

MONITOROVÁNÍ ZMĚN VEGETACE A PŮDY V TRAVNÍCH POROSTECH NAD HORNÍ HRANICÍ LESA POD VLIVEM TURISTICKÉHO RUCHU, SÍDEL A IMISÍ V KRNP (dlouhodobá studie v trvalých plochách)

Jitka MÁLKOVÁ

1. Úvod

1. 1 Přírodní poměry zájmového území

Trvalé plochy byly vytyčeny v pramenné oblasti Úpy v rozmezí 1255 až 1517 m n.m. (obr. 1). Geologický podklad tvoří minerálně chudé horniny - žula, svory a fylity. Půdy převládají kyselé, až velmi silně kyselé - především horské humusové podzoly. Na Úpském rašeliništi a na prameništích v Modrém dole jsou půdy zrašelinělé až rašelinné. Na vrcholech Sněžky, Studniční a Luční hory jsou půdy pedogeneticky nevyvinuté s velmi nízkými obsahy živin. Převládají nelesní společenstva as. *Carici (fyllae) - Nardetum* (Zlatník 1928) Jeník 1961, nad 1470 m n.m. as. *Cetrario - Festucetum supinae* Jeník 1961, na rašeliništi as. *Empetro - Trichophoretum austriaci* (Zlatník 1928) Jeník 1961. Místy jsou i rozsáhlé klečové porosty as. *Myrtillo - Pinetum mughi* Jeník 1961.

1. 2 Základní příčiny ovlivnění sledovaných ekosystémů

Hřebenové partie Krkonoš, s nejvyšší horou České republiky, patří z přírodovědného, turistického i estetického hlediska k nejatraktivnějším a nejnavštěvovanějším oblastem pohoří. V posledních desetiletích jsou i pod silným vlivem imisí, které ovlivňují všechny formy života, potravní řetězec i koloběh minerálních látek. Imisemi jsou viditelněji postižena lesní společenstva. V travních ekosystémech vznikají největší destrukce v důsledku nadměrné rekreace, dále sportu, přemnoženou vysokou zvěří, nedostatečnou likvidací odpadů, atd. Z rekreačních aktivit působí největší škody sešlap a sjíždění cyklisty a motorovými vozidly, dále eutrofizace, mechanické poškozování rostlin. Negativní změny vyvolávají i chybně provedené rekultivace: při použití špatné metody, nevhodné rostlinné směsi, či za užití chemicky nesprávného materiálu ke zpevnění (dolomitický vápenec) i k navážkám (např. zemina z nižších poloh nebo ze skládek má vysoký podíl diaspor nepůvodních druhů).

Na přírodu Krkonoš působí současně tolik negativních vlivů, že horské ekosystémy ztrácí svoji samoregulační schopnost. Jsou zasaženy se značnými ekologickými a evolučními důsledky jak klimaxová, tak i azonální společenstva. Vzhledem k značné citlivosti hřebenových partií, vyvolává každý zásah intenzivnější odezvu než v méně exponovaných nižších polohách. Protože prozatím není v silách společnosti vyloučit vlivy imisí, je nevyhnutelné podstatně omezit všechny ostatní stresující faktory, související především s cestovním ruchem, sportovními aktivitami, přemnoženou spárkatou zvěří.

Je nutné zastavit nebo alespoň zpomalit destrukce horských ekosystémů, obnovit stabilitu a biodiverzitu.

1.3 Cíle studia

Dlouholetý monitoring v trvalých plochách řeší problematiku vlivu rekreace na vegetaci a půdu v nejexponovanějších oblastech Krkonoš. Hlavním cílem je získat poznatky o působení rušivého vlivu komprimace na sešlapávaných a sjížděných cestách, tak o regeneraci na opuštěných a zrušených komunikacích (jak rychlost a směr samovolného zarůstání, tak i možnosti urychlit zatravnění narušených a zničených stanovišť rekultivačními zásahy). Stanovené dílčí cíle:

1. (základní) Studium sukcese, kvalitativní a kvantitativní vyhodnocení změn pokryvností veškerých druhů bylinného patra (ŽE1), celkově mechového patra (E0), mrtvé vegetace (ME1) a skeletu (sk)

A - regresní sukcese, degradace a případná zrychlená eroze v plochách ovlivněných komprimací. Zjistit toleranci taxonů, fytocenóz i půd a vytipovat oblasti s nejmenší rekreační kapacitou

B - sekundárně progresivní sukcese na uzavřených a opuštěných komunikacích:

a - samovolná regenerace: zjistit rychlost a směr sukcese

b - sukcese urychlená rekultivacemi: vyhodnocení úspěšnosti veškerých asanací provedených v zájmovém území Správou KRMAP.

2. Studium autekologie dominant (*Deschampsia cespitosa*, *D.flexuosa*,

Anthoxanthum odoratum, *Nardus stricta*, *Calamagrostis villosa*, *Agrostis rupestris*, *Festuca rubra* a *Molinia caerulea*) - zejména toleranci ke komprimaci či erozi, jejich regenerační schopnost, valenci a vhodnost k rekultivacím. Zjistit optimální termín sběru obiliek v 3 různých nadmořských výškách a určit hodnoty klíčivosti při podzimním nebo jarním stanovení (uskladnění při 5 nebo 20°C).

3. Floristické rozdíly mezi vegetací cest, lemů a kontrol. Zjistit rozsah, dynamiku a příčiny změn v druhové diverzitě vegetace.

4. Synmorfologické a synekologické změny v neporušených kontrolách.

5. Stanovení rozdílu v pedologických charakteristikách na cestách a v kontrolách a dynamika hodnot v 165 stanovištích během 18 let

a - morfologická studia půdních sond

b - rozbory: zrnitost, momentní vlhkost, půdní reakce, celkový dusík, přijatelný fosfor, organický uhlík, železo a veškeré baze.

c - vyhodnotit 20letý vliv navážky z dolomitického vápence.

2. Metodika

Sledování probíhá od r. 1976 (vyjma let 1980 a 1986 - mateřské dovolené). Liniové transekty přes cesty (dále tr.) jsou složeny ze čtverců (dále čtv.): v tr. I až 16 -50 x 50 cm (155 čtv.), 27 tr. v Modrém dole a na Studniční hoře z čtv. 10 x 10 cm (1890)- obr.1.

Základní použité metody:

1. Metody kvantitativní: mikromapování v čtv. pro zjištění pokryvností všech druhů cévnatých rostlin a skeletu většího než 2,5 cm.

2. Metody semikvantitativní - odhad pokryvností E0, ME1 a malého skeletu
3. Metody fytoocenologické (curyšsko - montpelliérskou školou) - pro zachycení dynamiky změn v kontrolách u tr. (60 snímků).
4. Inventarizace u cest a bud, rozdělení rostlin do 3 skupin: typ A (autochtonní), typ B (původní, ale s převahou rozšíření u cest, bud a jinak antropicky ovlivněných míst), typ C (zcela alochtonní).
5. Půdní rozborů - provedeny státem akreditovanou laboratoří BioAnalytika v Hradci Králové.
6. Hodnoty klíčivosti dle čs. státní normy v ŠS Oseva Choceň.
7. Matematicko - statistické výpočty a grafické výstupy k zjištění:
 - a - dynamiky pokryvností ŽE1, ME1, E0 a sk, 3 typů rostlin dle původnosti a u 6 vypočítaných travních dominant
 - b - trojrozměrné grafy k znázornění závislosti pokryvnosti na poloze v transektu (různý stupeň impaktu) a na roce sběru
 - c - pedologické grafy: vývoj hodnot během let v různých společenstvech a dle stupně narušení (program STATGRAPHICS - Notched boxplot)
 - d - sukcesní grafy (program CANOCO - analýza PCA): trendy v sukcesi, směr a velikost změn přímo v druhovém zastoupení, korelace mezi druhy, kvalitativní i kvantitativní odlišnost od kontrol.

3. Výsledky

1. A Poznatky z regresní sukcese

Z dlouholetého monitoringu vyplynulo, že v subalpínských a alpínských ekosystémech Krkonoš vznikají nejvýraznější destrukce vegetace a půdy v důsledku nadměrné rekreace. Zejména sešlap a sjíždění často zastírají vliv ostatních stanovištních faktorů.

Komprimace (podle intenzity a délky působení) zhoršuje veškeré biopedologické vlastnosti cenóz. Působí přímo - na vegetaci: postupné snižování vertikální a horizontální struktury, produkce, vitality a fertility, až následuje, přes sterilní zakrslé mechanomorfózy a nanismy, úplné odstranění vegetace. Zvláště ve svahu byla zjišťována zrychlená eroze (odplavování a odfoukávání sešlapané vegetace, jemnozeme, dle intenzity posun skeletu: za 3 roky pod tr. 7 výmol 80 cm). Rychleji ustupovalo E0, z E1 nejdříve semenáčky a posléze byly ulamovány a obrušovány nejcitlivější taxony (vyššího vzrůstu, s křehkou morfologickou strukturou) - tzv. **ustupující** (např. *Calamagrostis villosa*, *Arnica montana*, *Pulsatilla alba*). Vyděleny byly další 2 skupiny dle odlišné citlivosti k sešlapu: **druhy rozrůstající se**: slabý sešlap snáší a jsou jím navíc podporovány (*Agrostis tenuis*, *Veronica serpyllifolia*, *Tussilago farfara*, atd.). **Druhy invazní** - tzv. komprimofilní *Poa annua*, *Plantago major*, atd.).

U dominant byla zjištěna tolerance ke komprimaci: nejméně odolná *Calamagrostis villosa*, dále *Nardus stricta*, odolnější *Anthoxanthum odoratum*, *Carex bigelowii* subsp. *rigida*, dále *Deschampsia flexuosa* a nejdéle na sešlapávaných plochách setrvávala *D. cespitosa*.

Výzkum prokázal, že sešlap působí i nepřímou - přes půdní prostředí. Půdy na

cestách mají antropogenní půdní profil s utlačenou a nepropustnou krustou, která znemožňuje aeraci a rychlý průsak vody. Nízké obsahy živin na cestách souvisí se změnami v provzdušnění, v difúzi půdní vody, se snížením biomasy vegetace a edafonu.

Byla potvrzena odlišná odolnost různých půd, taxonů i cenóz ke komprimaci - ovlivněna vlastnostmi stanoviště (extremitou - sklonem, vlhkostí, nadmořskou výškou, polohou k A-O systému, obsahem živin, atd.), intenzitou i délkou působení impaktu, ročním obdobím, počasím, pokryvností a druhovou diverzitou i schopností regenerace.

Z půdních typů jsou nejcitlivější půdy rašelinné a vlhké až mokré půdy zrašelinělé na prameništích, půdy pedogeneticky nevyvinuté alpínských oblastí s nezapojeným vegetačním krytem a půdy svahů nad 20 stupňů (zejména při nezpevněném povrchu).

Nezranitelnější stanoviště (narušení doplněné extrémním stresem):

- časná sukcesní stádia s nedostatečně vyvinutým kořenovým systémem
- alpínské vrcholové trávníky s nízkou pokryvností vegetace, malou zásobou živin, s nízkým regeneračním potenciálem

- vegetace mokřích a vlhkých míst (rašeliniště, prameniště), s převahou málo tolerantních taxonů s křehkou morfoloickou strukturou

- společenstva ohrožená potenciální erozí na svazích a hranách - cenné ekosystémy těžko přístupných míst se zachovalými zbytky přirozených fytoocenóz (např. karů a jam, husté klečové porosty)

Největší destrukce byly ve svazích v místech nezpevněných vegetací v létě po přívalových deštích, během roku i na jaře po tání sněhu a při prvním zamrznání a opětném rozmrznání na podzim. Při rozbláceném terénu turisté i vozidla vyhledávají sušší partie, cesty rozšiřují a vegetaci rychle odstraňují. Byla potvrzena závislost mezi počty turistů, cyklistů a vozidel (známo ze sčítacích akcí), počasím (od r. 1976 zhotoveny klimatopy) a stavem povrchu cesty.

Při studiu vlivu sešlapu na vegetaci zjištěny 2 tendence (obr2): 1. V nejvyšších polohách a u málo frekventovaných cest - snižování pokryvnosti původní vegetace bez pronikání nepůvodních druhů.

2. V nižších partiích, zvl. u frekventovaných cest a u bud při slabém a středním stupni sešlapu - ústup autochtonních taxonů (dle rozdílné tolerance) a vzestup nízkých heliofylních apofytů a synantropů. Nejvýrazněji podél Slezské cesty u Výrovky (velká frekvence pěších, cyklistů i vozidel, blízké obydlí, navážka z vápence, donedávna i staveniště, nižší nadmořská výška - to vše usnadňuje přísun diaspór nepůvodních druhů, jejich ecesi i následnou reprodukci).

1. B Poznatky ze sekundárně progresivní sukcese

a - samovolná regenerace

Při porovnání rychlosti sekundárně progresivní sukcese (i urychlené rekultivacemi) a regresivní sukcese vyplynulo, že vegetace je poškozována a odstraňována mnohokrát rychleji, než je schopna osídlení na opuštěných plochách (obr. 3A). Na mnoha místech nastaly tak závažné destrukce, že bylo nutno přistoupit k časově i finančně náročným rekultivacím (např. na JZ úbočí Studniční hory, Modrý důl).

Přes rozdíly v stanovištích a v stupni narušení společné rysy:

V prvním fázích kolonizace rychlý nástup E0 a semenáčků. Nejprve se E1 šíří na zničených místech generativně (zejména *Deschampsia cespitosa*, *D. flexuosa*, *Anthoxanthum odoratum*), v okrajích a méně poškozených plochách vegetativně konkurenčně schopnými taxony *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia cespitosa*, *D. flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* (podle stanoviště). Při sukcesi se uplatňuje několik málo druhů, zejména jednoděložných. Většinou převládla jedna dominanta, často odlišná od okolního neporušeného porostu - obr. 3B, 4B. S rostoucí pokryvností živé E1 stoupá i biomasa mrtvé E1 (vlivem pomalého rozkladu se opad hromadí). Při pokryvnosti 30% živé E1 nastal prudký pokles E0 (obr.4A), ubývalo semenáčků. Nastala fáze konkurence, kdy se živá E1 množí v převaze vegetativně. Trendy názorně demonstují grafy zpracované programem CANOCO. V místech as: *Carici (fyllae) - Nardetum* (Zlatník 1928) Jeník 1961 a ve vlhčích eutrofnějších místech as. *Empetro - Trichophoretum austriaci* (Zlatník 1928) Jeník 1961 je při regeneraci nejprogresivnější heliofilní *Deschampsia cespitosa* (obr. 5A). V extrémně kyselých půdách, často zastíněných kosodřevinou v as. *Myrtillo - Pinetum mughii* Jeník 1961, ve vyfoukávaných hřebenových partiích s nízkou zásobou živin a nezapojenou vegetací (as. *Cetrario - Festucetum supinae* Jeník 1961) je dominantou *Deschampsia flexuosa* (obr. 5B).

Při samovolném zarůstání jsou na cestách po desetiletí výrazné rozdíly v skladbě i pokryvnosti vegetace oproti kontrolám. S postupujícím strukturálně a funkčně dokonalejším sukcesním stádiem vzrůstá horizontální, vertikální struktura, organizovanost, stabilita i tolerance vůči erozi, eutrofizaci a všem mechanickým zásahům.

b - sukcese urychlená rekultivacími

Prvním předpokladem úspěšné asanace je vědecky vypracovaný projekt, vycházející ze znalosti přírodních podmínek stanoviště i autekologie druhů. Pokud při realizaci nepracují odborníci, je nutno zajistit dohled. Vždy je větší pravděpodobnost ujmouti za chladnějšího a hlavně vlhčího počasí. Je nutné nejen správně realizovat asanace, ale postarat se v prvních letech i o dozor nad jejich stavem.

Na základě studia rekultivační doporučené zásady:

A. Používat výhradně autochtonní taxony v přirozené druhové a ekotypové skladbě (alochtonní prvky geneticky ohrožují fytofenofond - např. *Festuca rubra* užitá v osevu nad Výrovkou v r. 1982 vytlačuje i dominantní druh *Deschampsia cespitosa*, či užitím materiálu ze skládky od Luční boudy v r. 1989 pro asanaci zrušené cesty na JZ úbočí Studniční hory byly do zóny I zavlečeny nepůvodní druhy).

B. Nelze asanovat druhy vzácnými a endemickými (např. *Viola lutea subsp. sudetica*, *Campanula bohemica*, *Hieracium alpinum* agg., atd.), které většinou vymrzají (v r. 1983 drnování nad tr. 7 - obr.1).

C. Neužívat k drnování rostlinný materiál z míst nejcitlivějších k impaktu či z oblastí ohrožených erozí (pásky neodebírat po spádnici, ale výhradně po vrstevnici - viz 164 pásky na JZ úbočí Studniční hory o délce i 160 cm z r. 1988).

D. O nejvhodnější metodice a skladbě směsi rozhodovat dle stanovištních podmínek a stupně destrukce:

a/ V málo narušených místech v rovině postačí osetí - dominanta dle stanoviště *Deschampsia cespitosa* či *D. flexuosa*, jako přídatné *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*, pro hřebeny *A. rupestris*, aj.

b/ Ve svažitéjším terénu či na větrných stanovištích nutno osev zakrýt a připevnit přírodním materiálem proti splavení, odfoukání, vysoušení, vymrzání i pro zlepšení mikroklimatických podmínek. Roli hraje i obohacení stanoviště o organickou hmotu. K osevům neužívat *Calamagrostis villosa* (na hřebenech se šíří pouze vegetativně), ale pro drnování ve svahu a v místech ohrožených erozí, je spolu s *Deschampsia flexuosa* a *Carex bigelowii* subsp. *rigida* nejvhodnější.

c/ Při velkých sklonech a v místech s odstraněnou vegetací, v erozních rýhách provést drnování (šachovnicově či plošně - dle stupně poškození), popř. fyto technické asanace. Pro zpomalení unášecí schopnosti vodních proudů je nutné budovat svodnice se zachytnými jámkami, hrázky, terasy (z přirozeného materiálu), zavést a zatravnit erozní výmoly. K drnování lze užít i *Deschampsia cespitosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Polygonum bistorta*, aj. Správně provedené rekultivace výrazně urychlí zatravnění a umožní, aby porost dříve plnil, půdnochrannou, vodohospodářskou i rekreační funkci.

2. Studium autekologie dominant

Již v bodu 1 byla uvedena tolerance k sešlapu, dominanty při regeneraci a vhodnost pro rekultivace. Hodnoty klíčivosti byly stanovovány od r. 1988 (3 roky orientačně), v posledních letech systematicky u 9 druhů od 1100 do 1480m n. m.. Odběry z konce července, srpna a září (ročně zhruba 32 000 obilek). Jeví se výrazné korelace mezi počasím a polohou. Je patrný pokles hodnot klíčivosti a posun období zralosti se stoupající nadmořskou výškou. Roli hraje i doba stanovení, podmínky uskladnění a délka dormance obilek.

3. Floristické rozdíly mezi vegetací cest, lemů a kontrol

Při inventarizacích v pramenné oblasti Úpy bylo zjištěno: 68 apofytů (typ B) a 64 alochtonních taxonů (typ C). U řady cest a bud počet nepůvodních druhů výrazně převyšuje původní. Např. u Výrovky v r. 1993 zjištěno ze 135 taxonů: typ A 38, typ B 46 a typ C 51. U Slezské cesty nad Výrovkou je 72 taxonů nepůvodních (39%) a zaujímá pokryvnost asi 37%. Nejvíce apofytů a synantropů bylo v partiích s nezapojenou vegetací, podél frekventovaných cest s nezpevněným či špatně zpevněným povrchem, u bud bez čističek odpadních vod a s neudržovaným okolím, u skládek, po chybně provedených rekultivacích (za užití alochtonních taxonů a cizorodého materiálu ke zpevnění povrchu). Tato stanoviště jsou ohnisky šíření antropofyt do okolních cenóz. Řada druhů je výskytem vázána na nejbližší okolí cest, bud, stavení a jinak antropicky narušených míst. Nejrozšířenější: *Alopecurus pratensis*, *Aegopodium podagraria*, *Cerastium holosteoides*, *Leucanthemum vulgare*, *Dactylis glomerata*, *Poa annua*, *Plantago major*, *Ranunculus repens* a *R. acris*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale* agg., *Urtica dioica*, *Cirsium arvense*, *Veronica serpyllifolia* a *V. chamaedrys*, *Tussilago farfara* či *Epilobium adenocaulon*. Ale uvedené obohacování horské květeny KRMAP nepůvodními druhy je nežádoucí, neboť

cílem národního parku je ochrana a zachování původní nenarušené struktury a druhové diverzity rostlin.

4. Synmorfologické a synekologické změny v neporušených kontrolách

V kontrolách nebyly zjištěny změny v druhové diverzitě, pouze zakyselováním vzestup pokryvnosti acidofilních taxonů (*Deschampsia flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*). Jde o stabilní sukcesní stádia, složená výhradně z autochtonních taxonů, odolných k eutrofizaci a mechanickým zásahům.

5. Poznatky z pedologických studií

Pro většinu tr. byla prokázána korelace mezi profilem cest a obsahem zkoumaných pedologických vlastností. V nejvíce poškozených partiích - erozní rýhy (např. v tr. 5 až 16), koleje (tr. 1 a 2), nejsešlapanější úseky či iniciální sukcesní stádia - nejnižší hodnoty organického uhlíku, celkového dusíku, přijatelného fosforu, momentní vlhkosti, jemnozeme a bazí, pouze vyšší obsahy železa. Zjištěna i rozdílnost v obsazích živin mezi společenstvy: nejvyšší obsahy C a N a nejnižší pH/KCl v as. *Myrtillo - Pinetum mughi* Jeník 1961, nižší obsahy N, C a vyšší pH/KCl v as. *Carici (fyllae) - Nardetum* (Zlatník 1928) Jeník 1961. Nejnižší hodnoty C a N a nejvyšší pH/KCl v as. *Cetrario - Festucetum supinae* Jeník 1961.

Během let bylo zjištěno snižování hodnot: půdní reakce - průměr v r. 1977 3,92 a v r. 1992 3,55, dusík v r. 1977 průměr 0,38% a v r. 1992 - 0,17%, prokázán byl i pokles veškerých bazí (pokud lokality neležely v blízkosti komunikací zpevněných dolomitickým vápencem).

Po r. 1970 byl i na hřebenech nevhodně užít ke zpevnění cest dolomitický vápenc. Podél těchto komunikací jsou (i přes zavezení vhodnějším materiálem) natolik změněné půdní podmínky (pH až 7,55, o několik řádů vyšší obsahy CaO, MgO), že je odrazem druhové obohacování o neutrofilní a bazofilní taxony - např. *Cerastium arvense*, *Lotus corniculatus*, *Erigeron acris*, *Erysimum cheiranthoides*, *Matricaria discoidea*, *Pastinaca sativa*, *Thlaspi arvense*, *Tussilago farfara*, *Barbarea vulgaris*, *Carum carvi*, *Viola arvensis*.

4. Diskuse

Není možné se některým negativním vlivům rekreace na vegetaci a půdu vyhnout, ale lze je preventivními zásahy minimalizovat. Důležité je poznání tolerance cenóz, taxonů i půdních typů k sešlapu, stanovení únosné kapacity a určení reprodukčního potenciálu.

Závažnost zkoumaného problému si zasluhuje komplexní výzkum týmu specialistů z české i polské strany Krkonoš pro hlubší poznání a praktický management. Výsledky z monitoringu v trvalých plochách jsou podkladem pro ekologické prognózy vývoje horských ekosystémů a umožňují formulaci praktických návodů.

Práce má význam teoretický (přinést poznatky o sukcesi člověkem narušených stanovišť hřebenů Krkonoš, pochopit dynamiku změn v druhové diverzitě i v půdních vlastnostech), i praktický pro ochranu vegetace národního parku. Krkonoše představují modelové území, neboť jsou od r. 1992 biosférickou rezervací UNESCO. Monitoring

získává podklady k realizaci I ze tří hlavních cílů biosférických rezervací, tj. rekonstrukce člověkem narušených krajinných celků.

5. Závěr

Výsledky monitoringu potvrdily nutnost správné volby turistických chodníků do nejodolnějších stanovišť, které musí být udržované a s dokonale zpevněným povrchem (výhradně z přirozeného materiálu).

Veškeré cesty (silně či slabě sešlapávané, nebo různou dobu opuštěné a zrušené), jsou v extrémních polohách Krkonoš dlouhodobým zásahem do biopedologických vlastností. Mají oproti kontrolám odlišnou druhovou skladbu a strukturu, zhoršený vodní režim i nižší obsahy živin. Po desetiletí se při zarůstání uplatňuje méně druhů, většinou odlišných od kontrol. Zatrávnění lze urychlit biologickými i technickými asanacemi, vycházejícími z ochranných principů.

V současné době kladu na základě výsledků do popředí nutnost:

1. Výběr optimálních prostředí pro rekreaci na základě odlišných tolerancí stanovišť k impaktu.

2. Aktivní ochranu a údržbu míst intenzívně využívaných. Technická opatření zvyšují přirozenou rekreační kapacitu - zvl. správně provedené rekultivace původními druhy a zpevnění přirozeným materiálem (jen u nejméně frekventovaných i živičným povlakem). Lze doporučit i krátkodobé uzavírání cest (či úseků) v období největšího nebezpečí destrukce vegetačního krytu - po přívalových deštích, při tání sněhu a v zimě zákaz vybočování z cest při nízké sněhové pokrývce.

3. Racionální řízení a výchova. Regulace návštěvnosti dle stupně destrukce. Zlepšením informovanosti ovlivnit myšlení a jednání turistů. Posílit roli informátorů s profesionální schopností psychologicky nenásilně působit. V místech zkratk, rozšiřování cest dávat nejen zábrany a monotónní tabule, ale poutače i zaktualizovat, zákaz zdůvodnit, vysvětlit. Vytvořit systém ekonomických nástrojů ekologické politiky (např. zvýšit návštěvníkům postihy za přestupky).

4. Po dohodě s pracovníky Správy KRNP je plánováno zmapování 35 širších se apofytů a synantropů do leteckých snímků u 20 cest a 8 bud s cílem nebezpečné taxony z cenných ekosystémů odstranit

Na základě výsledků byla realizována řada opatření: trvalé i dočasné uzavření vybraných cest, v řadě úseků zavezení vrstvy dolomitického vápence, uplatňování navržených rekultivačních postupů a skladby travních směsí v konkrétních stanovištích.

6. Literatura

MÁLKOVÁ J. (1990): Změny vegetace na cestách hřebenových partií východních Krkonoš. (Kandidátská disertace.) Praha - Univerzita Karlova. Fakulta přírodovědecká.

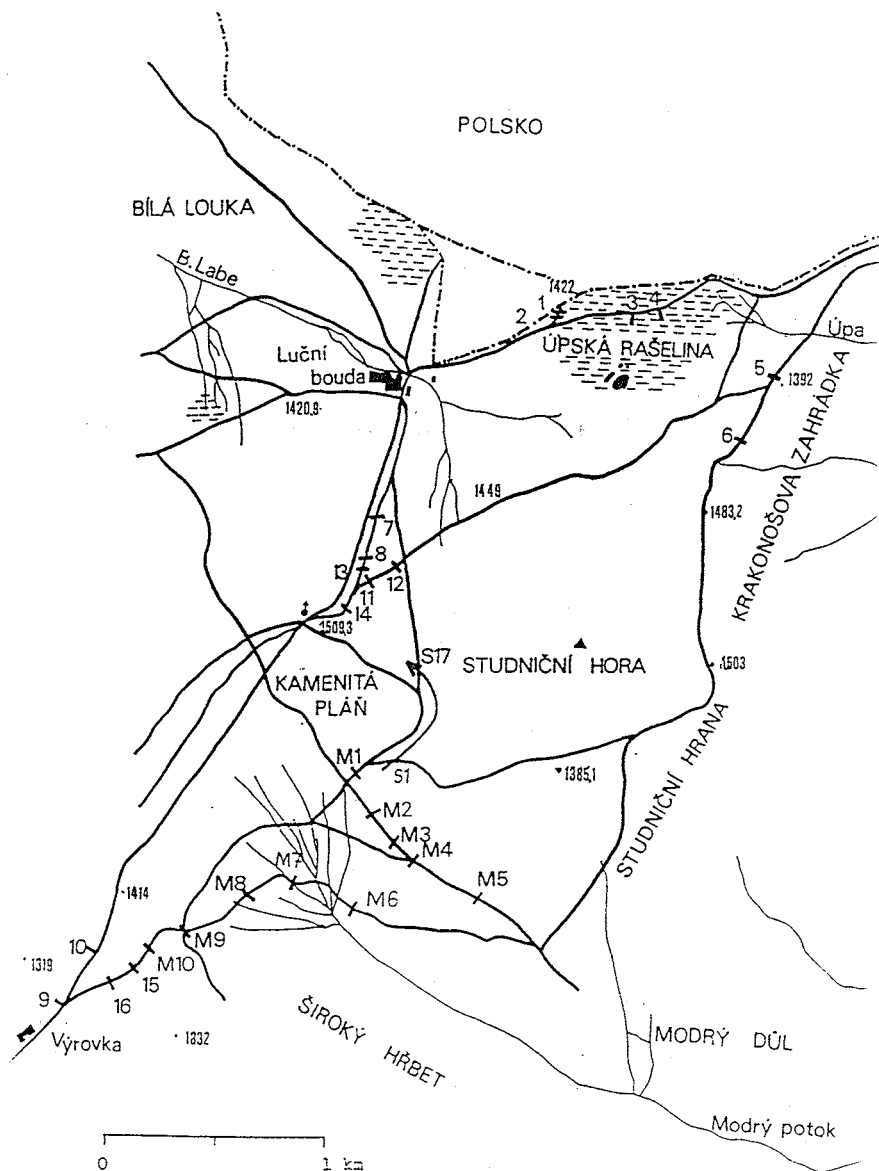
MÁLKOVÁ J. (1991 et 1992): Dynamika změn vegetace a půdy na cestách hřebenových partií východních Krkonoš - (Památky a příroda a Ochrana přírody), Praha.

MÁLKOVÁ J. (1992, 1993, 1994): Monitoring antropických vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš (I., II. část) .

MÁLKOVÁ J. ET KŮLOVÁ A. (1993): Vliv dolomitického vápence na změny druhové diverzity vegetace v hřebenových partiích východních Krkonoš. Opera corcont., Praha, č. 31, 25 s (v tisku).

MÁLKOVÁ J. (1993): Nárůst nepůvodních druhů u Výrovky po rekultivacích v r. 1991. Opera corcont., Praha, č. 31, 6 s.(v tisku)

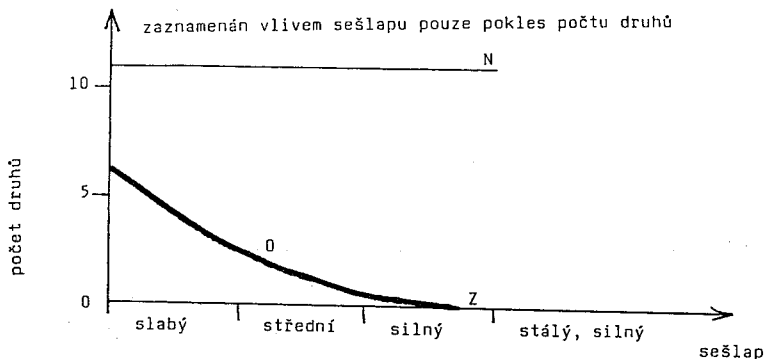
MÁLKOVÁ J. (1993): Aenderungen der Artendiversität der Vegetation subalpiner und alpiner Gebiete des Riesengebirges unter dem Einfluss der Rekreation. Artenschutz report, Jena, 25 s (v tisku).



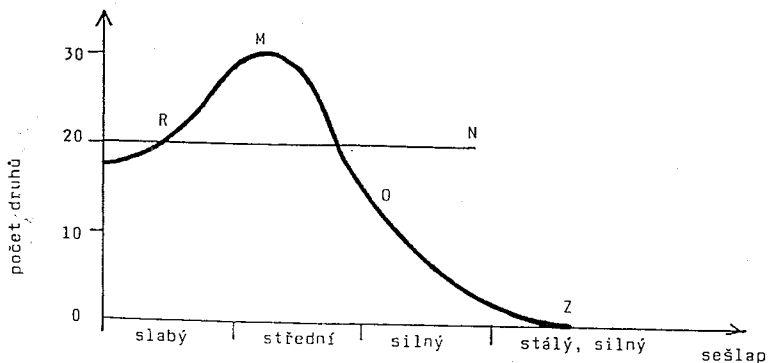
Obr. 1: Lokalizace 43 trvalých transektů ve východní části Krkonoš

Dvě základní tendence změn v počtech druhů v závislosti na stoupající intenzitě sešlapu v horských ekosystémech Krkonoš

1. tendence - vrcholové polohy a místa stranou antropických aktivit (transekty: 7, 8, 11 až 16, M1 až M10, Studniční 1 až 17)



2. tendence - partie v nižších polohách a silně ovlivněné antropickou činností (transekty u Výrovky - 9 a 10)
vlivem sešlapu změny v diversitě druhů - snadný přísun diaspór i jejich uchycení (přírůstek zejména nepůvodních druhů)



N - "normální" hladina pestrosti v kontrole

O - fáze ochuzování

M - fáze maximálního obohacení

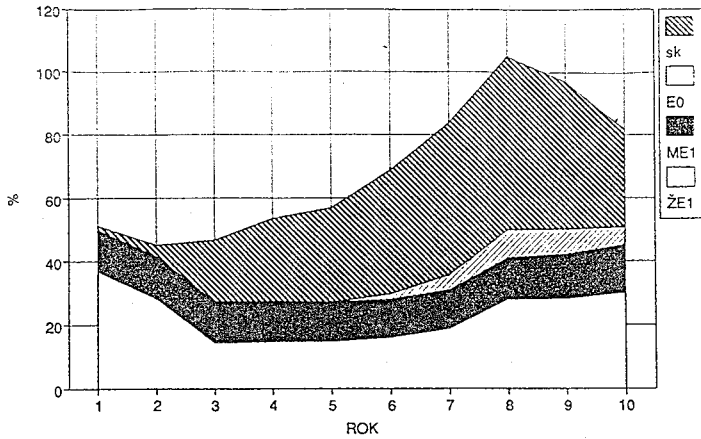
R - fáze relativního obohacování

Z - zcela zničená vegetace

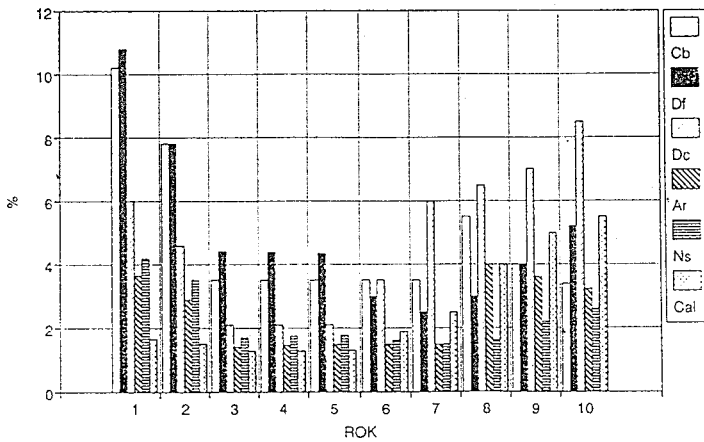
Obr. 2: Dvě základní tendence změn v počtech druhů v závislosti na stoupající intenzitě sešlapu v horských ekosystémech Krkonoš

Pokryvnosti STUDNIČNÍ

Transekt č.11



Pokryvnosti dominant

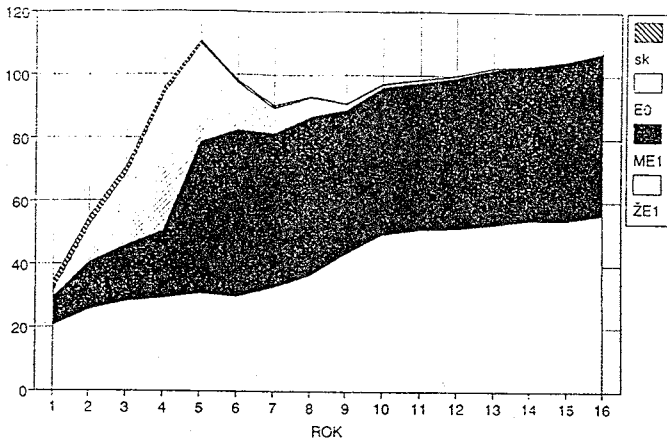


Obr. 3A: Změny pokryvností živé vegetace (ŽE1), mrtvé vegetace (ME1), mechového patra (E0) a skeletu (sk) během let v transektu 11 na Studniční hoře (1505 m n.m.). Do zrušení (1. 8. 1987) působil silný sešlap, dále je sledováno samovolné zarůstání (v okolí navíc urychlené drnováním).

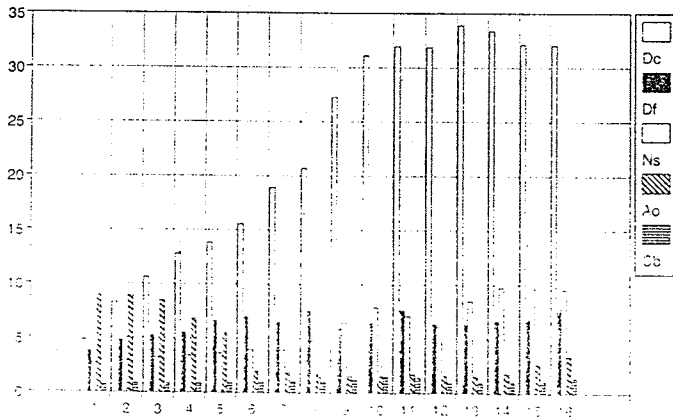
Roky: 1 - 1984, 2 - 1985, 3 - 1987, 4 - 1988, 5 - 1989, 6 - 1990, 7 - 1991, 8 - 1992, 9 - 1993, 10 - 1994.

Obr. 3B: Vývoj pokryvností 6 nejrozšířenějších druhů v transektu 11 během let. Cb - *Carex bigelowii subsp. rigida*, Df - *Deschampsia flexuosa*, Dc - *D. cespitosa*, Ar - *Agrostis rupestris*, Ns - *Nardus stricta*, Cal - *Calluna vulgaris*.

Pokryvnosti ÚPSKÁ' Transekt č.2



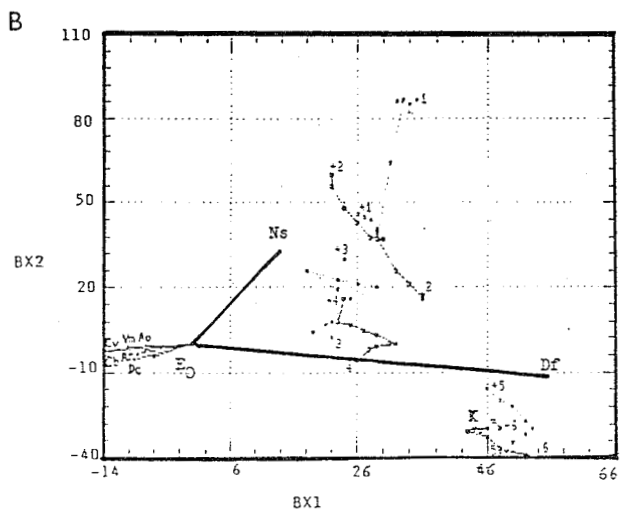
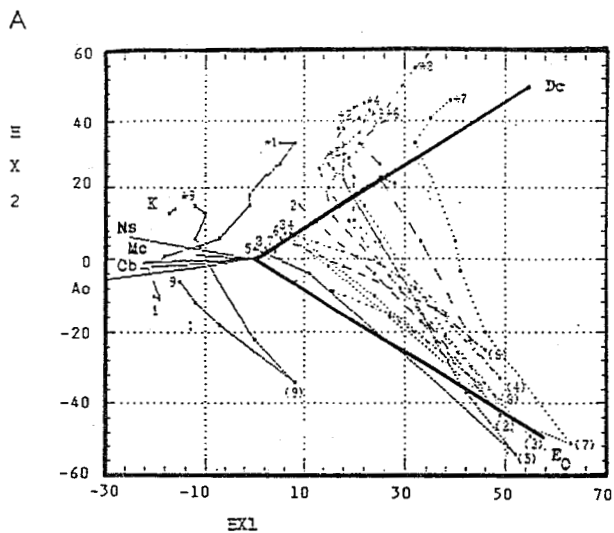
Pokryvnosti dominant



Obr. 4A: Vývoj pokryvností živé vegetace (ŽE1), mrtvé vegetace (ME1), mechového patra (E0), skeletu (sk) a semenáčků (sm) během let v transektu 2 (1420 m n.m.). Před sledováním zarůstání urychleno rekultivacemi (zavezení kolejí a osetí původními druhy).

Roky: 1 - 1976, 2 - 1977, 3 - 1978, 4 - 1979, 5 - 1982, 6 - 1983, 7 - 1984, 8 - 1985, 9 - 1987, 10 - 1988, 11 - 1989, 12 - 1990, 13 - 1991, 14 - 1992, 15 - 1993, 16 - 1994.

Obr. 4B: Vývoj pokryvností 6 nejrozšířenějších dominant v tr. 2 během let. Nově proti obr. 3B taxony: Ao - *Anthoxanthum odoratum* a Mc - *Molinia caerulea*.



Obr. 5A: Sukcese ve čtvercích transektu 3 v společenstvu *Carici (fyllae) - Nardetum*. Začátek vývoje v čtvercích označen prostými čísly, konec hvězdičkou. Vztahy mezi dominantami a rozdíl oproti kontrole (K).

Obr. 5B: Sukcese ve čtvercích transektu 11 v společenstvu *Cetrario - Festucetum supinae*, korelace mezi druhy a rozdíl od kontrol.

Oproti obr. 3B a 4B nově taxony: Cv - *Calamagrostis villosa* a Vm - *Vaccinium myrtillus*.