

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Název tématu: Vyhodnocení přirozeného zmlazení smrku ztepilého (*Picea abies* L.) na gradientu prostředí pískovcového skalního města (NP České Švýcarsko)

Název tématu v anglickém jazyce: Evaluation of the Norway spruce natural regeneration on the gradient of site conditions in České Švýcarsko National park

**Vedoucí práce:** Doc. Ing. Miroslav Svoboda Ph. D.

**Autor práce:** Jiří Tichý

2010



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Katedra: Pěstování lesů

Fakulta lesnická a dřevařská  
Akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Jiří Tichý  
obor: HSSL

Název tématu: Vyhodnocení přirozeného zmlazení smrku ztepilého (*Picea abies* L.) na  
gradientu prostředí pískovcového skalního města (NP České Švýcarsko)

Název tématu v anglickém jazyce: Variability of the Norway spruce natural regeneration on  
the gradient of site conditions in České Švýcarsko National Park

### Zásady pro vypracování:

Na výzkumných plochách bude provedeno hodnocení přirozeného zmlazení smrku ztepilého. Sebraná data budou statisticky zpracována. Na základě těchto analýz bude budou v práci vyhodnoceny poměry přirozeného zmlazení ve studijní oblasti. Bakalářská práce bude mít standardní strukturu:

- úvod
- literární rešerše na dané téma
- metodika
- výsledky
- diskuze
- závěr



Rozsah grafických prací: do 30 stran

Rozsah průvodní zprávy: do 40 stran

**Seznam odborné literatury:**

- Abraham V. (2006): Přirozená vegetace a její změny v důsledku kolonizace a lesnického hospodaření v Českém Švýcarsku. Diplomová práce. Dep.: UK. Praha
- Baier R., Meyer J., Göttelein A. (2007): Regeneration niches of Norway spruce (*Picea abies* L.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forest of the Bavarian Limestone Alps. Eur J Forest Res 126: 11-22
- Dai X. (1996): Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. Forest Ecology and Management 84: 187-197
- Glöckner P. (1995): Fyzickogeografické a geologické poměry okresu Děčín. ps Děčín. Děčín. Vydání 1. ISBN: 80-902071-0-3
- Herben T., Münzbergová Z. (2003): Zpracování geobotanických dat v příkladech – Část I. Data o druhovém složení. Praha.
- Chytrý M. et al. (2001): Katalog biotopů ČR. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Hofgaard A. (1993): Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. Journal of Vegetation Science 4: 601-608, 1993.
- Holgén P., Hanell B. (2000): Performance of planted and naturely regenerated seedlings in *Picea abies* – dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. Forest Ecology and Management 127: 129-138
- Leemans R. 1991: Canopy gaps and establishment patterns of spruce in two old-growth coniferous forests in central Sweden. Vegetatio 93: 157-165
- Müllerová Eva (2009): Růstová dynamika juvenilních stadií smrku (*Picea abies*) v údolních polohách NP České Švýcarsko (Growth dynamic of juvenile stages of *Picea abies* in ravines of the Bohemian Switzerland). DP ČZU, Fakulta životního prostředí, Praha.
- Nožička J. (1957): Přehled vývoje našich lesů (An overview of the development of our forests). SZN Praha.
- Thomas P., Packham J. (2007): Ecology of Woodlands and Forests: Description, Dynamics and Diversity. Cambridge University Press. Cambridge.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: RNDr. Věroslava Hadincová CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 1.11.2009

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.3.2010

Vedoucí katedry



Děkan

V Praze dne ..... 28.1.2010 .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Vyhodnocení přirozeného zmlazení smrku ztepilého (*Picea abies* L.) na gradientu prostředí pískovcového skalního města (NP České Švýcarsko)** vypracoval samostatně a použil jen pramenů a literatury, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Praze, dne

.....  
podpis

## **Poděkování**

Děkuji RNDr. Věroslavě Hadincové CSc. z Botanického ústav AV ČR za čas, ochotu, trpělivost, cenné rady a pomoc při statistickém zpracování dat.

Děkuji Botanickému ústavu AV ČR v Průhonicích za zapůjčení pomůcek a financování výzkumu.

Děkuji Doc. Ing. Miroslavu Svobodovi Ph.D. z FLD za to že se ujal vedení mé bakalářské práce.

Děkuji zaměstnancům Správy národního Parku České Švýcarsko za poskytnutí důležitých informací a vyřízení potřebných povolení.

Především děkuji své rodině a přítelkyni za podporu a trpělivost a Martince za asistenci při získávání dat.

Abstrakt

**Vyhodnocení přirozeného zmlazení smrku ztepilého( *Picea abies* L.) na gradientu prostředí písčkovcového skalního města (NP České Švýcarsko)**

Na mnoho místech Národního parku České Švýcarsko dominuje stanovištně nepůvodní smrk ztepilý, který je zde rozšířen na 60 % plochy. Je zastoupen především v jednoetážových monokulturách ve věku 61–100 let. Smrk velmi snadno a přirozeně zmlazuje a nejsou známe žádné lokality, kde by se projevila snížená fertilita smrku. Bohužel svým silným zmlazením negativně ovlivňuje regeneraci původních druhů. Proto se tato práce zabývala otázkami 1/ jak koreluje zmlazení smrku s abiotickými podmínkami 2/ jaká je hustota jeho náletů a 3/ jaké jsou vzájemné vztahy smrku a ostatních druhů. Výzkum byl proveden na lokalitě Černá louže. Zde byly vyznačeny plochy tak, aby pokrývaly celý gradient podmínek prostředí lokality, na kterých bylo provedeno fytoecologické snímkování, zaznamenány podmínky prostředí (orientace a pozice v rámci výškového gradientu) a zaznamenána hustota a velikost zmlazení. Vegetační data a data o podmínkách prostředí z těchto snímků byla statisticky zhodnocena pomocí mnohorozměrných regresních analýz (RDA, PCA) a jednofaktorové analýzy variance (ANOVA). Z výsledků je patrné, že smrk v bylinném patře silně zmlazuje na stanovištích v údolních polohách, zatímco smrk v keřovém patře preferuje převážně svah. Se zvyšující se hodnotou světla pokryvnost smrku v bylinném patře ubývá, naopak přibývá výskyt smrku v keřovém patře. Na plně osvětlených plochách, které se nacházejí na vrcholech skal, zmlazování smrku rapidně ubývá a na některých plochách dokonce úplně chybí. U celkového počtu jedinců a sumy výšek je statisticky průkazné, že jejich počet roste na neosluněných plochách. Tyto výsledky se dají použít při přeměnách porostů a to při pěstebních a výchovných zásazích.

Abstract

**Evaluation of the Norway spruce natural regeneration on the gradient of site conditions in České Švýcarsko National park**

On the more places national park České Švýcarsko dominantes at stands alien Spruce Norway, which is extended fox 60% area. Is represented by monocultures single storied agend 61-100 years. Spruce very easily and naturely made regeneration and are not know no site, which would be reflected fertility Spruce. Unfortunately its tring regeneration negative affects native species. Therefore, this study addressed the isme 1/ how correlates regeneration Spruce with ambiontis conditions, 2/ whicht is the density of air raid 3/ what are the relations of Spruce and other species. Reseach was conducted on Čená Louže. There were marked area so as to cover gradient conditions enviroment sites, where to have been made phytosociological imagery, recorded the environmental conditions (oriantion and position of the evelator gradient) and it recorded density and size regeneration. Vegetation date and date of conditions, these images were statistically evaluated with help multivariate regression analysis (RDA, RCA) one factors analysis of variations (ANOVA). The results is show, that the Spruce in the herb layer heavily regeneration on the stands in ravines are. while the spruce is shrub in the layer prefers mostly rise. With increasing ivalue of the light is cover of declining spruce, while is creasing the occurrence of spruce in the herb layer. On fully-lit areas, which is located on the rocks peaks. Regeneration Spruce is rapidly desceasing, on the some areas light is even completely missing. The total number is individuals and the overall height is statistically proven that their numbers are growing at neosluněných areas. These results can be used in transformation and stands at a cultural and educational interventions.

## OBSAH:

<b>1. Úvod</b> .....	1
<b>2. Literární rešerše</b> .....	2
2.1 Charakteristika národního parku České Švýcarsko.....	2
2.1.1 Geologické poměry.....	2
2.1.2 Geomorfologické členění a vývoj oblasti.....	2
2.1.3 Pedologická charakteristika území.....	3
2.1.4 Hydrologie.....	5
2.1.5 Klima.....	7
2.1.6 Flóra a vegetace.....	7
2.1.6.1 Floristicko-fytogeografická charakteristika.....	7
2.1.6.2 Charakteristika přirozené lesní vegetace.....	8
2.2 Charakteristika druhu <i>Picea abies</i> .....	9
2.3 Smrk v Národním parku českém Švýcarsku.....	14
2.3.1 Historie smrku.....	14
2.3.2 Současný stav.....	15
2.3.3 Výchovná opatření a zdroje reprodukčního materiálu.....	15
2.3.3.1 Výchovná opatření.....	15
2.3.3.2 Zdroje reprodukčního materiálu.....	16
<b>3. Metodika</b> .....	18
3.1 Určení lokality.....	18
3.2 Rozdělení lokality.....	18
3.3 Záznam o ploše.....	19
3.3.1 Vyznačení plochy pro měření.....	19
3.3.2 Abiotické podmínky.....	19
3.3.3 Vegetace.....	19
3.3.4 Měření výšek a množství jedinců.....	20
3.4 Zpracování dat.....	20
3.4.1 Základní úprava dat.....	20
3.4.1.1 Expozice.....	20
3.4.1.2 Poloha.....	21
3.4.1.3 Velikost a počet stromků.....	21
3.4.2 Vzájemné vztahy druhů na měřených plochách a korelace druhů s parametry prostředí.....	21
3.4.2.1 Vzájemná korelace druhů na měřených plochách.....	21
3.4.2.2 Korelace druhů s parametry prostředí.....	22
3.4.3 Ovlivnění pokryvnosti, celkového počtu a sumy výšek <i>Picea abies</i> abiotickými podmínkami.....	23
3.4.3.1 Ovlivnění pokryvnosti.....	23
3.4.3.2 Ovlivnění celkového počtu.....	23
3.4.3.3 Ovlivnění sumy výšek.....	23
3.4.4 Ekonomické zhodnocení odstranění zmlazení smrku.....	23
<b>4. Výsledky</b> .....	24
4.1 Vzájemné vztahy <i>Picea abies</i> a ostatních druhů.....	24
4.2 Korelace druhového složení s parametry prostředí.....	25
4.3 Ovlivnění pokryvnosti zmlazení smrku abiotickými podmínkami.....	27
4.4 Ovlivnění celkového počtu jedinců smrku abiotickými podmínkami.....	29
4.5 Ovlivnění sumy výšek abiotickými podmínkami.....	30
4.6 Ekonomické zhodnocení odstranění a smrkového zmlazení.....	31
<b>5. Diskuse</b> .....	31
<b>6. Závěr</b> .....	32
<b>7. Použité zdroje</b> .....	34
<b>8. Přílohy</b> .....	37



## 1. Úvod

Smrk ztepilý je nejrozšířenější dřevinou České republiky. Vyskytuje se na celém území Česka, zaujímá 54,5 % plochy současných lesních porostů.

Je tomu tak i na území nejmladšího Národního parku České Švýcarsko, který se rozkládá v Ústeckém kraji, v severozápadní části okresu Děčín na pravém břehu řeky Labe přibližně mezi Hřenskem, Brtníky, Doubicemi, Jetřichovicemi a Srbskou Kamenicí. Smrk je zde zastoupen oproti svému potenciálnímu přirozenému rozšíření až desetinásobně. Velmi dobře zmlazuje především v údolních, zastíněných polohách, kde semenáčky tvoří hustý porost a zabraňují tak regeneraci ostatních dřevin. Jelikož je primárním cílem národního parku zachování a obnova přirozených a přírodě blízkých ekosystémů a přirozených procesů v nich probíhajících, dochází na vybraných lokalitách, které jsou určené dle Plánu péče o Národní park České Švýcarsko 2009 – 2016 k odstranění geograficky nepůvodních druhů a k přeměnám smrkových monokultur.

(Härtel H., Šteflová D. et Drozd J.(eds.) 2007)

Cílem této bakalářské práce a navazujícího výzkumu, bude výběr lokalit, na kterých je z hlediska krátkodobého či dlouhodobého managementového cíle, plánován zásah na smrkových porostech. Na nich pak bude provedeno vyhodnocení přirozeného zmlazení smrku na gradientu prostředí. Některá data by mohla být využita při pěstebních a výchovných zásazích.

Pro tuto práci byly tedy položeny následující základní otázky:

- 1) Jaký byl historický a jaký je současný stav smrku v Národním parku České Švýcarsko?
- 2) Jaké jsou vzájemné vztahy mezi smrkem s ostatními druhy?
- 3) Jaké jsou vzájemné vztahy mezi smrkem a abiotickými podmínkami prostředí?
- 4) Je ovlivněna pokryvnost, počet a výška smrku abiotickými podmínkami?
- 5) Jaká je cena odstranění smrkového zmlazení na ploše jednoho hektaru?

## **2. Literární rešerše**

### **2.1 Charakteristika národního parku České Švýcarsko**

#### **2.1.1 Geologické poměry**

Geologická struktura národního parku je poměrně jednoduchá. Na celém území převládají druhohorní svrchně turonské pískovce jizerského souvrství. Jen v zářezu říčky Kamenice vystupují na povrch i starší vrstvy bělohorského souvrství tvořené pískovci spodního turonu. Starší geologická období jsou zde zastoupena jen sporadicky. Z geomorfologického hlediska významné, i když plošně nepřilíš zastoupené jsou pozůstatky třetihorní vulkanické činnosti. Jedná se o obnažené výplně přírodních kanálů tvořené vesměs bazaltickými horninami. Nejvýznamnější z nich - Růžovský vrch tvoří dominantu Českého Švýcarska. Také další vulkanické elevace přispívají k charakteristickému krajinnému rázu národního parku. Nejmladší geologické období je zde poměrně značně zastoupeno především holocéními až pleistocéními sedimenty rozličného charakteru. Především se však jedná o svahové kamenité až balvanité uložení a suťové lemy, na Růžovském vrchu přecházející až v kamenná moře. Významněji jsou zde zastoupeny i pokryvy spraší a sprašových hlín. (Lesprojekt 2007)

#### **2.1.2 Geomorfologické členění a vývoj oblasti**

Dle geomorfologického členění je území národního parku přiřazeno k Děčínské vrchovině (konkrétně k Děčínským a Jetřichovickým stěnám - Glöckner 1995). Oblast tvoří východní okraj Krušnohorské soustavy. Do území vymezeného hranicemi národního parku a chráněné krajinné oblasti intervují okrajově sousední geomorfologické jednotky, zejména Krušné hory na západě, na jihu České středohoří a na severu Šluknovská pahorkatina. (Vařilová 2007)

Současná podoba oblasti se formovala od doby po ústupu křídového moře, kdy byly mořské usazeniny postupně rozrušovány a odnášeny. K dramatické přeměně krajiny a k utváření charakteristicky členitého reliéfu docházelo však až v závěru třetihor a zejména během čtvrtohor. Tektonický zdvih, který byl důsledkem mohutného alpinského horotvorného procesu i střídání dob ledových a meziledových, podmínil intenzivní hloubkovou říční erozi rozpukaných hornin i postupné odstranění méně zpevněných partií a poloh v pískovcích (Novák 1914, Glöckner 1995). To vedlo ke vzniku tak široké škále

forem skalního reliéfu, které jsou mimořádná i ve srovnání s dalšími pískovcovými oblastmi Evropy. (Vařilová 2007)

Pro národní park je typický masivně rozčleněný erozně-denudační, stupňovitý pískovcový povrch s četnými průniky neovulkanických bazaltických hornin. Nachází se zde rozsáhlé strukturně erozivní plošiny s značnou hustou sítí údolí. Okraje plošin často vymezují výrazné kaňony či soutěsky s charakteristickými jevy vázanými svým vznikem na kvádrovou odlučnost pískovců. Jihozápadní částí území NP prochází nejvýraznější, hluboce zaříznutá soutěska řeky Kamenice, naopak nejvyšším bodem NP je výrazný kužel Růžovského vrchu (619 m n. m.), na němž se rozkládá Národní přírodní rezervace Růžák patřící k jednomu z přírodovědecky nejceněnějších území národního parku.

Z velkých forem se vyskytují skalní města a skalní stěny často rozdělené úzkými skalními plošinami, či skalní bludiště. Z tvarů střední velikosti je nejznámější a největší evropský pískovcový skalní most – Pravčická brána. Tento symbol národního parku vznikl boční erozí v úzkém pískovcovém ostrohu vyběhající z skalní plošiny. Pro své rozměry (výška 16 m, šířka téměř 27 m) se stal největší pískovcovou skalní bránou v Evropě.

(Vařilová 2007)

Hojné jsou zde zastoupené skalní věže, ostrohy a pilíře, převisy, skalní lišty, římsy a skalní okna. Nález zde můžeme rovněž s hříbovitě útvary, které se místy vyskytují při horních okrajích skalních stěn. Z malých forem reliéfu patří mezi nejběžnější voštiny a skalní dutiny. (Vítek 1979, 1982a, 1982b, 1985, Balatka et Sládek 1984, Rubín et Balatka 1986).

Přírodní procesy eroze skalního podkladu i akumulace sedimentů působí i v dnešní době. Jedná se o přirozené pokračování geologického vývoje této oblasti. Kromě zvětrávání, říční eroze, ukládání i transportu dochází zejména ke geodynamickým (svahovým) pohybům – zejména ke skalnímu říčení. Hlavní příčinou nestability skal na území národního parku je predispozice geologickou stavbou, ale také morfologické poměry i vliv klimatických změn. (Vařilová 2007)

### **2.1.3 Pedologická charakteristika území**

Půdní poměry v Národním parku České Švýcarsko odrážejí geologickou stavbu daného území. Nejdůležitější podíl půd vzniká na zvětralinách kvádrových pískovců (85,5

% NPCŠ). Tyto půdy jsou lehké, písčité, nebo hlinitopísčité; jsou silně kyselé, v humusu až velmi silně kyselé. Mají velmi malou zásobu všech živin v přístupné formě (ve výluhu 1% kyselinou citrónovou). Dle stupně vývoje (hloubky půdního profilu) tvoří řadu:

- litozem - velmi mělká půda, kde je kompaktní skála v hloubce do 0,1 m,
- ranker litický, kde se nachází pevná skála v hloubce 0,1–0,3 m,
- ranker podzolový, kde se pod humusovým horizontem vytváří slabá vrstva rezivého Bs horizontu, eventuálně i vybělený Ep horizont,
- podzol arenický je nejrozšířenější půdní typ. Půda je obvykle kryta silnou vrstvou moru (surového humusu). Pod humusovým Ah horizontem je vybělený Ep horizont. Živiny i humus jsou odtud vyplaveny do rezivého humusoželezitého a železitého horizontu. Prokořenění těchto půd je nepravidelné; vyběleným, extrémně chudým horizontem zpravidla prochází pouze hlavní kořen, kdežto jemné kořeny jsou soustředěny v humusu, humusovém Ah horizontu a v Bhs a Bs horizontu.

Kambizemě dystrické jsou v pískovcovém obvodu rovněž velmi časté. Půdotvorným procesem je v první řadě hnědnutí. Podzolizace může být jen slabě naznačena. Tyto půdy jsou písčité, v Bv horizontu až hlinitopísčité. Jsou rovněž velmi silně kyselé, s velmi malou, nebo malou zásobou přístupných živin.

Půdy na čedičích jsou zastoupeny na 2,5 % plochy národního parku. Tvoří se na nich příznivější humusové formy: mulový moder a typický moder. Jsou středně, dospod až mírně kyselé. Jsou dobře zásobeny vápníkem, hořčíkem a zpravidla i fosforem. Zásoba draslíku je malá až velmi malá. Tyto půdy jsou bohatě, pravidelně, jemně a hluboko prokořeněné. Přesto je jejich kořenový systém vzhledem k nadzemní hmotě poměrně malý, takže ve starých bučinách se objevují jednotlivé vývraty. Půdy tvoří škálu:

- ranker suťový, který vzniká na skeletovitých sutích, které mají 80 % a více skeletu o větší mocnosti než 0,5 m,
- ranker kambický - mezi skeletem je souvisle jemnozem a pod humusovým Ah horizontem je vytvářen hnědý Bv horizont,
- kambizem rankerová, s obsahem více než 50 % skeletu,
- kambizem modální eutrofní s menším podílem skeletu.

Půdy na sprašových hlínách se vyskytují na 5,5 % plochy národního parku. A to zejména na plošinách. Tyto půdy jsou písčitohlinité až hlinité, silně kyselé. Mají velmi malou zásobu fosforu a většinou i vápníku a hořčíku a malou zásobu draslíku. Humusovou formou je moder typický až moder morový, častý je i drnový moder. Jsou zastoupeny:

- kambizemí luvickou, ta má běžnou stratigrafii kambizemí (hnědých lesních půd) O – Ah – Bv – C, ale v Bv horizontu má větší podíl jílnatých částic,

- luvizemí, ta má vybělený El horizont s destičkovitou, nebo lístkovitou strukturou a zpravidla přechází jazykovitými zátekami do zhutnělého Btd horizontu. Tyto půdy mohou být slabě oglejené.

Část půd na sprašových hlínách (1 % plochy národního parku) zaujímají pseudogleje, ty jsou periodicky (zpravidla z jara) převlhčené; vyznačují se zhutnělým mramorovaným Bm horizontem. K zamezení degradace těchto půd (stanovištní kategorie I, ale zvláště O, P, Q) je důležité uplatnit v dřevinné skladbě hlubokokořenicí dřeviny (jedle; ve 3. a 4. LVS dub; ve stanovištní kategorii I lze rovněž uplatnit i buk).

Na úzkých údolních dnech jsou deluviální a aluviální sedimenty (6,5 % plochy národního parku). Vznikají na nich kambizemě oglejené, gleje, fluvizemě (nivní půdy), v nepatrné míře (0,1 %) dochází i k rašelinění. Vzniká organozem, která má více než 0,5 m mocný organický horizont. Tyto půdy mají pestré zrnitostní složení i proměnlivou trofnost. Obecně však mívají větší obsah jemnějších půdních frakcí a bývají bohatší, než půdy v bezprostředním okolí. Růst dřevin může být ovlivněn i nepříznivě, převážně vysokou hladinou spodní vody (na gleji a organozemi může lokálně docházet až k odumírání porostů).

(Smejkal 2007)

#### **2.1.4 Hydrologie**

Celá oblast Labských pískovců (na základě geologického vymezení) včetně Národního parku České Švýcarsko patří k úmoří Severního moře.

Pro České Švýcarsko (Labské pískovce) je typická relativní chudost na vodní toky, což je způsobeno vysokou propustností geologického prostředí. Naprostá většina významnějších vodních toků pramení mimo oblast Labských pískovců, např. Kamenice v

Lužických horách, Křinice ve Šluknovské pahorkatině, obdobně jako řada menších toků, např. Doubický potok a Bílý potok ve Šluknovské pahorkatině. Stejně je tomu i u Brtnického potoka, který pramení přímo na rozvodí prvního řádu, nacházejícím se nedaleko od obce Brtníky sv. směrem.

### **Vodní toky**

Základní hydrografickou osu území tvoří tok Labe, to protéká Labskými pískovci v úseku mezi Děčínem a Hřenskem v délce cca 12 km, kde řeka vytvořila unikátní kaňon v pískovcových vrstvách. Vlastní tok Labe však do Národního parku České Švýcarsko nezasahuje, pouze malá část labského kaňonu severně od Hřenska tvoří hranici národního parku.

Územím národního parku protékají dva hlavní vodní toky Kamenice a Křinice se svými přítoky. Oba vodní toky jsou pravobřežními přítoky Labe.

### **Kamenice**

Je největší a také nejznámější vodní tok protékající územím národního parku. Řeka pramení na jz. svahu Jelení skály v nadmořské výšce 595 m. Při ústí do Labe ve Hřensku činí nadmořská výška 116 m. Plocha celého povodí je 217,2 km<sup>2</sup>, délka celého toku 35,6 km, průměrný průtok při ústí do Labe je 2,65 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (Vlček 1984). Horní tok protéká Lužickými horami, dolní tok pod Českou Kamenicí CHKO Labské pískovce a od Srbské Kamenice Národním parkem České Švýcarsko.

Nejvýznamnějším přítokem Kamenice je Chřibská Kamenice. Ta pramení na sz.svahu Jelení skály v nadmořské výšce 535 m a do Kamenice ústí u Všemil ve výšce 242 m n. m. Plocha povodí je 62,2 km<sup>2</sup>, délka toku 21,8 km, průměrný průtok při ústí je 0,92 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Přítokem Chřibské Kamenice je Doubický potok, který se do ní zprava vlévá v Dolní Chřibské.

Dalšími přítoky Kamenice zprava jsou Jetřichovická Bělá (též Velká Bělá) a Dlouhá Bělás přítokem Suchá Bělá. V Divoké soutěsce ústí do Kamenice drobný levobřežní přítok Kachního potoka.

### **Křinice**

V saském Bad Schandau ústí do Labe řeka Křinice (v Německu Kirnitzsch). Tato řeka pramení v ČR z. od Studánky ve výšce 494 m n. m. a po průtoku městem Krásná Lípa

a nedalekým Kyjovem vtéká do pískovcového území národního parku. U bývalé Zadní Doubice se nachází soutok Křinice s Brtnickým a Bílým potokem. Již před soutokem a i níže pod ním se údolí Křinice rozšiřuje a řeka zde v úseku cca jednoho kilometru meandruje v rovinatých fluvialních náplavech. Od tohoto soutoku řeka tvoří státní hranici až po Jankův kopec nedaleko pod bývalými Zadními Jetřichovicemi, kde v nadmořské výšce 250 m n. m. opouští státní hranici a vtéká do saského vnitrozemí. Na území ČR je plocha povodí 84,1 km<sup>2</sup>, délka toku 21,0 km a průměrný průtok u státní hranice je 1,10 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.

(Patzelt 2007)

## **2.1.5 Klima**

„Teplotní rozdíly jsou v rámci Labských pískovců dost výrazné, což odpovídá skutečnosti, že převýšení oblasti přesahuje 600 m. Průměrné roční teplotu 9°C dosahuje Děčín, odtud se průměrná roční teplota výrazně snižuje západním i východním směrem. V centrální části NP České Švýcarsko se pohybují okolo 7°C. Ještě výraznější gradient vykazují srážky. Z Děčína (673 mm) stoupají v Jílovém na 736 mm (na Děčínském Sněžníku tyto hodnoty přesahují 800 mm). Ještě strměji stoupají srážky východním směrem. V Jetřichovických stěnách dosahují 800 mm a v sousedních Lužických horách stoupají až na 1000 mm. Tento strmý srážkový gradient je způsobem přechodem vzdušných mas přes hřeben Lužických hor.“ (Härtel - online) Poměr srážek spadlých v období vegetačním (duben až září) k množství srážek spadlým v období mimovegetačním (říjen až březen) se pohybuje na Děčínsku kolem hodnoty 55:45. Tento vyrovnaný roční průběh srážek dokumentuje výrazný sklon k oceanitě klimatu (Glöckner 1995).

## **2.1.6 Flóra a vegetace**

### **2.1.6.1 Floristicko-fytogeografická charakteristika**

Z hlediska fytogeografického je pro České Švýcarsko důležitá jeho poloha na styku hercynské a sudetské oblasti, velmi významným rysem je zřetelné vyznívání oceánického klimatu, které se projevuje v silném zastoupení atlantského subelementu (sensu Slavík 1988), tj. přítomností zejm. řady subatlantských druhů, a také dvou atlantských druhů.

Díky specifickým mikroklimatickým a edafickým poměrům se na zastíněných expozičních skal, dnech údolí, případně na malých rašeliništích na plošinách setkáváme se zástupci boreálního elementu. Jedná se vesměs o druhy subboreální

V důsledku vegetační inverze se v hluboce zaříznutých soutěskách vyskytují i druhy subarktiko-alpínské (náležící ke květennému elementu arktickému), České Švýcarsko je rovněž typické tím, že zde téměř chybí druhy květenných elementů mediteránního a ponticko-jihosibiřského. Na celém území národního parku je např. známa pouze jediná lokalita subpontického druhu tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*), a to na čedičovém Růžovském vrchu.

(Härtel 2007a)

Podle Skalického (1988) se člení oblast Labské pískovce do čtyř fytogeografických podokresů z toho tři zasahují na území Národního parku České Švýcarsko. To se z větší části kryje s podokresem Jetřichovické skalní město, představujícím centrální část Labských pískovců s typicky vyvinutou mikro- až mezoklimatickou inverzí, která umožňuje výskyt (sub)montánních druhů. Jen malou částí zasahuje do Národního parku České Švýcarsko podokres Růžovská plošina, a to zejména čedičovým Růžovským vrchem s nalezištěm řady v území vzácných druhů. Podokres Kaňon Labe, představující floristicky naprosto specifické území v rámci Labských pískovců, zasahuje do území Národního parku České Švýcarsko jen zcela okrajově, a to pravobřežními svahy labského kaňonu severně od Hřenska.

### **2.1.6.2 Charakteristika přirozené lesní vegetace**

Naprosto převládající vegetací Národního parku České Švýcarsko jsou lesy pokrývající přes 97 % rozlohy parku.

Z pohledu rekonstruované vegetace převládají na celém území Labských pískovců acidofilní bučiny svazu *Luzulo-Fagion*, vázané převážně na pískovcové podloží, dnes částečně převedené na smrkové, či borové monokultury. V porostech převládá buk lesní, v roklích a soutěskách přistupuje javor klen, smrk ztepilý, vzácně se vyskytuje jedle bělokorá. Acidofilní doubravy svazu *Genisto germanicae-Quercion* se dodnes ve fragmentech vyskytují zejména na plošinách. Dodnes dobře zachovalé (většinou však s absencí dubu) jsou porosty borových doubrav na vrcholových plošinách Jetřichovického



skalního města. Další poměrně rozšířenou jednotkou, dodnes z větší části zachovalou, jsou acidofilní bory vázané na extrémní polohy na vrcholech pískovcových skal, patřící do svazu *Dicrano-Pinion*. Lužní lesy svazu *Alnion incanae* jsou rozšířeny v území jen zcela fragmentárně, a to podél větších potoků (Kamenice, Křinice), dále v prameništích polohách. Zcela omezený rozsah mají v území květnaté bučiny svazu *Fagion*, vázané na čedičové horniny. Rovněž tak suťové lesy svazu *Tilio-Acerion* jsou v území vázány převážně na nepískovcové substráty. Nejcennější porosty se nacházejí na čedičovém Růžovském vrchu (NPR Růžák). Na rozdíl od květnatých bučin ve stromovém patře převládají javor klen, jasan ztepilý, jilm drsný (*Ulmus glabra*), příp. lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Plošně malý rozsah zaujímají rovněž podmáčené smrčiny v inverzních roklích náležící do svazu *Piceion excelsae*.

(Härtel 2007b)

## 2.2 Charakteristika druhu *Picea abies*

Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst., syn *Picea excelsa* (Lamb.) Link)

Strom dorůstá až 50 m výšky a 1, 5 m průměru kmene. Koruna je špičatá, kuželovitá s pravidelným vzrůstem a přeslenitým větvením. Větve hlavních přeslenů většinou mírně nící, ke konci srpovitě zakřivené; větvení druhého řádu a dalších řádů jsou proměnlivé, od převážně převislých a nevětvených po vodorovně větvené a věncovité formy, se všemi možnými přechody. Kůra je zprvu hladká, červenohnědá, stářím přechází v šupinovitou šedohnědou borku. Pupeny hnědožlutě, vejčité kuželovité, nepryskyřičné.

Jehlice mají čtyřhranný tvar, na konci jsou zašpičatělé, tuhé, o velikosti 10 -15 x 3 – 4mm , na zastíněných větvích uspořádané řadovitě, na osluněných všestranně odstávající; vytrvají 8 – 10 let. Po opadu jehlic zůstávají na větévcích vystoupané polštářky, způsobující „drsnost“ větévek.

(Mergl et al. 1984; Slávik 2004)

Květy jednodomé, různopohlavné. Samčí dlouze stopkaté, elipsoidní 2 – 2,5 cm dlouhé, žlutavě červené, v úžlabí jehlic loňských větévek. Samičí květy červené nebo zelené, vzpřímené na konci loňských větévek. Mergl (1984) uvádí, že doba květu dle nadmořské výšky nastává od dubna do května, přičemž Slávik (2004) uvádí, tato doba

může být prodloužena až do června. Po opylení se samičí šišky obrací do převislé polohy. Dozrává během října, obvykle se otvírá až na jaře a během roku opadne. Šišky jsou válcovité, 8 – 16 cm dlouhé, 3 – 4 cm, široké, před dozráním zelené nebo červené až červenofialové; proměnlivost velikosti a tvaru je značná, podobně i v tvaru plodních šupin. Semena 2 – 5 mm dlouhá, tmavohnědá, lžičkovitě upnutá ke křídlu; vylétávají koncem zimy. Plodnost volně rostoucích smrků se dostavuje již koncem 20. Roku, někdy i dříve (plodnost chorobná), v zápoji začíná druh plodit po 60. roce. Semenné roky se opakují po 4-5 letech, s nadmořskou výškou se interval prodlužuje. Klíčivost semen je velmi vysoká (70 – 80 %) a trvá při vhodném uskladnění 3 – 5 let. Semenáček má 6 – 10 tenkých, vzhůru ohnutých, trojhranných děložních lístků, s horní hranou pilovitou. První a druhý rok smrk vytváří ještě listy odlišné od starších; třetím rokem vytváří boční větévky a čtvrtým rokem pravidelné přesleny. (Mergl et al. 1984; Slávik 2004)

V prvních deseti letech roste smrk zvolna, poté se však stupňuje a vrcholí mezi 40. – 50. rokem; kolem 150 let výškový růst ustává. V příznivých podmínkách druh dorůstá i přes 50 m a dožívá se kolem 400 let, vzácně i více.

Kořenový systém je rozložen při povrchu a stromy, zvláště v kulturních porostech a na méně vhodných stanovištích, trpí vývraty. V přirozených porostech jsou časté chůdovité kořeny, jako následek zmlazení smrku na trouchnivějícím dřevě. Kolem horní hranice rozšíření se projevuje výrazná schopnost množení hříženci (zakořeňování spodních větví, vytváří charakteristických skupin).

(Mergl et al. 1984)

Smrk ztepilý je dřevinou velmi variabilní; byla popsána řada morfologických forem, je známa proměnlivost ekologická, fenologická, aj. Mergl et al.(1984) upozorňuje na nejčastěji uváděné formy:

Dle barvy šišek se rozlišují smrky červenoplodé (šišky před uzráním červené až červenofialové) – f. *erythocarpa* a smrky zelenoplodé – f. *chlorocarpa*. U prvních se uvádí časnější kvetení a větší zastoupení v horách, u druhých vyšší procento zastoupení v nižších polohách.

Dle tvaru plodních šupin byla popsána řada forem; nejčastěji se uvádí: - f. *acuminata* (šupiny vybíhají v dlouze protažený jazýček), f. *vulgaris* (mírně protáhlé a zubaté), f. *obavata* (široce zaokrouhlené) aj.

Podle tvaru koruny, vzrůstu a způsobu větvení bylo rovněž popsáno mnoho forem sloupovitých, převislých i forem zakrslého vzrůstu. *F. pyramidalis*, *f. columnaris*, *f. cupressina* (vystoupavé větve, štíhlý habitus); *f. pendula*, *f. inversa* (převislé větve); *f. virgata*, *f. viminalis* (spoře větvené formy); *f. Barryi*, *f. nana*, *f. nadiformis* (formy zakrslého vzrůstu) aj.

Dle zbarvení jehlic rozlišujeme řadu forem vesměs používaných v sadovnictví. *F. aurea*, *f. finedonesis* (žlutavě zbarvené), *f. argentea*, *f. argenteo-spicata* (bělavě zbarvená), *f. coerulea* (modravý odstín) aj. Řada forem patří zřejmě stanovištním odchylkám: *f. turfosa* (na rašelinách) *f. palustris* (bažinné půdy) aj.

Prakticky důležité jsou typy větvení 2. a 3. řádu: smrk vlasovitý (s nicími větévkami), hřebenitý (nicí, ale i do strany se větvicí), svazčitý (větévky nicí, ale ve svazcích), deskovitý (větve 2. Řádu ploše rozložené).

### **Areál rozšíření**

Smrk ztepilý má eurasijský areál zasahující přes celou Sibiř na východ k Ochotskému moři, Vlastní evropský areál má dvě oddělené části:

Severská oblast zabírá téměř celou Skandinávii, prochází Pobaltím a odtud k východu přes evropskou část Ruska a Uralu.

Středoevropsko – karpatská oblast se rozprostírá v horských oblastech střední a jihovýchodní Evropy:

- A. Hercynsko . karpatská oblast – na západě od Německa, přes České země k východu přes Karpaty do Transylvánských Alp
- B. Alpská oblast – celý alpský systém
- C. Dinárská oblast – Ilyrská – navazuje na Alpy, přes Sbrsko jde do Albánie
- D. Rhodopská oblast – zaujímá jižní pohoří Bulharska, nejvyšší pohoří Stara Planina a Vitoša

V původním rozšíření byl nejčastějším průvodcem smrku buk a jedle, od 1000 m převládají nesmíšené porosty nebo jen s příměsí buku, javoru klenu, popřípadě jeřábu, při horní hranici v Tatrách s příměsí limby i modřínu

## Areál v ČR

„Na našem území je hercynský smrk zastoupen téměř ve všech nížinách a vyšších pohořích s těžištěm v Šumavě, Novohradských horách, Krušných horách, Jizerských horách, Krkonoších, Orlických horách a Jeseníkách. Karpatský smrk je přirozeně zastoupen ve všech vyšších polohách karpatského systému, počínaje bílými Karpatami, a konče Moravskoslezskými Beskydami“ (Slávik 2004). Značná proměnlivost druhu se projevuje ve značné mnohotvárnosti této dřeviny. Tak je možné vylišit řady klimatypů i ekotypů (smrk šumavský, krkonošský, krušnohorský, jesenický, beskydský, tatranský, baltský, ruský, alpský, švýcarský, rakouský), Kobliha (2008, osobní sdělení) uvádí hlavní charakteristiky nejdůležitějších ekotypů:

a) vysokohorský - VLS 8 (smrkový), nadmořská výška nad 1050 m

- značná odolnost k větru, sněhu, námraze
- v mládí pomalý růst
- kmen sbíhavější se šedohnědou borkou
- koruna štíhlá, kuželovitá hustá
- větve silné, relativně krátké s ostrým úhlem nasazení, větve 2. – 3. řádu většinou svazčité a deskovité
- husté ojhličení, jehlice tuhé, krátké
- šišky středně velké až malé (5 – 15 cm), většinou červenoplodý, šupiny většinou typu europaea

b) horský - VLS 6 -7 (smrkobukový až bukosmrkový), nadm. výška 700 – 1050 m

- kmen plnodřevný, válcovitý
- koruna kratší, poněkud řidší
- větve 2. – 3. řádu svazčité s přechodnými formami k typu hřebenitému

c) chlumní - VLS 4 – 5 (bukový až jedlobukový), nadm. výška pod 700 m

- v mládí rychlý růst
- kmen plnodřevný, válcovitý, borka hnědá

- koruna široká, eliptická až vejčitá
- větve štíhlé, dlouhé, odstávající kolmo od kmene, větve 2. – 3. řádu většinou hřebenité až hřebenitosvazčité
- jehlice dlouhé, relativně řídké
- šišky dlouhé (16 – 22 cm)

### **Ekologie**

Dřevina světlomilná až polostinná, v mládí toleruje zástin; v horách se nárok na světlo stupňuje. Porosty jsou charakteristické vyhraněným mikroklimatem – omezeným přístupem srážek v půdě, vysokou vzdušnou vlhkostí (80 – 90 %), malým pohybem vzduchu, zhoršeným oteplováním půdy a tím i sníženým výparem. Tyto okolnosti k pomalému rozkladu kyselého opadu a snadné podzolizaci.

Zcela odolný k mrazu; pozdními mrazy bývá někdy postihován jen druhý přírůst (tzv. jánské výhony) nebo některé nevhodné kulturní provenience. Smrk je však vážněji ohrožen suchem. Je náročným druhem na půdní i vzdušnou vlhkost, dobře snáší i nadbytečnou vlhkost, stagnující vodu bažin a rašelinišť. Roste dobře na půdách svěžích, provzdušených, rovnoměrně vlhkých. Nemá vysoké nároky na geologické podloží; roste v půdách na prahorních horninách, na vápencích i naplavených půdách, prakticky na všech druzích půd, jsou-li dostatečně vlhké.

Smrk je druhem krátké vegetační doby, především krátkého, chladného léta. Trpí červenou hnilobou. Je citlivý na znečištěné ovzduší, a nehodí se proto ani do parků větších měst.

Hospodářský význam.

Smrk je naší hlavní hospodářskou dřevinou, především se zpracovává na řezivo, papír stavební a truhlářské dřevo. Zvláště ceněné je rezonanční dřevo, které je využíváno pro výrobu hudebních nástrojů. Jeho hospodářský význam však klesá na nevhodných kulturních lokalitách, kde zhoršuje stanoviště, postupně snižuje výnos a trpí kalamitami.

Dřevo smrku nemá zbarvené jádro, obsahuje pryskyřičné kanálky, je bílé, vonné, lehké, měkké, lehce štípatelné a pro vynikající technické vlastnosti všestranně použitelné.

(Mergl et al. 1984; Slávik 2004)

## 2.3 Smrk v Národním parku českém Švýcarsku

### 2.3.1 Historie smrku

Vlivem stabilních klimatických poměrů panujících ve středním holocénu, vyšších teplot (oproti současnosti) a hojných srážek, bylo napomáháno k postupné tvorbě živinově bohatých půd i na jinak málo úživných substrátech (Kuneš et al., 2005). Kuneš (2005) uvádí, že nezanedbatelné množství pylu smrku v pylovém záznamu této vrstvy poukazuje na jeho přítomnost na dnech inverzních roklí podle Kuneše et al., (2005) se smrk vyskytoval na identických místech v celém starším subatlantiku. Historie místní populace smrku sahá minimálně devět tisíciletí dozadu (Pokorný 2003 in Kuneš et al. 2005).

Vegetační poměry podobné staršímu subatlantiku trvaly i v období vrcholného středověku, avšak v novověku došlo k jejich prudké změně, vyvolané změnou způsobu hospodaření a využívání zdejších lesů (Abraham 2006). Reakcí na neutěšený stav lesů bylo vydání tzv. tereziánských lesních patentů (1754 a 1756), které de facto kodifikovaly přechod k intenzivnímu lesnímu hospodaření, spojenému s umělým zalesňováním smrkem a borovicí - nejprve s jí, pak s sadbou - a k vytváření stejnověkých jehličnatých monokultur (Marková 2007). Zásadní změna v místním lesním hospodaření nastala v r. 1770, kdy na českokamenické panství nastoupil vrchní lesní Pompe, který zavedl holosečné hospodaření a umělé lesní obnovy, přičemž začátek tzv. smrkového hospodaření spadá do let 1780 – 1800 a první výsadby smrku byly provedeny v r. 1785. Vedle smrku byly později vysazovány i jedle, olše, borovice, bříza a nakonec rovněž nepůvodní dřeviny – modřín opadavý, modřín japonský, smrk sitka, borovice banksova a vejmutovka (Abraham 2006). Holosečný způsob hospodaření spolu s umělými obnovami napomohl pravděpodobně jednomu z obrovských větrolomů, který se udál 18. 12. 1833 a 1. 1. 1834, kdy padlo okolo 250 000 m<sup>3</sup> dřeva. Uvolněné plochy začaly zarůstat náletem borovice a břízy, na vytěžené plochy (kalamita i plánované lesnické zásahy) byla umístěna výsadba smrku, smrk se postupně stal dominantou, kromě exponovaných stanovišť (Abraham 2006). Největší vliv však na současnou dřevinnou skladbu měla sněhová a větrná kalamita v roce 1909 a po té mnišková kalamita vrcholící v roce 1923. Kalamitní holiny vzniklé po těchto kalamitách byly zalesněny především smrkem. Podle archivních dokladů byl reprodukční materiál pro zalesňování, zejména semena lesních dřevin, získáván částečně vlastním sběrem a částečně

byl nakupován od rakouských semenářských firem. Trend v zalesňování nakoupeným sadebním materiálem „odjinud“ přetrvával až do 80. let 20. století. (Marková 2007).

### **2.3.2 Současný stav**

Jak již bylo uvedeno v úvodu smrk je na území národního parku zastoupen více než desetinásobně oproti svému potenciálnímu přirozenému rozšíření a velmi snadno se přirozeně zmlazuje, proto není v současné době smrk aktivně vysazován, jelikož veškeré prostředky jsou vynakládány na reintrodukci druhů, které zde na svých přirozených stanovištích téměř či úplně chybí. Dalším důvodem, proč není smrk vysazován v NP, je skutečnost, že není vylišen geneticky původní zdroj reprodukčního materiálu. (Šteflová 2007)

Zastoupení smrku ztepilého na území NP tedy činí 60 %. Lesní porosty vzniklé zalesněním kalamitních holin (1909, 1923) se dnes nachází převážně v 7. až 9. věkovém stupni. Smrkové monokultury nyní přichází do věku, kdy jsou maximálně atraktivní pro kůrovce a jsou velmi nestabilní v ohledu na abiotické škodlivé činitele (vítr). V případě, že nebude včas zahájena přeměna smrkových monokultur, lze předpokládat plošný rozpad těchto ekosystémů se všemi důsledky na tento rozpad vázanými, jako je eroze půdy či následný vznik obtížně zalesnitelných holin a ve většině případů start přirozené obnovy smrku na nevhodných stanovištích, jehož důsledkem bude zase znovu vznik monokultury smrku ztepilého na nevhodných stanovištích. Plošný rozpad lesních ekosystémů s výskytem smrku v Národním parku České Švýcarsko nelze srovnávat s rozpadem smrkových porostů v horských oblastech (Šumava, Krkonoše), kde je smrk přirozenou součástí klimaxových lesních ekosystémů. ( Drozd 2007)

### **2.3.3 Výchovná opatření a zdroje reprodukčního materiálu**

#### **2.3.3.1 Výchovná opatření**

Zásadním výchovným opatřením je přestavba smrkových monokultur. V první fázi přestaveb smrkových monokultur je nutné systematické vyhledávání a uvolňování cílových dřevin, za účelem podpory jejich přirozené obnovy. Cílové dřeviny ve spodní etáži budou přednostně uvolňovány a všeobecně bude využíváno veškerého bukového zmlazení. Kde cílové dřeviny chybí, budou uměle vysazovány, případně se přirozená obnova skombinuje s umělou.

Vlastní přestavba smrkových monokultur spočívá v rozpracování porostů formou menších obnovních prvků např. kotlíků (0,05 ha), případně náseků (do 0,15 ha) a jejich umělým zalesněním stanovišti odpovídajícími cílovými dřevinami. Veškeré výchovné těžby budou směřovány jednak k intenzivní podpoře vtroušených cílových dřevin, jednak k postupné změně horizontální struktury, tj. vnitřnímu mechanickému zpevnění porostů. Vzhledem k naprosto převažující rozloze smrkových monokultur na území NP je třeba začít s přestavbou smrkových porostů co nejdříve. Pro toto decénium byla ponechána standardní doba obnovní a obmýtní, ale je možné započít přestavbu smrkových monokultur již v 60-ti letech a dříve, se současným prodloužením obnovní doby. (Klitsch 2007)

Na územích zranitelných z hlediska biodiverzity (hodnotná a zároveň zranitelná společenstva, s výskytem vzácných a ohrožených druhů), je dána přednost zařazení do území bez plánovaných zásahů (pouze s možností tlumení rozvoje škůdců a případně následných pěstebních opatření) i v případech, že se jedná o území s lesními porosty značně vzdálenými od přirozené dřevinné skladby, neboť v tomto případě jsou považována negativa, spojená s aktivní přeměnou dřevinné skladby a struktury porostů za převažující nad pozitivy, toto platí i v případě smrkových porostů v hlubokých roklicích, kde zastoupení smrku výrazně převyšuje přirozené zastoupení, zde by však přeměna na přirozenou skladbu (většinou přeměna smrkových monokultur na jedlobučiny s příměsí smrku) znamenala výrazné zásahy do cenných společenstev na dně roklic (podmáčená společenstva mechorostů apod.) V tomto případě je dána přednost přirozenému vývoji přízemních pater lesního společenstva před snahou o přiblížení přirozené dřevinné skladbě. (Härtel 2007)

### **2.3.3.2 Zdroje reprodukčního materiálu**

#### **Klonové archivy**

Na území NP České Švýcarsko a CHKO Labské pískovce byly založeny dva klonové archivy, které byly osázeny roubovanci jedinců fenotypově podobných ekotypu chlumního smrku, kteří zároveň vykazovaly vysoké kvalitativní hodnoty. V roce 1997 byly vyznačeny vybrané smrky, z nichž byly odebrány rouby, celkem ze 14 stromů. V témže roce byly naroubovány. V roce 1998-99 byly odebrány rouby z dalších 28 a 15 jedinců. Roubovanci byly rozděleni do klonového archivu Správy CHKO Labské pískovce u Doubice a do klonového archivu Správy Národního Parku České Švýcarsko v Janově v lokalitě Hájenky tak, aby byla zachována maximální genetická variabilita. V roce 2001



bylo vysazeno prvních 268 roubovanců - v klonovém archívu v Doubici 191 roubovanců ze 46 klonů a v klonovém archívu Hájenky u Janova 77 roubovanců z 34 klonů. V současné době je v klonovém archívu na Hájenkách vysazeno přibližně 230 roubovanců, které jsou v případě úhynu doplňovány. V klonovém archívu v Doubici byla v letech 2002 – 2007 provedena dosadba uhynulých jedinců, nebo chybějících klonů, takže v současné době je zde 181 roubovanců smrku (46 klonů). Celkem je v archívech 57 klonů. . Stromy, z nichž byly rouby odebrány, byly posléze navrženy jako výběrové stromy, avšak nebyly dodnes uznány a označeny a to z důvodu nepotrvení, že se jedná o jedince z původní populace smrku. (Šteflová 2007a, 2007b)

Problém původnosti smrku v Národním parku České Švýcarsko a odlišnosti místního ekotypu chlumního smrku od ostatních populací v ČR byl zkoumán vědeckými pracemi Mánek J. (2001): Genetická diverzita smrku ztepilého ve zvláště chráněných územích ČR a identifikace ohrožených populací jako podklad pro záchranná opatření. Mánek J., Kolář R. (2002, 2006): Genetická diverzita čtyř pravděpodobně původních populací smrku ztepilého z oblastí Labských pískovců, Českého ráje a Broumovska a zabýval se jím i Kaňák K. (2000): Genetické testování původnosti porostů jedle bělokoré, smrku ztepilého a borovice lesní na území NP České Švýcarsko.

Metodou izoenzymových analýz byl analyzován vzorek populace smrku ztepilého na území CHKO Labské pískovce a NP České Švýcarsko, při čemž byli vybráni jedinci fenotypovými znaky příbuzní ekotypu chlumního smrku. Ze sledovaného vzorku smrků z místní oblasti je vyvozováno, že jde o smrk, který je specifický přírodními podmínkami, ve kterých se vyskytuje i genetickou strukturou jeho populací. Je možno se tedy domnívat, že z republikového pohledu se může jednat o unikátní genofond. To pro celou řadu zcela objektivních odchylek ve frekvenci výskytu řady alel. Dále je uvedeno, že by mohlo jít o relativně dobře izolované refugium specifického smrku (Mánek 2001, Mánek et Kolář 2002). Studie z roku 2006 měla obdobné výsledky jako předešlá studie Zajímavým poznatkem bylo zjištění, že zkoumaná populace smrku je geneticky blíže příbuzná s vybranými smrky z ostatních pískovcových oblastí v ČR. (Šteflová 2007a, 2007b)

„, Dosud však nebylo prokázáno, že vybraný vzorek smrku, který byl testován pomocí izoenzymových analýz, je dostatečně reprezentativní vzorek právě místně původní populace smrku. Existuje zde stále předpoklad, že vybraný vzorek smrku je vzorkem

smrku dovezeného z jiných proveniencí. Z toho vyplývá, že nelze potvrdit existenci fragmentu geneticky původní populace a tedy ani vzdáleně určit velikost a stav původní populace smrku.“(Šteflová 2007a, 2007b)

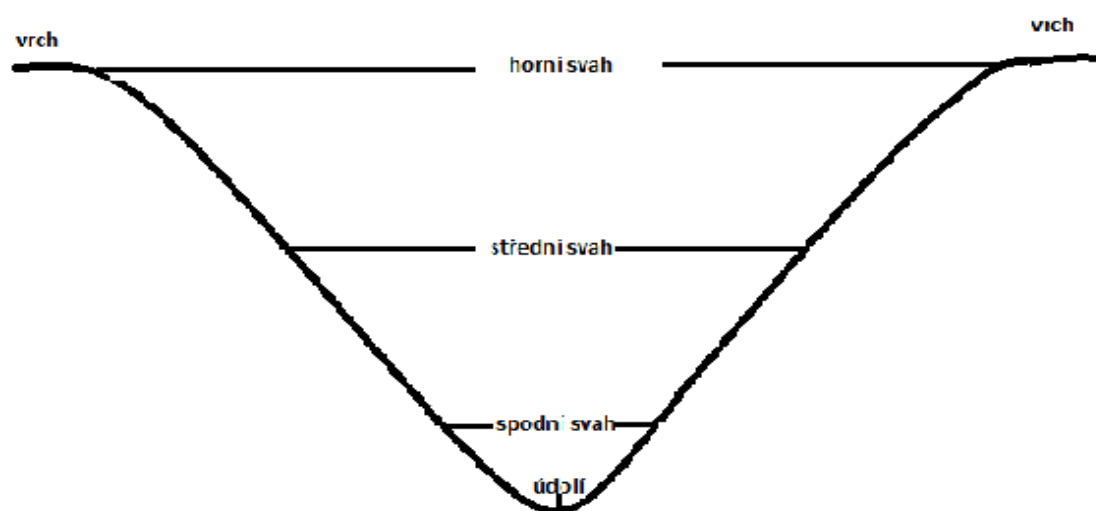
### 3. Metodika

#### 3.1 Určení lokality

Pro tento výzkum byla vybrána lokalita, která se nazývá Černá louže a nachází se v revíru Zadní Jetřichovice. Lokalita je tvořena porosty 714 A 10, 714 F 11a 714 B 11/1b

#### 3.2. Rozdělení lokality

Lokalita byla nejprve rozdělena na “severní“ a “jižní“ sektor, přičemž hranici mezi nimi vytvářelo údolí. Sektory byly rozděleny na gradientu svahu na: údolí, dolní svah, střední svah, horní svah a vrchol. Jejich pozice byla dána rozdílem mezi údolím a vrcholem: střední svah se nacházel v polovině mezi dolním a horním svahem. Snímky byly rozmístěny střídavě na “severní“ a “jižní“ sektor. Použití střídání stran napomohlo ke komplexnímu monitoringu lokality. Vzdálenost mezi plochami byla 25m a tato vzdálenost byla měřena pomocí 50-ti – metrového pásma. Využití náhodného výběru však bylo použito u stanovení polohy snímku na gradientu svahu a to pomocí generátoru náhodných čísel.



Obr. 1: Jednotlivé části svahu na výškovém gradientu

### 3.3 Záznam o ploše

#### 3.3.1 Vyznačení plochy pro měření

Na každém stanovišti byl nejprve označen spodní levý roh plochy pomocí dřevěného kolíku natřeného barvou. Poté byl vytyčen pomocí železných hřebů a pásma zkoumaný prostor. Velikost plochy, na které byl proveden fytoocenologický snímek, byla odvozena od počtu stromků v bylinném a keřovém patře a to tak, že byla nejdříve vyznačena plocha 6 m x 6 m a následně spočítán počet jedinců. Při výsledku nad deset kusů byla velikost plochy ponechána ve stejném rozměru, při výsledku pod deset jedinců byla velikost plochy zvětšena na 10 m x 10 m. Stanoviště bylo dále rozděleno nebo ponecháno ve stejné velikosti a to dle počtu stromků v bylinném a keřovém patře:

1. do sto kusů na plochu byli změřeni všichni jedinci na ploše
2. cca. 101 až 300 kusů byla plocha rozdělena na čtverce o velikosti 1 x 1 m
3. cca. 300 a více byla plocha rozdělena na čtverce o velikosti 0,5 x 0,5 m

V druhém a třetím případě, bylo vždy pomocí generátoru náhodných čísel vybráno pět čtverců na kterých bylo provedeno měření.

#### 3.3.2 Abiotické podmínky

Na každém stanovišti byla zaznamenána expozice a pozice plochy na gradientu svahu. Pozice na gradientu svahu byla zaznamenávána, protože vždy shrnuje celý soubor vlastností prostředí: vrchy skal = sucho, vítr, extrémní rozdíly teplot mezi létem a zimou, silné oslunění. Údolí = vlhko, vyrovnanější teploty mezi létem, zimou, dnem a nocí, vlhko, stín. Svah = mezi vlastnostmi vrchů skla a údolím.

#### 3.3.3 Vegetace

Na každém stanovišti byl nejdříve proveden procentuální odhad zastínění plochy stromovým patrem E3 a to vždy, na ploše 10 m x 10 m a 6 m x 6 m. Poté následoval procentuální odhad pokrývnosti keřového a bylinného patra přičemž bylo určeno druhové složení dřevin a bylin na ploše o velikosti 6 m x 6 m nebo na ploše 10 m x 10 m (viz. Odvození velikosti snímku). Dále byla odhadnuta procentuální pokrývnost mechového patra E0, u tohoto patra byly rozlišovány pouze tři druhy vegetačního krytu : *Sphagnum*, ostatní mechorosty a lišejníky.

### **3.3.4 Měření výšek a množství jedinců**

Měření výšek smrku bylo zrealizováno na stanovených plochách či vygenerovaných čtvercích dle rozdělení stanovišť (dále jen na měřené ploše) a to pouze u keřového patra E2 a bylinného patra E1. U jedinců na měřené ploše byla následně změřena celková výška ke konci roku 2008. Přírůst roku 2009 byl z měření vynechán, jelikož jeho růst ještě nebyl dokončen. Výška byla tedy měřena od kořenového krčku až po přeslen, který představuje výšku k roku 2008. Jeho stanovení bylo jednoduché, jednalo se tedy o první přeslen pod terminálním vrcholem, ale bylo nutné dávat si pozor na tzv. "janské prýty". Výška byla měřena pomocí svinovacího metru a zapsána v centimetrech s přesností na jedno desetinné místo. Souběžně s měřením výšek jsem spočítal i množství jedinců na měřené ploše.

## **3.4 Zpracování dat**

Veškerá data o prostředí, vegetaci a výškách a počtech jsou přehledně shrnuta do tabulek zpracovaných v programu Microsoft Excel.

### **3.4.1 Základní úprava dat**

#### **3.4.1.1 Expozice**

Herben et Münzbergová( 2003) uvádějí, že expozice obsahuje velmi důležitou informaci o prostředí, ale její kvantitativní využití není zcela přímočaré. Expozice je sice jednoduchá kvantitativní proměnná, ale je zaznamenávána na kruhové škále tzn., že mezi 359° a 0° je stejná vzdálenost jako mezi 0° a 1°.

K úpravě dat pro statistické zpracování jsem tedy použil méně přesný způsob, při němž se předpokládá, že radiační režim závisí na orientaci plochy k jihu (tj. JV, J, JZ), k severu ( SV, S , SZ) nebo nemá ani jednu z těchto složek (rovina, Z, V). V mém případě jsem zvolil, že JV, J, JZ, Z, V, a rovina budou brána jako světlo a SV, S a SZ budou brány jako stín.

### **3.4.1.2 Poloha**

Poloha byla pro zpracování dat upravena tak, že se spodní svah, střední svah a horní svah byla sloučena pod společný termín svah, údolí a vrchol zůstali nezměněné. Sloučení bylo provedeno z důvodu malého počtu dat v některých kategoriích.

### **3.4.1.3 Velikost a počet stromků**

Pro statistické zpracování byly změřené výšky z důvodu rozrůzněnosti velikostí měřených ploch přepočteny na plochu 36 m<sup>2</sup> (dále jen standardní plocha). Tento převod byl zrealizován též u počtu stromků.

## **3.4.2 Vzájemné vztahy druhů na měřených plochách a korelace druhů s parametry prostředí**

Povaha zaznamenaných fytoecologických dat je mnohorozměrná: ke každému zápisu náleží mnoho proměnných (druhy, případně proměnné prostředí). Protože se o každém druhu dá dozvědět něco jen prostřednictvím těchto zápisů (kde jsou obsaženy vždy i ostatní druhy), není možné analyzovat druhy jednotlivě, ale vždy je nutné zabývat se všemi druhy dohromady.

Protože výskyt a pokryvnosti jednotlivých druhů jsou chápány jako závislé (vysvětlované) proměnné, ke kterým je zaznamenáno několik nezávislých proměnných (vysvětlujících) bude pro vysvětlení jejich vztahu použita mnohorozměrná analýza dat, tj. taková technika, která pracuje s více závislými i nezávislými proměnnými současně. Podstatou těchto technik je to, že se mezi těmito závislými i nezávislými proměnnými hledají vzájemné vztahy.

(Herben et Münzbergová 2003)

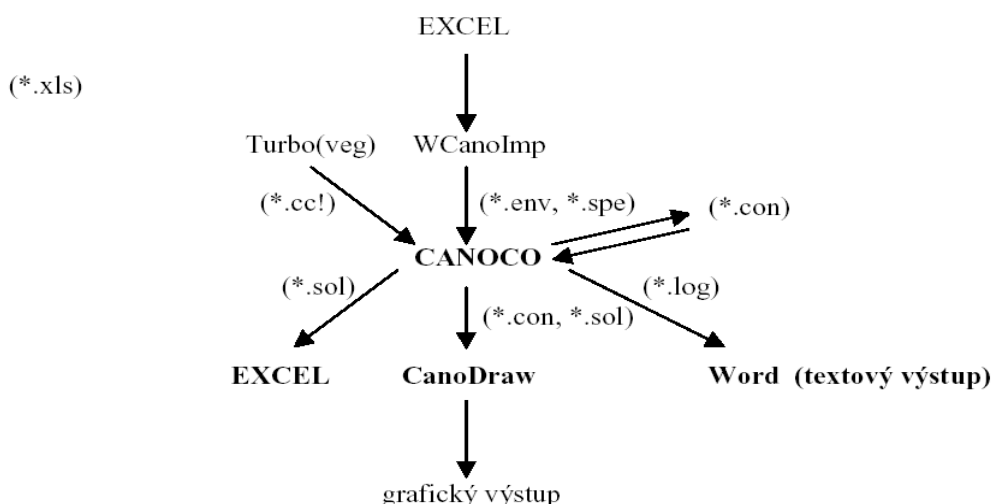
### **3.4.2.1 Vzájemná korelace druhů na měřených plochách**

Pro zjištění korelace mezi jednotlivými druhy bylo využito PCA v programu CANOCO (ter Braak et Smilauer 1997-2002). Je to specializovaný program na analýzu fytoecologických a jim podobných dat. Tento program používá ke vstupu dat svůj vlastní formát tzv. Cornellovský. Nejdříve bylo nutné z Excelu exportovat data pomocí programu WcanoImp, který tento formát vytvoří a je součástí programu CANOCO. Před samotným

exportem dat bylo třeba upravit v Excelu názvy druhů. Jelikož CANOCO je schopno pracovat s osmipísmennými zkratkami druhů byly pro názvy brány vždy první tři písmena jména rodu a první tři písmena názvu druhu. Nejprve byla data zpracována pomocí nepřímé ordinace - analýzy hlavních komponent - PCA. Výstup z programu CANOCO byl dále načten do programu CanoDraw, ten umožňuje grafický výstup (Herben et Münzbergová 2003).

### 3.4.2.2 Korelace druhů s parametry prostředí

K zjištění korelace druhů s parametry prostředí byla v tomto případě použita RDA v programu CANOCO, před vložením dat do programu byly zrealizovány stejné postupy a úpravy jako v případě vzájemné korelace druhů. Bylo však nutné upravit ještě parametry prostředí a to v Excelu ještě před transportem do CANOCa. Dvoustavové kategoriální proměnné (světlo a stín) bylo třeba překódovat numerickými hodnotami 0 a 1, Vícestavové proměnné (více než dvoustavové, jejichž hodnoty není možné “uspořádat dle velikosti“) bylo třeba kódovat pomocí “dummy“ proměnných. To bylo provedeno u polohy stanoviště, více viz. Příloha č 1. Poté již bylo možné provést analýzu, oproti předchozímu případu byly brány v úvahu nezávislé proměnné ( proměnné prostředí) již od samotného počátku, proto také byla použita technika přímé (kanonické) techniky a to analýza redundance – RDA. Výstup z programu CANOCO, byl jako v předešlém případě graficky znázorněn v programu CanoDraw (Herben et Münzbergová 2003).



Obr. 2: Schéma postupu při analýze dat v CANOCO (Herben et Münzbergová 2003)

### **3.4.3 Ovlivnění pokryvnosti, celkového počtu a sumy výšky *Picea abies* abiotickými podmínkami**

Pro statistické vyhodnocení těchto vlivů byla data testována pomocí jednofaktorové analýzy variance (ANOVA/MANOVA), v programu STATISTICA. Výsledek analýz byl považován za průkazný, pokud dosažená hladina významnosti  $p$  nepřekračovala hladinu významnosti  $\alpha = 5\% = 0,05$ .

Před transportem dat z Excelu do programu STATISTICA bylo nutné upravit nezávislé proměnné. Umístění stanoviště na gradientu svahu muselo být překódováno, jelikož se nedal použít stejný formát jako u programu CANOCO, bylo údolí nahrazeno číslem 1, svah číslem 2 a vrch číslem 3, kódování u světla mohlo zůstat v nezměněném stavu.

#### **3.4.3.1 Ovlivnění pokryvnosti**

Ovlivnění pokryvnosti keřového a bylinného patra smrku abiotickými podmínkami, kterými bylo světlo a umístění stanoviště na gradientu svahu bylo testováno pomocí jednofaktorové analýzy variance (ANOVA).

#### **3.4.3.2 Ovlivnění celkového počtu**

Ovlivnění celkového počtu smrku (součet počtu jedinců ze všech kategorií přepočten na standardní plochu) abiotickými podmínkami, bylo testováno pomocí stejné analýzy jako v předchozím případě. Nejdříve byla zvolena jako nezávislá proměnná vliv světla a závislá proměnná celk. počet stromků. V druhé analýze byla pouze změněna nezávislá proměnná na umístění plochy na gradientu svahu.

#### **3.4.3.3 Ovlivnění sumy výšek**

Ovlivnění sumy výšek (souhrnná suma výšek byla přepočtena na standardní plochu) abiotickými podmínkami bylo testováno jako ovlivnění celkového počtu, ale s tím rozdílem, že jako závislá proměnná byla zvolena suma výšek.

### **3.4.4 Ekonomické zhodnocení odstranění zmlazení smrku**

Mnou zkoumaná lokalita se nachází dle Plánu péče o Národní park České Švýcarsko 2009-2016v lesích vyžadující aktivní management déle než 10 let, s

plánovanými zásahy, z hlediska střednědobého a dlouhodobého managementového cíle bude provedena dle rámcových směrnic péče o lesní ekosystémy přeměna lesních porostů pomocí rekonstrukcí. Porosty neprojdou úplnou rekonstrukcí druhové skladby a prostorové struktury, ale jde o dosažení takového stavu, ve kterém lze předpokládat, že cílové dřeviny již budou dominantně určovat dynamiku lesních porostů ponechaných samovolnému vývoji. Následně bude pouze monitorován průběh spontánních procesů.

Z dat sebraných ze stanovišť je patrné, že pokryvnost smrku v keřovém a bylinném patře několikanásobně přesahuje pokryvnost ostatních druhů. Cílové dřeviny nejsou schopny regenerovat. Z tohoto důvodu je nutné z v některých částech porostních skupin odstranit přirozené zmlazení smrku a nahradit ho umělou výsadbou cílových dřevin.

K ekonomickému zhodnocení bylo použito výkonových norem v lesním hospodářství. Pro výpočet byla vybrána norma patřící do skupiny výchova, odd. E, číslo normy 2, název: prořezávky – mechanizovaně jehličnaté. Pro účely normy byly použity data o počtech, které byly zaznamenány na stanovištích. Byl vzat celkový počet jedinců a ten byl přepočten na 1 ar. Z tohoto počtu byl spočítán průměrný počet ks/1 ar. Z dat o výškách, byla spočtena průměrná výška na stanovištích. Tato data byla použita pro tabulkové stanovení počtu normohodin na 1 ha. Pro stanovení ceny odstranění smrkového zmlazení byl počet normohodin následně vynásoben mzdovým tarifem.

## 4. Výsledky

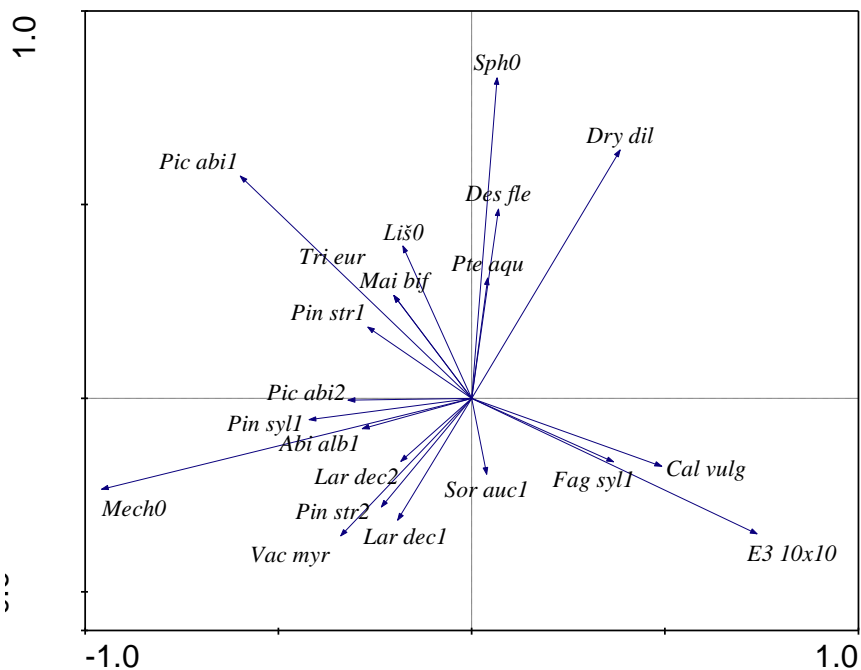
### 4.1 Vzájemné vztahy *Picea abies* a ostatních druhů

Pro zjištění vzájemných vztahů mezi druhy byla použita PCA. Výsledná analýza je zobrazena v tabulce č.1. Grafické znázornění je na následujícím obrázku č. 3

Tab.č.1:Výsledná PCA; Eigenvalues jsou variability zachycené hlavní , Cumulative percentage variance of species data jsou čísla, která udává kumulativní procento vysvětlené variance danou osou ( a nižšími osami).

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.500	0.223	0.126	0.079	1.000
Cumulative percentage variance of species data	50.0	72.3	84.9	92.8	
Sum of all eigenvalues					1.000





Obr. 2: Grafické znázornění z lineární nepřímé gradientové analýzy (PCA), druhy jsou v případě lineárního modelu zobrazeny jako šipky, což znázorňuje směr v němž pokryvnost druhu lineárně roste. Zkratky druhů viz příloha č. 1.

Druhy, které mají tendenci se vyskytovat spolu, jsou ty, jejichž skóry leží na jednotlivých osách blízko sebe. Z grafického výstupu je tedy patrné, že smrk v bylinném patře je nejvíce korelován s *Trientalis europea*, *Maianthemum bifolium* a s *Pinus strobus*, a naproti tomu s pokryvností stromového patra E3 není výskyt smrku téměř korelován. Smrk v keřovém patře E2 je nejvíce korelován s *Pinus sylvestris* a *Abies alba*, naopak korelován není s pokravností *Dryopteris dilatata*.

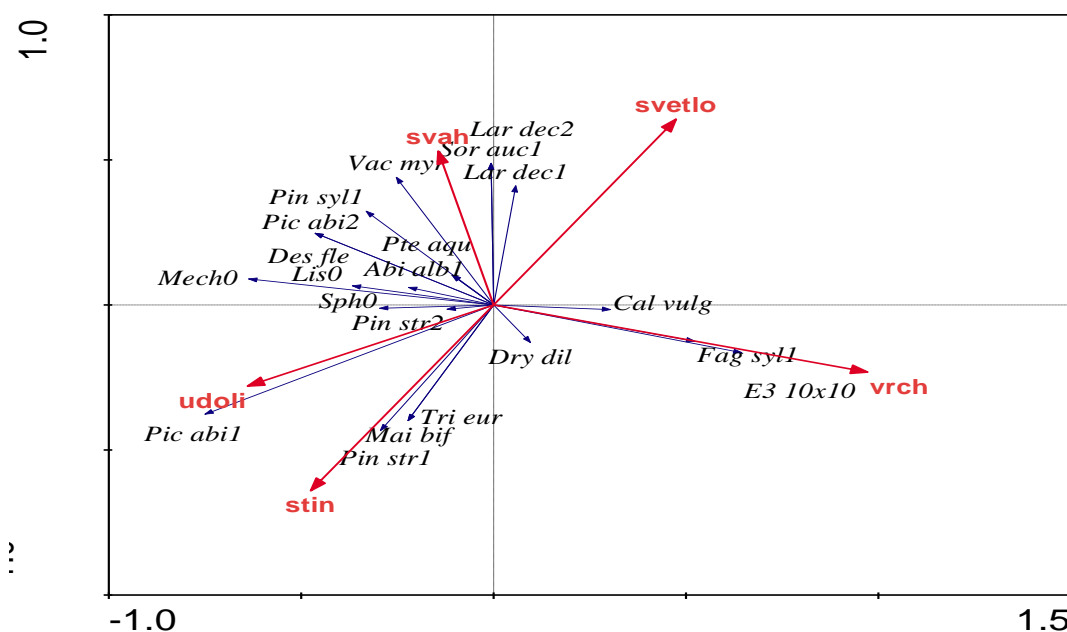
#### 4.2 Korelace druhového složení s parametry prostředí

K zjištění vztahů mezi druhy a parametry prostředí byla použita analýza RDA výsledná analýza je zobrazena v tabulce č. 2 Grafické znázornění je na následujícím obrázku č. 4

Tab. 2: Výsledná RDA

Test of significance of all canonical axes :					
Trace = 0.422 F-ratio = 2.925 P-value = 0.0080					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues :	0.341	0.052	0.029	0.272	1.000
Species-environment correlations :	0.874	0.599	0.490	0.000	
Cumulative percentage variance of species data	34.1	39.3	42.2	69.4	
of species-environment relation	80.7	93.0	100.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					1.000
Sum of all canonical eigenvalues					0.422

Zvolené parametry prostředí tedy statisticky průkazně vysvětlují variabilitu ve vegetaci.



Obr.

4 : Grafický výstup z přímé lineární gradientové analýzy (RDA; druhy parametrů prostředí jsou v případě lineárního modelu zobrazeny jako šipky, což u druhu znázorňuje směr v němž pokryvnost druhu lineárně roste. Zkratky druhů viz. Příloha č. 1.

Z grafického výstupu je patrné, že smrk koreluje s údolím a to především v bylinném patře, tzn. že zmlazení smrku v tomto patře, dosahuje největší pokryvnosti v

údolí, zatímco smrk v keřovém patře preferuje převážně svah. Se zvyšující se hodnotou světla pokryvnost smrku v bylinném patře ubývá, naopak přibývá výskyt smrku v keřovém patře. Na plně osvětlených plochách, které se nacházejí na vrcholech skal, zmlazování smrku rapidně ubývá a na některých plochách dokonce úplně chybí.

### 4.3 Ovlivnění pokryvnosti zmlazení smrku abiotickými podmínkami

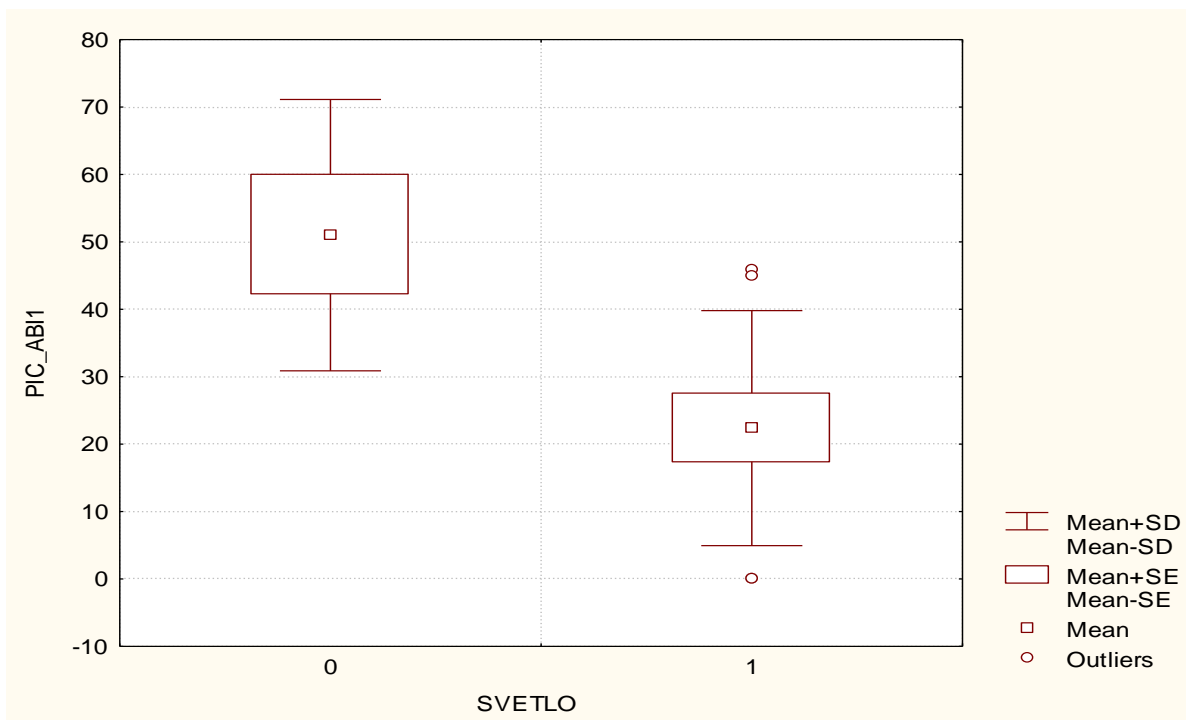
Jaký je vliv osvětlení a umístění stanovišť na gradientu svahu na pokryvnost bylinného a keřového patra bylo testováno metodou jednofaktorové ANOVy. Jako kategoriální proměnné byly použity světlo (0/1) a umístění stanoviště na gradientu svahu (1, 2, 3) a jako závislé proměnné pokryvnost smrku v jednotlivých patrech. Ovlivnění pokryvnosti smrku v bylinném patře E1 bylo statisticky průkazné v obou analýzách (tab.3, tab.4 ; obr.5, obr.6), zatímco test ovlivnění pokryvnosti smrku v keřovém patře pokryvností stromového patra (E3) vyšel v obou případech statisticky neprůkazně (tab.3, tab.4).

Tab.3 Výsledky jednofaktorové ANOVy závislosti pokryvnosti keřového a bylinného patra na světle. df Effect - počet stupňů volnosti, df Error - počet stupňů volnosti chyby. . F hodnota testovacího kritéria; p - dosažená hladina významnosti

Závislá proměnná	Pokryvnost smrku (v %) zvlášť pro patro E1 a E2			
Kategoriální proměnná	Světlo			
Výsledky - pro E1	df Effect	df Error	F	p
	1	14	8,466884	0,011419
Výsledky - pro E2	df Effect	df Error	F	p
	1	14	0,129769	0,724048

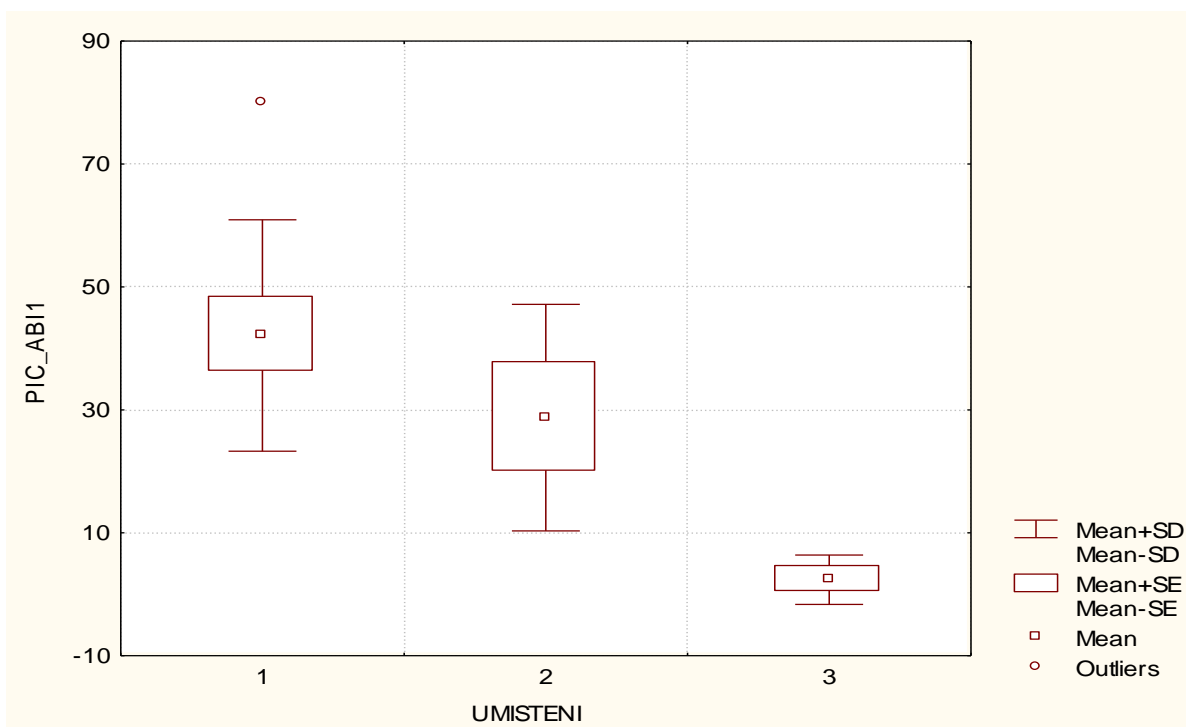
Tab.4 Výsledky jednofaktorové ANOVy závislosti pokryvnosti keřového a bylinného patra na umístění stanovišť na gradientu svahu df Effect - počet stupňů volnosti, df Error - počet stupňů volnosti chyby., F hodnota testovacího kritéria; p - dosažená hladina významnosti

Závislá proměnná	Pokryvnost smrku (v %) zvlášť pro patro E1 a E2			
Kategoriální proměnná	Umístění stanoviště na gradientu svahu			
Výsledky - pro E1	df Effect	df Error	F	p
	2	13	6,004022	0,014227
Výsledky - pro E2	df Effect	df Error	F	p
	2	13	2,428208	0,127048



Obr.5: Graf závislosti pokryvnosti smrku v bylinném patře (PIC\_ABI1) na světle

0=stín, 1=světlo



Obr.6: Graf závislosti pokryvnosti smrku v bylinném patře (PIC\_ABI1) na umístění stanoviště na gradientu svahu. 1- údolí, 2 – svah, 3 - vrch

#### 4.4 Ovlivnění celkového počtu jedinců smrku abiotickými podmínkami

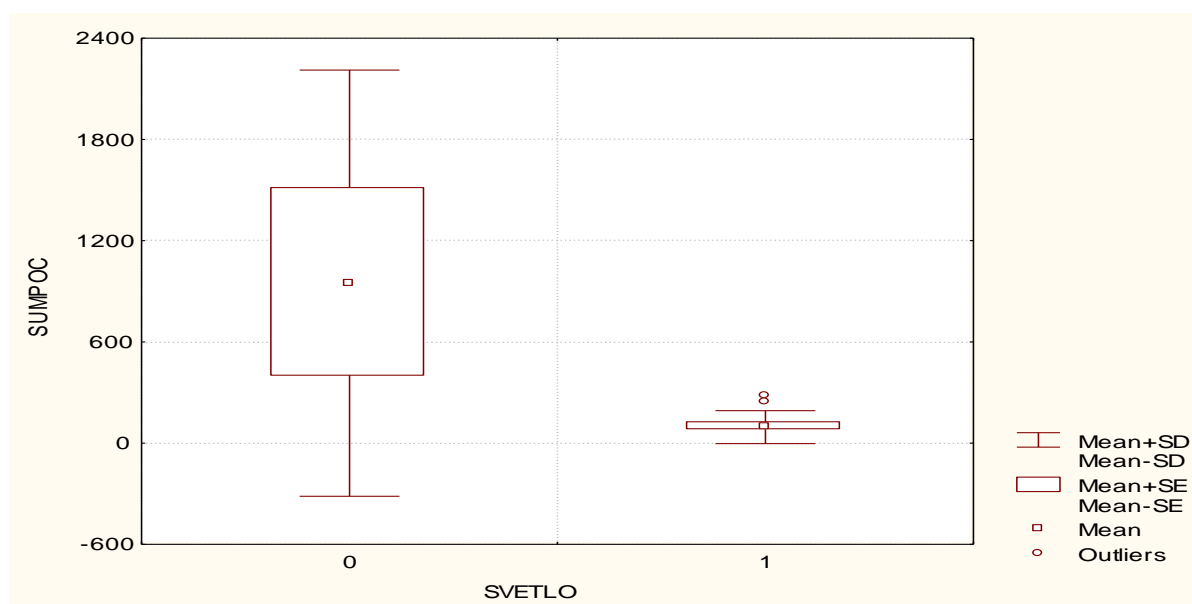
Jaký je vliv osvětlení a umístění stanovišť na gradientu svahu na celkový počet jedinců smrku bylo testováno metodou jednofaktorové ANOVy. Jako kategoriální proměnné byly použity světlo (0/1) a umístění stanoviště na gradientu svahu (1, 2, 3) a jako závislé celkový počet jedinců. Ovlivnění celkového počtu smrku světlem bylo statisticky průkazné (tab.5 ; obr.7), zatímco vliv umístění měřených ploch na gradientu svahu byl statisticky neprůkazný (tab.5, tab.6).

Tab.5 :Výsledky jednofaktorové ANOVy závislosti celkového počtu na světle. df Effect - počet stupňů volnosti, df Error - počet stupňů volnosti chyby. F hodnota testovacího kritéria; p - dosažená hladina významnosti

Závislá proměnná	Celkový počet jedinců smrku			
Kategoriální proměnná	Světlo			
Výsledky	df Effect	df Error	F	p
	1	14	5,412561	0,035518

Tab.6 :Výsledky jednofaktorové ANOVy závislosti celkového počtu na umístění stanovišť na gradientu svahu. df Effect - počet stupňů volnosti, df Error - počet stupňů volnosti chyby. F hodnota testovacího kritéria; p - dosažená hladina významnosti

Závislá proměnná	Celkový počet jedinců smrku			
Kategoriální proměnná	Umístění stanovišť na gradientu svahu			
Výsledky	df Effect	df Error	F	p
	2	13	1,045725	0,379211



Obr. 7: Graf závislosti celkového počtu jedinců (SUMPOC) na světle. 0=stín, 1=světlo

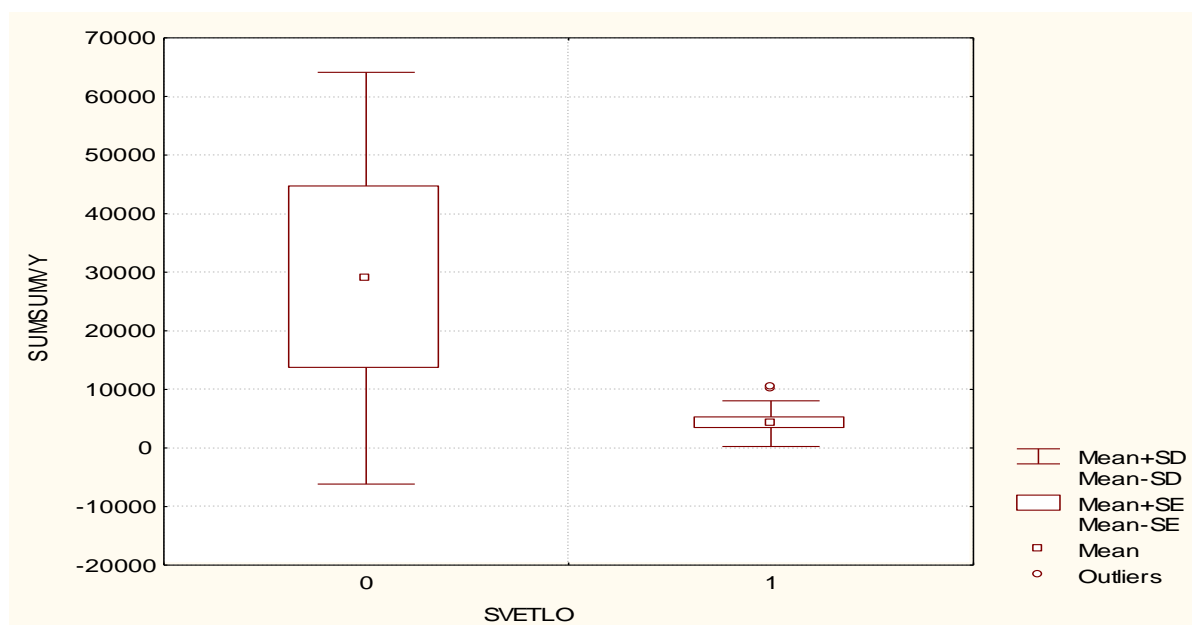
Z grafu je zřejmé, že na měřených plochách, které nejsou osvětleny se nachází největší počet jedinců, kdežto na osluněných plochách je počet minimální.

#### 4.5 Ovlivnění sumy výšek abiotickými podmínkami

Jaký je vliv osvětlení a umístění stanovišť na gradientu svahu na sumu výšek bylo testováno metodou jednofaktorové ANOVy. Jako kategoriální proměnné byly použity světlo (0/1) a umístění stanoviště na gradientu svahu (1, 2, 3) a jako závislový počet jedinců. Ovlivnění sumy výšek světlem bylo statisticky průkazné ( tab.7 ; obr.8), zatímco vliv umístění měřených ploch na gradientu svahu bylo staticky neprůkazné (tab.7, tab.8).

Tab.č.7: Výsledky jednofaktorové ANOVy závislosti sumy výšek na světle df Effect - počet stupňů volnosti, df Error - počet stupňů volnosti chyby . F hodnota testovacího kritéria; p - dosažená hladina významnosti

Závislá proměnná	Suma výšek			
Kategoriální proměnná	Světlo			
Výsledky	df Effect	df Error	F	p
	1	14	5, 827575	0,030050



Obr.č. 8:Graf závislosti sumy výšek (SUMVY) na světle

Z grafu je zřejmé, že na měřených plochách, které jsou osvětleny, byla změřena menší výška než na plochách, které nejsou osluněné.

Tab.č :8 Výsledky jednofaktorové ANOVy závislosti sumy výšek na umístění stanovišť na gradientu svahu. df Effect - počet stupňů volnosti, df Error - počet stupňů volnosti chyby. F hodnota testovacího kritéria; p - dosažená hladina významnosti

Závislá proměnná	Suma výšek			
Kategoriální proměnná	Umístění stanovišť na gradientu svahu			
Výsledky	df Effect	df Error	F	p
	2	13	1,4990079	0,259524

#### 4.6 Ekonomické zhodnocení odstranění smrkového zmlazení

Cena odstranění byla spočítána, jako součet cen za prořezání a za vyklizení nehroubí smrku. Ze sebraných dat byl vypočten průměrný počet jedinců 1024 ks/ar ,dále byla spočítána průměrná výška 40,9 cm. Tato data byla použita pro odvození počtu normohodin na 1 ha. U prořezání to bylo 70Nh/ha u vyklizování 64 Nh/ha. Počet normohodin byl poté vynásoben mzdovým tarifem 135 Kč/Nh .Celková cena pro odstranění smrkového zmlazení činila 17 956 Kč/ha.

### 5. Diskuse

#### Jak koreluje smrk s ostatními druhy?

Jak již bylo popsáno ve výsledcích, smrk v bylinném patře je nejvíce pozitivně korelován s *Trientalis europea*, *Maianthemum bifolium* a s *Pinus strobus*. Smrk v keřovém patře E2 je nejvíce korelován s *Pinus sylvestris* a *Abies alba*. Tyto výsledky jsou však velmi ovlivněny pozdním sběrem dat. Tento sběr byl prováděn koncem srpna až začátkem listopadu, kdy většina druhů vegetace se již na stanovištích nenacházela. Z tohoto důvodu mohou být výsledky mírně zkreslené. Pro další výzkum je nutné provádět fytoecologické snímkování dřívě.

#### Jaké jsou vzájemné vztahy mezi smrkem a abiotickými podmínkami prostředí?

Smrk v bylinném patře nejvíce koreluje s parametrem prostředí údolí, důvodem této korelace budou podmínky panující na měřených plochách, které se nacházejí v údolní části. Je zde dostatečná půdní vlhkost a zástin. Jak uvádí Slávik (2004) smrk je značně náročný na půdní vlhkost a v mládí toleruje zástin. Smrk v keřovém patře, se v údolí

vyskytuje již méně, spíše koreluje se svahem, který koreluje se zvyšujícím se parametrem světla. Důvod výskytu smrku na těchto místech je dán jeho ekologií, jak uvádí Slávik (2004) smrk je dřevina světlomilná až polostinná dřevina, která nemá na půdu vysoké nároky. Měřené plochy na této lokalitě přesně splňují tyto podmínky.

### **Je ovlivněna pokryvnost, počet a výška smrku abiotickými podmínkami?**

Statisticky průkazný byl u všech tří závislých proměnných vliv světla. Vliv umístění stanovišť na gradientu svahu byl statisticky prokázán pouze u pokryvnosti smrku v bylinném patře. Dai X. (1996) uvádí, že dle světelných podmínek lze předpovědět růst a rozmístění sazenic. Z hlediska výchovných zásahů, je tedy možné tyto výsledky použít, například při přestavbě porostů, na zalesnění ploch orientovaných na JV, J, JZ, Z, V a na vrchu použít světlomilné dřeviny, na těchto plochách ani nebude potřeba vyřezávat smrkové zmlazení maximálně jen sporadicky.

### **Jaká je cena odstranění smrkového zmlazení na ploše jednoho hektaru?**

Pro výpočet počtu jedinců na plochu jednoho aru bylo použito dat o počtu jedinců na všech měřených plochách, počet kusů byl poté zprůměrován a přepočten 1 ar, podobný postup byl použit pro výpočet průměrné výšky. Drozd (2010) udává, že pro stanovení počtu ks/1 ar se používá počet kusů ze tří zkusných ploch o velikosti 10 m x 10 m rovnoměrně rozložených po ploše, počet kusů ze zkusných ploch je následně převeden na 1 ar a výška stanovena kvalifikovaným odhadem. Mnou použitá data popisují podrobněji a přesněji informace o dané lokalitě proto se i lépe hodí pro toto ekonomické zhodnocení.

## **6. Závěr**

Pro tuto bakalářskou práci byl v úvodu stanoven cíl vyhodnotit přirozené zmlazení smrku na gradientu prostředí. Pro dosažení toho cíle byly zvoleny otázky, jejichž zodpovězení by mělo přispět k výchovným a pěstebním zásahům. Tyto otázky jsou: s jakými druhy a abiotickými podmínkami prostředí smrk na stanovištích koreluje, je ovlivněna pokryvnost, počet a výška smrku abiotickými podmínkami a jaká je cena odstranění smrkového zmlazení.

Z výsledků je patrné, že smrk v bylinném patře silně zmlazuje na stanovištích v údolních polohách, kde není ovlivňován žádným významným druhem, který by ho mohl ohrozit, roste zde s pstročkem dvoulistým a sedmikvítkem evropským, zatímco smrk



v keřovém patře preferuje převážně svah. Se zvyšující se hodnotou světla pokrývnost smrku v bylinném patře ubývá, naopak přibývá výskyt smrku v keřovém patře. Na plně osvětlených plochách, které se nacházejí na vrcholech skal, zmlazování smrku rapidně ubývá a na některých plochách dokonce úplně chybí. U celkového počtu jedinců a sumy výšek je statisticky průkazné, že jejich počet roste na neosluněných plochách. Tyto výsledky se dají využít pro pěstební a výchovnou činnost. Při přeměně těchto porostů víme z přímé mnohorozměrné lineární analýzy (RDA) a analýzy variance (ANOVA) na jakých stanovištích můžeme očekávat případnou regeneraci zmlazení bylinného patra a naopak, na kterých stanovištích lze vysadit ekologickým podmínkám vyhovující dřevinu. Např. na vrcholech skal lze použít jako sadební materiál, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* nebo *Q. petraea* aniž by bylo nutné plochu nějak připravovat, naproti tomu kdyby při zalesňování údolí byla použita *Abies alba*, je nutné plochu nejdříve připravit. Nejprve bude třeba z plochy odstranit zmlazení smrku a poté je nutné hlídat jeho regeneraci a tu případně eliminovat.

Cenové odstranění smrkového zmlazení je pro ohodnocení pracovního výkonu používáno již velice minimálně, jelikož jsou na tyto práce vyhlašována výběrová řízení. Cenu lze tedy použít pro návrh rozpočtu prací na následující období.

## 7. Použité zdroje

### Internet

**Härtel H:** Klima. online:<http://npcs.cz/klima>

### Literatura

**Abraham V. 2006:** Přirozená vegetace a její změny v důsledku kolonizace a lesnického hospodaření v Českém Švýcarsku. Ms. (Dipl. Pr., Depon. in: Knih. Kat. Botan. PŘF UK Praha).

**Anonymus 1996:** STATISTICA 5.1 for Windows (Computer program manual).StatSoft, Tulsa, Ok.

**Balatka B. et Sládek J. 1984:** Typizace reliéfu kvádrových pískovců české křídové pánve. Rozpr. čs. Akad.Věd, Ř. mat.přír.Věd, 94/6. Praha.

**Dai X. 1996:** Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration: a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. Forest Ecology and Management 84: 187-197.

**Droz J. 2010:** ústní sdělení. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa.

**Drozd J 2007:** Materiální, technické a finanční zabezpečení. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa: 209 - 213

**Glöckner P. 1995:** Fyzickogeografické a geologické poměry okresu Děčín . Vlastivěda okresu děčínského, Ser. Příroda, Děčín.

**Härtel H., Šteflová D. et Drozd J.(eds.) 2007:** Plán péče o Národní park České Švýcarsko 2009-2016. Správa Národního parku České Švýcarsko

**Härtel H. 2007a:** Floristicko – fytogeografická charakteristika in in Härtel H., Šteflová D.,et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa: 35.

**Härtel H. 2007b:** Charakteristika přirozené lesní vegetace. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa: 37.

**Herben T. et Münzbergová Z. 2003:** Zpracování geobotanických dat v příkladech – Část I. Data o druhovém složení. Praha.

**Kaňák K. 2000:** Genetické testování původnosti porostů jedle bělokoré, smrku ztepilého a borovice lesní na území NP České Švýcarsko. Závěrečná zpráva za období od 1. 4. do 15. 12. 2000

**Klitsch M. 2007:** Záměry a cíle péče o lesní ekosystémy NP České Švýcarsko pro Plán péče s platností 2008 – 2016. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J.(eds.) 2007:Plán péče o Národní park České Švýcarsko 2009-2016. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa: 31 – 32.

**Kobliha J. 2008:** ústní sdělení. Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin. Fakulta lesnická a dřevařská. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha

**Kuneš P., Pokorný P. et Abraham V. 2005:** Rekonstrukce přirozené vegetace pískovcových skal NP České Švýcarsko a přilehlého pískovcového území formou pylových analýz profilů. Závěrečná zpráva projektu VaV 620/7/03. Ms. (Depon. in: Knih. NP České Švýcarsko, Krásná Lípa).

**Lesprojekt východní Čechy:** Textová část lesního hospodářského plánu LHC Národní park České Švýcarsko 1.1.2007 - 31.12.2016

**Mánek J. 2001:** Genetická diverzita smrku ztepilého ve zvláště chráněných územích ČR a identifikace ohrožených populací jako podklad pro záchranná opatření. Závěrečná grantová zpráva projektu VaV/610/1/99. Ms. (Depon. in MŽP ČR Praha. 86 p.).

**Mánek J. et Kolář R. 2006:** Genetická diverzita čtyř pravděpodobně původních populací smrku ztepilého z oblastí Labských pískovců, Českého ráje a Broumova. Ms. (Depon. in: Knih. Správa NP České Švýcarsko, Krásná Lípa).

**Mánek J. et Kolář R. 2002:** Genetická diverzita čtyř pravděpodobně původních populací smrku ztepilého z oblastí Labských pískovců, Českého ráje a Broumova. Ms. (Depon. in: Knih. Správa NP České Švýcarsko, Krásná Lípa).

**Marková I. 2007:** Vývoj přírody ve čtvrtohorách. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa: 56 - 57.

**Mergl J. et al. 1984:** Lesnická botanika. SZN.Praha: 223s

**Nouza J. et Nouzová J. 2007:** Výkonové normy v lesním hospodářství

**Novák J. V. (1914):** On the forms of thick-bedded sandstones in Bohemia, Rozpravy král. Spol. Nauk, Tř. II 23(19), 1-26.

**Patzelt Z. 2007:** Hydrologie a hydrogeologie. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa:32 - 34

**Rubín J. et Balatka B. (eds). 1986:** Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Academia, Praha.

**Slávik M.(2004):** Lesnická dendrologie pro bakalářské studium HSSL. Česká zemědělská univerzita ,Praha: 80 stran

**Skalický V. et al. 1988:** Regionálně fytogeografické členění ČSR in Hejný S. (red.) et al. Květena České socialistické republiky 1 .Praha : 103-121.

**Smejkal J. 2007:** Pedologická charakteristika území. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa:31.

**Šteflová D. 2007a:** Péče o genové zdroje lesních dřevin. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa:125 – 131.

**Šteflová D. 2007b:** Péče o genové zdroje lesních dřevin. In: Härtel H.,Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007:Plán péče o Národní park České Švýcarsko 2009-2016. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa: 136 – 140.

**Ter Braak et Smilauer P. 1997-2002:** Canoco for Windows Version 4.5 Centre for Biometry. Wageningen. The Netherlands

**Vařilová Z. 2007:** Geologie a geomorfologie. In: Härtel H., Šteflová D. et Drozd J. (eds.) 2007: Rozbory. Správa Národního parku České Švýcarsko, Krásná Lípa:22 - 26

**Vítek J. 1979:** Pseudokrasové tvary v kvádrových pískovcích sv. Čech. (Pseudokarst phenomena in block sandstones in north-east Bohemia). Rozpr. Českosl. Akad. Věd, ř. MPV, Praha: 89 stran

**Vítek J. 1982a:** Typy pseudokrasových tvarů v pískovcích České křídové pánve. In: Geomorfologická konference UK. Sbor.: 201-214. Praha: 226 stran

**Vítek J. 1982b:** Typy škrapů v pískovcích české křídové pánve. Československý kras 32: 41-51, Academia, Praha.

**Vítek J. 1985:** Classification of pseudokarst forms in Czechoslovakia. In: International Journal of Speleology, Roma, 13: 18 stran

## 8. Přílohy

### Příloha č. 1: Seznam druhu použitých při statistickém zpracování

Zkratka	Latinský název	Český název	Patro
Abi alb1	<i>Abies alba</i>	Jedle bělokorá	bylinné
Cal vulg	<i>Calluna vulgaris</i>	Vřes obecný	bylinné
Des fle	<i>Deschampsia</i>	Metlička křivolaká	bylinné
Dry dil	<i>Dryopteris dilatata</i>	Kaprad' rozložená	bylinné
Fag syl1	<i>Fagus sylvatica</i>	Buk lesní	bylinné
Lar dec1	<i>Larix decidua</i>	Modřín opadavý	bylinné
Lar dec2	<i>Larix decidua</i>	Modřín opadavý	keřové
Lis0	-	Lišejníky	mechové
Mai bif	<i>Maianthemum</i>	Pstroček dvoulisý	bylinné
Mech0	-	Mechorosty	mechové
Pic abi1	<i>Picea abies</i>	Smrk ztepilý	bylinné
Pic abi2	<i>Picea abies</i>	Smrk ztepilý	keřové
Pin str1	<i>Pinus strobus</i>	Borovice	bylinné
Pin str2	<i>Pinus strobus</i>	Borovice	keřové
Pin syl1	<i>Pinus sylvestris</i>	Borovice lesní	bylinné
Pte aqu	<i>Pteridium</i>	Hasivka orličí	bylinné
Sor auc1	<i>Sorbus aucuparia</i>	Jeřáb ptačí	bylinné
Sph0	<i>Sphagnum</i>	rašeliník	mechové
Tri eur	<i>Trientalis</i>	Sedmikvítek	bylinné
Vac myr	<i>Vaccinium</i>	Brusnice borůvka	bylinné