

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



# Diplomová práce

Téma:

Struktura a vývoj původních smrkových porostů  
v západních Krkonoších

Autor: Bc. Aleš Koblíček

Vedoucí diplomové práce: Prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Rok odevzdání: 2015

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Struktura a vývoj původních smrkových porostů v západních Krkonoších* zpracoval samostatně a použitou literaturu uvádím v seznamu použité literatury.

V Martinicích v Krkonoších dne

Aleš Koblíček

.....

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Prof. RNDr. Stanislavu Vackovi, DrSc. za odbornou pomoc, rady a četné konzultace při vypracování této diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu, kterou mi během studia poskytovali.

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Aleš Kobrle

Lesní inženýrství

Název práce

**Struktura a vývoj autochtonních smrkových porostů v Labském dole v Krkonoších.**

Název anglicky

**Structure and development of autochthonous spruce stands in the Labský důl in the Krkonoše Mts.**

---

### Cíle práce

Získat poznatky o struktuře a vývoji autochtonních klimaxových smrčin v Labském dole v Krkonoších s akcentem na regenerační procesy po imisně ekologické kalamitě z 80. let 20. století.

### Metodika

Rozbor problematiky struktury a vývoje horských smrčin v Evropě se zaměřením na klimaxové smrčiny v Krkonoších.

Charakteristika zájmové oblasti Krkonoš a zejména pak stanovištních a porostních poměrů v autochtonních klimaxových smrčinách v Labském dole.

Charakteristika 5 výzkumných ploch v autochtonních klimaxových smrčinách v Labském dole v Krkonoších.

Standartní biometrická měření všech jedinců stromového patra a jedinců zajištěné přirozené obnovy na 5 TVP o velikosti 50x50 m.

Aplikace standardních biometrických a matematickostatistických metod.

Vyhodnocení struktury a vývoje porostů na 5 výzkumných plochách v autochtonních klimaxových smrčinách v Labském dole v Krkonoších.

**Doporučený rozsah práce**

Minimálně 50 stran textu.

**Klíčová slova**

struktura a vývoj porostů, smrkové porosty, autochtonní horské smrčiny, Labský důl, Krkonoše

---

**Doporučené zdroje informací**

- POLENO, Z. VACEK, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- POLENO, Z. VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- POLENO, Z. VACEK, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.
- VACEK, S. MOUCHA, P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.
- VACEK, S. SIMON, J. REMEŠ, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007, 447 s.
- VACEK, S. VACEK, Z. SCHWARZ, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Folia forestalia Bohemica. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.
- VACEK, S. VACEK, Z. SCHWARZ, O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.
- VACEK, S. (1990): Analýza autochtonních smrkových populací na Strmé stráni v Krkonoších. Opera Corcontica, 27: 59 103.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2014

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 8. 2014

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2015

**Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá strukturou a vývojem autochtonních smrkových porostů v západních Krkonoších. Měření probíhalo na pěti trvalých výzkumných plochách (TVP) o velikosti 50 x 50 m (0,25 ha) v Labském dole. Pro stanovení struktury stromového patra a vyhodnocení přirozené obnovy byla použita technologie FieldMap. Toto technologií byla změřena plocha všech jedinců, kteří se vyskytují ve stromovém patře tak i přirozené obnovy. Měřily se také korunové projekce jednotlivých stromů, a to minimálně ve 2 směrech na sebe kolmých, následně se u jednotlivých jedinců měřila výčetní tloušťka, výška a nasazení zelené koruny. Následně byly vytvořeny grafy a obrazové výstupy pomocí růstového simulátoru SIBYLA. Na trvalých výzkumných plochách je patrné, jak se porosty vyrovnaly s imisí kalamitou, která zde proběhla před téměř třiceti lety a jejíž dopady jsou ve studovaných porostech stále patrné.

**Klíčová slova:** struktura a vývoj lesních porostů, smrkové porosty, smrk ztepilý, lesní ekosystémy, Krkonoše

**Abstract:**

This thesis deals with the structure and development of indigenous spruce stands in the western mountains. Measurement was done on five permanent research plots (TVP), size 50 x 50 m (0.25 ha) in the Elbe below. To determine the structure of the tree layer and evaluation of natural regeneration technology was used FieldMap. This technology has been measured in measured surface area of all the individuals who appear in the tree floor and natural regeneration. Were also measured crown projection of individual trees, at least in two directions perpendicular to each other, then measured for individual trees breast-height diameter, height and green crown deployment. Subsequently were created graphs and video output using a simulator growth SIBYLA. On permanent research plots show how to cope with air pollution stands calamity that took place here nearly thirty years ago and whose effects are studied stands still evident.

**Key words:** structure and development of forests, spruce forest, Norway spruce, forest ecosystems, Krkonoše Mts.

## Obsah

1. Úvod .....	9
2. Cíl práce: .....	9
3. Rozbor problematiky struktury a vývoje lesních porostů .....	9
3.1. Struktura lesa .....	9
3.2. Dřevinná skladba .....	12
3.3. Věková skladba.....	12
3.4. Prostorová skladba .....	13
4. Ontogenetický vývoj lesa.....	14
4.1. Malý vývojový cyklus lesa.....	15
4.2. Vývoj přírodního lesa na příkladu přírodní smrčiny .....	16
4.3. Vliv imisí na zdravotní stav horských smrčín .....	17
5. Přirozená obnova .....	19
5.1. Předpoklady přirozené obnovy .....	19
5.2. Specifika přirozené obnovy .....	21
5.5. Přirozená obnova a zvěř .....	22
6. Základní charakteristika vybraných dřevin .....	22
6.1. Smrk ztepilý – <i>Picea abies</i> (L.) Karst.....	22
6.2. Buk lesní – <i>Fagus sylvatica</i> L. ....	25
6.3. Javor klen – <i>Acer pseudoplatanus</i> L.....	26
6.4. Bříza karpatská – <i>Betula carpatica</i> W. et K.....	27
7. Krkonošský národní park .....	27
7.1. Charakteristika zájmového území Krkonoš .....	27
7.2 Poloha a vymezení hranic .....	28
7.3. Vegetační stupňovitost.....	29
7.4. Klimatologie a hydrologie.....	29
7.5. Zonace v Krkonošském národním parku .....	30
9 Výběr a charakteristika výzkumných ploch.....	31
8. Metodika .....	33
8.1. Obecný metodický přístup .....	33
8.2. Metodika hodnocení.....	33
9. Výsledky .....	36
9.1 Trvalá výzkumná plocha 11 – Strmá stráň A.....	36

9.1.1. Stanovištní poměry.....	36
9.1.2. Struktura a vývoj porostu .....	37
9.1.3. Přirozená obnova.....	47
9.2. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň B.....	51
9.2.1. Stanovištní poměry.....	51
9.2.2. Struktura a vývoj porostu .....	52
9.2.3. Přirozená obnova.....	63
9.3. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň C .....	67
9.3.1. Stanovištní poměry.....	67
9.3.2. Struktura a vývoj porostu .....	68
9.3.3. Přirozená obnova.....	80
9.4. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň D.....	84
9.4.1. Stanovištní poměry.....	84
9.4.2. Struktura a vývoj porostu .....	85
9.4.3. Přirozená obnova.....	97
9.5. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň E .....	101
9.5.1. Stanovištní poměry.....	101
9.5.2. Struktura a vývoj porostu .....	102
9.5.3. Přirozená obnova.....	113
9.6. Vliv mikrostanoviště na přirozenou obnovu .....	117
10. Diskuze .....	119
11. Závěr .....	121
12. Literatura.....	122



## **1. Úvod**

Význam přírodě blízkých lesů v současné době vzrůstá (POLENO 1997). Dnes se už nepohlíží na les jako na zdroj cenné dřevní suroviny, ale zejména jako na nástroj tvorby životního prostředí (ZÜCHER 1993) stále častěji v něm také můžeme vidět důležitého klimatického činitele, který příznivě usměrňuje oběh vody a chrání půdu před erozí. Mezi hlavní činitele ovlivňující les patří půda a ovzduší, na které je les, ale i každý strom odkázán. Les a lesní prostředí se navzájem ovlivňují a proto chceme-li lesu dobře porozumět, musíme znát jednotlivé činitele prostředí, které na vývoj lesa působí. Je důležité také znát nepřítelé lesa a těch je celá řada počínaje přírodní živly a konče kůrovcem. Struktura porostu je proto důležitá pro pěstování odolných a životaschopných porostů v takto extrémních podmínkách, které panují v Krkonoších (cf. VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007).

## **2. Cíl práce:**

Cílem této práce je zhodnocení struktury a vývoje lesních porostů v západních Krkonoších, a to na 5 trvalých výzkumných plochách, které jsou situované na Strmé stráni v Labském dole. Dílčím cílem bylo i zhodnocení přirozené obnovy a stanovištních poměrů na jednotlivých trvalých výzkumných plochách. Dále šlo i o zjištění vývojových stádií a fází malého vývojového cyklu lesa.

## **3. Rozbor problematiky struktury a vývoje lesních porostů**

### **3.1. Struktura lesa**

Pod slovem struktura lesa je myšlený souhrn znaků lesa nebo lesních porostů, které můžeme v určitém časovém momentě pozorovat. Je znakem předcházejících vnitřních změn a vnějších vlivů. Les je v širším chápání abstraktní pojem. Objektem konkrétní pěstební činnosti je určitá část lesa s určitými konkrétními vlastnostmi tj. porost nebo jeho část. Lesní porost, který tvoří stromové nebo keřové patro zabírá blíže vymezenou plochu a prostor, při čemž se

vyznačuje určitými vnějšími a vnitřními charakteristikami. Základní typické charakteristiky souboru stromů jsou obsahově stejné se všemi porosty, ale jejich forma odrážející se v kvalitativní charakteristice znaků podléhá širokému rozmezí variability. V detailech jsou tyto charakteristiky ve většině aspektů odlišné, v důsledku čeho je každý lesní porost jedinečným, specifickým vzorem variability základních znaků lesa. V pěstebním chápání je porost životní společenstvo lesních dřevin, které si v užším vymezení v rámci lesa vytvořilo v podstatě společné, ale v jednotlivém případě osobité vnitřní a vnější vztahy. Tyto vztahy se vlastním způsobem automaticky regulují bez ekologické a fyziologické přípravy, což se nevyhnutelně odráží na vlastnostech vnitřních složek, ale i na vlastnostech prostředí, které porost zabral. Prostřednictvím zásahu do živých složek a prostředí k těmto autoregulačním procesům přistupuje vnější vliv člověka, což podstatně rozšiřuje rozsah základních znaků struktury (KORPEL et al. 1991).

Jak uvádějí POLENO, VACEK et al. (2007b) při analýze rostlinných společenstev v porostech je důležité předpokládat, že jedinci i ve stejné populaci si budou navzájem nerovnocenní. Mohou se lišit v rychlosti růstu nebo tvorbě biomasy, vzhledem k tomu, že jsou někteří jedinci např. vyšší než ostatní a mohou mít také více listů nebo větví. Dále se často liší také různou fází ontogenetického vývoje, tj. někteří jedinci mohou být ve vegetativní fázi a jiní již v generativní (kvetou, mají plody), někteří odumírají (cf. VACEK et al. 2010).

Ještě složitější situace nastává v lesních ekosystémech, které jsou tvořeny nestejně starými jedinci, v rozsahu dvou a více let, popřípadě i několika desítek až set let, jako je tomu u populací lesních dřevin (KORPEL et al. 1991).

Jak uvádějí POLENO, VACEK et al. (2007a) nerovnocennost jedinců v populaci se podílí na tvorbě struktury (skladby) populace. Strukturu populace můžeme zjišťovat:

- Jednorázově v určitém časovém období, kdy takto stanovíme tzv. statickou strukturu. Používá se především u populací dlouhověkých rostlin (dřevin), kde prakticky není možno sledovat změny v průběhu celého životního cyklu (cf. POLENO, VACEK et al. 2007b).

- V rámci celého životního cyklu populace, kdy stanovíme tzv. dynamickou strukturu (SLAVÍKOVÁ 1986).

Statickou strukturu populace v určitém časovém bodě lze analyzovat tak, že zjistíme počty jedinců v populaci v rámci jednotlivých kategorií, které určíme podle některé důležité charakteristiky. Tyto kategorie se nazývají třídy. Důležitým základním kritériem pro účely analýzy struktur nestejnověkových populací je věk, případně výčetní tloušťka jedinců. V tomto případě se jedná o věkovou strukturu. Jedince populace rozdělíme podle stáří do věkových tříd a následně zjistíme početnost zastoupení jedinců v těchto třídách. Výsledky se obvykle prezentují užitím grafických výstupů, protože tak distribuce jedinců v populaci názorněji vynikne (VACEK et al. 2010).

Tímto způsobem můžeme v populaci určit také prostorovou strukturu, zvolíme-li za kritérium velikost jedinců v populaci, nebo strukturu ontogenetickou, jestliže provedeme analýzu populace z hlediska jednotlivých fází cyklů vývoje (VACEK et al. 2013).

Ve stabilní věkové struktuře populací dřevin je obvykle převažující podíl jedinců v nejmladší věkové třídě, v opačném případě (kdy je v této třídě nízká frekvence) to znamená, že populace stárne (VACEK et al. 2010).

Analýza věkové skladby se v lesním hospodářství obecně užívá k posouzení stavu přirozenosti porostu a jeho autoregulačních schopností z hlediska přirozené obnovy (VACEK 1981b, 1990, 1992, VACEK, VAŠINA, MAREŠ 1987, VACEK, VAŠINA, BALCAR 1988). Analýza věkové skladby se studuje v lesních porostech buď u souboru všech dřevin dohromady, nebo zvláště u jednotlivých druhů dřevin, u jednotlivých druhů dřevin, podle určení a praktického cíle. Přináší podklady pro vyhodnocení rovnovážnosti lesa v jednotlivých věkových třídách a poukazuje na možnosti přirozené obnovy lesa. Vhodná rozdělení podle stáří v populaci může přispívat také ke stabilitě lesních ekosystémů alespoň v tom smyslu, že umožňuje rychlou obnovu ekosystému po její destrukci (VACEK et al. 2010).

U dynamické struktury lesních ekosystémů sledujeme změny v průběhu jejího celého životního cyklu, tj. od vyklíčení semen až po úhyn posledního jedince v populaci, a to v určitých časových intervalech (dny, týdny měsíce). Tato

metoda je prakticky možná jen u populací, které mají krátký životní cyklus nejlépe u jednoletých až dvouletých rostlin tj. bylin (VACEK 2007a).

Strukturou porostu se obecně rozumí celé vnitřní uspořádání, výstavba celého složitého souboru jedinců v lesním porostu. Musí tedy zachytit všechny charakteristiky porostu v určitý přesný čas, aby bylo možné porovnávat různé porosty v různých vývojových obdobích. Je to statické zaznamenání všech kvantitativních i kvalitativních znaků jak výsledného růstu, tak vývoje lesního porostu. Růstem přitom rozumí vnější, kvantitativní a vývojem zase vnitřní, kvalitativní změny v lesním porostu (KORPEL 1991). Dle VACKA et al. (2010) je struktura porostu dána jeho původem (semenným, vegetativním, autochtonním, alochtonním), druhovým složením, věkovým členěním a prostorovým uspořádáním. Podle toho POLENO, VACEK et al. (2007b) rozlišují zejména:

- 1) skladba porostu dřevinná (druhová),
- 2) skladba porostu věková,
- 3) skladba porostu prostorová (horizontální, vertikální, tloušťková a výšková).
- 4) skladba porostu genetická (POLENO, VACEK et al. 2007b).

### **3.2. Dřevinná skladba**

Dřevinná skladba porostu je souhrn druhů dřevin a jejich zastoupení v porostu. Rozlišujeme porosty jehličnaté (složené z jehličnatých dřevin) a porosty listnaté (složené z listnatých dřevin). Jak porosty jehličnaté tak listnaté mohou být smíšené nebo nesmíšené. Zastoupení dřevin v druhové skladbě se určí jako plošný podíl jednotlivých dřevin v lesním porostu. Může se vyjadřovat jak v jednotkách absolutních (v  $m^3$  či  $m^2$ ) tak i v jednotkách relativních (%). Hlavní dřeviny mají definované zastoupení větší jak 30%, přimíšené v rozmezí 10 – 30 % a vtroušené do 10 % (VACEK et al. 2010).

### **3.3. Věková skladba**

Věková skladba porostu je charakterizována věkovým rozdělením, respektive rozdíly věku stromů jednoho nebo více druhů dřevin, které vytvoří lesní porost. Pro účel lesního hospodářství se vyjadřuje ve věkových třídách nebo

stupních, jejichž věkové rozpětí je 20 respektive 10 let. Podle věkového rozdělení dělíme porosty na stejnověké a různověké. Věková dřevinná skladba je i důležitou porostní charakteristikou, která ovlivňuje jak životnost, tak i mortalitu, a také úzce koreluje s délkou vývojového cyklu či života porostu. Věkové členění ve stupních nebo třídách reflektuje současné produkční a reprodukční možnosti a naznačuje, co lze v tomto směru můžeme očekávat v budoucnosti. Ve věkové struktuře různověkého přírodního lesa obvykle početně převažují jedinci v nejnižších věkových stupních. V případě opačného trendu to znamená, že je populace na ústupu. V důsledku věkových rozdílů, produkčních schopností jednotlivých stromů a druhů dřevin může docházet v průběhu růstu porostu k výškové i tloušťkové diferenciaci. Podle věku porostu a jeho vzhledu, který s věkem úzce souvisí, se rozlišují růstové a vývojové fáze lesa (VACEK et al. 2010).

### **3.4. Prostorová skladba**

Prostorovou skladbu porostu lze posuzovat jak v horizontální tak i ve vertikální rovině. V rámci horizontálního rozmístění (horizontální struktury) je předmětem studia hustota porostu, zakmenění a zápoj, kdežto z hlediska vertikálního rozmístění se studuje (vertikální struktury) tvorba jedné nebo více porostních etáží. (VACEK 1982). SCHÜTZ (2002) rozlišuje mezi nepravidelností uvnitř korunové vrstvy, plnou vertikální různověkost na úrovni porostu (výběrná struktura) a horizontální rozrůzněnost (mozaikovitost). V tomto ohledu může vhodný management lesních porostů přispět ke zvýšení diverzifikace ve všech zmíněných úrovních. Na horizontálním rozmístění jedinců má vliv zejména způsob a postup vzniku porostů a způsob jakým se redukuje počet jedinců přirozeným odumíráním nebo cílevědomými zásahy lesního hospodáře. Porosty, které jsou uměle vysázené, mají převážně pravidelné výchozí uspořádání jedinců po ploše porostu, zatímco porosty původem z přirozené obnovy (nasemenění, výmladky) mají zejména slukovité až náhodně nepravidelné rozmístění jedinců (cf. VACEK et al. 2009). Během vývoje porostu pak tyto typy rozmístění mají tendenci směřovat k rozmístění mírně pravidelnému. Rovnoměrné rozmístění jedinců po ploše porostu ve spojení s optimálním zápojem dodává příležitost dobrého využití produkčního prostoru, k dosažení jakostních kmenů a

maximálního objemového přírůstu (cf. VACEK, et al. 2010). Ve velkoplošném měřítku však BONCINA (2002) ukázal větší mozaikovitost a jemnější texturu u porostů obhospodařovaných než u porostů původních. Na vertikální stupňovitost porostu má výrazný vliv věk stromů a také různá růstová rychlost jednotlivých stromů a jejich vzájemné konkurenční vztahy na daném stanovišti. Na základě toho stromy zaujímají trvalé nebo přechodné postavení v porostních etážích. Zvolenými pěstebními postupy lze vertikální strukturu podstatně ovlivnit. Úrovňovými probírkami lze například diverzifikovat postavení jednotlivých stromů v rámci korunové vrstvy, zatímco výraznější vertikální rozrůzněnosti dlouhodobého charakteru lze na vhodných lokalitách dosáhnout uplatňováním výběrných principů v maloplošném přírodě blízkém podrobním hospodářství či citlivým výběrným hospodářským způsobem. Prostorovou strukturu stejnověkových, nestejnověkových a v přestavbě se podrobně zabýval HANEWINKEL (2004). V případě lesa věkových tříd byla zásoba porostu a největší jedinci rovnoměrně rozmístěni po ploše. S pokročilejšími stadii přestavby a s větší výškou spodní etáže mizí i její výrazná shlukovitost, která je v počáteční fázi přestavby spojena s obnovou pod světlinami. Ty však není žádoucí rozšiřovat, naopak v nestejnověkových porostech mají selektivní zásahy vést k náhodnému rozmístění stromů středních a malých dimenzí po celé ploše porostu (VACEK et al. 2010).

#### **4. Ontogenetický vývoj lesa**

Každý lesní ekosystém se působením růstových a vývojových procesů a jednotlivých složek nepřetržitě mění. V důsledku těchto neustálých změn se les vyvíjí a na různě dlouhé období stabilizuje. Změny, které jsou vyvolané interními biologickými procesy, jsou pozvolné a mají menší dosah, ale i tyto změny mají dlouhý časový horizont. Proto během životního cyklu vznikají náhlé změny, které po naakumulování pozvolných kvantitativních změn vedou ke změně v porostním ekosystému. Nenadálé změny lesního společenstva obvykle vznikají v důsledku vnějších narušení tzv. disturbancí, např. ze strany abiotických činitelů, jako je vítr, sníh anebo požár. S menšími změnami, které jsou vyvolané abiotickými faktory, si přirozený nebo přírodě blízký les poměrně dobře vyrovná a následky eliminuje.

Postupnými dlouho trvajícími menšími změnami negativního vývojového charakteru se však mohou interní vztahy natolik poškodit, že lesní ekosystém už ztratí schopnost se s nimi vyrovnat a obnovit, takže lesní společenstvo ztratí svůj původní charakter (POLENO, VACEK et al. 2007b). Hospodářské lesy, ochranné lesy i lesy zvláštního určení jsou občas na rozsáhlejších plochách vystaveny přírodním katastrofám. Ve středoevropských podmínkách tyto katastrofy nejčastěji způsobuje bořivý vítr nebo mokrý sníh a v některých případech i přemnožení hmyzích škůdců. V těchto případech na dlouhé mizí stromové patro a tím se ztrácejí vlastnosti lesního prostředí. Když na takovéto plochy nemá člověk vliv a nechají se přírodě a dochází k sukcesi, která znamená pozvolný návrat k lesu a to až do klimaxového stádia (KORPEL et al. 1991).

#### **4.1. Malý vývojový cyklus lesa**

Vývojové fáze lesa jsou rozdílné a dlouhotrvající úseky života přírodního lesa, ve kterém se jednotlivé složky podle vnitřních zákonitostí přizpůsobují prostředí, kvantitativně a kvalitativně se mění, vznikají, rostou, vyvíjí se a zanikají. Určitým nadstavbovým cyklem je dynamický cyklický vývoj dřevinných složek přírodního lesa (malý vývojový cyklus lesa), v jehož rámci můžeme rozlišit tři typická vývojová stádia lesa (PODRÁZSKÝ 1999, KORPEL 1995).

Stadium dorůstání, je stádium vývoje lesa, ve kterém mladí jedinci intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. V tomto stádiu převládají jedinci ve výstavbě střední nebo spodní vrstvy. Toto stádium se vyznačuje vysokým stupněm zápoje, vysokou kvalitou stromů malou mortalitou jedinců horní vrstvy. Mezery, které vzniknou v porostním zápoji po vypadnutí zbytku stromů z předchozího vývojového cyklu či náhodným předčasným odumřením jednotlivých silných stromů nového vývojového cyklu se obvykle rychle zapojují. Podstatně delší trvání životnosti než je časový úsek výškového růstu u všech základních a většiny původních dřevin klimaxového lesa způsobuje, že původně výškově silně rozrůzněný porost se i při značné různověkosti výškově vyrovná a přírodní les se dostává do stádia optima (KORPEL 1995, POLENO et al. 2007a).

Stádium optima (zralosti), je stádium vývoje lesa, kdy les dosahuje maximální zásoby hroubí, přičemž výškový růst v důsledku snížené porostní vitality téměř ustává a běžný objemový přírůstek se snižuje. Toto stádium je charakteristické nízkým počtem stromů na ploše a dochází ke ztrátě horizontální rozrůzněnosti. V tomto stádiu je také zvýšená mortalita nejsilnějších stromů a částečné porušení zápoje a převládnutí stromů největších věkových tříd. Výstavba porostu je téměř stejnorodá a dostává se vzhledem podobným horizontálně zapojenému stejnověkému hospodářskému lesu. Na konci stádia začínají přestárlé a nevitální stromy postupně hynou a porost se dostává do stádia rozpadu (KORPEL 1995, POLENO et al. 2007a).

Stadium rozpadu je část vývojového cyklu, ve kterém klesá zásoba hroubí, jelikož mortalita četných mohutných stromů, které se blíží maximálnímu fyzickému věku, nestačí být zastoupena zvyšujícím se běžným přírůstem na zbylých živých stromech a jedincích nastupující nové generace. Prostorová struktura je velice nepravidelná, skupinky až hloučky stromů střídají mezery nebo světliny s nastupující obnovou. Sporadické jednotlivé až hloučkové zmlazení z konce stádia optima se postupně dostává do kontinuální obnovy (KORPEL 1995, LEIBUNDGUT 1993).

#### **4.2. Vývoj přírodního lesa na příkladu přírodní smrčiny**

Vzhledem k tématu této práce, která se věnuje přírodě blízkým smrkovým porostům, zařazuji charakteristiku vývoje právě smrkového přírodního lesa, jehož některé prvky jsou podnětné v rámci obhospodařování stávajících smrčiny přírodě blízkým způsobem (cf. VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007). Nevadí, že nejde v současných přírodních podmínkách a hospodářských poměrech intenzivního lesního hospodářství o příklad typický, protože je v současné době antropogenní činnosti hojně devalvován. Na příkladu studované plochy a jejich vývoj byly negativně ovlivněny emisně-ekologickou kalamitou, jejíž následky zkoumané porosty stále ovlivňují každou kalamitní holinu, která je v našem případě ponechána přirozenému vývoji (sukcesi), které musí být dopřán dostatek času (VACEK et al. 2010).



Budeme tedy předpokládat, že les vznikl přímo zmlazením smrku na holině. Shodou náhod nebyl poničen do stádia závěrečného lesa poničen žádnou katastrofou. Způsobem svého vzniku získat tento porost horizontální zápoj. Dlouho se vyznačuje vysokým počtem stromů, jelikož jejich přirozená redukce probíhá pomalou intenzitou. V daném generačním cyklu jde o vysoce labilní porost téměř po celou dobu existence. Jeho labilita vrcholí v závěrečném stadiu, kdy dosáhl nejvyšších stromových výšek. V této době může dojít ke dvěma cestám dalšího vývoje:

První cestou je velkoplošný rozpad způsobený přírodní katastrofou a znovu vzniká lineární sukcese jako v předchozím cyklu (KOŠULIČ 2010).

Na druhé cestě vývoj porostu nerušeně pokračuje. V porostu dochází pouze k menším narušením. Tato narušení nepravidelně rozvolňují zápoj a snižují porostní zásobu a porost je směřován do zcela nového vývoje, zlepšuje se utváření korun stávajících stromů, porostní stabilita se zvyšuje a v nově vzniklých mezerách se objevuje zmlazení (KOŠULIČ 2010).

#### **4.3. Vliv imisí na zdravotní stav horských smrčín**

Ekosystémy ve vyšších horských oblastech mohou být náchylnější ke znečištění ovzduší, oproti ekosystémům v nižších nadmořských výškách. Synergické působení vysokého a dlouho trvajícího znečištění ovzduší společně s klimatickými stresy mohou vést až k rozsáhlému odumírání lesů v těchto lokalitách (VÁVROVÁ et al. 2009). Výskyt mnoha symptomů poškození lesních ekosystémů, které byly způsobeny ne zcela objasněnými faktory, byl zaznamenán v Evropě zejména v období let 1970–1980. Rychlý rozvoj těchto symptomů, jejich rozdělení v čase a prostoru, jakož i vzájemná závislost jejich dopadu na lesní společenstva vedly k popisu tohoto stavu jako syndromu neznámého úbytku lesů (MUELLER-EDZARDS et al. 1997; BADEA et al. 2004). Přitom účinky všech známých biotických a abiotických faktorů nemohou zcela vysvětlit všechny aspekty tohoto jevu (LANDMANN 1991). Mnoho hypotéz o příčinách narušení ekosystémů bylo spojeno s vlivem znečištění ovzduší a na základě toho bylo znečištění ovzduší považováno za predispoziční a doprovodný faktor narušení lesních ekosystémů (LORENZ et al. 1999). Kromě toho silné změny v lesních

ekosystémech pod vlivem imisí nastaly v důsledku acidifikace prostředí (VACEK et al. 2013).

Největší hrozbou pro lesní ekosystémy Krkonoš bylo průmyslové znečištění ovzduší zejména  $\text{SO}_2$ , které bylo z hlediska poškození lesních ekosystémů Krkonoš nejzávažnější mezi roky 1970 až 1990 (VACEK et al. 2013). V následujících letech pak docházelo k poklesu znečištění ovzduší  $\text{SO}_2$ , avšak porosty na řadě míst byly již značně poškozené a tak pokračovalo k jejich odumírání. V polovině 90. let 20. století téměř u 80 % smrkových porostů nad 900 m n. m. docházelo ke značnému odumírání jedinců a u přežívajících stromů docházelo k výrazné defoliaci (POLÁK et al. 2007). Po snížení průmyslového znečištění získalo větší význam fotochemické znečištění (STANNERS, BOREAU 1995). Bylo to způsobeno zejména vlivem zvýšeného počtu automobilů, které produkují zvýšené emise oxidů dusíku a těkavých uhlovodíků. V této části střední Evropy jsou i zvýšené koncentrace ozónu ( $\text{O}_3$ ), který je považován za fyto toxické činidlo způsobující poškození vegetace (BYTNEROWICZ et al. 2003). Ozón také může negativně zvyšovat fyto toxické účinky jiných látek znečišťujících ovzduší, zejména oxidů síry a dusíku ( $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$ ) – (BYTNEROWICZ et al. 2004). I samotný ozón způsobil velmi vážně škody na lesních ekosystémech jak v Evropě (DEVRIES et al. 2003), tak i v Severní Americe (KRUPA et al. 2001). Navíc se předpokládá růst hladiny ozónu i v budoucnu (BRASSEUR et al. 2001).

I přes snížení emisí průmyslových škodlivin v ovzduší ČR, které na mnoha místech vyústily v rozsáhlé a velmi závažné narušení smrkových porostů, byla i v posledních letech pozorována poměrně vysoká defoliace jak v ČR, tak i na Slovensku a v Polsku (VANČURA et al. 2000). Pro co nejúčelnější management je také nutno vzít v potaz jaký mohou mít vliv klimatické změny na růst a úmrtnost jednotlivých dřevin (HANEWINKEL et al. 2014), neboť se dá předpokládat vyšší četnost a intenzita disturbancí v důsledku klimatických změn (FUHRER et al. 2006; JONÁŠOVÁ et al. 2010).

Látky znečišťující ovzduší nemají vliv jen na zdravotní stav, biologickou rozmanitost a ekosystémové procesy, ale mohou mít také nepřímé účinky na sekundární nebezpečí pro lesní ekosystémy, jako je například napadení kůrovcem

či toxicita těžkých kovů v půdách (BYTNEROWICZ et al. 2004). K většímu poškození lesních porostů také přispívají klimatické extrémy či patogenní organismy a obecně zhoršující se půdní podmínky (LOMSKÝ et al. 2012).

Při transportu látek způsobujících znečištění mají nezastupitelný vliv oblaka a mlhy, které významně přispívají k hydrologickým a chemickým vstupům do lesních ekosystémů (ZIMMERMANN, ZIMMERMANN 2002). Z tohoto důvodu je chemismus mlh a mraků užitečný nástroj pro doplňkovou interpretaci a identifikaci dlouhodobého přenosu látek způsobujících znečištění. V horských oblastech Evropy mohou mlhy a mraky obsahovat až 70 % celkové depozice. Přitom depozice znečišťujících látek v mlze je považována za jeden z nejdůležitějších faktorů narušení porostů v západních Sudetech (GODEK et al. 2012). Například nejvyšší hora Krkonoš – Sněžka patří v Evropě k lokalitám s nejvyšším výskytem mlh, v průměru jde o 296 dní v roce (MIGALA et al. 2002). V Krkonoších byla také prokázána snižující se roční šířka letokruhů vlivem mlh znečištěných fyto toxickými sloučeninami (GODEK et al. 2012). To vyvolává změny dalších dendrologických faktorů jako například výškového přírůstu či celková produkce biomasy (FERRETTI et al. 2002).

V rámci dlouhodobého studia lesních porostů pod vlivem imisí je předpoklad, že další významné stresové faktory ovlivňující jednotlivé stromy a celé porosty by měly být vzhledem k délce období vyloučeny. Jedná se zejména o mechanické dopady sněhové pokrývky, pohyby půdy většího rozsahu, vliv okusu býložravců, vzájemná konkurence a přítomnost patogenních hub a hmyzu (GODEK et al. 2012). Na základě toho předpokladu je tato diplomová práce zaměřena výhradně na problematiku struktury a vývoje horských smrčín pod vlivem imisí.

## **5. Přirozená obnova**

### **5.1. Předpoklady přirozené obnovy**

Hlavním předpokladem přirozené obnovy je dopad obnovované dřevina na plochu, na které je vhodné mikroklima pro vyklíčení semene. Nejvhodnějším způsobem obnovy je způsob podrostní, který se uplatňuje některou formu výběrné

nebo clonné seče. Vhodná je také možnost přirozené obnovy při holosečné obnově, a to buď z ponechaných výstavků, nebo nalétnutím semene z krajních porostů. Na holinách se nedaří uplatňovat přirozenou obnovu v důsledku veliké plochy holiny, na které vzniknou nepříznivé makroklimatické podmínky. K těmto podmínkám jsou přizpůsobené pionýrské dřeviny zejména bříza, osika, olše, jeřáb, nikoliv dřeviny v závěrečných stádiích lesa tzv. klimaxové. Podmínkou přirozené obnovy na holinách je přítomnost pionýrských dřevin, které mají lehká okřídlená semena, které vítr snadno roznáší do velkých vzdáleností (POLENO et al. 2007b).

Jedním z důležitých předpokladů pro vyklíčení semen je příhodný stav půdního krytu. K tomuto stavu si lze pomoci úpravou zápoje porostu.

Metody, kterými se napomáhá ke zdárnému a vzcházení semenáčků, je třeba časově sjednotit podle druhu dřeviny a přizpůsobit je probíhajícím vývojovým procesům, zejména dozrávání a opadu semen. Neméně důležité je stanovit počátek obnovní doby pro konkrétní porost (cf. POLENO et al. 2009).

Dalším determinantem jsou vhodné klimatické podmínky, příznivý stav podrostního mezoklimatu a mikroklimatu a příznivý stav povětrnostních podmínek při opadu semen až po vyklíčení semenáčků. Přičemž přežití prvního vegetačního období je obvykle rozhodující.

Vůbec nejdůležitější předpoklad je výskyt semenného roku, který se vyskytuje v přibližných několikaletých periodách. Pro úspěch přirozené obnovy je důležité, aby se příznivé podmínky protly v příznivé konstelaci v jednu dobu (POLENO et al. 2009).

Dalším významným činitelem pro přirozenou obnovu je vláha. Na lokalitách, kde je roční úhrn srážek menší než 600 mm, musíme zvolit takové postupy přirozené obnovy, aby i slabý srážkový úhrn pronikal přímo k náletu. V těchto lokalitách je často nezbytný obnovní postup od severu. Ve vyšších nadmořských výškách je pro úspěch přirozené obnovy určujícím činitelem teplo, kterého zde bývá nedostatek. Mladý nálet v počátečním stádiu vývoje potřebuje vlhké porostní klima. V čím větší míře je půda úrodnější, tím více jsou nálety a nárosty rezistentnější. Nárosty uvolňujeme pozvolna, aby se jejich kořenový systém mohl

zdárně vyvíjet a jejich asimilační orgány se zdárně přizpůsobily vnějšímu prostředí (ŠIMEK 1974).

## 5.2. Specifika přirozené obnovy

Obnovení porostu přirozenou cestou trvá většinou déle než pomocí umělé obnovy. Obnovní proces začíná vhodně načasovanou fruktifikací mateřského porostu a končí dosažením vývojového stádia mlaziny. Všechny spontánní procesy, které přitom probíhají, musí představovat jeden souvislý rámec (VACEK, LOKVENC, SOUČEK 1995).

Přirozená obnova se vyskytuje nejčastěji v chladnějších a vlhčích oblastech středních a vyšších poloh, které jsou srážkově bohatší. V těchto srážkově příznivějších polohách se vyskytuje méně faktorů, které způsobují porostní ohrožení. Zpravidla se hůře dosahuje přirozené obnovy na níže položených, exponovaných a ke slunci přikloněných lokalitách. Obecně nejsnadnější je dosažení přirozené obnovy v edafické kategorii kyselé (K), která je základní kategorií kyselé ekologické řady a nejrozšířenější kategorií lesních stanovišť v ČR. Z důvodu menší náchylnosti k zahuštění oproti bohatým stanovištím je zde dosažení úspěšné přirozené obnovy relativně snadné (cf. VACEK, MOUCHA et al. (2012).

Často řešeným problémem současnosti je přirozená obnova geneticky nepůvodních dřevin. Obvykle se na ně přihlíží ve zcela negativní světle. Vzhledem k tomu je také možné nálet nevhodné dřeviny použít jako dřeviny přípravné, protože se v těchto náletech velice často dříve nebo později objevují i jedinci cílových dřevin. Nejčastěji se jedná o nežádoucí nálety smrku v nižších vegetačních polohách, ve kterých je nepůvodní a potlačuje tak často nálety jedle, buku, javorů, ale i modřínu, borovice apod. Stínomilné dřeviny (jedle a buk) nestačí na těchto lokalitách smrku (i ne příliš vitálnímu) v rychlosti růst vzhledem k tomu je důležité využít pěstebních opatření, aby došlo k podpoře těchto dřevin na úkor smrku. Tím lze podpořit vyšší přírůst jedle a buku a v náletech smrku dochází k přirozené autoredukci zbývajících jedinců. Takže nálety stinných dřevin

(kterým nižší úroveň světelné radiace v porostu tolik nevadí) a mohou již po první nezbytné pomoci lesníka konkurovat nálety smrku samy. Tyto vzájemné vztahy platí zejména na vlhkých stanovištích (POLENO et al. 2009).

## **5.5. Přírozená obnova a zvěř**

Přírozená obnova je jednou z nejdůležitějších součástí přírozených růstových procesů (POLENO et al. 2007b). Za určitých okolností je však těžko dosažitelná. V cestě jí stojí několik faktorů prostředí, k nimž patří býložravá především spárkatá zvěř (VACEK et al. 2013). Dřevo, kůra listy a pupeny náletů nárostů a kultur jsou součástí její potravy. Získávají ji okusem, ohryzem, loupáním a vytrháváním celých rostlin.

Podle populační hustoty zvěře, stavu ekosystému a jiných okolností se projevují potravní nároky zvěře vůči lesu někdy méně škodlivé a únosné ale v mnoha případech často katastrofální, zejména při opakovaném poškozování. Jelen spolu s ostatními býložravci může být v hospodářském lese trpěn jen myslivecky nezbytné četnosti jen při nadbytku potravy a v pestrém ekosystému, zdravém a plně schopném spontánní reprodukce. Současný stav lesů je tomuto velmi vzdálen, lesy jsou v mnoha oblastech vysloveně nemocné a vyžadující ekologickou terapii po dobu několika desetiletí. V této fatální situaci nemůže platit, že je zvěř neoddělitelnou součástí lesního ekosystému. To platí, jen pro ekosystém zdravý což se však v mnoha případech přehlíží (KOŠULIČ 2010).

Podstatné změny ve struktuře lesa a v jeho pestřejší prostorové a druhové skladbě nelze dosáhnout za takto vysokých stavů spárkaté zvěře.

## **6. Základní charakteristika vybraný dřevin**

### **6.1. Smrk ztepilý – *Picea abies* (L.) Karst.**

Smrk ztepilý je dřevina, která dosahuje značných rozměrů s průběžným a přímým kmenem a pravidelným přeslenitým větvením. Může se dožít věku až 650

let, a výšky až 50 m s průměrem kmene ve výčetní tloušťce až 1,5 m a objemem přes 30 m<sup>3</sup>. Kořenový systém je horizontální, a proto v půdě slabě zakotven a velice často dochází k vývrátům, v umělých porostech půdu jednostranně vyčerpává. V horských polohách se mohou vytvářet chůdovité kořeny. Smrk plodí bohatěji jen jednou za 5–8 let (SVOBODA 1953).

Smrk je světlomilná dřevina, která může v mládí snášet zástin, takže snadno proniká do porostů jiných dřevin a postupně zaujímá jejich místo (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Smrkové porosty bývají značně uzavřené se silným zastíněním povrchu půdy. Světlo je v takových porostních podmínkách po celý rok ztlumeno, mikroklima je tu chladnější, větší vlhkost a bezvětří a proniká sem menší množství srážek (SVOBODA 1953). Vzhledem k tomu že má smrk povrchový kořenový systém, má značnou náročnost na půdní vlhkost, ale dobře snáší nadbytečnou vlhkost a toleruje i stagnující vodu bažin a rašelinišť (MUSIL, HAMERNÍK 2003).

Na geologické podloží nemá smrk velké nároky, které jsou sice vyšší než u borovice ale menší než u jedle a modřínu, nevyhovující jsou pro něj ale vápencové horniny, na kterých prokazatelně ustupuje buku lesnímu. Je dostatečná půdní vlhkost dovede přežít i na dosti mělkých půdách, které jsou kryté slabou vrstvou humusu např. při horní hranici lesa. Smrk je dřevinou nenáročnou na klima. Citlivější však je zejména k vysokým vzdušným teplotám a k nízké vzdušné vlhkosti. Vzhledem k povrchovému kořenovému systému má sníženou rezistenci proti bořivým větrům, které ve smrkových porostech způsobují disturbance. Porosty bývají poškozovány námrazou a sněhem, kvůli čemuž má často vrškové zlomy. Není vhodný do parků a měst jelikož je citlivý na znečištěné ovzduší a nehodí se do parků a měst (ÚRADNÍČEK et al. 2009).

Na minerální složení půdního substrátu, které je nutné k dobrému vývoji jedinců, nemá velké požadavky. Zvýšené požadavky má smrk na vzdušnou a půdní vlhkost. Na příkladu v pahorkatin v jedlo-bukovém stupni má prokazatelně lepší vitalitu na svazích, které jsou skloněny k severu a západu. Nejvíce na vlhčích a na půdy bohatších lokalitách mírných svahů již zmíněných světových stran. V nižším vegetačním stupni např. dubobukovém nejlépe odrůstá na lokalitách, které svým půdním složením a vzdušnou vlhkostí odpovídají kyselým

jedlovým doubravám. Vysokou produkcí také potvrzuje, že mu také daří ve svěžích dubových jedlinách, na těchto lokalitách je ale značně ohrožen větrem (cf. POLENO et al. 2009).

Vzhledem k nárokům na světlo je smrk dřevinou polostinnou až stinnou. V mládí dobře zakořeněné semenáčky snáší i dlouhodobý zástin. Přirozená obnova smrku je schopna matečném se v mateřském porostu dlouhodobě udržet, aniž ztrácí schopnost dalšího růstu po rozvolnění a zlepšení stanovištních podmínek. Věk, kdy je schopen smrk reagovat na prosvětlení porostu činí 100 - 200 let, po tu dobu je neplodný a přesto po zlepšení osvětlení může dávat ještě velký přírůst (SVOBODA 1952). Vzhledem této schopnosti je schopen pronikat do porostů ostatních dřevin, které může v porostech následně potlačit (ŠIMEK 1974).

Přirozená obnova smrku se vyskytuje zejména v semenném roce, v jiných letech je obnova slabá. Ve smrkových porostech v pahorkatinách se vyskytuje nejvíce obnovy na západních a severních porostních okrajích. V ně porostu se pak obnova vyskytuje zejména v kotlících a jejich okolí nebo v menších prosvětlených místech. Obnova může vyklíčit i na surovém humusu, přičemž je nutné aby se co nejrychleji dostala k minerální půdě a mohla zakořenit. Úspěšný růst přirozené obnovy úzce závisí na dostatečné půdní vlhkosti (cf. VACEK et al. 2007).

Smrk má ovšem schopnost zmlazovat se podobně jako saprofytická houba tj. schopnost zmlazení na trouchnivějících kmenech, pařezech, zbytcích dřívější generace a na vyvýšeninách. Tak vznikají často vzpěrné nebo chůdovité kořeny a může docházet k rozvrstvení kořenů, kdy není vnější vrstva půdy přetížena jako v porostech kulturních. Smrk sám po kalamitách, vývratech si vytváří takový členitý reliéf vyvýšenin, kterých při zmlazení bohatě využívá. Příčiny tohoto zmlazování na kládách zarůstajících mechy jsou složité, často to bývá lepší provzdušnění, nebo zahřívání, lepší výživa z tlejícího dřeva jindy se sem uchyluje před konkurencí buřeně (SVOBODA 1952).

Půda s velkou mocností drnu je pro přirozenou obnovu velice nepříznivá a v těchto případech je potřebná umělá obnova. Smrk má vysokou citlivost na uvolnění své koruny. Reakce na uvolnění koruny spočívá ve značném světlostním přírůstu (ŠIMEK 1974).



V Evropě je smrk charakteristickou dřevinou převážně horských poloh, v nichž vytváří horní hranici lesa i stromovou hranici. V současné době je však jeho zastoupení velmi rozšířené, a vyskytuje se skoro ve všech lesních vegetačních stupních. Přirozeně se smrk ztepilý v České republice vyskytuje v oreofytiku (zejména nad 1000 m n. m.), kde vytváří klimaxové smrčiny, slabší zastoupení má v nadmořské výšce mezi 700–1000 m, kde vytváří smíšené porosty s bukem, jedlí nebo javorem klenem. V těchto nadmořských výškách může vytvářet i podmačené smrčiny. Omezeně se vyskytuje i v mezofytiku (obzvláště v inverzních polohách jako např. v Adršpašsko-teplických skálách, v NP České Švýcarsko, Posázaví a v Povltaví) - (MUSIL, HAMERNÍK 2003).

Je známo, že pro rozšíření smrku není důležitá nadmořská výška, nýbrž lokality s chladným kontinentálním klimatem a s dostatečným zásobováním půdy vodou, čehož může být dosaženo nejen vysokým úhrnem horizontálních srážek, ale i podzemní proudící vodou ovšem ne stagnující, přičemž hladina podzemní vody dosahuje ke kořenům stromu - chlumní ekotyp. Na lokalitách kde v půdě stagnuje podzemní voda je kořenový systém limitován, což má vliv na stabilitu porostů (VACEK et al. 2009).

## **6.2. Buk lesní – *Fagus sylvatica* L.**

Buk lesní je dřevinou, jejíž výskyt je lokalizován v oceánickém až suboceánickém klimatu. Dožívá se věku maximálně 200 – 400 let. Vzhledem k tomu má v našich podmínkách větší citlivost k suchu a především k pozdním mrazům. Omezeně roste na půdách, které jsou ovlivněny vodou. Produkční optimum má na čerstvě vlhkých, minerálně bohatých a humózních půdách od pahorkatin do hor. Jedná se o stinnou dřevinu, která je schopná snášet značný zástín až do vysokého věku. Je dominantním dřevinným druhem v bukovém lesním vegetačním stupni. Nej kvalitnější bučiny rostou na humózních půdách, které jsou bohaté na vápník. Buk svým opadem listím výrazně ovlivňuje půdu (POLENO et al. 2009).

Buk je dřevinou rostoucí v České republice v podstatě na všech ekotypech, s výjimkou stanovišť ovlivněných vodou. V jedlo-bukovém lesním vegetačním stupni si udržuje převahu nad jedlí a často také převládá také ve stupni smrko-

bukovém. V tomto stupni má sníženou vitalitu zejména na chudších stanovištích. Na ostatních stanovištích se smrku přibližuje a téměř vždy je dřevinou úrovnovou. Výrazný úbytek zastoupení je patrný v 7. lesním vegetačním stupni, kde jeho vitality již klesá a vyskytuje se pouze v podúrovni. Na jižních svazích Krkonoš může růst nad horní hranicí lesa, kde se rozmnožuje vegetativně (MUSIL, HAMERNÍK 2003).

Buk je dřevina evropského areálu s těžištěm rozšíření v západní, střední a jihovýchodní části areálu. Celé naše území leží uprostřed areálu této dřeviny, proto tuto dřevinu nalezneme ve všech středohořích a horských oblastech hercynské i karpatské části státu. V našich podmínkách vytváří buk v nadmořských výškách od 400–800 m n. m. velice často nesmíšené porosty. Na spodní hranici se mísí s dubem a na horní hranici se smrkem a jedlí (ÚRADNÍČEK et al. 2009).

### **6.3. Javor klen – *Acer pseudoplatanus* L.**

Javor klen se svými požadavky řadí mezi dřeviny polostinné s obdobnými nároky jako jilm horský a lípa srdčitá. V mládí je schopen snášet vysoké zastínění, vzhledem k tomu se může velice dobře přirozeně obnovovat i při vysokém zapojení porostu jen s velmi slabou konkurencí přízemní vegetace. Tato devíza umožňuje obnovu podrovním způsobem (MUSIL, HAMERNÍK 2003).

V terénu bývá klen vázán na vlhká stanoviště, jako například prameniště, ne však stagnující vodu a záplavy. Typická horská stanoviště klenu jsou charakterizována vysokými srážkami nebo vysokou vzdušnou vlhkostí (hluboká údolí, severní svahy). Pozdním mrazům uniká pozdějším začátkem rašení. V Čechách roste až i kolem 800 – 900 m n. m. (ÚRADNÍČEK 2009).

Předností klenu je poměrně rychlý růst v mládí. Netrpí tedy konkurencí buku a dalších dřevin. Klen by se měl obnovovat dříve než buk, který je schopen klenem uvolněný prostor ještě zaujmout a reagovat i světlostním přírůstem (VACEK et al. 2009).

#### **6.4. Bříza karpatská – *Betula carpatica* W. et K.**

Může být keř ale i strom, který často roste s křivolakým a šikmým kmenem a nerovnoměrnou korunou. Může dosahovat výšky maximálně 15 m. V Krkonoších se vyskytuje jak rašelinný, tak i minerální ekotyp břízy karpatské.

Bříza Karpatská je silně světlomilný druh, který vyžaduje volnou plochu. Je vázána na lokality s dostatečnou půdní vlhkostí a vysokými srážkami. Obvykle se vyskytuje na geologických podkladech kyselých hornin krystalinika. Vyhovují jí silně skřetovité a humózní půdy nebo na sutě příkrých svahů či rašeliniště v horských lokalitách. Je tolerantní ke krátké vegetační době, která je ovlivněna dlouho trvajícím chladným obdobím. Má velice ohebný kmínek, díky němuž dobře odolává plazícímu se sněhu, kdežto jiné ostatní dřeviny jsou vytrženy a odneseny. S největší pravděpodobností se jedná o samostatný středoevropský druhový taxon, který má limitovaný výskyt na areál Karpat, Sudet a některých dalších hercynských horstev. Obvykle roste při horní hranici lesa, přičemž může vystupovat i do pásma kleče. Charakteristickými stanovišti jsou lavinové svahy a vrchoviště (ÚRADNÍČEK et al. 2009).

### **7. Krkonošský národní park**

#### **7.1. Charakteristika zájmového území Krkonoš**

Krkonoše jsou nejvyšší horskou oblastí České vysočiny. Je to jediné pohorí, na kterém je zastoupen subalpínský stupeň, a v malé míře také alpínské hole. Mají charakteristický ráz horské krajiny, která byla budována ledovci i člověkem. Svérázné jsou zejména četné enklávy v lese s bývalými boudami, dříve hospodářsky využívanými, které umožňují stále se měnící výhledy do kraje (FLOUSEK et al. 1994).

V posledních dvou ledových dobách došlo k zalednění Krkonoš. Severní polské svahy jsou příkré, jižní mírnější. Jižní část Krkonoš má ráz širokých hřbetů, oddělených hlubokými údolí potoků, s reliéfem modelovaným pleistocénním zaledněním. Zde bylo 15 samostatných údolních i karových ledovců. Uchovaly se četné morénové valy a zbytky karů (LOKVENC 1978).

Do 13. století v Krkonoších převažovaly pralesy smrku, jedle a buku. Nad horní hranicí lesa, probíhající průměrně v 1240 m n. m., přecházel smrkový les v porosty kleče. Od té doby nastala kolonizace, vznikaly rozsáhlé enklávy osídlení, které vytlačovaly původní lesy na méně úrodná místa. Současně s osidlováním nastal závět hornictví. Hornictví spotřebovalo v blízkém okolí značné množství dřeva. Koncem 15. Století začala pro nedostatek dřeva v okolí kutné hory rozsáhlá těžba dřeva v Krkonoších, odkud se plavilo do Kutné Hory (cf. LOKVENC 1978). Značnou část dřeva spotřebovaly místní sklářské hutě, takže začátkem 16. Století byly krkonošské lesy zcela vytěženy a zdevastovány. Zachovaly se pouze nepřístupné pralesy. Od 18. Století se začalo se systematickou obnovou a těžbou. Dodnes tvoří les hlavní kryt krajiny a to téměř z 90 %. Během této doby však došlo ke značné změně dřevin ve stupni smrkobukovém a bukosmrkovém. Byl téměř zlikvidován buk a jedle na jejich místě vznikly rozsáhlé smrkové monokultury. Ve smrkovém pásu se výrazně zhoršil genofond smrku, který svým habitem větvením neodpovídá původnímu genofondu, který byl přizpůsoben drsnému horskému klimatu (PRŮŠA 1988).

## **7. 2 Poloha a vymezení hranic**

Krkonoše jsou nejvyšším pohořím západních Sudet i celé České Vysočiny. Nachází se mezi Fenno-sarmatsko-skandinávskou platformou a alpko-karpatský systémem (VACEK, MOUCHA et al. 2012) a rozprostírají se na severovýchodě České republiky u hranic s Polskem. Krkonoše jsou nedílnou součástí Labsko-oderského rozvodí, nachází se zde pramen Labe. Celková rozloha pohoří je 631 km<sup>2</sup>, z toho 454 km<sup>2</sup> zaujímají české a 177 km<sup>2</sup> polské Krkonoše (PRŮŠA 1988).

Většinu pohoří zaujímá Krkonošský národní park. Rozprostírá se od Žacléřského sedla na východě až po Novosvětské sedlo na západě u Harrachova. Území národního parku je dlouhé 39 km, šířka je v rozmezí 3,5 - 15 km. Nejnižší bod Krkonošského národního parku je v údolí řeky Jizery v blízkosti obce Horní Sytová ve výšce 380 m n. m. a nejvyšším bodem je vrchol Sněžky v 1602 m n. m., Sněžka je také nejvyšší horou České republiky (SCHWARZ et al. 2010).

Orograficky se česká část Krkonoš dělí na krkonošské hřbety, které se vyskytují v nejvyšších partiích pohoří a dvěma přilehlými plošinami (FLOUSEK et al. 1994).

### **7.3. Vegetační stupňovitost**

Z hlediska vertikálního členění jednotlivých lesních vegetačních stupňů v horách má nezastupitelný vliv expozice vůči světovým stranám a vliv převládajícího větru (POLENO, VACEK et al. 2007a).

V nejnižších partiích mají nejvyšší zastoupení květnaté a bikové bučiny, na ně kontinuálně navazují acidofilní horské bučiny, a směrem výše horské klimaxové smrčiny. Nejvyšší polohy v Krkonoších jsou pokryty klečovými porosty a společenstvy subalpínskými. Ostrůvkovitě se v Krkonoších mohou vyskytovat luhy, olšiny, suťové lesy, podmáčené smrčiny, vrchoviště a přechodná rašeliniště. Nejrozšířenější lesní vegetační stupeň je v Krkonoších 6. LVS smrkobukový (42,5 %), dále následují 8. LVS smrkový (20,7 %) a 7. LVS bukosmrkový (19,2 %) – (VACEK et al. 2003).

### **7.4. Klimatologie a hydrologie**

Krkonoše spadají do chladné klimatické oblasti s okrsky: mírně chladným a studeným, okrajově je zastoupena oblast mírně teplá s okrskem mírně teplým. Vzhledem k relativní blízkosti Atlantického oceánu a k převládajícím západním větrům tvoří Krkonošské hřebeny nejvyšší překážku proudění vlhkého a chladných mas vzduchu od oceánu, což je důsledkem vysokého vysokým množstvím dešťových i sněhových srážek i nízkými teplotami (METELKA, MRKVICA, HALÁSKOVÁ 2007). V porovnání s ostatními pohořími Sudetské soustavy mají Krkonoše průměrně celoročně nejdrsnější podnebí. Průměrné roční teploty se pohybují od 0 do 6 °C a množství srážek kolísá od 900 do 1600 mm. Sněhová pokrývka zde leží až 180 dní a výška sněhu se pohybuje od 200 – 300 mm. Délka vegetační období je v 700 m n. m. 120 dní, v 1000 m n. m. 102 dní a v 1500 m n. m. 15 dní (PLÍVA, ŽLÁBEK 1986). Větrné poměry jsou vzhledem k velmi členitému území velmi složité. Velký význam má působení lokálních

větrných systémů západního směru, tzv. anemo-orografických systémů (JENÍK 1961).

Říční síť vznikala ve třetihorách a čtvrtohorách a má bystřinný charakter. Na některých lokalitách v subalpínském, ale i v montánním stupni vznikla rašeliniště, která jsou prameniště významných vodních toků. Pohoří je bohatou pramennou oblastí – chráněná oblast akumulace vod Krkonoše (VACEK, MOUCHA 2012).

### **7.5. Zonace v Krkonošském národním parku**

Do I. zóny ochrany přírody (4503 ha, 12,4 % plochy KRNAP) jsou zařazena území s nejvyšší přírodovědnou hodnotou, na kterých se vyskytuje unikátní systém krkonošské arktó-alpínské tundry nad horní hranicí lesa, jedná se zejména o subarktická rašeliniště, mozaiky alpínských luk, klečových porostů a kamenitou tundru alpínských vrcholů dále také azonální ekosystémy ledovcových karů, lesní porosty při horní hranici lesa a horské louky v supramontánním stupni. Přírodní vývojové procesy zde byly jen relativně málo ovlivněny člověkem (ta je v současné době regulována jen na zimní a letní turistiku) - (SCHWARZ et al. 2010).

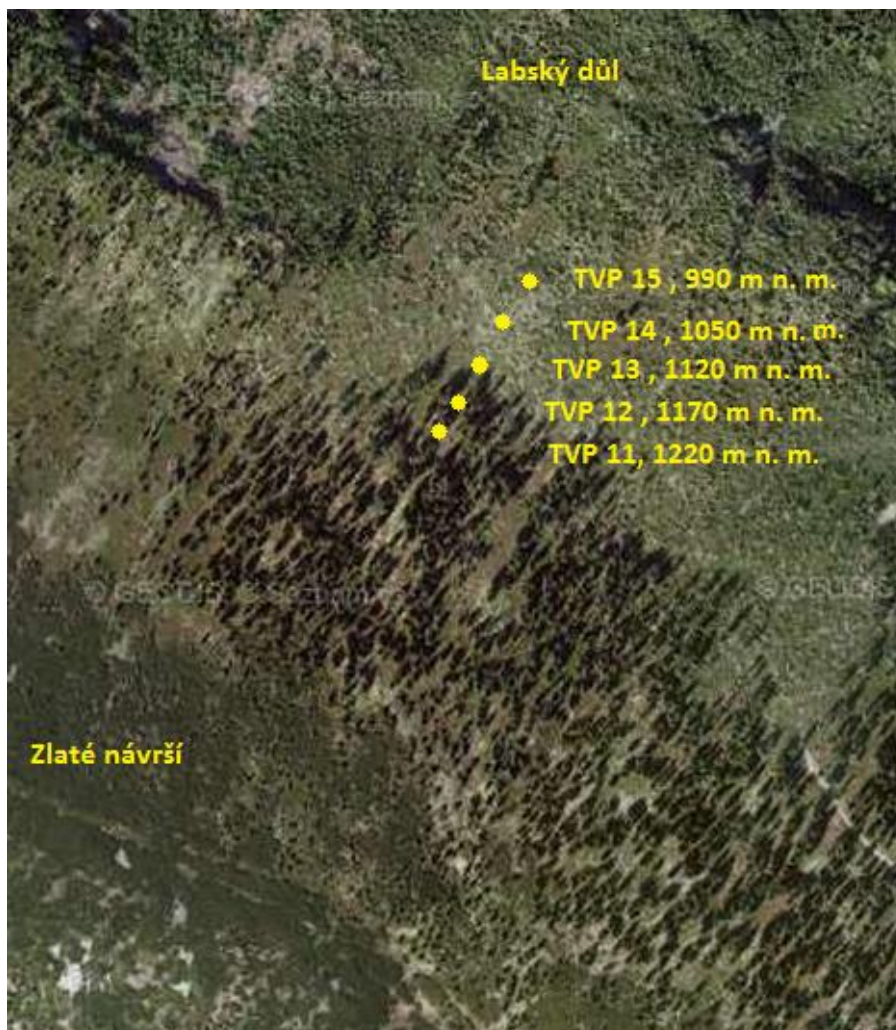
Do II. zóny ochrany přírody (3 416 ha, 9,4% plochy KRNAP) se řadí území s významnými přírodními hodnotami, které se nachází v horní hranice lesa, horských smrčín, svahová rašeliniště, bezlesé enklávy s horskými loukami dále lesní a nelesní ekosystémy, které zde byly v průběhu staletí přeměněny antropogenní činností, zejména lesnictvím a zemědělstvím. Prostorová propojenost s I. zónou ovlivňuje zdejší vysokou druhovou rozmanitost (FLOUSEK et al. 2010).

Ve III. zóně ochrany přírody (28 408 ha, 78,2 %) jsou zařazena území s lesními a nelesními ekosystémy, které byly v minulosti silně přeměněny lesním a zemědělským obhospodařováním, a nevelké sídelní útvary (malé obce, vesnice). V současnosti je toto území využíváno pro rekreaci a turistiku. Jsou zde aplikovány šetrné formy lesnického a zemědělského managementu (FLOUSEK et al. 2010).

## 9 Výběr a charakteristika výzkumných ploch

Pro hodnocení struktury a vývoje autochtonních porostů klimaxové horské smrčiny, včetně přirozené a kombinované obnovy bylo zvoleno pět trvalých výzkumných ploch (TVP), které se nacházejí v Labském dole v Krkonoších. Jedná se o území, které bylo již v r. 1902 hrabětem J. Harrachem vyhlášeno za přísnou lesní rezervaci (cf. LOKVENC 1978). Tyto plochy jsou charakteristické vysokým procentuálním zastoupením smrku ztepilého. Další výhodou je to, že TVP jsou umístěny ve výškovém gradientu nad sebou, což velice ovlivňuje strukturální parametry porostů. Tyto TVP jsou dlouhodobě sledovány (od r. 1976) a v 80. letech 20. století byly postiženy imisní a následně kůrovcovou disturbancí a došlo k jejich částečnému rozpadu. Výzkumné plochy se nacházejí na stejném geologickém podkladu (středně zrnitá biotitická žula), půdním typem je modální podzol a převažují na nich dvě rostlinné asociace (*Calamagrosti villone-Piceetum* a *Athytio alpestre-Piceetum*), které na TVP vytváří mozaiku. Studované porosty náleží do pásma ohrožení imisemi B (VACEK et al. 2009, 2010).

Lokalizace TVP je znázorněna na Obr. 1 a přehled základních stanovištních a porostních charakteristik je uveden v Tab. 1.



Obr. 1: Umístění trvalých výzkumných ploch 11-15 na Strmé stráni A-E v Labské dole (ortofoto z r. 2014).

Tabulka 1: Přehled základních charakteristik trvalých výzkumných ploch (podle LHP) na TVP 11 až 15 na Strmé stráni A-E v Labském dole.

	Název plochy	Porost	Dřevina	Věk	Výška (m)	Výčetní tloušťka (cm)	Bonita Absolutní	Zásoba (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Nadmořská výška (m)	Expozice	Sklon (stupně)	Lesní typ	HS
11	Strmá strán A	117 B17/1	SM KOS	226/16	17	33	16 0	162	1 220	SV	29	8Z4	21
12	Strmá strán B	117 B17/1	SM KOS	226/16	17	30	16 0	162	1 170	SV	26	8Z4	21
13	Strmá strán C	117 C17/1b	SM	233/10	22	39	20	197	1 120	SV	23	8F1	11
14	Strmá strán D	117 C1a	SM BK JR BRP KL OLZ	11			24 18 12 12 18 16		1 050	SV	24	8F1	11
15	Strmá strán E	117 C1a	SM BK JR BRP KL OLZ	11			24 18 12 12 18 16		990	SV	22	8N1	11



## **8. Metodika**

### **8.1. Obecný metodický přístup**

Mezi největší problémy našich horských lesů, zejména Krkonoš a Jizerských hor je růst pod výrazným imisním ekologickým zatížením. Velice důležité je zajištění jejich ekologické stability a biodiverzity pro uplatňování principů trvale udržitelného lesního hospodářství. Předpokládanou ekologickou analýzou vlivu imisí na základní typy horských lesů Krkonoš byly nejdříve získány poznatky o tom, jak jsou narušovány nebo změněny vztahy uvnitř dřevinné složky ekosystému, která tvoří nejdůležitější část. To bylo později využíváno pro tvorbu pro vytváření a ověřování vhodných managementových opatření, která budou směřovat k budování základních předpokladů ekologické stability studovaných ekosystémů, vyskytujících se na stanovištích s různými podmínkami (cf. VACEK et al. 2010).

Při objasňování již zmíněných otázek bylo třeba využít nejen postupy, které jsou obvyklé pro výzkumy v pěstování lesa, dendrometrii, ekologii a fytoecologii ale i jiných postupů, které jsou nezbytné zejména pro objasnění hlavních ekologických souvislostí mezi jednotlivými složkami ekosystému (ovzduší- dřeviny- přízemní vegetace- půda- živočichové). Částečná znalost těchto vazeb je nezbytná pro vytvoření základních návrhů a postupů, které směřují k nápravným opatřením, obnově a stabilizaci těchto složitých a cenných ekosystémů (VACEK et al. 2009, 2010).

Na výzkumných plochách se soustavně nebo periodicky, podle účelových metodik zkoumá dřevinná složka ekosystému (zdravotní stav, struktura, růstové poměry). Dále byl sledován stav půdy, fytoecenóz, houbových patogenů, zvěře a znečištění ovzduší (VACEK et al. 2007).

### **8.2. Metodika hodnocení**

Pro stanovení struktury stromového patra probíhala měření na pěti TVP, které mají plochu 50 x 50 m (0,25 ha). Pro měření jedinců se využívala technologie FieldMap. Pomocí této technologie se zaměřovali jedinci stromového patra i přirozené obnovy. U každého jedince stromového patra se měřila výška,

nasazení zelené koruny, a obvod koruny, a to minimálně ve 4 směrech na sebe kolmých. Dále se měřily průměry pomocí kovové průměrky s přesností na mm. Výšky se měřily pomocí výškoměru Vertex III s přesností na 0,1 m. U každého jedince z přirozené obnovy se měřila výška pomocí výškoměrné tyče, nasazení zelené koruny s přesností na 0,1 m a průměrkou tloušťka v 1,3 m (KOBRLÉ 2013).

Na jednotlivých plochách byla u všech jedinců přirozené i kombinované obnovy dále zhodnocena horizontální struktura. Byly spočítány: Hopkins-Skelamův index, Pielou-Mountfordův index, Clark-Evansův index a Ryleyova K-funkce (RIPLEY 1981, LEPŠ 1996). Očekávané hodnoty těchto indexů byly spočítány pomocí numerických simulací ke každé ploše zvlášť. Příslušné očekávané hodnoty těchto indexů byly spočítány pomocí numerických simulací pro každý jednotlivý případ zvlášť. V tabulkách jsou k jednotlivým TVP uveden vždy sloupec očekávané hodnoty, který označuje hodnotu indexu pro náhodné uspořádání. Sloupec s označením dolní a horní mez označuje interval kolem této očekávané hodnoty, v němž stále ještě není možné zamítnout náhodnost uspořádání. Jakmile hodnota indexu překročí horní mez intervalu, lze (na hladině významnosti 0,05) konstatovat, že bodová struktura je agregovaná (pro Hopkins-Skellamův a Pielou-Mountfordův index), respektive regulární (pro Clark-Evansův index). Pokud hodnota meze nedosáhne dolního intervalu, znamená to regularitu v případě Hopkins-Skellamova a Pielou-Mountfordův indexu, respektive agregace v případě Clark-Evansova indexu (cf. VACEK et al. 2009, 2010).

Rozdíly v horizontální struktuře byly kvalifikovány pomocí Ripleyovi L-funkce a vyjádřeny graficky. Na ose x je uvedena vzdálenost jedinců obnovy v metrech a na ose y hodnota L-funkce. Tato hodnota má význam středního počtu jedinců, kteří by se nacházeli v kruhu o poloměru  $r$  kolem náhodně vybraného jedince, pokud by jedinci měli jednotkovou hustotu (tj. v tomto případě 1 jedinec na  $1\text{m}^2$ ). Na jednotlivých obrázcích vždy černá čára zachycuje L-funkci pro náhodné rozdělení stromků v prostoru a jeho 95% interval spolehlivosti. Když je černá čára rozdělení jedinců přirozené obnovy na TVP nad tímto intervalem, indikuje to tendenci jedinců ke shlukovitosti a pokud je pod tímto intervalem, tak tendenci k pravidelnému rozmístění (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009).

Vizualizace struktury studovaných porostů a simulace jejich vývoje byla provedena pomocí růstového modelu SIBYLA (FABRIKA, ĎURSKÝ 2005). Výsledky byly zaznamenány v grafické a numerické podobě. První část je tvořena vizualizací stavu porostu v jednotlivých periodách a druhá je interpretace údajů o naturální produkci, nákladových a výnosových položkách a o struktuře porostů ve formě tabulek a grafů (cf. MINX 2006, VACEK et al. 2010).

Výsledky z mých výzkumných šetření z r. 2014 byly porovnávány s výsledky předchozích biometrických měření, a to zejména z r. 1976 a 2008. Dále na základě dat o jednotlivých stromech z r. 1976 a 2014 byla pomocí růstového simulátoru SIBYLA provedena predikce vývoje strukturálních charakteristik v r. 2034 a 2054.

Na TVP 11-15 byl opakovaně přeměřen jeden transekt o rozměrech 50 x 5 m (250 m<sup>2</sup>). Jednotlivé transekty jsou umístěny tak, aby reprezentovaly průměrnou četnost a vyspělost nárostů na celé TVP. Stabilizace transektů v terénu byla provedena dřevěnými kolíky.

Do měření přirozené a kombinované obnovy byli zahrnuti všichni jedinci přítomní na jednotlivých transektech, jejichž výčetní tloušťka byla menší než 4 cm. Byla hodnocena prostorová, druhová, věková, výšková a tloušťková struktura. Pro hodnocení výškové struktury bylo zmlazení rozděleno většinou do výškových tříd. Do první výškové třídy byly zahrnuty jednoleté semenáčky a ostatní jedinci s výškou menší nebo rovnou 10 cm, do druhé nálet s výškou 10,1–20 cm atd. Do první tloušťkové třídy byly zahrnuty jednoleté semenáčky, do druhé jedinci starší než jednoleté semenáčky až exempláře s výčetní tloušťkou menší nebo rovnou 4 cm, do třetí jedinci s výčetní tloušťkou 4,1 až 8 cm atd. (cf. VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009).

U všech jedinců přirozené a kombinované obnovy na jednotlivých plochách byla dále zhodnocena horizontální struktura, a to stejným způsobem jako u stromového patra (cf. VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 2010).

## 9. Výsledky

### 9.1 Trvalá výzkumná plocha 11 – Strmá stráň A

#### 9.1.1. Stanovištní poměry

TVP11 - Strmá stráň A se nachází na strmém svahu se severovýchodní expozicí v Labském dole. Jedná se o značně rozvolněnou dospělou kmenovinu s občasným náletem smrku ztepilého a jeřábu ptačího (Obr. 2). Z hlediska malého vývojového cyklu lesa se jedná o počáteční stadium rozpadu s fází sporadické obnovy, charakteristické pro ekoton horní hranice lesa. Porost je fenotypové třídy B a je charakterizován dvěma etážemi (cf. VACEK 1990, VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 201). Porost náleží k LT 8Z4 – jeřábová smrčina třtinová a je umístěn ve středně členitém terénu. Půdním typem je podzol modální. Pokryvnost bylinného patra je vysoká (100 %) a dominuje zde *Athyrium distentifolium* a *Calamagrostis villosa* (cf. VACEK et al. 2007).



Obr. 2: Prostorově i věkově diferencovaná autochtonní horská smrčina na TVP 11 – Strmá stráň A při horní hranici lesa s pomístní přirozenou obnovou (foto: A. Koblle).

### 9.1.2. Struktura a vývoj porostu

#### *Biometrická charakteristika stromového patra*

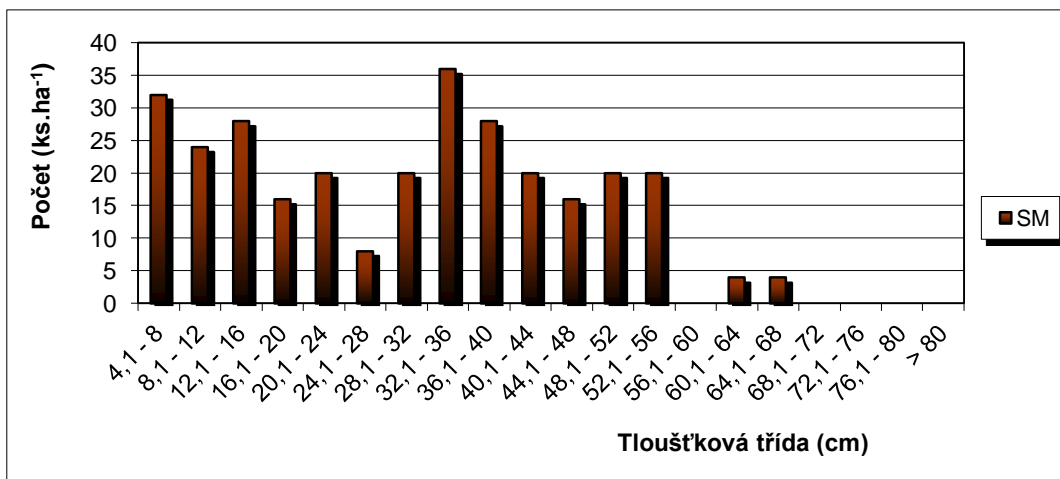
Přehled základních biometrických charakteristik na TVP je uveden v Tab. 2. Jedná se o aktuální stav v roce 1976 a 2014 i predikci vývoje pomocí růstového biosimulátoru SIBYLA v r. 2034 a 2054. Tyto strukturální charakteristiky rámcově odpovídají klimaxovým horským smrčinám v ekotonu horní hranice lesa.

Na Obr. 3-5 jsou uvedeny histogramy tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP v roce 1976, 2014 a 2054. Z porovnání Obr. 3 a 4 je zřejmé jak imisně ekologická destrukce výrazně ovlivnila tento porost, v němž vlivem imisí a žíru kůrovců odumřela značná část stromového patra. Určité regenerační trendy, tj. nástup jedinců nastupující generace, jsou již patrné z Obr. 5. Trendy ve vývoji počtu jedinců stromového patra hlavního porostu i podružného porostu (odumřelých stromů) jsou patrné z Obr. 6 a zásoby hlavního porostu i podružného porostu z Obr. 7.

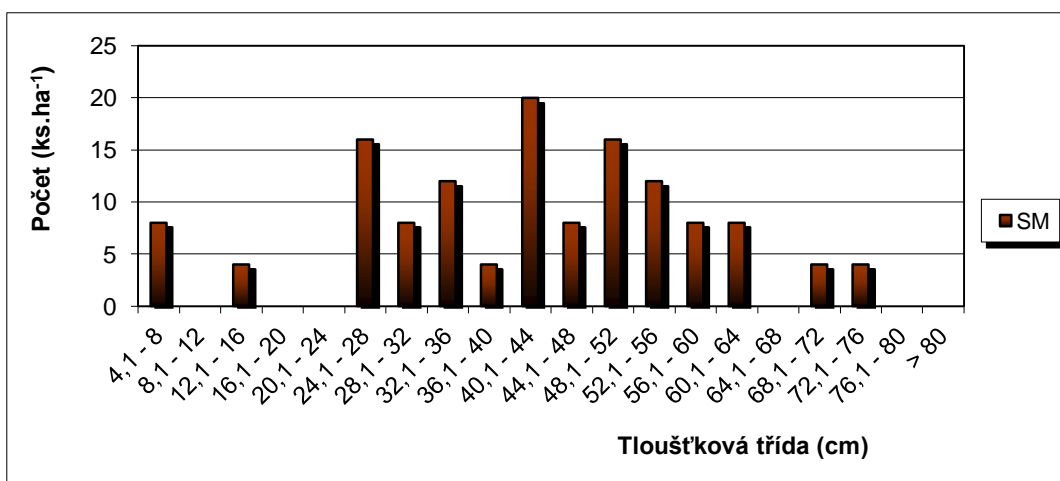
Tabulka 2: Růstová tabulka vývoje pro sdružený autochtonní smrkový porost na TVP 11 – Strmá stráň A při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
1976	183	34,0	10,82	0,459	0,451	296	26,8	134	31,8	---	0,73	134
2014	228	44,9	14,91	0,387	0,913	132	20,8	120	33,2	0,9	0,53	120
2034	247	37,1	10,60	0,535	0,613	224	24,0	137	28,6	0,9	0,55	137
2054	266	37,4	10,23	0,550	0,618	244	26,6	151	27,4	0,9	0,58	155

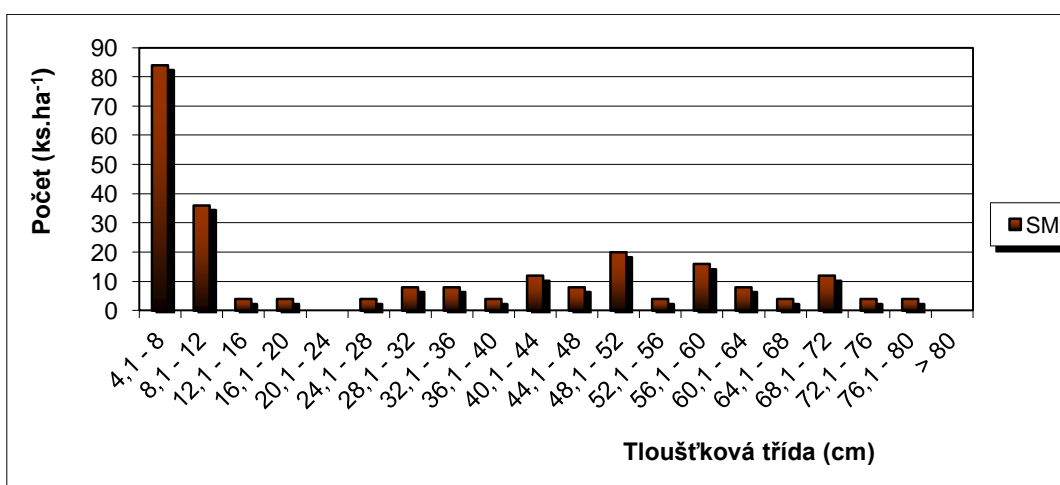
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu ( $m^3$ ); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ); V – objem porostu ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst ( $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ); CPP – celkový průměrný přírůst ( $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ); COP – celková objemová produkce ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ).



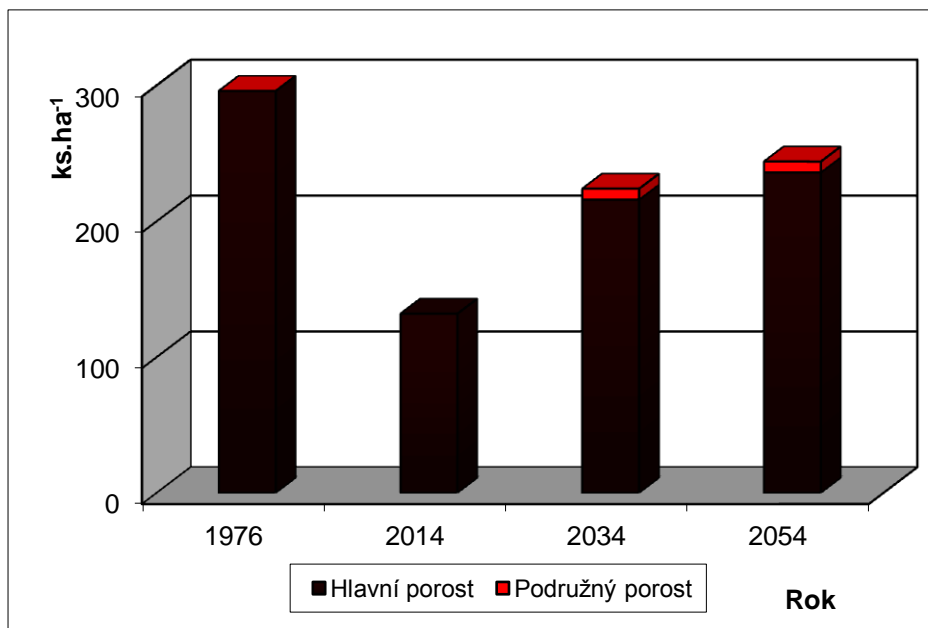
Obr. 3: Histogram tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A v roce 1976.



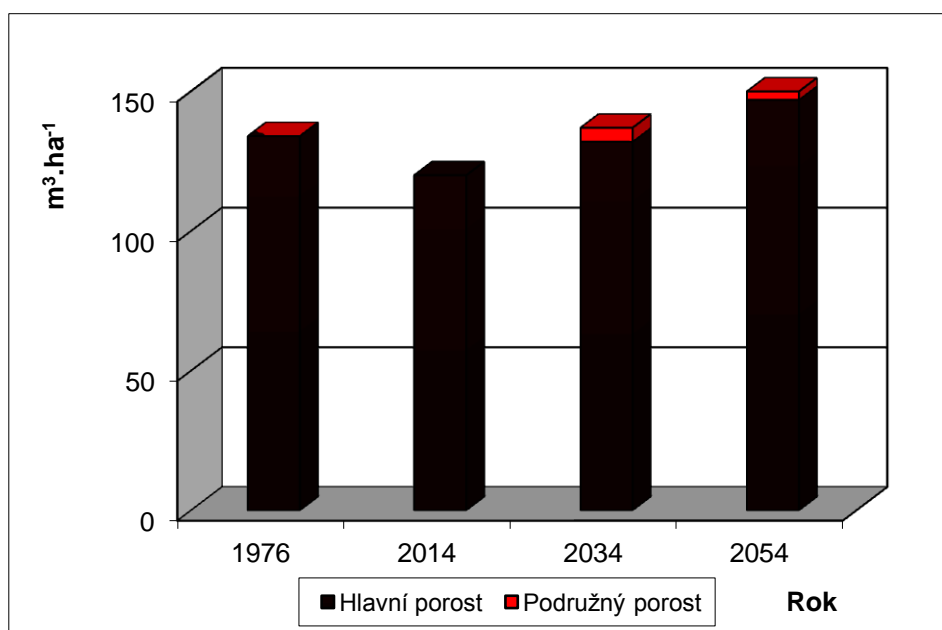
Obr. 4: Histogram tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A v roce 2014.



Obr. 5: Histogram tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A v roce 2054 (predikce vývoje).



Obr. 6: Vývoj počtu jedinců stromového patra autochtonního smrkového porostu v ks.ha<sup>-1</sup> na TVP 11 – Strmá stráň A při simulaci samovývoje.

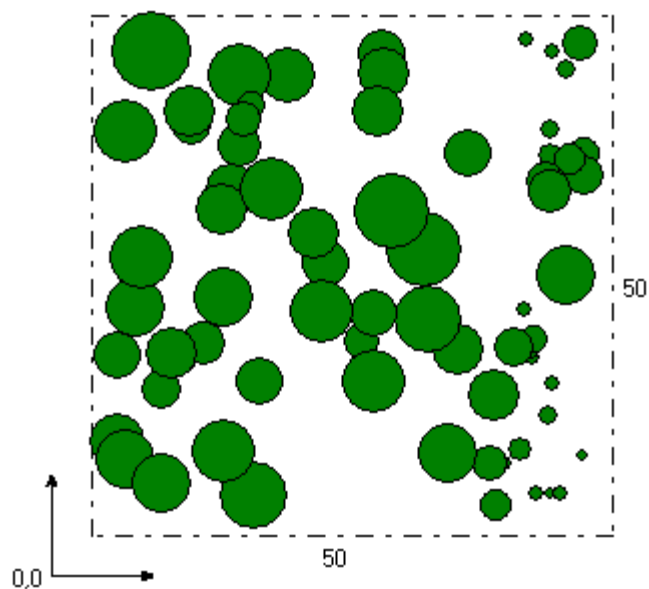
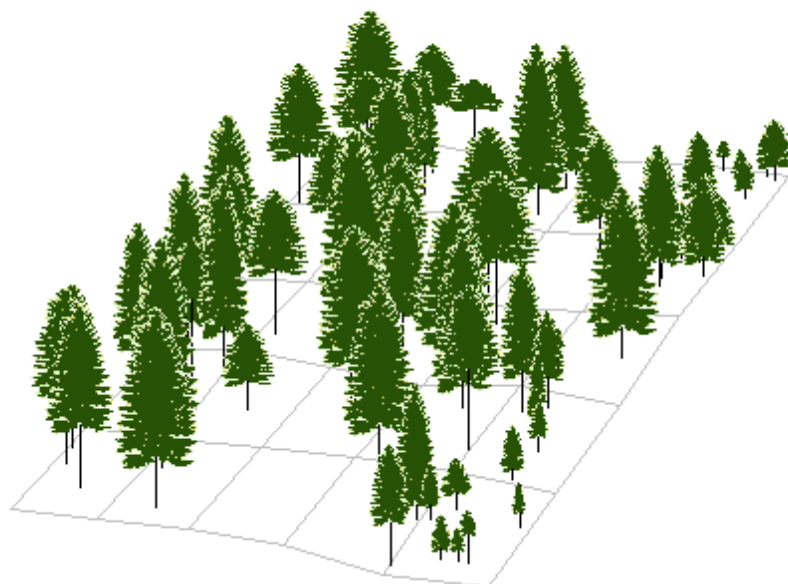


Obr. 7: Vývoj zásoby stromového patra autochtonního smrkového porostu v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> na TVP 11 – Strmá stráň A při simulaci samovývoje.

### *Vizualizace a predikce vývoje porostu*

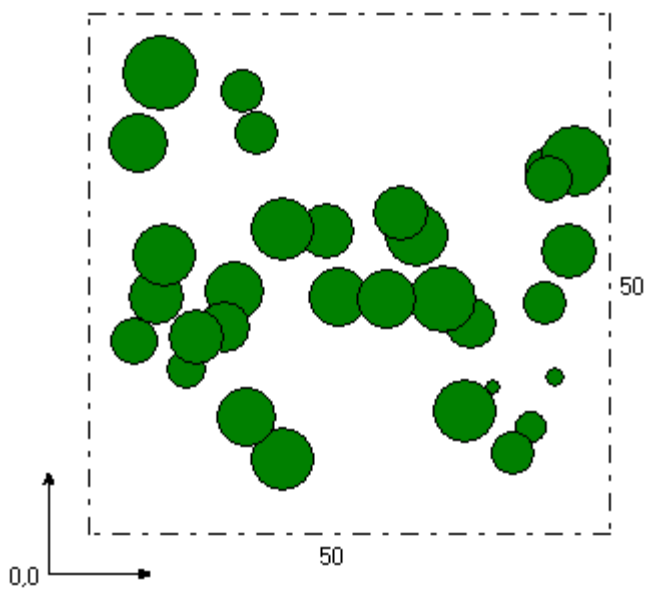
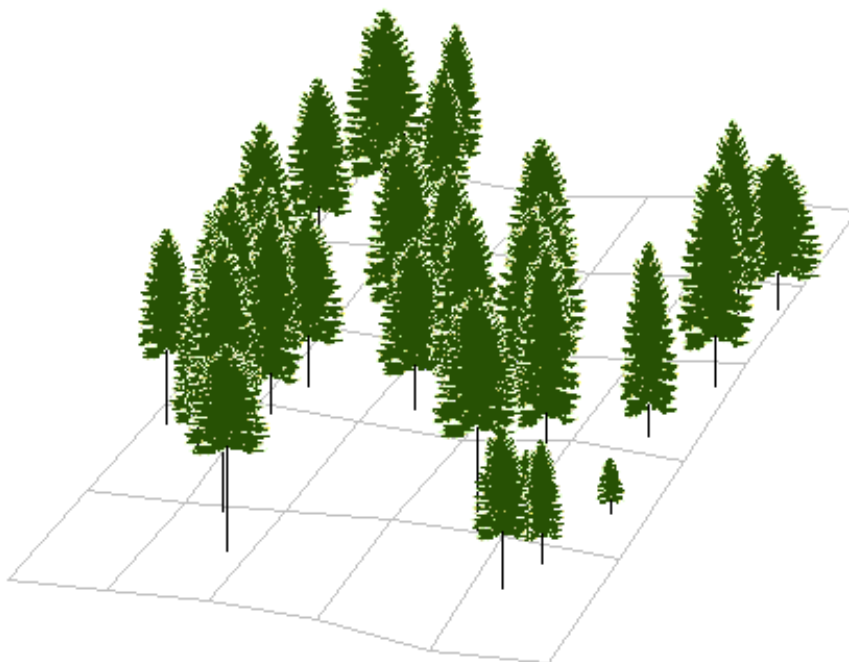
Vizualizace aktuálního stavu porostu v letech 1976 a 2014 je znázorněna na Obr. 8 a 9. Zatímco v r. 1976 měl porost typickou strukturu pro stadium optima

jeřábové smrčiny v ekotonu horní hranice lesa, tak v r. 2008 je již patrné počáteční stadium rozpadu tohoto porostu. Tyto skutečnosti též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 2.



Obr. 8: Vizualizace historického stavu autochtovního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A v roce 1976.



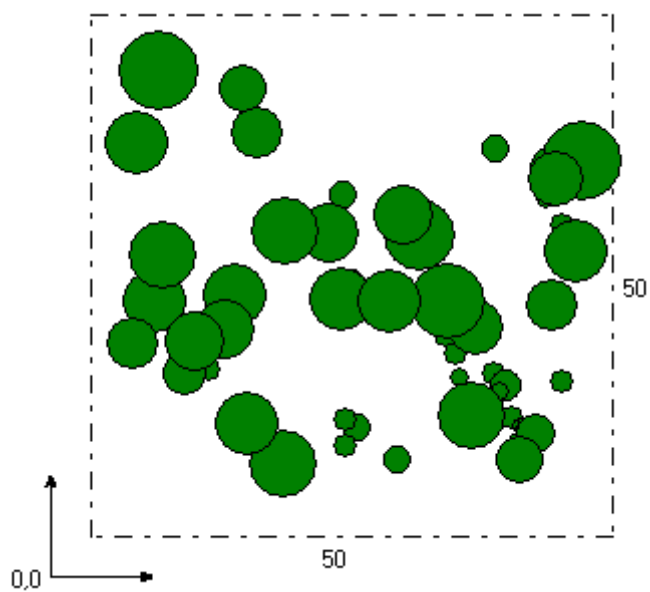
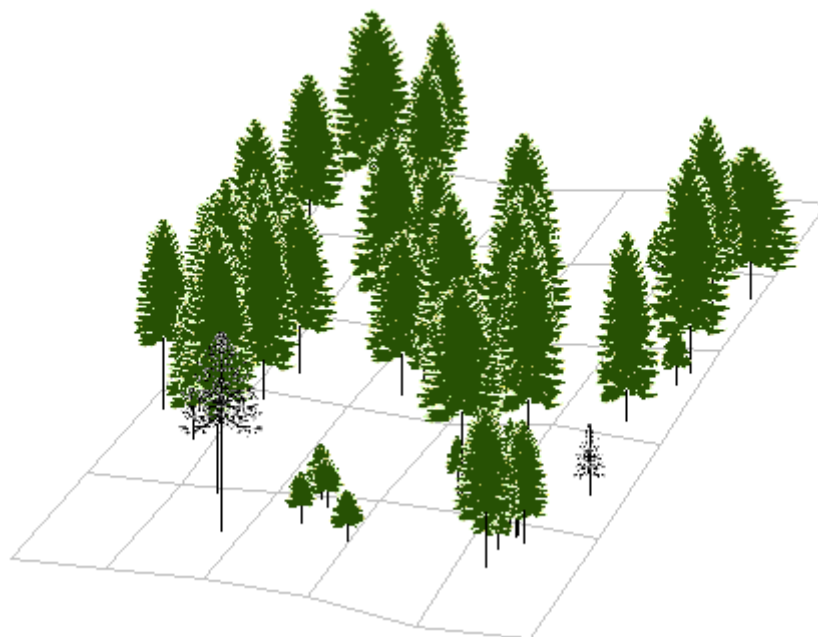


Obr. 9: Vizualizace aktuálního stavu autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá strán A v roce 2014.

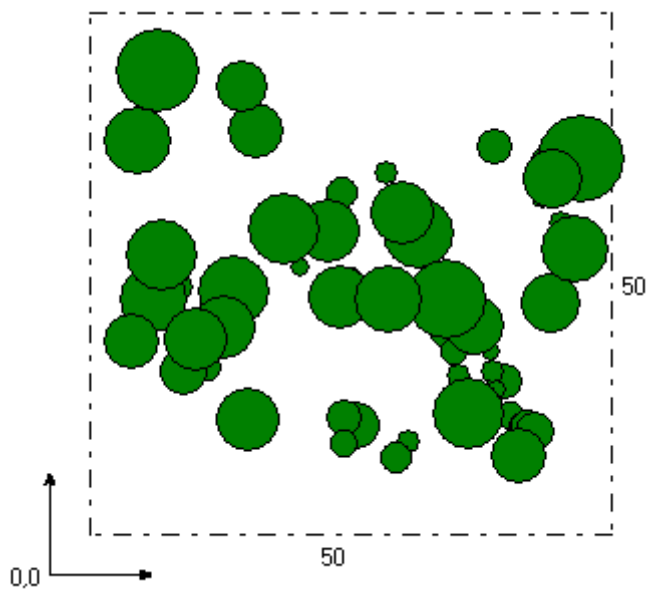
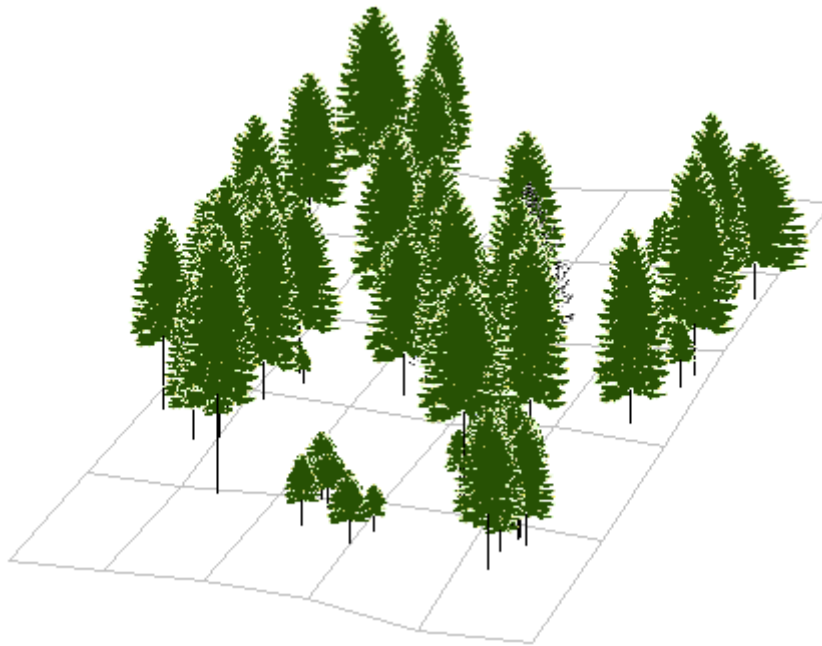
Pro predikci samovolného vývoje tohoto porostu byly použity základní charakteristiky:

- nadmořská výška: 1 220 m,
- lesní typ: 8Z4,
- přirozená druhová skladba: SM 9, JR 1, BRP, KOS, BRK,
- střední věk: 193 let,
- délka vegetačního období: 70 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 690 mm,
- roční teplotní amplituda: 18,4 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 7,0 °C,
- zásobenost vodou: 0,125,
- zásobenost živinami: 0,115.

Predikce samovolného vývoje tohoto porostu v r. 2034 a 2054 je patrná z Obr. 10 a 11. Z těchto obrázků jsou patrné postupující regenerační trendy, což též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 2.



Obr. 10: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráž A v roce 2034.



Obr. 11: Predikce vývoje autochtovního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráž A v roce 2054.

### *Horizontální struktura a diverzita stromového patra*

Charakteristiky horizontální struktury stromového patra a jejich denzity jsou uvedeny v Tab. 3 a 4 a znázorněny na Obr. 12-14. Podle sledovaných indexů i L-

funkce se ve sledovaných letech jedná o porosty se stromy převážně náhodně rozmístěnými po ploše, o porosty značně rozvolněné a střední celkovou diverzitou. Z predikce vývoje porostů je pak patrné, že s přibývajícím počtem jedinců spodního stromového patra rozmístění stromů po ploše bude směřovat od náhodného uspořádání k agregovanému (viz Obr. 14).

Tabulka 3: Přehled indexů stromového patra a denzity autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A při simulaci samovývoje.

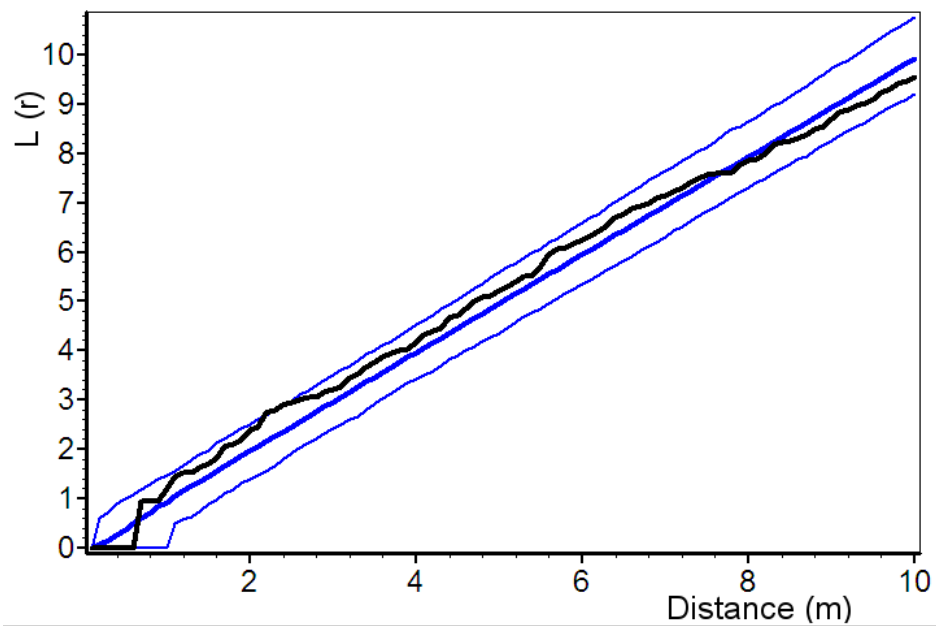
Rok	Indexy						Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	K (J&Di)	CC	CP	SDI
1976	0,906	0,817	5,732	0,263	0,259	2,167	58,0	0,87	0,40
2014	0,747	0,727	5,467	0,319	0,237	2,073	42,8	0,56	0,28
2034	0,741	0,722	5,449	0,410	0,346	1,954	51,1	0,72	0,35
2054	0,713	0,780	5,543	0,529	0,432	1,997	56,6	0,83	0,38

Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM<sub>d</sub> – index tloušťkové diferenciaci, TM<sub>h</sub> – index výškové diferenciaci, K – index korunové diferenciaci, CC – stupeň zápoje (biologický zápoj v %), CP – taxační zápoj (ha), SDI – index hustoty porostu.

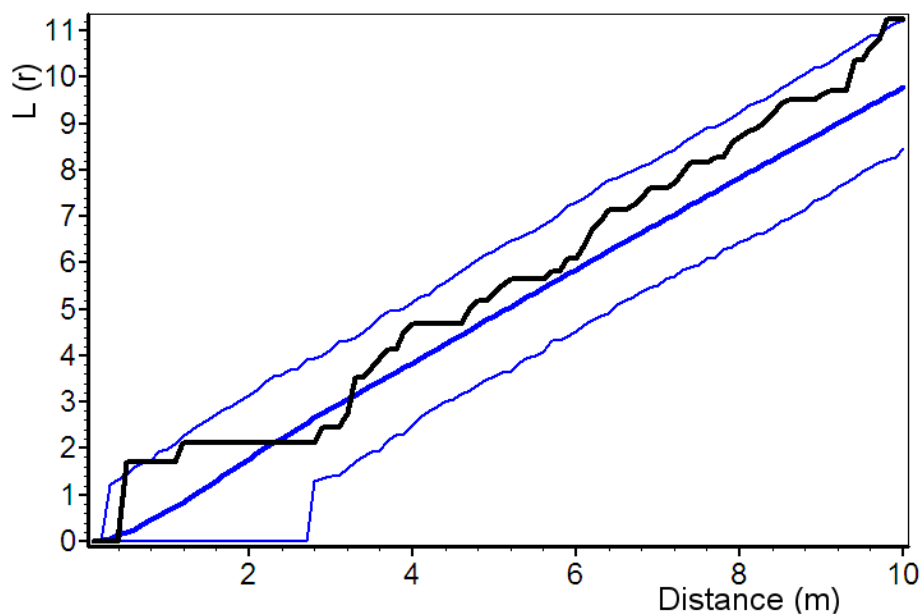
Tabulka 4: Indexy popisující horizontální strukturu autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A.

Index	Rok	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	1976	0,533	0,502	0,401	0,618
	2014	0,714*	0,494	0,338	0,676
	2054	0,748*	0,500	0,383	0,626
Pielou–Mountford	1976	1,260	1,131	0,845	1,586
	2014	1,941	1,182	0,722	1,975
	2054	2,206*	1,147	0,813	1,684
Clark–Evans	1976	1,007	1,048	0,914	1,171
	2014	0,904	1,086	0,880	1,296
	2054	0,803*	1,060	0,911	1,203
David–Moore	1976	0,273	0,003	0,246	0,300
	2014	0,044	0,003	0,201	0,289
	2054	1,017*	0,002	0,242	0,288

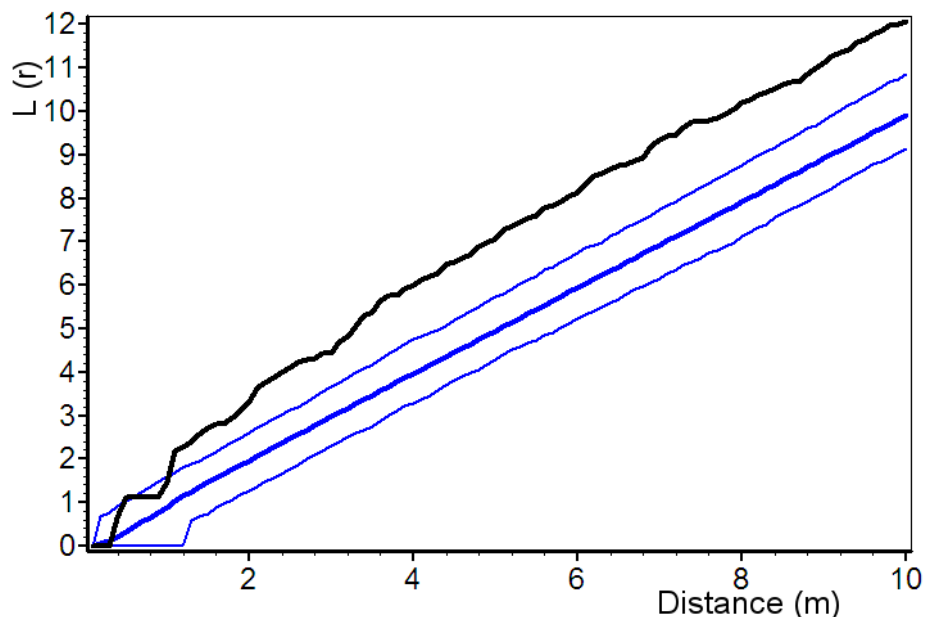
\* statisticky významné



Obr. 12: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A v roce 1976 vyjádřená L-funkcí.



Obr. 13: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráň A v roce 2014 vyjádřená L-funkcí.



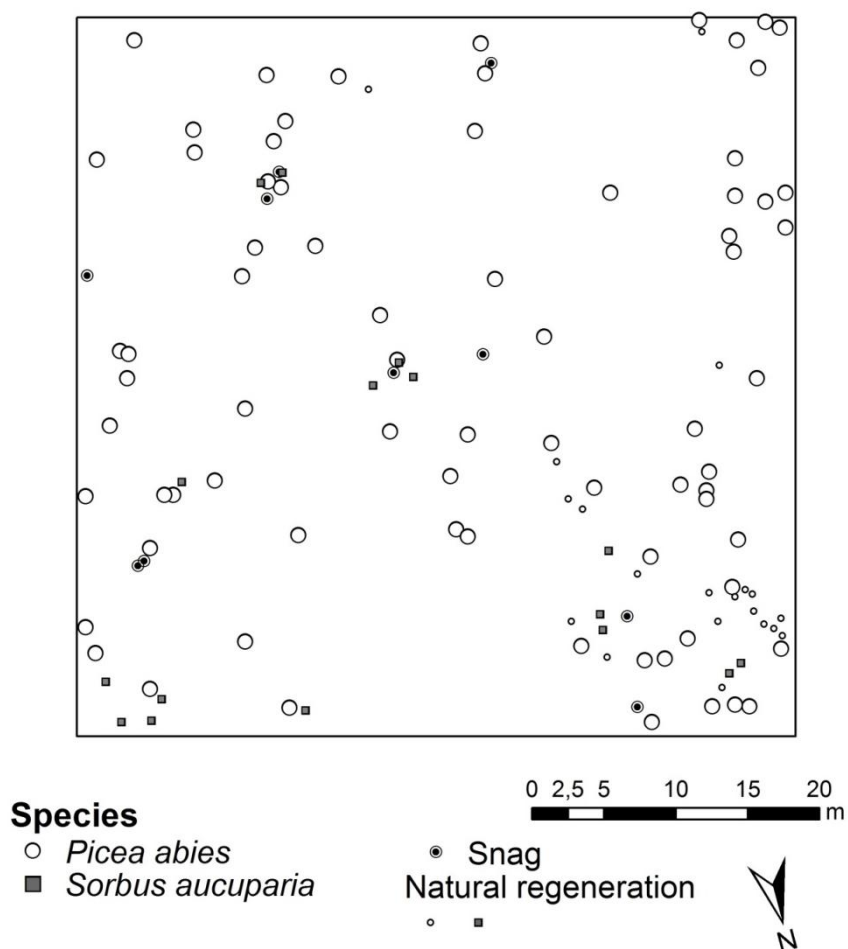
Obr. 14: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 11 – Strmá stráž A v roce 2054 vyjádřená L-funkcí (predikce vývoje).

### 9.1.3. Přirozená obnova

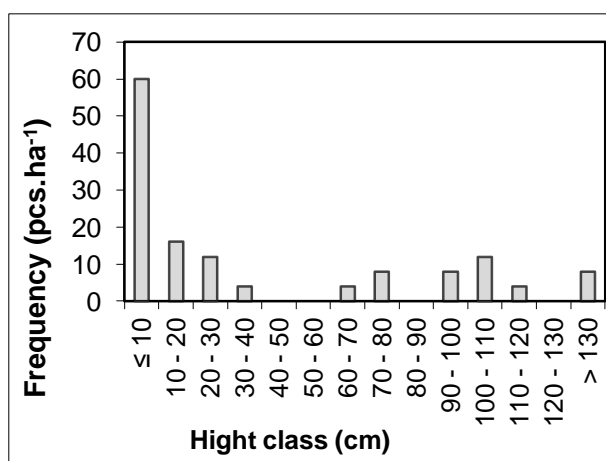
Pro přirozenou obnovu jsou na této TVP z hlediska světelných a teplotních poměrů zdánlivě příznivé podmínky, které jsou dány především značným rozvolněním zápoje a příznivým půdními podmínkami. Přirozené obnově se tu ale v důsledku velmi vysokého konkurenčního tlaku buřeně, především kapradiny *Athyrium distentifolium* a *Callamagrostis villosa*, které pokrývají velkou část plochy, daří jen sporadicky. Obnově se tu daří jen na výrazně vyvýšených místech a na rozkládajícím se dřevě. Jedinou dřevinou, která se zde přirozeně obnovuje, je smrk, který se zde nachází jak ve stromovém patře, tak i v náletu a nárostu (cf. KOBRLE 2013).

#### *Stav přirozené obnovy v roce 1976*

Horizontální struktura přirozené obnovy na TVP je znázorněna na Obr. 15 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 16. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je sporadická a převážně nezajištěná (cf. VACEK 1990).



Obr. 15: Plánek horizontální struktury přirozené obnovy na TVP 11 – Strmá stráň A v r. 1976.

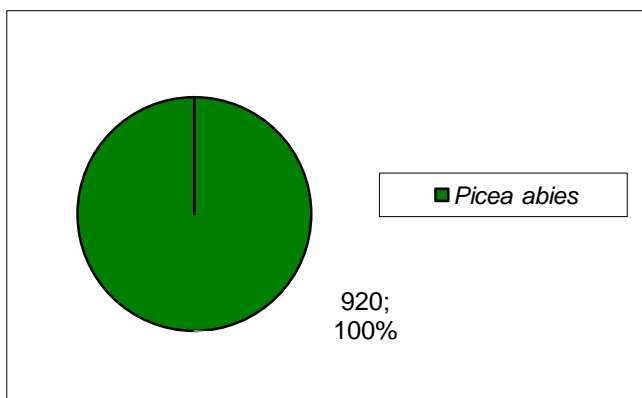


Obr. 16: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 11 – Strmá stráň A v r. 1976.

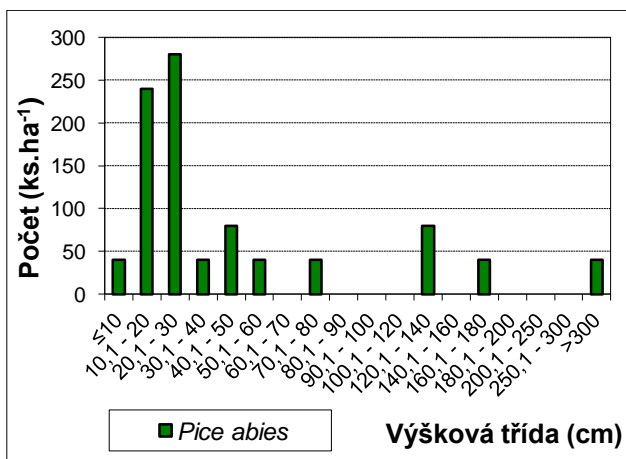


### Stav přirozené obnovy v roce 2008

Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 17 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 18. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je sporadická, i když oproti roku 1976 (viz. Obr. 15 a 16) došlo k jejímu mírnému nárůstu a zvýšení vyspělosti (cf. KOBRLE 2013).



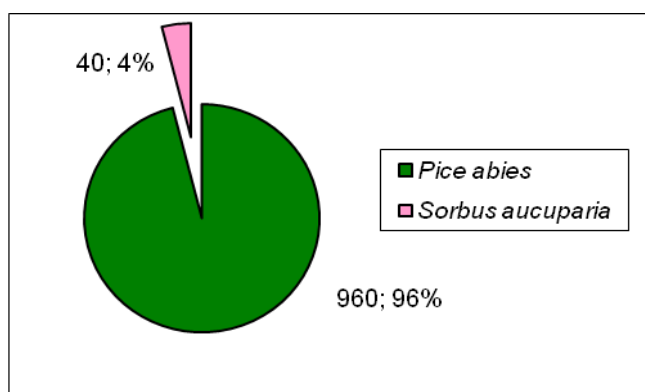
Obr. 17: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 11 – Strmá stráň A v r. 2008 v přepočtu na 1 ha.



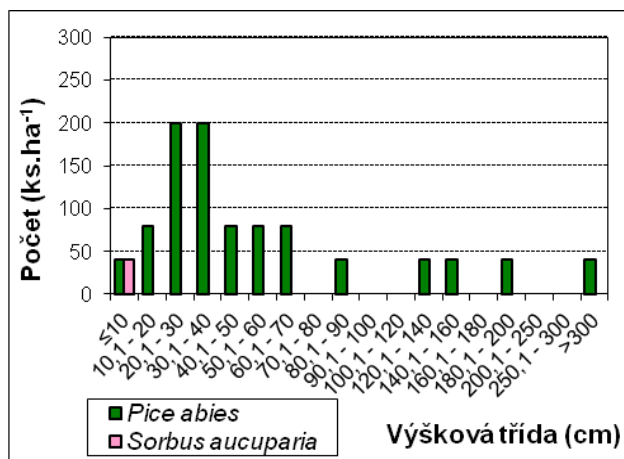
Obr. 18: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 11 – Strmá stráň A v r. 2008.

### Stav přirozené obnovy v roce 2014

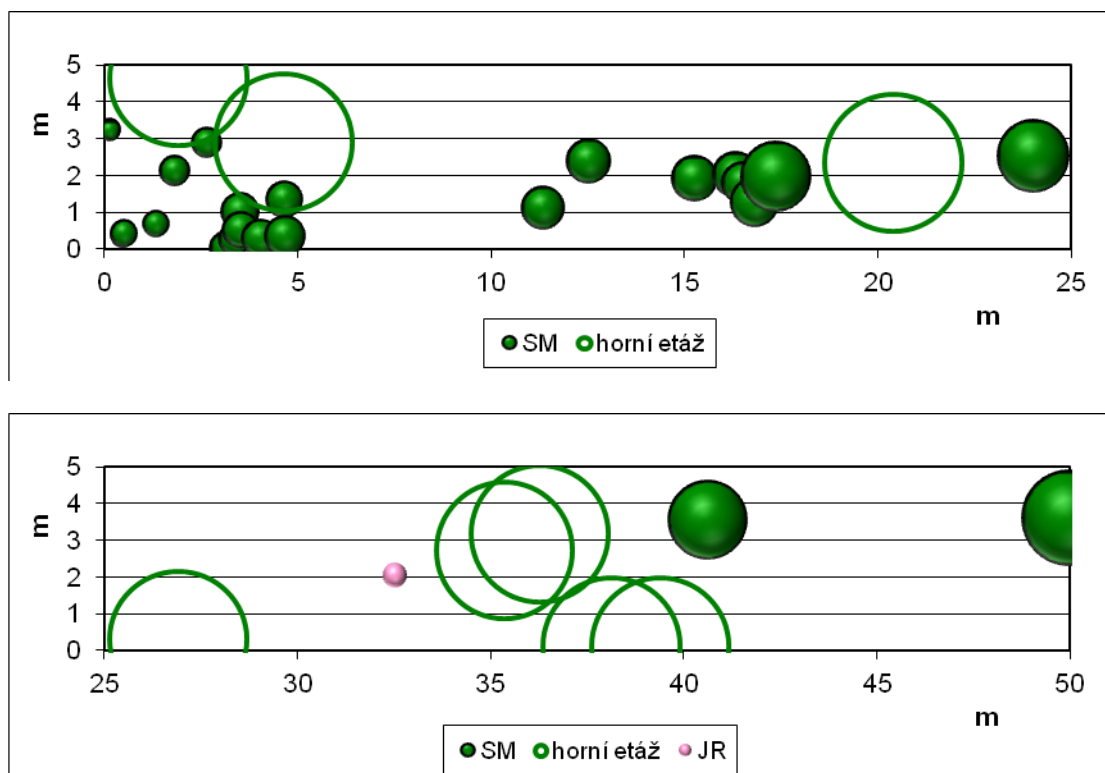
Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 20 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 21. Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu 5 × 50 m je znázorněna na Obr. 21. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je stále relativně sporadická, i když oproti roku 2008 (viz. Obr. 17 a 18) došlo k jejímu mírnému nárůstu a zvýšení vyspělosti.



Obr. 19: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 11 – Strmá stráň A v r. 2014 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 20: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 11 – Strmá stráň A v r. 2014.



Obr. 21: Horizontální struktura přirozené obnovy, vyjadřující její taxační i biologický zápoj, a situace horní etáže (stromového patra) na TVP 11 – Strmá stráž A v r. 2014.

### *Horizontální struktura přirozené obnovy*

Ze strukturálních indexů i z L-funkce vyplývá, že rozmístění jedinců přirozené obnovy po ploše porostu je výrazně shlukovité (cf. KOBRLE 2013).

## **9.2. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráž B**

### **9.2.1. Stanovištní poměry**

TVP 12 - Strmá stráž B se nachází na strmém svahu se severovýchodní expozicí v Labském dole. Jedná se o značně rozvolněnou dospělou kmenovinu s pomístním náletem smrku ztepilého a jeřábu ptačího (Obr. 22). Z hlediska malého vývojového cyklu lesa se jedná o počáteční stadium rozpadu s fází pomístné obnovy. Porost je fenotypové třídy B a je charakterizován dvěma etážemi (cf. VACEK 1990, VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 201). Porost náleží k LT 8Z4 – jeřábová smrčina třtinová a je umístěn ve středně členitém terénu. Půdním typem je podzol modální. Pokryvnost je vysoká (100 %) a

dominuje zde *Athyrium distentifolium* a *Calamagrostis villosa* (cf. VACEK et al. 2009).



Obr. 22: Diferencovaná autochtonní horská smrčina na TVP 12 – Strmá stráž B s pomístní přirozenou obnovou na vyvýšeninách (foto: A. Koblíček).

### 9.2.2. Struktura a vývoj porostu

#### *Biometrická charakteristika stromového patra*

Přehled základních biometrických charakteristik na TVP je uveden v Tab. 5. Jedná se o aktuální stav v roce 1976 a 2014 i predikci vývoje pomocí růstového biosimulátoru SIBYLA v r. 2034 a 2054. Tyto strukturální charakteristiky rámcově odpovídají klimaxovým horským smrčinám vyšších poloh Sudetské soustavy.

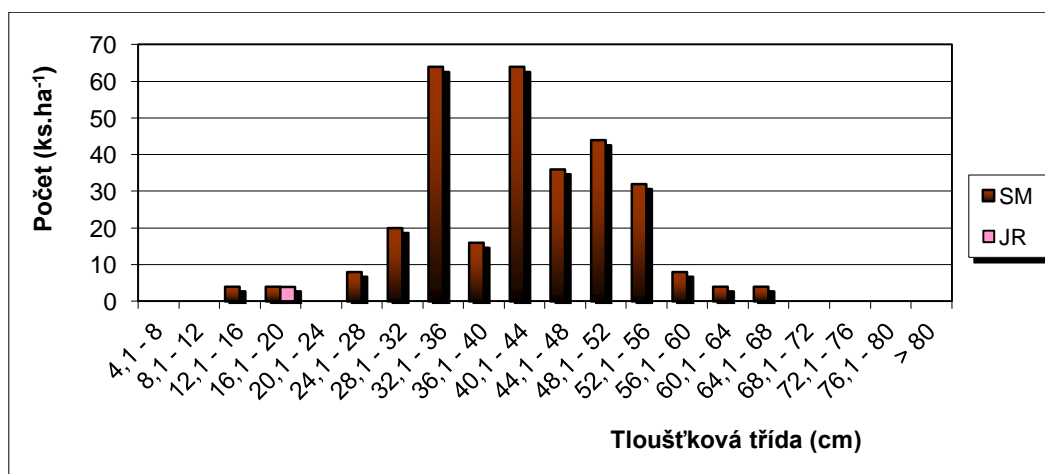
Na Obr. 23-25 jsou uvedeny histogramy tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP v roce 1976, 2014 a 2054. Z porovnání Obr. 23 a 24 je zřejmé jak imisně ekologická destrukce výrazně ovlivnila tento porost, v němž vlivem imisí a žíru kůrovců odumřela značná část stromového patra, a to především stromů nižšího cenotického postavení (podúrovně i spodní úrovně). Určité regenerační trendy, tj. nástup jedinců nastupující generace, jsou již patrné

z Obr. 25. Trendy ve vývoji počtu jedinců stromového patra hlavního porostu i podružného porostu (odumřelých stromů) jsou patrné z Obr. 26 a zásoby hlavního porostu i podružného porostu z Obr. 27. Z posledních dvou obrázků je patrné, jak se imisněkologická destrukce výrazně projevila ve výrazném snížení počtu stromů a zásoby porostu.

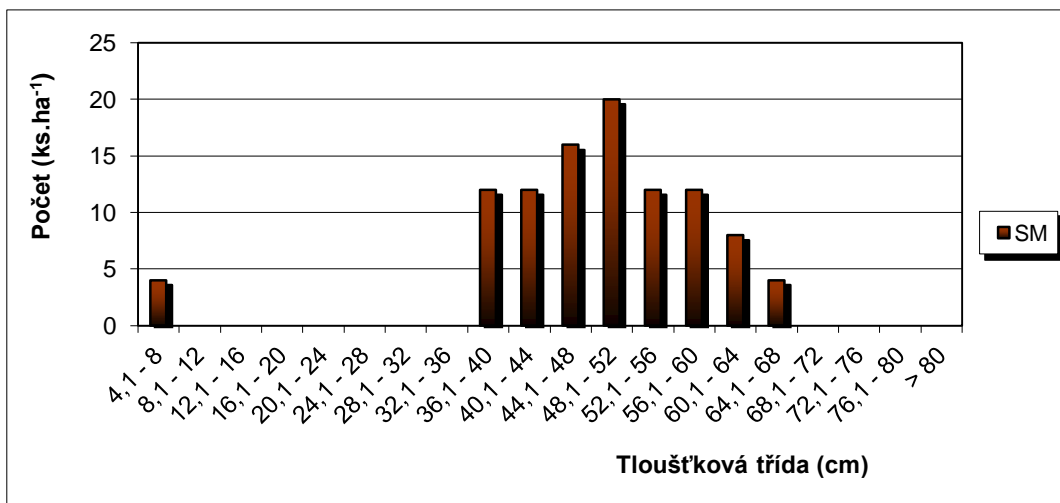
Tabulka 5: Růstová tabulka vývoje pro sdružený autochtonní smrkový porost na TVP 12 – Strmá stráň B při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
1976	183	42,8	19,26	0,390	1,080	312	45,0	337	45,0	---	1,84	337
2014	228	49,7	20,77	0,375	1,511	108	20,9	163	41,8	1,2	0,71	163
2034	247	34,7	11,36	0,692	0,743	256	24,0	190	32,7	1,4	0,77	190
2054	266	34,8	11,02	0,703	0,737	296	27,9	218	31,7	1,4	0,82	218

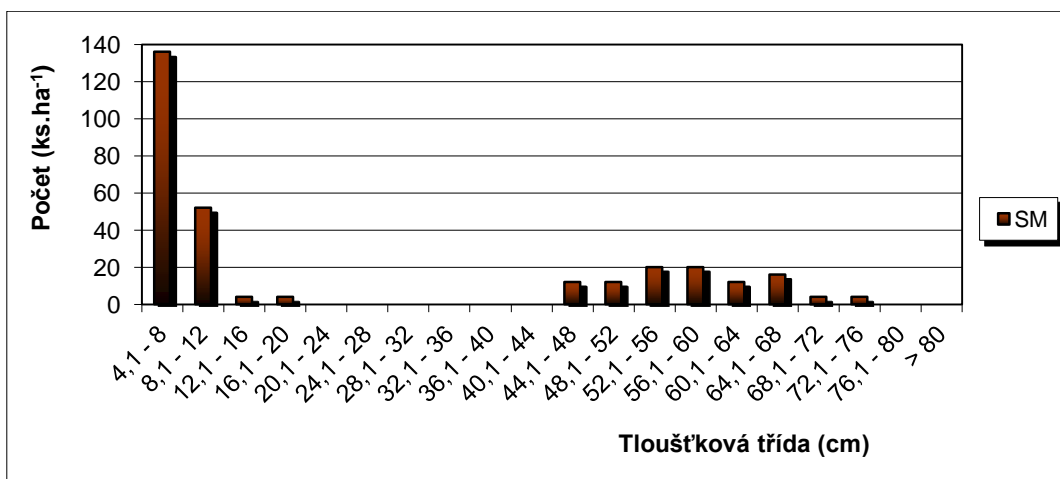
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m<sup>3</sup>); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); V – objem porostu (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>); CPP – celkový průměrný přírůst (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>); COP – celková objemová produkce (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).



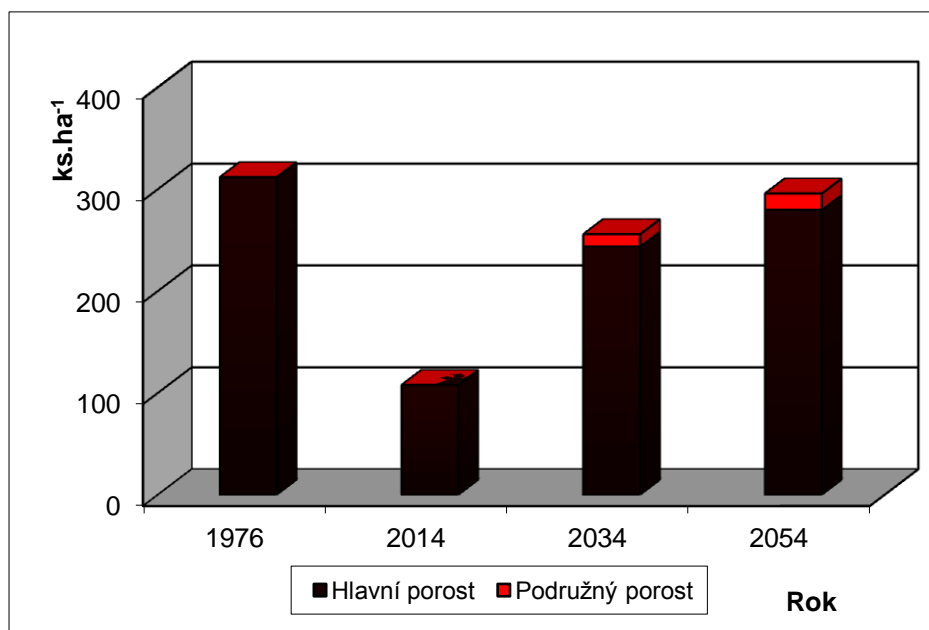
Obr. 23: Histogram tloušťkových tříd v autochtonním smrkovém porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 1976.



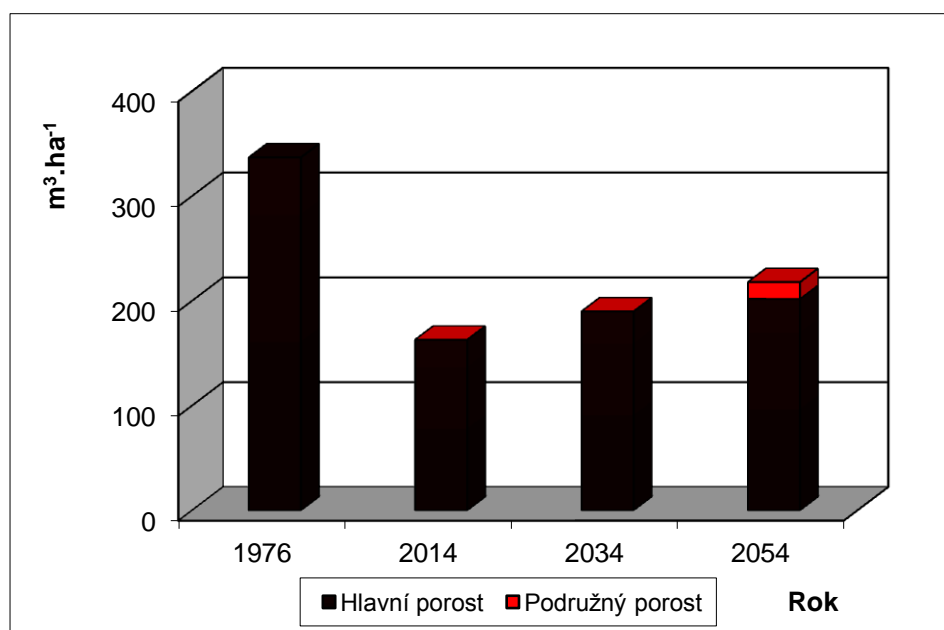
Obr. 24: Histogram tloušťkových tříd v autochtonním smrkovém porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 2014.



Obr. 25: Histogram tloušťkových tříd v autochtonním smrkovém porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 2014.



Obr. 26: Vývoj počtu jedinců stromového patra autochtonního smrkového porostu v ks.ha<sup>-1</sup> na TVP 12 – Strmá stráň B při simulaci samovývoje.

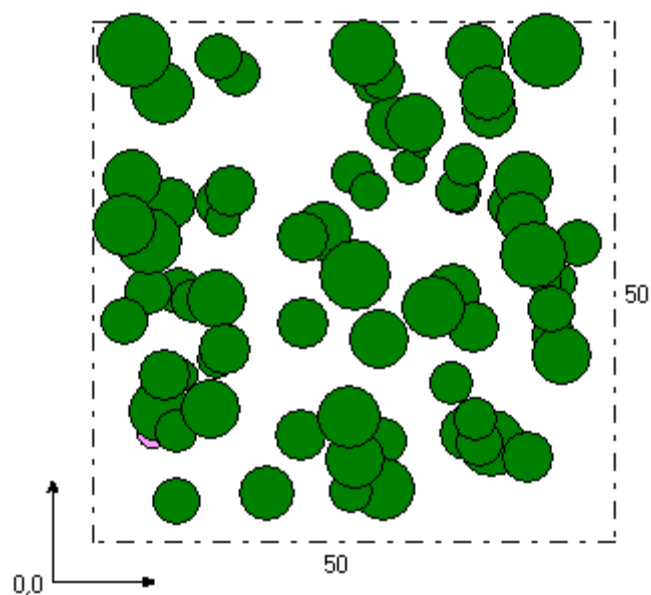
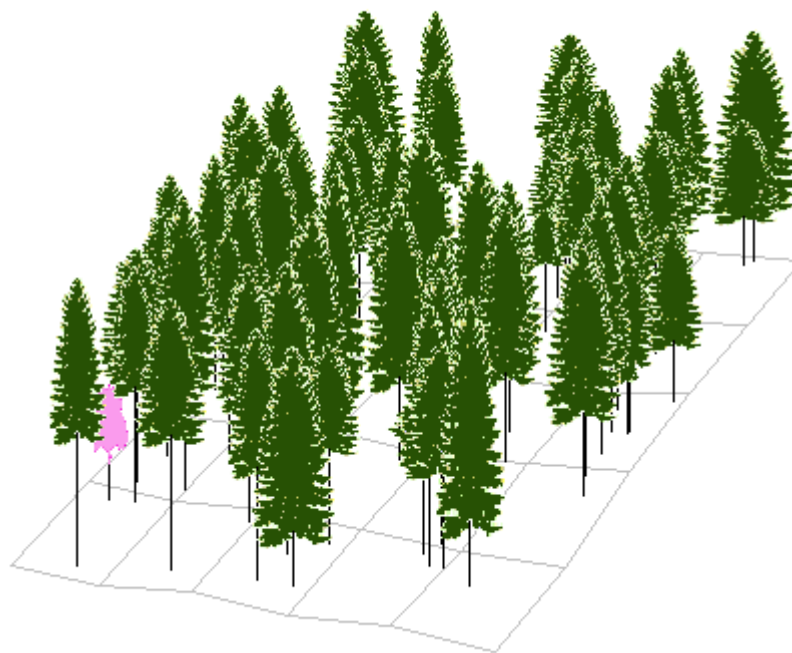


Obr. 27: Vývoj zásoby stromového patra autochtonního smrkového porostu v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> na TVP 12 – Strmá stráň B při simulaci samovývoje.

### *Vizualizace a predikce vývoje porostu*

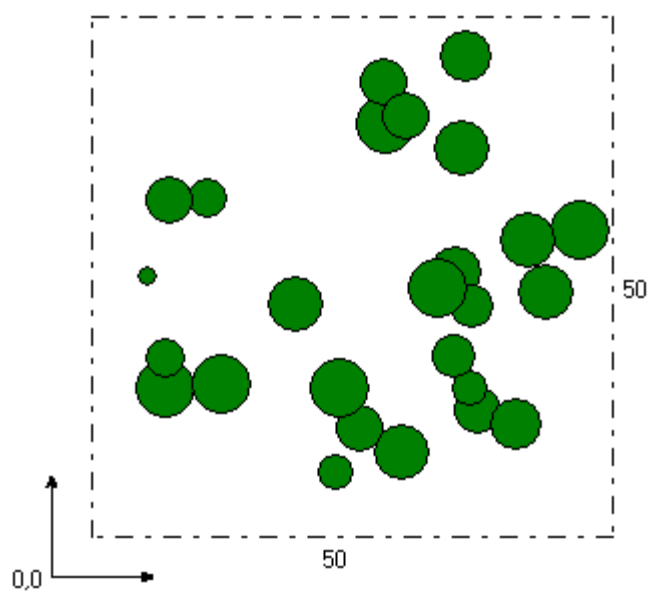
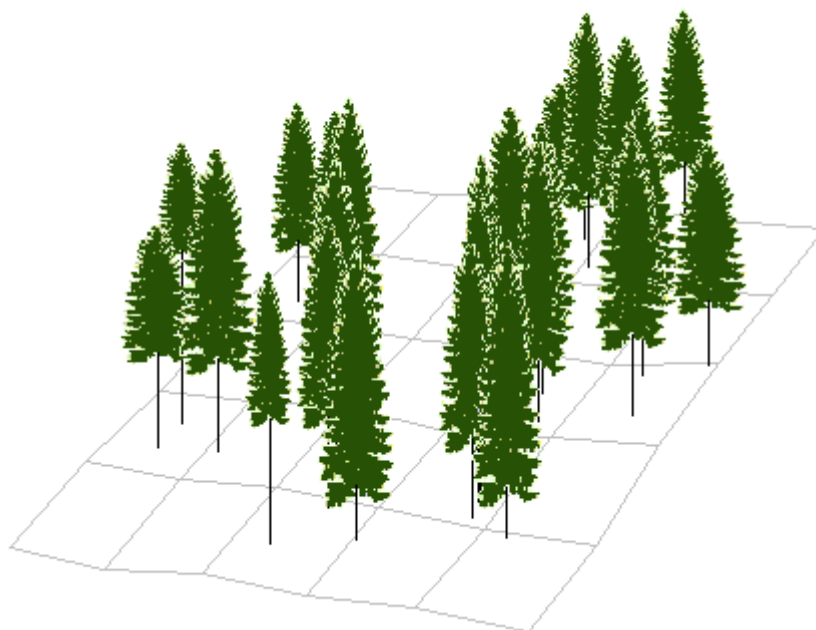
Vizualizace aktuálního stavu porostu v letech 1976 a 2014 je znázorněna na Obr. 28 a 29. Zatímco v r. 1976 měl porost typickou strukturu pro stadium optima

klimaxové horské smrčiny, tak v r. 2008 je již patrné střední stadium rozpadu tohoto porostu z hlediska malého vývojového cyklu lesa. Tyto skutečnosti též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 5.



Obr. 28: Vizualizace historického stavu autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 1976.



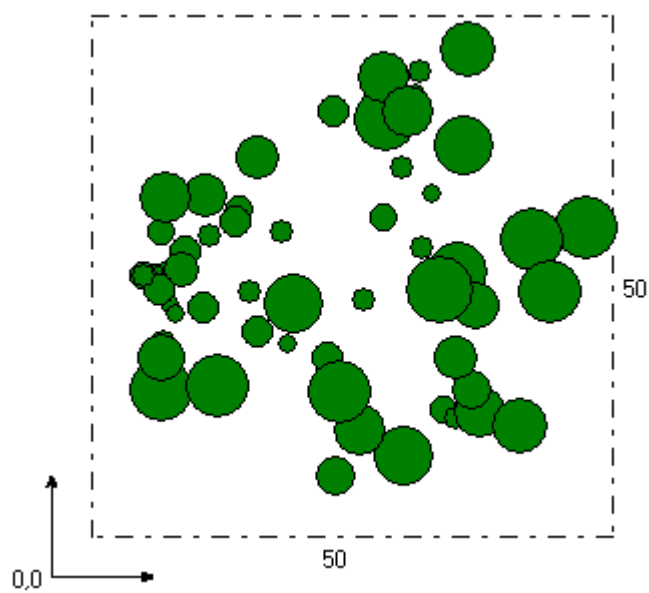
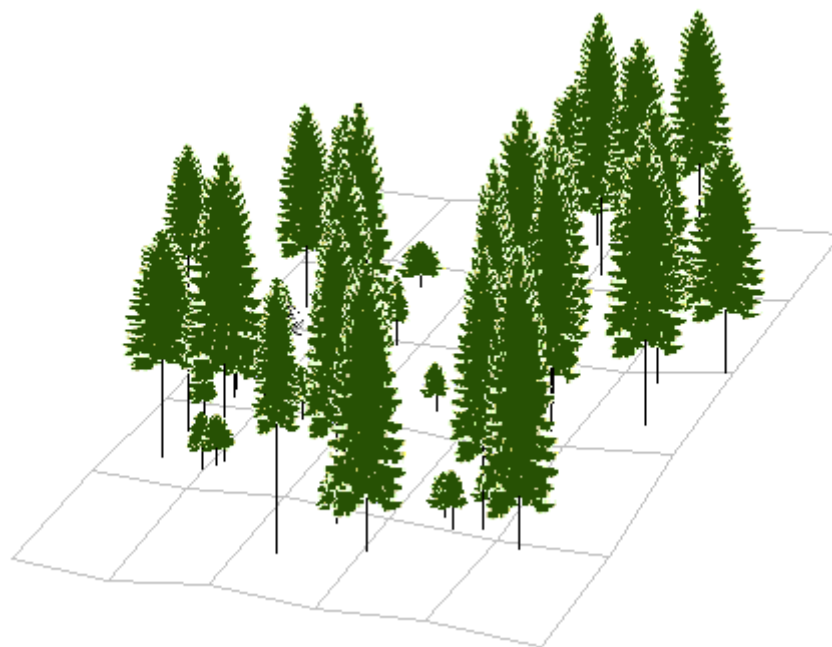


Obr. 29: Vizualizace aktuálního stavu autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá strán B v roce 2014.

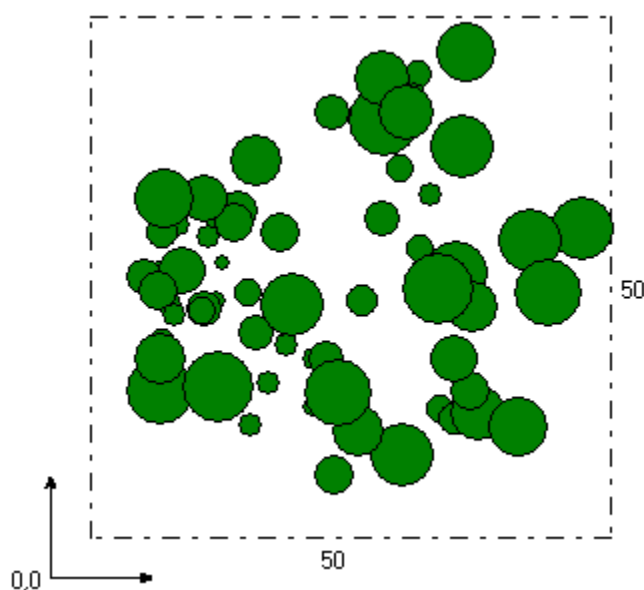
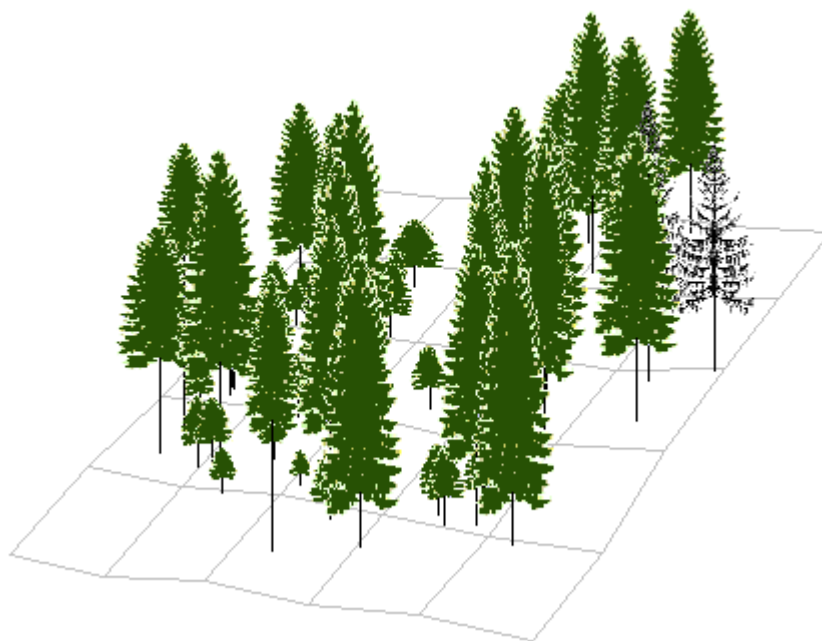
Pro predikci samovolného vývoje tohoto porostu byly použity základní charakteristiky:

- nadmořská výška: 1 170 m,
- lesní typ: 8Z4,
- přirozená druhová skladba: SM 9, JR 1, BRP, KOS, BRK,
- střední věk: 151 let,
- délka vegetačního období: 80 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 690 mm,
- roční teplotní amplituda: 17,6 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 7,5 °C,
- zásobenost vodou: 0,125,
- zásobenost živinami: 0,115.

Predikce samovolného vývoje tohoto porostu v r. 2034 a 2054 je patrná z Obr. 30 a 31. Z těchto obrázků jsou patrné postupující regenerační trendy, což též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 5.



Obr. 30: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráž B v roce 2034.



Obr. 31: Predikce vývoje autochtovního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráž B v roce 2054.

***Horizontální struktura a diverzita stromového patra***

Charakteristiky horizontální struktury stromového patra a jejich denzity jsou uvedeny v Tab. 6 a 7 a znázorněny na Obr. 32-34. Podle sledovaných indexů i L-

funkce se ve sledovaných letech jedná o porosty se stromy převážně náhodně rozmístěnými po ploše, o porosty značně rozvolněné a střední celkovou diverzitou. Z predikce vývoje porostů je pak patrné, že s přibývajícím počtem jedinců spodního stromového patra rozmístění stromů po ploše bude směřovat od náhodného uspořádání (od rozestupu nad 1 m) k agregovanému (viz Obr. 34).

Tabulka 6: Přehled indexů stromového patra a denzity autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráň B při simulaci samovývoje.

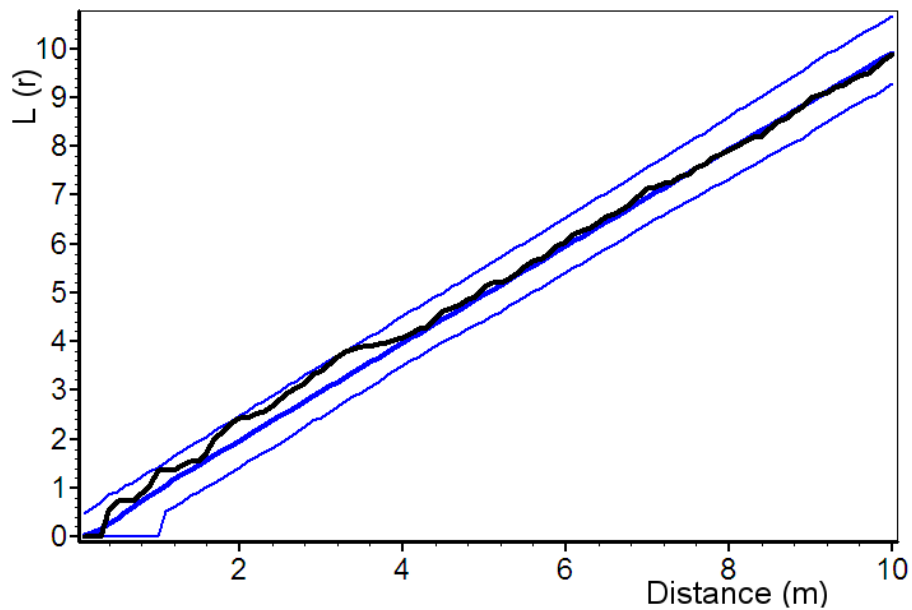
Rok	Indexy						Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	K (J&Di)	CC	CP	SDI
1976	0,856	0,423	5,115	0,237	0,194	1,434	70,8	1,23	0,61
2014	0,749	0,641	5,816	0,216	0,196	2,201	38,0	0,32	0,27
2034	0,784	0,583	5,759	0,462	0,411	2,120	45,0	0,60	0,35
2054	0,760	0,618	5,616	0,456	0,384	1,959	52,4	0,74	0,41

Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM<sub>d</sub> – index tloušťkové diferenciace, TM<sub>h</sub> – index výškové diferenciace, K – index korunové diferenciace, CC – stupeň zápoje (biologický zápoj v %), CP – taxační zápoj (ha), SDI – index hustoty porostu.

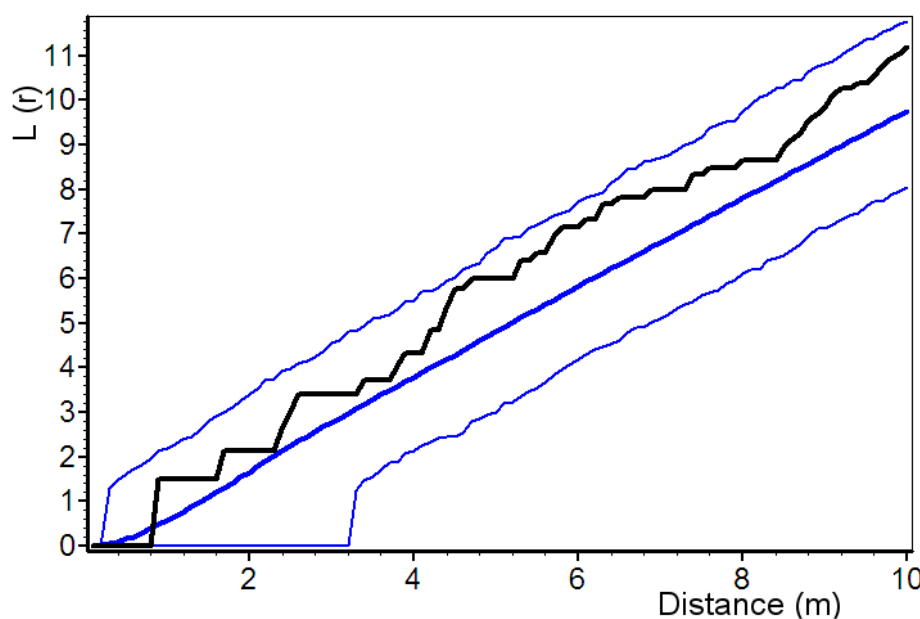
Tabulka 7: Indexy popisující horizontální strukturu autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráň B.

Index	Rok	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	1976	0,526	0,500	0,400	0,628
	2014	0,564	0,492	0,325	0,691
	2054	0,736*	0,494	0,386	0,604
Pielou–Mountford	1976	1,082	1,123	0,833	1,603
	2014	1,069	1,201	0,678	2,184
	2054	2,256*	1,111	0,796	1,534
Clark–Evans	1976	0,947	1,049	0,908	1,182
	2014	0,933	1,096	0,866	1,330
	2054	0,843*	1,055	0,930	1,189
David–Moore	1976	0,077	-0,002	0,260	0,284
	2014	0,037	0,005	0,188	0,336
	2054	0,628*	-0,007	0,246	0,273

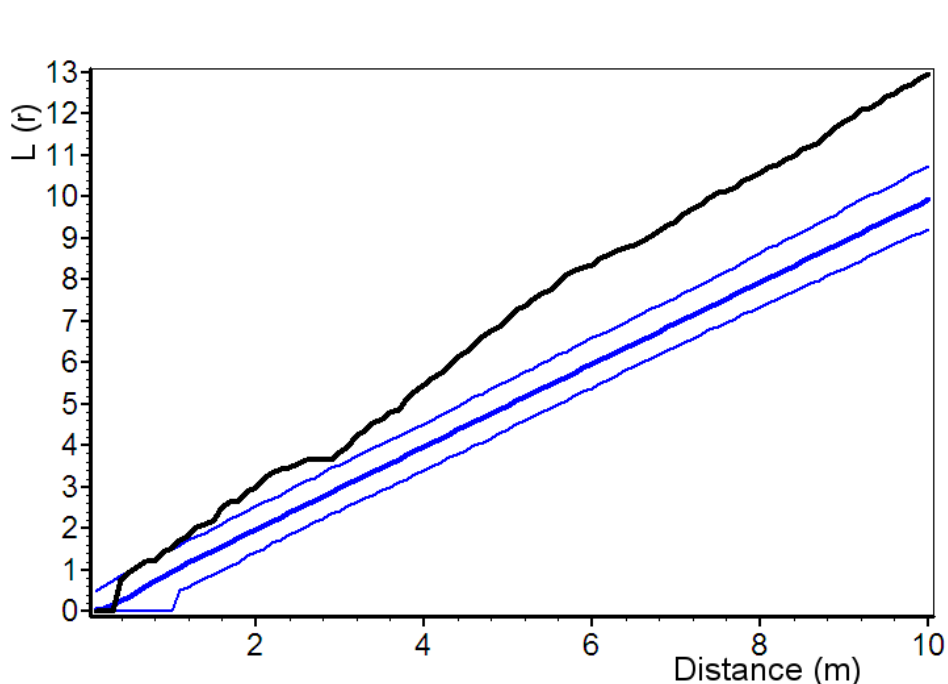
\* statisticky významné



Obr. 32: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 1976 vyjádřená L-funkcí.



Obr. 33: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 2014 vyjádřená L-funkcí.



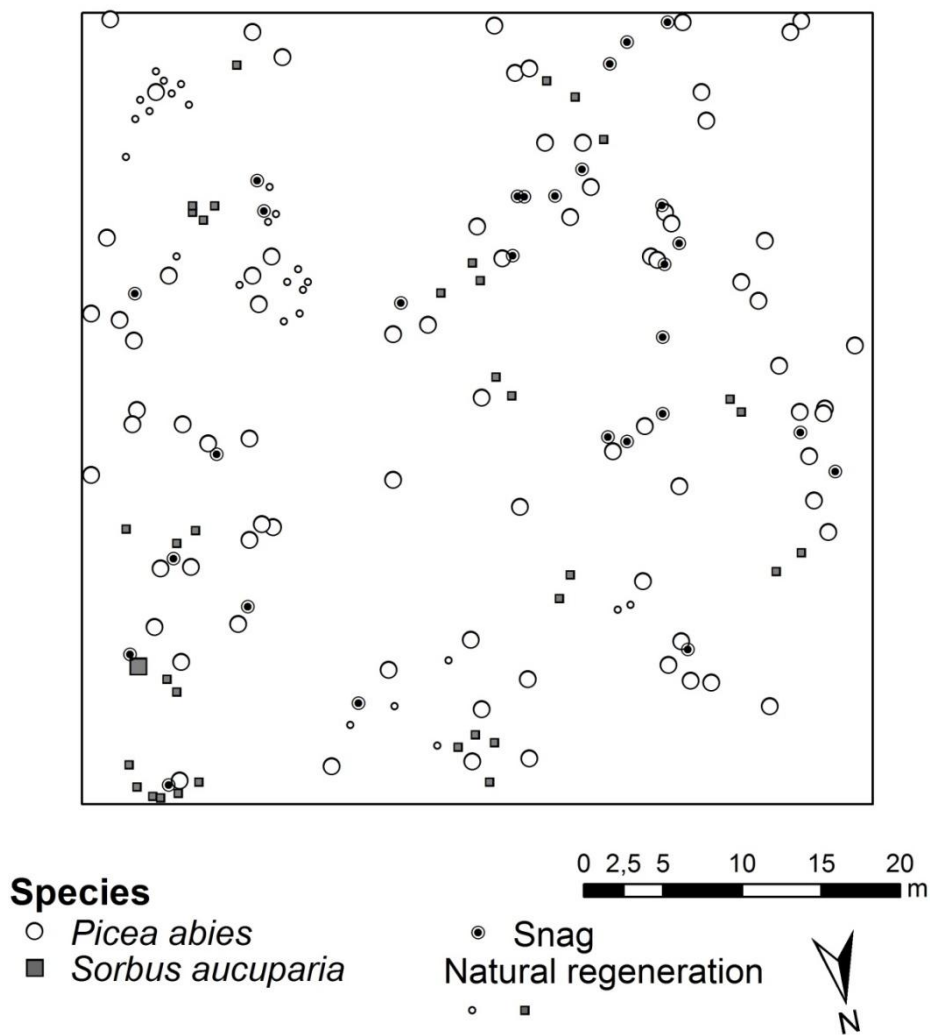
Obr. 34: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 12 – Strmá stráň B v roce 2054 vyjádřená L-funkcí (predikce vývoje).

### 9.2.3. Přírozená obnova

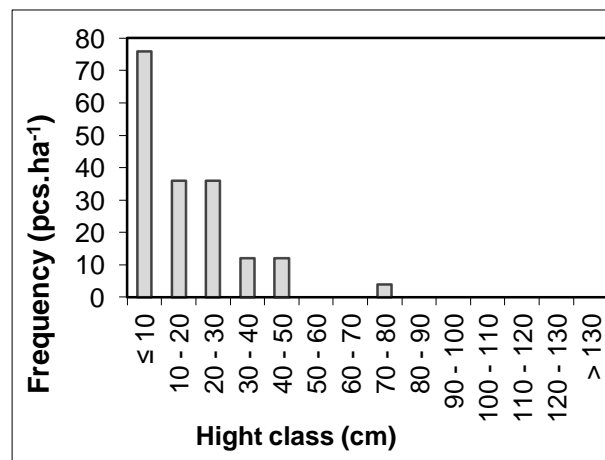
Díky značnému rozvolnění stromového patra (zápoj 40 %) jsou zde relativně dobré podmínky pro přirozenou obnovu. Pokryvnost bylinného patra je zde 100 %, dominuje v něm *Athyrium distentifolium* a *Calamagrostis villosa*. Na ploše je ale veliký tlak buřeně vůči přirozené obnově, a proto dochází k obnově jen na terénních vyvýšeninách a na tlejícím dřevě (KOBRLÉ 2013).

#### *Stav přirozené obnovy v roce 1976*

Horizontální struktura přirozené obnovy na TVP je znázorněna na Obr. 35 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 36. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je ve srovnání s TVP 11 již hojnější avšak stejně jako na TVP 11 je převážně nezajištěná (cf. VACEK 1990).



Obr. 35: Plánek horizontální struktury přirozené obnovy na TVP 12 – Strmá stráň B v r. 1976.

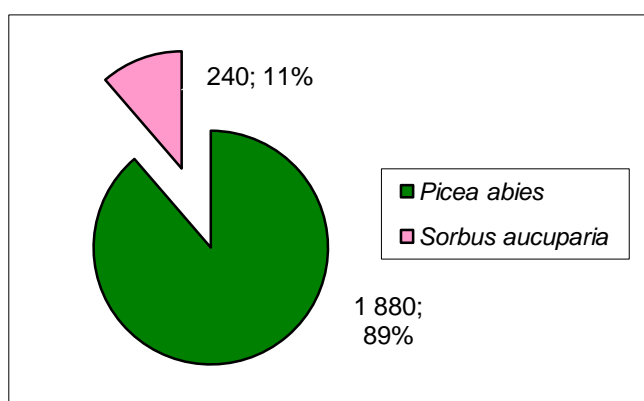


Obr. 36: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 12 – Strmá stráň B v r. 1976.

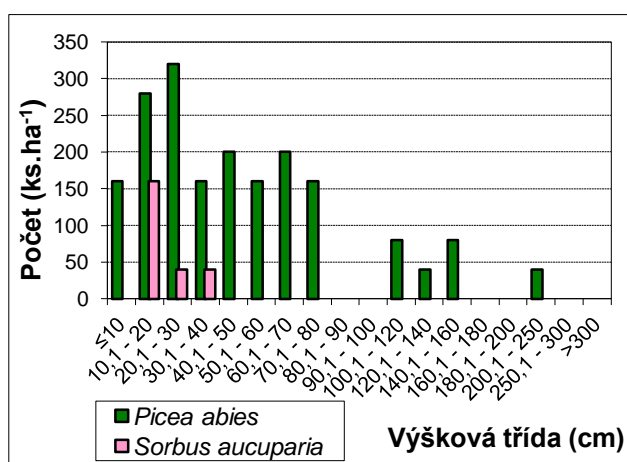


### Stav přirozené obnovy v roce 2008

Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 37 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 38. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je pro zdárný vývoj tohoto porostu z hlediska malého vývojového cyklu lesa již dostatečná a z velké části je již zajištěná (viz. Obr. 38). Od r. 1976 došlo k jejímu výraznému nárůstu a zvýšení vyspělosti (cf. KOBRLE 2013).



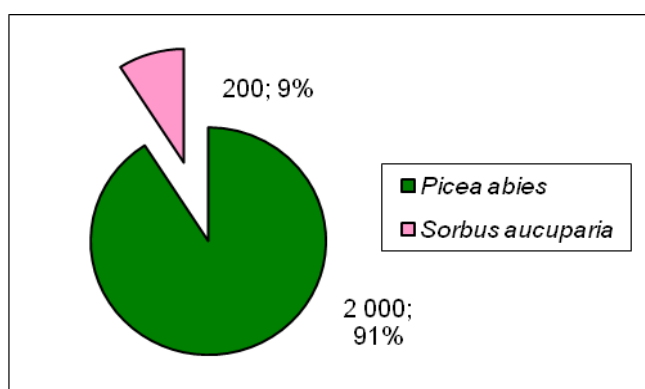
Obr. 37: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 12 – Strmá strán B v r. 2008 v přepočtu na 1 ha.



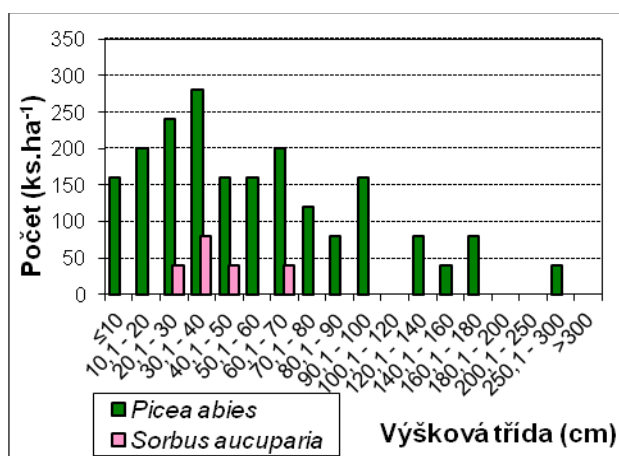
Obr. 38: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 12 – Strmá strán B v r. 2008.

### Stav přirozené obnovy v roce 2014

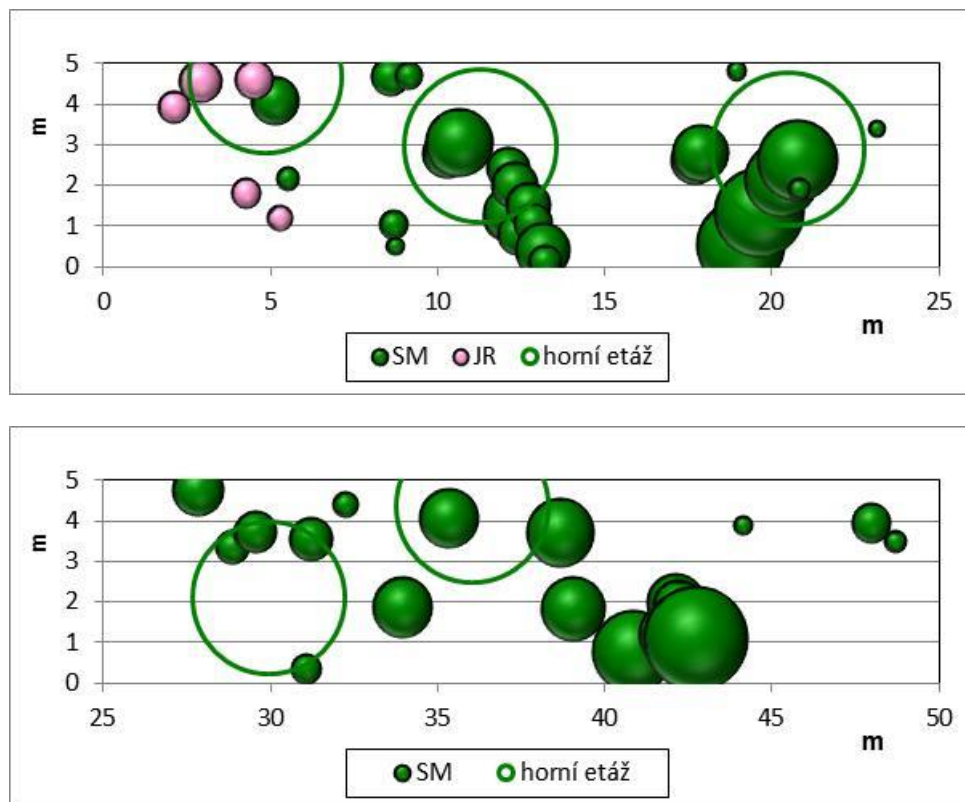
Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 39 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 40. Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu 5 × 50 m je znázorněna na Obr. 41. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je již dostatečná z hlediska přirozeného vývoje v rámci malého vývojového cyklu lesa. Od roku 2008 (viz. Obr. 37 a 38) došlo k jejímu mírnému nárůstu a zvýšení vyspělosti. Pouze podíl jeřábového zmlazení se v důsledku škod zvěří mírně snížil.



Obr. 39: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 12 – Strmá strán B v r. 2014 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 40: Výškové třídy jedinců základních druhů dřevin na transektu na TVP 12 – Strmá strán B v r. 2014.



Obr. 41: Horizontální struktura přirozené obnovy, vyjadřující její taxační i biologický zápoj, a situace horní etáže (stromového patra) na TVP 12 – Strmá stráň B v r. 2014.

### *Horizontální struktura přirozené obnovy*

Ze strukturálních indexů i z L-funkce vyplývá, že rozmístění jedinců přirozené obnovy po ploše porostu je výrazně shlukovité (cf. KOBRLÉ 2013).

## **9.3. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň C**

### **9.3.1. Stanovištní poměry**

TVP 13 - Strmá stráň C se nachází na svahu o středním sklonu se severovýchodní expozicí. Jedná se o velice rozvolněnou dospělou kmenovinu, která byla v posledních pěti letech značně poškozena lýkožroutem smrkovým. Zmlazuje se zde převážně smrk ztepilý, který je různého věku a výšky (Obr. x). Vtroušeně se zde vyskytuje jeřáb ptačí, buk lesní a bříza karpatská. Z hlediska malého vývojového cyklu lesa se jedná o pokročilé stadium rozpadu s fází s obnovy. Porost je fenotypové třídy A, a je složen ze dvou etáží etážemi, ale horní

etáž je již velmi řídká (cf. VACEK 1990, VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 2010). Lesní typ je zde 8F1 – svěží kamenitá svahová smrčina – kapradinová s papratkou alpskou (cf. VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009). Půdním typem je podzol modální. Pokryvnost je vysoká (100 %) a dominuje zde *Athyrium distentifolium* a *Calamagrostis villosa* (cf. VACEK et al. 2009).



Obr. 42: Prostorově i věkově diferencovaná kombinovaná obnova smrku ztepilého, buku lesního a jeřábu ptačího na TVP 13 – Strmá stráň C (foto: A. Koblle).

### 9.3.2. Struktura a vývoj porostu

#### *Biometrická charakteristika stromového patra*

Přehled základních biometrických charakteristik na TVP je uveden v Tab. 8. Jedná se o aktuální stav v roce 1976 a 2014 i predikci vývoje pomocí růstového biosimulátoru SIBYLA v r. 2034 a 2054. Tyto strukturální charakteristiky v současnosti rámcově odpovídají klimaxovým horským smrčinám ve stadiu pokročilého rozpadu.

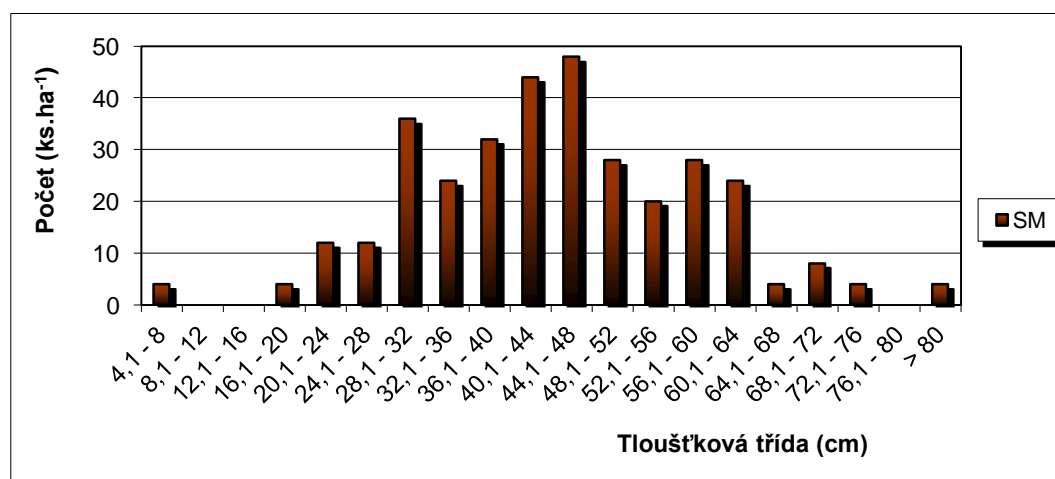
Na Obr. 43-45 jsou uvedeny histogramy tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP v roce 1976, 2014 a 2054. Z porovnání Obr. 43 a 44

je zřejmé jak imisně ekologická destrukce výrazně ovlivnila tento porost, v němž vlivem imisí a žíru kůrovců odumřela převážná část stromového patra. Výrazné regenerační trendy, tj. zvýšený nástup jedinců nastupující generace, jsou patrné z Obr. 45. Trendy ve vývoji počtu jedinců stromového patra hlavního porostu i podružného porostu (odumřelých stromů) jsou patrné z Obr. 36 a zásoby hlavního porostu i podružného porostu z Obr. 37.

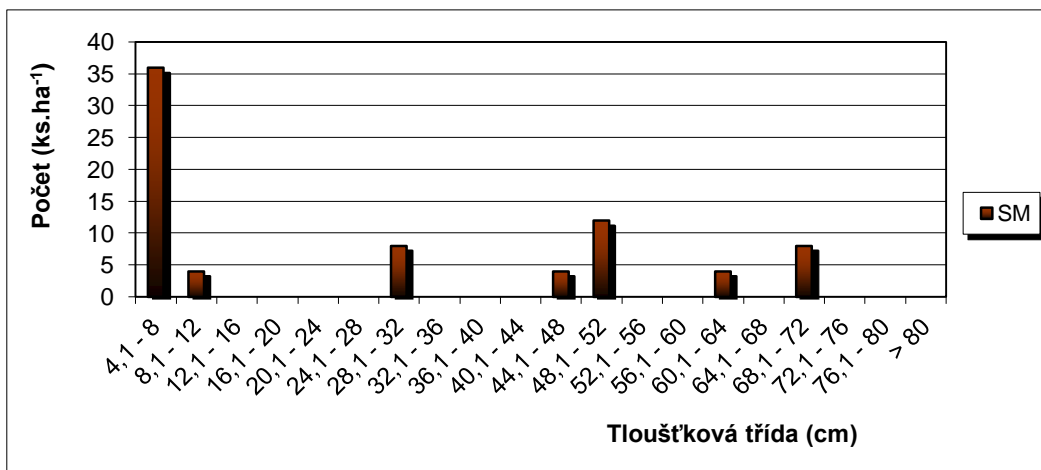
Tabulka 8: Růstová tabulka vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráň C při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
1976	183	46,7	25,66	0,399	1,755	336	57,6	590	54,9	---	3,22	590
2014	234	37	15,34	0,702	1,157	76	8,0	88	41,5	0,5	0,37	88
2034	244	14,7	6,46	1,367	0,150	692	11,7	104	43,9	1,1	0,43	104
2054	241	17,9	8,54	0,907	0,195	668	16,7	130	47,7	1,6	0,54	130

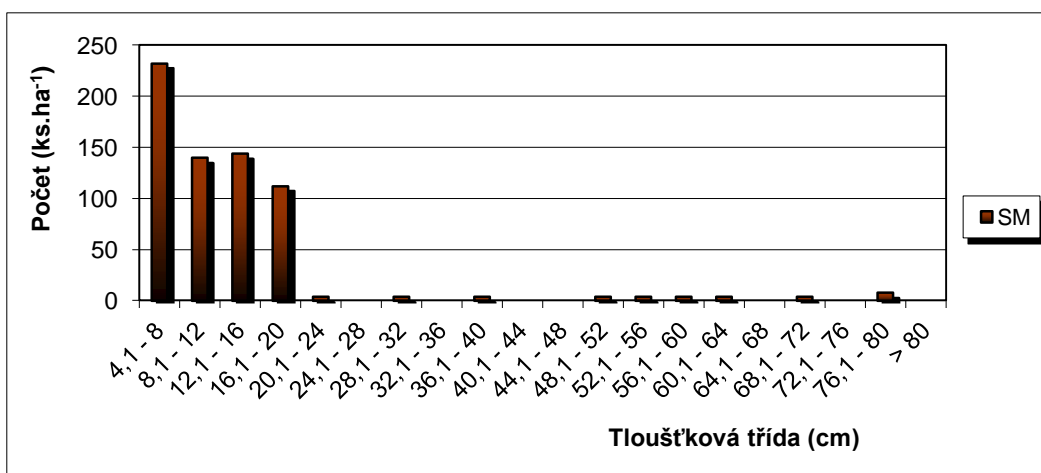
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m<sup>3</sup>); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); V – objem porostu (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>); CPP – celkový průměrný přírůst (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>); COP – celková objemová produkce (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).



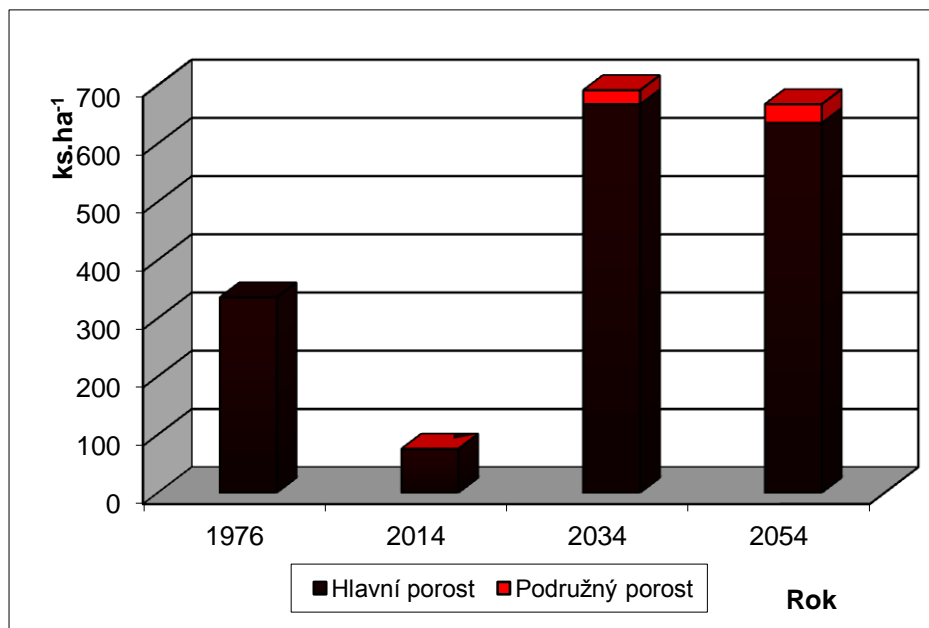
Obr. 43: Histogram tlušťkových tříd v autochtonním smrkovém porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 1976.



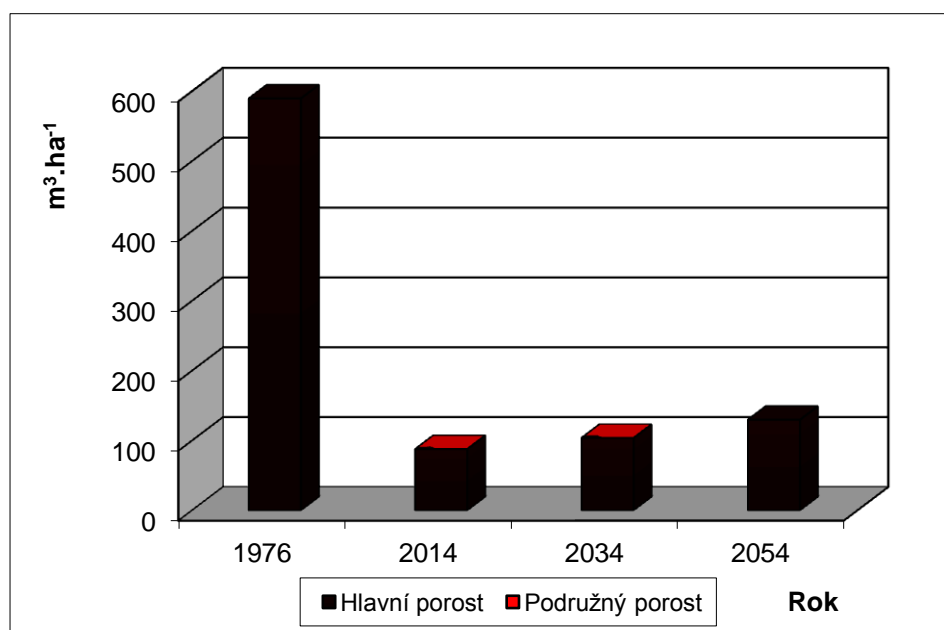
Obr. 44: Histogram tloušťkových tříd v autochtonním smrkovém porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 2014.



Obr. 45: Histogram tloušťkových tříd v autochtonním smrkovém porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 2054.



Obr. 46: Vývoj počtu jedinců stromového patra autochtonního smrkového porostu v ks.ha<sup>-1</sup> na TVP 13 – Strmá stráň C při simulaci samovývoje.

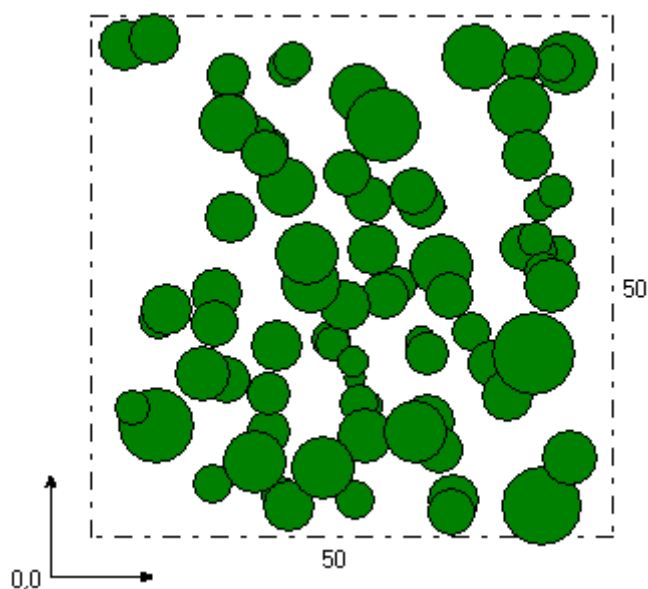


Obr. 47: Vývoj zásoby stromového patra autochtonního smrkového porostu v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> na TVP 13 – Strmá stráň C při simulaci samovývoje.

### *Vizualizace a predikce vývoje porostu*

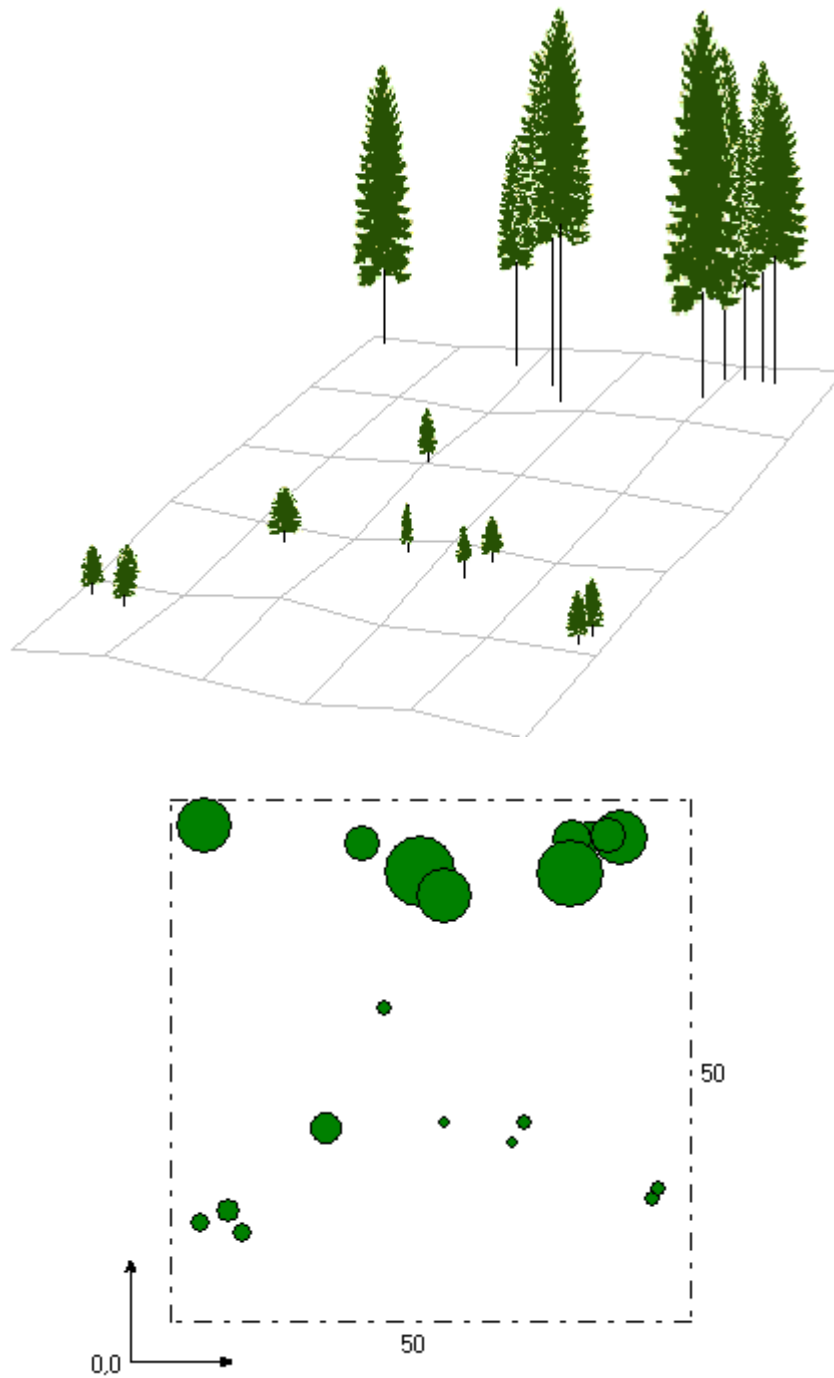
Vizualizace aktuálního stavu porostu v letech 1976 a 2014 je znázorněna na Obr. 48 a 49. Zatímco v r. 1976 měl porost typickou strukturu pro stadium optima

klimaxové horské smrčiny středních poloh, tak v r. 2014 je již patrné silně pokročilé stadium rozpadu s pokročilou fází obnovy až počátečním stadiem dorůstání. Tyto skutečnosti též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 8.



Obr. 48: Vizualizace historického stavu autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 1976.



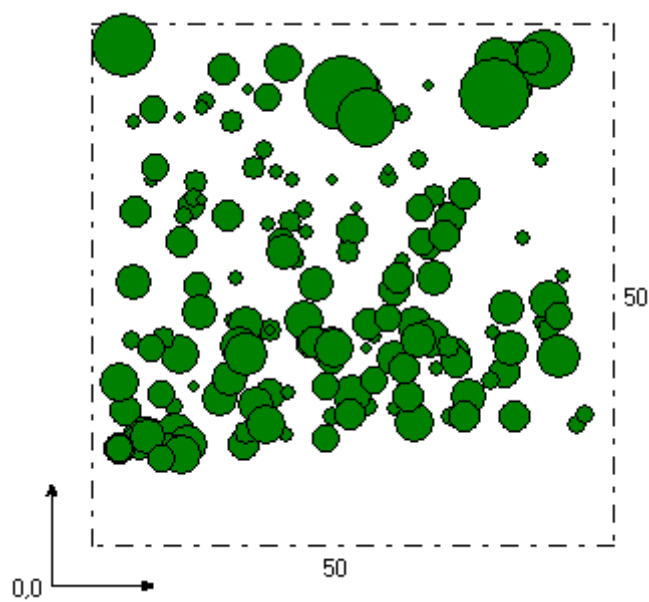
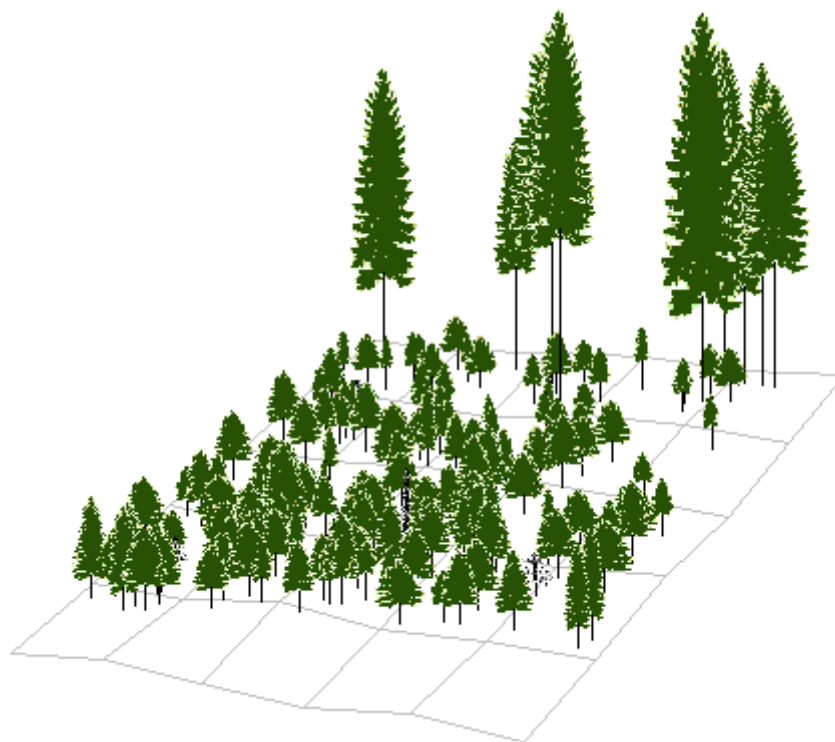


Obr. 49: Vizualizace aktuálního stavu autochtonného smrkového porostu na TVP 13 – Strmá strán C v roce 2014.

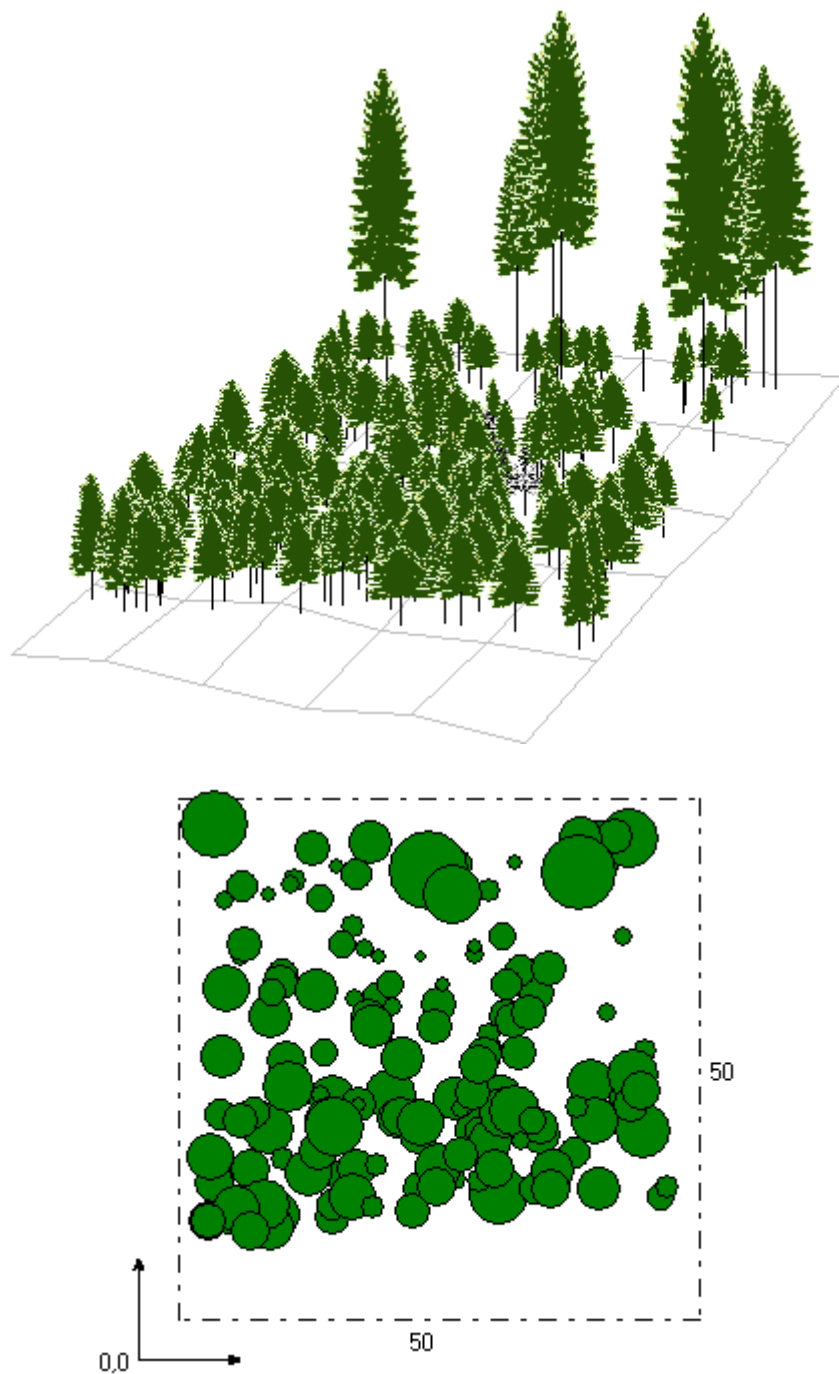
Pro predikci samovolného vývoje tohoto porostu byly použity základní charakteristiky:

- nadmořská výška: 1 120 m,
- lesní typ: 8F1,
- přirozená druhová skladba: SM 9, (BK, KL, JD) 1, JR, BRP,
- střední věk: 191 let,
- délka vegetačního období: 85 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 690 mm,
- roční teplotní amplituda: 17,9 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 7,7 °C,
- zásobenost vodou: 0,370,
- zásobenost živinami: 0,115.

Predikce samovolného vývoje tohoto porostu v r. 2034 a 2054 je patrná z Obr. 50 a 51. Z těchto obrázků jsou patrné postupující regenerační trendy, což též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 8.



Obr. 50: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráž C v roce 2034.



Obr. 51: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráž C v roce 2054.

### ***Horizontální struktura a diverzita stromového patra***

Charakteristiky horizontální struktury stromového patra a jejich denzity jsou uvedeny v Tab. 9 a 10 a znázorněny na Obr. 52-54. Podle sledovaných indexů i L-

funkce se v r 1976 jedná o porosty se stromy převážně náhodně částečně i shlukovitě rozmístěnými (při rozestupu kolem 2 m) po ploše, o porosty s dostatečným zápojem a střední prostorovou a celkovou diverzitou. Z údajů z r. 2014 je patrná výrazná změna strukturálních charakteristik v důsledku rozpadu stromového patra porostu. Nastupující jedinci z přirozené obnovy pak výrazně ovlivňují horizontální strukturu, která je z velké části agregovaná (z části náhodná; viz. Obr. 53). Z predikce vývoje porostů je pak patrné, že s přibývajícím počtem jedinců spodního stromového patra rozmístění stromů po ploše bude směřovat stále více od náhodného uspořádání k agregovanému (viz Obr. 54).

Tabulka 9: Přehled indexů stromového patra a denzity v autochtonním smrkovém porostu na TVP 13 – Strmá stráň C při simulaci samovývoje.

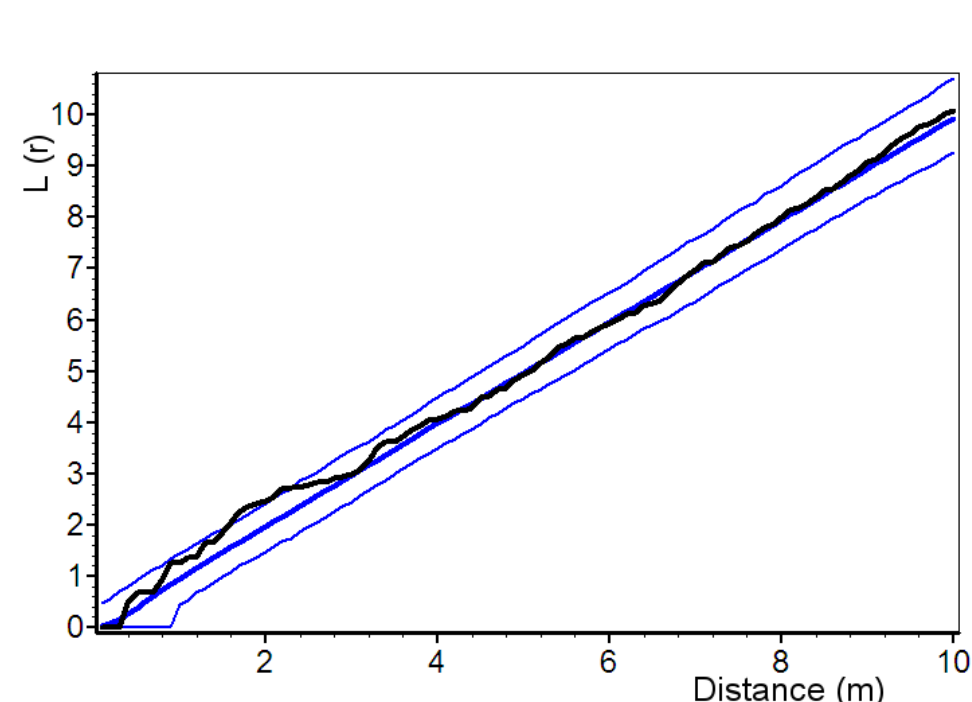
Rok	Indexy						Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	K (J&Di)	CC	CP	SDI
1976	0,800	0,599	4,080	0,274	0,168	1,226	67,9	1,14	0,75
2014	0,605	0,655	5,768	0,252	0,171	2,144	14,2	0,15	0,12
2034	0,867	0,958	5,753	0,359	0,194	2,047	54,2	0,78	0,24
2054	0,863	0,969	5,377	0,350	0,168	1,740	69,6	1,19	0,32

Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM<sub>d</sub> – index tloušťkové diference, TM<sub>h</sub> – index výškové diference, K – index korunové diference, CC – stupeň zápoje (biologický zápoj v %), CP – taxační zápoj (ha), SDI – index hustoty porostu.

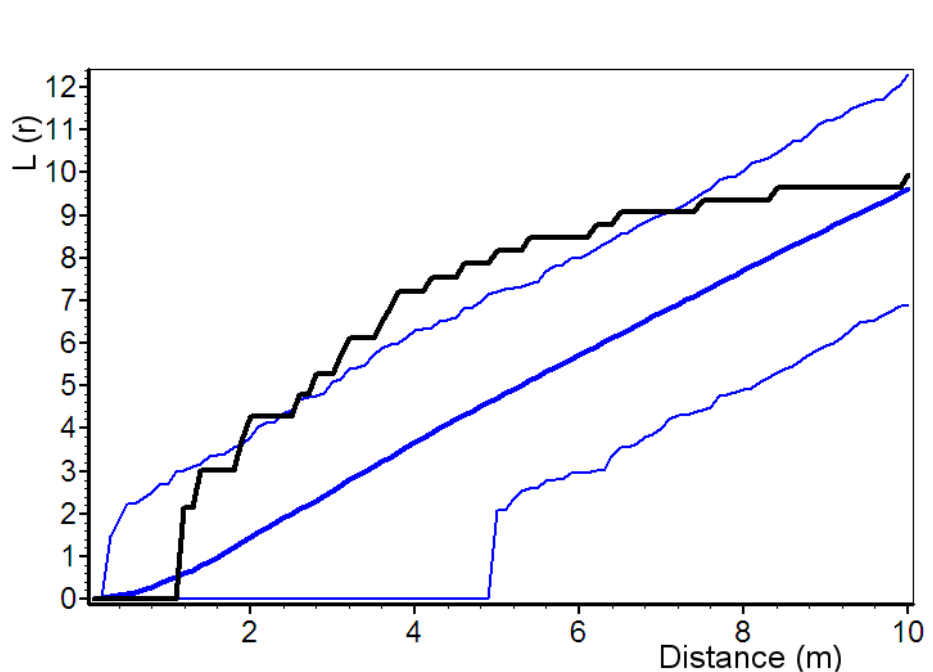
Tabulka 10: Indexy popisující horizontální strukturu autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráň C.

Index	Rok	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	1976	0,622*	0,496	0,402	0,611
	2014	0,672	0,486	0,288	0,720
	2054	0,723*	0,497	0,426	0,570
Pielou–Mountford	1976	1,371	1,113	0,837	1,522
	2014	1,879	1,199	0,633	2,220
	2054	2,416*	1,078	0,882	1,326
Clark–Evans	1976	0,880*	1,051	0,929	1,173
	2014	0,810*	1,119	0,841	1,412
	2054	0,896*	1,036	0,949	1,119
David–Moore	1976	0,027	0,001	0,237	0,316
	2014	0,456*	-0,004	0,182	0,350
	2054	0,682*	0,000	0,237	0,307

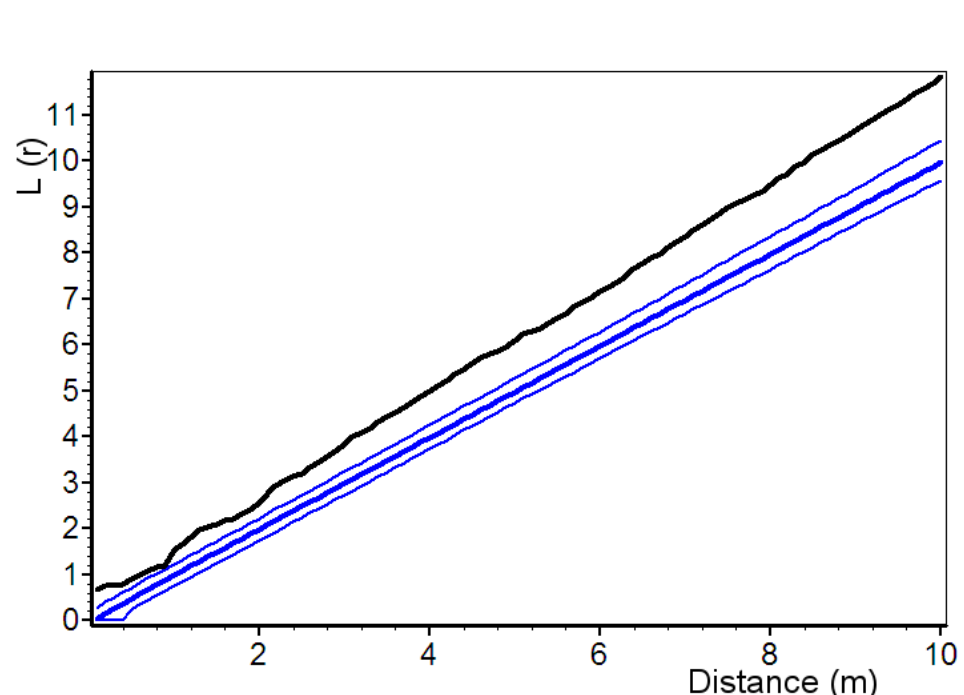
\* statisticky významné



Obr. 52: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 1976 vyjádřená L-funkcí.



Obr. 53: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 2014 vyjádřená L-funkcí.



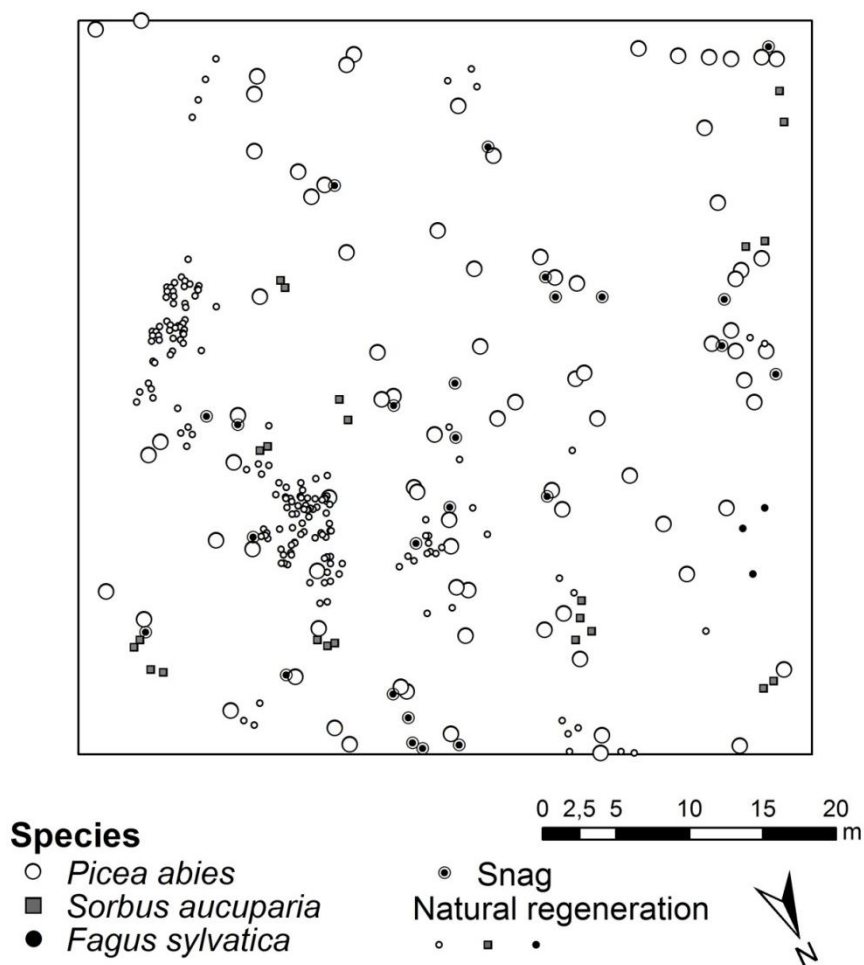
Obr. 54: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 13 – Strmá stráň C v roce 2054 vyjádřená L-funkcí.

### 9.3.3. Přírozená obnova

Díky velkému rozvolnění porostu jsou zde relativně dobré podmínky pro přirozenou obnovu a kombinovanou obnovu a dokonce i pro její zdárné odrůstání. Na některých místech plochy je značný pokryv *Athyrium distentifolium* a obnova se zde nevyskytuje. V důsledku vysokého poškození hlodavci jsou zde velké ztráty především u listnatých dřevin. Nejvíce u buku a javoru (KOBRLÉ 20013).

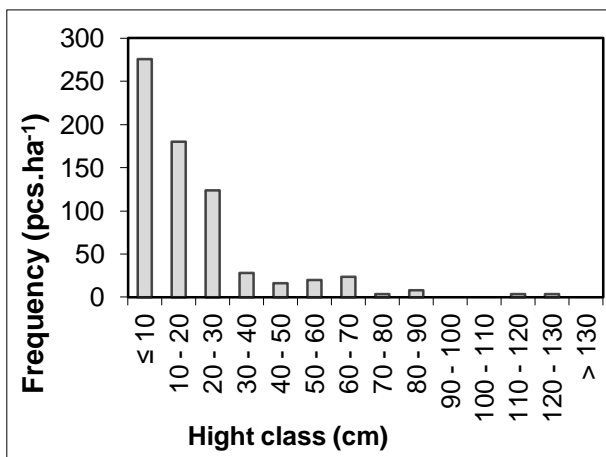
#### *Stav přirozené obnovy v roce 1976*

Horizontální struktura přirozené obnovy na TVP je znázorněna na Obr. 55 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 56. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je úměrná malému vývojovému cyklu lesa a je převážně nezajištěná (cf. VACEK 1990).



Obr. 55: Plánek horizontální struktury přirozené obnovy na TVP 13 – Strmá stráně C v r. 1976.

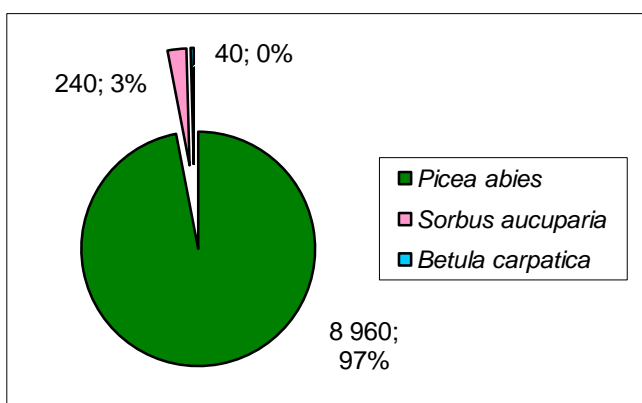




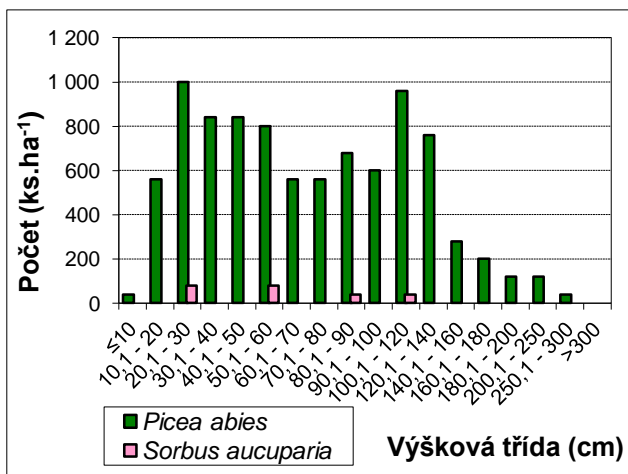
Obr. 56: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 13 – Strmá strán B v r. 1976.

#### ***Stav přirozené obnovy v roce 2008***

Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 57 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 58. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je dostatečná z hlediska malého vývojového cyklu lesa, a to i přes výrazný pokles semenných stromů na této TVP. Oproti r. 1976 (viz. Obr. 55 a 56) došlo k jejímu výraznému nárůstu a značnému zvýšení vospělosti (cf. VACEK 1990, KOBRLE 2013).



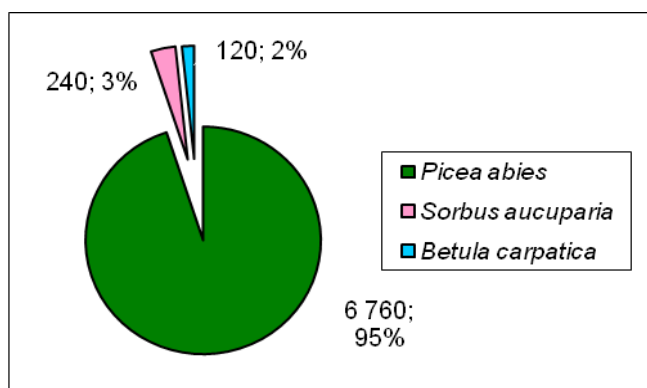
Obr. 57: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 13 – Strmá strán C v r. 2008 v přepočtu na 1 ha.



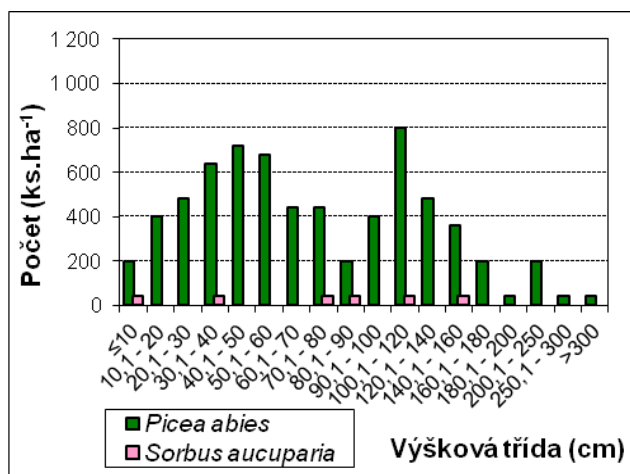
Obr. 58: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 13 – Strmá strán C v r. 2008.

#### **Stav přirozené obnovy v roce 2014**

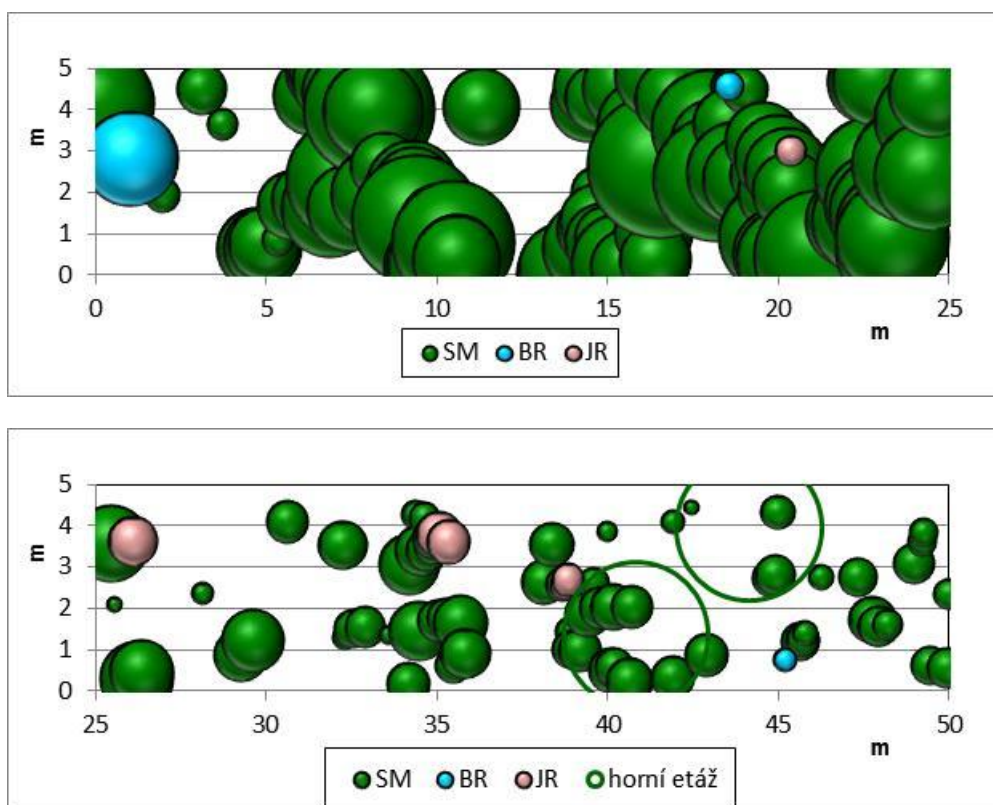
Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 59 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 60. Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu 5 × 50 m je znázorněna na Obr. 61. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je ještě dostatečná z hlediska malého vývojového cyklu lesa, a to i přes výrazný pokles semenných stromů na této TVP. Oproti roku 2008 (viz. Obr. 57 a 58) zde došlo k mírnému poklesu jedinců přirozené obnovy, ale k mírnému zvýšení její vyspělosti.



Obr. 59: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 13 – Strmá strán C v r. 2014 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 60: Výškové třídy jedinců základních druhů dřevin na transektu na TVP 13 – Strmá strán C v r. 2014.



Obr. 61: Horizontální struktura kombinované obnovy, vyjadřující její taxační i biologický zápoj, a situace horní etáže (stromového patra) na TVP 13 – Strmá strán C v r. 2014.

### ***Horizontální struktura přirozené obnovy***

Ze strukturálních indexů i z L-funkce vyplývá, že rozmístění jedinců přirozené obnovy po ploše porostu je výrazně shlukovité (cf. KOBRLÉ 2013).

## **9.4. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň D**

### **9.4.1. Stanovištní poměry**

TVP 14 - Strmá stráň D se nachází na svahu o středním sklonu se severovýchodní expozicí. Porost se nachází v růstové fázi diferencované mlaziny, která vznikla z přirozeného zmlazení (Obr. 62). Jedná se o stadium dorůstání, jehož jedinci vznikli ještě před rozpadem mateřského porostu. Jejich mateřský porost byl disturbován působením imisí a žírem lýkožrouta smrkového (cf. VACEK 1990, VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 2010). Zmlazení smrku je různého stáří a různé výšky, vtroušen je jeřáb a bříza. Jedná se o zmlazení mateřského porostu fenotypové třídy A, který je charakterizován jednou etáží (cf. VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009). Lesní typ je zde 8F1 – svěží kamenitá svahová smrčina – kapradinová s papratkou alpínskou (cf. VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009). Půdním typem je podzol modální. Pokryvnost je vysoká (100 %) a dominuje zde *Athyrium distentifolium* a *Calamagrostis villosa* (cf. VACEK et al. 2009).



Obr. 62: Struktura porostu v růstové fázi diferencované mlaziny na TVP 14 – Strmá stráň D (foto: A. Koblre).

#### **9.4.2. Struktura a vývoj porostu**

##### ***Biometrická charakteristika stromového patra***

Přehled základních biometrických charakteristik na TVP je uveden v Tab. 11. Jedná se o aktuální stav v roce 1976 a 2014 i predikci vývoje pomocí růstového biosimulátoru SIBYLA v r. 2034 a 2054. Tyto strukturální

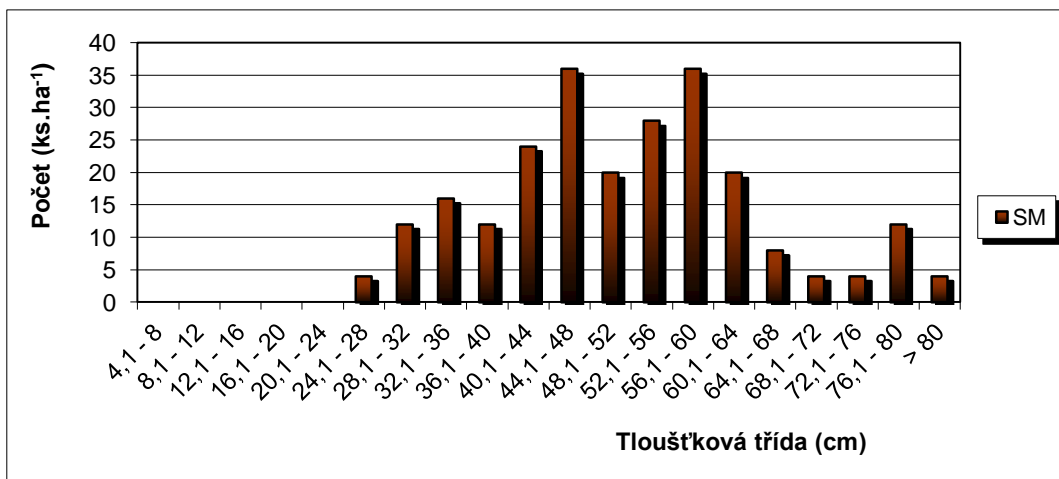
charakteristiky rámcově odpovídají klimaxovým horským smrččinám ve středních polohách Sudetské soustavy.

Na Obr. 63-65 jsou uvedeny histogramy tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP v roce 1976, 2014 a 2054. Z porovnání Obr. 63 a 64 je zřejmé jak imisně ekologická destrukce výrazně ovlivnila tento porost, v němž vlivem imisí a žíru kůrovců v průběhu imisněekologické kalamity odumřelo celé stromové patro. Určité regenerační trendy, tj. nástup jedinců nastupující generace, jsou již patrné z Obr. 64 a 65. Trendy ve vývoji počtu jedinců stromového patra hlavního porostu i podružného porostu (odumřelých stromů) jsou patrné z Obr. 66 a zásoby hlavního porostu i podružného porostu z Obr. 67.

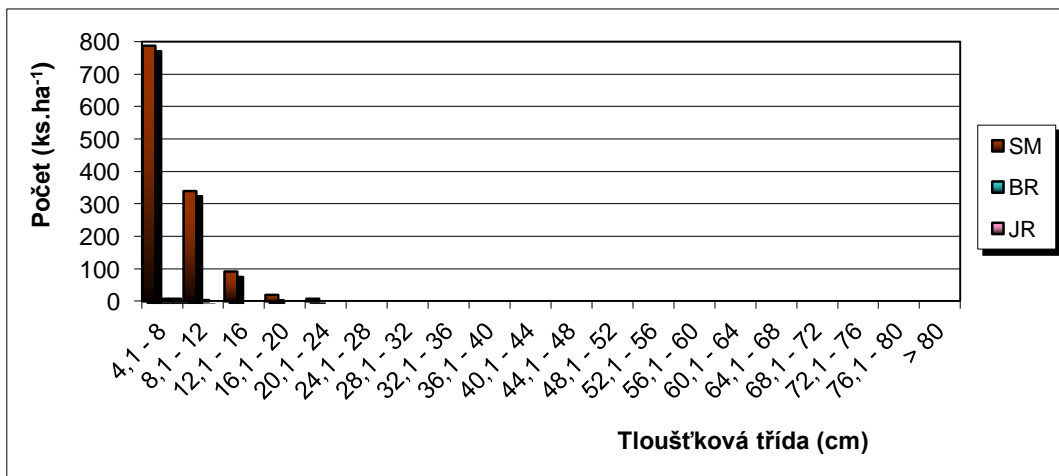
Tabulka 11: Růstová tabulka vývoje pro sdružený smíšeného porostu na TVP 14 – Strmá stráň D při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
1976	183	53,2	30,99	0,398	2,744	240	53,3	659	58,3	---	3,60	658
2012	17	8,5	5,34	0,378	0,011	1 268	7,2	15	62,8	1,3	0,47	15
2032	37	12,2	8,54	0,419	0,042	1 268	14,7	53	70,0	2,3	1,29	53
2052	57	15,7	10,41	0,425	0,086	1 220	23,7	104	66,3	2,9	1,74	106

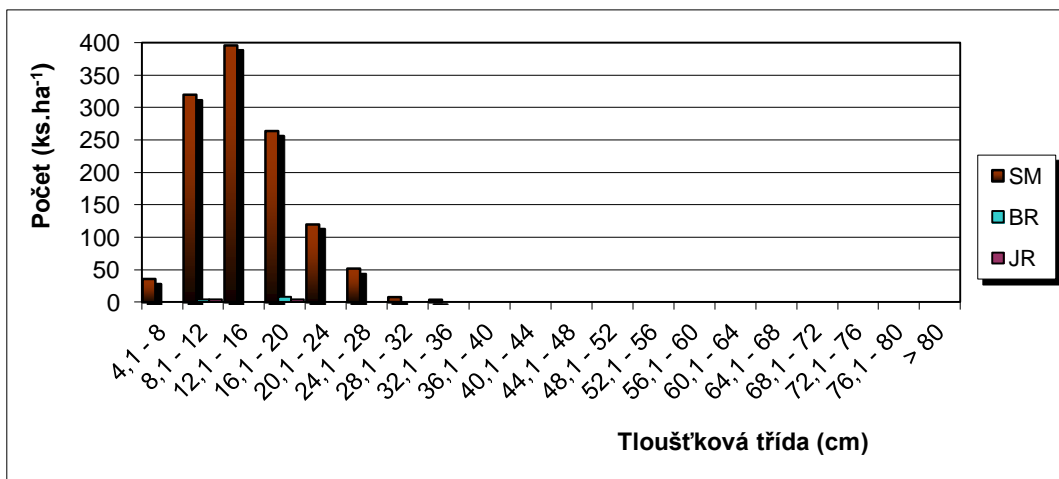
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu ( $m^3$ ); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ); V – objem porostu ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst ( $m^3 \cdot ha^{-1} \text{ rok}^{-1}$ ); CPP – celkový průměrný přírůst ( $m^3 \cdot ha^{-1} \text{ rok}^{-1}$ ); COP – celková objemová produkce ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ).



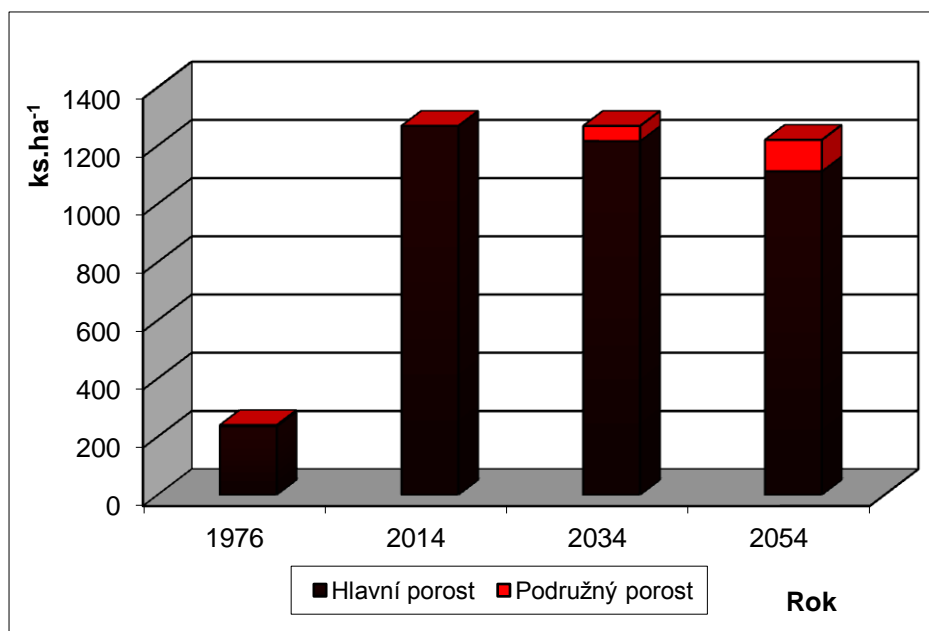
Obr. 63: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 14 – Strmá stráň D v roce 1976.



Obr. 64: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 14 – Strmá stráň D v roce 2012.

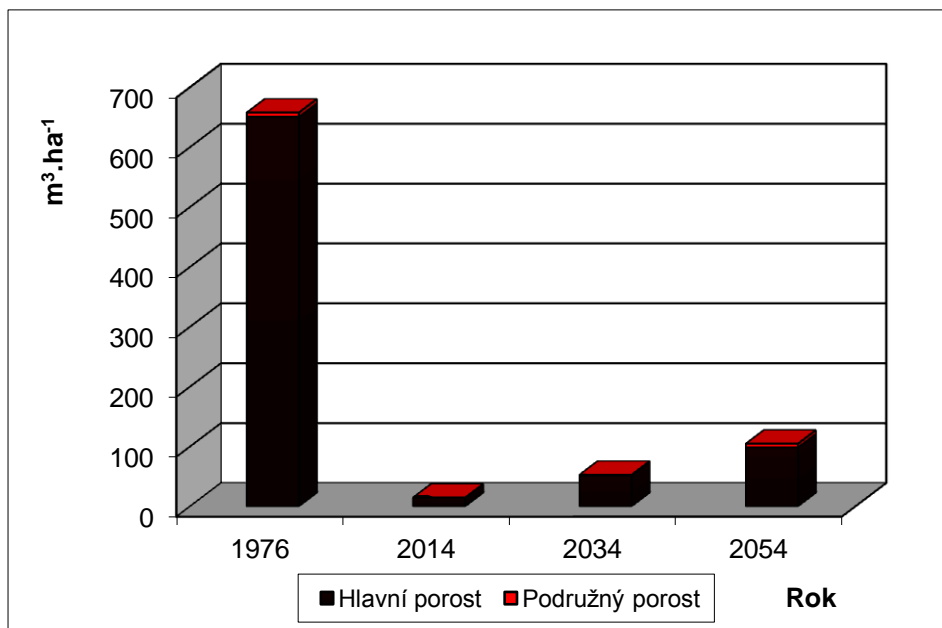


Obr. 65: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 14 – Strmá stráň D v roce 2052.



Obr. 66: Vývoj počtu jedinců stromového patra autochtonního smrkového porostu v ks.ha<sup>-1</sup> na TVP 14 – Strmá stráň D při simulaci samovývoje.

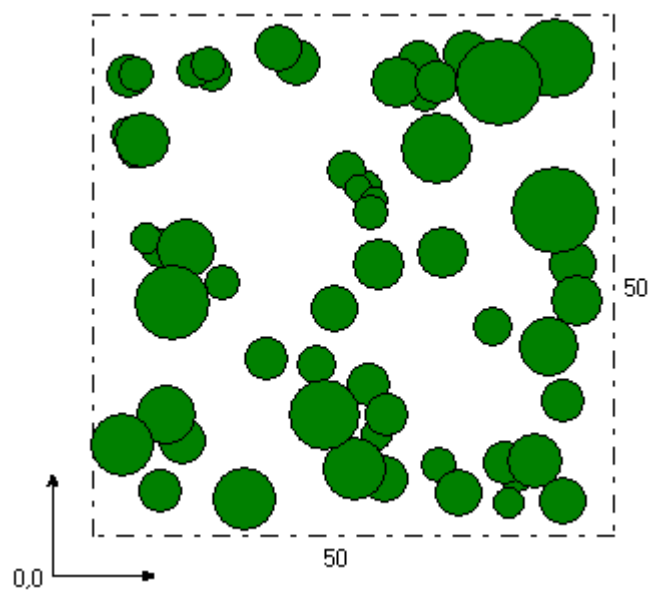
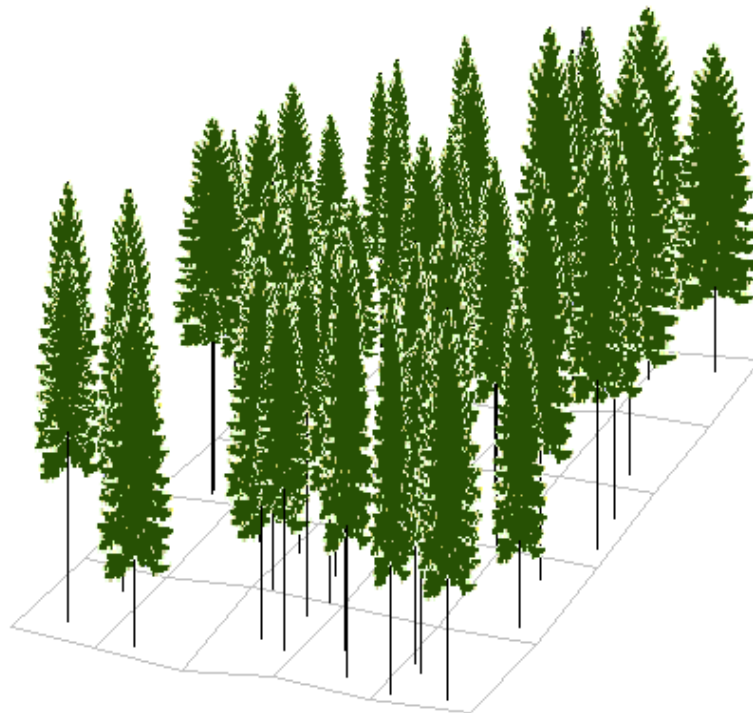




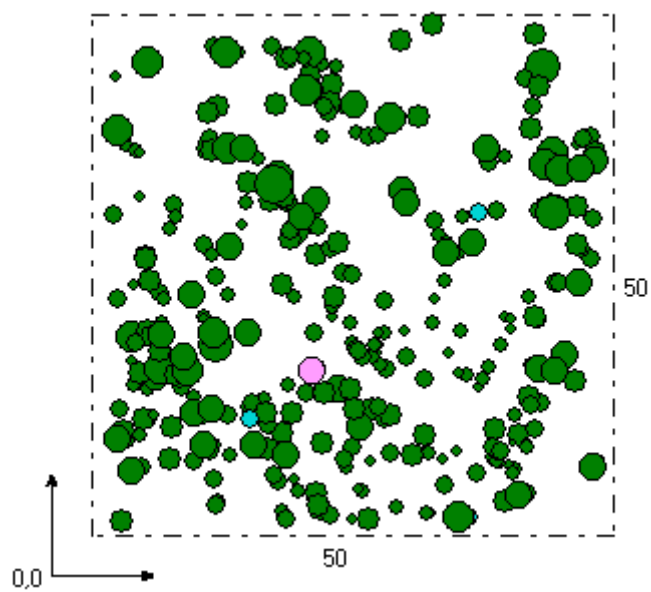
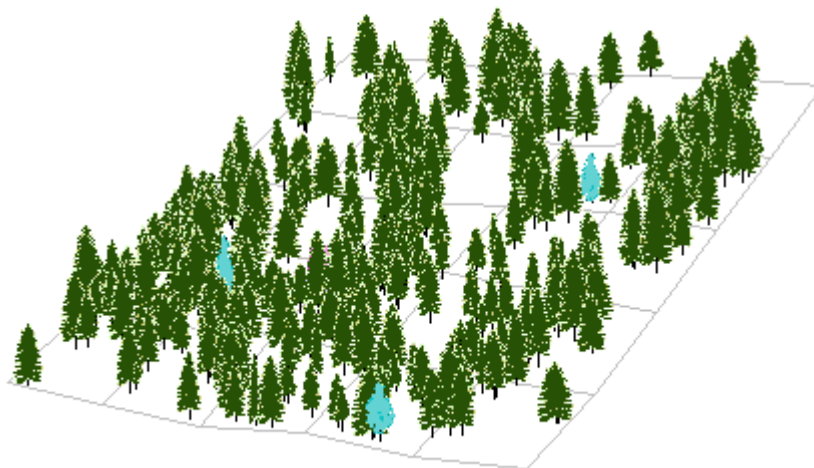
Obr. 67: Vývoj zásoby stromového patra autochtonního smrkového porostu v  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  na TVP 14 – Strmá stráň D při simulaci samovývoje.

### *Vizualizace a predikce vývoje porostu*

Vizualizace aktuálního stavu porostu v letech 1976 a 2014 je znázorněna na Obr. 68 a 69. Zatímco v r. 1976 měl porost typickou strukturu pro stadium optima klimaxové horské smrčiny středních poloh Sudetské soustavy, tak v r. 2014 je již patrné stadium dorůstání. Tento porost byl totiž počátkem 80. let 20. století silně zasažen imisemi a následně kůrovcovou disturbancí. Tyto skutečnosti též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 11.



Obr. 68: Vizualizace historického stavu autochtovního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá strán D v roce 1976.

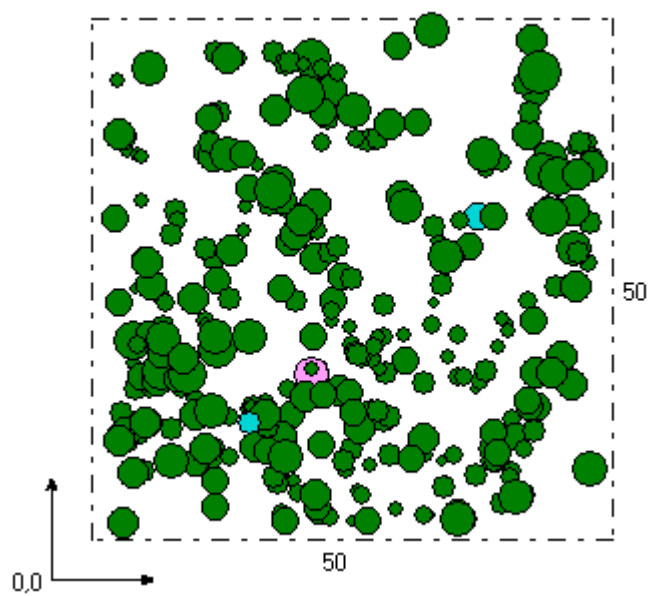
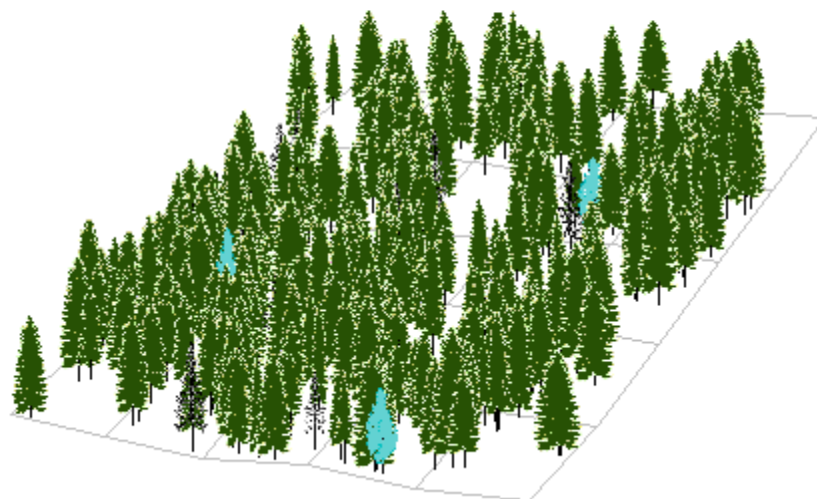


Obr. 69: Vizualizace aktuálního stavu autochtonného smrkového porostu na TVP 14 – Strmá strán D v roce 2014.

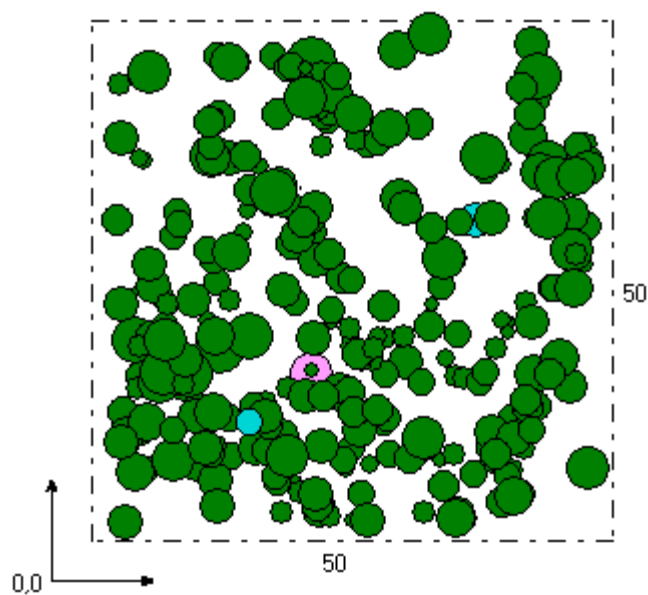
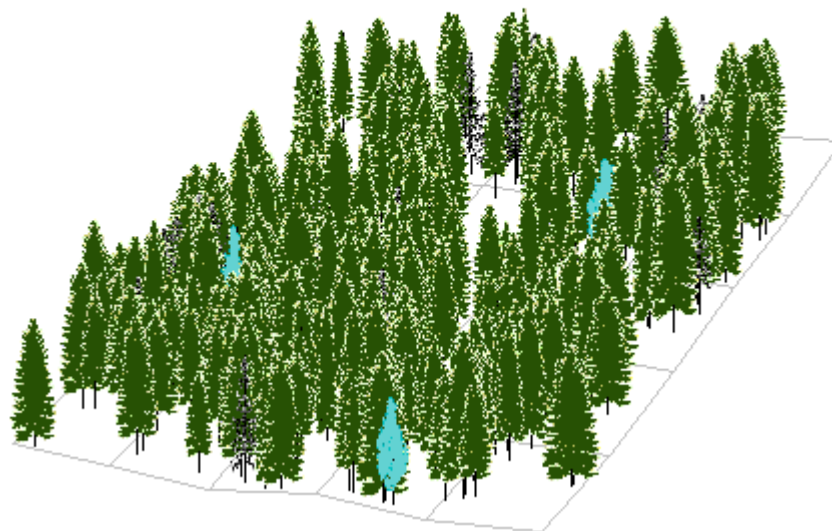
Pro predikci samovolného vývoje tohoto porostu byly použity základní charakteristiky:

- nadmořská výška: 1 050 m,
- lesní typ: 8F1,
- přirozená druhová skladba: SM 9, (BK, KL, JD) 1, JR, BRP,
- střední věk: 32 let,
- délka vegetačního období: 85 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 690 mm,
- roční teplotní amplituda: 18,3 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 7,9 °C,
- zásobenost vodou: 0,370,
- zásobenost živinami: 0,115.

Predikce samovolného vývoje tohoto porostu v r. 2034 a 2054 je patrná z Obr. 70 a 71. Z těchto obrázků jsou patrné postupující regenerační trendy, což též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 11.



Obr. 70: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá stráž D v roce 2034.



Obr. 71: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá stráž D v roce 2054.

### *Horizontální struktura a diverzita stromového patra*

Charakteristiky horizontální struktury stromového patra a jejich denzity jsou uvedeny v Tab. 12 a 13 a znázorněny na Obr. 72-74. Podle sledovaných indexů i

L-funkce se v r. 1976 jedná o porosty ve stadiu optima se stromy převážně náhodně rozmístěnými po ploše s náznakem ke shlukovitosti při rozestupu stromů cca 2 m. Šlo o porost relativně dobře zapojený se střední prostorovou a celkovou diverzitou. V r. 2014 již jde o následný porost ve stadiu dorůstání se stromy shlukovitě uspořádanými. Z predikce vývoje porostů je pak patrné, že i v r. 2054 bude porost pravděpodobně mít agregované uspořádání jedinců po ploše (viz Obr. 74).

Tabulka 12: Přehled indexů stromového patra a denzity v autochtonním smrkovém porostu na TVP 14 – Strmá stráň D při simulaci samovývoje.

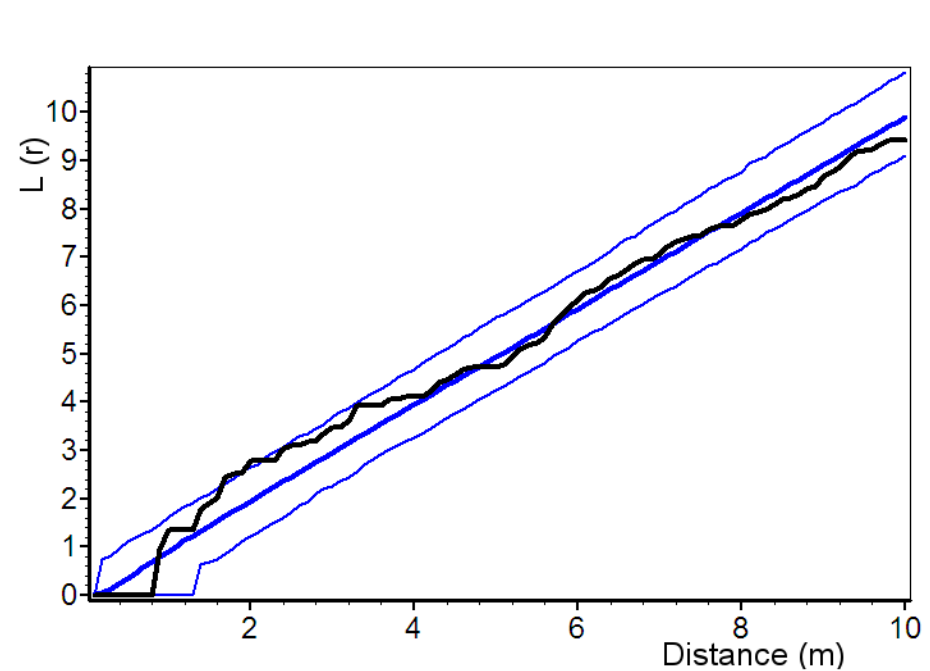
Rok	Indexy						Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	K (J&Di)	CC	CP	SDI
1976	0,858	0,598	3,757	0,216	0,150	1,175	56,3	0,83	0,66
2014	0,799	0,353	6,795	0,242	0,175	2,758	52,1	0,74	0,18
2034	0,799	0,321	6,682	0,269	0,155	2,764	66,2	1,08	0,33
2054	0,795	0,338	6,778	0,291	0,146	2,722	77,3	1,48	0,48

Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM<sub>d</sub> – index tloušťkové diferenciacie, TM<sub>h</sub> – index výškové diferenciacie, K – index korunové diferenciacie, CC – stupeň zápoje (biologický zápoj v %), CP – taxační zápoj (ha), SDI – index hustoty porostu.

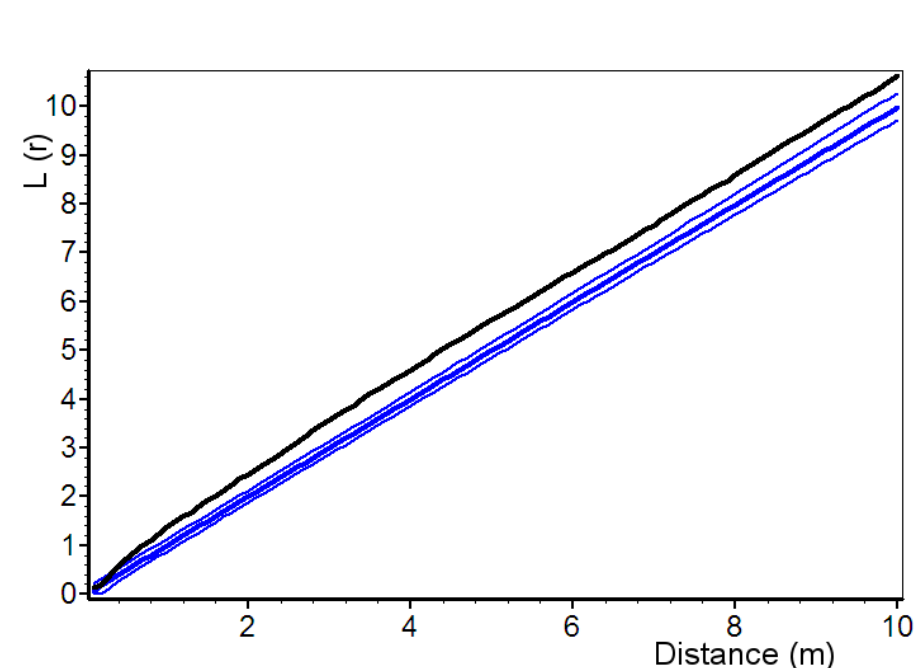
Tabulka 13: Indexy popisující horizontální strukturu autochtonního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá stráň D.

Index	Rok	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	1976	0,567	0,499	0,394	0,633
	2014	0,679*	0,499	0,447	0,556
	2054	0,689*	0,498	0,446	0,554
Pielou–Mountford	1976	1,315	1,140	0,792	1,680
	2014	1,637*	1,058	0,907	1,235
	2054	1,710*	1,058	0,917	1,251
Clark–Evans	1976	0,970	1,057	0,919	1,198
	2014	0,827*	1,024	0,960	1,082
	2054	0,825*	1,026	0,965	1,084
David–Moore	1976	0,111	0,000	-0,259	0,279
	2014	0,817*	0,002	-0,241	0,307
	2054	0,764*	-0,003	-0,262	0,287

\* statisticky významné

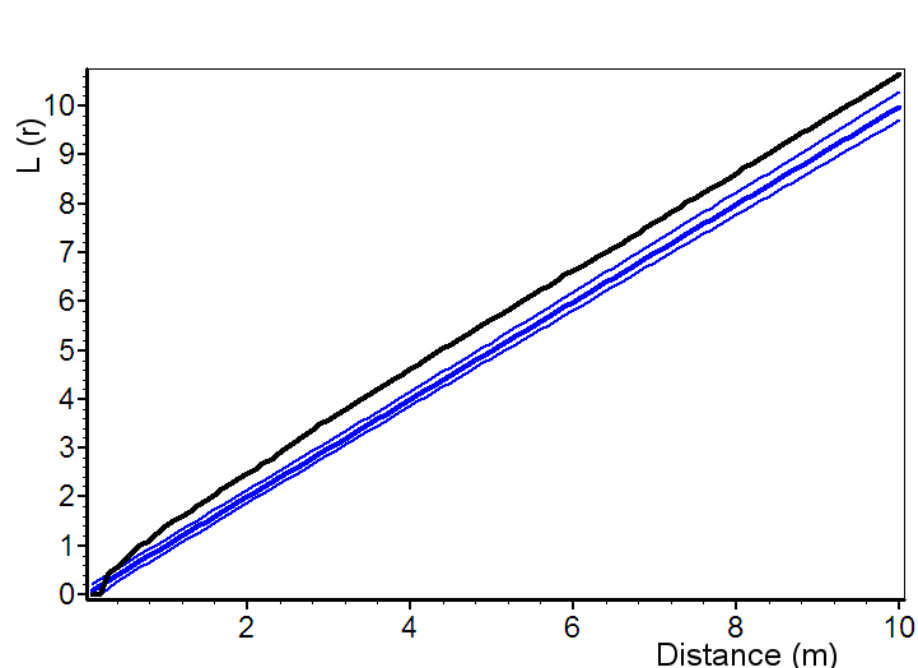


Obr. 72: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá stráň D v roce 1976 vyjádřená L-funkcí.



Obr. 73: Horizontální struktura stromového patra autochtonního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá stráň D v roce 2014 vyjádřená L-funkcí.





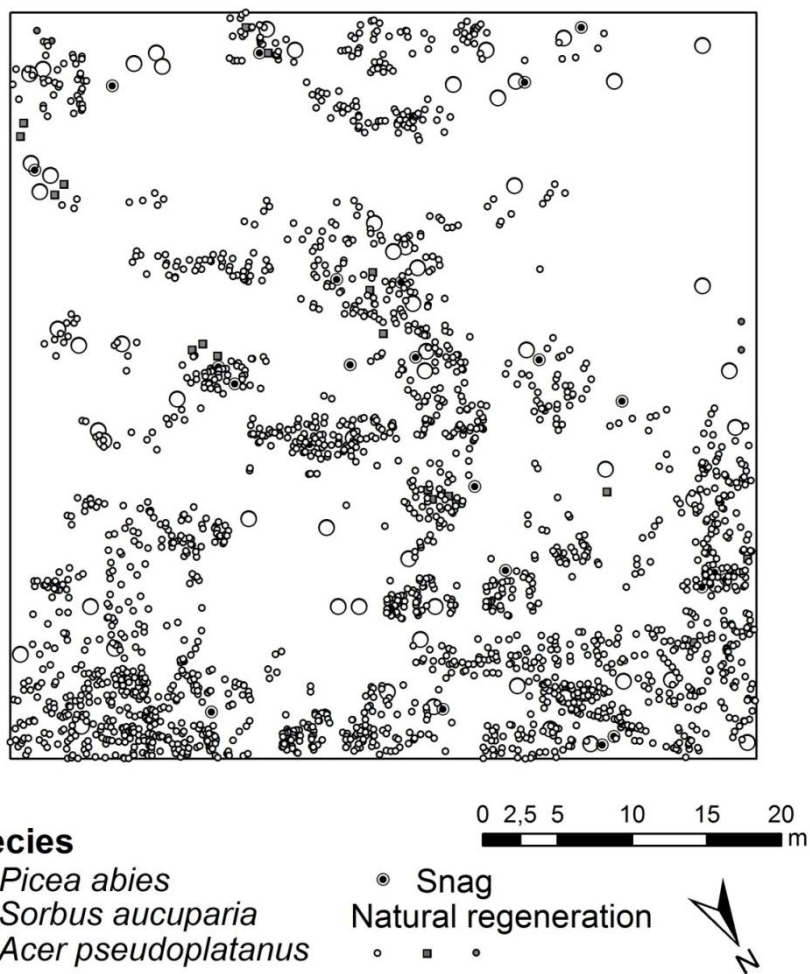
Obr. 74: Horizontální struktura stromového patra autochtovního smrkového porostu na TVP 14 – Strmá stráň D v roce 2054 vyjádřená L-funkcí.

### 9.4.3. Přírozená obnova

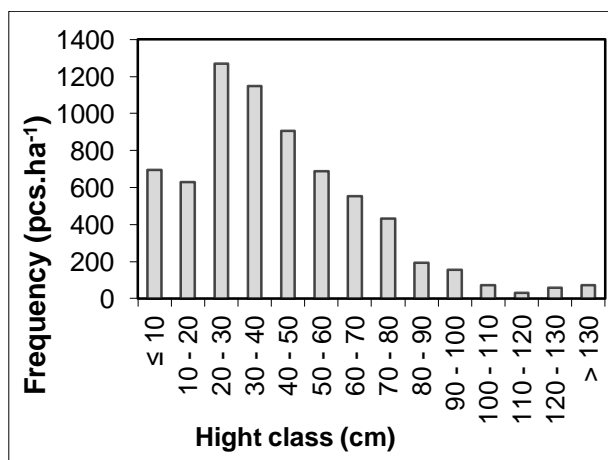
Na této ploše jsou dobré podmínky pro zdárné odrůstání přírozené obnovy, která je ve stadiu náletu až mlaziny. V důsledku velkého poškození zvěří, zejména myšovitými hlodavci jsou ztráty úhynem téměř 100 % na listnatých dřevinách (KOBRLÉ 2013).

#### *Stav přírozené obnovy v roce 1976*

Horizontální struktura přírozené obnovy na TVP je znázorněna na Obr. 75 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 76. Z těchto obrázků je patrné, že přírozená obnova na TVP je sporadická a převážně nezajištěná (cf. VACEK 1990).



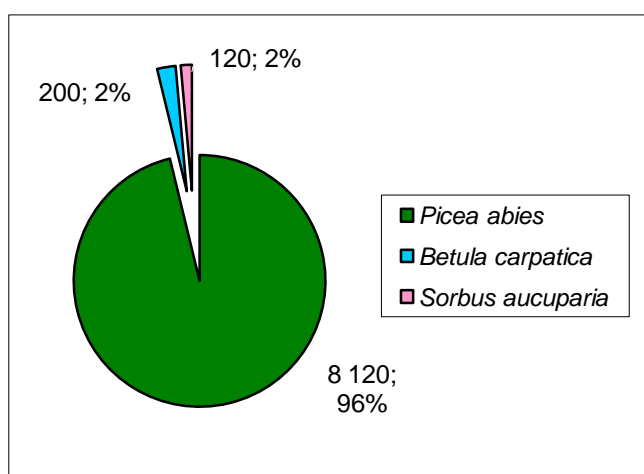
Obr. 75: Plánek horizontální struktury přirozené obnovy na TVP 14 – Strmá stráně D v r. 1976.



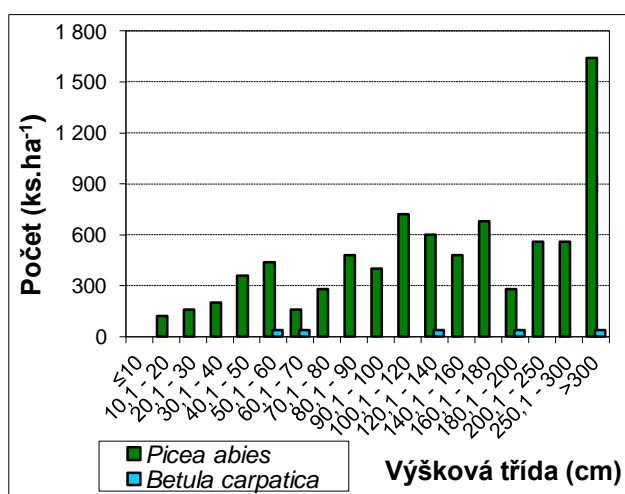
Obr. 76: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 14 – Strmá stráně D v r. 1976.

### Stav přirozené obnovy v roce 2008

Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 77 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 78. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je úměrná malému vývojovému cyklu lesa, oproti roku 1976 (viz. Obr. 75 a 76) došlo k jejímu mírnému nárůstu a zejména pak k výraznému zvýšení vyspělosti (cf. KOBRLÉ 2013).



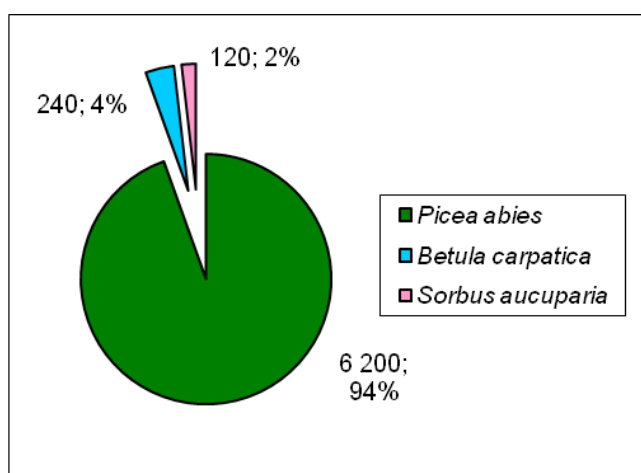
Obr. 77: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 14 – Strmá strán D v r. 2008.



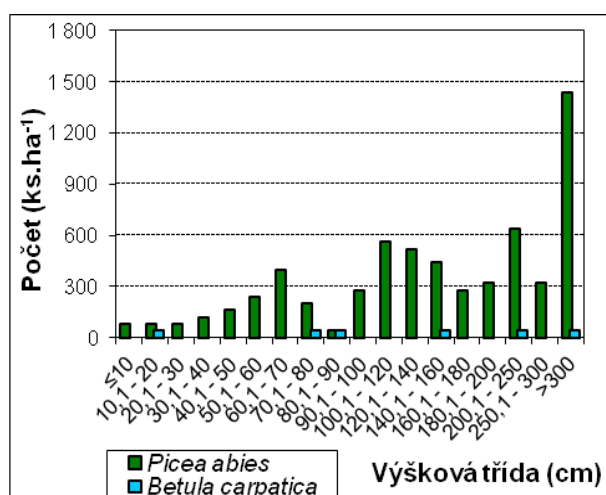
Obr. 78: Výškové třídy jedinců základních druhů dřevin na transektu na TVP 14 – Strmá strán D v r. 2008.

### Stav přirozené obnovy v roce 2014

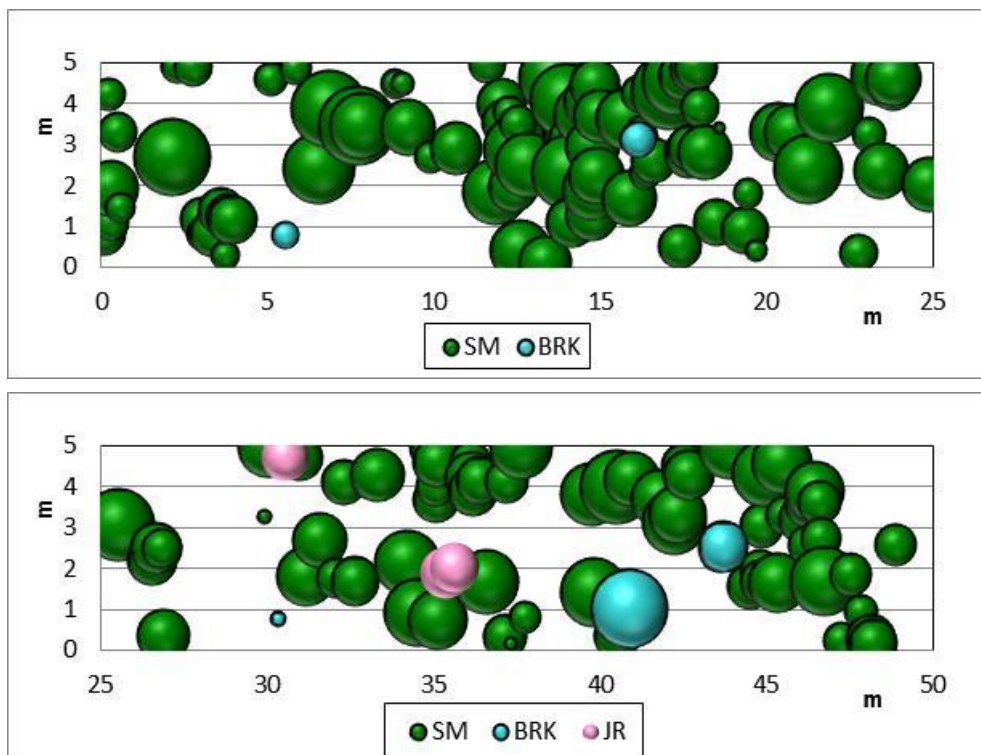
Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 79 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 80. Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu 5 × 50 m je znázorněna na Obr. 81. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je úměrná malému vývojovému cyklu lesa. Vlivem konkurence o životní prostor, došlo ve srovnání s r. 2008 (viz. Obr. 77 a 78) k poklesu jedinců přirozené obnovy a ke zvýšení její vyspělosti.



Obr. 79: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 14 – Strmá strán D v r. 2014 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 80: Výškové třídy jedinců základních druhů dřevin na transektu na TVP 14 – Strmá strán D v r. 2014.



Obr. 81: Horizontální struktura kombinované obnovy, vyjadřující její taxační i biologický zápoj, a situace horní etáže (stromového patra) na TVP 14 – Strmá stráň D v r. 2014.

### *Horizontální struktura přirozené obnovy*

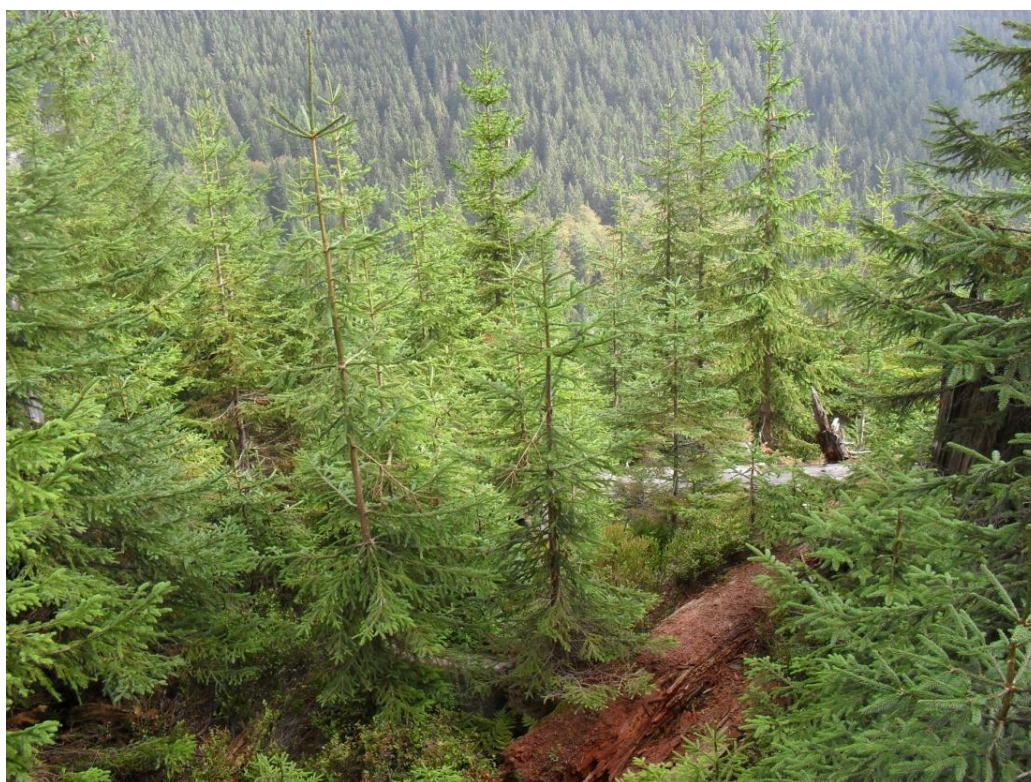
Ze strukturálních indexů i z L-funkce vyplývá, že rozmístění jedinců přirozené obnovy po ploše porostu je výrazně shlukovité (cf. KOBRLÉ 2013).

## **9.5. Trvalá výzkumná plocha Strmá stráň E**

### **9.5.1. Stanovištní poměry**

TVP 15 - Strmá stráň E se nachází v nejnižší nadmořské výšce ve srovnání s ostatními TVP (11-14). Také se nachází na svahu se severovýchodní expozicí. Na ploše se nachází velice diferenciovaný porost v růstové fázi diferencované mlaziny (Obr. 82). Z hlediska malého vývojového cyklu lesa se jedná o stadium dorůstání. Tento porost vznikl ještě před rozpadem mateřského porostu v důsledku žíru lýkožrouta smrkového. Porost je fenotypové třídy A. Porost je tvořen z převážné části smrkem ztepilým, dále bukem lesním, jeřábem ptačím,

břízou pýřitou a javorem klenem. Buk, břıza a javor sem byly vneseny umělou obnovou, ale v důsledku poškození myšovitými hlodavci téměř všechny uhynuly (cf. VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009). Plocha náleží do lesního typu 8N1 - kamenitá kyselá smrčina s kapradí širokolistou. Plocha se nachází ve značně členitém terénu (VACEK et al. 2010). Půdním typem je podzol modální. Pokryvnost je vysoká (100 %) a dominuje zde *Athyrium distentifolium*, *Calamagrostis villosa* a *Vaccinium myrtillus* (cf. VACEK et al. 2009).



Obr. 82: Struktura porostu v růstové fázi diferencované mlaziny na TVP 15 – Strmá stráň E (foto: A. Koblre).

### **9.5.2. Struktura a vývoj porostu**

#### ***Biometrická charakteristika stromového patra***

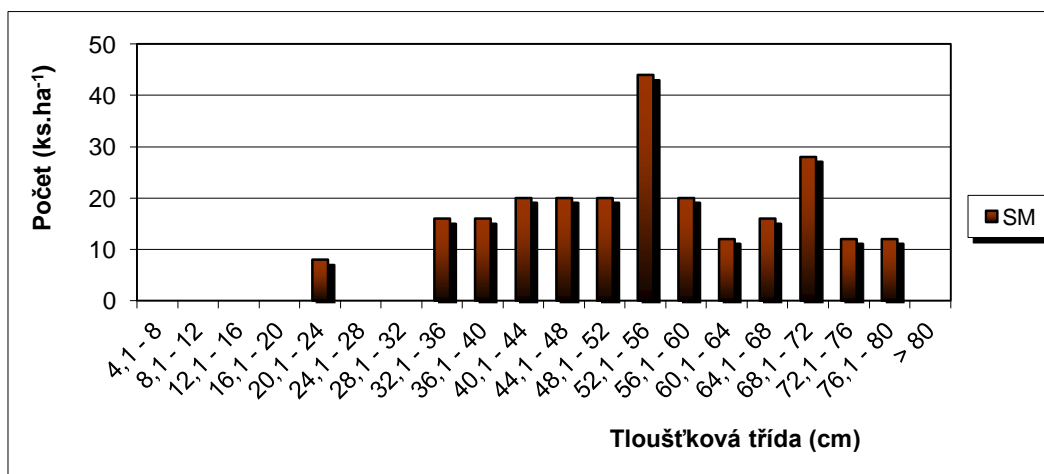
Přehled základních biometrických charakteristik na TVP je uveden v Tab. 14. Jedná se o aktuální stav v roce 1976 a 2014 i predikci vývoje pomocí růstového biosimulátoru SIBYLA v r. 2034 a 2054. Tyto strukturální charakteristiky rámcově odpovídají klimaxovým horským smrčinám při spodním okraji klimaxových horských smrčin v Sudetské soustavě.

Na Obr. 83-85 jsou uvedeny histogramy tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu na TVP v roce 1976, 2014 a 2054. Z porovnání Obr. 83 a 84 je zřejmé jak imisně ekologická destrukce výrazně ovlivnila tento porost, v němž vlivem imisí a žíru kůrovců v průběhu imisněekologické kalamity odumřelo celé stromové patro. Určité regenerační trendy, tj. nástup jedinců nastupující generace, jsou již patrné z Obr. 84 a 85. Trendy ve vývoji počtu jedinců stromového patra hlavního porostu i podružného porostu (odumřelých stromů) jsou patrné z Obr. 86 a zásoby hlavního porostu i podružného porostu z Obr. 87.

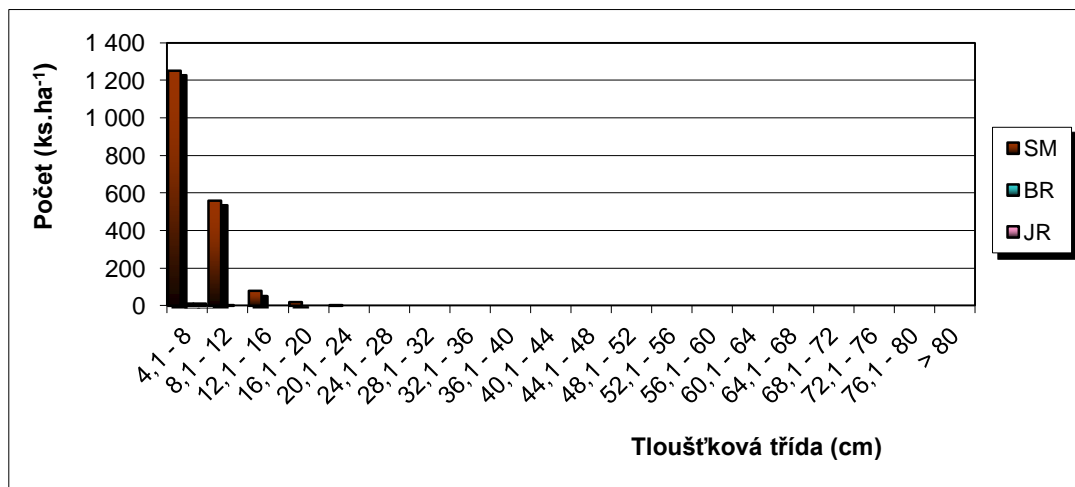
Tabulka 14: Růstová tabulka vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
1976	183	55,9	32,98	0,389	3,148	244	59,9	768	59,0	---	4,20	768
2014	21	8,2	5,93	0,388	0,012	1 940	10,3	24	72,3	2,7	0,86	24
2034	41	12,5	10,20	0,438	0,055	1 940	23,7	106	81,6	4,9	2,89	107
2054	61	16,4	12,48	0,440	0,116	1 868	39,4	217	76,1	6,0	3,84	219

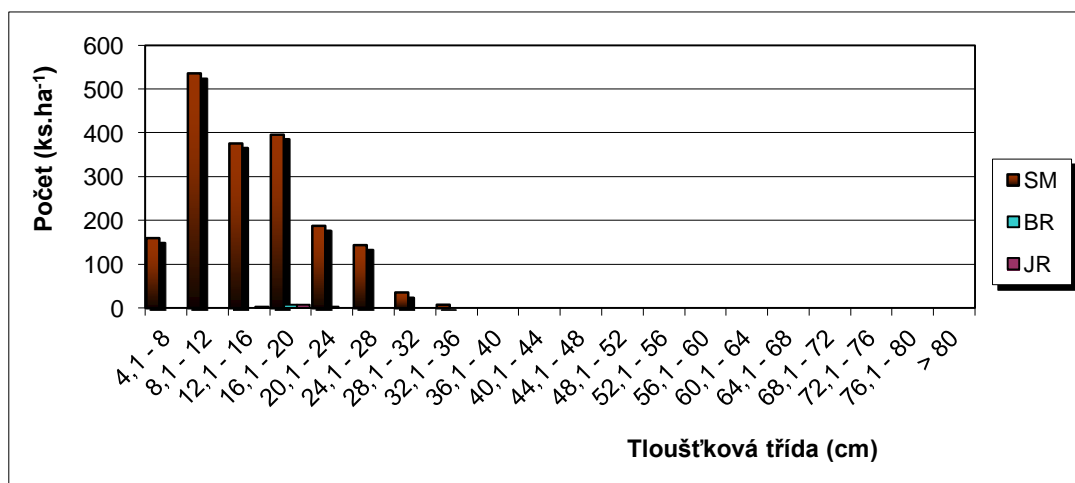
Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m<sup>3</sup>); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); V – objem porostu (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>); CPP – celkový průměrný přírůst (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>); COP – celková objemová produkce (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).



Obr. 83: Histogram tloušťkových autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E v roce 1976.

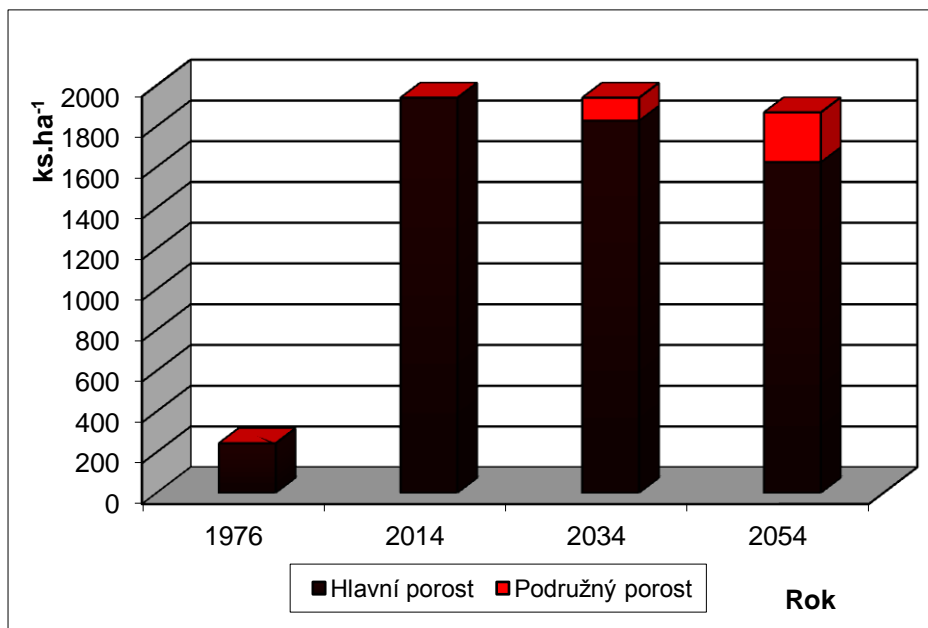


Obr. 84: Histogram tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 15 – Strmá stráň E v roce 2014.

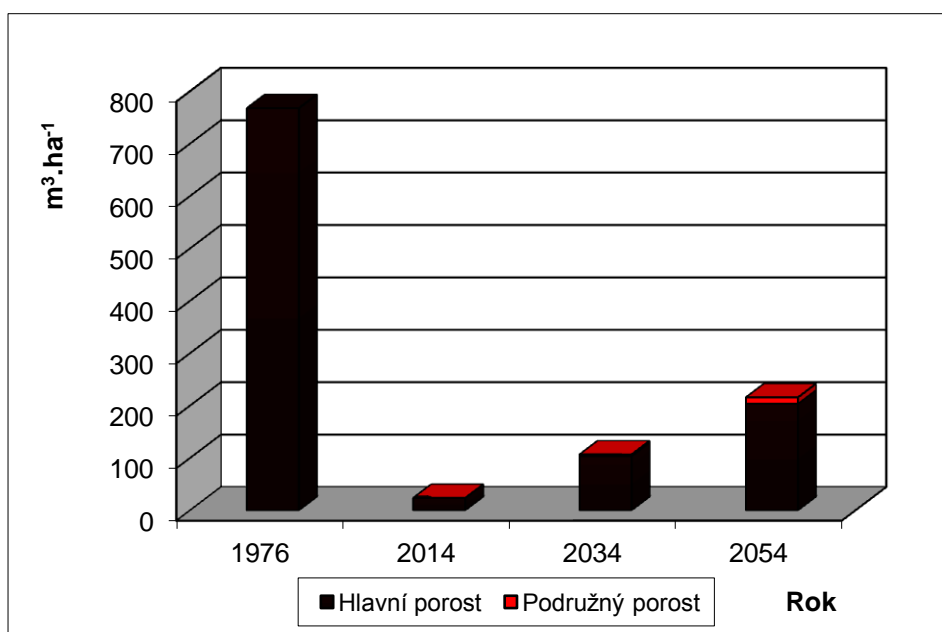


Obr. 85: Histogram tloušťkových tříd autochtonního smrkového porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 15 – Strmá stráň E v roce 2054.





Obr. 86: Vývoj počtu jedinců stromového patra autochtonního smrkového porostu v ks.ha<sup>-1</sup> na TVP 15 – Strmá stráň E při simulaci samovývoje.

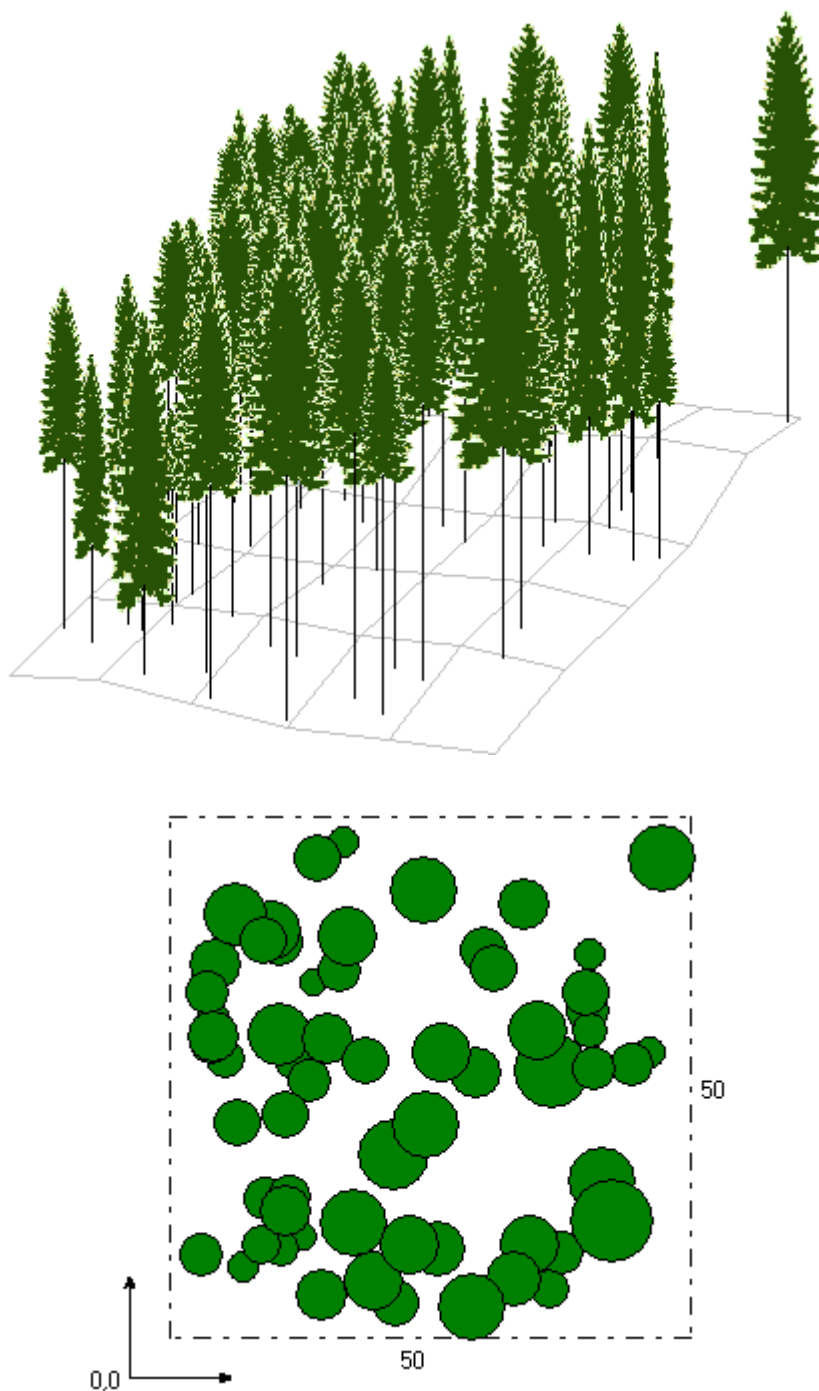


Obr. 87: Vývoj zásoby stromového patra autochtonního smrkového porostu v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> na TVP 15 – Strmá stráň E při simulaci samovývoje.

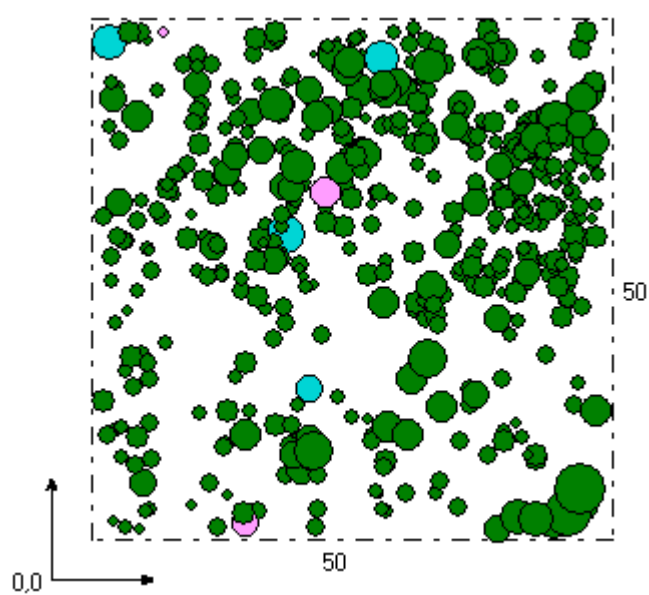
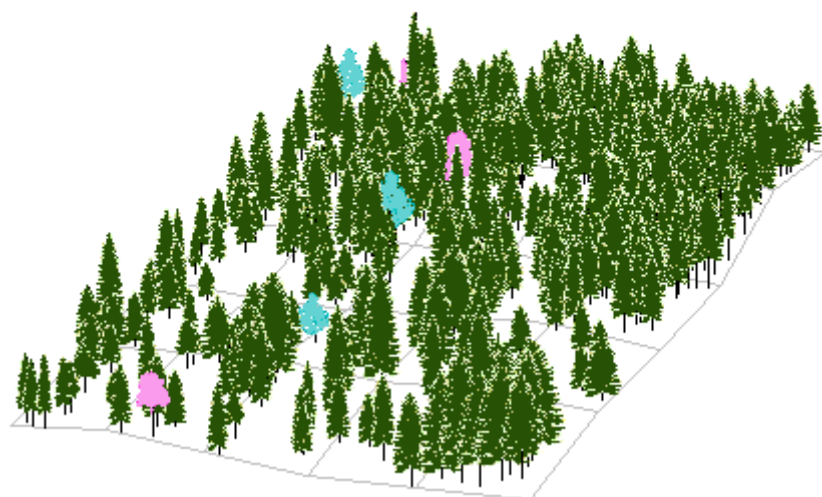
### *Vizualizace a predikce vývoje porostu*

Vizualizace aktuálního stavu porostu v letech 1976 a 2014 je znázorněna na Obr. 88 a 89. Zatímco v r. 1976 měl porost typickou strukturu pro stadium optima

klimaxové horské smrčiny středních poloh Sudetské soustavy, tak v r. 2014 je již patrné stadium dorůstání. Tento porost byl totiž počátkem 80. let 20. století silně zasažen imisemi a následně kůrovcovou disturbancí. Tyto skutečnosti též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 14.



Obr. 88: Vizualizace historického stavu autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E v roce 1976.

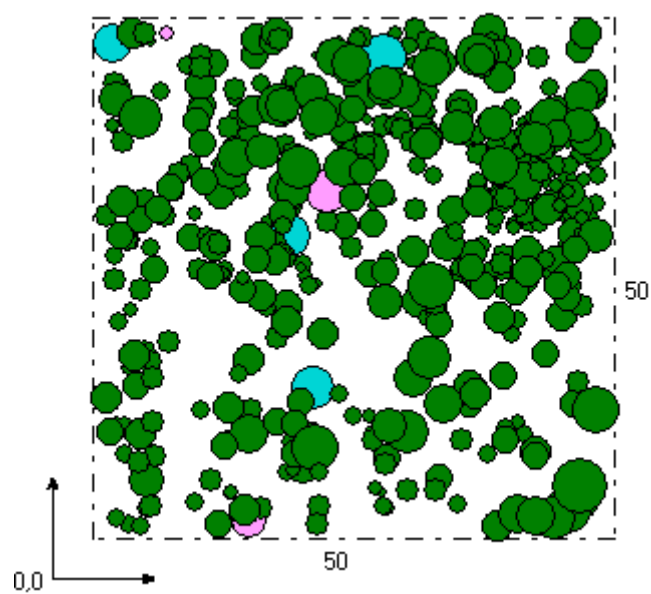
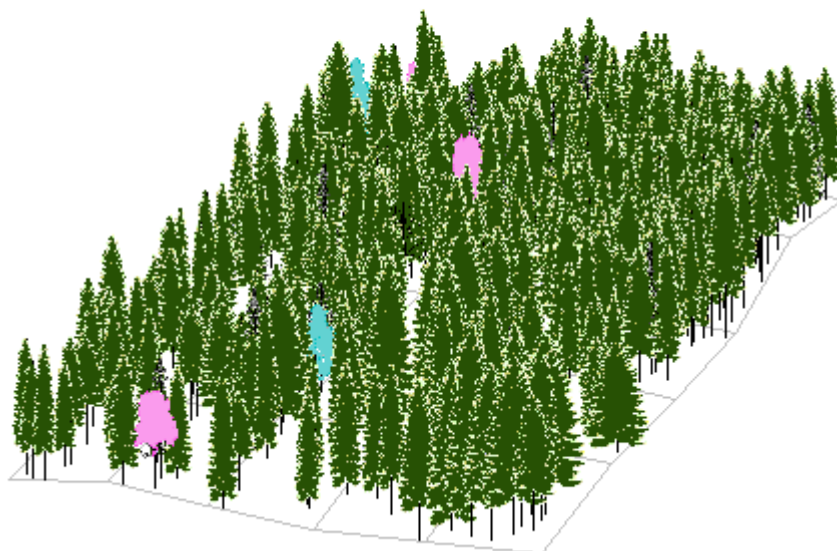


Obr. 89: Vizualizace aktuálního stavu autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráně E v roce 2014.

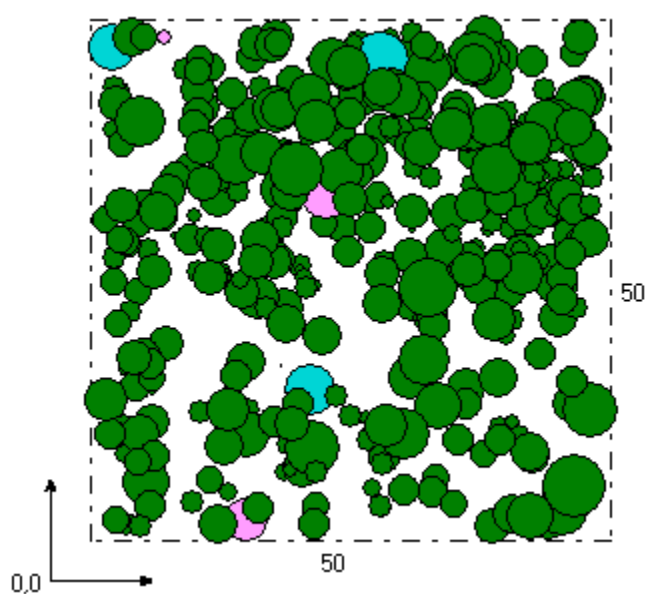
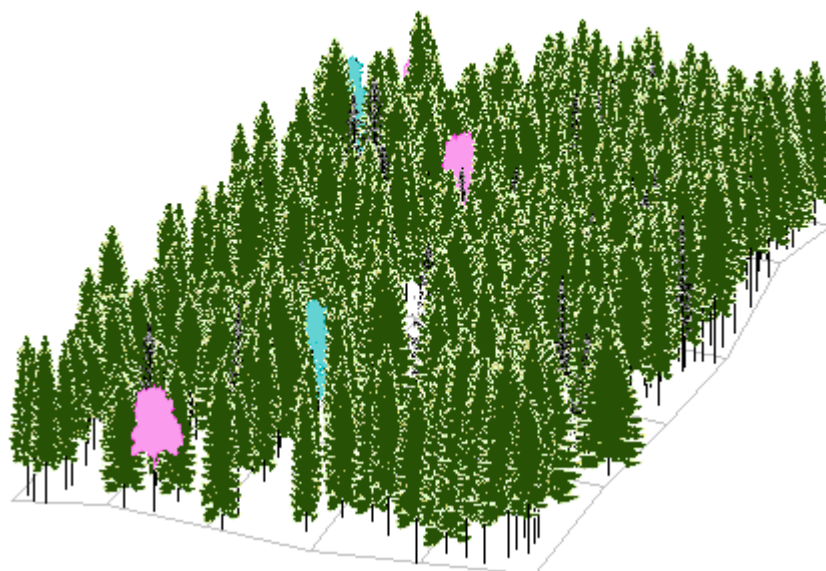
Pro predikci samovolného vývoje tohoto porostu byly použity základní charakteristiky:

- nadmořská výška: 990 m,
- lesní typ: 8N1,
- přirozená druhová skladba: SM 9–10, (BK, JR, KL) +–1, BRK,
- střední věk: 32 let,
- délka vegetačního období: 89 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 690 mm,
- roční teplotní amplituda: 18,5 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 8,1 °C,
- zásobenost vodou: 0,370,
- zásobenost živinami: 0,115.

Predikce samovolného vývoje tohoto porostu v r. 2034 a 2054 je patrná z Obr. 15 a 16. Z těchto obrázků jsou patrné postupující regenerační trendy, což též dokládají biometrické charakteristiky uvedené v Tab. 14.



Obr. 90: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráž E v roce 2034.



Obr. 91: Predikce vývoje autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráž E v roce 2054.

***Horizontální struktura a diverzita stromového patra***

Charakteristiky horizontální struktury stromového patra a jejich denzity jsou uvedeny v Tab. 15 a 16 a znázorněny na Obr. 92-94. Podle sledovaných indexů i

L-funkce se v r. 1976 jedná o porosty ve stadiu optima se stromy převážně náhodně rozmístěnými po. Šlo o porost relativně dobře zapojený se střední prostorovou a celkovou diverzitou. V r. 2014 již jde o následný porost ve stadiu dorůstání se stromy shlukovitě uspořádanými. Prostorová diverzita porostu na TVP ve srovnání s r. 1976 je nižší, zvýšila se však celková diverzita. Z predikce vývoje porostů je pak patrné, že i v r. 2054 bude porost pravděpodobně mít agregované uspořádání jedinců po ploše (viz Obr. 94).

Tabulka 15: Přehled indexů stromového patra a denzity autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy						Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	K (J&Di)	CC	CP	SDI
1976	0,977	0,411	3,486	0,222	0,097	0,986	61,1	0,94	0,73
2014	0,911	0,421	7,110	0,231	0,199	2,862	67,7	1,13	0,27
2034	0,911	0,397	6,841	0,284	0,178	2,754	81,7	1,70	0,52
2054	0,919	0,365	6,806	0,338	0,182	2,644	89,7	2,28	0,78

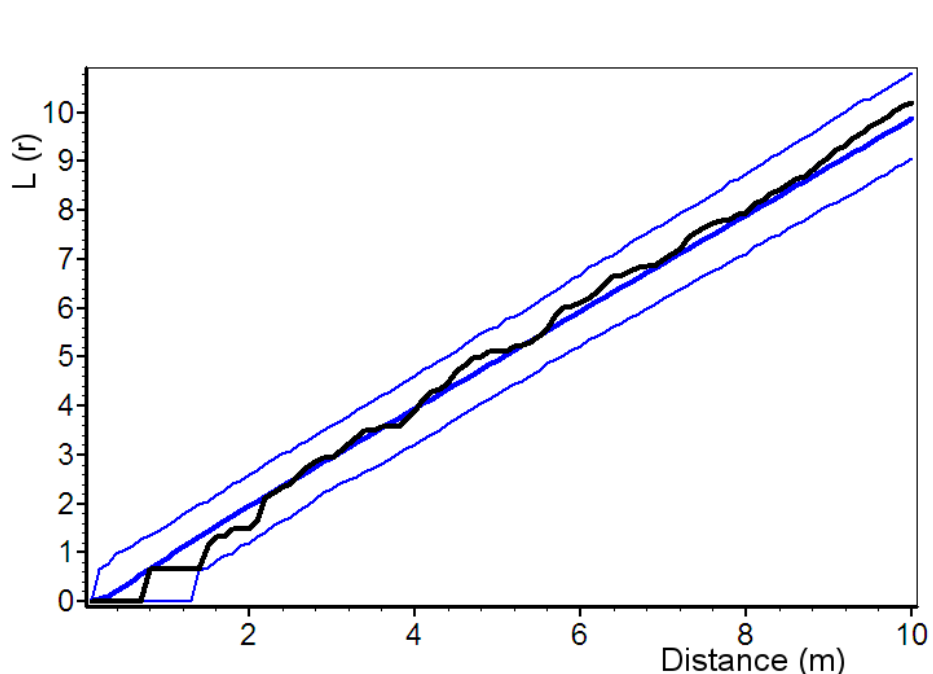
Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM<sub>d</sub> – index tloušťkové diference, TM<sub>h</sub> – index výškové diference, K – index korunové diference, CC – stupeň zápoje (biologický zápoj v %), CP – taxační zápoj (ha), SDI – index hustoty porostu.

Tabulka xx: Indexy popisující horizontální strukturu autochtonního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E.

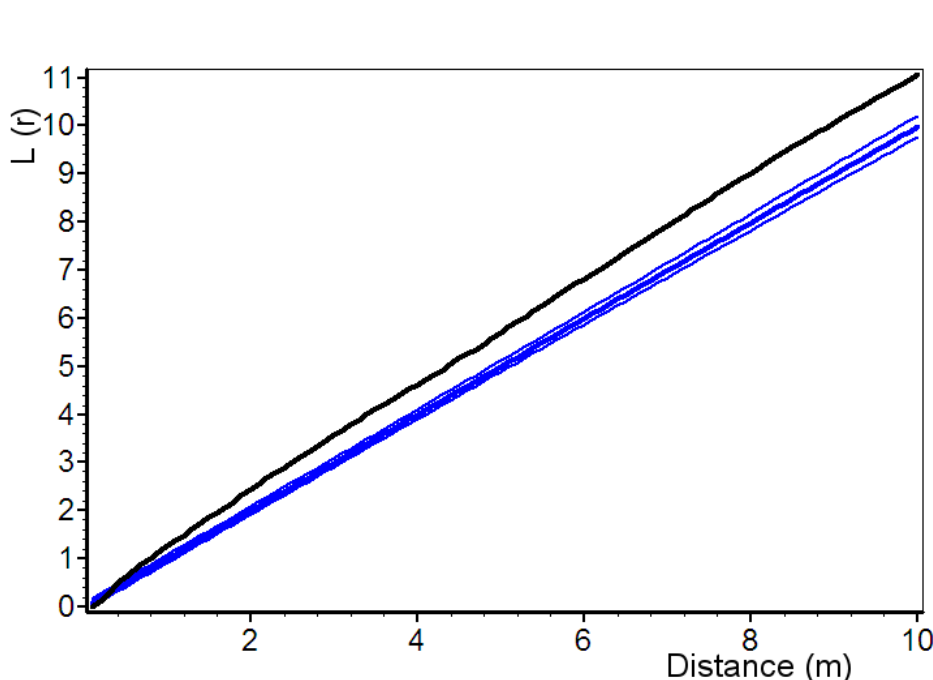
Index	Rok	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	1976	0,488	0,497	0,384	0,634
	2014	0,606*	0,501	0,462	0,543
	2054	0,602*	0,501	0,462	0,546
Pielou–Mountford	1976	1,151	1,135	0,799	1,646
	2014	1,481*	1,052	0,938	1,194
	2054	1,473*	1,054	0,939	1,190
Clark–Evans	1976	1,103	1,060	0,911	1,200
	2014	0,935*	1,019	0,973	1,064
	2054	0,946*	1,019	0,970	1,070
David–Moore	1976	-0,109	0,002	0,242	0,321

	2014	1,823*	-0,001	0,268	0,314
	2054	1,656*	0,001	0,247	0,307

\* statisticky významné

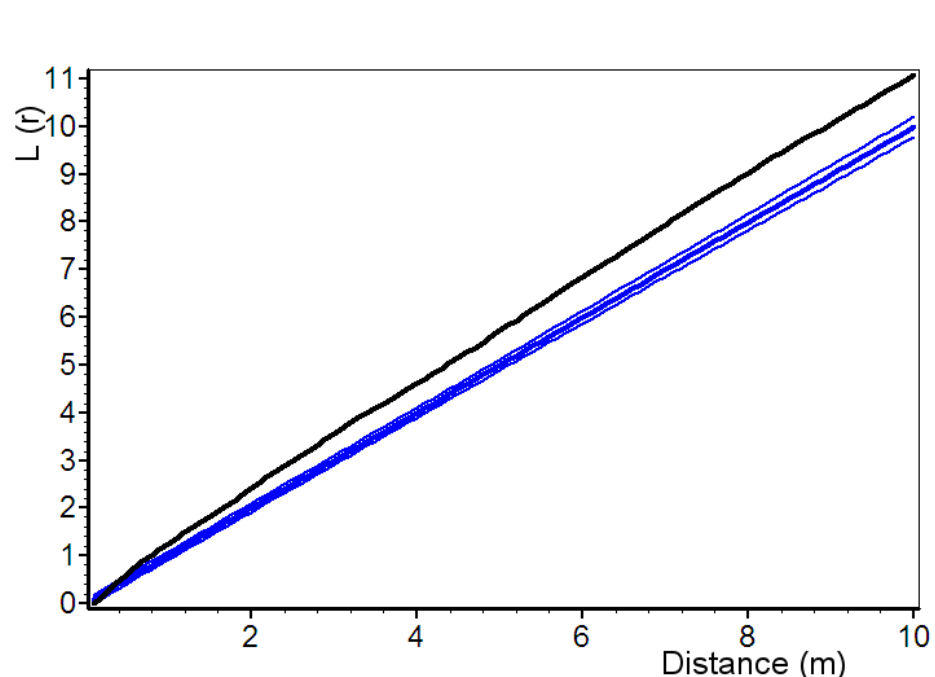


Obr. 92: Horizontální struktura stromového patra autochtonného smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E v roce 1976 vyjádřená L-funkcí.



Obr. 93: Horizontální struktura stromového patra autochtonného smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráň E v roce 2014 vyjádřená L-funkcí.





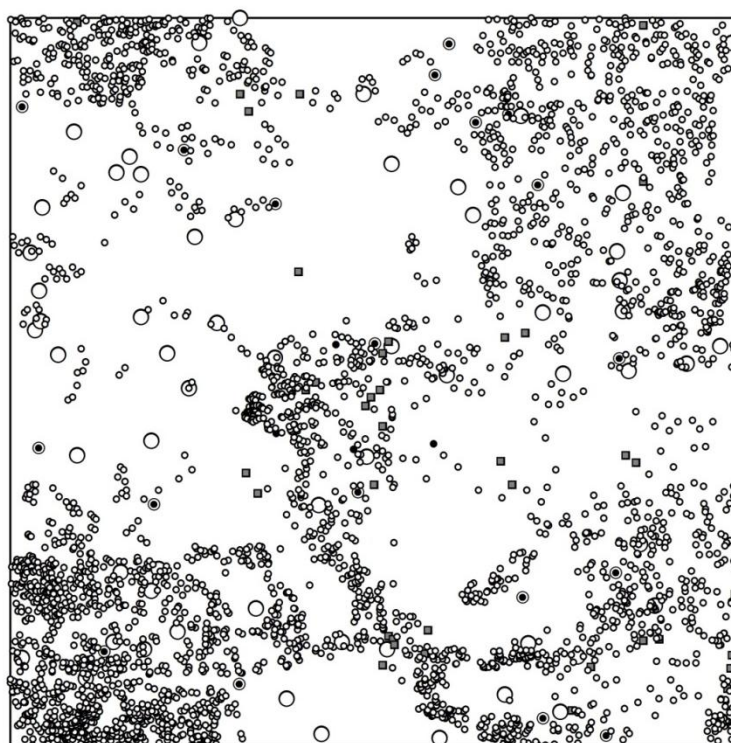
Obr. 94: Horizontální struktura stromového patra autochtovního smrkového porostu na TVP 15 – Strmá stráž E v roce 2054 vyjádřená L-funkcí.

### 9.5.3. Přirozená obnova

Na této ploše se přirozené obnově daří velice dobře a je téměř rovnoměrně rozmístěna po celé ploše. Na některých místech není ale obnova žádná, je to v důsledku malého kamenného moře (KOBRLÉ 2013).

#### *Stav přirozené obnovy v roce 1976*

Horizontální struktura přirozené obnovy na TVP je znázorněna na Obr. 95 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 96. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je úměrná malému vývojovému cyklu lesa (cf. VACEK 1990).



0 2,5 5 10 15 20  
m

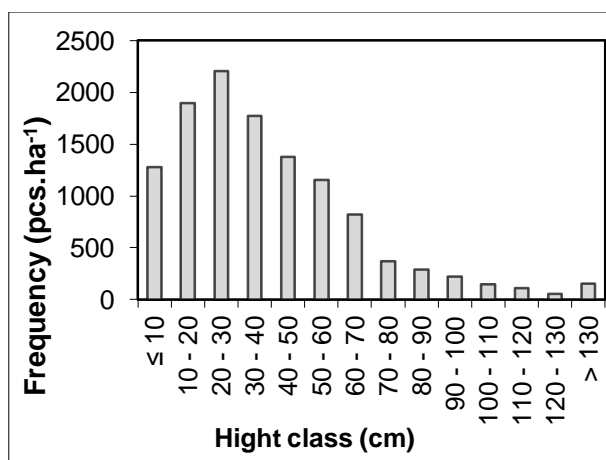
**Species**

- *Picea abies*
- *Sorbus aucuparia*
- *Fagus sylvatica*
- + *Abies alba*

- ◉ Snag
- Natural regeneration
- ■ ● +



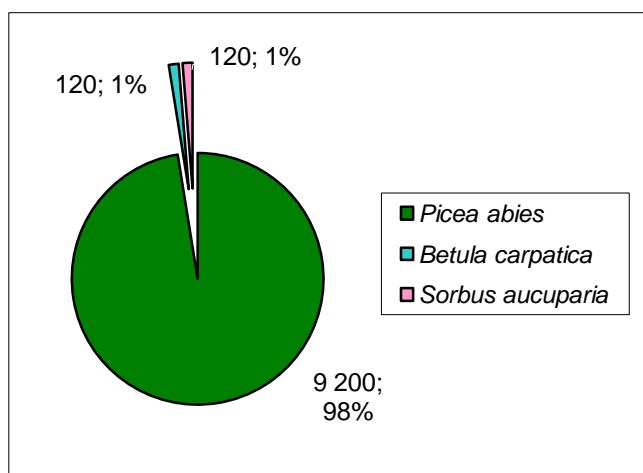
Obr. 95: Plánek horizontální struktury přirozené obnovy na TVP 15 – Strmá stráně E v r. 1976.



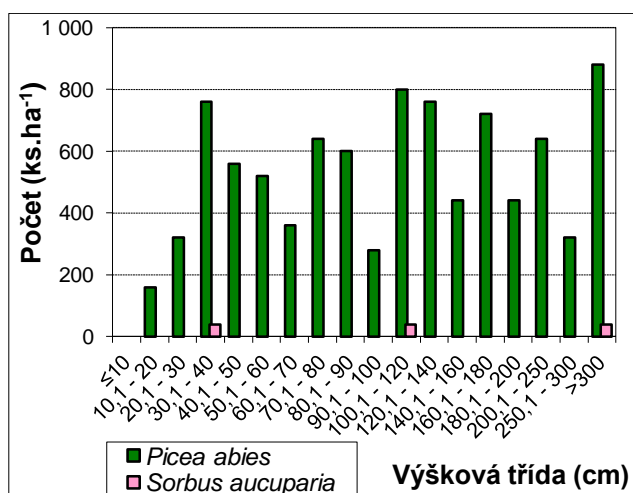
Obr. 96: Histogram četností přirozené obnovy ve výškových třídách na TVP 15 – Strmá stráně E v r. 1976.

### Stav přirozené obnovy v roce 2008

Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 97 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 98. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je úměrná malému vývojovému cyklu lesa, oproti roku 1976 (viz. Obr. 95 a 96) došlo k jejímu nárůstu a zejména pak k výraznému zvýšení vyspělosti (cf. KOBRLE 2013).



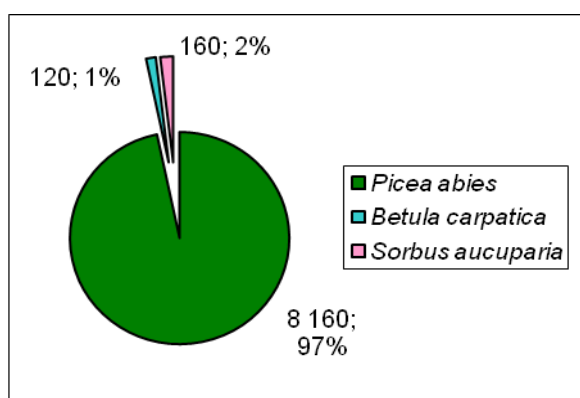
Obr. 97: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 15 – Strmá strán E v r. 2014 v přepočtu na 1 ha.



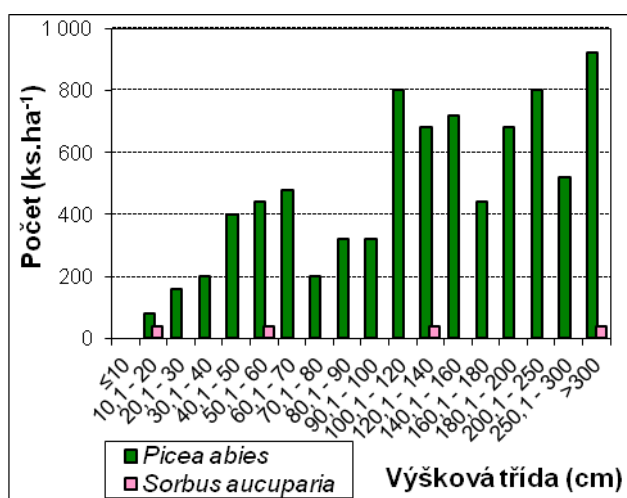
Obr. 98: Výškové třídy jedinců základních druhů dřevin na transektu na TVP 14 – Strmá strán D v r. 2008.

### Stav přirozené obnovy v roce 2014

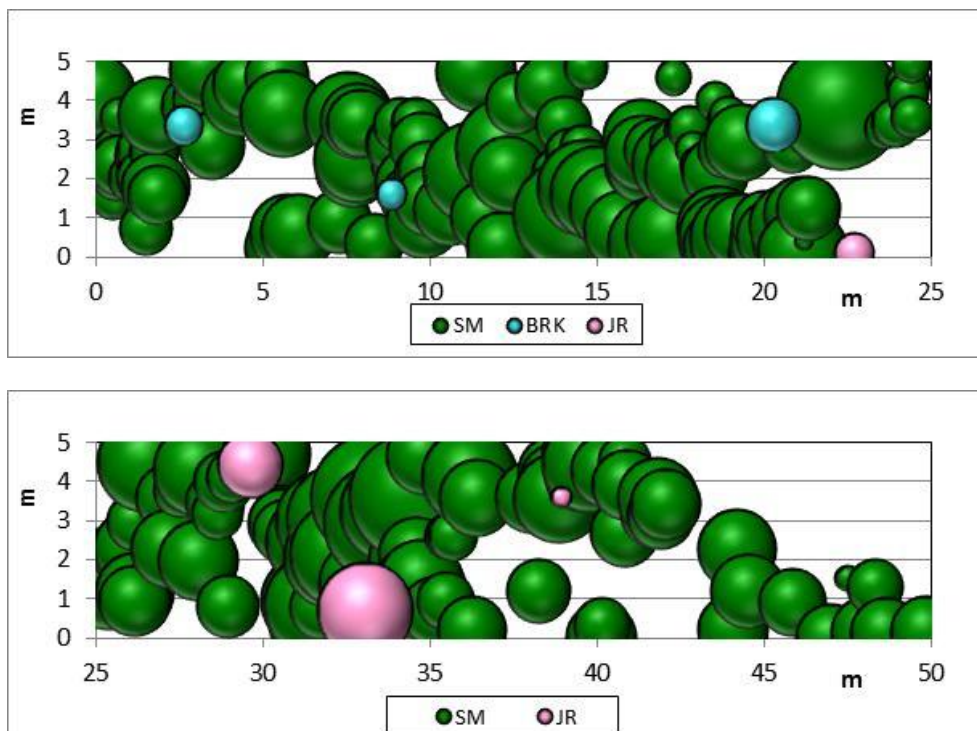
Počty jedinců přirozené obnovy jednotlivých druhů dřevin v přepočtu na 1 ha jsou znázorněny na Obr. 99 a četnosti jedinců ve výškových třídách na Obr. 100. Horizontální struktura přirozené obnovy na transektu 5 × 50 m je znázorněna na Obr. 101. Z těchto obrázků je patrné, že přirozená obnova na TVP je úměrná malému vývojovému cyklu lesa. Vlivem konkurence o životní prostor, došlo ve srovnání s r. 2008 (viz. Obr. 97 a 98) k poklesu jedinců přirozené obnovy a ke zvýšení její vyspělosti.



Obr. 99: Počty jedinců jednotlivých druhů dřevin na transektu na TVP 15 – Strmá stráně E v r. 2014 v přepočtu na 1 ha.



Obr. 100: Výškové třídy jedinců základních druhů dřevin na transektu na TVP 15 – Strmá stráně E v r. 2014.



Obr. 101: Horizontální struktura kombinované obnovy, vyjadřující její taxační i biologický zápoj, a situace horní etáže (stromového patra) na TVP 15 – Strmá stráň E v r. 2014.

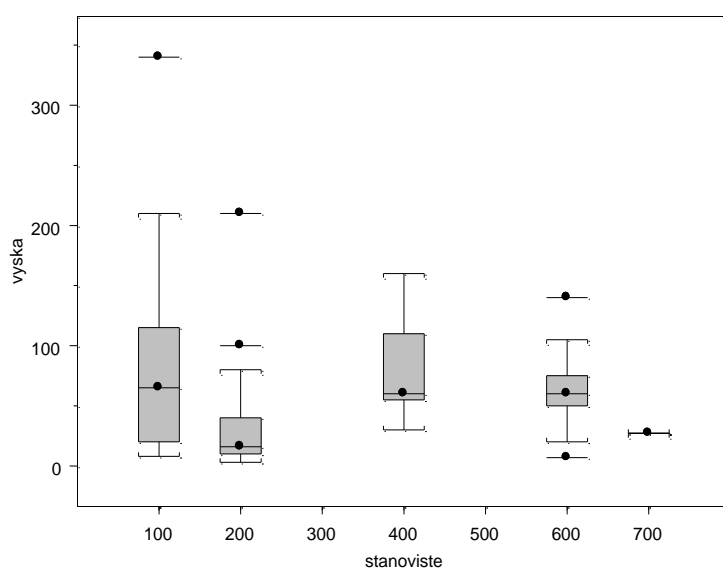
## 9.6. Vliv mikrostanoviště na přirozenou obnovu

Vliv mikrostanoviště na přirozenou generativní obnovu smrku ztepilého na TVP 11-15 Strmá stráň A-E je patrný z Obr. 102 a 103. Smrk ztepilý se zde přirozeně obnovuje převážně na vyvýšeninách (Obr. 103), jelikož limitujícím faktorem zdárné přirozené obnovy je zde teplo. Analýzou mikrostanovištních poměrů bylo zjištěno, že 66 % jedinců se zmlazuje na vyvýšeninách včetně odumřelého dřeva, 27 % na šikminách a pouze 7 % na rovině. Přirozená obnova smrku preferovala hrabanku a mechy, bezprostřední okolí pat stromů, odumřelé dřevo, *Vaccinium myrtillus* (Obr. 102). Žádná přirozená obnova smrku zde přitom nebyla zjištěna v pokryvu *Athyrium distentifolium* nad 50 % a pouze 11 % jedinců se vyskytovalo v řídkém pokryvu *Calamagrostis villosa*.

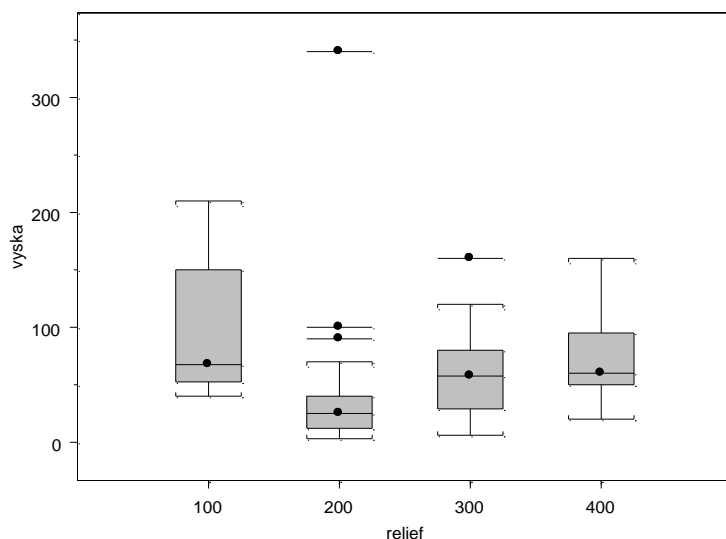
Pro označení stanoviště a reliéfu byly užity následující kódy:

stanoviště	reliéf
100 – hrabanka, mechy	100 - vyvýšeniny
200 – odumřelé dřevo	200 - prohlubně
300 – pařez, pahýl	300 - rovina
400 – pata stromu (do 0,5 m)	400 - šikmina
500 - vývrat	
600 – borůvka	
700 – trávy, kapradiny	

odumřelé dřevo hrabanka



Obr. 102: Vliv stanoviště (půdního pokryvu) na přirozenou generativní obnovu smrku ztepilého na TVP 11-15 Strmá strán A-E.



Obr. 103: Vliv reliéfu terénu na přirozenou generativní obnovu smrku ztepilého na TVP 11-15 Strmá stráň A-E.

## 10. Diskuze

Tato diplomová práce úzce navazuje na mou bakalářskou práci (KOBRLÉ 2013) při níž též byly měřeny přirozená obnova a základní dendrometrické veličiny na TVP 11 – 15.

Výzkumné plochy se nacházejí na severním svahu Labského dolu v různých nadmořských výškách ve vertikálním směru nad sebou. Na plochách je parné že s rostoucí nadmořskou výškou se snižuje počet jedinců, což je v souladu s prací VORČÁK et al. (2006), která udává pokles hustoty zmlazení až o jeden řád na 200 výškových metrů. Nejvíce je zde zastoupen smrk ztepilý, který je zde klimaxovou dřevinou a snáší nejlépe extrémní podmínky, které zde panují. Na některých plochách se také vyskytují listnaté dřeviny jako buk lesní, javor klen a bříza karpatská a jeřáb ptačí. Druhové složení tak v podstatě odpovídá složení, které prezentují ze smrčín v horských oblastech VACEK (1990), HUSOVÁ et al. (2002) či JANDA et al. (2010). Přimíšené dřeviny na studovaných TVP však vzhledem

k extrémním klimatickým podmínkám a škodám, které na nich působí zvěř, odrůstají jen velmi špatně a jejich zastoupení obzvláště na výše položených plochách je pouze sporadické. K obdobným výsledkům dochází i SVOBODA (2005), či VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. (2010), kteří uvádějí pouze výskyt jedinců smrku v horní etáži. Výšková struktura je rozdílná na TVP 11, 12 a 13, kde převládají dospělí jedinci a jejich výška je přibližně od 31 do 21 m. Na plochách 14 – 15 mají jedinci výšku kolem 9 m a zde můžeme hovořit o stádiu mlaziny. Z hlediska malého vývojového cyklu zde nachází stádium dorůstání a stádium rozpadu. Co se týče celkové výšky stromů na jednotlivých TVP, tak ačkoliv je vliv nadmořské výšky zkrácen různými stadii malého vývojového cyklu, je zde stále výrazně patrný. A potvrzuje se tak závěr studie HOLEKSA et al. (2007) o průkazném vlivu nadmořské výšky na maximální výšky stromů.

Z hlediska prostorové struktury mají jedinci na všech plochách tendenci k hloučkovitému uspořádání, což je v těchto podmínkách typickým projevem přirozené obnovy KUCBEL et al. (2008); VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. (2009). To je způsobeno vlivem mikrostanoviště, jelikož smrk ztepilý se nejlépe obnovuje na vyvýšených místech nebo na místech kde se vyskytuje tlející dřevo, jak uvádí VACEK (1981), VACEK, SIMON, REMEŠ et al. (2009), VACEK et al. 2010, VACEK, KREJČÍ et al. (2009, ŠTÍCHA et al. (2010, 2013).

Měření biometrických veličin stromového patra zde probíhá od r. 1976 v rovnoměrných časových intervalech, mé měření pro diplomovou práci probíhalo zejména v r. 2013. Stromové patro se nachází už jen na TVP 14 a 15. Na ostatních námi zkoumaných plochách stromové patro vymizelo a nachází se zde porost ve stádiu mlaziny. Z horizontálních indexů na TVP 11, 12 a 13 vyplývá, že jedinci jsou na těchto plochách rozmístěni náhodně, což je v rozporu s prací MOTTA et al. (2002), která prezentuje shlukovité uspořádání. Při porovnání biometrických charakteristik od r. 1976 do r. 2013 vyplývá, že se porosty vyvíjejí úměrně malému vývojovému cyklu, jaký prezentují pro Krkonošské smrkové porosty VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. (2010). Na TVP 11 – 13 probíhá stádium rozpadu a obnovy, ale ta se zde vyskytuje jen v malém množství. Na plochách 14 – 15 probíhá stádium dorůstání a bude zde probíhat přirozená autoredukce.



Při porovnávání vztahu výčetní tloušťky a štíhlostního koeficientu je patrné jak s rostoucí nadmořskou výškou se štíhlostní koeficient zvyšuje. Ale i přesto je na všech plochách dobrá stabilita porostu. K obdobným výsledkům dochází i VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. (2010).

Na růstovém simulátoru můžeme sledovat rozpad stromového patra, který byl značně urychlen v r. 1981 a to v důsledku imisně – ekologické kalamity. Tato kalamita následně vedla ke snížení obranyschopnosti stromů, které přežily a ty byly následně napadeny lýkožroutem smrkovým, což na TVP 14 a 15 vedlo k úplnému rozpadu horní etáže.

Přirozené obnově se daří na nejnižše položených výzkumných plochách. Tedy na trvalých výzkumných plochách 15 a 14. Největší pokryvnost je na ploše 15, to může být způsobeno tím, že zde přirozená obnova byla zpočátku pod ochranou mateřského porostu a pravděpodobně i nejpříznivějšími klimatickými podmínkami. Neboť vliv výškového gradientu je ve smrkových horských porostech významný VORČÁK et al. (2006).

## **11. Závěr**

Porosty, na kterých probíhá výzkum struktury a vývoje autochtonních klimaxových smrčín na Strmé stráni v Labském dole (TVP 11-15) se vyskytují v různých fázích malého vývojového cyklu. Na TVP 14 – 15 probíhá stádium dorůstání, kde se uplatňují autoregulační procesy, které jsou typické pro přírodě blízké lesy. Obnova na těchto plochách probíhala již před rozpadem mateřského porostu, který vytvořil vhodné podmínky přirozenou obnovu. Na TVP 11 – 12 se nachází dospělý porost ve stádiu rozpadu. Přirozená obnova se zde vyskytuje málo, a to z toho důvodu nepříznivých podmínek pro její uchycení. Nachází se zde silná vrstva drnu, který znemožňuje uchycení semene na minerální zemině. Na TVP 13 se vyskytuje jen málo dospělých jedinců a je zde také relativně malý počet jedinců přirozené obnovy. Vyskytuje se zde ale množství odumřelého tlejícího dřeva, na kterém by se v budoucnu moly vytvořit vhodné podmínky pro přirozené zmlazení. Celkově lze konstatovat, že tyto porosty jsou poměrně stabilní

i z toho důvodu, že přežili imisně – ekologickou kalamitu v 80. letech minulého století tak i přemnožení kůrovce v této lokalitě.

Současným trendem v Krkonošském národním parku je pěstování ekologicky stabilních lesních ekosystémů s vysokou biodiverzitou, s ohledem na ostatní funkce lesa. Proto i získané poznatky v rámci této práce pravděpodobně budou využity při tvorbě přírodě blízkého managementu klimaxových horských smrčín v obdobných stanovištních a porostních poměrech.

Na závěr lze konstatovat, že více než 30ti - leté studování struktury a vývoje a managementu horských lesů v Krkonoších bylo získáno několik důležitých poznatků, které vedou posílení ekologické stability těchto lesů. Přírodní lesy jsou považovány za zdroj informací pro přírodě blízké obhospodařování lesů. Slouží jako základna pro vytváření a hodnocení vytyčených cílů. Jestliže se při plánování lesního managementu respektují zákonitosti struktury a vývoje přirozených lesních ekosystémů lze se vyhnout závažným chybám, které se v lesnické praxi často vyskytly.

## 12. Literatura

- BADEA, O., TANASE, M., GEORGETA, J., ANISOARA, L., PEIOVA, A., UHLIROVA, H., PAJTIK, J., WAWRZONIAK, J., SHPARYK, Y. (2004): Forest health status in the Carpathian Mountains over the period 1997–2001. *Environmental Pollution*, 130: 93–98.
- BONCINA, A. (2000): Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. *Global and Bio- geografya*, 9: 201 – 211
- BRASSEUR, G. P., MULLER, J. F., TIE, X., HOROWITZ, L. (2001): Tropospheric ozone and climate: Past, present and future. In: Matsuno, T., Kida, H. (Eds.), *Present and Future of Modeling Global Environmental Change: Toward Integrated Modeling*. TERRAPUB: 63–75.
- BYTNEROWICZ, A., BADEA, O., BARBUC, I. et al. (2003): New international long-term ecological research on air pollution effects on the Carpathian Mountain forests, Central Europe. *Environment International*, 29: 367–376.
- BYTNEROWICZ, A., BADEA, O., POPESCU, P., MUSSELMAN, R., TANASE, M., BARBU, I., FRĄCZEK, W., GEMBASU, N., SURDU, A., DANESCU, F., POSTELNICU, D., CENUSA, R., VASILE, C. (2004): Air pollution, precipitation chemistry and

forest health in the Retezat Mountains, Southern Carpathians, Romania. *Environmental Pollution*, 137: 546–567.

- DEVRIES, W., REINDS, G. J., POSCH, M., SANZ, M. J., KRAUES, G.H.M., CALATAYUD, V., RENAUD, J. P., DUPOUEY, J. L., STERBA, H., VEL, E. M., DOBBERTIN, M., GUNDERSEN, P., VOOGD, J. C. H. (2003): Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. Technical Report 2003. Forest Intensive Monitoring Coordinating Institute, UNECE.
- FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J. (2005): Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. *Journal of Forest Science*, 51: 10: 431–445.
- FERRETTI, M., INNES, J. L., JALKANEN, R., SAURER, M., SCHÄFFER, J., SPIECKER, H., VON WILPERT, K. (2002): Air pollution and environmental chemistry—what role for tree-ring studies? *Dendrochronologia*, 20: 159–174.
- FLOUSEK, J. et al. (1994): Plán péče. Krkonošský národní park a jeho ochranné pásmo. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 60 s.
- FLOUSEK, J. et al. (2010): Plán péče. Krkonošský národní park a jeho ochranné pásmo. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 179 s.
- FUHRER, J., BENISTON, M., FISCHLIN, A., FREI, CH., GOYETTE, S., JASPER, K., PFISTER, CH. (2006): Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland. *Climatic Change*, 79: 79–102.
- GODEK, M., BŁAS, M., SOBIK, M., POLOKOWSKA, Ź., CICHALS-KAMROWSKA, K., NAMIEŚNIK, J. (2012): Environmental Role of Rime Chemistry at Selected Mountain Sites in Poland. *Pure and Applied Geophysics*, 169: 1093–1106.
- HANEWINKEL, M., CULLMANN, D. A., MICHIELS, H. G., KÄNDLER, G. (2014): Converting probabilistic tree species range shift projections into meaningful classes for management. *Journal of Environmental Management*, 134: 153–165.
- HANEWINKEL, M (2004): Spatial patterns in mixed coniferous even-aged, uneven-aged and conversion stands. *European Journal of Forest Research*, 123: 139–155.
- HOLEKSA, J., SANIGA, M., SZWAGRZYK, J., DZIEDZIC, T., FERENC, S., WODKA, M., (2007): Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Poľana biosphere reserve, Central Slovakia. *Eur. J. Forest Res.*, 126: 303-313.
- HUSOVÁ, M., JIRÁSEK, J., MORAVEC, J. (2002): Přehled vegetace České republiky Svazek 3. Jehličnaté lesy. Academia, Praha.

- JANDA, P., BAČE, R., SVOBODA, M., STARÝ, M. (2010): Věková a prostorová struktura horského smrkového lesa v I. zóně „Trojmezná“ v NP Šumava. *Silva Gabreta*, 16: 43-59.
- JENÍK, J. (1961): Alpinská vegetace Krkonoš, Králického sněžníku a Hrubého Jeseníku: Teorie anemo-orografických systémů. Praha, *Academica*, 407 s.
- JONÁŠOVÁ, M., VÁVROVÁ, E., CUDLÍN, P. (2010): Western Carpathian mountain spruce forest after a windthrow: Natural regeneration in cleared and uncleared areas. *Forest Ecology and Management*, 259: 1127–1134.
- KOBRLE, A. (2013): Přírozená obnova původních smrkových porostů v západních Krkonoších. Bakalářská práce, Praha, FLD ČZU, 60 s.
- KORPEL, Š. et al. (1991): *Pestovanie lesa*. Bratislava: *Príroda*, 472 s.
- KOŠULIČ, M. (2010): Cesta k přirozenému hospodářskému lesu. 1. Vyd., Brno, FSC ČR, 452 s.
- VACEK, S., KREJČÍ, F. et al. (2009): Lesní ekosystémy v národním parku Šumava. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 2009, 512 s.
- KRUPA, S., MCGRATH, M. T., ANDERSEN, C. P., BOOKER, F.L., BURKEY, K. O., CHAPPELKA, A. H., CHEVONE, B. I., PELL, E. J., ZILINSKAS, B. A. (2001): Ambient ozone and plant health. *Plant Disease*, 85: 4–12.
- KUCBEL, S., VENCURIK, J., JALOVIAR, P., KURIŠ, P. (2008): Analýza štruktúry vo vysokohorskom ochrannom lese nízkých Tatier. *Acta facultatis forestalis, Zvolen – Slovakia*, 2: 57–65.
- LANDMAN, G. (1991): Forest decline in France. DEFORPA Program. Cited by Patrascoiu N., Badea O., In Study on forest health dynamic in Romania, 1993. Bucuresti, ICAS: 15.
- LEIBUNDGUT, H. (1993): *Europaiche Urwalder: Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft*. Bern.
- LEPŠ, J. (1996): *Biostatistika*. České Budějovice, Jihočeská univerzita, 166 s.
- LOKVENC, T. (1978): Toulky krkonošskou minulostí., Kruh, Hradec Králové, 268 s.
- LOMSKÝ, B., ŠRÁMEK, V., NOVOTNÝ, R. (2012): Changes in the air pollution load in the Jizera Mts.: Effects on the health status and mineral nutrition of the young Norway spruce stands. *European Journal of Forest Research*, 131: 757–771.
- LORENZ, M., MUELLER-EDZARDS, CH., BECHER, G., FISHER, R., DIBBERN, B. (1999): *Forest Condition in Europe in 1998*. Geneva, Scheme UE and ICP Forests (UN/ECE-EC), Brussels.

- METELKA, L., MRVIVCA, Z., HALÁSKOVÁ, O. (2007): Podnebí. In: Krkonoše – příroda, historie, život. Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., Potocki J., Praha, Baset, s. 473-490.
- MIGAŁA, K., LIEBERSBACH, J., SOBIK, M. (2002): Rime in the Giant Mts. (The Sudetes, Poland). *Atmospheric Research*, 64: 63–73.
- MINX, T. (2006): Modelování struktury a vývoje lesních porostů pomocí růstového simulátoru SIBYLA. In: Zvýšení podílu přírodě blízké složky lesů se zvláštním statusem ochrany. Sborník referátů. Brno 6. 12. 2006, Vacek, S. (ed), Brno, Praha, MZLU a ČZU, s 7-10.
- MOTTA, R., NOLA, P., PIUSSI, P. (2002): Long-term investigations in a strict forest reserve in the eastern Italian Alps: spatio-temporal origin and development in two multi-layered subalpine stands. *Journal of Ecology*, 90: 495-507.
- MUELLER-EDZARDS, CH., DE VRIES, W., ERISMAN, J. W., Eds. (1997): Ten Years of Monitoring Forest Condition in Europe. Geneva, UN/ECE-EC Brussels: 4–5, 100–101, 110–116, 194–197.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J. (2003): Jehličnaté dřeviny. *Lesnická dendrologie 1*. Praha, ČZU, 177 s.
- PLÍVA, K., ŽLÁBEK, I. (1986): Přírodní lesní oblasti ČR. Praha, SZN, 313 s.
- PODRÁZSKÝ, V. (1999): Ekologie lesa I. – Dynamika a management lesních ekosystémů, Praha, ČZU, 86 s.
- POLÁK, T., CUDLÍN, P., MORAVEC, I., ALBRECHTOVÁ, J. (2007): Macroscopic indicators for the retrospective assessment of Norway spruce crown response to stress in the Krkonoše Mountains. *Trees*, 21: 23–35.
- POLENO, Z. (1997): Trvale udržitelné obhospodařování lesů. Praha, MZe ČR, 105 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2007a): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2007b): Pěstování lesů I. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 316 s.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. r. o., 952 s.
- PRŮŠA, E. (1988): Přirozené lesy České republiky. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 246 s.
- RIPLEY, B. D. (1981): Spatial statistics. New York, John Wiley a sons, 252 s.
- SCHUTZ, J. P. (2002). Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*, 75: 329 – 337.

- SLAVÍKOVÁ, J. (1986): Ekologie rostlin. Praha, SPN, 366 s.
- Stanners, D., Bordeau, P. (1995): Europe's environment: the Dobris assessment. Copenhagen, European Environ Agency; 547–551.
- SVOBODA, M. (2005): Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezí ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. *Silva Gabreta*, 11: 43–62.
- SVOBODA, P. (1952): Život lesa. Praha: Nakladatelství jednotného svazu Českých zemědělců, Praha, 894 s.
- SVOBODA, P. (1953): Lesní dřeviny a jejich porosty. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 411 s.
- ŠIMEK, J. (1974): Přirozená obnova smrku. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 97 s.
- ŠTÍCHA, V., KUPKA, I., ZAHRADNÍK D., VACEK, S. (2010): Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain forests in the Šumava Mountains. *Journal of Forest Science*, 56: 5: 218–224.
- ŠTÍCHA, V., MATĚJKA, K., BÍLEK, L., MALÍK, K., VACEK, S. (2013): Obnova smrkového lesa po gradaci lýkožrouta v Národním parku Šumava. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58: 131–137.
- ÚŘADNÍČEK, L. et al. (2009): Dřeviny České republiky. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. r. o., 367 s.
- VACEK, S., BÍLEK, L., SCHWARZ, O., HEJCMANOVÁ, P., MIKESKA, M. (2013): Effect of Air Pollution on the Health Status of Spruce Stands. *Mountain Research and Development*, 31: 1: 40–50.
- VACEK, Z., VACEK S., REMEŠ, J., ŠTEFANČÍK, Š., BULUŠEK, D., BÍLEK, L. (2013) Struktura a modelový vývoj lesních porostů v NPR Trčkov – CHKO Orlické hory, Česká republika. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 59: 248–263.
- VACEK, S., VAŠINA, V., BALCAR, Z. (1988): Analýza autochtonních bukových porostů SPR Rýchor a Boberská stráň. *Opera Concorctica*, 25: 13 – 55.
- VACEK, S., VAŠINA, V., MAREŠ, V. (1987): Analýza autochtonních smrkobukových porostů SPR V Bažinkách. *Opera Concorctica*, 24: 95 – 132
- VACEK, S. (1981): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných lesích Krkonoš. *Lesnická práce*, 60: 3: 118–124.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. [Regeneration of Forest Stands on Research Plots in the Krkonoše National Parks]. *Folia forestalia*

Bohemica. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 2009, 288 s.

VACEK, S., NOSKOVÁ, I., BÍLEK, L., VACEK, Z., SCHWARZ, O. (2010): Regeneration of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts.. *Journal of Forest Science*, 56: 11: 541–554.

VACEK, S., VACEK, Z., BÍLEK, L., NOSKOVÁ, I., SCHWARZ, O. (2010): Structure and development of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. *Journal of Forest Science*, 56: 11: 518–530.

VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 567 s.