vystupuje pouze jako analogie, která má některé vlastnosti a chování shodné s realitou. Modely se ve své konstrukci různě odlišují od skutečnosti - fyziognomií a tím, jak kvalitně predikují chování zkoumaného objektu. Fyzická podobnost nutně neznamená, že model bude efektivní. M. J. Kirkby et al. (1987) uvádí poučný příklad: „řekneme-li o Měsíci, že vypadá jako kus zeleného sýra, dozvíme se ve skutečnosti jen velice málo o jeho reálných vlastnostech“.

Empirické modely jsou schopné vyjádřit náchylnost krajiny k potenciálnímu nebo reálnému procesu (např. vodní erozi). Empirické modelování může mít semikvantitativní (výpočty probíhají na základě expertního odhadu vlivu jednotlivých parametrů - např. Stehlíkova metoda hodnocení eroze půdy) nebo kvantitativní charakter (výpočet je založen na empiricky změřených datech - při modelování vodní eroze se jedná o metodu Wischmeier - Smith). Tyto jednodimenzionální statistické modely však nepopisují reálný průběh procesů dostatečně přesně neboť nezohledňují úplně přesně složitou vnitřní strukturu procesů. Musíme si uvědomit, že procesy probíhající v krajině obsahují celou řadu podprocesů jejichž rovnice v modelech však neodráží složité a většinou nelineární vztahy mezi faktory. Využití takto konstruovaných modelů je proto do jisté míry omezené (Hofierka, J., Šúri, M., 1999).

Používání empirických modelů postupně nahrazují **fyzikální modely**, které jsou založeny na vzájemné kombinaci analytických rovnic. Prostřednictvím analytických rovnic jsou definovány jednotlivé dílčí subprocesy (Hofierka, J., Šúri, M., 1999). Základem modelů je rovnice zachování hmoty a energie. Modely tohoto typu mají i své nevýhody, a to velkou náročnost na vstupní údaje.

Modelovat můžeme tedy celou řadu procesů a získat poměrně přesné údaje o dalším vývoji krajinných složek (např.: pobřežní erozi a sedimentaci, změnách říčního koryta, eroze v povodí, atd.). Zásadní je, aby model odpovídal fyzikálním zákonům, které fungují v reálném objektu. Např. model simulující laminární proudění ve zvodni pracuje s Darcyho vztahem, kde je laminární proudění proporcionální hydraulickému spádu, koeficientu filtrace a průtočné ploše. Průtok daným kolektorem pak můžeme modelovat díky měření proudění v

materiálu stejné hodnoty filtračního koeficientu. Tento druh analogického modelu je pouze prvním krokem na cestě k abstraktní prezentaci jakéhokoliv procesu reálné krajiny prostřednictvím matematického nebo logického vyjádření. Darcyho vztah nepopisuje skutečnost dokonale, neuvažuje se v něm s komplikovanými podmínkami proudění podzemních vod, kdy i ve zcela homogenním prostředí dochází ke změnám v pohybu vody. Budeme-li s naším modelem postupovat do hlubších zvodní nebude Darcyho vztah vůbec vystihovat realitu.

Užití složitějších modelů je prakticky nemyslitelné bez použití moderní výpočetní techniky. Počítač se sice fyzicky od původní reality odlišuje, ale pracuje na základě matematických vzorců, které jsou abstrakcí skutečnosti. Počítačové modely se environmentálním objektům a procesům blíží na úrovni matematické abstrakce. Stupeň podobnosti nepotvrzuje ani nepopírá efektivitu modelu vzhledem k reálnosti výsledku. Je snadné, ale také zcela chybné předpokládat, že když je počítačový model založen na matematické abstrakci, tak že prognózy na něm založené musí být správné. Stejně snadná a podobně nesprávná je úvaha, že když se počítačový model fyzicky nepodobá krajíně, budou jeho výsledky nesprávné. Pravda leží někde mezi oběma extrémami. Tento fakt platí jak pro počítačové modely, tak pro ostatní modely, hypotézy nebo teorie.

Platí, že model je takový, jaké jsou hypotézy, na kterých je postaven a jaká data do něho vstupují. Pokud předem nadefinované předpoklady, ze kterých model vychází jsou správné, pak pravděpodobně získáme korektní výsledky. Přesto si je třeba uvědomit, že každý model pracuje na určité hladině spolehlivosti a získané prognózy je nutné ověřovat a testovat, přičemž modelem produkované výsledky by měly být ověřitelné. Počítačové modely mají numerickou a logickou podstatu, jsou tedy do jisté míry kvantitativními modely. Výsledky modelu lze v celé řadě případů ověřit na souboru dat získaných v reálu, které jsou nezávislé na souboru dat vložených do modelu. Můžeme tak simulované stavy podrobit exaktnímu testu. Z výsledků je možné vytvářet i kvalitativní závěry, jež jsou také srovnatelné s realitou.

Prakticky se v současnosti modelování nejčastěji používá v meteorologii, klimatologii, hydrologii, geomorfologii a v geoekologii. V ostatních disciplínách fyzické geografie se modelování používá mnohem méně. Z modelování vlastních objektů (např. v geomorfologii se jedná o tvary reliéfu) se postupně pozornost zaměřila na procesy, které se v rámci daných objektů uplatňují (např.: morfodynamická složka georeliéfu). Vznikají kvantitativní studie zabývající se povrchem naší planety. Velmi důležitou roli v těchto studiích sehrává topografie (především pokud jde o geomorfologické modely, ale uplatňuje se i v hydrologických a klimatických modelech).

12.1 Digitální model reliéfu

Topografie je využívána jako základ pro morfologickou charakteristiku povrchu - morfometrii. Ta je základem pro modelování geomorfologických procesů. Matematické vzorce popisující změny forem reliéfu krajiny reprezentují procesy jejichž působení je determinováno formou samotnou (R. L. Shreve, 1972). Zatímco topografie ovlivňuje charakter hydrologických procesů, charakter těchto změn mění topografii území. Kvalitativně bylo dokázáno, že půdní vlhkost a charakter odtoku reflektuje zakřivení vrstevnic, které je vyjádřeno kvantitativně příslušným indexem. Morfometrické analýzy, tak jak jsou známy z kurzů geomorfologie, je dnes možné provádět počítačově. Základem je existence **digitálního modelu reliéfu (DMR)**. Na DMR pak můžeme identifikovat místa krajiny, kde se uplatňují různé svahové procesy, pohyby hmoty a povrchový odtok, apod. Je si třeba uvědomit, že

modelované geomorfologické procesy nemění pouze morfometrické parametry georeliéfu, ale že se s nimi mění i charakter krajiny.

Konvergence odtoku ve svahové depresi může způsobit další zvýraznění této formy v reliéfu díky rozpouštění, zároveň se přitom mění efekt minerálního složení půdní vláhy, doby zdržení a chemické kinetiky. Morfologie území tak není pouze důsledkem minulých procesů, ale ovlivňuje charakter současné eroze a tím i budoucí morfologii území. Tato zpětná vazba staví reliéf do pozice ne pouze pasivního produktu zvětvávání, ale do role aktivního faktoru vývoje reliéfu. Tuto zpětnou vazbu je třeba kvantifikovat. Děje se tak již ve fluvialní geomorfologii. Vývoj procesně orientované simulace, prostřednictvím které bychom byli schopni pochopit vývoj forem georeliéfu potvrzuje důležitost přesného určení topografické hranice dané charakteristiky (N. L. Lane, J. H. Chandler, K. S. Richards, 1998).

„Nejjednodušším“ modelem v geomorfologii je topografická mapa území, která je dále geomorfologickou analýzou interpretována. Další modely tak v podstatě vycházejí již z jisté abstrakce skutečnosti, kterou je i vlastní mapa. Na bázi topografické mapy v analogové podobě či bodového výškového pole je založena tvorba DMR, na kterém jsou simulovány geomorfologické procesy, geneze forem, stabilita svahů, eroze - transport - sedimentace v korytě toku, apod. Digitální model reliéfu má různou úroveň přesnosti a může mít různou formu. Nejideálnější jsou 4-D modely, kde čtvrtým rozměrem je čas. Takový model nám může ukázat změny povrchu v časoprostorové jednotě. Aktuální stavy systému mohou být evidovány tzv. on-line (kontinuální monitorování), nebo se mohou do modelu zanášet ve stanovených časových intervalech (např.: pravidelná měření nebo dokumentace formy prostřednictvím digitální pozemní fotogrammetrie).

Data pro tvorbu DMR a samotný DMR nelze přijímat bez kritického pohledu, protože jeho kvalita je prvním krokem ke správnému výsledku simulace. Pokud zjišťujeme změny reliéfu v čase a využíváme k tomu vždy nově konstruovaný DMR, musíme mít na zřeteli, že zjištěné rozdíly nemusí být následkem geomorfologického procesu, ale chybně vytvořeného DMR. Do modelu nám mohou vstupovat chybně v terénu naměřená data nebo DMR může být chybně definován. Obecně se mohou vyskytnout tři skupiny chyb, které mohou výrazně zkreslit výsledný geomorfologický model:

- **náhodné chyby** - lze je během měření předpokládat a statisticky modelovat;
- **systémové chyby** - představují matematicky chybný způsob sběru dat;
- **chyby z nepozornosti** - chyby vzniklé během vlastního měření, kterým se lze vyhnout.

Za tvorbou DMR stojí poměrně složitá teorie (např. otázky interpolací) a řeší ji příslušná odborná literatura. Pokud jde o přesnost DMR platí, že zásadní je účel, ke kterému budeme DMR využívat.

Jinou, avšak stejně důležitou skupinou problémů geomorfologického modelování jsou časová a prostorová měřítka simulací. Geomorfologové se velmi často orientují na velmi malé lokality, které sledují po relativně krátké období. Mnohem důležitější je však pochopení georeliéfu jako celého systému. Rozpoznání vazeb mezi chováním forem různých měřítek a role, kterou v procesech sehrávají během krátkého období a na malém území musí mít za cíl dlouhodobý vývoj reliéfu v širším prostoru. Pro toto poznání je nevyhnutelný sběr dat přímo v terénu, v dostatečně husté pozorovací síti a ve velkém časovém rozlišení. Prostorové i časové měřítka musí odpovídat výzkumnému účelu. Jedním z důvodů orientace na prostorově malé dynamické systémy je fakt, že data ilustrující vazbu „**forma reliéfu - proces**“ jsou poměrně snadno získatelná. Prostřednictvím těchto dat si lze ověřovat hypotézy vývoje forem reliéfu.

Ve fyzické geografii byly v 70. letech zavedeny modely pochodu (procesu) a odezvy (J. R. Chorley a B. Kennedy, 1971; J. R. Chorley, 1972). Tyto modely jsou explicitním vyjádřením morfologie reliéfu. Proces je definován matematickým vyjádřením, které charakterizuje vztah mezi materiálním tokem a morfologickými atributy dané části reliéfu.

Empirické parametry tohoto vztahu byly často prostorovým průměrem. Díky novým postupům lze již formu a proces spojit do modelu mnohem přesnějšími vazbami. Přestože topografie území obsahuje důležité informace o procesní složce reliéfu nelze s nimi v simulacích vystačit. Další složkou je vazba formy na erozní a sedimentační procesy, které mění její morfologii. Morfologie obecně poskytuje informace o hraničních podmínkách pro ten či onen proces.

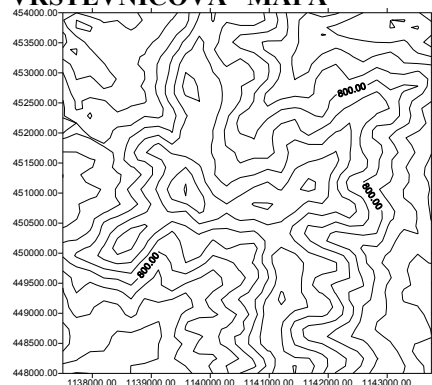
Nejen geomorfologické modelování se dnes neobejde bez dokonalého monitorování změn reálného objektu nebo jevu v krajině. Na základě získaných dat jsou konstruovány dynamické modely, které simulují změny v určitých časových sekvencích. Orientují se na objasnění dynamiky procesů a forem reliéfu. Důležitým momentem je měření intenzity procesu v prostoru. Většinou měření probíhá na určeném bodě nebo v profilu, v lepším případě se vytvářejí pozorovací polygony, resp. sítě, které mají reálněji zachytit distribuci procesu z hlediska jeho intenzity. V simulacích se používají buď statické soubory dat, které dokumentují stav k danému období, nebo se fixuje topografie a pozorování se provádí kontinuálně. Použití DMR různého rozlišení v jednotlivých aplikacích vyžaduje také odlišné způsoby interpretace výsledků.

DATA

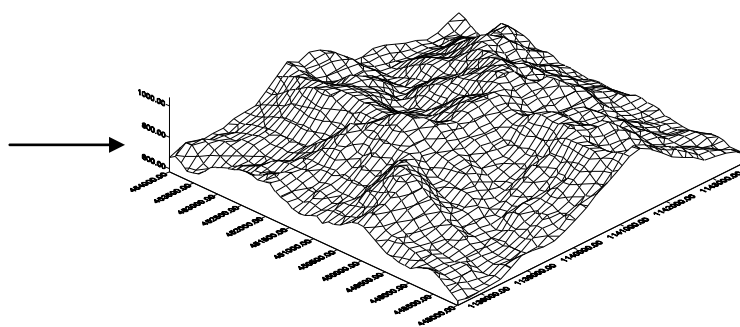
X	Y	Z
1141085	451186	925
1140985	451181	950
1140885	451176	955
1140785	451171	940
1140686	451166	925
1140586	451161	925
.	.	.
.	.	.
.	.	.



VRSTEVNICOVÁ MAPA



3D MODEL



Obr. 12.1. Schéma tvorby digitálního modelu reliéfu ze souboru souřadnicových dat (X,Y,Z) ve 2-D a 3-D vizualizaci.

12.2 Aplikace modelů krajinného systému

Nyní uvádíme ukázky aplikace modelování v rámci některých složek fyzickogeografické sféry. Detailněji se lze s jednotlivými aplikacemi seznámit v příslušné odborné literatuře (viz doporučená literatura).

A) Na obr. 12.2. je znázorněno schéma programu INTERFOR, který umožňuje **modelování vývoje elementárních forem georeliéfu***. Cílem modelování je hledání postupů exaktního naplnění morfogenetického a morfodynamického obsahu elementárních forem georeliéfu (J. Minár, 1996). Model vychází ze základní obecné geomorfologické rovnice:

$$dh = (E - Z) \cdot \beta \cdot M / W,$$

kde dh [m] je změna nadmořské výšky vlivem působícího činitele v čase dt , E [$J \cdot m^{-3}$] je jednotková efektivní energie činitele, Z [$J \cdot m^{-3}$] je jednotková efektivní zátěž, β je bezrozměrný koeficient účinnosti činitele, M [$m \cdot s^{-1}$] vyjadřuje celkovou mohutnost činitele, W [$J \cdot m^{-3}$] je jednotková energie potřebná k vykonání daného typu procesu závislá na odolnosti horniny nebo půdy vůči působení činitele.

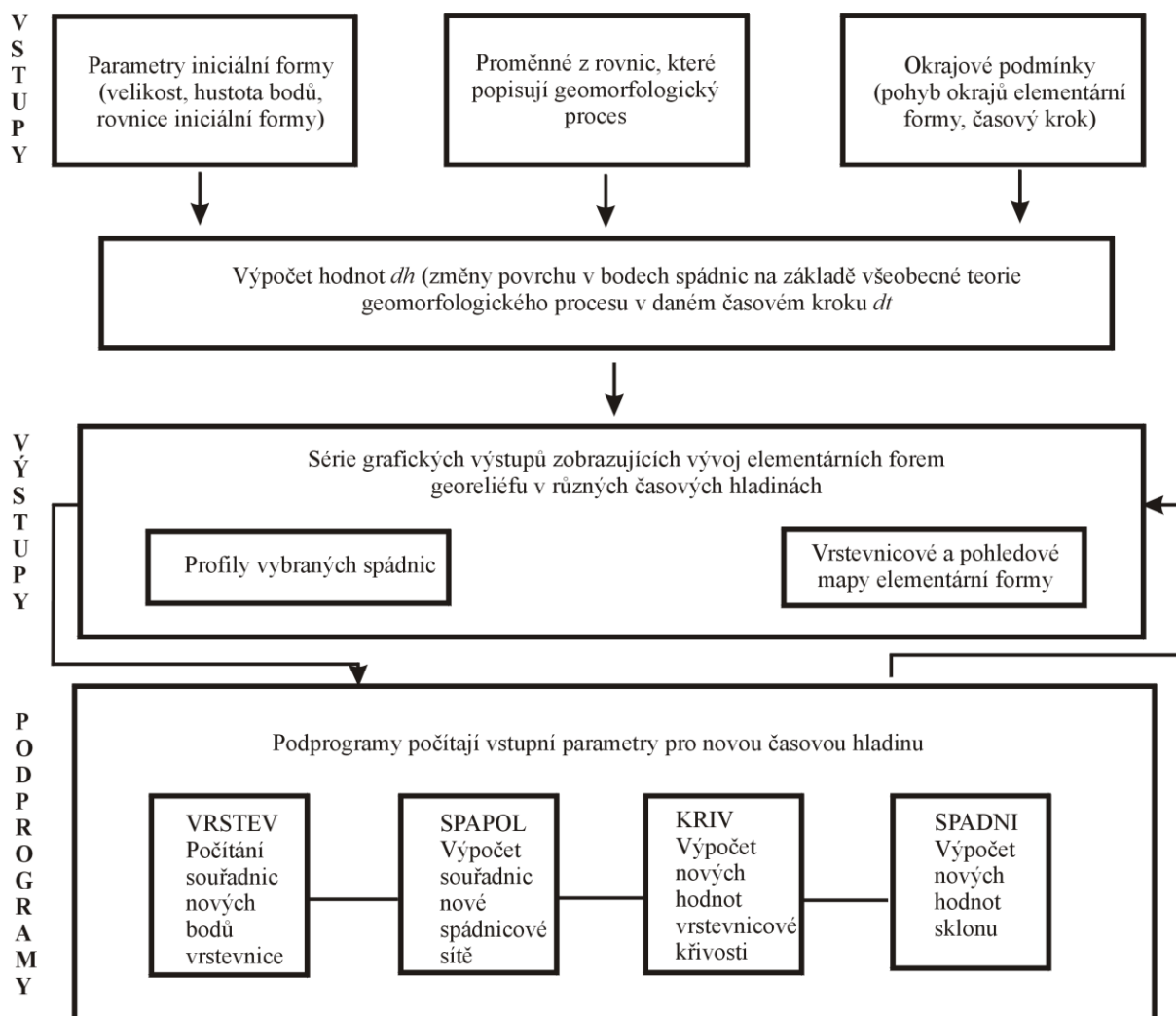
Prostřednictvím matematického modelování byly formulovány následující úlohy:

- Definování sukcesních řad elementárních forem georeliéfu, které vznikají působením dominantního geomorfologického činitele, jehož klíčové vlastnosti (tzn. parametry vstupující do základní geomorfologické rovnice) jsou známé. Sukcesní řady mohou mít různou podobu, kterou podmiňuje výchozí polohy geomorfologického systému (např. tvaru iniciální formy, různé diferenciaci a hodnotám hraniční odolnosti hornin, jejich měrné hmotnosti, minimální velikosti oddělovaných částic, atd).;
- Definování neznámých hodnot klíčových parametrů známého činitele, jestliže zjistíme sukcesní řadu jím vytvořených elementárních forem. K tomuto úkolu je zapotřebí větší množství terénního materiálu, které můžeme tímto způsobem zobecnit.
- Modelování vlivu změněných především klimatických podmínek (projeví se změnou dominantního činitele, nebo změnou některých jeho parametrů) na vývoj sukcesních řad elementárních forem či na stabilitu dynamicky rovnovážných forem.
- Modelování vlivu různých hodnot a možných kombinací hodnot parametrů pravé strany obecné geomorfologické rovnice na vývoj elementárních forem georeliéfu.
- Modelování vlivu počátečních podmínek (tzn. charakteru iniciální formy) a okrajových podmínek (tzn. dynamiky horního a dolního okraje formy, nebo charakteristik činitele na horní hranici elementární formy) na charakter sukcesních řad elementárních forem, nebo na stabilitu dynamicky rovnovážných elementárních forem.
- Výzkum efektu vzájemného ovlivňování se sukcesí spádnicové a vrstevnicové geometrické formy.
- Řešení výše zmíněných úloh při současném působení několika přibližně stejně významných geomorfologických činitelů, resp. určení míry vlivu jednotlivých činitelů na vývoj známé sukcesní řady.
- Testování konkurenčních lokálních hypotéz vývoje konkrétních elementárních forem georeliéfu, tvorba lokální teorie vývoje elementární formy.

Do modelu vstupuje exaktní genetická a dynamická interpretace elementárních forem georeliéfu. Na základě odvozených rovnic je možné modelovat všeobecné rysy vývoje

* **Elementární forma georeliéfu** je definována jako geometricky různým způsobem stejnorodá plocha. Její stejnorodost je dána konstantní hodnotou některých bodových morfometrických parametrů (J. Minár, 1998).

elementárních forem a studovat jejich zákonité sukcesní řady začínající libovolnou iniciální formou. Na základě odvozené teorie mohou být simulovány stavy dynamické rovnováhy jednotlivých forem a prognózovány budoucí projevy morfodynamiky.

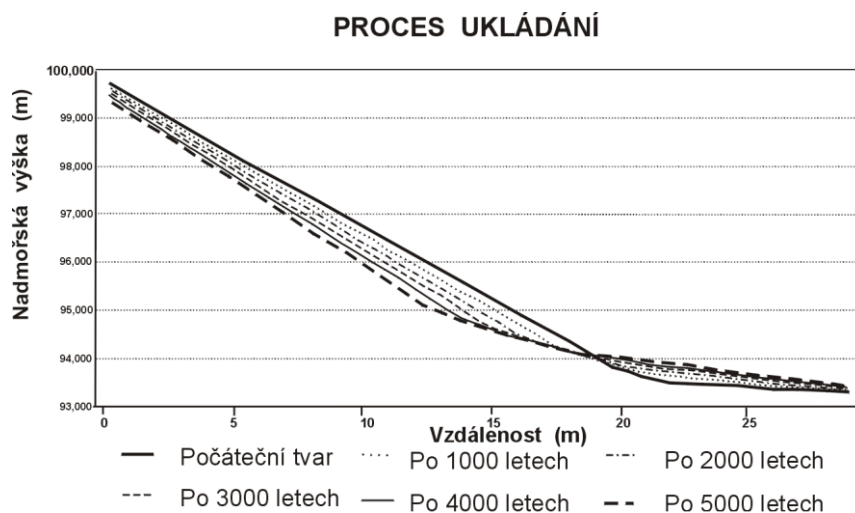


Obr. 12.2. Schéma programu INTERFOR, který umožňuje modelovat vývoj elementárních forem georeliéfu (upraveno podle J. Minár, 1996).

Vlastní modelování v programu INTERFOR bylo zaměřeno na simulaci působení ronu na svah, čímž byl dokumentován vývoj elementární formy. Z tohoto důvodu byly do modelu vloženy proměnné, které charakterizují činnost vody na svahu. Výsledkem byly čtyři modelové situace:

1. Model vývoje iniciálního přímého svahu, který byl pod dominantním vlivem vodou indukovaného odnosového procesu (pediplanace) v podmínkách konstantní odolnosti hornin.
2. Model vývoje iniciálního lomeného svahu, který je tvořen dvěma elementárními formami. Dolní partie svahu se vyvíjejí pod vlivem sedimentace, horní jako v bodě 1. (viz obr. 12.3.)

3. Model vývoje iniciálního přímého svahu, kde dochází působením vodní eroze k vypreparování hřbetu v pruhu odolnějších hornin. (viz obr. 12.4.)
4. Model vývoje iniciálního přímého svahu, kde dochází působením vodní eroze v oslabené zóně horninového podloží k vývoji strže.



Obr. 12.3. Model vývoje svahu (upraveno podle J. Minár, 1996)

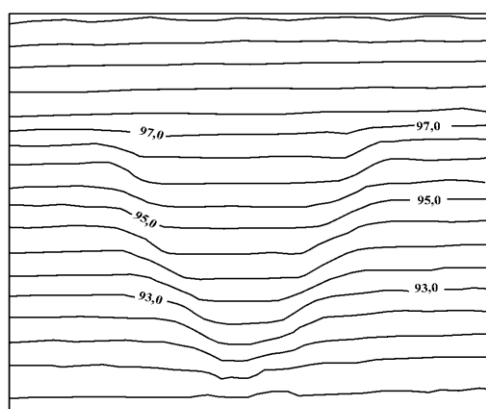
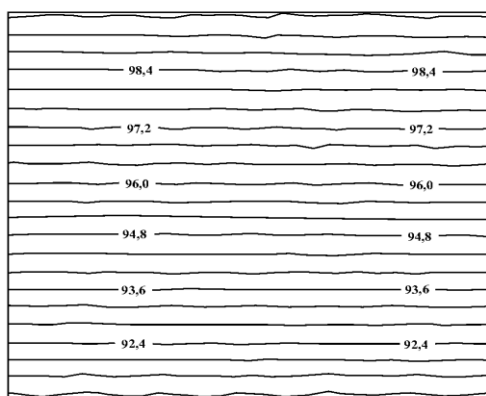
B) Jinou aplikací modelování ve fyzické geografii jsou simulace povrchového odtoku vody. **Modelování povrchového odtoku** je využitelné především v hydrologických simulacích a také při modelování vodní eroze (J. Hofierka, M. Šúri, 1999; T. Cebecauer, J. Hofierka a M. Šúri, 2000). K modelování jsou zapotřebí kvalitní nástroje a metody řešení a samozřejmě kvalitní vstupní data. Podobně jako u jiných simulací platí nutnost rozpoznat míru vlivu jednotlivých (sub)procesů a tím i vstupních parametrů na výsledek. Moderní fyzikálně orientované modely by měli umožnit:

- simulaci časových a prostorových změn procesů v povodí (na svazích);
- simulaci změn odtoku a transportu sedimentů v místě, kde vodní tok opouští povodí;
- implementaci a simulaci kritických scénářů nebo protierozních opatření.

Vstupní údaje pro modelování povrchového odtoku pocházejí nejčastěji z topografických a tematických map, leteckých a satelitních snímků a také z terénního mapování a měření. Výsledky modelu závisejí na kvalitě vstupních dat a na použitých metodách. Pokud jsou simulovány scénáře je nutné poznání vlastností krajiny, které ovlivňují časoprostorové změny povrchového odtoku a tím i vstupních parametrů modelu.

Posledně uvádění slovenští autoři při modelování erozních procesů v povodí vytvářejí databázi údajů, kterou tvoří:

1. morfometrické parametry reliéfu;
2. charakteristiky krajinného krytu (land use, vlastnosti vegetace);
3. fyzikální vlastnosti půdního krytu;
4. průběh srážkové události.

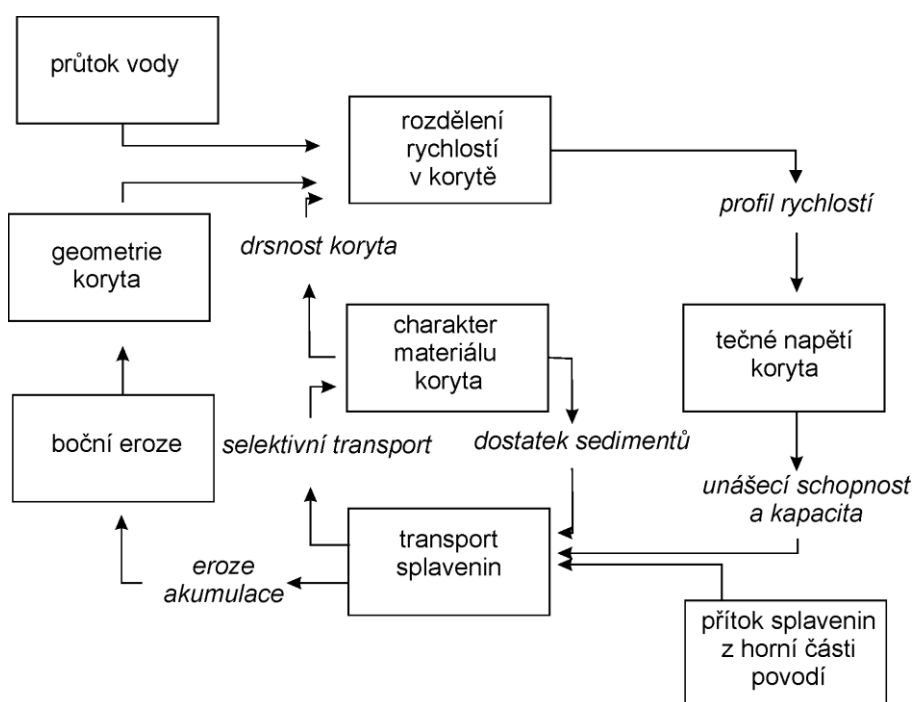


Obr. 12.4. Model vývoje hřbetu (podle J. Minár, 1996).

Jelikož je třeba každý model kalibrovat a ověřit jeho správnost, jsou přímo v terénu vykonávána měření na svazích (odtok - odnos / akumulace) a měření průtoku vody, popř. i množství transportovaného materiálu v ústí vodního toku daného povodí.

Při modelování povrchového odtoku je nutné klást důraz na prostorové měřítko, rozsah uvažovaných prostorových a časových změn, které vycházejí z cíle modelu. Obecně platí, že velké časoprostorové změny zkoumaného jevu vyžadují velkou rozlišovací úroveň. Výpočty musí probíhat v nejvyšším možném rozlišení.

Schéma na obr. 12.5. ukazuje model vztahu formy a procesu, který je aplikován na podmínky vodního toku. Jedná se o model na hranici hydrologie a fluvialní geomorfologie. V modelu jsou postiženy zpětné vazby a mechanismy pochodu a odezvy související s dynamickým korytem vodního toku.



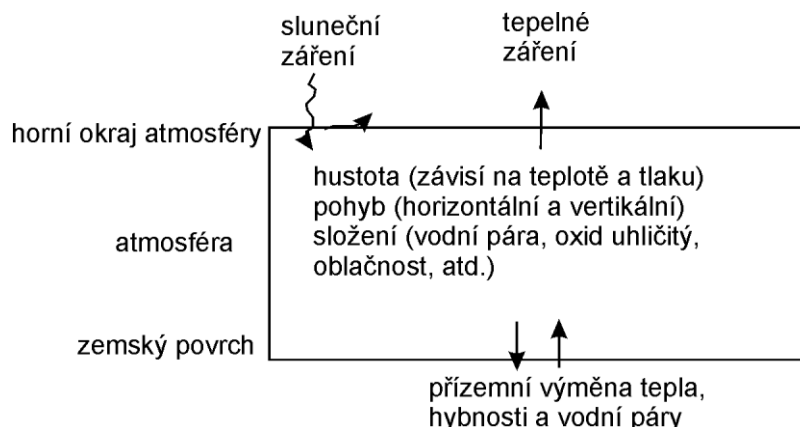
Obr. 12.5. Kvantitativní model vazeb mezi formou a procesem koryta vodního toku (upraveno podle Ashworth, Ferguson, 1986 In: C. R. Thorne, R. D. Hey, M. D. Newson, 1997).

C) Aktuální je **modelování v meteorologii a klimatologii**. S meteorologickými modely se setkáváme prakticky každý den, aniž bychom si to uvědomovali. Předpovědi počasí jsou založené právě na atmosférických modelech. Existuje celá řada matematických modelů atmosféry. Prostřednictvím jednotlivých typů meteorologové získávají prognózy na různě dlouhá období s určitým stupněm pravděpodobnosti. V souvislosti s globálním oteplováním začali klimatologové vytvářet modely klimatického systému planety Země. Tyto modely mají dát odpovědi na otázky související s budoucím vývojem klimatu na Zemi.

První numerický model počasí vytvořil britský matematik L. F. Richardson. Během své vojenské služby v 1. světové válce sestavil šestihodinovou předpověď počasí. Trvalo mu to šest měsíců a výsledek nebyl příliš uspokojivý. Richardson si představoval, že k tomu aby mohla prognóza být neustále aktualizována, musel by k výpočtům použít koncertní sál plný lidí, kde by každý počítal svou část rovnic. Tento matematik však svým modelem předběhl dobu. První model počasí na elektronickém počítači byl sestaven na jeho metodách až po 40 letech (J. Houghton, 1998).

Podobně jako u výše zmíněných modelů je i v případě atmosféry nebo klimatu nutné sestavit matematický popis procesů, které se v atmosféře odehrávají. Základní parametry a procesy, které vstupují do modelů atmosféry znázorňuje obr. 12.6. Matematickým základem numerického modelu atmosféry je celá řada rovnic, které jsou většinou rovnicemi diferenciálními (tzn. že popisují procesy, ve kterých se veličiny jako atmosférický tlak a rychlost větru mění s časem a místem). Pokud je známa velikost změny určité veličiny (např. je známa hodnota rychlosti větru v daném čase a její změna), pak je možné vypočítat velikost veličiny (např. rychlosti větru) v následujícím časovém intervalu.

V modelu se tento postup stále opakuje a označuje se jako integrace. Integrace rovnic je založena na tom, že se neustále vypočítávají nové hodnoty všech nezbytných veličin pro následné časové kroky. Je to hlavní moment, na kterém stojí předpovědní schopnost modelu.



Obr. 12.6. Schéma znázorňující parametry a fyzikální procesy zahrnuté do atmosférických modelů (upraveno podle J. Houghton, 1998).

Pro představu složitosti numerického modelu atmosféry uvádíme soubor rovnic, které do něj vstupují:

Dynamické rovnice:

- Druhý Newtonův pohybový zákon.
- Hydrostatická rovnice.
- Rovnice kontinuity.

Fyzika v modelu obsahuje:

- Stavovou rovnici plynů.
 - Termodynamickou rovnici (zákon zachování energie).
 - Parametrizaci* vlhkostních procesů (vypařování, kondenzace, tvorba a rozložení oblaků).
 - Parametrizaci radiačních procesů (absorpce a emise záření).
 - Parametrizaci konvektivních procesů .
 - Parametrizaci výměny hybnosti, tepla a vodní páry na rozhraní atmosféra – vodní povrch
- (* **parametrizace** – proces, kdy je fyzikální proces popisován zjednodušeným výpočetním schématem pomocí jednoduchých parametrů v rovnicích).

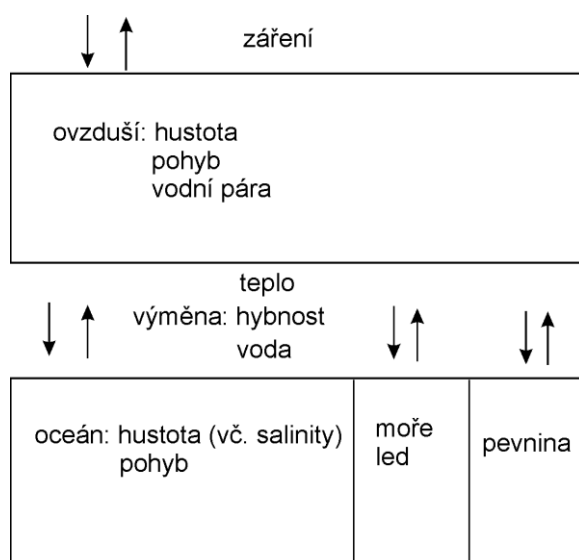
Globální předpovědní model je založen na parametrech (např. tlak, teplota, vlhkost, rychlost větru, apod.), které jsou nutné k popsání dynamiky atmosféry a probíhajících fyzikálních procesů. Hodnoty parametrů jsou specifikovány v síti tzv. uzlových bodů, které pokrývají celou planetu (horizontální vzdálenost bodů je 100 km, vertikální 1 km – asi 20 hladin).

Klimatologové se v posledních několika letech intenzivně zabývají problematikou globálního oteplování atmosféry a tzv. klimatickými scénáři, které prognózuji chování klimatického systému v příštích několika desetiletích. O globálním oteplování se hovoří v souvislosti s antropogenními vlivy na atmosféru, především pak s emisemi tzv. radiačně aktivních plynů do atmosféry (jinak také skleníkové plyny).

Klima představuje z hlediska modelování jeden z nejkomplicovanějších systémů v rámci celé fyzickogeografické sféry. Klima se oproti modelování počasí týká mnohem delšího období. Do takového modelu vstupuje celá řada parametrů, včetně chování lidské společnosti. Klimatický model nelze sestavit pouze na bázi atmosférického modelu. Klimatický systém vytváří celkem pět složek fyzickogeografické sféry, které jsou ve vzájemné interakci: atmosféra, oceán, pevnina, kryosféra a biosféra. V klimatickém systému funguje celá řada zpětných vazeb, a to pozitivních i negativních, které mohou výrazně ovlivnit výslednou globální průměrnou teplotu simulovanou v modelech. Mezi tyto **zpětnovazebné mechanismy** patří:

- zpětná vazba vodní páry;
- zpětná vazba spojená s radiálním působením oblačnosti;
- zpětná vazba spojená s oceánickou cirkulací;
- zpětná vazba albeda ledu.

Má-li model poskytovat kvalitní předpovědi, musí zahrnout zmíněné vazby.

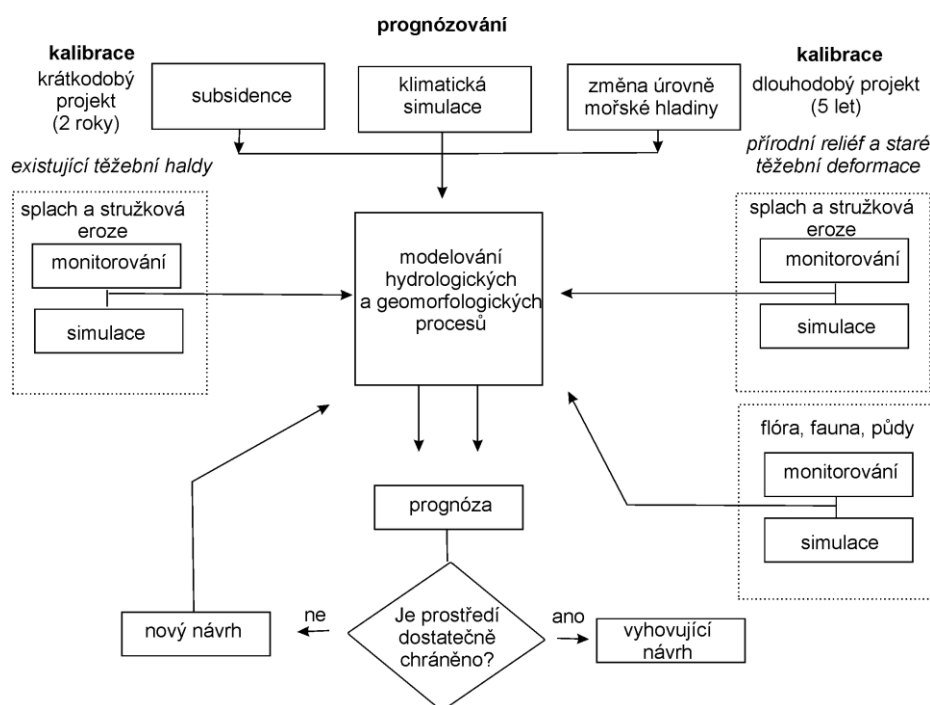


Obr. 12.7. Komponenty a parametry spřaženého modelu atmosféra – oceán. Model popisuje i výměnu na rozhraní obou prostředí (upraveno podle J. Houghton, 1998).

D) Modelování krajinného systému jako celku patří k nejsložitějším úkolům, kterými se v současnosti může fyzická geografie zabývat. Modelování je v tomto případě prakticky nemožné bez široké spolupráce specialistů na dílčí složky krajiny. Simulace v rámci krajiny se ubírají např. směrem reakce systému na zásahy člověka nebo na reakce krajiny na změny globálního klimatu z hlediska intenzity procesů, které v krajině probíhají nebo reakce živé složky krajiny na předpokládané změny jejich životního prostoru. Do modelů krajiny vstupuje velké množství parametrů, jejichž vyjádření prostřednictvím dílčích rovnic může být někdy velmi obtížným úkolem. Základem pro modelování krajiny a procesů v ní probíhajících je detailní znalost všech vazeb mezi dílčími složkami krajiny a znalost jejich efektu v krajině jako celku. V jakém vztahu jsou jednotlivé parametry složek krajiny k sobě navzájem lze vyvodit ze série schémat (obr. 12.9. – 12.14.). Na obr. je znázorněn velkoměřítkový systém přírodní krajiny v aktuálním čase. Schémata byla převzata z práce J. Minára (1998), který řeší problematiku georeliéfu a geoekologického mapování. V jednotlivých schématech jsou vždy řešeny vazby georeliéfu a jiné složky krajiny.

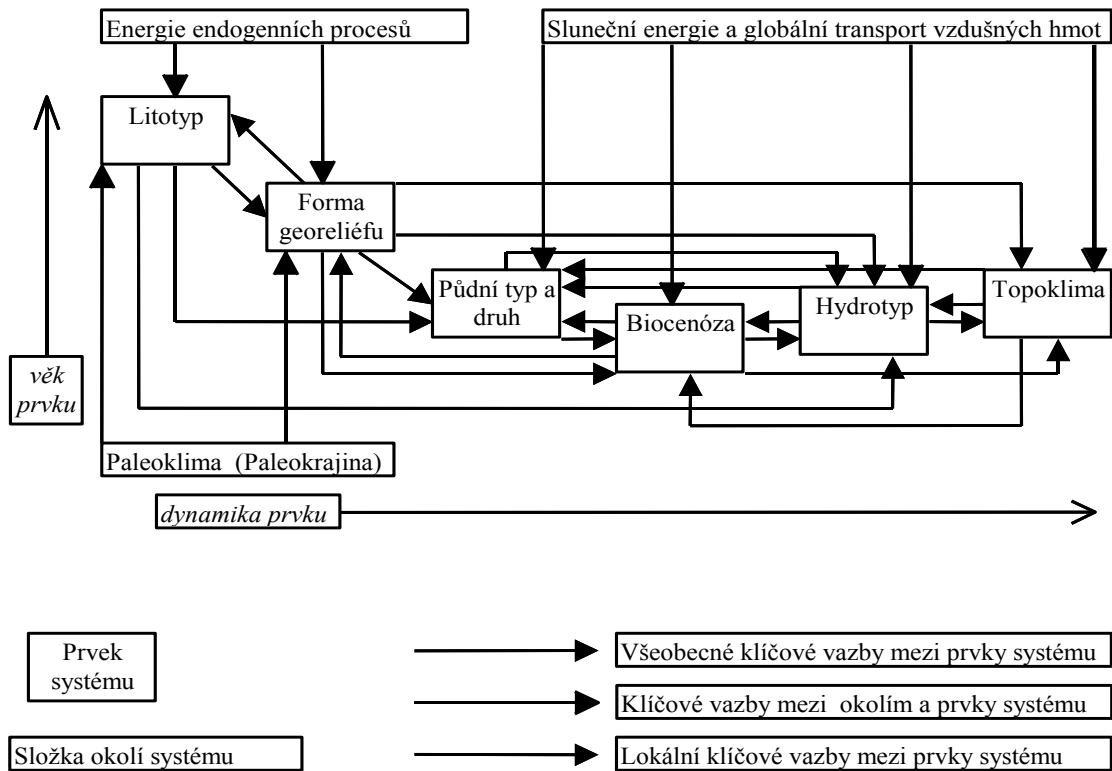
Vezmeme-li v úvahu, že reliéf vystupuje v krajinném systému jako hlavní diferenciační faktor energie a hmoty, pak lze říci, že i **geoekologické procesy*** jsou významně ovlivňovány charakteristikami georeliéfu. Postavíme-li schémata vedle sebe můžeme charakterizovat i vazby mezi ostatními složkami krajiny (tzn. např. vazby mezi vodní a živou složkou). Schémata jsou také modely, které představují abstrakci vazeb mezi složkami krajinného systému. V modelech jsou vazby představované těmito typy:

- **přímá aktivní vazba** - složka A ovlivňuje složku B systému, kdy charakteristiky složky A jsou součástí prvkotvorných podmínek složky B,
- **společná aktivní vazba** - složka A ovlivňuje složku B systému, kdy složka A ovlivňuje vznik prvkotvorných podmínek složky B,
- **společná neutrální vazba** - podmínky formování složky A jsou zároveň podmínkami formování složky B,
- **přímá pasivní vazba** - charakteristiky složky B jsou podmínkami formování složky A.

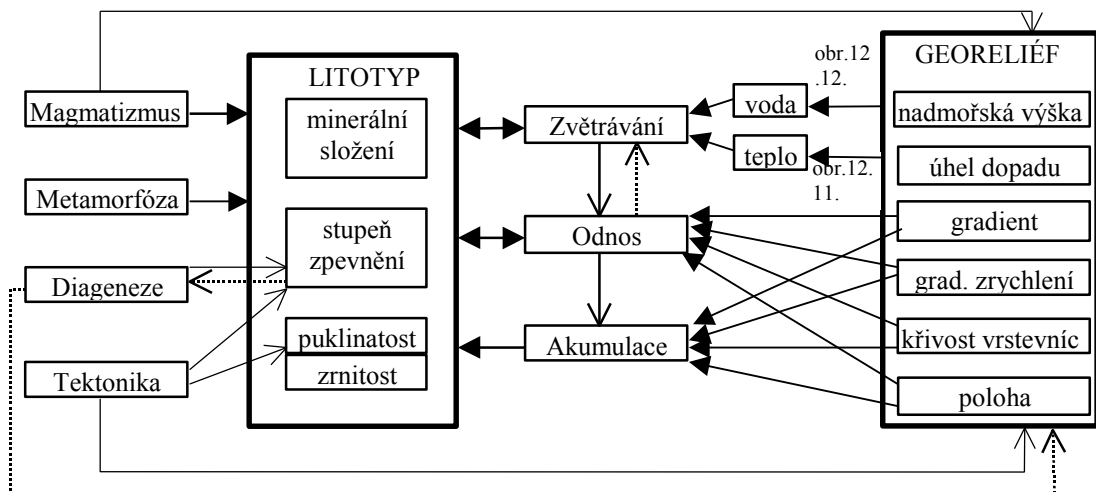


Obr. 12.8. Strategie výzkumu ilustrující dlouhodobé a krátkodobé projekty orientované na vývoj a testování geomorfologických modelů. Hlavním objektem výzkumu je hodnocení dlouhodobé stability těžbou ovlivněného reliéfu a prognózaování jeho vlivu na okolní prostředí Národního parku Kakadu (upraveno podle S. J. Riley In: M. J. Kirkby, 1994).

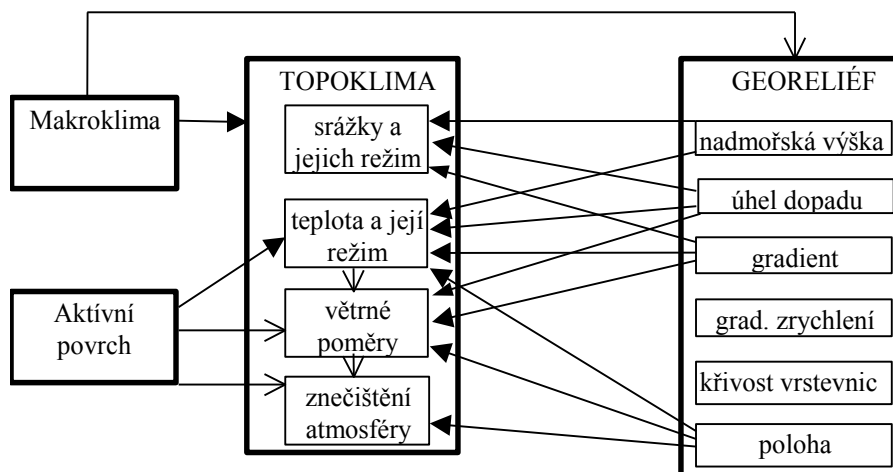
* **Geoekologické procesy** determinují vznik, charakter a chování prostorových geoekologických jednotek. Jedná se o procesy bilance tepelné energie, vodní bilance a bilance pohybu horninových a půdních částic.



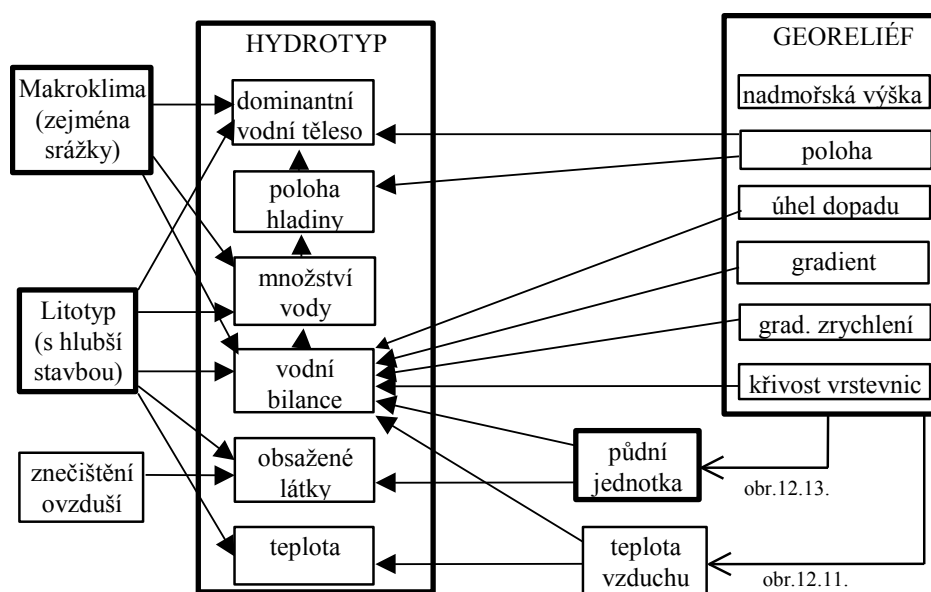
Obr. 12.9. Systém přírodní krajiny velkého měřítka v aktuálním čase (upraveno podle J. Minár, 1998).



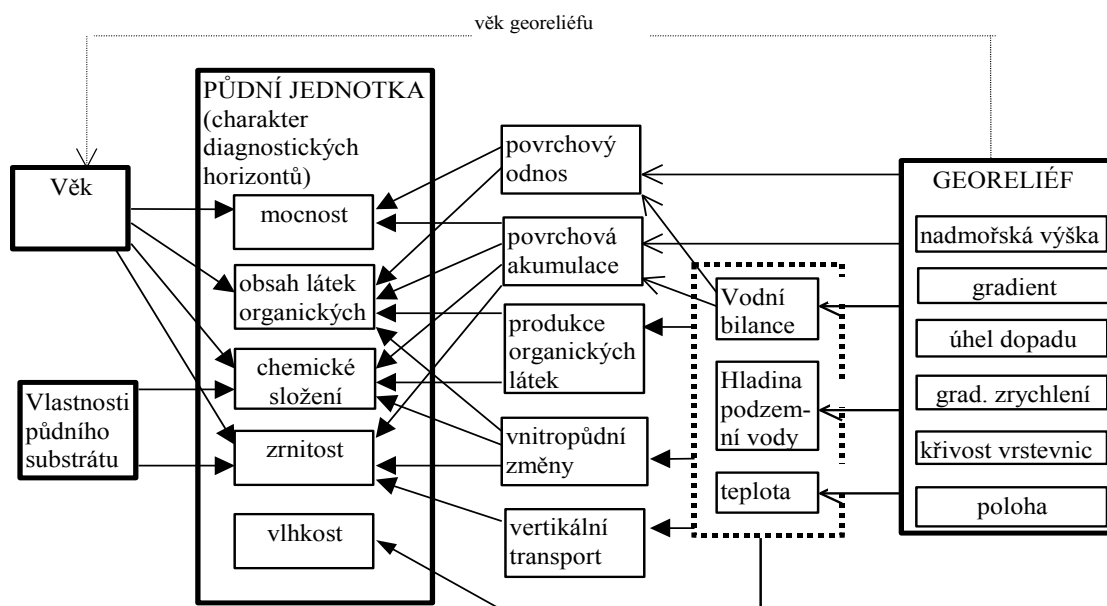
Obr. 12.10. Systém transformace litotypu a úloha georeliéfu v něm (upraveno podle J. Minár, 1998).



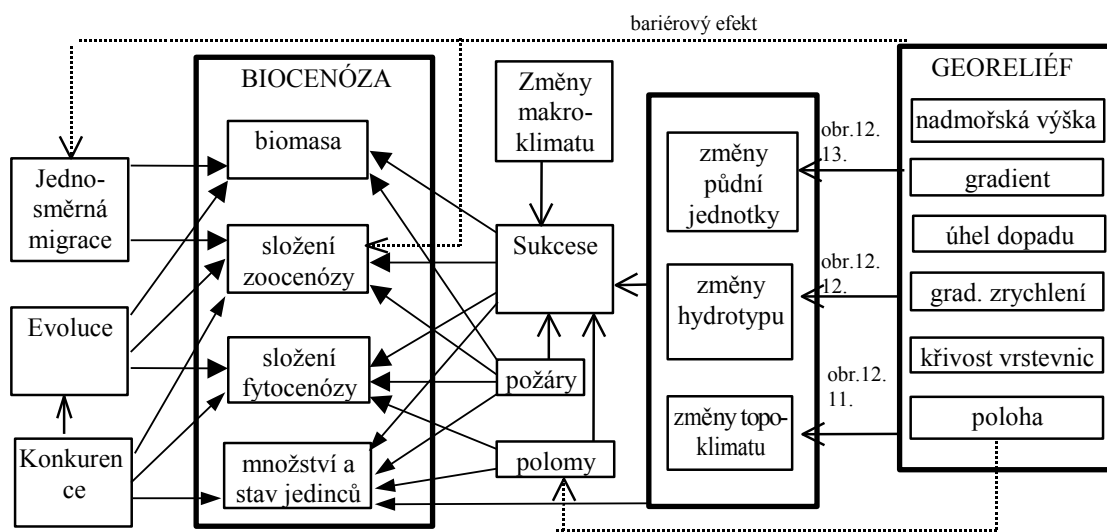
Obr. 12.11. Systém transformace topoklimatu a úloha georeliéfu v něm (upraveno podle J. Minár, 1998).



Obr. 12.12. Systém transformace hydrotypu a úloha georeliéfu v něm (upraveno podle J. Minár, 1998).



Obr. 12.13. Systém transformace půdní jednotky a úloha georeliéfu v něm (upraveno podle J. Minár, 1998).



Obr. 12.14. Systém transformace biocenózy a úloha georeliéfu v ní (upraveno podle J. Minár, 1998).

Modelování je aplikováno také na živou složku krajiny, která představuje velmi dynamický subsystém. Matematické modely umožňují řešit složité otázky související s ekologickou stabilitou ekosystémů, kde vystupuje velké množství vztahů. Základním předmětem modelování ekosystémů právě ve vztahu k jejich stabilitě jsou vstupy (podněty), výstupy (reakce) a přenosové funkce mezi nimi. Přenosových funkcí je v ekosystémech velké množství, z nichž většina je zatím pro simulace velkou neznámou (I. Míchal, 1994). Možnosti modelování systémů vyjadřuje tab. 12.1.

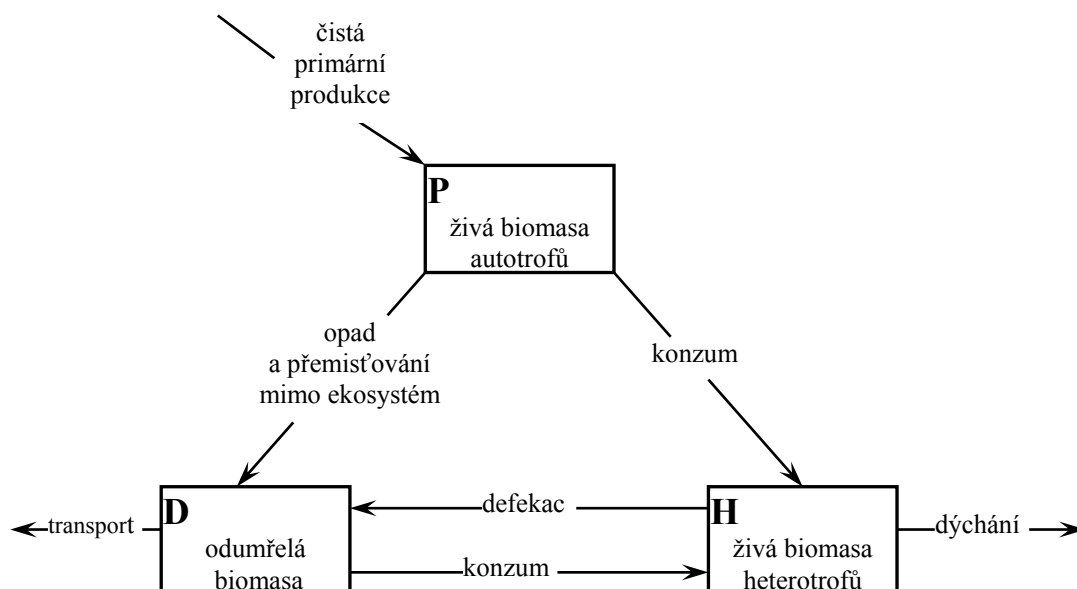
Jedním z příkladů modelování ekosystémů je studie R. V. O'Neill (In: I. Míchal, 1994) o resilienci (měřená rychlostí návratu ke stavu před narušením) ekosystémů ve vazbě na strukturu potravních řetězců v biotickém systému. Společenstvo bylo modelováno jako tříšložkový systém složený z aktivní masy autotrofních producentů (zelené rostliny), z aktivní masy heterotrofních organismů (konzumenti) a z neaktivní odumřelé organické hmoty. Schéma modelu přináší obr. 12.15. Model sleduje tempo změn ve dvou subsystémech - subsystému heterotrofů a subsystému odumřelé biomasy. Tempo změn v prvním subsystému ovlivňují dva vstupy (konzumace živé rostlinné hmoty a konzumace odumřelé biomasy) a dva výstupy (defekace a tepelné ztráty dýcháním). Tempo změn v druhém subsystému závisí také na dvou vstupech (opad odumřelé biomasy a defekace) a na dvou výstupech (konzumace heterotrofy a fyzický transport mimo ekosystém). Autor analyzoval šest společenstev - tundra, tropický deštný les, opadavý les mírného pásu, slanisko, sladkovodní pramen a rybník). Teoretický model procesů je nastaven na standardní narušení, které je definováno jako 10% úbytek původní živé hmoty autotrofních organismů. Index resilience (relativní tempo návratu k rovnovážnému stavu) je funkcí energetických vstupů vztahených na jednotku živé biomasy autotrofů. Prostřednictvím modelu bylo zjištěno, že energetický tok má významný vliv na resilienci ekosystému. Čím je jeho intenzita vyšší, tím dříve se ekosystém navrátí do původní pozice. Rybník má relativně malé množství biomasy, ale rychlý cyklus obměny (druhy hydrobiocenóz jsou většinou krátkověké a schopné rychlého růstu). Je tedy i nejvíce resilientní. Slaniskový mokřad a opadavý les mírného pásu mají střední hodnoty resilience. Tropický deštný les má nízkou schopnost resilience a tundra extrémně nízké hodnoty resilience. Jejich regenerace po narušení probíhají nejpomaleji.

Tab. 12.1. Rozsah znalostí o systému a možnosti modelování (R. J. Bennet, 1978 In: I. Míchal, 1994).

Základní charakteristiky systému		Existuje řešení?	Povaha dostupného řešení
známé	neznámé		
1. Vstup, výstup, přenosová funkce	-	ano	Úplný model systému: jakýkoliv typ modelu dostupný
2. Vstup, výstup	Přenosová funkce	ano	Identifikace systému a prognóza jeho chování: spektrum vztahů "vstup-výstup" a korelační funkce jsou testovány, model je pracovní hypotézou s parametry odhadovanými a postupně verifikovanými
3. Vstup, přenosová funkce	Výstup	ano	Prognostický odhad systému: simulace výstupů v rámci definované pravděpodobnosti
4. Výstup, přenosová funkce	Vstup	ano	Rekonstrukční odhad chování systému: obrácený problém ad 3, vstup je simulován rekonstrukcí v rámci definované pravděpodobnosti

Pokrač. Tab. 12.1.

Základní charakteristiky systému		Existuje řešení?	Povaha dostupného řešení
známé	neznámé		
5. Vstup	Výstup, přenosová funkce	ne	Běžná situace: vstupy známe, ale definovat systém a jeho odpověď nelze
6. Výstup	Vstup, přenosová funkce	ano/ne	Velmi přibližný model jako hypotéza: výsledek velmi nejistý, ale empiricky dostatečně kontrolovatelný
7. Přenosová funkce	Vstup, výstup	ano/ne	Simulace systému s hypotetickými vstupy je možná a bývá užitečná, hlavně metodicky; odhad výstupu je nutné verifikovat
8. -	Vstup, výstup, přenosová funkce	ne	Musí předcházet měření, formulace hypotéz, konstrukce modelu a jeho verifikace



Obr. 12.15. Jednoduchý tříložkový model společenstva. Šipky znázorňují přenos energie mezi složkami systému (O'Neil, 1976 In: I. Michal, 1974).

13. VÝVOJ STŘEDOEVROPSKÝCH KRAJIN V KVARTÉRU

Pro pochopení vývoje krajin v kvartéru je nutno navázat na některé procesy a následně vzniklé tvary koncem třetihor, jako jsou např. některé zarovnané povrchy. Základní abiotické rysy krajin středoevropského prostoru jsou dány výraznou tektonickou aktivitou v terciéru, což se projevilo v reliéfu jeho hercynské části a části karpatské zcela odlišným způsobem. Na vývoj krajin měly vliv také klimatické poměry a jejich změny, které podmiňovaly např. charakter zvětrávání a zvětralinových plášťů, vývoj zarovnaných povrchů, vznik exfoliačních kleneb atp. Do konce terciéru se v tomto prostoru zformovala také základní hydrografická síť.

V druhé polovině třetihor měla již střední Evropa své základní strukturní rysy, dané podložím a tektonikou a místy i vulkanickými projevy. Na základě analýzy sedimentů tohoto období lze soudit také na charakter podnebí a jeho změn. V suchém podnebí docházelo k postupnému ochlazování (viz J.E. Mojski, 1993), takže klima dostávalo kontinentální ráz, především ve východní části Evropy.

V pliocénu ve středoevropském prostoru postupně mizí teplomilná vegetace, avšak v průběhu klimatických výkyvů bylo i několik teplejších fází. Počátkem pliocénu se rozšiřuje smrk; v Karpatech se vytvářejí dvě vegetační pásma, ve spodním pásmu převládaly listnaté porosty, v horním pásmu jehličnany se silným zastoupením smrku. Ve středním pliocénu došlo k dalšímu ochlazování, což je patrné z rozšiřování jehličnatých porostů, především smrku, přičemž toto rozšiřování bylo přerušeno i zde několika teplejšími fázemi.

Závažným geologickým procesem v neogénu byly mořské transgrese a následné regrese v miocénu. V důsledku mořské regrese docházelo nejen ke zvětšování plochy souše, ale také k růstu absolutních nadmořských výšek, což vedlo k zesílení erozivní činnosti toků a k následnému usazování produktů eroze, jak je patrné z několik tisíc metrů mocných sedimentů na dnech okolních moří. O rozsahu miocénní transgrese na Ostravsku v Pobeskydí, jejíž sedimenty jsou překryty nasunutými sedimenty paleogenního stáří na vzdálenost až 15 km, svědčí vrty u Příbora v okrese N. Jičín a na polské straně strukturní vrty nedaleko Cieszyna (Punców).

Počátkem kvartéru byla konfigurace evropského březního pásma i souše v hrubých rysech shodná s dnešními poměry, i když následně chladné a teplé podnebné změny vedly k reliéfovým procesům, které do jisté míry ovlivnily pobřežní zónu a reliéf souše. V kvartéru mají velký význam terestrické sedimenty, které jsou geneticky spojeny s výše uvedenými klimatickými změnami a specifickými hydrologickými a geomorfologickými procesy. Ve středoevropském prostoru v důsledku své geografické pozice byly klimatické výkyvy ostře vyhraněny, protože ve studených fázích se projevovала výrazná kontinentalita na rozdíl od fází teplých, charakterizovaných oceánskými podnebnými podmínkami. V podstatě je tato oblast křížovatkou chladného severu a teplého jihu, oceánského západu a kontinentálního východu (V.Ložek, 1973).

Kolísání podnebí v pleistocénu mělo globální charakter a amplituda těchto výkyvů byla v jednotlivých oblastech Země do značné míry shodná. **Hypotézy**, které se zabývají příčinami těchto dlouhodobých klimatických změn, lze rozdělit do dvou základních skupin:

- **terestrické**, které kalkulují se změnami směru mořských proudů, měnicí se pozicí pevnin a oceánů, změnami obsahu CO₂ v atmosféře aj.;
- **extraterestrické**, opírající se o změny podnebí na Zemi v důsledku změn intenzity slunečního záření nebo průchodem Slunce mezihvězdným prachovým mrakem, který snížil intenzitu slunečního záření.

Ukazuje se, že základní příčinou klimatických výkyvů mohla být závislost na výkyvech slunečního záření, přičemž sehrála svou úlohu také vysoká tepelná reflexe bílých zasněžených a zaledněných ploch (je asi čtyřnásobně vyšší než reflexe moří nebo velkoplošné rostlinné pokrývky) a dále schopnost oceánů a moří akumulovat a pak pozvolna vydávat přijímané sluneční teplo, a tak tepelně ovlivňovat Zemi po dlouhou dobu, protože toto teplo bylo vzdušnými proudy přenášeno z oceánů nad kontinenty. Z toho by plynulo, že každé zalednění bylo důsledkem porušení bilance zeměkouli přijatého slunečního záření .

V.Ložek (1973) uvádí, „že jižní hranice kontinentální sněhové pokrývky osciluje každou zimu nepravidelně v závislosti na teplu přiváděném vertikálně Sluncem a horizontálně atmosférou“, což má vliv na posuny zasněžených nebo zaledněných území. I při malých změnách v objemu přiváděného tepla dochází k posunu hranice zasněžené oblasti k jihu nebo k severu. Odkrytá plocha po sněhu však pohlcuje 3 - 4krát více záření, než sněhová pokrývka, takže takto získané teplo je mnohonásobně větší než přijímala sněhová pokrývka a toto teplo je pak dále přepravováno větrnými proudy, akumulováno oceány a po uvolnění v příští zimě ovlivňuje klima v oblasti sněhové hranice. Jestliže však po delší době začne klesat přívod slunečního záření, dojde na severní polokouli k posouvání hranice sněhu směrem k jihu, tím se zvýší tepelné ztráty odrazem, poruší se tepelná bilance a následuje ochlazení. Jestliže tato tendence trvá po dlouhou dobu, dojde k rovnovážnému stavu a posun sněhové pokrývky je zastaven stoupajícím přívodem akumulovaného tepla z oceánů. Tento proces může být pochopitelně komplikován dalšími činiteli, např. snížením intenzity slunečního záření.

Podle výše uvedeného autora je to ve shodě s absolutními daty z posledního období pleistocénu. Poslední interstadiál würmu skončil před 22 000 lety, tj. současně s počátkem klesajícího trendu v zimním ozáření severní polokoule a tři tisíce let poté ledovec dosáhl svého maxima. Prudké odtávání ledovců nastalo před 10 500 lety, tj. současně s počátkem stoupajícího trendu zimní insolace. Za 4000 let bylo zaznamenáno tzv. holocenní klimatické optimum.

Klimatické změny v kvartéru ovlivnily ráz krajiny střední Evropy natolik, že jejich důsledky jsou patrné dodnes, a to nejen v oblasti abiotické, ale i v oblasti biotické. Nástup současné flóry i fauny v tomto prostoru právě souvisí s klimatickými proměnami. V pleistocénu došlo např. ve srovnání s terciérem k podstatným změnám u fauny bezobratlých (viz.V.Ložek, 1973). V tomto období však v mírných zeměpisných šířkách v důsledku klimatických oscilací je možno pozorovat u fauny i flóry daleko větší změny, než tomu je v oblastech tropických.

Citlivým a poměrně spolehlivým ukazatelem podnebných změn v kvartéru je geneze a charakter terestrických sedimentů, což nemá obdobu ve starších geologických útvech. Je to např. cyklické střídání sprašových sedimentů, dále charakter svahovin nebo fluvialních sedimentů, uspořádaných do terasových stupňů atp.

Pleistocenní klimatické výkyvy výrazně ovlivnily všechny fyzickogeografické a kvartéreně geologické procesy, ovlivnily také eustatické změny mořské hladiny, charakter zvětrávání, procesy sedimentační a pedogenetické, migraci flóry a fauny atd., přičemž některé z nich měly globální charakter. V mladších obdobích kvartéreních krajinnotvorných procesů sehrála nezastupitelnou úlohu lidská společnost, především v posledních 8000 letech. Mnohé přírodní pochody, jak v oblasti biotické, tak i v oblasti abiotické, vedly k přeměně přírodních krajiny v krajiny kulturní, degradované až devastované a s nástupem průmyslové revoluce nabývají některé tyto změny vlivem antropogenní činnosti globálního rázu.

Ve srovnání s ostatními kontinenty jsou poznatky o kvartérením vývoji Evropy úplnější a zpracovanější. V oblasti střední a zčásti i východní Evropy jsou dobře zachovány

především sedimenty glacigenních formací, sedimenty glacifluviální, a to až po maximální hranice zásahů kontinentálních ledovců z území Skandinávie a horských alpských ledovců.

V tomto prostoru jsou cenným ukazatelem klimatických změn také sedimenty jezerní a pozdněglaciální sedimenty svahové a eolické. Mocnosti těchto sedimentů se řádově pohybují v desítkách metrů, maximálních mocností je dosaženo u spraší, a to až 400 metrů. V této oblasti (především na území Polska a východní části Německa, v polské literatuře označované jako **oblast peribaltická**) jsou v reliéfu zřetelné znaky působení ledovce posledního glaciálu a také působení činitelů postglaciálních.

Tato oblast zasahuje i na území severní Moravy a Slezska (J. Macoun, a kol., 1965), resp. také výběžků severních Čech. Jsou zde zastoupeny sedimenty ledovcové akumulární činnosti, především souvkové hlíny a souvkové hlinité písky. Na území Ostravska a přilehlé oderské části Moravské brány jsou souvkové hlíny staršího (**elsterského**) a mladšího (**sálského**) zalednění, které se od sebe litologicky liší, kromě jiných tím, že v sedimentech elsterského zalednění jsou výrazněji zastoupeny asociace minerálů a valounů z terciálních hornin a severské horniny jsou zastoupeny v menší míře, kdežto v sedimentech sálského glaciálu, které jsou poměrně pestré, mají výraznější zastoupení severských hornin ve srovnání s horninami „domácími“. V těchto sedimentech jsou na Ostravsku také doklady periglaciálních procesů, především mrazové klíny, struktury kryoturbační, kryotektonické a soliflukční.

Typickým jevem slezské a severomoravské části peribaltické oblasti jsou různé glaciotektonické jevy (především na Hlučínsku) a dále hluboké deprese v terciálním reliéfu, tzv. subglaciální koryta o hloubce až 100 m (především v oblasti Bohumína a Ostravy - Zábřehu), vyplněné mladšími nánosy kvartérního stáří. Sálský ledovec zasahoval jižněji než ledovec elsterský a eratické valouny byly nalezeny v maximální výšce 450 - 485 m n.m. Otázkou je, zda na tuto dnešní výškovou pozici neměly vliv neotektonické pohyby v postglaciálu a holocénu. Tzv. Porubskou bránou (Poruba u Hustopeč n.B.) byly valouny, přivlečené sálským ledovcem, zaneseny až do povodí Bečvy. V Porubské bráně jsou také doklady změny hydrografické - Odra touto bránou pravděpodobně odtékala do povodí Bečvy, protože odtok k severu byl zahrazen ledovcem (J. Macoun a kol., 1965).

Dalšími oblastmi, výrazně ovlivněnými klimatickými poměry v glaciálech, jsou **oblasti periglaciální**, lemující z jihu oblasti peribaltickou. Náleží k ní území střední Evropy a západní Evropy až po úpatí Pyrenejí, Alp a Karpat. Tato oblast je typická především rozsáhlými pokryvy eolických sedimentů (spraše, resp. sekundárně vzniklé sprašové hlíny), sedimentů fluviálních a svahových. Jsou zde zastoupeny také sedimenty předglaciální (především fluviální) a celkový ráz reliéfu je erozně - akumulární. V sedimentech jsou zbytky staré flóry a fauny, resp. i stopy po přítomnosti některých vývojových forem člověka. Místa dosahují sprašové pokryvy mocnosti až několik desítek metrů se zachovanými starými půdami. Právě spraše i staré půdy přinášejí řadu informací o paleogeografických poměrech nejen místního, ale i regionálního významu.

Horské oblasti mají zachovány tvary glaciální (ale také tvary periglaciální modelace, např. v Karpatech a Alpách), přičemž ve výše položených územích, tj. na hřbetech a svazích, zpravidla sedimenty nenacházíme na rozdíl od údolních poloh. Starý předkvartérní reliéf je přemodelován mladšími reliéfovými procesy (především glaciálními, periglaciálními, fluviálními a svahovými), kdežto údolí jsou mnohdy vyplněna mladšími sedimenty různé geneze (např. glaciálními) až několik set metrů mocnými.

Zvláštní postavení zaujímají ve středoevropském prostoru **poklesávající území**, např. Uherská nížina (v jižní Evropě je její obdobou Lombardie v jižním předpolí Alp a dále území severního předpolí Pyrenejí). O poklesu Uherské nížiny svědčí ponořené terasy Dunaje do hloubek několika set metrů (v Lombardii jsou fluviální terasy ponořeny do hloubek až 1000 pod úroveň dnešního reliéfu).

Na počátku **epipleistocénu** (starší pleistocén - vilafrank) se paleogeografický ráz Evropy podstatně od konce pliocénu nezměnil. V rozsáhlých oblastech tohoto kontinentu vznikaly zvětralinové pláště o velké mocnosti, které byly erozně-denudačními činiteli přenášeny a sedimentovány v jezerních nebo mořských sedimentačních prostorech. Ve středoevropském prostoru se v nížinách tvořily mocné akumulací pokryvy fluvialní geneze, a to především ve sníženinách vyschlých pliocénních jezer.

V **eopleistocénu** prodělávaly významné změny také horské oblasti, což lze ilustrovat na příkladu Alp, kde v tomto období dominovaly dva základní procesy: byly přemodelovávány zarovnané povrchy, především rozčleňováním údolní sítí a vynášené sedimenty četných alpských toků vytvářely v jejich předpolí systém náplavových kuželů a teras, budovaných litologicky pestrými usazeninami (molasa) se zbytky tehdejší flóry a fauny. Stará údolní síť se přizpůsobila tektonickým poměrům, daných jednotlivými endogenními fázemi vývoje Alp. Molasové sedimenty jsou převážně překryty mladšími fluvio-glaciálními usazeninami a pouze místy vycházejí na povrch, např. západně od Bodamského jezera.

V období starších glaciálů, jako je **biber** a **danube**, se v Alpách průměrné zimní teploty pohybovaly mezi -8° až -10° C resp. -11° C až -13° C, průměrné teploty letních měsíců dosahovaly $10 - 13^{\circ}$ C a maximální roční srážkový úhrn se pohyboval mezi 450 - 550 mm.

Z eopleistocénu jsou také známy staré sprašové pokryvy, např. v Uherské nížině, v dolním Rakousku nebo na Ukrajině. Jsou převážně odvápněny a obsahují polohy fosilních půd.

Pro **mladší pleistocén** je typické střídání několika fází zalednění, přerušovaných interglaciály, což mělo vliv na výrazné změny v biotě, dodávající pleistocénním krajinám odlišný ráz.

Podnebné změny v pleistocénu se dělí na tři základní řady, a to:

- základní období chladna a tepla (**glaciály** a **interglaciály** včetně postglaciálu);
- dílčí výkyvy v glaciálech (**stadiály** a **interstadiály**);
- drobné výkyvy oběma směry (oscilace).

Kvartérní opakující se podnebné výkyvy měly vliv nejen na reliéfovotvorné procesy a vznik specifických tvarů v reliéfu, ale také na procesy pedogenetické (v interglaciálech resp. i v interstadiálech) a na charakter bioty.

Klíčový význam pro posouzení charakteru kvartérních krajin mají půdy (blíže viz J. Němeček, L.Smolíková, M.Kutílek, 1990), protože jsou vázány na převládající terestrické formace. Periodické změny klimatu vedly k posunům vegetačních zón, což se odrazilo v charakteru modelace reliéfu a následně vznikem charakteristických sedimentů pro dané klimaticko-vegetační zóny, které se pak staly matečnou horninou pro vznikající půdu. Půdy se mnohdy zachovaly v autochtonním stavu a recentní půdy jsou posledním článkem složitěho **sedimentačně - půdotvorného cyklu**.

Ve vrcholných fázích **pleniglaciálů** se půda nevytvářela v důsledku drsných klimatických podmínek subarktického charakteru (resp. charakteru arktického v zaledněných oblastech). Např. v Podunajské nížině, v moravských úvalech a v Polabí byla sprašová step, v pahorkatinách tundra na sprašovém podkladu, vrchoviny a nižší horské oblasti měly ráz kamenité tundry a vysoká pohoří byla zaledněna resp. měla charakter mrazových pouští.

Studená období glaciálů měla průměrné roční teploty o $4 - 5^{\circ}$ C i více nižší než jsou ve středoevropském prostoru v současné době, což představovalo příhodné podmínky pro glaciální a periglaciální modelaci reliéfu. Podnebí mělo drsný kontinentální charakter a kromě intenzivního mrazového zvětrávání docházelo také k tzv. **zesprašnění eolických sedimentů**. Tento proces probíhal do výšek až 400 m n.m. Zesprašnění dodává spraši charakteristickou skladbu, spočívající v posunu železa a uhličitanu vápenatého.

Proto je mnohdy spraš považována nejen za sediment, ale také za půdu, která vznikala souběžně s usazováním prachu. Zesprašnění je zvláštním procesem pustinného zvětrávání a je typické nejen pro spraš, ale může se projevit i v oblastech nesprašových vznikem prachovitých zvětralin. Při tomto sialiticko - karbonátovém zvětrávání sehrává důležitou úlohu mráz a kapilární vlhkost, takže CaCO_3 není vyplavován do nižších poloh, ale zůstává jemně rozptýlen ve svrchních polohách zeminy.

Sprašový pás je ve střední Evropě zastoupen do výšek až 400 m n.m. v pruhu mezi oblastmi severoevropského a alpského zalednění, přechází do jižního Polska a pak k jihu do Podunají.

Dalším typickým terestrickým sedimentem studených období pleistocénu jsou **váté písky**, mnohdy ve formě dun. Nacházejí se především v oblastech mladých zalednění. Podmínkou jejich vzniku byly s největší pravděpodobností plochy pleistocenních říčních teras bez vegetace a sandry v předpolí ledovců; ukončení jejich akumulace souvisí s oteplením a pokrytím reliéfu vegetací (ve střední Evropě počátkem holocénu).

Zvláštní skupinu terestrických sypkých hornin pleistocenního stáří tvoří **mrazové drtě**, které mají charakter drobných ostrohranných úlomků (např. vápenců, břidlic nebo opuk). Jsou na závětrných stranách svahů (obdobně také spraše), mnohdy daleko od výchozů hornin, z nichž tyto úlomky pocházejí. Často mají charakteristické zvrstvení, kdy se střídají polohy hrubšího a jemnějšího materiálu. Jsou známy z celé řady lokalit západní Evropy (např. ve Francii - gréeses litées) u nás byly popsány, kromě jiných oblastí, v Hornomoravském úvalu. Jejich vznik souvisí s působením větru a mohou mít charakter přechodné formy mezi sedimenty větrnými a svahovými.

Periglaciální zóna se vyznačuje rozsáhlým zastoupením **svahových sedimentů**; jejich gravitační geneze se kombinuje s řadou dalších činitelů, především klimatických; důležitou úlohu při jejich vzniku zaujímá srážková nebo tavná voda, půdní led, jehlový led, kongeliflukce a další.

Proluviální sedimenty jsou vázány na určité části reliéfu. Vznikají tam, kde klesá transportační síla vody unášející materiál, a to např. v místech snížení podélného sklonu dna úpadu, strže nebo bystřiny. V reliéfu mají proluviální sedimenty zpravidla tvar plochých náplavových kuželů. Jejich materiál je špatně vytríděný a neopracovaný, protože transport byl krátký a kromě toho k přenosu docházelo periodicky. Ve středoevropském prostoru jsou zastoupeny především v místech, kde byl výrazný přechod strmého reliéfu v reliéf plošší, např. v Moravskoslezských Beskydech nad brázdami Podbeskydské pahorkatiny (Jablunkovská, Třinecká a Frenštátská brázda) nebo v Krušných horách v oblasti styku s Podkrušnohorskými pánevmi. Jejich geneze souvisí s mimořádnými hydrometeorologickými situacemi, mnohdy se soliflukcí a splachem.

Z **vegetačního hlediska** měla krajina ve studených obdobích ráz otevřených formací s odolnými břízami, borovicemi a modřiny ve chráněných polohách (údolí, nivy). Nejchladnější období glaciálů mohly mít průměrné roční teploty okolo -6°C . Aplikace dnešních arktických podmínek na území střední Evropy je dosti problematičtější, protože intenzita slunečního záření byla zde vyšší vlivem zeměpisné šířky. Glaciální stepi a tundry byly převážně suché až velmi suché.

Jižně od okraje pevninského ledovce byla (kromě vyšších poloh horských oblastí, které byly zaledněny) bezlesá tundra, v níž mohly být zastoupeny společenstva nízkých, zpravidla plazivých keřů (různé druhy vrb a bříz) a dále růžokvětá dryádka (odtud označení tundrové flóry jako flóry dryasové). Jižněji situovaný pás se suchým podnebím se táhl ze západní Francie přes střední Evropu mezi Alpami a Sudety, přes jižní Polsko severně od Karpat a podél karpatského oblouku až po Balkán. **Ráz pleistocenní fauny** (s výjimkou měkkýšů) určovali především savci, jako jsou slonovití, dále nosorožci, prauři, z šelem

medvědi, šavlozubí tygři a četní zástupci arкто-alpínské fauny, jako jsou lumíci, vlci nebo rosomáci.

V rámci glaciálů teplejší období interstadiálů byla teplotně poměrně drsnější ve srovnání s dnešním střeđoevropským podnebím, maximální průměrné roční teploty dosahovaly pravděpodobně hodnot 4°C. Lesní porosty nebyly souvislé, měly spíše charakter lesostepi nebo parkové tajgy. V nejnižší položených suchých oblastech mohly vzniknout i černozeď a byla rozšířena nenáročná malakofauna.

Obdobně docházelo k teplotním výkyvům i v interglaciálech, nikdy však chladná období těchto výkyvů nedosahovala pleniglaciálního charakteru.

Na teplotní výkyvy reagují základní rostlinné formace, především formace lesní a formace otevřené. Jejich zastoupení je základním kritériem pro posouzení oceanity nebo kontinentality území. Lesní prvky jsou málo odolné vůči mrazům resp. rychlým teplotním změnám ve srovnání se stepními druhy.

Cyklické klimatické výkyvy pochopitelně ovlivnily střídání různých **společenstev živočichů a rostlin**, dále charakter sedimentace a ráz pedogenetických procesů.

Klimatické poměry v interglaciálech a v postglaciálu měly příznivý vliv na vznik různých půdních typů. Tuto problematiku řeší paleopedologie, dílčí disciplína kvartérní geologie, která přináší, kromě jiných, důležité poznatky pro stratigrafii kvartéru. Půdní typy, které vznikly v různých obdobích kvartéru, odpovídají určitým podmínkám fyzickogeografického prostředí, takže poznatky o nich přispívají také k poznatkům paleogeografickým. K tvorbě půd dochází v teplých klimatických obdobích, kdy intenzita sedimentace a odnosu je snížena na rozdíl od podmínek ve studených klimatických fázích.

Flóra a fauna interglaciálů ukazuje na to, že v jejich vrcholových fázích bylo podnebí teplejší a vlhčí ve srovnání s podnebím dnešním. Roční průměrné teploty v klimatickém optimu interglaciálů byly o 2 - 3°C vyšší a v nejstarším interglaciálu dokonce o 4 - 5°C. Střeđní Evropa měla také vlhčí podnebí oceánského rázu ve srovnání s dnešní situací.

V interglaciálech střeđní Evropy byly lesní porosty ve srovnání s holocénem rozsáhlejší a relativně malé plochy stepí byly zastoupeny pouze tam, kde v podloží reliéfu byly např. vápence a svahy byly orientovány k jihu. Doklady o tom, že ve střeđní Evropě v interglaciálech byly lesní porosty převládající formací, vycházejí z paleontologických výzkumů (zbytky vegetace, malakofauna), i z výzkumů paleopedologických, např. poslední interglaciál je zpravidla představován plně vyvinutými lesními půdami ze skupiny parahnědozemí.

Základním kritériem pro posouzení charakteru změn kvartérních krajin je vztah mezi klimatem a půdou. To lze doložit faktem, že nápadným dělítkem jsou např. pro pochopení různých změn klimatických fází fosilní půdy, které jsou ve sprašových polohách jediným dokladem pro rozdělení jednotlivých sprašových pokryvů; např. dobře vyvinuté fosilní půdy parahnědozemního typu se vyvíjely vždy v interglaciálech resp. interstadiálech. Obdobně je tomu u půd skupiny terrae calcis (blíže viz L.Smolíková, 1965) resp. plastosolů. Allitická terra rosa vznikala v teplých obdobích eopleistocénu. Dobře vyvinutá terra fusca vznikala v interglaciálech (v interstadiálech schází), v postglaciálu se nemohla plně vyvinout, protože toto období pro vznik výše uvedeného půdního typu je poměrně krátké.

Z přehledu V.Ložka (1960) vyplývá, že pro nejstarší období pleistocénu (**pretegelen**) je charakteristické několik chladných, ale také několik velmi teplých a velmi vlhkých klimatických výkyvů. Interglaciál **danube/günz** (v severské **klasifikaci tegelenský interglaciál**) měl podstatně teplejší a vlhčí podnebí než je podnebí dnešního území střeđní Evropy. Období glaciálu **günz** (v severské klasifikaci **weybourneské studené období**) bylo přerušeno velkým interstadiálem, označovaném také jako **intergünz** (v severské klasifikaci **waalský interglaciál**) vznikly nejstarší známé kvartérní spraše a fosilní půdy - parahnědozeď a terra rosa. V teplých obdobích měla fauna i flóra v krajinách střeđní

Evropy xerothermní charakter, v chladných obdobích měla biota výrazné znaky arkoalpínské povahy. V teplých obdobích rostly doubravy s bukem, v chladnějších obdobích odolnější jehličnany.

Interglaciál **günz/mindel** (v severské klasifikaci **cromerský interglaciál**) měl velmi teplé až submediteránní podnebí se střídavě vlhkými a suchými obdobími; v tomto interglaciálu se vyvinul komplex fosilních půd, mnohdy charakteru braulehmu (hnědý plastosol), který je typický pro okrajová území subtropů.

Glaciál **mindel** (v severoevropské klasifikaci **elsterské zalednění**) měl chladnější a vlhčí podnebí než mladší glaciály. Chladná období tohoto glaciálu byla přerušena jedním interstadiálem. Tento glaciál je charakteristický mocnými sprašovými sedimenty a sedimenty soliflukčními, v interstadiálu došlo v několika fázích k výrazným pedogenetickým procesům, o čemž svědčí nálezy fosilních půd. V chladné stepi převládala nenáročná společenstva bez lesních druhů, z fauny dominoval mamut. Interglaciál **mindel/riss** (v severské klasifikaci **holsteinský resp. halštrovský interglaciál**) byl teplejší a vlhčí ve srovnání s dnešním středoevropskými klimatickými poměry, většina živočišných druhů je do značné míry totožná s druhy mladopleistocénními resp. recentními. Flóra byla zastoupena především méně náročnými jehličnany.

Glaciál **riss** (odpovídá **sálskému zalednění**) byl chladný, klima mělo drsné subarktické podmínky a v jeho teplejších obdobích se ve spraších vytvořily dvě fosilní půdy. Krajina v nezaledněných oblastech měly charakter stepí až tundry.

Interglaciál **riss/würm** odpovídá severskému **eemskému interglaciálu**. Podnebí v tomto interglaciálu bylo vlhké a teplejší až o 3°C než dnes. V tomto interglaciálu se dobře vyvinuly černozemní půdy a terra fusca. Ve flóře převládaly teplomilné a vlhkomilné druhy, ve fauně i některé recentní evropské lesní formy.

Nejmladší glaciál **würm** převážně odpovídá **viselskému zalednění** v severské klasifikaci. Několika teplejšími výkyvy se člení na 3 stadiály. V obdobích studeného a suchého klimatu v jednotlivých stadiálech byly sedimentovány mocné sprašové polohy a podle teplotních poměrů se v krajině střídala v nezaledněných oblastech tundra, parková tundra až po řídký les nebo lesostep v teplejších obdobích. V nejmladším údobí würmu (od 13 000 let př.n.l.) jsou doklady magdaleníenské paleolitické kultury.

Postglaciál (holocén) začíná ve středoevropském prostoru před 10 300 léty, kdy dochází k ústupu kontinentálního ledovce od morén stadia Salpausselkä v jižním Finsku. Dochází k dlouhodobému oteplení, k rozvoji lesní vegetace a oslabení svahových, fluvialních a eolických procesů.

V pozdním magdaleniénu, jenž se zčásti kryje s **preboreálem** (8000 - 7000 let př.n.l.), byla průměrná roční teplota ve střední Evropě asi o 5°C nižší než dnes. V tomto relativně chladném období ještě nezačal do charakteru krajiny zasahovat člověk, protože lidská společnost (střední doba kamenná) byla na nízkém vývojovém stupni. Ve vegetačním pokryvu tehdejší krajiny střední Evropy byly zastoupeny především březové a borové lesy a v nedostatečně chráněném reliéfu byly přemísťovány a následně sedimentovány povodňové hlíny v nižších polohách.

Na preboreál navazuje mladší klimatická fáze - **boreál** (7000 - 6000 let př.n.l.), který měl poměrně teplé a suché podnebí a roční průměrná teplota byla ve střední Evropě asi o 2°C vyšší než dnes. V období nejmladší fáze paleolitu dochází v pleistocénních sedimentech k chemickému zvětvávání, sprašovitě hlíny mají ještě charakter syrozemí. V otevřené středoevropské krajině se rozvíjejí teplomilné stepní formace, ve vyšších polohách světlé bory a líska.

K nápadnému zlomu došlo v **atlantiku** (6000 - 1500 let př.n.l.), kdy se v teplém oceánském podnebí ve střední Evropě rozšířily smíšené porosty. Průměrné roční teploty byly až o 3°C vyšší ve srovnání s dnešními; půdní typy a svahoviny byly slabě humózní. V krajinách střední Evropy převládaly smíšené doubravy, výrazně byly zastoupeny porosty jasanu a olše. V 5. tisíciletí př.n.l. se ve střední Evropě začalo rozvíjet pastevectví a primitivní zemědělství, takže půda, jako výrobní prostředek, začala být transformována člověkem. Začínají se vytvářet plochy prvních kulturních stepí, v českých zemích především v Polabí a dolním Poohří a také v moravských úvalech. Byl to počátek období, kdy pravěká zemědělská ekumena se šířila i do původně zalesněných území a člověk začal zavádět do krajiny umělá rostlinná a živočišná společenstva. Rozšiřování pastvin se dělo na úkor vypalování lesních porostů a uzavřené lesní formace se měnily na otevřené stepní stanoviště, což mělo za následek změny ve vodním režimu a zesílení vodní eroze.

Velmi závažným zásahem do vývoje krajiny bylo zemědělství, kdy v tzv. **kulturní stepi** bylo zcela změněno **složení původních biocenóz**, což se odrazilo také ve vývoji půd. Toto období se vyznačuje výrazným zesílením odosu půdy (na to lze usuzovat podle zvýšeného obsahu jemných frakcí v nízkých říčních terasách) a tvořily se také půdní sedimenty v nižších polohách reliéfu. Půdy podléhaly mechanické destrukci, což do jisté míry připomíná podmínky chladných fází pleistocénu, to však bylo dáno pouze klimaticky. Převážná část dnešních zemědělských půd se vyvíjela pod lesními porosty. Po odlesnění krajiny a mechanickým člověkem opracovávání půd se jejich původní profilové členění zastřelo a z přírodních profilů se zpravidla zachovaly pouze spodní horizonty. Z původních lesních půd začaly sekundárně vznikat půdy jiných řad, které neodpovídaly klimatickým podmínkám - tj. půdy polygenetické (např. pseudočernozemě).

Mladší období - **subboreál** - (1500 - 800 př.n.l.) je charakteristický suchým a teplým podnebí o 1 - 2°C teplejším než dnes. S přispěním zemědělských zásahů se rozvíjí stepní formace, kdežto v neosídlených oblastech ve vyšších polohách převládaly bukojedlové porosty. Zemědělská ekumena se na úkor lesních porostů rozšířila do oblastí doubrav i bučin, což vedlo v členitém terénu k zesílení vodní eroze, jak je to patrné z nárůstu humózních povodňových hlín. Středoevropské půdní typy v této době dosahují své zralosti. Fauna tehdejších krajín se podobala dnešním, dochází také k domestikaci, jako je kůň, skot, pes aj.. Z hlediska lidské materiální kultury je toto období ztotožňováno s tzv. dobou bronzovou.

Subatlantik (800 let př.n.l. - 600 let n.l.) je z klimatického hlediska charakteristický ochlazením a zvlhčením. Teplomilná společenstva se stěhují do nižších poloh a začínají převládat bukojedlové porosty a habr. Tento výrazný klimatický zvrat vedl ke zvýšení intenzity eroze půdy a obohacování údolních niv sedimentovaným materiálem. Dochází k degradaci půdních typů a ke tvorbě svahových sutí. Step je mnohdy zatlačována šířením lesních porostů a snižuje se také horní hranice lesa. Lidská sídla začínají pronikat i do vyšších poloh, struktura půdy je rozrušována zemědělskými zásahy, terénní úpravy (např. stavba hradišť a obranných navážek valů aj.) mění ráz původního reliéfu.

Poslední současná fáze holocénu - **subrecent** - začíná v 7. století našeho letopočtu, což se shoduje s dobou historickou a ve středoevropském prostoru s počátky slovanského osídlování. Podnebí začíná mít sušší a kontinentální charakter. Eroze půdy nabývá výraznějších rozměrů a antropogenně podmíněné zmenšování ploch lesních porostů s rozšiřováním ekumeny vedlo ke zvětšení ploch kulturních stepí ve střední Evropě. Intenzivně jsou osídlovány také horské polohy kolonizací, např. v moravských a slovenských Karpatech je to valašská kolonizace, dochází však i k osídlování některých oblastí Šumavy a Krušných hor. Charakter krajín střední Evropy se od počátku průmyslové revoluce výrazně změnil odlesněním, velkoplošnými terénními úpravami, regulací toků a melioračními zásahy.

Ve 12. - 13. stol. subrecentu (viz např. Z.Lipský, 1998) bylo podnebí poměrně teplé na rozdíl od 13. - 19. stol. kdy bylo chladněji. Období 1233 - 1464 bylo vlhké a chladné (Z.Vašků, 1988), vyskytovaly se četné povodně a intenzita eroze půdy byla katastrofální. Tzv. **malá doba ledová** (1550 - 1850) se vyznačovala mrazovými zimami, v tomto období se také nápadně zvětšovala plocha alpských ledovců. Posledních 100 let od konce uvedeného období má charakter klimatického optima.

Přirozený **holocenní vývoj krajiny** ve středoevropském prostoru (V.Ložek, 1993, I.Míchal, 1994) se vyznačoval především **oteplením**, což umožnilo zpětnou migraci bioty, vytlačené z tohoto území v chladných obdobích pleistocénu. Zvlčnění podnebí a jeho oteplení vytvořilo podmínky pro rozvoj půdotvorných procesů a rozšíření lesních porostů na úkor chladné stepi a tundry. V obdobích klimatických optim převládly po 4000 let doubravy. V dalších 4000 letech (v podstatě až do dnešní doby) dominovaly z přirozených porostů bučiny, přecházející v nižších polohách do doubrav a polohách vyšších do smrčín.

Krajiny dnešní České republiky zaznamenaly důsledky prvních mírných antropogenních zásahů **v neolitu** před 6000 - 7000 lety. Tehdejší primitivní zemědělské zásahy (zemědělské komunity se stěhovaly na jiné stanoviště po 12 - 18 letech) se projevovaly v okruhu rozptýlených osad, jejich obyvatelé zpravidla obdělávali plochy asi 30 ha vč. příloh, tj. půdy, která ležela ladem 2 roky a byla využívána jako pastvina.

První relativní přelidnění (a s tím spojené podstatné větší změny v krajině) je přibližně vázáno na období před 2700 - 3000 léty (**pozdní doba bronzová**). Zvýšení počtu lidí vyvolalo tlak na zvětšení obdělávaných ploch na úkor lesních porostů, což mělo za následek zesílení vodní eroze a tvorbu strží; erodovaný materiál sedimentoval v údolních polohách (O.Stehlík, 1981). **Doba železná** (před 2000 až 2400 léty) je pro střední Evropu charakteristická poměrně vyspělým zemědělstvím, opřeném o travoplní systém. Toto období se na druhé straně vyznačuje drsnějšími klimatickými podmínkami.

V důsledku stěhování národů v první polovině prvního tisíciletí n.l. se snížil zemědělský tlak na krajiny a došlo k přechodné invazi lesních porostů. Slovanské osídlování se v tomto období soustředilo především do nižších údolních poloh (odhaduje se, že kolem r. 850 n.l. zaujímal zemědělská půda na území dnešní ČR asi 10 % rozlohy). Protože tato stará slovanská sídla byla stálá, docházelo k prosvětlování a zatlačování lesa do vyšších poloh. Koncem 10. stol.n.l., kdy končila **slovanská kolonizace**, pokrývaly lesy ještě 75 % dnešní rozlohy ČR.

Sporadicky osídlené horské a vrchovinné oblasti byly zasaženy **středověkou kolonizací** ve 12. a 13.stol. Zvyšování počtu měst a obyvatel tlačil na využívání zemědělsky využívaných ploch na úkor lesů. Ve 14. stol. zemědělská půda již představovala asi 30 % rozlohy dnešní ČR, s tím se však také zvyšovala intenzita plošné a stržové eroze následkem **odlesňování** (souviselo to nejen s antropogenními zásahy, ale pravděpodobně také se zhoršením klimatických podmínek). V důsledku relativního přelidnění a následného zhoršení úrodnosti půdy v tomto období, zanikla řada sídel, především ve vyšších polohách (k těmto změnám došlo, kromě dalších oblastí, docházelo např. na Dražanské vrchovině).

Ke snížení rozlohy zemědělské půdy a zvýšení zalesněných ploch přispívaly také dlouhodobé války, jako byly války husitské a později 30letá válka. V období od 2. poloviny 15. stol. do počátku 17. stol. však v teplejších klimatických obdobích plochy zemědělsky využívané půdy rostly, byly také stavěny rybníční soustavy, propojené důmyslnými kanálovými systémy (koncem 16. stol. pokrývaly rybníky v českých zemích plochu 180 000 ha). Krajina po výstavbě rybníků získala zvláštní charakter, projevující se dodnes, především v jihočeském prostoru.

Období 30leté války se do značné míry kryje s obdobím nepříznivých klimatických podmínek. Podstatné snížení počtu obyvatel a špatné klimatické poměry vedly ke změně krajinné struktury historických zemí spontánním vývojem lesních společenstev a následným snížením intenzity vodní eroze.

V 18. stol. byl položen základ tzv. **barokní české krajiny**. Začala se zvyšovat výměra zemědělské půdy (především půdy orné) nejen na úkor půdy lesní, ale také rušením rybníků (v polovině 19. stol. se jejich výměra u nás snížila na 35 000 ha). K zásadním systémovým změnám v českých krajinách došlo v 19. stol. se zavedením střídavého systému hospodaření. Úhor byl nahrazen především kultivací a hnojením. Do lesních porostů byly zavedeny rychle rostoucí monokultury, toky byly regulovány, začaly první velkoplošné meliorační zásahy a koncem 19. stol. začala výstavba větších vodohospodářských děl - přehrad. Reliéf i další krajinné složky podléhaly koncem století také následkům povrchové těžby nerostných surovin. Tradiční barokní zemědělská krajina, vytvořená v 18. stol., měla i přes nízký podíl zalesněných ploch a vysoké výměry orné půdy řadu stabilizačních a protierozních prvků, jako jsou meze, remízky, loučky a pastviny.

K podstatným změnám krajin České republiky začalo docházet v druhé polovině 20. stol., kdy v důsledku **kolektivizace** a velkoplošného obdělávání půdy došlo k podstatným úbytkům travních porostů, mnohdy i odvodnění (např. mokřady) a k likvidaci dalších stabilizačních prvků, což mělo za následek enormní zvýšení vodní eroze a v některých oblastech i eroze větrné. Těmito negativními zásahy se krajinná struktura výrazně zjednodušila (Z. Lipský, 1992).

Změny venkovské krajiny, která z hlediska své plošné rozlohy není zanedbatelná, byly od 50. let 20. stol. u nás tak hluboké, že došlo k výraznému narušení některých přírodních procesů a ekologické stability. Polyfunkčnost krajiny tak byla degradována pouze na výrobní plochu, vhodnou pro nasazení různých mechanismů.

Podle Z. Lipského (1998) **vývoj české kulturní venkovské krajiny** lze od pravěké ekumeny rozdělit do **tří typů vývojových období**:

- **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. a 60. letech 20. stol.; charakteristickým doprovodným rysem je vždy nápadné zvýšení půdní eroze;
- **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. stol., nebo zemědělská malovýroba českého venkova do poloviny 20. stol.;
- **období zvratu** (dočasného, ale místně i trvalého) *ve vývoji* při dočasném (někdy trvalém) snížení antropického tlaku na krajinu, jeho 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. stol. v průběhu a po ukončení 30leté války, v pohraničí po r. 1945 po odsunu Němců, ale od 50. let místně i ve vnitrozemí na plochách nevhodných pro zemědělskou velkovýrobu.

14. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Člověk je součástí přírody, avšak lidstvo se dostává do situace, kdy „některé jeho činnosti začínají způsobovat vážné změny v prostředí, ve kterém žije a není nadsázkou konstatovat, že mohou v budoucnu ohrožovat lidstvo jako biologický druh“ (O.Klein, op.cit. in O.Klein, Vl. Bencko, 1997). Člověk vyčerpává neobnovitelné zdroje a své životní prostředí, zcela nezbytné pro jeho existenci a znečišťuje, přičemž lidské populace přibývá. Za předpokladu, že člověk je na Zemi asi 1 mil. let (pravděpodobně déle, ale při malém počtu jedinců), lidstvo spotřebovalo asi 285 mld.t kyslíku, z toho však za posledních 50 let až 250 mld. t a v poslední době je spotřeba kyslíku za 5 let vyšší než spotřeba za celé 19. století. Člověk se vyvíjel jako druh v přírodních podmínkách na Zemi, tyto podmínky člověka utvářely po stránce biologické, duševní a posléze i po stránce společenské. Člověk je vázán na materiální, sociální a v neposlední řadě i duševní podmínky života na Zemi a v průběhu svého vývoje s těmito podmínkami vytvářel psychosomatickou jednotu.

Pod pojmem **životní prostředí** (habitat) rozumíme **prostor, ve kterém za spoluúčasti některých vnitřních a vnějších činitelů může určitý organismus žít, vyvíjet se a rozmnožovat**. Životní prostředí různých organismů se navzájem prolíná a je vždy v úzkém kontaktu se svým živým i neživým okolím. Podle *Zákona o životním prostředí č. 17/1992 Sb. je životním prostředím vše, co vytváří přirozené podmínky pro existenci organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Životní prostředí člověka je zvláštní v tom, že je to časoprostorový systém, tvořený integrujícími prvky přírody abiotické i biotické s prvky socioekonomickými*. Člověk životní prostředí mění svými aktivitami, což se zpravidla promítá i do změn životního prostředí jiných organismů. Podle výše uvedeného zákona jsou základními složkami životního prostředí především ovzduší, voda, půda, horninové podloží, organismy a jejich komplexy (populace, společenstva, ekosystémy) a energie. Součástí životního prostředí jsou také v něm probíhající procesy, jako je např. migrace prvků, vody a také geochemické vazby; náleží k němu přirozená ozónová vrstva, přirozený skleníkový jev aj., přičemž pro člověka jsou součástí životního prostředí i podmínky sociální, kulturní, ekonomické, pracovní a politické.

Výzkum životního prostředí je nutno vzhledem k složitosti prolínajících se procesů chápat jako výzkum mezioborový (interdisciplinární), do něhož je zapojena především biologie, chemie, fyzická geografie, geologie a dále socioekonomická geografie, sociologie, urbanistika a řada dalších oborů.

V hrubých rysech lze životní prostředí člověka z hlediska funkčního členit na prostředí pracovní, obytné a rekreační. Z hlediska prostorového rozlišujeme:

- **makroprostředí** (krajina se svými přírodními zdroji, ovzduší, vodstvo, reliéf, půda a biota);
- **mezoprostředí** (lidská sídla - města a vesnice);
- **mikroprostředí** (prostředí pracovní, obytné, kulturní a rekreační).

Protože lidské aktivity v krajině (resp. ve svých důsledcích i v krajinné sféře) vedou ke změnám a procesům, které se v přírodním prostředí nevyskytují, je nutno ke studiu procesů v komplikovaném životním prostředí člověka přistupovat systémově.

Životní prostředí člověka je složitým souborem různých navzájem propojených faktorů a kromě dědičných vlastností, které si člověk přináší do života, mohou tyto faktory různým způsobem ovlivňovat jeho zdravotní stav a délku jeho života. Tyto původní přírodní faktory jsou člověkem přímo nebo nepřímo způsobem narušovány, což se následně zpětně projevuje na zdraví i pohodě obyvatelstva.

V integrovaném dynamickém systému životního prostředí lze jeho jednotlivé navzájem propojené faktory rozdělit do čtyř kategorií (podle R. Rozkošný a kol. 1989):

- *faktory fyzikální* - řadíme k nim určitý prostor, v němž charakterizujeme teplotu, tlak, záření, silové pole aj., probíhající a měnící se v určitém čase. Jejich změny mohou přinášet zdravotní rizika (především silové pole, hluk, změny v elektromagnetickém poli, vibrace aj.);
- *faktory chemické* - souvisí s chemizací životního prostředí, kdy se do něho dostává řada přírodně cizích látek (např. toxiny, alergeny, mutageny, karcinogeny), které člověk vdechuje nebo přijímá s potravou;
- *biologické faktory* - zahrnují choroboplodné zárodky, přenašeče chorob, parazity, alergeny živočišného i rostlinného původu;
- *psychosociální faktory* - jsou hůře definovatelné ve srovnání s výše uvedenými faktory. Jde především o psychogenní stresy, jež vedou ke vzniku neklidu, úzkostným stavům a frustraci, vycházející také z přelidnění a nedostatku sociálních interakcí; člověk je v podstatě vytržen z podmínek určitých přírodních cyklů.

Vlivy výše uvedených faktorů se mohou kombinovat a sčítat. Další komplikace mohou vycházet z individuálního jednání člověka, např. kvantita a kvalita zvolené stravy, tělesné a psychické zátěže, osobní hygieny a některých návyků, např. kouření nebo nadměrného požívání alkoholu a psychotropních látek (drogy).

Vazba člověka na životní prostředí je pochopitelná z charakteru výměny hmoty a energie. Např. v plicích dospělého člověka je v průběhu jednoho roku „zpracováno“ až 5000 m³ vzduchu, člověk za tuto dobu spotřebuje asi 0,25 t kyslíku, jeho trávicím systémem projde až 0,5 t potravin a asi 600 l tekutin. Pokud je prostředí kontaminováno nežádoucími sloučeninami, dochází ke změnám životních podmínek, a tím i ke změně zdravotního stavu obyvatelstva. S tím je spojen rostoucí počet degenerativních cévních chorob, srdečních infarktů, neuróz a dalších závažných poškození lidského organismu, které označujeme jako **choroby civilizací**.

Na změny některých fyzikálních faktorů životního prostředí (např. tepelné změny a změny atmosférického tlaku) je člověk v průběhu svého fylogenetického vývoje dobře adaptován, avšak antropogenní zásahy do těchto přírodních jevů, především v pracovním a obytném prostředí, mají negativní důsledky (např. ionizující záření nebo hluk). Nadměrný *hluk* člověka nejen rozruší, ale může poškodit sluchové orgány a ve svých důsledcích negativně působit na psychiku (jestliže intenzita hluku přesahuje 65 dB, objevují se u člověka zpravidla nepříznivé fyziologické a psychické účinky, k poruchám sluchu dochází při 90 - 120 dB a při překročení této mezní hodnoty mohou být vážně poškozeny ušní bubínky). Účinek hluku závisí nejen na jeho intenzitě a frekvenci, ale také na době trvání a dalších faktorech. Závažným následkem hluku (např. z provozu motorových vozidel) jsou poruchy spánku, vedoucí (kromě jiných) ke zhoršení psychické rovnováhy s četnými následnými zdravotními potížemi (např. vředová onemocnění trávicího traktu).

Cizorodé chemické látky v prostředí (xenobiotika) se do organismu dostávají v potravinách, vdechováním nebo kůží, resp. i jinými cestami, např. očními spojivkami. Škodliviny se do organismu mohou dostat polykáním nebo vdechováním prachu nebo aerosolů, které se zachytí v horních cestách dýchacích (např. v nose) a posléze jsou spolknuty. Tyto látky se dostávají do krevního oběhu a rychlost jejich pronikání je dána chemickými vlastnostmi. V organismu se mohou měnit na látky s vyšší toxicitou (tzv. letální syntéza), mnohdy dostávají mutagenní nebo karcinogenní charakter. Lidský organismus je v úzké metabolické interakci s prostředím.

Vdechováním vzduchu a přijímáním potravin a vody tělo ročně přijímá také různé chemické látky, které jsou mnohdy těžko odbouratelné, mají schopnost hromadit se v některých tkáních (např. v tuku) a při dosažení určité koncentrace mohou organismus poškodit. Příkladem výrazného poškození prostředí a následně i organismu, vč. lidského, je DDT nebo PCB.

DDT (dichlor - difenyl - trichlormethylmethan) byl vyvinut za 2. světové války a zprvu byl aplikován proti některým přenašečům chorob (např. u skvrnitého tyfu a malárie), po válce pak došlo k jeho intenzivnímu používání proti škůdcům v zemědělství a lesnictví, především proti hmyzu (kontaktní jed). Ve vodě je špatně rozpustný a kumuluje se tak v půdě po desítky let. V tucích je však rozpustný snadno, takže se koncentruje především v podkožním tuku, játrech a kostní dřeni. Jeho škodlivé účinky byly upozorovány zprvu u některých zvířat (např. u mořských ořlů). V 70. letech byla jeho výroba i aplikace zakázána v řadě evropských zemí. Tato látka kromě slabého dráždivého účinku na oči a horní cesty dýchací, působí na ústřední nervový systém (mozeček a motorická centra), snižuje obsah červeného krevního barviva, negativně ovlivňuje krevní obraz. Je to mutagen a pravděpodobně působí i karcinogenně.

K nebezpečným látkám v prostředí, které mohou ohrozit biosféru v globálním měřítku, náleží **PCB** (polychlorované deriváty bifenyly). Jsou to velmi stabilní organické sloučeniny odolné vůči vysokým teplotám a nepodléhají oxidaci (od počátku 30. let 20. stol. bylo vyrobeno asi 1 mil. t), a proto se používaly, kromě jiných, jako nátěrové látky. Odhaduje se, že asi 50 % vyrobeného a nepoužitého množství PCB je v současné době na různých skládkách, z nichž se pozvolna uvolňuje a druhá polovina je zastoupena v různých složkách životního prostředí. Podobně jako DDT i PCB se rozkládá velmi pomalu, dostává se do potravinového řetězce a v organismu živočichů se kumuluje v tuku. Je velmi pravděpodobné, že je to mutagen, karcinogen a teratogen.

V letech 1956 a 1963 byly zjištěny vážně zdravotní potíže vlivem požití pečiva z pšenice, která byla v Turecku mořena biocidem **HCB** (hexachlorbenzen) - u nás je od r. 1980 tato látka zakázána.

Biotransformaci škodlivých chemických látek v organismu lze rozdělit na fázi *asyntheticou a syntetickou*. Fáze asyntheticá je charakterizována především oxidací, redukcí a hydrolýzou. Po těchto procesech se zvyšuje rozpustnost derivátů ve vodě, což může vést k jejich vylučování z organismu. Ve fázi syntetické se původní škodlivina nebo její metabolit spojuje např. s glycinem nebo kyselinou glukuronovou a výsledný sulfát se pak váže v organismu.

Z přírodních látek je vysoce nebezpečnou látkou pro lidské zdraví **asbest** - křemičitan ve vláknité formě (vláknitá odrůda serpentinu). Jeho výroba pro výborné izolační vlastnosti vzrostla od 20. do 60. let 20. stol. desetinásobně (3 mil. t ročně), ale pak bylo zjištěno, že po 5ti až 10letém vdechování asbestového prachu se vyvíjí plicní choroba (asbestóza), vyvolávající plicní nádory (její vývoj se zpravidla kombinuje se silným kouřením).

Dalšími nežádoucími znečišťujícími látkami jsou **detergenty** (prací a mycí prostředky), které jsou jednou z příčin kontaminace povrchových toků, což následně ztěžuje jejich čištění v čistírnách vod resp. úpravárnách vod pitných. Jako toxické látky dráždí kůži a sliznice a mohou být jednou z příčin vzniku kožních alergických onemocnění. Tyto látky obsahují v různých formách fosfor, což přispívá k eutrofizaci toků a vodních nádrží.

Karcinogeny mají zpravidla specifickou povahu a vyvolávají v živých tkáních nádorové bujení. Podle vlastnosti nebo původu se známé karcinogeny člení do 8 základních skupin (O. Klein, V. Bencko, 1997):

- polycyklické aromatické uhlovodíky, vznikající při spalování fosilních paliv nebo kouření; nejznámější z nich jsou např. benzopyrén, methylchryzén a antracén;

- aromatické aminy, např. benzidin;
- chlorované uhlovodíky;
- nitrosaminy;
- anorganické látky, např. chrom, nikl, arzén, asbest aj.;
- látky v potravinách, např. mykotoxiny;
- hormonální karcinogeny, např. steroidy, flavony a difenyly;
- biologická alkylační činidla, např. alkylaminy, alkylsulfonáty atd.

Karcinogeny mohou mít charakter iniciátorů (jsou nádorotvorné samy o sobě) nebo promótoru (podporují vznik nádorů a účín iniciátoru).

Životní prostředí v souvislosti s růstem produkce a spotřeby kovů, je některými **kovy**, které mají toxický charakter, kontaminováno a potravinovým řetězcem ohrožují lidskou populaci. Nezanedbatelným zdrojem kontaminace prostředí nebezpečnými kovy je spalování fosilních paliv, protože některé druhy uhlí obsahují toxické prvky, které se ve formě emisí (hlavně z elektráren) dostávají do atmosféry a dalších složek životního prostředí (především do půdy). Za nejnebezpečnější z globálního pohledu jsou považovány kadmium (Cd), olovo (Pb) a rtuť (Hg). Hlavními zdroji znečištění prostředí **kadmiem** je vedle průmyslu spalování pohonných hmot a olejů a v neposlední řadě aplikace některých přírodních fosfátů v zemědělství. Kadmium se do půdy může dostat s čistiřenskými kaly. Orgány, kde dochází ke koncentraci kadmia v lidském těle, jsou především varlata, plíce, ledviny a játra. Mnohdy se v prostředí kontaminovaném kadmiem vyskytuje i **nikl**. Nebezpečnými látkami jsou sloučeniny **olova**, jehož hlavními kontaminujícími zdroji jsou nejen průmysl a doprava, ale do prostředí se dostává také z přírodních zdrojů ve formě silikátového prachu, kouře velkých lesních požárů a aerosolu z mořské vody. Do lidského organismu se dostává především potravou a postihuje zvl. krvotvorný systém, protože zasahuje do syntézy hemoglobinu a při silnější intoxikaci může dojít i k poškození periferního nervového systému. Vysoce jedovatými jsou anorganické i organické sloučeniny **rtuti**, které jsou do prostředí emitovány průmyslovými provozy, spalováním fosilních paliv a zemědělstvím. Do organismu se dostává vdechováním a potravou a jsou postihovány především plíce, centrální nervový systém, ledviny a trávicí trakt.

Lidská populace je globálně ohrožována nejen různými znečišťujícími látkami (škodliviny), ale také **šířením některých chorob**. V dřívějších dobách to byl především mor a cholera, v současné době je to např. šíření **AIDS** (Acquired Immunodeficiency Syndrome, syndrom získané imunodeficience). Tato pandemická choroba se v průběhu jednoho desetiletí rozšířila (s největší pravděpodobností z Afriky) na všechny kontinenty a odhaduje se, že touto chorobou v r. 2000 trpělo asi 40 mil. osob všech věkových kategorií. Propuknutí choroby má velké ekonomické a sociální důsledky, především v rozvojových zemích (v některých afrických zemích je AIDS infikováno až 25 % populace). Proti této chorobě dosud neexistuje spolehlivý lék. Původcem propuknutí choroby je virus HIV, který napadá imunitní systém, takže za určitou dobu může člověk zemřít i na zcela banální chorobu.

Důležitým aspektem výzkumu stavu životního prostředí je také **sociologické hodnocení**, které se zabývá nejen změnami různých sociálních jevů vlivem narušených přírodních složek, ale také jejich důsledky, jež se promítají např. do charakteru a intenzity migrace obyvatelstva z narušených území, dále do víkendového stěhování z měst a podobných jevů.

Současné trendy vývoje společnosti nabývají globálních rozměrů, projevující se především ve využívání přírodních zdrojů a v následném zpracovávání surovin (např. rozvoj chemického průmyslu vedl v posledních desetiletích ke vzniku téměř 3 mil. chemických sloučenin, které se v přírodním prostředí nikdy nevyskytovaly), vznikla nová průmyslová

odvětví, nové biologické poznatky se promítají do praxe nejen ve šlechtitelství, ale také v genetickém inženýrství, což z dnešního pohledu může vést k nežádoucím jevům.

Možné důsledky tohoto vývoje je nutno vhodně interpretovat především ve školské praxi ve formě určitého směru ekologické výchovy, přičemž je však nutno mít na vědomí to, že tzv. ekologické vědomí lidí je mnohonásobně propojeno s dalšími sociálními faktory, které mají vliv na charakter životního prostředí. Kromě lidské populace z hlediska jejího počtu je stav prostředí ovlivněn zásadním způsobem výrobou hmotných statků; výroba je odvislá na charakteru struktury odvětví, protože jednotlivé typy výrob zatěžují prostředí specifickým způsobem. Na druhé straně však výroba, která zatěžuje prostředí, není samoúčelná, ale je prostředkem rozvoje lidské společnosti, protože naplňuje její potřeby. S touto problematikou souvisí pojem **životní úroveň**, kterou chápeme jako souhrn materiálních statků, uspokojující potřeby člověka; jejími základními ukazateli jsou např. výše příjmu na 1 obyvatele, vybavenost domácností, výdaje na potraviny atd. Tato zúženě pojímaná životní úroveň redukuje lidské potřeby na oblast **konzumu hmotných statků**, přičemž zpravidla je oblast zdraví opomíjena, obdobně jako sociální a právní jistoty, péče o děti a staré lidi, kulturu a estetické prostředí. Proto se v posledních létech do životní úrovně promítají nejen prostředky materiálního charakteru, ale také sociální péče, pracovní právní vztahy, kultura, doprava, bydlení atd. Je však nutno počítat s tím, že stupeň hmotné spotřeby je možno realizovat za cenu určitého **negativního ovlivnění životního prostředí**.

Lidská společnost disponuje možnostmi **vytváření sociálních norem vzhledem k přírodě**, spočívající především v přístupu k přírodě jako nenahraditelné hodnotě. Sociální normy považujeme za jev, jenž se tvoří v dlouhodobém historickém procesu.

Vlivem životního prostředí na psychiku člověka se zabývá poměrně mladý obor - **psychologie životního prostředí**. Člověk není pasivní produkt svého prostředí, protože lidská společnost prostředí ovlivňuje a přetváří. Ekologicko - psychologické problémy jsou propojeny se sociální dimenzí, protože člověk má vliv nejen na prostředí, ale také na ostatní populaci v tomto prostředí. Psychologická interpretace životního prostředí (blíže viz R. Rozkošný a kol., 1989) je velmi důležitá, protože umožňuje participaci na různých formách společenského dění, přispívá ke stabilizaci mezilidských vztahů, podílí se na neekonomickém vztahu k prostředí atp. V celém psychickém vývoji člověka hraje životní prostředí nezastupitelnou úlohu již od narození. Pro každého člověka je zdrojem informací, které člověk vnímá celistvě. Životní prostředí je prostorem, v němž se odehrávají všechny teritoriální interakce. Tento prostor může být přesycen lidmi, což zpravidla vede k teritoriálním problémům, a to se následně může odrazit v zanedbání péče o životní prostředí (např. přelidnění městského prostředí). Protikladem přelidněných a zanedbaných prostorů je prostor soukromí jako výrazná biologická a psychologická potřeba, která zakládá reálné ekologické jednání určitého jedince a jeho konkrétní ekologické postoje.

Definice **estetické kvality životního prostředí** je obtížná, protože závisí na zcela odlišných názorech jedinců v oblasti estetického vnímání. Pohledy na estetiku krajiny se s vývojem lidské společnosti měnily nejen v čase, ale také s místem (např. zahradní umění). Důležitým pojmem ve vnímání prostředí je tzv. **parková krajina**. Současný člověk jako druh je geneticky napojen na biotop primitivního člověka a podle I. Michala (1974) volné plochy, v nichž jsou zastoupeny roztroušené stromy (lesostep) navazují na uspokojení pračlověka z lestostepi, kde nacházel obživu i úkryt.

Do člověkem spravované krajiny zasahuje stále více těžká mechanizace (stavební, vodohospodářská, zemědělská, lesnická aj.), která je „geomorfologicky“ upravuje (vodní díla, terasování svahů, komunikační zásahy aj.). Tyto změny zpravidla neprobíhají koordinovaně a kromě toho často je primární ekonomické hledisko. Odhaduje se, že do konce 20. stol. člověk svými aktivitami ovlivnil 50 - 60 % reliéfu souší.

K základním požadavkům estetiky krajiny náleží udržování **regionálních krajinných rysů**, spočívající např. v charakteru rozmístění zeleně a její druhové skladby a dále citlivé terénní zásahy. V evropských zemích se prosazuje stále více myšlenka inventarizování krajiny podle jejich estetických hodnot s tím, že by v nich měly být zachovány základní původní přírodní prvky.

Základním přírodním prvkem, který opticky podmiňuje vnější vzhled krajiny, je **reliéf**. Jeho charakter je závislý především na litologicko - tektonických poměrech, sám pak ovlivňuje klimatické, hydrologické a biotické složky krajiny, predisponuje vývoj pedosféry a má také vliv na charakter antropogenních aktivit. V krajině, kde jsou přírodní prvky dominantními, má rozhodující vliv na její strukturu a vztahy mezi jejími dalšími složkami, přičemž tato priorita roste s tvarovou různorodostí reliéfu, především s jeho horizontální a vertikální členitostí, s různorodostí typů a tvarů reliéfu a s jeho morfometrickou diferenciací. Do značné míry predisponuje a ovlivňuje charakter antropogenních aktivit a může sehrávat také roli faktoru limitujícího. Komplikované vztahy mezi reliéfem a lidskými zásahy se v průběhu historického vývoje i v současné době projevují především v zemědělství, protože výměra zemědělské půdy se i v nevyhovujících polohách rozšiřuje na úkor ploch, pokrytých původně lesními porosty.

Prvotní zemědělec získával na úkor lesa zprvu pastviny a pak **půdu** pro pěstování plodin, přičemž se v reliéfu přizpůsoboval především jeho nadm. výšce a sklonovým poměrům. Tyto prvotní antropogenní zásahy v neolitu ovlivnily také charakter původní přírodní bioty a půdy. Prvním závažným zásahem do terénu bylo pastevectví, protože ve snaze získat pro dobytek co největší pastevní plochy, byly lesní porosty vypalovány. Se záměnou víceletých, převážně lesních resp. také křovinných formací za náhradní (zemědělské) kultury docházelo ke změnám v hydrologických poměrech krajiny a také k prvním náznakům antropogenně podmíněné erozi půdy (blíže viz např. J.Dorst, 1974, L.Buzek, 1992).

Půda je zvláštním ekosystémem s anorganickým a živým i neživým organickým materiálem, který prošel složitými fyzikálními a chemickými změnami. Ve vztahu k člověku má půda živitelskou funkci. S rozvojem lidské společnosti se půda do značné míry stává ohniskem sporu mezi ekonomikou a ekologií, protože se k ní přistupuje z odlišných aspektů v zemědělství, lesnictví a dalších druzích lidské činnosti.

Význam půdy pro životní prostředí je formulován v Evropské chartě o půdě, vyhlášené v r. 1972 Evropskou radou. Půda je v ní definována jako *drahocenné lidské jmění*, které umožňuje existenci života na Zemi. Půda je *omezený zdroj*, podléhající změnám, na nichž se značnou měrou podílí člověk.

V rámci jednotlivých složek životního prostředí má půda zvláštní postavení. Její vývoj a změny v ní jsou výsledkem přímého i nepřímého působení přírodních faktorů (matečná hornina, georeliéf, podnebí voda, biota), avšak do tohoto přírodního vývoje zasahuje člověk, takže dnešní půdy jsou silně antropogenizovány, a proto již mnohdy můžeme hovořit o **půdách kulturních**. Tento řetězec (katena) je výsledkem geomorfologických a pedogenetických procesů, procesů klimatických (např. oslunění aj.), procesů hydrických (např. charakter povrchového a podpovrchového odtoku vody) atd. Nezaměnitelnou úlohu sehrává také fytomasa, která je po odumření mineralizována.

Antropogenní činností je v současné době půda již ohrožována v globálním měřítku, a to především urychlováním erozních procesů a chemizací. Charakter krajiny se nápadně mění extenzivním **pastevectvím**, což zpravidla vede k akceleraci erozně denudačních procesů. Typické je to např. pro Středomoří a Blízký východ, kde původní řídké lesy měly poměrně slabou regenerační schopnost a zničením vegetace pastvou (ale také kácením stromů) se zcela změnil habitus krajiny a došlo k degradaci půd.

Změny v krajině s nastupujícím zemědělstvím jsou dobře patrné také v českých zemích; B. Hříbová (1956) to např. demonstruje mapou přírodní krajiny území dnešní ČR ve 12. stol., z níž je patrné, že dolní hranice souvislých lesních porostů v tomto století byly přibližně v nadm. výšce 300 m (kromě lužních lesů). Negativní ovlivňování reliéfu (a také půdy) je známé i z nedávné doby; příkladem může být např. území USA, kde koncentrovaný extenzivní chov hovězího dobytka a ovcí vedl k silnému rozvoji erozních forem na 240 mil. ha pastvin z celkové rozlohy 295 mil. ha. K negativním následkům vedlo také rozorání tzv. celin v bývalém SSSR, katastrofální důsledky na reliéf a půdu má také kácení tropických lesů. Ve středoevropském prostoru (např. na Slovensku) jsou zřetelné negativní vlivy pastevevství na horách nad horní hranici lesa od počátku valašské kolonizace (viz. např. Vl. Haüfler, 1955), což vedlo k zesílení eroze půdy, porušení stability svahů a k oslabení protilavinové účinnosti lesních porostů.

I v současné době náleží extenzivní pastevevství k vážným problémům mnoha oblastí, především v rozvojových zemích (střední Asie, Blízký východ, Sahel), ale také v některých oblastech USA, Ruska, Argentiny aj.

Vznik pastvin a polí již v prvních fázích vývoje lidské populace vedl ke změnám v přírodních poměrech i v původních přírodních stepích a lesostepích, což je patrné z následné resedimentace půd na úpatích svahů a v údolích (zvýšení podílu jemné frakce v nízkých terasách). Odlesňování pro zemědělské účely výrazně postihlo území s flyšovými podložími, v ČR je to patrné na východní a severovýchodní Moravě. Prvotní zemědělské zásahy, které byly soustředěny do poměrně malých ploch v okolí lidských sídel, vedly mnohdy ke tvorbě stržové sítě, vázané na tzv. průhony - místa pravidelných cest z lidských sídel na pastviště.

Předpokládá se, že člověk za posledních 10 000 let snížil plochu lesních porostů o 2/3 převážně pro zemědělské účely, což nesporně v globálním měřítku muselo zvýšit erozně **denudační procesy** nejen v humidních oblastech, ale i v oblastech sušších, kde při občasných, zpravidla intenzivních srážkách, se voda na nechráněném povrchu reliéfu projevuje modelačně v tvorbě nápadných erozních tvarů, resp. modeluje starou, dříve založenou erozní síť (wádí, arroyo). Nejintenzivněji a s nejzávažnějšími ekonomickými důsledky se však tato **mechanická degradace reliéfu i půdy** projevuje v humidní zóně, kde je zemědělská výroba ohrožována nejen stružkovou a výmolovou erozí, ale také erozí plošnou, která, byť opticky téměř nepozorovatelná, je při poškozování půdy rozhodující. Např. plošná degradace reliéfu ochuzuje půdu v USA ročně o 3 mld. tun jemnozeme, na niž je dále vázáno 92 mil. t živin. Obdobný vysoký odnos se předpokládá pro Ukrajinu a evropskou část Ruska.

Pro reliéf i půdu je škodlivé také spásání trávy v lesních porostech (především listnatých), kde je povrch reliéfu přímo ničen sešlapáváním a samovolná obnova vegetace je pak obtížná; zvířata spásají také mladé výhonky a konzumují semena. Právě volná extenzivní pastva je jedním z faktorů degradace středoasijských stepí. V Evropě bylo však již např. v r. 1515 ve Francii kočovné pastevevství zakázáno

Typickým příkladem pro demonstraci vlivu pastvy a zemědělství na degradaci reliéfu a půdy může být vznik soustavy strží v povodí Rakovnického potoka, kde se při poměrně nízkých průměrných vodních srážkách vyvinula nápadná erozní síť; od 17. do 19. stol. se na katastru obce Senomaty vytvořily hluboké erozní rýhy v délce přes 11 km s celkovou kubaturou přes 300 000 m³ (D. Zachar, 1970). Terén, který v této obci dosahoval koncem minulého století charakteru badlandu, je dnes asanován a stabilizován lesem.

Vodní eroze je velmi nebezpečná pro zemědělství nejen odnosem jemnozeme, ale také odnosem humusu a dalších látek, což se následně projevuje snížením výnosů. Např. na dobře vyvinutých půdách v USA ztráta 5 cm půdního profilu snižuje výnos obilovin až o 15 % a ztráta 10 cm půdy snižuje výnosy již o 22 %.

Sedimenty, které představují usazenou část produktů eroze, pocházejí převážně ze zemědělské půdy a ohrožují různá vodohospodářská zařízení a v níže položených územích zvyšují nebezpečí povodní. Odhaduje se, že v celosvětovém měřítku je ročně z pevnin odnášeno 18 - 20 mld. tun produktů eroze do sedimentačních prostorů světového oceánu.

Sklon reliéfu a jeho rozčlenění je jedním z primárních faktorů jeho degradace. Např. ve středoevropských podmínkách se na polích tvoří erozní rýhy již při sklonu $1^{\circ}30'$, při sklonech svahů přes 2° se erozní rýhy spojují, což na zemědělských pozemcích vede k poškozování kultur a při sklonech nad 5° již zpravidla vznikají výmoly a strže.

V současné době jsou silnou antropogenně podmíněnou erozí ohroženy tropické oblasti v důsledku velkoplošného kácení lesů a přeměnou lesní půdy na půdu zemědělskou. Pozorování v některých oblastech střední části Afriky prokázala, že pro odnos 15 cm mocného půdního profilu zalesněné půdy je zapotřebí 40 000 let, pokud je stejně mocný půdní profil pokryt trávou, jeho destrukce může probíhat až 10 000 let, avšak na bavlníkové plantáži je uvedených 15 cm zničeno již za 10 až 28 let. V současné době je půda ohrožována po velkoplošném odlesnění vodní erozí především na Malajském poloostrově, na pacifickém pobřeží Ekvádoru, ve všech středoamerických republikách, na Madagaskaru, ve východní Africe, v Indonézii, v amazonské části Brazílie, na Srí Lance a v dalších tropických oblastech. V nížinných oblastech tropů je ročně těžbou dříví obnažena plocha až 250 000 km² (z celkové plochy 9 mil. km²). Tyto odkryté plochy jsou využívány nejen pro pěstování rostlin, ale také pro extenzivní pastvu, kdy jsou zbytky rostlin konzumovány i s kořeny, terén je zvířaty sešlapáván a v průběhu tropických lijáků dochází k plošnému odnosu půdy, tvorbě stružek a výmolů.

Nejen vodní, ale také **větrná eroze** půdy dosahuje v současné době v některých oblastech světa enormní intenzity. Např. již v r. 1934 po delším období sucha byla ze zemědělské půdy států Kansas, Texas a Oklahoma (USA) jemnozem přenášena jako černé mraky na vzdálenost až několika tisíc km k východu, kde následně touto půdou (v podstatě to byl prach) byly zasypany zemědělské kultury a komunikace. Tato větrná bouře (Black Storm) postihla plochu asi 450 000 km² a vítr přenesl až 200 mil. t půdy (tato katastrofa přispěla v USA k ustavení Úřadu na ochranu půdy - Soil Conservation Service, který jako federální zařízení navrhuje různá protierozní zařízení, a to nejen v USA). Obdobné katastrofální erozní větrné situace se v USA opakovaly v letech 1950, 1957, 1965, 1988) a podobné jevy jsou známy také z evropské části Ruska, Kazachstánu, Sahelu aj.

Od roku 1965 do r. 1980 se v globálním měřítku plocha pouští zvětšila o 9 mil. km², bylo odlesněno 7 mil. km² tropických lesů (ale např. také pro urbanizaci bylo „ztraceno“ 1 mil. km² půdy).

Vodní eroze půdy na území České republiky není zanedbatelná, především v reliéfu se sklony svahů nad 7° ; ročně je odnášeno 250 - 500 t jemnozeme z 1 ha i s živinami (např. ze sledování v povodí Želivky bylo zjištěno, že při ročním odnosu jemnozeme 395 kg z 1 ha je současně odnášeno 76 kg dusíku, 127 kg vápníku, 24 kg draslíku a 1,6 kg kyseliny fosforečné). Také lesní půda je u nás ohrožena vodní erozí z 5 - 10 %, především v obdobích mimořádných vodních srážek, jako byly v r. 1996, 1997 (blíže viz L. Buzek, 2000). Ukazatelem intenzity degradace půdy je obsah jemné půdní frakce v tocích (plaveniny), např. z povodí Labe je v hraničním profilu s Německem ročně odnášeno asi 1 mil. t plavenin.

Půda jako složka životního prostředí je poškozována stále více **chemicky**, protože se do ní dostává celá řada látek nepřírodního původu. Při průmyslové výrobě se do ovzduší dostávají emise, které se transportem v atmosféře mohou dále měnit (např. oxidace, tvorba nových sloučenin) a v místech imisního spadu je půda kontaminována a s ní také voda a biota. Půda je chemicky poškozována aplikací průmyslových hnojiv a pesticidů.

Půda je v podstatě „křižovatkou“ v přírodním koloběhu látek, recyklují se v ní organické látky, takže je ohrožitelná z mnoha zdrojů, např. radioaktivních a těžkými kovy. Tyto

kontaminující látky mění její chemické, fyzikální a biologické vlastnosti a potravním řetězcem se tyto škodliviny dostávají přes organizmy producentů a některých konzumentů na vrchol potravní pyramidy, tj. do lidského těla. V mnoha oblastech světa se půda stává rezervoárem odpadů a na rozdíl od atmosféry nebo hydrosféry se znečišťující látky v půdě vážou na dlouhou dobu pevnými vazbami.

Emisní zdroje mohou být poměrně daleko od míst, kde je půda kontaminována imisemi; např. depozice **kyselých složek** do půdy jsou dnes celosvětovým problémem, především v Severní Americe a Evropě. Z dlouhodobých sledování je zřejmé, že tato depozice má kumulativní charakter a změněná půdní reakce má vliv na oběh živin v půdě a edafon. Okyselování půd je jedním z faktorů poškozování lesních porostů, protože se stoupající kyselostí se mění přístupnost živin k rostlinám, stoupá rozpustnost hliníku a do intenzivnějšího pohybu v půdě vstupují také těžké kovy (např. olovo). Okyselením půdního prostředí je půda ochuzována o půdní mikroorganismy, v půdě se snižuje množství organických sloučenin, zvl. dusíku a fosforu, snižuje se intenzita rozkladu opadu atp.

Půdu kontaminují také těžké kovy a radioaktivní látky. **Těžké kovy** jsou zpravidla součástí tuhých průmyslových emisí a jejich spad ohrožuje především výše položené oblasti na periferiích průmyslových center (např. v okolí ostravské průmyslové aglomerace je obsah kadmia v půdě 700krát a olova 200 krát vyšší než v neprůmyslových oblastech ČR). Tím je negativně ovlivněn koloběh prvků mezi atmosférou, půdou a vegetací; těžké kovy se v půdě vážou na poměrně dlouhou dobu, např. sloučeniny kadmia až na 300 let. Hlavními zdroji kontaminace půdy těžkými kovy jsou odpady energetických a průmyslových provozů. V průměru je obsah kadmia v půdě průmyslových oblastí u nás 3 - 4krát vyšší, mědi a zinku 4 - 5 vyšší a olova a rtuti 5 - 6krát vyšší než v oblastech neprůmyslových (Statistická ročenka životního prostředí České republiky, 1998). Tyto těžké kovy se v půdě a rostlinách kumulují a jejich odbourávání je velmi pozvolné.

V globálním měřítku je výměra půdy, která je vhodná pro zemědělské využití, omezena, protože část souše je pokryta ledovci, dlouhodobou sněhovou pokrývkou, tundrou a pouštěmi.

Vhodné půdy (především černoze a hnědozemě) jsou již v podstatě v současné době zemědělsky využívány, takže k dalším půdám, které by bylo možno po vhodných agrotechnických zásadách obdělávat, náleží např. latosoly a podzoly, které by v globálním měřítku bylo možno kultivovat z 10 - 20 %. Lesy pokrývají v současné době asi 30 % povrchu souše a zmenšovat jejich plochu je z globálního hlediska nebezpečné (byť se to děje) a zemědělské využívání aridních a semiaridních oblastí je pro nedostatek vody omezené. Z těchto faktů vyplývá, že další plošné rozšiřování světového půdního fondu je prakticky nemožné; existují však omezené možnosti v šelfových oblastech - např. v Holandsku - avšak jedná se o plochy z globálního hlediska zanedbatelné.

Lidskou činností ovlivněnými složkami životního prostředí jsou také **atmosféra a hydrosféra**. Jejich změněné chemické a fyzikální vlastnosti mají negativní dopad nejen na ostatní složky životního prostředí (půda, biota), ale také na zdravotní stav obyvatelstva a projevují se negativně i v socioekonomické sféře jako celku.

Dalším problémem jsou **klimatické změny globálního charakteru**, které jsou ve středu pozornosti již od 50. let 20. století a v rámci ochrany životního prostředí jsou v popředí zájmu významných mezinárodních organizací, jako je OSN. Např. v prosinci 1988 přijalo Valné shromáždění OSN rezoluci s názvem „Ochrana globálního klimatu pro nynější i příští pokolení lidstva“ a v r. 1992 byla zorganizována Konference o životním prostředí a rozvoji (Summit Země) v Rio de Janeiro, jejíž závěry mají vliv i na některé environmentální aktivity i v České republice.

Ke globálním klimatickým změnám docházelo již v geologické minulosti (např. velké klimatické změny v pleistocénu), dále ve středověku v průběhu let 900 - 1200 n.l. v období

klimatického optima byla průměrná roční teplota v Evropě vyšší asi o 1° C ve srovnání s dneškem (v tomto období globálního oteplení mohli např. Vikingové kolonizovat jih Grónska). Na druhé straně pro období od pol.16. do pol. 19. stol. hovoříme z hlediska teplot atmosféry o „malé době ledové“. Prognózy pro 21. stol předpokládají zvýšení teploty do r. 2100 v globálním měřítku o 1,4 - 5,8°C jako důsledek přírodních změn i antropogenní činnosti, což by mělo katastrofální důsledky pro níže položené pobřežní oblasti (tání ledovců s následkem zvyšování hladiny moří).

K přirozeným změnám klimatu, které vycházejí z klimatického systému, v němž se prolínají vlivy složek atmosféry, oceánu, pevnin, kryosféry a biosféry, přistupují vlivy **antropogenní**, které se v tomto systému mohou projevovat přímo nebo nepřímo. Nepřímé vlivy vycházejí ze změn charakteru zemského povrchu, např. kácením lesů (změna albeda aj.), zemědělskou činností na velkých plochách, budováním různých, plošně rozsáhlých zařízení, jako jsou velké přehradní nádrže, sídliště a další velká technická zařízení. Těmito zásahy se mění radiční, tepelná a vodní bilance zemského povrchu a následně dochází ke změnám i v atmosféře, do níž se uvolňuje velké množství tepla, roste koncentrace CO₂, metanu, oxidů dusíku a síry, a také látek, přírodnímu prostředí neznámé (např. freony). Dochází ke změnám schopnosti atmosféry pohlcovat a odrážet sluneční radiaci, mění se dlouhodobé radiční toky a je narušována ozonoféra (Vl. Kříž, 1995).

Závažným antropogenním zásahem do změn v životním prostředí je růst koncentrací tzv. **radiačně aktivních plynů** (jsou označovány také jako skleníkové plyny - greenhouse gases - GHG). Tyto plyny jsou do atmosféry emitovány buď přímo nebo jejich uvolňováním při chemických reakcích. Přispívají k růstu intenzity tzv. **skleníkového efektu**, což má vliv nejen na globální oteplování, ale také na další klimatické a hydrologické globální změny v širším slova smyslu. Radiační rovnováhu mohou ovlivňovat aerosoly, a to jak přímo (rozptylem) nebo nepřímo (kondenzační jádra oblačnosti). Albedo Země se mění po velkoplošném odlesňování a také v důsledku urbanizačně - technických zásahů na povrchu georeliéfu.

Charakter globálního klimatu je závislý na rovnováze mezi sluneční radiací, pohlcenou Zemí a dlouhovlnném vyzařování do kosmu. Optimální průměrnou teplotou pro život na Zemi je 15° C při povrchu reliéfu; působí zde přirozený skleníkový efekt atmosféry, kdy je propouštěna sluneční radiace, ale naopak je absorbováno dlouhovlnné vyzařování zemským povrchem, protože není propouštěno zpět do kosmu (pokud by tento efekt neexistoval, byla by teplota u povrchu Země asi o 33° C nižší).

V současné době je známo asi 40 radiačně aktivních plynů, z nichž je dominantní vodní pára. Z hlediska antropogenních vlivů na skleníkové plyny náleží k nejvýznamnějším oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), ozón (O₃), oxid dusný (N₂O) a halogenované uhlovodíky (CFT a NCFC).

Hlavním zdrojem oxidu uhličitého, který člověk dodává do atmosféry, je spalování fosilních paliv (77 %) a velkoplošné odlesňování. V současné době se CO₂ podílí na oteplování atmosféry Země asi 55 %. Zdrojem chlorofluorových uhlovodíků (freonů) a příbuzných látek jsou především průmyslová zařízení, zvl. chladicí systémy, rozpouštědla a propelenty - na globálním oteplování se podílí asi 24 %. Zdrojem úniku metanu jsou především rýžová pole, zemní plyn a produkty trávicích pochodů velkých býložravců. - na globálním oteplování se podílí asi 15 %. Oxid dusný vzniká především spalováním biomasy a fosilních paliv a jeho podíl na výše uvedeném oteplování dosahuje asi 6 %.

Analýza bublinek vzduchu uzavřených v arktických ledovcích vedla k odhadu koncentrace skleníkových plynů v atmosféře za posledních 160 000 let a k závěru, že jejich koncentrace kolísala v souladu s globálními teplotními změnami.

Příspěvek jednotlivých plynů ke skleníkovému efektu závisí na vlnové délce, kterou plyn absorbuje, na účinnosti absorpce a na koncentraci plynu v atmosféře. Vodní pára i CO₂

absorbují dlouhovlnnou radiaci v celé řadě spektrálních pásem; absorpce vodní párou i oxidem uhličitým je výraznější, jestliže další plyny, absorbující podobné vlnové délky, nemají mít s nimi srovnatelnou koncentraci. Avšak v oblasti tzv. atmosférického okna (spektrální oblast mezi $8 \cdot 10^3$ nm a $12 \cdot 10^3$ nm) je absorpce vodní párou a CO_2 slabá, takže složky GHG, jako je N_2O , CH_4 a O_3 se mohou uplatnit velmi výrazně. Růst koncentrace radiační aktivity plynů je od počátku průmyslové revoluce velmi nápadný, u CO_2 od r. 1765 do r. 1990 asi o 75 %, u CH_4 asi o 90 % a u N_2O necelých 25 % (op. cit. Vl. Kříž, 1995).

Většina scénářů pro odhad růstu emisí CO_2 do atmosféry se shoduje na tom, že pokud nebudou přijata celosvětově patřičná opatření, dojde v průběhu 21. stol. k jeho zdvojnásobení vůči předprůmyslové koncentraci. Scénář, který byl vypracován pro ČR, předpokládá v závislosti na růstu CO_2 v atmosféře zvyšování teplotních průměrů od r. 1995 do r. 2030 o $1,2^\circ \text{C}$ (do r. 2010 o $0,6^\circ \text{C}$), přičemž rychleji než průměry letních teplot budou růst teploty zimní.

Závažným globálním jevem v atmosféře jsou poruchy v **ozonoféře** - vznik **ozónové díry**. Ozonoféra má nezastupitelnou funkci pro zemskou biotu, protože ji chrání před tvrdým **UV zářením** z kosmu, které u člověka může vyvolat karcinogenní změny v kůži nebo ohrozit oční sítnici. Hlavní příčinou ztenčování ozonoféry jsou skleníkové plyny, především **chlor - fluorovaných uhlovodíků (CFC)**. Narušení ozónové vrstvy vede ke globálnímu poškození zemských ekosystémů vč. planktonu v oceánech a mořích (plankton však na druhé straně absorbuje ročně asi polovinu emitovaného oxidu uhličitého a je hlavním producentem atmosférického kyslíku). Existuje zřejmá souvislost mezi skleníkovým efektem a porušováním ozónové vrstvy, což může vést k nástupu dalších negativních globálních jevů. Pokud by výroba CFC byla zastavena na celé Zemi v r. 1995, koncentrace ozónu v ozonoféře by se mohla vrátit na úroveň koncentrace, která byla v r. 1970 až v r. 2050. CFC je netoxický a nereaguje s jinými látkami, avšak ve vyšších vrstvách atmosféry vlivem UV záření se z něho uvolňují atomy chlóru, vzniká oxid chlornatý (ClO) reakcí s O_3 , takže při opakování tohoto procesu jsou postupně „vázány“ atomy ozónu (uvádí se, že jeden atom chlóru „zničí“ až 100 000 atomů O_3). První studie, které upozornily na tento negativní jev, byly publikovány v polovině 70. let 20. stol. v USA, kde již v r. 1978 bylo užívání CFC zakázáno; v celé řadě dalších zemích se však v jeho výrobě i užívání pokračuje dodnes. Pokles ozónu ve stratosféře je registrován především ve vyšších zeměpisných šířkách (v Anarctidě místy a časově až o 97 %), avšak výrazné snižování koncentrace je zaznamenáváno nad Austrálií, Argentinou a na severní polokouli nad Kanadou, USA i Evropou vč. Evropy střední.

Ozón jako stopový plyn v atmosféře je koncentrován je výšce 15 - 30 km (ozonoféra), kde je zastoupen z 75 %. V polárních a mírných zeměpisných šířkách má O_3 maximální koncentraci časně zjara (na severní polokouli je ozonoféra koncentrována blíže pólu). V přízemní části troposféry v posledních 40 letech roste koncentrace O_3 , na jehož tvorbě má podstatný podíl oxidace OH radikálem ze vzniku vysoce reaktivních peroxylových radikálů (fotochemická reakce). Přízemní vrstva ozónu dráždí sliznici, tento ozón je toxický a může mít i kancerogenní účinky a poškozuje buňky; je jednou z příčin ekologického stresu (jeho kritická koncentrace činí $50 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$).

Celistvost ozónové vrstvy ve stratosféře jako nezbytné ochranné vrstvy proti poškození suchozemských i mořských ekosystémů je řešena i politicky na mezinárodní úrovni (Vídeň 1985, Montreal 1987, Londýn 1990).

Na londýnském summitu 92 států bylo dohodnuto, že výroba CFC bude v celosvětovém měřítku zastavena, avšak výroba v mnoha státech nadále, byť v menším množství, pokračuje (rozvojové země ji mají zastavit v r. 2005).

Důležitým dokumentem je Kjótský protokol (součást Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu) z konce roku 1997, který je zaměřen na snížení emise skleníkových plynů. Na

základě jednání v Haagu koncem r. 2000 měl tento protokol vstoupit v platnost v r. 2000 (pro neshody a nesouhlas, především ze strany USA však k dohodě nedošlo). Tento dokument ukládá ekonomicky vyspělým zemím snížit emise skleníkových plynů v období 2008 - 2012 v průměru o 5 % v porovnání s r. 1990, a to především oxidu siřičitého, metanu, oxidu dusného, vybraných fluorovaných uhlovodíků a fluoridu sírového (toto snížení pro EU a také ČR má činit 8 %). Na základě toho, že Česká republika přistoupila k tomuto protokolu, byl Ministerstvem životního prostředí ČR vypracován v r. 1999 dokument Strategie ochrany klimatického systému v Česku; je zaměřen na postupné snižování emisí skleníkových plynů a „vládním usnesením č. 480/1999 ukládá ministrům, odpovědným za sektory energetiky, průmyslu, dopravy, lesního hospodářství a zemědělství, aby klíčové body tohoto materiálu byly zohledněny v příslušných koncepčních materiálech jimi řízených resortů“ (blíže viz Národní klimatický program České republiky, 2000 a J. Pretel, 2000). Zatímco v některých evropských zemích je výrazný pokles emisí výše uvedených plynů (v Lucembursku o 47 %, v Německu o 7,5 % a ve V. Británii o 4,5 %), v jiných zemích EU dochází k nárůstu (v Dánsku o 16,8 %, v Belgii o 12,8 % a v Rakousku o 9,3 %), k nárůstu těchto plynů však dochází i v mimoevropských zemích v USA a Kanadě o 20 %. USA v současné době produkují jenom CO₂ 25 % celosvětové produkce, podle Kjótské dohody měly snížit produkci skleníkových plynů o 7 %, avšak koncem března 2001 od tohoto protokolu odstoupily s tím, že by to poškodilo hospodářství Spojených států.

Nezbytnou součástí životního prostředí a mediem pro biologické procesy na Zemi je **voda**; např. lidské tělo je z 65 % tvořeno vodou a pro jeho životní funkce je nutný denní přísun vody 2 - 4 litry. S rozvojem lidské společnosti však dochází k znečišťování jednotlivých vodních útvarů, tj. povrchových toků, jezer, podzemních vod a od 20. stol. moří a oceánů. V globálním měřítku náleží voda k relativně nevyčerpatelným zdrojům, avšak v měřítku regionálním a lokálním jsou její zásoby omezené. Problémy znečišťování vody (ale také charakteru jejího využívání) se ve 20. stol. staly součástí globálních problémů životního prostředí. Např. globálním problémům vodních zdrojů byla věnována náležitá pozornost na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji (Summit Země) v r. 1992 v Rio de Janeiro.

Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje znečištění vod takto: „Voda je znečištěna, je-li její složení změněno v důsledku přímé nebo nepřímé činnosti člověka tak, že je méně vhodná pro některé nebo všechny účely, pro které je voda vhodná v přirozeném stavu“.

U povrchových vod rozlišujeme 2 typy znečištění:

- znečištění **havarijní** je jednorázové, zpravidla však má katastrofální dopad, přičemž vodní organizmy zpravidla hromadně hynou. Po určité době se vodní ekosystémy mohou obnovit;
- znečišťování **kontinuální** se nemusí projevit okamžitým negativním dopadem na vodní ekosystémy, ve vodě se však postupně zhoršuje kyslíkový režim, samočisticí schopnost vody klesá a ve vodním prostředí se také snižuje skladba potravinové nabídky, klesá reprodukce vodních organismů.

Charakter vody může být změněn **fyzikálně, chemicky a biologicky** a tyto změny mohou způsobit následující činitele (Vl. Kříž, B. Schneider, 1995):

- **biologicky rozložitelné látky** v městských a průmyslových odpadních vodách (výroba celulózy, dále koželužny, potravinářský průmysl), v odpadech ze zemědělské produkce (močůvka, silážní šťávy atp.) a další organické látky škodlivé vodám, uniklé při poruchách během zpracování zemědělských surovin (melasa, syrovátka, rostlinné olej ap.) - jedná se o organické znečištění;

- **anorganické soli** např. z chemizace zemědělství a lesnictví, různé kyseliny a zásady - jedná se o anorganické znečištění;
- **inertní látky**, např. minerální suspenze nebo uhlý prách;
- **látky toxické**, např. kyanidy, aktivní chlór, těžké kovy;
- **látky a organizmy způsobující organoleptické znehodnocování** vody, např. ropné látky a sinice;
- **mikroorganizmy** způsobující vodou sdílené choroby a parazity;
- **látky mutagenní, teratogenní a kancerogenní** a substance z těchto účinků podezřelé, např. chlorované a aromatické uhlovodíky;
- **teplo sdílené oteplenými odpadními vodami**, např. z kotelen, elektráren a chladících okruhů (tepelné znečištění). Škodlivost tohoto druhu kontaminace spočívá především v tom, že se snižuje obsah kyslíku ve vodě, čímž se zvyšují toxické účinky řady látek na vodní organizmy a snižuje se samočisticí schopnost vody (schopnost odbourávat organické znečištění mikroorganizmy žijících ve vodě);
- **radioaktivní nuklidy**, např. stroncium 90, cesium 137 nebo plutonium 239.

Čištění různých typů odpadních vod je technicky náročné i finančně velmi nákladné. Např. Rýn v 60. letech 20. stol. byl silně znečištěn, avšak velkorysou a finančně nákladnou výstavbou čistíren odpadních vod v jeho povodí došlo k tomu, že v současné době je zdrojem pitné vody pro miliony obyvatel západní části Německa a Holandska (voda však není jímána přímo, ale prostřednictvím břehové infiltrace). Kvalita vody této řeky na německo - holandských hranicích byla již v r. 1985 lepší, než jaká se předpokládá u Labe v Hřensku v r. 2005.

První syntetický organický pesticid DDT (dichlordifenylyktrichlorethan) byl vyroben v r. 1940 jako kontaktní ochranná látka proti biologickým škůdcům a přenašečům chorob. Působí již při velmi nízkých koncentracích, na druhé straně kontaminuje půdu a vodní zdroje (u nás se nepoužívá od r. 1972). Že je to látka stále nebezpečná, svědčí podrobný průzkum v letech 1992 - 1993 v povodí horní Olše a povodí horní Odry, kde v tělech zkoumaných ryb jeho přítomnost dosahovala 2 mg na 1 kg tuku, což překračuje hygienickou normu a svědčí to o resistenci tohoto chlorovaného uhlovodíku.

Závažným jevem ve vodním prostředí je **eutrofizace**, což je proces zvyšování primární produkce (tj. produkce nové živé organické hmoty, vytvořené fotosyntézou rostlin v povrchové vodě) v důsledku přísunu organických živin, především dusíku a fosforu. Míra eutrofizace se vyjadřuje buď jako biomasa celkového společenstva fytoplanktonu v jednotce objemu vody nebo jako množství kyslíku produkovaného při fotosyntéze autotrofními organizmy na jednotku objemu vody. Vyšší míra eutrofizace znesnadňuje využití vody pro hygienické účely, příkladem může být přemnožení sinic v minulých létech v přehradě Těrlicko u Havířova (sinice dráždí pokožku). Eutrofizace může vést také k ohrožení ryb přemnožením vodních řas, jejichž rozklad odebírá vodě kyslík. Dusík a fosfor se dostávají do povrchových vod z odpadních vod komunálních (např. detergenty) i průmyslových a ze zemědělské výroby.

K závažným kontaminantům životního prostředí patří látky, jejichž produkce je spojena s průmyslovými technologiemi a urbanizací, jsou **odpady**.

Odpad je definován jako „...movitá věc, která se pro vlastníka stala nepotřebnou a vlastník se jí zbavuje s úmyslem ji odložit...“.

Za **nebezpečný** je odpad považován tehdy, když má jednu nebo více nebezpečných vlastností, např. výbušnost, hořlavost, schopnost uvolňovat při styku se vzduchem nebo vodou jedovaté plyny, ekotoxicitu, infekčnost, radioaktivitu atd. (úplný seznam - viz příloha 2 zákona č. 125/1997 Sb, platného od 1.1. 1998).

Zvláštní kategorii tvoří **komunální odpady**, které vznikají na území obce při činnosti fyzických osob, pro které nejsou právními předpisy stanovena zvláštní pravidla nebo omezení. Komunální odpad je také odpad vznikající při čištění veřejných komunikací.

Odpady kontaminují půdu, povrchovou i podzemní vodu. Z hlediska nebezpečnosti odpadů byly veškeré odpady rozděleny do tří seznamů - červený, zelený a žlutý seznam.

K závažným odpadům, uvedených v **červeném seznamu** (kódování jednotlivých položek odpovídá kódování OECD - Organizace pro hospodářskou spolupráci), náleží především řada látek tvořených nebo kontaminovaných polychlorovanými bifenyly (PCB) nebo polychlorovanými terfenyly (PCT); v červeném seznamu je uveden také asbest, kaly s obsahem sloučenin olova, použitým jako antidetonátor a další.

V **zeleném seznamu** jsou uvedeny především odpady kovů a kovových slitin v metalické podobě, katalyzátory, struska z výroby železa a oceli, skleněné a keramické odpady v nedispersní formě, textilní odpady a další.

Ve **žlutém seznamu** jsou zahrnuty odpady kovů a kovových slitin v nedispersní formě, odpady obsahující hlavně anorganické složky, které mohou obsahovat kovy a organické látky (jednotlivé položky úplných seznamů, viz internet [www. env.cz](http://www.env.cz)).

Vzhledem k tomu, že odpady představují pro životní prostředí zátěž a ohrožení, je v oblasti nakládání s nimi a kontroly pověřena státní správa, a to **Ministerstvo životního prostředí ČR**, které je ústředním orgánem státní správy a vykonává vrchní státní dozor. Dalším odpovědným orgánem státní správy je **Inspekce životního prostředí**, která kontroluje, jak jsou právníckými a fyzickými osobami "...dodržována ustanovení právních předpisů, dodržováno stanovených způsobů hodnocení nebezpečných vlastností odpadů...". **Okresní úřady** vedou a zpracovávají evidenci odpadů, kontrolují, jak jsou právníckými a fyzickými osobami dodržována ustanovení právních předpisů a rozhodnutí, týkající se nakládání s odpady. **Obce**, kromě jiných, vydávají souhlas k podnikání v oblasti nakládání s komunálním odpadem na území obce.

V globálních procesech (oběh vody, vlivy na klima) má prvořadou úlohu **světový oceán**, do něhož však jsou odkládány různé odpady. Znečišťující látky se do něho dostávají řekami, z provozu lodní dopravy, různými haváriemi, spadem z atmosféry i záměrným ukládáním odpadních nebo i nebezpečných látek. Znečišťováním jsou silně ovlivněna vnitřní a okrajová moře (např. moře Černé, Baltské, Středozemní nebo Karibské), protože zpravidla mají omezenou výměnu vody s oceánem. Např. v Baltském moři termohalinní vrstvení zabraňuje vertikálnímu promíchávání vod, kyslík se do hloubky do 80 m dostává jen difuzí, takže pod touto hloubkou převládá anaerobní rozklad organické hmoty a následné hromadění sírovodíku; důsledkem je odumírání fauny. Řeky přinášejí do tohoto moře ročně asi 1,2 mil. t dusíku a 77 t fosforu, což vede také ke zvýšení množství sírovodíku v hloubce. Také Středozemní moře je silně kontaminováno z průmyslových oblastí Španělska, Francie a Itálie (ročně asi 12 mil. t dusíku, 21 t zinku a asi 1 mil. t ropy).

Oceánská biosféra je významně ohrožována **ropnými látkami**, protože:

- snižuje se výměna plynů mezi vodou a atmosférou, protože hladina oceánu je pokryta ropným filmem, což omezuje fotosyntézu;
- toxicitou svých frakcí dochází k omezení potravní nabídky, což snižuje schopnost rozmnožování mořských živočichů a následné odumírání;
- je postiženo vodní ptactvo, protože ropa slepuje peří a způsobuje jeho prostupnost pro vodu; ptáci pak hynou zadušením, vyhladověním nebo prochlazením;
- rostou ztráty v oblasti rybolovu, je omezena možnost využívání pláží pro rekreační účely atd.

Současný stav **znečištění světového oceánu** je již natolik ekologicky závažný, že OSN (Světová komise pro životní prostředí) konstatuje:

- zdroje podmořského života jsou dnes ohroženy nejen nadměrným čerpáním, ale i znečišťováním a dalšími důsledky rozvoje na souši;
- účinky znečištění se nejzávažněji projevují v pobřežních vodách a vnitřních mořích;
- i na volném oceánu se začíná vyskytovat ekologický stres jako důsledek dlouhodobé kontaminace odpady všeho druhu;
- sedimenty přinášené do oceánů velkými řekami, např. Amazonkou, lze sledovat do vzdáleností až 2000 km od jejich ústí;
- těžké kovy, chlorované a aromatické uhlovodíky se dostávají do oceánů nejen řekami, ale i atmosférou;
- množství rozlité ropy z tankerů dosahuje nyní 1,5 mil. t ročně;
- životní prostředí oceánů vystavené radiaci z minulých zkoušek jaderných zbraní přijímá nyní další záření z ukládaných radioaktivních odpadů s nízkou úrovní radiace;
- na povrchu oceánů se našly vysoké koncentrace některých chemických látek, jako těžkých kovů, ropy a různých chlorovaných organických sloučenin; bude-li jejich hromadění pokračovat, může to mít složité a dlouhodobé důsledky;
- mořské dno je oblastí složitých fyzikálních, chemických a biologických pochodů, v nichž hlavní úlohu mají mikrobiologické procesy, k vážnějšímu poškození těchto pochodů došlo zatím jenom v lokalizovaných regionech (např. v části Baltického moře).

15.VLIV ANTROPOGENNÍCH AKTIVIT NA ZMĚNY V KRAJINĚ

Lidská činnost vědomě i nevědomě zasahuje do biotických i abiotických složek a procesů v krajině, převážně s **negativními dopady**. Vzhledem k tomu, že jednotlivé složky přírodního systému jsou navzájem provázány, může dojít k řetězovým transformacím ve více složkách a v rámci negativních zpětných vazeb nejen k ohrožení těchto složek (především bioty), ale také člověka a jeho výtvorů.

Dá se říci, že vztah mezi lidskou společností a složkami přírodní sféry, je do značné míry disharmonický. V důsledku růstu lidské populace je vyvíjen stále větší tlak na těžbu surovin (např. těžba ropy, rud atd.), nezbytných pro různé druhy antropogenní činnosti, a to v globálním měřítku; těžba těchto neobnovitelných zdrojů surovin vede nejen k ohrožení přírodních složek, ale má za následek i sociální napětí a mnohdy i válečné konflikty. V důsledcích může komplex těchto negativních jevů vést i k ohrožení lidského rodu.

V průběhu vývoje lidské společnosti jsou jednotlivé přírodní složky stále více přizpůsobovány lidským potřebám - dokladem toho jsou některé globální změny spojené s průmyslovou a především vědeckotechnickou revolucí. Ve vniklé **technosféře** se mění (resp. je ničena) nejen biosférická složka krajin přímo, ale také zprostředkovaně ovlivňováním procesů v atmosféře a jejího charakteru (znečištění, produkce plynů, ohrožujících ozonosféru aj.), hydrosféře (znečištění, změny hydrologického režimu), pedosféře (kontaminace, eroze, zábory pro jiné účely), mění se také georeliéf (např. technické zásahy pro komunikace, sesuvy). Tyto změny mají vliv na charakter a intenzitu přírodních procesů, a to nejen exogenních, ale i některých endogenních (např. některá lokální zemětřesení).

Vliv člověka na krajinu se všemi atributy, které využívá pro svou existenci, nabyla v 19. a ve 20. století výrazně vyšší intenzity, což se v životním prostředí člověka projevuje nejen lokálními změnami, ale i změnami velkoplošnými až globálními. Člověk svou činností ohrožuje nejen jednotlivé přírodní složky, ale přírodu jako celek, a tím i sám sebe. Existence přírody v rámci přírodních zákonů má určité meze, které jsou dány tím, že planeta Země je konečná a její zdroje jsou vyčerpitelné, adaptačně i regeneračně omezené. Růst lidské populace klade zvýšené nároky nejen na čerpání surovin, ale roste také objem odpadů, které přírodní činitelé nedovedou odbourat.

Aktivita lidské společnosti jako celku se dostává s jednotlivými přírodními složkami do disharmonických vztahů; přírodní složky jsou transformovány až devastovány a negativní důsledky lidské aktivity se pojí a kumulují.

Člověk, který začal svými zemědělskými aktivitami ovlivňovat krajinu již v neolitu a později i technickými díly, která se zemědělstvím souvisí. Již z let 2650 až 2465 př.n.l. pochází vodní dílo Sadd el-Kaffara asi 30 km jižně od Káhiry, z něhož se zachovala přehradní hráz o výšce 12 m a délce 108 m. V letech 705 až 681 př.n.l. byla postavena přehrada, jejíž vodou bylo zásobováno Ninive. Obdobná technická starověká díla byla postavena ve starověku v Indii, Číně a na Cejlonu. Tato díla však svými parametry nemohla natolik ovlivnit ráz krajiny, v níž byla vybudována pro antropogenní využití, aby došlo k nějakým podstatným změnám krajiny.

Velkoplošné důsledky antropogenních aktivit se však projevily např. také ve Středomoří vykácením lesních porostů, jednak pro stavbu lodí (Římané byli ve své době námořní velmocí), jednak pro získání zemědělské půdy. Následky zesílené eroze půdy v těchto krajinách jsou patrné dodnes.

Z aspektu vztahu člověk - příroda lze z vývojového hlediska uvést **čtyři etapy krizí** mezi přírodním prostředím a vznikající antroposférou (P. Červinka, 1995):

- ochuzení dostupných zdrojů pro primitivního člověka, získávané sběračstvím, nebo způsobené živelnými jevy (např. následek vypalování porostů);
- první „antropogenní“ ekologická krize souvisí se zmizením velkých živočichů, kteří byli důležitým zdrojem potravy (např. mamuti). Tyto události v paleolitu (poslední glaciál před 10 000 až 50 000 léty) nelze přičíst člověku, avšak mohl to být jeden z faktorů, který vedl k tomu, že z člověka se stává pastevec a následně i relativně usedlý zemědělec v období neolitu;
- další krize souvisí se zemědělskými požadavky na zavlažování, a s tím budované závlahové systémy, což vedlo k zasolování půdy a degradaci jednoduchého závlahového systému (tato krize se zpravidla datuje do období před 2000 léty). Je to období, kdy tento zemědělský „neúspěch“ vedl k sociálním nepokojům a k extenzivnímu zemědělství, což mělo za následek zvětšení obdělávaných ploch a zdokonalování zavlažovacích systémů;
- poslední antropogenní krize je spojena se zničením mnohých porostů a s následným nedostatkem rostlinných zdrojů; tím se zvýšil tlak na využívání zdrojů minerálních a do značné míry byl prvopočátkem vyvolání průmyslové a následně i vědecko - technické revoluce. Lidská populace při svém růstu potřebovala více zemědělských výrobků, což vedlo k vyšlechtění nových kulturních plodin, k aplikaci průmyslových hnojiv a různých ochranných prostředků proti škůdcům. Vedlo to k výraznému narušení přírodních zdrojů, vzniká technosféra zprvu v lokálním, pak v regionálním a v některých směrech dnes již i v globálním měřítku. Po vědecko - technické revoluci již člověk působí na přírodní sféru komplexně, čímž dochází k narušení řídicích vazeb v rámci globálních cyklů, které se vyvíjely po milióny let. Tyto změny nejsou v globálním měřítku schopny přírodní procesy vyrovnat, takže zpětně dopadají na člověka ve formě zdravotních a fyziologických poruch a pravděpodobně i v genetických změnách (zvětšuje se např. počet dětí narozených s genetickými vadami a různými dysfunkčními predispozicemi vůči nemocem).

Na planetární důsledky některých antropogenních aktivit ve větším měřítku se začalo upozorňovat převážně až po 2. světové válce, především v souvislosti se zvýšenou radioaktivitou atmosféry po jaderných pokusech nebo např. s následky velkoplošného používání DDT, jehož nález v tělech organismů v polárních krajinách byl překvapující. Mizení mnoha druhů organismů, znečišťování oceánů a řada dalších globálních problémů vyúsťuje k závěrům problematiky globálních vazeb mezi abiotickými a biotickými složkami krajiny a jejich antropogenním ovlivněním.

Složitost problémů antropogenních vlivů na krajinu lze ilustrovat na **antropogenizované krajině se zemědělsko - průmyslovými aktivitami**. Taková krajina se vyznačuje několika důležitými vlastnostmi:

- veškerá plocha krajiny je pokryta zájmy různých sektorů ekonomiky a kultury a je rozdělena na části podle těchto základních sektorů;
- všechny části krajiny jsou vedle zájmů hlavních sektorů dotčeny zájmy a vlivy dalších sektorů;
- aktivita určitého sektoru v konkrétní části krajiny zpravidla ovlivňuje jinou část krajiny, a to i v měřítku mezinárodním.

V zemědělsko - průmyslovém státě nutně dochází mezi jednotlivými sektory ke složitým střetům na velkých plochách a v rozmanitých podobách. Např. sektor lesního hospodářství používá pro svůj provoz chemizaci (zvl. insekticidy), čímž ovlivňuje kvalitu vody, a tím negativně zasahuje do vodního hospodářství, zemědělství i rybníkářství. K obdobným střetům může dojít mezi zemědělstvím na jedné straně a půdou a vodou na straně druhé.

Zcela markantní je prostorová neohraničenost vlivů průmyslu, který emisemi a odpadními vodami poškozují zemědělství a lesnictví na velkých plochách. Zemědělsko - průmyslovou krajinu můžeme ve zjednodušené formě rozdělit na krajinu volnou a urbanizovanou, přičemž vycházíme z bipolárních kategorií „příroda“ a „kultura“. V lesích, polích, loukách a vodách jsou ve značné míře zastoupeny ekosystémy volné přírody, kdežto na urbanizované ploše dominují struktury vytvořené člověkem.

15.1. Antropogenní vlivy na endogenní procesy

Člověk se stává geologicko - geomorfologickým činitelem natolik, že nepřímým způsobem může ovlivnit i jeden ze základních endogenních procesů, tj. zemětřesení v konsolidovaných horninách zemské kůry. Rozlišujeme dva základní typy ovlivňování endogenních pochodů, a to (viz J.Demek, 1984):

- **přerozdělení statických tlaků na povrchu georeliéfu;**
- **přerozdělení dynamických tlaků v zemské kůře.**

K přerozdělení **statických tlaků** na zemském povrchu dochází především jeho vysokým zatížením, jako jsou velká vodní díla nebo velké městské aglomerace. Vlivem zatížení zemského povrchu vodou přehradních nádrží dochází k prohybu povrchu terénu nebo pohybu ker podél zlomů, což může vyústit v antropogenně podmíněná zemětřesení. Tento jev byl např. zjištěn v České republice v oblasti Orlické přehrady nejen opakovanými nivelačními měřeními, ale také ve změnách stability Podolského mostu.

Již ve 30. a 40. létech v souvislosti s výstavbou přehrad Boulder Dam (Hooverova přehrada) na řece Colorado v USA bylo zjištěno, že po jejím napuštění v letech 1940 - 1941 statické zatížení vodou způsobilo prohnutí zemské kůry o 0,78 m. I když v podloží od prekambriických až po třetihorní horniny byly zlomy, od pliocénu po kvartér podél nich nebyly prokázány pohyby, takže oblast pro umístění přehrad byla považována za konsolidovanou. Hmotnost vody v přehradě činí asi $3,75 \cdot 10^{10}$ t, což některé zlomy aktivovalo a došlo k otřesům. První zemětřesení bylo zaznamenáno již při napouštění v r. 1937 a do roku 1944 bylo registrováno asi 6000 otřesů s hypocentry v hloubkách 6 - 8 km a s magnitudem (M) do 3,5 (u několika otřesů bylo M 4,1 - 5). Bylo zjištěno, že existuje úzký vztah mezi množstvím otřesů zemské kůry a kolísáním vodní hladiny v přehradě, tj. při vyšší hladině byla frekvence otřesů vyšší. Tato zemětřesení byla vyvolána velkým antropogenním zásahem do krajiny, a proto jsou považována za antropogenní.

Kromě této klasické oblasti člověkem vyvolaného zemětřesení byly v 2. polovině 20. století v oblastech velkých přehrad na Zemi zaregistrovány další. K relativně silnějším otřesům došlo v Indii v oblasti přehrad Konya v území, které bylo považováno za zcela aseismické, i když staré vulkanické trappy byly v miocénu rozlámány a vertikálně dislokovány. K prvním otřesům došlo již při napouštění v r. 1962 a v r. 1967 při plném napuštění otřesy dosáhly intenzity $M=6,4$. Po monzunových deštích, které přehradu rychle naplnily vodou, se v hrázi se objevily trhliny a zemětřesení se projevilo v pásmu o poloměru 700 km kolem přehrad (ve zcela zničeném městě Koynanagar zahynulo 117 lidí) a v krajině v oblasti epicentra vznikly trhliny a zlomy dlouhé 10 - 60 m a široké od několika cm do 0,4 m; vertikálně se dislokace projevila v hodnotách do 0,1 m. Zemětřesení v oblasti této přehrad se následně mnohokrát opakovalo a zjistilo se také, že stoupla vydatnost některých pramenů v širokém okolí, což svědčí o pronikání vody z přehrad pod silným tlakem do okolních hornin, a to do vzdálenosti až 25 km.

Antropogenní zemětřesení byla zjištěna u dalších přehrad, např. v oblasti přehrady Nurek na řece Vachš (Tadžigistán), u Čirkejské přehrady na řece Sulak (Dagestán), na některých přehradách v Řecku (např. přehrada Kremastá na řece Akhelóos), dále ve Francii aj. Zvláštním případem je katastrofa v oblasti přehrady Vailont v severní Itálii, kde se již při naplňování projeví slabší otřesy, které však při naplnění nabyly větší intenzity. Ke katastrofě došlo pravděpodobně v důsledku kombinace otřesů a silných vodních srážek. Následně došlo ke skalním sesuvům do prostoru vodního díla, poškození hráze a ztrátám na lidských životech v údolí pod přehradou.

Na africkém kontinentě je antropogenní zemětřesení uváděno v oblasti přehrady Kariba na řece Zambezi (hraniční zóna mezi Zambii a Zimbabwe). Tato přehrada (objem vody v přehradě činí $160,4 \text{ km}^3$, prohnutí zemské kůry pod vodou dosahuje 12 - 20 cm) byla stavěna od r. 1954 v území, které bylo považováno za aseismické a již při naplňování způsobila slabší otřesy a při naplnění otřesy dosáhly magnituda $M = 6 - 6,1$. Obrovským tlakem vody v přehradě (hmotnost vody činí $1,6 \cdot 10^{11} \text{ t}$) došlo k oživení zlomů ve starém mladšími sedimenty překrytém riftu. K obdobné situaci došlo u přehrady Hendrik Verwoerd na řece Oranje v jižní Africe.

Otřesy různé intenzity v oblastech velkých vodních děl byly registrovány také v Austrálii, ve Švýcarsku a řadě dalších lokalit. Antropogenní zemětřesení vlivem velkých vodních děl potřebují pro svůj vznik určité předpoklady. Z 11 000 přehrad, jejichž hráze jsou vyšší než 10 m, vyvolalo otřesy pouze 0,3 %, avšak u přehrad s hrází nad 90 m je to již 10 % a u vodních děl s hloubkou nad 140 m 21 %. Zdá se, že samotné přerozdělení zatížení terénu může vést k prohnutí resp. jinému pohybu ker, nemusí však vést k zemětřesení (např. v oblasti velké přehradní nádrže u Bratska nebo Krasnojarska antropogenní zemětřesení nebyla zaznamenána).

Vlivem přerozdělení zatížení georeliéfu mohou vzniknout **antropogenní zemětřesení** za těchto okolností (převzato z J. Demek, 1984):

- napětí v zemské kůře a přítomnost zlomů (i v aseismických oblastech);
- výskyt rozpukaných hornin, jimiž může voda infiltrovat do hloubky;
- výskyt heterogenních hornin na dně nádrže, jimiž může voda pod tlakem pronikat do větších hloubek.

K antropogenně podmíněné seismické aktivitě dochází při naplňování přehradního prostoru vodou a počet a intenzita otřesů roste se zvyšováním vodního sloupce. Důležitým jevem pro charakter otřesů je také kolísání hladiny vody v nádrži. Většina antropogenních zemětřesení se vyskytuje v oblastech přehradních nádrží, jejichž hloubka přesahuje 100 m, přičemž nebyla zaznamenána vyšší hodnota magnituda nad $M=6,5$. Ohniska antropogenních zemětřesení jsou převážně v hloubkách do 5 km avšak jsou známy i případy, kdy hloubka hypocentra roste, např. u přehrady Koyna z 10 km do hloubek 60 - 70 km.

K přerozdělení **dynamických tlaků** v zemské kůře dochází zvl. při vyčerpání nebo načerpání velkého množství tekutin. V r. 1961 byly v Denveru (USA) do hlubokého vrtu (přes 3600 m) ukládány tekuté odpady, přičemž tato oblast je tektonicky nestabilní. Již krátkou dobu po načerpání došlo k otřesům, které jenom do roku 1968 dosáhly počtu 610 s maximálním $M=5,5$. Hypocentrum bylo v hloubce 4,5 - 5,5 km ve zlomovém pásmu přímo pod vrtem a otřesy byly podmíněny růstem hydrostatického tlaku v rozpukaných rulách zlomového pásma, což snížilo efektivní napětí v puklinách a následně došlo ke snížení pevnosti hornin.

K obdobnému jevu došlo v r. 1975 na Krymu v oblasti Simferopolu, kde byly zásoby podzemní vody doplněny infiltrací a ve vodonosných vrstvách se hladina podzemní vody zvýšila o 5 - 12 m. Tento zásah vyvolal zemětřesení antropogenním přerozdělením tlaku v zemské kůře.

Na přerozdělení tlaků v zemské kůře může mít vliv také čerpání kapalin (resp. plynů), což je typické pro ropná pole. K takové situaci došlo např. v Čečensku, kde severně od Grozného začala těžba již v minulém století. Vyčerpané prostory ve svrchním ložisku byly vyplňovány vodou, avšak při odtěžování spodního ložiska od 60. let 20. stol. nebyly uvolněné dutiny po těžbě ropy a plynu vyplňovány, takže v horninách došlo k uvolnění napětí a v r. 1971 došlo k antropogenním otřesům. Obdobný proces v Kalifornii a Texasu vedl v 80. letech k velkým škodám na zemském povrchu. Těžbou metanu v deltě řeky Pádu v Itálii vznikla v r. 1951 série otřesů. K otřesům dochází také při závalech prostor po vytěžených pevných surovinách, např. uhlí.

Přerozdělení statických tlaků mohou na povrchu reliéfu vyvolat velké sídelní aglomerace. Příkladem může být Moskva, jejíž zastavěný reliéf zvolna poklesává; za období 1936 - 1950 pevné body v centru Moskvy poklesly o 12 mm zatímco v okolní volné krajině dochází ke kompenzačním zdvihům o 1 až 10 mm za rok. K obdobným poklesům došlo i v Tallinu, kde za období 1879 - 1964 došlo k maximálnímu poklesu až o 36 mm. V obou případech nelze tento jev vysvětlit jen zhuštění podloží, ale také pohyby v zemské kůře.

K vyvolání antropogenně podmíněných pohybů v zemské kůře docházelo při podzemních jaderných výbuších. Při pokusech na jaderném polygonu v Nevadě (USA) při osmi výbuších jaderných náloží o síle 0,1 - 1,2 megatuny TNT dosáhlo M intenzity 4 - 6, přičemž na povrchu terénu byly oživeny pohyby u existujících zlomů, podél nichž došlo k radiálním pohybům až o 1,2 m a k horizontálním pohybům 0,15 m. Podrobně sledovaný jaderný pokus v r. 1968 na tomto polygonu prokázal oživení zlomů, které nebyly aktivní již 7 mil. let a v průběhu několika dalších měsíců došlo k několika desítkám tisíc otřesů. Seismotektonické dislokace vznikly na zemském povrchu současně s výbuchem, kdežto otřesy pak trvaly delší dobu vlivem porušení dynamických tlaků.

15.2 Antropogenní vlivy na exogenní procesy

Člověk různými ekonomickými aktivitami může urychlit, resp. také zpomalit některé **přírodní exogenní procesy**.

Spalováním fosilních paliv se urychluje **zvětrávání**, protože srážky ze znečištěné atmosféry podmiňují nejen zvýšenou korozi různých staveb a dalších zařízení, ale působí také na přírodní zvětrávací procesy. Na urychlení zvětrávání se podílí také umělá hnojiva a biocidy, zavodňování a odvodňování, znečišťování podzemních i povrchových vod aj. K antropogennímu ovlivnění urychleného zvětrávání dochází také při orbě a rovněž vojenské akce mohou urychlit zvětrávání tvorbou kráterů a rozvolňováním hornin výbuchy bomb a granátů.

Některé technické zásahy v terénu přispívají k urychlení **svahových pochodů**, protože tyto zásahy porušují stabilitu svahů. Stabilita svahů může být porušena zemními pracemi (zářezy na svazích nebo jejich zatěžování), povrchovou těžbou surovin, ovlivněním vodního režimu ve svahovině (např. odlesněním nebo vibracemi v důsledku práce strojů). Předpokládá se, že na 80 % sesuvů se nějakým způsobem podílí člověk, a to především v humidních oblastech. Jako příklad lze uvést jednu lokalitu v Tanzánii, kde pro zemědělské účely byl téměř vykácen tropický les, což po intenzivním tropickém lijáku vedlo ke vzniku asi 1000 sesuvů, z nichž 47 % bylo na obdělávané zemědělské půdě, 46 % na pastvinách a na zachované lesní půdě pouze 7 %.

Jako další příklad antropogenně ovlivněné svahové poruchy je svah letenské plošiny nad Vltavou v Praze, který jako nárazový břeh toku je sám o sobě nestabilní a jeho nestabilita byla dále porušena výstavbou silnice, takže v r. 1941 po silných srážkách došlo k sesuvům. Příčin vzniku nebo oživení sesuvů lidskou činností v České republice je celá řada. Např. napuštění vodárenské nádrže Šance v Moravskoslezských Beskydech oživilo dva staré stabilizované pleistocénní sesuvy. Velkoplošné odtěžení lesních imisemi poškozených porostů na severních svazích Smrku v téže horské skupině uvedlo do pohybu bloky zvětralého pískovce (v obou případech se tyto sesuvy pohybují v průměru 60 cm za rok) atd.

K porušení stability svahů dochází i při stavbě kanálů, známé jsou sesuvy při stavbě Panamského kanálu (lokalita Culebre) nebo při stavbě Vážské kaskády, dále při zakládání lomů a řadě dalších zásahů do terénu. V České republice jsou zvláště výrazně nebezpečné flyšové oblasti Karpat východní Moravy a Slezska, protože jsou to oblasti náchylné ke svahovým deformacím z přírodního aspektu (flyš, vysoké srážky) a člověk může tyto deformace urychlit zatížením a porušením stability svahů. Tento proces se může urychlit především v období silných srážek, jak se např. stalo v červenci 1997 na Valašsku, kde svahové pohyby byly poměrně intenzivní ještě v r. 2001. V horských oblastech hospodářská činnost člověka často přispívá ke vzniku **bahenních a kamenitobahenních proudů** tím, že se velkoplošně odlesňuje, zavádí se extenzivní pastva dobytka, terén je špatně zemědělsky obděláván atd. Tyto proudy se mohou vytvořit i na člověkem vytvořených konvexních tvarech, jako jsou haldy hlušiny po těžbě surovin. Příkladem může být halda ve městě Aberfan ve V. Británii (Wales), která vznikala v několika etapách a po silných srážkách v r. 1966 byla část města bahenním proudem o výšce 10 zasypána (zahynulo 144 obyvatel).

Přírodním procesem je **eroze půdy**, kterou člověk urychluje již od neolitu. Mechanizací zemědělských (ale také lesnických) prací a velkoplošným vysazováním erozně nebezpečných zemědělských kultur nabývá eroze výrazně vyšší intenzity. Mnohdy je zrychlený odnos půdy vyšší než rychlost pedogenetických pochodů, což vede k úbytku mocnosti půdního profilu a zvýšenému odnosu živin. Tímto způsobem je ohrožen základní výrobní prostředek, který produkuje suroviny pro potravinářský průmysl. Urychlená eroze zničila za posledních 100 let přes 2 miliardy ha půdy a každoročně tímto procesem na Zemi ubývá 6 - 7 mil. ha půdy.

Transportní část produktů eroze - plaveniny a splaveniny - ovlivňují **změny fluviálních pochodů v nížinách**, kde dochází k akumulaci, což zvyšuje nebezpečí záplav v době mimořádných hydrometeorologických situací. K nejsilnějšímu odnosu půdy dochází ze zemědělské půdy, a to zvl. tam, kde jsou na svazích pěstovány erozně nebezpečné plodiny (zvl. okopaniny, vinná réva nebo zelenina - kultury s nedostatečnou zápojí - blíže k této problematice viz L. Buzek, 1983). Fluviální pochody mohou být ovlivněny také napřimováním a prohlubováním koryt toků, což zvyšuje spád (krácení meandrů). Příkladem je Tisa, jejíž délka na území Slovenska a Maďarska byla zkrácena z původních 1429 km na 977 km, což zvýšilo sklon koryta o 37 %. K obdobné situaci došlo při regulaci Rýna, v jejímž důsledku se tato řeka zařízla vlivem zvýšení rychlosti toku o 7 m. Změny v korytech vodních toků a v jejich okolí urychlují přírodní geomorfologické pochody především tím, že dojde ke změnám vodního (a také splaveninového) režimu, což zpravidla neodpovídá přírodním podmínkám. Příkladem mohou být některé toky na Moravě např. v červenci 1997, kdy se při vysokých vodních stavech některé vracely z umělých koryt do původních (přírodních) koryt.

V oblastech s vysokou koncentrací obyvatelstva, jako je např. povodí Chuang - che (Žlutá řeka) v Číně, dochází velmi často ke **katastrofálním povodním**; k jejich zabránění byly již před 2500 léty stavěny hráze a důsledkem jejich navyšování je to, že Žlutá řeka v některých oblastech Východočínské nížiny teče 15 - 75 m nad okolní krajinou.

K největším známým povodním došlo v r. 1887, kdy zahynulo asi 2 mil. lidí, dále v r. 1931 s 3,7 mil. oběti. Při těchto povodních, které jsou z velké části podmíněny odlesněním a

přeměnou lesní půdy na půdu zemědělskou, koryta často mění svou pozici, což ovlivňuje celkový ráz krajiny. Ze základních přírodních faktorů, které ovlivňují tento katastrofální stav, je sprašové podloží, které způsobuje, že ze všech světových toků má nejvyšší koncentraci i obsah plavenin, jež pak v korytech sedimentují.

Také na řece Mississippi v důsledku odlesňování a urbanizace v povodí (odvodňuje 41 % území USA) bylo nutno stavět ochranné hráze, dosahující v současné době celkové délky přes 3200 km. Příčinou katastrofálních povodní v tomto povodí je především odlesňování, odvodňování bažin a vlhkých oblastí (území přirozené infiltrace povodňových vod), ničení vegetace nadměrnou pastvou a budování různých konstrukcí (např. budovy, zpevněné vozovky aj.), které znemožňují zasakování vody; tyto zásahy zvyšují a zúžují povodňovou vlnu, což vede nejen k velkým škodám na majetku, ale také k erozi a akumulaci, a tím změně rázu krajiny. Částečně těmto nepříznivým důsledkům člověkem zesílených fluvialních pochodů bylo v posledních desítiletích zabráněno vybudováním zasakovacích pásů na polích členitějšího terénu, výsadbou rozptýlené zeleně a orbou po vrstevnicích, což jsou základní zásady ochrany zemědělské půdy před vodní erozí.

Také v urbanizovaných oblastech mohou být **fluvialní procesy** ovlivněny antropogenně; zástavba a pokrytí terénu asfaltem a betonem má vliv na režim odtoku srážkových vod, protože terén je rozrušován v průběhu stavebních prací, vznikají velké plochy obnažených zemín, které jsou také roznášeny stroji, takže do toků se dostává nerozpuštěný materiál, který sedimentuje v korytech. Kromě toho voda ze silných dešťů odtéká do kanalizace, což na tocích může zvýšit povodňovou vlnu, takže vznikají zvláštní **městské (urbanizační) povodně**.

Zvláštní situace vzniká tam, kde jsou velké vodní nádrže, v nichž sedimentují splaveniny a velká část plavenin; v podstatě tyto nádrže mají charakter místních erozních bází, což z geomorfologického aspektu ovlivňuje fluvialní geomorfologické procesy v povodí nejen nad nádrží, ale také pod hrází. Nad nádrží dojde k urychlené zpětné agradaci, projevující se především růstem delty v ústí vodního toku do nádrže (viz. A.Ivan,1977, L.Buzek, 1998). Voda pod nádrží obsahuje malé množství plavenin a hlavně splavenin, takže kinetická energie vody modeluje koryto toku a při silném vypouštění vody z nádrže může docházet i ke kavitaci, což má vliv na hloubkovou i boční erozi (bylo to např. zjištěno pod Vranovskou přehradou před výstavbou vyrovnávací nádrže).

Vodní eroze může být urychlena i po výstavbě zavlažovacích zařízení, zvláště při brázdové závlaze, kdy dochází k plošnému splachu jemnozeme, vzniku stružek i výmolů.

Zrychlená vodní eroze a následné ovlivnění fluvialních procesů může být vyvoláno antropogenními změnami reliéfu, změnami nebo zničením vegetace (kácení lesů), změnami struktury půdy (orba, intenzivní pastva, nevhodné zemědělské kultury), zásahy do povrchového odtoku vody (např. meliorace, napřimování toku atd.).

Obdobně jako ovlivňování vodních erozních a akumulačních procesů, také **procesy eolické** mohou být ovlivněny člověkem především změnami vegetačního krytu, zvl. v polosuchých a suchých oblastech, avšak mohou se objevit i v humidních oblastech a na akumulačních mořských pobřežích. Tzv. „černé bouře“(Black Storms) vznikají v mírných šířkách, kde pro zemědělské účely byly ve stepích a prériích zničeny původní travní porosty a silný vítr začal přemísťovat obrovská množství půdy a zeminy na velké vzdálenosti a zcela devastovat místa odnosu i akumulace. Typické je to pro americký středozápad a Povolží v Rusku a u nás byly zaznamenány v oblasti Bílých Karpat a Vizovické vrchoviny. Jejich počet se postupně zvyšuje a v podstatě se tvoří po celý rok.

Rozšiřování eolicky devastovaných oblastí je pozorováno na periferiích pouští, především podél jižního okraje Sahary (Sahel), kde se na tomto procesu desertizace podílí především nadměrná pastva, která kromě zničení vegetace vede ke ztrátě struktury půdy a zmenšení její retenční schopnosti. V důsledku desertizace se dávají do pohybu pohyblivé písky, které

ohrožují stavby, komunikace a zemědělskou půdu. Eolické procesy mění nejen přírodní ráz původní krajiny, ale postihují i hornické haldy, což značně zvyšuje prašnost prostředí. Pro zemědělskou půdu jsou to velmi nebezpečné jevy, protože např. jen na Ukrajině ohrožují asi 10 % zemědělské půdy, v Čechách 26 % a na Moravě 45 % (především na jižní Moravě, v Hornomoravském úvalu a v Moravské bráně).

Člověk má vliv i na některé **krasové procesy** tím, že ovlivňuje hydrologii krasových vod kvantitativně i kvalitativně. Jedním ze známých případů urychlení vzniku exokrasových tvarů v 60. letech (v první fázi vznik antropogenních závrtů o průměru až 50 m a hloubce přes 30 m) je znám po odvodnění v těžební oblasti Far West Rand u Johannesburgu v Jižní Africe. V následujících letech vznikly v tomto území stovky dalších závrtů o maximální šířce 125 m a hloubce až 50 m. Antropogenním odvodněním vznikají závrtvy, které mohou mít charakter přírodních disolučních závrtů nebo závrtů řícených, mohou se také oživit závrtvy přirozené. K zesílení krasování antropogenním zásahem, zpravidla ovlivněním krasových vod, došlo v celé řadě zemí, např. USA, v zemích bývalého SSSR, na Kubě atd. Např. na území Moskvy je evidováno více než 100 antropogenně podmíněných krasových tvarů pokleslých i řícených, což může dále negativně ovlivnit inženýrské sítě, budovy i komunikace.

K antropogennímu urychlení krasových pochodů dochází také v oblastech skladování agresivních odpadních vod různého původu, v oblastech solného krasu pak těžbou solanky. Existují stovky případů nejen z území bývalého SSSR, ale také z Bosny, V. Británie, USA aj.

Ve vyšších zeměpisných šířkách v oblastech výskytu permafrostu člověk ovlivňuje **kryogenní pochody** natolik, že v obydlených (zpravidla hornických) oblastech dochází k ohrožení infrastruktury. Toto antropogenní ovlivnění často souvisí s porušením tepelné bilance v permafrostu. Přírodní kryogenní pochody probíhají zpravidla velmi pozvolna, kdežto antropogenní zásah může způsobit katastrofální průběh - např. bodové narušení je typické v oblastech hornických zásahů a výstavby sídel, kdežto plošné při stavbě komunikací, ropovodů nebo plynovodů.

Základní příčinou urychlení kryogenních pochodů je změna tepelné bilance zemského povrchu, která vede k narušení tepelné rovnováhy v permafrostu. Zničení rašelinišť nebo mechových porostů na severu Sibíře zvětšuje radiální bilanci o 5 - 15 %, což zvýší průměrnou roční teplotu povrchové části permafrostu o 0,7 - 2,0° C, následkem je dvojnásobné až trojnásobné zvětšení mocnosti činné vrstvy. Následuje zesílení termokrasových procesů, termoeroze, solifluce atd. V případě snížení teploty permafrostu antropogenními zásahy dochází k mrazovému vzdouvání, tvorbě mrazových trhlin a pod.

K urychlení kryogenních pochodů dochází po velkoplošném kácení lesních porostů, což vede ke zhutnění a zmenšení mocnosti sněhové pokrývky na pasekách. Následně klesají průměrné roční teploty půdy a tvoří se ostrůvkovitý permafrost s typickým mrazovým vzdouváním a mrazovými trhlinami. Na říčních sedimentech může vést odstranění vegetace ke zvětšení mocnosti činné vrstvy, zvyšuje se intenzita termokrasování, po odtání ledových čoček a klínů se vytvářejí deprese, které mohou být základem vzniku stržové sítě.

Vyšší intenzitai kryogenních pochodů může být dána i různými technickými zásahy v terénu, jako jsou výkopy nebo haldy; následky těchto zásahů jsou zvláště markantní tam, kde je v permafrostu vysoký obsah podzemního ledu. Pod haldami a silničními násypy, kde je permafrost teplejší než v okolí těchto antropogenních konvexních tvarů se po 2 - 3 roky vytváří taliky a porušuje se tak hydrologický režim přilehlého terénu, resp. může dojít k rozvoji termokrasu.

Při některých těžebních zásazích je hornina úmyslně nahřívána a v takto degradovaném permafrostu dochází k urychlené soliflukci, vznikají bahenní proudy, sesuvy a strže.

V osídlených oblastech vede odklizení sněhové pokrývky k degradaci permafrostu - např. ve Vorkutě je takto permafrost degradován na 80 - 90 % území města. Stabilita

permafrostu bývá porušována zásahy při výstavbě komunikací, následně to vede ke zvýšení mocnosti činné vrstvy, ke vzniku sesuvů a termokrasových jevů.

Marinní a lakustrinní pochody mohou být hospodářskou činností člověka ovlivněny tam, kde dojde ke snížení odolnosti břehových pásem vůči odnosu. Šelfové pláže resp. mělčiny snižují odolnost břehového pásma před odnosem při vlnobití, takže odtěžením plážového materiálu dochází k zesílení abrazních procesů. Také porušení sedimentace materiálu, které přináší velké toky k mořskému pobřeží, může ovlivnit pochody v březním pásmu. Materiál, který unáší Nil, sedimentuje v přehradách (především ve Velké Asuánské přehradě), v deltě Nilu tento materiál schází a nilská delta je rozrušována abrazí. Obdobná situace byla zjištěna v USA. Řeka Colorado přinášela do Kalifornského zálivu za 25 let asi 1 km^3 plavenin a splavenin, po výstavbě přehrad však totéž množství bude sedimentovat za 2500 let (již za 5 let po výstavbě vodních děl na Coloradu urychlená abraze rozrušila ústřovou zónu do hloubky 25 km). Také na pobřeží Černého moře dochází k zesílení abraze vlivem sníženého množství přinášených splavenin a těžbou plážového materiálu pro stavební účely, odhaduje se, že v poválečném období bylo z černomořského pobřeží bývalého SSSR vytěženo přes 40 mil. t šterku a písku. Příkladem mohou být změny v pobřežní oblasti Oděsy, kde ročně ubývá asi 1 m pobřeží. Za základní příčiny tohoto negativního jevu je považována výstavba přehrad (např. Dunaj, Dněstr), zasypávání strží na pobřeží a likvidace malých vodních toků, zástavba a asfaltování ploch, odlesňování v povodích velkých toků a těžba plážového materiálu. K abrazním změnám v březních pásmech dochází také na velkých jezerech a velkých přehradních dílech, kde tyto jsou pochody ovlivněny nejen přírodními činiteli (charakter hornin a jejich uložení, charakter svahů v březní zóně, směr, síla a frekvence větrného proudění), ale i činiteli antropogenními, jako je u přehrad manipulace (změny ve výšce vodní hladiny), výstavba objektů, charakter činnosti v blízkosti nádrže (zemědělství, rekreace), plavba lodí, vedoucí ke vzniku vln aj.

Statickým tlakem velkých objektů, jako je koncentrace budov v městských aglomeracích, dochází k **urychlování konsolidace hornin** a následným poklesům terénu. K poklesům terénu mohou vést navážky a na nich umístěné budovy, jak bylo zjištěno v jedné oblasti San Franciska, kdy v období 1864 - 1964 terén pod nimi poklesl o 3 m. Na spraších a sprašových hlínách při zavodňování dochází k tzv. hydrokonsolidaci s následnými poklesy o 1 - 2 m, což vede k poškození zavodňovacích zařízení, komunikací, inženýrských sítí i budov (USA, Ukrajina, Kazachstán aj.). Hydrokonsolidace je doprovázena urychlenou sufozí, sesuvy a pseudokrasovými projevy.

Čerpáním podzemních vod se tvoří depresní kužely s následně fyzikálně-mechanickými změnami v horninách vč. diagenese. Antropogenní poklesy (od několika cm až po 10 m) mají za následek poškození velkých ploch (např. v Kalifornii v oblasti San Joaquin Valley to činí $13\,500 \text{ km}^2$) řádově s poklesem v desítkách cm až metrů (např. v Londýně 0,3 m, v Tokiu 7 m). Dalším příkladem hydrokonsolidace je Ciudad de México, kde si rychlý růst počtu obyvatelstva vyžádal čerpání podzemní vody, a tím poklesy terénu až o 9 m (v r. 1937 činil roční pokles 3,7 cm avšak v r. 1960 již 37,4 cm).

Ke konsolidaci zemin a následným poklesům terénu vede rovněž dynamické zatížení, především doprava, protože jí způsobené vibrace pronikají až do hloubky 70 m, jak ukazují některá měření z Nizozemí nebo Ruska.

Antropogenní zásahy mohou na druhé straně některé **přírodní procesy zpomalit**. Jsou to např. svahové procesy, které mohou být zpomaleny technickými nebo biotechnickými zásahy.

V horských oblastech je umělými odstřely sněhu snižováno nebezpečí lavin. Fluviální pochody mohou být zpomaleny technickými prostředky, biologickými prostředky mohou být zpomaleny pochody eolické, marinní a lakustrinní.

Antropogenní aktivity pomocí technických zásahů (v současné době zásahů strojních) mohou vést k zarovnávání reliéfu (degradace) resp. k vyrovnávání terénních nerovností (agradace).

Z genetického pohledu lze stanovit 10 základních **antropogenních přímých zásahů**, které vedou ke vzniku antropogenních tvarů (L.Zapletal, 1965):

- **těžební zásahy** v krajině vedou k tvorbě přímých antropogenních tvarů, jako jsou lomy, haldy a další, resp. nepřímých, jako jsou např. poklesy. Předpokládá se, že asi 50 % surovin je v současné době na Zemi dobýváno povrchového způsobem. S hlubinným dobýváním surovin jsou spojeny poklesy v terénu, jako následek závalů vyrubaných prostor (pokud tyto prostory nejsou zakládány jiným materiálem, např. pískem nebo vyrubanou hlušinou). Tento postup je však finančně i technicky náročný, takže poklesy v neošetřených oblastech mohou dosáhnout hodnot 20 - 26 m (je to patrné např. v karvinské části Ostravské pánve). Hlubinná těžba surovin vede k tvorbě konvexních tvarů na povrchu reliéfu. Odvaly (haldy) mají charakter různých tvarů (plošných, kuželových, svahových aj.), které svého času byly typické pro Ostravskou pánev. Tyto tvary jsou pro životní prostředí nežádoucí, protože větrem jsou z nich odnášeny jemnější frakce, což zvyšuje prašnost ovzduší, zatížením podloží dochází k vytlačování plastických hornin, a tím k ohrožení okolí (zvlnění terénu, změny směru povrchových toků), i vlastní halda může být nebezpečná porušením její stability (viz např. Aberfan);
- **průmyslové zásahy** předchází zpravidla degradace a agradace terénu pro umístění vlastních průmyslových objektů. Odpady mají různý charakter, na němž závisí následné ovlivnění terénu (haldy, odkaliště), provozování ovlivňuje i podloží zvyšováním jeho teploty (pod vysokými pecemi až o 100° C), čímž se podloží konsoliduje dochází k poklesům terénu o 0,2 - 0,3 m;
- **zemědělské zásahy** se projevují především orbou, což má za následek urychlené zvětrávání a snadnější působení činitelů gravitačních a erozních. Ke zpomalení těchto urychlených procesů (především erozních) jsou budována různá protierozní opatření (např. terasy, záchytné příkopy, průlehy atd.). Při dlouhodobém obdělávání půdy v podhorských a horských oblastech vznikají na hranicích pozemkové držby zemědělské (agrární) haldy a hráze (valy) z ostrohranných hrubých úlomků hornin v podloží;
- **vodohospodářské zásahy** souvisí především s výstavbou různých vodních děl a terénními úpravami, které s touto výstavbou souvisí. Z vnitrozemských vodních děl představují největší zásahy do terénu přehrady a rybniční díla (u nás mnohdy několik set let stará), kanály a různá zavodňovací a odvodňovací zařízení. K rozsáhlým úpravám dochází také v některých pobřežních oblastech, např. stavba hrází v Nizozemí (pouze polovina území tohoto státu leží necelý 1 m nad hladinou moře);
- **urbanizační zásahy** předchází rozsáhlé zemní úpravy agradační i degradační, přičemž u starých městských sídel, lokalizovaných především v údolních polohách u toků dochází také ke změnám vlivem povodní (např. v Praze přízemí románských a raně gotických domů ve Starém Městě je 2 - 4 m pod současným povrchem, ve středu Londýna dokonce o 7 - 8 m). Starověká, dnes rozrušená města na Blízkém východě a ve Střední Asii, byla postavena z nepálených cihel a dnes vytvářejí tzv. ruinové pahorky o výšce až 40 m;
- **dopravní zásahy** souvisí s výstavbou povrchové (nebo i podpovrchové) dopravní sítě, jako jsou průkopy, násypy a dopravní haldy z materiálu, který byl deponován a nebyl použit pro násypy. V oblastech místních komunikací vznikaly tzv. úvozy, a to nejen v zeminách, ale také v pevných horninách. Staré úvozy mohou být přemodelovány ve strže, jak bylo dokumentováno na jižní Moravě;
- **oslavné zásahy** vedou ke stavbě oslavných pahorků (zpravidla v plochém terénu, např. Kosciuskův pahorek v Krakově);

- **vojenské zásahy** vytvářejí tvary vojenskými zásahy. Mohou být konvexní (např. hradby, obranné zdi), nebo konkávní (zákopy, krátery po bombách a granátech). Vojenskými procesy dochází ke značné devastaci krajiny (např. ve Vietnamu) nebo měst (např. Stalingrad, dnešní Volgograd);
- **pohřebními zásahy** vznikají konvexní tvary, jako jsou pohřební mohyly (vysoké až 30 m) a pyramidy (maximální výška 230 m). Konkávními tvary jsou hroby (hřbitovy) a podzemní katakomby;
- **rekreační zásahy** jsou v současné době ve vyspělých zemích významným modelačním činitelem reliéfu. Jsou to především turistické cesty, hřiště, centra zimních i letních sportů atd. Zpravidla s nimi souvisí terénní úpravy a při provozu dochází i k antropogenním změnám reliéfu, např. sešlapáváním terénu v létě nebo soustředěným sjížděním svahů na lyžích v zimním období.

Antropogenizovaný reliéf se vyznačuje zmenšováním relativní výškové členitosti, snižováním počtu drobných tvarů georeliéfu, stíráním hranic mezi geneticky stejnorodými plochami a antropogenní agradací a degradací (J.Demek, 1984).

16. TRVALE UDRŽITELNÝ ROZVOJ KRAJINY

16.1. Lidská společnost a krajina v minulosti

Člověk žije v krajině pravděpodobně více než 100 000 let. Během jeho existence se měnil i způsob jeho fungování v krajině. Role člověka jako **lovce a sběrače** měla na strukturu krajiny nepatrný vliv. Člověk se choval jako ostatní živočichové až do doby, než nastal v historii lidstva výrazný zlom - člověk se stal z prostého „hledáče“ potravy jejím „výrobcem“. Dokázal ovládnout určité postupy (nutné bylo ovládnutí výroby a používání primitivních nástrojů), které mu umožnily snížit variabilitu množství potravy. Člověk se stal zemědělcem. Došlo k velké revoluci v životě lidí, která je označována jako **zemědělská (neolitická – na konci atlantiku)**. Začalo docházet k první cílené exploataci, která však zasahovala do krajiny jen nepatrně. Přejít z pasivní pozice do pozice aktivního hospodáře představoval výraznou změnu pro strukturu krajiny. Lidské společenstvo jakkoli v té době bylo malou komunitou začalo v důsledku svých potřeb přetvářet své bezprostřední okolí - krajinu, která mu byla odnepaměti životním prostorem. Musíme si uvědomit, že počátky **člověka - zemědělce** byly patrně velmi krušné. Člověk se stavěl přirozenému fungování krajiny. Vytvářel v krajině matici plošky, které měly sloužit produkci zemědělských plodin. Nově vytvořený ekosystém však bylo velmi náročné udržet v podmínkách vhodných k pěstování plodin. Půda ztrácela úrodnost. Zemědělec byl nucen ve snaze dosáhnout úrody měnit lokaci polí. Dochází k vypalování přirozených porostů, na jejichž místě začíná hospodařit. Zemědělská technologie lidským umem dosahuje vyšších úrod. Existovala však hranice, kterou člověk té doby nebyl schopen překlenout - síla externalit - klimatické podmínky, úrodnost půdy a fenomén přírodních katastrof.

Druhý zásadní přelom nastal na sklonku 18. století v Anglii a bývá označován jako **průmyslová revoluce**. Lidstvo si od svého počátku intenzivně všímalo fungování přírody. Konec 18. století znamenal jisté zúročení těchto znalostí. Jelikož je člověk tvor velmi „nevypočítatelný“ namířil své nové „zbraně“ proti svému osudovému nepříteli - přírodě. Vynález parního stroje a později vznětového motoru umožnil obdělávat krajinu ve větším měřítku a rychleji (roste lidská populace a musí jíst). Člověk tak postupně přešel od koňského potahu ke strojní orbě - mechanizace zemědělství. Samozřejmě, že se tento fakt intenzivně promítl do **horizontální struktury krajiny**. Původní zemědělská krajina, která se vyznačovala výrazně jemnou zrnitostí, ale zároveň vysokou konektivitou, kterou zajišťovala ekotonová společenstva liniových segmentů krajiny (meze, remízky) se stala pro mechanizované zemědělství nechtěným zlem. Ziskuchtivý člověk začal v krajině působit v měřítku do té doby nevídaném (viz např. 50. léta 20. století v našich zemích). Krajina ztratila do značné míry v důsledku hrubé zrnitosti i konektivitu, která zabezpečovala průchodnost krajiny pro živočišné druhy. S vymizením ekotonů se v krajině snížila druhová rozmanitost (rostlinné a živočišné druhy přechodných společenstev). Prostřednictvím změněné struktury zasáhl člověk i do fungování krajiny („krajině fyziologie“). Průmyslová revoluce přinesla však i mnohem důmyslnější past na přírodu, jejíž následky byly z hlediska fungování krajiny mnohem zákeřnější. Německá chemie přinesla světu umělá hnojiva, která výrazně zasáhla do geochemických cyklů a jejich prostřednictvím se rozšířily i do dalších složek krajiny jejich nežádoucí „vedlejší účinky“ (např. těžké kovy). Kontaminace půdy, podzemních a povrchových vod a ve svém důsledku i biomasy představuje zásadní problém vzešlý z průmyslové revoluce v zemědělství - **chemizace**.

Kromě syntetických hnojiv člověk objevil silnou zbraň proti původně těžko ovlivnitelné externalitě, kterou jsou škůdci kulturních plodin, a to celou řadu pesticidů. **Geochemické procesy** krajiny byly obohaceny o další nepůvodní látky, jejichž počáteční prospěšnost se obrátila proti člověku samotnému (viz problematika DDT). Chemizace životního prostředí přinesla zásadní obrat ve zničujícím souboji člověka s přírodou. Krajina a s ní i člověk začali prohrávat.

Období po druhé světové válce, kdy válečné šílenství ironicky přineslo rozvoj poznatků o fungování přírody a kdy člověk začal dostávat do rukou nástroje své možné destrukce, znamenalo další revoluční období v dějinách lidského pokolení - **vědecko-technickou revoluci**. Člověk během ní zdokonaluje vše uvedené, ale přináší i novou dimenzi svého dobývání přírody - genetiku. Začínají se objevovat možnosti zasáhnout do genetické výbavy kulturních rostlin a hospodářských zvířat a tím zvýšit jejich odolnost vůči zmíněným externalitám. Krajinu tak začínají zamořovat druhy geneticky modifikované. Důsledek tohoto kroku je zatím naprosto neznámý.

Proces průmyslové revoluce byl doprovázen prudkou změnou ve způsobu získávání energie. Začaly vzrůstat nároky společnosti na množství energie a surovin, což se projevilo zvýšenou exploatací krajiny, kterou lze bezesporu označit za sobeckou a velmi primitivní. Bohužel tento fenomén dodnes přetrvává v řadě zemí, vzpomeňme jen naše severočeské doly nebo velkoplošnou těžbu amazonského pralesa s negativním dopadem na celosvětový ekosystém. Objevy na poli vědy se velmi často projevovaly impulzy v oblasti hospodářského růstu, který sprostředkovaně ovlivnil růst populace. Lidstvo se dostalo do smyčky nabídky a poptávky, jejímž důsledkem je současný stav životního prostředí.

Vliv hospodářské činnosti na planetární ekologický systém je označován jako **globální zátěž prostředí**, která se projevuje nadměrným čerpáním přírodních zdrojů, negativní změnou jednotlivých částí prostředí a ztrátou biodiverzity. Celkovou zátěž prostředí (**CZP**) můžeme vyjádřit součinem tří činitelů:

$$CZP = L \cdot M \cdot E,$$

kde **L** je celkový počet lidí na Zemi, **M** představuje materiální nároky lidstva a **E** je ekologická náročnost, kterou jsou materiální nároky uspokojovány.

Model tří faktorů představuje nástin procesu degradace a znečištění životního prostředí.

16.2. *Nástin vývoje trvalé udržitelnosti ve světě*

V současné době se lidská společnost dostává do další fáze svého kulturního vývoje, kterou můžeme označit jako informační revoluci. Prostřednictvím šíření informací o stavu životního prostředí a vlivu člověka na krajinu se objevily myšlenky o tzv. trvalé udržitelnosti. Termín „**trvalá udržitelnost**“ se poprvé objevil na počátku 70. let. Používá se pro **takový rozvoj lidské společnosti, který respektuje přírodní podmínky. Hlavním cílem rozvoje je pak nastolení souladu mezi hospodářským vývojem a ochranou přírody, přírodních zdrojů a životního prostředí.** Problematikou konfliktu mezi průmyslovým způsobem života a zachováním vlastností životního prostředí se zabývalo speciální číslo časopisu *The Ecologist* (ed. Goldsmith, 1972), kde byla konstatována neudržitelnost tohoto způsobu existence lidské společnosti. Významným počinem byl vznik tzv. **Římského klubu**, který ve své první zprávě – „**Meze růstu**“ (Meadows, D. H. et al., 1972) definuje trvalou udržitelnost jako: „**takový stav globální rovnováhy, při které se počet obyvatel Země a kapitál udržuje na víceméně konstantní úrovni a tendence působící na růst nebo pokles těchto veličin musí být pod důslednou kontrolou**“. Dalším impulzem k rozvoji dané problematiky byla konference OSN o životním prostředí ve Stockholmu roku 1972, kde odezněl významný projev norské premiérky Gro Harlem Brundtlandové. Kromě celé řady následujících prací se jako přelomový jeví materiál „**Naše společná budoucnost**“, která byla výsledkem práce Světové komise pro životní prostředí a rozvoj pod vedením výše zmíněné premiérky (1987). Světová komise pro životní prostředí definuje trvale udržitelný rozvoj následovně:

- Trvale udržitelným rozvojem se označuje rozvoj uspokojující potřeby současných generací bez ohrožení schopnosti uspokojení potřeb budoucích generací.;
- Trvale udržitelný rozvoj představuje proces změny vedoucí k harmonizaci využívání přírodních zdrojů, směřování investic, orientace technologického vývoje a institucionálních změn a ke zvyšování potenciálu uspokojování lidských potřeb současných i budoucích generací.

Na počátku 90. let se objevila významná publikace „*Staráme se o Zemi – strategie trvale udržitelného rozvoje*, která vznikla ve spolupráci IUNC, UNEP a WWF¹⁾. Hlavním mottem je etika péče o přírodní prostředí a o člověka. Práce přináší a definuje pojmy jako trvale udržitelné využití, trvale udržitelná ekonomika a trvale udržitelná společnost.

Trvale udržitelné využití – využívání obnovitelných zdrojů v míře, která nepřesahuje limity jejich obnovitelné kapacity.

Trvale udržitelná ekonomika – je považována za produkt trvale udržitelného rozvoje. Hospodářským procesem není ohrožena základna přírodních zdrojů.

Trvale udržitelná společnost – respektuje a žije podle devíti základních principů. Mezi principy takové společnosti patří:

1. úcta ke společenstvu života a péče o něj;
2. zlepšování kvality lidského života;
3. ochrana živých struktur a biodiverzity planety Země;
4. minimalizace vyčerpávání neobnovitelných zdrojů;
5. nepřekračování prahů únosnosti Země;
6. změna osobních přístupů a praktik;
7. poskytnutí možnosti obcím pečovat o svoje vlastní životní prostředí;

¹⁾ IUNC – The World Conservation Union, UNEP – United Nations Environment Programme, WWF – World Wildlife Fund Inc.

8. budování národních struktur pro integraci rozvoje a ochrany;
9. vytvoření globálního spojení.

Na nejvyšší úrovni byla problematika trvalé udržitelnosti deklarována na **Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji** v brazilském Rio de Janeiro v roce 1992. Výsledkem konference bylo přijetí pěti hlavních dokumentů, které představují základní instrukce a vyzývají jednotlivé vlády k jejich naplnění. Významným dokumentem je tzv. **Rio deklarace**, která vznikla místo očekávané **Charty Země**. Bylo konstatováno, že ještě nenazrál čas, aby mohla být přijata charta o ochraně životního prostředí a rozvoji (ostrý střet zájmů jednotlivých národních delegací). Deklarace tedy přináší pouze doporučení ve věci zachování života na Zemi. Zásadní z hlediska ochrany přírodního prostředí jsou dvě přijaté konvence:

- a) **Konvence o zachování biologické různorodosti (biodiverzita)**,
- b) **Konvence o klimatických změnách**.

První je základem pro revizi technokratického pohledu na problematiku životního prostředí. Cílem by měla být ochrana podmínek a forem života, a to i na úrovni krajiny. Druhá konvence se zaměřuje na ožehavý problém blízké budoucnosti spojený globálním oteplováním atmosféry, jeho příčinami a potřebnými opatřeními, které by vedly ke zmírnění nejen předpokládaných následků, ale především k minimalizaci příčinných faktorů. Výsledkem jednání měla být i konvence o ochraně lesů, která však byla pro neshody delegací nepřijatelná. Náhračkou velmi významného dokumentu tak byla tzv. „Právně nezávazná úřední zpráva o principech všeobecného konsensu v řízení, zachování a udržitelném rozvoji všech typů lesů,“. Nejrozsáhlejším dokumentem vzpomínané konference byla tzv. **Agenda 21**, nebo-li agenda 21. století, která představuje program všestranné péče o životní prostředí lidstva. Dokument je členěn do 4 hlavních částí a má tyto dílčí kapitoly:

1. Název

Preambule ODDÍL I

SOCIÁLNÍ A EKONOMICKÉ DIMENZE

2. *Mezinárodní spolupráce k urychlení trvale udržitelného rozvoje v rozvojových zemích a příslušná domácí opatření*

3. *Boj s chudobou*

4. *Změna vzorců spotřeby*

5. *Dynamika demografického růstu a trvale udržitelný rozvoj*

6. *Ochrana a podpora lidského zdraví*

7. *Podpora trvale udržitelného rozvoje lidských sídlišť*

8 *Integrace životního prostředí a rozvoje do rozhodování ODDÍL II*

OCHRANA A OBHOSPODAŘOVÁNÍ ZDROJŮ

9. *Ochrana atmosféry*

10. *Integrovaný přístup k plánování a obhospodařování prostor na zemském povrchu (půd a ploch)*

11. *Boj proti odlesňování*

12. *Zacházení s nestabilními ekosystémy: boj s desertifikací a suchem*

13. *Zacházení s nestabilními ekosystémy: trvale udržitelný rozvoj horských oblastí*

14. *Podpora trvale udržitelného rozvoje zemědělství a venkovských oblastí*

15. *Uchování biologické diverzity (rozmanitosti)*

16. *Ekologicky vhodné využívání biotechnologií*

17. *Ochrana oceánů, všech druhů moří včetně uzavřených a částečně uzavřených moří a pobřežních oblastí a ochrana, racionální využívání a rozvoj zdrojů života v nich*

18. *Ochrana kvality a zásob sladkovodních zdrojů: aplikace integrovaného přístupu k rozšiřování těchto zdrojů, k hospodaření s nimi a k jejich využívání*

19. *Ekologicky vhodné nakládání s toxickými chemickými látkami včetně prevence ilegální mezinárodní přepravy toxických a nebezpečných produktů*

20. *Ekologicky vhodné nakládání s nebezpečnými odpady včetně prevence jejich ilegální mezinárodní přepravy*

21. *Ekologicky vhodné nakládání s tuhými a tekutými odpady*

22. *Bezpečné a ekologicky vhodné nakládání s radioaktivním odpadem ODDÍL III*

POSILOVÁNÍ ÚLOHY VELKÝCH SKUPIN

23. *Preambule*

24. *Globální akce pro zapojení žen do trvale udržitelného a spravedlivého rozvoje*

25. *Děti, mládež a trvale udržitelný rozvoj*
 26. *Uznání a posilování úlohy původního obyvatelstva a jeho komunit*
 27. *Posilování úlohy nevládních organizací: partnerů pro trvale udržitelný rozvoj*
 28. *Iniciativy místních orgánů na podporu Agendy 21*
 29. *Posilování úlohy pracujících a odborů*
 30. *Posilování úlohy obchodu a průmyslu*
 31. *Vědecká a technická obec*
 32. *Posilování úlohy rolníků ODDÍL IV*
- PROSTŘEDKY REALIZACE**
33. *Finanční zdroje a mechanismy*
 34. *Transfer ekologicky vhodných technologií, spolupráce a tvorba potenciálu*
 35. *Věda pro trvale udržitelný rozvoj*
 36. *Podpora vzdělání, uvědomění veřejnosti a odborná příprava*
 37. *Národní mechanismy a mezinárodní spolupráce při vytváření potenciálu rozvojových zemí*
 38. *Mezinárodní institucionální opatření*
 39. *Mezinárodní právní nástroje a mechanismy*
 40. *Informace pro rozhodování*

Rozvoj společnosti v období po průmyslové revoluci přinesl agresivní přístup člověka ke krajině. Od lokálních konfliktů s přírodou se lidská společnost propracovala ke globálním změnám fyzickogeografické sféry. Člověk atakuje planetu Zemi v rozměrech, které byly na počátku 20. století jen velmi těžko představitelné. Svým počínáním ohrozil samotnou podstatu života. Situace dospěla tak daleko, že je ohrožena celá řada složek Země, které lze shrnout do čtyř větších oblastí problémů (podle B. Moldan, 1995):

1. Ohrožení globálních biosférických systémů

- **Narušení klimatického systému** - rostoucí koncentrace tzv. greenhouse gases (nebo-li radiačně aktivních plynů - CO₂, N₂O, freony, metan, troposférický ozón) může podle klimatických scénářů vést ke změně klimatu, která bude mít celou řadu negativních následků na planetární geosystém (aridizace, častější povodně nebo sucha, degradace permafrostu, ústup ledovců, zvýšení hladiny světového oceánu) s dopadem na lidskou společnost (hladomory v důsledku sucha, epidemie jako následek povodní, ztráty úrodné půdy, zánik terestrických ekosystémů následkem vzrůstu hladiny moří, atd.).
- **Pokles koncentrace stratosférického ozónu** - hospodářský rozmach a vývoj technologií přinesl negativně působící sloučeniny (halogenové uhlovodíky, oxidy dusíku, atd.), které při úniku do atmosféry zapříčiňují destrukci molekul ozónu ve stratosféře vedoucí k nárůstu příkonu život destruuujícího ultrafialového záření.
- **Změny biogeochemických cyklů prvků a molekul** - gigantická chemizace zemědělské výroby (syntetická hnojiva a pesticidy), průmyslová výroba (energetika, chemické výroby), doprava způsobily zavlečení nepůvodních toxických látek do jednotlivých složek krajiny (atmosféry, hydrosféry, půdy, bioty atd.), následkem je zamoření prostředí těžkými kovy, eutrofizace povrchových vod, acidizace srážek, změna globálního cyklu uhlíku, kontaminace trofického řetězce pesticidy apod..
- **Destrukce planetárních biomů** - exploatace surovinových zdrojů vede k devastaci ekosystémů planetární dimenze, nejvážnější situace panuje v oblastech tropických deštných pralesů (Amazonie, jihovýchodní Asie, atd.) a velmi citlivých hydroekosystémů (např. oceány, mokřady).

2. Redukce biologického bohatství

- **Likvidace nebo degradace ekosystémů a biotopů** – člověk se přímo či nepřímo podílí na devastaci rozsáhlého spektra terestrických a akvatických ekosystémů (např.: mokřadů, korálových útesů, tropického deštného pralesa, atd.).
- **Extinkce druhů** – ve 20. století došlo k akceleraci mizení rostlinných a živočišných druhů z typických stanovišť nebo dokonce k jejich úplnému vyhubení v celoplanetárním měřítku.
- **Redukce genetické základny** – intenzivně jsou zaseženy celé populace organismů, kdy dochází k poklesu počtu jedinců, což vede ke snížení genetické rozrůzněnosti (platí to pro druhy divoce žijící i pro domestikované).

3. Nedostatečné přírodní zdroje

- **Ztráta ploch a redukce úrodnosti zemědělských půd** – hlavními procesy, které vedou k přímému poklesu rozlohy zemědělských ploch patří dezertifikace, urbanizace, těžba nerostných surovin, skládkování; procesy způsobující pokles úrodnosti (degradační procesy) řadíme např. erozi, zasolení půd, kontaminace toxickými látkami (např.: PCB, těžké kovy, atd.).
- **Změny hydrologického režimu** – s růstem lidské populace rostou nároky na množství a kvalitu pitné vody, která zásadně omezuje rozvoj civilizace (nejkritičtější je situace s pitnou vodou v méně rozvinutých zemích – např. Bangladěš, Indie, země Sahelu, atd.).
- **Vyčerpání biotických zdrojů** – celá řada živých zdrojů je na pokraji vyčerpání v důsledku nekontrolované exploatace (např. zdecimované rybí populace, populace lovné zvěře, nadměrné vypásání travních společenstev); dalším prohlubováním krizové situace hrozí celé řadě oblastí nedostatek rostlinných a živočišných zdrojů

4. Přímé ohrožení lidského zdraví

- **Nebezpečné biologické, chemické a fyzikální faktory** – zdraví společnosti je ohrožováno přítomností celé řady toxických látek, ionizujícího záření, hluku, patogenních organismů a dalších fenoménů v životním prostředí a v trofických řetězcích, kde posledním článkem je člověk.
- **Patogeny v pitné vodě** – jedním z nejvážnějších zdrojů epidemií je hygienicky nekvalitní pitná voda, která je běžně distribuovaná v méně rozvinutých částech světa v důsledku negativních faktorů životního prostředí.
- **Přírodní rizika a antropogenně podmíněná rizika** - člověk je v přímém ohrožení života v důsledku existence přirozených katastrof (silná zemětřesení, povodně, sopečné erupce, tsunami, atd.) a zároveň je ohrožen vlastní činností (např. průmyslovou výrobou, dopravou).

Strategie trvalého rozvoje je v Evropě zpracována do projektu „**Towards sustainable Europe**“ (1995), kterou zpracovalo sdružení Přátelé Země. Cílem je vypracování kvantifikovatelných měřitelů trvalé udržitelnosti. Základním ukazatelem je tzv. **environmentální prostor**, který je definován jako celkové množství energie, neobnovitelných zdrojů, zemědělské půdy a lesů, které lze využívat do takové míry, že nedojde k omezení přístupu k těmto zdrojům budoucím generacím.

Do environmentálního prostoru zahrnujeme:

- ⇒ energii,
- ⇒ nerostné suroviny,
- ⇒ využití území (*land use*),
- ⇒ dřevní hmotu - lesy,
- ⇒ vodu
- ⇒ vzduch,
- ⇒ biodiverzitu - krajinu.

Mezi základní principy environmentálního prostoru, tak jak byly definovány v **Akčním plánu pro trvale udržitelné Nizozemí** patří:

1. **princip kvantifikace** - environmentální prostor lze kvantifikovat omezeně, lze např. stanovit ukazatele trvale udržitelného využívání zemědělské půdy, lesních ekosystémů apod. Nejčastěji se environmentální prostor vyjadřuje pro danou krajinu přepočtem na obyvatele, s tím že se do něj zakomponovává prognóza ve smyslu očekávaného počtu obyvatel krajiny;
2. **princip rovnosti** - stanoví právo každého člověka využívat stejné množství environmentálního prostoru;
3. **princip času** - požaduje vytvoření společnosti založené na principech trvalé udržitelnosti během jedné generace (tj. do roku 2010);
4. **princip solidarity a demokracie** - představují klíčové prvky sociálně a tržně orientovaného hospodářství;
5. **princip bezpečnosti** - cílem je prevence rizik;
6. **princip blízkosti** - předpokládá nutnost řešit problémy ŽP v bezprostřední blízkosti jejich zdroje.

16. 3. Hlavní problémy dnešní krajiny ČR z pohledu trvalé udržitelnosti

Na principy trvale udržitelného rozvoje reagovala i Česká republika. Přihlásila se k němu i česká exekutiva v tzv. „**Státním programu ochrany přírody a krajiny ČR**“, kde je podstatou harmonizace ekonomického rozvoje s ochranou životního prostředí a krajiny tak, aby současným a budoucím generacím, které budou žít na území republiky byla zachována možnost uspokojit své životní potřeby, aniž by přitom došlo k nevratnému poškození přírody nebo ke ztrátě její rozmanitosti. K tomu, aby mohlo dojít k naplňování úmluv svázaných s trvalou udržitelností, ke kterým se ČR zavázala je nutná hluboká analýza stávajícího stavu životního prostředí a krajiny. Je zřejmé, že současný stav je výsledkem geografické polohy ČR, kterými jsou definovány abiotické a biotické parametry území a působením lidské společnosti (historický vývoj a dlouhodobá hospodářská činnost člověka). Důsledkem intenzivního vlivu člověka na českou krajinu (počátek nejvýznamnějších změn lze časovat na 2. pol. 19. stol.) je velká míra narušení oběhu látek a toků energie a značné ohrožení živé složky (v současnosti je v ČR ohroženo: 35 % savců, 57 % u nás hnízdících druhů ptáků, 100 % plazů, 95 % obojživelníků, 28 % druhů ryb a 16 % druhů vyšších rostlin).

K trvale udržitelnému rozvoji se ČR zavázala také v dokumentu „**Státní politika životního prostředí**“, který představuje základní, strategický a závazný dokument pro další navazující programy v jednotlivých složkách ŽP a pro řešení dílčích environmentálních problémů. Základními principy trvalé udržitelnosti, ke kterým se naše republika přihlásila jsou:

1. **princip předběžné opatrnosti** - člověk není schopen v některých případech na dnešní úrovni poznání stanovit skutečný vliv antropogenních činností na krajinu a její jednotlivé složky;
2. **princip prevence** - včasné provedení nutných opatření může vést k redukcí nebo vyloučení ohrožení, resp. poškození ŽP;
3. **princip snižování rizika již u zdroje** - nejlevnější a nejúčinnější způsob jak minimalizovat nebo vyloučit negativní vliv;
4. **princip ekonomické odpovědnosti** - ekonomický dopad negativního vlivu je věcí původce („znečišťovatel platí“);
5. **princip sdílené a diferencované odpovědnosti** - odpovědnost za situaci na poli ŽP nenese pouze státní administrativa, ale i místní samospráva, ekonomicky aktivní subjekty a každý jednotlivec společnosti;
6. **princip subsidiarity** - pravomoc rozhodovat a kompetence by měly být co nejbližší problému a občanům;
7. **princip integrace** - požadavky na ochranu ŽP se musí promítat do všech relevantních resortních politik, rozvojových programů a všech hospodářských činností, rozhodování musí být integrované a optimalizované;
8. **princip nejlepší dostupné techniky** - musí být rozhodující při povolování výrobních aktivit (parametrizace bude provedena na základě environmentálních hledisek);
9. **princip substituce** - náhrada škodlivých a nebezpečných látek.

Velmi vážný problém představuje **stav zemědělských ekosystémů** (53,3 % plochy ČR z toho 72,2 % je zorněno), které prošly během kolektivizace v 50. letech výraznou transformací. Zásadní změnou byla ztráta původních ekostabilizačních prvků ekotonového charakteru (meze, remízky). Dalším zvratem byla přeměna tradičního zemědělství na průmyslovou velkovýrobu. Z českého zemědělství se začal vytrácet mimoprodukční efekt, který plnil po dlouhá desetiletí jednu ze složek péče o krajinu. Dodnes převládá v českém zemědělství technologický aspekt zemědělské produkce. V současných **agroekosystémech** dochází ke koincidenci celé řady **negativních procesů**, kterými jsou např.:

- akcelerovaná půdní eroze (ohroženo 42 % plochy agroekosystémů);
- všeobecná fyzikální, chemická a biologická degradace půdy;
- kontaminace cizorodými látkami z hnojiv a ochranných chemikálií;
- ztráta přirozené úrodnosti;
- snížení retence vody;
- snížení biologické rozmanitosti a početnosti populací původních druhů (koroptev – r.1935 ...6 mil. jedinců, r.1997... několik desítek tisíc jedinců).

Zásadní otázkou budoucnosti je **transformace zemědělských ekosystémů** směrem od orné půdy k loukám a pastvinám. Zatrávňování orné půdy v dále neúnosných lokalitách, které jsou postiženy akcelerovanou erozí půdy a na kontaktech s vodními toky je jednou z priorit. Rozsáhlé hony by měly být podrobeny diferenciaci tak, aby se snížil dopad eroze a vytvořily se podmínky pro existenci volně žijících živočichů v krajině.

K tomuto účelu by měl účinně fungovat program územních systémů ekologické stability, který by měl v postižených partiích krajiny vytvářet ekotonové ekostabilizační jednotky (remízky, meze, apod.). Nastoupit by měly i kvalitativně nové technologie zemědělského hospodaření v krajině.

Druhou plošně nejzastoupenější skupinou ekosystému jsou **lesní porosty** (33,4 % plochy ČR), které prošly během lidské historie výraznými změnami, z nichž nejzávažnější představuje **druhovú změna**. Na území ČR by podle abiotických predispozic měly převládat porosty s výrazným zastoupením buku (podle materiálů Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů: vegetační stupeň dubobukový (22,3 %), bukový (9,8 %) a jedlobukový (27,6 %) - celkem 59,7 %). Člověk však přeměnil druhovou skladbu za účelem zvýšené produkce a v našich lesích tak výrazně převládají jehličnany (80% zastoupení - převážně smrk a borovice). Přirozeně se smrkový vegetační stupeň podílí na celkové ploše území necelými 2 %. V porostech proto dominují smrkové monokultury, které představují málo stabilní části krajiny. **Důsledkem negativního lesního hospodaření** je:

- nekvalitní druhová skladba vzdálená přirozenému stavu,
- zjednodušená prostorová výstavba lesa (dáno převažující holosečnou metodou hospodaření),
- výsadba geneticky nepůvodních jedinců (zanedbání původního genofondu),
- vysoká imisní zátěž (postižení především horských poloh),
- nadměrné stavy spárkaté zvěře (mechanické poškozování porostů),
- nedostatečné využívání přirozených procesů fungujících v lesních ekosystémech.

Lesní ekosystémy tak nejsou schopny účinně reagovat na **antropogenní stresové faktory**, které souvisí s další lidskou činností v krajině. České lesy mají v evropském kontextu primát v nejvyšším **poškození imisemi** (54 % plochy porostů). I přes pokles produkovaných emisí z hlavní zdrojů znečištění (tepelné elektrárny apod.) je i v budoucnu nutné počítat se zhoršením stavu lesních porostů. Lesní ekosystém reaguje na externí vlivy se značným zpožděním, které souvisí především s poškozením lesních půd vlivem kyselých dešťů. Kyselá depozice mění chemismus půd, dochází k postupnému úbytku pro vegetaci významných kationtů (např. hořčíku) a k uvolnění toxických prvků (hliník), které patologicky působí na rostliny. Velkým problémem je i myslivecké hospodaření, jehož vlivem se na poškozování porostů podílí i přemnožená spárkatá zvěř snižující stabilitu porostů.

Základním koncepčním dokumentem řešícím problematiku lesních ekosystémů v ČR je „**Státní lesnická politika**“ z roku 1994, která se odrazila v zákoně o lesích č. 259/1995 Sb. Jedním z hlavních cílů je v této otázce obnova stabilních lesních ekosystémů na principech uchování biodiverzity i produkční schopnosti lesa co by obnovitelného zdroje. Cíle směřují k potlačení výše zmíněných negativ lesního hospodaření v minulých letech. Podporovat by tyto kroky měl i „**Program trvale udržitelného hospodaření v lesích**“ z roku 1997 a „**Program 2000**“ k zajištění cílů veřejného zájmu. Společenským zájmem by měla být také mimoprodukční funkce lesa, především ekostabilizační funkce v krajině a ochrana jejich biodiverzity. Ještě dlouho bude trvat než se české lesy přiblíží své původní skladbě (navýší se zastoupení listnáčů) a původní prostorové diferenciaci. Jednou z priorit by měla být restaurace lesních ekosystémů v nivách vodních toků, které sehrávají významnou roli ekostabilizační komponenty krajiny a ovlivňují hydrologický režim i v souvislosti s protipovodňovou ochranou území.

Specifické postavení mají v krajině **vodní ekosystémy**, které ovlivňují okolní ekosystémy svou hlavní komponentou - vodou. Voda prostupuje ostatními ekosystémy, avšak v případě **narušení hydroekologické stability** území může dojít k jejich degradaci nebo až likvidaci. Z hlediska hydrických systému jsou aktuální tyto **negativní antropogenní impakty** (podle J. Kender (ed.), 2000):

- narušení hydrologického režimu v lokalitě, resp. narušení bilance vody (např. extrémní rozkolísanost průtoků);
- narušení energetických a látkových toků (např. erozní procesy);
- zhoršení kvalitativních ukazatelů přirozené úrodnosti půd;
- kontaminace povrchových i podzemních vod plošnými a bodovými zdroji (eutrofizace vod);
- vymizení přechodových ekosystémů plnicích tlumící funkci pro negativní vstupy;
- zatížení ekosystému odpadními látkami vyžadujícími zvýšené množství energie na jejich rozklad;
- nevyváženost druhové skladby bioty (intenzifikace chovu ryb);
- narušení migrační funkce.

Antropogenní vliv se projevil ve výrazném zkrácení vodních toků, a to o jednu třetinu. Toky, které v krajině plnily funkci přirozených koridorů, jejichž prostřednictvím se šířily druhy fauny i flóry (hydrobiota přímo vodním prostředím, suchozemské druhy využívaly doprovodných pásů vegetace podél vodních toků). Intenzivní zásahy do průběhu vodních koridorů (podélného i příčného profilu) zapříčinily pokles jejich prostupnosti pro vodní organismy. Vymizely nebo se silně snížil počet jedinců druhů, jejichž rozmnožovací cyklus je na prostupnosti vodních toků závislý (vymizel tak losos obecný, jeseter velký apod.). Poškozeny jsou populace organismů na horních částech toků, které jsou díky intenzivnímu hrazenářství odříznuty od dolních částí toků (typický jev u karpatských toků v ČR). Likvidace doprovodných ekotonových společenstev, způsobená mimo jiné neuváženými úpravami koryt toků vyřadila z fungování jeden z významných stabilizačních prvků krajiny. Umělé snížení hladiny vody ve vodních tocích vedlo k zániku cenných mokřadních ekosystémů vázaných na nivní geosystém (zamezení pravidelného vybřežování vedlo k zániku nivních abiokomplexů, na které se váží biocenózy lužních lesů). S napřimováním souvisí i pokles samočisticí schopnosti vodních toků, které spolu s vypouštěním odpadních vod vede ke kvalitativním změnám vodního prostředí (nárůst hodnot BSK₅). Regulace toků vykazovala do začátku 90. let exponenciální růst. Současná situace po povodních v roce 1997 si v ničem nezádá s předlistopadovým obdobím. Vodohospodářská lobby provádí úpravy vodních toků bez jakékoliv reflexe minulého období (např. Odra je na svých 86 km upravena ze 41%, Ostravice od svého ústí po vodní dílo Šance má opevněno koryto z 83,6 % celkové délky – stav k roku 2000, Povodí Odry). Neméně vážná je situace dotýkající se vodních nádrží. V ČR dochází k postupné obnově rybníků, kterých je na 21 000. Významně v krajině absentují drobné vodní nádrže, které se uplatňují ve zvyšování biotopové rozmanitosti krajiny. Na druhé straně bylo v české krajině vybudováno několik sporných velkých vodních děl, které měly dalekosáhlý dopad na charakter okolní krajiny. Takovým dílem je soustava Novomlýnských nádrží, díky které zanikla velmi cenná krajina podél Dyje a naopak se objevil nový ekosystém, jehož budoucnost je řešena postupným snižováním hladiny prostřední nádrže a tvorbou nových stanovišť. Jiným extrémem je vybudování přečerpávací nádrže vodní elektrárny Dlouhé stráně v kulminační partii Hrubého Jeseníku. Zde je jizva v krajině natolik vážná, že vyřadila oblast z možného nejvyššího stupně ochrany (národní park). Období po povodních 1997 otevřelo diskuzi o vybudování dalšího velkého vodního díla v Nových Heřminovech na řece Opavě.

Cíle **revitalizačních programů vodních ekosystémů** by se měly orientovat na tyto skupiny problémů:

- zajištění přirozeného geomorfologického režimu vodních toků;
- obnova přirozených geotopů doprovázejících vodní toky a nádrže (obnova přirozené hydrologické bilance území) a s tím související navrácení doprovodných ekotonových společenstev (např. pobřežní rákosiny, mokřady) - obnova mimoprodukčních funkcí;
- upřednostnění přírodě blízkých technologií vodohospodářských úprav;
- ochrana vodního prostředí ve smyslu kvantitativních a kvalitativních parametrů (návrh ekologicky přijatelných minimálních průtoků, nutnost dobudování sítě účinných čistíren odpadních vod, apod.);
- navrácení migrační funkce tokům (zlepšením prostupnosti - budování funkčních rybích přechodů pro tažné druhy ryb);
- obnova původních hydrotopů;
- obnovení populací původních druhů bioty.

V rámci revitalizačních programů od roku 1991 funguje „**Program revitalizace říčních systémů**“.

Jak již částečně vyplynulo z předchozích odstavců **česká krajina** během několika posledních desetiletí doznala značných změn, stala se předmětem nepřiměřené intenzifikace zemědělské a lesnické činnosti člověka a často neuvážené urbanizace. Krajina vnímaná jako **chorická struktura globálního ekosystému** má určitou strukturu a je tvořena jednotlivými krajinnými segmenty (viz příslušná kapitola). Intenzivní využívání krajiny k produkci výrazně zasáhlo právě do její horizontální struktury. **Krajinné segmenty** často ztratily svojí původní funkci, nebo zcela z krajiny vymizely. Zmínili jsme již otázku koridorů a ekostabilizačních jednotek krajiny - **ekotonových společenstev**. Krajina také ztratila celou řadu autoregulačních procesů, které ji dávaly schopnost ekologické stability. Transformace struktury představovala násilnou přeměnu původních biotopů, s čímž souvisel pokles **celkové biodiverzity** (= ekosystémová + druhová + genetická diverzita). Antropogenní tlak omezil prostupnost krajiny pro celou řadu druhů v důsledku výstavby liniových staveb, které představují bariéry. Krajinná mozaika přešla zcelováním zemědělských ploch z jemné na hrubou a stala se tak pro celou řadu druhů neobyvatelným prostorem. Ztrátou vysoké biotopové diferenciace krajina ztratila i **estetické hodnoty** - v mnoha místech je krajina jedním velkým lánem kulturních plodin. Kromě „zemědělských“ jizev, které jsou ve své podstatě zvrátitelné, existují zásahy, které jsou jen obtížně při současném stavu poznatků a ekonomické situaci naší společnosti odstranitelné. Do této skupiny patří těžební zásahy v krajině - povrchová těžba hnědého uhlí v podkrušnohorských pánvích, těžba stavebního kamene v Ralské pahorkatině (známá kauza vrchu Tlustec, kdy je těžbou kamene likvidováno významné biocentrum), exploatace ložisek vysoce kvalitních vápenců v Českém krasu (velkolom Čertovy schody) apod. Chemizace životního prostředí atakuje ekosystémy, které jsou relativně vzdáleny primárním zdrojů znečištění. Imise z průmyslových, energetických a mobilních zdrojů nadále poškozují především horské typy krajin, tím, že jsou poškozovány veškeré dílčí složky krajiny.

Společnost si musí uvědomit, že na „zdraví“ krajiny závisí ekonomická a také kulturní úroveň národa. Ochrana krajiny, která představuje zvláštní druh národního bohatství musí být předmětem veřejného zájmu. Strategická je v tomto případě **ochrana biologické rozmanitosti, hydrologického režimu, přirozené úrodnosti půd a funkčního využití území**.

Často se zapomíná v souvislosti s ochranou krajiny na **ochranu její abiotické podstaty**, která determinuje vznik, vývoj a existenci biotické složky krajinného systému. Příspěvkem k systémovému řešení stávající situace by měl být vládní dokument „**Státního programu ochrany přírody a krajiny České republiky**“ z roku 1998, kterému předcházela zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Hlavní okruhy programu ochrany přírody a krajiny jsou: souhrnná analýza stavu přírody a krajiny, zhodnocení příčin stavu a vývojových trendů, včetně zhodnocení účinnosti dosavadních nástrojů ochrany přírody a krajiny. Program obsahuje celou řadu úkolů v ochraně obecně, ve vztahu ochrany a regionální politiky, územním plánování a urbanismu, lesním hospodářství, zemědělství, vodní politice, ve vodním hospodářství, turistice a rekreaci, dopravě a těžbě životních surovin, právních, ekonomických a informačních aspektech. Mezi velké **úkoly nejbližší budoucnosti** patří:

- * snižování zornění na hodnotu 65% zemědělské půdy k roku 2005 (zalesněním, biokoridory nebo zatravněním),
- * zlepšení kvality půd a omezení pěstování potravinářských plodin na kontaminovaných půdách,
- * do roku 2003 realizovat nejméně 50 % projektů územních systémů ekologické stability, které jsou připraveny v rámci komplexních pozemkových úprav.

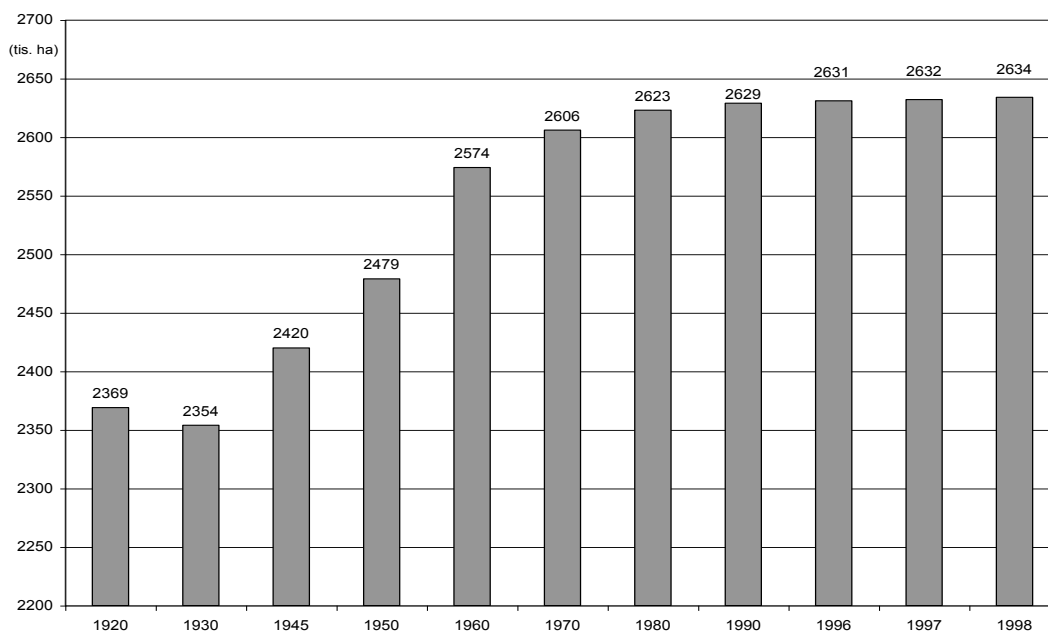
Přes značný progres v celé řadě ukazatelů ŽP (např. pokles produkce SO_2 z $16,2 \text{ t.km}^{-2}$ v roce 1994 na $8,9 \text{ t.km}^{-2}$ v roce 1997) ČR stále výrazně zaostává za standardy, které jsou běžné v nejvyspělejších zemích EU (skandinávské země, Rakousko, Nizozemí). Minimálním cílem je dosažení takového standardu kvality ŽP a environmentální infrastruktury do roku 2005, který je definován průměrnými parametry členských zemí EU v polovině 90. let. I v případě naplnění tzv. **minimálního vývojového scénáře „Evropa 1990 - 1995“** v roce 2005 bude ČR opožděná za standardem vyspělých zemí EU.

V současnosti lze **nejzávažnější problémy kvality složek ŽP** shrnout do těchto bodů:

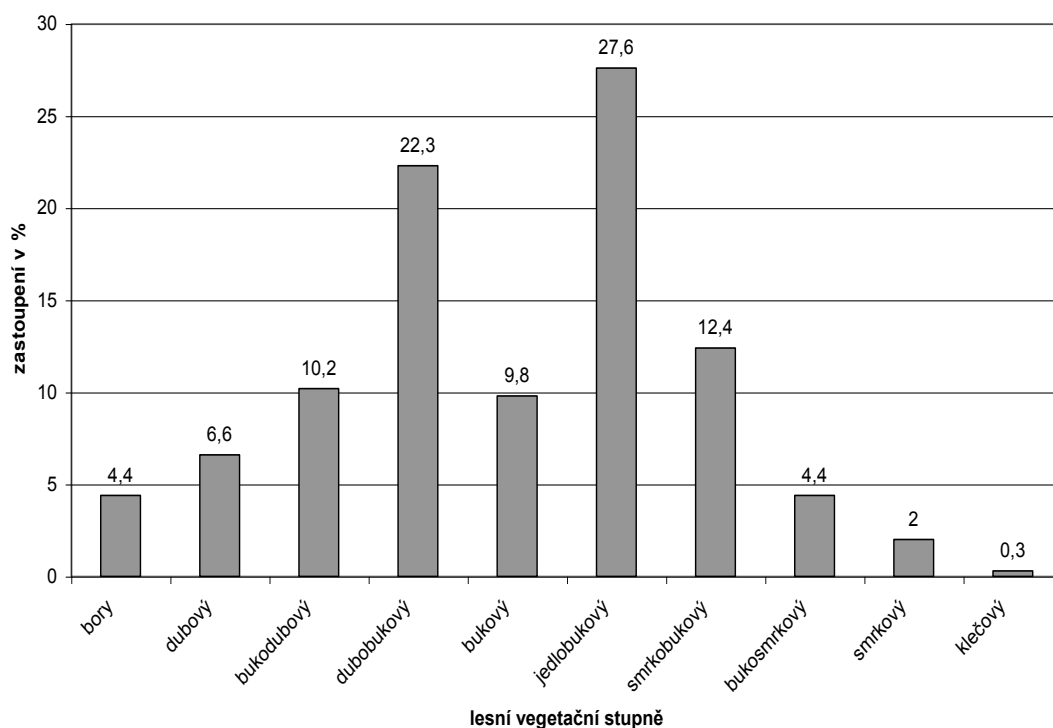
- vysoké měrné emise SO_2 ;
- vysoký podíl délky vodních toků se špatnou kvalitou vody;
- výskyt toxických látek v prostředí, černé skládky, prašnost a nepořádek v urbanizovaných územích;
- eutrofizace povrchových vod;
- nízká stabilita ekosystémů současné kulturní krajiny;
- snížená retenční schopnost krajiny;
- snížená biodiverzita krajiny;
- zhoršený stav půdy;
- vysoký počet ohrožených druhů organismů;
- vysoký stupeň imisního poškození lesů;
- nepříznivá věková a prostorová struktura a druhová skladba lesních porostů;
- vysoký podíl obyvatel vystavených nadměrnému hluku;
- významná část plochy státu ovlivněná důlní činností;
- vysoký počet rizikových ekologických zátěží;
- přítomnost významných fyzikálních, chemických a dalších rizik;
- narůstání znečištění ovzduší z mobilních zdrojů (NO_x , polycyklické uhlovodíky, těžké kovy);
- v souvislosti s předchozím bodem častější výskyt fotochemického smogu;
- intenzivní rozšiřování zastavěných ploch a fragmentace krajiny dopravními liniovými stavbami;

- bez přijetí patřičných opatření je nutné započítat vysoké měrné emise CO₂ a dalších radiačně aktivních plynů.

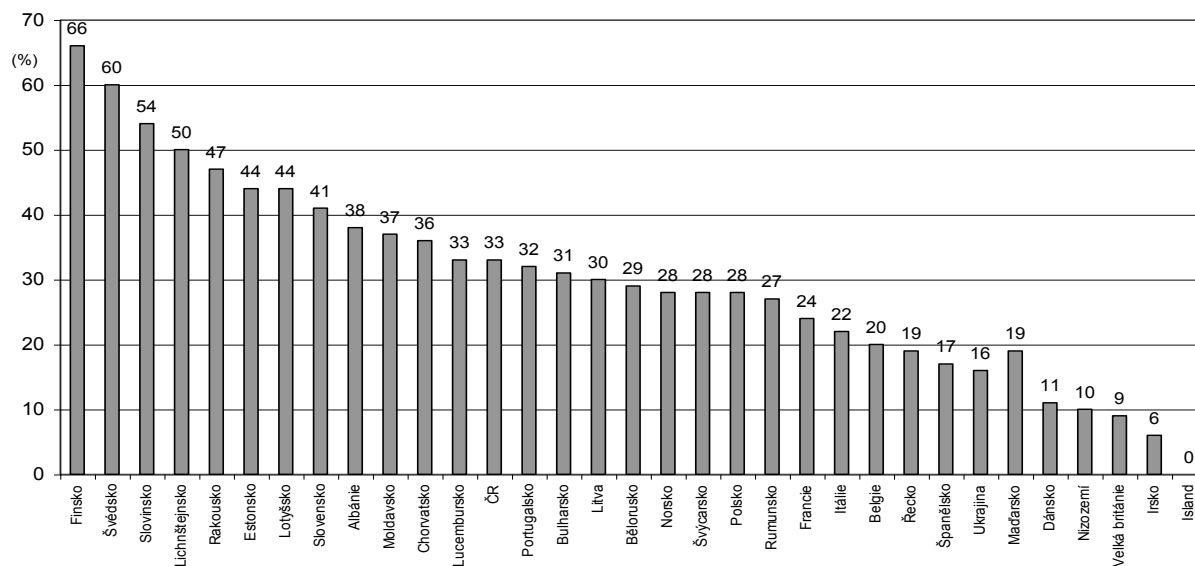
Naplnění zásad trvale udržitelného rozvoje krajiny představuje úkol pro několik generací. Nastartování procesu přeměny společnosti na společnost zastávající pozice trvalé udržitelnosti však nelze odkládat. Před světovou populací vyvstávají naléhavé otázky, které přímo souvisejí s vlastní existencí druhu Homo sapiens. Ekonomicky vyspělejší část světa si pak musí uvědomit svou úlohu v záchraně celoplanetárního systému a oplatit tak planetě Zemi vlastní ekonomickou vyspělost vzešlou, mimo jiné právě na její úkor.



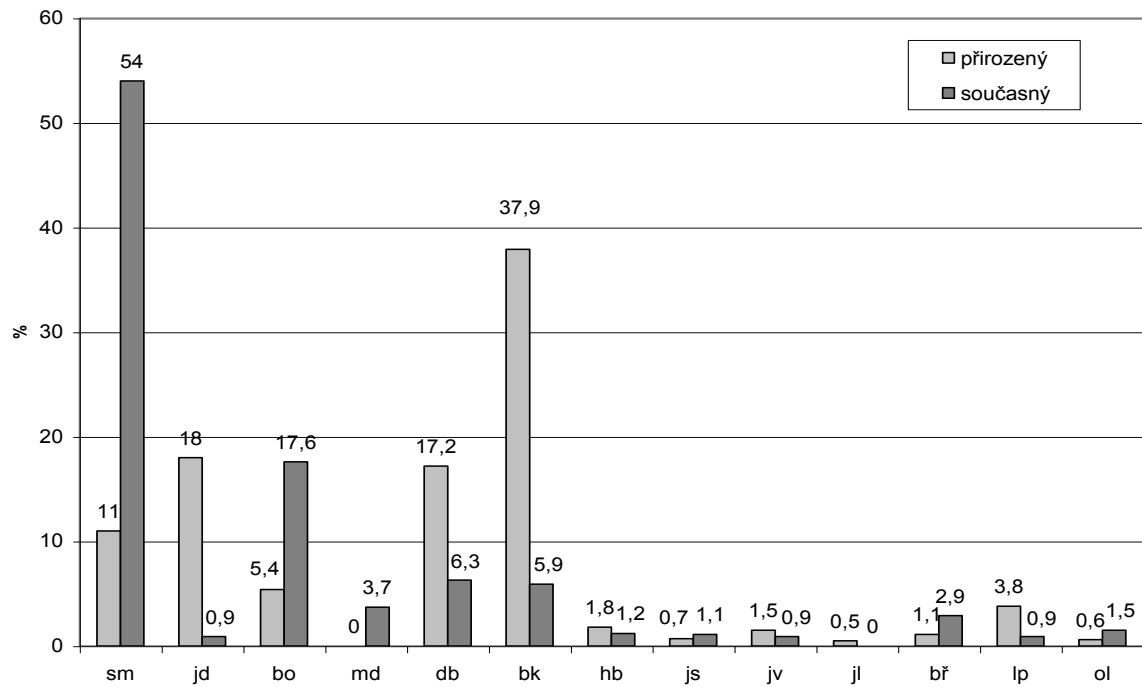
Obr.16.1. Vývoj výměry lesa v ČR (tis. ha) (podle Vašíček ed., 1999 In: J. Kender ed., 2000)



Obr. 16.2. Přehled lesních vegetačních stupňů v lesích ČR (podle J. Kender ed., 2000)



Obr. 16.3. Lesnatost (%) ve vybraných zemích Evropy (podle Vašíček ed., 1997 In: J. Kender ed., 2000)



Obr. Porovnání přirozené druhové skladby lesa a současné skladby lesa pro vybrané dřeviny (ÚHÚL 1997) (sm-smrk, jd-jedle, bo-borovice, md-modřín, db-dub, bk-buk, hb-habr, js-jasan, jv-javor, jl-jilm, bř-bříza, lp-lípa, ol-olše) (podle J. Kender ed., 2000)

17. OCHRANA KRAJINY VE SVĚTĚ

S tím, jak byla příroda stále více ohrožována, se začaly ozývat první hlasy na její ochranu, i když první náznaky těchto myšlenek sahají až do starověku, např. na velkoplošné kácení lesů ve Středomoří; i ve středověku někteří panovníci v Evropě vydávali zvláštní legislativní opatření na ochranu velké zvěře a záchranu lesů, což do jisté míry ve své době zpomalilo proces narušování přírody. Příkladem může být „ochrana“ zebra v Polsku, kdy koncem 13. stol. vévoda Bohuslav Mazurský zakázal na svém panství jeho lov obdobně jako o století později král Jagello. Také král Zikmund v 16. stol. vyhlásil úplnou ochranu území, kde žily zbytky zubrů. Obdobně i v některých dalších evropských státech byly vydávány zákazy lovu některých zvířat (blíže viz J.Dorst, 1974).

První přírodní rezervace byla vyhlášena ve Francii v lese Fontainebleau v r. 1853 na ploše 624 ha, avšak idea velkoplošných přísně chráněných území vznikla v USA. Přispěly k tomu jednak následky ničení přírody, ale také řídké osídlení a rozsáhlé volné prostory vhodné pro komplexní ochranu. V r. 1864 Kongres USA předal území Yosemitekého údolí a Mariposa Grove Kalifornii s tím, že na těchto územích bude zřízena rezervace, ve které by měl být zachován stav původní přírody (zvláštní důraz byl kladen na ochranu sekvojí). Národním parkem bylo toto území vyhlášeno v r. 1890. Jako první národní park v USA (a také ve světě) byl v r. 1872 vyhlášen Yellowstoneký národní park.

Pojem ochrany přírody se postupně zevšeobecňoval a hlavní myšlenkou zřizování přísně chráněných území bylo vyčleňovat ta území, kde by nejen původní biota, ale také geomorfologické tvary a geologické zvláštnosti byly chráněny před lidskými zásahy.

Kolem národních parků a přírodních rezervací jsou zřizovány ochranná pásma, v nichž je sice lidská činnost dovolena, ale v omezeném rozsahu tak, aby přísně chráněné oblasti nebyly ohrožovány. Podle stupně ochrany a charakteru lidských zásahů se v USA chráněná území člení do následující základních kategorií (J.Dorst, 1974, členění v ČR - viz kap.Ochrana přírody a krajiny v ČR):

- **úplné přírodní rezervace** jako území zcela chráněné má zakázanou jakoukoliv lidskou činnost. Vstup do nich mají pouze vědečtí pracovníci, jež zde pracují podle přesně stanovených podmínek;
- **národní parky** jsou území o velké rozloze, kde jsou požadavky ochrany přírody spojeny s výchovnou i rekreační činností; návštěvníci v nich musí dodržovat přesný řád. Je v nich dovolena určitá činnost, která zvýší vědeckou nebo turistickou přitažlivost;
- **částečné rezervace** na rozdíl od předcházejících kategorií nechrání celé přírodní prostředí a jeho složky, ale jen přesně stanovené skupiny bioty i abiotických zvláštností. Připouští se také určitá lidská činnost (např. pastva a zemědělství), pokud není v rozporu s vlastními cíli rezervace;
- **zvláštní rezervace** chrání určité prvky, jejich využití je určeno - příkladem jsou lovecké a rybářské rezervace.

Ve 20. stol. vydávaly jednotlivé země postupně různá zákonná opatření s cílem ochrany přírodních zdrojů. Tyto předpisy však nemohou mít obecnou platnost a musí přihlížet k místním podmínkám; neměly by výrazně omezovat materiální potřeby člověka.

Ochrana přírody a krajiny je součástí ochrany životního prostředí, což si nutně vyžaduje **mezinárodní spolupráci**. Byla vytvořena soustava zákonů a úmluv, které mají buď místní (lokální) charakter, dále charakter regionální, zpravidla mezi sousedními státy nebo charakter globální. V r. 1972 vznikl mezinárodní program OSN na ochranu přírody - **UNEP** (United Nations Environment Programme) se sídlem v Nairobi (Keňa); má ve světě četná regionální centra a jeho hlavním cílem je podněcovat, koordinovat a koncepčně vést akce na ochranu přírody a životního prostředí. K jeho úkolům náleží také zjišťování možných rizik ohrožujících životní prostředí, prevence jeho poškození a financování projektů na jeho ochranu. Do činnosti UNEP je zapojena také Česká republika.

Současná strategie ochrany přírody přešla od tradiční ochrany vybraných ohrožených druhů k integrované ochraně celé krajiny a její rozmanitosti. V r. 2000 bylo na světě asi 1500 národních parků, kromě nich existuje řada dalších chráněných území, jako přírodní rezervace a památky, biocentra, biosférické a biogenetické rezervace národního i mezinárodního významu. Zvláštní postavení mezi chráněnými oblastmi mají **biosférické rezervace a přírodní památky UNESCO**.

Biosférická rezervace má charakter reprezentativní chráněné oblasti využívané jako plochy pro pozorování a studium v rámci projektu programu **Člověk a biosféra** (MAB). Světová síť těchto rezervací je rozložena tak, aby zahrnovala všechny základní biomy Země a postihovala jejich různorodost dle míry zásahů člověka. Plní funkci klíčových oblastí pro ochranu druhů a biologické diverzity. Nejhodnotnější částí biosférické rezervace je tzv. jádrová zóna, obklopená nárazníkovou a přechodovou zónou, v nichž by mělo docházet k obnovení narušených ekosystémů. Součástí světové sítě biosférických rezervací je přes 360 národních rezervací v 81 zemích světa vč. 6 velkoplošných chráněných území v ČR.

Přírodní památka UNESCO je významný fyzikální, biologický nebo geologický (resp. geomorfologický) prvek, dále přirozené prostředí ohrožených rostlin, živočichů nebo vědecky či esteticky významná plocha z pohledu ochrany přírody.

Ze známějších chráněných oblastí v různých zemích uvádíme (viz také přehled chráněných území v tab.17.1.):

Evropa

Chráněná území v Evropě jsou plošně omezena hustým zalidněním a silně změněnou původní přírodou. Např. Francie přijala v r. 1960 zákon o národních parcích, jehož aplikace vedla k vyhlášení tří národních parků (Savojsko - Národní park Vanoise, další dva v Port Cros a Pyrenejích). Ochrana přírody ve V. Británii je spíše záležitostí soukromých organizací s částečným dohledem státu. Oficiálně se ochranou přírody od r. 1949 zabývá Nature Conservancy, spravující velký počet rezervací a zajišťující vědecké, především ekologické výzkumy. Ve Švýcarsku byl v r. 1914 zřízen federální vyhláškou v dolní části Engadinu národní park, v němž platí absolutní zákaz lidských zásahů. V Itálii byl starý královský lovecký revír v r. 1922 přeměněn na Národní park Gran Paradiso (Piemontské Alpy). Další středomořské státy se také pokoušejí o záchranu původní divoké bioty, především ve Španělsku, Portugalsku a Řecku. V Polsku k nejznámějším národním parkům (je jich celkem 12) náleží Bělověžský prales, který silně utrpěl v průběhu 2. světové války. V rámci evropských států náleží z hlediska ochrany přírody k předním státům Švédsko. Např. velké národní parky Padjelanta, Sarek a Stora Sjöfallet chrání subarktickou zvířenu, především savce. Níže uvádíme základní údaje o některých chráněných územích v Evropě.

Camargue (Francie) - přírodní rezervace v deltě Rhôny. Je to mezinárodně významný mokřad s bažinami a rybníky. Půda je prosycena solemi a roste na ni specifická flóra se slanobytnými rostlinnými společenstvy.

Výskyt unikátní fauny, zvl. ptáků, jedno z posledních evropských hnízdišť plameňáka růžového. Polodivoký chov koní a skotu; biosférická rezervace UNESCO.

Hortobagy (Maďarsko) - národní park na východě státu ve Velké Uherské nížině, má charakter stepi, bohatá ptačí fauna; antropogenní zásahy vlivem pastevevství.

Plitvická jezera (Chorvatsko) - národní park v povodí řeky Korana, krasové území s krasovými jezery, součást světového přírodního dědictví (v průběhu války v letech 1991 - 1995 bylo zařízení parku silně poškozeno).

Snowdonia (V. Británie) - národní park v sev. Walesu v členitém reliéfu Kambrického pohoří (Snowdon, 1085 m n.m.). V reliéfu jsou ledovcová jezera, vodopády, staré doly po těžbě břidlic. K cestovnímu ruchu v této oblasti přispívá horská železnice, postavena v r. 1896.

Tatranský národní park (Slovensko, Polsko) - oblast Vysokých, Belanských a zčásti i Západních Tater. Členitý vysokohorský reliéf má četné doklady pleistocenního zalednění, výskyt četných rostlinných a živočišných druhů (např. kamzík, svišť a j.).

Bělověžský prales (Polsko) - národní park v rámci rozsáhlých lesních komplexů s četnými močály, loukami a rašeliništi, poslední lokalita evropského nížinného lesa, kromě jiných v něm žijí stáda zubrů.

Asie

Ochrana přírody v jednotlivých asijských státech je diferencovaná. Dobrou ochranou se vyznačuje především Indie a Srí Lanka (zde však již několik desítek let vojenské události přispívají k devastaci). V Malajsii jsou některé oblasti chráněny od r. 1938 a také v Indonésii je několik set různým způsobem chráněných území. I přes vysokou lidnatost bylo i v Japonsku zřízeno asi 20 národních parků. Níže stručně charakterizujeme některá chráněná území v Asii.

Göreme (Turecko) - národní park ve střední Anatólii. Skalní pyramidy byly útočištěm náboženských komunit; jsou zachovány obydlí, kostely a kláštery. Centrum byzantského a raně křesťanského umění. Je součástí světového kulturního a přírodního dědictví.

Sagarmantha (Nepál) - národní park v Centrálním Himálaji. Území s několika osmitisícovkami a nejvyšší horou světa Mt. Everest (8848 m n.m.). Je součástí světového přírodního dědictví.

Kaziranga (Indie, Ásam) - rezervace, v níž žije přes polovinu volně žijících nosorožců indických.

Komodo a Rindja (Indonézie, Malé Sundry) - rezervace, masožravý varan komodský, dosahující délky až 4 m.

Afrika

Afrika v době kolonizace prodělala katastrofální devastaci přírody, v mnoha afrických státech však tato devastace pokračovala i po jejich osamostatnění v 60. letech 20. stol. V současné době v Africe existuje hustá síť území s různým stupněm ochrany. Již v r. 1898 byl zřízen Sabi Game Reserve (od r. 1926 Krügerův národní park v Transvaalu) a další chráněná území, jako je Národní park Kalahari Gemsbok, Národní park Addo aj. Ve střední Africe vznikaly národní parky v Kongu (bývalé Belgické Kongo) od r. 1925, z nichž nejznámější je Virunga (dříve Albertův národní park) na západních svazích Ruwenzori a savanách plošin Semliki a Ruthoru severně a jižně od Eduardova jezera; náleží k němu i řetěz vulkanických vrchů severně od jezera Kiwu. Přirozené hranice tohoto parku tvoří zlomové svahy východoafrického riftu, v němž celý park leží.

V zemích, které dříve spadaly pod britskou správu, byla zřizována území, v nichž nebyly zakázány lidské zásahy vč. turistiky. Náleží k nim např. národní parky v Keni, Ugandě, Tanzánii nebo Zimbabwe. Níže uvádíme několik významných chráněných území na tomto kontinentu.

Nejstarším národním parkem v Africe je **Krúgerův NP** v Jihoafrické republice u hranic s Mosambikem; má typickou vegetaci savan (veld) a bohatou zvířenou. Jsou v něm zastoupeny původní ekosystémy. Tato významná rezervace je turisticky intenzivně využívána.

Střední Kalahari v Botswaně - polopoušť a savana se slanými jezery, zcela uzavřena pro veřejnost.

Národní park Serengeti v Tanzánii - má charakter východoafrické zčásti zalesněné savany s charakteristickými společenstvy savců. Naleziště kosterních pozůstatků Australopithecus a Homo habilis. Turisticky využíváno, biosférická rezervace UNESCO, součást světového přírodního dědictví (sousedí s rezervací Ngorongoro).

Rezervace Ngorongoro v severní Tanzánii - zabírá dno vyhaslého sopečného kráteru, zastoupení velkých afrických savců, biosférická rezervace a součást světového přírodního dědictví.

Virunga (Kongo) - první národní park v oblasti rovníkové Afriky, zastoupeny ekosystémy deštného pralesa i alpské zóny. Nejvýznamnější populace horských goril na světě. Součást světového přírodního dědictví.

Severní Amerika

Ve srovnání s ostatními kontinenty má severní Amerika, především USA, jeden z nejlepších systémů ochrany přírody. V USA jsou některá chráněná území spravována přímo federální vládou, národní parky jsou podřízeny úřadu National Park Service (součást Ministerstva vnitra). Nejznámější z národních parků je Yellowstoneký NP na hranicích států Wyoming, Montana a Idaho, dalšími jsou Grand Canyon v Arizoně, Yosemiteký národní park, Národní park Sequoia, Národní park Everglades a další. Síť národních parků doplňuje řada rezervací, které spravuje U.S. Fish and Wildlife Refuges. Mají rozlohu téměř 12 mil. ha. Některá území, která mají statut rezervací, spravují lesní úřady. Kromě státních institucí existují i soukromé ochranné společnosti, jako je National Audubon Society, nebo společnosti regionálního významu, např. Hawk Mountain Association. Podle vzoru USA vyhlásila Kanada již v r. 1887 svůj první Národní park Banff a později v jeho sousedství Národní park Jasper. V Mexiku je situace poněkud komplikovanější a připravuje se několik návrhů, které však z hlediska ochrany nejsou příliš vyhovující. K nejznámějším chráněným územím S. Ameriky náleží:

Yellowstoneký národní park - nejstarší národní park světa s polygenetickým reliéfem (modelace ledovci, proudící vodou a sopečnou činností) s minerálními vřídly a 3000 gejzíry. Má zachovány prerijské i lesní ekosystémy. Je to biosférická rezervace a součást světového přírodního dědictví. Turisticky velmi frekventovaná oblast.

Yosemiteký národní park a Národní park Sequoia - v pohoří Sierra Nevada v Kalifornii s porosty sekvoje obrovské. Jeho vysokohorský reliéf je tvořen žulami, které mají výrazné znaky ledovcové modelace (především v glaciálně modelovaném centrálním Yosemitekém údolí). Turisticky frekventovaná oblast, součást světového přírodního dědictví.

Národní park Grand Canyon v Arizoně - v oblasti Coloradské plošiny má délku 320 km, hloubku 1800 m a maximální šířku 28 km. Součást světového přírodního dědictví.

Everglades (Florida) - národní park s močály a mokřady, umístěný v tektonické pánvi téměř na úrovni mořské hladiny. V jeho rámci jsou četné rezervace. Útočiště původní fauny (např. želvy, aligátoři aj.) a endemických rostlin.

Jižní Amerika

Vzhledem k tomu, že příroda J. Ameriky nebyla dlouhou dobu člověkem tak postižena, jako S. Amerika, nebyla zde velkoplošná ochrana přírody tak naléhavá. Přesto však některá území byla vyhlášena jako chráněná, např. v r. 1935 byly Ekvádorem vyhlášeny Galapágy jako chráněné území, také ve Venezuele byla vyhlášeno několik národních parků, obdobně jako v Brazílii a Chile. K nejvýznamnějším chráněným územím Jižní Ameriky náleží:

Nahuel Huapi (Argentina) - nejstarší národní park Jižní Ameriky s několika přísně uzavřenými rezervacemi. Ledovcová krajina s jezery a horskými lesy v jižních Andách.

Galapágy (Ekvádor) - národní park na sopečném souostroví v Tichém oceánu 900 km západně od Ekvádoru. Zdejší endemická fauna poskytla Ch. Darwinovi podklady pro teorii o původu druhů. Součást světového přírodního dědictví.

Iguaçu (hraniční oblast Argentiny a Brazílie) - národní park, vodopády 52 - 72 m vysoké při celkové šířce 4 km. Součást světového přírodního dědictví.

Canaima (Venezuela) - největší národní park v tomto státě ve Guayanské vysočině. Stupňovitě uspořádané plošiny s mlžnými lesy, četné vodopády s nejvyšším vodopádem světa Salto Angel (979 m), savany a galeriové lesy.

Austrálie a N. Zéland

Uluru (střední Austrálie) - národní park, skalní útvary nad pouštní krajinou, posvátné území domorodých Australců.

Fjordland (N. Zéland) - národní park, zaledněný horský reliéf, v nižších polohách vlhké lesy jižního buku na jihozápadě jižního ostrova N. Zélandu. Součást světového přírodního dědictví.

Tab. 17.1. Významné národní parky a velkoplošná chráněná území ve světě (Encyklopédia Zeme, 1983)

Stát	Název	Typ chráněného území	Rok založení	Rozloha v ha	Charakteristika
EVROPA					
Bulharsko	Vitoša	NP	1933	22 800	vysokohorská krajina
Slovensko	Tatranský NP NP Nízke Tatry	NP NP	1949 1978	51 000 81 100	vysokohorské krajiny
Finsko	Kevo	PP	1956	34 000	subarktické rašelinisko, arkoalpínské horské fjeldy
Itálie	Gran Paradiso	NP	1922	62 000	glaciální tvary
Francie	Camargue	R	1927	13 117	delta Rhony, vodní ptáci

Pokrač. Tab.17.1.

Stát	Název	Typ	Rok založení	Rozloha	Charakteristika
------	-------	-----	--------------	---------	-----------------

		chráněného území		v ha	
Nizozemí	Boschplaat	R	1924	4 400	mezinárodní biogenetická rezervace
Island	Thingvellir	NP	1928	4 000	sopečná krajina
Chorvatsko	Plitvická jezera	NP	1949	19 172	krasové území
Maďarsko	Hortobágy	NP	1973	52 000	puszta-slaná step
Německo	Saské Švýcarsko	N	1956	40 000	reliéf na křídových kvádrových pískovcích
	Lineburská vřesoviště	R+PP	1936	30 000	koncové morény kvartérního zalednění
	Bavorský les	NP	1970	13 000	středohorská krajina
Norsko	Svalbard	R	1972	1 555 000	arktická příroda
Polsko	Tatranský NP	NP	1954	22 075	vysokohorské krajiny
	Bielovežský NP	NP	1932	5 069	přirozený lesní porost, zubří
Rumunsko	Retezat	NP	1935	13 000	vysokohorské krajiny
	Delta Dunaje	R	1962	40 000	mokřady, vodní ptactvo
Rusko	Barguzinská přírodní rezervace	GZ	1916	263 200	lesní krajina okolo Bajkalu
	Astracháňská přírodní rezervace	GZ	1919	72 500	delta Volhy
	Kronocká přírodní rezervace	GZ	1924	262 500	vých. Pobřeží Kamčatky s gejzíry
Švédsko	Padjelanta	NP	1962	201 000	laponská horská krajina
Švýcarsko	Švýcarský NP	NP	1914	16 887	vysokohor.krajina vých. Alp
V.Británie	Snowdonia	NP	1951	1 658	glaciální tvary
ASIE					
Čína	Wanglang	R	?	20 000	původní populace pandy velké
Indie	Gir	NP	1965	129 000	chráněná oblast zvěře
	Kancha	NP	1935	94 000	komplex džunglí
	Kaziranga	NP	1908	42 994	močály kolem břehů Brahmaputry, nosorožci indiští

Pokrač. Tab.17.1.

Stát	Název	Typ chráněného území	Rok založení	Rozloha v ha	Charakteristika
Indonézie	Gunung Leuser	R	1934	636 5000	sopka na Sumatře, orangutan, nosorožec výskyt varana komodského několik desítek nosorožce jávského
	Komodo	R	?	7 5000	
	Ujong Kulon	R	1921	41 150	
Írán	Ardžen	NP	1975	65 750	biosférická rezervace
Japonsko	Nikko	NP	1934	140 698	horský reliéf s vodopády
Mongolsko	Bogdchan úl	NP	1809 ?	36 600	údajně nestarší chráněné území,tajga, step
Nepál	Sagarmatha	NP	1976	124 320	oblast centrální části Himalájí
Turecko	Göreme	NO	?	?	skalní pyramidy, občas obývané
AFRIKA					
Botswana	Střední Kalahari Gembok	NP	1931	5 280 000	největší chráněné území v Africe, savana
Etiopie	Ras Dašan	NP	1970	6 000	vysokohorský reliéf
Jihoafrická republika	Krügerův NP	NP	1926	1 948 528	savana, bohatá původní zvířena
Keňa	Tsavo	NP	1948	2 080 000	savana, sopky
Maroko	Džabal Tubkal	NP	1942	36 000	Vysoký Atlas
Senegal	Niokolo Koba	NP	1951	826 000	savana
Tanzánie	Serengeti	NP	1956	1 295 000	savana, galeriové lesy, zvěř chráněná oblast na dně kráteru
	Ngorongoro	PP	1959	828 000	
Kongo	Salonga	NP	1970	3 656 000	tropické dešťové pralesy ekosystémy rovníkové Afriky ve vyhaslé sopce
	Virunga	NP	1925	809 000	
Zambie	Kafue	NP	1950	2 240 000	zalesněná vnitrozemská plošina s močály zambijská část Viktoriiných v.
	Mosikatunga	NP	1972	6 600	
AMERIKA					
Argentina	Nahuel Huapi	NP	1922	785 000	ledovce a jezera v patagónské Kordilleře nejjižnější část And s ledovci
	Los Glaciares	NP	1937	600 000	
Brazílie	Iguaçu	NP	1939	170 000	vodopády

Pokrač. Tab.17.1.

Stát	Název	Typ chráněného území	Rok založení	Rozloha v ha	Charakteristika
Ekvádor	Galapágy	NP	1934	691 000	souostroví v Tichém oceánu s endemickou faunou
Grónsko	Severových. Grónsko	NP	1974	70 000000	největší chráněné území na světě. Arktická krajina, biosférická rezervace
Chile	mys Horn	NP	1947	63 000	ostrovy v Drakeově průlivu
Kanada	Nahanni	NP	1972	476 650	kaňony a vodopády část Skalistých hor vysokohorská příroda, biosférická rezervace
	Banff	NP	1885	664 076	
	Waterton Lake	NP	1895	52 577	
Mexiko	Ixtahuatl-Popocatepetl	NP	1935	25 679	sopečná krajina
Peru	Pampa galeras	R	1966	60500	část And, vikuňa
USA	Mt. Mc Kinley	NP	1917	782 000	nejvyšší oblast sev. Ameriky, biosférická rezervace
	Yellowstone	NP	1872	899 139	první NP na světě, biosférická rezervace
	Yosemite	NP	1890	308 300	vysokohor. část Sierry Nevady
	Grand Canyon	NP	1919	272 576	nejhlubší kaňon řeky Colorado na světě
	Everglades	NP	1947	566 000	subtrop. Bažiny, biosférická rezervace
Venezuela	Canaima	NP	1962	1 000000	vodopád Angel, nejvyšší na světě
AUSTRÁLIE a N.ZÉLAND	Sev. teritorium, Uluru	NP	1958	126 230	poušť, biosférická rezervace
	J.Austrálie	NP	?	2 132000	Vel. Viktoriina poušť, biosférická rezervace
	Queensland, Heron Island	NP	1974	9 700	mořský NP na ostrovech v barérového útesu
	Tasmánie, South West	NP	1968	403 240	horská krajina, biosférická rezervace
	N.Zéland, Fiordland	NP	1904	1 223654	členité fjordové pobřeží, biosférická rezervace
	Tongariro	NP	1894	67 404	oblast sopek na S. ostrově

NP - národní park, PP - přírodní park, R – rezervace

18. OCHRANA PŘÍRODY A KRAJINY V ČESKÉ REPUBLICE

Česká republika náleží k těm zemím Evropy, které z pohledu původních přírodě blízkých prvků je na poměrně nízké úrovni; také kvalita životního prostředí člověka je v mnoha parametrech nevyhovující. Na druhé straně je Česko významným územím z pohledu hodnocení jeho základních přírodních složek od geologie přes reliéf až po biotu. Nejméně narušené přírodní komplexy jsou zpravidla v horských pohraničních oblastech (s naprostou výjimkou Krušných hor), jako je Šumava, Novohradské hory, některé části horských celků na severu Moravy a Slezska a hraniční zóna se Slovenskem.

Ochrana přírody na území dnešní České republiky začala svým způsobem již ve středověku, nejstarší zmínky pocházejí z doby Karla IV. - Majestas Carolina, navazující na dekret uherského krále Bély IV. z 13. stol.

Moderní základy ochrany přírody byly u nás položeny v 19. stol. vyhlášením velkoplošných rezervací; tato ochrana již měla komplexní charakter a byly do nich zahrnuty všechny přírodní zdroje, na nichž je člověk jako živočišný druh přímo závislý. Komplexní ochrana přírody je zcela nezbytná, protože přírodní prostředí je základní složkou životního prostředí člověka. První moderní pokus o ochranu přírody spadá do r. 1819, kdy Alexander von Humboldt jako první použil pojmu „přírodní památka“, avšak teprve v r. 1904 byly propracovány podklady „péče o přírodní památky“ (Hugo Conwentz).

Nejstaršími chráněnými územími v České republice jsou Žofínský prales a Hojná voda v Novohradských horách, vyhlášené v r. 1838 (hrabě Jiří August Languavala Buquoy) a Boubínský prales, chráněný od r. 1853 (kníže Jan Schwarzenberg). V r. 1918 na území nově vzniklého státu existovalo již 20 rezervací. Se vznikem samostatného Československa je spojen počátek státem organizované péče o ochranu přírody, jež byla administrativně řízena tehdejší Ministerstvem školství a národní osvěty. V období let 1920 - 1938 byly vyhlášovány další přírodní rezervace, jejichž počet v r. 1938 dosáhl 136. V období první republiky však nedošlo k přijetí všeobecného zákona na ochranu přírody, přestože návrhy byly předloženy několikrát. Teprve po 2. světové válce byly schváleny všeobecně platné a závazné státní normy na ochranu přírody. V r. 1955 schválila tehdejší Slovenská národní rada zákon o „štátnej ochrane prírody“ a v r. 1956 byl Národním shromážděním ČSR přijat zákon č. 40/1956 Sb. o státní ochraně přírody, který byl v r. 1960 následně přijat jako článek do ústavy ČSSR. Již před schválením tohoto zákona však byla vyhlášena chráněná území, např. v r. 1948 Tatranský národní park, v r. 1950 chráněné území Moravský kras a v r. 1955 Český ráj. Po r. 1960 k největším územím se zvýšenou ochranou přírody náleží vyhlášení Krkonošského národního parku v r. 1963 a Šumavské chráněné krajinné oblasti ve stejném roce. Výkonnými orgány státní ochrany se stalo Ministerstvo kultury a odbory kultury Krajských národních výborů. Nadále byly vyhlášovány různé stupně ochrany přírody, takže v r. 1982 bylo na území tehdejší České socialistické republiky celkem 708 chráněných území, jeden národní park a 18 chráněných krajinných oblastí. V r. 1991 stoupl počet chráněných území na 1324, z toho 538 náleželo do kategorie státních přírodních rezervací, 44 chráněných nálezišť, 3 chráněných parků, 4 studijních ploch, 16 přírodních památek a 719 přírodních výtvorů (podle kategorizace před r. 1992).

Území s různým stupněm ochrany byla rozdělena do 6 kategorií:

- národní parky;
- chráněné krajinné oblasti;

- státní přírodní rezervace;
- chráněná naleziště;
- chráněné parky a zahrady;
- chráněné studijní plochy.

Ochrana přírody a krajiny se u nás do konce 80. let opírala převážně o nepružnou a málo funkční administrativní strukturu. Na druhé straně je však nutno přiznat řadu právních norem, vydaných do konce 80. let, jako byl např. zákon č. 40/1956 Sb. o státní ochraně přírody, dále vyhláška MŠK č. 54/1958 Sb., která zahrnovala výčet chráněných rostlin a podmínky jejich ochrany nebo vyhláška č. 80/1965 Sb. o ochraně volně žijících živočichů a dále vyhláška č. 142/1980 Sb. o ochraně volně stojících stromů - mimo les. Celkem před rokem 1990 však bylo vydáno u nás až 50 zákonů a jiných právních norem o ochraně přírody a krajiny, což mělo za následek značnou vnitřní roztržičnost a nepřehlednost.

Ústřední orgán ochrany přírody v České republice představuje Ministerstvo životního prostředí ČR, a to prostřednictvím svých odborů. S institucionálními a právními změnami v ochraně přírody se po roce 1989 změnil také přístup k celkové koncepci a praktické realizaci úrovně ochrany přírody a krajiny. Významným nástrojem se stala realizace územních **systémů ekologické stability** (ÚSES), které mají pomoci ustanovit ve volné krajině pravidelnou síť biocenter, spojených biokoridory.

Základní platnou právní formou o ochraně přírody a krajiny České republiky je zákon České národní rady č. 114/1992 Sb. (Zákon o ochraně přírody a krajiny) ve znění zákonného opatření předsednictva ČNR č. 347/1992 Sb., jehož účelem je „přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, rozmanitostí forem života a přírodních hodnot a k šetrnému hospodaření s přírodními zdroji“. Zákon č. 114/1992 Sb. má celkem 93 §, z nichž vybíráme:

Část první pojednává obecně o ochraně přírody a krajiny a vymezuje základní pojmy.

§ 2 Ochrana přírody a krajiny

Ochranou přírody a krajiny se podle tohoto zákona rozumí vymezená péče státu a fyzických a právnických osob o volně žijící živočichy, planě rostoucí rostliny, o nerosty, horniny, paleontologické nálezy a geologické celky, jakož i péče o vzhled a přístupnost krajiny.

Ochrana přírody a krajiny podle tohoto zákona se zajišťuje zejména:

- ochranou a vytvářením územního systému ekologické stability krajiny;
- obecnou ochranou druhů planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů a zvláštní ochranou těch druhů, které jsou vzácné či ohrožené, pozitivním ovlivňováním jejich vývoje v přírodě a zabezpečováním předpokladu pro jejich zachování, popřípadě i za použití zvláštních pěstebních a odchovných zařízení;
- ochranou vybraných nalezišť nerostů, paleontologických nálezů a geomorfologických a geologických jevů i zvláštní ochranou vybraných nerostů;
- ochranou dřevin rostoucích mimo les;
- vytvářením sítě zvláště chráněných území a péče o ně;
- účastí na tvorbě a schvalování lesních hospodářských plánů s cílem zajistit ekologicky vhodné lesní hospodaření;
- spoluúčastí v procesu územního plánování a stavebního řízení s cílem prosazovat vytváření ekologicky vyvážené a esteticky hodnotné krajiny;
- účastí na ochraně půdního fondu, zejména při pozemkových úpravách;
- ovlivňováním vodního hospodářství v krajině s cílem udržovat přirozené podmínky pro život vodních a mokřadních ekosystémů při zachování přirozeného charakteru a přírodě blízkého vzhledu vodních toků a ploch a mokřadů;

- obnovou a vytvářením nových přírodně hodnotných ekosystémů, např. při rekultivacích a jiných velkých změnách ve struktuře a využívání krajiny;
- ochranou krajiny pro ekologicky vhodné formy hospodářského využívání, turistiky a rekreace.

§ 3. Vymezení pojmů

Pro účely tohoto zákona se vymezují některé základní pojmy takto:

- Územní systém ekologické stability krajiny je vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Rozlišuje se místní, regionální a nadregionální systém ekologické stability;
- významný krajinný prvek jako ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny utváří její estetický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy. Dále jsou jimi jiné části krajiny, které zaregistruje podle § 6 orgán ochrany přírody jako významný krajinný prvek, zejména mokřady, stepní trávníky, remízy, meze, trvalé travní plochy, naleziště nerostů a zkamenělin, umělé i přirozené skalní útvary, výchozy a odkryvy. Mohou jimi být i cenné plochy porostů sídelních útvarů, včetně historických zahrad a parků;
- planě rostoucí rostlina je jedinec nebo kolonie rostlinných druhů, včetně hub, jejichž populace se udržují v přírodě samovolně;
- volně žijící živočich je jedinec živočišných druhů, jejichž populace se udržuje v přírodě samovolně, a to i v případě jeho chovu v zajetí, nestanoví-li tento zákon jinak;
- živočišný nebo rostlinný druh je rovněž systematická jednotka nižšího řádu;
- zvláště chráněná část přírody je velmi významná nebo jedinečná část živé či neživé přírody; může jí být část krajiny, geologický útvar, strom, živočich, rostlina a nerost, vyhlášený ke zvláštní ochraně státním orgánem podle části třetí nebo čtvrté tohoto zákona;
- dřevina rostoucí mimo les či keř rostoucí jednotlivě nebo ve skupinách ve volné krajině i sídelních útvarech na pozemcích mimo lesní půdní fond;
- paleontologický nález je věc, která je významným dokladem nebo pozůstatkem života v geologické minulosti a jeho vývoje do současnosti;
- biotop je soubor veškerých neživých a živých činitelů, které ve vzájemném působení vytvářejí životní prostředí určitého jedince, druhu, populace, společenstva;
- ekosystém je funkční soustava živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase;
- krajina část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky.

Část druhá se zabývá obecně ochranou přírody a krajiny, tj. obecnou ochranou rostlin a živočichů, registrací významných krajinných prvků, ochranou paleontologických nálezů atp.

Část třetí je věnována zvláště chráněným územím, tj. národním parkům, národním přírodním rezervacím, národním přírodním památkám a přírodním památkám. O zákazech určitých druhů činnosti v těchto kategoriích ochrany přírody ČR je pojednáno výše. u NP a CHKO.

Síť chráněných území (kromě národních parků a chráněných krajinných oblastí) byla na základě vyhlášky Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 překategorizována. V současné době se zvláště chráněná území dělí do 6 kategorií, z nichž první dvě jsou velkoplošná zvláště chráněná území, ostatní zvláště chráněná území jsou máloplošná. Jsou to:

- národní parky (NP);

- chráněné krajinné oblasti (CHKO);
- národní přírodní rezervace (NPR);
- národní přírodní památky (NPP);
- přírodní rezervace (PR);
- přírodní památky (PP).

Tato zvláště chráněná území pokrývají asi 15 % území státu, v příštích létech se počítá s dalším nárůstem až do 20 % rozlohy ČR.

Zvláště chráněná území jsou základem ekologické stability krajiny a mají význam kulturní, vědecký, výchovný, estetický i hospodářský.

Velkoplošná zvláště chráněná území zahrnují ucelenější hodnotné a zachovalé přírodní a krajinné komplexy a hospodářská aktivita v těchto územích podléhá zvláštním pravidlům (viz zákon č. 114/1992 Sb.). V současné době existuje 28 velkoplošných zvláště chráněných území (4 národní parky s celkovou rozlohou 1194 km² a 24 chráněných krajinných oblastí s celkovou rozlohou 10 323 km²).

Národní parky vyhláší v České republice parlament. Podstatnou část těchto rozsáhlých území mají zaujímat přirozené nebo člověkem málo ovlivněné ekosystémy. Neživá příroda, fauna i flóra v nich mají mimořádný vědecký a výchovný význam. Na každý národní park a jeho ochranné pásmo se vztahuje zvláštní plán péče, který navrhuje správa NP v součinnosti s radou NP (je to iniciativní a konzultační orgán zainteresovaných obcí, okresních úřadů, v horských oblastech také členů Horské služby aj.). Jeho schválení a potvrzení spadá do pravomoci Ministerstva životního prostředí ČR. Území NP je zpravidla členěno do 3 zón ochrany, které jsou vymezeny s ohledem na přírodní hodnoty. Nejprísnejší ochranný režim je v první zóně, kde je zcela zakázáno umísťovat nové stavby, pohybovat se mimo vyznačené turistické cesty, měnit skladbu a plochu kultur a hnojit. Charakter ochrany se v dalších zónách postupně snižuje.

K základním ochranným podmínkám v NP náleží následující zákazy (zákon č. 114/1992 Sb.) :

- hospodařit pomocí intenzivních technologií;
- zneškodňovat odpady, které mají původ vně NP, ostatní odpady lze zneškodňovat pouze na vyhrazených místech se souhlasem orgánu ochrany přírody;
- tábořit a rozdělovat ohně mimo místa vyhrazená se souhlasem orgánu ochrany přírody;
- pořádat hromadné a veřejné sportovní akce (netýká se vodních sportů na vyhrazených místech);
- provozovat horolezectví, létání na padácích, jízdu na kolech mimo silnice a místní vyhrazené komunikace;
- sbírat rostliny kromě lesních plodů a odchyťovat živočichy (pokud není stanoveno jinak);
- povolovat nebo uskutečňovat záměrné introdukce rostlin a živočichů;
- kromě záchranných chovů zavádět intenzivní chovy zvěře (obory, farmy, bažantnice atp.) a v rámci myslivosti používat otrávené návnady;
- měnit stávající vodní režim pozemků;
- stavět dálnice, silnice, železnice, průmyslové objekty, sídelní útvary, plavební kanály, vedení velmi vysokého napětí, dálkové produktovody;
- provádět chemický posyp cest;
- těžit nerosty, horniny a humolity (mimo písek a kámen v rámci národního parku);
- pořádat vyhlídkové lety motorovými vzdušnými prostředky;
- měnit stávající přírodní prostředí v rozporu s bližšími podmínkami ochrany národního parku.

Legislativně je stanoven také návštěvní řád, který vychází ze základních ochranných podmínek (viz výše). Návštěvní řád má charakter obecně závazné právní normy (vyhlášky) a je vydáván správou NP, protože vychází z místních resp. regionálních podmínek každého národního parku. Např. v NP Šumava jsou určité rozdíly ve srovnání se zákonem č. 114/1992 Sb.; zákaz táboření a rozdělování ohně mimo vyhrazená místa je zde návštěvní řád doplněn o zákaz veškerého nocování ve volné krajině, není dovolen sběr lesních plodin v první zóně, výslovně je zakázána manipulace s terénním značením a vstup do jeskyň a podzemních prostor.

Nejstarší NP u nás byl vyhlášen v r. 1963 v Krkonoších, NP Šumava a NP Podyjí byly vyhlášeny v r. 1991, NP České Švýcarsko v r. 2000. NP Šumava a NP Podyjí jsou unikátní tím, že po dlouhou dobu jako hraniční prostor se SRN a Rakouskem nebyly přístupné pro veřejnost. Části CHKO nově zřízených národních parků mají funkci ochranných pásem. Národní parky Krkonoše a Šumava jsou součástí mezinárodní sítě biosférických rezervací programu MAB organizace UNESCO (Man and Biosphere). Biosférické rezervace jsou vyhlášovány OSN a jejich základní směrnice byly vyhlášeny již v r. 1974. Provádí se v nich ochrana genofondu, vědecký výzkum sleduje využívání i zneužívání přírodních zdrojů; v mezinárodním měřítku jsou vyměňovány informace a v rámci programu jsou vychováváni odborníci i veřejnost pro cíle ochrany přírody. Světová síť biosférických rezervací je rozprostřena tak, aby zahrnovala všechny základní biomy Země a postihovala různorodost jeho civilizačního zatížení. Jako biosférické rezervace mohou být vyhlášena pouze ta území, která jsou chráněná příslušnou národní legislativou (u nás buď NP nebo CHKO). V současné době je u nás 6 biosférických rezervací, a to Krkonoše, Šumava, Křivoklátsko, Třeboňsko, Pálava a Bílé Karpaty.

Krkonošský národní park (KRNAP) byl vyhlášen vládním nařízením č. 41/1963 Sb., ochranná pásma pak dalšími vládními nařízeními v r. 1986 a 1991. Jeho rozloha činí 362 km² a ochranná pásma mají plochu 162 km². Společně s Karkonoskim NP v Polsku (55 km², 1959) tvoří bilaterální národní park. Od r. 1992 je biosférickou rezervací programu MAB. Kromě mnoha geologických zvláštností má KRNAP uchovány bohaté doklady působení horských ledovců v pleistocénu, jsou zachovány také reliktů pleistocénní flóry i drobné fauny, v subalpinském stupni jsou souvislé porosty kleče (nejsevernější evropský výskyt). Správa KRNAPu sídlí ve Vrchlabí.

Národní park Podyjí má plochu jen 63 km² a byl vyhlášen v r. 1991 nařízením vlády ČR č. 164/1991 Sb. V jeho pahorkatinném reliéfu je Dyje zařizována do podloží geologicky i geomorfologicky cenným údolím až 150 m hlubokým. Je převážně zalesněn (65 %) a přirozené porosty jsou zachovány na exponovaných údolních svazích. Místy se dochovaly tisy, reliktní bory, suťové lesy a velmi cenná vřesoviště. Pestré abiotické podmínky se odrážejí ve velmi rozmanité floře i fauně. Okrajové zóny jsou intenzivně obhospodařovány zemědělsky. Sídlem správy parku je Znojmo.

Národní park Šumava je plošně nejrozsáhlejším parkem ČR (690 km²) a funkci jeho ochranného pásma plní CHKO Šumava (945 km²). Byl vyhlášen nařízením vlády ČR č. 163/1991 Sb. Společně s Národním parkem Bayerischer Wald na německé straně, vyhlášeném v r. 1970, tvoří biosférickou rezervaci v rámci programu MAB. Šumava v rámci Evropy představuje jeden z nejucelenějších lesních komplexů a má charakter mimořádně hodnotného biocentra kontinentální biodiverzity. Geologicky je pestrý, geomorfologickými typickými tvary jsou tzv. pláne, zarovnané povrchy ve výškách 1000 - 1100 m n.m., dále jsou zde rozsáhlá kamenná moře, mrazové sruby, skalní mísy, obří hrnce aj. Vyskytují se v něm nejrozsáhlejší komplexy postglaciálních horských rašelinišť (slatě) ve střední Evropě. Původní smíšené horské lesy byly z velké části v minulosti změněny v kulturní smrčiny.

Význam Šumavy přesahuje české hranice a při formování ekosystémů zde hrálo důležitou úlohu nízké osídlení a v poválečném období uzavřenost pro veřejnost (hraniční pásmo). Sídlem správy je Vimperk.

Národní park České Švýcarsko se rozkládá na ploše 79 km² a byl vyhlášen v r. 2000 nařízením vlády č. 161/2000 Sb. Reliéf parku na podložních křídových pískovcích je velmi pestrý, geomorfologicky je to jedna z nejzajímavějších oblastí České republiky (skalní města, kaňony věže, mikrotvary na skalních stěnách). Vznikl zčásti na území CHKO Labské pískovce. Nejvyšší potenciál zachovaných přírodních hodnot je v první zóně, která je velmi obtížně přístupná, a proto nese minimální znaky antropogenních vlivů. Při severní hranici navazuje na německý Národní park Sächsische Schweiz (Saské Švýcarsko) o ploše asi 94 km². Sídlem správy parku je Krásná Lípa.

Chráněné krajinné oblasti (CHKO) mají charakter rozlehlých území s harmonickou krajinou a charakteristicky utvářeným reliéfem. Území CHKO by měla zahrnovat přirozené lesní a travní ekosystémy se zastoupením mimolesních dřevin resp. také dochované památky historického osídlení. Jsou to obhospodařovaná i rekreačně využívaná území a jsou vyhlášována nařízením vlády ČR. CHKO jsou osídlené a hospodářsky využívané, avšak jako krajiny jsou ekologicky vyvážené uprostřed člověkem nesrovnatelně více využívaných území. Lidské aktivity na území CHKO jsou usměrňovány s ohledem na poslání příslušné CHKO a krátkodobě i dlouhodobě jsou diferencovány a specifikovány. V CHKO jsou vyčleňovány zóny - schvaluje je příslušný orgán ochrany přírody (Ministerstvo životního prostředí ČR), a to zpravidla čtyři (ve výjimečných případech tři). Nejpřísnější ochranný režim platí v první zóně (často je souběžně chráněna formou maloplošného zvláště chráněného území). Základním principem a posláním CHKO je zachování a zlepšení stávajících přírodních poměrů a optimalizace ekologických funkcí.

Na území CHKO je zakázáno (viz zákon č. 114/1992 Sb.):

- zneškodňovat odpady mimo místa vyhrazená se souhlasem orgánu ochrany přírody;
- tábořit a rozdělávat oheň mimo vyhrazená místa;
- vjíždět a parkovat s motorovými vozidly mimo silnice a místní komunikace;
- povolovat nebo uskutečňovat introdukce nepůvodních organizmů;
- budovat nové dálnice, sídelní jednotky a plavební kanály;
- pořádat automobilové a motocyklové soutěže;
- provádět chemický posyp komunikací;
- měnit přírodní prostředí jinak než v souladu s tzv. bližšími podmínkami ochrany příslušné chráněné krajinné oblasti.

V **první zóně** je zakázáno:

- povolovat nové stavby;
- povolovat a měnit využívání území;
- měnit stávající plochu a skladbu kultur;
- hnojit, používat kejdu, silážní šťávy a ostatní tekuté odpady;
- těžit nerosty a humolity.

Na území **první a druhé zóny** je dále zakázáno:

- mimo zastavěná území obcí používat takové způsoby hospodaření, které vyžadují intenzivní technologie (především ty, které mohou podstatně ovlivnit biodiverzitu, porušit funkci ekosystémů a narušit půdní povrch);
- zavádět obory, farmové chovy a jiné intenzivní chovy zvířete;

- pořádat soutěže na jízdách kolech mimo silnice a místní komunikace.

Nejfrekventovanějším typem reliéfu CHKO v České republice jsou pahorkatiny, následují vrchoviny a hornatiny. Pět českých CHKO je zároveň biosférickými rezervacemi programu MAN.

Níže jsou uvedeny stručné charakteristiky vybraných chráněných krajinných oblastí na území České republiky.

CHKO Beskydy byla vyhlášena v r. 1973 (sídlo správy je v Rožnově p.R.) a zahrnuje Moravskoslezské Beskydy, část Hostýnsko-vsetínské hornatiny a část Javorníků. Členitý reliéf flyšových Karpat je zčásti porostlý horskými smrčínami a bučinami, dále jsou zastoupeny jedlobučiny, horské suťové lesy, z kulturních ekosystémů pak louky a pastviny. V rámci CHKO Beskydy jsou zvláště chráněnými územími tyto nejznámější lokality: Trojačka, Radhošť, Pod Juráškou, Zubří Kutaný, Pulčinské skály, Galavské lúky, Razula, Salajka, Lišková, V Podolánkách, Klíny, Kněhyně - Čertovy mlýny, Noříčí, Smrk, Mazacký Grúník, Poledňava, Mazák, Travný potok, Mionší aj.

CHKO Jeseníky byla vyhlášena v r. 1969 (sídlo správy je v Jeseníku a v obci Malá Morávka). Reliéf Jeseníků má znaky ledovcové i periglaciální modelace, jeho vrcholové oblasti jsou nad hranici lesa, která je ve výšce 1250 - 1300 m n.m. Kosodřevina ve vrcholové oblasti byla vysazena uměle a vytlačila původní vegetaci. Základní ekosystémy Jeseníků tvoří alpské hole, horská rašeliniště, horské bučiny, horské smrčiny, horské pastviny aj. Ke zvláště chráněným lokalitám náleží: Františkov, Šerák - Keprník, Bučina, Divoký důl, vrchol Pradědu, Petrovy kameny, Velká kotlina, Bílá Opava, rašeliniště na Skřítku, Rejvíz aj.

CHKO Bílé Karpaty byly vyhlášeny v r. 1980 (sídlo správy je v Luhačovicích). Jsou pokryty převážně bukovým lesem, v nižších polohách je zastoupen dubohabrový les. V Bílých Karpatech se vyskytují druhově bohaté louky, což je dokladem tradičního hospodaření. Základními ekosystémy jsou bukové a jedlobukové lesy a doubravy. Zvláštní ochraně podléhají tyto nejznámější lokality (po obou stranách moravsko-slovenské hranice): Žerotín, Kútky, Čertoryje, Machová, Jezevčí, Zahrady pod Hájem, Búrová, Javořina, Porážky, Luh, Chladný, Sidonie, Královec.

CHKO Pálava byla vyhlášena v r. 1967 (sídlo správy je v Mikulově). Pálava má malou rozlohu, avšak hlediska abiotického i biotického náleží k velmi zajímavým územím. Celá oblast má také paleontologickou a archeologickou cenu. Z přirozených ekosystémů jsou zde zastoupena teplomilná společenstva křovinatá, travní a skalně - stepní a vyskytuje se zde také flóra a fauna panonského a submediteránního typu, které se na jiných místech ČR nejsou zastoupeny. V rámci CHKO Pálava jsou zvláště chráněny tyto lokality: Křivé jezero, Vlčí les, Vysoký roh, U milovické silnice, Milovický chlum, Šibeničnický, Svatý kopeček, Turol, Kočičí skála, Tabulová, Růžový vrch, Kotel, Děvín aj.

CHKO Moravský kras byla vyhlášena v r. 1955 (sídlo správy je v Blansku). Moravský kras má dobře vyvinuté povrchové i podzemní krasové tvary a je také významným paleontologickým a archeologickým nalezištěm. K základním ekosystémům náleží suťové a roklinové lesy, teplomilné doubravy, teplomilné skalní stepi, mechová společenstva skal atd. Vyskytují se zde reliktní půdy typu terra rosa. Ke zvláště známým chráněným lokalitám náleží: centrum s propastí Macocha a jeskynními systémy, Rudické propadání, Hrabůvecká bučina, Byčí skála, Březinka, U Výпустku, Jeskyně Pekárna, Hádecká planinka, U Brněnky, Zadní Hády, Čihadlo, Dřínová, Josefské údolí a další.

CHKO České Středohoří byla vyhlášena v r. 1976 (sídlo správy je v Litoměřicích). Toto sopečné pohoří (čedič, znělec, trachyt) má velmi pestré ekosystémy, zastoupené rostlinnými společenstvy teplomilné skalní stepi, jsou zde také teplomilné doubravy, pastviny a louky.

Zpřísněné ochraně podléhají, kromě jiných, tyto lokality: Březinské tisy, Panská skála, Farská louka, Stříbrný roh, Bobří soutěska, Dubí hora, Sedlo, Panenská skála, Sluneční stráň, Vrkoč, Bílé stráně, Hradiště, Holý vrch, Plešivec, Radobýl, Lovoš, Borečský vrch, Košťálov, Milešovka, Březina, Lipská hora, Kuzov, Franská hora, Kajba, Štěpánovská hora, Hradišťanská louka, Tobiášův vrch, Jánský vrch, Milá, Raná, Čičov, Kamenná slunce aj.

CHKO Český kras byla vyhlášena v r. 1972 (sídlo správy je v Karlštejně). Území je vázáno na silursko - devonské synklinorium, je součástí Pražské pánve a je zároveň významným paleontologickým nalezištěm. V této významné geologické oblasti jsou zvláště chráněny: Černá rokle, Špičatý vrch - Barrandovy jámy, Zlatý Kůň, Kotýz, Klouk, lom na Kobyle, Ortocérový lůmek, Kozolupský lom a další.

Tab. 18.1. Chráněné krajinné oblasti v České republice (podle L.Buzek 1996, M.Čihař, 1998)

Název a rok zřízení (resp. inovace)	Plocha km ²	Geomorfologická provincie a charakter reliéfu	Počet maloplošných chráněných území	Sídlo správy CHKO
Beskydy (1973)	1160	Karpaty, hornatina	34	Rožnov p.R.
Bílé Karpaty (1980)	715	Karpaty, vrchovina	52	Luhačovice
Blaník (1981)	41	Česká vysočina, pahorkatina	3	Louňovice p.Bl.
Blanský les (1989)	212	Česká vysočina, vrchovina	14	Český Krumlov
Broumovsko (1991)	410	Česká vysočina, pahorkatina	6	Police n.Metují
České středohoří (1976)	1063	Česká vysočina, vrchovina	39	Litoměřice
Český kras (1972)	128	Česká vysočina, pahorkatina	18	Karlštejn
Český ráj (1955, 1958)	92	Česká vysočina, pahorkatina	11	Turnov
Jeseníky (1969)	740	Česká vysočina, hornatina	24	Malá Morávka, Jeseník
Jizerské hory (1967)	368	Česká vysočina, hornatina	31	Liberec
Kokořínsko (1976)	272	Česká vysočina, pahorkatina	9	Mělník
Křivoklátsko (1978)	628	Česká vysočina, pahorkatina	24	Zbečno
Labské pískovce (1972)	324	Česká vysočina, pahorkatina	12	Děčín
Litovelské Pomoraví (1990)	96	Česká vysočina, rovina	25	Olomouc

Pokrač. Tab. 18.1.

Název a rok zřízení (resp. inovace)	Plocha km ²	Geomorfologická provincie a charakter reliéfu	Počet maloplošných chráněných území	Sídlo správy CHKO
Lužické hory (1976)	267	Česká vysočina, vrchovina	12	Jablonné v Podj.
Moravský kras (1956, 1958)	94	Česká vysočina, pahorkatina	17	Blansko
Orlické hory (1969)	204	Česká vysočina, hornatina	19	Rychnov n.Kněž.
Pálava (1976)	83	Karpaty, pahorkatina	15	Mikulov
Poodří (1991)	82	Karpaty, rovina	3	Ostrava
Slavkovský les (1974)	610	Česká vysočina, vrchovina	20	Mariánské Lázně
Šumava (1963, 1991)	945	Česká vysočina, hornatina	22	Vimperk
Třeboňsko (1979)	700	Česká vysočina, rovina (pánev)	29	Třeboň
Žďárské vrchy (1970)	709	Česká vysočina, vrchovina	49	Žďár n.S.
Železné hory (1991)	380	Česká vysočina, vrchovina	19	Nasavrky
Novohradské hory	příprava			
Střední Poohří	příprava			

Maloplošná zvláště chráněná území jsou zpravidla plošně menší útvary s nadstandardní nebo mimořádnou přírodní hodnotou. Jejich význam je národní resp. i mezinárodní (NPR,NPP), nebo regionální PR,PP). Hospodářské aktivity se v nich řídí zákonem č. 114/1992 Sb. a navazujícími předpisy; nejpřísnější režim je v NPR a NPP.

V současné době je v ČR přes 1650 maloplošných zvláště chráněných území, což z celostátní rozlohy státu představuje méně než 1 %. Národních přírodních rezervací je více než 110, národních přírodních památek o něco méně, přírodních rezervací je asi 500 a přírodních památek asi 1000, přičemž v jejich počtu dochází k častým změnám.

Spolu s první zónou národních parků jsou **národní přírodní rezervace** nejpřísněji chráněná území v ČR. Přírodní hodnoty těchto rozlohou malých území jsou mimořádné a na přírodní reliéf a zvláštní horninové podloží se vážou unikátní ekosystémy v národním nebo nadnárodním měřítku. V Národních parcích jsou zpravidla transformovány do první zóny také v CHKO zaujímají nejhodnotnější jádrové partie. Na území NPR, podobně jako v NP, je zakázáno používat intenzivní technologie, provádět terénní úpravy a měnit vodní režim, těžit suroviny, introdukovat cizí druhy, provádět některé sporty, vjíždět motorovými vozidly, tábořit mimo vyhrazená místa aj. (omezení a zákazy pro vytypované činnosti jsou jmenovitě uvedeny v zákonu č. 114/1992 Sb). Zákon č. 289/1995 Sb. zakazuje kategorizovat lesy v NPR jako lesy hospodářské a při zásazích proti škůdcům je nutný souhlas orgánu ochrany přírody.

V ČR je asi 120 národních přírodních rezervací (úplný přehled je v příloze vyhlášky MŽP ČR č. 395/1992 Sb.). Nejvyšší počet NPR má charakter zalesněných ekosystémů, dále mokřadů, vodních ekosystémů a nezalesněných suchozemských ekosystémů. Zvláštní postavení má NPR Praděd, protože je jediným představitelem kategorie „alpínské a subalpínské ekosystémy“ v ČR.

Z celé řady národních přírodních rezervací uvádíme **tři příklady**:

- **Adršpašsko - teplické skály** (okr. Náchod a Turnov) byly vyhlášeny jako chráněné území již v r. 1933 na rozloze 1772 ha. Mají charakter komplexu skalních měst v kvádrových křídových pískovcích s četnými geomorfologickými zvláštnostmi, jako jsou soutěsky, věže a zvláštní mikrotvary na sklaních stěnách (voštiny). Z přirozené vegetace je zachován na vrcholech věží reliktní bor, na dně soutěsek je vegetace v inverzní poloze;
- **Mionší** (okr. Frýdek - Místek), byl vyhlášen v r. 1954 na ploše 170 ha jako dobře dochovaný beskydský prales (jedlobučina). Již asi 15 let platí absolutní zákaz vstupu veřejnosti do této lokality;
- **Mohelenská hadcová step** (okr. Třebíč) byla vyhlášena v r. 1952 na ploše 48 ha. Má charakter skalní stepi na výchozech serpentinu nad řekou Jihlavou. Je to naleziště vzácných kontinentálních a středomořských druhů rostlin a drobných živočichů.

Menší přírodní útvary, jako jsou útvary geologické nebo geomorfologické, naleziště vzácných nerostů nebo stanoviště ohrožených druhů, spadají do kategorie **národních přírodních památek** (NPP). Je zakázáno jejich hospodářské využívání. Z hlediska územní ochrany přírody tvoří často stavební kameny ekologické stability a přírodní diverzity krajiny a v mnoha případech jsou ukázkou symbiózy kulturních a přírodních hodnot krajiny.

V ČR je asi 100 národních přírodních památek a nejstarší je lokalita Hojná voda v Novohradských horách, kde spolu s NPR Žofínský prales představuje jednu z nejstarších chráněných území ve střední Evropě. Seznam se základními charakteristikami NPR uvádí příloha vyhlášky č. 395/1992Sb MŽP ČR a internet (viz také J. Střejček a kol., 1982). Koncepce NPP a NPR je odlišná a v NPP je vyšší počet geologických a geomorfologických tvarů, byť na menších plochách.

Z národních přírodních památek uvádíme pro ilustraci **tři příklady**:

- **Babičino údolí** (okr. Náchod), bylo vyhlášeno v r. 1952 na ploše 307 ha. Tato NPP je spojena se jménem B.Němcové. Má charakter člověkem dotvořené krajiny v údolí Úpy, představované krajinářsky cenným komplexem luk, lesů a břehových porostů podél řeky;
- **Landek** (okr. Opava) byl vyhlášen v r. 1966 na ploše 3 ha jako přirozený výchoz karbonského podloží;
- **Venušiny misky** (Žulovská pahorkatina, okr. Šumperk), vyhlášení v r. 1971 na ploše 4 ha; zachované skalní mísy o průměru přes 1 m na výchozech žul.

Přírodní rezervace mají malou rozlohu, na jejich území je však soustředěna vysoká koncentrace přírodních hodnot. Přírodní rezervace je zřizována vyhláškou územně příslušným okresním úřadem, který a odpovídá za její správu. Na rozdíl od národních přírodních rezervací má regionální význam (nikoli národní nebo mezinárodní); zpravidla se jedná o skladební prvky ÚSES. Pro přírodní rezervace platí 6 základních zákazů:

- aplikovat biocidní přípravky;
- povolovat a umisťovat nové stavby;
- povolovat a uskutečňovat nové introdukce;
- sbírat rostliny a odchyťovat živočichy (výjimkou je myslivectví a rybářství, jejichž činnost však může být omezena příslušným orgánem ochrany přírody;

- měnit dochované přírodní prostředí v rozporu s tzv. bližšími podmínkami, které definuje samostatný právní předpis.

Na území ČR je asi 500 přírodních rezervací, z nichž osm bylo zřízeno již v r. 1933. (např. Prachovské skály). Průměrná rozloha PR činí 23,1 ha, největší mezi nimi je Kokořínský důl (2097 ha). Jako ukázkou charakterizujeme **tři přírodní rezervace**:

- **Choustník** (okr. Tábor), vyhlášený v r. 1949 na rozloze 10 ha. Skalnatý vrch Choustníku je porostlý květnatou bučinou na suti pod zříceninou hradu Choustník.;
- **Kokořínský důl** (okr. Mělník, Česká Lípa) byl vyhlášen v r. 1953 na rozloze 2097 ha. Je v údolí Pšovky, založeném v křídových kvádrových pískovcích (skalní útvary, např. typické pokličky). Území je porostlé reliktními bory s podmačenými olšinami a mokřými loukami na dně údolí;
- **Skalka** (okr. Frýdek - Místek), vyhlášená v r. 1977 na ploše 11 ha. Je charakteristická přirozenou bučinou s příměsí jedle, jeřábu aj.

Přírodní památky jsou malé přírodní útvary, zpravidla geologické nebo geomorfologické, dále naleziště nerostů nebo vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Na jejich tvorbě se mohl podílet také člověk a jejich význam je zpravidla regionální. Přírodní památky tvoří skladební prvky ekologické stability, jejich plocha není velká, avšak jejich význam z hlediska územní ochrany není zanedbatelný. V ČR je asi 1000 přírodních památek a nejstarší přírodní památka byla vyhlášena v r. 1929 v okrese Písek (Rukávečská obora - stará bučina). Průměrná rozloha PP činí 26,1 ha (největší jsou Prameny Úpy v KRNAPu o ploše 4280 ha). Níže uvádíme ukázkou tři PP:

- **Borecká skalka** (okr. Havlíčkův Brod) byla vyhlášena v r. 1956. Její návrší je budováno serpentinem a je porostlé typickými hadcovými druhy rostlin, jež jsou kriticky ohroženy;
- **Bílé kameny** (okr. Liberec), vyhlášena v r. 1964, pískovcové křídové skály, které mají ohlazené světlé vrcholy (místní název „sloní kameny“);
- **Vysoký kámen** (okr. Sokolov) byl vyhlášen v r. 1974. Jsou to vypreparované výchozy křemenců z obalu méně odolných hornin fylitové série. Typické jsou skalní věže a kamenná moře.

Územní ochrana přírody je založena na řadě opatření a aktivit a spočívá v ochraně určitých krajinných celků před škodlivými přímými i nepřímými zásahy člověka. Je založena na třech základních principech, a to *na snaze a zachování nedotčených přírodních formací, na optimálním obhospodařování kulturních krajín a racionálním využívání území s částečnou ekologickou rovnováhou.*

19. VÝCHOVA K OCHRANĚ PŘÍRODY, KRAJINY A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Zachování lidského rodu je spojeno se zachováním prostředí, ve kterém člověk žije; člověk si musí uvědomit své postavení v přírodě, protože je jeho neoddelitelnou součástí. Aby se do povědomí lidí dostal tento fakt, je nutná výchova k ochraně životního prostředí, která by se měla stát součástí státní politiky.

Jedním ze základních činitelů, který je schopen ovlivňovat vztah člověka k přírodě a životnímu prostředí, je škola a do výuky by měla být zakomponovány základní problémy prostředí, ve kterém člověk žije. Tyto problémy by měly být chápány integrovaně a mladým lidem prezentovány interdisciplinárně; tato problematika tedy není nějakou izolovanou složkou, která by měla být tlumočena pouze v jednom předmětu, např. v geografii nebo biologii.

Od učitelů geografie základních i středních škol se vzhledem k jejich odborné geografické přípravě očekává především výklad o krajinné sféře a jednotlivých krajinách a jejich funkcích a vzájemných vztazích a návaznostech na lidskou společnost. Výklad o krajině a životním prostředí musí mít ve svých závěrech syntetický charakter s tím, že prostředí se dynamicky vyvíjí nejen na základě přírodních zákonů, ale také v závislosti na antropogenních aktivitách, které mohou přírodní procesy ovlivňovat negativně, resp. tyto aktivity mohou vyvolat procesy, jež jsou přírodnímu prostředí cizí; to může mít zpětný negativní dopad na kvalitu prostředí, ve kterém člověk žije.

Na základních a středních školách by problém vztahů mezi prostředím a člověkem měl být dán aktivními metodami, kdy mladí lidé by na základě znalostí svého regionu měli uvádět své názory na základě vlastních poznatků; učitel by měl sehrát roli člověka, který tyto názory dá do jistých souvislostí a zároveň na základě svých znalostí tyto regionální problémy srovná s jinými oblastmi v rámci státu nebo i zahraničí. Starší žáci, především na středních školách by měli mít k této problematice kritičtější a promyšlenější přístup a diskuse by se měla např. zaměřit na téma možných katastrof, otázky mezinárodní spolupráce a problémy střetu ekonomie a ekologie; tato diskuse by však neměla sklouznout ke zjednodušování.

Vývoj dnešního světa je nutno posuzovat ze dvou aspektů: na jedné straně došlo k rychlému rozvoji v zemědělství, průmyslu, dopravě, přenosu informací atd., na druhé straně však některé lidské aktivity přinášejí pro lidstvo mnohá rizika.

Při výchově k ochraně prostředí se učitel základních a především středních škol musí opírat o konkrétní fakta, takže by měl být informován o základních zdrojích informací. Mnohé základní údaje lze získat prostřednictvím internetu z různých programů Ministerstva životního prostředí ČR (www.env.cz) resp. z některých periodik, které výše uvedené ministerstvo vydává (např. Zpravodaj MŽP, Věstník MŽP). Informace mohou učitelům poskytovat také příslušné katedry univerzit (geografie, biologie, chemie, resp. také sociologie aj).

Dalším zdrojem informací v konkrétním regionu jsou referáty životního prostředí Okresních úřadů, kde je vyčleněný pracovník pověřený oblastí výchovy a osvěty. Informační materiály jsou rovněž na správách velkoplošných chráněných území, tj. CHKO a NP. Vydávají pro veřejnost informační skládačky, plakáty, periodika resp. vytvářejí také ekologické programy pro děti a mládež. V rámci školních výletů a exkurzí výše uvedené správy zajišťují osvětu formou naučných stezek. Také městské a obecní úřady (i když ne všechny) vyvíjejí aktivity se zaměřením na ochranu prostředí - příkladem může být např. spoluorganizování akcí ke Dni Země, které jsou však převážně zajišťovány nevládními ekologickými organizacemi.

V oblasti problematiky ochrany krajiny a životního prostředí jsou u nás desítky nevládních neziskových organizací s různým zaměřením a část se jich věnuje také výchově a vzdělávání v rámci práce s veřejností. Z těch nevládních organizací, které by pro školy mohly být kvalitním zdrojem informací vč. pomoci při výchově a osvětě, uvádíme (blíže viz Statistická ročenka životního prostředí České republiky, 1998):

- Greenpeace - mezinárodní hnutí ochránců přírody, založeno v r. 1971. Sídlo rady je v Amsterdamu, od r. 1992 má také svou kancelář v Praze. Aktivita jsou zaměřeny především na podporu obnovitelných zdrojů energie, čistotu vod, vyvíjí aktivity proti geneticky upravovaným plodinám a potravinám, její činnost je zaměřena také proti používání PVC.
- Český svaz ochránců přírody (ČSOP) - založen v r. 1979 jako největší nevládní organizace na ochranu přírody, krajiny a životního prostředí v ČR. Sídlo sekretariátu je v Praze. Je členem Světového svazu ochránců přírody (IUCN). V jejím rámci pracují 4 komise, a to komise ochrany přírody, komise životního prostředí, komise pro práci s dětmi a mládeží; a komise environmentální výchovy. ČSOP vydává časopisy Nika, Veronika a zpravodaj Depeše.
- Hnutí Duha - založeno v r. 1989 jako občanské sdružení, centrum sídlí v Brně. Od r. 1993 zastupuje ČR v mezinárodní ekologické organizaci Přátelé Země. Hlavním cílem hnutí je obnovení vztahů mezi člověkem a přírodou. Vydává časopis Sedmá generace.
- Klub ekologické kultury - založen v r. 1989 jako občanské sdružení, zaměřuje se převážně na pořádání seminářů, kurzů a konferencí se zaměřením na ekologickou výchovu.
- Společnost pro trvale udržitelný život (STUŽ) - vznikla v r. 1992 jako občanské sdružení. Cílem je hledání cest k udržitelnému vývoji lidské společnosti a harmonii vztahů mezi člověkem a přírodou. V rámci Společnosti pracují odborné skupiny a sdružení odborníků vydává stanoviska, podněty a připomínky k aktuálním ekologickým problémům.

Ke specializovaným ekologicko-výchovným a informačním zařízením náleží Střediska ekologické výchovy (SEV). Tato nezisková organizace poskytuje služby pro školy a školská zařízení v oblasti ekologické výchovy a vzdělávání resp. i obdobné služby pro veřejnost. V ČR pracuje několik desítek center, která se zabývají ekologickou výchovou, vzděláváním a osvětou. Nabízejí programy pro děti a mládež, zaměřené na poznávání a ochranu životního prostředí. K dalším činnostem SEV náleží publikování metodických a informačních materiálů, pořádání exkurzí, seminářů, kurzů atp.

Pro výchovu k ochraně přírody a krajiny existuje řada dalších informačních zdrojů v periodickém odborném tisku (např. Vesmír), v metodických časopisech pro učitele (např. Geografické rozhledy, Biologie- Chemie- Zeměpis) a v atlasech (kromě nových školních atlasů je to především Atlas životního prostředí a zdraví obyvatelstva ČSFR, 1992).

Materiálů k výchově ochrany přírody a životního prostředí na základních a středních školách je v současné době dostatek a záleží pouze na pedagogovi, do jaké míry je ochoten se s nimi seznámit a patřičnou formou je prezentovat mládeži, přičemž tato prezentace by neměla mít pouze formu přednášky, jak bylo uvedeno výše.

Činnost lidské společnosti ve většině případů narušuje rovnováhu mezi jednotlivými složkami krajiny, počátky tohoto narušování je nutno hledat v dávné minulosti. V současné době však dochází na mnoha místech Země nejen k náznakům, ale vážným projevům ekologické krize, které je nutno řešit v rámci systémů přírodního prostředí a socioekonomického systému, vytvořeného člověkem. Ve světových společenských problémech se vztah člověk - prostředí dostává na přední místo, protože důsledky vzájemných interakcí s negativními vlivy již dostávají globální charakter.

20. LITERATURA

- Agenda 21** (1993): programme of action for sustainable development. UNCED, United Nations, New York.
- Armand, A. D.** (1975): Nauka o landšafte. Mysl., Moskva.
- Barsch, D.** (1990): Geomorphology and Geoecology. Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd. 79, Berlin - Stuttgart, s. 39 - 49.
- Bartkowski, T.** (1977): Metody badań geografii fizycznej. PWN, Warszawa – Poznań, 543 s.
- Bartkowski, T.** (1987): The Concept of Physiognomic Landscape as a Tool for Spatial Ecological Planning. Ekológia (ČSSR), 6, 1, s. 41 - 50.
- Billwitz, K.** (1985): Zum Gegenstand und zur Zielstellung der Geoökologie in der Physischen Geographie. Schriftenr. Geol. Wissen., 24, Berlin, s. 63 - 68.
- Braniš, M. et al.** (1999): Výkladový slovník vybraných termínů z oblasti ochrany životního prostředí a ekologie. Univerzita Karlova, Praha, 46 s.
- Brázdil, R.** (1992): Ozónová díra - hrozba lidstvu. In: Geografické rozhledy, 1, Praha 1992 - 1993, s. 14 - 16
- Bureš, L., Burešová, Z.** (1989): Velká kotlina – státní přírodní rezervace – průvodce naučnou stezkou. Krajský ústav státní památkové péče a ochrany přírody v Ostravě, Ostrava, 44 s.
- Buzek, L.** (1983): Eroze půdy. Vysokoškolský učební text. Pedagogická fakulta v Ostravě, Ostrava, 257 s.
- Buzek, L.** (1992): Reliéf a antropogenní aktivity (na příkladu zemědělství a lesnictví). In: Sborník Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity, 132, série E - 22, Ostrava, s. 179 - 198
- Buzek, L.** (1994a): Půda - ohrožená složka životního prostředí. Ateliér Milata, Ostrava, 31 s.
- Buzek, L.** (1994b): Životní prostředí. Terminologický a výkladový slovník. Ateliér Milata, Ostrava, 100 s.
- Buzek, L.** (1995): Les a jeho funkce v krajině. Ateliér Milata, Ostrava, 31 s.
- Buzek, L.** (1996): Ochrana přírody a krajiny. Ateliér Milata, Ostrava, 29 s.
- Buzek, L.** (1998a): Eroze lesní půdy v Moravskoslezských Beskydech. In: Veronica, 12. zvl. číslo „Krajina a povodeň“, XII, Regionální sdružení ČSOP, Brno, s. 40 - 41
- Buzek, L.** (1998b): Ohrožení půdy vodní erozí. In: Biologie, chemie, zeměpis, 7, SPN, Praha, s. 232 - 235
- Buzek, L.** (2000): Plaveninový režim v povodí horní Ostravice (Moravskoslezské Beskydy) nad vodárenskou nádrží Šance v letech 1976 - 1998. In: Journal of Forest Science, 46, Česká akademie zemědělských věd, Praha, s. 275 - 286
- Buzek, L., Kříž, V., Řehánek, T.** (2000): Hodnocení vodní eroze lesní půdy v povodí horní Ostravice formou plaveninového režimu. In: Sborník prací PřF OU, 189, 8, Ostrava, s. 37 - 57.
- Buzek, L., Řehoř, F.** (1994): Katastrofické přírodní procesy. Ateliér Milata, Ostrava, 41 s.
- Caine, N.** (1984): Elevation contrasts in contemporary geomorphic activity in the Colorado Front Range. Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 18, Kraków, s. 5 - 31.
- Cebecauer, T., Hofierka, J., Šúry, M.** (2000): Vplyv kvality údajov na modelovanie povrchového odtoku vody. In: Lacika, J. (ed.): Zborník referátov 1. konferencie Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV, 21.-23.9. 2000, Liptovský Ján, Chata Plus v Jánskej doline, Bratislava, s. 27 - 34.

- Červinka, P.** (1995): Antropogenní transformace přírodní sféry. Vysokoškolský učební text, Univerzita Karlova, Praha, 68 s.
- Číhař, M.** (1998): Ochrana přírody a krajiny I. Vysokoškolský učební text, Nakl. Univerzity Karlovy, Praha, 229 s.
- Demek, J.** (1979): Teorie kulturní krajiny. In: Sborník ČSGS, Academia, Praha, s. 22 - 35
- Demek, J.** (1981): Nauka o krajině. Vysokoškolský učební text, SPN, Praha, 234 s.
- Demek, J.** (1999): Úvod do krajinné ekologie. Skripta PřF UP. Univerzita Palackého v Olomouci, 104 s.
- Demek, J. et al.** (1976): Úvod do obecné fyzické geografie. Academia, Praha, 400 s.
- Dorst, J.** (1974): Ohrožená příroda. Orbis, Praha, 406 s.
- Drgoňa, V.** (1983): Formovanie základných chorických krajinných štruktúr: geoekologické prístupy. Geogr. čas., 35, 4, s. 353 – 370.
- Dvořák, J., Růžička, B.** (1961): Geologická minulost Země. 1. díl. SNTL, Praha, 334 s.
- Feranec, J.** (1978): Analýza narušení fyzickogeografických systémů v okolí Nového Mesta nad Váhom. Geografický časopis, 30, 2, s. 150 - 168.
- Finke, L., Fiolka, J.** (1978): Ökologische Kriterien für die Verkehrsplanung. Verhandl. Deutsche Geographentags, 41, s. 580 - 593.
- Forman, R. T. T., Godron, M.** (1993): Krajinná ekologie. Academia, Praha, 583 s.
- Gerlach, T.** (1976): Współczesny rozwój stoków w Polskich Karpatach fliszowych. Prace Geogr. Nr. 122, Warszawa - Wrocław - Kraków - Gdańsk, PAN, 102 s.
- Goldsmith, E. (ed.)** (1972): A Blueprint for Survival. The Ecologist.
- Haase, G.** (1964): Landschafts-ökologische Detailuntersuchung und Naturräumliche Gliederung. Petermanns Geogr. Mitt., 108 s.
- Hadač, E.** (1982): Krajina a lidé. Academia, Praha, 152 s.
- Hadač, E.** (1987): Ekologické katastrofy. Nakl. Horizont, Praha, 213 s.
- Hanušín, J.** (1983): Hydrogeografická diferenciácia krajiny jako výsledok vzťahu krajinná štruktúra – hydrologický proces. Geogr. čas., 35, 1, s. 65 – 76.
- Haüfler, V.** (1955): Horské oblasti v Československu a jejich využití. Nakl. ČSAV, Praha, 140 s
- Havrlant, M., Buzek, L.** (1985): Nauka okrajinně a péče o životní prostředí. SPN, Praha, 126 s.
- Hofierka, J., Šuri, M.** (1999): Modely vodnej erózie pôdy a ich aplikácia na Slovensku. In: Geografický časopis, 51, s. 177 - 192.
- Horte, J.** (1988): Přírodní katastrofy. Příroda, Bratislava, 247 s.
- Houghton, J.** (1998): Globální otelování. Academia, Praha, 229 s.
- Hradecký, J.** (2000): Současná morfodynamika beskydských toků - fenomén řeky Morávky. In: Lacika, J. (ed.): Zborník referátov - 1. Konferencia Asociácie slovenských geomorfologov pri SAV 21. - 23. September 2000, Liptovský Ján, Chata Plus v Jánské dolině. Bratislava, s. 57 - 60.
- Hrádek, M. (ed.)** (1995): Natural Hazards in the Czech Republic. Ústav geoniky AV ČR, Brno, 162 s.
- Hreško, J.**: Súčasný geomorfické procesy vo vysokohorských ekosystémoch (Západné Tatry). Ústav krajinné ekológie SAV, Nitra. (rukopis)
- Hrnčiarová, T.** (1999): Krajinná ekológia pomocou metodiky LANDEP a metodiky EÚK. Geografický časopis, 51, 4, s. 399 - 413.
- Huba, M. et al.** (1995): Smerovanie k trvalo udržateľnému Slovensku. STUŽ/SR, Bratislava, 36 s.
- Husák, K.** (1982): Odvrácená tvář intenzifikace. In: Hospodářské noviny, 21, Praha, s. 12-13.

- Hynek, A., Trnka, P.** (1981): Topochory dyjské části Znojemska. *Folia Fac. Scient. Natur. Univ. Purk. Brun., Geographia*, XXII, PřF UJEP v Brně, 90 s.
- Hřibová, B.** (1956): Mapa přírodní krajiny českých zemí ve 12. stol. In: *Sborník Vysoké školy Pedagogické, přírodní vědy, Olomouc*, s. 61 – 94.
- Chorley, R.J., Kennedy, B.A.** (1971): *Physical Geography. A Systems Approach*. Prentice Hall International Inc., London, 370 s.
- Ivan, K.** (1977): Některé geomorfologické a geologické aspekty výstavby údolních přehrad. In: *Sborník Československé společnosti zeměpisné*, 82, Praha, s. 321 – 332.
- Izakovičová, Z.** (2000): Evaluation of the Stress Factors in the Landscape. *Ekológia (Bratislava)*, 19, 1, s. 92 – 103.
- Izakovičová, Z., Miklós, L., Drdoš, J.** (1997): *Krajinnoekologické podmienky trvalo udržateľného rozvoja*. Veda, Bratislava, 186 s.
- Jeník, J.** (1971): Příčiny druhového bohatství Velké kotliny. In: *Campanula*, 2, Ostrava, s. 25 –30.
- Jůva, K., Zachar, D. et al.** (1981): *Tvorba krajiny ČSSR z hlediska zemědělství a lesnictví*. Academia Praha, 589 s.
- Kalvoda, J.** (1999): The Dynamics of the Universe Evolution since the Origin of the Earth. *Acta Fac. Rer. Natur. Univ. Ostraviensis, Geographia – Geologia*, 181/7, Ostravská univerzita, Ostrava, s. 7 – 28.
- Kalvová, J., Moldan, B.** (1996): *Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů*. Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, Praha, 162 s.
- Kele, F., Mariot, P.** (1983): *Krajina, ľudia, životné prostredie*. Veda, Vyd. Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 68 s.
- Kender, J. (ed.)** (2000): *Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny*. MŽP ČR ve spolupráci s ENIGMOU s.r.o., Praha, 220 s.
- Kirkby, M. J. et al.** (1987): *Computer Simulation in Physical Geography*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore, 226 s.
- Kirkby, M. J. (ed.)** (1994): *Process Models and Theoretical Geomorphology*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore, 418 s.
- Kolář, O., Šaman, Z., Štěpán, J.** (1979): *Úloha krajiny a územního plánování v životním prostředí*. Rada pro životní prostředí při vládě ČSR, SZN, Praha.
- Kolektiv** (1980): *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Slovenská akadémia ved, Slovenský úrad geodézie a kartografie, Bratislava.
- Kolektiv** (1983): *Encyklopédia Země*. Vyd. Obzor, Bratislava, 717 s.
- Kozová, M.** (1999): *Krajinno-ekologické plánovanie LANDEP a možnosti aplikácie jeho metódy v environmentálnom hodnotení koncepcií, plánov a programov*. In: Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z. (eds.): *Krajinnoekologické plánovanie na prahu 3. tisícročia*. Ústav krajinej ekológie SAV, Bratislava, s. 43-49.
- Krcho, J.** (1968): *Přírodní část geosféry jako kybernetický systém a jeho vyjádření v mape*. *Geografický časopis*, 20, 2, Bratislava, s. 115 - 130.
- Krcho, J.** (1974): *Štruktúra a priestorová diferenciacia fyzickogeografickej sféry ako kybernetického systému*. *Geografický časopis*, 26, 2, s. 133 - 162.
- Krcho, J.** (1991): Georelief as a Subsystem of Landscape and the Influence of Morphometric Parameters of Georelief of Spatial Differentiation of Landscape-Ecological Processes. *Ecology (CSFR)*, 10, 2, s. 115 - 158.
- Kříž, V.** (1995): *Globální změny klimatu*. Ateliér Milata, Ostrava, 25 s.
- Kříž, V.** (1995), **Schneider, B.**: *Znečištění vod*. Ateliér Milata, Ostrava, 25 s.
- Lane, S., Richards, K., Chandler, J.** (1998): *Landform Monitoring, Modelling and Analysis*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 454 pp.

- Leser, H.** (1991): *Landschaftsökologie*. 3. Aufl. Ulmer, Stuttgart, 647 s.
- Lipský, Z.** (1998): *Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů*. Skripta PřF UK. Karolinum, Praha, 129 s.
- Lipský, Z.** (1994): Změna struktury české venkovské krajiny. In: *Sborník ČGS*, 99, Praha, s. 248 - 260
- Ložek, V.** (1960): Přehledná stratigrafická tabulka holocénu a pleistocénu. Příloha k *Naučnému geologickému slovníku*, ČSAV, Praha.
- Ložek, V.** (1973): *Příroda ve čtvrtohorách*. Academia, Praha, 372 s.
- Löw, J. et al.** (1991): *Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability*. Doplněk, Brno.
- Macoun, J. et al.** (1965): *Kvartér Ostravska a Moravské brány*. Nakl. ČSAV, Praha, 419 s.
- Maršáková, M.** (1995): Zvlášť chráněná území České republiky. In: *Geografické rozhledy*, 5, ČGS, Praha, s. 9 - 10
- Mazúr, E. ed.** (1989): *Landscape Classification*. Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 128 s.
- Mazúr, E., Drdoš, J., Urbánek, J.** (1980): Krajinné syntézy a ich význam pre tvorbu priestorových štruktúr životného prostredia. *Životné prostredie*, 14, 2, s. 66 - 70.
- Mazúr, E., Drdoš, J., Urbánek, J.** (1983): Krajinné syntézy - ich východiská a smerovanie. *Geografický časopis*, 35, 1, s. 3 - 16.
- Mazúr, E., Tarábek, K., Kvitkovič, J.** (1983): Krajinné typy Východoslovenskej nížiny, ich potenciál a ochrana. *Geografický časopis*, 35, 1, s. 20 - 28.
- Meadows, D.H. et al.** (1972): *The Limits to Growth*. Universe Books, A Potomac Associates Book, New York.
- Mezósi, G., Bódis, K.** (1999): Statistical evaluation of landscape units. In: Kovář, P. (ed.): *Nature and Culture in Landscape Ecology (Experiences for the 3rd Millenium)*. Charles University in Prague, The Karolinum Press, Prague, pp. 170 – 182.
- Mezera, E. et al.** (1979): *Tvorba a ochrana krajiny*. SZN, Praha, 467 s.
- Mičian, Ľ.** (1965): Vplyv geomorfologických pomerov na charakter pôdného krytu. *Acta Geologica et Geographica Universitatis Comenianae, Geographica*, Nr. 5, SPN, Bratislava, 140 s.
- Mičian, Ľ.** (1971): Nejednotnosť názorov na systém fyzickogeografických vied. *Geograf. Časopis* 23, 2, SAV Bratislava, s. 156 – 159.
- Mičian, Ľ.** (1996): Geoekológia a fyzická geografia. *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Com., Geographica*, Nr. 39, Univerzita Komenského, Bratislava, s. 3 - 17.
- Mičian, Ľ.** (1999): Tri pohľady na geotopy a na metódy ich mapovania ako základ krajinného plánovania vo veľkých mierkach. In: Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z. (eds.): *Krajinnokoekologické plánovanie na prahu 3. tisícročia*. Ústav krajinej ekológie SAV, Bratislava, s. 50 – 53.
- Mičian, Ľ., Tremboš, P.**: *Všeobecná geoekológia a jej využitie v krajinnom plánovaní*. Vysokoškolská skripta PRIF UK. (rukopis)
- Mičian, Ľ., Zatkalík, F.** (1990): *Náuka o krajine a starostlivosť o životné prostredie*. Skripta Univerzity Komenského v Bratislave, Bratislava, 139 s.
- Midriak, R.** (1977): Zhodnotenie protieroznej funkcie lesov v ČSSR. In: *Lesníctví*, 23, Praha, s. 713 - 726
- Midriak, R.** (1979): Regionalizácia geomorfologických celkov ČSSR z hľadiska potenciálnej erózie. In: *Sborník Čsl. Geogr. společnosti*, 84, Praha, s. 177 - 190
- Míchal, I.** (1994): *Ekologická stabilita*. Veronica, MŽP ČR, Brno, 276 s.

- Miklós, L.** (1996): Landscape-Ecological Theory and Methodology: a Goal Oriented Application of the Traditional Scientific Theory and Methodology to a Branch of a New Quality. *Ekológia*, Bratislava, 15, 4, s. 377 - 385.
- Miklós, L., Izakovičová, Z.** (1997): Krajina ako geosystém. Veda, Bratislava, 153 s.
- Miklós, L., Miklisová, D.** (1987a): Shape and Size of Elementary Areas and Microbasins - Evaluation in Landscape Ecological Planning (LANDEP) Methodics. Shape and Size as a Spatial Categories in Landscape Ecological Planning (LANDEP) Methodics. Part I. *Ekológia (ČSSR)*, 6, 1, s. 85 - 100.
- Miklós, L., Miklisová, D.** (1987b): Shape of Hydrographic Systems according to Structure and Connection of Microbasins. Shape and Size as a Spatial Categories in Landscape Ecological Planning (LANDEP) Methodics. Part II. *Ekológia (ČSSR)*, 6, 2, s. 187 - 200.
- Miklós, L., Miklisová, D.** (1987c): Spatial Structure of Hydrographic Systems as a Tool for Solving Some Problems of Run-Off Integration. Shape and Size as a Spatial Categories in Landscape Ecological Planning (LANDEP) Methodics. Part III. *Ekológia (ČSSR)*, 6, 3, s. 265 - 273.
- Miklós, L., Otáhel, J.** (1978): Model výskumu fyziotopu. *Geografický časopis*, 30, 1, SAV Bratislava, s. 42 - 54.
- Miková, T.** (1998): El Niño a jižní oscilace k sobě patří jako k ohni kouř. In: *Geografické rozhledy*, 8, ČSG - Terra - Klub, Praha 1998 -99, s.2 - 5
- Milkov, F. N.** (1981): Fizičeskaja geografija... Izd. Voronež. Univerz..
- Milne, G.** (1935): Some suggested units of classification and mapping. *Soil Res.*, t. IV.
- Minár, J.** (1996): Niektoré teoreticko-metodologické problémy geomorfologie vo väzbe na tvorbu komplexných geomorfologických máp. In: *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Cemenianae, Geographica*, Nr. 36, Univerzita Komenského, Bratislava, s. 7 - 125.
- Minár, J.** (1998): Georeliéf a geoekologické mapovanie vo veľkých mierkach. (Habilitation práce). Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, Bratislava, 165 s.
- Minár, J., Hofierka, J.** (1992): Svahové modely vodnej erózie, súčasný stav a perspektívy. In: *Geografický časopis*, 41, s. 330 - 341.
- Mojski, J.E.** (1993): Europa w Pleistocene. Wydawnictwo PAE, Warszawa, 330 s.
- Moldan, B.** (1995): Životní prostředí - globální perspektiva. Skripta PŘF UK. Karolinum, Praha, 112 s.
- Moravec, J. et al.** (1994): Fytocenologie. Academia, Praha, 403 s.
- Mosimann, T.** (1990): Ökotope als elementare Prozesseinheiten der Landschaft. *Geosynthesis 1, Physische Geographie und Landschaftsökologie*, Univ. Hannover, 56 s.
- Národně - klimatický program České republiky** (2000). In: *Zpravodaj Ministerstva životního prostředí ČR*, č. 3, Praha, s. 21 - 23.
- Naveh, Z., Lieberman, A. S.** (1993): Landscape Ecology. Theory and Application. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo.
- Neef, E.** (1967): Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. VEB Hermann Haack, Gotha - Leipzig, 152 s.
- Neef, E.** (1968): Der Physiotope als Zentralbegriff der komplexen physischen Geographie. *Pet. Geogr. Mitteil.*, 112, Jg. 1, Gotha, Leipzig.
- Neef, E. et al.** (1973): Beiträge zur Klärung der Terminologie in der Landschaftsforschung.
- Neef, E., Schmidt, G., Laukner, M.** (1961): Landschaftsökologische Untersuchungen an verschiedenen Physiotopen in Nordwestsachsen. *Abh. Sächs. Akad. d. Wiss., Kl.*, 47, 1, Berlin.
- Němec, J.** (1995): Krajinotvorné programy. In: *Geografické rozhledy*, 5, ČGS, Praha 1995 - 1996, s. 10 - 11

- Němeček, J., Smolíková, L., Kutílek, M.** (1990): Pedologie a paleopedologie. Academia, Praha, 546 s.
- Neumeister, H.** (1988): Geoökoogie - Geowissenschaftliche Aspekte der Ökologie. Fischer, Jena, 234 s.
- Odum, E. P.** (1977): Základy ekologie. Academia, Praha, 736 s.
- Opp, Ch.** (1983): Eine Diskussion zum Catena-Begriff. Hallesches Jahrbuch f. Geowissen. Bd. 8, H. Haack, Gotha.
- Oťahel, J.** (1999): Spoločenský rozmer krajinnej ekológie. In: Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z. (eds.): Krajinnoekologické plánovanie na prahu 3. tisícročia. Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava, s. 54 - 59.
- Paulov, J.** (1995): Teória katastrof - základné úvahy. In: Geographia Slovaca, 10, Praha, s. 191 - 199
- Perelman, A.J.** (1971): Geochemia krajobrazu. Překl. z ruštiny, PWN, Warszawa, 433 s.
- Pivnička, K., Braniš, M.** (1998): Úvod do studia životního prostředí. Karolinum, Praha, 142 s.
- Plesník, P.** (1993): The Vertical Vegetation Differentiation on the Earth. In: Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Cemenianae, Geographica, Nr. 32, Univerzita Komenského, Bratislava, s. 3 - 21.
- Preobraženskij, V. S. et al.** (1980): Issledovanie landšaftnych sistem dlja celej ochrany prirody. In: Struktura, dinamika i razvitie landšaftov. Akademia Nauk SSSR, Moskva. Geogr. Inst. d. Ak. d. Wissen. d. DDR, Leipzig.
- Pretel, J.** (2000): Snížení emisí skleníkových plynů v Česku. In: Geografické rozhledy, 10, Česká geografická společnost a o.p.s. Terra - Klub, Praha 2000 - 2001, s. 8-9
- Rohdenburg, H.** (1989): Landscape Ecology, Geomorphology. Catena, Cremlingen - Destedt, 177 s.
- Rozkošný, R. et al.** (1989): Základy péče o životní prostředí. Vysokoškolský učební text, SPN, Praha, 194 s.
- Růžička, M.** (1999): Princípy krajinnoekologického plánovania LANDEP. In: Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z. (eds.): Krajinnoekologické plánovanie na prahu 3. tisícročia. Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava, s. 31 - 36.
- Říha, J.** (1974): Zdroje biosféry a problémy životního prostředí. Dům techniky ČVTS, Praha.
- Sádlo, J., Storch, D.** (2000): Biologie krajiny, biotopy České republiky. Vesmír, Praha, 96 s.
- Scheidegger, A. E.** (1970): Theoretical Geomorphology. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 436 pp.
- Scheidegger, A. E.** (1986): The catena principle in geomorphology. Zeitschrift für Geomorphologie, 30, s. 257-273.
- Smolíková, L.** (1965): Pedologie pro posluchače geologie. Vysokoškolský učební text, SPN, Praha, 170 s.
- Smolíková, L.** (1982): Pedologie. Vysokoškolský učební text, SPN, Praha, 1. díl a 2. díl, 294 s.
- Sočava, V.B.** (1963): Opredelenije nekotorych ponatij i terminov fizičeskoj geografii. Doklady Instituta geografii Sibiri i dalnego Vostoka, 3, Irkutsk, s. 50 - 59
- Sočava, V. B.** (1978): Vvedenie v učenie o geosistemach. Nauka, Novosibirsk.
- Solowiej, D.** (1976): Zmiennosc hydrotopowa terenu jako kryterium wydzielenia krajobrazow geochemicznych na przykladzie okolic jeziora Czeszewo (Pojezierie Mogilenske). Badania fizjograficzne nad Polska Zachodnia, 29, Seria A, Geografia fizyczna, Poznań.
- Statistická ročenka životního prostředí České republiky** (1998). Min. životního prostředí České republiky, Český statistický úřad, Český ekologický ústav, Praha, 493 s.
- Státní politika životního prostředí** (1999). Dokument projednaný vládou ČR dne 14.4.1999.

- Státní program ochrany přírody a krajiny české republiky** (1998). Přijato usnesením vlády ČR č.415 dne 17.6.1998.
- Stehlík, O.** (1968): K odnosu umělých hnojiv erozí půdy. In: Sborník Čsl. Spol. zem., 73, Academia Praha, s. 359 - 366
- Stehlík, O.** (1981): Vývoj eroze půdy v ČSR. *Studia Geographica*, 71, GÚ ČSAV, Brno, 37 s.
- Storch, D., Mihulka, S.** (2000): Úvod do současné ekologie. Portál s.r.o., Praha.
- Střejček, J. et al.** (1982): Chráníme naši přírodu. SPN, Praha, 429 s.
- Světová komise pro životní prostředí a rozvoj** (1991): Naše společná budoucnost. Academia ve spolupráci s MŽP ČR, 300 s.
- Šeda, Z.** (1985): Ochrana přírodního prostředí. Vysokoškolský učební text, SPN, Praha, 1. díl, 267 s., 2. díl 1987, 218 s.
- Školní atlas Dnešní svět** (1996). Nakl. Terra, Praha, 93 s.
- Školní atlas dnešního světa** (2000). Nakl. Terra, Praha, 171 s.
- Šúry, M., Hofierka, J., Cebecauer, T.** (1996): Digitálne modely reliéfu: využitie v globálnych a lokálnych štúdiách. *GeoInfo*, 2, s. 25 - 27.
- Thorne, C. R., Hey, R. D., Newson, M. D.** (eds.) (1997): John Wiley and Sons Ltd, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore, 376 pp.
- Troll, C.** (1939): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. *Zeitschrift d. Gesell. für Erdkunde*. Berlin, s. 241 - 298.
- Troll, C.** (1950): Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. *Studium gener.*, 2.
- Urbánek, J. et al.** (1979): Chráníme přírodu a krajinu. *Příroda*, Bratislava, 206 s.
- Urbánek, J.** (1993a): Od geomorfologie ku krajinnej syntéze. *Geografický časopis*, 45, 4, s. 327 - 334.
- Urbánek, J.** (1993b): Princíp katény v geomorfologii. *Geografický časopis*, 45, s. 197-211.
- Urbánek, J.** (2001): Princíp metastability. In: Prášek, J. (ed.): *Současný stav geomorfologických výzkumů*. Sborník referátů z mezinárodního semináře konaného ve dnech 5.-7.4.2001 v Kružberku. Ostravská univerzita, Ostrava, s. 92 - 94.
- Urbánek, J., Mazúr, E., Drdoš, J.** (1980): The Search for the New Way of the Landscape Study. *Geografický časopis*, 32, 2 - 3, s. 108 - 118.
- Varšavová, M.** (1999): Abio-komplexy západnej časti Belianskych Tatier a návrh ekologických limitov. In: Hrnčiarová, T., Izakovičová, Z. (eds.): *Krajinnoekologické plánovanie na prahu 3. tisícročia*. Ústav krajinej ekológie SAV, Bratislava, s. 256 - 267.
- Vašků, Z.** (1988): Přirozená klimatická období. In: *Vesmír*, 67, Praha, s. 617 - 626.
- Vilímek, V.** (1998): Následky El Niña v Peru. In: *Geografické rozhledy*, 8, ČGS - Terra - Klub, Praha 1998 - 99, s.6 - 7
- Voženílek, V., Demek, J.** (2000): Modeling of soil erosion hazards as a response of land use changes. In: *Geografie - Sborník ČGS*, 105, 2, s. 166 - 176.
- Wolfert, H. P.** (1995): Use of the catena principle in geomorphological impact assessment: a functional approach. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 39, s. 417- 431.
- Zachar, D.** (1970): Erózia pôdy. Vyd. Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 527 s.
- Zákon č.114/1992 Sb., O ochraně přírody a krajiny.**
- Zapletal, L.** (1969): Úvod do antropogenní geomorfologie. Učební text vysokých škol, UP Olomouc, , 278 s.
- Zonneveld, I. S.** (1995): *Land Ecology. An Introduction to Landscape Ecology*. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 198 s.

UČEBNÍ TEXTY OSTRAVSKÉ UNIVERZITY – Přírodovědecká fakulta

Název:	Nauka o krajině
Autor:	Mgr. Jan Hradecký Doc. RNDr. Ladislav Buzek, CSc.
Vydavatel:	Ostravská univerzita v Ostravě
Určeno:	Studentům učitelského i nečitelského studia geografie
Rozsah:	215 s.
Vydání:	první 2001
Náklad:	30
Tisk:	Ediční středisko CIT OU
Doporučená cena:	120,- Kč

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

ISBN 80-7042-804-X