

Biologická fakulta Jihočeské univerzity  
České Budějovice

Bakalářská práce



# Sukcese vegetace na lokalitách bývalého hraničního průseku v oblasti Šumavy

Petr Košťel

2000

vedoucí práce: Doc. RNDr. Karel Prach, CSc.

Koštel, P. (2000): Sukcese vegetace na lokalitách bývalého hraničního průseku v oblasti Šumavy [The vegetation succession on the localities of the former boundary vista in the Šumava Mts.] - 30 p., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, Czech Republic

I tried to find out the rate and the direction of the vegetation succession on the localities of the former boundary vista (in the Šumava Mts.) in the dependence of environmental conditions such as the altitude, the moisture, the substratum and the level of an afforestation in the vicinity of the vista.

I tried to compare my data with data, that was gained in the same area in 1994 (Špringar 1995).

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedené literatury

V Českých Budějovicích dne 15. 5. 2000

.....*Koštel Petr*.....

# 1. Úvod

## 1.1. Sukcese

Sukcese vegetace se již tradičně dělí na primární a sekundární. Toto konvenční dělení na sukcesi primární a sekundární však např. podle VAN ANDELA, BAKKERA a GROOTJANSE (1993) přispívá pouze okrajově k porozumění mechanismů sukcese, a proto tito autoři doporučují soustředit se přímo na studium mechanismů a přestat hovořit o typech sukcese. Jednak proto, že ne vždy jsme schopni s jistotou rozhodnout, zda se jedná o primární či sekundární sukcesi (ne vždy známe historii stanoviště), a jednak z toho důvodu, že mechanismy sukcese závisí mnohem více na počátečních abiotických podmínkách (klimatu, úrodnosti půdy atd.) než na tom, zda sukcese je primární či sekundární.

PEET (1992) došel k závěru, že primární sukcese je řízena zejména mechanismy zahrnujícími změny faktorů prostředí (např. klimatické), zatímco sekundární sukcese je primárně řízena druhovými interakcemi, i když uznává, že i relativně malé změny faktorů prostředí mohou být kritické také pro sekundární sukcesi. GLEESON a TILMAN (1990) jsou např. přesvědčeni o tom, že sekundární sukcese, která začíná na živinami chudých půdách, by mohla mít více společného s primární sukcesí než se sekundární sukcesí na bohatých půdách.

Dle CONNELA a SLATYERA (1977) existují 3 základní mechanismy sukcesních změn (PEET (1992) však míní, že se jedná spíše o scénáře než o konkrétní mechanismy sukcese): *facilitation, inhibition a tolerance*.

První mechanismus vystihuje klasickou představu o průběhu sukcese, kdy druh časnějších sukcesních stadií připravuje podmínky pro druh následující a je poté tímto druhem konkurenčně potlačen. Inhibicí se rozumí situace, kdy v průběhu sukcese převládne na stanovišti konkurenčně silná dominanta, která znemožní uchycení dalších druhů, čímž zablokuje vývoj, který pokračuje až poté, co dominantní druh odumře. Poslední případ zahrnuje skutečnost, kdy časnější druh nepodporuje ani neblokuje nástup dalších druhů (PRACH 1996).

I přesto, že sukcese vegetace byla předmětem již mnoha prací (CONNEL A SLATYER 1977, PRACH 1985, BURROWS 1990, GLENN-LEWIN et al. 1992 a mnoho dalších),

existuje mnoho zmatku v oblasti terminologie. Na toto upozorňují holanďští biologové VAN ANDEL, BAKKER a GROOTJANS (1993).

Někteří autoři (např. BURROWS 1990) z tohoto důvodu navrhují, aby byl pojem „sukcese“ opuštěn ve prospěch všeobecnějšího termínu „vegetační změna“. Jiní však poukazují na to, že opuštění pojmu „sukcese“ nedovoluje jeho historická hodnota. TANSLEY (1935) konstatoval, že sukcese zahrnuje nejen prostou změnu, ale také poznání sledu fází změn, a definoval sukcesí jako „kontinuální proces změny ve vegetaci, kterou lze rozdělit do řady fází“. Zatímco vegetační dynamika je definována obecně jako „změna, která zjevně mění vzhled určité části vegetace takovým způsobem, že to může být považováno za to, že došlo ke změně na zcela jiný typ“ (MILES 1979). Stejný autor zároveň dodává, že fluktuace, jako nejběžnější typ vegetační dynamiky, jsou vratné změny, zatímco sukcese jsou řízené změny směřující pryč od iniciálního stavu (tedy změny samovolně nevratné). Podobně FINEGAN (1984) definoval sukcesí jako „jednosměrně řízenou změnu v čase ve druhové skladbě a fyziognomii“.

## **1.2. Historie hraničního pásma<sup>1</sup>**

Na přelomu 40. a 50. let bylo podél hranic bývalého Československa s demokratickými státy vytvořeno hraniční pásmo, které bylo podle situace několik set metrů až několik kilometrů široké a bylo zvenčí označeno výstražnými tabulemi.

Střežení a kontrolu hraničního pásma a vlastní „ochranu“ státních hranic prováděla Pohraniční stráž (PS) podřízená Ministerstvu vnitra. Podél státních hranic byly pravidelně rozmístěny roty PS. Uvádí se, že na každou z nich připadalo zhruba 3,5 km střežené hranice.

V určité vzdálenosti před vlastní linií státní hranice byly poté zhruba od roku 1951 budovány tzv. ženíjně-technické zátarasy (lidově nazývané „dráty“), které téměř znemožňovaly jakékoli nepovolené překročení hranic.

---

<sup>1</sup> Většina informací uvedených v této části práce byla převzata z materiálů Správy CHKO Třeboňsko „Železná opona - nedávná historie okolí Hajnice“ a z česko-francouzského dokumentárního filmu „Příběh hraničářského psa“.

Tyto zátarasý lemovaly celou státní hranici s tehdejší NSR a Rakouskem v délce téměř

1000 km a byly jedním z nejvýznamnějších příznaků rozdělení Evropy v období tzv. studené války.

Zátarasý byly tvořeny dvěma vzájemně rovnoběžnými vysokými ploty. Každý z nich byl vybudován z cca 15 řad ostnatých drátů nad sebou a s několika horizontálními řadami drátů umístěnými napříč na vrcholu plotu v podobě písmene T. Mezi ploty byl kontrolní prostor o šířce asi 4 m, kde byl těžkou technikou do roviny zcela srovnán terén, vykáčeny dřeviny, vytrhány pařezy a půda byla většinou překryta vrstvou písku neustále vláčenou, uhrabávanou a udržovanou bez vegetace, a to i chemicky - za použití značného množství herbicidů. Křížení průseku s vodními toky bylo zajištěno mřížemi a dalšími překážkami. Cílem všech těchto opatření bylo získat dobře přehledný a kontrolovatelný terén, ve kterém by byla okamžitě zaznamenána jakákoli stopa po případném „narušiteli“ státní hranice. Mechanické zábrany byly navíc doplněny pyrotechnickou a elektronickou signalizací. V roce 1953 zde dokonce byly nataženy dráty trvale nabitě vysokým elektrickým napětím (3000 až 6000 V), jejichž účelem bylo přímo usmrtit případného „narušitele“. Od tohoto opatření však bylo po krátké době upuštěno jednak z důvodu vysokých nákladů spojených s údržbou nabitého drátěného plotu a jednak proto, že obětí elektrického proudu se stal také značný počet služebních psů - německých ovčáků, kteří byli velmi účinnými pomocníky jednotek PS při kontrole pásma a při vyhledávání a zadržování „narušitele“. „Dráty“ byly navíc na vhodných místech doplněny strážními věžemi a paralelní kontrolní zpevněnou komunikací, po které se pohybovaly motorizované hlídky.

Po invazi vojsk Varšavské smlouvy byla situace na hranicích ještě více zpřísněna. Od roku 1969 docházelo na některých místech k posunu „drátů“ směrem do vnitrozemí, aby se zvýšila pravděpodobnost, že „narušitel“ bude zastaven ještě na československé straně státní hranice. Přitom byla zrušena řada obcí ležících v blízkosti hranic (tzv. „čištění pohraničního pásma“). Budovy opuštěných pohraničních obcí byly poté využívány k maskování opevněných stanovišť skrytých hlídek, které často disponovaly těžkými zbraněmi. Dalším z mnoha opatření, které mělo eliminovat prostupnost státní hranice, byla tzv. akce SÚP (samostatně útočící pes), která využívala speciálně vycvičené psy. Tito psi byli umístěni po dvou či třech v klecích v

pruhu mezi drátěnými ploty a byli automaticky vypouštěni, došlo-li k pokusu o nepovolené překročení hranic.

Na přelomu let 1989 a 1990 bylo však hraniční pásmo zrušeno a ženíjně-technické zátarasy začaly být odstraňovány. Zrušeny byly rovněž jednotky PS a funkční střežení hranic na úrovni běžné v demokratických zemích (ochrana proti masové ilegální migraci, ochrana proti pašování zboží) převzala Pohraniční policie ČR.

Zrušením hraničního pásma došlo ke zpřístupnění rozsáhlého území, jehož součástí byla řada biologicky cenných lokalit. Objevily se tudíž obavy, že tato území by se mohla stát předmětem podnikatelských aktivit, které by vedly k narušení cenných biotopů, a proto dle zákona č. 40/1956 Sb. o státní ochraně přírody došlo k vyhlášení NP Šumava (Nařízení vlády č. 163/91) a NP Podyjí (Nařízení vlády č. 164/91).

Opuštěné hraniční průseky, které zůstaly po ženíjně-technických zátarasech, byly v některých oblastech na základě rozborů půdy a obsahu živin uměle zalesňovány (např. průsek protínající CHKO Třeboňsko). Avšak na některých místech, kde proběhlo umělé zalesňování, lze spatřit lokální odumírání nebo zpomalený růst dřevin v důsledku nevhodného obsahu živin, špatného vodního režimu nebo kontaminace půdy herbicidy.

Na území NP a CHKO Šumava byly tyto plochy ponechány přirozenému vývoji, jehož směr a rychlost byly značně odlišné, neboť průsek prochází územím, které se vyznačuje často velmi rozdílnými stanovištními poměry.

Opuštěním hraničních zátarasů se naskytl unikátní příležitost sledovat sukcesní vývoj, který byl zahájen na takto rozsáhlém území zhruba ve stejný časový okamžik.

Bývalé hraniční průseky protínají území o rozdílných geologických, geografických a vegetačních podmínkách, a proto je možné na těchto stanovištích pozorovat, jakým způsobem tyto rozdílné poměry ovlivňují regeneraci stanovišť v jednotlivých oblastech (od nížin na jižní Moravě až po nejvyšší vrcholy Šumavy).

Cílem mé práce bylo zjistit směr a rychlost sukcese v závislosti na podmínkách prostředí a pokusit se svá data porovnat s daty, která byla na těchto lokalitách získána v roce 1994 (ŠPRINGAR 1995).

## 2. Charakteristika území

### 2.1. Lokalizace

Má práce se týkala hraničního průseku, který se nachází na území NP a CHKO Šumava a jehož sledování bylo prováděno v roce 1994 (ŠPRINGAR 1995).

Samotná sledovaná část průseku byla rozdělena na dva nestejně dlouhé úseky. První část tohoto průseku protíná území NP Šumava. Začíná na území jeho 1. zóny asi 4 km JJV od obce Modrava v nadmořské výšce 1130 m, kde byl pořízen fytoecologický snímek s číslem 1, a táhne se v délce přibližně 31 km převážně jihovýchodním směrem až k PR Spálený luh (800 m n. m.), ve které bylo hodnocení vegetačního krytu ukončeno snímkem č. 43 (viz mapa č. 1 a 2).

Druhá část sledovaného průseku v délce přibližně 16 km, ležící na území CHKO Šumava, se rozkládá na pravém břehu údolní nádrže Lipno. První snímek s číslem 44 byl v této oblasti pořízen na úpatí Sovího vrchu (779,5 m) v nadmořské výšce asi 740 m. Průsek poté sleduje státní hranici s Rakouskem a místy prochází v její těsné blízkosti, z čehož je možné usoudit, že v této oblasti s největší pravděpodobností nedošlo po roce 1969 k posunu hraničního pásma směrem do vnitrozemí. Sledování současného stavu vegetačního krytu skončilo snímkem č. 68 téměř na hranicích CHKOŠ (viz mapa č. 3).

K těmto 68 snímkům bylo přiřazeno dalších 13, které byly získány na lokalitách staršího hraničního průseku, jenž svou funkci plnil do začátku 70. let. Sledován byl poměrně krátký, asi 5 km dlouhý úsek mezi Černou horou a Knížecími Pláněmi (viz mapa č. 1), kde je průběh bývalého průseku dobře patrný.

### 2.2. Geologické podmínky

Šumava je vráso-zlomové pohoří, které patří do krystalinika Českého masívu. Je součástí moldanubika a moldanubického plutonu (CHÁBERA 1987).

Hraniční průsek, na kterém jsem prováděl snímkování porostu, prochází územím Šumavy, jež spadá do 2 geomorfologických podcelků: Šumavských plání a Trojmezenské hornatiny.

Šumavské pláně, které se vyznačují plochým nebo jen mírně zvlněným terénem, představují vyzdvížený, zhruba 55 km dlouhý zbytek denudačního reliéfu se střední nadmořskou výškou 971 m. Ze Šumavských plání vybíhá převážně jihovýchodním směrem až k Vyšebrodskému průsmyku Trojmezenská hornatina, která byla erozní činností vodních toků rozdělena do několika samostatných geomorfologických okrsků. Sledovaný hraniční průsek prochází Stráženskou kotlinou, Radvanickým hřbetem a v oblasti Lipna Vítkokamenskou hornatinou.

Geologické podloží je tvořeno jednak různě intenzivně metamorfovanými horninami (nejčastěji pararulami, rulami a migmatity) a jednak tělesy hlubinných vyvřelin (CHÁBERA 1987). První část průseku prochází územím, kde v podloží dominují injikovány ruly až migmatity, granodiority a diority, méně časté jsou pak granity až adamellity. Nepatrně jsou zde zastoupeny také perlové ruly a nebulity jednotvárné série. Na pravém břehu Lipna zaujímají v podloží největší podíl granodiority a diority. Nacházíme zde také granity až adamellity a perlové ruly a nebulity pestré série.

### **2.3. *Klima***

Podnebí Šumavy se vyznačuje přechodným rázem mezi klimatem oceánickým a kontinentálním, tj. poměrně malými ročními výkyvy teploty a poměrně vysokými srážkami se stejnoměrným rozložením během celého roku (CHÁBERA 1987).

Převážná část Šumavy patří dle QUITTA (1977) do 7. jednotky chladné oblasti (CH 7), tj. mezi území s průměrnou červencovou teplotou 15 až 16°C, s průměrnou lednovou teplotou minus 3 až minus 4°C a s ročním úhrnem srážek 850 - 1000 mm (snímky č. 30 až 68). Tato klimatická jednotka přechází v oblasti obce Strážný v chladnější kategorii CH 6, kam spadá průsek se snímky č. 14 až 29.

Snímky s čísly 1 až 13 a všechny snímky pořízené na starším hraničním průseku se nacházejí na území, jež je řazeno do kategorie CH 4 (území s průměrnou červencovou teplotou 12 až 14°C, s průměrnou lednovou teplotou minus 6 až minus 7°C a s ročním úhrnem srážek 1000 až 1200 mm).



## 2.4. Vegetační podmínky

Značný podíl území NP a CHKO Šumava zaujímaly květnaté bučiny svazu *Fagion* (LIQUET 1926 emend. PAWLOWSKI 1928), které se nacházejí na živinami bohatších podkladech. Květnaté bučiny asociace *Dentario enneaphylli-Fagetum* (OBERDOR. ex W. et MATUSZKIEWICZ) tvořily původně souvislý vegetační kryt montánního stupně Šumavy, kde osídlují zejména svahové polohy v nadmořské výšce 500 až 1100 m n. m. (NEUHÄUSLOVÁ 1998). V území s minerálně chudšími podklady jsou květnaté bučiny nahrazovány acidofilními bučinami a jedlinami (svaz *Luzulo-Fagion* LOHMEYER et TÜXEN 1954). Plošně je rozšířena hlavně biková bučina (asociace *Luzulo-Fagetum*), která představuje edafický klimax v submontánním až montánním stupni podmíněný minerálně chudými horninami (NEUHÄUSLOVÁ 1998) a která je v nadmořské výšce 800 až 1200 m střídána smrkovou bučinou asociace *Calamagrostio villosae-Fagetum* MIKYŠKA 1972, jež se vyskytovala především na plochých horských hřbetech a rozsáhlých náhorních plošinách (na Šumavě zaujímaly zejména území Šumavských plání).

Tyto vegetační jednotky jsou však dnes nahrazeny zejména smrkovými kulturami, jejichž pěstování vede zvláště na minerálně chudých horninách k vyčerpání živin (MIKYŠKA 1968).

Na vlhkých stanovištích okolo pramenů a potoků v nadmořských výškách 600 až 1100 m n. m. se vyskytují podmáčené smrčiny asociace *Bazzanio-Picetum* (BRAUN-BLANQUET et SISSINGH 1939). Na okrajích rašelinišť a na silně podmáčených zrašelinělých půdách ve stejné nadmořské výšce lze najít rašelinné smrčiny (*Sphagnopicetum* HARTMANN 1942).

Obě společenstva jsou na území NPŠ relativně zachována a jsou spolu s rašeliništi zařazena převážně do 1. zóny NP.

Vegetační jednotkou, která je na Šumavě vyvinuta v nejvyšších nadmořských výškách, jsou horské (klimaxové) smrčiny svazu *Vaccinio-Piceion* (BRAUN-BLANQUET 1938), jejichž zbytkové porosty jsou součástí přísné ochrany v 1. zónách NP. Tato vegetační jednotka lemuje mapovaný průsek jen ve velmi malých fragmentech, neboť průsek zasahuje do zóny smrčín pouze v oblasti pramene Vltavy (na východním svahu Černé hory), kde jsou relativně zachovány, v okolí Holého vrchu a Stráže (zde nahrazeny smrkovými kulturami) a v oblasti mezi Černou horou a

Čertovým vrchem, kde se však jedná o směs klimaxových smrčín a smrčín rašelinných, neboť v těsné blízkosti průseku se nachází Černoohorský močál.

Další vegetační jednotkou, kterou mapovaný průsek protíná, i když pouze okrajově, jsou olšiny svazu *Alnion glutinoso-incanae* (BRAUN-BLANQUET 1915) OBERDORFER 1953.

Bývalý pohraniční průsek protíná taktéž rozsáhlá území vrchovišť a přechodových rašelinišť, která byla zbudováním průseku značně poškozena. Tyto lze zařadit do několika jednotek (např. *Vaccinio-Mughetum* OBERDORFER 1934, *Vaccinio-Pinetum*, kde je blatka vystřídána druhem *Pinus silvestris* a v bylinném patře dominují chamaefyty. Častá jsou zde též bezlesá vrchovištní společenstva třídy *Oxycocco-Sphagnetea* (BRAUN-BLANQUET et TÜXEN 1943)).

Všechna tato rašeliniště se dnes těší velmi přísné ochraně, neboť jsou součástí I. zón či klidových území NPŠ.

Údaje zde uvedené byly čerpány z geobotanické rekonstrukční mapy M-33-XXVII České Budějovice, M-33-XXXIII Vyšší Brod a M-33-XXVI Strakonice (MIKYŠKA a kol. 1972).

### 3. Metodika

#### 3.1. Sběr dat

Snímkování mladšího hraničního průseku bylo prováděno ve dnech od 24. 7. do 12. 8. 1998 tím způsobem, že snímek o rozměrech 2 x 5 m byl položen doprostřed průseku vždy delší stranou v jeho směru. Umístění mých snímků se pokusilo kopírovat snímky, které zde byly provedeny v roce 1994 ve zhruba 0,5 km dlouhých rozestupech (ŠPRINGAR 1995).

Vegetační pokryv na starším hraničním průseku byl sledován dne 25. 7. 1998 a 20. 7. až 21. 7. 1999. Snímky o stejné velikosti (tj. 2 x 5 m) byly na průseku umístěny víceméně pravidelně, přičemž minimální vzdálenost mezi dvěma sousedními snímky činila 250 m (snímky č. 1 až 6 a 9 až 11). Důvodem nepravidelného rozmístění snímkovaných lokalit v oblasti mezi vrchem Stráž a Bučinou byla značná monotónnost porostu, proto i několik málo snímků stačilo k tomu, aby byl zachycen současný stav vegetačního krytu.

U všech 81 snímků byly pořízeny základní informace o stanovišti. Byly brány v úvahu následující faktory prostředí: půdní vlhkost, nadmořská výška (ta, jako komplexní faktor, spoluurčuje kromě vlhkosti také další stanovištní podmínky), substrát a stupeň zalesnění (stupeň zalesnění byl sledován do vzdálenosti 20 m od středu průseku).

U vlhkosti byla použita 3 - členná relativní stupnice se stupni 1 = suché, 2 = vlhké a 3 = zamokřené stanoviště. V případě substrátu se jednalo o proměnnou s kategoriemi 1 (minerální substrát) a 2 (organický substrát). U stupně zalesnění byla použita rovněž relativní stupnice, tentokrát 4 - členná: 1 = okolo průseku bezlesí (průsek obklopen nelesní vegetací, tj. loukou či polem), 2 = v okolí průseku žádný souvislý lesní porost (pouze solitérní stromy, skupiny stromů či úzké pásy dřevin okolo průseku), 3 = okolo průseku souvislý lesní porost ve vzdálenosti větší než 5 m, 4 = souvislý lesní porost do vzdálenosti do 5 m od středu průseku.

Údaje o nadmořské výšce jsou udávány zaokrouhlené na desítky metrů.

Všechna data získaná v terénu jsou uvedena v Příloze 1 a 2.

### 3.2. Nomenklatura

K determinaci jednotlivých rostlinných druhů byl použit Klíč k úplné květeně ČSR (DOSTÁL 1958), odkud byla rovněž převzata nomenklatura.

### 3.3. Statistické zpracování

Pro statistické vyhodnocení získaných dat bylo použito programu CANOCO for Windows 4.0 (TER BRAAK 1990). Pro tento účel byly procentuální údaje o pokryvnosti jednotlivých druhů převedeny na upravenou Braun-Blanquetovu stupnici abundance a dominance s dělením stupně 2, jež byla dále převedena na 9 - členou ordinální stupnici (VAN DER MAAREL 1979).

K samotnému vyhodnocení dat jsem použil přímou (CCA - *Canonical Correspondence Analysis*) a nepřímou (DCA - *Detrended Correspondence Analysis*) gradientovou analýzu.

Údaje o stupni zalesnění, vlhkosti, nadmořské výšce a substrátu jsem použil jako vysvětlující proměnné v přímé gradientové analýze.

K otestování statistické významnosti vztahu mezi vysvětlujícími proměnnými a získanými druhovými daty byl použit *Monte-Carlo permutation test* (počet permutací  $N=999$ ).

Grafické výstupy jsem zpracoval za pomoci programu CANODRAW 3.0 a CANOPOST 1.0 (ŠMILAUER 1992). Jednotlivé druhy jsou v grafech značeny osmipísmennými zkratkami (první čtyři písmena z rodového názvu + první čtyři písmena z druhového názvu).

Ke zjištění vlivu nadmořské výšky, vlhkosti a stupně zalesnění na počet druhů, celkovou pokryvnost na stanovišti a celkovou pokryvnost dřevin bylo použito programu STATISTICA (*Multiple Regression*). Při zjišťování vlivu substrátu (kvalitativní proměnná) na stejné charakteristiky prostředí byla použita *ANOVA/MANOVA*; analýza kovariance - *ANCOVA*). Jako *covariates* bylo použito nadmořské výšky, stupně zalesnění a vlhkosti. *ANOVA/MANOVA* byla použita ke zjištění případných rozdílů v celkové pokryvnosti všech dřevinných druhů mezi lesními stanovišti (tj. stanovišti se stupněm zalesnění 3 a 4) a stanovišti, která nejsou

obklopena souvislým lesním porostem (stupeň zalesnění 1 a 2) -  $H_0$ : mezi lesními a nelesními stanovišti neexistuje průkazný rozdíl v celkové pokryvnosti dřevin).

Kontingenčních tabulek bylo použito ke zjištění případného rozdílu mezi lesními a nelesními stanovišti v počtu lokalit, na kterých byla zaznamenána celková pokryvnost dřevin vyšší (resp. nižší) než 20% ( $H_0$ : mezi lesními a nelesními stanovišti neexistuje rozdíl v počtu lokalit s pokryvností dřevin vyšší (resp. nižší) než 20%).

Jako mezní byla použita hodnota 20%, neboť tato hodnota se mi zdála nejvhodnější (jako vhodnější by se mohla jevit hodnota 50%, ale této pokryvnosti dřeviny dosahovaly pouze výjimečně).

## 4. Výsledky

Výsledek nepřímé gradientové analýzy (DCA) pro všech 68 snímků mladšího hraničního průseku je uveden v grafu 1 (snímky jsou rozlišeny podle stupně vlhkosti a odlišeny byly rovněž snímky obklopené lučními společenstvy - stupeň zalesnění 1 a snímky s nejvyšším stupněm zalesnění). První ordinační osa vysvětluje 48,3% variability ve snímcích.

Výsledky nepřímé gradientové analýzy (DCA) pro všechny snímky staršího hraničního průseku jsou uvedeny v grafu 2 (1. ordinační osa vysvětluje 73,2% variability) V tomto grafu jsou poměrně dobře patrné dvě skupiny snímků. První skupina (snímky č. 1, 2, 5, 6 a 7) zahrnuje snímky nacházející se na stanovištích smrčín. Druhá skupina - snímky č. 10, 11, 12 a 13 - jsou snímky obklopené lučními společenstvy, kam se však včlenil také snímek s číslem 8, který by měl okolními podmínkami spíše patřit do 1. skupiny, avšak dle druhového složení má mnohem blíže k lučnímu společenstvu (průsek, kde byl pořízen tento snímek, se značně rozšiřuje a otevírá směrem k osadě Bučina a svým druhovým složením se značně liší od druhů rostoucích ve smrčínách). Mimo obě zmíněné skupiny snímků se nachází snímek s číslem 3 (lesní rašeliniště) a č. 4 (rašelinná smrčina). Nejnápadněji se odlišuje snímek č. 9. Jedná se o snímek, který byl relativně nejvíce otevřen do krajiny, která se svažovala do údolí (přesto mu byl přiřazen stupeň zalesnění 2, protože splnil všechny předpoklady pro tento stupeň zalesnění). Důvodem odlišnosti může být také to, že druhové složení je značně ovlivněno antropogenními vlivy (snímek byl pořízen asi 3 m od frekventované cesty na hraniční přechod Bučina - Finsterau), což dokládá také přítomnost druhů *Aegopodium podagraria* a *Heracleum sphondylium*.

Srovnání mého souboru snímků se snímky ŠPRINGARA (1995) je uvedeno v grafu 3 (DCA - 1. ordinační osa vysvětluje 46,2% variability snímků). V tomto grafu je možné si všimnout, že podstatná část snímků pořízených v roce 1994 je soustředěna v horní části grafu, z čehož usuzují, že gradient stáří probíhá zhruba ve směru druhé ordinační osy. Některé snímky uvedené v grafu se podstatně liší od ostatních. Jedná se o snímky, které byly pořízeny na stanovištích, na nichž byl většinou vegetační kryt nějakým způsobem viditelně ovlivněn lidskou činností (tyto snímky se obvykle nacházejí na okrajích bývalých polí či pastvin), či jsou to stanoviště, na nichž

dominantní postavení zaujímá ve snímcích méně obvyklý druh - např. *Carex brizoides*.

V grafu 4 je znázorněn výsledek DCA pro druhy mladšího průseku. Přibližně ve směru první ordinační osy probíhá gradient vlhkosti a stupně zalesnění (v levé části grafu se nacházejí vlhkomilné druhy, které byly zaznamenány na stanovištích s vysokým stupněm zalesnění - např. *Carex echinata*, *Carex canescens*, *Carex rostrata*, *Carex fusca*, *Eriophorum vaginatum* atd.; v pravé části je možné nalézt luční druhy rostlin rostoucí na stanovištích s nižší vlhkostí - např. *Dianthus deltoides*, *Trifolium campestre*, *Thymus serpyllum*, *Hieracium pilosella* atd.).

Graf 5 prezentuje výsledky nepřímé gradientové analýzy (DCA) pro druhy staršího hraničního průseku. Na pravé straně grafu se nacházejí druhy zaznamenané na stanovištích smrčín (*Picea abies*, *Luzula silvatica*, *Blechnum spicant*, *Oxalis acetosella*, *Athyrium alpestre* a další), na opačné straně se soustředí druhy, které se nalézaly na stanovištích s nižším stupněm zalesnění (*Vicia cracca*, *Alchemilla monticola*, *Arrhenatherum elatius*, *Campanula patula*, *Dactylis glomerata*). Na stejných lokalitách byly však také hojně zastoupeny různé druhy dřevin (*Acer pseudoplatanus*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia* a *Salix caprea* - viz pravá strana grafu). V pravé horní části tohoto grafu se nacházejí druhy, které se nacházely na stanovištích ovlivněných lidskou činností (*Aegopodium podagraria*, *Artemisia vulgaris*, *Capsella bursa-pastoris* a *Heracleum sphondylium*). Na těchto stanovištích byl často přítomen také druh *Populus tremula*.

Přímá gradientová analýza (CCA) pro druhy mladšího hraničního průseku se všemi průkaznými faktory je zobrazena v grafu 6. Průkazné se v tomto případě ukázaly všechny mnou zvolené faktory prostředí (substrát:  $p = 0,001$ , vlhkost:  $p = 0,001$ , stupeň zalesnění:  $p = 0,001$  a nadmořská výška:  $p = 0,001$ ). Podél gradientu stupně zalesnění jsou opět rozmístěny typicky lesní druhy (zde druhy typické pro smrčiny: *Polytrichum formosum*, *Calamagrosti villosa*, *Luzula silvatica*, *Oxalis acetosella*, *Vaccinium murtillus* a další). Gradient vlhkosti sledují vlhkomilné druhy rostoucí zejména na rašelinném substrátu (např. *Sphagnum recurvum*, *Polytrichum commune*, *Oxycoccus palustris*, *Eriophorum vaginatum* atd.).

V grafu 7 jsou zobrazeny druhy staršího hraničního průseku spolu se dvěma faktory (CCA), které se ukázaly být průkazné. V pravé části grafu se podél gradientu nadmořské výšky a stupně zalesnění soustředily druhy, které byly nalezeny na

stanovištích smrčín ve vyšší nadmořské výšce (např. *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Picea abies*, *Luzula silvatica* a *Polytrichum formosum*, což jsou druhy typické právě pro smrčiny). Na opačném konci grafu se nacházejí druhy, které byly zaznamenány na stanovištích v oblasti Knížecích Plání (např. *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis tenuis*, *Dactylis glomerata*, *Nardus stricta* a *Hypericum maculatum* - druhy lučních společenstev).

Vliv zbývajících dvou faktorů prostředí (tj. vlhkosti a substrátu) na složení vegetace nebyl u stanovišť tohoto průseku statisticky průkazný.

*Monte-Carlo permutation test* prokázal v tomto případě vliv pouze u nadmořské výšky ( $p = 0,023$ ) a u stupně zalesnění ( $p = 0,048$  - na hranici průkaznosti).

ŠPRINGAR (1995) ve výsledcích své práce uvádí, že druhová bohatost sledovaných ploch roste se stupněm odlesnění a vykazuje neutrální závislost na nadmořské výšce.

V případě mého souboru dat se podařilo vliv na druhovou bohatost prokázat u stupně zalesnění ( $p = 0,00023$ ), nadmořské výšky ( $p = 0,017$ ), vlhkosti ( $p = 0,029$ ) i substrátu ( $p = 0,034$ ).

Statisticky byl hodnocen také vliv všech (mnou zvolených) faktorů prostředí na celkovou pokryvnost na daném stanovišti. Statisticky byl prokázán vliv vlhkosti ( $p = 0,0033$ ) a nadmořské výšky ( $p = 0,00053$ ). Faktory, které se v tomto případě ukázaly jako neprůkazné, byly substrát ( $p = 0,077$ ; neboť většina stanovišť, kde byl zaznamenán organický substrát, je zřejmě v důsledku mineralizace kolonizována jinými než typicky rašeliništními druhy) a stupeň zalesnění ( $p = 0,11$ ).

Průkazné závislosti faktorů prostředí na celkovou pokryvnost a počet druhů jsou vyneseny do grafů (viz Přílohy).

Při statistickém vyhodnocování průkaznosti vlivu všech těchto faktorů na celkovou pokryvnost dřevin na daných stanovištích bylo zjištěno, že ani jeden z faktorů nemá na tuto charakteristiku, která je ukazatelem pokročilosti sukcesního vývoje na stanovišti, průkazný vliv (substrát:  $p = 0,87$ , vlhkost:  $p = 0,28$ , nadmořská výška:  $p = 0,14$  a stupeň zalesnění:  $p = 0,086$ ).

Statisticky jsem se rovněž pokusil zjistit, zda se celková pokryvnost všech dřevinných druhů statisticky liší na stanovištích, která jsou obklopena souvislým lesním porostem (stupeň zalesnění 3 a 4) a na stanovištích, v jejichž okolí se nenachází souvislý lesní porost (stupeň zalesnění 1 a 2). Rozdíl nebyl prokázán ( $p = 0,31$ ).



Dále byla stanoviště opět rozdělena na stanoviště lesní a nelesní a u každého typu byl zjišťován počet stanovišť, kde je celková pokryvnost všech dřevin vyšší (resp. nižší) než 20%. V tomto případě bylo zjištěno, že nulovou hypotézu nemohu zamítnout ( $p = 0,51$  - rozdíl neprůkazný).

## 5. Diskuse

Sukcesní vývoj probíhající na stanovištích bývalých hraničních průseků v oblasti NP a CHKO Šumava je příkladem sukcese spontánní.

Spontánní sukcesi vegetace je věnována stále větší pozornost v mnoha projektech obnovy ekosystémů, zejména v rozvinutých zemích, jako jsou USA, Velká Británie, Holandsko a Německo (LUKEN 1990). V zemích střední Evropy (včetně České republiky) stále převažuje při obnově zničených biotopů technokratický přístup (PRACH a PYŠEK in press). V těchto zemích byla po dobu zhruba 50 let veškerá příroda podřízena socialistickému způsobu hospodaření, jehož dědictvím je na mnoha místech zcela zničená krajina, na jejíž obnovu nemají tyto státy většinou dostatečné finanční prostředky, a proto jsou rozsáhlé oblasti ponechány bez zásahu. Na těchto lokalitách poté vzniká unikátní příležitost sledovat, jak si zde příroda poradí (toto je také případ většiny lokalit bývalých hraničních průseků).

Poznání spontánních procesů může podstatně přispět k úspěšné rekultivaci či obnově mnoha opuštěných stanovišť. O výhodách využití spontánních sukcesních pochodů se zmiňuje např. PRACH a PYŠEK (in press). Podle těchto autorů pozitivní efekty spontánní sukcese převažují zejména tehdy, je-li narušené stanoviště malé, obklopené přirozenou vegetací a stanovištní podmínky nebyly počáteční disturbancí zásadně změněny (stanoviště bývalých hraničních průseků splňují tyto předpoklady pouze výjimečně).

Mezi neoddiskutovatelné výhody využití spontánní sukcese patří především její velmi nízké náklady. Jako další výhoda se uvádí obvykle rychlé utvoření souvislého vegetačního krytu (kromě stanovišť na toxických substrátech), což znesnadňuje případné pronikání nepůvodních druhů rostlin (stanoviště ponechaná procesu spontánní sukcesy se vyznačují nízkou pokryvností geograficky nepůvodních druhů). Stanoviště, kde probíhá spontánní sukcesní vývoj, také velmi často slouží jako refugia pro mnoho rostlinných a živočišných druhů, neboť tyto lokality se vyznačují zpravidla vyšší přírodní hodnotou ve srovnání s uměle obnovovanými stanovišti.

Na stanovištích, kde probíhá sekundární sukcesy, bývá vegetace často tvořena ze semenné banky, nebo může být výsledkem vegetativního rozmnožování individuí (je zajímavé, že dle GLENN-LEWINA et al. (1992) druhy s vegetativním šířením běžně

kolonizují nová místa pomocí semen, avšak abundance těchto druhů na místě je z velké části určována právě vegetativním šířením), která přežila předcházející disturbanci (VAN DER VALK 1992). Domnívám se, že v případě stanovišť bývalých ženižně-technických zátarasů disturbance působila příliš dlouhodobě a velmi silně (v tomto případě se možná jednalo spíše o stres, který je dlouhodobější (PRACH 1985)), a proto zde záleží hlavně na imigraci z okolí (VAN DIJK a SÝKORA 1992).

V procesu spontánní sukcese obvykle bývají rovnoměrně zastoupeny anemogamní a entomogamní druhy rostlin (GRIME et al. 1988). Nejtypičtějším způsobem šíření rostlin na stanoviště, kde probíhá spontánní sukcese, je anemochorie (v případě sukcesně ranných stadií) a důležitou roli hraje rovněž endozochorie a vegetativní šíření (OLSSON 1987). Např. typický anemogamní a anemochorní druh, jakým je *Betula pendula*, je uváděn jako druh zaujímající význačné místo mezi druhy samovolně osídlovacími opuštěná místa (PRACH 1994, PRACH a PYŠEK 1994, PRACH a PYŠEK in press). GLENN-LEWIN et al. (1992) cituje data BERKSE (1989), která demonstrují, že rod *Betula* je schopen se v Evropě šířit rychlostí více než 2 km za rok. Ale i navzdory svému rychlému růstu a širokému rozsahu stanovištních podmínek, ve kterém je schopna prosperovat, není *Betula pendula* považována za vhodný druh pro obnovu narušených stanovišť, neboť může působit jako zdroj alergenního pylu (PRACH a PYŠEK 1994).

V procesu spontánní sukcese na stanovištích hraničního průseku je *Betula pendula* zastoupena méně často (téměř výhradně pouze na slunných stanovištích v nižší nadmořské výšce), daleko výrazněji se prosazuje druh *Betula pubescens*, která byla přítomna na 31 stanovištích (4 x jako součást keřového patra).

V současnosti lze na lokalitách mladšího hraničního průseku pozorovat několik směrů sukcese.

Sukcese na vlhkých až zamokřených stanovištích s minerálním substrátem spěje na lokalitách obklopených lesem k rychlému návratu lesního společenstva s dominancí druhů, které jsou zastoupeny v okolních porostech (v případě smrčín např. *Picea abies* a *Calamagrostis villosa*, která bude na živinami velmi chudých stanovištích asi střídána druhem *Avenella flexuosa*). Vyvstává však otázka, zda *Calamagrostis villosa* (či *Deschampsia caespitosa*, která je na těchto stanovištích také poměrně často zastoupena) není schopna návrat lesa zpomalit či dokonce zablokovat, neboť *Calamagrostis villosa* se dle PRACHA a PYŠKA (in press) vyznačuje v horách

podobnými vlastnostmi jako *Calamagrostis epigejos*, která se dosti agresivně šíří na mnoha narušených stanovištích. PRACH a PYŠEK (1994) uvádějí, že právě *Calamagrostis villosa* proniká na odlesněné plochy v horách střední Evropy a její hustý pokryv ztěžuje či dokonce znemožňuje osídlení těchto lokalit dřevinami.

V roce 1994 tvořila *Calamagrostis villosa* dominantu či kodominantu na 3 snímkových plochách (1 x dominanta a 3 x kodominanta), v roce 1997 již byla zaznamenána jako dominanta či kodominanta na 7 stanovištích (dominantna ve 4 a kodominanta ve 3 případech) a nalezena byla na 24 snímkových lokalitách mladšího hraničního průseku. ŠPRINGAR (1995) ji uvádí pouze na 10 stanovištích.

Dominantní postavení druhu *Calamagrostis villosa* je dnes zcela patrné na některých stanovištích staršího průseku (např. snímek č. 5), kde vytváří rozsáhlé, téměř monotónní porosty, které jsou místy nahrazovány krátkými úseky s dominancí druhu *Luzula silvatica* (v podrostu těchto dvou dominant lze najít pouze druhy *Avenella flexuosa*, *Oxalis acetosella* a zástupce mechů, jejichž pokryvnost je však minimální, neboť kořenový systém třtiny chloupkaté disponuje značnou konkurenční schopností (SOFRON 1981)). *Calamagrostis villosa* zde asi zpomaluje či dokonce velmi účinně brání návratu smrku, který je zřejmě rovněž brzděn poměrně drsným klimatem (ani během téměř 30 let trvajících úspěšného vývoje nedošlo na stanovištích s dominancí *Calamagrostis villosa* k návratu lesa). Nepatrnou zmlazovací schopnost smrku ve smrčinách západních a jihozápadních Čech, jejíž příčinou je konkurenční schopnost druhu *Calamagrostis villosa*, potvrzuje rovněž SOFRON (1981).

Svou roli zde asi mohlo sehrát také nějaké následné mechanické narušení, které však na těchto lokalitách nebylo možné s jistotou doložit. Pouze na několika málo místech byly v půdě patrné dnes již zcela zarostlé rýhy, které byly nejspíše způsobené lesní technikou, nebo mohl být tento průsek po opuštění i nadále využíván vozidly bývalých jednotek PS.

Takováto dodatečná narušení stanoviště mohla mít za následek poškození semenáčků smrku, které pak mohly podlehnout silicímú tlaku ze strany třtiny chloupkaté, zvláště pokud se tato disturbance objevovala opakovaně, neboť pravidelná disturbance může sukcesí přerušit či přesměrovat (GLENN-LEWIN et al. 1992).

I přesto lze předpokládat, že v průběhu několika desítek let dojde na všech stanovištích, která jsou obklopena lesem, k samovolnému návratu dřevin (podle ELLENBERGA (1988) směřuje v oblasti temperátního klimatu většina sukcesních sérií k

lesu). Dřeviny hrají v procesu sukcese důležitou roli a jejich výrazné prosazení v sukcesních pochodech má značný vliv na fyziognomii porostu a na rozmanité ekologické funkce a uchycení dřevin je za normálních okolností přirozenou cestou nevratné (PRACH a PYŠEK 1998).

Druhová skladba dřevin a jejich uplatnění v sukcesi je však velmi variabilní (PRACH a PYŠEK 1998). Vedle vlivu stanovištních faktorů zde samozřejmě hrají značnou roli také zdroje diaspor v okolí (např. OLSSON 1987), o jejichž množství rozhoduje např. věk a velikost rostliny, schopnost opylovačů a predace semen před jejich rozšířením (HARPER 1977). Významnou roli při uplatnění dřevin v sukcesi hrají rovněž vzájemné konkurenční vztahy mezi konkrétními populacemi bylin na jedné straně a dřevin na straně druhé (DE STEVEN 1991) a bez významu také nejsou různé náhodné vlivy (*chance factors* - CHRISTENSEN a PEET 1991).

K samovolnému návratu dřevin dojde samozřejmě jen tehdy, pokud tomuto nebudou bránit vyhraněné přírodní podmínky (např. svažitost, půdní skelet či přílišné zamokření), neboť v extrémnějších podmínkách bývá uplatnění dřevin v sukcesi oddáleno či dokonce omezeno (PRACH a PYŠEK 1998). Stejní autoři zároveň předpokládají, že na stanovištích s extrémnějšími abiotickými faktory je sukcese dřevin zřejmě blokována fyziologickými mechanismy, ve vysoce produkčních ekosystémech zase kompeticí.

Velmi vysoká vlhkost a nižší hodnota pH nejspíše zpomaluje sukcese a následně sukcese dřevin např. na stanovišti č. 3 na starším hraničním průseku, kde je patrné, že je zde smrk pravděpodobně podvyživen dusíkem, což dokládá krátké žlutozelené jehličí. Pomalý růst smrku je patrný také ze silně šupinaté borky (SOFRON 1990).

Na mnoha místech bývalý hraniční průsek sleduje jednotlivé vrcholy (toto bylo velmi důležité, neboť z jednoho vrcholu bylo možné kontrolovat rozsáhlý úsek průseku) a táhne se tudíž velmi často po prudkých svazích.

A právě poměrně velká svažitost terénu asi rovněž znesnadňuje osídlování těchto stanovišť (a tudíž zpomaluje sukcese), neboť dosud ještě nezapojený vegetační pokryv není schopen odolávat vodní erozi půdy při vydatnějších srážkách či při tání sněhu (na mnoha z těchto stanovišť jsou patrné erozní rýhy), která odplavuje jemnější půdní částice, čímž dochází k obnažování substrátu a vzniká tak pro rostliny nepříliš vhodné prostředí. Na těchto stanovištích hraje důležitou roli stabilizátoru půdního krytu *Deschampsia caespitosa* (na rozdíl od jiných stanovišť, kde soupeří s druhem

*Calamagrostis villosa* o dominantní postavení v porostu a pravděpodobně také brzdí sukcesi), která díky svým hluboko zasahujícím kořenům slouží na mnoha lokalitách jako výborný prostředek ke zpevnění vlhkých sesýpavých svahů a okrajů cest (STEINBACH 1990).

Počáteční stadia sukcese na místech, která byla původně obsazena lesním porostem, jsou charakteristická rekolonizací těch druhů, které produkují malá, anemochorní semena (GRIME 1979). V počáteční fázi sukcese to budou s největší pravděpodobností na mnoha stanovištích bývalého hraničního průseku (zejména na stanovištích s méně příznivými podmínkami - exponovaná stanoviště s mělkou kamenitou půdou) asi druhy jako *Betula pubescens*, *Betula pendula*, či *Salix caprea*, tj. typické druhy ranných sukcesních stadií, které budou nejspíše poté, co se na stanovištích vytvoří podmínky příznivé pro druhy pozdních sukcesních stadií, na většině stanovištích postupně nahrazovány na vlhčích místech zejména druhem *Picea abies*, který bude zřejmě na několika málo lokalitách doprovázen druhem *Fagus sylvatica* (na stanovištích, kde je tento druh v lesních porostech okolo průseku ve větší míře zastoupen). Výraznější prosazení smrku ihned na počátku sukcese lze zřejmě předpokládat na stanovištích ve vyšší nadmořské výšce a hlavně na stanovištích obklopených souvislým porostem vzrostlých smrků (zastiňují stanoviště a brání jeho vysychání v letních měsících, čímž udržují vhodné vlhkostní podmínky pro semenáčky smrku), kde v širším okolí nejsou přítomny zdroje diaspor dřevin, jejichž šíření je závislé výhradně na vzdušném proudění. Efektivní vzdálenost, na kterou mohou být semena striktně anemochorních druhů šířena, je často redukována sousedními rostlinami (GLENN-LEWIN et al. 1992). Vzrostlé smrkové porosty, které na mnoha místech obklopují hraniční průsek, zde právě fungují jako jakýsi štít, jenž mnohdy poměrně účinně zabraňuje výraznému náletu těchto dřevin. Šíření semen pomocí větru se široce mění v závislosti na mnoha dalších faktorech (na rychlosti a směru větru, počtu vyprodukovaných semen, struktuře vegetace a její hustotě, pozici mateřské rostliny v krajině či na tom, zda v době, kdy byla semena uvolňována, přšelo - BURROWS 1975).

Domnívám se, že v nižších nadmořských výškách bude smrk, i pokud se stačil uchytit již v počátcích sukcese, přerůstán listnatými druhy dřevin, jejichž schopnost asimilace je efektivnější a růst tak rychlejší. V nižších nadmořských výškách jsou také zdroje diaspor listnatých dřevin častější než ve vyšší nadmořské výšce.

V práci ŠPRINGARA (1995) je možné najít konstatování, že semenáčky druhu *Picea abies* jsou v jeho snímcích poměrně časté, ale vyznačují se nepatrnou nebo jen malou pokryvností. V roce 1994 našel ŠPRINGAR (1995) semenáčky smrku na 40 snímkovaných plochách s maximální pokryvností hodnocenou stupněm 5 (bez dělení stupně 2), tj. 25% až 50%. Většinou se však pokryvnost smrku v jeho snímcích pohybovala okolo 0,1% až 1%.

V mém souboru dat byl druh *Picea abies* zaznamenán již na celkem 63 stanovištích, z čehož na 5 snímkovaných lokalitách již bylo možné tento druh pro jeho vzrůst zařadit do patra keřového (E<sub>2</sub>), tj. mezi mladé stromky s výškou do 3 m (keřové patro bylo zaznamenáno celkem v 18 snímcích - v roce 1994 není patro E<sub>2</sub> uváděno ani na jedné z 68 snímkovaných lokalit).

Na relativně sušších a slunných místech mohou být těmito druhy (spolu se smrkem) *Pinus silvestris* a v nižších nadmořských výškách (v oblasti okolo Lipna) místy také *Quercus robur*, pokud se v této oblasti, která již leží mimo NPŠ, pracovníci státního podniku Lesy ČR nerozhodnou urychlit návrat lesa tím, že na tyto lokality vysadí smrkové či borové kultury.

Podél toků dojde nejspíše k uchycení druhů *Populus tremula* a *Alnus incana*, jejichž již poměrně vzrostlé porosty jsem mohl při snímkování pozorovat (*Alnus incana* vytváří na stanovištích okolo drobných toků, které průsek křížuje, husté, téměř neprostupné porosty, jež jsou většinou zcela bez bylinného podrostu).

I přes vysokou variabilitu a nízkou předvídatelnost v procesu sukcese by mohl být spontánní nárůst dřevin úspěšně využíván pro obnovu člověkem narušených lokalit zejména v neextrémních podmínkách prostředí (PRACH 1994).

Na stanovištích se stejným stupněm vlhkosti, avšak s organickým substrátem směřuje sukcese na některých lokalitách velmi pomalu k obnově rašeliniště. Zbudováním průseku však došlo většinou k vysušení stanoviště a právě hlavním předpokladem regenerace rašelinišť je udržení vysoké hladiny podzemní vody (BASTL 1994). Vlivem vysušení stanoviště dochází nejspíše na mnoha lokalitách, kde byl substrát označen hodnotou 2 (tj. stále jako substrát organický), k částečné či úplné mineralizaci organického substrátu, což se projevuje odklonem sukcesního vývoje, který by měl za normálních okolností směřovat právě k obnově rašeliniště.

Tato stanoviště jsou kolonizována vlhkomilnými druhy *Juncus effusus* a *Juncus filiformis*, dále také druhem *Agrostis tenuis*. Šíří se sem rovněž *Deschampsia*

*caespitosa* (jako indikátor podzemní vody) a *Calamagrostis villosa*. Z dřevin tato stanoviště obsazují zejména *Picea abies* a z okolních rašelinišť sem proniká také *Pinus silvestris*. Jediným druhem, který upomíná na existenci rašelinného substrátu, je *Vaccinium uliginosum* (snímek č. 24).

Pouze výjimečně byly na těchto stanovištích zachovány podmínky, které mohou vést k obnově rašeliniště s porosty asociace *Pino rotundatae-Sphagnetum* KÄSTNER et FLÖSS. 1933 corr. NEUHÄUSL 1969. Myslím si, že tento vývoj lze s určitou pravděpodobností předpokládat pouze u stanoviště mladšího průseku, kde byl pořízen fytoocenologický snímek s číslem 4, které se nachází na území 1. zóny a je z jedné strany lemováno rašeliništěm s dominancí blatky. Avšak hojněji se v jeho okolí nacházejí rašelinné smrčiny a druh *Picea abies* již (na rozdíl od blatky) stanoviště průseku poměrně úspěšně kolonizuje. Na žádném stanovišti mladšího průseku s rašelinným substrátem (alespoň tedy na stanovištích, která jsem měl možnost sledovat) však sukcese zřejmě nepovede k vytvoření rašeliniště asociace *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* HUECK 1925, které je charakteristické pro velmi podmáčená stanoviště. Tuto asociaci lze nalézt na lokalitách staršího hraničního průseku (snímek č. 3, kde v podrostu dominují pro rašeliniště typické mechy rodu *Sphagnum* a *Polytrichum commune*. Ze semenných rostlin jsou to především *Eriophorum vaginatum* a *Vaccinium myrtillus*, které dobře snáší velmi nízký obsah pro rostliny využitelného dusíku (ELLENBERG 1988).

Na vlhkých stanovištích s minerálním substrátem, která nejsou obklopena souvislým lesním porostem, se sukcese s největší pravděpodobností (zejména na stanovištích se stupněm zalesnění 1) zastaví na lučních společenstvech se širokým spektrem nápadných travin (*Arrhenatherum elatius*, *Anthoxanthum odoratum*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata* atd. a s dalším nápadným druhem, jakým je *Cirsium palustre*. Pokud však na těchto stanovištích nepřevládne *Deschampsia caespitosa*, která se, na rozdíl od dalšího konkurenčně poměrně silného druhu (třtiny chloupkaté), prosazuje zejména právě na stanovištích s nižším stupněm zalesnění.

Na některých stanovištích s nízkým stupněm zalesnění (stupeň zalesnění 2) se však také hojně nacházejí různé druhy semenáčků dřevin (*Betula pubescens*, *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia* a *Populus tremula*), které využívají nabídnuté příležitosti snadnějšího uchycení na stále ještě relativně volných stanovištích průseku, neboť do zapojených travních porostů



mimo průsek nemají šanci proniknout, a proto je možné, že sukcese na některých z těchto stanovišť nepovede k obnově lučních společenstev, ale naopak tyto lokality obsadí dřeviny spolu s lesními druhy. Tento vývoj je patrný na některých stanovištích staršího hraničního průseku, kde již jsou dřevinami zcela obsazeny okraje průseku. Ale také mladší hraniční průsek je často provázen pásem již poměrně vzrostlých dřevin, a proto se za několik desítek let může stát, že jedinou patrnou stopou po průseku bude pouze pás dřevin v terénu.

Na sušších a slunných stanovištích se pravděpodobně prosadí díky absenci vysokých, konkurenčně schopných druhů trav, které se těmito stanovištím asi raději vyhnou, např. *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata*, *Thymus serpyllum*, různé druhy rodu *Trifolium* a dále nižší zástupci trav (např. *Agrostis tenuis* a *Nardus stricta*).

Na těchto stanovištích pravděpodobně nelze předpokládat výraznější prořazení dřevin, které je možné na vlhkých stanovištích se stejným stupněm zalesnění (viz výše), neboť nízká vlhkost značně zpomaluje uchycení dřevin (PRACH 1994) a navíc stanoviště, která byla označena jako stanoviště suchá, se velmi často vyznačují zároveň písčito-kamenitým či kamenitým substrátem, což ještě více znesnadňuje úspěšné přežití na těchto lokalitách se objevivších dřevin. Pokud by byl v okolí takovýchto stanovišť přítomen zdroj semen např. druhu *Pinus silvestris*, je asi možné, že tento druh zde bude schopen prosperovat.

Právě relativně sušší místa ve vyšších nadmořských výškách, s kamenitým substrátem patří mezi stanoviště, kde je sukcese teprve v počáteční fázi.

Rovněž ŠPRINGAR (1995) se ve své práci zmiňuje, že mezi nejméně druhově bohaté lokality s malou pokryvností patří plochy sušších stanovišť s největší nadmořskou výškou, mělkou a kyselejší půdou se zvýšenou kamenitostí. Domnívám se, že na těchto lokalitách kromě nepříznivých podmínek (tj. relativně nižší vlhkost, vysoká nadmořská výška a nepříliš úživný substrát) hraje svou roli rovněž přetrvávající míra kontaminace půdy, nebo mohlo také dojít k nějakému následnému narušení stanoviště (tato stanoviště bývají často využívána lesní technikou pro manipulaci s vytěženým dřevem; např. v roce 1999 jsem pozoroval využití průseku ke skladování velkého množství kmenů na stanovištích, na nichž jsem rok předtím prováděl snímkování porostu; také např. vegetační pokryv na stanovišti č. 4 na starším hraničním průseku byl i přesto, že se jedná o lokalitu na území 1. zóny, zcela zničen pásovou technikou při řešení kůrovcové kalamity).

Na druhé straně je však již možné říci, že na některých místech (na místech s nižší nadmořskou výškou, která se zároveň vyznačují nízkým stupněm zalesnění, což je podmíněno činností člověka) sukcese již dospěla poměrně daleko a již dnes je možné na stanovištích tohoto průseku nalézt lokality, na nichž se nacházejí sukcesně dosti pokročilá společenstva se 100% pokryvností bylinného patra a s druhovou diverzitou až 44 druhů na 10 m<sup>2</sup> (viz snímek 68).

Průměrná pokryvnost bylinného patra na všech 68 snímkových lokalitách mladšího hraničního průseku se pohybuje okolo 75% (průměrná hodnota pokryvnosti se u ŠPRINGARA (1995) blíží 70% - tento číselný údaj jsem získal převodem Braun-Blanquetovy stupnice abundance a dominance bez dělení stupně 2 na procenta; nebylo možné testovat, zda se oba soubory dat od sebe svou průměrnou pokryvností průkazně odlišují, neboť obě hodnoty průměrné pokryvnosti pocházejí z jiného zdroje).

Na stanovištích v nižší nadmořské výšce jsou již v některých případech vyvinuta horní vegetační patra (např. 60% pokryvnost keřového patra v případě snímku 58).

Sukcese na stanovištích s nižší nadmořskou výškou je však zároveň na mnoha místech podstatně ovlivněna lidskou činností, neboť průsek zde protíná zastavěná území obcí (např. snímek 38) či pozemky ZPF (opuštěná pole - snímek 34; bývalé či stávající pastviny - např. snímek 61 a 63).

Na rychlost sukcese, která je reprezentována především celkovou pokryvností, má vliv zejména nadmořská výška (tento vliv je samozřejmě nepřímý; nadmořská výška spoluurčuje mnoho faktorů prostředí, zejména vlhkost a teplotu), vlhkost (příliš nízká vlhkost velmi účinně brání návratu lesa; na stanovištích, jež jsou v letních měsících vystavena intenzivnímu slunečnímu svitu, je téměř zastaven růst semenáčků smrku, což je navíc umocněno na stanovištích, která se nacházejí na svazích, také půdní erozí) a substrát (na písčito-kamenitých a písčitých půdách a rovněž rašelinných substrátech probíhá sukcese pomaleji).

Pro směr sukcese je zřejmě rozhodující především vlhkost (vlhkomilná vegetace versus vegetace nevyžadující příliš velkou vlhkost), stupeň zalesnění (lesní versus nelesní vegetace), který je na Šumavě závislý na nadmořské výšce, a také substrát (rašeliništní vegetace versus vegetace rostoucí na minerálním substrátu).

Na kvalitativní a kvantitativní znaky vegetace mají také významný vliv další faktory, které nebyly při zpracování zohledněny. Za nejdůležitější považuji přetrvávající míru kontaminace půdy (ta byla sledována celostátně v rámci projektů AOPK ČR (SCHKO

TŘEBOŇSKO: "Železná opona - nedávná historie okolí Hajnice)), neboť i na stanovištích se stejnými podmínkami prostředí (na bezprostředně sousedících stanovištích), lze spatřit porosty, jejichž druhové složení a především rychlost sukcese se od sebe značně liší (lokalita se 100% pokryvností bylinného patra náhle přechází na lokalitu, která je téměř či zcela bez bylinného patra). Dalším vlivem hrajícím roli při sukcesi je, zda průsek prochází 1. či 2. zónou NP (v 1. zónách jsou porosty méně narušovány lidskou činností, a proto jejich regenerace je zde mnohem rychlejší a také charakter porostu je mnohem přirozenější, neboť zdrojem rozmnožovacích částic jsou okolní, relativně přirozené porosty). Podstatný vliv na složení vegetace (na směr a rychlost sukcese) má také na některých místech stále lidská činnost, poněvadž bývalé hraniční průseky jsou často využívány např. ke svážení dřeva z okolních lesů, nebo jsou užívány k budování sítě cest. Evidentně narušené lokality samozřejmě snímkovány nebyly.

Bývalé lokality hraničního průseku, které byly ponechány spontánnímu vývoji, již dnes vykazují mnohem přirozenější charakter, než by tomu bylo za předpokladu, že by tato stanoviště byla obnovována uměle. Domnívám se, že pokud by zde bylo přikročeno k umělé obnově těchto stanovišť, jistě by se zde projevil tradiční přístup mnoha našich "odborníků" z oblasti lesnictví a zemědělství.

Lokality bývalých ženižně-technických zátarasů poskytují pestrou škálu stanovištních poměrů a slouží jako refugia pro některé rostlinné druhy, neboť jejich obnažené a narušené půdy v současné době stále skýtají možnost uchytit se i pro rostlinné druhy, které špatně snášejí konkurenci v zapojenějším travním porostu - např. *Pinguicula vulgaris*, *Lycopodium clavatum*, *Pedicularis silvatica*, *Pedicularis palustris*, *Lycopodiella inundata* a druhy rodu *Diphasiastrum* (SCHKOŠ 1997). První tři zmíněné druhy byly na lokalitách bývalých hraničních zátarasů zaznamenány.

Domnívám se, že tato stanoviště poskytují rovněž možnost pro některé světlomilné druhy (např. z čeledi *Orchideaceae*: *Epipactis helleborine* a *Dactylorhiza fuchsii*).

Obecně lze říci, že spontánní sukcese je v tomto případě nejlevnějším a nejjednodušším prostředkem obnovy přirozenějšího charakteru stanovišť bývalých hraničních průseků. Pouze na několika místech opuštěných stanovišť bývalých ženižně-technických zátarasů by byl vhodný zásah člověka s využitím řízené sukcese (např. na stanovištích, kde dochází k uchycení ruderalních druhů, či na svazích, kde by bylo vhodné provést zpevnění substrátu).

## 6. Závěr

1. Na stanovištích bývalých hraničních zátarasů lze pozorovat několik směrů sukcese:
  - 1.1 Sukcese na minerálním substrátu se stupněm zalesnění 3 a 4 směřuje ve většině případech k obnově lesního společenstva.
  - 1.2 Sukcese na minerálním substrátu se stupněm zalesnění 2 směřuje na mnoha místech k obnově lučních společenstev, některá stanoviště jsou však hojně kolonizována dřevinami.
  - 1.3 Sukcese na minerálním substrátu se stupněm zalesnění 1 vede k obnově lučních společenstev.
  - 1.4 Sukcese na organickém substrátu směřuje na několika stanovištích k pomalé regeneraci rašeliniště, na dalších stanovištích dochází vlivem částečné či úplné mineralizace k odklonu sukcesního vývoje.
2. Pro směr sukcese jsou (kromě substrátu a stupně zalesnění) rozhodující vlhkostní poměry na stanovišti; na suchých a na zamokřených stanovištích je sukcesní vývoj brzděn (zejména sukcese dřevin).
3. Rychlost sukcese, jež je závislá především na nadmořské výšce, vlhkosti a substrátu je na jednotlivých stanovištích často velmi rozdílná, neboť průsek protíná lokality, které se vyznačují rozdílnými podmínkami prostředí.
4. Na některých stanovištích je směr a rychlost sukcese ovlivňována také dalšími faktory (např. stávající lidská činnost, kontaminace půdy a zóna NP).
5. Sukcese na mnoha místech (zejména na vlhkostně příznivých stanovištích v nižší nadmořské výšce) již dospěla dosti daleko a došlo k úspěšné regeneraci narušených lokalit, které se přirozeně začlenily do okolní krajiny.

6. Srovnáním souboru dat ŠPRINGARA (1995) s daty, která jsem na těchto stanovištích získal v roce 1998, lze jednoznačně vyvodit to, že na mnoha stanovištích došlo k vytvoření sukcesně pokročilejších společenstev se 100 % pokryvností bylinného patra (průměrná pokryvnost se pohybuje okolo 75%) a na některých stanovištích se již začínají výrazně prosazovat dřeviny.
7. Spontánní sukcese je v případě obnovy stanovišť bývalých hraničních zátarasů nejvhodnějším a nejlevnějším prostředkem k docílení přirozenějšího charakteru daných lokalit.

Stanovištím bývalých hraničních průseků by samozřejmě měla být věnována pozornost i do budoucna (nejen v rámci území NP a CHKO Šumava).

### Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem lidem dobré vůle, kteří mi s touto prací jakkoli (byť sebeméně) pomohli.

Seznam použité literatury:

- BASTL, M. (1994): Sukcese vegetace na rašeliníštích narušených těžbou. Bakalářská práce, České Budějovice
- BURROWS, C. J. (1975): Wind-borne seed and fruit movement. *New Phytol.*, 75: 405 - 418 (*non vidi*)
- BURROWS, C. J. (1990): Processes of vegetation change. Unwin Hyman, London
- CONNEL, J. H. a SLATYER, R. O. (1977): Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* 111: 1119 - 1144
- DE STEVEN, D. (1991): Experiments on mechanisms of tree establishment in old-field succession (*non vidi*)
- DOSTÁL, J. (1958): Klíč k úplné květeně ČSR. ČSAV, Praha
- ELLENBERG, H. (1988): Vegetation ecology of Central Europe. Cambridge Univ. Press. Cambridge
- FINEGAN, B. (1984): Forest succession. *Nature* 312: 109 - 114 (*non vidi*)
- GLEESON, S. K. a TILMAN, D. (1992): Allocation and the transient dynamics in poor soils.
- GLENN-LEWIN, D. C. et al. (1992): Plant succession. Theory and Prediction. Chapman and Hall, London
- GRIME, J. P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. J. Wiley, Chichester
- CHÁBERA, ST. a kol. (1987): Příroda na Šumavě. Jihočeské nakladatelství, České Budějovice
- CHRISTENSEN, N. L. a PEET, P. K. (1984): Convergence during secondary forest succession. (*non vidi*)
- HARPER, J. L. (1977): Population biology of plants. Academic Press, NY. (*non vidi*)
- LUKEN, J. O. (1990): Directing ecological succession. Chapman and Hall, London (*non vidi*)
- MIKYŠKA, R. (1968): Geobotanická mapa ČSSR. 1. České země. Academia, Praha
- MIKYŠKA, R. a kol. (1972): Geobotanická mapa ČSSR. 1. České země. Vegetace ČSSR A2, Praha
- MILES, J. (1979): Vegetation dynamics. Chapman and Hall, London (*non vidi*)

- NEUHÄUSLOVÁ Z. a kol. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha
- OLSSON, G. (1987): Effects of dispersal mechanism on the initial pattern of old-field succession. (*non vidi*)
- PEET, R. K. (1992): Community structure and ecosystem function. In: Glenn-Lewin et al. (eds.): Plant succession, 103 - 151. Chapman and Hall, London
- PRACH, K. (1985): Sukcese - jeden z ústředních pojmů ekologie. Biologické listy, Praha, 50: 205 - 207
- PRACH, K. (1994): Succession of woody species in derelict sites in Central Europe. *Ecological Engineering* 3 (1994), 49 - 56
- PRACH, K. (1996): Úvod do vegetační ekologie. VŠB - Technická univerzita, Ostrava
- PRACH, K. a PYŠEK, P. (1994): Spontaneous establishment of woody plants in Central European derelict sites and their potential for reclamation. *Restoration Ecology* Vol. 2 No 3, 190 - 197
- PRACH, K. a PYŠEK, P. (1998): Dřeviny v sukcesi na antropogenních stanovištích. *Zprávy Čes. Bot. Společ.*, Praha, 33, Mater. 16: 59 - 66
- PRACH, K. a PYŠEK, P. (in press): Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: experience from central Europe. *Ecological Engineering*.
- PRACH, K., PYŠEK, P. a ŠMILAUER, P. (1993): On the rate of succession. *Oikos*, 66: 343 - 346
- QUITT, E. (1977): Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno
- SOFRON, JAR. (1981): Přirozené smrčiny západních a jihozápadních čech. Studie ČSAV. Academia, Praha
- SOFRON, JAR. (1990): Přirozená a polopřirozená společenstva Českého lesa. Studie ČSAV. Academia, Praha
- STEINBACH, G. (1990): Gräser. Mosaik Verlag, München
- ŠMILAUER, P. (1992): CANODRAW users guide ver. 3. 0. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- ŠPRINGAR, Z. (1995): Sukcese vegetace na lokalitách bývalých železnižně technických zátarasů. Bakalářská práce, České Budějovice
- TER BRAAK, C. J. F. (1990): CANOCO - a fortran program for Canonical correspondence analysis and redundancy analysis. version 3. 10. Microcomputer Power, Ithaca, NY.

VAN DER MAAREL, E. (1979): Transformation of cover - abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, The Hague, 39: 97 - 114

VAN ANDEL, J., BAKKER, J. a GROOTJANS, A. P. (1993): Mechanism of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Botanica Neerl.*, 42 (4): 413 - 433

VAN DER VALK, A. G. (1992): Establishment, colonization and persistence. In: Glenn-Lewin, D. C., Peet, R. K. a Veblen, T. T. (eds): *Plant succession. Theory and prediction*. Chapman and Hall, London



# Přílohy







Pořadové číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nadmořská výška (m)	1250	1200	1170	1160	1200	1240	1240	1200	1160	1110	1090	1060	1040
Vlhkost	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Stupeň zalesnění	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2
Substrát	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Celkový počet druhů	8	7	10	11	8	4	10	11	27	31	23	26	26
E3: počet druhů			1		1		1						
Pokryvnost patra E3 (%)			5		30		50						
Picea abies			5		30		50						
E2: počet druhů		1			1		1						
Pokryvnost patra E2 (%)		10			20		5						
Picea abies		10			20		5						
E1: počet druhů	6	5	6	9	5	3	8	8	26	30	21	23	21
Pokryvnost patra E1 (%)	75	80	80	90	100	90	50	70	100	100	100	75	70
Acer pseudoplatanus										0,02			
Acetosella vulgaris				0,1			0,02			0,1			
Achillea millefolium									1				
Aegopodium podagraria									10				
Agropyron repens									0,1				
Agrostis tenuis				20					5	10		30	5
Alchemilla monticola									5	1			
Alopecurus pratensis									1				
Angelica silvestris											1		

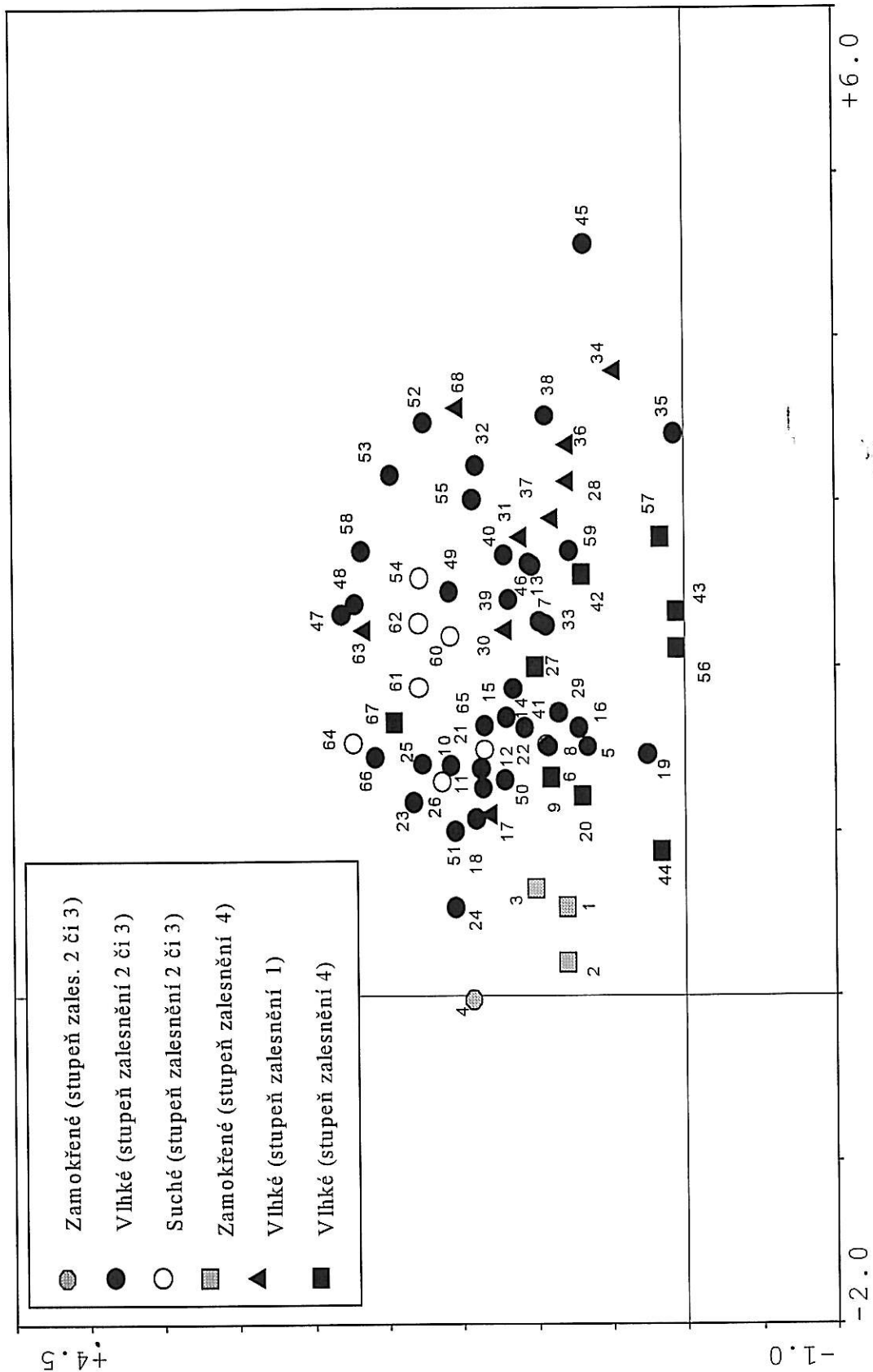
Pořadové číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Anthoxanthum odoratum</i>											30	5	0,1
<i>Arnica montana</i>													0,02
<i>Arrhenatherum elatius</i>									10			10	5
<i>Athyrium alpestre</i>	0,02	0,02											
<i>Athyrium filix-femina</i>							1						
<i>Avenella flexuosa</i>	1	5	1		20	0,1	1			1		0,1	
<i>Betula pendula</i>										5		1	5
<i>Betula pubescens</i>													
<i>Blechnum spicant</i>	0,02												
<i>Calamagrostis villosa</i>	20	20		1	60	90	30	5		1		0,1	1
<i>Caltha palustris</i>											1		
<i>Campanula patula</i>										0,1	0,1	0,1	
<i>Carex echinata</i>											1		
<i>Carex gracilis</i>											20		
<i>Carex leporina</i>							0,02						
<i>Carum carvi</i>									0,02				
<i>Chamaenerion angustifolium</i>										0,1			
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>									0,1	0,1			
<i>Cirsium palustre</i>									0,02	0,02	0,1	0,1	0,02
<i>Cirsium heterophyllum</i>										0,1			0,1
<i>Crepis paludosa</i>											5		
<i>Dactylis glomerata</i>									20	1		1	
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>											0,02		
<i>Deschampsia cespitosa</i>				30	20							10	1
<i>Equisetum palustre</i>											30		
<i>Equisetum silvaticum</i>											10		
<i>Eriophorum vaginatum</i>			70								1		
<i>Festuca pratensis</i>									0,1				

Pořadové číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Filipendula ulmaria</i>											1		
<i>Galium uliginosum</i>									0,1	10	10	0,1	
<i>Gnaphalium silvaticum</i>										0,1		0,1	0,1
<i>Heracleum sphondylium</i>									1				
<i>Hieracium lachenalii</i>								1		5		5	5
<i>Holcus mollis</i>											1	1	
<i>Hypericum maculatum</i>									1	5		0,1	0,02
<i>Juncus effusus</i>				10	0,02						1	1	
<i>Juncus filiformis</i>			1	5							1		
<i>Luzula multiflora</i>								0,1		0,1			
<i>Luzula silvatica</i>	50	60		5		1	1						20
<i>Lycopodium clavatum</i>													
<i>Melampyrum pratense</i>			0,1										
<i>Melandrium rubrum</i>							0,02			0,02			
<i>Nardus stricta</i>								50		0,1			5
<i>Oxalis acetosella</i>	5	1											
<i>Pedicularis silvatica</i>													0,1
<i>Picea abies</i>			0,02							1		0,1	0,1
<i>Plantago major</i>									0,1				
<i>Populus tremula</i>										5			
<i>Potentilla erecta</i>								1			5	1	10
<i>Ranunculus acer</i>									0,1	1			
<i>Ranunculus auricomus</i>											0,1		
<i>Ranunculus repens</i>									5	1			
<i>Rhinanthus minor</i>								10					
<i>Rumex crispus</i>									0,1				
<i>Salix caprea</i>										1	0,1	1	10
<i>Senecio nemorensis</i>				20							0,1		

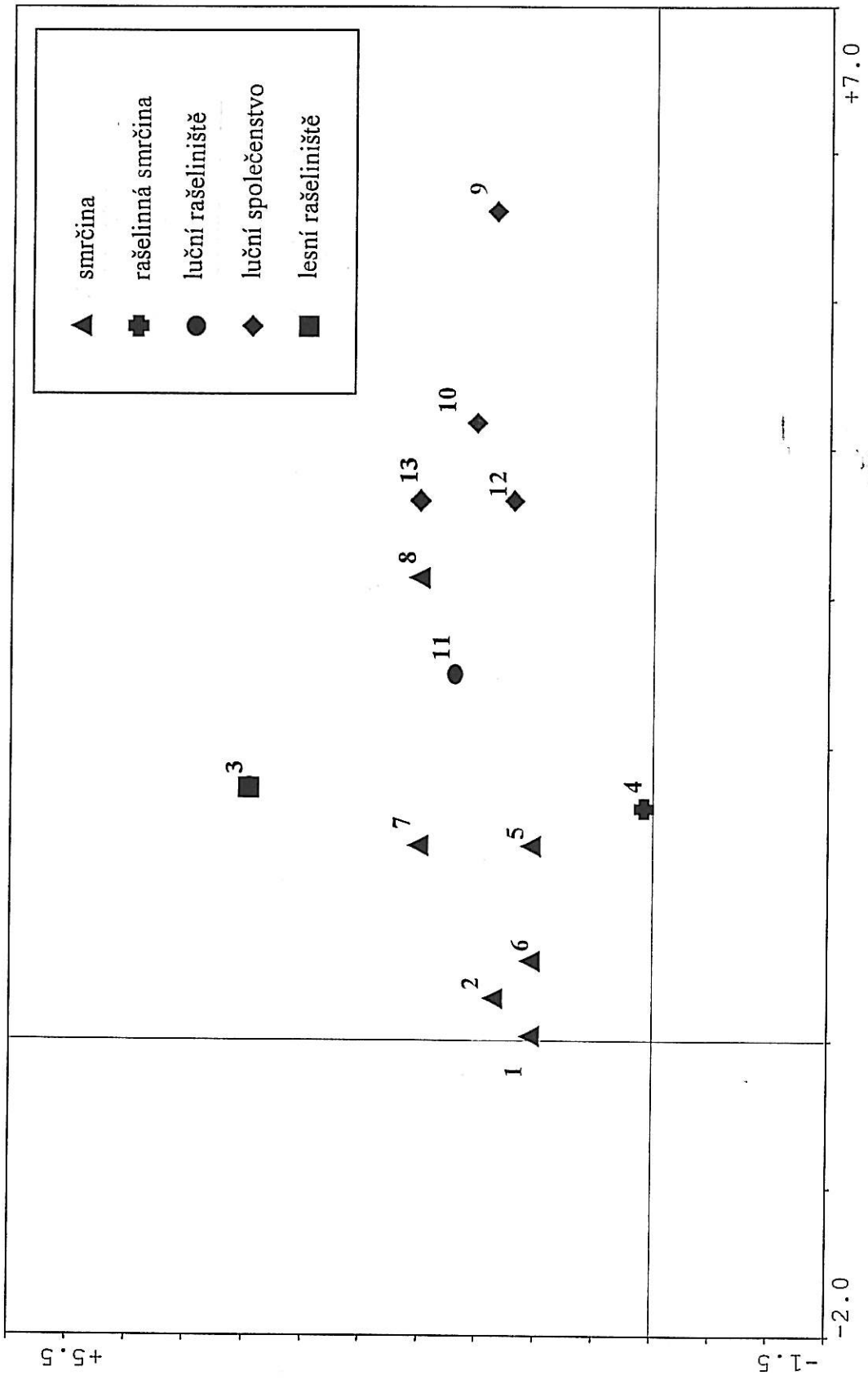
Pořadové číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Sorbus aucuparia</i>												0,02	0,1
<i>Stellaria graminea</i>									0,1				
<i>Taraxacum officinale</i>									1	5			
<i>Trifolium repens</i>									40	20		5	
<i>Vaccinium myrtillus</i>			10				20	5		5			5
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>								0,1					
<i>Veronica chamaedrys</i>									0,1				
<i>Veronica officinalis</i>										5			0,1
<i>Vicia cracca</i>									0,1	0,02		0,1	
<i>Viola palustris</i>				5	10						5	5	
<i>Viola canina</i>									0,02				
E0: počet druhů	2	1	4	2	2	1	1	3	1	1	2	3	5
Pokryvnost patra E0 (%)	5	0,02	60	30	5	0,02	0,02	30	1	10	30	20	70
<i>Atrichum undulatum</i>								5					
<i>Aulacomnium palustre</i>			1										
<i>Brachythecium rutabulum</i>									1				
<i>Brachythecium sp.</i>							0,02						
<i>Ceratodon purpureus</i>								0,1				1	20
<i>Gymnocolea inflata</i>													1
<i>Pohlia nutans</i>								25		10		20	50
<i>Polytrichum commune</i>			30	30								5	5
<i>Polytrichum formosum</i>	5	0,02			5	0,02							
<i>Sphagnum girgensohnii</i>											5		
<i>Sphagnum recurvum</i>	0,1		40	5	1						30		1
<i>Sphagnum squarrosum</i>			5										

Příloha 2: Tabulka s fytocenologickými snímky staršího hraničního průseku (údaje o pokryvnosti jednotlivých druhů jsou v procentech)

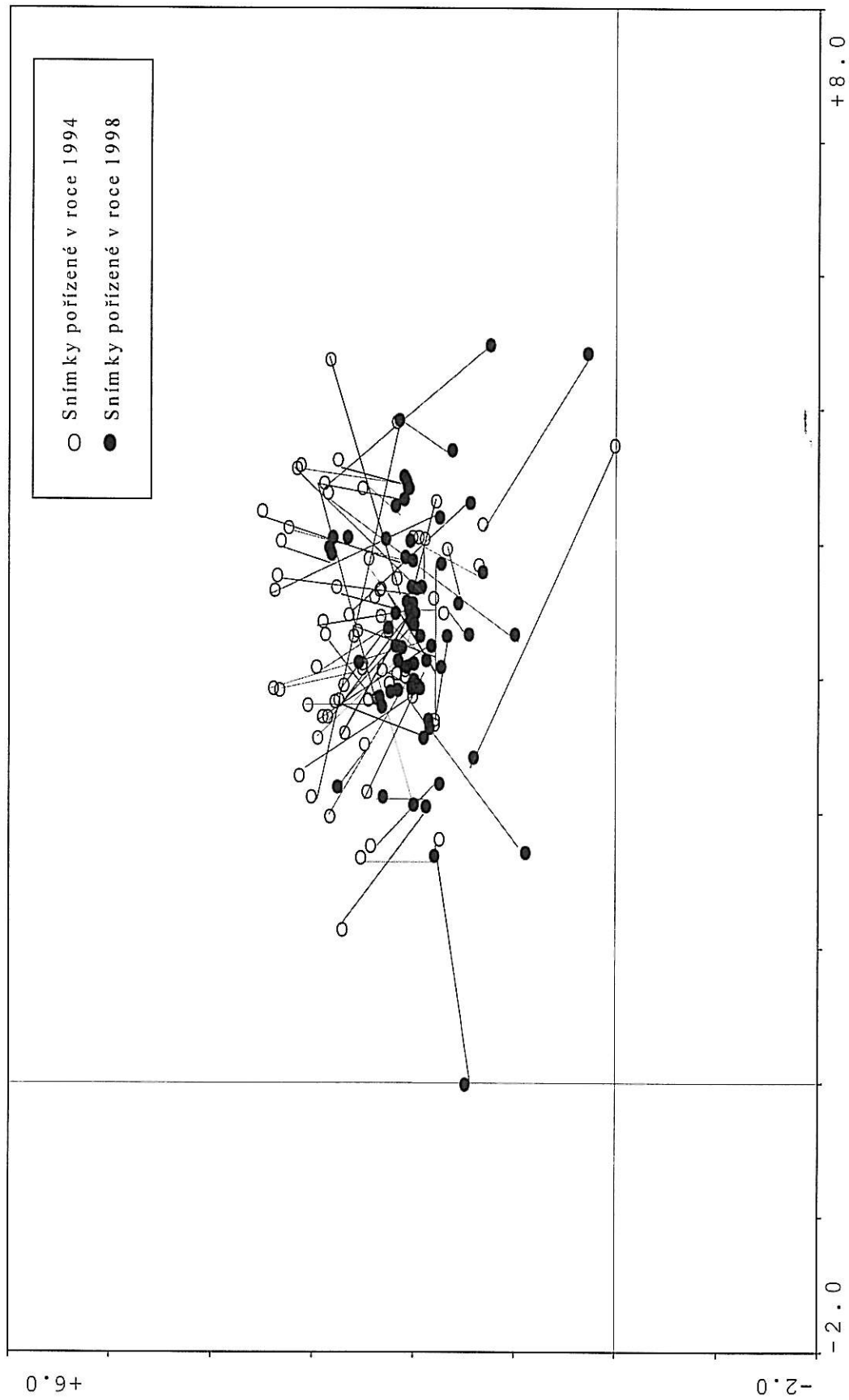




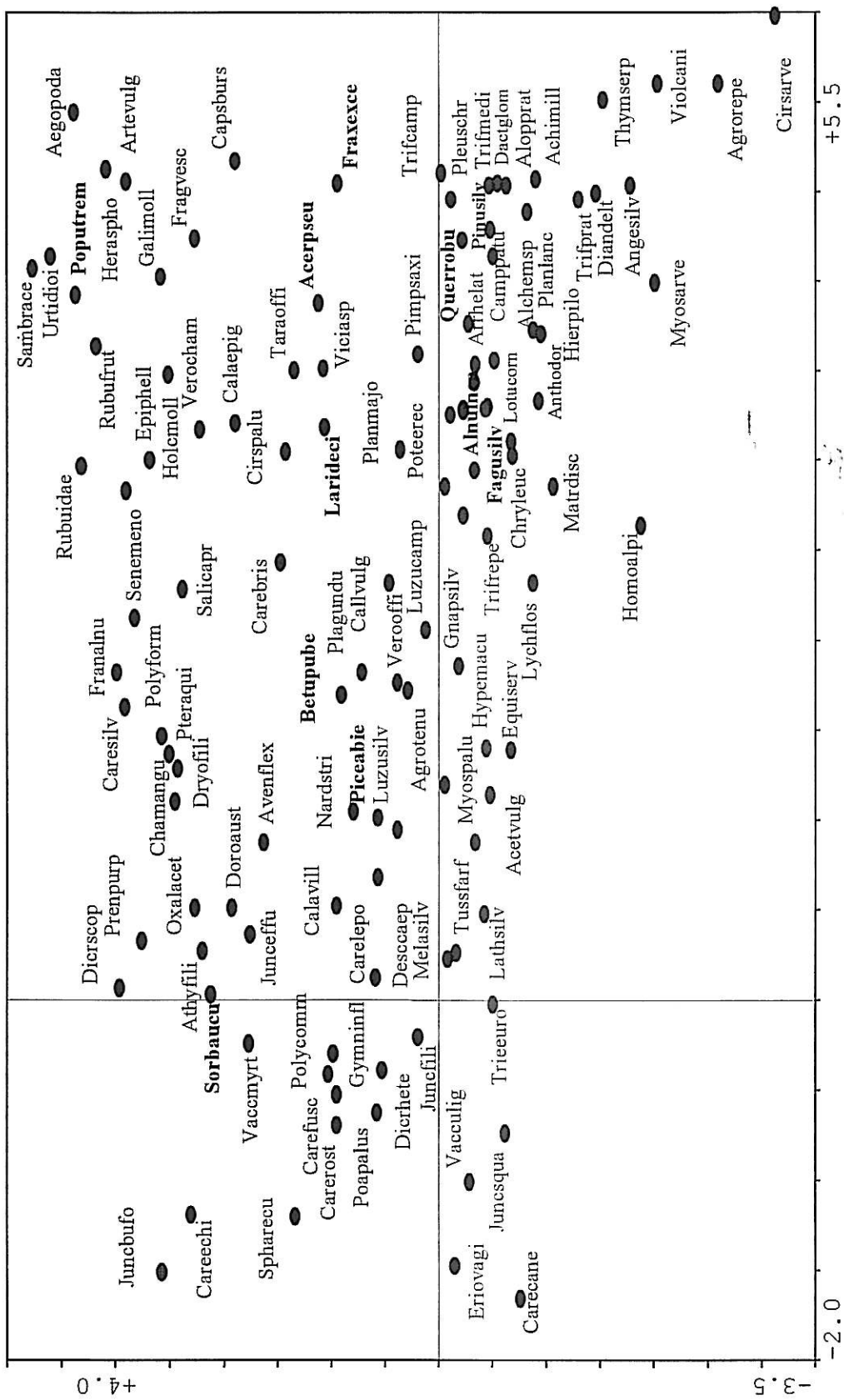
Graf 1: Nepřímá gradientová analýza (DCA) - všechny snímky mladšího hraničního průseku



Graf 2: Nepřímá gradientová analýza (DCA) - všechny snímky staršího hraničního průseku zobrazené v ordinačním prostoru



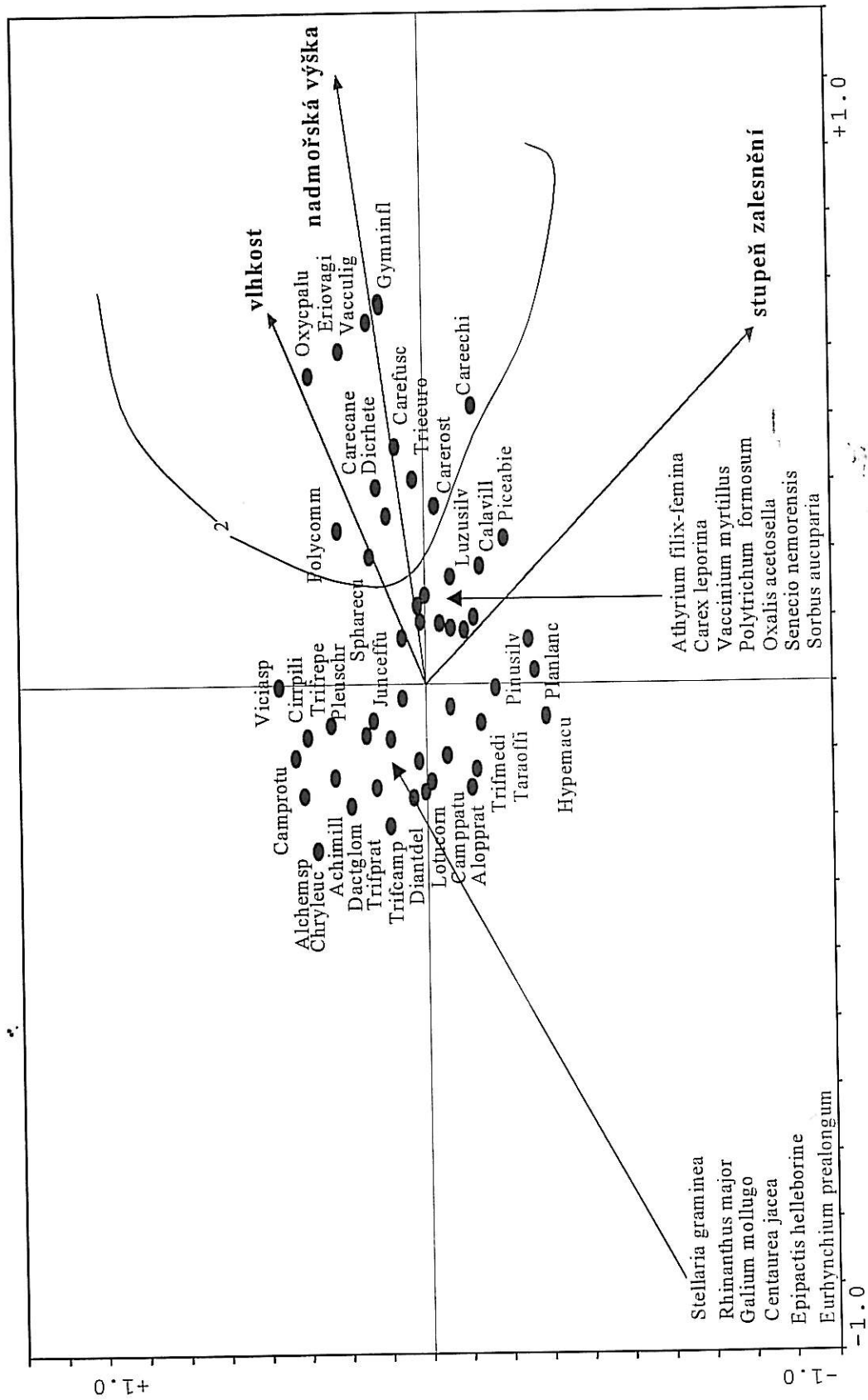
Graf 3: Neprímá gradientová analýza (DCA) - snímky mladšího hraničního průseku pořízené na stejných stanovištích v roce 1994 a 1998 (stejně snímky jsou spojeny čarou)



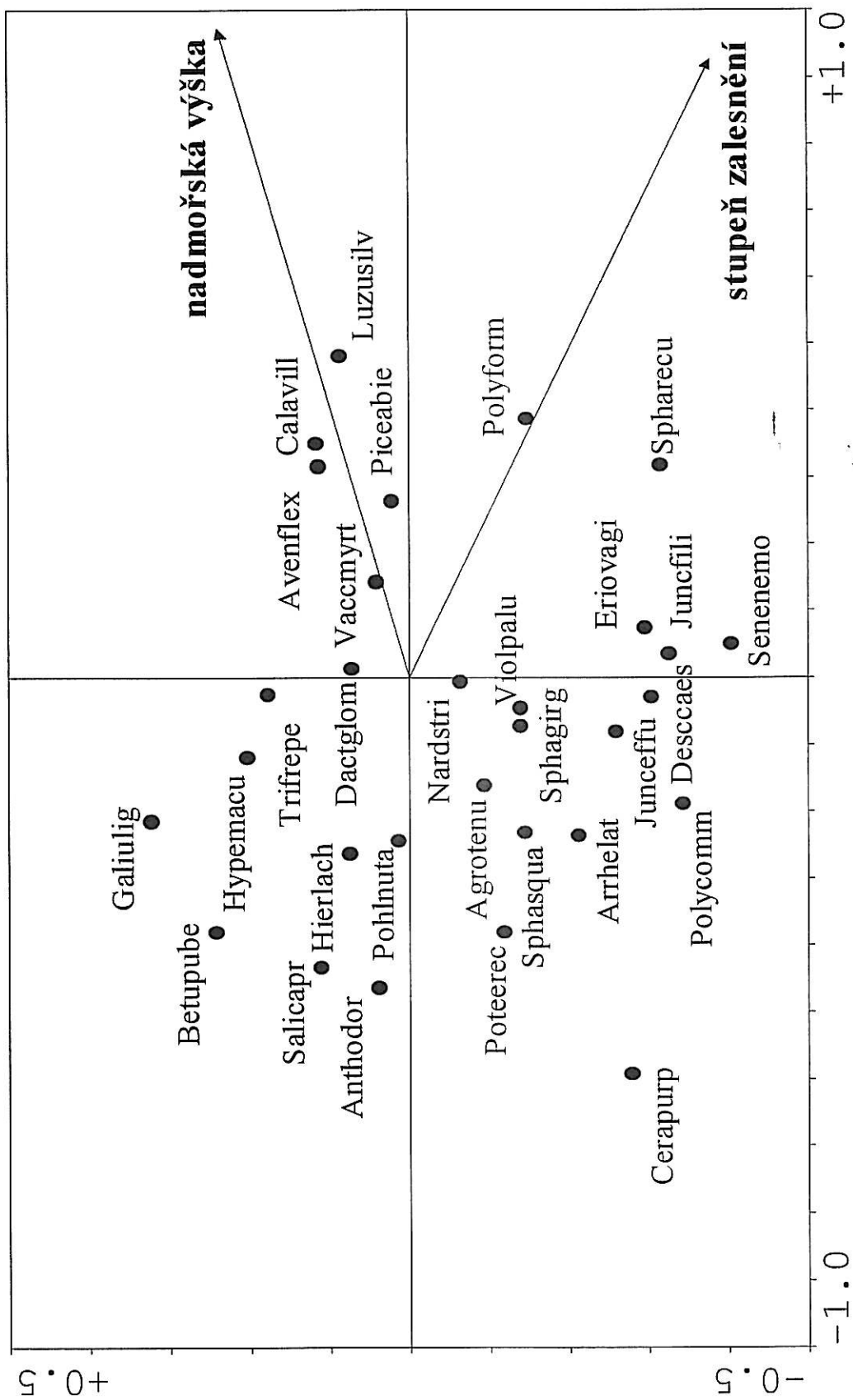
Graf 4: Nepřímá gradientová analýza (DCA) - druhy mladšího hraničního průseku



Graf 5: Nepřímá gradientová analýza (DCA) - druhy staršího hraničního průseku



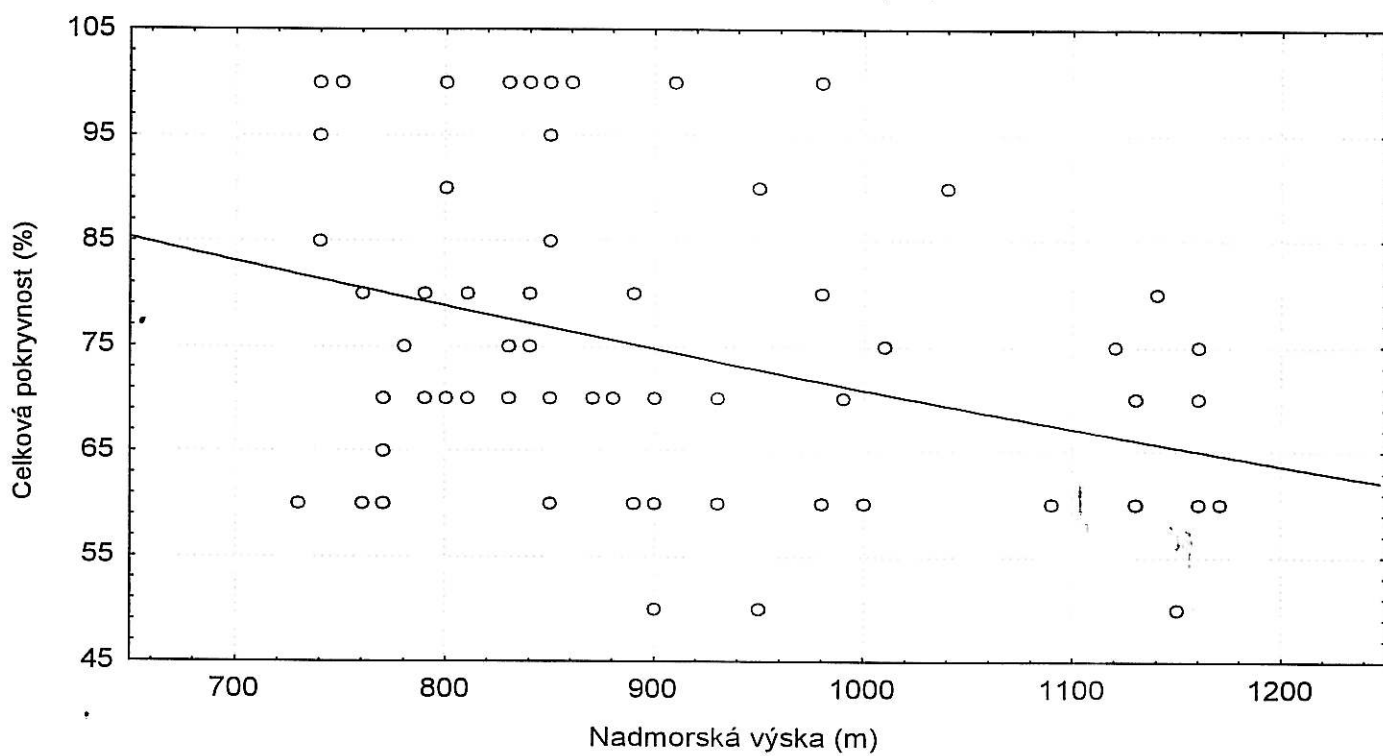
Graf 6: nepřímá gradientová analýza (DCA) - snímky mladšího hraničního průseku spolu s faktory prostředí



Graf 7: Přímá gradientová analýza (CCA) - druhy staršího hraničního průseku spolu se 2 průkaznými faktory

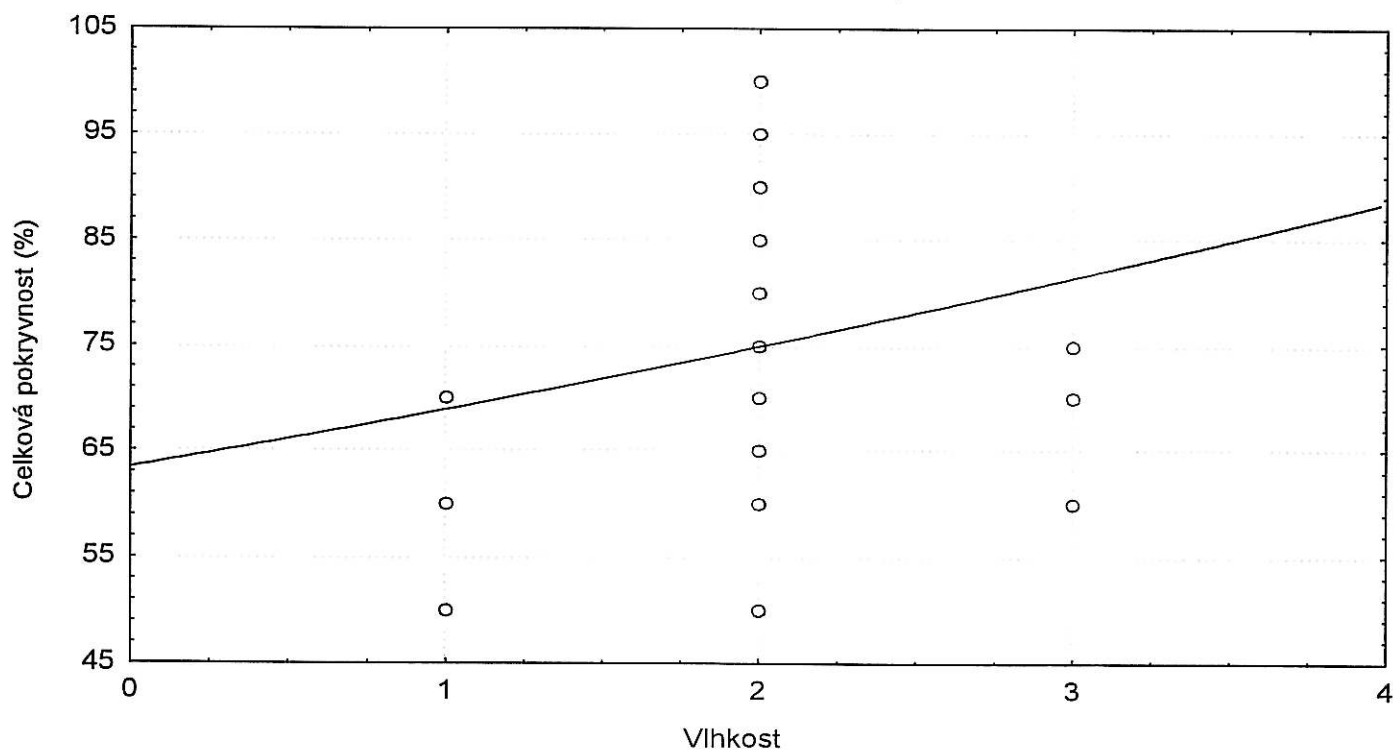
Graf závislosti celkové pokrývnosti na nadmorské výšce

$$y=120,509 \cdot \exp(-5,314e-4 \cdot x) + \text{eps}$$



Graf závislosti celkové pokrývnosti na vlhkosti

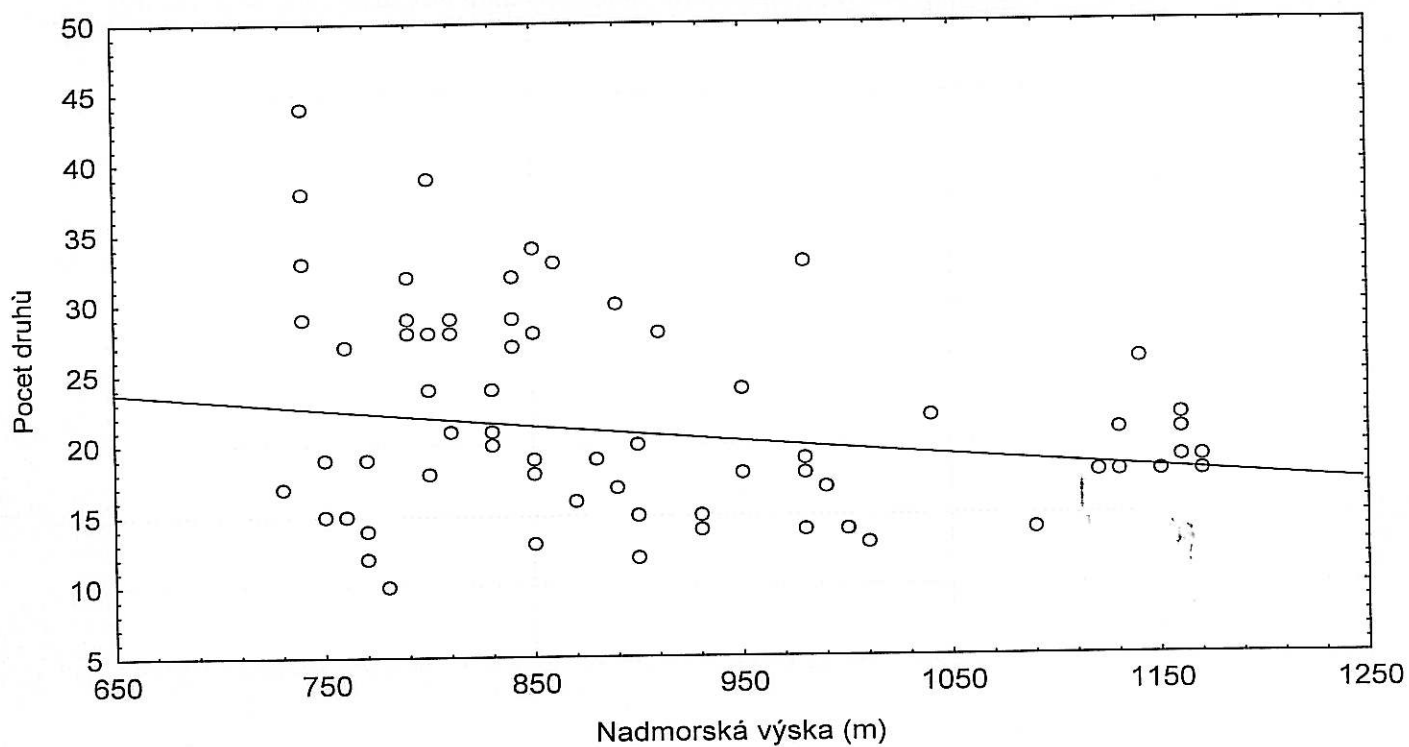
$$y=63,409 \cdot \exp(0,083 \cdot x) + \text{eps}$$





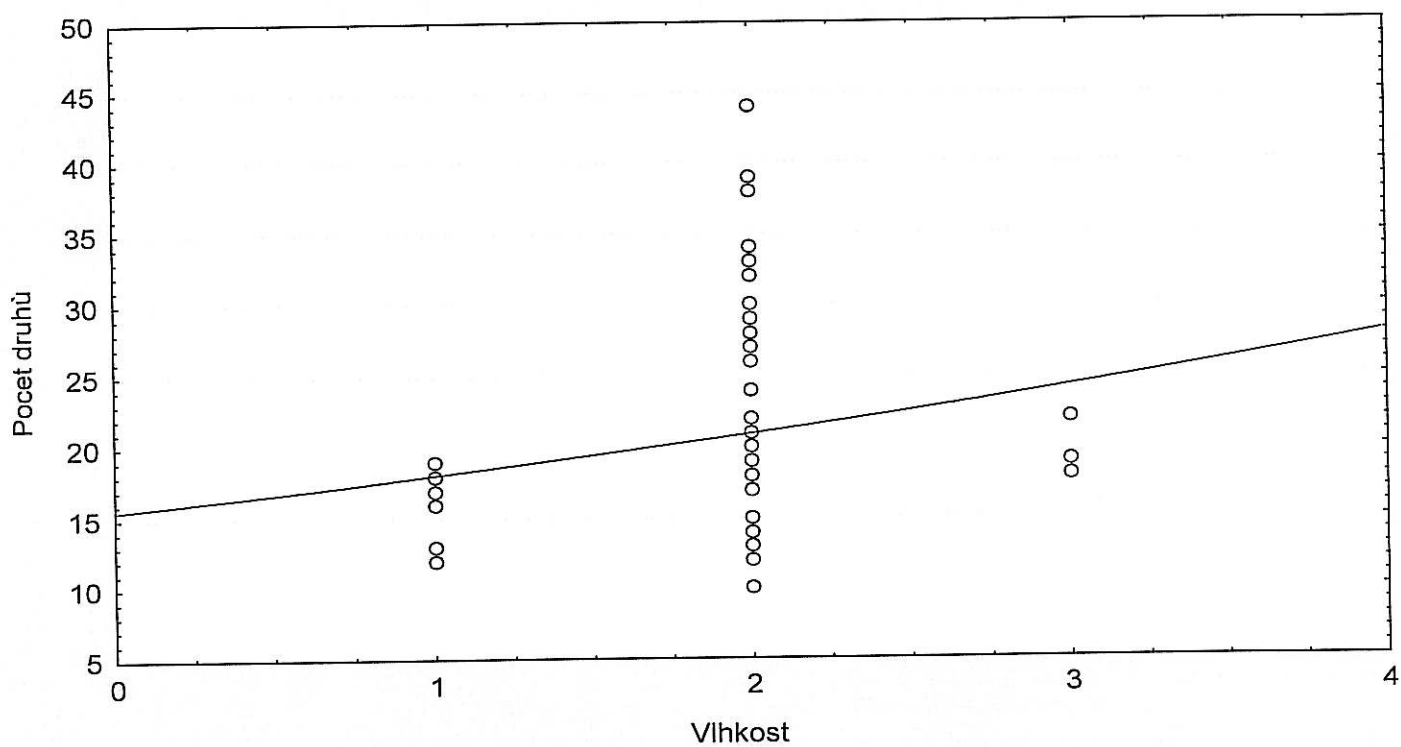
Graf závislosti počtu druhů na nadmořské výšce

$$y=33,515*\exp(-5,302e-4*x)+eps$$



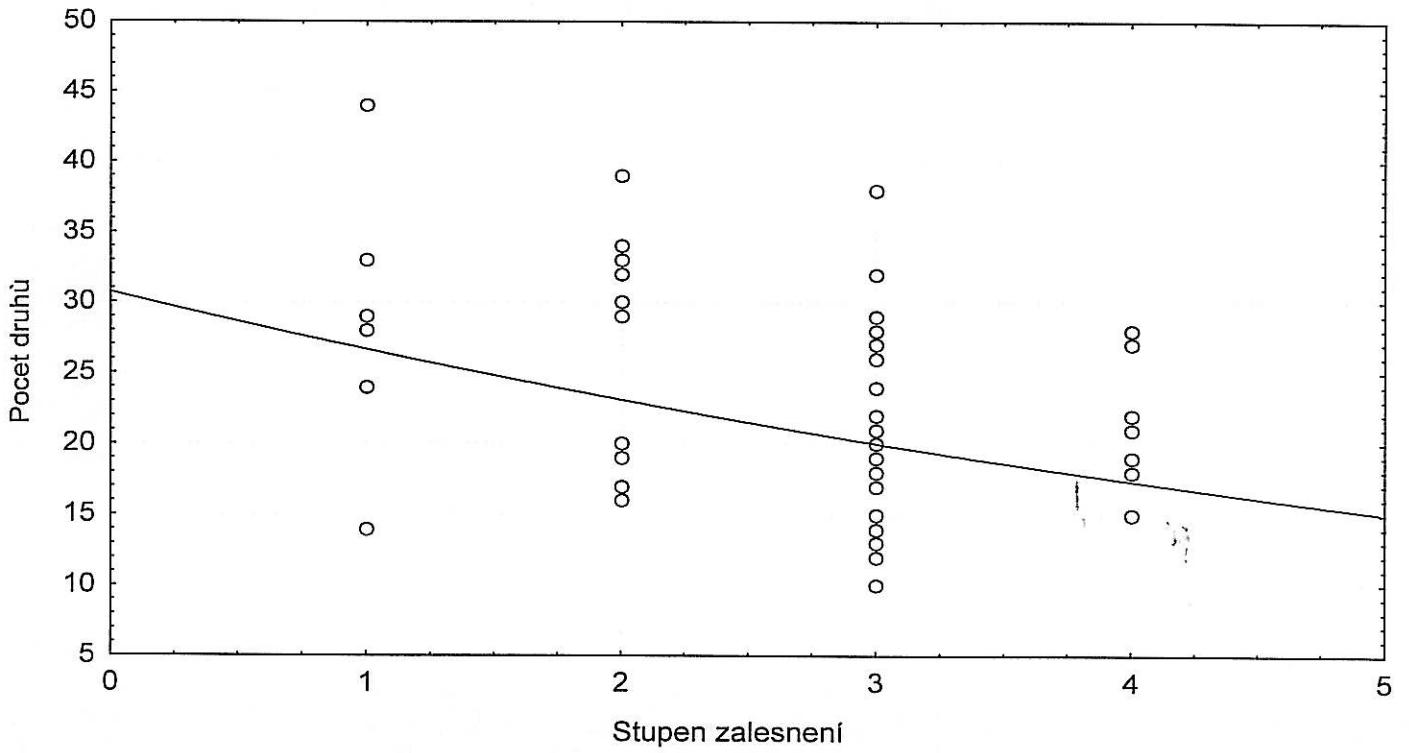
Graf závislosti počtu druhů na vlhkosti

$$y=15,597*\exp(0,147*x)+eps$$



Graf závislosti počtu druhů na stupni zalesnění

$$y=30,729*\exp(-0,143*x)+\text{eps}$$



Graf závislosti počtu druhů na substrátu

$$y=26,206*\exp(-0,213*x)+\text{eps}$$

