

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
Fakulta lesnická a dřevařská  
Katedra pěstování lesů



**Struktura a vývoj porostů ponechaných samovolnému vývoji v PR  
Kostecké bory v CHKO Kokořínsko**

Bakalářská práce

Marek Brandejský  
Vedoucí práce: prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

**2015**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů  
Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Brandejský

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

**Struktura a vývoj porostů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostecké bory v CHKO Kokořínsko**

Název anglicky

**Structure and development of forests left to spontaneous development in the NR Kostecké bory in the PLA Kokořínsko**

**Cíle práce**

Získat poznatky o struktuře a vývoji porostů přirozených reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostecké bory v CHKO Kokořínsko.

**Metodika**

Rozbor problematiky struktury a vývoje porostů ponechaných samovolnému vývoji v Evropě a v České republice se zaměřením na přirozené reliktní bory v CHKO Kokořínsko.

Charakteristika zájmové oblasti CHKO Kokořínsko a zejména pak stanovištních a porostních poměrů v PR Kostecké bory.

Charakteristika 3 výzkumných ploch v přirozených reliktních borech v PR Kostecké bory.

Standardní biometrická měření všech jedinců stromového patra a jedinců zajištěné přirozené obnovy na 3 TVP o velikosti 50×50 m.

Aplikace standardních biometrických a matematickostatistických metod.

Vyhodnocení struktury a vývoje porostů na 3 výzkumných plochách v přirozených reliktních borech v PR Kostecké bory.

**Doporučený rozsah práce**

Minimálně 30 stran textu.

**Klíčová slova**

struktura a vývoj porostů, porosty ponechané samovolnému vývoji, reliktní bory, PR Kostecké bory, CHKO Kokořínsko.

### **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. PODRÁZSKÝ, V. (1996): Struktura a vývoj reliktních borů v CHKO Broumovsko. In: środowisko przyrodnicze parku narodowego gór Stolowych. Sympozjum naukowe. Kudowa Zdrój, 11-13. października 1996, Kudowa Zdrój, Wyd. Parku Narodowego Gór Stolowych 1996, s. 151-158.
- VACEK, S. PODRÁZSKÝ, V. (1997): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. IV. Struktura a vývoj reliktních borů. Příroda, 11: 125-141.
- VACEK, S. PODRÁZSKÝ, V. (1997): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. V. Vegetační změny v reliktních borech. Příroda, 11: 171-182.
- 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., 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.

### **Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

### **Vedoucí práce**

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2014

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 8. 2014

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Struktura a vývoj porostů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostelecké bory v CHKO Kokořínsko vypracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Stanislava Vacka, DrSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 20. 4. 2015

.....

### **Poděkování**

Za cenné rady a odborné vedení při zpracování bakalářské práce děkuji vedoucímu bakalářské práce panu, prof. RNDr. Stanislavu Vackovi, DrSc. a konzultantovi této práce doc. Ing. Miroslavu Mikeskovi, Ph.D. Dále bych rád poděkoval Ing. Janu Královi a Ing. Zdeňku Vackovi za metodickou pomoc při terénních pracích, za konzultace ohledně aplikačních možností simulátoru biodynamiky lesa SIBYLA, za vytvoření velmi příjemného pracovního prostředí a poskytnutí cenných informací a materiálů.

## Abstrakt

Cílem práce je získat poznatky o struktuře a vývoji porostů přirozených reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostecké bory v CHKO Kokořínsko. V první části práce je proveden rozbor problematiky struktury a vývoje lesních porostů s akcentem na přirozenou obnovu. V druhé části práce se jedná především o popis zájmového území z hlediska stanovištních a porostních poměrů a uvedení jednotlivých použitých metodických postupů, týkajících se zhodnocení struktury a vývoje porostů včetně přirozené obnovy. Pro měření v terénu byl použit systém Field-Map, byly změřeny biometrické charakteristiky porostu (výčetní tloušťky, výšky stromů, korunové projekce, nasazení zelené koruny, poloha stromů v porostu), pozice odumřelého dřeva a z nich vytvořeny situační plánky ploch. Pro vizualizaci a predikci jejich vývoje byl použit růstový simulátor SIBYLA.

Dále byly zjištěny agregační indexy Hopkins–Skellam, Pielou–Mountford, Clark–Evans, David–Moor a Ripleyova  $L$ -funkce, které vypovídají o prostorovém rozmístění porostu. Diverzita porostu ve vztahu k dřevinné skladbě, četnosti jejich zastoupení, horizontálnímu a vertikálnímu uspořádání byla hodnocená na úrovni následujících ukazatelů: agregační index podle Clarka, Evanse, standardizovaný Arten–profil index, index porostní proměnlivosti, index tloušťkové diference, index výškové diference, plocha korunových projekcí, stupeň korunového zápoje, index hustoty porostu.

Výsledky naznačují, že struktura porostů v reliktních borech je vrstevnatá, porosty jsou maximálně strukturně diferencované, rozmístění stromů po ploše je hloučkovité. V produkční borovině je rozmístění stromů pravidelné, porost má nízkou prostorovou diverzitu, porostní proměnlivost je střední. Získané výsledky budou sloužit především pro tvorbu přírodě blízkého managementu borových porostů ve vrcholových partiích Kokořínska, zejména na kyselých neúživných horninách, ale i v obdobných stanovištních a porostních podmínkách.

**Klíčová slova:** Borové lesy, reliktní bory, struktura a vývoj lesních porostů, simulátor biodynamiky lesa SIBYLA, CHKO Kokořínsko, PR Kostecké bory.

## **Abstract**

The aim is to gain insight into the structure and development of natural vegetation relict pine forests left to spontaneous development in NR Kostelecké pine in the PLA Kokořínsko. The first part is an analysis of the issue of the structure and development of forests with emphasis on natural regeneration. In the second part, it is primarily a description of the area in terms of habitat and vegetation conditions and giving each used methodological approaches concerning the evaluation of the structure and evolution of vegetation, including natural regeneration. For field measurement system was used for Field-Map have been measured biometric characteristic vegetation (breast-height diameter, tree height, crown projection, deployment of green crown of trees in the stand position), the position of dead wood from them situational plans surfaces. To visualize and predict their evolution simulator was used for growth Sibyl.

Were also detected an aggregate index Hopkins-Skellam, Piel-Mountford, Clark-Evans, David Moor-and Ripley's L-functions that provide information on spatial distribution of vegetation. Diversity stand in relation to species composition, frequency of their occurrence, horizontal and vertical arrangement was characterized by the following indicators: aggregate index according to Clark, Evans, standardized Arten-profile index, index stand variability index thickness differentiation, vertical differentiation index, crown area projections, the degree of forest canopy, stand density index.

The results suggest that the structure stands in relict pine is layered, the vegetation is most structurally differentiated deployment of trees on the surface is group. The production is pine deployment regular trees, vegetation has low spatial diversity, stand variability is moderate. The results obtained will be used primarily for creating near-natural management of pine stands on the summit ridge Kokorinsko, especially on acid not be used rocks, but also in simile habitatand vegetation conditions.

**Keywords :** Pine forests , relict pine , structure and development of forests , forest simulator biodynamics Sibyl, PLA Kokorinsko, NR Kostelecké bory.

1. Úvod.....	10
1.1. Cíl práce.....	10
2. Rozbor problematiky .....	11
2.1. Vývoj přírodních lesů .....	11
2.2.1. Vývojové cykly přírodních lesů.....	11
2.2.1.1. Velký vývojový cyklus lesa.....	11
2.2.1.2. Malý vývojový cyklus lesa .....	12
2.2.2. Dynamika přírodních lesů.....	13
2.3. Ekologie borovice ( <i>Pinus sylvestris</i> ) .....	15
3. Charakteristika PR Kosteleské bory .....	16
3.1. Základní identifikační údaje .....	17
3.2. Údaje o lokalizaci území.....	17
3.3. Současný stav zvláště chráněného území a přehled dílčích ploch .....	19
3.4. Výběr a lokalizace TVP .....	22
4. Metodika .....	23
4.1. Obecný metodický přístup .....	23
4.2. Struktura a vývoj porostů.....	24
5. Výsledky .....	27
5.1. TVP 1 .....	27
5.1.1. Stanovištní a porostní poměry .....	27
5.1.2. Struktura a vývoj lesního porostu .....	28
5.1.2.1. Prostorová struktura porostu .....	28
5.1.2.2. Biometrická charakteristika porostu.....	30
5.1.2.3. Růstové vizualizace a simulace .....	31
5.1.2.4. Obnova porostu .....	39
5.2. TVP 2.....	40
5.2.1. Stanovištní a porostní poměry .....	40
5.2.2. Struktura a vývoj lesního porostu .....	41



5.2.2.1. Prostorová struktura porostu .....	41
5.2.2.2. Biometrická charakteristika porostu.....	43
5.2.2.3. Růstové vizualizace a simulace .....	44
5.2.2.4. Obnova porostu .....	52
5.3. TVP 3.....	53
5.3.1. Stanovištní a porostní poměry .....	53
5.3.2. Struktura a vývoj lesního porostu .....	54
5.3.2.1. Prostorová struktura porostu .....	54
5.3.2.2. Biometrická charakteristika porostu.....	56
5.3.2.3. Růstové vizualizace a simulace .....	57
5.3.2.4. Obnova porostu .....	65
5.4. TVP 4.....	67
5.4.1. Stanovištní a porostní poměry .....	67
5.4.2. Struktura a vývoj lesního porostu .....	68
5.4.2.1. Prostorová struktura porostu .....	68
5.4.2.2. Biometrická charakteristika porostu.....	69
5.4.2.3. Růstové vizualizace a simulace .....	70
5.4.2.4. Obnova porostu .....	78
5.5. Zastoupení jednotlivých dřevin na TVP 1 - 4.....	79
5.6. Zastoupení přirozené obnovy na TVP 1 - 4.....	80
6. Diskuze .....	82
7. Závěr .....	86
8. Literatura.....	88
9. Seznam obrázků.....	92
10. Seznam tabulek.....	96
11. Seznam zkratk.....	98

## 1. Úvod

Téma bakalářské práce jsem si vybral: Struktura a vývoj porostů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostelecké bory v CHKO Kokořínsko.

Důvodem výběru tématu bylo jednak získávání zajímavostí v oblasti lesního prostředí a jeho budoucího vývoje, ale především pro cenné borové porosty ponechaných samovolnému vývoji nacházející se v pískovcových skalních komplexech dané lokality, na kterých jsem prováděl měření. Taktéž jsem se mohl podílet svými naměřenými daty na výzkumu, který probíhá na těchto trvalých výzkumných plochách po dobu deseti let a získat tak zajímavé poznatky.

Lidskou činností v kulturní krajině byla pozměněna celá příroda. Až na extrémní polohy (skály, vody, nejvyšší polohy hor) byly kdysi v našich podmínkách všude lesy. Dnešní rozložení různých kultur v krajině je naopak výsledek dlouhodobého tlaku na les (PRŮŠA 1990).

Stav českých lesů, podobně jako v sousedních státech střední Evropy, je výsledkem kulturního hospodářského a politického vývoje. Lesní hospodářství nevznikalo v prostředí přírodních lesů, ale v území dlouhodobě ovlivňovaném neregulovatelnou těžbou dřeva a pastvou zvířat (LOKVENC 1978).

Z období doby ledové a poledové se nám zachovaly zbytky souvislého rozšíření borovice (tzv. reliktní bory). Byly zachovány na místech, kde topoklima (podmíněné reliéfem) a půdní podmínky snížily konkurenci ostatních dřevin, např. v extrémních suchých, skalnatých nebo rašelinných polohách. Borovice tvoří dominantní dřevinu (často tzv. křivoles), porosty jsou otevřené, nezapojené a tudíž prosvětlené. Bylinný podrost bývá chudý, převažují světlomilné druhy. Roklinové lesy rostou na svazích tvořené sutí, bývají většinou listnaté (tvořené především javorem klenem a mléčem, jilmem horským, lípou srdčitou a širokolistou, jasanem ztepilým, vzácně tisem), zapojené, v zastíněném bytném patře rostou kapradiny a druhy vázané na dusíkem obohacené půdy (tzv. nitrofyty).

Reliktní bory a roklinové suťové lesy představují ve středoevropské lesní vegetaci přirozená společenstva. Jelikož rostou na různých stanovištích, lze tyto oblasti porovnávat. Srovnáním si uvědomíme, jak rozdílně působí na vegetaci neživá příroda (geologické podloží, klima, vlhkost, vítr atd.) - (KUČERA 1999).

### 1.1. Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce bylo získat poznatky o struktuře a vývoji porostů přirozených reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostelecké bory v CHKO Kokořínsko. Dílčími cíli pak bylo provedení rozboru problematiky struktury a vývoje lesních

porostů v Evropě a v ČR s akcentem na přirozené bory a charakteristika zájmové oblasti CHKO Kokořínsko a PR Kostelecké bory.

## **2. Rozbor problematiky**

### **2.1. Vývoj přírodních lesů**

Díky informacím o stavu přírodního lesa získáme znalosti spontánních tendencí všech ekosystémů, které se uplatňují ve všech porostních typech, kde je výchozí přírodní stav obvykle díky lidské činnosti nahrazen. Proto jsou poznatky o struktuře a vývoji přírodních lesů pro současné střeoevropské lesní hospodářství jedním z nejdůležitějších vodítek. Zejména na těchto poznatcích bude záviset volba přírodě blízkých způsobů hospodaření, které mají mimo jiné zaručovat maximální ekologickou i biologickou rozmanitost lesních ekosystémů (VACEK, MALÍK, KAŠÍKOVÁ 2006).

Cílem lesního hospodářství a ochrany přírody je zachování lesního biomu, bez kterého nelze naplňovat a realizovat ani antropocentrické funkce lesů (mimoprodukční funkce a funkce produkční), ale ani biocentrické požadavky ochrany lesních biotopů, společenstev a druhů organismů (VACEK 2006).

#### **2.2.1. Vývojové cykly přírodních lesů**

##### **2.2.1.1. Velký vývojový cyklus lesa**

- je charakterizován sekundární sukcesí, která probíhá na ploše řadově v hektarech a v časovém rozpětí desetiletí.

##### **a) přípravný les**

- začíná na lesní půdě zbavené souvislého lesního porostu dřevin po jeho katastrofickém rozpadu např. větrná smršť, velká lavina, požár, velká kůrovcová gradace. Změny vegetace na této z počátku holé ploše se nazývají sekundární sukcese, která začíná postupným šířením světlomilných pionýrských dřevin (bříz, olší, topolů, osiky, jeřábů, vrb, borovic).

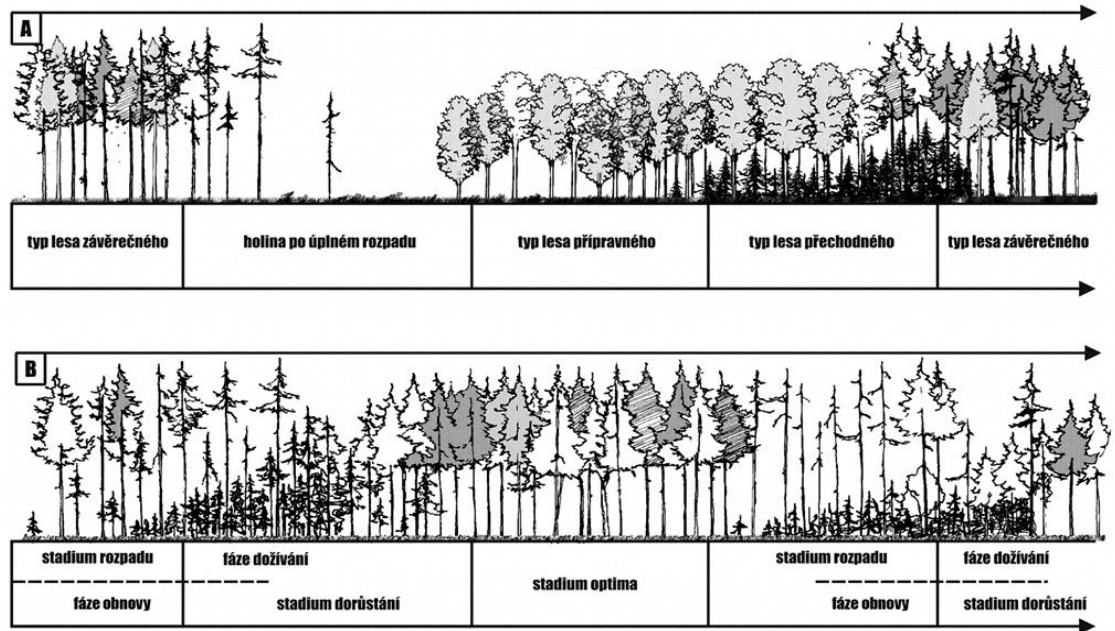
##### **b) les přechodový**

- v zástinu přípravného lesa se postupně uchycují stinnější dřeviny (např. smrk) do podúrovně, které dokážou růst v přítmí pod korunami přípravných dřevin, které postupně vytlačují a nahrazují pionýrské dřeviny v porostním, složeného zpravidla vrstvené kombinace dřevin pionýrských a klimaxových.

##### **c) les závěrečný**

- pionýrské dřeviny jsou nahrazovány dlouhověkými dřevinami klimaxovými, ustupují z porostu a přirozený vývoj se ustaluje. Je složený převážně ze stinných dřevin ve skladbě, která

neobyčejně citlivě odráží dané vlastnosti prostředí. Tím se velký vývojový cyklus uzavírá (Obr. 1).



Obr. 1: Velký vývojový cyklus lesa (A) a malý vývojový cyklus lesa (B) - (upraveno podle SCHMIDT-VOGT 1985; VACEK, SIMON, REMEŠ 2007).

### 2.2.1.2. Malý vývojový cyklus lesa

- probíhá v rámci klimaxu na ploškách vyjádřených desítkami arů a v časových periodách staletí. Jednotlivá vývojová stádia přírodního lesa se v rámci malého vývojového cyklu zřetelně odlišují svými strukturálními vlastnostmi.

#### a) stadium dorůstání

- vzestupná etapa, stromy převážně mladých generací intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. Přírůstek a zásoba se na jednotku plochy zvyšují. Stadium se vyznačuje převahou stromů spodní a střední vrstvy, stupňovitým až vertikálním zápojem, vysokou vitalitou a nízkou mortalitou stromů horní vrstvy. Malé světliny a dřeviny, které vznikají v porostním zápoji se díky postupnému odumírání zbytku stromů předcházejícího cyklu nebo nahodilým uhynutím silných stromů nového cyklu rychle zapojují. V tomto stadiu mají porosty největší výškovou, tloušťkovou a prostorovou diferenci.

#### b) stadium optima

- delší doba trvání životnosti stromů než trvání jejich výškového růstu vede k tomu, že původně (ve stádiu dorůstání) výškově silně diferencované porosty se přes značnou různověkost výškově vyrovnávají a porosty (skupiny) se dostávají do stádia optima (zralosti).

Ve stadiu optima rozlišujeme dvě fáze:

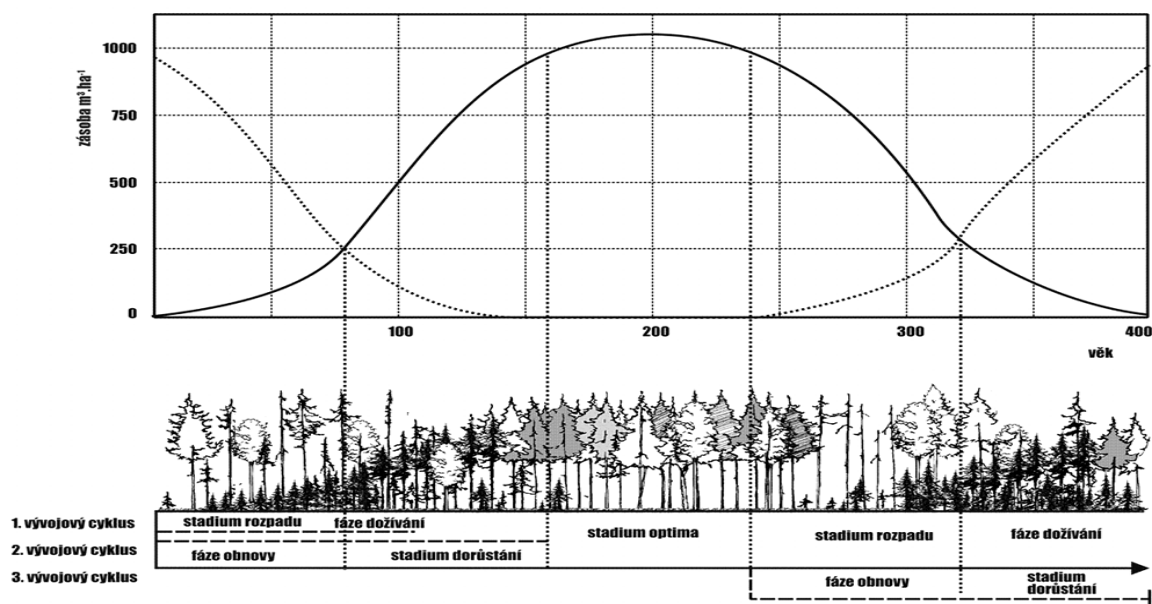
1. fáze síňové výstavby – porost dosahuje maximální výše porostní zásoby, přírůstek stagnuje a objem přírůstku klesá.

2. fáze stárnutí - v této fázi začínají nejstarší jedinci ve větším počtu odumírat a porost plynule přechází do stadia rozpadu.

c) stadium rozpadu – porostní zásoba se rychle snižuje, protože nemůže být odumírání mohutných stromů nahrazeno přírůstkem zbývajících starých stromů ani jedinců nastupujících nové generace. Zásoba je rozmístěna po ploše velmi nepravidelně. Hloučky stromů staré generace se střídají s mezerami a s nastupující obnovou (POLENO, VACEK et al. 2011).

Při pomalém průběhu stadia rozpadu (fáze dožívání) dochází k obnově stinných (klimaxových) dřevin s charakterem podrostní obnovy. Při rychlém rozpadu může dojít k obnově slunných (i přípravných) dřevin s charakterem holosečné obnovy (VACEK et al. 1988)

Během jednotlivých vývojových stádií dochází k tzv. překrývání jednotlivých stádií – stadium rozpadu ustupujícímu porostu + stadium dorůstání následujícího porostu vytvářejí dvě věkově zřetelně odlišné (i když uvnitř stadia výrazně diferencované) etáže. Průběh těchto vývojových stádií a fází uceleného vývojového cyklu je graficky zobrazen na Obr. 2.



Obr. 2: Časový sled, návaznost a prolínání vývojových cyklů (vývojových stádií a fází) na příkladu přírodního lesa (smrku, jedle a buku) v 5. – 6. LVS (upraveno podle KORPEL 1989; VACEK, SIMON, REMEŠ 2007).

### 2.2.2. Dynamika přírodních lesů

Rozdíly ekologické stability lesních ekosystémů se projevují nejen v rámci různých stanovišť a porostních stádií, ale i v rámci kontinentů a jejich biotů, odpovídající určitému typu klimatu.

a) dynamika přírodního lesa boreální zóny (jehličnaté tajgy)

- je ovládána katastrofickým rozpadem (např. požár). Stabilita tajgy je cyklická v rámci vývojového cyklu (les přípravný – přechodný – závěrečný). V rámci lesa závěrečného (klimaxu) se může vyskytnout malý vývojový cyklus (stadium dorůstání – optima – rozpadu atd.), který se jen zřídka opakuje po více generací. Dříve nebo později dojde opět k rozpadu (např. požár) a velký vývojový cyklus začíná znovu (POLENO, VACEK et al. 2011).

Při krátké vegetační době a nedostatku tepla se v porostech hromadí více opadu a surového humusu, než stačí půdní organizmy rozložit (VACEK 1981, 1982).

Klimaxová teorie s ústřední ideou nekonečně se opakujícího malého vývojového cyklu je v podmínkách boreální zóny neudržitelná. Autonomní vývoj lesa zde nabývá regresivních znaků tj. úplný rozpad lesa je ve vysokých severních šířkách podmínkou (POLENO, VACEK et al. 2011).

b) dynamika přírodního lesa mírné zóny (středoevropské smíšené lesy opadavých listnáčů)

- je ovládána tvorbou klimaxů závěrečného lesa s převahou různě stinných dřevin. V přípravném lese s převahou pionýrských dřevin (bříza, osika, jívy) jsou tyto dřeviny rychle nahrazovány dřevinami odpovídajícími místnímu klimaxu. Podobu závěrečného lesa určuje schopnost převažující dřeviny. O klimaxu lze uvažovat až na začátku přirozené obnovy klimaxových dřevin druhé generace a při nahromadění dřevních zásob, odpovídající danému stanovišti. V biomu listnatých opadavých lesů je smrk včleněn do složité dynamiky, svým vznikem vázaným na krátkodobé stadium rozpadu. Pokud zde smrk převládá, bývá to příznak a důsledek dávného velkoplošného rozpadu, vzniklého za výjimečné situace v lese závěrečném, který je následkem rozmanitého typu porostů velkého vývojového cyklu v rámci sekundární sukcese.

c) dynamika přírodního lesa na extrémních stanovištích (sutě, rašeliny, subalpínské polohy), tzn. sukcesní stádia.

- porosty a stromy jsou řídké, dosahují malých výšek, trvale vrstevnaté, kde při volném zápoji mají spádné kmeny a hluboké koruny (VACEK 1983A). Jejich porosty jsou ekologicky vysoce stabilní i v extrémních podmínkách.

Vrstevnatá struktura se může udržet pouze na stanovištích, která neumožňují vznik horizontálně zapojených porostů stadia optima (KORPEL, Š 1989). Takové porosty jsou stále ve stadiu rozpadu i bez lidských zásahů, tato situace byla přírodním vývojem ustálena v Evropě zonálně na „průměrných“ stanovištích pouze v části horské tajgy s mezernatými zonálními smrčínami. I zde ovšem díky extrémním klimatickým podmínkám vzniká situace, kdy přírodní

les závěrečného typu uvolní svým rozpadem místo pro sekundární sukcesi. Pravděpodobnost katastrofického rozkladu je minimální než při náhlém rozpadu (POLENO, VACEK et al. 2011).

### **2.3. Ekologie borovice (*Pinus sylvestris*)**

Borovice lesní má mezi stromovitými dřevinami nejrozsáhlejší areál. Původní rozšíření v mezofytiku, v horských polohách je zastoupena jen roztroušeně, ojediněle se vyskytuje v termofytiku.

Autochtonní porosty borovice lesní (reliktní bory) se u nás vyskytují ostrůvkovitě na extrémně reliktních stanovištích, jako jsou balvanité svahy, světlé lesy na skalnatých ostrožinách, sutích, štěrcích, píscích a na zpevněných písečných přesypech, lokalitách často suchých a mělkých, ale i na vlhkých lemech rašelišť. Nejníže se vyskytuje v doubravách v Polabí na nízkých terasách a akumulacích navátých písků, dále rostou na hadcích Slavkovského lesa a Českomoravské vrchoviny, Dražanské vrchoviny, na sutích Hrubého Jeseníku, vápencové skály Moravy, balvanitých sutích Šumavy, písečných půdách Třeboňska (cf. MUSIL, HAMERNÍK 2007).

Značná ekologická amplituda zaručuje borovici lesní neobyčejnou přizpůsobivost a tolerantnost k teplu, suchu i nízkým teplotám. Klíčení probíhá lépe za plného nebo alespoň částečného osvětlení než v zástínu. V mládí roste velmi rychle a roční přírůst může dosáhnout až 80 cm. V juvenilních stádiích však borovice lesní často trpí dicyklickým růstem, kdy v období od druhé poloviny června do září dochází u právě vytvořených pupenů k narašení, nebo dokonce k tvorbě lesních výhonků tzv. janské prýty, které jsou nežádoucí (cf. NÁROVEC 2000).

Borovice si zachovala v přirozeném stavu dominanci nebo význačný podíl pouze na podloží písčitých sedimentů, hadců, v extrémních podmínkách i vápenců a rašelin a na skalnatých výchozech různých kyselých hornin. Tato půdně výrazná stanoviště překrývají svou specifickou povahou rozdíly klimatu, a proto tvoří borovice v typologickém systému samostatní stupeň (0).

V souhrnu lze konstatovat, že nejkrásnější porosty velmi dobré výšky, rovných kmenů, s jehlancovitou nebo válcovitou korunou tvoří borovice na hlubokých, kyprých, vodou přiměřeně zásobených půdách hrubší disperzní skladby, hlinitopísčitých až písčitých. Typický je zde křivý kořen s poměrně bohatým větvením. Na minerálně chudém, jílnatém nebo jílnatém zakaleném písku, často až příliš suchém, s hluboko položenou hladinou podzemní vody, která nedokáže dosáhnout až ke kořenovému systému, je již kmen kratší a koruna spíše deštníkového tvaru. Také na rašelinných půdách a rašelištích jižních Čech převládá borovice pyramidálního tvaru.

Původní rozšíření borovice ve střední Evropě lze nyní těžko určit, protože rozsáhlá kultura přeměnila ráz přirozených střeoevropských lesů na velkých plochách, zejména v nižších polohách. Borovice se šířila již před počátkem lesní kultury přirozeným náletem na plochy, kde byl les zničen. Od 18. století šíření již umělou obnovou (POLENO, VACEK et al. 2009).

### 3. Charakteristika PR Kosteleské bory

Rezervaci tvoří skalní hřbety pod vrchem Kostelec (433 m. n. m.), který leží asi 2 km severovýchodně od sídla Domašice.

Přírodní rezervace vyhlášená v roce 2003 v severní části CHKO Kokořínsko (v jižní části okresu Česká Lípa) ve skalních a lesních komplexech kolem vrcholu Kostelec. Posláním této přírodní rezervace je ochrana rozsáhlých borových porostů reliktního charakteru s typickými společenstvy rostlin a živočichů. V malé míře se na méně exponovaných stanovištích vyskytují borové doubravy (MIKO 2010).

Stromové patro obou společenstev je tvořeno borovicí lesní, v borových doubravách je navíc přimíšen i dub. Nápadný rozdíl mezi společenstvy je ve fyziognomii stromového patra - v reliktních borech jsou borovice nižší, často pokroucené a s nižším zápojem, naopak je zde hojně zastoupeno spodní patro mladších jedinců (toto v borových doubravách prakticky chybí). Obě jednotky mají též velmi podobný bylinný podrost, tvořený především borůvkou a několika dalšími acidofyty. Pouze na extrémních stanovištích v borech je místy výrazněji vyvinuto mechové a lišejníkové patro (CHYTRÝ et al. 2010).

Skalní hřbety pod vrchem Kostelec jsou porostlé rozsáhlými borovými porosty reliktního charakteru a doplněné o skalní hrany s porosty vřesu a lišejníků. Borovice rostoucí v reliktních borech jsou obvykle nižší, často pokroucené a s nižším zápojem. Vegetace území je velmi chudá a lesní podrost tvoří obvykle borůvka černá a brusinka obecná, na extrémních místech vřes a lišejníky (MODRÝ 2004, VYDROVÁ 2006).

V území se vyskytuje řada vzácných či ohrožených druhů živočichů, především mezi druhy obývajícími extrémní místa (skály, porosty vřesu a lišejníků). Z významnějších rostlinných druhů se v rezervaci vyskytuje psamofilní druh koleneček Morisonův (*Spergula morisonii*) a horský prvek sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) – (KIRSCHNEROVÁ 1996)

Rezervace včetně lesních porostů je z větší části ponechána přirozenému vývoji.



### 3.1. Základní identifikační údaje

V Tab. 1 jsou uvedeny základní údaje: evidenční číslo, kategorie ochrany, název území, právní předpis a jeho vydání organizací. V roce 2003 bylo území vyhlášeno Správou CHKO Kokořínsko.

Tabulka 1: Základní údaje PR Kostelecké bory

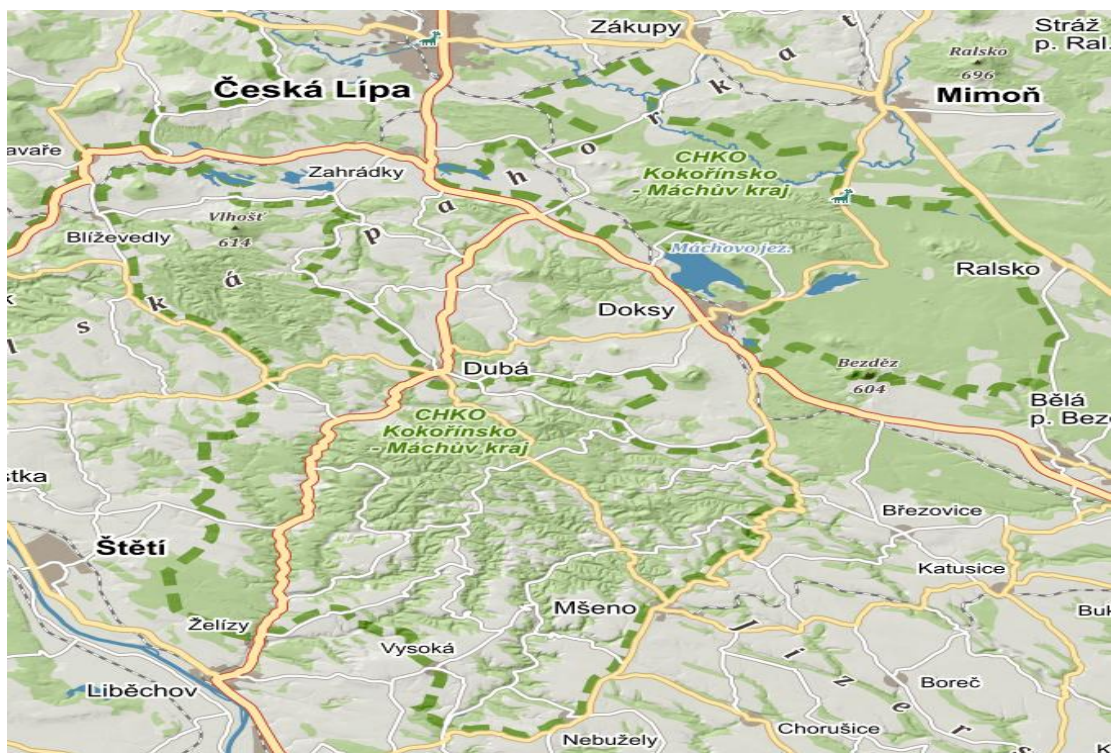
evidenční číslo: 2230
kategorie ochrany: přírodní rezervace
název území: Kostelecké bory
druh právního předpisu, kterým bylo území vyhlášeno: vyhláška
orgán, který předpis vydal: Správa CHKO Kokořínsko
číslo předpisu: 2/2003
datum vydání předpisu: 1. 4. 2003
datum účinnosti předpisu: 22. 4. 2003

### 3.2. Údaje o lokalizaci území.

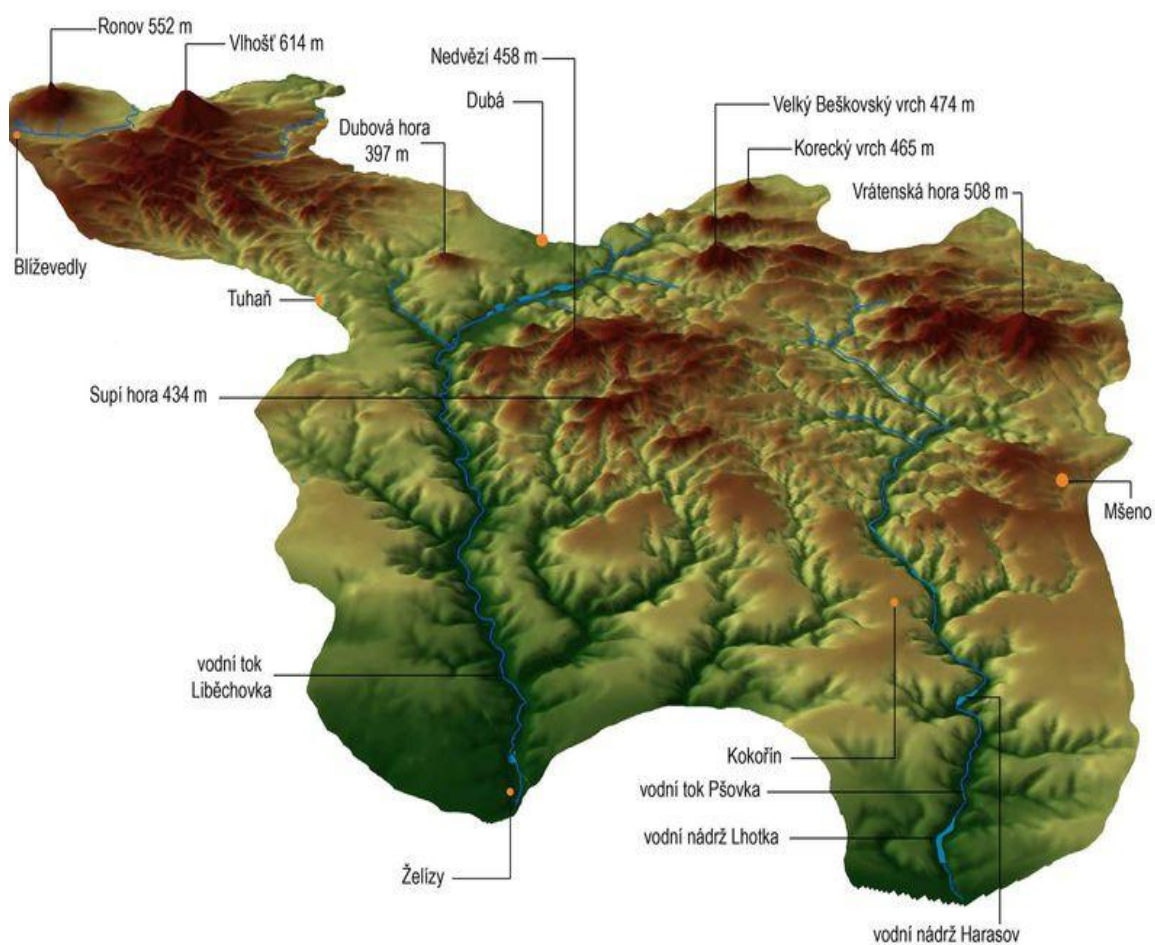
Tab. 2 nás informuje o lokalizaci území, příslušnosti kraje, obce, katastru území. Oblast se nachází v Libereckém kraji, v okrese Česká Lípa a leží v katastru území Tuhance. Na Obr. 3 je znázorněna původní oblast (274 km<sup>2</sup>) spolu s novou oblastí (136 km<sup>2</sup>). Charakteristika geologických útvarů původní oblasti, tvar skalních útvarů, roklí, údolí a nejvyšší bod ukazuje Obr. 4.

Tabulka 2: Lokalizace PR Kostelecké bory

kraj: Liberecký
okres: Česká Lípa
obec s rozšířenou působností: Česká Lípa
obec s pověřeným obecním úřadem: Doksy
obec: Tuháň
katastrální území: Tuhanec



Obr. 3: Původní oblast (274 km<sup>2</sup>) + nová oblast (136 km<sup>2</sup>) CHKO Kokořínsko (Mapy ČR).



Obr. 4: Charakteristika geologických útvarů (původní oblast), tvar skalní útvarů, roklí, údolí, nejvyšší bod je Vlhost 614 m. n. m. (zdroj. CHKO Kokořínsko).

### 3.3. Současný stav zvláště chráněného území a přehled dílčích ploch.

Základní údaje o lesích jsou uvedeny v Tab. 3. Údaje o současné skladbě lesů jsou převzaty z platného LHP. Přirozená dřevinná skladba byla stanovena na základě výměru souborů lesních typů, zjištěných z lesnické typologické mapy v OPRL pro PLO 18 – Severočeská pískovcová plošina a Český ráj.

V Tab. 4 je provedeno souborné porovnání aktuální a přirozené druhové skladby lesů. Na Obr. 5 je znázorněna orientační mapa PR s vymezením hranice ochranného pásma (dále OP) s hranicí PR Kostelecké bory. Na Obr. 6 je typologická mapa s vymezením území OP a hranicí PR. Stupně přirozenosti lesních porostů v PR Kostelecké bory jsou znázorněni na Obr. 7.

Údaje jsou pouze orientační a při jejich posuzování je třeba vzít v potaz následující omezení. U aktuální druhové skladby jsou převzaty údaje za celou porostní skupinu (s přepočtem na plochu zaujatou územím PR), přičemž některé porostní skupiny do území zasahují pouze svou částí, někdy výrazně menšinou a ne zcela reprezentativní.

Model přirozené druhové skladby je dosti zjednodušující, přirozená skladba na témže stanovišti vždy kolísala v čase díky rozdílné populační dynamice jednotlivých dřevin, některé druhy byly v určitých obdobích v útlumu, jiné naopak na vzestupu, což se měnilo podle toho, které ovlivňující faktory právě působily.

Zastoupení dřevin přirozené skladby by mělo být proto chápáno jako přibližné číslo, které se pohybuje v určitém rozpětí, přesné hodnoty určit nelze.

Údaj o celkové výměře v těchto tabulkách se neshoduje s výměrou lesních pozemků dle kap. 1.4, protože vycházejí z odlišných podkladů (katastr nemovitostí, LHP, OPRL). Drobné rozdíly celkové výměry uvedené v tabulkách „Přehled výměr a zastoupení souborů lesních typů” a „Porovnání přirozené a současné skladby lesa” (Tab. 4 a 5) jsou způsobeny tím, že typologické údaje a přirozené zastoupení vychází z údajů OPRL, kdežto současné zastoupení z údajů LH. Tyto drobné rozdíly jsou však věcně naprosto nevýznamné.

Tabulka 3: Základní údaje o lesích.

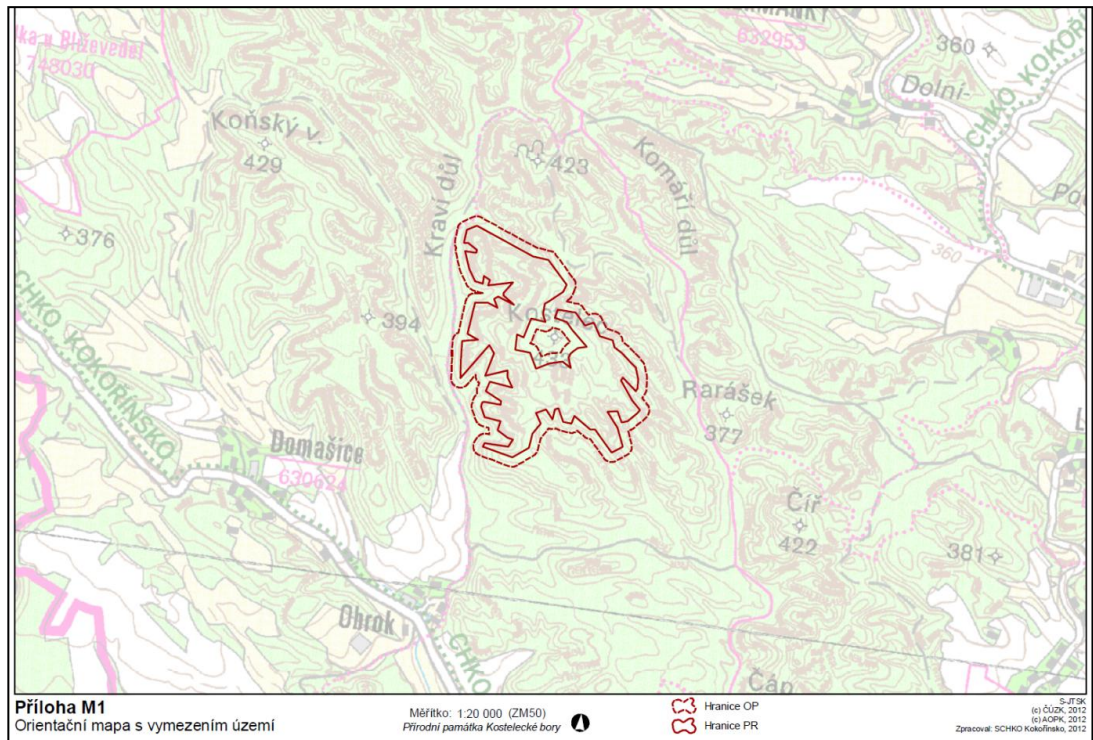
Přírodní lesní oblast	18 - Severočeská pískovcová plošina a Český ráj
Lesní hospodářský celek	Česká Lípa
Lesní hospodářský celek	55,30 ha
Období platnosti LHP (LHO)	1. 1. 2004–31. 12. 2013
Organizace lesního hospodářství	Lesy ČR, s.p., lesní správa Česká Lípa
Nižší organizační jednotka	revír Dubá

Tabulka 4: Přehled výměr a zastoupení souborů lesních typů.

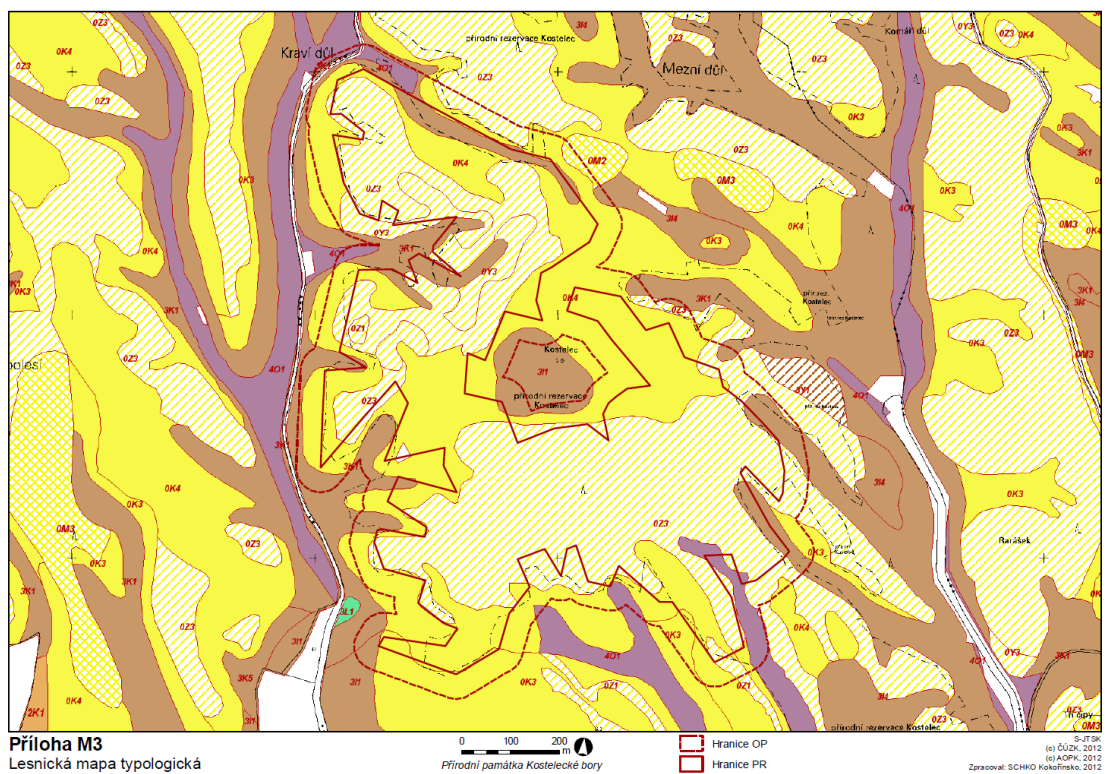
Zkratka	Název dřeviny	Současné zastoupení %	Přirozené zastoupení %	Přirozené zastoupení (ha)	Přirozené zastoupení (%)
Jehličnany					
<b>BO</b>	Borovice lesní	52,56	96,32	43,43	77,93
<b>JD</b>	Smrk ztepilý	1,14	2,09		
<b>MD</b>	Jedle bělokorá	0,02	0,04	0,4	0,72
	Modřín opadavý	0,27	0,049	-	-
Listnáče					
<b>BK</b>	Buk lesní	0,06	0,11	5,65	10,14
<b>DB</b>	Dub letní, zimní	-	-	4,57	8,2
<b>BŘ</b>	Bříza bělokorá	0,5	0,91	1,65	2,96
<b>LP</b>	Lípa malolistá, velkolostá	-	-	0,03	0,05
<b>OS</b>	Topol osika	-	-	+	+
Holina		0,02	0,04	neuvažována	
Celkem porostní půda		54,57	100%	55,73	100%
Bezlesí		0,73			
<b>Celkem</b>		<b>55,3</b>			

Tabulka 5: Porovnání přirozené a současné skladby lesa.

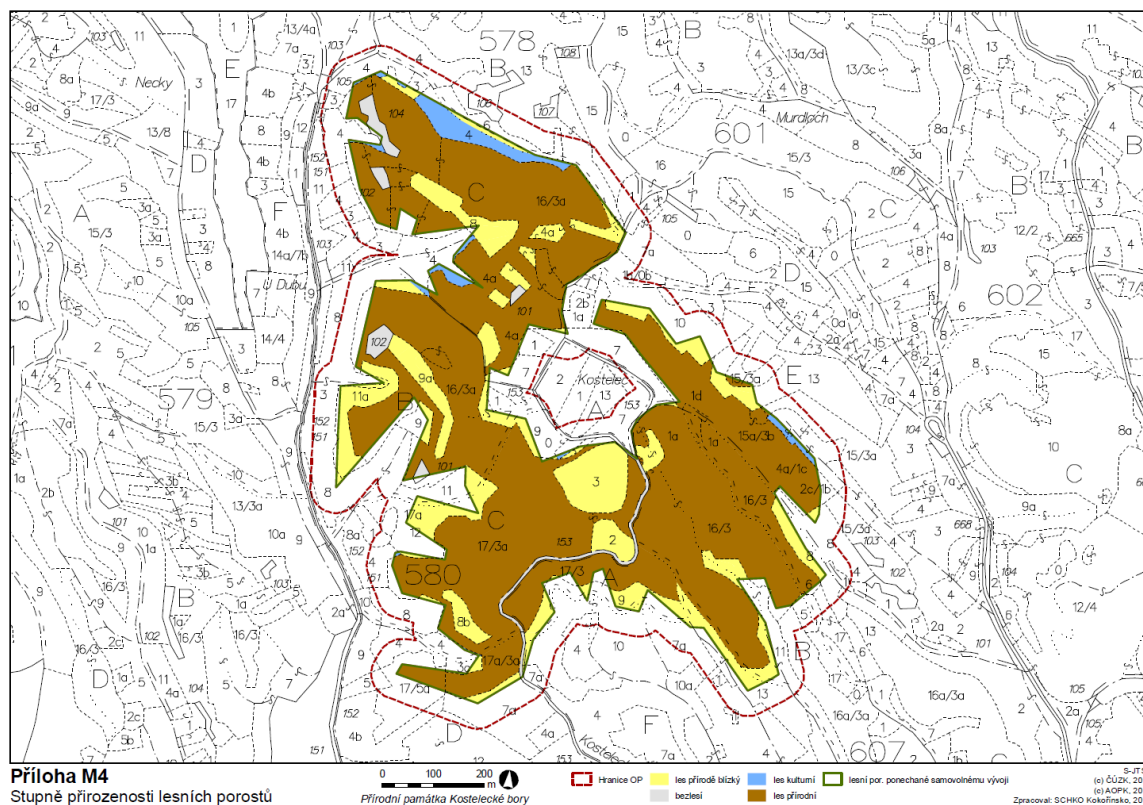
Název SLT	Přirozená dřevinná skladba		
	SLT	Výměra (ha)	Podíl (%)
Reliktní bor	BO9, BŘ1, DB	16,52	29,62
Roklinový bor	BO7, BK2, DB1, BŘ, SM	2,17	3,89
Kyselý (dubobukový) bor	BO8, DB1, BK1, BŘ	33,81	60,62
Kyselá dubová bučina	BK6-7, DB3-4, JD+-1	0,02	0,03
Uléhavá kyselá dubová bučina	BK6, DB3, JD1, LP	2,94	5,27
Svěží dubová jedlina	BK2, JD4, DB3-4, LP+-1, OS	0,27	0,48
neklasifikováno	---	0,05	0,09
<b>Celkem</b>		<b>55,78</b>	<b>100%</b>



Obr. 5: Orientační mapa s vymezením území PR Kostecké bory (zdroj ÚHÚL).



Obr. 6: Lesnická mapa typologická (zdroj ÚHÚL).



Obr. 7: Stupně přirozenosti lesních porostů PR Kostecké bory (zdroj ÚHÚL).

### 3.4. Výběr a lokalizace TVP

Faktory, ovlivňující přirozenou dynamiku porostu jsou jednak ekologické poměry, limity prostředí a biologické vlastnosti dominantních dřevin.

V bakalářské práci jsou studovány TVP 1 – 4, které mají podobný vodní režim. Hluboká znalost přírodních procesů, analýza vegetačních poměrů, struktura a vývoj porostů je esenciální pro následný management PR Kostecké bory CHKO Kokořínsko. Zejména PR Kostecké bory jsou v dnešní době autoregulačně narušené po imisní zátěži. Lokalita a střed zájmového území TVP spolu se souřadnicemi je znázorněn na Obr. 8.

#### Doplňující údaje:

Výměra: 55,13 ha

Vyhlášeno: 2003

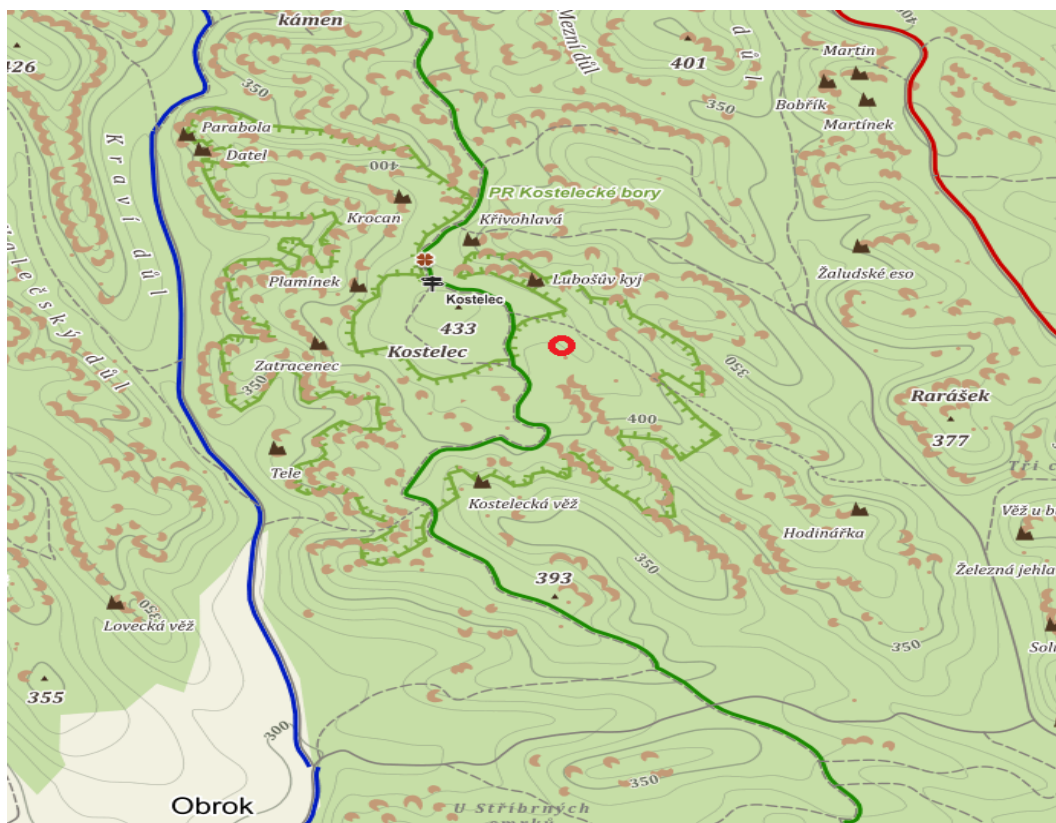
Nadmořská výška: 340-433 m. n. m.

Průměrná teplota 7 – 7,5 stupňů (zdroj ČHMÚ)

Průměrné srážky za rok: 650 – 750 mm (zdroj ČHMÚ)

Území obce: Tuhaň (Okres Česká Lípa)

Souřadnice GPS: 50.5696378N, 14.4599000E



Obr. 8: Obrázek ukazuje lokalitu, kde červený kroužek značí střed TVP, souřadnice GPS 50.5696378N, 14.4599000E, (zdroj mapy ČR).

## 4. Metodika

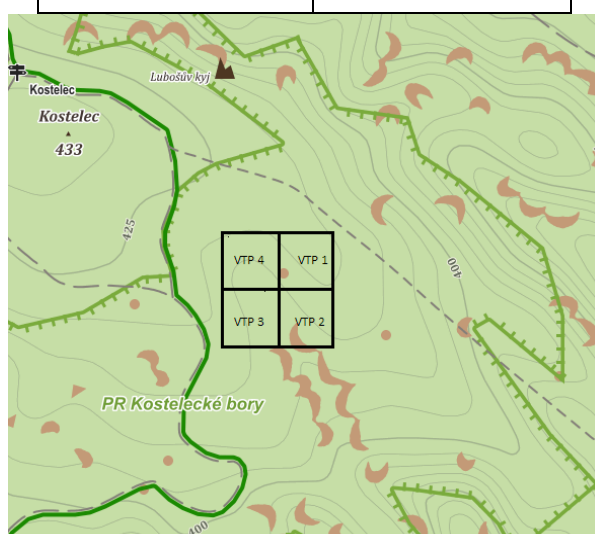
### 4.1. Obecný metodický přístup

Vyhodnocení inventarizačního šetření bylo provedeno pomocí SW Field-Map. Při výpočtech intervalů spolehlivosti byla zvolena hladina významnosti 0,05 ( $\alpha=0,05$ ). Podrobné šetření jádrového území proběhlo na ploše 1 ha.

Jádrové území má tvar čtverce se stranou 100 m. Na území byly zaměřeny všechny stojící a ležící stromy s prahovou výčetní tloušťkou 50 mm, plošné zmlazení dřevin a topografické objekty. Ležící větve zaměřovány nebyly. Každému stromu bylo přiřazeno identifikační číslo, které umožní jeho budoucí opakovanou identifikaci. V jádrovém území byl zaměřen transekt, na kterém byly u zaujatých stromů zaznamenány horizontální a vertikální korunové projekce a byl pořízen vertikální profil terénu. Jádrové území bylo rozděleno na 4 TVP o velikosti 50 x 50 m k podrobnému zhodnocení (Tab. 6). Rozmístění TVP v prostoru je znázorněno na Obr. 9.

Tabulka 6: Rozmístění jednotlivých ploch TVP

Plocha 4 a 3.	Plocha 1 a 2.
TVP 4 50x50mm	TVP1 50x50 mm
TVP 3 50x50mm	TVP 2 50x50mm



Obr. 9: Rozmístění TVP v prostoru Kosteckých borů

#### 4.2. Struktura a vývoj porostů

Měření ploch v terénu probíhalo pomocí technologie Field-Map. Na TVP 1 – 4 byla naměřená poloha všech stromů, jejichž výčetní tloušťka přesáhla 5 cm. Výčetní tloušťky byly měřeny kovovou průměrkou s přesností na 1 mm a výšky pomocí výškoměru Vertex III s přesností na 0,5 m.

Naměřená dendrochronologická data byla použita k výpočtům následujících porostních ukazatelů v porostu na TVP 1 – 4:

- d - průměrná výčetní tloušťka (kvadratický průměr tloušťek všech stromů),
- h - střední porostní výška (aritmetický průměr výšek všech stromů),
- f - výtvarnice jako poměrné číslo vyjadřující podíl objemu stromu k objemu válce, jenž má se stromem společnou základnu a výšku,
- V - hektarová zásoba sdruženého porostu jako součet podružného a hlavního porostu za pomoci regresní rovnice (PETRÁŠ, PAJTIK 1991),



- $v$  - průměrný objem stromu jako podíl zásoby a počtů stromů v porostu,
- $G$  - hektarová výčetní kruhová základna jak součet kruhových základem všech stromů,
- $h:d$  – štíhlostní kvocient jako poměrné číslo mezi výškou a tloušťkou středního stromu,
- CBP - celkový běžný přírůst jako rozdíl celkové objemové produkce ve dvou periodách dělené délkou periody (5 let),
- CPP - celkový průměrný přírůst jako podíl celkové objemové produkce porostu a jeho věku,
- COP - celková objemová produkce jako zásoba hlavního porostu ve věku  $t$  zvětšená o sumu všech zásob podružného porostu do věku  $t$ .

U všech jedinců stromového patra byla na TVP 1 – 4 zhodnocena horizontální struktura. Spočítány byly Hopkins–Skellamův index (HOPKINS, SKELLAM 1954), Pielou–Mountfordův index (PIELOU 1959, MOUNTFORD 1961), Clark–Evansův index (CLARK, EVANS 1954), Ripleyova  $L$ –funkce (RIPLEY 1981, PENTTINEN et al. 1992) pro horní etáž a stojící odumřelé dřevo, které reprezentují způsob rozmístění jedinců po ploše porostu. Dále z hlediska distribučních indexů založené na frekvenci stromů v jednotlivých kvadrátech byl použit David–Moorův index (DAVID, MOORE 1954).

Tab. 7 udává legendu k jednotlivým indexům. Příslušné očekávané hodnoty těchto indexů byly spočítány pomocí numerických simulací pro každý jednotlivý případ zvlášť. V tabulkách k jednotlivým TVP je vytvořen vždy sloupec s očekávanou hodnotou pro náhodné uspořádání. Sloupce dolní mez a horní mez označují interval kolem této očekávané hodnoty, v němž stále ještě není možné zamítnout náhodnost uspořádání. Teprve když hodnota indexu překročí horní mez intervalu, lze (na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ ) konstatovat, že bodová struktura je agregovaná (pro Hopkins–Skellamův, Pielou–Mountfordův David–Moore index), respektive pravidelná (pro Clarkův–Evansův index) a opačně.

Tabulka 7: Intervaly hodnot indexů a odpovídající uspořádání horizontální struktury porostu.

Index	Uspořádání:	Náhodné	Agregované	Pravidelné
Hopkins–Skellam		$A = 0.5$	$A > 0.5$	$A < 0.5$
Pielou–Mountford		$\alpha = 1$	$\alpha > 1$	$\alpha < 1$
Clark–Evans		$R = 1$	$R < 1$	$R > 1$
David–Moore		$ICS = 0$	$ICS > 0$	$ICS < 0$

Rozdíly v horizontální struktuře byly určovány pomocí Ripleyovy  $L$ -funkce a vyjádřeny graficky. Na ose  $x$  je vzdálenost jedinců obnovy v metrech a na ose  $y$  je hodnota  $L$ -funkce –  $L(r)$ . Tato hodnota znamená střední počet jedinců, kteří by se nacházeli v kruhu o poloměru  $r$  kolem náhodně vybraného jedince, pokud by jedinci na ploše měli jednotkovou hustotu (tj. v tomto případě 1 jedinec na  $1 \text{ m}^2$ ). Na jednotlivých obrázcích vždy černá čára zachycuje  $L$ -funkci pro skutečné vzdálenosti jedinců přirozené obnovy na transektech jednotlivých TVP a středové tři křivky ukazují  $L$ -funkci pro náhodné rozdělení stromků v prostoru a jeho 95 % interval spolehlivosti. Jestliže je černá čára rozdělení stromů na TVP nad tímto intervalem, tak to znamená, že jedinci mají indikaci ke shlukovitosti (agregovanosti) a pokud je pod tímto intervalem, tak mají tendenci k pravidelnému rozmístění.

K vizualizaci struktury studovaných porostů a simulaci jejich vývoje byl použit růstový simulátor program SIBYLA (FABRIKA, ĎURSKÝ 2005).

Diverzita porostu ve vztahu k dřevinné skladbě, četnosti jejich zastoupení, horizontálnímu a vertikálnímu uspořádání byla hodnocena na úrovni následujících indexů:

- $R$  – agregační index podle CLARKA, EVANSE (1954),  
uspořádání:  $R = 1$  náhodné  $R < 1$  agregované  $R > 1$  pravidelné,
- $A$  – standardizovaný Arten–profil index (PRETSCH 2006) jako relativní míra diverzity, udávající, nakolik se hodnocený porost blíží stavu maximální možné diverzity, prostorová diverzita nabývá hodnot 0–1, hodnota 0 – pouze ty monokultury, u nichž výška nejmenšího stromu je vyšší než 80 % maximální výšky, hodnotu 0,9 nabývají porosty se strukturou podobnou výběrnému lesu,
- $B$  – index porostní proměnlivosti (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997) jako komplexní míra diverzity porostu ( $B > 5$  – výrazně strukturované porosty).

Matematické definování indexu porostní proměnlivosti  $B = p \cdot A + q \cdot S + V + K$ .

Index spojuje v sobě čtyři dílčí faktory:  $A$  – je index dřevinného složení,  $S$  – je index vertikální struktury,  $V$  – index prostorového rozdělení porostu,  $K$  – index korunové diference (JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997).

Čím nabývá index větší hodnoty, tím rozmanitější porostní skladbu má. Ve střední Evropě může dosahovat maxima 15. Reálné nejvyšší hodnoty jsou kolem 9, které mají obzvláště rozmanité porosty. U lesů vysokých, pasečně obhospodařovaných obvykle dosahuje hodnot menších než 5 (ÚHÚL 2013).

V programu Sibyla byly vypočteny a predikovány hodnoty pro indexy:

- $TM_d$  – index tloušťkové diferenciacie,
- $TM_h$  – index výškové diferenciacie,
- CP – plocha projekce,
- CC – zápoj,
- PCC – procento korunového zápoje  $PCC = 100 \cdot (1 - e^{-1 \cdot PCA})$

$$PCA = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ci}}{10^4 \cdot P}$$

– kde PCA – kolik hektarů korunových projekcí ( $A_{ci}$ ) se vyskytuje na ploše 1 ha,

P – jednotka plochy porostu,

- SDI – index hustoty porostu, vychází z poměru očekávaného počtu stromů  $N_{exp}$  při střední tloušťce 25 cm k aktuálnímu počtu stromů (REINEKE 1933). Výpočet je odvozen ze vzorce:

$$\frac{N_{exp}}{N} = \frac{e^a \cdot 25^{-1,605}}{e^a \cdot d_g^{-1,605}},$$

po vykrácení:

$$SDI = N \cdot \left(\frac{25}{d_g}\right)^{-1,605},$$

Pokud tento index SDI dáme do poměru s tabulkovým empiricky zjištěným

$SDI_{max}$  dostaneme  $SDI_{rel}$ :

$$SDI_{rel} = \frac{SDI}{SDI_{max}}.$$

Tento index hovoří o aktuálním stupni hustoty porostu na základě počtu stromů, pokud předpokládáme, že hustota porostu se bude vyvíjet podle Reinekeho pravidla. Vychází ze závislosti počtu stromů na jednotku plochy na střední tloušťce, vztah platí pro stejnověké porosty s plným zakmeněním bez zásahů člověka (REINEKE 1933).

## 5. Výsledky

### 5.1. TVP 1

#### 5.1.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 1 se nacházejí v nadmořské výšce 430 m. n. m. Terén je částečně tvořen z pískovcového skalnatého tvaru s náhorními plochými plošinami, na kterých se nachází písčité

sediment a váté písky. Skalnaté útvary sestupují do úžlabin a údolí. Půda je zde velmi chudá a propustná, ležící na písčitéch plošinách skalního terénu (podzol arentický, kambizem arentická podzolová). Úhrn srážek za období 2013 činil 650-750 mm (zdroj ČHMÚ). Skupina typů geobiocenů B0 (BUČEK, LACINA 1999 et ZLATNÍK 1976).

Soubor lesních typů – 0Z (Reliktní bor). Stromový porost je tvořen převážně 95 % borovicí (*Pinus sylvestris*), 5% břízou (*Betula pendula*). Bylinný porost je zastoupený brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*) a brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*) a na vrškách plošin se vyskytuje vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

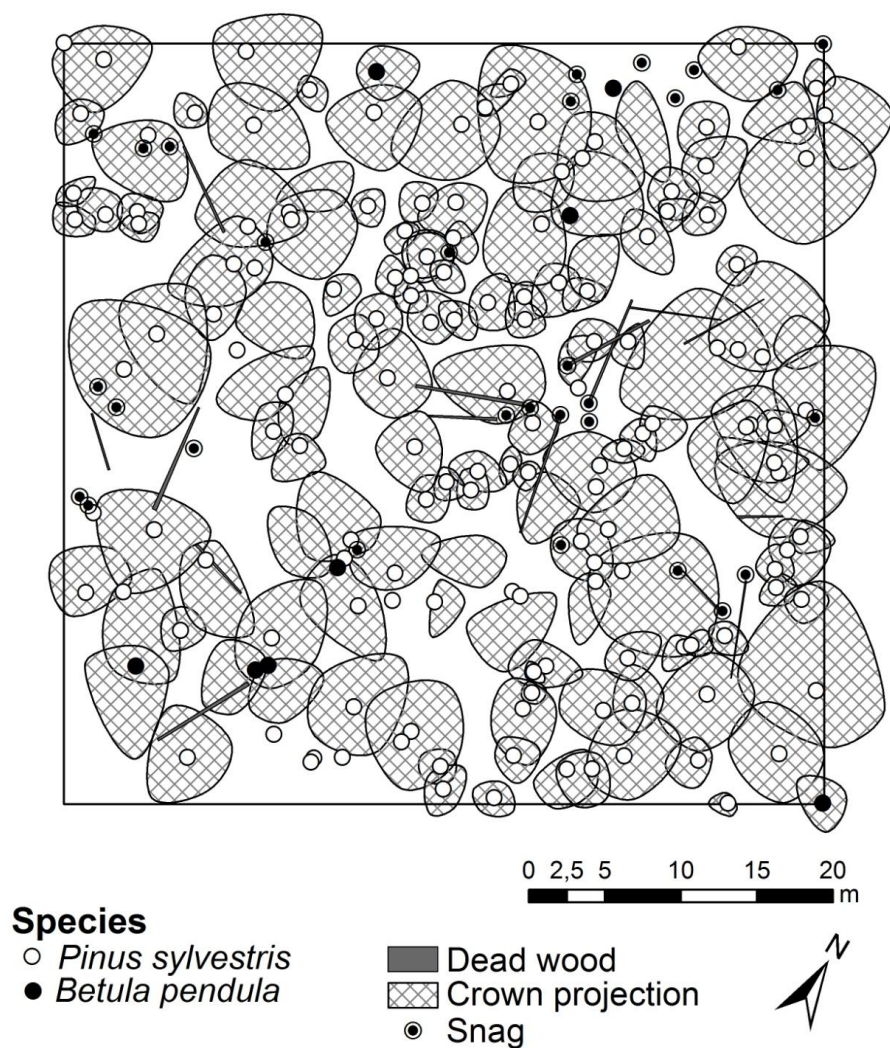


Obr. 10: Interiér borového porostu na TVP 1 – Kostelecké bory v r. 2014 (foto: M.Brandejský).

## 5.1.2. Struktura a vývoj lesního porostu

### 5.1.2.1. Prostorová struktura porostu

Na TVP 1 byly spočítány jednotlivé indexy (Hopkins-Skellamova, Pielou-Mountfordova, David-Moore a Clark-Evansova). Hodnoty indexů horizontální struktury jedinců stromového patra jsou uvedeny v Tab. 8. Na Obr. 11 je znázorněna horizontální struktura porostu jednotlivých dřevin a jeho rozmístění v prostoru. Na TVP 1 je rozmístění jedinců mírně agregované a tíhnou lehce k náhodnému uspořádání.

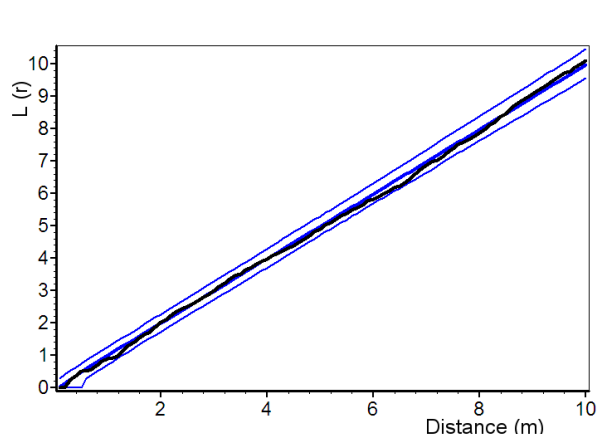


Obr. 11: Horizontální struktura borového porostu na TVP 1.

Tabulka 8: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 1.

Index	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	0,473	0,497	0,427	0,577
Pielou–Mountford	0,970	1,076	0,861	1,349
David–Moore	1,040	1,034	0,945	1,123
Clark–Evans	0,053	0,002	-0,258	0,299

\* statisticky významné

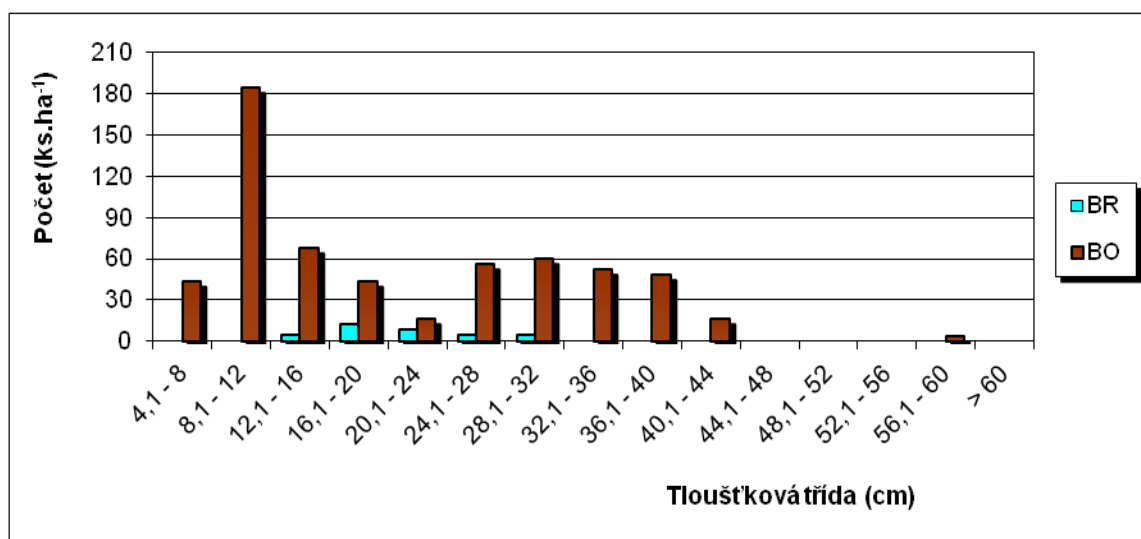


Obr. 12: Horizontální struktura horní etáže na TVP 1 vyjádřená L-funkcí.

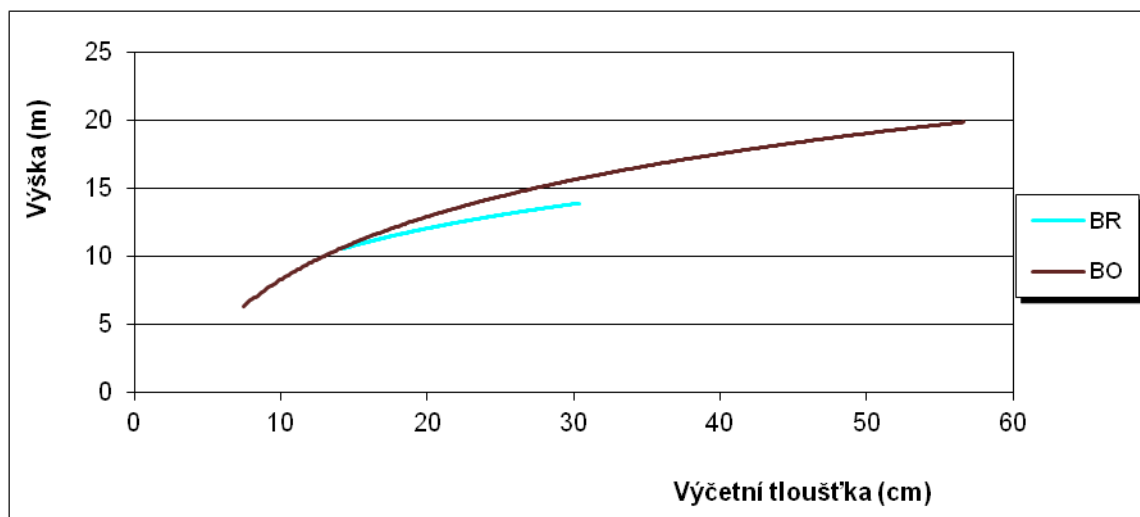
### 5.1.2.2. Biometrická charakteristika porostu

Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1- 12 cm, v přepočtu to vychází až na 180 ks.ha<sup>-1</sup>. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě kolem 56,1 - 60 cm do 10 ks.ha<sup>-1</sup> spolu s břízou v rozmezí 4,1 - 8 cm taktéž do 10 ks.ha<sup>-1</sup>. Převládající dřevinou je borovice s příměsí břízy (Obr. 13).

Nejsilnější stromy na ploše dosahují výčetní tloušťky 58 cm. Maximální výška k poměru tloušťce na ploše byla změřena kolem 20 m s tloušťkou 55 cm u borovice. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 14).



Obr. 13: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 1.



Obr. 14: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP

### 5.1.2.3. Růstové vizualizace a simulace

Základní charakteristika využití pro simulaci

- Soubor lesních typů – 0Z
- Půdní typ – podzol arentický, regozem arentická, kambizem arentická podzolová a kyselá litozemě.
- Délka vegetačního období – 170 dní
- Úhrn srážek ve vegetačním období – 386 mm
- Roční teplotní amplituda – 19.6 °C
- Průměrná teplota ve vegetačním období – 13.8 °C
- Zásobenost vodou – 0.125
- Zásobenost živinami – 0.135
- Koncentrace N<sub>2</sub>O – 307.8 (ppb)
- Koncentrace CO<sub>2</sub> – 354.8 (ppm)
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let

*Vývoj porostu:*

Oblast TVP 1 se nachází na nejsušším stanovišti ze všech stanovišť. Zapojení porostu je mírně rozvolněné. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Zápoj se postupně s věkem bude rozšiřovat. Porost je většinou borový s příměsí břízy. Přirozený porost je narušen danými podmínkami. Mladý porost je ve fázi dorůstání, kdy postupně dorůstá do mezer a světlin v porostním zápoji. Ve stadiu optima je jen pár stromů s maximální tloušťkou a výškou (fáze síňové výstavby) a je narušeno s malými výkyvy ve střední fázi. Přirozená obnova je malá.

Dřevinná skladba, struktura i vývojové možnosti porostu odpovídají stanovištním podmínkám. Autoregulační schopnosti porostu jsou narušeny vlivem působení emisí.

*Strukturální diferenciacie porostu:*

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Artenprofil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 1 je uveden na Obr. 21 – 23 a uveden v Tab. 9.

Index horizontálního uspořádání stromového porostu je v roce 2014 mírně agregovaný, agregovanost (shlukovitost) bude stoupat do roku 2034, pak bude klesat a tíhnout k náhodnému uspořádání do roku 2054, ale stále zůstává porost mírně agregovaný. Od roku 2054 bude opět klesat k více agregovanosti (Obr. 21).

Index relativní míry diverzity je v roce 2014 nejnižší s hodnotou 0,57, mírně bude stoupat až do roku 2034, v roce 2034 je zaznamenán mírný pokles do roku 2044, pak bude opět stoupat na maximální hodnotu 0,60 v roce 2034 (Obr. 22).

Index porostní proměnlivosti (rozmanitost) je největší v roce 2014 s hodnotou 6,35, pak bude lineárně klesat až do roku 2064 na hodnotu 6,05 (Obr. 23).

Index tloušťkové diferenciacie lineárně stoupá až do roku 2054, kdy bude na maximum s hodnotou mezi 0,33-0,34, pak bude mírně klesat do roku 2064 (Obr. 24).

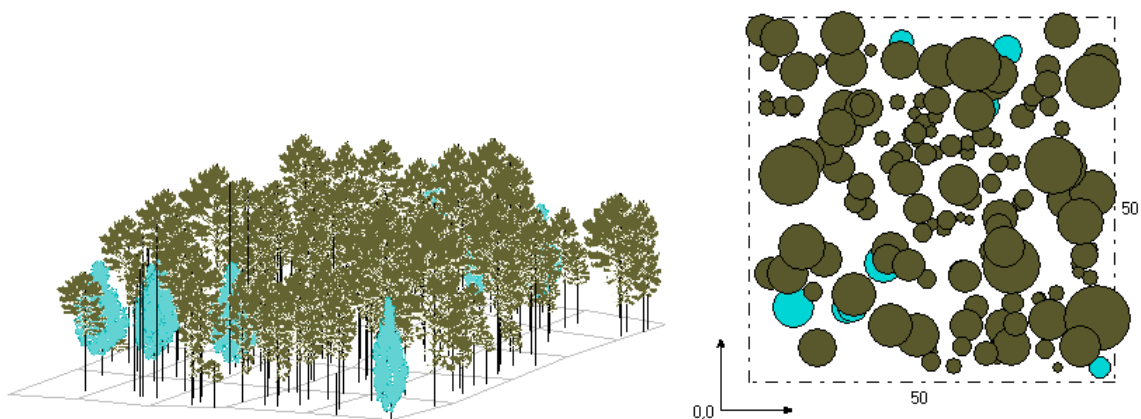
Index výškové diferenciacie lineárně klesá, v roce 2014 je na maximum s hodnotou 0,36, minimum má v roce 2064 s hodnotou 0,21 (Obr. 25).

Vývoj počtu jedinců stromového patra smíšeného porostu při simulaci samovývoje bude takový, že postupně bude klesat počet kusů na hektar, kdy maximum je v roce 2014 s 600 ks.ha<sup>-1</sup>, potom lineární pokles až do roku 2064 na 500 ks.ha<sup>-1</sup> (Obr. 26).

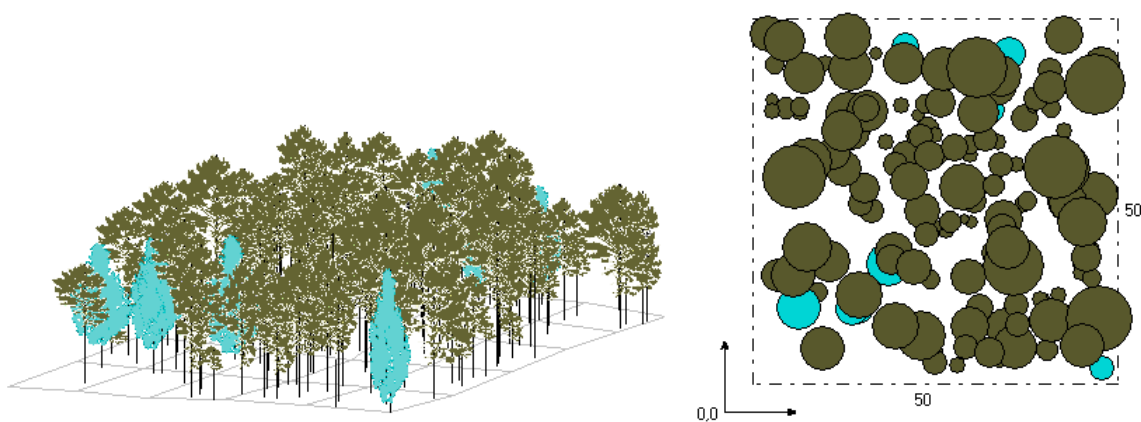
Vývoj zásoby stromového patra smíšeného porostu při simulaci samovývoje je, že postupně bude lineárně stoupat, kdy nejnižší je v roce 2014 s 170 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, potom lineárně stoupá až do roku 2064 na 390 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. U borovic zásoba stoupá s věkem, u bříz jsou malé výkyvy (Obr. 27).

Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 10).

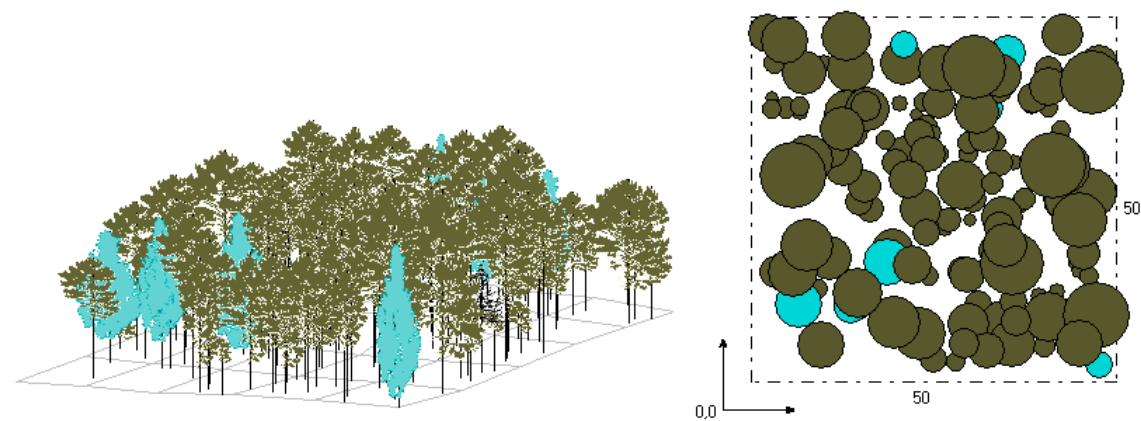




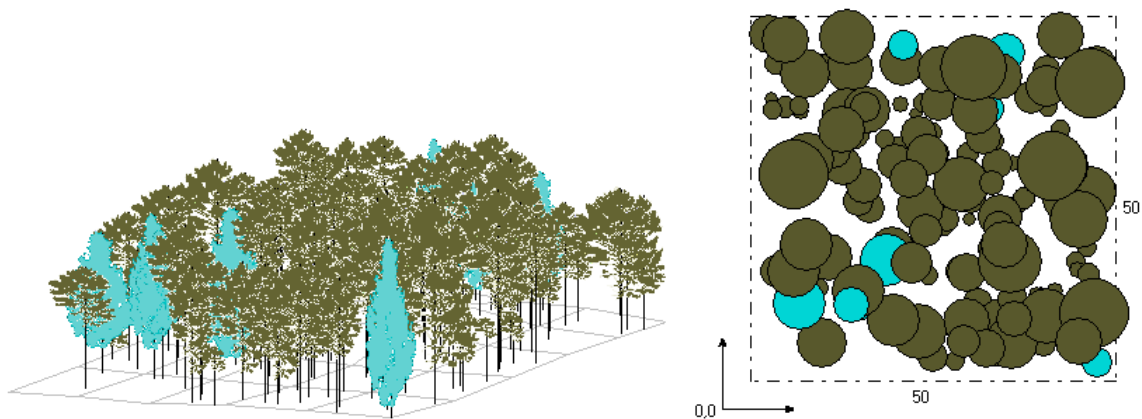
Obr. 15: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 1 v roce 2014.



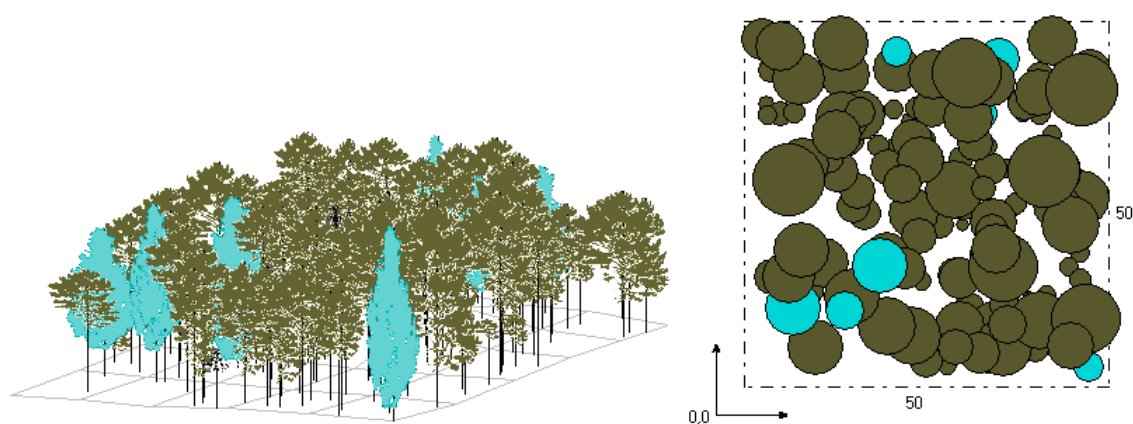
Obr. 16: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2024.



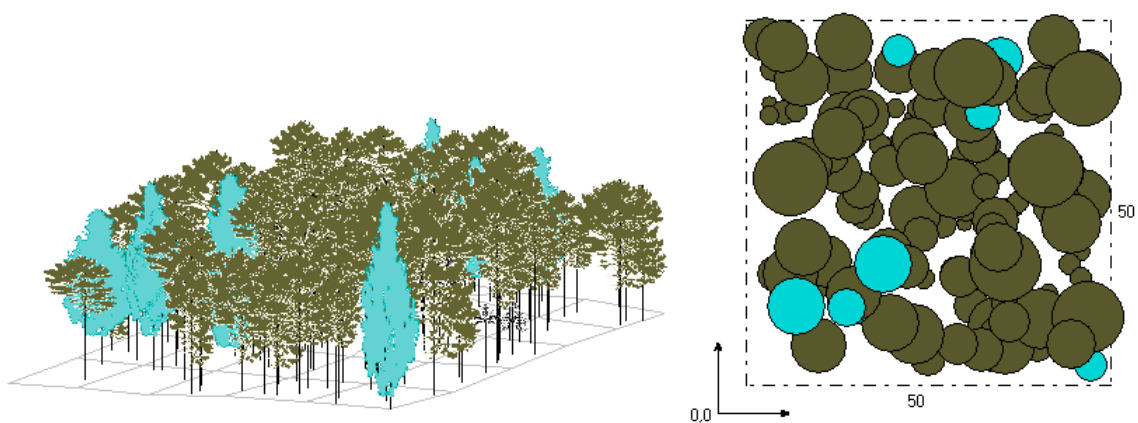
Obr. 17: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2034.



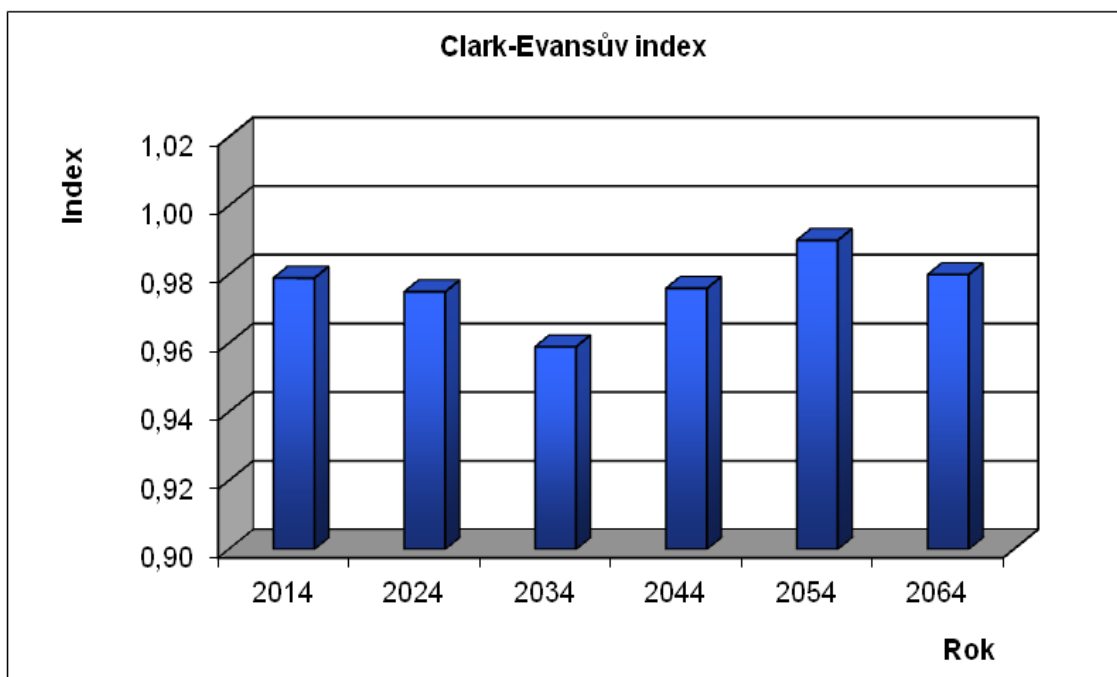
Obr. 18: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2044.



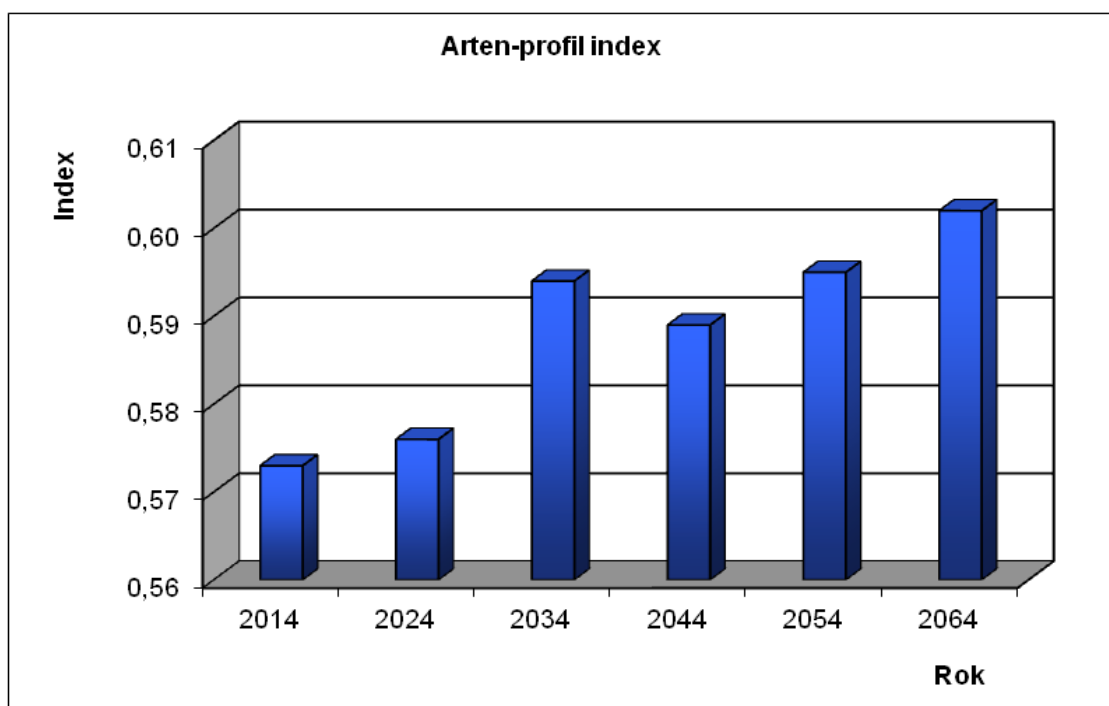
Obr. 19: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2054.



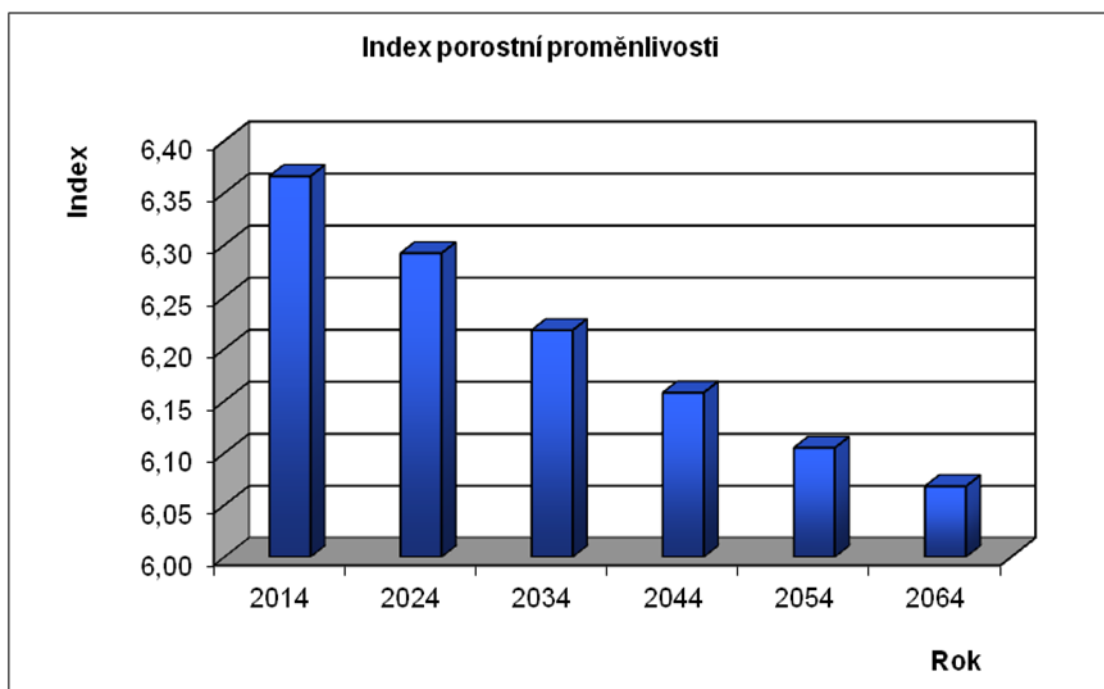
Obr. 20: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2064.



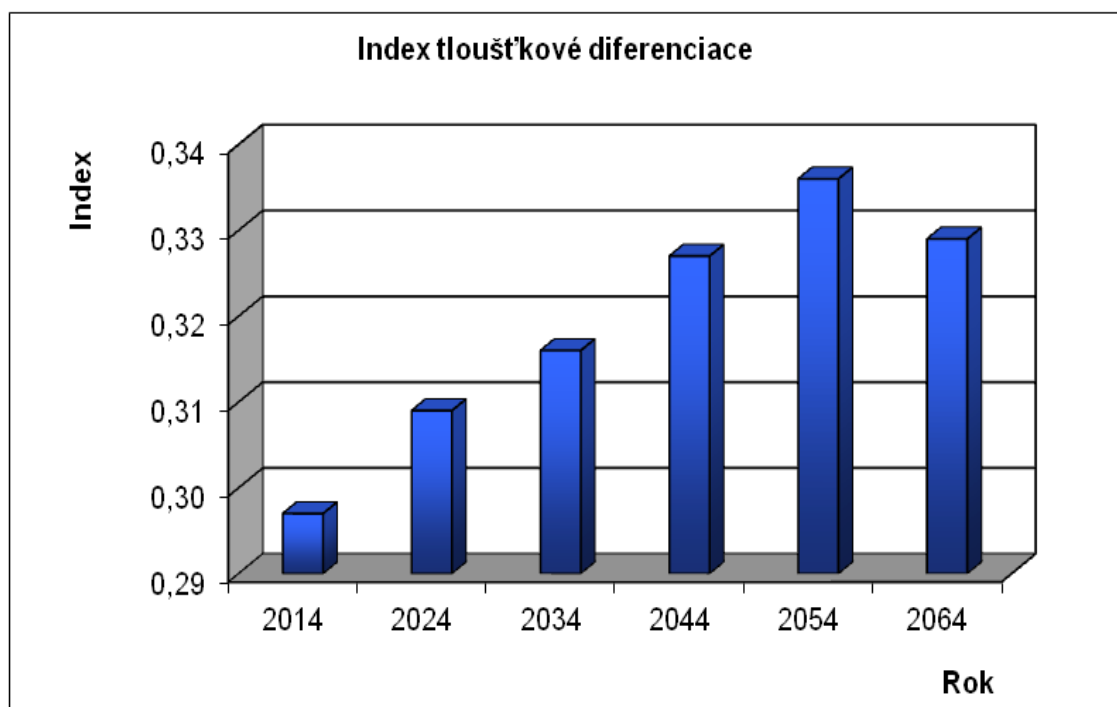
Obr. 21: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



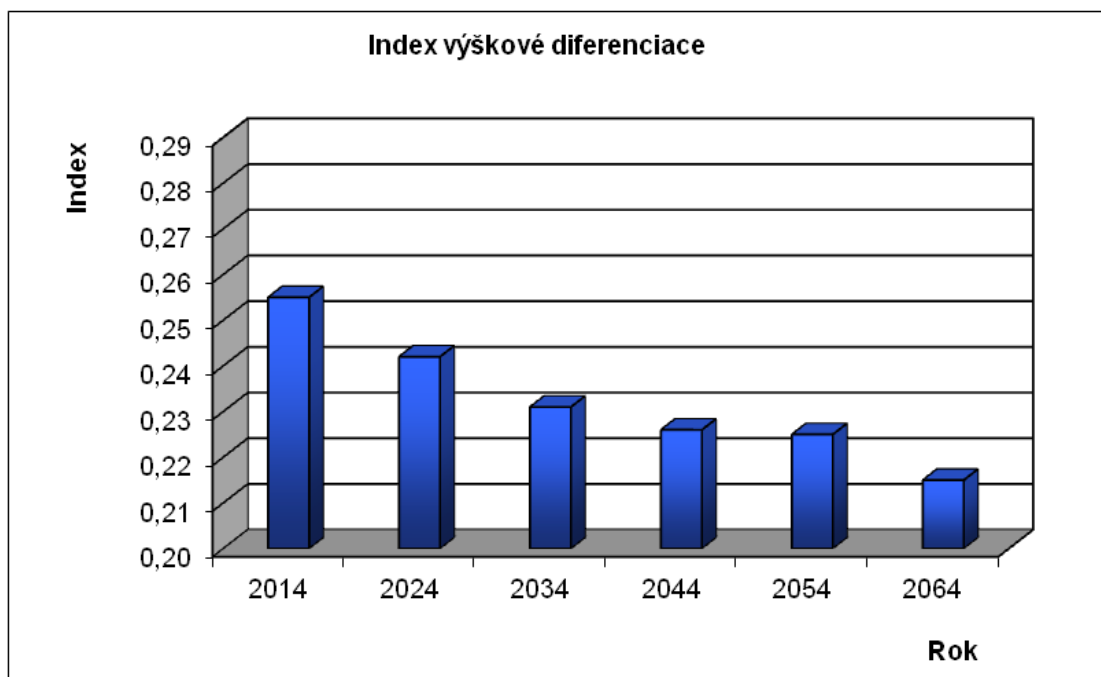
Obr. 22: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



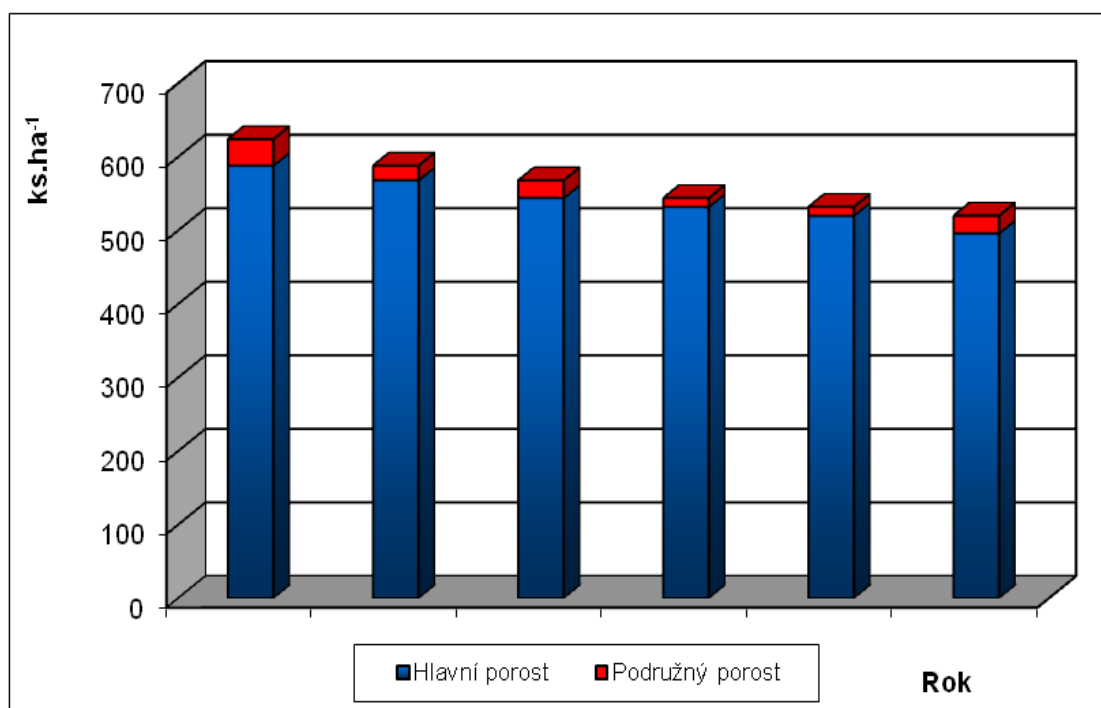
Obr. 23: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



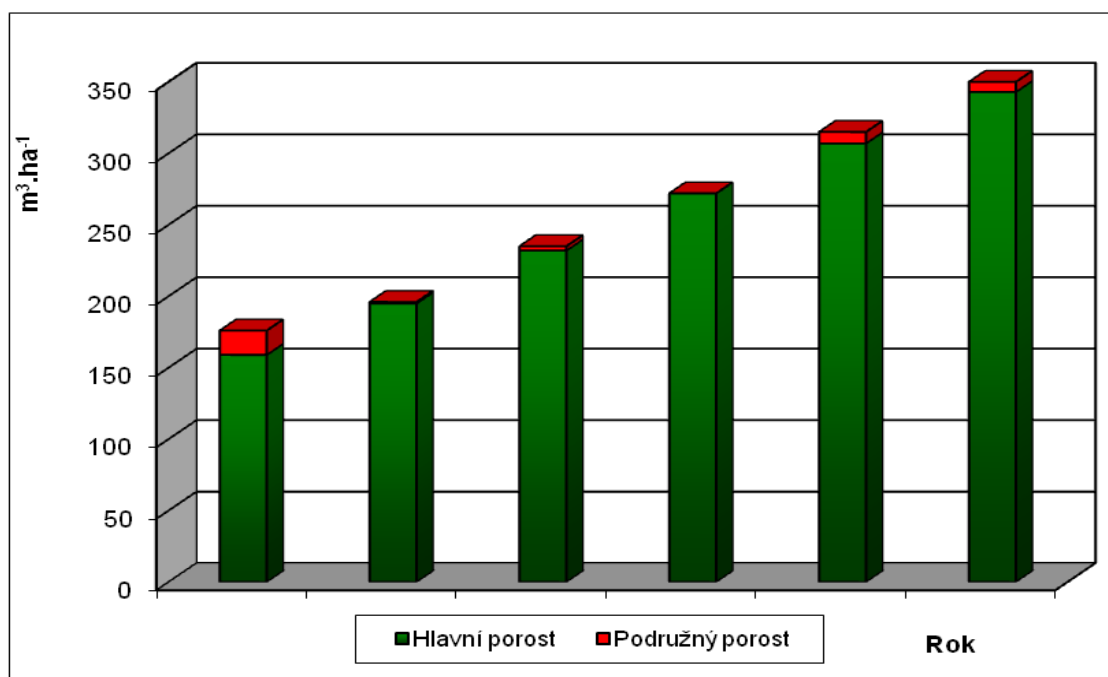
Obr. 24: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obr. 25: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obr. 26: Vývoj počtu jedinců v ks.ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obr. 27: Vývoj zásoby v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Tabulka 9: Vývoj indexů a density stromového patra borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	CP	CC	SDI
2014	0,979	0,573	6,366	0,297	0,255	78,1	1,52	0,55
2024	0,975	0,576	6,292	0,309	0,242	83,4	1,80	0,59
2034	0,959	0,594	6,218	0,316	0,231	87,2	2,06	0,67
2044	0,976	0,589	6,158	0,327	0,226	89,9	2,30	0,74
2054	0,990	0,595	6,105	0,336	0,225	92,3	2,57	0,82
2064	0,980	0,602	6,068	0,329	0,215	93,8	2,78	0,88

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, CP – plocha projekce, CC – zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 10: Růstová tabulka vývoje sdruženého borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	201	22,9	11,9	0,576	0,281	624	25,8	176	51,8	0,0	0,88	176
2024	207	25,0	12,0	0,566	0,333	588	28,8	196	47,9	3,9	1,03	213
2034	215	27,7	12,3	0,561	0,415	568	34,2	236	44,3	4,0	1,18	253
2044	222	30,3	12,6	0,551	0,501	544	39,1	272	41,6	4,2	1,32	293
2054	230	32,7	12,9	0,546	0,591	532	44,7	314	39,4	4,3	1,46	336
2064	238	34,8	13,1	0,541	0,673	520	49,3	350	37,6	4,3	1,59	379

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>).

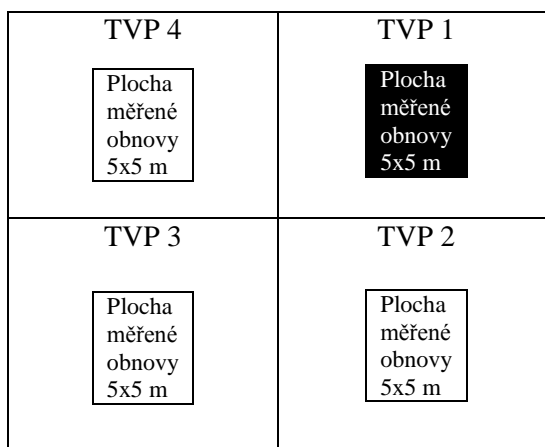
## Borovice

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	203	23,0	11,9	0,590	0,290	592	24,6	172	51,5	0,0	0,85	172
2024	210	24,9	11,9	0,590	0,341	556	27,1	190	47,7	3,6	0,99	207
2034	219	27,5	12,1	0,588	0,423	536	31,9	227	44,1	3,7	1,11	244
2044	228	30,0	12,4	0,580	0,508	512	36,2	260	41,3	3,8	1,23	281
2054	236	32,3	12,6	0,576	0,596	500	41,0	298	39,1	3,9	1,35	319
2064	245	34,2	12,8	0,575	0,675	488	44,8	329	37,3	3,9	1,47	359

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>).

### 5.1.2.4. Obnova porostu

Na TVP 1 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy s přepočtem na hektar (Obr. 28). Z Obr. 29 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 1.

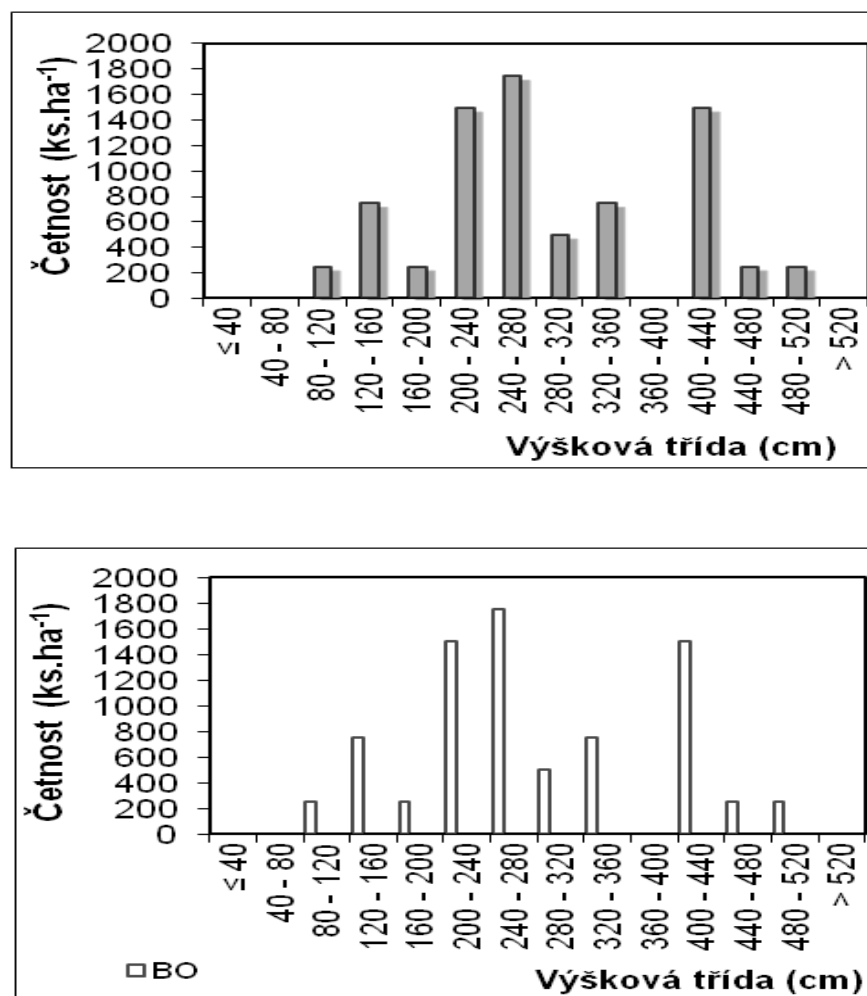


Obr. 28: Umístění plochy 5x5m v TVP 1

Z histogramu výškové struktury přirozené obnovy diferencované podle celkové četnosti vyplývá, že je zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 1800 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 240-280 cm, 1550 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 200-240 cm a 1550 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 400-440 cm. Nejmenší celková četnost jedinců je 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 80-120 cm, 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 160-200 cm, 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 440-480 cm a 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 480-520 cm (Obr. 29).

Z histogramu výškové struktury přirozené obnovy diferencované podle zastoupení jednotlivých dřevin z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno 1800 ks.ha<sup>-1</sup> borovic v rozmezí výškové třídy 240-280 cm, 1600 ks.ha<sup>-1</sup> bříz v rozmezí výškové třídy 200-240 cm a 1600 ks.ha<sup>-1</sup>

v rozmezí výškové třídy 400-440 cm. Nejméně má zastoupení borovice a to 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 80- 120 cm, 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 160-200 cm, 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 440-480 cm a 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 480-520 cm (Obr. 29).



Obr. 29: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 1.

## 5.2. TVP 2

### 5.2.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 2 se nachází taktéž v nadmořské výšce 430 m. n. m. Terén je částečně tvořen z pískovcového skalnatého tvaru s náhorními plochými plošinami, na kterých se nachází písčité sediment a váté písky. Skalnaté útvary sestupují do úžlabin a údolí. Půda je zde velmi chudá a propustná, ležící na písčítých plošinách skalního terénu (podzol arentický, kambizem arentická podzolová). Úhrn srážek za období 2013 činil 650-750 mm (zdroj ČHMÚ). Skupina typů geobiocennů B0 (BUČEK, LACINA 1999 et ZLATNÍK 1976).



Soubor lesních typů – 0Z (Reliktní bor). Stromový porost je tvořen převážně 97 % borovicí s příměsí břízy 3%. Bylinný porost je zastoupený brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*) a brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*) a na vrškách plošin se vyskytuje vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

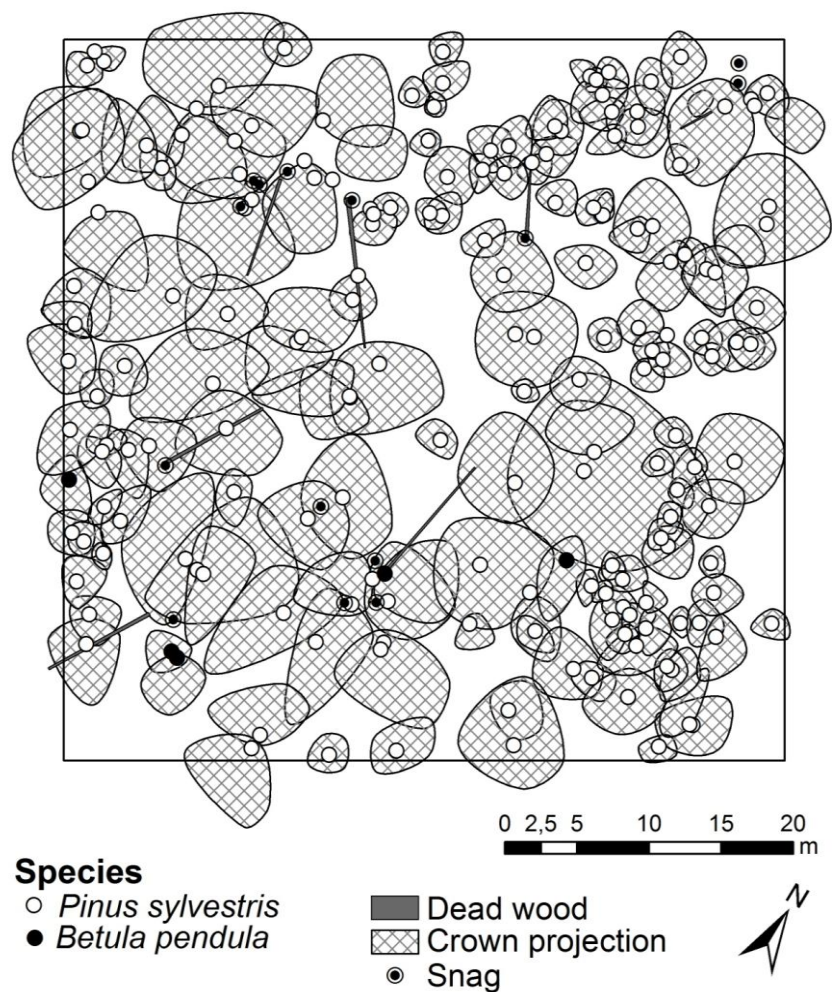


Obr. 30: Interiér borového porostu na TVP 2 – Kostecké bory v r. 2014 (foto: M.Brandejský).

## 5.2.2. Struktura a vývoj lesního porostu

### 5.2.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 31 je znázorněna horizontální struktura porostu jednotlivých dřevin a jeho rozmístění v prostoru. Byly spočítány jednotlivé indexy (Hopkins-Skellamova, Pielou-Mountfordova, David-Moore a Clark-Evansova) - (viz. Tab. 11). U TVP 2 je struktura porostu dle všech indexů agregovaná, dle L-funkce je pro vzájemné vzdálenosti jedinců 0-1,5 m struktura náhodná, pro vzdálenosti 1,5-10 m je struktura porostu na pomezí náhodného a agregovaného uspořádání. Z výsledků vyplývá, že rozmístění jedinců stromového patra tíhne k agregovanosti.

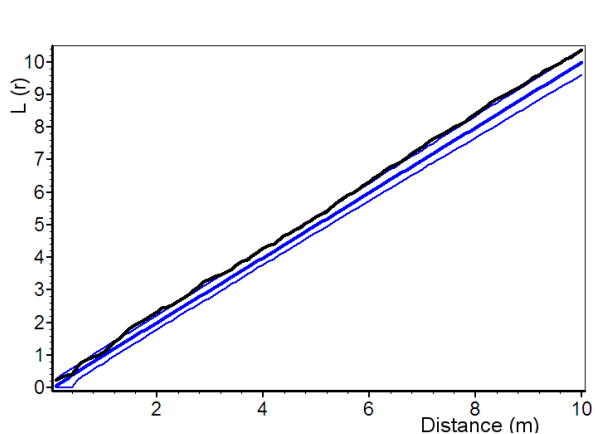


Obr. 31: Horizontální struktura borového porostu na TVP 2.

Tabulka 11: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 2.

Index	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	0,582*	0,498	0,431	0,571
Pielou–Mountford	1,332*	1,077	0,885	1,310
David–Moore	0,933*	1,034	0,953	1,118
Clark–Evans	0,358*	-0,004	-0,256	0,336

\* statisticky významné

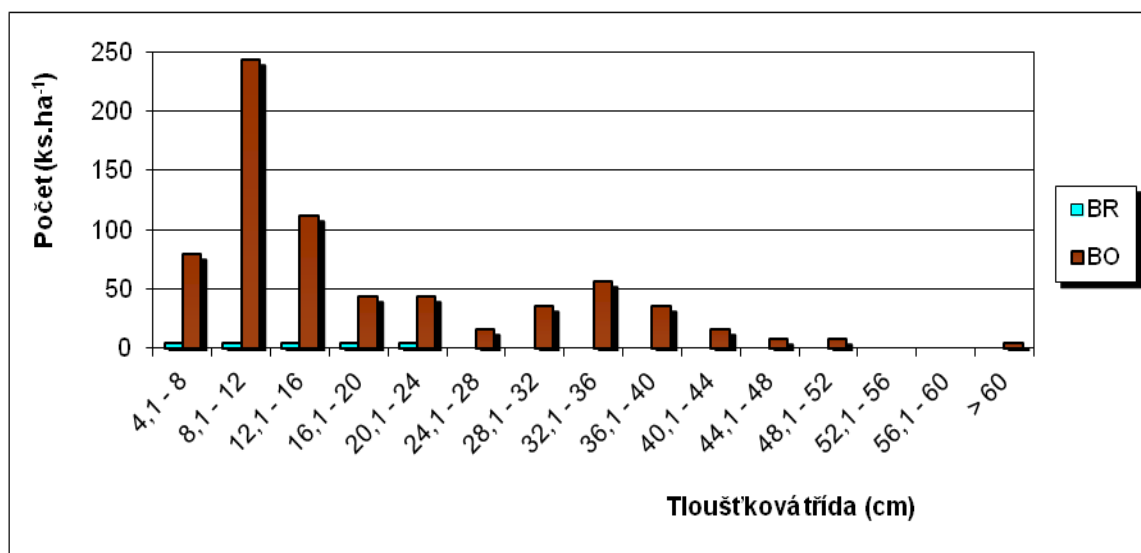


Obr. 32: Horizontální struktura horní etáže na TVP 2 vyjádřená L-funkcí.

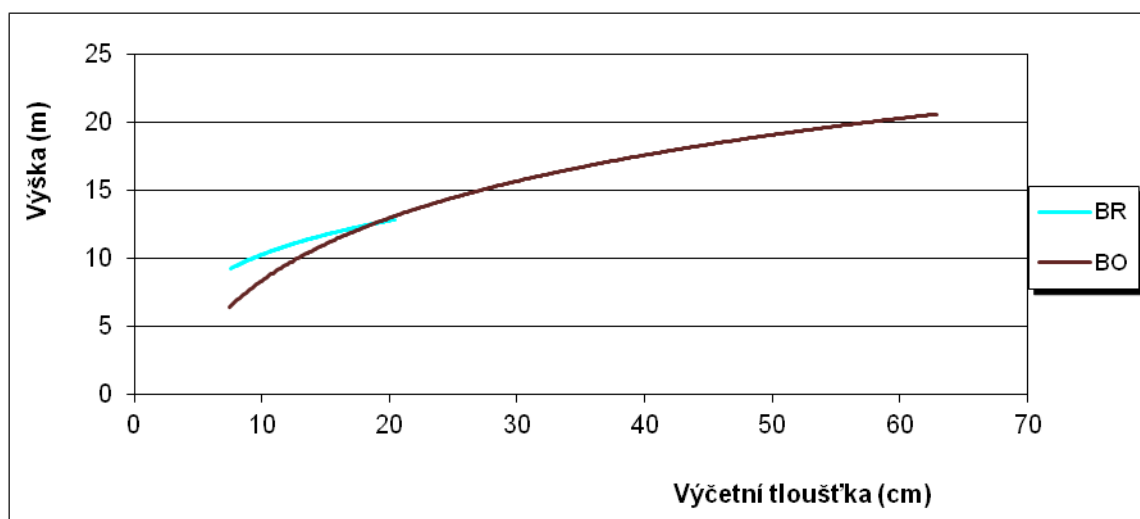
### 5.2.2.2. Biometrická charakteristika porostu

Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1-12 cm se 249 ks.ha<sup>-1</sup>. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě menší jak 6 cm spolu s břízou mezi 4,1-8 cm a to do 10 ks.ha<sup>-1</sup>. Převládající dřevinou je borovice s příměsí břízy (Obr. 33).

Největší výčetní tloušťku k poměru výšce má borovice kolem 64 cm s výškou 21 m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 34).



Obr. 33: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 2.



Obr. 34: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 2.

### 5.2.2.3. Růstové vizualizace a simulace

Základní charakteristika využité pro simulaci

- Soubor lesních typů – 0Z
- Půdní typ – podzol arentický, regozem arentická, kambizem arentická podzolová a kyselá litozemě.
- Délka vegetačního období – 170 dní
- Úhrn srážek ve vegetačním období – 386 mm
- Roční teplotní amplituda – 19,6 °C
- Průměrná teplota ve vegetačním období – 13.8 °C
- Zásobenost vodou – 0.125
- Zásobenost živinami – 0.135
- Koncentrace N<sub>2</sub>O – 307.8 (ppb)
- Koncentrace CO<sub>2</sub> – 354.8 (ppm)
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let

*Vývoj porostu:*

Na chudém a suchém stanovišti je přirozená obnova všech složek velmi pomalá. Oblast TVP 2 se nachází na mírně svažitém terénu, která zasahuje mezi skalní výběžky. Porost má slukovité uspořádání. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Zápoj se postupně s věkem bude zvyšovat. Dřevinná skladba struktury a vývoj porostu odpovídá stanovištním podmínkám. Přirozený porost je narušen danými podmínkami. Mladý porost je ve stádiu dorůstání, kde postupně dorůstá do mezer a světlin v porostním zápoji. Ve stadiu optima je

jen pár stromů s maximální tloušťkou a výškou ( fáze síňové výstavby) a je narušeno s malými výkyvy ve střední fázi. Přirozená obnova porostu je malá.

Autoregulační schopnosti porostu jsou narušeny vlivem působení emisí.

#### *Strukturální diferenciacie porostu:*

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Artenprofil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 2 je uveden na Obr. 41 – 43 a uveden v Tab. 12.

Index horizontálního uspořádání stromového porostu je v roce 2014 mírně agregovaný, agregovanost bude klesat do roku 2024. V roce 2024 bude porost tíhnout k náhodnému uspořádání, stále je však lehce agregovaný. Po roce 2024 bude opět lehce lineárně klesat k více agregovanosti až do roku 2064 (Obr. 41).

Index relativní míry diverzity je v roce 2014 nejnižší s hodnotou 0,55, postupně bude stoupat až do roku 2044 na maximální hodnotu 0,58, kdy bude největší, pak bude opět klesat do roku 2064 (Obr. 42).

Index porostní proměnlivosti (rozmanitost) je nejmenší v roce 2014 s hodnotou 0,55, pak bude stoupat do roku 2044 na maximální hodnotu 0,58, potom bude klesat do roku 2064 na hodnotu mezi 0,55 – 0,56. (Obr. 43).

Index tloušťkové diferenciacie lineárně stoupá až do roku 2034, kdy bude na maximum s hodnotou mezi 0,32-0,33, pak bude mírně klesat do roku 2044, potom bude opět stoupat do roku 2054 na maximální hodnotu mezi 0,33-0,34, pak bude opět lehce klesat do roku 2064 (Obr. 44).

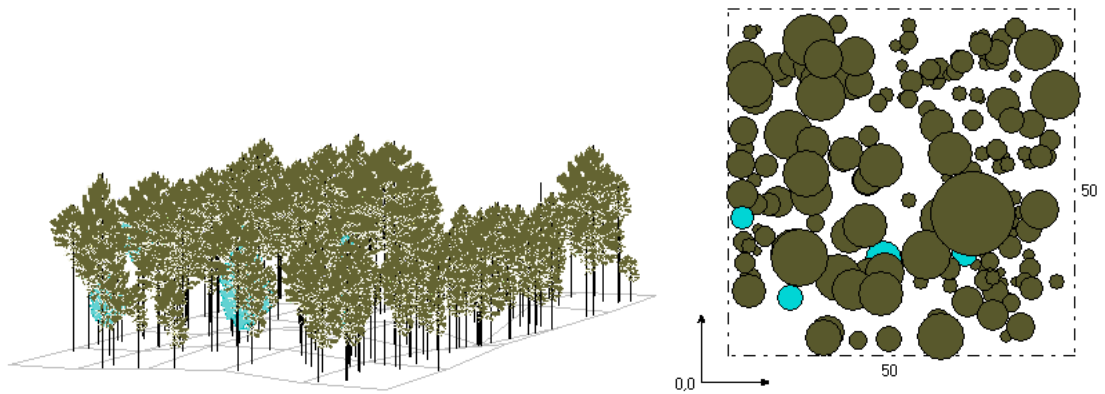
Index výškové diferenciacie lineárně klesá, v roce 2014 je na maximum s hodnotou mezi 0,27-0,28, minimum má v roce 2064 s hodnotou mezi 0,22-0,23 (Obr. 45).

Vývoj počtu jedinců stromového patra smíšeného porostu při simulaci samovývoje, je takový, že postupně bude lineárně klesat i počet kusů na hektar, maximum bude v roce 2014 s 700 ks.ha<sup>-1</sup>, potom lineární pokles do roku 2064 na 500 ks.ha<sup>-1</sup> (Obr. 46).

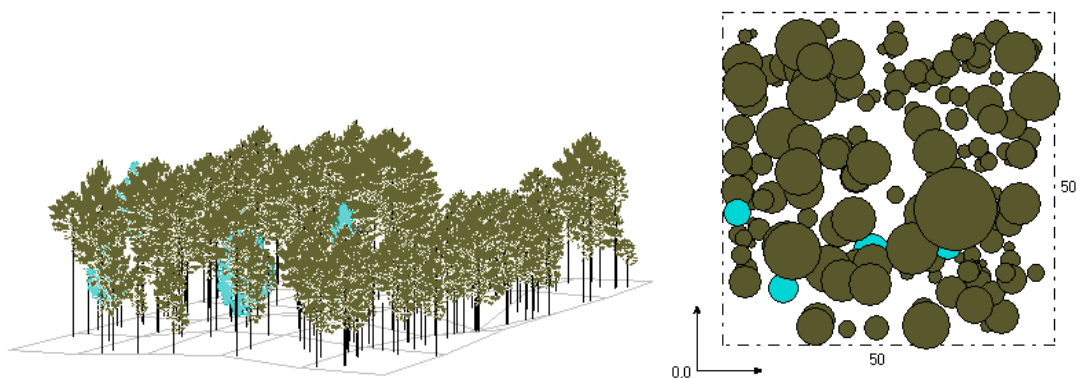
Vývoj zásoby stromového patra smíšeného porostu při simulaci samovývoje je, že zásoba bude postupně stoupat, kdy na minimum je v roce 2014 s 175 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, potom lineárně stoupá do roku 2064 na 320 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. U borovic zásoba stoupá s věkem, u bříz jsou malé výkyvy (Obr. 47).

Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od

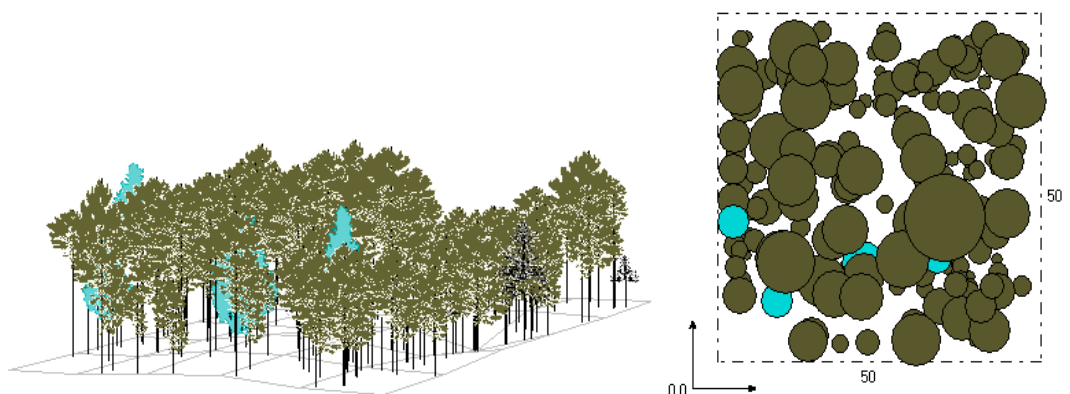
roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 13).



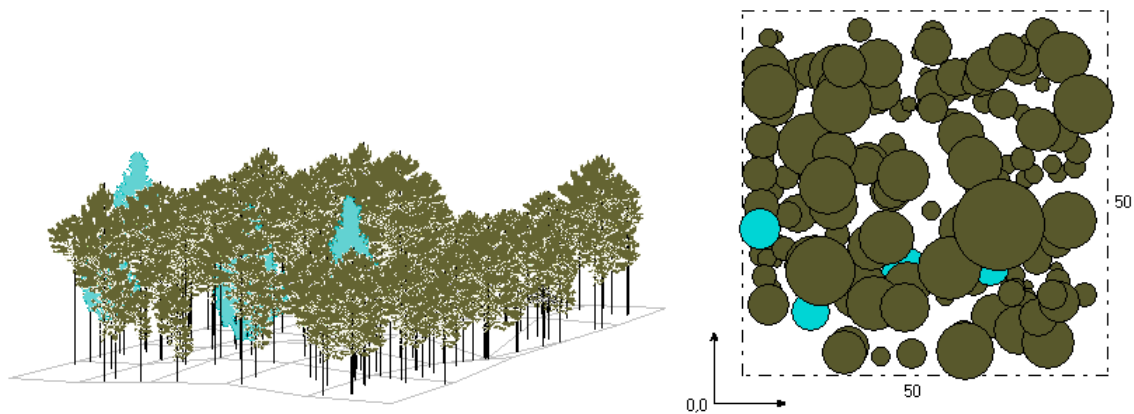
Obr. 35: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 2 v roce 2014.



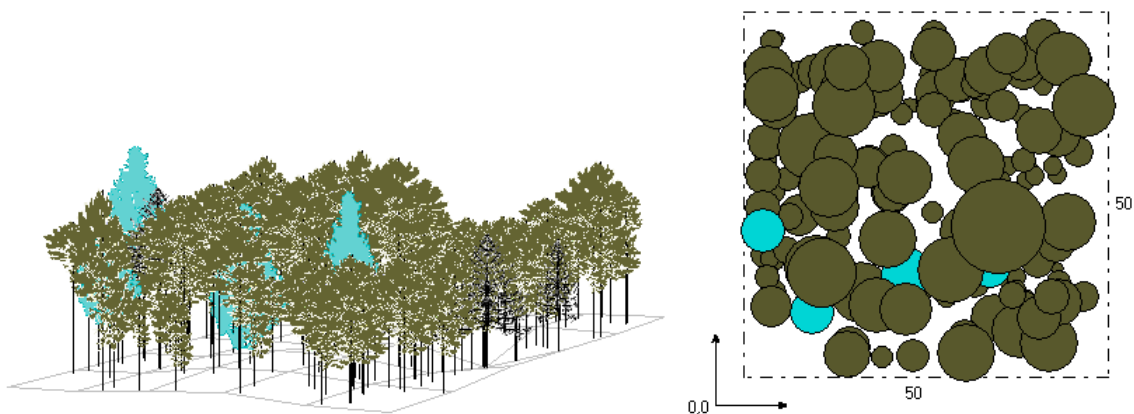
Obr. 36: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2024.



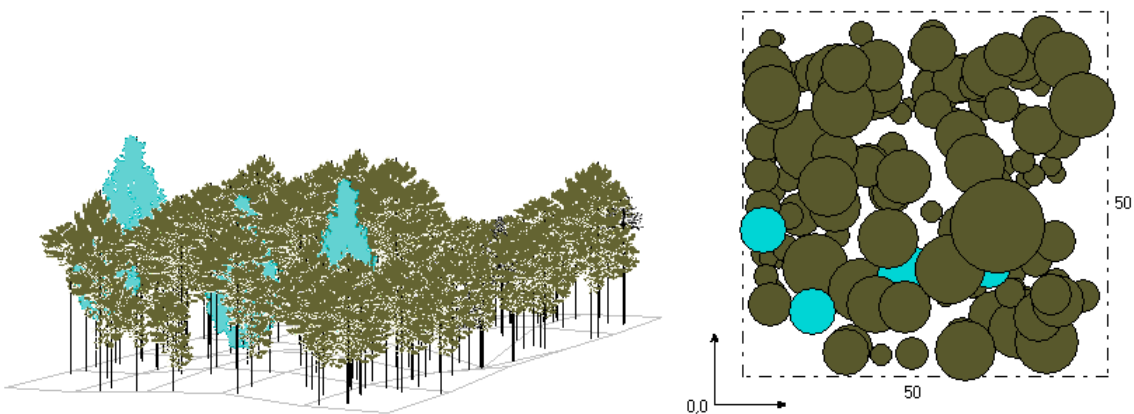
Obr. 37: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2034.



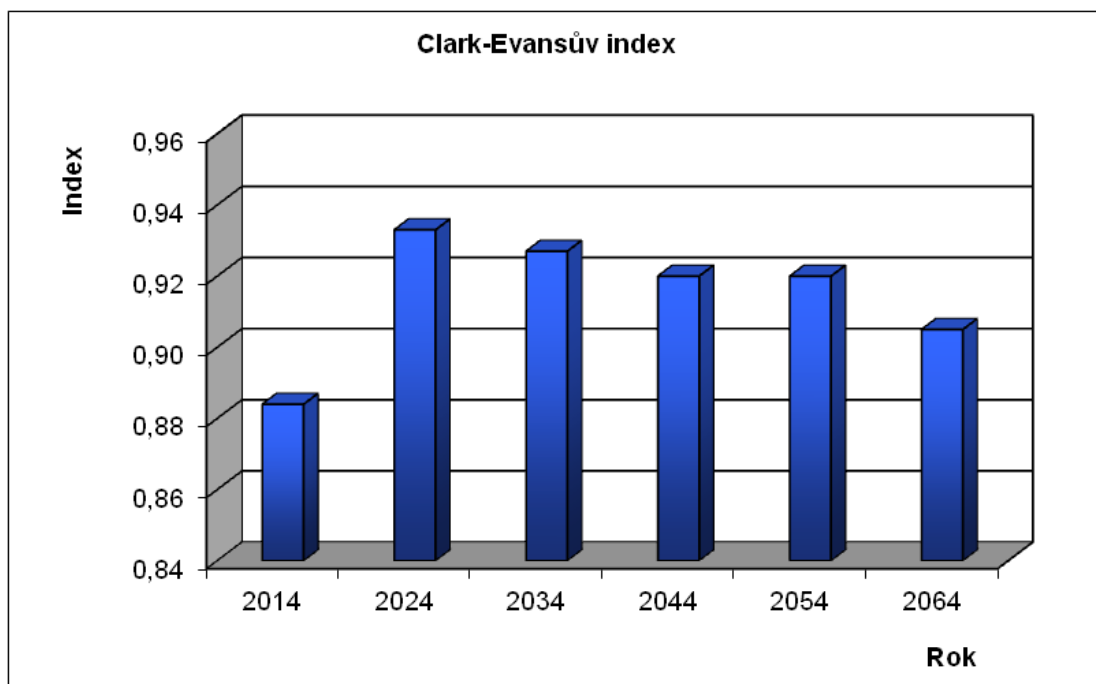
Obr. 38: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2044.



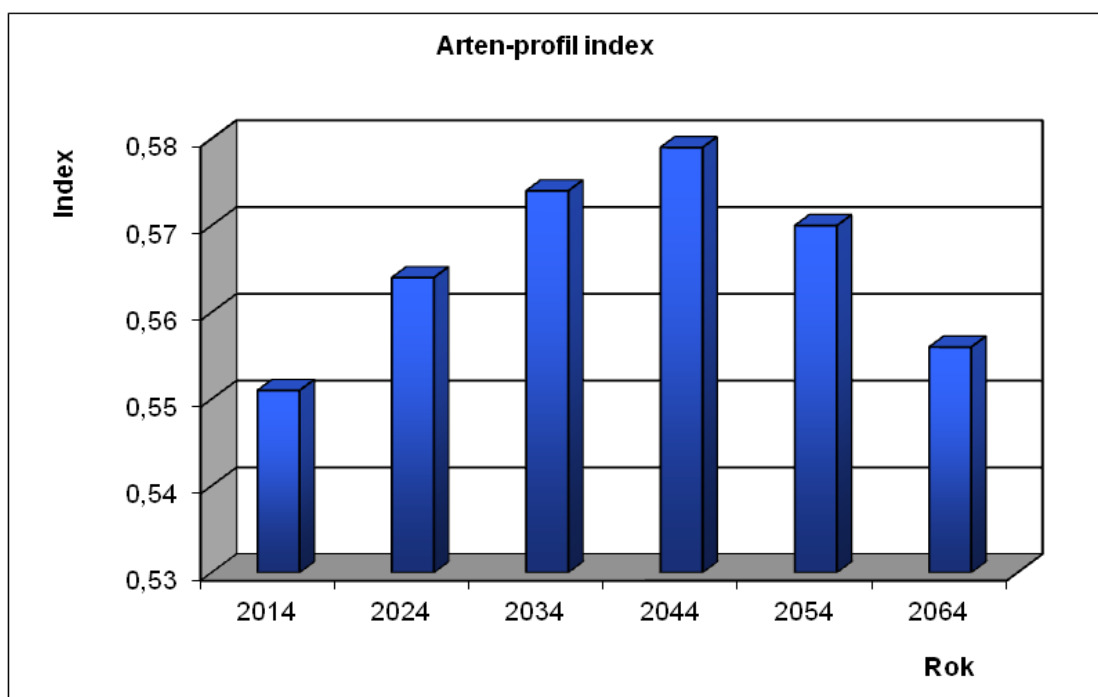
Obr. 39: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2054.



Obr. 40: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2064.

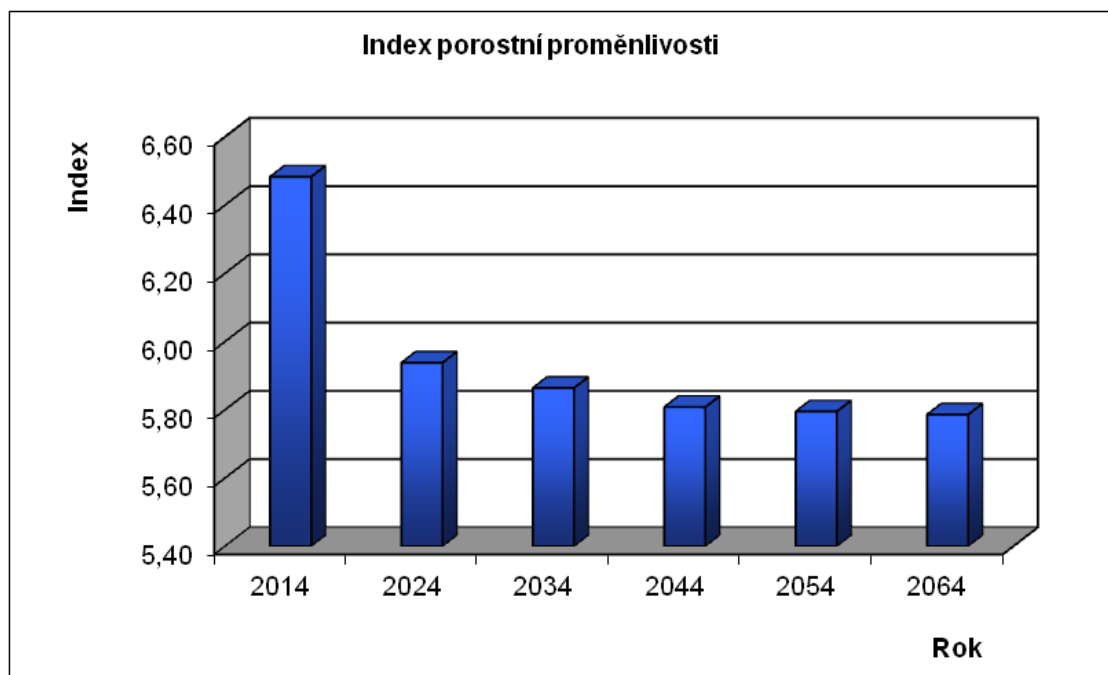


Obr. 41: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

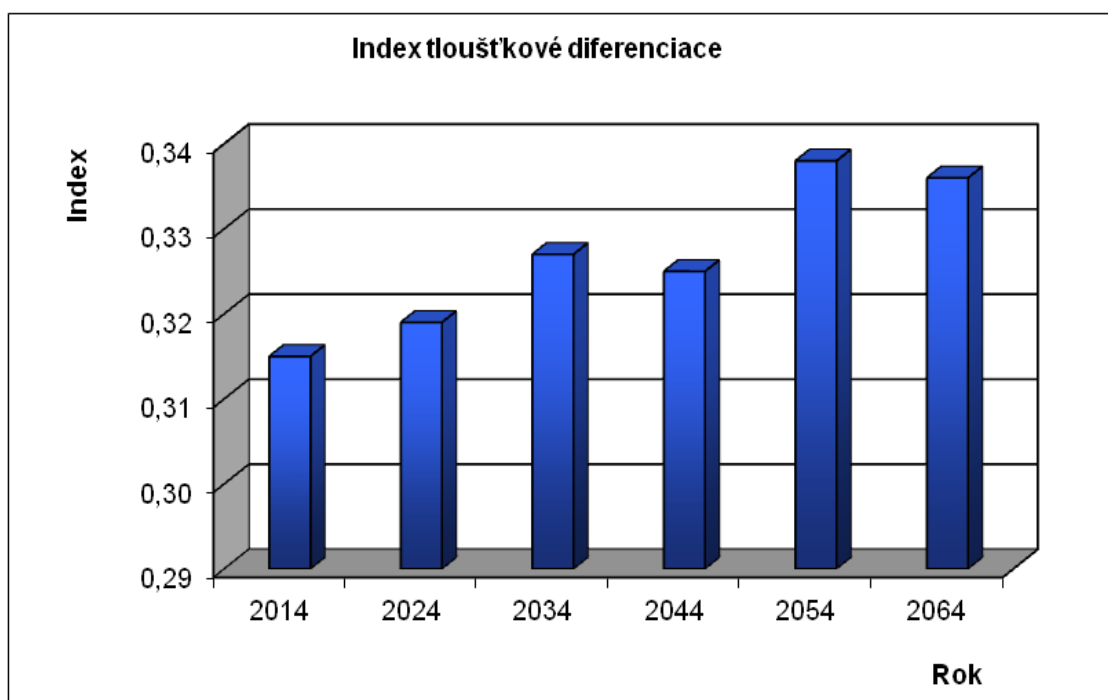


Obr. 42: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

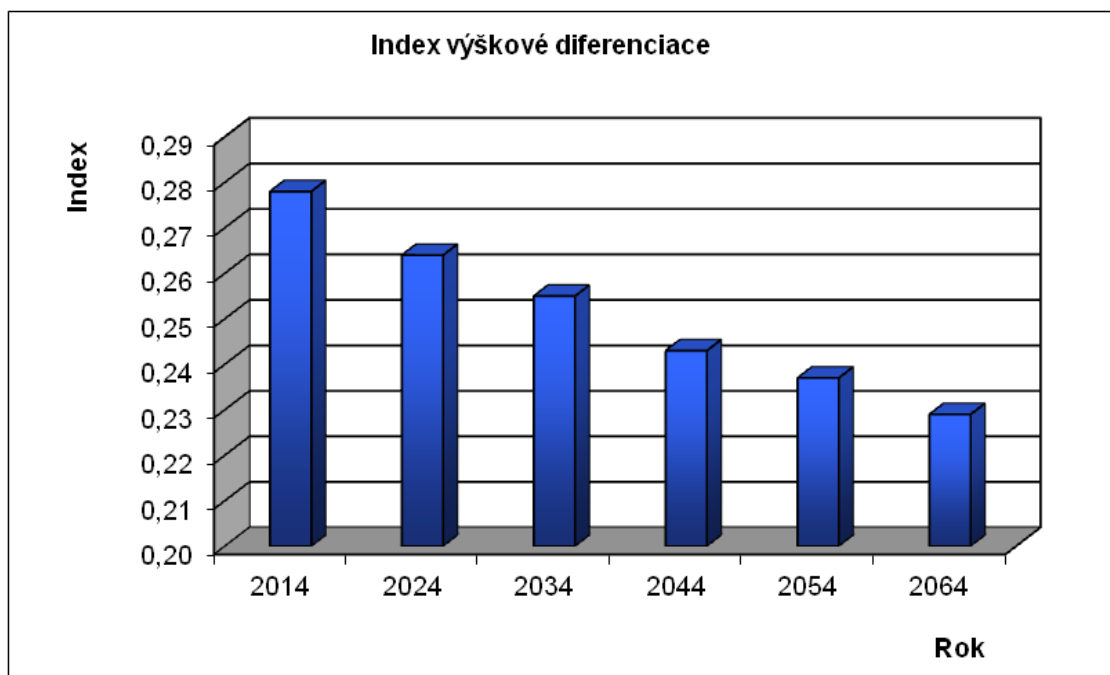




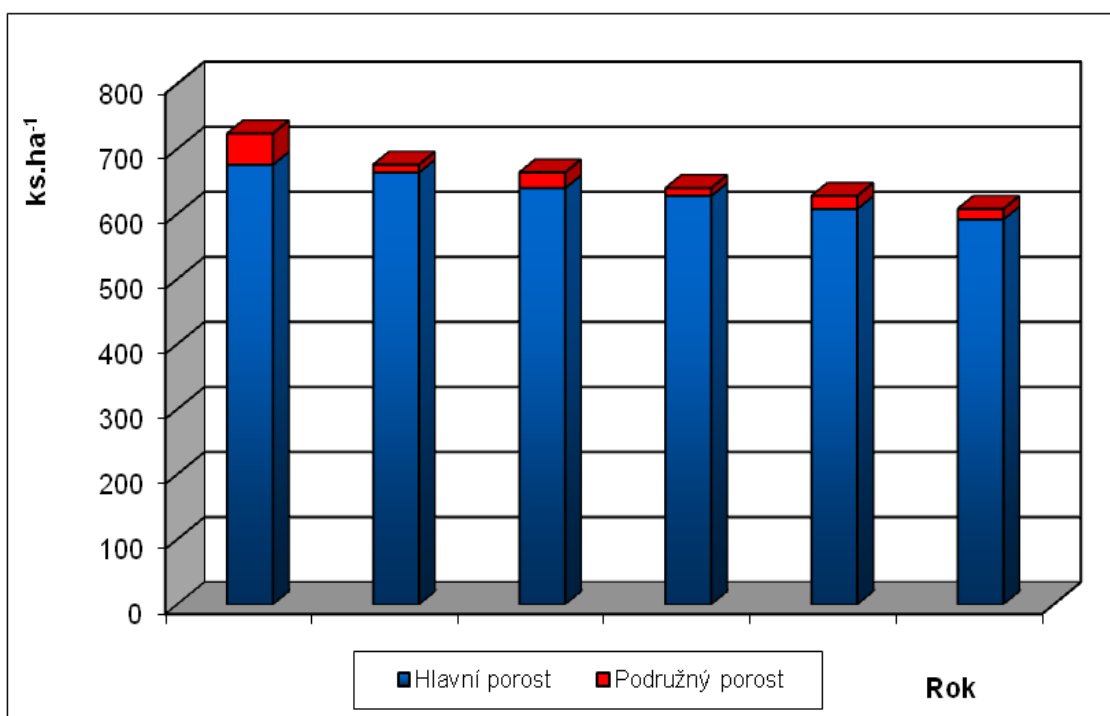
Obr. 43: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



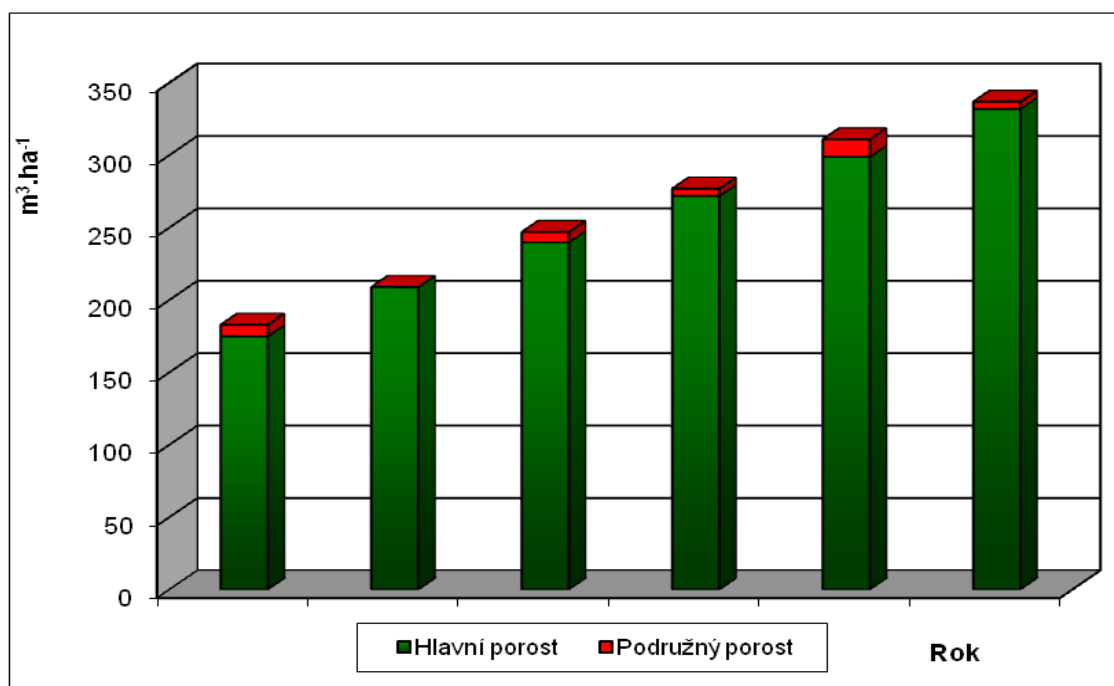
Obr. 44: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obr. 45: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obr. 46: Vývoj počtu jedinců v ks.ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obr. 47: Vývoj zásoby v m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Tabulka 12: Vývoj indexů stromového patra borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	CP	CC	SDI
2014	0,884	0,551	6,483	0,315	0,278	80,2	1,62	0,57
2024	0,933	0,564	5,938	0,319	0,264	85,2	1,91	0,62
2034	0,927	0,574	5,864	0,327	0,255	88,9	2,20	0,70
2044	0,920	0,579	5,808	0,325	0,243	90,8	2,39	0,76
2054	0,920	0,570	5,795	0,338	0,237	92,8	2,64	0,83
2064	0,905	0,556	5,786	0,336	0,229	93,8	2,78	0,87

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, CP – plocha projekce, CC - zápoj, SDI – index hustoty porostu. druhové různorodosti (entropie H'), E – index druhové vyrovnanosti.

Tabulka 13: Růstová tabulka vývoje sdruženého borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	206	21,4	11,2	0,629	0,252	724	26,0	183	52,1	0,0	0,89	183
2024	214	23,5	11,4	0,630	0,311	676	29,4	210	48,5	3,6	1,01	217
2034	221	25,7	11,6	0,619	0,372	664	34,4	247	45,4	3,8	1,15	255
2044	229	27,7	11,8	0,608	0,433	640	38,4	277	42,4	3,8	1,28	292
2054	235	29,5	12,0	0,603	0,495	628	42,9	311	39,9	3,9	1,41	331
2064	242	31,2	12,1	0,597	0,554	608	46,5	337	38,0	3,9	1,52	369

## Borovice

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	207	21,6	11,2	0,632	0,258	704	25,7	182	51,6	0,0	0,88	182
2024	216	23,7	11,3	0,635	0,317	656	28,8	208	47,8	3,5	1,00	215
2034	223	25,8	11,5	0,629	0,379	644	33,5	244	44,6	3,6	1,13	251
2044	231	27,7	11,7	0,623	0,439	620	37,2	272	42,2	3,6	1,24	287
2054	239	29,5	11,8	0,616	0,498	608	41,4	303	40,1	3,6	1,35	323
2064	247	31,1	11,9	0,612	0,555	588	44,5	326	38,4	3,6	1,45	359

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>).

### 5.2.2.4. Obnova porostu

Na TVP 2 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy (Obr. 48). Z Obr. 49 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha<sup>-1</sup>.

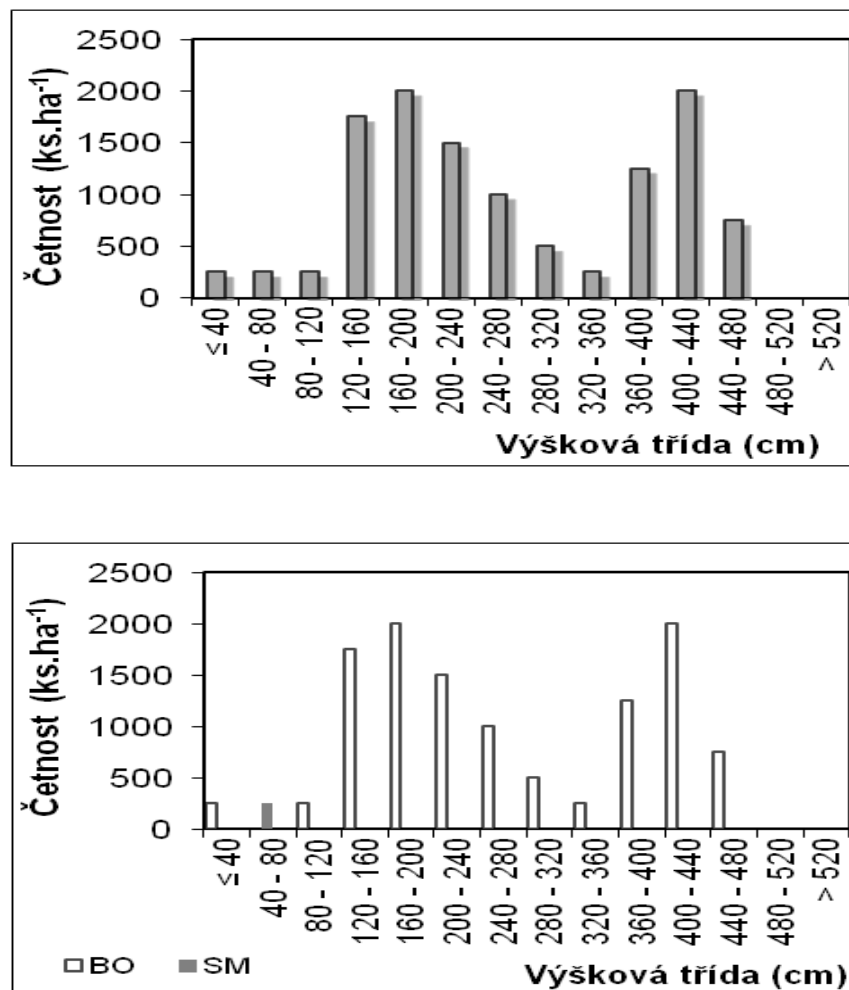
TVP 4	TVP 1
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Plocha měřené obnovy 5x5 m</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Plocha měřené obnovy 5x5 m</div>
TVP 3	TVP 2
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Plocha měřené obnovy 5x5 m</div>	<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Plocha měřené obnovy 5x5 m</div>

Obr. 48: Umístění plochy 5x5m v TVP 2.

Z histogramu výškové struktury přirozené obnovy diferencované podle celkové četnosti vyplývá, že je zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 2000 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 160-200 cm, 2000 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 400-440 cm a 1800 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 120-160 cm. Nejmenší celková četnost jedinců je 250 ks.ha<sup>-1</sup> ve výškové třídě méně jak 40 cm, 500 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 40-80 cm, 500 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 80-120 cm a 500 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 320-360 cm (Obr. 49).

Z histogramu výškové struktury přirozené obnovy diferencované podle zastoupení jednotlivých dřevin z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 2 2000 ks.ha<sup>-1</sup> borovic v rozmezí výškové třídy 160-200 cm, 2000 ks.ha<sup>-1</sup> bříz v rozmezí výškové třídy 400-440 cm.

Nejméně má zastoupení borovice a to 250 ks.ha<sup>-1</sup> ve výškové třídě méně jak 40 cm, 250 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 80-120 cm a 250 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 320-360 cm, smrk je zastoupen s 250 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 40-80 cm (Obr. 49).



Obr. 49: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 2.

### 5.3. TVP 3

#### 5.3.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 3 se nachází v nadmořské výšce 430 m. n. m. Terén je částečně tvořen z pískovcového skalnatého tvaru s náhorními plochými plošinami, na kterých se nachází písčité sediment a váté písky. Skalnaté útvary sestupují do úžlabin a údolí. Půda je zde velmi chudá a propustná, ležící na písčitých plošinách skalního terénu (podzol arentický, kambizem arentická podzolová). Úhrn srážek za období 2013 činil 650-750 mm (zdroj ČHMÚ). Skupina typů geobiocennů (BUČEK, LACINA 1999 et ZLATNÍK 1976) B0.

Soubor lesních typů – 0Z (Reliktní bor). Stromový porost je tvořen převážně 70 % borovicí (*Pinus sylvestris*), 24 % smrkem (*Picea abies*) a 6 % břízou (*Betula pendula*). Bylinný porost je zastoupený brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*) a brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*) a na vrškách plošin se vyskytuje vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

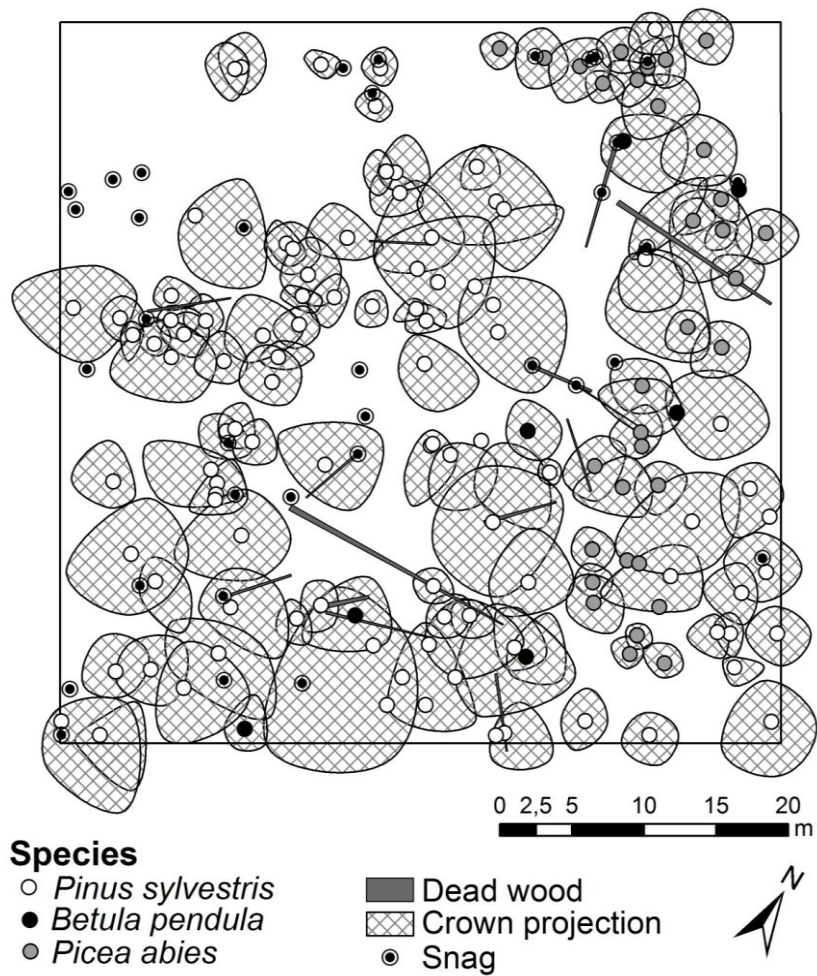


Obr. 50: Interiér borového porostu na TVP 3 – Kostecké bory v r. 2014 (foto: M.Brandejský).

### **5.3.2. Struktura a vývoj lesního porostu**

#### **5.3.2.1. Prostorová struktura porostu**

Na Obr. 51 je znázorněna horizontální struktura porostu jednotlivých dřevin a jeho rozmístění v prostoru. Byly spočítány jednotlivé indexy (Hopkins-Skellamova, Pielou-Mountfordova, David-Moore a Clark-Evansova) (viz. Tab. 14). Z výsledků vychází, že rozmístění jedinců postupně tíhne k náhodnému uspořádání, mírně k pravidelnosti.

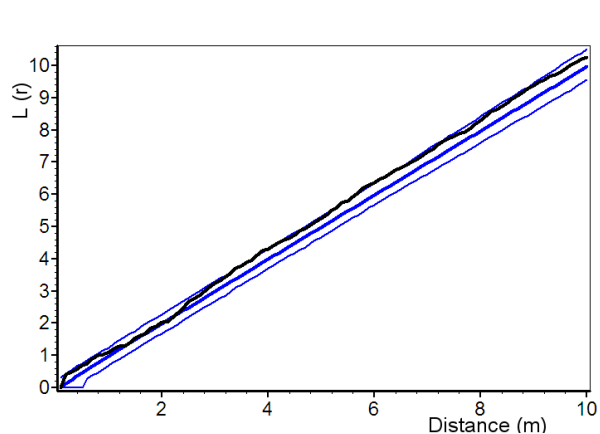


Obr. 51: Horizontální struktura borového porostu na TVP 3.

Tabulka 14: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 3.

Index	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	0,563	0,499	0,425	0,583
Pielou–Mountford	1,303	1,091	0,879	1,390
David–Moore	0,998	1,037	0,944	1,132
Clark–Evans	0,212	-0,006	-0,250	0,299

\* statisticky významné

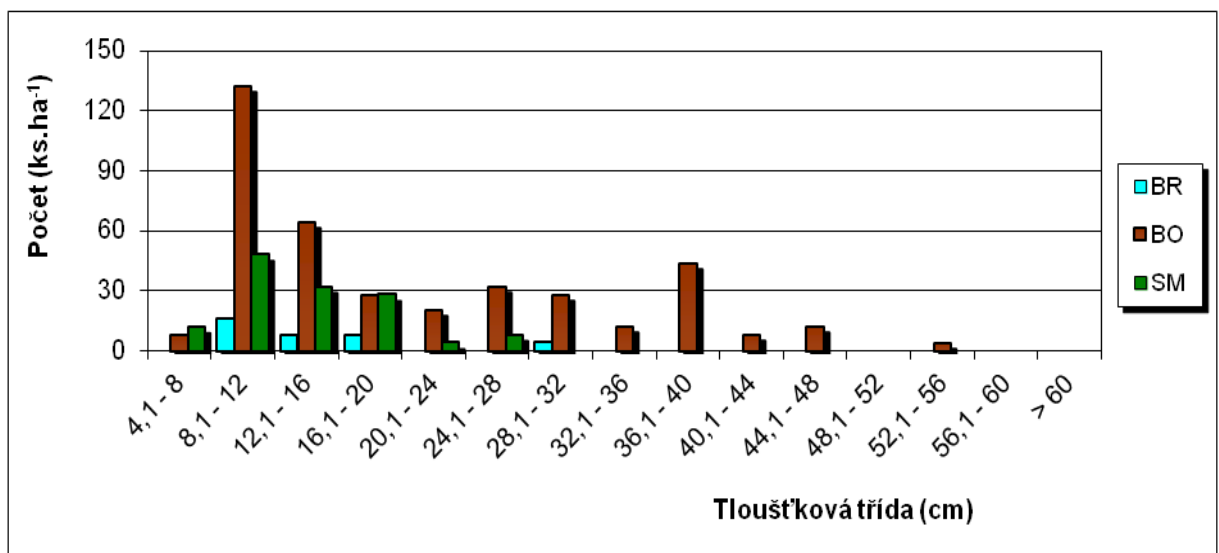


Obr. 52: Horizontální struktura horní etáže na TVP 3 vyjádřená L-funkcí.

### 5.3.2.2. Biometrická charakteristika porostu

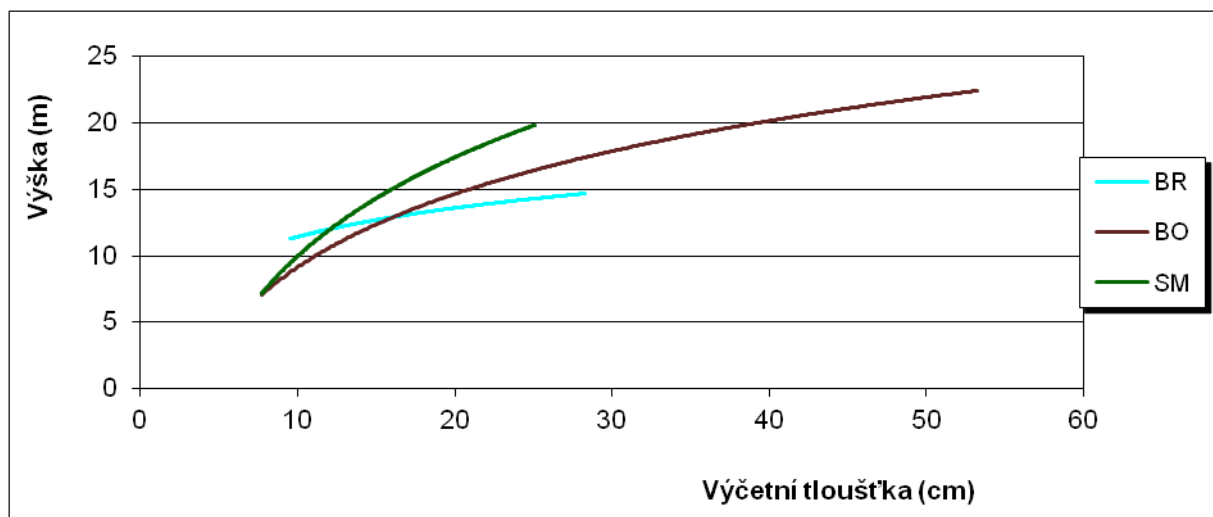
Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1-12 cm se 125 ks.ha<sup>-1</sup> spolu se smrkem s 55 ks.ha<sup>-1</sup>. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě mezi 52,1-56 cm s 5 ks.ha<sup>-1</sup> spolu se smrkem taktéž s 5 ks.ha<sup>-1</sup> a břízou s 5 ks.ha<sup>-1</sup>. Převládající dřevinou je borovice (Obr. 53).

Největší výčetní tloušťka k poměru výšce je u borovice kolem 53 cm s výškou 23 m, u smrku je to 23 cm s výškou kolem 20 m a u břízy 28 cm s výškou kolem 15 m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 54).



Obr. 53: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 3.





Obr. 54: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 3.

### 5.3.2.3. Růstové vizualizace a simulace

Základní charakteristika využité pro simulaci

- Soubor lesních typů – 0Z
- Půdní typ – podzol arentický, regozem arentická, kambizem arentická podzolová a kyselá litozemě.
- Délka vegetačního období – 170 dní
- Úhrn srážek ve vegetačním období – 386 mm
- Roční teplotní amplituda – 19,6 °C
- Průměrná teplota ve vegetačním období – 13.8 °C
- Zásobenost vodou – 0,125
- Zásobenost živinami – 0,135
- Koncentrace N<sub>2</sub>O – 307.8 (ppb)
- Koncentrace CO<sub>2</sub> – 354.8 (ppm)
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let.

*Vývoj porostu:*

. Na TVP 3 se nacházejí mírné roklinky, prohlubně mezi skalami, kde se udržuje větší vlhkost, v místech se nacházejí smrkové porosty. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Zápoj se postupně s věkem bude rozšiřovat. Porost je borový s příměsí břízy a smrku, tíhne nejprve k náhodnému uspořádání, později mírně k pravidelnosti. Přirozený porost je narušen danými podmínkami. Na ploše se na povrchu půdy nachází část mrtvého dřeva, které překrývá fázi dožívání. (stadium rozpadu). Mladý porost je ve fázi dorůstání, kdy postupně

dorůstá do mezer a světlin v porostním zápoji. Ve stadiu optima je jen pár stromů s maximální tloušťkou a výškou (fáze síňové výstavby) a je narušeno s malými výkyvy ve střední fázi.

Dřevinná skladba, struktura i vývojové možnosti porostu odpovídají stanovištním podmínkám. Autoregulační schopnosti porostu jsou narušeny vlivem působení emisí.

#### *Strukturální diferenciacie porostu:*

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Artenprofil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 3 je uveden na obrázku 61 – 63 a uveden v Tab. 15.

Horizontální uspořádání stromového porostu je v roce 2014 lehce agregované, agregovanost bude klesat, od roku 2024 porost bude stále více tíhnout nejprve k náhodnému uspořádání, v roce 2034 už bude mírně pravidelný, pravidelnost lehce stoupá a v roce 2054 bude největší, pak bude mírně klesat až do roku 2064 (Obr. 61).

Relativní míra diverzity je v roce 2014 nejnižší s hodnotou 0,58, pak bude lineárně stoupat až do roku 2064 na maximální hodnotu 0,70 (Obr. 62).

Porostní proměnlivosti (rozmanitost) je největší v roce 2014 s hodnotou 6,50, pak bude lineárně klesat až do roku 2064 na hodnotu mezi 6,42 – 6,44 (Obr. 63).

Tloušťková diferenciacie je na maximum v roce 2014 s hodnotou 0,35, pak bude klesat do roku 2024 na hodnotu 0,33, potom bude opět stoupat do roku 2054 na hodnotu mezi 0,34-0,35, pak bude opět lehce klesat do roku 2064 (Obr. 64).

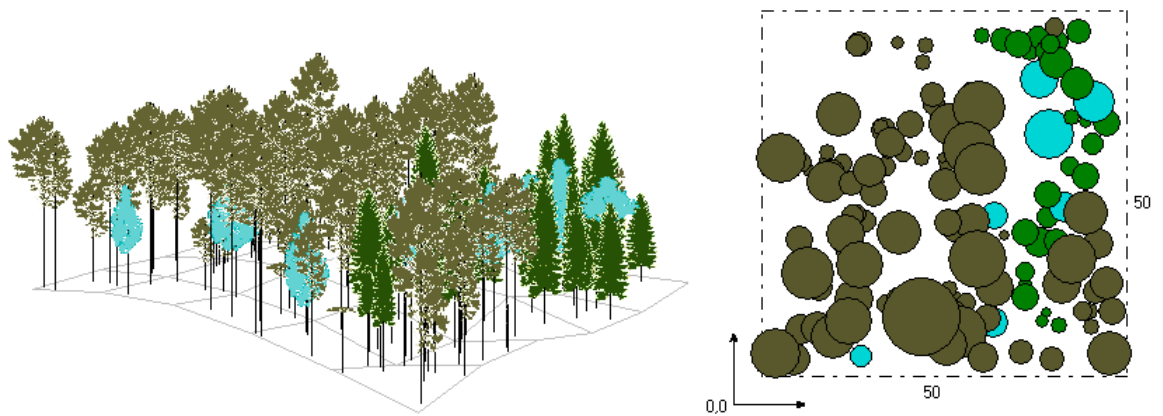
Výšková diferenciacie lineárně klesá, 2014 je na maximum s hodnotou mezi 0,28-0,29, minimum má v roce 2064 s hodnotou mezi 0,22. V roce 2034 malý výkyv. Největší diferenciacie výšky stromu je v mladých porostech, kdy se v porostu nachází velký počet výškově (vzrůstově) zaostávajících stromů, které ještě neodumřely (Obr. 65).

Vývoj počtu jedinců v kusech na hektar stromového patra při simulaci samovývoje bude klesat, kdy maximum je v roce 2014 s 550 ks.ha<sup>-1</sup>, potom bude lineární pokles do roku 2064 na 400 ks.ha<sup>-1</sup> (Obr. 66).

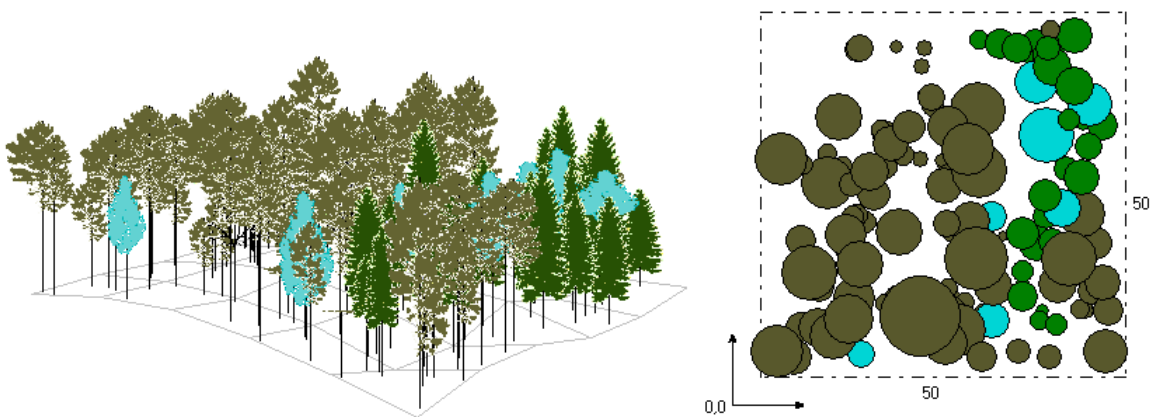
Vývoj zásoby stromového patra smíšeného porostu při simulaci samovývoje bude stoupat, kdy je hodnota na minimum v roce 2014 s hodnotou 150 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, potom lineárně stoupá do roku 2064 na maximum s 310 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (Obr. 67).

Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od

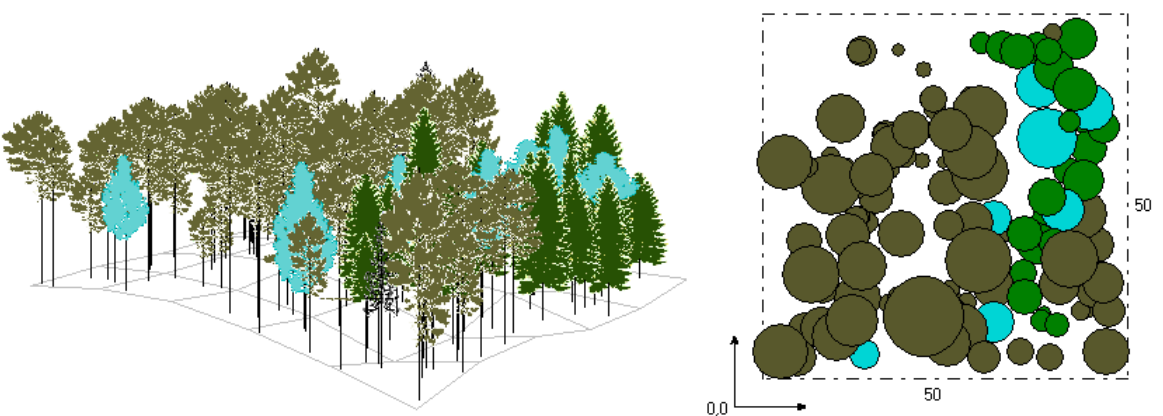
roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 16).



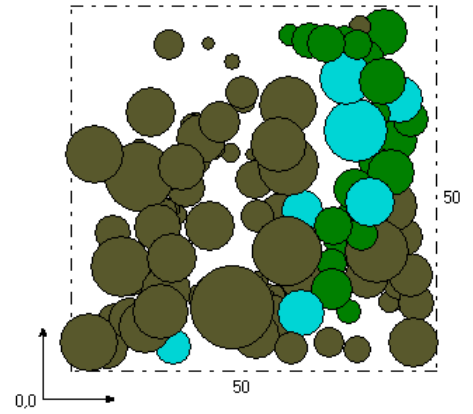
Obr. 55: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2014.



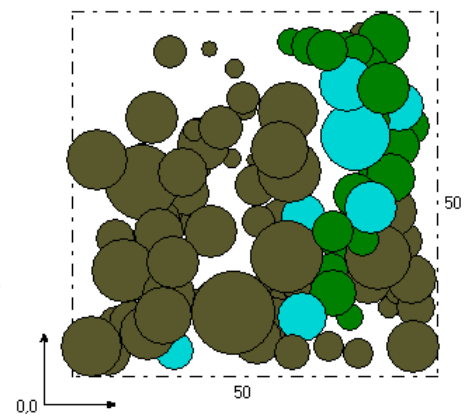
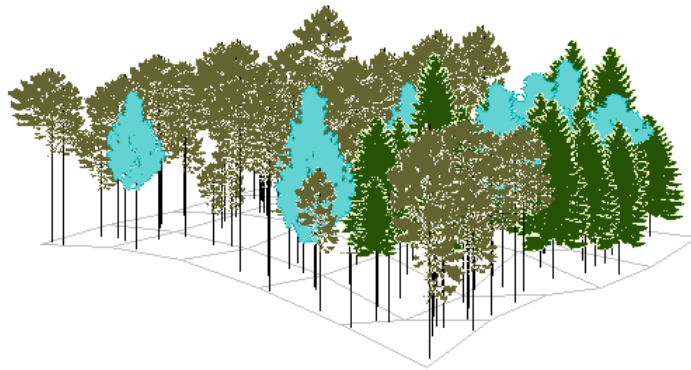
Obr. 56: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2024.



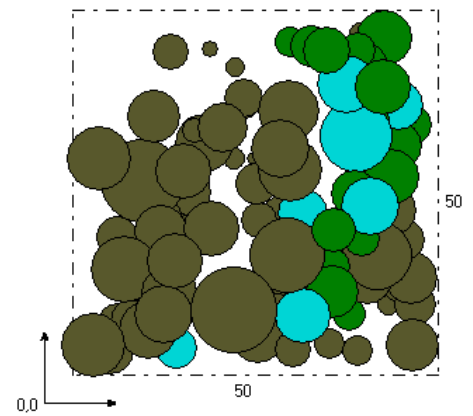
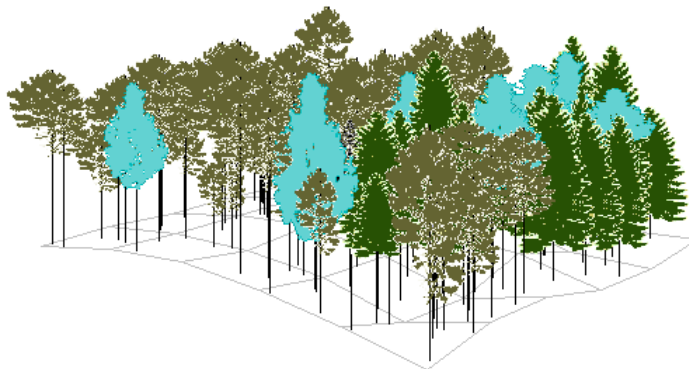
Obr. 57: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2034.



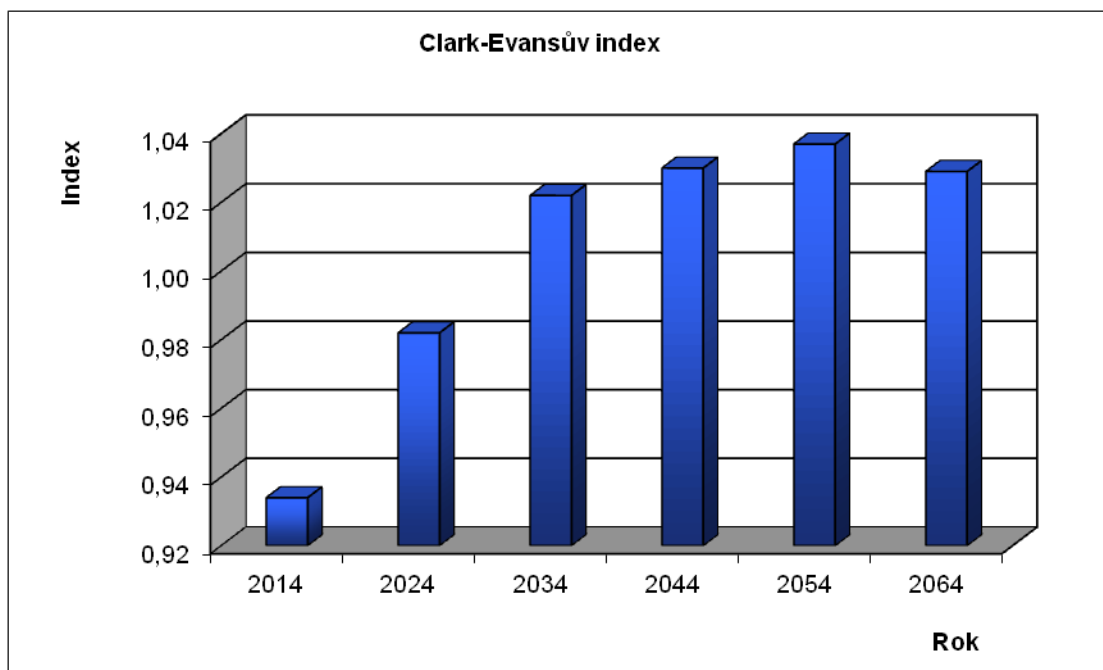
Obr. 58: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2044.



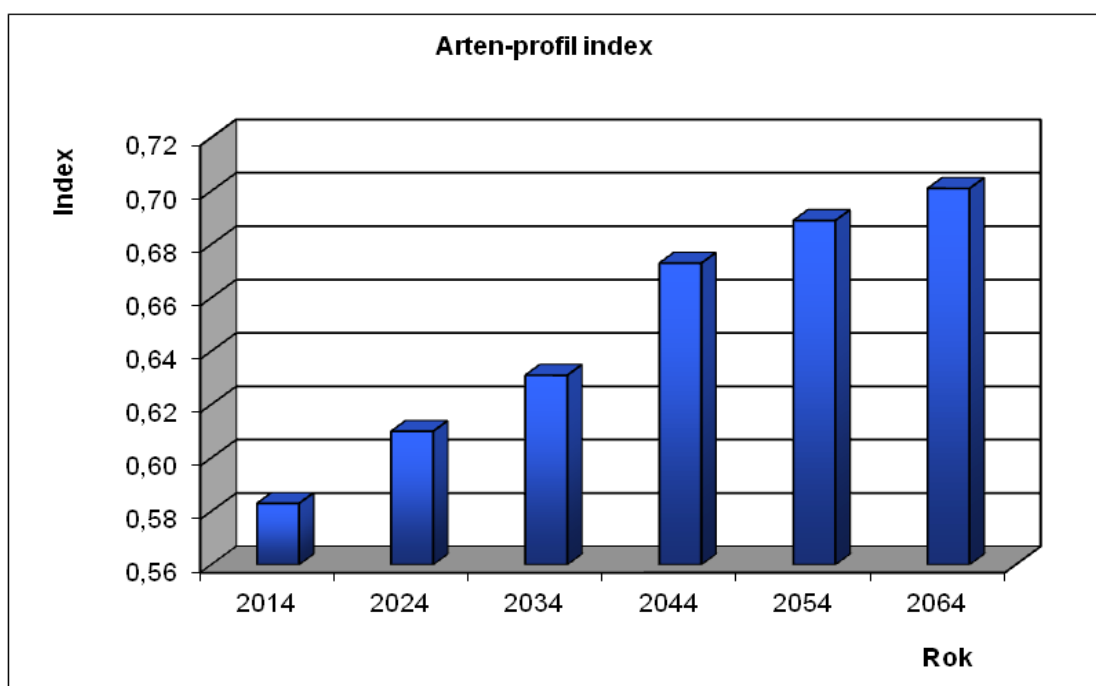
Obr. 59: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2054.



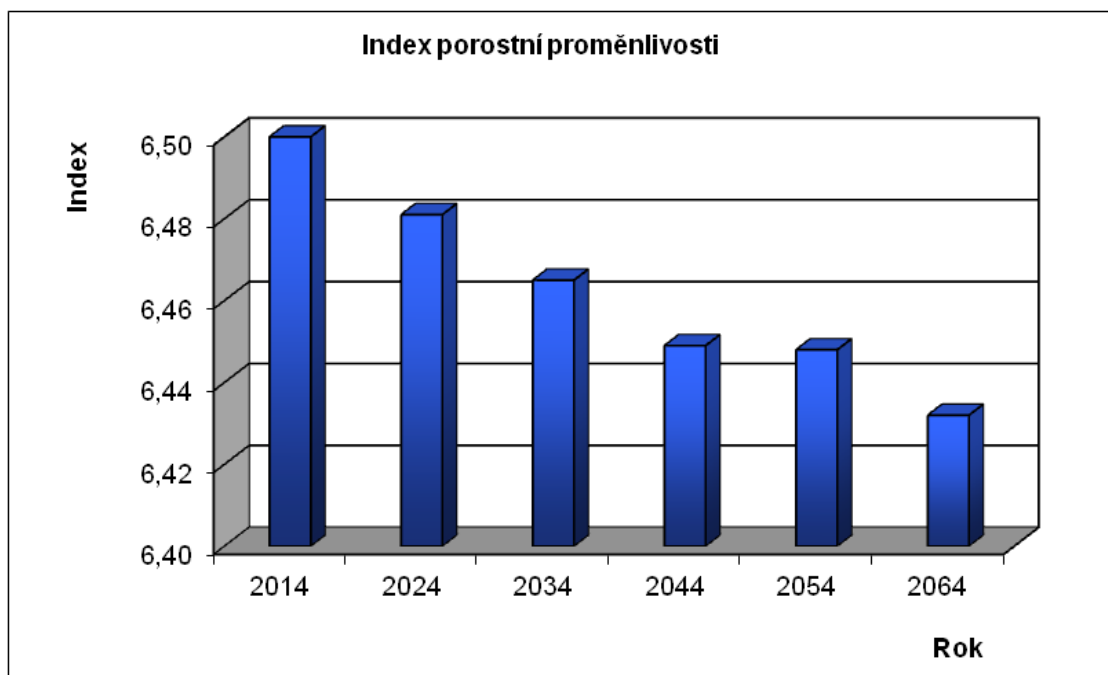
Obr. 60: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2064.



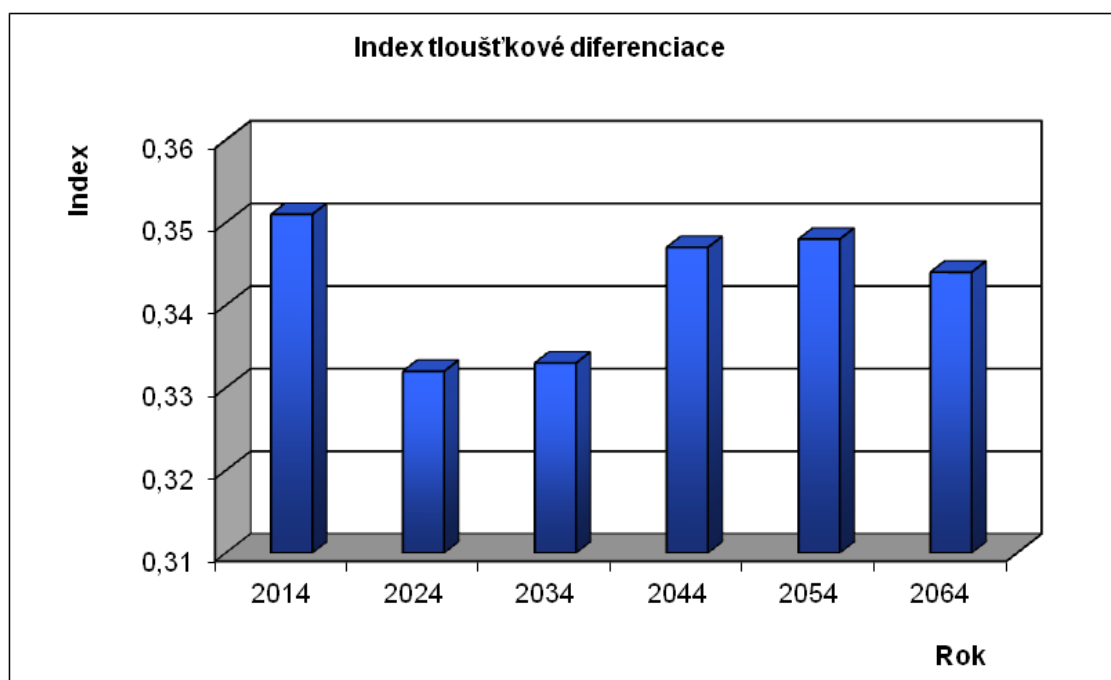
Obr. 61: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



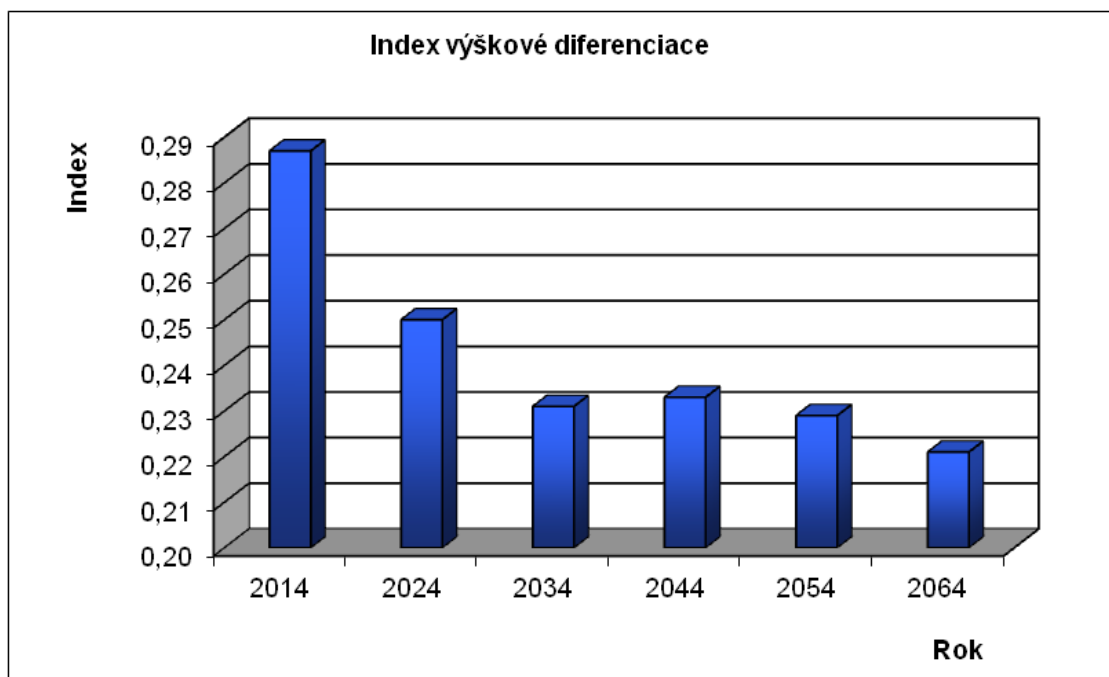
Obr. 62: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



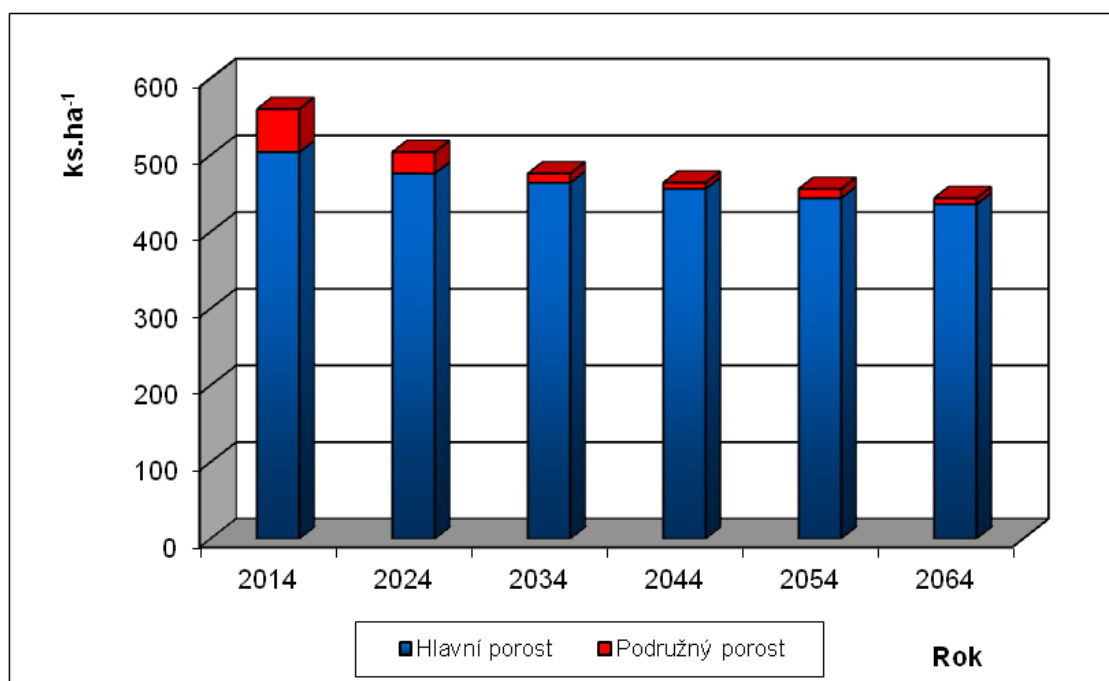
Obr. 63: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



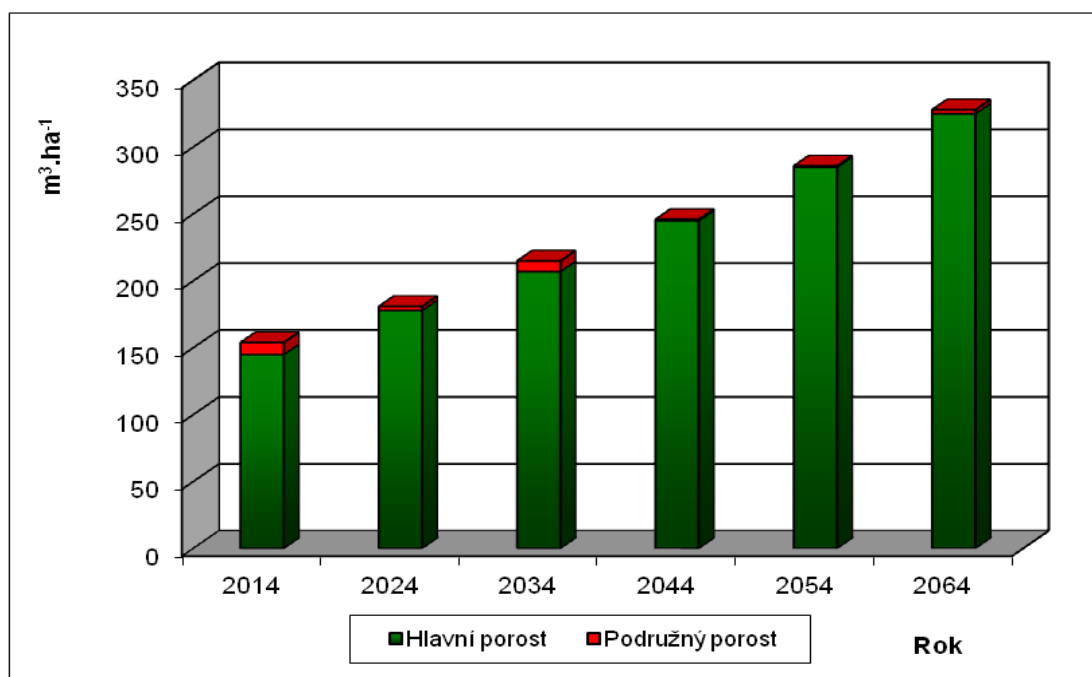
Obr. 64: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obr. 65: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obr. 66: Vývoj počtu jedinců v  $\text{ks.ha}^{-1}$  stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obr. 67: Vývoj zásoby v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Tabulka 15: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	CP	CC	SDI
2014	0,934	0,583	6,500	0,351	0,287	74,2	1,35	0,42
2024	0,982	0,610	6,481	0,332	0,250	80,6	1,64	0,47
2034	1,022	0,631	6,465	0,333	0,231	84,6	1,87	0,52
2044	1,030	0,673	6,449	0,347	0,233	87,7	2,10	0,58
2054	1,037	0,689	6,448	0,348	0,229	90,5	2,36	0,65
2064	1,029	0,701	6,432	0,344	0,221	92,7	2,63	0,71

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, CP – plocha projekce, CC - zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 16: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	187	21,3	13,3	0,578	0,274	560	19,9	153	62,4	0,0	0,82	154
2024	192	24,2	13,9	0,561	0,358	504	23,1	181	57,4	3,7	0,99	190
2034	198	27,0	14,5	0,544	0,451	476	27,2	215	53,6	3,8	1,15	227
2044	203	29,2	14,8	0,536	0,531	464	31,1	246	50,7	4,0	1,31	266
2054	209	31,7	15,1	0,525	0,627	456	35,9	286	47,8	4,2	1,47	307
2064	216	34,3	15,5	0,516	0,739	444	40,9	328	45,2	4,3	1,62	350



## Borovice

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	201	23,6	13,6	0,589	0,350	392	17,1	137	57,6	0,0	0,69	138
2024	211	26,3	13,8	0,592	0,443	352	19,0	156	52,4	2,6	0,78	164
2034	220	28,7	14,1	0,588	0,537	336	21,7	180	49,2	2,7	0,86	190
2044	229	30,5	14,2	0,590	0,610	328	24,0	200	46,5	2,7	0,95	217
2054	238	32,7	14,3	0,586	0,705	320	26,8	225	43,8	2,7	1,02	243
2064	248	34,7	14,5	0,584	0,799	316	29,7	252	41,7	2,7	1,09	270

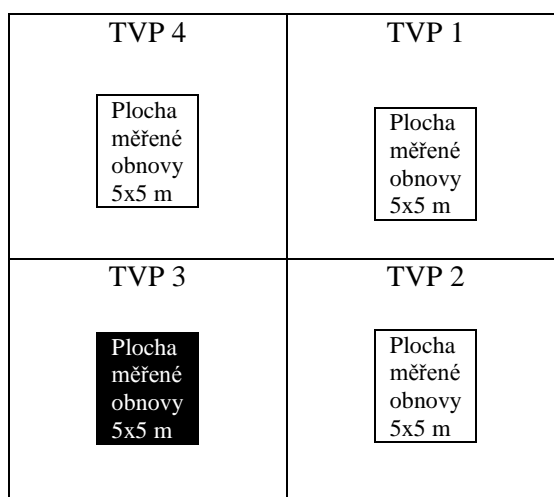
## Smrk

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	64	14,4	12,6	0,498	0,103	132	2,2	14	87,8	0,0	0,22	14
2024	74	18,3	14,1	0,472	0,175	116	3,1	20	77,0	0,8	0,28	21
2034	84	21,9	15,2	0,447	0,256	108	4,0	28	69,5	0,9	0,35	29
2044	94	25,2	16,1	0,435	0,348	104	5,2	36	63,7	1,0	0,40	38
2054	103	28,4	16,7	0,425	0,449	104	6,6	47	58,7	1,1	0,48	49
2064	114	32,4	17,6	0,412	0,596	96	7,9	57	54,2	1,2	0,53	60

Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvárnice; 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>).

### 5.3.2.4. Obnova porostu

Na TVP 3 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy (Obr. 68). Z Obr. 69 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha<sup>-1</sup>.

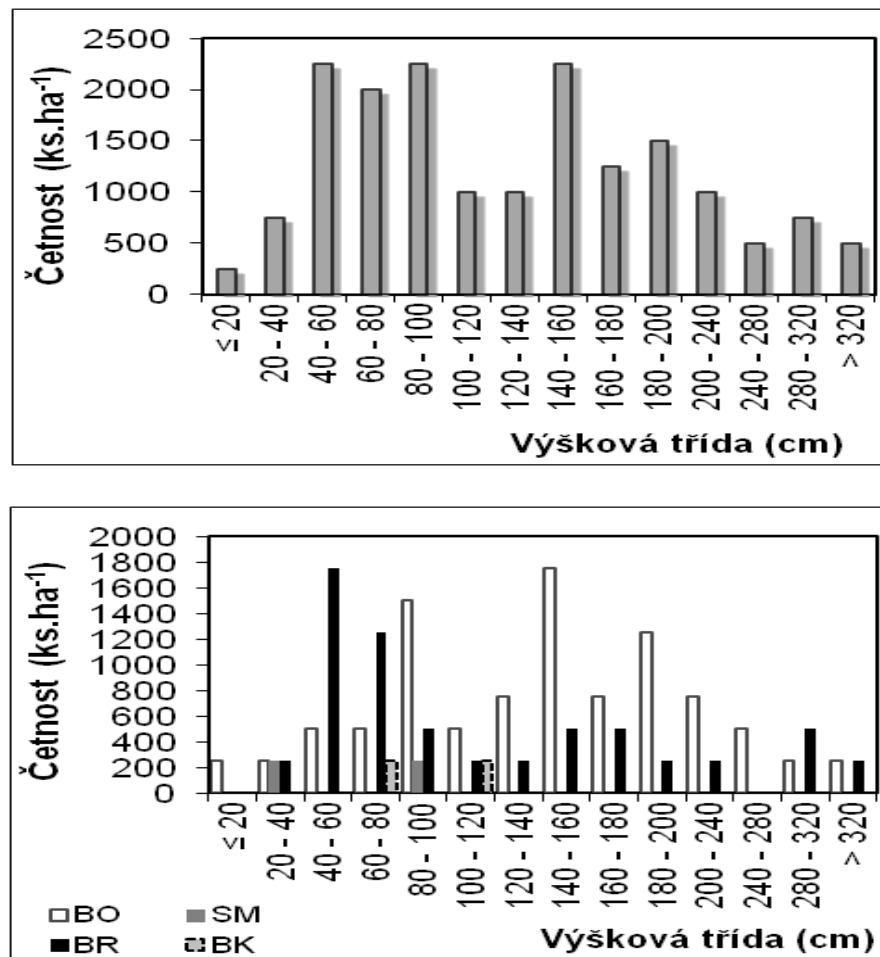


Obr. 68: Umístění plochy 5x5m v TVP 3.

Z histogramu výškové struktury přirozené obnovy diferencované podle celkové četnosti vyplývá, že je zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 2250 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 40-60

cm, 2250 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 80-100cm a 2250 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 140-160 cm. Nejmenší celková četnost jedinců je 250 ks.ha<sup>-1</sup> ve výškové třídě méně jak 20 cm, 500 ks.m<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 240-280 cm a 500 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy méně jak 320 cm (Obr. 69).

Z histogramu výškové struktury přirozené obnovy diferencované podle zastoupení jednotlivých dřevin z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 3 1800 ks.ha<sup>-1</sup> borovic ve výškové třídě v rozmezí výškové třídy 140-160 cm, 1800 ks.ha<sup>-1</sup> bříz v rozmezí výškové třídy 40-60 cm. Nejméně má zastoupení bříza 210 ks.ha<sup>-1</sup> a smrk 210 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 20-40 cm, buk má zastoupení 210 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 60-80 cm, borovice má 220 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 20-40 cm (Obr. 69).



Obr. 69: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencované podle zastoupených dřevin na TVP 3.

## 5.4. TVP 4

### 5.4.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 4 se nachází v nadmořské výšce 430 m. n. m. Terén je částečně tvořen z pískovcového skalnatého tvaru s náhorními plochými plošinami, na kterých se nachází písčité sediment a váté písky. Skalnaté útvary sestupují do úžlabin a údolí. Půda je zde velmi chudá a propustná, ležící na písčítých plošinách skalního terénu (podzol arentický, kambizem arentická podzolová). Úhrn srážek za období 2013 činil 650-750 mm (zdroj ČHMÚ). Skupina typů geobiocennů B0 (BUČEK, LACINA 1999 et ZLATNÍK 1976).

Soubor lesních typů – 0Z (Reliktní bor). Stromový porost je tvořen převážně 69 % borovicí (*Pinus sylvestris*), 22 % smrkem (*Picea abies*), 6 % břízou (*Betula pendula*) a bukem (*Fagus sylvatica*). Bylinný porost je zastoupený brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*) a brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*) a na vrškách plošin se vyskytuje vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

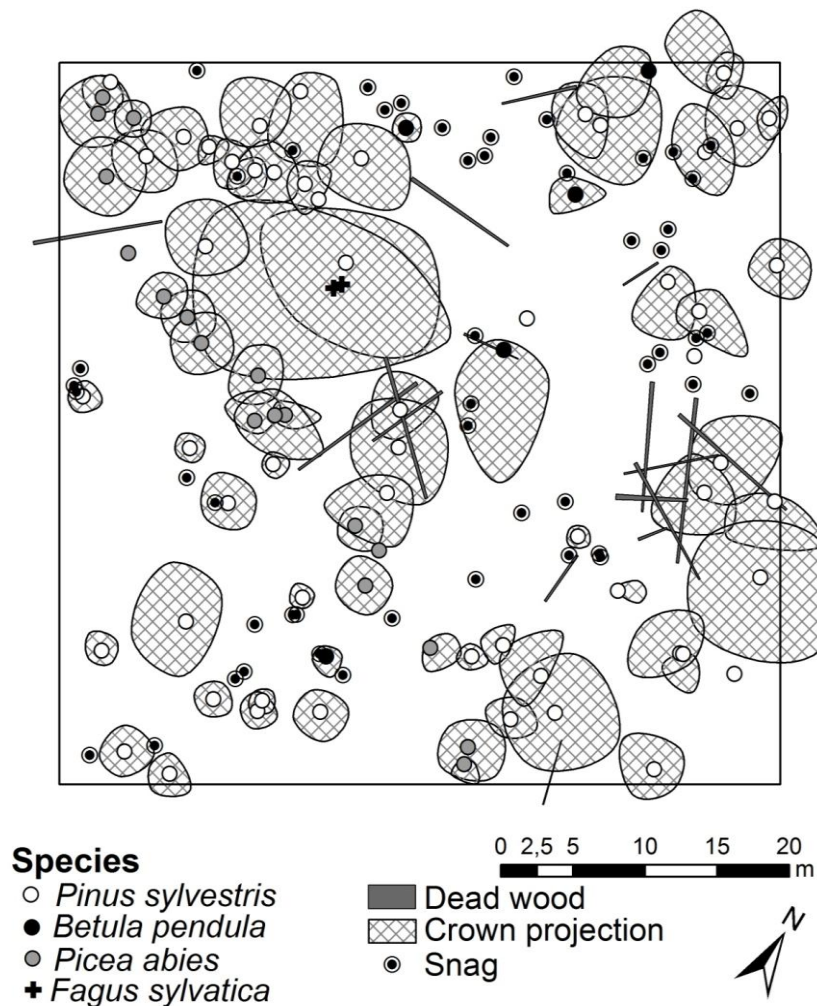


Obr. 70: Interiér borového porostu na TVP 4 – Kostelecké bory v roce 2014 (foto: M. Brandejský).

## 5.4.2. Struktura a vývoj lesního porostu

### 5.4.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 71 je znázorněna horizontální struktura porostu jednotlivých dřevin a jeho rozmístění v prostoru. Byly spočítány jednotlivé indexy (Hopkins-Skellamova, Pielou-Mountfordova, David-Moore a Clark-Evansova) - (viz. Tab. 17). Z výsledků vychází, že jsou jedinci stromového patra rozmístěny lehce agregované, porost tíhne mírně k náhodnému uspořádání.

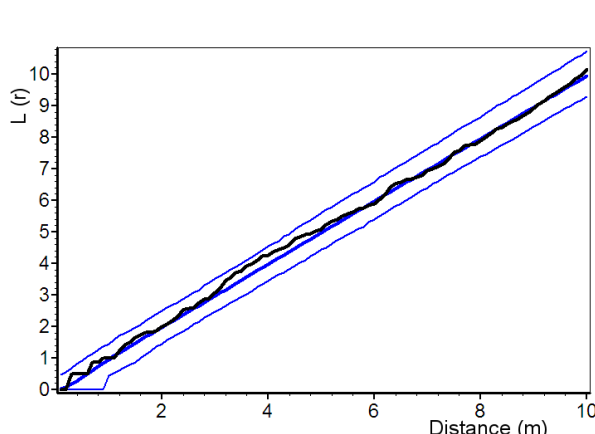


Obr. 71: Horizontální struktura borového porostu na TVP 4.

Tabulka 17: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 4.

Index	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins-Skellam	0,509	0,500	0,399	0,620
Pielou-Mountford	1,123	1,117	0,829	1,560
David-Moore	1,030	1,046	0,910	1,169
Clark-Evans	0,065	0,001	-0,234	0,289

\* statisticky významné

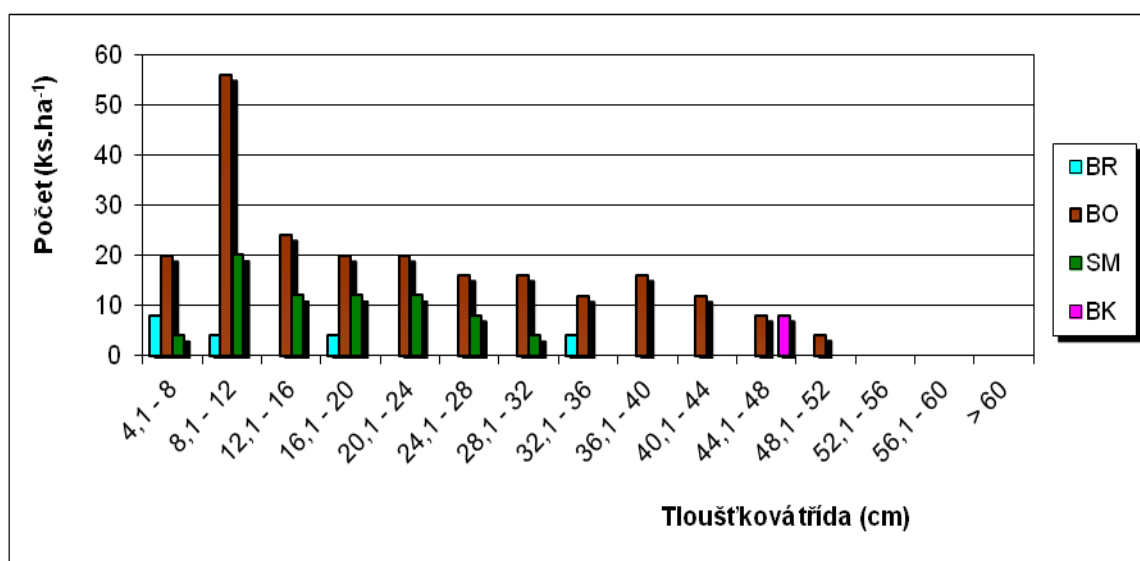


Obr. 72: Horizontální struktura horní etáže na TVP 4 vyjádřená L-funkcí.

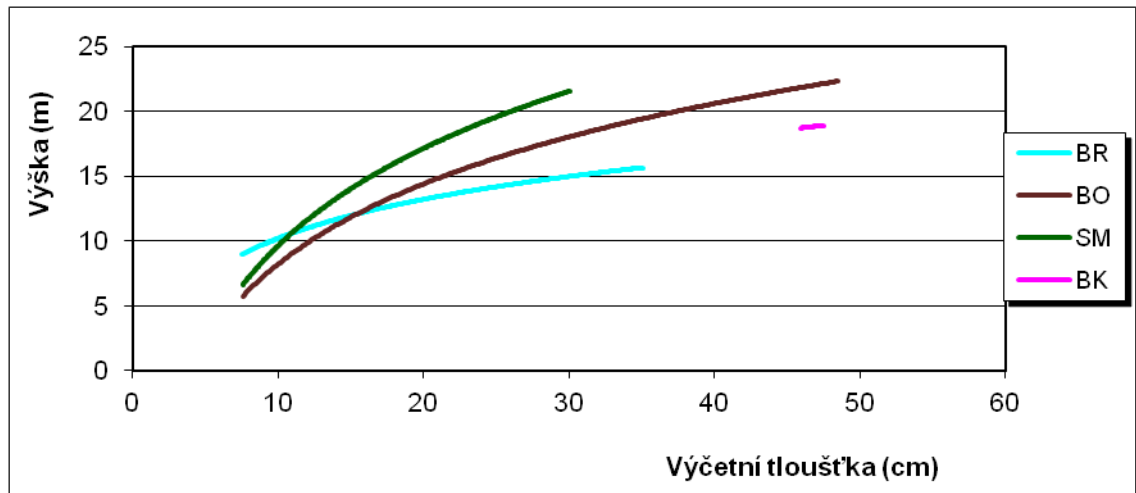
#### 5.4.2.2. Biometrická charakteristika porostu

Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1-12 cm s 56 ks.ha<sup>-1</sup>. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě mezi 48,1-52 cm s 4 ks.ha<sup>-1</sup> spolu se smrkem s 3 ks.ha<sup>-1</sup> a břízou s 4 ks.ha<sup>-1</sup>. Převládající dřevinou je borovice (Obr. 73).

Největší výčetní tloušťka k poměru výšce je u borovice kolem 49 cm s výškou 22,5 m, u smrku je to 28 cm s výškou 21 m, bříza má 35 cm s výškou 16 m, buk 58 cm a výškou 19 m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 74).



Obr. 73: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 4.



Obr. 74: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 4.

### 5.4.2.3. Růstové vizualizace a simulace

Základní charakteristika využitá pro simulaci

- Soubor lesních typů – 0Z
- Půdní typ – podzol arentický, regozem arentická, kambizem arentická podzolová a kyselá litozemě.
- Délka vegetačního období – 170 dní
- Úhrn srážek ve vegetačním období – 386 mm
- Roční teplotní amplituda – 19.6 °C
- Průměrná teplota ve vegetačním období – 13.8 °C
- Zásobenost vodou – 0.125
- Zásobenost živinami – 0.135
- Koncentrace N<sub>2</sub>O – 307.8 (ppb)
- Koncentrace CO<sub>2</sub> – 354.8 (ppm)
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let

*Vývoj porostu:*

Na TVP 4 se nacházejí mírné roklinky, prohlubně mezi skalami, kde se udržuje větší vlhkost, v místech se nacházejí smrkové porosty a bukový porost. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Porost je mírně agregovaný, spíše tíhne k náhodnému uspořádání. Zápoj se postupně s věkem rozšiřuje. Porost je borový s příměsí břízy a smrku, objevuje se i buk. Přirozený porost je narušen danými podmínkami. Na povrchu půdy se objevuje nahromaděné mrtvé dřevo (stadiu rozpadu). Mladý porost je ve fázi dorůstání, kdy

postupně dorůstá do mezer a světlin v porostním zápoji. Ve stadiu optima je jen pár stromů s maximální tloušťkou a výškou (fáze síňové výstavby) a je narušeno s malými výkyvy ve střední fázi.

Dřevinná skladba, struktura i vývojové možnosti porostu odpovídají stanovištním podmínkám. Autoregulační schopnosti porostu jsou narušeny vlivem působení emisí.

#### *Strukturální diferenciacie porostu:*

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Artenprofil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 4 je uveden na obrázku 81 – 83 a uveden v Tab. 18.

Horizontální uspořádání stromového porostu je v roce 2014 slabě agregované, agregovanost bude stále v rozmezí 0,92 – 0,94 až do roku 2064 (Obr. 81).

Relativní míra diverzity je v roce 2014 nejnižší s hodnotou 0,62, pak bude lineárně stoupat až do roku 2064 na maximální hodnotu 0,72 (Obr. 82).

Porostní proměnlivost (rozmanitost) je v roce 2014 na hodnotě 7,10, pak bude klesat až do roku 2024 na hodnotu 7,06, potom bude stoupat až do roku 2044 na maximální hodnotu 7,16, kde potom bude zaznamenán pokles až do roku 2054 na hodnotu 7,12, mírný nárůst bude v roce 2064 (Obr. 83).

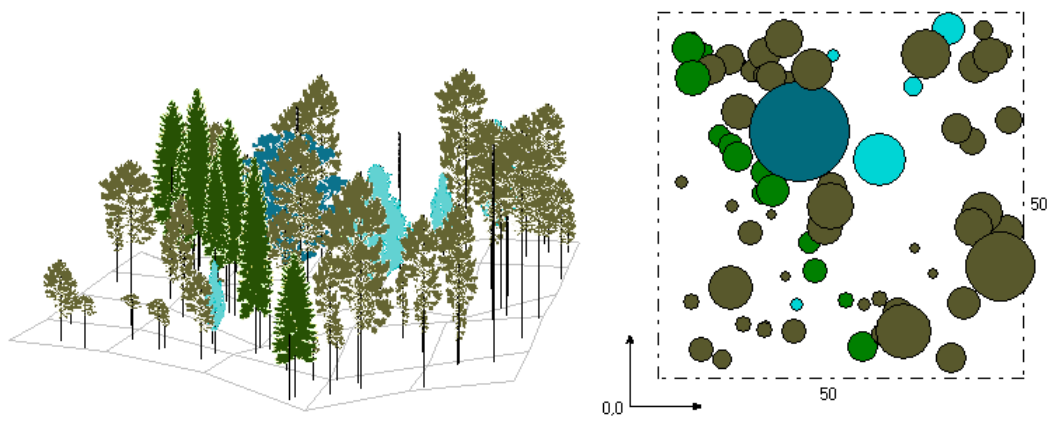
Tloušťková diferenciacie je na minimum v roce 2014 s hodnotou 0,35, pak bude stoupat do roku 2044 na hodnotu 0,37, potom bude opět klesat do roku 2054 na hodnotu mezi 0,36, pak bude opět stoupat do roku 2064 na maximální hodnotu 0,38 (Obr. 84).

Výšková diferenciacie lineárně klesá, v roce 2014 je na maximum s hodnotou mezi 0,28–0,29, minimum má v roce 2064 s hodnotou blíží se k 0,24. Největší diferenciacie výšky stromu je v mladých porostech, kdy se v porostu nachází velký počet výškově (vzrůstově) zaostávajících stromů, které ještě neodumřely (Obr. 85).

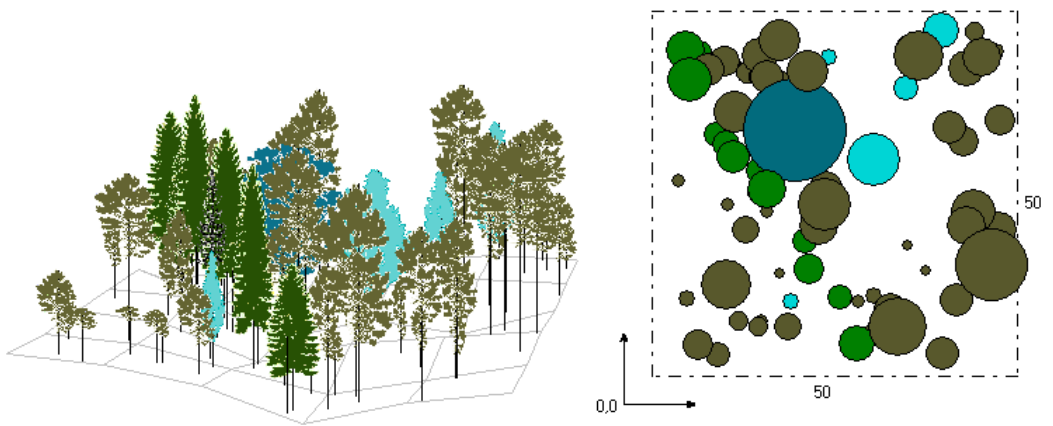
Vývoj počtu jedinců stromového patra bude klesat, kdy je maximum v roce 2014 s 310 ks.ha<sup>-1</sup>, potom bude lineární pokles až do roku 2064 na 260 ks.ha<sup>-1</sup> (Obr. 86).

Vývoj zásoby stromového patra smíšeného porostu bude stoupat, kdy je hodnota na minimum v roce 2014 s 110 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, potom lineárně stoupá do roku 2064 na 210 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (Obr. 87).

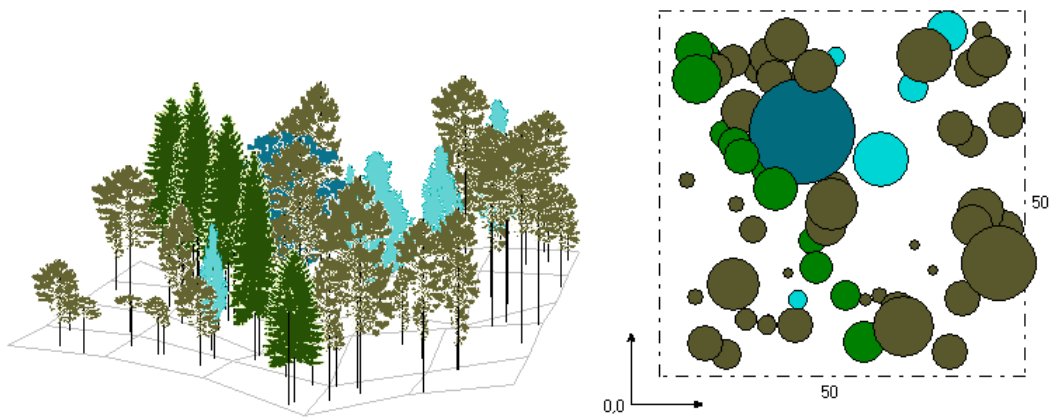
Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 19).



Obr. 75: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2014.

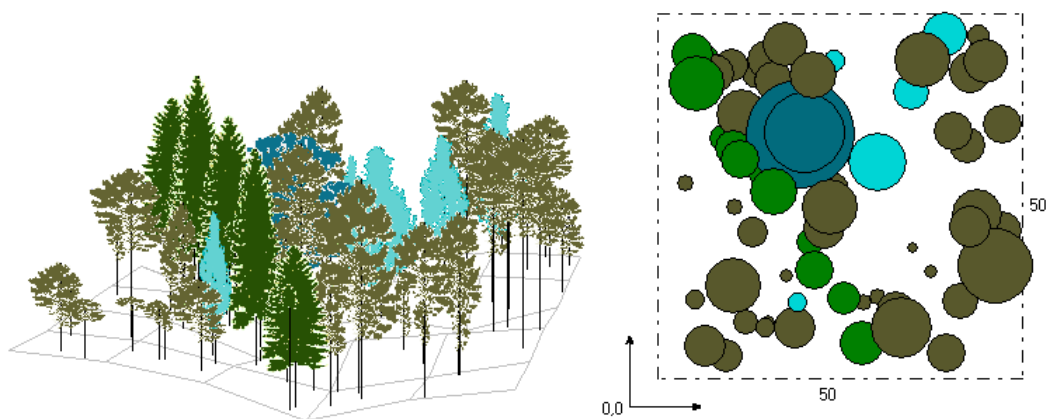


Obr. 76: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2024.

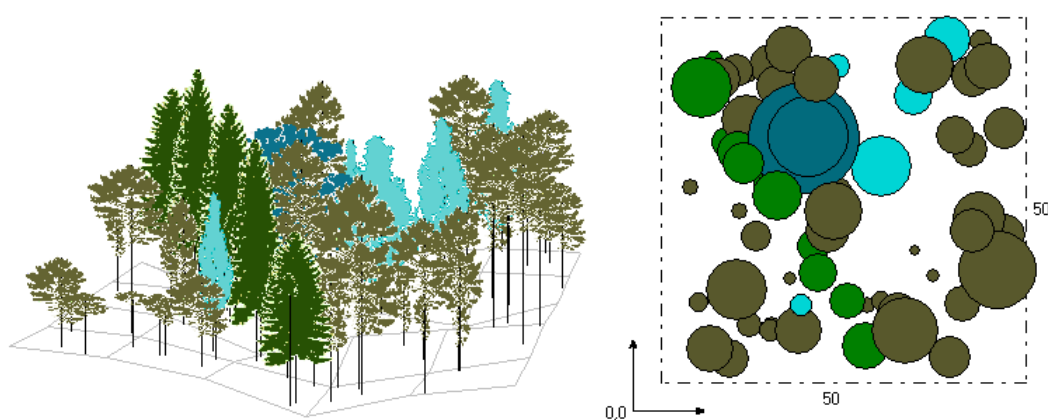


Obr. 77: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2034.

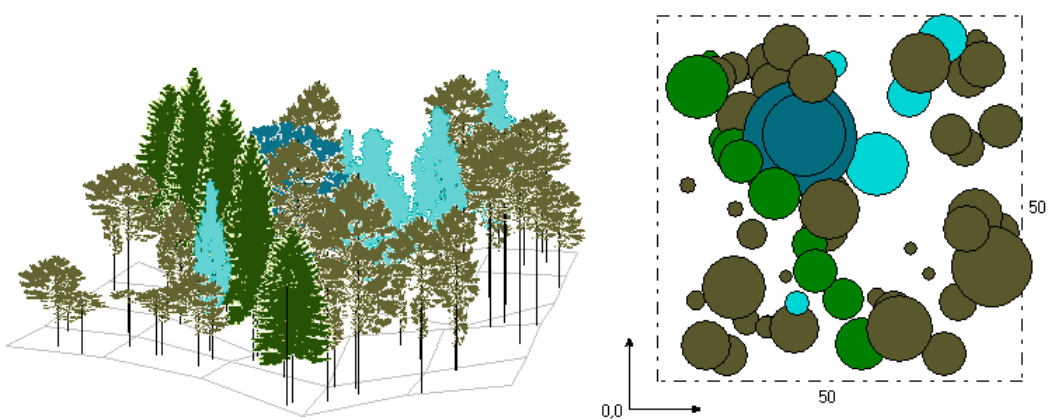




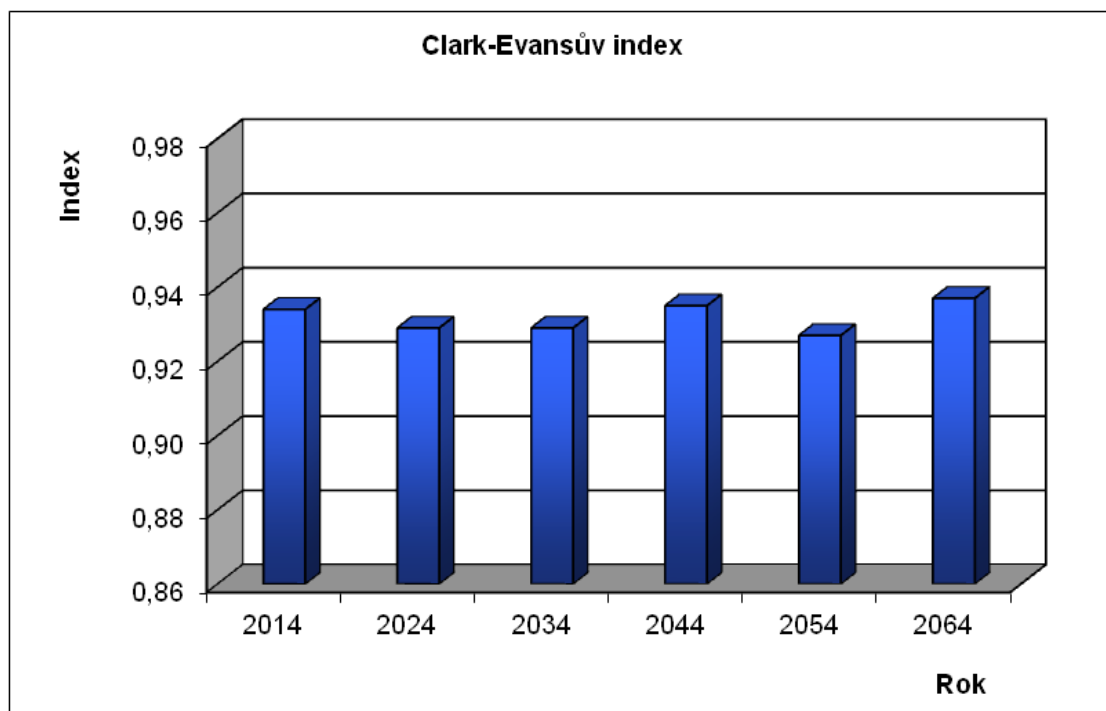
Obr. 78: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2044.



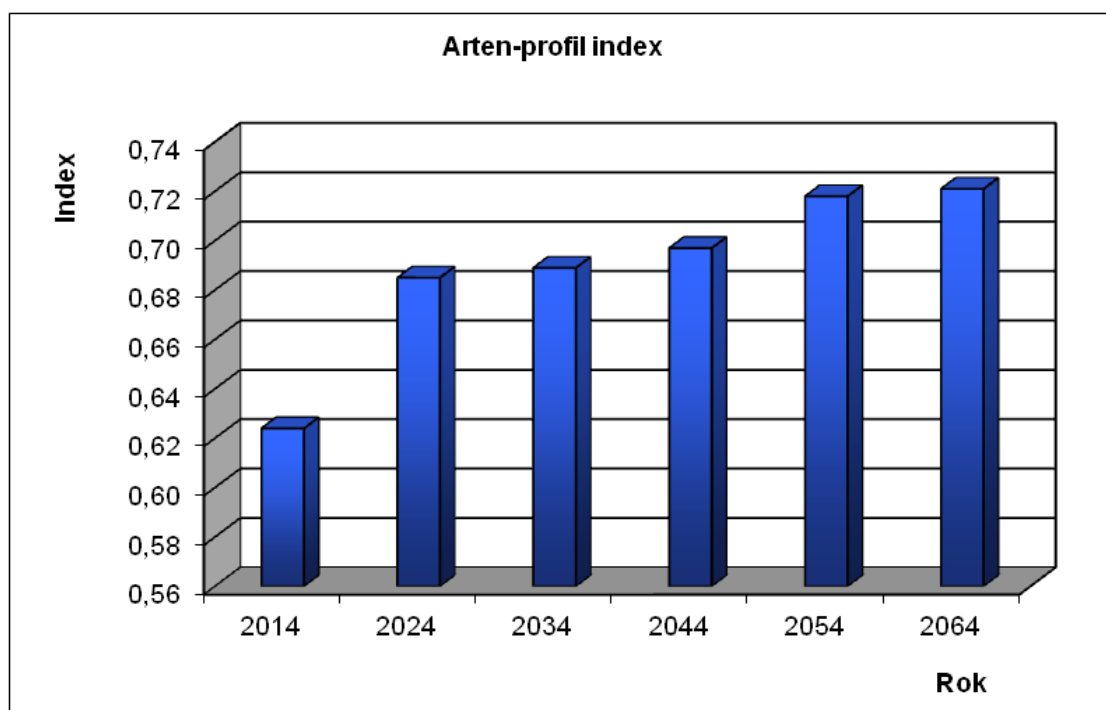
Obr. 79: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2054.



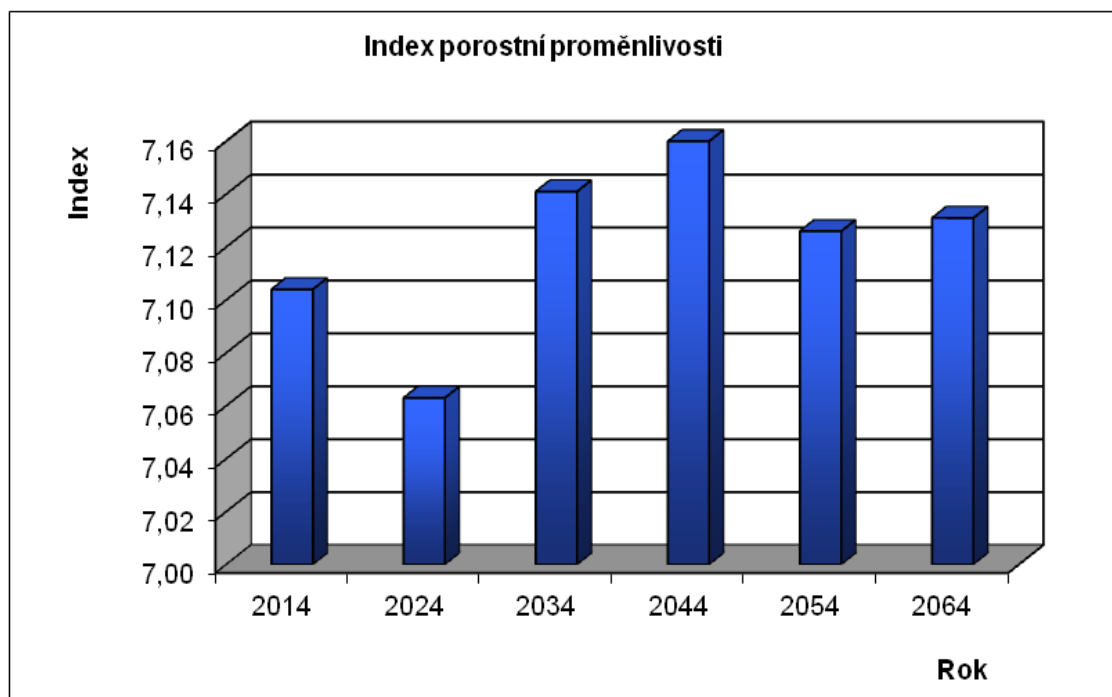
Obr. 80: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2064.



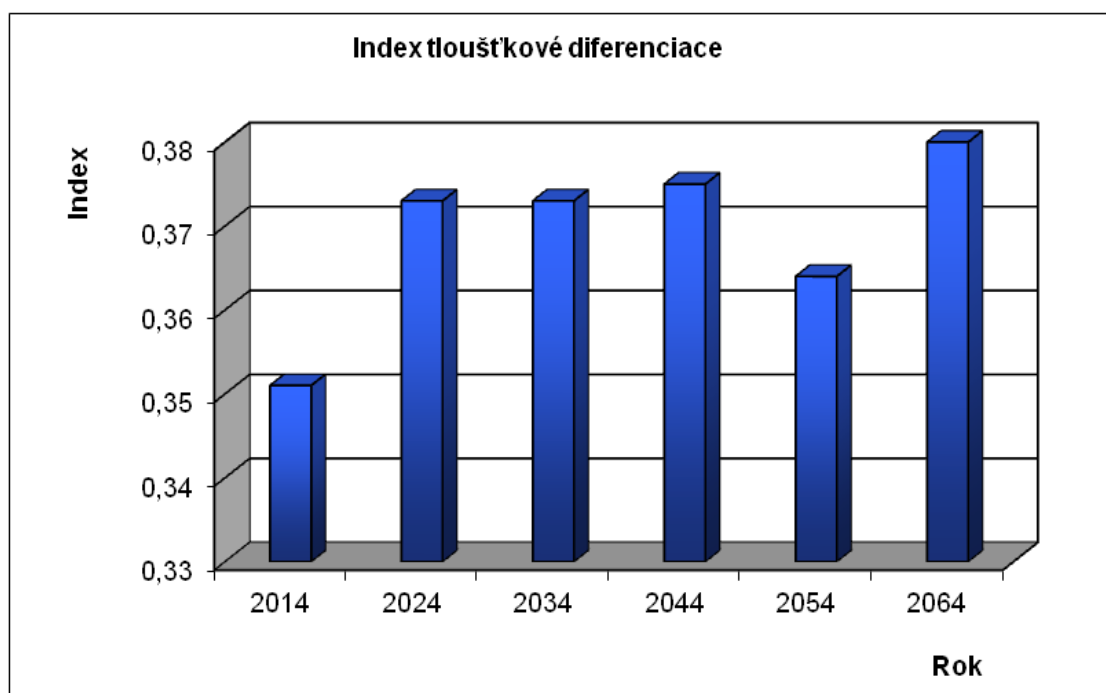
Obr. 81: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



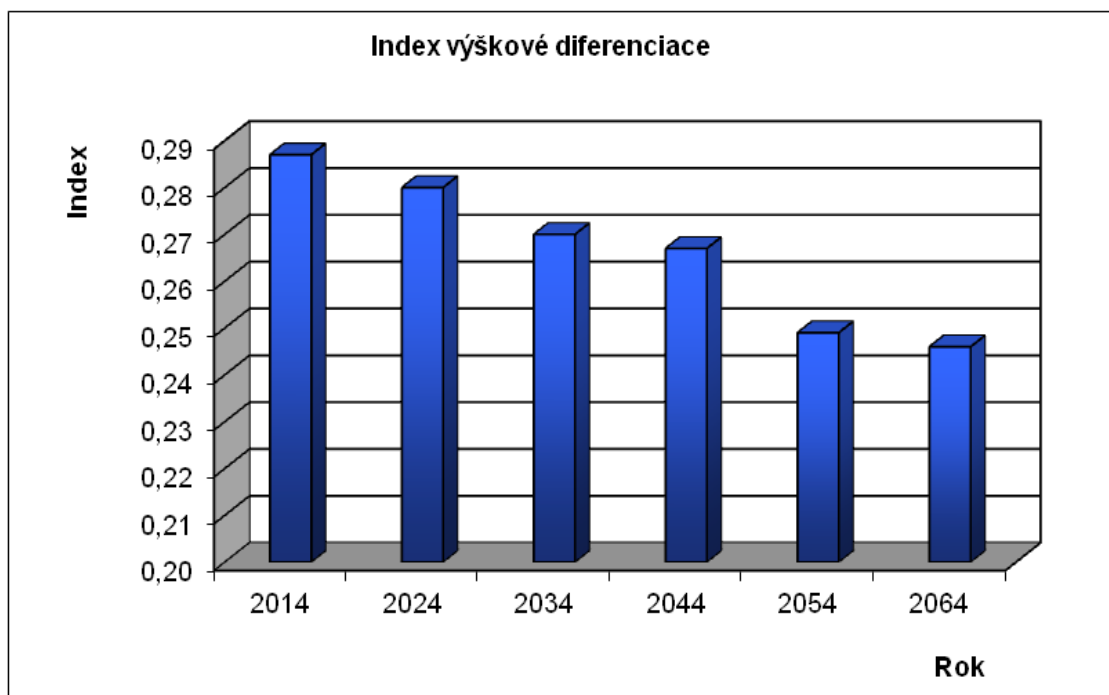
Obr. 82: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



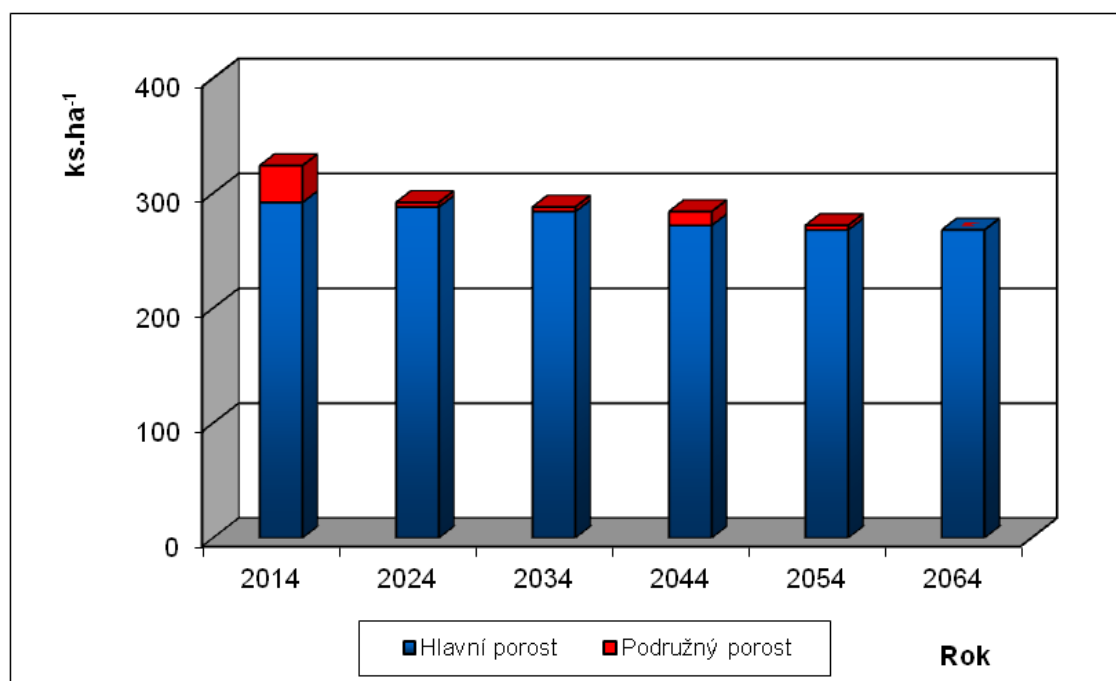
Obr. 83: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



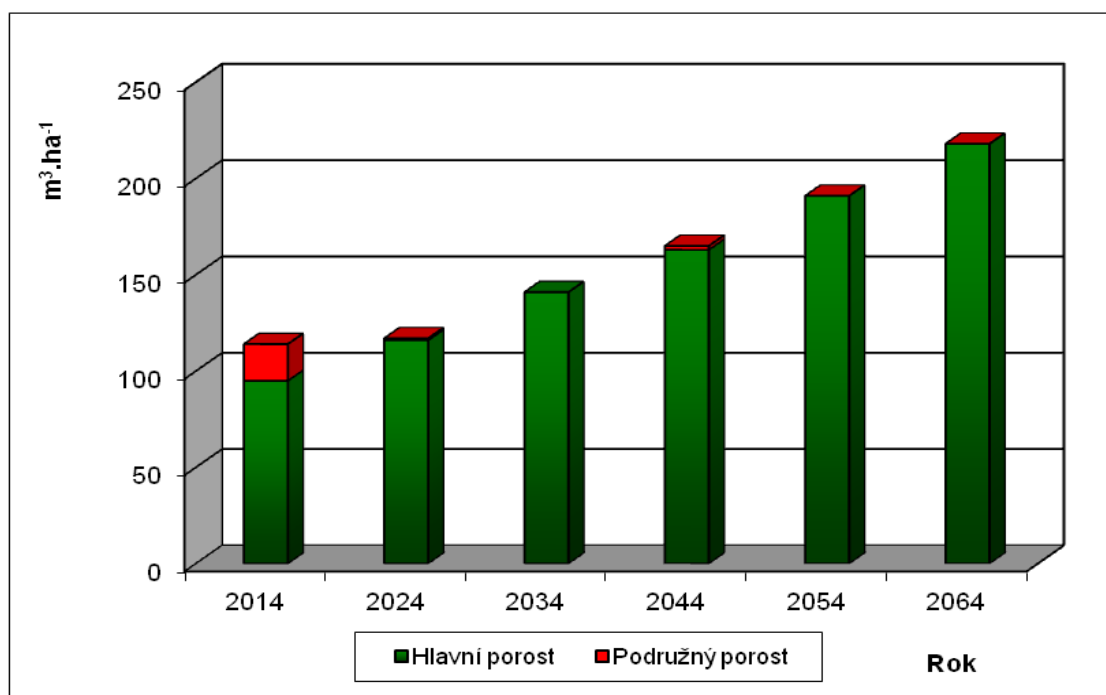
Obr. 84: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obr. 85: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obr. 86: Vývoj počtu jedinců v ks.ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obr. 87: Vývoj zásoby v m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

Tabulka 18: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM <sub>d</sub> (Fi)	TM <sub>h</sub> (Fi)	CP	CC	SDI
2014	0,934	0,624	7,104	0,351	0,287	57,9	0,86	0,29
2024	0,929	0,685	7,063	0,373	0,280	63,9	1,02	0,29
2034	0,929	0,689	7,141	0,373	0,270	69,0	1,17	0,33
2044	0,935	0,697	7,160	0,375	0,267	73,3	1,32	0,37
2054	0,927	0,718	7,126	0,364	0,249	76,4	1,44	0,41
2064	0,937	0,721	7,131	0,380	0,246	79,7	1,59	0,45

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, CP – plocha projekce, CC – zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 19: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	178	23,7	13,5	0,591	0,352	324	14,2	114	56,9	0,0	0,64	114
2024	177	25,4	13,8	0,573	0,400	292	14,7	117	54,3	2,4	0,77	136
2034	184	27,9	14,2	0,564	0,489	288	17,6	141	50,8	2,5	0,88	161
2044	191	30,4	14,5	0,553	0,583	284	20,5	166	47,8	2,6	0,97	185
2054	200	33,2	14,9	0,545	0,703	272	23,5	191	44,8	2,8	1,06	213
2064	207	35,6	15,3	0,535	0,813	268	26,7	218	42,9	2,8	1,16	240

## Borovice

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	205	24,4	13,2	0,625	0,387	224	10,5	87	54,2	0,0	0,42	87
2024	211	25,3	13,0	0,624	0,408	200	10,0	82	51,4	1,4	0,48	101
2034	220	27,4	13,2	0,622	0,482	200	11,7	96	48,0	1,4	0,52	115
2044	229	29,2	13,3	0,622	0,554	200	13,4	111	45,5	1,6	0,56	129
2054	239	31,7	13,5	0,618	0,659	192	15,1	127	42,7	1,6	0,61	146
2064	248	33,7	13,8	0,608	0,749	188	16,7	141	41,0	1,4	0,65	160

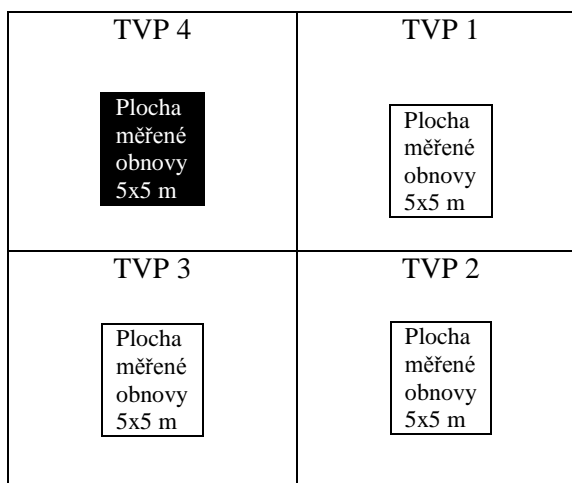
## Smrk

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	67	17,9	14,3	0,498	0,179	72	1,8	13	79,7	0,0	0,19	13
2024	77	21,8	15,7	0,471	0,276	64	2,4	18	72,1	0,6	0,23	18
2034	87	25,5	16,6	0,453	0,384	60	3,0	23	65,1	0,6	0,28	24
2044	97	29,4	17,5	0,438	0,519	56	3,8	29	59,4	0,7	0,31	30
2054	107	32,9	17,9	0,430	0,652	52	4,4	34	54,3	0,7	0,35	37
2064	117	36,3	18,4	0,417	0,793	52	5,3	41	50,6	0,8	0,38	44

Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvárnice; 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>).

### 5.4.2.4. Obnova porostu

Na TVP 4 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy (Obr. 88). Z Obr. 89 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha<sup>-1</sup>.

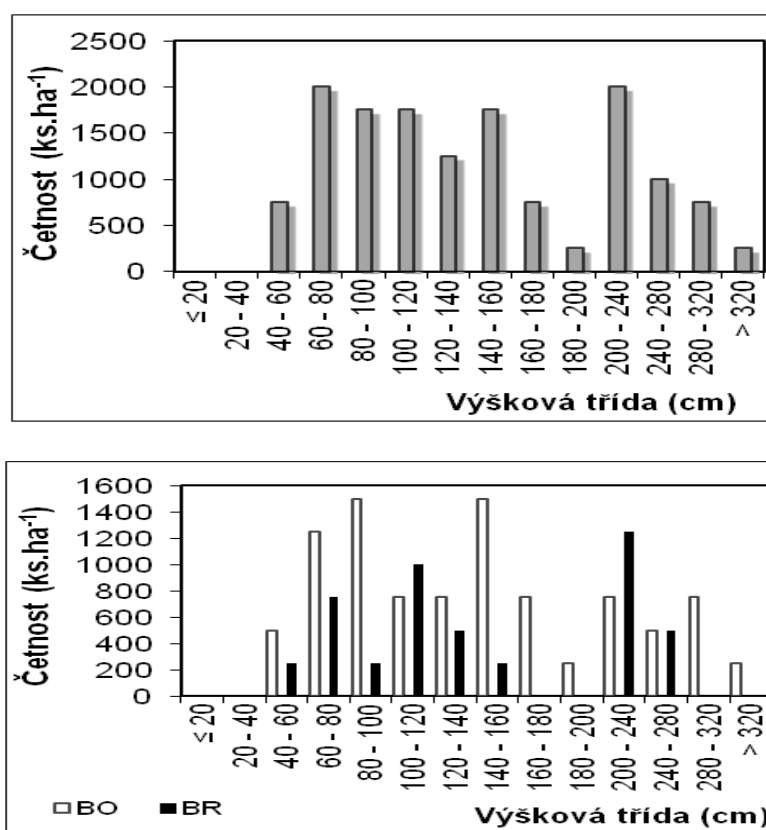


Obr. 88: Umístění plochy 5x5m v TVP 4.

Z histogramu výškové struktura přirozené obnovy diferencované podle celkové četnosti vyplývá, že je zde zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 2000 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 200-

240 cm a 2000 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 60-80 cm. Nejméně počet jedinců je 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 180-200 cm a 300 ks.ha<sup>-1</sup> ve výškové třídě větších jak 320 cm (Obr. 89).

Z histogramu výškové struktura přirozené obnovy diferencované podle zastoupení jednotlivých dřevin z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno 1500 ks.ha<sup>-1</sup> borovic v rozmezí výškové třídy 80-100 cm, 1500 ks.ha<sup>-1</sup> borovic v rozmezí výškové třídy 140-160 cm. Bříza má nejvíce 1300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 200-240 cm. Nejméně má zastoupení borovice 300 ks.ha<sup>-1</sup> v rozmezí výškové třídy 180-200 cm a 300 ks.ha<sup>-1</sup> ve výškové třídě více jak 320 cm (Obr. 89).



Obr. 89: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencované podle zastoupených dřevin na TVP 4.

### 5.5. Zastoupení jednotlivých dřevin na TVP 1 - 4

V Tab. 20 je znázorněno procentuální zastoupení jedinců stromového patra diferencované podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách a je patrné, že největší procentuální zastoupení borovic je v TVP 2 97 % a v TVP 1 95 %, zbytek tvoří břízy. V TVP 3 je to 70 % borovic, zbytek tvoří smrk s 24 % a 6 % bříz. Na TVP 4 je zastoupení 69 % borovic, 22 % smrku, 6 % bříz a 2 % buku.

Tab. 21 znázorňuje počty jedinců na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých výzkumných plochách. Největší zastoupení na hektar je v PRP 2, kde má borovice 704 jedinců spolu s břízou 20 jedinců - celkem 724 jedinců. V PRP 1 je 592 jedinců borovic, 32 jedinců bříz - celkem 624. V PRP 3 je 392 jedinců borovic, 132 jedinců smrku a 36 jedinců bříz – celkem 560 jedinců. V PRP 4 je 224 jedinců borovic, 72 jedinců smrku, 20 jedinců bříz a 8 jedinců buku – celkem 324 jedinců.

Tabulka 20: Procentuální zastoupení jedinců stromového patra diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.

TVP	Species			
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
1	95	0	5	0
2	97	0	3	0
3	70	24	6	0
4	69	22	6	2

Tabulka 21: Počty jedinců stromového patra v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.

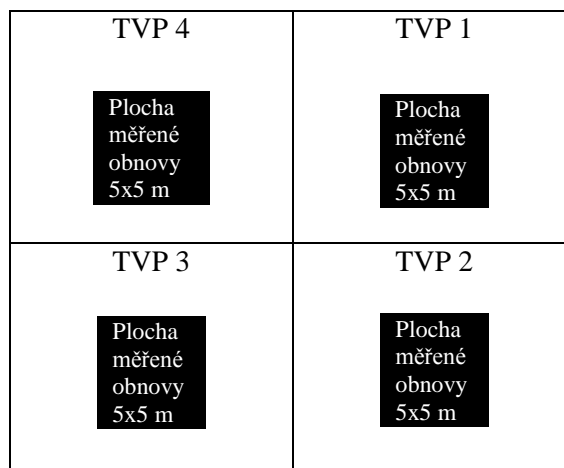
PRP	Species				suma
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	
1	592	0	32	0	624
2	704	0	20	0	724
3	392	132	36	0	560
4	224	72	20	8	324

#### 5.6. Zastoupení přirozené obnovy na TVP 1 - 4.

Na TVP 1 – 4 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy (Obr. 90). Procentuální zastoupení jedinců přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách je spočítáno v Tab. 22., kdy TVP 1 má 100 % zastoupení borovic, TVP 2 má 98 % borovic a 2 % smrků, TVP 3 má 57 % borovic 3% smrku 38 % bříz 3 % buku, TVP 4 67 % borovic a 33 bříz.

Nejvíce přirozené obnovy v přepočtu na hektar se nachází na TVP 3 s počtem 17250 jedinců., TVP 4 má 14250 jedinců, TVP 2 11750 jedinců a TVP 1 7750 s nejmenší zastoupením přirozené obnovy (Tab. 23). Nejvyšší průměrná výška u borovic je na TVP 1 290 cm, na TVP 2 je průměrná výška u borovic 265 a u smrku 57 cm. TVP 3 je průměrná výška u borovic 147 cm, 53cm u smrku, 122 cm u bříz, 82cm u buku, na TVP 4 je výška 153 cm u borovic, 142 cm u břízy v průměru (Tab. 24). Indexy popisující druhovou diverzitu přirozené obnovy jsou v Tab. 25. Největší druhová bohatost je na TVP 3, nejmenší na TVP 2.





Obr. 90: Umístění ploch 5x5m v TVP 1 až TVP 4.

Tabulka 22: Procentuální zastoupení jedinců přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.

PRP	Druhy			
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
1	100	0	0	0
2	98	2	0	0
3	57	3	38	3
4	67	0	33	0

Tabulka 23: Počty jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.

PRP	Druhy				suma
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	
1	7750	0	0	0	7750
2	11500	250	0	0	11750
3	9750	500	6500	500	17250
4	9500	0	4750	0	14250

Tabulka 24: Průměrná výška přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách v centimetrech.

TVP	Výška (cm)			
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
1	290	---	---	---
2	265	57	---	---
3	147	53	122	82
4	153	---	142	---

Tabulka 25: Indexy popisující druhovou diverzitu přirozené obnovy.

Biodiverzita byla malá.

TVP	D <sub>1</sub> (Mai)	D <sub>2</sub> (Mei)	λ (Sii)	H' (Shi)	E <sub>1</sub> (Pii)	E <sub>2</sub> (Hii)
1	---	---	---	---	---	---
2	0,107	0,019	0,042	0,103	0,149	0,401
3	0,326	0,040	0,537	0,896	0,646	0,800
4	0,109	0,020	0,444	0,637	0,918	0,899

D<sub>1</sub> (Margalev 1958) a D<sub>2</sub> (Menhinick 1964) - indexy druhové bohatosti, λ (Simpson 1949) a H' (Shannon 1948) - indexy druhové různorodosti, E<sub>1</sub> (Pielou 1975) a E<sub>2</sub> (Hill 1973) - indexy druhové vyrovnanosti.

## 6. Diskuze

Problematicke narušování borů se zabývá článkem HUSOVÁ (1999), kde uvádí, že reliktní bory byly často v minulosti ponechány vlastnímu vývoji místy bez výraznějších hospodářských zásahů. Skalní stanoviště borů jsou nyní často využívána turisty jako vyhlídkové body. Vede to ovšem k narušování lišejníkové a mechové synusie a následné erozi splachem.

Na TVP 1 – 4 platí přímá závislost mezi charakterem reliéfu či skalního terénu, přístupu k vodě a vitalitou borovice. Složitost situace pak dokreslují váte písiky. Ty mohou být jak chudé, sterilní, čistě křemenné, tak i obohacené o jemnozern, záleží, který materiál byl navát a jak dlouho působil půdotvorný proces (KONIAS 1950, MIKYŠKA 1956).

HUSOVÁ (1999) uvádí, že funkci reliktních borů na skalnatých stanovištích a balvanitých rozpadech je výhradně účelová – slouží k zábraně extrémnímu vyschnutí a splavení půdy.

NOVOTNÝ (2014) uvedl, že příčinou eroze může být mechanické působení pohybujících se okolních látek - především větru, proudící nebo vlnící se vody, ledu, sněhu, pohyblivých zvětralin a nezpevněných usazenin a dalších faktorů, jako je např. intenzita srážek, struktura půdy, sklon svahu, hustota rostlinného pokryvu, způsob využívání půdy.

Na TVP 1 – 4 jsou skalnaté útvary sestupující do úžlabin a údolí. Půda je zde velmi chudá a propustná, ležící na písčitéch plošinách skalního terénu (podzol arentický, kambizem arentická podzolová).

Poměrem borovice lesní a jejím výškovým přírůstkem se věnoval WEIDEMANN (1948), kde uvedl, že borovice je vysloveně slunná dřevina, což lze dokumentovat i velmi včasnou kulminací celkového běžného výškového přírůstku, u necloněných porostů na nejlepších borovinách ve věku 15 – 20 let s výrazným poklesem na hodnoty 10 – 20 cm již ve věku 70 let.

ASSMANN (1968) uvedl, že je velmi včasná i kulminace celkového běžného objemového přírůstku – 30 let (za stejných podmínek). Zvýšení světelného uvolnění v růstové fázi mlazín a

tyčovin způsobuje tvorbu silnějšího zavětvení. V hustém sponu po dobu delší než 1 věková třída naopak způsobuje známý symptom přeštíhlení. Oba aspekty způsobují snižování kvality produkce. Snižování stability a zajištěnosti produkce je zde dáno fyziologickým narušením vývoje jedince a porostu, ohrožením abiotickými činiteli (sníh, vítr) a širokým spektrem patogenních biotických činitelů.

Porovnáním borovice s ekologickými nároky stanovišť se zabýval MIKESKA, VACEK, et al.(2008), kde uvedli, že borovice lesní je velmi tolerantní dřevina vůči klimatickým, pedologickým, obecně ekologickým podmínkám, proto je její výskyt v České republice vázán zejména na extrémní a velmi chudá stanoviště v nižších i vyšších polohách. Jedná se o přirozené ekotopy (stanoviště), která jsou obtížně obsazována jinými druhy dřevin, v době neboreální s mozaikovitým rozšířením. Uvedené lokality jsou původního přirozeného rozšíření v podmínkách, ekologicko-hospodářsky extrémních, což umožnilo zpravidla zachování přirozeného charakteru porostů z důvodu velmi omezené intervence člověka.

Dále se MIKESKA, VACEK, et al.(2008) zabývali konfigurací terénu a edafickým hlediskem, uvedli, že výška skal, hloubka, šířka puklin a roklín, způsob rozpadu, velikost plošin apod., a to ve vztahu k výškám klimaxových dřevin, lze považovat dokonce za první kritérium klasifikace stanovišť ve skalních městech. Edafické hledisko (reliéf či konfigurace terénu, podloží, půdní typ a vodní režim a fyziognomické hledisko – tedy bonita, zápoj a vitalita dřevin, vitalita bylin a poměr bylin, mechů a lišejníků) jsou rozhodujícími hledisky rozlišení borů od ostatních společenstev a rozlišení borů mezi sebou v současných pozměněných podmínkách a za nepřítomnosti dalších znaků odlišení, což koresponduje s výsledky TVP 1 - 4 a jejich rozmístění na ploše.

TVP 1 - 4 se nachází na mírně svažitém terénu, která zasahuje mezi skalní výběžky. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Zápoj se postupně s věkem bude rozšiřovat. Dřevinná skladba struktury a vývoj porostu odpovídá stanovištním podmínkám. Mladý porost je ve fázi dorůstání, kdy postupně dorůstá do mezer a světlin v porostním zápoji. Ve stadiu optima je jen pár stromů s maximální tloušťkou a výškou (fáze síňové výstavby) a je narušeno s malými výkyvy ve střední fázi. Přirozená obnova porostu je malá.

VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. (2009) uvádějí, že prvním nejdůležitějším předpokladem přirozené obnovy porostů je výskyt semenného roku a opad semene. Dalším druhým důležitým předpokladem je vhodný stav (zralost) půdy po klíčení (klíčnické lůžko) semene, vzejití semenáčků a jejich počáteční přežití. Třetím předpokladem jsou vhodné klimatické podmínky, příznivý stav porostního mikroklimatu a příznivý průběh povětrnosti a od opadu semen až po vzejití

semenáčků a jejich přežití přes první vegetační období. Jednotlivé etapy probíhají plynule jen za předpokladu příznivých podmínek.

Na celém území PR Kostelecké bory jsou porosty ponechány samovolnému vývoji s maximální dosažitelnou eliminací primárních i sekundárních antropických vlivů. Péče o nálety, nárosty, kultury a výchovu porostů se zásadně neprovádí. Tím lze konstatovat, že se zde uplatňuje pouze přírodní výběr dřevin (autoredukce). Realizace nahodilých těžeb je vyloučena, proto dle VACKA, VACKA, SCHWARZE et al. (2009) nelze nepřímo ovlivnit kontinuální podporu péče o zdárný vývoj korun.

Typologický systém lesů ÚHÚL je vcelku dobře použitelný na mozaikovitost vegetace v prostoru a na plynulost přechodů mezi jednotkami zároveň. Jednotky umožňují zařazovat jakékoli stanoviště téměř bez ohledu na vegetaci (nejjednodušeji lze ovšem zařadit jakékoli stanoviště s pomocí upravené tzv. geobiocenologické formule (ZLATNÍK 1976 et RIZMAN 2005, MIKESKA 2005).

Studiem historických materiálů lze dosáhnout poměrně dobré představ o rámci, ve kterém se lze pohybovat. Nejstarší písemné záznamy (popis lesních tratí pro přiznání k daním, první lesní instrukce) jsou z poloviny 17. století, byť velmi sporadické a nepřesné. Údaje od 18. století, podle majetků už jsou přesnější. Nicméně se HORÁK (1969, 1981) a TOMANDL (1963) shodují v jednom, a to, že ve skalních městech (majetky ve 3. - 4. LVS), převládala jedle, dále byl zastoupen buk a dub, ve velké míře byla zastoupena borovice a smrk, ten až v majetcích nacházejících se ve 2. - 3. LVS.

Díky analýze vlivu prostředí, lze zjistit vazby mezi dřevinou složkou ekosystému a sledovanými znaky prostředí (cf. VACEK, PODRÁZKÝ 2000).

Funkce reliktních borů na skalních stanovištích a balvanitých rozpadech je výhradně účelová, jednak zabraňuje extrémnímu vyschnutí a splavení půdy. Odlesnění ploch vede k odplavení jemnozemě a obnažení skalního podkladu nebo ke vzniku biologicky sterilních balvanitých drovin. Cílem jakékoli činnosti na těchto stanovištích je trvalé udržení dřevinného krytu. Na fyziologicky mělkých půdách břidlic s paralelním uložením, kde i borovice vytvářejí mělký kořenový systém, je nebezpečí vývratu (HUSOVÁ 1999).

Obecně platí, že jediným přípustným zásahem do těchto stanovišť je podpora přirozené obnovy. U silně proředěných porostů je možná setí či výsadba borovice místní proveniencí do štěrbin skal nebo suti. Mělo by být samozřejmostí ponechání padlých kmenů na lokalitách. Chránit je třeba nejen reprezentativní porosty, ale i nenarušené porosty mimo tyto oblasti a

rovněž porosty schopné regenerace, už jen z principu ochranného charakteru lesa na těchto stanovištích.

Na méně extrémních stanovištích je možno připustit pouze jednotlivě až moučkovitě výběrného charakteru s šetrnou podporou obnovy místního ekotypu BO (MIKESKA, VACEK et al. 2008).

Obecně lesní ekosystémy a lesní porosty, jsou v České republice velmi diferencované a různorodé. Na jejich formování do aktuálního stavu se podílela mimo jiné i celá řada vlivů a cílených zásahů vycházejících často z protichůdných ekonomických vztahů. Dopad zmíněných vlivů i cílených strategií se často projevil až v delším časovém horizontu a zpravidla v jedné generaci měl nevratný charakter (VACEK, SIMON, REMEŠ et al. 2007).

Prakticky nejvýznamnějším kritériím členění borů a borových doubrav je vodní režim mikrostanovišť, vlastnosti půdy, reliéf terénu ve spojitosti s hloubkou půdy a půdním typem, fyziognomický projev porostu, tedy především vitalita a přirozený zápoj jednotlivých dřevin, ale i bylin, a tedy nejen prosté druhové zastoupení a prostá pokryvnost (MIKESKA, VACEK et al. 2008).

Půdy reliktních borů vykazují mimořádně nepříznivý stav. Jsou převážně lehké, mělké, snadno propustné pro vodu, s nízkým obsahem humusu a dusíku, s extrémně nepříznivým stavem půdního sorpčního komplexu a obecně nízkým obsahem přístupných živin. Lze na nich očekávat lesní porosty značně náchylné k poškození v důsledku imisních zátěží a acidifikace půd. Při emisním zatížení a postupující acidifikaci půd lze předpokládat další zhoršení půdního chemismu a podmínek výživy lesních dřevin, což ve spojení s poškozením asimilačních orgánů by mohlo vést k jejich chřadnutí i odumírání (MIKESKA, VACEK et al. 2008).

Vacek (2002), Korpel(1989), cf. Jeník (1979) se shodli na názoru, že les je totiž v našich klimatických podmínkách v podstatě jedinou vegetační formací, která je schopná trvale se udržet svými vnitřními silami a životními procesy za předpokladu, že se výrazně nezmění stanovištní a porostní podmínky.

Při tvorbě zásad managementu je obecně předpokladem vycházet ze specifických nároků a vlastností borovice v rámci její ekologické amplitudy. Borovice je totiž neobyčejně přizpůsobivá dřevina, tolerantní k teplu, suchu i nízkým teplotám (zachovala v přirozeném stavu dominanci nebo význačný podíl pouze na podloží písčitých sedimentů, hadců, v extrémních podmínkách i vápenců a rašelin a na skalnatých výchozech různých kyselých hornin).

Vychází se z předpokladu, že každý organizmus vyžaduje – má-li dobře prospívat – vhodné prostředí, které odpovídá asimilovaným podmínkám prostředí jeho předchůdců. V lesích přirozených borů je ve směs nezbytné ustoupit od prvořadě produkční funkce a péči o lesní

ekosystémy podřídít prioritní ekologické funkci, respektive hlavnímu motivu ochrany přírody. Jedná se o tvorbu maloplošného strukturovaného lesa s ponecháním skupinek stromů na dožití, a to i za cenu zvýšených nákladů a rentability, popřípadě i o území ponechanému samovolnému vývoji.

Principem péče a ochrany borů vychází především z posouzení míry antropogenních zásahů do jednotlivých lesních a skalních ekosystémů. Smyslem stanovení hlavních směrů řízené vývojem území je snaha o zachování stávající hodnoty území a o jeho ekologickou stabilizaci s maximálním využitím přirozené obnovy (v přírodně blízkých ekosystémech) a jemnějších způsobů managementu i na úkor hospodářské rentability (MIKESKA VACEK et al. 2008).

## 7. Závěr

Z výsledku studia struktury a vývoje porostů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostelecké bory vyplývá, že se zde ještě nerozbehly standardní disturbanční procesy – rozpad stromového patra fyzickým stářím a napadením fytopatogeny, které by zásadním způsobem změnilly biodiverzitu těchto porostů.

Získané výsledky budou využity jako základ pro tvorbu managementu v PR Kostelecké bory a dále i přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních podmínkách, kde je třeba přistoupit k přestavbě porostů na porosty s vyšším stupněm přirozenosti.

Na základě výsledků studia struktury a vývoje lesních porostů v PR Kostelecké bory lze pro toto území navrhnout následující rámcové zásady managementu:

1. Dlouhodobý cíl péče o lesní porosty - ponechat samovolnému vývoji s maximální dosažitelnou eliminací primárních i sekundárních antropických vlivů.
2. Způsob obnovy a obnovní postup, včetně doporučených technologií - ponechání samovolnému vývoji.
3. Způsob zalesnění, stanovení druhů a procento melioračních a zpevňujících dřevin při obnově porostu- přirozená obnova
4. Péče o nálety, nárosty a kultury a výchova porostů, včetně doporučených technologií - zásadně neprovádět, uplatní se pouze přírodní výběr dřevin (autoredukce).
5. Opatření ochrany lesa včetně doporučených technologií - kontrolní a ochranná (obranná) opatření proti kůrovcům jsou nepřijatelná.
6. Provádění nahodilých těžeb včetně doporučených technologií - realizace nahodilých těžeb je vyloučena. Veškerá dřevní hmota zůstane ponechána na místě k zetlení.

7. Pokud by v budoucnu docházelo k šíření geograficky nepůvodních druhů dřevin z okolí rezervace na její území, tak je žádoucí přistoupit k likvidaci takového náletu (přednostně invazních druhů).
8. Cílem je vytvořit základní předpoklady pro uchování a obnovu klimaxových, autoregulačně se vyvíjejících lesních ekosystémů a umožnit sledování jejich dalšího vývoje při maximálním omezení lidských vlivů.
9. Uchování přirozených rostlinných a živočišných společenstev v co nejširší druhové rozmanitosti v celém lesním komplexu Kosteleckých borů.
10. Využívat spontánních projevů a dynamiky lesních ekosystémů.
11. Způsob reprodukce by měla být přirozená obnova, směřující k dosažení přirozeného stavu lesa
12. Rezervací prochází zeleně značená turistická cesta a také v okolí PR je již vyznačeno několik turistických tras. Není tedy vhodné v rezervaci zřizovat další nové turistické trasy.
13. Zachovat a zvýšit biodiverzitu zde zastoupených ekosystémů a vytvářet podmínky pro rozvoj vzácných a chráněných druhů rostlin a živočichů.

## 8. Literatura

- ASSMANN, Ernst. (1968, [v tir.] 1969): *Náuka o výnose lesa: Organická produkcia, zloženie, prírastok a výnos lesných porastov*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 486 s. Lesnícka veda a výzkum
- BUČEK, A.; LACINA, J. (1999): *Geobiocenologie II*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 240 s.
- CLARK, P.J.; EVANS F. C. (1954): Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35, s. 445–453.
- DAVID, F. N.; MOORE, P. G. (1954): Notes on contagious distributions in plant populations. *Annals of Botany of London*, 18, s. 47–53.
- DOHRENBUSCH, ACHIM. (1997): Die natürliche Verjüngung der Kiefer [Pinus silvestris L.] im nordwestdeutschen Pleistozän / Achim Dohrenbusch [online].
- FABRIKA, M.; ĎURSKÝ, J. (2005): Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. *Journal of Forest Science*, 51, 10, s. 431–445.
- HOPKINS, B.; SKELLAM, J.G. (1954): A new method for determining the type of distribution of plant individuals. *Annals of Botany*, 18, s. 213–227.
- HORÁK, K. (1969): Historický průzkum lesů LHC Hořice. Depon. In: ÚHÚL, pob. Hradec Králové.
- HORÁK, K. (1981): Elaborát historického průzkumu PLO Český ráj. Depon. In: ÚHÚL, pob. Hradec Králové.
- HUSOVÁ, M. (1997): Přehled vegetace České republiky. Sv. 3, Jehličnaté lesy = Vegetation survey of the Czech Republic. Vol. 3, Coniferous forests / Miroslava Husová; Akademie věd ČR = AV ČR.
- CHYTRÝ, M. et al. (2010): Katalog biotopů České republiky = Habitat catalogue of the Czech Republic. 2. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 445 s.
- JAHNE, S. – DOHRENBUSCH, A. (1997): Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 116: 333–345.
- JENÍK, J. (1979): Ecological meaning of stability. In: Stability of spruce forest ecosystems. Symposium MAB, Brno, s 7-15.
- KIRSCHNEROVÁ, L., ed. al. (1996): Příroda Kokořínska a Mělnicka = The Nature of the Kokořín and Mělník regions, central Bohemia: [sborník prací z ochrany přírody]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 270 s.
- KONIAS, H. (1950): Lesní hospodářství: Zvyšování dřevní produkce a ozdravění lesů na Opočensku. 1. vyd. Praha: Brázda,.
- KORPEL, Š. (1989): Pralesy Slovenska. 1. vyd. Bratislava: Veda, 328 s.



- KUČERA, T. (1999): Reliktní bory, suťové a roklinové lesy. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 27 s.
- LOKVENC, T. (1978): Toulky krkonošskou minulostí. Hradec Králové, Kruh, 258 s.
- MIKESKA, M. (2005): Specifikace a rozšíření geomorfologické formule STG Zlatníka o další kritéria.
- MIKESKA, M. et al. (2008): Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 447 s.
- MIKO, L. et al. (2010): Národní parky a chráněné krajinné oblasti v České republice. Vyd. 2. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 71 s.
- MIKYŠKA, R. (1956): Fytosociologická studie lesů terasového území v dolních částech povodí Orlice a Loučně. Sborník ČSAZV – Lesnictví, 29: 2: 313 – 370.
- MODRÝ, M.; SÝKOROVÁ, J. (2004): Maloplošná chráněná území Libereckého kraje. Liberec: Liberecký kraj, resort životního prostředí a zemědělství, 120 s.
- MOUNTFORD, M.D. ON E. C. (1961): Pielou's index of nonrandomness. *Journal of Ecology*, 49.
- MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. (2007): Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1. Vyd. 1. Praha: Academia, 352 s.
- NÁROVEC, V. (2000): Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 31 s.
- NOVOTNÝ, I. et al. (2014): Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 73 s.
- PENTTINEN A., STOYAN D., HENTTONEN H. (1992) : Marked Point Processes in Forest Statistics. *Forest Science*, 38, 4, s. 806–824.
- PETRÁŠ, R.; PAJTIK, J. (1991): Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. *Lesnícky časopis*, 37, (1), s. 49-56.
- PIELOU E.C. (1959): The use of point-to-plant distances in the study of the pattern of plant populations. *Journal of Ecology*, 47, s. 607–613.
- POLENO, Z. et al. (2011): Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů. 2., upr. a dopl. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 319 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.
- PRETZSCH, H. (2006): Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. *Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald*, 61, s. 1158–1159.
- PRŮŠA, E. (1990): Přirozené lesy České republiky. Vyd. 1. V Praze: Ministerstvo lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČR ve Státním zemědělském nakladatelství, 246 s., [16] s. obr. příl. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.

- REINEKE, L. H. (1933): Perfecting a stand density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research*, 46 (7), s. 627-638.
- RIPLEY, B. D. (1981): *Spatial statistics*. New York, John Wiley & Sons, 252 s.
- RIZMAN, I. (2005): Terénna príručka prieskumu ekologie lesa prepracovaná a rozšírená o alternatívne klasifikačné systémy. Lesoprojekt Zvolen.
- TOMANDL, M. (1963) Historický průzkum lesů LHC Sobotka a Mladá Boleslav. Depon. In: ÚHÚL Brandýs n. L., pob. Jablonec n. N.
- ÚHÚLI a Základy dendrometrie a HÚL na MENDELU [on-line]. 2013, [cit. 2013-15-12]. dostupné <<http://oryx.mendelu.cz/honza/hul1/index.php>>.
- VACEK, S. (1981b): Vyhličky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. *Lesnická práce*, 60: 3: 118–124.
- VACEK, S. (1982): Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 27: 2: 5–11.
- VACEK, S. (1983): Morfologická proměnlivost autochtonních smrkových populací v Krkonoších. *Lesnictví*, 29: 4: 265–284.
- VACEK, S. (2002): Přírodně blízký management v lesích „maloplošných“ zvláště chráněných území. In: *Limity a rizika uplatňování produkčních funkcí lesa ve zvlášť chráněných území. Sborník referátů ze semináře se zahraniční účastí. Brno a Litovel, 14.5. a 15.5. 2002. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita*, s 29-42.
- VACEK, S. (2006): Vztahy lesního hospodářství a ochrany přírody In. *Hlavní problém lesnictví. XI sněm lesníků. Sborník referátů. Hradec králové 1.6.2006, Praha, ČLS , LČR, s.p., Mze 2006*, s. 29-35.
- VACEK, S. et al. (1988): Management NPR a PR v CHKO Orlické hory. Příspěvky ze semináře. *Příroda Orlických hor a jejich podhůří, část 2. Acta Musei Richnoviensis. Sect. Natur.*, 5: 3: 117-132.
- VACEK, S. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. 1. vyd. *Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce*, 447 s.
- VACEK, S. 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. Vyd. 1. *Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce*, 288 s. *Folia forestalia Bohemica: sborník původních vědeckých prací a monografií*; 11.
- VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. (2000): Přírodě blízké lesy – cíle a prostředky lesnického managementu v NP Šumava. In: *Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava*.

- Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 1. a 2. 12. 1999, Podrázský, V. (ed.), Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 100–102.
- VACEK, S; MALÍK, V.; KAŠÍKOVÁ, V. (2006): Biotechnické metody přiblížení nevhodných forem lesa přírodě blízkému stavu ve ZCHÚ.
- VACEK, S; PODRÁZSKÝ, V. (2000): Influence of the environment on the health state of relict pine forests in the Broumovsko Protected Landscape Area, Ne Bohemia. Příroda, 17:81-100.
- VACEK, S; PODRÁZSKÝ, V. (2006): Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy: pěstování lesů: [sborník pro vlastníky lesů]. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, katedra pěstování lesů, 74 s.
- VYDROVÁ, A. ed. et al. (2006): Optimalizace sítě maloplošných zvláště chráněných území v České republice: VaV 620/20/03. Pardubice: Východočeské muzeum, 216 s.
- WEIDEMANN, E. (1948): Die Kiefer. Hannover.
- ZLATNÍK, A. (1976) Lesnická fytoecologie. [Praha]: SZN. 495 s.
- ZLATNÍK, A. (1976) Přehled skupin typů goebiocénů původně lesních a křovinných ČSSR. Zprávy GÚ ČSAV, 13: ¾: 56 – 64 + tab. v příloze.

## 9. Seznam obrázků

Obr. 1: Velký vývojový cyklus lesa (A) a malý vývojový cyklus lesa (B) - (upraveno podle SCHMIDT-VOGT 1985; VACEK, SIMON, REMEŠ 2007).....	12
Obr. 2: Časový sled, návaznost a prolínání vývojových cyklů (vývojových stadií a fází) na příkladu přírodního lesa (smrku, jedle a buku) v 5. – 6. LVS (upraveno podle KORPEL 1989; VACEK, SIMON, REMEŠ 2007).....	13
Obr. 3: Původní oblast (274 km <sup>2</sup> ) + nová oblast (136 km <sup>2</sup> ) CHKO Kokořínsko (Mapy ČR).....	18
Obr. 4: Charakteristika geologických útvarů (původní oblast), tvar skalní útvarů, roklí, údolí, nejvyšší bod je Vlhošť 614 m. n. m. (zdroj. CHKO Kokořínsko).....	18
Obr. 5: Orientační mapa s vymezeným územím PR Kostecké bory (zdroj ÚHÚL).....	21
Obr. 6: Lesnická mapa typologická (zdroj ÚHÚL).....	21
Obr. 7: Stupně přirozenosti lesních porostů PR Kostecké bory (zdroj ÚHÚL).....	22
Obr. 8: Obrázek ukazuje lokalitu, kde červený kroužek značí střed TVP, souřadnice GPS 50.5696378N, 14.4599000E, (zdroj mapy ČR).....	23
Obr. 9: Rozmístění TVP v prostoru Kosteckých borů.....	24
Obr. 10: Interiér borového porostu na TVP 1 – Kostecké bory v r. 2014 (foto: M.Brandejský). .....	28
Obr. 11: Horizontální struktura borového porostu na TVP 1. ....	29
Obr. 12: Horizontální struktura horní etáže na TVP 1 vyjádřená L-funkcí.....	30
Obr. 13: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 1.....	30
Obr. 14: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP ...	31
Obr. 15: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 1 v roce 2014.....	33
Obr. 16: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2024.....	33
Obr. 17: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2034.....	33
Obr. 18: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2044.....	34
Obr. 19: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2054.....	34
Obr. 20: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2064.....	34
Obr. 21: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	35
Obr. 22: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	35
Obr. 23: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	36

Obr. 24: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	36
Obr. 25: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	37
Obr. 26: Vývoj počtu jedinců v ks.ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	37
Obr. 27: Vývoj zásoby v m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	38
Obr. 28: Umístění plochy 5x5m v TVP 1.....	39
Obr. 29: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 1.....	40
Obr. 30: Interiér borového porostu na TVP 2 – Kostelecké bory v r. 2014 (foto: M.Brandejský). .....	41
Obr. 31: Horizontální struktura borového porostu na TVP 2.....	42
Obr. 32: Horizontální struktura horní etáže na TVP 2 vyjádřená L-funkcí.....	43
Obr. 33: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 2.....	43
Obr. 34: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 2.....	44
Obr. 35: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 2 v roce 2014.....	46
Obr. 36: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2024.....	46
Obr. 37: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2034.....	46
Obr. 38: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2044.....	47
Obr. 39: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2054.....	47
Obr. 40: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2064.....	47
Obr. 41: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	48
Obr. 42: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	48
Obr. 43: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	49
Obr. 44: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	49
Obr. 45: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	50

Obr. 46: Vývoj počtu jedinců v ks.ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	50
Obr. 47: Vývoj zásoby v m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	51
Obr. 48: Umístění plochy 5x5m v TVP 2.....	52
Obr. 49: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 2. ....	53
Obr. 50: Interiér borového porostu na TVP 3 – Kostelecké bory v r. 2014 (foto: M.Brandejský). .....	54
Obr. 51: Horizontální struktura borového porostu na TVP 3. ....	55
Obr. 52: Horizontální struktura horní etáže na TVP 3 vyjádřená L-funkcí.....	56
Obr. 53: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 3.....	56
Obr. 54: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 3.	57
Obr. 55: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2014.....	59
Obr. 56: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2024. ....	59
Obr. 57: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2034. ....	59
Obr. 58: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2044. ....	60
Obr. 59: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2054. ....	60
Obr. 60: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2064. ....	60
Obr. 61: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	61
Obr. 62: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	61
Obr. 63: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	62
Obr. 64: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	62
Obr. 65: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	63
Obr. 66: Vývoj počtu jedinců v ks.ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	63
Obr. 67: Vývoj zásoby v m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje. ....	64
Obr. 68: Umístění plochy 5x5m v TVP 3.....	65

Obr. 69: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 3. ....	66
Obr. 70: Interiér borového porostu na TVP 4 – Kostecké bory v roce 2014 (foto: M. Brandejský).....	67
Obr. 71: Horizontální struktura borového porostu na TVP 4. ....	68
Obr. 72: Horizontální struktura horní etáže na TVP 4 vyjádřená L-funkcí. ....	69
Obr. 73: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 4.....	69
Obr. 74: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 4.	70
Obr. 75: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2014.....	72
Obr. 76: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2024. ....	72
Obr. 77: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2034. ....	72
Obr. 78: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2044. ....	73
Obr. 79: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2054. ....	73
Obr. 80: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2064. ....	73
Obr. 81: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	74
Obr. 82: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	74
Obr. 83: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	75
Obr. 84: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciaci stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	75
Obr. 85: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciaci stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	76
Obr. 86: Vývoj počtu jedinců v ks.ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	76
Obr. 87: Vývoj zásoby v m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje. ....	77
Obr. 88: Umístění plochy 5x5m v TVP 4.....	78
Obr. 89: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 4. ....	79
Obr. 90: Umístění ploch 5x5m v TVP 1 až TVP 4.....	81

## 10. Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní údaje PR Kostelecké bory .....	17
Tabulka 2: Lokalizace PR Kostelecké bory.....	17
Tabulka 3: Základní údaje o lesích.....	20
Tabulka 4: Přehled výměr a zastoupení souborů lesních typů.....	20
Tabulka 5: Porovnání přirozené a současné skladby lesa.....	20
Tabulka 6: Rozmístění jednotlivých ploch TVP.....	24
Tabulka 7: Intervaly hodnot indexů a odpovídající uspořádání horizontální struktury porostu... ..	25
Tabulka 8: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 1.....	29
Tabulka 9: Vývoj indexů a density stromového patra borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	38
Tabulka 10: Růstová tabulka vývoje sdruženého borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	38
Tabulka 11: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 2.....	42
Tabulka 12: Vývoj indexů stromového patra borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	51
Tabulka 13: Růstová tabulka vývoje sdruženého borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	51
Tabulka 14: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 3.....	55
Tabulka 15: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	64
Tabulka 16: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	64
Tabulka 17: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 4.....	68
Tabulka 18: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	77
Tabulka 19: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	77
Tabulka 20: Procentuální zastoupení jedinců stromového patra diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.....	80
Tabulka 21: Počty jedinců stromového patra v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.....	80



Tabulka 22: Procentuální zastoupení jedinců přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách. ....	81
Tabulka 23: Počty jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách. ....	81
Tabulka 24: Průměrná výška přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách v centimetrech. ....	81
Tabulka 25: Indexy popisující druhovou diverzitu přirozené obnovy. ....	82

## **11. Seznam zkratek**

ČHMU – Český hydrometeorologický ústav

ČR – Česká republika

CHKO – chráněná krajinná oblast

LHC – lesní hospodářský celek

LHP – lesní hospodářský plán

LVS – lesní vegetační stupně

Mze – Ministerstvo zemědělství

NP – Národní park

NPR – národní přírodní rezervace

OPRL – oblastní plán rozvoje lesů

PLO – přírodní lesní oblast

PP – Přírodní památka

PR – přírodní rezervace

SLT – soubor lesních typů

TVP – trvalá výzkumná plocha

ÚHÚL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem

ZCHÚ – zvlášť chráněný území