

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



**Struktura a vývoj porostů v PR Kostecké bory v CHKO
Kokořínsko**

Diplomová práce

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

2018

Prohlašuji, že jsem diplomovou 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 se 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. 2018

.....

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Marek Brandejský

Lesní inženýrství

Název práce

Struktura a vývoj porostů v PR Kostelecké bory v CHKO Kokořínsko

Název anglicky

Structure and development stands in the NR Kostelecké bory in the PLA Kokořínsko

Cíle práce

Získat poznatky o struktuře a vývoji porostů reliktních borů v PR Kostelecké bory v CHKO Kokořínsko, jako podkladu pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech.

Metodika

Rozbor problematiky struktury a vývoje porostů reliktních borů 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 Kostelecké bory.
- Charakteristika 4 výzkumných ploch v přirozených reliktních borech v PR Kostelecké bory.
- Standartní biometrická měření všech jedinců stromového patra a jedinců zajištěné přirozené obnovy na 4 TVP o velikosti 50×50 m.
- Aplikace standardních biometrických a matematickostatistických metod.
- Vyhodnocení struktury a vývoje porostů na 4 výzkumných plochách v přirozených reliktních borech v PR Kostelecké bory.
- Využití získaných poznatků o struktuře a vývoji porostů reliktních borů pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech v CHKO Kokořínsko.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 stran textu.

Klíčová slova

struktura a vývoj porostů, přírodě blízký management, reliktní bory, PR Kostecké bory, CHKO Kokořínsko

Doporučené zdroje informací

- Bílek L., Vacek S., Vacek Z., Remeš J., Král J., Bulušek D., Galo J. (2016): How close to nature is close-to-nature pine silviculture? *Journal of Forest Science*, 62: 1: 24–34.
- Kolbek J., Vítková M. (1999): Biomonitoring v lesních společenstvech Křivoklátska I. Semenáčky dřevin a keřové patro. *Příroda*, 14: 127–144.
- 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. (1994). Decline of pine forests in the protected area Broumovsko and their nutrition status. In: Matějka K. (ed.). Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submontane forests and monitoring of the forest status. VÚLHM, Praha. p. 176–183.
- 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. pazdzionika 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., Bílek L., Simon J., Remeš J., Hůnová I., Král J., Putalová T., Mikeska M. (2016). Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution. *Silva Fennica*, 50: 4: 1-21.
- 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

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

doc. Ing. Miroslav Mikeska, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 28. 4. 2017

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2018

Poděkování

Za cenné rady a odborné vedení při zpracování diplomové 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, Ph.D. za metodickou pomoc při terénních pracích, za konzultace ohledně aplikačních možností simulátoru biodynamiky lesa SIBYLA, kteří vytvořili velmi hezké pracovní prostředí a poskytli cenné informace a materiály.

Abstrakt

Cílem práce je získat poznatky o struktuře a vývoji porostů přirozených reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostelecké 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.

Taktéž 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 diferenciace, index výškové diferenciace, 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 Kostelecké 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 Kokořín. 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 are 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.

Aggregate indices were detected 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 by 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 habitat and vegetation conditions.

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

Obsah

1. Úvod	11
1.1. Cíl práce	12
2. Rozbor problematiky	13
2.1. Struktura lesních porostů	13
2.1.2. Znamky charakterizující strukturu porostů	13
2.1.2.1. Původ porostu a jeho složek	14
2.1.2.2. Skladba porostu	14
2.1.2.3. Druhá skladba porostu	14
2.1.2.4. Cílová porostní skladba	15
2.1.2.5. Věková skladba porostu	15
2.1.2.6. Tloušťková a výšková diferenciacie	15
2.1.2.7. Prostorová skladba porostu	15
2.1.2.8. Zápoj	16
2.1.2.9. Výstavba	17
2.1.2.9.1. Forma smíšení	17
2.1.3. Růstové fáze lesa	18
2.2. Odumřelé dřevo (tlející dřevo)	19
2.2.1. Význam odumřelého dřeva	19
2.2.2. Dynamika odumřelého dřeva	20
2.3. Vývojové cykly přírodních lesů	23
2.3.1. Velký vývojový cyklus lesa	23
2.3.2. Malý vývojový cyklus lesa	24
2.4. Dynamika přírodních lesů	25
2.5. Přirozená obnova lesa	27
2.5.1. Úvod do přirozené obnovy (historie)	27
2.5.2. Problematika obnovy lesních porostů	28
2.5.2.1. Obnovní postupy v přírodě blízkém managementu lesů	28
2.5.3. Vývoj přírodních lesů a předpoklady přirozené obnovy	31
2.5.4. Přednosti a nevýhody přirozené obnovy lesa (specifika přirozené obnovy)	34
2.5.5. Ekologické aspekty obnovy dřevin v zájmovém území	38
2.5.5.1. Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	38
2.5.5.2. Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	41
2.5.5.3. Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	44
2.5.5.4. Bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>)	46
2.6. Fytogeografické členění borů	48
2.6.1. Bory ve světě	48
2.6.2. Bory v Evropě	48
2.6.2.1. Kontinentální východoevropské a jihosibiřské bory	48
2.6.2.2. Bazofilní (květnaté) bory	49
2.6.2.3. Oligotrofní bory	49
2.6.3. Bory v ČR	49
2.6.3.1. Základní kategorie	49
2.6.3.2. Rozšířené typy reliktních borů	49
2.6.3.2.1. Kontinentální bory na štěrkových terasách a pahorcích (Polabí, Tereziánská kotlina)	49
2.6.3.2.2. Bazofilní (květnaté) reliktní bory	50
2.6.3.2.3. Pěchavové hadcové bory	50
2.6.3.2.4. Květnaté hadcové bory	50
2.6.3.2.5. Reliktní bory	50
2.6.3.2.6. Reliktní bory s vřesovcem	51
2.6.3.2.7. Chudé reliktní bory	51

2.6.3.2.8. Podmáčené rašelinné bory	51
2.7. Stanoviště a ekotypy borovice lesní	52
2.8. Genetické základy odolnosti borovice lesní	53
2.8.1. Rezistence	54
2.8.1.1. Rezistence biotická	54
2.8.1.1.1. Rezistence k houbovým patogenům, zvláště sypavce (<i>Lophodermium</i>)	54
2.8.1.1.2. Rezistence vůči hmyzím škůdcům	55
2.8.1.2. Rezistence k abiotickým faktorům	55
2.8.1.2.1. Stres sněhem a námrazou	55
2.8.1.2.2. Mrazový stres	56
2.8.1.2.3. Stresový faktor způsobený znečištěním ovzduší	57
3. Charakteristika PR Kosteleské bory	57
3.1. Základní identifikační údaje	58
3.2. Údaje o lokalizaci území	59
3.3. Současný stav zvláště chráněného území a přehled dílčích ploch	61
3.4. Charakteristika výzkumných ploch TVP 1 – TVP 6	64
4. Metodika	69
4.1. Obecný metodický přístup	69
4.2. Struktura a vývoj porostů	70
5. Výsledky	74
5.1. TVP1	74
5.1.1. Stanovištní a porostní poměry	74
5.1.2. Struktura a vývoj lesního porostu	75
5.1.2.1. Prostorová struktura porostu	75
5.1.2.2. Biometrická charakteristika porostu	76
5.1.2.3. Růstové vizualizace a simulace	78
5.1.2.4. Obnova porostu	85
5.2. TVP 2	86
5.2.1. Stanovištní a porostní poměry	86
5.2.2. Struktura a vývoj lesního porostu	87
5.2.2.1. Prostorová struktura porostu	87
5.2.2.2. Biometrická charakteristika porostu	89
5.2.2.3. Růstové vizualizace a simulace	91
5.2.2.4. Obnova porostu	98
5.3. TVP 3	99
5.3.1. Stanovištní a porostní poměry	99
5.3.2. Struktura a vývoj lesního porostu	100
5.3.2.1. Prostorová struktura porostu	100
5.3.2.2. Biometrická charakteristika porostu	102
5.3.2.3. Růstové vizualizace a simulace	104
5.3.2.4. Obnova porostu	111
5.4. TVP 4	112
5.4.1. Stanovištní a porostní poměry	112
5.4.2. Struktura a vývoj lesního porostu	113
5.4.2.1. Prostorová struktura porostu	113
5.4.2.2. Biometrická charakteristika porostu	115
5.4.2.3. Růstové vizualizace a simulace	117
5.4.2.4. Obnova porostu	124
5.5. TVP 5	125
5.5.1. Stanovištní a porostní poměry	125

5.5.2. Struktura a vývoj lesního porostu	126
5.5.2.1. Prostorová struktura porostu	126
5.5.2.2. Biometrická charakteristika porostu.....	128
5.5.2.3. Růstové vizualizace a simulace	130
5.5.2.4. Obnova porostu	139
6.5. TVP 6.....	140
6.5.1. Stanovištní a porostní poměry	140
6.5.2. Struktura a vývoj lesního porostu	141
6.5.2.1. Prostorová struktura porostu	141
5.5.2.2. Biometrická charakteristika porostu.....	143
5.5.2.3. Růstové vizualizace a simulace	145
6.5.2.4. Obnova porostu	153
6.6. Celkové zhodnocení reliktních borů na TVP 1-6	155
6.6.1. Zastoupení jednotlivých dřevin na TVP 1 - 6.....	155
6.6.2. Zastoupení přirozené obnovy na TVP 1 - 6.....	156
6.6.3. Zastoupení mrtvého dřeva (stojícího a ležícího) na TVP 1 - 6.....	158
7. Diskuze	161
7. Závěr	164
8. Literatura	165
9. Seznam obrázků.....	180
10. Seznam tabulek	187
11. Seznam zkratk	190

1. Úvod

Téma diplomové práce jsem si vybral: Struktura a vývoj PP Kostelecké bory (CHKO Kokořínsko). Důvodem výběru tématu jsou jednak zajímavosti v oblasti lesního prostředí a jeho vývoje, dále zjišťování zajímavých poznatků a získávání dalších důležitých informací, zejména kvůli cenným borovým porostům ponechaných samovolnému vývoji nacházející se ve 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 (dále TVP) po dobu deseti let.

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 výsledkem dlouhodobého tlaku na les (*Průša 1990*).

Studiu homeostatických autochtonních porostů má své opodstatnění, jelikož se zde lépe odhalují vzájemné vztahy mezi jednotlivými jedinci i celými porostními skupinami, než v lesích kulturních. Pokud nejsou tyto porosty podstatně antropogenně narušeny, tak by měly být vzorem pro druhovou, provenienční, prostorovou a časovou úpravu v lesích hospodářských, a to pro tvorbu a konkrétních aplikací přírodě blízkých způsobů obhospodařování. V neposlední řadě je studium těchto porostů důležité pro zachování původních porostů silně narušených, které už samy nejsou schopné dostatečně autoregulace pro jejich návrat do původního či přírodě blízkého stavu (*Vacek, Krejčí et al. 2009*).

Během historického vývoje lesa a lidské společnosti se význam takového bohatě strukturovaného a antropogenně téměř nedotčeného lesa a vztah člověka k němu měnil. Na našem území se tento typ ekosystému za necelé tisíciletí změnil z původně nežádoucí civilizační překážky až na největší lesnickou, přírodovědnou, krajino tvornou a kulturní vzácnost. Ve střední Evropě jsou v současnosti tyto porosty vysoko hodnocené jako nenahraditelné objekty základního a aplikovaného výzkumu, jako nejpozoruhodnější přírodní památky a objekty přírodovědeckého a ekosystémového výzkumu. Jsou nejvhodnějšími objekty pro studium vývoje a historie lesa dané oblasti, nejvěrnějšími obrazy lesů dávných staletí, porovnávajícím měřítkem míry antropogenních změn v okolních hospodářských a ochranných lesích (*Korpel' 1997*).

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 mlčcem, 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 diplomové práce bylo získat poznatky o struktuře a vývoji porostů přirozených reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostecké 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 Kostecké bory.

V první části práce je proveden rozbor problematiky struktury a vývoje lesních porostů ve světě, v Evropě a v ČR s akcentem na přirozenou obnovu, zaměřenou na vývoj přírodních lesů, jejich dynamiku, významnost odumřelého dřeva a na strukturu lesních porostů, kde popisují původ porostu, skladbu a jejich jednotlivé znaky.

Ve druhé části se zabývám charakteristikou zájmové oblasti CHKO Kokořínsko od historie až po zhodnocení ekologických podmínek s charakteristikou dřevin vyskytujících se na daném území.

Třetí část je zaměřena na charakteristiku trvalých výzkumných ploch 1 - 6 TVP 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, výšky nasazení zelené koruny, poloha stromů v porostu), pozice odumřelého dřeva, pahýlů a z nich

vytvořeny situační plánky ploch. Pro vizualizaci a predikci jejich vývoje byl použit růstový simulátor biodynamiky lesa Sibyla.

Ve čtvrté části jsou uvedeny výsledky měření, kde se zjišťovaly 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 diferenciaci, index výškové diferenciaci, plocha korunových projekcí, stupeň korunového zápoje, index hustoty porostu.

2. Rozbor problematiky

2.1. Struktura lesních porostů

2.1.2. Znaky charakterizující strukturu porostů

Struktura lesa je souhrn znaků, který na něm můžeme v určitém čase pozorovat. Porostem rozumíme životní společenstvo lesních dřevin, které si v úzce vymezeném rámci lesa vytvořilo v podstatě společné, v jednotlivých případech osobité vnitřní a vnější vztahy. Tyto vztahy vlastním způsobem automaticky reguluje přes ekologické a fyziologické projevy (přežívání, rozmnožování, růst), což se nevyhnutelně odráží ve vlastnostech a vzhledu jeho složek, ale i ve vlastnostech prostředí, které porost zabírá. K těmto autoregulačním procesům přistupuje vnější vliv lesního hospodáře, který prostřednictvím zásahů do živých složek a prostředí podstatně rozšiřuje rozsah různých základních znaků struktury (*Korpel' et al. 1991*).

Jedinci ve stejnověkém porostu se můžou různě lišit, buď rychlosti růstu, tvorbě biomasy nebo někteří jsou vyšší a mají více větví, listů než jiní, liší se taky fází ontogenetického vývoje, tj. někteří jedinci jsou ve vegetativní fázi, jiní již v generativní fázi (kvetou, mají plody), někteří umírají atd.

Nerovnocennost jedinců v populaci tvoří strukturu (skladbu) populace. Strukturu populací lze zjišťovat:

- a) jednorázově v určitém časovém bodě, kdy se stanoví tzv. statická struktura. Používá se především u populací dlouhověkých rostlin (dřevin), kde prakticky není možno sledovat změny populace v průběhu celého životního cyklu;
- b) v průběhu celého životního cyklu populace se pak vytvoří tzv. dynamická struktura (*Slavíková 1986*).

2.1.2.1. Původ porostu a jeho složek

Původ porostu a jeho složek můžeme rozlišovat na stromy a porosty autochtonní původní (dřeviny, skupiny přirozených populací, ekotypy, které tvoří jedinci životně nejlépe přizpůsobení podmínkám dané oblasti, lokality) a nepůvodní – allochtonní.

Podle původu rozlišujeme porosty vzniklé generativně – mají semenný původ nebo vegetativně – původ výmladkový (např. pařeziny) - (Korpel' et al. 1991).

2.1.2.2. Skladba porostu

Skladba (struktura) porostu chápeme jako vnější a vnitřní znaky charakterizující celé vnitřní uspořádání porostu, tj. obraz stavu porostu zaznamenaný v určitém okamžiku. Je to statické zachycení kvantitativních a kvalitativních znaků jako výslednice růstu a vývoje porostu. Skladba porostu je dána jeho původem (semenným, vegetativním, autochtonním, alochtonním), druhovým složením, věkovým členěním a prostorovým uspořádáním. Podle toho se rozlišuje zejména:

1. skladba porostu dřevinná (druhová),
2. skladba porostu věková,
3. skladba porostu prostorová (Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).

2.1.2.3. Druhová skladba porostu

Druhovou (dřevinnou) skladbou porostu chápeme jako výčet druhů a jejich zastoupení v porostu, rozeznáváme porosty jehličnaté (dřeviny jehličnaté), porosty listnaté (dřeviny listnaté). Listnaté a jehličnaté porosty mohou být smíšené – různorodé – nesmíšené – stejnorodé. Zastoupení dřevin se stanoví jako plošný podíl jednotlivých dřevin v porostu.

Ve stejnorodém porostu do 40 let věku může být kromě hlavní dřeviny zastoupeno pouze do 20 % dalších druhů dřevin. Stejnorodý porost starší než 40 let může mít maximálně 30 % ostatních dřevin. Pokud je v porostu ostatních dřevin více, označujeme je jako různorodé (smíšené) - (Korpel' et al. 1991).

Podle procent zastoupení druhů dřevin v porostu, rozlišujeme dřeviny na základní, přimíšené, vtroušené a jednotlivě zastoupené dřeviny. Základní dřeviny jsou zastoupené nad 30 %, přimíšené dřeviny jsou zastoupené v rozmezí 20–30 %, vtroušené dřeviny v rozmezí 10–19 % a jednotlivě přimíšené dřeviny mají zastoupení pod 10 % (Korpel' et al. 1991).

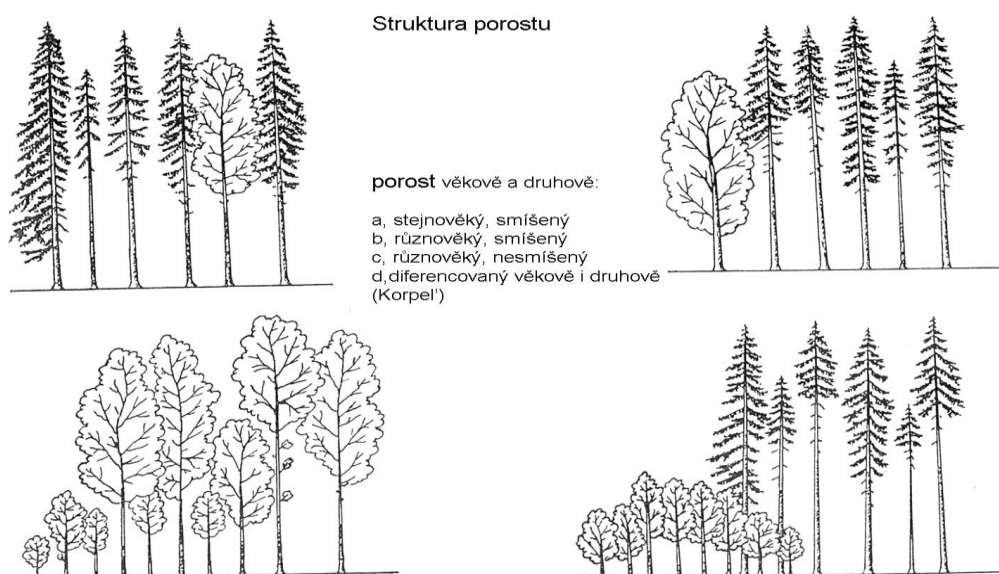
2.1.2.4. Cílová porostní skladba

Cílová porostní (dřevinná) skladba porostu rozumíme jako druhovou skladbu na konci vývoje porostu, kterou je nutno dosáhnout. Ekologicky, funkčně i ekonomicky optimalizovaný porost.

2.1.2.5. Věková skladba porostu

Věkovou skladbu porostu je jako členění, resp. rozdíly věku stromů jednoho nebo více druhů dřevin, které tvoří porost. Porosty dělíme na stejnorodé a různorodé. V důsledku různých věkových rozdílů, růstových schopností jednotlivých stromů a druhů dřevin dochází v průběhu růstu porostu k výškové a tloušťkové diferenciaci. Podle věku porostu a jeho vzhledu, který s věkem souvisí, se rozlišují růstové a vývojové fáze lesa (Korpel' et al. 1991).

Příklady porostů s různou druhovou skladbou a různým věkovým členěním zachycuje



Obr. 1: Struktura porostu – příklady věkové a druhové diferenciacie (Korpel' et al. 1991).

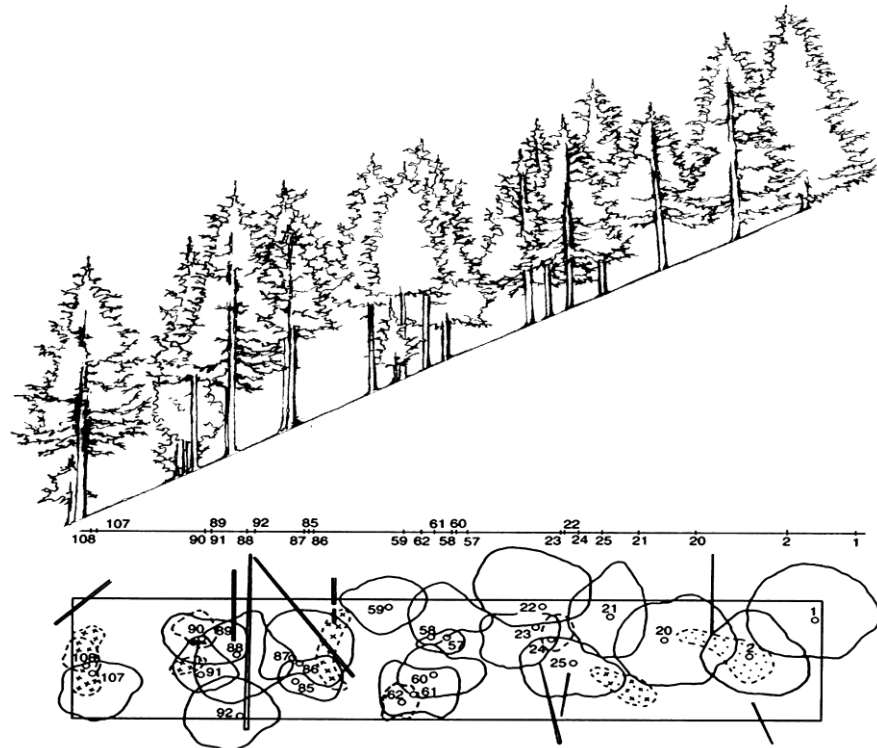
2.1.2.6. Tloušťková a výšková diferenciacie

Tloušťková a výšková diferenciacie charakterizuje rozdílné stáří porostu, genetickou výbavu jednotlivých jedinců a vliv vnějších podmínek. Počet stromů v jednotlivých tloušťkových třídách vypovídá o vzniku a stáří porostu. U přírodních lesů a výběrných lesů má křivka histogramu tloušťkových četností klesající tvar (Korpel' et al. 1991).

2.1.2.7. Prostorová skladba porostu

Prostorovou skladbou porostu posuzujeme ve směru horizontálním (vodorovném) a ve vertikálním (svislém). Horizontální rozmístění (horizontální struktury) se sleduje hustota porostu,

zakmenění a zápoj. Vertikální rozmístění (vertikální struktury) tvorba jednoho nebo více porostních pater (etáží) a jejich rámci porostních vrstev a dále vzájemné uspořádání věkově a výškově rozdílných porostních skupin (Vacek 1982).



Obr. 2: Porostní profil a autochtonního smrkového porostu v cílovém hospodářském souboru 02 v Krkonoších (Vacek 1990).

Prostorovou strukturu můžeme hodnotit podle vypočtených indexů.

2.1.2.8. Zápoj

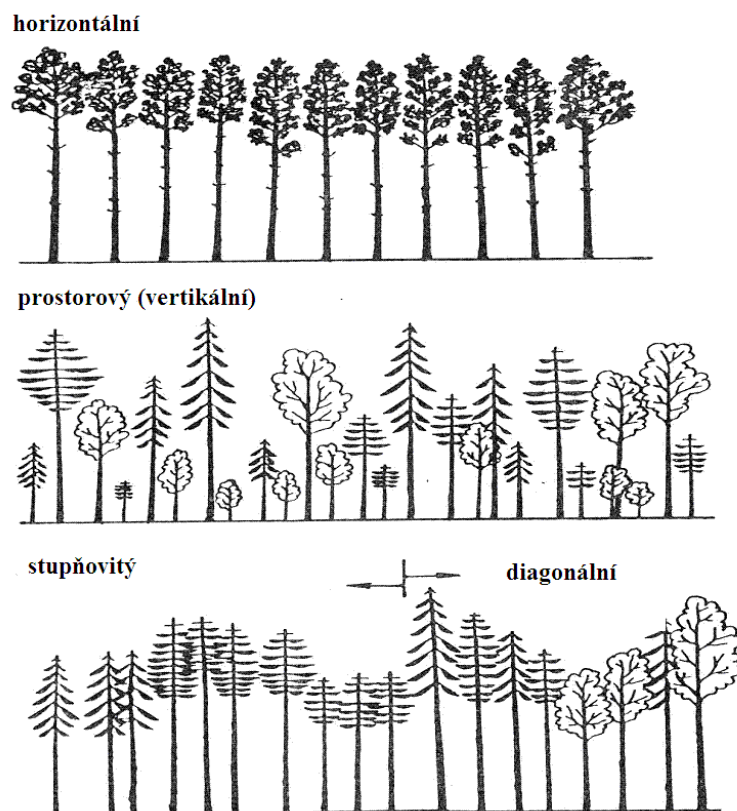
Zápoj chápeme jako vzájemný dotyk a prolínání korun v korunové vrstvě. Vypočítá se pomocí následující rovnice:

$$Z = \frac{P_c}{P_s}$$

- kde P_c ... plocha průmětů korun
- P_s ... plocha porostu

Rozděluje se do základních skupin (vyobrazeny na Obr. 3), kde rozlišujeme horizontální, stupňovitý, diagonální a vertikální. Při horizontálním zápoji je maximálně využit prostor, tento zápoj je charakteristický pro stadium optima. Opakem je vertikální (prostorový) zápoj, který je

typický pro výběrný les, nebo rašeliniště. Stupňovitý zápoj je výhodný v porostních okrajích (Korpel' et al. 1991).



Obr. 3: Základní druhy zápoje (Korpel' et al. 1991).

Podle zapojenosti rozlišujeme stupně zápoje: normální zápoj (přirozeně se na daném stanovišti vytvoří), stísněný (deformace, prolínání korun), úplný (dotyk a ovlivnění korun), uvolněný (koruny se nedotýkají, ale ovlivňují), volný (bez dotyku a ovlivnění), přerušovaný (mezery v rozsahu 1–2 stromů), mezernatý (větší mezery) - (Korpel' et al. 1991).

2.1.2.9. Výstavba

Výstavbou charakterizujeme vertikální uspořádání stromů. Vertikální struktury vytváří jedno nebo více porostních pater a v porostních patrech jednotlivé porostní vrstvy (Vacek 1982). Úroveň je hloubkou úzce vymezená, výškově značně vyrovnaná část korunového prostoru, kde jsou stromy s korunami osvětlené přímým slunečním světlem.

2.1.2.9.1. Forma smíšení

Forma smíšení je prostorové rozmístění jednotlivých přimíšených dřevin v porostu. V přírodních lesích, jsou často blízko u sebe a vytváří různé velké skupiny. Rozlišujeme

následující formy smíšení: jednotlivé, hloučkovité, skupinové, ostrůvkovité, plošné (*Korpeľ et al. 1991*).

U jednotlivé formy smíšení jsou stromy uspořádány v porostu jednotlivě (náhodně). V případě hloučkovitého smíšení roste přimíšená dřevina v hloučcích o velikosti do 100 m². U skupinového smíšení tvoří přimíšená dřevina skupiny o velikosti 0,01–0,2 ha. Pokud přimíšená dřevina tvoří v porostu větší skupiny o velikosti 0,2–0,5 ha, jedná se o ostrůvkovitou formu smíšení. Když je plocha, kde dominuje přimíšená dřevina, větší než 0,5 ha, jedná se o plošnou formu smíšení (*Korpeľ et al. 1991*).

Při různém vertikálním umístění jednotlivých druhů v prostoru hovoříme o druhu smíšení, rozlišujeme porosty: jednoetážové, dvouetážové, víceleté. Etáž je výraznější odstup dvou nebo více částečných souborů stromů v růstovém prostoru. Jednoetážový porost je např. stejnověký nesmíšený porost. U dvouetážových porostů je např. spodní etáž tvořena pomaleji rostoucí stínomilnou dřevinou, vrchní etáž rychle rostoucí světlomilnou dřevinou. Víceleté porosty jsou často prostorově rozrůzněné (*Poleno et al. 2011*).

Strukturovaně bohaté lesy se v porovnání se strukturálně chudými lesy zpravidla vyznačují výrazně vyšší odolností proti působením abiotických a biotických vlivů (*Vacek, Podrázský 2006*).

2.1.3. Růstové fáze lesa

Růstové fáze lesa jsou rozdílné dlouhotrvající úseky života porostu, které jsou charakteristické podobnými znaky vnějšího vzhledu (zejména stupněm růstovým) a vnitřními biologickými vlastnostmi vývojového charakteru. Jde o aplikované vyjádření věku porostu pro různé potřeby ať už pěstebních, hospodářsko-úpravnických či jiných opatření prostřednictvím růstových, popř. vývojových znaků a vlastností (střední porostní výšky, výčetní tloušťky, původu porostu, biologického zabezpečení, fyziologické zralosti apod.). V porostech vzniklých z přirozené, umělé nebo kombinované obnovy se tak rozlišuje sedm základních růstových fází:

1. nálet a kultura založená,
2. nárost a kultura odrostlá,
3. mlazina,
4. tyčkovina,
5. tyčovina,
6. nastávající kmenovina,
7. vyspělá kmenovina.

Vývojové fáze lesa jsou rozdílné dlouho trvající úseky života přírodního lesa, kde se jednotlivé složky podle vnitřních zákonitostí přizpůsobují prostředí kvalitativně, kvantitativně a

postupně se mění, vznikají, rostou, vyvíjejí se a zanikají. Jedná se o integrovaný cyklický vývoj, kde můžeme rozlišit řadu vzájemně propojených jednotlivých cyklů (cyklus oběhu vody, výživy, zachování hmoty a energie atd.). Určitým nadstavbovým cyklem je dynamický cyklický vývoj dřevinných složek přírodního lesa (malý vývojový cyklus lesa), v jehož rámci se rozlišují základní tři typická vývojová stadia - stádium dorůstání, stádium optima a rozpadu – viz obrázek číslo 1. (Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).

2.2. Odumřelé dřevo (tlející dřevo)

Odumřelé, resp. tlející dřevo je zastoupeno v evropských zemích v kriticky nízkém množství. Tlející dřevo je stále více vnímáno jako klíčový ukazatel přirozenosti lesních ekosystémů. WWF navrhuje zvýšení objemu tlejícího dřeva v boreálních lesích a lesích mírného pásma na 20 – 30 metrů krychlových na hektar do roku 2013 (WWF 2004). Z hlediska managementu lesních ekosystémů nelze univerzálně stanovit minimální ani optimální podíl tlející hmoty (Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).

Přirozený les bez rozkládajícího dřeva si nelze představit, patří mezi základní složky přírodně dynamicky klíčových faktorů ekosystému. Odumřelé dřevo zastává důležitou úlohu jako součást vývojových fází a stadií původního, člověkem nedotčeného lesa. Přítomnost odumírajících stromů stojících, rozpadajících se souší a tlejících klád je jedním z hlavních diferenciací mezi lesem přirozeným a lesem hospodářským (Vrška 2012).

2.2.1. Význam odumřelého dřeva

Tlející dřevo je významnou součástí lesních ekosystémů a dřevní hmota je výsledkem cyklických růstových procesů dřevin. Tvrdí se, že přítomnost dřeva odlišuje výrazně les od ostatních suchozemských biomů. Dřevo jako uhlíkatý polymer představuje spolu s organickým opadem základní surovinu detritových řetězců ekosystému. Bakterie se podílejí na procesu humifikace dřeva (rozkladných produktů předcházející fází rozkladu), zatímco dřevní houby jako jediné organismy produkující komplex enzymů rozkládající všechny složky dřeva, včetně ligninu.

Kontinuita lesního ekosystému je závislá na tlejícím dřevě, kde se spojuje několik generací dřeva. Doba rozkladu je udávána od 20 do 180 let. Dřevo je druhově nejbohatším substrátem lesního ekosystému z hlediska výskytu hub. Více jak polovina hub rostoucích v lesích je vázáno přímo na dřevo v různých fázích rozkladu. Zetlelé dřevo má příznivý vliv na obnovu lesa a uchování stability a kontinuity lesního ekosystému (Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).

Ponecháním odumírajících, odumřelých, padlých, tlejících či rozložených stromů v lese má obrovský ekologický význam pro celé dané stanoviště. Odumřelá či tlející hmota podporuje

nejen zachování biodiverzity a vyváženost biocenóz, ale i stabilitu lesa, jako obnovu (přirozené zmlazování na tlejícím substrátu) a trvalost. Vedle půdy je tak odumřelé dřevo druhově nejbohatším nikou lesního ekosystému (*Michal 1999*).

Objem tlejícího dřeva je specifický pro určitý lesní ekosystém, tak především pro jeho vývojovou fázi. Objem tlejícího dřeva má vliv na biodiverzitu dřevních hub. Z hlediska biodiverzity dřevního hmyzu jsou důležité kmeny velkých dimenzí., které se rozkládají přirozeným způsobem. Životní prostor pro dřevní hmyz, dřevní houby a další na dřevo vázané organismy představuje dostatečný počet tlejících kmenů, resp. doupných kmenů ponechaných v krajně přirozeným procesům. Žádoucí je zvýšení podílů doupných stromů na ha (*Vacek, Simon, Remeš et al. 2007*).

Za minimální množství tlejícího dřeva je možno považovat cca 20 % porostní zásoby. Optimální podíl v rezervacích se pohybuje mezi 30-40 % porostní zásoby pro porosty v optimální fázi vývoje. Ani ve vyzrálých stádiích nepřekračuje množství tlející dřevní hmoty 60 – 70 % zásoby porostu (*Vacek, Simon, Remeš et al. 2007*).

Tlející dřevo je podstatnou součástí lesních ekosystémů. Rozpadající se souše a ležící tlející klády na povrchu lesní půdy jsou přirozenou a důležitou součástí přirozených lesů. Ekologický význam tlejícího dřeva v lesních ekosystémech lze rozdělit do několika základních funkcí:

- udržování produktivity lesních porostů,
- vliv na různorodost a strukturu biotopů a biodiverzitu lesního ekosystému,
- ovlivnění tvaru, funkce a struktury vodních toků a morfologie svahů v lesních porostech,
- ovlivnění dlouhodobého koloběhu uhlíku v lesních ekosystémech.

V závislosti na klimatických podmínkách a na typu a stavu lesních ekosystémů, tlející dřevo může ovlivnit produktivitu lesních porostů například množstvím organické hmoty v půdě a půdní vlhkostí. Může být i významným zdrojem živin a substrátem pro obnovu dřevin. Také významně ovlivňuje půdní procesy, jako je okyselování či podzolizace (*Svoboda, Pouska 2008*).

2.2.2. Dynamika odumřelého dřeva

Mortalitou živých stromů vstupuje dřevo do tlejícího procesu. Mortalita živých stromů je závislá na vývoji, struktuře lesního porostu a disturbancích.

Na převládajícím režimu disturbancí na konkrétní lokalitě závisí forma a charakter přítomného rozkládajícího se dřeva. V lesních ekosystémech, kde má hlavní příčinu odumírání stromů hmyz, bude tlející dřevo tvořeno především četným množstvím stojících souší, vývraty a různé typy zlomů, vzniklé silným větrem, představují jinou formu odumřelého dřeva. Pokud budou hlavním narušujícím činitelem houby, charakter tlejícího dřeva vytvářeného v daném porostu se

bude opět lišit. Některé druhy hub způsobí pouze oslabení a strom poté následně snáze podlehne působení větru. Saprophytické houby zase osídlují již odumřelé dřevo a z původně stojících souší postupně vznikne ležící tlející kláda. Na rozdíl od vývrátů ale mají takto vzniklé ležící klády jiné kvalitativní vlastnosti, protože např. kůra a většina jemné větve z koruny opadaly v době, kdy strom stál jako souše. Spolupůsobení mezi jednotlivými typy narušení při vytváření tlejícího dřeva je charakteristickým znakem mnoha ekosystémů. Např. interakce mezi narušením větrem a poškozením kořenů, kmene nebo koruny dřevokaznými houbami je charakteristickým příkladem (Svoboda, Pouska 2008).

Odumřelé dřevo přímo souvisí s dynamikou stromového patra lesního ekosystému.

Mezi základní modely dynamiky lesa a cyklu tlejícího dřeva v ekosystému patří:

1. První model - charakterizuje stav, kdy je lesní ekosystém i na relativně malých plochách (řádově desítky hektarů) ve stavu autoregulace. Tento rovnovážný stav značí, že procesy odumírání jedinců horní etáže a procesy dorůstání nové generace stromů jsou v rovnováze i na malých plochách (desítky hektarů). K rozpadu hlavního stromového patra dochází na malých ploškách (max. 1 až 2 ha v závislosti na typu lesa) a v rámci celého porostu jsou jednotlivé růstové fáze vývoje lesa v rámci velkého a malého vývojového cyklu v rovnováze. V tomto typu ekosystému množství odumřelého dřeva na jedné lokalitě kolísá v závislosti na typu růstové fáze, ale už na ploše několika desítek hektarů se cyklus tlejícího dřeva nachází v rovnováze; tzn. množství odumřelého dřeva mírně kolísá kolem určité stabilní hranice (Korpel 1995).

2. Druhý model - charakterizuje naopak stav, kdy není lesní ekosystém v rovnováze na plochách ani řádově několika desítek nebo stovek hektarů. [Disturbance působí na lesní ekosystém s tak velkou intenzitou, že nedovolí danému ekosystému tohoto rovnovážného stavu dosáhnout. Tlející dřeva v rámci porostu potom budou pevně spjata cyklem růstových fází vývoje lesa v rámci velkého a malého vývojového cyklu. Množství a rozměr tlejícího dřeva bude ovlivněn charakterem stromového patra na konkrétní lokalitě. Obdobně jako v případě stromového patra, i v případě odumřelého dřeva nebude dosaženo rovnovážného stavu. Množství a charakter tlejícího dřeva se bude pak výrazně měnit v rámci daného lesního ekosystému i krajiny v závislosti na převažujícím typu růstové fáze vývoje lesa. Cyklus tlejícího dřeva by potom v tomto typu lesního ekosystému byl výrazně proměnlivý a silně by záležel na režimu narušení a stavu současného lesního porostu. Stav autoregulace v charakteru a množství odumřelého dřeva by potom nebylo dosaženo na

úrovni porostu, ale až na úrovni krajiny, ve které by byly zastoupeny všechny růstové fáze vývoje lesa (*Korpeľ 1995*).

Proces rozkladu odumřelého dřeva je výsledkem několika dílčích procesů, jako je respirace, biologická transformace, vyplavování, fragmentace a v poslední řadě zvětrávání. Během respirace mikroorganismy transformují uhlík vázaný ve dřevě do CO₂ a zároveň rozkládají celulózu a lignin, jenž využívají pro své metabolické procesy organické látky vázané ve dřevě. Dešťová voda dopadá na povrch odumřelého dřeva a vyplavuje ve vodě rozpustné látky. K fragmentaci dochází již během pádu na povrch a působením mrazu, následně pak v důsledku činnosti mikroorganismů, hub, hmyzu, obratlovců, ale i kořenů rostlin. Proces zvětrávání tlejícího dřeva je výsledkem působení látek, které jsou transportovány atmosférou a reagují s povrchem tlejícího dřeva.

Intenzita rozkladu tlejícího dřeva se mění v čase a záleží na:

- klimatu,
- dřevině,
- rozměrech tlejícího dřeva (délka, průměr),
- třídě rozkladu,
- pozici (dotyk s půdou),
- hlavním procesem rozkladu (fragmentace, respirace, vyplavování),
- stanovištních podmínkách (*Svoboda, Pouska 2008*).

Zjistilo se, že např. Krkonoších stárů dřeva u vývrátů dosahovalo až 145 let, u zlomů v patě stromu až 80 let a u kmenových zlomů až 35 let. U většině případů však rozklad před zlomením už nějakou dobu pravděpodobně probíhal. Kůra poměrně dlouho odolává rozkladu, obzvláště pokud byla neporušená, např. při vyvrácení živého stromu. Rozklad vnitřní lýkové části probíhá mnohem rychleji než rozklad vnější korkové vrstvy. Souvislé, téměř nedotčené pláty kůry mohou vydržet až 55 let (*Vacek 1982*).

Rozkládání odumřelého dřeva probíhá především za pomoci působení dřevokazných hub. Dřevo-rozkládající houby jsou hlavním rozkladačem tlejícího dřeva a jejich druhová skladba silně ovlivňuje intenzitu a průběh procesu rozkladu dřeva. Zpravidla k rozkladu dochází tak, že parazitické houby napadají živé stromy, z nichž některé odumřou, pak mohou v odumřelém stromě dál žít jako saproparazité, dokud nevyčerpají dostupné živiny, nebo nejsou vytlačeny dalšími specializovanými houbami. Pokud strom uschne bez přičinění parazitů, je proces velmi podobný. Houby osídlující dřevo v prvním sledu již během odumírání stromů využívají snadno dostupné látky z cytoplasmy buněk. Tyto druhy jsou nahrazeny houbami, které rozkládají zejména buněčné

stěny. Tyto nejčastěji stopkovýtrusé houby se podle způsobu výživy rozdělují na lignivorní, jež způsobují rozkladem dřeva bílou hnilobu a na celulózovorní, jež způsobují hnědou hnilobu. Houby znatelně mění nejen chemické složení dřeva, ale celou jeho vnitřní strukturu. Ve dřevě rozkládaném těmito dvěma skupinami hub jsou nápadné rozdíly. Vřeckovýtrusé houby způsobují měkkou hnilobu (*Svoboda, Pouska 2008*).

Množství tlejícího dřeva závisí na jeho přísunu z odumírajících stromů a na rychlosti, s jakou se stává součástí půdy. Na počátku rozkladu je u smrku lagová fáze, kdy se mikroorganismy adaptují na dané podmínky, jež trvá jeden až pět let. Dále k rozkladu a úbytku biomasy dochází exponenciálně a relativní rychlost se už nemění. V závěrečné fázi (která trvá několik desítek let) rozklad plynule postupuje, jestliže je způsobován houbami bílé hniloby, nebo se zpomalí, když dřevo podlehló hnědé hnilobě (*Harmon et al. 2000*).

2.3. Vývojové cykly přírodních lesů

2.3.1. Velký vývojový cyklus lesa

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

a) přípravný les

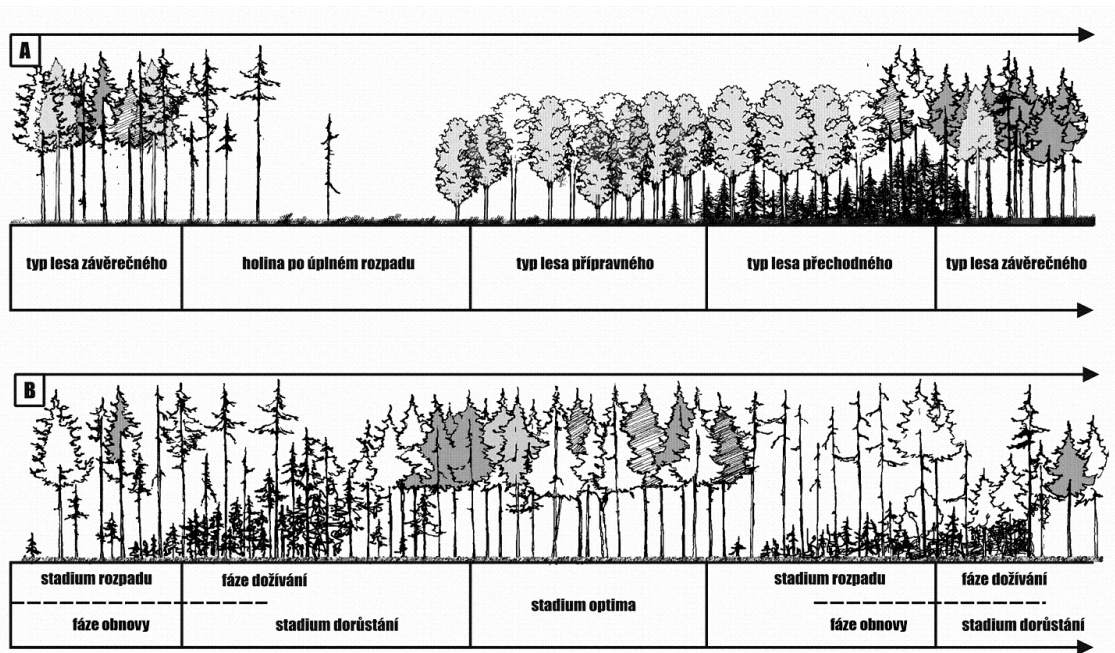
- začíná na lesní půdě zbavené souvislého lesního porostu dřevin po jeho katastrofickém rozpadu např. větrná smršť, velká lavina, požár, velká kůrovcová gradace. Změny vegetace na této z počátku holé ploše se nazývají sekundární sukcese, která začíná postupným šířením světlomilných pionýrských dřevin (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. 4).



Obr. 4: Velký vývojový cyklus lesa (A) a malý vývojový cyklus lesa (B) - (upraveno podle Schmidt-Vogt 1985; Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).

2.3.2. 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 stádiu 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 vyrovnají a porosty (skupiny) se dostávají do stádia optima (zralosti).

Ve stadiu optima rozlišujeme dvě fáze:

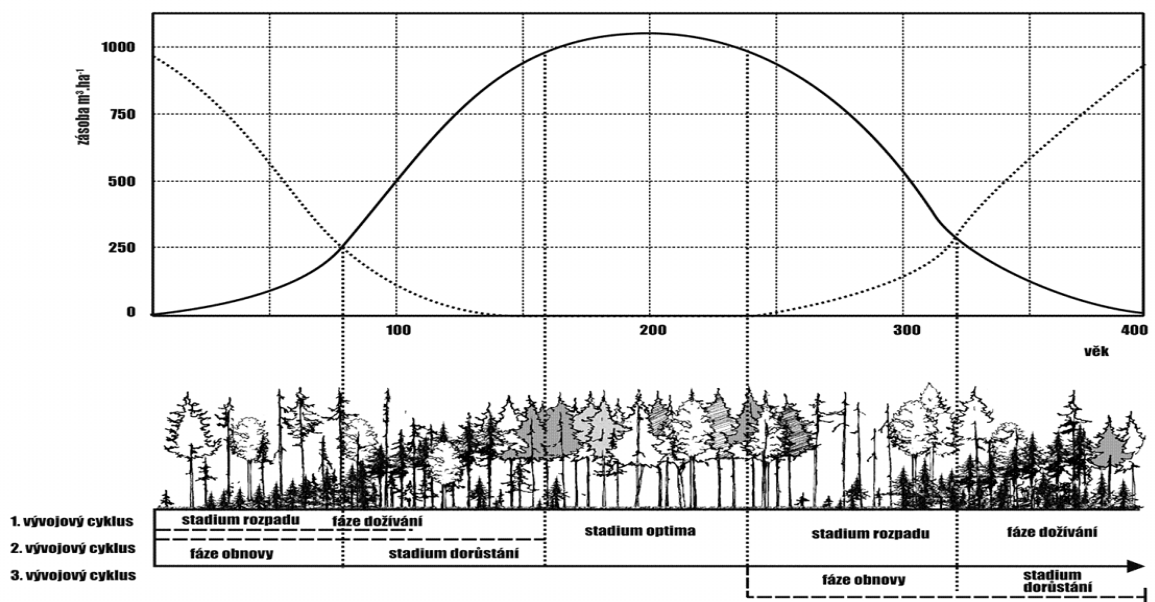
1. fáze síňové výstavby – porost dosahuje maximální výše porostní zásoby, přírůstek stagnuje a objem přírůstku klesá.

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. 5.



Obr. 5: 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 Korpeř 1989; Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).

2.4. 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 určitým typům 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 lesa závěrečného 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 stádiu 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*).

2.5. Přírozená obnova lesa

2.5.1. Úvod do přírozené obnovy (historie)

Současný stav českých lesů je podobný jako v sousedních státech střední Evropy a je výsledkem kulturního, hospodářského a politického vývoje. Lesní hospodářství nevznikalo již v prostředí přírodních lesů, ale v území dlouhodobě ovlivňovaném neregulovanou těžbou dřeva a pastvou zvířat (*Lokvenc 1978, 2007*).

Oprávněná byla obava o trvalost užitků z lesa, ohrožovaných do té doby neřízenou exploatací, a proto se zvýšil požadavek na trvalost užitků, které les poskytuje a stal se jedním ze základních postulátů řízení obhospodařování lesů. To postupně vedlo k vytváření nových pěstebních technologií zakládání lesů, výchovy a obnovy lesních porostů, které vyhovovaly požadavkům trvalosti produkce. Více než dvě staletí se však tento princip nepodařilo více rozvinout do všeobecné platnosti (*Poleno 1997*).

Téměř po třech staletích historie aplikace principů trvalosti začínáme chápat lesy nejen jako zdroj obnovitelné dřevní suroviny, ale i jako nástroj tvorby životního prostředí (*Zucher 1993*). Jako jeden z prvních ve střední Evropě formuloval požadavek přistupovat k lesu jako ekosystému *Jeník (1980)*. Na tuto ideu navázal *Poleno (1986)*, kde uvedl základní prvky tohoto přístupu k obhospodařování lesa.

V lesích se zvýšeným zájmem ochrany přírody v ČR, především pak v maloplošných zvláště chráněných územích, v I. zónách CHKO a v I. i II. zónách národních parků, však uplatňování systémů trvale udržitelného obhospodařování lesů nestačí (*Vacek, Podrázský 2000a, Vacek, Simon, Remeš et al. 2007*).

Určitým posláním je totiž uchování přírodních hodnot nebo zlepšování současného stavu jejich antropogeně ovlivněného prostředí pomocí diferencované přírodě blízké péče či přírodě blízkého managementu lesních ekosystémů (*Moucha 1999*).

Jde o maximální využití spontánních procesů a podle jejich stavu postupně omezovat cílevědomě vklady přídatných energií do biologických procesů. Značný důraz se klade na autochtonnost porostů, tj. nejen na druhovou, ale i ekotypovou skladbu, dále i na přírozenou věkovou a prostorovou strukturu při plnění celého spektra mimoprodukčních funkcí (*Vacek 1999a, Poleno, Vacek et al. 2007, 2009*).

Diferenciace přírodě blízké péče o lesní ekosystémy vychází ze stanovištních podmínek, skladby porostů (druhové, genetické, věkové a prostorové), jejich potenciál odolností a provozních možností s ohledem na plnění mimoprodukčních funkcí (*Vacek, Podrázský, Souček 1998*).

Modelem můžou být zbytky přirozených lesů, kde se dochovaly poslední homeostatický články středoevropské krajiny se značnou biodiverzitou a ekologickou stabilitou. Přírodně blízký les je nenahraditelnou složkou ekologické infrastruktury naší krajiny a k tomu by měla odpovídat jeho struktura, zdravotní stav a systémy polyfunkčního obhospodaření či péče o lesní ekosystémy (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

2.5.2. Problematika obnovy lesních porostů

2.5.2.1. Obnovní postupy v přírodě blízkém managementu lesů

Přírodě blízké obhospodařování lesů představuje komplex postupů pěstování lesů, kde se spojily všechny pěstební koncepce s výjimkou holosečného hospodářství. Vychází se z pasečného lesa, ale s důsledným uplatňování výběrných principů, zejména odklonem od holých sečí, maloplošných a skupinovitých obnovních postupů, přechodem k obnovní těžbě výběrem jednotlivých stromů přibližujícímu se výběrnému hospodářství (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Hlavní zásady zformuloval *Wobst (1954,1979)*, později je upravil a zpřesnil *Hasenkamp (1982)*, kde on shrnul základní myšlenky:

- Zachování zdravého smíšeného lesa, sloužící nejvyšší možné produkci při péči o přírodou daný stanovištní potenciál.
- Žádné holé seče.
- Zachování a tvorba ekologicky vhodného lesního klimatu.
- Stále využívání nadzemního a podzemního produkčního prostoru lesa.
- Pasečné zásady nahrazené o péči o jednotlivé stromy: Nejhorší se těží nejdřív, dobré zůstává zachováno.
- Využívání přirozené obnovy, všude kde je to možné.
- Výchovou stromů vyrůstající v polostínu se čistí kmeny od větví a zajišťuje se průběžný růst stromů.
- Produkční a hodnotová kontrola porostu, dostatečné zastoupení tlustých a vysokých hodnotných stromů.

Hlavní aspekty jsou:

- Udržení trvalé porostní zásoby s hmotou hroubí na celé lesní půdě.

- Každý strom potřebuje vlastní hospodářskou péči na rozdíl od porostního hospodářství.

- Zajišťování smíšených porostů hlavně v lesích, které vznikly jako pasečný vysoký les, často monokulturní.

Přestavba na způsob přírodě blízkého hospodaření je proto možná jen velmi pozvolna (v hospodářských lesích pasečného typu věkových tříd převážně smrkových monokultur je proces, při kterém tvorba přírodě blízkých nebo dokonce výběrných lesů trvá často 2 až 3 obmýtí) a krom toho nejsou formulovány žádné detailní pokyny pro hospodaření (Vacek, Vacek, Schwarz *et al.* 2009).

Poznatky, které uvedl *Burschel, Huss (1997)* :

- Těžba dřeva se stále rozptyluje po celé ploše (časté, ale mírné zásahy v porostu).

- Ve starých porostech (mýtně zralé stromy) dochází k prodloužení obnovní doby a vytvoření pomalu postupující clonné seče nebo se vytváří skupinovitě clonný obnovní způsob a tím dosažení stupňovitosti zápoje nestejnověkého porostu.

- Při obnovní těžbě ve středně starých porostech dochází k permanentnímu prosvětlování a tím je umožněno vzniku předčasné obnovy (ať už přirozené nebo umělé) a vytvoření fungující dvouetážových porostů s charakterem dvoumýtního hospodářského způsobu, zejména při stejnoměrném rozvolňování původního porostu. Jestli se v horní etáži zřetelně odlišují hustší a řidší skupiny, pak i dolní etáž dostává hloučkovitý až skupinovitý charakter a celý les má ráz stupňovité struktury.

- K rozvolňování porostů často dochází kalamitami (zejména sněhovými), často i úmyslnou těžbou kvalitativně i druhově nevhodných stromů. Prosvětlování mladých porostů může být také důsledek věkové nerovnoměrnosti porostů, kdy k tomu napomáhají chybějící dospělé porosty.

- Snaha o přirozenou obnovu je zřejmá, pouze se do porostu vnáší uměle chybějící přimíšené dřeviny.

Z hlediska produkce a výnosu je přírodu sledující lesní hospodářství postaveno na dvou principech:

- Na světlostním přírůstu, který poskytují i starší stromy (zejména stinných dřevin).

- Na produkci tlustého dřeva, pokud možno s vysokou hodnotou.

Myšlenkou je třeba zdůraznit i celého pojetí využití autoregulace při realizaci hospodářských opatření, které lze docílit přiblížením hospodaření přírodním procesům v průběhu

zejména vývojového stádia dorůstání a to podle zásady nechat působit vnitřní síly a zdroje. Sama příroda vykonává to, co bychom museli vynaložit živou prací za použití finančních prostředků.

Autoregulace se využívá v několika úsecích pěstebních činností a to:

- Péče o úrodnost půdy (zamezení ztrát živin, trvalým porostním krytem).
- Přirozená obnova lesa.
- Zvýšení podílu (autoredukce) přirozeného odumírání mladých stromků, působením dlouhodobého zástínu, který umožňuje do značné míry snížit výchovné zásady v nejmladších porostech.

- Podporou samočištění kmenů od větví (také zástínem).
- Klest ponechat přírodním procesům (po těžbě).

Velkou snahou tohoto hospodaření je vybudovat lesy s velkými zásobami tlustého dřeva a přírůstu na každém tlustém stromu zachovat co nejdéle. To vyžaduje na dosti dlouhou dobu snížit zakmenění, které se drží dlouhodobě na stejné výši tak, že těžba (výběr jednotlivých stromů) se rovná běžnému periodickému přírůstu. K produkčním ztrátám nedochází, pokud se bez prodlení dostavuje přirozená spontánní obnova, kterou lze doplnit i o obnovu umělou.

Charakteristickým znakem přírodě blízkého obhospodařování lesů je těžba dřeva prováděná především výběrem jednotlivých stromů.

Přes uvedené přednosti obnovní těžby výběrem jednotlivých stromů nelze přehlížet ani skutečnost či možnost určitých rizik, proto by měli být zajištěny alespoň základní předpoklady a podmínky pro zavedení tohoto postupu obnovy, k nimž podle práce *Polena (1999a, 1999b)* patří zejména:

- Předpoklad spontánní obnovy
- Zajištění trvalosti hospodaření a jeho kontroly (kvůli neregulovaným těžbám).
- Využití zjišťovaného přírůstu v provozní praxi.
- Kritéria pro výběr jednotlivých stromů.
- Předpoklad dalšího vývoje (tzv. nového pojetí) hospodářské úpravy lesů.

Metoda obnovní těžby za účelem výběrem jednotlivých stromů nelze uplatňovat všeobecně či dokonce jedinou správnou, jak se často doporučuje.

Význam koncepce ekologicky a ekonomicky opodstatněného pěstování lesů stoupá. O angažovanosti a progresivitě svědčí i hnutí „PRO SILVA“, kde se angažuje spousta lesníků. Les pěstovaný dle zásad PRO SILVA má relativně bohatou porostní zásobu dřeva na stanovišti s odpovídající skladbou dřevin, je bohatě strukturovaný a zásadně těžený jednotlivým výběrem.

PRO SILVA se hlásí k celostnímu pojetí a řízení lesních ekosystémů, zahrnuje taktéž hospodářské a mimoprodukční cíle, má za to, že lesy Evropy mohou plnit čtyři hlavní funkce – přírodní, ochranou, produkční a kulturní. Produkční funkce ekosystému je základem a předpokladem ekonomické trvalosti obhospodařovaného lesa. Optimální a rovnoměrné produkční funkce je možná jen tehdy, když současně zůstává zachována ochranná funkce.

Při zásadách trvanlivosti jsou podstatnými prvky produkční funkce:

- Udržení půdní úrodnosti
- Kontinualita lesního prostředí a produkce dřeva)
- Zachování přirozených toků energie a koloběh látek

PRO SILVA požaduje např. trvalý zápoj, udržování porostní zásoby na optimální výši, rovnováhu mezi přírůstem a těžbou na co nejmenších plochách, plynulá obnova lesa jako součást péče o les apod.

Mezi jejich zásady patří udržení a zlepšení všech hodnot lesa, k nim náleží i celé spektrum všech životních forem a organismů, které se v lese vyskytují. Soubor všech organismů (vyšší, nižší rostliny a živočichy) je výrazem specifické druhové biodiverzity.

PRO SILVA považuje lesní ekosystém za nejdůležitější organickou přírodní součást každé krajiny a pojetím celostního lesního ekosystému umožňuje takové obhospodařování lesa, které má pozitivní vliv na celou krajinu, to znamená mozaiku různých ekosystémů. Tento přístup je vhodný ekologicky a ekonomicky jednak pro naše lesy hospodářské, ochranné, zvláštního určení, ale především pro lesy se statutem ochrany přírody (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

2.5.3. Vývoj přírodních lesů a předpoklady přirozené obnovy

Výrazný rozvoj přirozené obnovy lesa nastal ve dvacátých a třicátých letech 20. století. Jeden z prvních nejvýznamnějších teoretiků a propagátorů přirozené obnovy v této éře se stal *Vanselow (1931, 1949, 1957)*. Kromě převládající přirozené obnovy semenné se k přirozené obnově řadí ještě přirozená obnova vegetativní, kdy jedinci následného porostu vznikají z výmladků, nejčastěji pařezových, výjimečně i kořenových nebo zakořeňováním větví.

Někteří pokrokově lesní hospodáři (*v 16. a 19. století např. Š. Jahnel, L. Schmit, A. Bakesch, V. Schneidr, v 18. a 19. století Lokvenc 1978, Lokvenc, Vacek 1993*) iniciovali snahy o optimalizaci obnovních opatření vedoucí ke zvýšení stability, zvýšení produkce lesních porostů a určité tendence k zavádění pestřejší druhové skladby z důvodů biologických, za účelem zvýšení stability porostů postižených abiotickými a biotickými kalamitami.

Předpokladem přirozené semenné obnovy porostů je opad semen dřevin v obnovovaném porostu. Nejvhodnější obnovní způsob je podrostní uplatňující formu clonné nebo výběrné seče.

Při holosečné obnově se využívá možnosti přirozené obnovy buď semen nalétnutých sousedních porostů, nebo z ponechaných výstavků. Na holinách se daří přirozené obnově, tehdy není-li holoseč příliš velká, kde nebude nedocházet k nepříznivým mikroklimatickým podmínkám. Na holinách je podmínka přirozené obnovy přítomnost dřeviny (v sousedních porostech) s lehkými a křídlenými semeny, která jsou snadno roznášeny větrem do značných vzdáleností.

Dalším důležitým předpokladem je vhodný stav (zralost) půdy pro klíčení (klíční lůžko) semene, vzejití semenáčků, jejich počáteční přežití. Tomuto příznivému stavu půdy napomáhá především biologická příprava půdy, která se realizuje cílevědomou těžbou dřeva (úpravou především zápoje porostu). Obnovní těžba má svou formou, intenzitou a opakováním regulovat rychlost rozkladu hrabanky, vývoj humusu a eventuálně i nástup vhodné přízemní vegetace (*Vacek 1981*).

Pravděpodobnost přežití semen přezimujících na povrchu hrabanky, humusu či půdy lze ovlivnit pěstebními opatřeními:

- Úpravou půdního povrchu – který vytváří podmínky pro škodlivé organismy. Na půdách se surovým nadložním humusem nebo hustou trávou dochází během zimy k vysokým ztrátám. Můžeme ji ovlivnit přípravou půdy, kde se pomístně nebo v pruzích odkryje minerální půda, tím se mohou snížit ztráty.

- Pokrytím opadaných (zejména těžkých) semen tenkou vrstvou minerální půdy, tím se jednak sníží ztráty vyschnutím, jednak žírem hlodavců a ptactva.

Všechna tato opatření, kterými se napomáhá klíčení semen a vzházení semenáčků, přitom je třeba časově sladit dřeviny a přizpůsobit přirozeně probíhající procesy, především dozrávání a opad semen. Důležité je přitom stanovit počátek obnovní doby pro konkrétní porost (*Vacek, Lokvenc, Souček 1995b*).

Třetím předpokladem jsou především vhodné klimatické podmínky, příznivý stav porostního mikroklimatu a příznivý průběh povětrnosti od opadu semen až po vzejití semenáčků a jejich přežití přes první vegetační období.

Čtvrtým nejdůležitějším předpokladem přirozené obnovy je výskyt semenného roku (lze ovlivňovat prakticky jen nepřímo a ne příliš výrazně, při výchově porostů dlouhodobou kontinuální podporou péče o zdárný vývoj korun stromů).

Pro úspěch přirozené obnovy je zapotřebí, aby všechny uvedené podmínky se střetly v příznivé konstalaci současně. Jednotlivé etapy přirozené obnovy probíhají plynule za předpokladu, že budou vytvořeny příznivé podmínky. Pro indikace vhodnosti klíčení a přežívání

semenáčků, vymezených jejich podmínkách se využívají různé indikátory stavu půdy a znaků porostní struktury. Pro lesního hospodáře to znamená dostatek praxe.

Při počáteční etapě nástupu přirozené obnovy můžeme rozlišovat tři fáze podmínek obnovy:

- Předčasná fáze – podmínky přirozené obnovy ještě nastaly (semena mohou vyklíčit, ale vzešlé semenáčky hynou v důsledku nevhodného a půdního a mikroklimatického stavu). Úpravou struktury porostů, zejména zápoje a provedením cílevědomé těžby můžeme ještě situaci příznivě ovlivnit.

- Optimální fáze – příznivá konstelace půdních a mikroklimatických podmínek pro klíčení semene i vzcházení a přežívání semenáčků.

Promeškaná fáze – podmínky porostního prostředí pro nástup přirozené obnovy již zanikly (třeba vlivem nástupu buřeně), situaci lze řešit mechanickou nebo chemickou cestou nebo popř. uplatnění umělé obnovy. Bez úpravy podmínek nelze počítat s opakovaným nasemeněním.

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*).

Lesy na mimořádně nepříznivých stanovištích (rašeliništích, sutích) představují jedinečné ekosystémy, na nichž je pravidelná hospodářská činnost téměř vyloučena. Pokud by se odstranil lesní pokryv, tak by se narušila rovnováha vodního režimu. Na extrémních stanovištích je jedním z průvodních znaků lesního porostu jeho otevřený porostní zápoj, který je podmíněn výskytem rozvolněné až mezernaté stupňovité struktury. Rozmanitost vertikální struktury je také značná, je závislá na druhové četnosti dřevin, např. na hlubokých rašeliništích je jedinou možnou formou vysoký les s fyzickým porostním věkem. Je zde žádoucí podporovat a usměrňovat vznik a vývoj obnovy, jejíž tvorbu lze popř. podpořit účelovou výběrnou sečí a stromovou formou výběrného způsobu (*Korpeľ et al. 1991*).

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*).

2.5.4. Přednosti a nevýhody přirozené obnovy lesa (specifika přirozené obnovy)

Celkový průběh přirozené obnovy trvá zpravidla déle než při obnově umělé. Začíná se vhodně načasovanou fruktifikací semenných stromů a končí dosaženým růstové fáze mlaziny. Všechny přirozené procesy, které přitom probíhají, musí představovat jeden souvislý sled (*Vacek, Lokvenc, Souček 1995b*).

Přirozená obnova se dostavuje častěji ve středních a vyšších polohách, kde dochází často k více úhrnu srážek. Na těchto příznivějších stanovištích dochází k méně rizikovým faktorům než na níže položených stanovištích nebo ke slunci a větru exponovaných lokalitách. Nejsnadnějším dosažení přirozené obnovy dochází na vhodných stanovištích tam, kde je především menší sklon k zabuřeňování půdy.

Problémem může být často diskutovaná obnova na stanovištích nevhodných dřevin. Zpravidla se k nim zaujímá negativní stanovisko, pokud nejde o invazivní (tj. geograficky nepůvodní rychle šířící se dřeviny) není zcela negativní stanovisko na místě. Je možné i nálet stanoviště nevhodné dřeviny využít jako dřeviny zapojené, jelikož se i v těchto dřevinách nachází nálety cílových dřevin. Nejčastěji se jedná o nežádoucí nálety smrku v nižších vegetačních stupních, v nichž se objevují často nálety jedle, buku, javorů, ale i modřínu, borovice apod. Některé dřeviny jsou předrůstavé zejména borovice a modřín, někdy i javor mléč. Pomalu rostoucí dřeviny jako jsou jedle, buk však na ani na těchto lokalitách smrku (i ne příliš vitálnímu) odrůst nestačí a v tomto množství smrkových náletů se bez náležité péče ztratí. Výchovný zásah v tomto nízkém věku na vlhčích stanovištích by mohl být omezen na minimum, pro smrk např. vytvořit zhoršené podmínky, a to především nedostatkem světla (udržování vysokého zápoje horní etáže), tím se udržuje vysoký přírůst jedle a buku (náletech smrku dochází k autoredukci). Na stanovištích sušších se spíše než konkurence o světlo uplatňuje konkurence o vodu a živiny, tím náročnější dřeviny snášející stín přicházejí o výhodu vyplývající z tolerance zastínění.

Cílové náletové dřeviny mohou dosáhnout mýtného věku vysokého zastoupení, přesto to většinou nestačí k zajištění plného zakmenění a zápoje porostu, jejich tzv. doplněk do 100 % lze zajistit následovně:

- Dosadbou cílových dřevin (vitální sazenice).
- Přeměna monokultury na porost smíšený v hodnou směsí s ponecháním podílem dřevin v mýtním věku.

Jednotlivé názory na přirozenou a umělou obnovu lesa se liší, přináší klady a zápory obou typů obnovy.

Pokud budou splněny, všechny podmínky, přináší nám přirozená obnova tyto přednosti:

- Zachování autochtonních, ale i alochtonních (nepůvodních) populací, které se na daném stanovišti geneticky osvědčili.
- Přizpůsobení obnovy mikrostanovištním poměrům, které nelze jinak docílit.
- Vysoká genetická diverzita populací.
- Nerušení růst náletových semenáčků, kde nedochází k žádnému poškozování kořenového systému jako při umělé výsadbě. Nálety a nárosty se vyvíjejí stabilněji než při vysazené kultuře.
- Větší možnost výběru při pěstební péči o mlaziny. Husté a pravidelně se vyvíjející porosty umožňují včasnou přirozenou diferenciaci, tím se sníží náklady na výchovu porostu (přirozené prořezávání).
- Možnost získávat náletové semenáčky, ať už k přímé výsadbě do mezernatých částí porostu nebo jednoleté semenáčky k zaškolkování ve školce či v semeništi.
- Ušetření nákladů na sadbu nebo síji, přirozená obnova často není úplně zadarmo (příprava půdy, vylepšování mezer), přesto je úspora nákladů značná.
- Při větším počtu náletových semenáčků jsou méně významné škody zvěří.
- Zvýšený hodnotový přírůst na prosvětlovaném mateřském porostu.

Nevýhody přirozené obnovy:

- Semenné roky se dostávají u dřevin nepravidelně (každoročně plodí břízy, javory, habr, lípy, olše). Borovice a modřín mívají úrodu semen každým druhým rokem, ostatní dřeviny mají intervaly semenných roků delší. Při delších intervalech semenných roků bývá v meziobdobí i slabší úroda.
- Nerovnoměrnost hustoty přirozených náletů, kdy vznikají mezery (které lze doplnit). Snižuje se kvalita okrajových jedinců kolem vzniklé mezery (předrosty, často s jednostranným zavětvením).
- Přirozená obnova se dostává převážně pouze z mateřského porostu (nevýhoda monokultur). Často se v husté monokultuře smrkových náletů objevují nálety semenáčků jiných dřevin. Na vzniku náletových semenáčků jiných dřevin se může podílet především ptactvo (zejména sojky), dále veverka a hraboši. Lehká semena může zanést i vítr (javory, jasany, bříza apod.) Přenašečem žaludů či bukvic může být i srážková voda, kdy se semena pohybují po svahu.

Burschel, Huss (1997) uvádějí zvýšené ztráty a ohrožení náletů, nárostů lovnou zvěří. Pokud se vykazují ztráty a silné poškození v procentech poškozených jedinců nebo v procentech výchozího stavu, pak to zpravidla souhlasí. Pro další vývoj náletů a nárostů není důležitý počet

zničených jedinců. Další vývoj závisí na počtu zachovaných a nepoškozených jedinců (ten je u přirozené obnovy větší) a na jejich prostorovém rozmístění.

Mezi nevýhody přirozené obnovy patří pracnější a nákladnější výchova porostů, zejména prořezávky. Vychází se přitom z daleko většího počtu stromů na stejné ploše, a pokud by vývoj měl pokračovat pouze počtem stromů vyřezaných jedinců, pak by to určitě platilo. Avšak pokud lesní hospodář bude podporovat přirozené prořezávání (autoredukci) v přirozené obnově náklady se sníží (*Burschel, Huss 1997*).

Sám *Korpeľ et al. (1991)* potvrdil stanovisko svými vlastními zkušenostmi i výsledky řady diplomových a dizertačních prací, že přirozené prořezávání probíhá poměrně intenzivně a rychle, z čehož vyplývá, že úplné nahrazování přirozeného prořezávání umělou redukcí při výchově porostů není hospodářsky opodstatněné.

Významnou roli v přirozené obnově hrají prosvětlovací seče (tj. uvolňovací - prosvětlování a uvolňování náletů či nárostů). Nezdár můžeme hledat v následných nebo zcela chybějících sečích, zpravidla jejich zanedbávání, které vede k nepříznivému vývoji poměru nadzemní části a kořenového systému mladých stromků, k vytváření stinných okrajů náletových skupin a vytvoření nežádoucích směsí dřevin. Prosvětlování se řeší individuálně, neexistuje žádné obecné pravidlo. Jde totiž o individuální rozhodnutí lesního hospodáře, zda má již těžít mýtně zralé stromy ve prospěch následujícího porostu.

Otázky přirozené obnovy nelze řešit jednostranně tzn. těžbou cílových tloušťek, ale daleko víc je nutné hodnotit budoucnost dospělého porostu v souladu s provozní cíli, konstatovali *Röhring, Gussone (1990)*.

Důležitým faktorem je stav půdy na vyvolání a pokračování přirozené obnovy, zejména stav a vývoj bylinného (křovinného) patra, v sukcesy neustupující vegetace a vývoj půdního humusu. Velké množství vrstvy hrabanky a humusu brání vyklíčení a dalšímu vývoji semenáčků. Tento problém lze řešit odkrytím vrstvy minerální půdy, neplatí to však všeobecně. U některých dřevin např. u smrku byly zjištěny větší počty semenáčků v nepřilíš husté trávni pokrývce půdy než po jejím odstranění na minerální půdě, kladně se projevila souvislá mechová pokrývka ploníku ztenčeného (*Röhrig, Gussone 1990*).

O smrku je celkem známo, že zpravidla nevyžaduje přípravu půdy, kdežto o borovici se tvrdí opak, přestože to není však zcela jednoznačné ani u této dřeviny. Přípravou půdy na přirozenou obnovu u borovice zkoumal podrobně *Wittich (1959)*. Z výsledků vyplynulo, že pokud pod dospělým porostem na půdách s nepříznivým vodním režimem povrchový humus silně vyschne, většina borových semenáčků zahyne (odumře).

Jestliže tentýž humus je překryt vrstvou mechů (čeledi rokytovitých -*Hypnaceae*), dochází daleko k menšímu kolísání obsahu vody v půdě a semenáčky z velké části přežijí.

U buku, pokud budeme chtít přirozenou obnovu, je příprava půdy velmi často nezbytná, dělá se to v případech, kdy se v dospělých porostech na živinami chudých půdách nahromadí mohutnější vrstvy hrabanky, modernu nebo surového humusu, v nichž jsou bukvice během zimy velmi často napadeny parazitickými houbami (zejména *Rhizoctonia solani*). Podmínky pro klíčení v těchto substrátech nejsou dobré – semenáčky často hnijí nebo snadno zasychají. Mnohem příznivější podmínky pro přežití zimy a vyklíčení poskytuje minerální půda (Vacek, Podrázský, Pelc 1996). Příprava půdy pro přirozenou obnovu buku by měla směřovat v první řadě na to, aby byla odkryta minerální půda nebo aby nadložní humus byl s minerální půdou promíchán. Situaci v oblastech se zkyslením povrchové vrstvy půdy zhoršují kyselé srážky, které znemožňují přirozenou obnovu buku, promíšením humusu s různými vrstvami půdy se současným vápněním by mělo dojít ke zlepšení stavu (Gehrmann 1984, Koss 1989, Vacek et al. 1997, 2000). Příprava půdy v bukových porostech často sleduje i potlačení plevelné vegetace, které ohrožuje klíčící semenáčky. V těchto případech je možné ještě před přípravou půdy ošetřit půdu chemicky, poněvadž vitální trávy a další plevelné rostliny jsou ještě namnoženy a povzbuzeny k intenzivnímu růstu, přispívá k tomu i nakypření půdy, mineralizace dusíku a nemnožení z přeřezaných bohatě se větvicích oddenků s množstvím vegetačních pupenů. Mnohdy k potlačení travní vegetace při plánované přirozené obnově buku stačí opakovaně vyžínání buřeně na tzv. vysoké strniště, jak by to bylo s úspěchem aplikováno např. při horní hranici rozšíření buku s hustým pokryvem třtiny chloupkaté (*Callamagrostis villosa*) v Jizerských horách (Vacek, Souček 2001).

Bujný vzrůst travní, bylinné a křovinné vegetace silně ztěžuje plánovanou přirozenou obnovu a mnohdy ji zcela vylučuje, proto se uplatňuje obnova umělá. Bujný vzrůst buřeně má mnoho příčin, mezi které patří:

- Nedostateční včasný ohled na přirozenou obnovu.
- Přílišné brzké prosvětlení porostů.
- Špatný semenný rok (po provedené přípravné těžbě).
- V kvalitních borových porostech, kde je produkce zaměřená na cenné sortimenty (k silnému zabuřenění dochází především v porostech dobře zásobených živinami a vodou).
- Nadměrný spad dusíku hlavně v borových porostech, kde v přízemní vegetaci převládají trávy (především třtiny), vytvářející mohutné, pro vodu neproniknutelné souvislé koberce.

V těchto případech může lesní hospodář uplatnit vhodnou přípravu půdy nebo použít aplikaci herbicidů, popř. kombinace obou opatření. Jsou však porosty či stanoviště, kde přirozenou obnovu nelze uplatnit a to z důvodu jak ekologických, tak i ekonomických.

Vacek, Vacek, Schwarz (2009) uvedli, že při uplatnění přirozené obnovy v podrovném hospodářském způsobu, zejména v pokročilejším stádiu se vyžaduje cílevědomé rozčlenění porostů, tímto opatření se rozumí rozdělování porostů na pracovní pole vytvářením sítě rozčleňovacích (přibližovacích) linií. Rozčleňované porosty slouží k usnadnění porostní výchovy (především v nejmladších porostech), zejména obnovy porostů a sní spojené těžby, vyklizování dřeva. Parametrem vyklizování jsou šířka linie, vzdálenost mezi nimi, velikost a tvar pracovního pole vymezeného liniemi. V mladších porostech se volí rozčleňování hustší než v porostech starších (některé linie mají funkci jenom dočasnou. V uměle vytvořených porostech lze vytvářet rozčleňovací linie již při výsadbě (tj. nezalesňovat na 100 % plochy holiny).

Při podrovných a násečných formách obnovy i ve výběrném způsobu hospodaření, kde je předpokladem bezeškodné vyklizení vytěžených stromů, jsou součástí rozčleňování porostů i rozčleňovací seče, které plní funkci rozdělení rozsáhlých předmýtních porostů před fázemi obnovy lesa. Funkci rozčleňovacích sečí mají i odluky a rozluky, které především slouží jako zajišťovací seče a mají zabránit poškození sousedního porostu při těžbě porostu nevhodně situovaného na směr bouřivých větrů (plní funkci stabilizační v rozsáhlých stejnověkových porostech především ve smrkových monokulturách). V nepříznivých terénech se kromě přibližovacích linek (šířka 3-4m) navrhuje ještě vyklizovací linky (šířka 1,5m), místo pro skládky dřeva a další nezbytné úpravy pracoviště (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Přirozená obnova v mnoha případech nahrazuje i některé pěstební úkony, které jsou nutné při umělé obnově. Případ nastává při podrovné obnově (zejména s delší obnovní dobou), kdy zabraňuje vytvoření tvarově nevhodných předrostů i přílišnému nežádoucímu rozvoji přízemní vegetace. V zástinu (dlouhodobě) rostoucí nárosty si vytvářejí tenčí větve než ve volnu. V zastínění tyto tenké větve rychleji opadávají a tím se přispívá k přirozenému vytváření bezsukých kmenů, často bez jejich nutného vyvívání (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

2.5.5. Ekologické aspekty obnovy dřevin v zájmovém území

2.5.5.1. Borovice lesní (*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 rašelinišť. Nejnižze se vyskytuje v doubravách v Polabí na nízkých terasách a akumulaci 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 Třebońska (*Musil, Hamerník 2007*).

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 kůlový 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 rašeliništích 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*). Borovice lesní se v ČR původně rozšířila v mezofytiku, v horských polohách je zastoupena jen roztroušeně (v Krkonoších horský ekotyp borovice lesní dosahuje výškového maxima na Modrých kamenech v cca 940 m. n. m.).

Autochtonní porosty borovice lesní (reliktní bory) se u nás vyskytují jen ostrůvkovitě na extrémních reliktních stanovištích např. ve světlých lesích na skalnatých ostrožinách, na balvanitých svazích, na sutích, štěrcích, píscích a na některých částečně zpevněných písečných přesypech, na lokalitách často suchých a mělkých, ale i na vlhkých lemech rašelinišť. V Krkonoších se reliktní bory vyskytují pouze na vrchu Chojník v Polsku, kde v pásmu bučin rostou na skalnatých ostrožinách (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Borovice lesní má značnou ekologickou amplitudu, je neobyčejně přizpůsobivá, tolerantní k teplu, suchu a nízkým teplotám. Klíčení probíhá lépe a za plného nebo alespoň částečného

osvětlení než v zástinu. Pro zdárné odrůstání vyžadují nárosty značný světelný požitek, kromě horských ekotypů zástin téměř netolerují. V mládí borovice roste poměrně rychle. V juvenilních stadiích však borovice lesní často trpí dycyklickým růstem, kdy v období od druhé poloviny června do září dochází u právě vyrašených pupenů k narašení nebo dokonce k vyrašení nových letních výhonů. Tak vznikají tzv. jánské výhony (z terminálního pupenu), popřípadě proleptické výhony (z bočních pupenů), které jsou z pěstebního hlediska nežádoucí, což vyžaduje realizaci pěstebních nápravních opatření (*Nárovec 2000*).

Vzhledem ke své nízké konkurenční schopnosti, dané vysokými požadavky na světlo, si borovice zachovala v přirozeném stavu dominanci nebo význačný podíl pouze na stanovištích, kde je růst ostatních dřevin, zejména buku výrazně omezen. Taková stanoviště vznikají na podloží písčitých sedimentů, hadcích, v extrémních podmínkách i na vápencích a rašelinách a na skalnatých výchozech různých kyselých hornin (*Mikeska, Vacek et al. 2008*). Rozdílné stanoviště překrývají svou specifickou povahou rozdíly klimatu, proto se borovice zařazují v typologickém systému pod samostatný stupeň (0).

Kromě dominantního postavení v souborech LVS 0, tvoří borovice přirozenou příměs v chudých kategoriích vodou ovlivněných i neovlivněných (M, Q, R), kde pravidelně vystupuje do 5. LVS a jednotlivých extrémních typech až do 6. LVS (6M, 6Q – typy s borovicí). Nejvyšší výskyt borovice v ČR je na Šumavě (stožecká borovice a frauentálská borovice) v 7. LVS (7Q, 7P, 7G, 7R) - (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Původní rozšíření borovice ve střední Evropě, lze nyní těžko určit, jelikož rozsáhlé pěstování hospodářských dřevin proměnilo ráz přirozených středoevropských lesů na velkých plochách, zejména v nižších polohách. Borovice se šířila již před počátkem lesního hospodaření přirozeným náletem na plochy, kde byl les zničen. Větší šíření borovice je zaznamenáno od konce 18. století a to umělou obnovou, protože borové porosty rostly rychleji než porosty složené z jiných dřevin (*Mikeska, Vacek et al. 2008*).

Pro obnovu borových porostů je typická holoseč než způsob zaměřený na klasickou přirozenou obnovu podrostním způsobem. Za účelnou ji lze považovat v reliktních borech, u náhorního či horského ekotypu borovice lesní a v porostech, kde svou kvalitou dává předpoklady pro splnění produkčního cíle stanoviště (hospodářského souboru). Podle tohoto relativního hodnocení poskytuje možnost pracovat s přirozenou obnovou na velmi chudých půdách a v ochranných lesích, jelikož je možnost se spojit i s méně kvalitní (mezernatější) přirozenou obnovou (*Vacek, Podrázský 1997*).

Naopak je nutné klást vysoké nároky na přirozenou obnovu tam, kde je možno docílit produkci kvalitních sortimentů (*Peřina 1960*).

Základním předpokladem pro přirozenou obnovu je fenotypová vhodnost mateřského porostu, jeho včasná příprava k obnově a vhodná úprava půdního prostředí (zejména při surovém humusu). Významným faktorem pro přirozenou obnovu borovice je přitom omezení vzdušného proudění v porostech. V Krkonoších je třeba žádoucí usilovat o přirozenou obnovu náhorního ekotypu borovice, má-li být na tomto stanovišti uchován. Ve srovnání s nížinou borovicí je tento ekotyp méně náročný na sluneční záření, proto se může pracovat s násečným obnovním způsobem, ale i s clonným postupem (zejména pokud se jedná o smíšené porosty náhorní borovice se smrkem) - (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Z hospodářského hlediska je cílem pěstování borovice především produkce kvalitních sortimentů s malou sukatosťou, obzvláště jsou žádoucí dýhárenské výřezy o tloušťce 40 – 50 cm s pravidelnými letokruhy. Předpokladem jsou hustě a rovnoměrně rostoucí kultury a nárosty, se skromnou jednotlivou příměsí listnatých dřevin. Výchové zásahy jsou proto jen mírné a začíná se s nimi však brzy a to v 6 až 8 letech (*Mikeska, Vacek, et al. 2008*).

2.5.5.2. Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrk je ve střední Evropě převážně dřevinou horských oblastí, kde vytváří horní lesní i stromovou hranici. V 19. století převážně umělou kultivací se jeho rozšíření zvětšilo. Dnes je zastoupen v ČR ve všech vegetačních stupních (jsou to převážně monokultury). Přirazený smrk ztepilý se u nás vyskytuje zejména v oreofytiku (nad 1000 m. n. m. klimaxové smrčiny), méně již mezi 700 – 1000 m. n. m. (smíšené porosty s bukem, jedlým a klenem nebo na podmáčené smrčiny). Mezofytiku převážně jen v inverzních polohách (např. v Posázaví a Povltaví, NPR Adršpašsko-teplické skály, NP České Švýcarsko). Optimální produkci v ČR má ve výšce 550 až 1000 m (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Pro přirozený výskyt smrku není rozhodující nadmořská výška, ale především chladnější klima s dostatečným zásobováním půdy vodou nebo horizontálními srážkami (chlumní ekotyp), nemusí to být jen vysoké srážkové úhrny, ale i dosažitelná hladina proudící (nikoliv stagnující) podzemní vody pro kořenový systém. Stagnující voda v půdě omezuje vývoj kořenů a silně snižuje stabilitu porostů (vůči větru). Na hlubokých kyprých půdách, bez vysoké hladiny spodní vody se kořenový systém smrku podobá kořenovému systému borovic, pouze jemné kořeny se vyskytují v horních vrstvách půdy. Typický povrchový (talířový) kořenový systém smrku se vytváří na fyzikálně i fyziologicky mělkých půdách, kde je smrk ohrožen silně větrem (*Vicena, Pařez, Konôpka 1979*).

Juvenilním stadiu je schopen snášet silné zastínění, a to až 4% relativní ozářenosti, přitom jedinci v mládí na dobrých stanovištích mají vyšší toleranci k zastínění než na stanovištích chudých nebo ve stáří. Na živiny není smrk až tak moc náročný, avšak příliš nízké zásobování živinami silně snižuje přírůst, naopak příliš vysoké živinami zásobené stanoviště (zejména vápníku) vede hlavně na vlhkých půdách k napadení smrkových porostů červenou hnilobou, kterou vyvolává kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosus*). V Krkonoších se nejvíce rozšířil zejména ve smrkových monokulturách zaležených především na bývalých zemědělských půdách. Preventivní ochranou proti této chorobě se doporučuje pěstování smíšených porostů a snížení doby obmýtí (Černý 1976). Václavka smrková (*Armillaria ostoyae*) i václavka žlutoprstenná (*Armillaria mellea*) jsou častým původcem hnilob smrků rostoucí především na bohatších půdách. Nejen, že se vyskytují ve staletých porostech, ale často jsou i na několikaletých jedincích v kulturách. V Krkonoších jsou ohroženy nepůvodní smrkové porosty, a to zejména na živných stanovištích středních poloh. Největší škody jsou na porostech oslabených, zvláště po mimořádně suchých letech, kdy je nedostatek vláhy. Na lokalitách, které jsou ohroženy suchem, bychom měli omezit narušování půdy na minimum, snížit dobu obmýtí a vnášet dřeviny odolné václavce, a to hlavně listnáče (Černý 1989, Šrůtka et al. 2009).

Uvnitř svého přirozeného areálu se smrk vyskytuje jen zřídka v nesmíšeném provozu. Přirozená čistá smrčina je výsledkem stanovištních poměrů, mezidruhové konkurence a historického vývoje lesa. Lesy jsou zpravidla bez výskytu keřů a s druhově chudou vegetací, v níž převládají keříky (převážně borůvka), nenáročné trávy a půdní aciditu snášející mechy. Tyto smíšené porosty se vyskytují především v nejvyšších horských polohách. Populace smrku ve vyšších polohách (zejména v 8. LVS) vykazují s porovnání nižších poloh odlišné morfologické a zřejmě i genetické vlastnosti. Typ větvení, úhel nasazení větví a tvar koruny je přizpůsoben odolávat značnému tlaku sněhu a námrazy (Vacek 1983, 2004, Schwarz 1996).

Interval semenných let, kvantita a kvalita fruktivace se ve smrkových porostech značně liší dle konkrétních stanovištních a porostních podmínek (Svoboda 1953, Vincent 1957, Vacek 1981a, 1981b, Jurásek, Mareš, Vacek 1982, Hrabí 1990a). V klimaxových smrčinách může být časový interval delší (cca 2krát) než v níže položených smrkových lesích hospodářských.

Generativní rozmnožování je částečně nahrazeno samovolným vegetativním rozmnožováním – hřížením. Příklady této obnovy ve volné přírodě jsou vysvětlovány mimořádnou větrností biotopů, dlouho ležící sněhovou pokrývkou, která stlačuje větve k zemi a chladnou půdou podporující hromadění surového vlhkého humusu, který stimuluje tvorbu kořenů. Jde teda pravděpodobně o určitou fenotypovou modifikaci vyvolanou stresem v drsném prostředí (Jeník

1955, Lokvenc 1959, Tranquillini 1979, Vacek 1981a, Vacek, Vašina 1989, 1990a, 1990b, Vacek, Podrázský, Lokvenc 1995, Vacek, Souček 1995a).

Jiní autoři (*Fiek 1895, Svoboda 1953*) považují přirozené vegetativní rozmnožování smrku za genotypové adaptace na extrémní prostředí nad stromovou hranicí.

Jeník (1976, 1994b) uvádí, že hřížení pokládá za růstovou formu podmíněnou nenormálním rozvojem hlubokého kořenového systému a s tím spojeným dlouhodobým přežíváním spodních větví.

Nižší horské polohy jsou charakterizovány smíšeným smrkojedlobukovým lesem přecházejícím až v horské smrčiny (středoevropské podmínky 800 až 1000 m. n. m.) Uvnitř areálu přirozeného smrku se dosud různými obnovními postupy (zvláště násečným způsobem) dosahovalo velmi dobrých výsledků v přirozené obnově. Někdy se přitom podařila i přirozená obnova jedle a buku. Bohužel však docházelo a dochází u těchto dřevin k silnému poškození zvěří, takže nakonec z pozitivního vyhlížející směsi dřevin v začátku obnovy přežívá pouze smrk (*Vacek, Souček 1995b*). Proto se přistupuje často k dvojsadbám smrku a buku.

Podle charakteru lesa a obnovních cílů je vhodné uplatňovat zásady koncepce přírodně blízké hospodaření, umožňující jak využití produkčního potenciálu porostu po čas obnovy, tak i úspěšnou přirozenou obnovu. Nejčastěji maloplošnou formu podrostního hospodářského způsobu nebo některá forma výběrného lesa, která se vyznačuje oproti holosečnému hospodaření využitím většího produkčního potenciálu stanoviště a širšího dlouho trvajícího uplatňování důsledného výběru, nižším provozním rizikem, větší stabilitou a lepší ekologickou funkční činností. O uplatňování maloplošných holosečných způsobů se může uvažovat i tam, kde jsou závažné biologicko-ekologické těžkosti při uplatňování uvedených přírodě blízkých hospodářských způsobů (*Mayer, Ott 1991, Hladík, Korpel, Lukáč, Tesař 1993, Mareš, Souček 1994, Vacek et al. 1997*).

V 6. vegetačním stupni (optimální přirozený výskyt jedle, buku, smrku a kde je tlumená kompetiční síla buku a dostatečné množství srážek nad 1000 mm) je ve střední Evropě největší plošný výskyt výběrných lesů. V těchto podmínkách při uplatňování výběrného hospodaření naráží na nejmenší biologicko-ekologické překážky. Jednostranné strohé požadování výběrného hospodářského způsobu však nebylo a není úspěšné. Zkušenosti z alpských zemí zejména Švýcarska potvrzují neopodstatněnost zákonného prosazování výběrného hospodářství jako jediné koncepce pro funkčně integrované horské lesy. S ohledem na vysokou stabilitu lesů v montánním stupni alpských zemí se v nich požaduje vertikálně členitá nebo aspoň stupňovitá struktura (*Zakopal 1972, Mareš 1988*).

Ekosystémy 6. vegetačního stupně patří ve střední Evropě (u nás pak Šumava a Beskydy) k vysoce produktivním (Vacek *et al.* 2003).

Na značné části porostů 6. vegetačního stupně se proto jeví nutnost zvyšovat zastoupení jedle, buku, popř. javoru klenu a modřínu. Vzhledem k využití produkčního potencialu a k vysokým nárokům na stabilitu je třeba zachovat úzkou vazbu na původní ekotypy. Z toho důvodu je třeba dávat přednost přirozené obnově a uplatňovat postupy založené na clonné seči (Zokopal 1972).

V ochranných a funkčně integrovaných lesích (s významnou vodohospodářskou a půdoochrannou funkcí) obhospodařovaných maloplošným způsobem se stanoví zpravidla rámcová obmýtní doba v rozpětí 120-140 let, která je nezávazná pro jednotlivé porosty (Vacek 1984).

Měl by jí však odpovídat průměr mýtních věků všech porostů hospodářského souboru. Za mýtní zralost v těchto lesích se zpravidla považuje časový úsek, kdy porost přestává optimálně plnit svou prvořadou (hlavní) funkci. Těžebně pěstební zásady mají záměrně udržovat funkčně optimální účinnou strukturu a dlouhodobě preventivně předcházet ztrátě funkčně vhodného porostního typu (Vacek, Simon, Remeš *et al.* 2007).

Možnosti a uplatňované postupy přirozené obnovy se diferencují podle porostního typu, přičemž nejzávažnější okolnosti jsou stabilita porostu a zdravotní stav stromů. Dosud se však lze setkat se smíšenými porosty mírně věkově diferencovanými, avšak výškově téměř nivelizovanými (jednovrstevnými), často i ve věku mýtní zralosti příliš hustými, a proto i se sníženou stabilitou většiny stromů. Nepravidelná skupinová clonná obnova musí začínat pomístním odstraňováním nestabilních vrůstavých stromů (Vacek, Vacek, Schwarz *et al.* 2009).

2.5.5.3. Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

Buk je dřevinou oceánského klimatu, citlivý k suchu a k pozdním mrazům, vyhýbá se také půdám ovlivněné vodou. Jeho optimum je na čerstvě vlhkých, minerálně bohatých a humózních půdách nacházející se od pahorkatin až do hor. Je to stinná dřevina, která snáší značný zástin. Vůdčí dřevina v bukovém lesním vegetačním stupni (LVS 4.), ve kterém je jeho optimum.

Buk je dřevinou rostoucí (v našich podmínkách) na všech ekotopech, kromě stanovišť ovlivněné vodou. V 5. LVS (jedlobukovém) si drží mírnou převahu nad jedlí a převládá také v 6. LVS (smrkobukovém), kde má mírně sníženou vitalitu a to zejména na chudších stanovištích. Výrazný pokles (10-20%) zastoupení má v 7. LVS, kde jeho účas doznívá a udržuje se pouze v podúrovni smrku. V 8. LVS stále jeho podíl klesá, cenoticky se vyskytuje pouze v podúrovni. V Krkonoších (jižní svahy) se vyskytuje i nad horní hranici lesa, kde se rozmnožuje vegetativně.

Problémem při využití přirozené obnovy je vysoká nepravidelnost fruktifikace této dřeviny. Výrazný vliv na fruktifikaci buku, a to zejména v horských polohách měli imise, které ovlivňovali nejen kvantitu, ale i kvalitu fruktifikace (*Vacek, Mareš, Jurádek 1983, Mareš, Vacek 1984, Vacek, Mareš 1985, 1987, Vacek, Jurásek 1986, Hrabí 1990b, 1992*).

Tak např. ve slabším semenném roce 1983 bylo ve 126 porostech v 16 PLO zjištěno v celkovém průměru 72 % semen prázdných, 25 % živých a 3 % neživých semen. Průměrná hmotnost 1000 ks semen byla 237g, jejich průměrná délka 16,2 mm a průměrná šířka 9,0 mm. Pravděpodobně v důsledku výrazného vlivu imisí byly u 4 % bukvic zjištěny 2-4 kusy embryí v jednom perikarpu (*Mareš, Vacek 1984*).

Dalším faktorem ovlivňujícím rozdíly mezi úrovní kvetení a semenění buku jsou pozdní mrazy, letní sucha, chladné a vlhké letní počasí apod. Někteří autoři uvádějí, že sice letní přísušek může zpomalit vývoj embrya o několik týdnů, přestože se však mají do podzimu vyvinout plně klíčivá semena.

Z pěstebního hlediska je dobré sledovat délky intervalu mezi dvěma semennými roky. V letech 1955-2007 bylo celkem 24 semenných roků, s průměrným intervalem 2,4 roku, čili k fruktifikaci buku dochází téměř každé dva roky (svědčil o tom i výskyt semenáčků), přesto šlo pouze o slabší fruktifikaci. Z uvedeného období lze označit jako bohatý semenný roky 1960, 1976, 1983, 1987, 1992, 1995, 2001, 2003, 2006 (opad víc jak 250 bukvic na m²) tj. pouze 8 let s průměrným intervalem 7,1 let. V letech 1990-2007 bylo celkem 8 semenných let (průměrný interval 2,1 roku) a z toho 4 bohaté (interval 4,3 roku). V roce 1995 byl abnormálně bohatý semenný rok, kdy Semenářský závod Týniště n. O. přijal k uskladnění 94 tun bukvic. Bukvice se skladují po snížení obsahu vody na 8-10% v uzavřených plastových obalech při teplotě -7 až -10 °C (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Z nejkritičtějších fází přirozené obnovy buku je zimní přežívání bukvic a první týdny po začátku klíčení. Dalším faktorem ovlivňující vývoj přirozené obnovy jsou divoká prasata i spárkatá zvěř (srnčí, mufloní, jelení, dančí), která během zimy, v období nedostatku potravy konzumují převážnou část bukvic.

K přirozené obnově může dojít pouze na méně zabuřené půdě nebo po přecházející přípravě půdy a jedině za souhry příznivých řad okolností lze očekávat, že vůbec nějaké bukvice vyklíčí a semenáčky vzejdou. U bukvic je nutno počítat se ztrátami v běžném průměru větší jak 50 % (*Burschel, Huss, Kalbhenn 1964, Burschel, Schmalz 1965, Burschel 1966, Huss, Kratsch, Röhrig 1972, Vacek, Mareš, Jurásek 1983*).

Huss, Stephani (1978) uvedli, že rozhodujícím faktorem pro dosažení a další vývoj přirozené obnovy je světelný požitok semenáčků. Působením tohoto faktoru je výraznější než efekt všech pěstebních opatření ve prospěch přirozené obnovy (boj s buřením, oplocování náletů, hnojení). Správné hospodaření se světlem umožňuje vývoj dalších pěstebních opatření.

Příliš slabé rozvolnění porostů (i když je buk dřevinou snášející trvale zástin) vyvolává hromadění špatně rozložitelné hrabanky a nepříznivé formy humusu. Situaci zhoršuje i acidifikace půdy vlivem kyselých dešťů. Pro stav lesních porostů je významné okyselení horizontálních srážek, rosy, námrazy, srážky z mlhy. Pokud snížíme výčetní porostní základnu o jednu třetinu lze předpokládat nárůst až dvojnásobek hustoty přízemní vegetace, která konkurenčním působením omezuje vzrůst náletových semenáčků. Určité řešením by bylo (při boji s buřením) zkusit použít vhodné pěstební opatření nebo použít vhodné prostředky (herbicidy) při současném hnojení (N, P, K, Ca).

Další možností při hromadění špatně rozložitelné hrabanky a nepříznivých forem humusu, kdy tento stav vede k poškozování přezimujících bukvic v půdě, snížení vzcházení semenáčků a u náletů snížení přírůstu, lze eliminací vhodností zpracování půdy před opadem semene.

Při přirozené obnově buku v podstatě nevznikají žádné problémy s volbou obnovního postupu. Buk je vhodná dřevina pro přirozenou obnovu podrostním způsobem. Problém může nastat při velkých ztrátách bukvic během zimního období po jejich opadu. Tento stav je typický pro chudší stanoviště (pískovcové), kde je možné (nutností) použít vhodnou přípravu půdy. Zpravidla na kambizemích a rendzinách, eventuálně i na dalších úrodných půdách není příprava půdy pro přirozenou obnovu nutná.

Pokud neuvolníme nárosty během delšího časového úseku zejména na prudkých svazích (táhnou za světlem), pak dochází k tomu, že nemají přímý kmínek a k špatnému odrůstání. Přednostně se odstraňují při výchově bukových porostů jedinci s vidličnatým kmenem (vidlice od výšky 1m je již geneticky podmíněná). Síla větví u buku je dána zápojem (není podmíněna geneticky), respektive zakmeněním porostu, kde jedinec roste. Při obnově buku je potřeba respektovat citlivost dospělých jedinců na korní spálu (*Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009*).

Při současném imisním zatížení je možné i v (bývalých) imisních oblastech aplikovat běžné postupy bukového hospodářství a využitím umělé i přirozené obnovy, přičemž porosty náhradních dřevin mohou účinně eliminovat poškození způsobená mrazem (*Hobza, Muer, Pop 2008*).

2.5.5.4. Bříza bělokorá (*Betula pendula*)

Březové porosty vznikaly často ve vysočinných až nižších horských polohách i v minulosti buď na opuštěných zemědělských pozemcích, nebo na obnově nezvládnutých kalamitních

holinách. Stejnorodé březové porosty plnily až donedávna jen dočasnou funkci pomocných porostů, umožňující obnovu dřevin ekologicky náročnějších. Zastoupení břízy v porostech bylo obecně s výjimkou chudších stanovišť, považováno za znak hospodářské extenzity. Proto byly březové porosty přeměňovány a břízy byly odstraňovány, jelikož nesplňovaly požadavky optimálního výnosu.

Postoj k bříze a březovým porostům se v posledních třech desetiletích změnil v souvislosti ekologickými poměry v horských polohách i v podhůří. V místech zvláště imisně ekologicky exponovaných se v průběhu imisní kalamity mnohdy lesy rozpadly velmi rychle a vzniklé holiny po jednorázovém vytěžení a odklizení dřeva se velmi obtížně zalesňovaly, jelikož volba dřevin v těchto imisních podmínkách je zúžená na ty, které jsou tolerantní k imisím a současně jsou schopni odolat extrémním bioklimatickým a půdním poměrům. Mezi dřeviny, které toto splňují, patří i bříza.

Březové porosty označujeme za náhradní porosty tehdy, zastupují-li hospodářsky hodnotné porosty s výtěží dřeva ve výši, kterou umožňovaly přirozené stanovištní podmínky. Existence náhradních porostů je zdůvodněna tím, že plní nezbytné ekologické funkce lesa (protierozivní, protisesuvnou, hydrickou, klimatickoochrannou aj.). To nevylučuje, že mohou produkovat dřevo v největším možném objemu a kvalitě do doby než pozbudou opodstatnění. Plně produkční porosty však nemůžou nahradit.

Bříza je schopna osidlovat jakýkoliv půdní substrát podobně jako jeřáb. Z ekologického hlediska lze rozlišovat břízu bělokorou (*Betula pendula* Roth), břízu pýřitou (*Betula pubescens* Ehrh), břízu karpatskou (*Betula carpatika* W. et K.). Břízy pýřitá a karpatská se vyskytují převážně na podmáčených a zamokřených půdách. Optimum břízy bělokorá se vyskytuje převážně od dubobukového do smrkového lesního vegetačního stupně. V březových doubravách dubového LVS tvoří základní porostní složku. Bříza pýřitá je vitální i ve smrkobukovém a bukosmrkovém LVS, na příhodných stanovištích dokonce i ve smrkovém LVS, kdežto bříza karpatská i v klečovém LVS (Vacek, Vacek, Schwarz et al. 2009).

Význam břízy pro lesní hospodářství z biologického a pěstebního hlediska (i z hlediska využití dřeva) zhodnotil Košút (1982), kde on doporučuje pěstovat geneticky vhodné březové porosty v imisních oblastech, aby se kromě mimoprodukčních funkcí dostavil i přiměřený produkční efekt. Proto je stále dobré se věnovat problematice využití vhodných pěstebních opatření v porostech s břízou diferencovaně podle konkrétních stanovištních a porostních poměrů. Znační význam má bříza z pěstebního a ekologického hlediska v horských polohách.

Z početných empirických údajů se bříza dostává na čelní místo tolerance k imisím (Ferda 1953, Samek, Materna, Vinš 1963, Antipov 1979, Dässler 1983).

Břízou byly kultivovány imisní holiny v Sasku již koncem 19. století (König). V oblasti vznikly extrémní imisně ekologické poměry a vedly k tomu, že březové porosty zůstávaly jako trvalé porosty náhradních dřevin.

Spontálně přirozené nasemenění vedlo k tomu, že vznikali porosty nenáročné na pěstební péči místo porostů jiných poměrně tolerantních dřevin (Lampadius 1969).

Poznatky o přirozené obnově břízy a vývoji březových porostů (z Krušních hor) dle diferencovaných stanovištních a porostních poměrů včetně doporučujících pěstebních opatření se zabývali Jirgle et al. (1977, 1980) a Jirgle, Tichý (1981).

V Krkonoších se věnovali problematice přirozené obnovy a umělé obnovy břízy a jejím vývojem Vacek, Lepš, Tesař (1987), Vacek (1992), Lokvenc, Vacek (1993a), Vacek, Lokvenc, Balcar, Henzlík (1997).

2.6. Fytogeografické členění borů

2.6.1. Bory ve světě

Nejpočetnější zastoupení borů (*Pinus sylvestris*) se nachází v kontinentální Euroasii, přechod mezi formacemi lesů suchých oblastí a smíšených opadavých lesů mírného pásma.

Bory jsou většinou azonální mozaikou klimaticko-edafického klimaxu na edaficky podmíněných stanovištích – na suchých, chudých, písčitých, skeletnatých nebo naopak na stanovištích chudých rašelinišť (Poleno 1990, Musil, Hamerník 2007).

2.6.2. Bory v Evropě

Prakticky v celé Evropě se nacházejí bory. Nadmořské výšky určují výskyt borovic v různých oblastech, např. borovice pyrenejská (*Pinus uncinata*) – západní Evropa, v Pyrenejích nad 2000 m n. m.), borovice limba (*Pinus cembra* – horské oblasti nad 1300 m n. m. Alpy), borovice černá (*Pinus nigra*) – Středomoří), borovice kleč (*Pinus mugo*) – nad horní hranici lesa středoevropských pohoří, kde se vyskytují krystalické horniny), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) – střední, severní, východní Evropa), Balkán – borovice Heldreichovou (*Pinus heldreichii*) a borovici rumelskou (*Pinus peuce*) - (cf. Kučera 1999, Brusinský 1999, Musil, Hamerník 2007).

V Evropě rozlišujeme tři skupiny reliktních borů:

2.6.2.1. Kontinentální východoevropské a jihosibiřské bory

Rostou v kontaktu se subxerofilními doubravami na štěrkopísčitých terasách větších řek, okrajové rozšíření v Alpách se váže na dešťový stín vnitroalpských údolí (cf. Kučera 1999).

2.6.2.2. Bazofilní (květnaté) bory

Rostou na opukových, vápencových a dolomitových horninách a na serpentinech, zasahují z Balkánu přes vápencová podhůří Alp až do střední Evropy (označené jako dealpínské bory) - (cf. Kučera 1999).

2.6.2.3. Oligotrofní bory

Boreální jehličnaté lesy, tvoří skupinu zahrnující primární reliktní bory silikátových skal, písčitych půd a rašelinné bory (cf. Kučera 1999).

Bory střední Evropy, především borové lesy německé a polské roviny, se již nejméně dvě století zakládají uměle, protože přirozená obnova borovice na převážně zabuřených půdách je velmi nesnadná. Jsou však oblasti, kde se přirozené obnově daří, zejména v typech s převládajícími mechy rodu (*Hypnum*, *Hylocomium* a *Docranum*). Především jsou to acidofilní druhy často rostoucí v jehličnatých lesích středních bonit, většinou se slabě přiměsí trav a nepatrnou přiměsí borůvky či vřesu. Velmi nesnadno se borovice zmlazuje na půdách silně zarostlých borůvkou a vřesem (Mikeska, Vacek 2008).

2.6.3. Bory v ČR

2.6.3.1. Základní kategorie

Porosty s převahou borovice lesní lze rozdělit do následujících základních kategorií

- 1) Přirozené reliktní borové porosty na mozaikovitě roztroušených, zpravidla skalnatých a suťových stanovištích
- 2) Přirozené reliktní borové porosty na zamokřených a podmáčených stanovištích.
- 3) Přirozené souvislé borové a smíšené porosty nižších a středních ploch.
- 4) Hospodářské borové a smíšené porosty na diferencovaných stanovištích nižších a středních ploch (Mikeska, Vacek, et al. 2008).

2.6.3.2. Rozšířené typy reliktních borů

2.6.3.2.1. Kontinentální bory na štěrkových terasách a pahorcích (Polabí, Tereziánská kotlina)

- zvláštní typ představují bory na vátých písčích s psamofyty, které se vyskytují ve fragmentech na Mimoňsku a Dokesku, na vátých písčích v Polabí, na Třeboňsku a v dolním Pomoraví. Jejich původ byl většinou ovlivněn borovým hospodařením (cf. Kučera 1999).

2.6.3.2.2. Bazofilní (květnaté) reliktní bory

- obsahují typické perialpínské vápnomilné druhy (*Sesleria albicans*), chudší forma se vyskytuje ve fragmentu např. na krystalických sušicko – horažďovických vápencích. Nedávno byly reliktní bory rozpoznány na opukových bílých stráních na Úštěcku (*Michal, Peteříček et al. 1999*).

2.6.3.2.3. Pěchavové hadcové bory

- výskyt na hadcových rendzinách (resp. rankerech) ve středně teplých oblastech (*Festuca ovina*). Mohelnické a Dolnokralovické dadce. Jsou bohaté na lišejníky, např. u Dolních Kralovic byla mimo jiné nalezena také reliktní severská dutohlávka horská (*Cladonia stellaris*) - (*cf. Kučera 1999*).

2.6.3.2.4. Květnaté hadcové bory

- se vyskytují v chladnějších oblastech, u nás největší porosty ve Slavkovském lese (např. Pluhův bor, Vlček), v Blanenském lese (např. Holubovské hadce) a v Pošumaví (Miletníky). Kromě obligátních serpentinofytů (sleziník hadcový – *Asplenium cuneifolium*), sleziník nepravý (*A. adulterium*) a endemický rožec kuřičkolistý (*Cerastium alsinifolium*), které rostou výhradně na hadcových skalách, v nich vyskytují další druhy přítomné ve vřesových borech, jako jsou vřesovec pleťový (*Erica Carda*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a druhy vyšších poloh např. třtina chlupatá (*Calamagrostis villosa*), sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*). Z řad lišejníků jsou zastoupeny zástupci rodu dutohlávka (*Cladonia*) - (*cf. Kučera 1999*).

2.6.3.2.5. Reliktní bory

- rostou na hranách říčních kaňonů v oblasti mezofytika, ve stupni doubrav jsou u nás nejtypičtější. Jde o charakteristická lokální společenstva, která lemují příhodná stanoviště (skalní výchozy) říčního systému Vltavy a jejich přítoků (Berounka, Sázava, Lužnice, Otava) dále přítoků Labe (Jizera, Pšovka) a na Moravě v Prebohemiku údolí Dyje a jejich přítoků (Jihlava, Oslava, Rokytná). Na silikátových horninách roste v podrostu řídké zapojených borovic (které jsou silně pokroucené a připomínají křivoles), několik acidotolerantních druhů, především keřiky např. metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), jestřábník bledý (*Hieracium pallidum*) - (*cf. Kučera 1999*).

2.6.3.2.6. Reliktní bory s vřesovcem

- nachází se na žulách a fylitech v západních Čechách ve výškovém stupni bučin, jsou druhově chudší a dominantní pokryv mají keřiky např. vřesovec plet'ový (*Erica carnea*), vřes obecný (*Caluna vulgarit*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*). Bohatě bývá i mechové patro např. dvouhrotec chvostnatý a čeřitý (*Dicranum scoparium*, *D. polyset*). Na rozdíl od vřesovcových reliktních borů rostou na silikátových horninách a přítomnost vřesovce jako druhu s výraznějším rozšířením v alpské oblasti je spíše hraniční (cf. Kučera 1999).

2.6.3.2.7. Chudé reliktní bory

- výskyt na dystrofiích rankerech a podzolech na kyselých horninách modanubika, často zarůstají sutě a skalní výchozy. Druhové patro bývá extrémně chudé a obsahuje jen několik druhů, především erikoidní keřiky, metličku křivolakou (*Avennella flexuosa*) a lišejníky. Reliktní bory s břízou (skalní) rostou na mělkých dystrofních rankerech a litozemích na okraji pískovcových plošin a úpatních sutích. Ve stromovém a keřovém patře se uplatňují krom břízi bělokoré (*Betula pendula*) ještě jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), smrk ztepilý (*Picea abies*), jedle bělokoré (*Abies alba*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*). V mechovém patře se vyskytuje např. bělomech sivý (*Leucobryum glaucum*)- (cf. Kučera 1999).

Bohatší reliktní bory jsou na vápnatých (např. Mohelka, Bučiny u Rakous) a obohacených kvádrových pískovcích (např. Polomené hory). V těchto borech jsou přítomny také plavuně, zejména plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), indikátory jedlin bika chlupatá (*Luzula pilosa*) a pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*), z mechů např. tyčovka lámavá (*Dicranodontium denudatum*).

Společenstva acidofilních borů jsou poměrně chudá, v současné době jsou zařazena do svazu (*Dicrano-Pinion*), který je společný reliktní a kulturním borům, což je právě ukázkou obtížného floristického odlišení. Původnost lze posuzovat z charakteru stanovišť (skalní věže, hrany), zapojenosti stromového, bylinného, mechového patra (cf. Kučera 1999).

2.6.3.2.8. Podmáčené rašelinné bory

- nachází se zpravidla na obvodu otevřených rašenilišť. Typické jsou pro ně keřiky rojovníka bahenního (*Ledum balustre*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) atd. Bohatě vyvinuté rašeliníkové mechové patro s mnoha rašeliníky (*Sphagnum sp. div.*) Dominantou dřevinného patra tvoří kromě borovice lesní (Dokesko, Českomoravská vrchovina) také stromová borovice blatka (*Pinus rotunda*) např. Třeboňsko, Velká niva, Vltavský luh na Šumavě, Tajga ve

Slavkovském lese. Ve vyšších polohách se vyskytuje tzv. rašelinná kleč (*Pinus x pseudopumilio*) - (cf. Kučera 1999).

Pěstování borových kultur se rozšířilo i do území, kde pravděpodobně jako původní dřevina borovice lesní nerostla nebo jenom velmi zřídka (*Nožička 1957, 1972*).

Uměle byla značně rozšířena na chudá písčítá stanoviště a je nyní velmi obtížné odlišit od nich například podobná stanoviště borových doubrav (*Mikeska, Vacek et al. 2008*).

2.7. Stanoviště a ekotypy borovice lesní

V přirozeném stavu si zachovala dominanci a významný podíl pouze na podloží písčitých sedimentů, hadců, v extrémních podmínkách i vápenců a rašelin a na skalnatých výchozech různých kyselých hornin (reliktní bory). Stanoviště překrývají specificky povahou rozdíly klimatu, proto tvoří borovice v lesnicko-typologickém samostatný stupeň (0). Tyto stanoviště se nacházejí převážně v rozpětí klimatu 3. – 4. lesního vegetačního stupně. Kromě dominantního postavení v souborech stupně (0) tvoří přirozenou příměs v chudých kategoriích vodou ovlivněných i neovlivněných (M, Q, R), kde pravidelně vystupuje do 5. vegetačního stupně a v jednotlivých extrémních typech až do 6. LVS (6M, 6Q – typy s borovicí např. na Vysočině). Nejvyšší výskyt je na Šumavě (stožecká borovice) v 7. LVS (7Q, 7P, 7G, 7R) (*Mikeska, Vacek et al. 2008*).

Z pěstebního hlediska je v ČR důležité rozlišovat následující ekotypy borovice lesní:

- Nížinný ekotyp (1.-2. LVS/do 350m n. m./: 0Kdb, 0M, 1-2M, 1Sc, 1-2Q, 1-2P): východočeská (týnišťská) borovice lesní štěrkopískových říčních pleistocénních teras, lokální ekotyp východočeské borovice je považován za jednu z nejplastičtějších populací naší borovice, která byla výzkumem doporučována k využití i v jiných PLO ČR (*Kaňák 1979*).
- Chlumní ekotyp (3.-4. LVS /300-500 m n. m./: 0Kdb, 0M, 0Zs, 0Yc, 0O, 0P, 0G, 0T): třeboňská borovice lesní – nejznámější ekotyp borovice lesní z oblasti jihočeských pánví na rozpadech křídových pískovců a na terciérních píscích, heraltická borovice – zajímavý ekotyp borovice lesní tvořící příměs v lesních porostech Opavska (*Holuša 2000*).
- Náhorní ekotyp (5.-6. LVS /550-700 m n. m./: 0Yv, 0Zv, 0Ny, 5-6M, 5-7Q, 5-7P): adršpašská borovice lesní – pouze v oblastech NPR Adršpašsko-teplické skály vázaný, plnodřevný a sněhu odolný ekotyp (*Vacek, Podrázský 2001*), lánská borovice lesní – ekotyp borovice tvořící pouze příměs na střídavě až trvale zamokřených stanovištích odolná vůči sněhu a zároveň plnodřevná, ránská borovice lesní – ekotyp nepotvrzeného původu na horečnatých horninách.

- Horský ekotyp (7.LVS/700-1000m n. m./: 0Zv, 0Zf, 0Nf, 7Q, 7P, 7M): vogtlandský náhorní ekotyp borovice lesní – specifický ekotyp na hadcích ve Slavkovském lese, stožecká borovice lesní - Šumavský velmi odolný ekotyp borovice vyskytující se na vlhkých (7Q, 7P) i skalnatých (0Zv) stanovištích (*Kaňák 1999, Hladilín 1997*).

Uvedené ekotypy borovice lesní je nezbytné vylišovat nejen z hlediska zásad o přenosu reprodukčního materiálu, ale i pro záchranu a podporu vyhraněných populací, které jsou dobře přizpůsobeny daným, mnohdy specifickým podmínkám prostředí). Porosty velmi dobré výšky, rovných kmenů s jehlancovitou nebo válcovitou korunou tvoří borovice na hlubokých, kyprých, vodou přiměřeně zásobených půdách hrubší dispersní skladby, hlinitopísčitéch až písčítých. Typickým je kůlový kořen s poměrně bohatým větvením. Na minerálně chudém často až příliš suchém, s hluboko položenou hladinou podzemní vody, která nedosahuje ke kořenovému systému, je již kmen kratší a koruna spíš deštníkového tvaru. Na rašenilištích a zrašeliněných půdách jižních Čech převládá borovice pyramidálního tvaru, typická dlanitým uspořádáním kořenů velmi bohatě větvených (*Mikeska, Vacek et al. 2008*).

Největší výskyt borovice v ČR je v cílovém hospodářském souboru 23, kde jsou kyselá stanoviště nižších poloh) a zaujímají plochu téměř 200 tis. ha. tj. 43,5% z celkového zastoupení borovice. Další stanovištěm HS, kde je borovice převládající dřevinou patří 27 (oglejená chudá stanoviště nižších poloh), 13 (přirozená borová stanoviště), 21 (exponovaná stanoviště nižších poloh) a 39 (podmáčená chudá stanoviště). Pro tyto stanoviště uvádí *Plíva (1980)* cílové zastoupení borovice 60% až 70% a pro hospodářský soubor 13 dokonce 80%.

Značné nároky na přirozenou obnovu je nutno klást tam, kde je možno docílit produkci kvalitních sortimentů. Významným faktorem pro přirozenou obnovu borovice je omezení vzdušného proudění v porostech (*Plíva 1980*).

2.8. Genetické základy odolnosti borovice lesní

Každý ekotyp má určitou plasticitu, která umožňuje větší či menší přizpůsobivost v daných stanovištních podmínkách. V areálu přirozeného rozšíření na vyhraněných lesních typech je odpovídající ekotyp nejstálejší formou a proto i nejodolnější. Liší se od ostatních jedním nebo více znaky či vlastnostmi, které jsou dědičné. V rámci oblastí přicházejí i zvláštní původy, tzv. lokální ekotypy, které existují v prostorově úzce vyhraněných rajonech. Nejsouhrnněji a poměrně podrobně jsou v současnosti lokalizace ekotypů borovice lesní uvedena v oblastních plánech rozvoje lesů podle PLO (*ÚHÚL 2001*).

2.8.1. Rezistence

Pojem rezistence zahrnuje geneticky kontrolovaná schopnost hostitele odolávat napadení chorobou, škůdcem či savcem. Přestože v literatuře existuje mnoho informací o chování populací borovice lesní při napadení škůdci či chorobami v různých environmentálních podmínkách, rozlišení mezi absencí škod a následků ovlivněnou prostředím a geneticky kontrolovanou rezistencí je občas obtížné. Informací o dědičné rezistenci k biotickým faktorům existuje málo, což však není v rámci lesních dřevin výjimkou (*Mikeska, Vacek et al. 2008*).

2.8.1.1. Rezistence biotická

2.8.1.1.1. Rezistence k houbovým patogenům, zvláště sypavce (*Lophodermium*)

Různé provenienční pokusy jsou vhodným prostředkem pro srovnání reakcí různých populací na houbové patogeny, hmyz a savčí škůdce ve shodných environmentálních podmínkách dané lokality.

Rohmeder, Eicke (1969) uvedli, že přesuny populací z jihu na sever zvyšují náchylnost k sypavce, proto by se měla využívat populace pocházející ze severu či severovýchodu (Skandinávie, Polsko, severozápadní Rusko). Naopak jiní uvádějí případy opačné, kdy severské provenience vykazovaly nižší rezistenci proti sypavce (*Fedorov et al. 1978*).

Ze starých provenienčních pokusů o mortalitě vyplývá, že populace s obecně nejnižší mortalitou pocházejí z Pobaltí, ze středozápadního Ruska a z Běloruska nebo Volyně na Ukrajině, kde tyto populace indikují v obecné míře rezistenci k řadě biotických a abiotických faktorů (*Oleksyn, Giertych 1984*).

Potomstva z křížení selektovaná na jiné vlastnosti než rezistenci, stejně jako potomci jednotlivých stromů prokazují rozdílné vlastnosti ve vztahu k patogenům. Příkladem může být silný genetický efekt ovlivňující 58% celkového rozptylu v potomstvu jednoho stromu ve vztahu k náchylnosti k sypavce popsáný v Holandsku (*Squillace et al. 1975*). Holandská potomstva oproti německým měla výrazně vyšší rezistenci, přestože borovice lesní není v Holandsku původním druhem a byla importována z Německa a jiných zemí. Tento výsledek zdůrazňuje výsledek adaptability. V různých případech byly lokální populace lépe adaptovány na danou plochu než provenience pocházející z různých regionů. Plnosesterská potomstva borovice lesní selektovaná na rezistenci k sypavce (*Lopodermium*) původem z výše položených oblastí Schwarzwald (jihozápadní Německo) byly při přesunu do Rýnské nížiny silně napadeny sypavkou, zatímco lokální nížinné populace napadení zcela odolaly (*Stephan 1984*).

Často pozorovaným jevem se stává, že v napadených porostech zůstane několik zdravých, nebo slabě zasažených jedinců. Tyto stromy odolávají díky tomu, že nebyly buď infikovány, nebo

z důvodu genetické rezistence. Klonový materiál jedinců musí být zhodnocen v kontrolovaných podmínkách simulujících přírodu. Rozdíly v rezistenci mezi jedinci jsou zřejmé pouze do dosažení určitého prahu intenzity infekce (Mikeska, Vacek et al. 2008).

Schütt (1957) objevil, že v souvislosti k sypavce (*Lophodermium*) v mladších porostech s více než 100 zdravých stromů s odhadovanou frekvencí jednoho stromu na 50 ha byly tyto klony těchto jedinců dodatečně infikovány a prokazovaly vlastnosti podobné původním stromům.

2.8.1.1.2. Rezistence vůči hmyzím škůdcům

Několik málo případů rezistence borovice lesní bylo zaznamenáno v amerických polních pokusech obzvláště severní a středoevropské provenience, kde vykazovaly při napadení terminálu *Eucosma gloriola* Heinrich, *Pissodes strobi* Peck rezistenci, naopak byly náchylné k napadení smolákem (*Hylobius radicis* Buchanan). Tyto případy naznačují rezistenci pro určitého škůdce, a proto populace napadené nejméně určitým patogenem či škůdcem mohou být naopak nejsilněji zasaženy jiným škůdcem. Selektce jedinců odolných hmyzímu škůdci však může být úspěšně provedena (Bridgen, Hannover 1982).

2.8.1.2. Rezistence k abiotickým faktorům

2.8.1.2.1. Stres sněhem a námrazou

Vlivem abiotických faktorů především klimatického charakteru včetně tlaku sněhu a námrazy se vyvinuli různé ekotypy borovice lesní. Základními ekotypy relativně odolnými vůči mokrému sněhu a námraze v ČR jsou ekotyp horský a ekotyp náhorní. K základnímu ekotypu horskému se řadí lokální ekotypy např. borovice stožecká (Šumava) nebo borovice vogtlanská (Krušné hory, Slavkovský les), k základnímu ekotypu náhornímu se řadí místní ekotypy borovice Adršpašsko-teplických skal (Hynek et al. 1997).

Horské a náhorní ekotypy jsou svojí morfologickou výbavou disponované na odolnost proti sněhu a námraze. Koruny těchto stromů zachytí relativně menší množství srážek. Je to důsledek působení přirozené selekce. Koruny těchto stromů jsou tvarem kuželovité, úzké, s kratšími a tenkými ohebnými větvemi. Díky těmto morfologickým vlastnostem je tato borovice dobře přizpůsobena horským podmínkám (na Šumavě vystupuje až do výšky 1100 m n. m.). Není vhodná k přenosu do výrazných nížinných nadmořských výšek, jelikož je citlivá na sucho (cf. Kaňák 1985, 1993).

Chlumní a nížinné ekotypy jsou na rozdíl od horského ekotypu odolnější vůči suchu. Koruny mají výrazněji rozložené někdy až deštníkovitého tvaru. Většinou mají silnější a delší větve. Vzhledem morfologickým vlastnostem mají uzpůsobenou zachytnou plochu pro sníh a

námrazu, proto jsou nevhodné do vyšších nadmořských výšek do náhorních a horských podmínek, kde dochází k rozlámání korun a zlomy na kmeni.

Pospišil, Kobliha (1988) upozorňují na nevhodnost přenosu reprodukčního materiálu mezi těmito polohami ve výškovém gradientu, ale i největší geografické vzdálenosti. Zatímco smrk ztepilý lze v některých případech úspěšně přenášet, v případě borovice lesní je to spíš výjimečně.

2.8.1.2.2. Mrazový stres

Eiche (1966) uvedl ve svých závěrech (pokusy ve Skandinávii a Ruska), že škody mrazem jsou často pozorovány při přesunech populací na sever, nebo z mírné oceánské oblasti směrem ke kontinentálnímu klimatu.

Jižní rasy borovice lesní se vyznačují vyšším obsahem vody v jehlicích během podzimu ve srovnání se severskými populacemi, což by mohlo naznačovat adaptaci na teplejší klima. *Dietrichsona (1961)* uvedl, že tento vztah demonstrováný Langleten by mohl představovat kritérium odolnosti borovice k časným mrazům.

Norell et al. (1986) objevili ve svých studiích vedených v malých částech areálu (Švédsko, 60-65 s. š.) značnou a statisticky významnou vnitropopulační variabilitu sazenic borovice lesní v rámci odolnosti k nízkým teplotám. Autoři nepopsali žádnou souvislost mezi citlivostí *Pinus sylvestris* k časným mrazům a vzdáleností přenosu testovací lokality od místa původu (sever-jih).

V polních a laboratorních experimentech, kde bylo podrobena několik švédských proveniencí a klonů podrobena mrazovým teplotám ukázaly, že původem severněji položené populace utrpěly méně ztrát než populace jižní (*Ericsson 1986*).

Ericsson et al. (1980) zjistili, že ve stejné nadmořské výšce zvýší každý stupeň posunu směrem na jih míru přežití o 10,8 %, na stejné zeměpisné šířce pak roste míra přežití o 3 % s výškovým poklesem o 100 m.

Nilssonem, Amanem (1986) uvedli ze studií možnost selekce borovice lesní na mrazuvzdornost na základě analýzy fenologických rytmů rodičovských klonů. Dle autorů lze nevhodné klony selektovat na mrazuvzdornost podle jehlic, které jsou na přelomu července a srpna volně přisedlé k terminálu (možná podle relativního znaku vzhledem k pozdějším podzimním měřením), podle značného ročního výškového přírůstu a nízkého obsahu sušiny v jehlicích v létě a na podzim.

Výsledky laboratorních testů mrazuvzdornosti sazenic borovice lesní získaných z křížení v rámci populace a mezi populacemi naznačují, že tento znak je vyjádřen v rámci polygenní dědičnosti (*Norell et al. 1986*).

2.8.1.2.3. Stresový faktor způsobený znečištěním ovzduší

Od 60. let bylo napsáno mnoho zpráv popisující citlivost borovice lesní k různým toxickým plynům. Mnoho prací se zabývá rozdílnou citlivostí k SO₂, ozonu, fluorovodíku a některých směsím plynů. Rozdíly se posuzovaly mezi populacemi a jejich potomstev i jednotlivých jedinců.

Měření citlivosti k HF a SO₂ v laboratoři u sazenic 20 populací borovice lesní původem z 11 evropských zemí porovnává s výsledky z přírodních oblastí pod silnou zátěží SO₂ a fluoridů nebo SO₂ v kombinaci s těžkými kovy naznačila, že reakce na polutanty v laboratoři a v terénu spolu významně korelují (cf. Oleksyn et al. 1988).

Tzschacksch (1982) studoval dědičnost citlivost jehlic borovice lesní na oxid siřičitý, kde uvedl, že citlivost *Pinus sylvestris* k SO₂ je geneticky více kontrolována než citlivost k ozónu a výsledek opravňuje případný selekční program rezistence k SO₂, založení semenného sadu z materiálu získaného selekcí v oblastech pod silnou imisní zátěží.

Vliv SO₂ a fluoridů na klíčení pylu *Pinus sylvestris* u rozdílně citlivých stromů se zabývala práce Mejnartowicz, Lewandowski (1985), kde napsali, že dochází o 50 % nižší klíčivost pylu po zásahu plynem jak u citlivých, tak u tolerantních jedinců. Pyl z citlivých stromů měl delší a rychleji se vyvíjející pylové láčky. To může znamenat, že citlivost vegetativních orgánů ke znečištění nemusí být vždy spojená s citlivostí orgánu generativní.

Rozdílné rozdíly v citlivosti u jednotlivých jedinců borovice lesní by se daly využít pro bioindikační monitoring průmyslového znečištění.

Šlechtění na rezistenci nemůže být posuzováno jako alternativa ke kontrole emisí, ale jako složka komplexní kontrolní strategie znečištění.

3. Charakteristika PR Kosteleské bory

Porosty v PR Kosteleské bory jsou nyní ve správě AOPK ČR. 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, Vydralová 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 o PR Kostecké bory.

evidenční číslo: 2230
kategorie ochrany: přírodní rezervace
název území: Kostecké 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

Tabulka 2: Charakteristika PR Kostelecké bory.

Bioregion	Kokořínský (1.33)
Fytogeografické členění	Polomené hory (51)
Geomorfologická jednotka	Ralská pahorkatina (VIA1)
CHOPAV	Severočeská křída (13)
Klimatická oblast	mírně teplá 9 (MT9)
Přírodní lesní oblast	Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (18)
Lesní hospodářský celek	Česká Lípa (408000, ..31. 12. 2003)
Cíle ochrany	hospodářský les s určitou skladbou (HL)

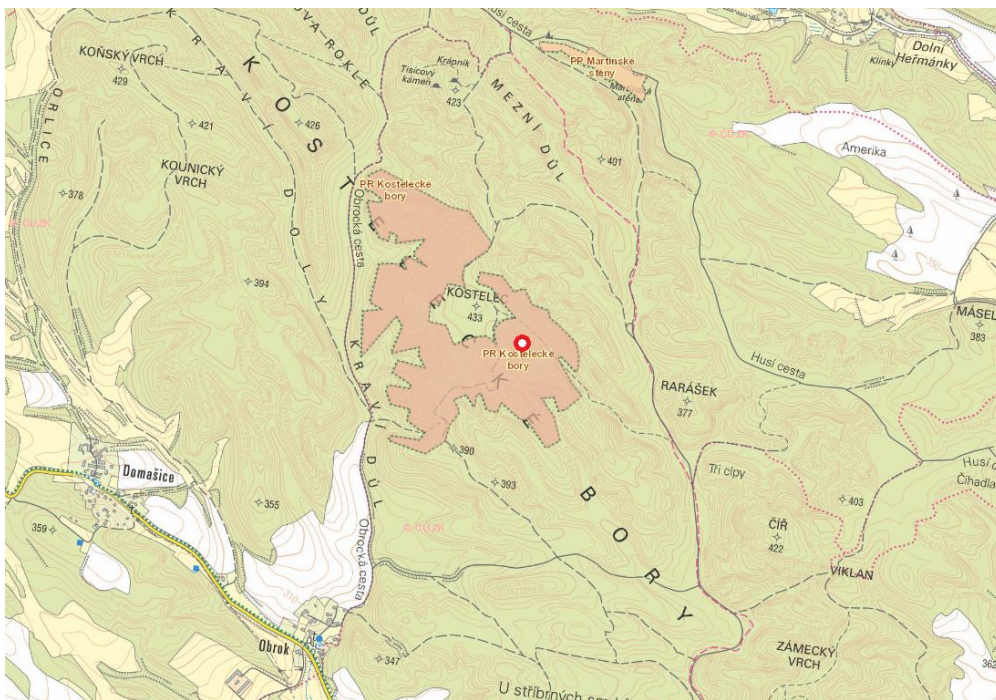
3.2. Údaje o lokalizaci území.

Tab. 1 nás informuje o základních údajích zájmového území. V tabulce 2 jsou uvedeny základní charakteristiky území PR Kostelecké bory. Území a příslušnosti kraje, obce, katastru informuje tabulka 3. Oblast se nachází v Libereckém kraji, v okrese Česká lípa a leží v katastru území Tuhance.

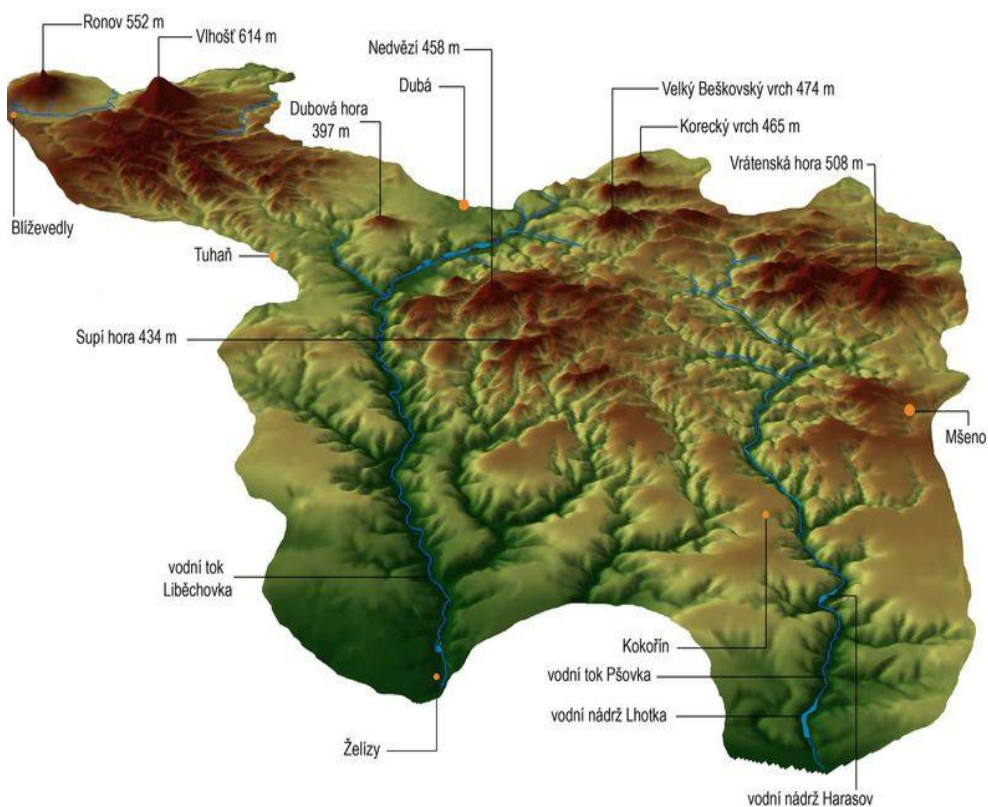
Na Obr. 6 je lokalizován střed zájmových území a jsou uvedeny i GPS souřadnice. Charakteristika geologických útvarů původní oblasti, tvar skalních útvarů, roklí, údolí a nejvyšší bot zájmového území ukazuje Obr. 7.

Tabulka 3: Lokalizace PR Kostelecké bory.

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



Obr. 6: Střed zájmových území označen červeným kolečkem, souřadnice GPS 50.5696378N, 14.4599000E, (zdroj mapy ČR).



Obr. 7: Charakteristika geologických útvarů (původní oblast), tvar skalní útvarů, roklí, údolí, nejvyšší bod je Vlhošť 614 m. n. m. (zdroj. CHKO Kokořínsko).

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

Tabulka 4: Základní údaje o lesích, vztahujících se k PR Kostecké bory.

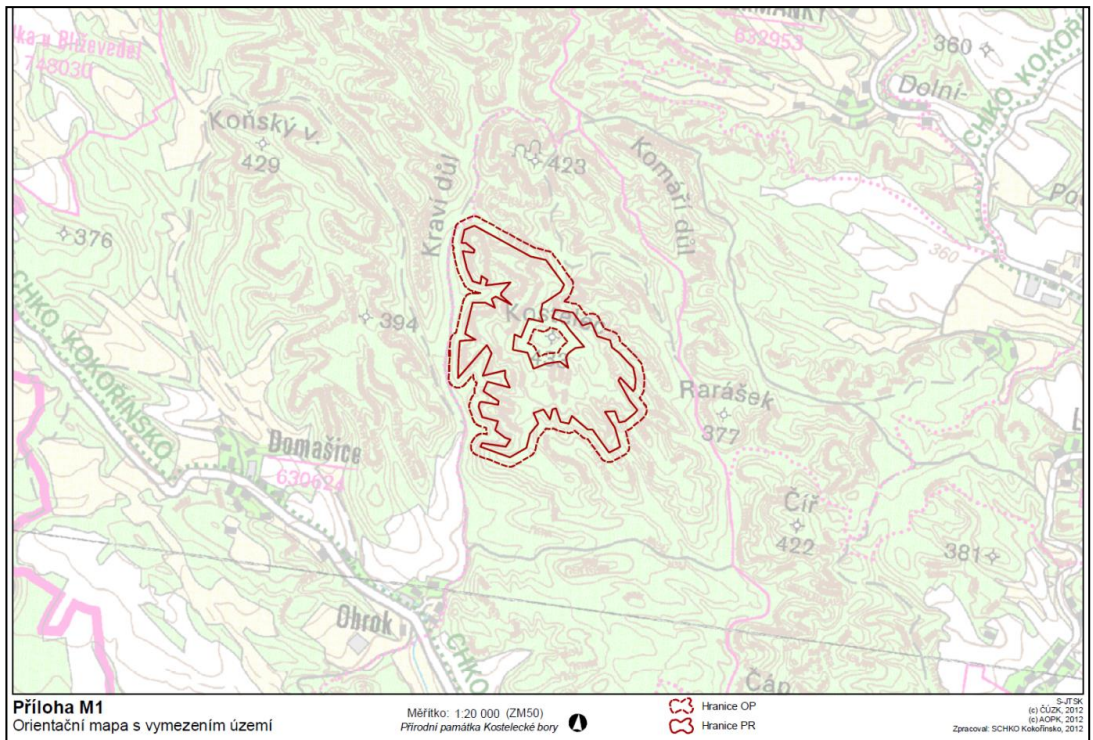
Přírodní lesní oblast	18 - Severočeská pískovcová plošina a Český ráj
Lesní hospodářský celek	851201 (1.1.2017 – 32.12.2026)
Lesní hospodářský celek	551250 m ²
Období platnosti LHP (LHO)	AOPK ČR - Liberecký kraj 2017 – 2026
Organizace lesního hospodářství	AOPK ČR - Liberecký
Nižší organizační jednotka	Správa CHKO

Tabulka 5: Porovnání přirozené a současné skladby lesa v PR Kostecké bory.

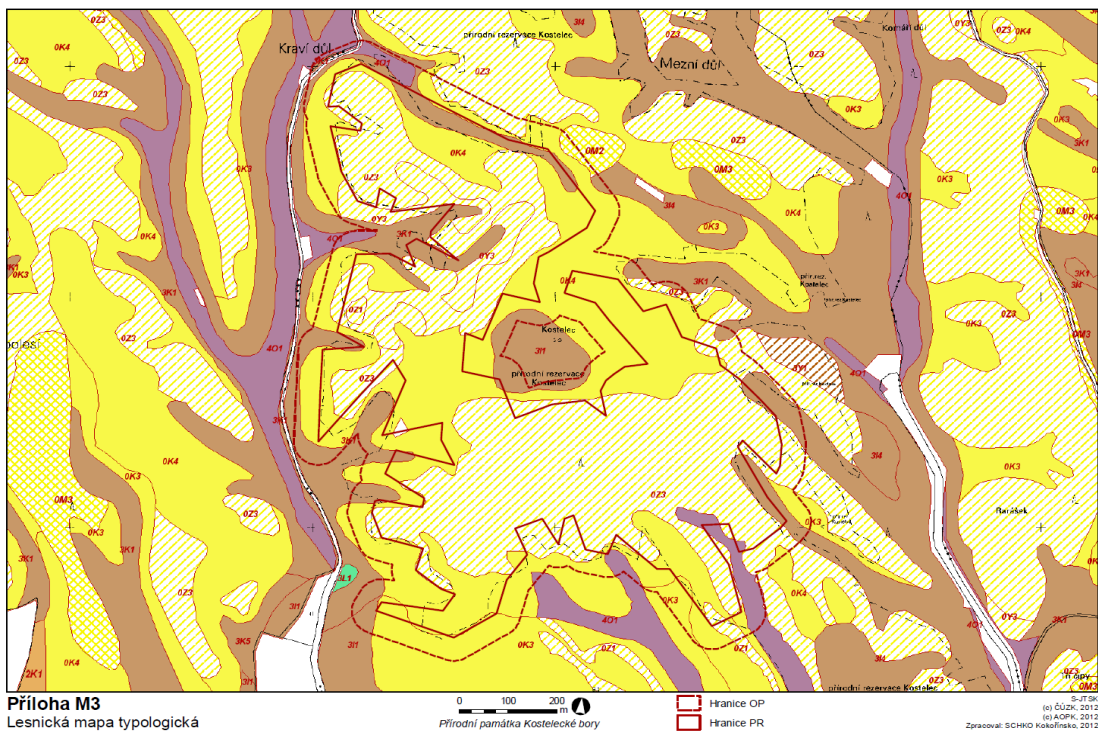
Jehličnany					
BO	Borovice lesní	52,56	96,32	43,43	77,93
JD	Smrk ztepilý	1,14	2,09		
MD	Jedle bělokorá	0,02	0,04	0,4	0,72
	Modřín opadavý	0,27	0,049	-	-
Listnáče					
BK	Buk lesní	0,06	0,11	5,65	10,14
DB	Dub letní, zimní	-	-	4,57	8,2
BŘ	Bříza bělokorá	0,5	0,91	1,65	2,96
LP	Lípa malolistá, velkolostá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

Tabulka 6: Přehled výměr a zastoupení souborů lesních typů v PR Kostecké bory.

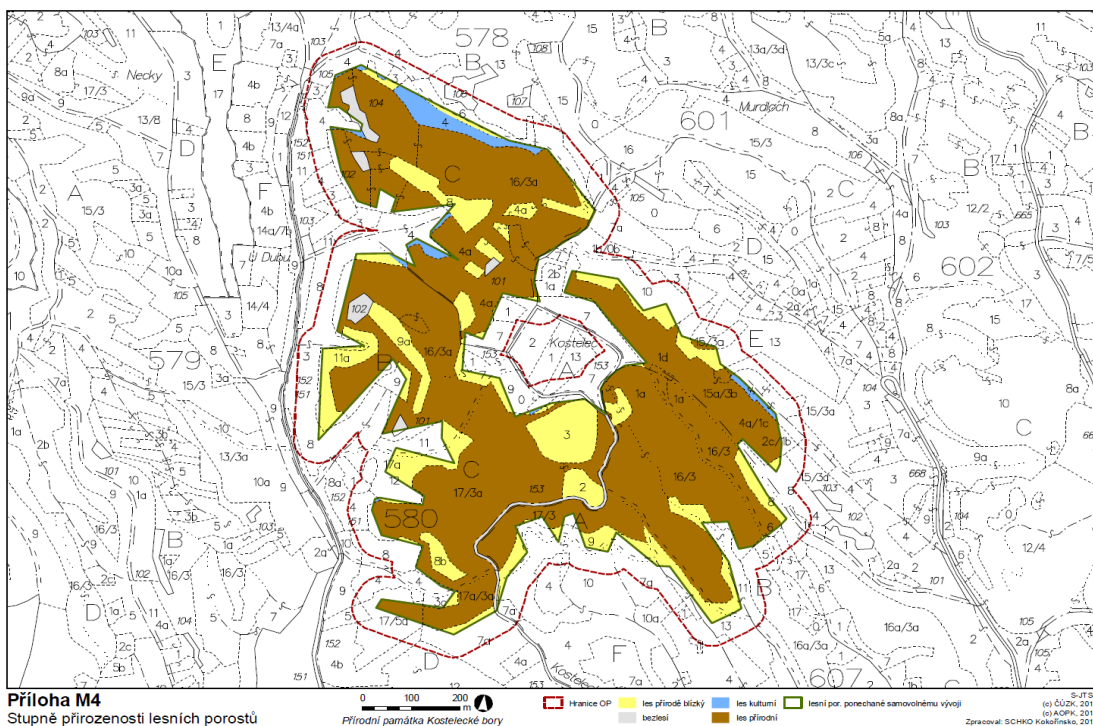
Reliktní bor	BO9, BŘ1, DB	16,52	29,62
Roklinový bor	BO7, BK2, DB1, BŘ, SM	2,17	3,89
Kyselý (dubobukový) bor	BO8, DB1, BK1, BŘ	33,81	60,62
Kyselá dubová bučina	BK6-7, DB3-4, JD+-1	0,02	0,03
Uléhavá kyselá dubová bučina	BK6, DB3, JD1, LP	2,94	5,27
Svěží dubová jedlina	BK2, JD4, DB3-4, LP+-1, OS	0,27	0,48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



Obr. 8: Orientační mapa s vymezením území PR Kostecké bory (zdroj CHKO Kokořínsko).



Obr. 9: Lesnická mapa typologická (zdroj ÚHÚL).



Obr. 10: Stupně přirozenosti v PR Kostecké bory (zdroj ÚHÚL).

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

Informace o základních údajích o lesích, vztahujících se k PR Kostecké bory jsou v Tab. 4. V Tab. 5 je provedeno souborné porovnání aktuální a přirozené druhové skladby lesů. Na Obr. 8 je znázorněna orientační mapa PR s vymezením hranice ochranného pásma (dále OP) s hranicí PR Kostecké bory. Na Obr. 9 je typologická mapa s vymezením území OP a hranicí PR. Stupně přirozenosti lesních porostů v PR Kostecké bory je znázorněn na Obr. 10.

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 proto, že 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“ 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.

Doplňující údaje:

Výměra: 55,13 ha

Vyhlášeno: 2003

Nadmořská výška: 340-433 m

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

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

Území obce: Tuháň (Okres Česká Lípa)

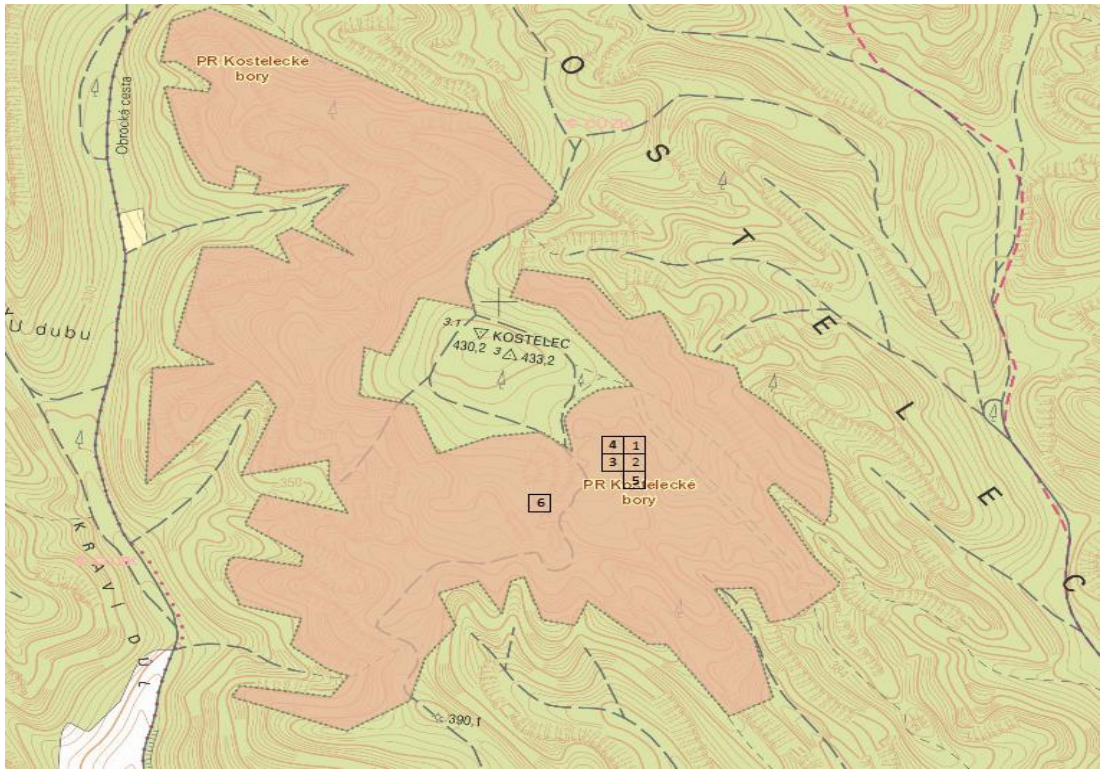
Souřadnice GPS: 50.5696378N, 14.4599000E (Obr. 11).

3.4. Charakteristika výzkumných ploch TVP 1 – TVP 6

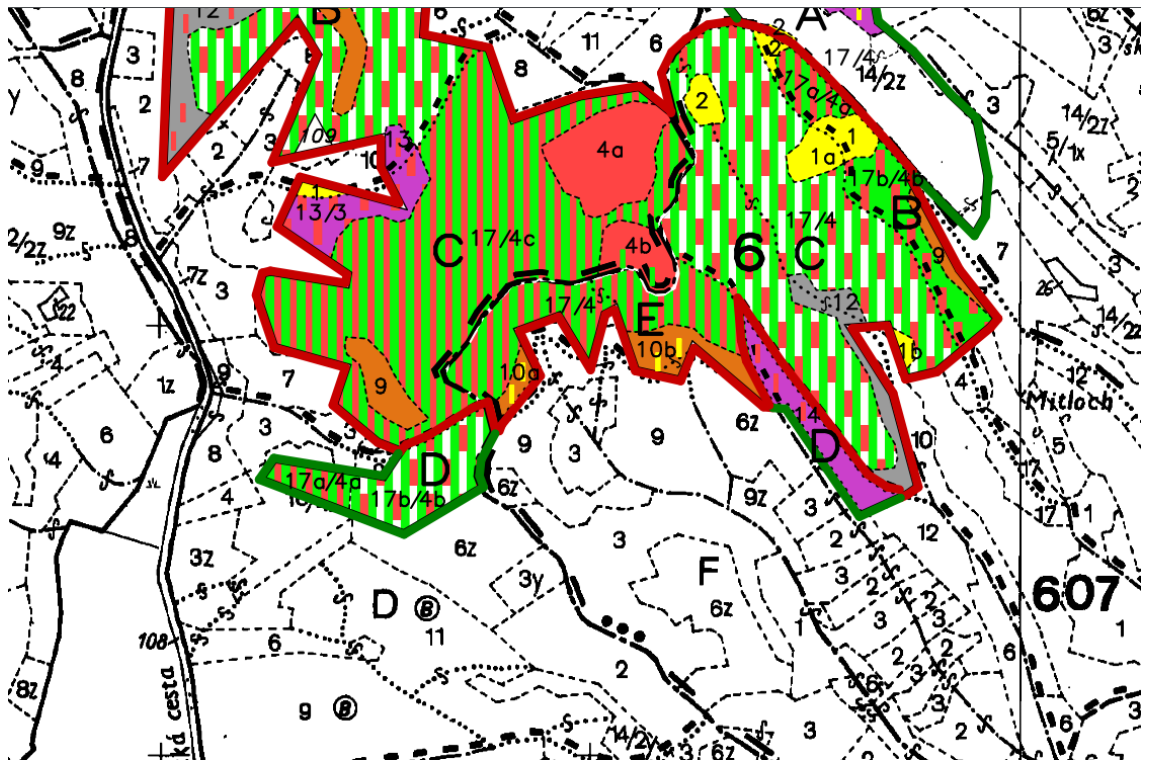
Faktory, které ovlivňují přirozenou dynamiku porostu jsou ekologické poměry, limity prostředí, biologický vlastnosti dominantních dřevin.

V diplomové práci jsou studovány TVP 1– 6, které mají podobný vodní režim. Hluboká znalost přírodních procesů, analýza vegetačních poměrů, struktura a vývoj porostů je esenciální pro následný management PR Kostelecké bory CHKO Kokořínsko. Zejména PR Kostelecké bory jsou v dnešní době autoregulačně narušená po imisní zátěži.

Lokalita a výběr TVP 1-6 jsou znázorněni na Obr. 11. TVP 1 – 6 se nacházejí na úseku porostních skupin 6B, 6C, 7C znázorněné na porostní mapě (Obr. 12). Výpisy z LHP – hospodářské knihy k porostům 6B, 6C, 7C jsou zobrazeny v tabulce 7, 8, 9. (platnost 2017- 2025 pro LHC AOPK).



Obr. 11: Lokality a výběr TVP 1 – 6 (mapa zdroj AOPK ČR).



Obr. 12: Porostní mapa – platnost 2017-2026 (zdroj AOPAK ČR).

Tabulka 7: Výpis z hospodářské knihy k porostu 6B (zdroj AOPK ČR).

Majetek:	2/1	LO: 18	Severočes. piškv. plošina a Čes.Raj	LHC:	851201	Platnost:	1.1.2017-31.12.2026	Strana:	55	Plocha:	18,55	Oddělení:	6			
Kategorie/pekryv:	21a/32a	Zvl.St.: 18-CHOPAV	21-ÚSES - regionální	Pásmo ohroz:	D	LS(LZ):	*zz2*1	Revír:	*zz2*1	Plocha:	1,92	Díl:	B Por.: a			
Popis porostu: Porost na plošině přecházející v členité skalnaté svahy se sklony k SV, JZ. CHOPAV Severočeská křída. ÚSES - RBC Kostelec.																
Ochrana přírody: Chráněná krajinná oblast: 23-Kokořínsko 1.zóna Přírodní rezervace: 2230-Kostecké bory Evropský významná lokalita: 2881-Roverské skály																
Por.skupina:	1	Plocha por.skup.:	0,25	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Mlázina BO, BR.																
Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																
Hosp. soubor	Věk	Zakl. - nářadí	Dřevina	% Zastoupení	cm Vyc. houštna	m Výška	m3 b.k. Objem střed. kmenů	Borůvka abs.	Borůvka. 200005Sb	Frax. excelsa	Porážení	Zásoba v m3 b.k.	Těžba výchovná	Těžba obnovní	Prořezávky	Zalesnění
13	6	10	BO	70		2		16	7							
			BR	30		2		16	3							
Por.sk.celkem:				100												
Por.skupina:	2	Plocha por.skup.:	0,09	Les.typ:	OK4	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Mlázina BO, BR.																
Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																
13	15	10	BO	80		3		20	5							
			BR	20		3		18	3							
Por.sk.celkem:				100												
Por.skupina:	9	Plocha por.skup.:	0,16	Les.typ:	ON3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Kmenovina BO.																
Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin: 10%																
13	86	9	BO	80	31	19	0,66	20	6	C	177	28				
			SM	10	22	18	0,34	18	8	C	24	5				
			BK	10	34	19	0,86	20	6	C	20	3				
Por.sk.celkem:				100							221	36				
Oddělení:	6	Plocha:	18,55	Majetek:	2/1	LO: 18	Severočes. piškv. plošina a Čes.Raj	LHC:	851201	Platnost:	1.1.2017-31.12.2026	Strana:	56			
Díl:	B Por.: a	Plocha:	1,92	Kategorie/pekryv:	21a/32a	Zvl.St.: 18-CHOPAV	21-ÚSES - regionální	Pásmo ohroz:	D	LS(LZ):	*zz2*1	Revír:	*zz2*1			
Por.skupina:	17a/ 4a	Plocha por.skup.:	0,42	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Řídká kmenovina BO s podrostem BO.																
Etáž: 4a Parc.plocha etáže: 0,21 Skut.plocha etáže: 0,42 Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																
Hosp. soubor	Věk	Zakl. - nářadí	Dřevina	% Zastoupení	cm Vyc. houštna	m Výška	m3 b.k. Objem střed. kmenů	Borůvka abs.	Borůvka. 200005Sb	Frax. excelsa	Porážení	Zásoba v m3 b.k.	Těžba výchovná	Těžba obnovní	Prořezávky	Zalesnění
13	40	5	BO	100	7	6		12	9			5	2			
Etáž celkem:				100								5	2			
Por.skupina:	17a	Plocha por.skup.:	0,21	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Řídká kmenovina BO s podrostem BO.																
Etáž: 17a Parc.plocha etáže: 0,21 Skut.plocha etáže: 0,42 Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin: 5%																
13	164	5	BO	100	33	16	0,66	16	8	C	96	41				
Etáž celkem:				100							96	41				
Por.sk.celkem:											101	43				
Por.skupina:	17b/ 4b	Plocha por.skup.:	1,00	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Řídká kmenovina BO s podrostem BO.																
Etáž: 4b Parc.plocha etáže: 0,30 Skut.plocha etáže: 1,00 Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																
13	40	3	BO	100	7	6		12	9			3	3			
Etáž celkem:				100								3	3			
Por.skupina:	17b	Plocha por.skup.:	0,70	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč					
Popis por.skup.: Řídká kmenovina BO s podrostem BO.																
Etáž: 17b Parc.plocha etáže: 0,70 Skut.plocha etáže: 1,00 Kód majetku: 0 Model.těž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin: 5%																
13	164	7	BO	100	33	16	0,66	16	8	C	135	135				
Etáž celkem:				100							135	135				
Por.sk.celkem:											138	138				

Tabulka 8: Výpis z hospodářské knihy k porostu 6C (zdroj AOPK ČR).

Majitel:	2/1	LO: 18	Severočes. pískov. plošina a Čes.Ráj	LHC:	851201	Platnost:	1.1.2017-31.12.2026	Strana:	55	Plocha:	18,55	Oddělení:	6													
Kategorie/překryv:	21a/32a	Zvl.St.: 18-CHOPAV	21-ÚSES - regionální	Pásmo ohrož:	D	LS(LZ):	*zz2*1	Reviz:	*zz2*1	Plocha:	8,42	Díl: C	Por.: a													
Popis porostu: Porost na plošině, přecházející ve svahy se sklony k SV, JZ, do žlebů a roklí. CHOPAV Severočeská křída. ÚSES - RBC Kostelec.																										
Ochrana přírody: Chráněná krajinná oblast: 23-Kokořínsko 1.zóna Přírodní rezervace: 2230-Kostelecké bory Evropsky významná lokalita: 2881-Roverské skály																										
Por.skupina:	1a	Plocha por.skup.:	0,28	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč															
Popis por.skup.: Mlázina BO, BR.																										
Kód majetku: 0 Model.sěž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																										
Hosp. soubor	Věk	Zároveň odřad	Dřevina	Zastoupení	cm	m	m3 b.k. střed. kmeny	Bionita abs.	Bion.rel. 2005/05 Sb	Em. od. stáří	Poškození	Zásoba v m3 b.k.			Těžba výchovná		Těžba obnovní		Prořezávky		Zalesnění					
13	6	10	BO	40	2	2	20	5	3			Na 1 ha	Souše	Celkem	Naléh. Násob.	Plocha ha	Objem m3	Plocha ha	Objem m3	Naléh. Násob.	Plocha ha	Druh	Dřevina	Zast. v %	Plocha ha	
		BR																								
Por.sk.celkem:				100																						
Por.skupina:	1b	Plocha por.skup.:	0,06	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč															
Popis por.skup.: Mlázina BO.																										
Kód majetku: 0 Model.sěž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																										
13	5	10	BO	100		1		20	5																	
Por.sk.celkem:				100																						
Por.skupina:	2	Plocha por.skup.:	0,19	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč															
Popis por.skup.: Mlázina BO, BR.																										
Kód majetku: 0 Model.sěž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																										
13	16	10	BO	80		5		22	4																	
		BR		20		4		20	3																	
Por.sk.celkem:				100																						
Por.skupina:	12	Plocha por.skup.:	0,60	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč															
Popis por.skup.: Kmenovina BO.																										
Kód majetku: 0 Model.sěž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin: 5%																										
13	116	9	BO	90	35	26	1,12	26	3	C		309	185													
		SM		10	33	27	1,08	26	4	C		44	26													
Por.sk.celkem:				100								353	211													
Oddělení:	6	Plocha:	18,55	Majitel:	2/1	LO: 18	Severočes. pískov. plošina a Čes.Ráj	LHC:	851201	Platnost:	1.1.2017-31.12.2026	Strana:	56													
Díl: C	Por.: a	Plocha:	8,42	Kategorie/překryv:	21a/32a	Zvl.St.: 18-CHOPAV	21-ÚSES - regionální	Pásmo ohrož:	D	LS(LZ):	*zz2*1	Reviz:	*zz2*1													
Por.skupina:	17/4	Plocha por.skup.:	7,29	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč															
Popis por.skup.: Kmenovina BO s podrostem BO, BR.																										
Etáž: 4 Parc.plocha etáže: 2,43 Skut.plocha etáže: 7,29 Kód majetku: 0 Model.sěž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin:																										
Hosp. soubor	Věk	Zároveň odřad	Dřevina	Zastoupení	cm	m	m3 b.k. střed. kmeny	Bionita abs.	Bion.rel. 2005/05 Sb	Em. od. stáří	Poškození	Zásoba v m3 b.k.			Těžba výchovná		Těžba obnovní		Prořezávky		Zalesnění					
13	40	3	BO	85	7	6		12	9			3	15													
		BR		10		4		12	3	C																
		SM		5		3		14	9																	
Etáž celkem:				100								3	15													
Etáž: 17 Parc.plocha etáže: 4,86 Skut.plocha etáže: 7,29 Kód majetku: 0 Model.sěž. %: Obmytí / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevň.dřevin: 5%																										
13	173	6	BO	93	34	19	0,81	18	7	C		137	1004													
		BK		2	43	24	1,79	22	6	C		3	26													
		BR		2	28	16	0,43	16	3	C		2	10													
		DBZ		2	33	17	0,75	16	7	C		3	16													
		SM		1	36	26	1,20	24	5	C		3	20													
Etáž celkem:				100								148	1076													
Por.sk.celkem:												151	1091													

Tabulka 9: Výpis z hospodářské knihy k porostu 7C (zdroj AOPK ČR).

Majitel:	2/1	LO: 18	Severočes. pískov. plošina a Čes.Raj	LHC:	851201	Platnost:	1.1.2017-31.12.2026	Strana:	55	Plocha:	39,98	Oddělení:	7					
Kategorie/překryv:	21a/32a	Zvl.SL: 18-CHOPAV	21-ÚSES - regionální	Pásmo ohrož:	D	LS(LZ):	*zz2*1	Reviz:	*zz2*1	Plocha:	10,97	Díl:	C Por.: a					
Popis porostu: Porost na pošině přecházející v prudké skalnaté svahy se sklonem k Z. CHOPAV Severočeská křída. ÚSES - RBC Kostelec.																		
Ochrana přírody: Chráněná krajinná oblast: 23-Kokořínsko 1.zóna Přírodní rezervace: 2230-Kostecké bory Evropsky významná lokalita: 2881-Roverké skaly																		
Por.skupina:	1	Plocha por.skup.:	0,06	Les.typ:	ON3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč							
Popis por.skup.: Mlazina BO.																		
Kód majetku: 0 Model.méz. %: Obmýtl / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevrň.dřevin:																		
Hosp. soubor	Věk	Zárme- obět	Dřevina	% Zrakov- pevn	cm Vyc. bouřka	m Výška	m3 b.k. efed. lmenne	Sortis abn.	Bornut. 2009/5b	Evroc. běla	Poráženi Druh %	Imise Na 1 ha Souše Celkem	Zásoba v m3 b.k. Nařh. Nařob. Plocha ha Objem m3	Těža výchovná Plocha ha Objem m3	Těža obnovní Plocha ha Objem m3	Profesazky Nařh. Nařob. Plocha ha	Zalesnění Druh Dřevina Zast v % Plocha ha	
13	8	10	BO	100		2		22	4									
Por.sk.celkem:				100														
Por.skupina:	4a	Plocha por.skup.:	1,29	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč							
Popis por.skup.: Tyčkovina BO.																		
Kód majetku: 0 Model.méz. %: Obmýtl / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevrň.dřevin:																		
13	39	10	BO	90	9	7	0,02	12	9				35	45				
			BR	10	8	7	0,02	12	3	C			2	3				
Por.sk.celkem:				100														
Por.skupina:	4b	Plocha por.skup.:	0,49	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč							
Popis por.skup.: Mlazina-tyčkovina BO, BR. Výstavy BO podél cesty.																		
Kód majetku: 0 Model.méz. %: Obmýtl / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevrň.dřevin:																		
13	33	10	BO	85	8	6		14	8				20	10				
			BR	15	7	6		14	3	C			2	1				
Por.sk.celkem:				100														
Por.skupina:	9	Plocha por.skup.:	0,43	Les.typ:	OK4	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč							
Popis por.skup.: Kmenovina BO.																		
Kód majetku: 0 Model.méz. %: Obmýtl / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevrň.dřevin: 5%																		
13	90	10	BO	100	27	21	0,54	22	5	C			283	122				
Por.sk.celkem:				100														
Oddělení:	7	Plocha:	39,98	Majitel:	2/1	LO: 18	Severočes. pískov. plošina a Čes.Raj	LHC:	851201	Platnost:	1.1.2017-31.12.2026	Strana:	56					
Díl:	C	Por.:	a	Plocha:	10,97	Kategorie/překryv:	21a/32a	Zvl.SL: 18-CHOPAV	21-ÚSES - regionální	Pásmo ohrož:	D	LS(LZ):	*zz2*1	Reviz:	*zz2*1			
Por.skupina:	13 / 3	Plocha por.skup.:	0,69	Les.typ:	OK4	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč							
Popis por.skup.: Kmenovina BO s řídkým podrostem BR, SM.																		
Kód majetku: 0 Model.méz. %: Obmýtl / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevrň.dřevin:																		
Etáž:	3	Parc.plocha etáže:	0,17	Skut.plocha etáže:	0,69													
Hosp. soubor	Věk	Zárme- obět	Dřevina	% Zrakov- pevn	cm Vyc. bouřka	m Výška	m3 b.k. efed. lmenne	Sortis abn.	Bornut. 2009/5b	Evroc. běla	Poráženi Druh %	Imise Na 1 ha Souše Celkem	Zásoba v m3 b.k. Nařh. Nařob. Plocha ha Objem m3	Těža výchovná Plocha ha Objem m3	Těža obnovní Plocha ha Objem m3	Profesazky Nařh. Nařob. Plocha ha	Zalesnění Druh Dřevina Zast v % Plocha ha	
13	22	3	BR	90	8	7	0,02	20	3				3	3				
			SM	10	7	6		26	3				1	1				
Etáž celkem:				100														
Etáž:	13	Parc.plocha etáže:	0,52	Skut.plocha etáže:	0,69									5%				
13	124	9	BO	100	32	25	0,90	24	4	C			325	224				
Etáž celkem:				100														
Por.sk.celkem:																		
Por.skupina:	17 / 4c	Plocha por.skup.:	8,01	Les.typ:	OZ3	ORP :	5101 - Česká Lipa	Kód KÚ:	771309	Název KÚ:	Tuhaneč							
Popis por.skup.: Kmenovina BO s příměsí BR, DBZ, ve skalách, s podrostem BO, BR, BK+																		
Kód majetku: 0 Model.méz. %: Obmýtl / Obn.doba: 150/50 % mel. a zpevrň.dřevin:																		
Etáž:	4c	Parc.plocha etáže:	3,20	Skut.plocha etáže:	8,01													
13	39	4	BO	90	9	7	0,02	12	9				14	111				
			BR	8		4		12	3	C								
			SM	2		2		14	9									
Etáž celkem:				100														
Etáž:	17	Parc.plocha etáže:	4,81	Skut.plocha etáže:	8,01									5%				
13	179	6	BO	97	32	17	0,65	16	8	C			123	981				
			BR	2	24	16	0,33	16	3	C			2	11				
			DBZ	1	28	14	0,44	14	8	C			1	7				
Etáž celkem:				100														
Por.sk.celkem:																		

4. Metodika

4.1. Obecný metodický přístup

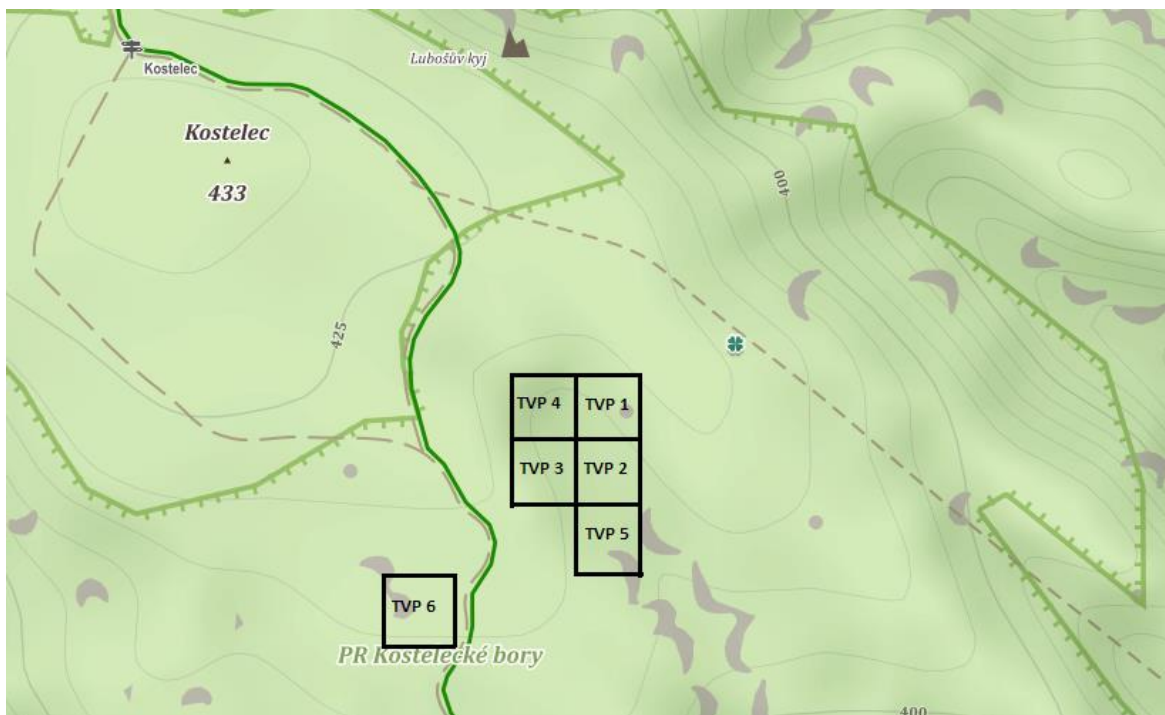
Inventarizační šetření bylo provedeno pomocí technologie Field-Map. Při výpočtech intervalů spolehlivosti byla zvolena hladina významnosti 0,05

($\alpha=0,05$). Podrobné šetření území proběhlo na TVP 1 – 4 v roce 2015/2016 a na TVP 5 – 6 2017/2018.

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. Na jednotlivých územích byly zaměřeny transekty, na kterých byly u zaujatých stromů zaznamenány horizontální a vertikální korunové projekce a byl pořízen vertikální profil terénu.

Jádrové území bylo rozděleno na 6 TVP o velikosti 50 × 50 m k podrobnému zhodnocení. Rozmístění TVP v prostoru je znázorněno na Obr. 13.

Předmětem mé diplomové práce je v rámci uvedeného projektu detailně zhodnotit strukturu, vývoj porostů a přirozenou obnovu na TVP 1 až 6.



Obr. 13: Rozmístění TVP v prostoru PR Kostelecké bory.

4.2. Struktura a vývoj porostů

Měření ploch v terénu probíhalo pomocí technologie Field–Map. Na trvale výzkumných plochách, 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 – 6:

- 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, Pajtlík 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 stromů,
- 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 – 6 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 10: 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 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 diferenciacce (*Jaehne, Dohrenbusch 1997*).

Čím nabývá index větší hodnoty, tím rozmanitější porostní skladbu má. Ve střední Evropě může dosahovat maxima 15. Reálné nejvyšší hodnoty jsou ale 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 diferenciacce,
- TM_h – index výškové diferenciacce,
- 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} :

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

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*).

Souhrn popisu diverzity porostu dle jednotlivých indexů ve vztahu k dřevinné skladbě, četnosti jejich zastoupení, horizontálnímu a vertikálnímu uspořádání byla hodnocena na úrovni následujících indexů a funkcí:

- index druhové různorodosti (entropie H') – (*Shannon 1948*) s rozpětím 0–1,
- index druhové vyrovnanosti (*Pielou 1975*) s rozpětím 0–1 společně s předchozím indexem jako relativní míra druhové diverzity porostu
- , – standardizovaný Artenprofil index (*Pretsch 2006*) jako relativní míra diverzity udávající, nakolik se hodnocený porost blíží stavu maximální možné diverzity,
- index tloušťkové diference (*Füldner 1995*) s rozpětím 0–1 (TMd > 0,7 velmi silná tloušťková diference),
- index výškové diference (*Füldner 1995*) s rozpětím 0–1 (TMh > 0,7 velmi silná výšková diference) s předchozím indexem jako relativní míra diference struktury porostu,
- agregační index podle *Clarka, Evanse (1954)* založený na průměrné vzdálenosti stromů ke svým nejbližším sousedům ($R < 1$ – shlukovité, $R = 1$ – náhodné, $R > 1$ – pravidelné uspořádání porostu),
- Pielou-Mountfordův agregační index (*Pielou 1959, Mountford 1961*) vycházející ze vzdálenosti od náhodně vybraného bodu k nejbližšímu stromu ($\alpha > 1$ – shlukovité, $\alpha = 1$ – náhodné, $\alpha < 1$ – pravidelné uspořádání porostu),
- David-Moorův agregační index (*David, Moore 1954*) založený na průměrném počtu stromů v kvadrátech dělicí plochu ($CS > 1$ – shlukovité, $CS = 1$ – náhodné, $CS < 1$ – pravidelné uspořádání porostu),

– L– funkce (*Ripley 1981*) vyjadřují horizontální strukturu průběžně (modré čáry – náhodné rozdělení s 95 % interval spolehlivosti, černá linie pod tímto intervalem – pravidelné rozmístění, černá linie nad tímto intervalem – shlukovité rozmístění),

– index porostní proměnlivosti (*Jaehne, Dohrenbusch 1997*) jako komplexní míra diverzity porostu ($B > 8$ – výrazně strukturované porosty).

5. Výsledky

5.1. TVP1

5.1.1. Stanovištní a porostní poměry

Vybrané TVP se nacházejí v nadmořské výšce 420 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 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*).

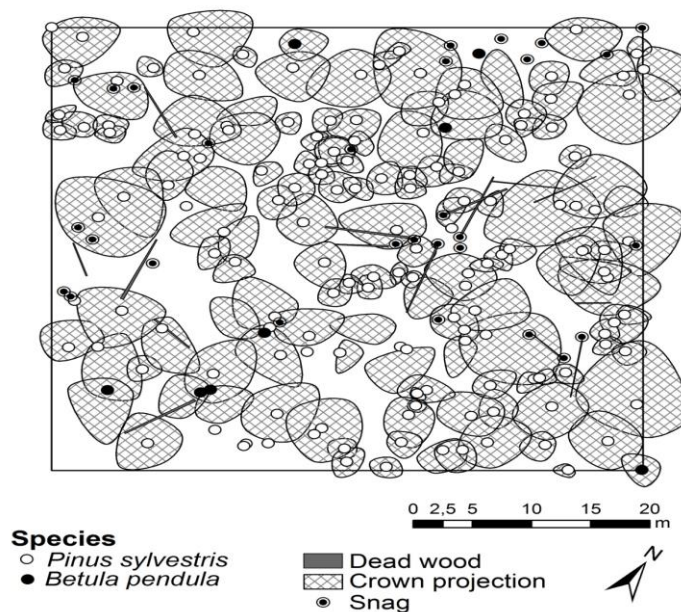


Obr. 14: Interiér borového porostu na TVP 1 – Kostelecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).

5.1.2. Struktura a vývoj lesního porostu

5.1.2.1. Prostorová struktura porostu

Na ploše 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. 11. Na Obr. 15 je znázorněna horizontální struktura porostu jednotlivých dřevin a jeho rozmístění v prostoru. Na TVP 1 je rozmístění jedinců mírně agregované a tíhne lehce k náhodnému uspořádání.

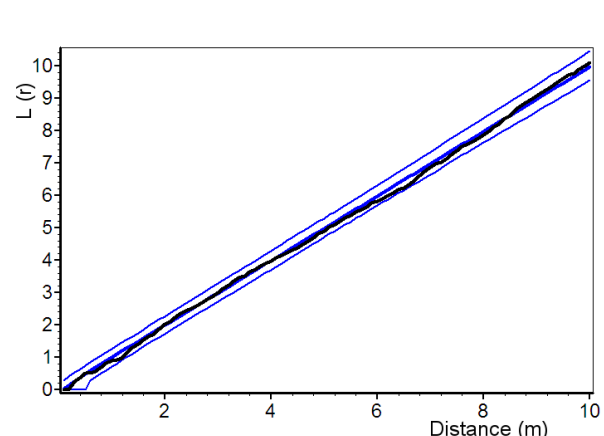


Obr. 15: Horizontální struktura borového porostu na TVP 1.

Tabulka 11: 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



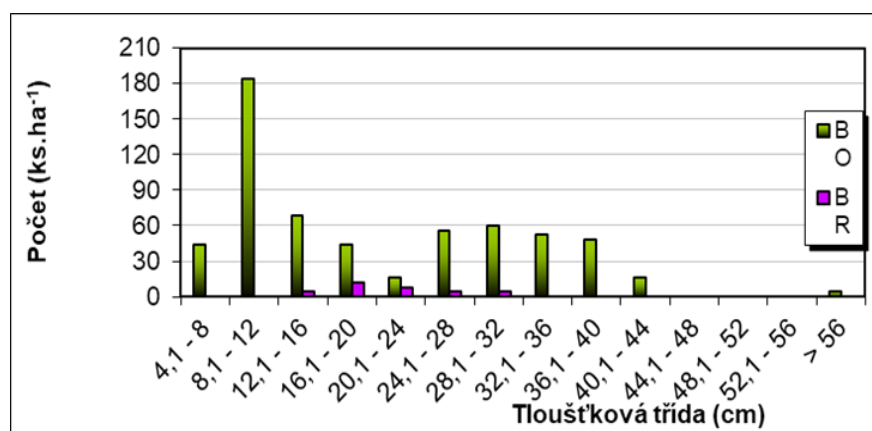
Obr. 16: Horizontální struktura horní etáže na TVP 1 vyjádřená L-funkcí.

5.1.2.2. Biometrická charakteristika porostu

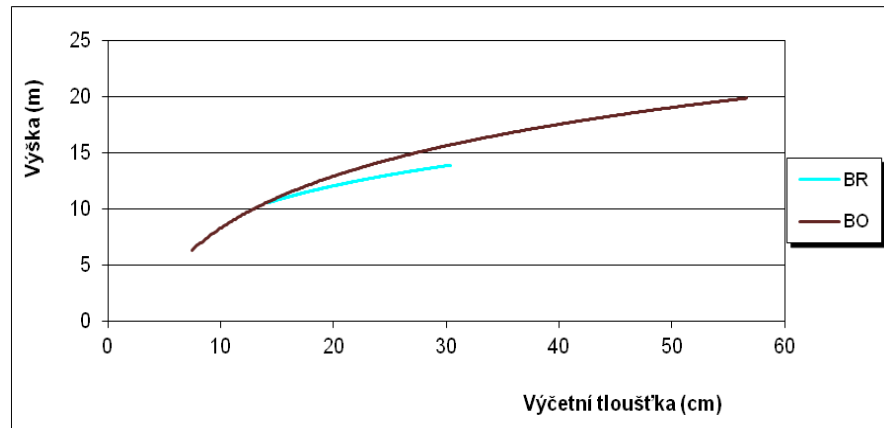
Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1 - 12 cm, v přepočtu to vychází až na 180 kusů na hektar. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě kolem 56,1 - 60 cm do 10 ks.ha⁻¹ spolu s břízou v rozmezí 4,1 - 8 cm taktéž do 10 ks.ha⁻¹. Převládající dřevinou je borovice s příměsí břízy (Obr. 17).

Nejsilnější stromy na ploše dosahují výčetní tloušťky 58 cm. Maximální výška k poměru tloušťce na ploše byla změřena kolem 20 m s tloušťkou 55 u borovice. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 18).

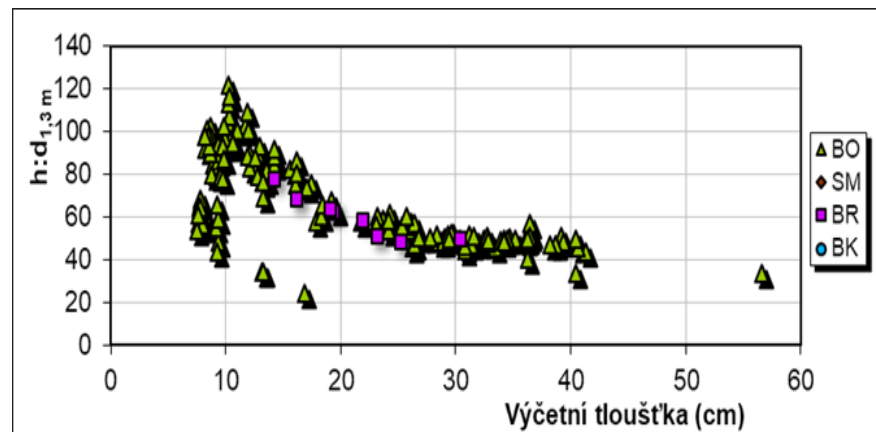
Štíhlostní kvocient u obou dřevin mírně klesá s výčetní tloušťkou. Nasazení zelené koruny se u borovice pohybuje v širokém intervalu zhruba 2–6 m, u bříz v rozmezí zhruba 0,5–4 m. Rovněž délka koruny u obou dřevin zřetelně stoupá s výškou stromů, u borovice je koruna většinou mezi intervalem 10 až 15 m, břízy mají koruny dlouhé kolem 10 m., u silnějších jedinců spíše stagnuje.



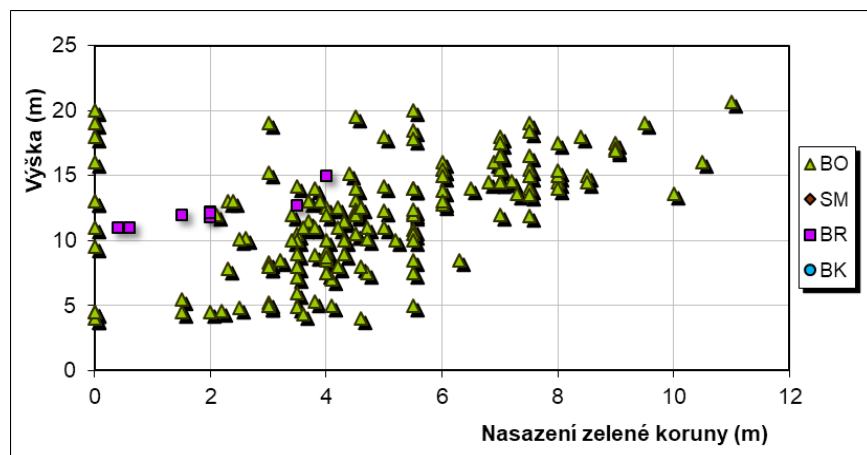
Obr. 17: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 1.



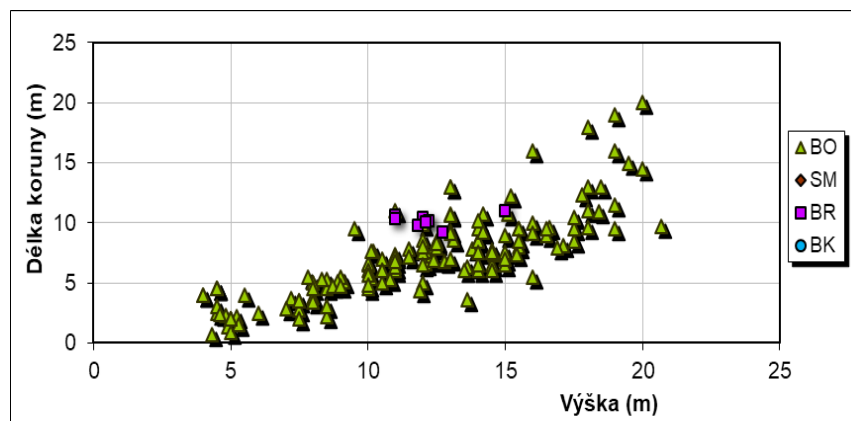
Obr. 18: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na



Obr. 19: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 1.



Obr. 20: Vztah mezi výškou a nasazení zelený koruny v porostu na TVP 1.



Obr. 21: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 1.

5.1.2.3. Růstové vizualizace a simulace

Základní charakteristika využitá pro simulaci

- Soubor lesních typů – 0Z
- Půdní typ – podzol arentický, regezem 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 N₂O – 307.8 (ppb), což je 0.03078%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- Koncentrace CO₂ – 354.8 (ppm), což je 0.03548%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- 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 – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 1 je uveden na Obr. 28 – 30 a uveden v Tab. 12.

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. 28).

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. 29).

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. 30).

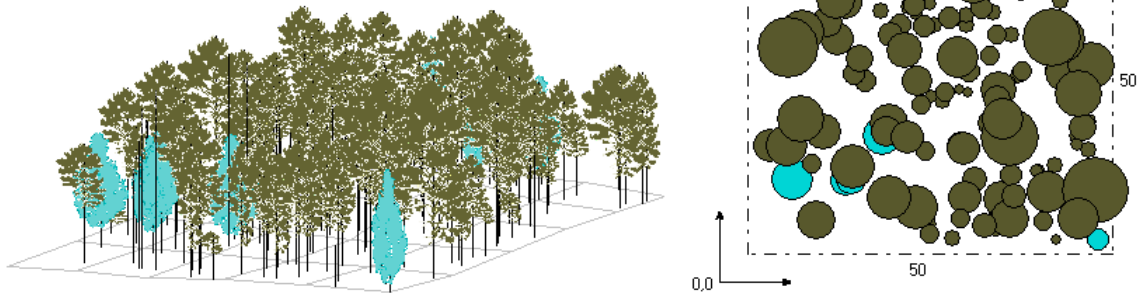
Index tloušťkové diferenciacie lineárně stoupá až do roku 2054, kdy bude na maximu s hodnotou mezi 0,33-0,34, pak bude mírně klesat do roku 2064 (Obr. 31).

Index výškové diferenciacie lineárně klesá, v roce 2014 je na maximu s hodnotou 0,36, minimum má v roce 2064 s hodnotou 0,21 (Obr. 32).

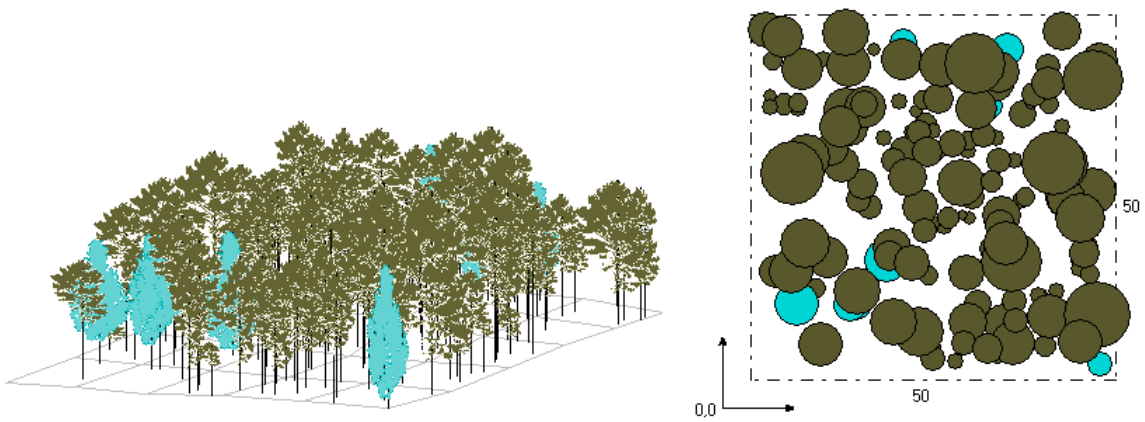
Postupně bude klesat i počet kusů na hektar, kdy maximum je v roce 2014 s 600 kusy, potom lineární pokles do roku 2064 na 500 kusů. (Obr. 33).

V přepočtu na $m^3 \cdot ha^{-1}$ stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 je hodnota nejnižší v roce 2014 s 170 kusy, potom lineárně stoupá do roku 2064 na 390 kusů. U borovic zásoba stoupá s věkem, u bříz jsou malé výkyvy (Obr. 34).

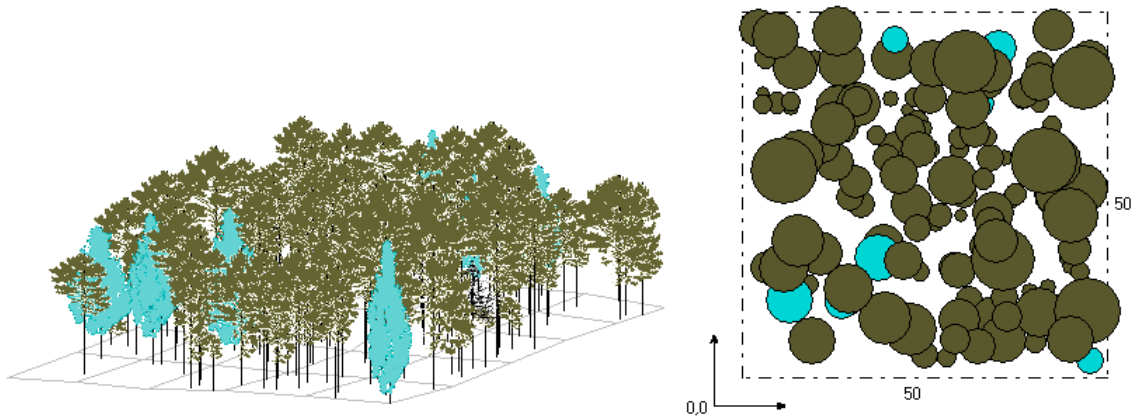
Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 13).



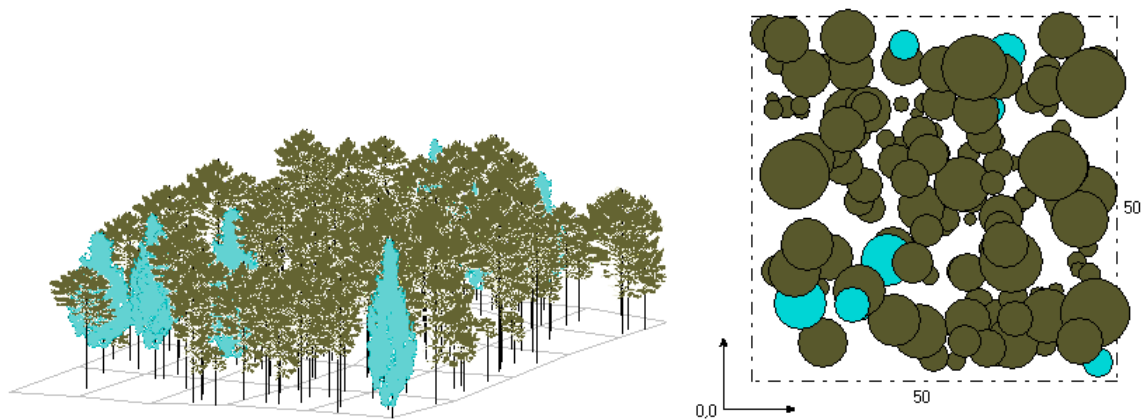
Obr. 22: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 1 v roce 2014.



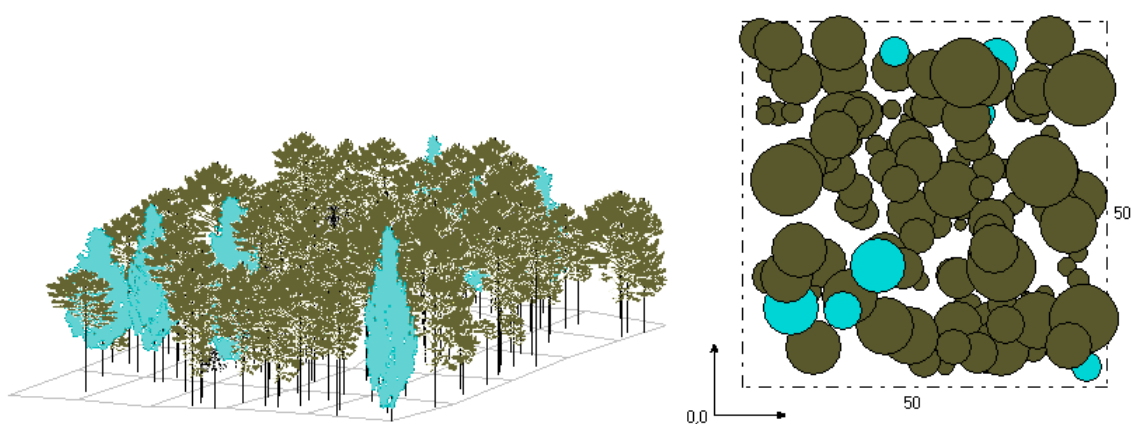
Obr. 23: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2024.



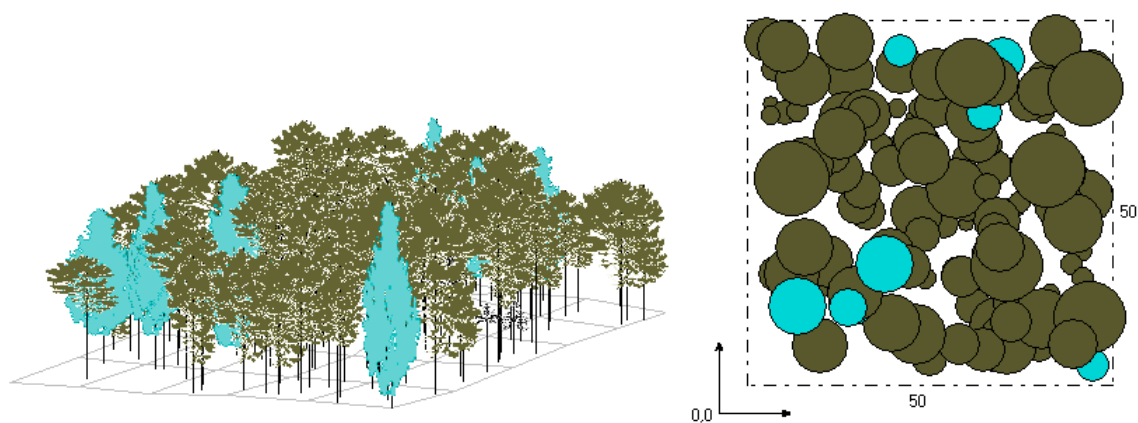
Obr. 24: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2034.



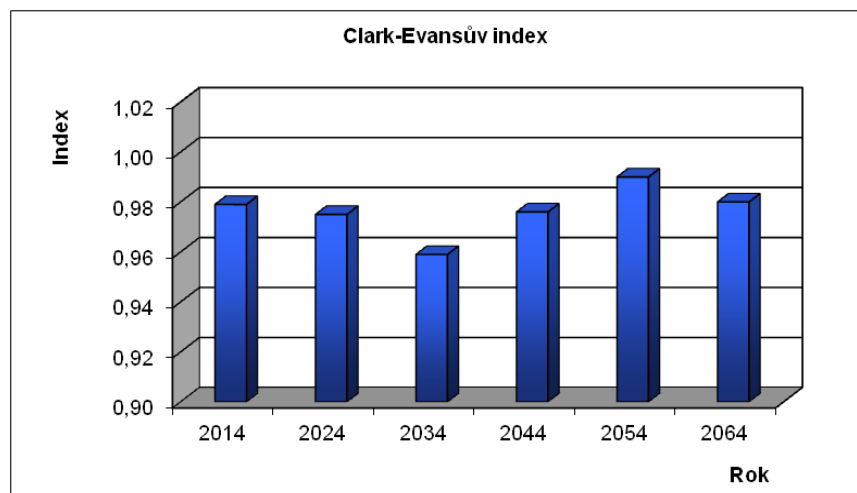
Obr. 25: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2044.



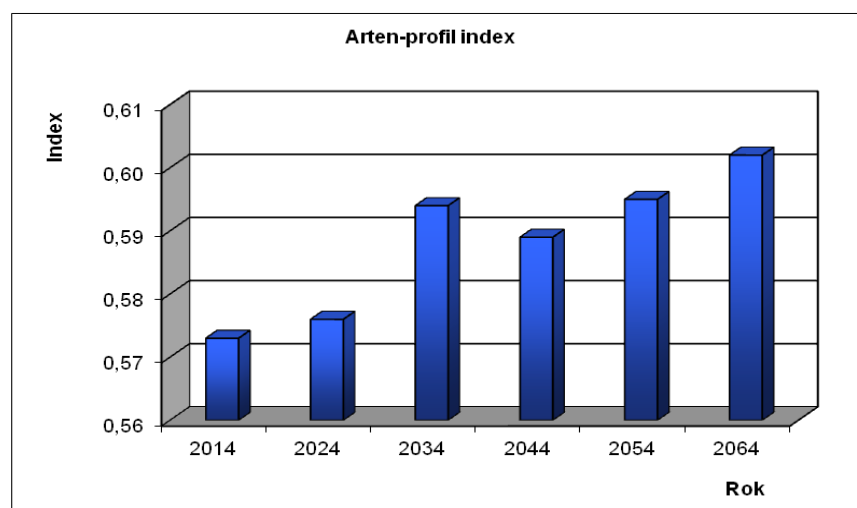
Obr. 26: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2054.



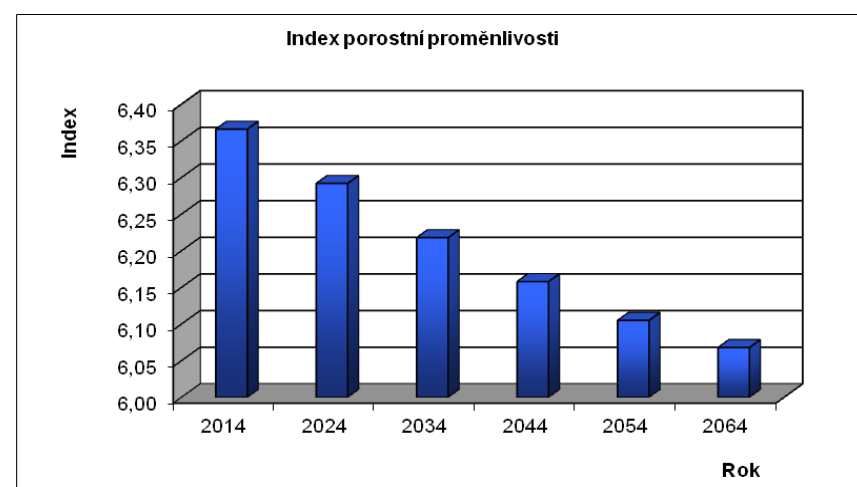
Obr. 27: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2064.



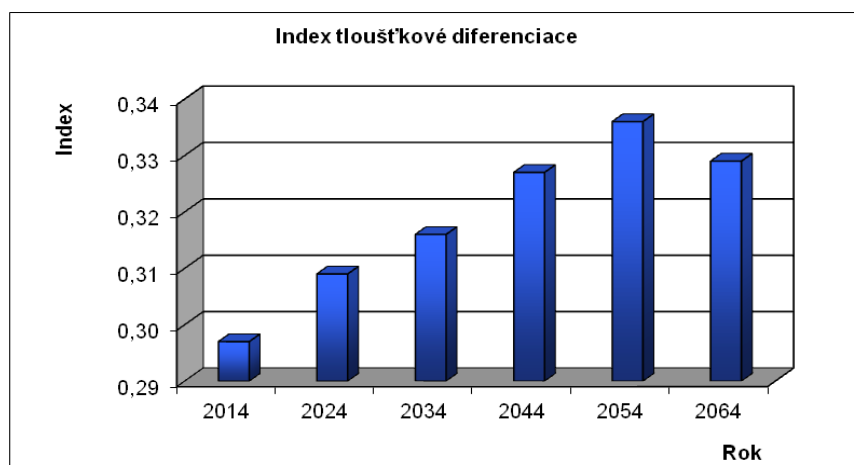
Obr. 28: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



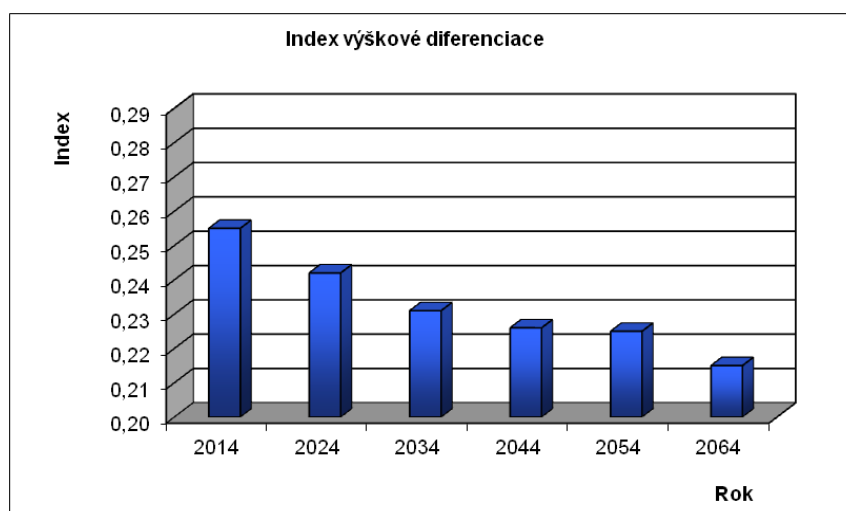
Obr. 29: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



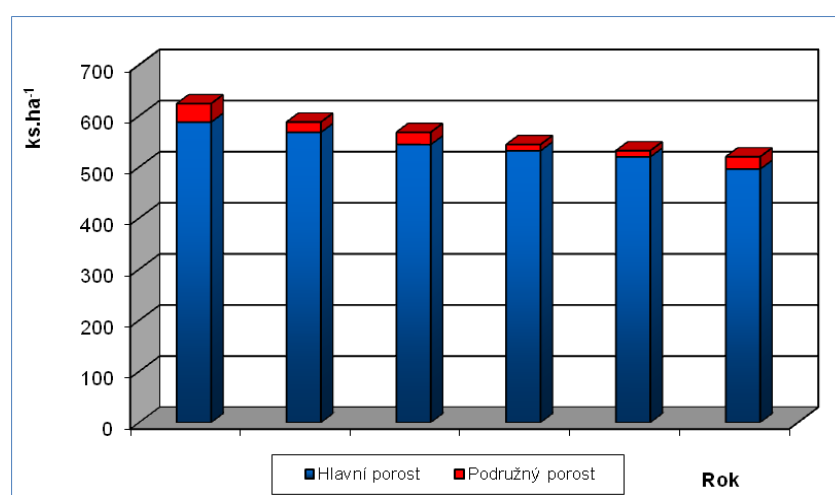
Obr. 30: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



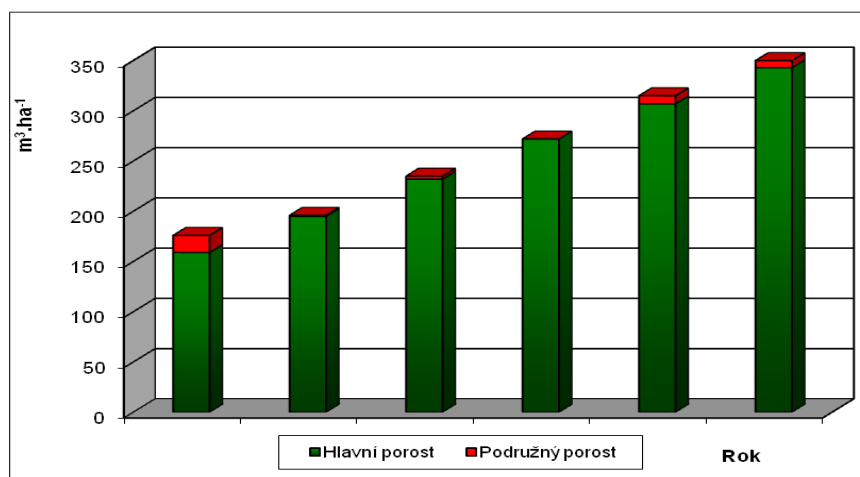
Obr. 31: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obr. 32: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obr. 33: Vývoj počtu jedinců v ks.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obr. 34: Vývoj zásoby v m³.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Tabulka 12: Vývoj indexů a denzity stromového patra borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (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_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, CP – plocha projekce, CC - zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 13: Růstová tabulka vývoje sduženého borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdužený 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 (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

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 (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

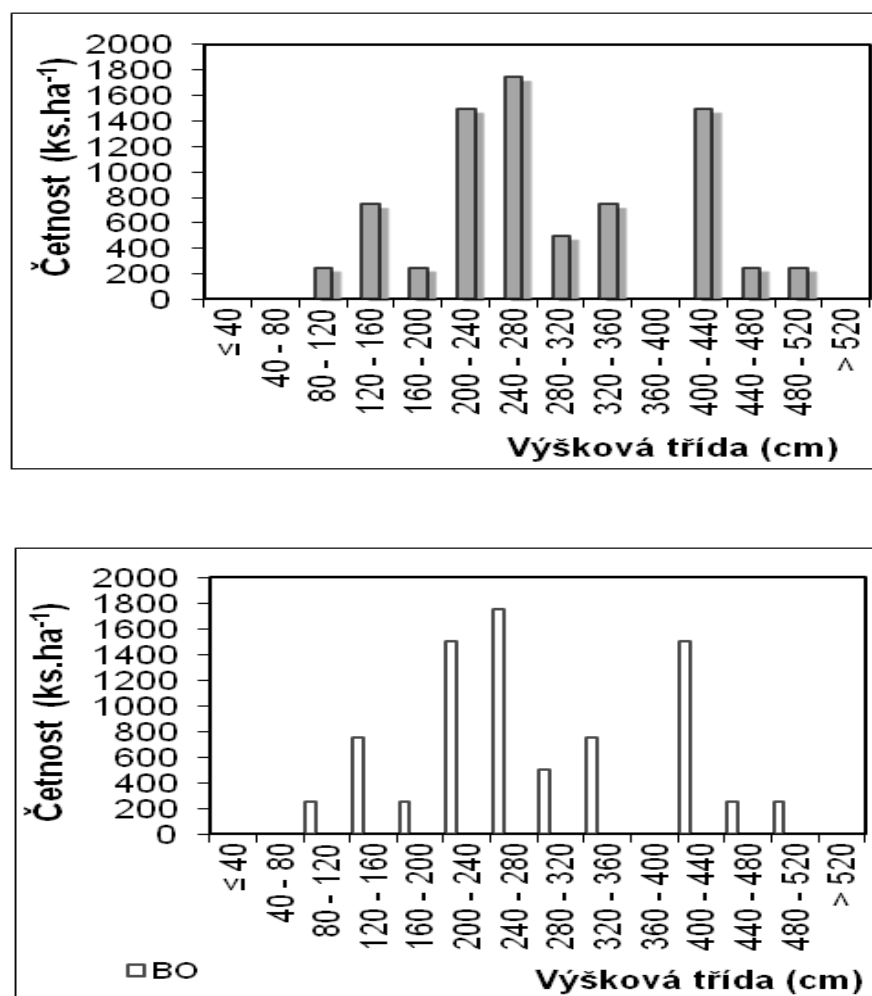
5.1.2.4. Obnova porostu

Na výzkumné ploše TVP 1 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy s přepočtem na hektar. Z Obr. 35 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 1.

Četnost kusů na hektar- zde je zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 1800 kusů v rozmezí výškové třídy 240-280 cm, 1550 kusů v rozmezí 200-240 cm a 1550 kusů v rozmezí 400-440 cm. Nejméně počet jedinců s 300 kusy je ve výškové třídě 80-120 cm, pak 300 kusů je v rozmezí 160-200 cm, dalších 300 kusů v rozmezí 440-480 cm a 300 kusů v rozmezí 480-520 cm.

V přepočtu kusů na hektar přirozené obnovy z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 1 1800 ks borovic ve výškové třídě v rozmezí 240-280 cm, 1600 bříz v rozmezí 200-240 cm, 1600 kusů v rozmezí 400-440 cm. Nejméně má zastoupení borovice s 300 kusy ve výškové třídě 80-120 cm, pak s 300 kusy v rozmezí 160-200 cm, s 300 kusy v rozmezí 440-480 cm a s 300 kusy v rozmezí 480-520 cm. Celkem by bylo zastoupeno ve všech výškových třídách 7500 kusů BO (Obr. 35).

Vzhledem umístění a výběru byla přirozená obnova malá. Z hlediska kvality v počáteční fázi vývoje porostu náletu do 0,5 m kmínky byly ve směs mírně křivolaký. Ve fázi nárůstu od 0,5 - do 1,3 m byly středně křivolaký. Ve fázi mlazin průměr do 5 cm byly taktéž středně až silně křivolaký s částečnou snahou o narovnání. Vzhledem k hustotě porostu mírná autoregulace spíše vliv prostředí.



Obr. 35: 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 420 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*).

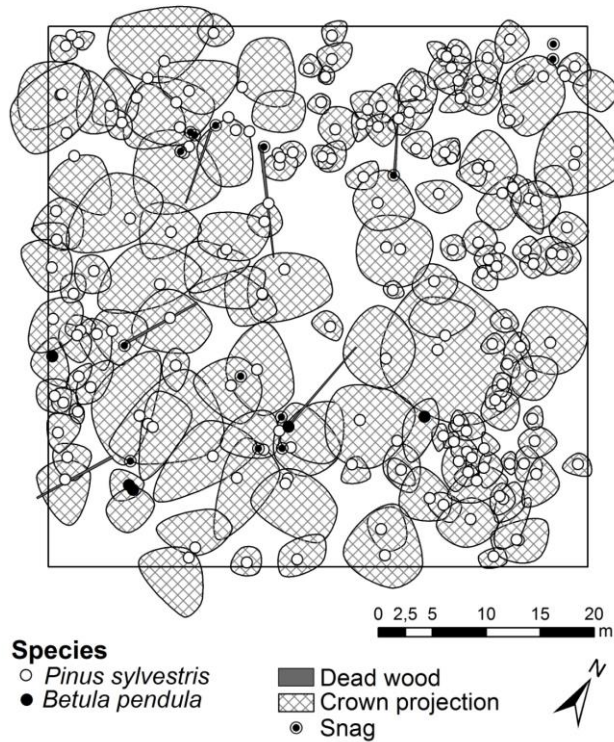


Obr. 36: Interiér borového porostu na TVP 2 – Kostelecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).

5.2.2. Struktura a vývoj lesního porostu

5.2.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 37 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). 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.

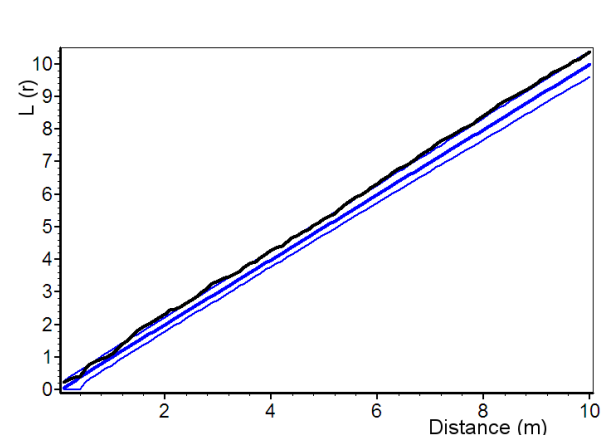


Obr. 37: Horizontální struktura borového porostu na TVP 2.

Tabulka 14: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 2.

Index	Zjištěné hodnoty	Očekávané 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



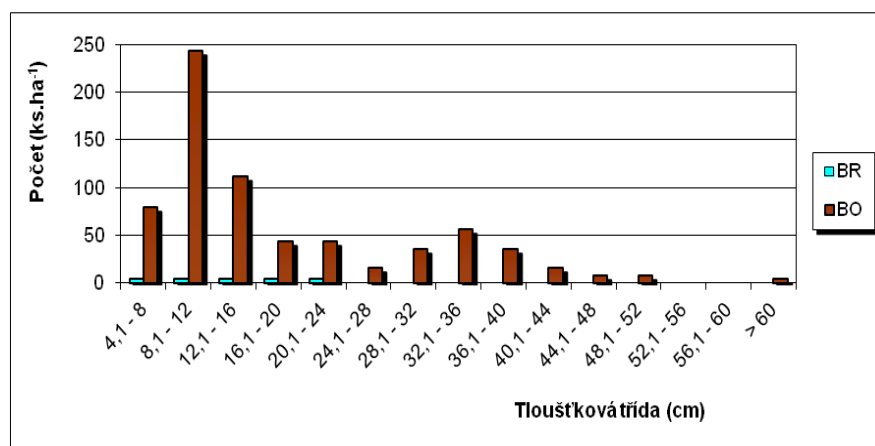
Obr. 38: Horizontální struktura horní etáže na TVP 2 vyjádřená L-funkcí.

5.2.2.2. Biometrická charakteristika porostu

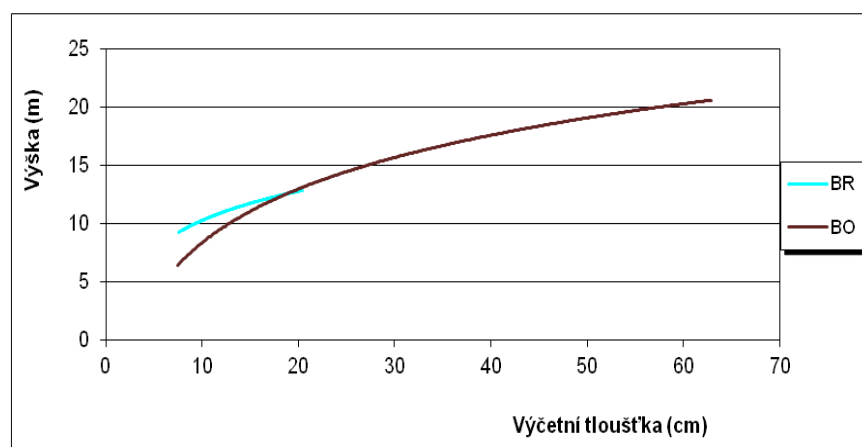
Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1 -12 cm se 249 ks.ha⁻¹. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě menší jak 6 cm spolu s břízou mezi 4,1-8 cm a to do 10 ks.ha⁻¹. Převládající dřevinou je borovice s příměsí břízy (Obr. 39).

Největší výčetní tloušťku k poměru výšce má borovice 62 cm s výškou kolem 21 m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 40).

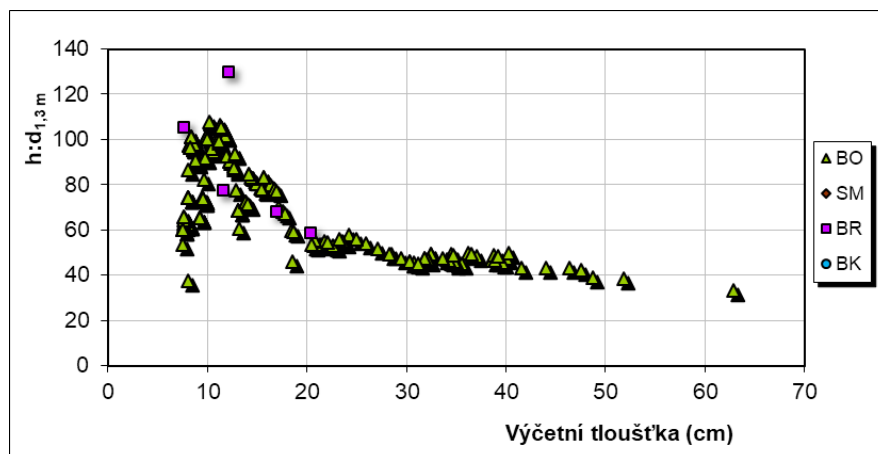
Štíhlostní kvocient u obou dřevin mírně klesá s výčetní tloušťkou. Nasazení zelené koruny se u borovice pohybuje zhruba od 3 m, u bříz v rozmezí zhruba 2 m. Délka koruny u obou dřevin zřetelně stoupá s výškou stromů a u silnějších jedinců spíše stagnuje.



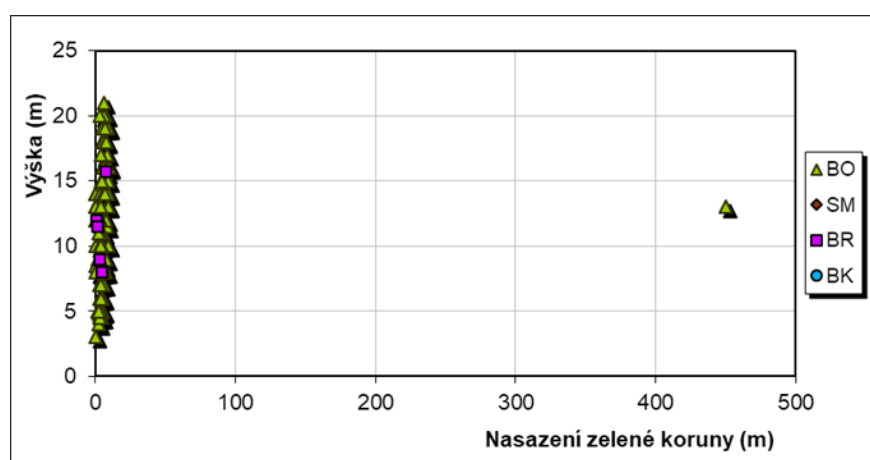
Obr. 39: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 2.



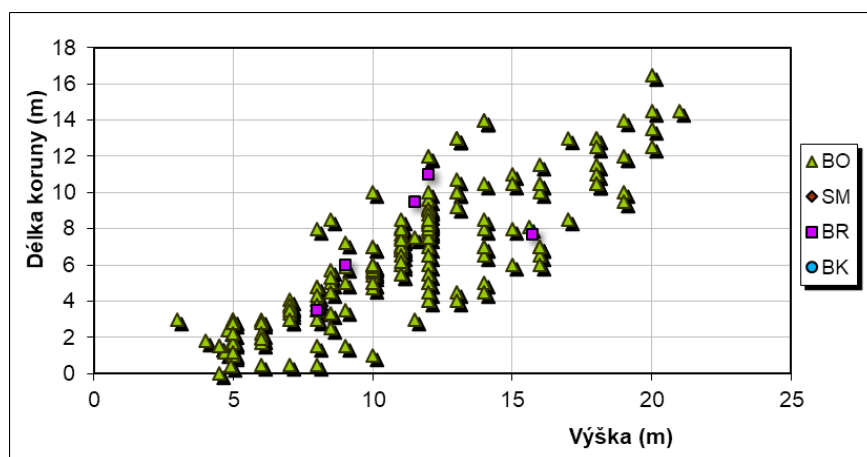
Obr. 40: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 2.



Obr. 41: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 2.



Obr. 42: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 2.



Obr. 43: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 2.

5.2.2.3. 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 N₂O – 307.8 (ppb), což je 0.0307..8%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280.%.
- Koncentrace CO₂ – 354.8 (ppm), což je 0.03548%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280.%.
- 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 struktura 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 diferenciaci porostu:

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 2 je uveden na Obr. 50 – 52 a uveden v Tab. 15.

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. 50).

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 pět klesat do roku 2064 (Obr. 51).

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. 52).

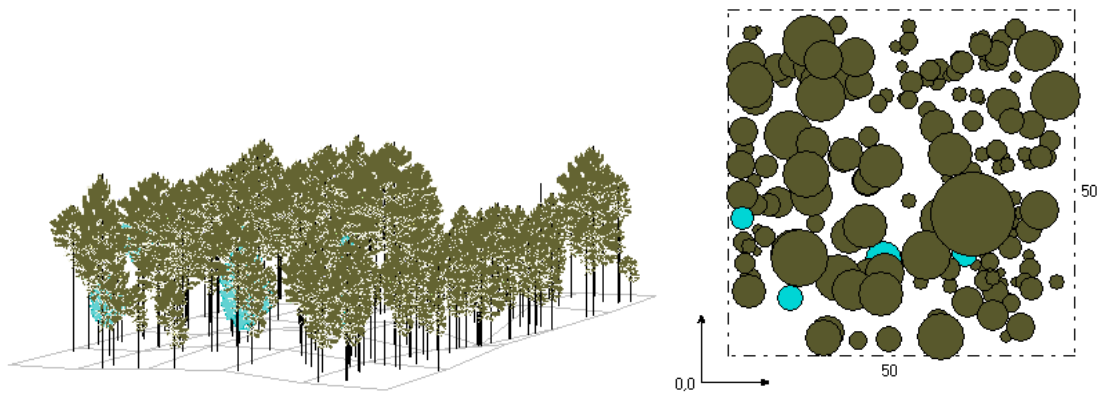
Index tloušťkové diference lineárně stoupá až do roku 2034, kdy bude na maximu s hodnotou mezi 0,32-0,33, pak bude mírně klesat do roku 2044, potom bude opět stoupat do roku 2054 na maximální hodnotu mezi 0,33-0,34, pak bude opět lehce klesat do roku 2064 (Obr. 53).

Index výškové diference lineárně klesá, v roce 2014 je na maximu s hodnotou mezi 0,27-0,28, minimum má v roce 2064 s hodnotou mezi 0,22-0,23 (Obr. 54).

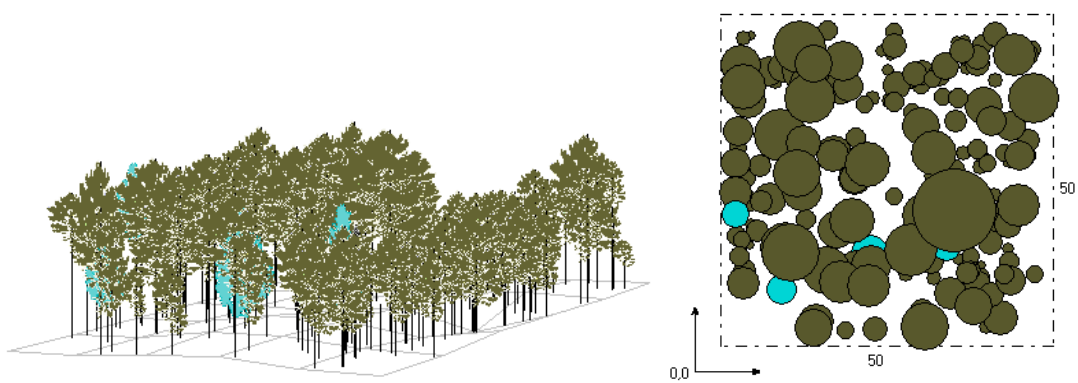
Postupně bude lineárně klesat i počet kusů na hektar. Maximum v roce 2014 s 700 kusy, potom lineární pokles do roku 2064 na 500 kusů (Obr. 55).

V přepočtu na $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 je minimum v roce 2014 s 175 m^3 , potom lineárně stoupá do roku 2064 na 320 m^3 . U borovic zásoba stoupá s věkem, u bříz jsou malé výkyvy (Obr. 56).

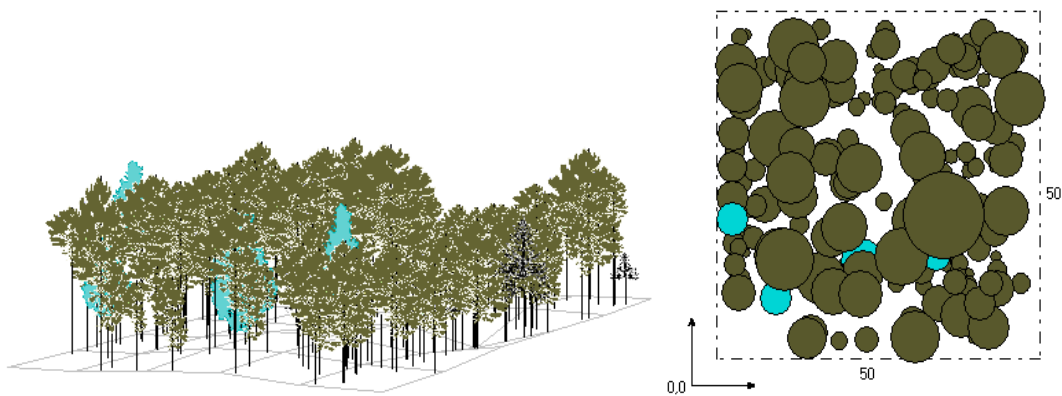
Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 16).



Obr. 44: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 2 v roce 2014.



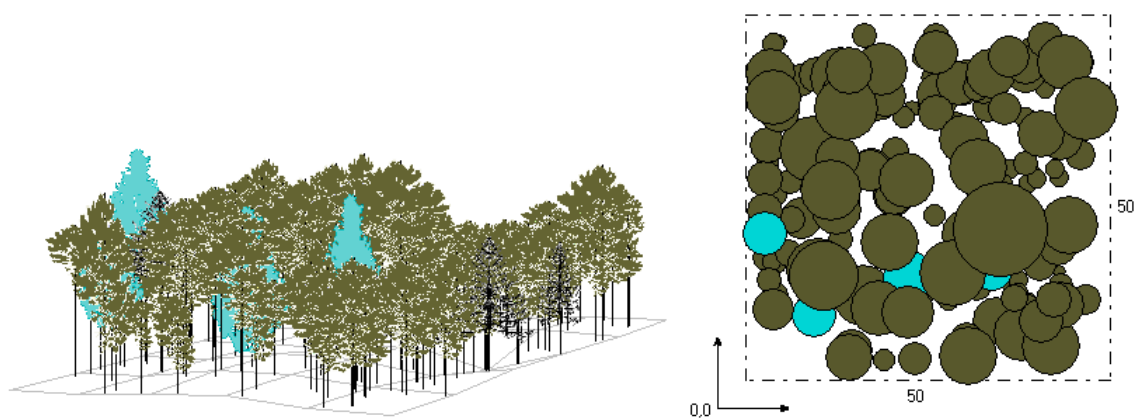
Obr. 45: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2024.



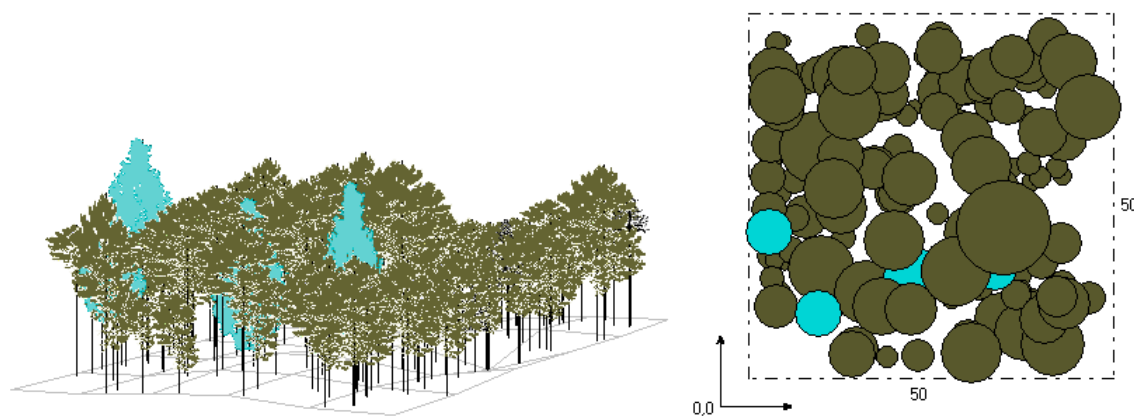
Obr. 46: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2034.



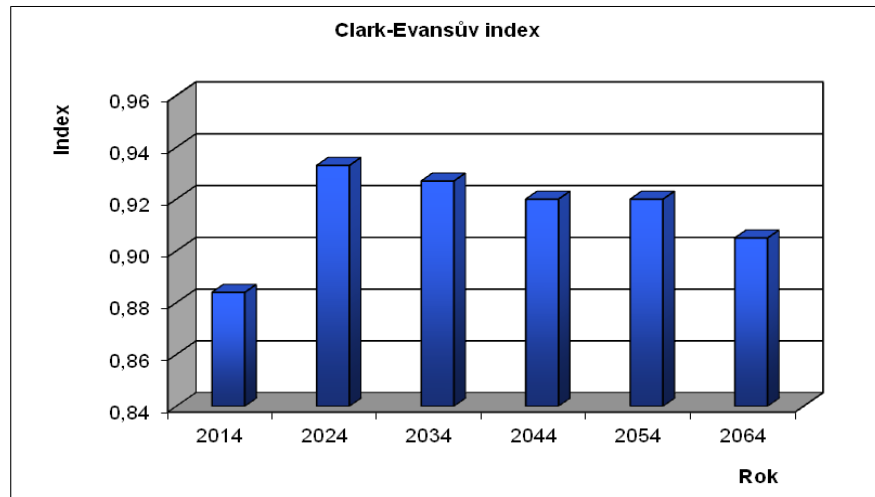
Obr. 47: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2044.



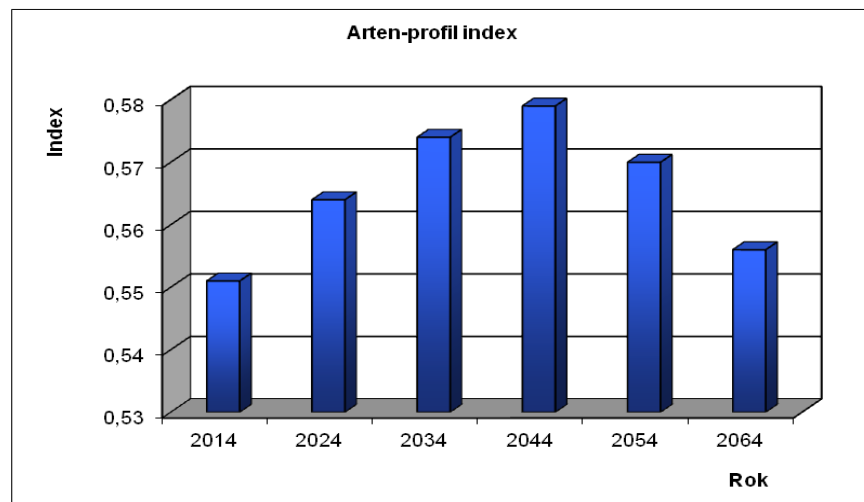
Obr. 48: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2054.



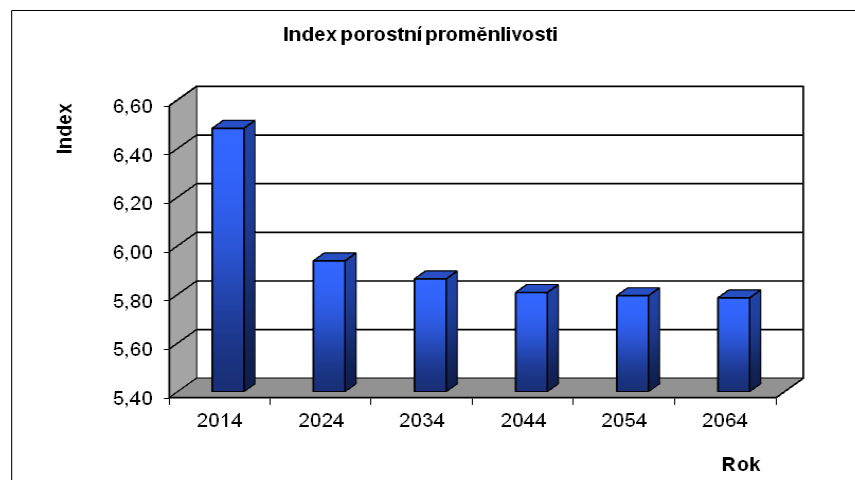
Obr. 49: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2064.



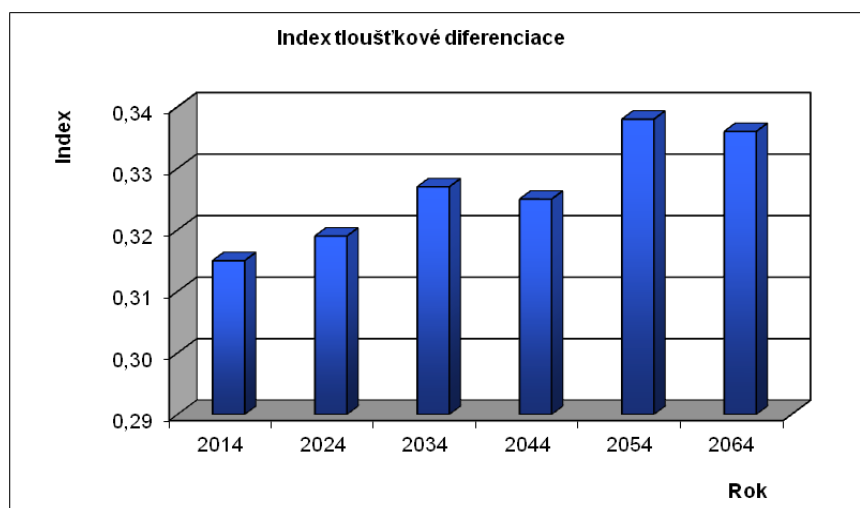
Obr. 50: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



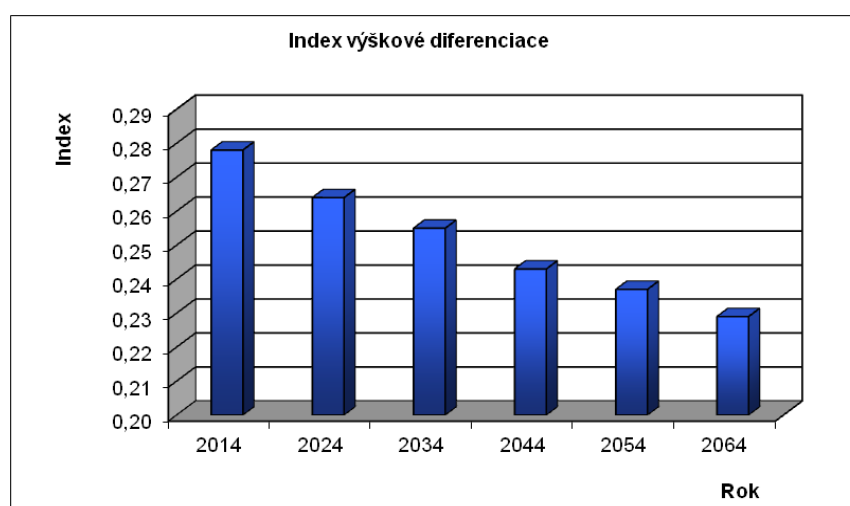
Obr. 51: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



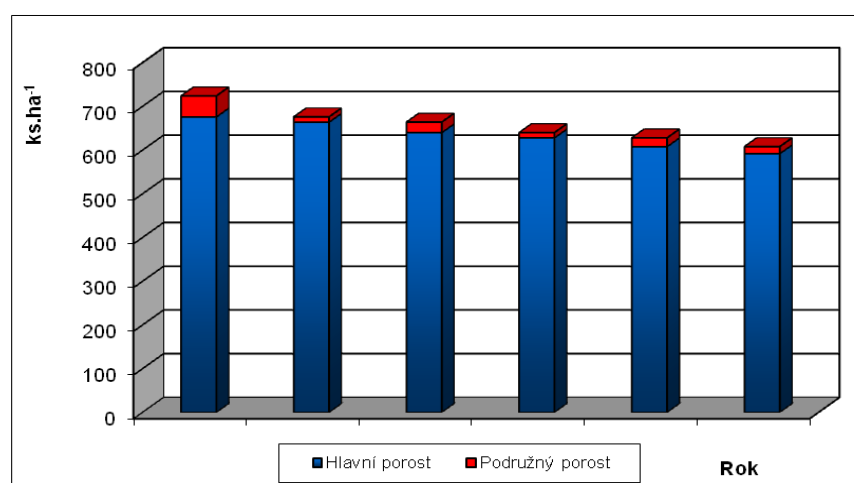
Obr. 52: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



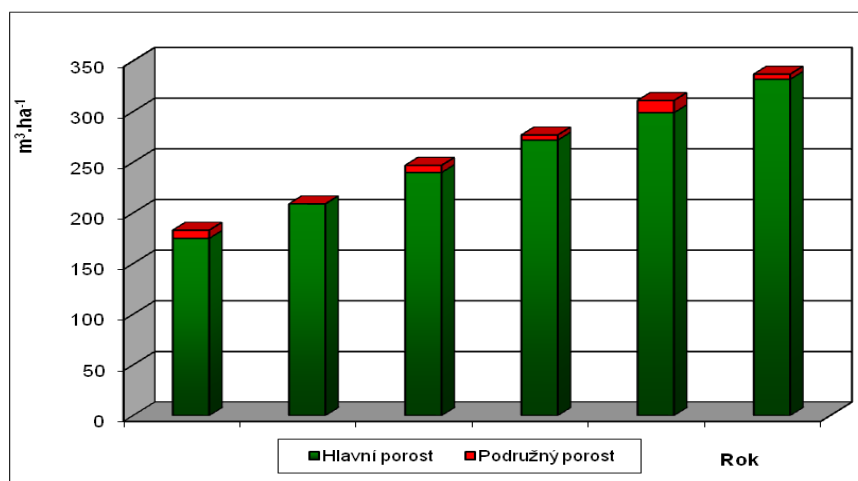
Obr. 53: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obr. 54: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obr. 55: Vývoj počtu jedinců v ks.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obr. 56: Vývoj zásoby v m³.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Tabulka 15: Vývoj indexů stromového patra borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (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_d – index tloušťkové diference, TM_h – index výškové diference, CP – plocha projekce, CC – zápoj, SDI – index hustoty porostu, druhové různorodosti (entropie H'), E – index druhové vyrovnanosti

Tabulka 16: 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 (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

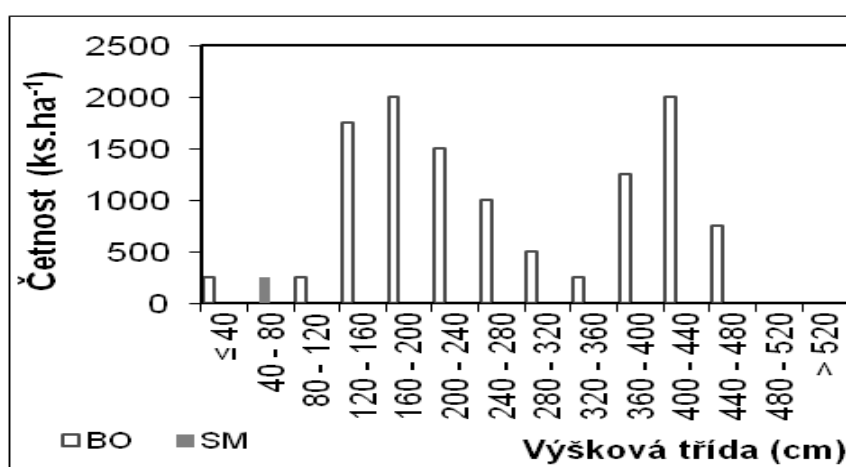
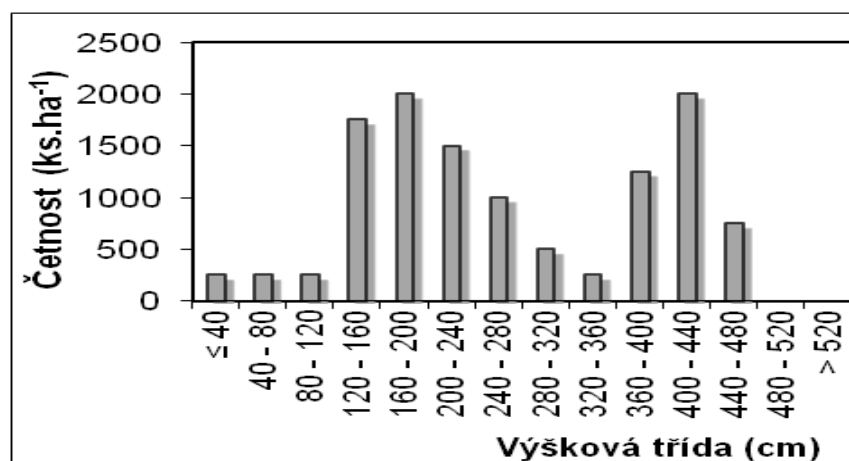
5.2.2.4. Obnova porostu

Na výzkumné ploše TVP 2 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy. Z Obr. 57 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha⁻¹.

Četnost v přepočtu na hektar - zde je zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 2000 kusů v rozmezí výškové třídy 160-200 cm, 2000 kusů v rozmezí 400-440 cm a 1800 kusů v rozmezí 120-160 cm. Nejméně počet jedinců je 250 kusů ve výškové třídě méně jak 40 cm, 500 kusů v rozmezí 40-80 cm, 500 kusů v rozmezí 80-120 cm a 500 kusů v rozmezí 320-360 cm (Obr. 51).

V přepočtu kusů na hektar přirozené obnovy z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 2 2000 kusů borovic ve výškové třídě v rozmezí 160-200 cm, 2000 kusů bříz ve 400-440 cm. Nejméně má zastoupení borovice a smrk s 250 kusy ve výškové třídě méně jak 40 cm, s 250 kusy v rozmezí 40-80 cm, s 250 kusy v rozmezí 80-120 cm a s 250 kusy v rozmezí 320-360 cm. Celkem by bylo zastoupeno ve všech výškových třídách 7600 kusů BO, 200 ks. SM (Obr. 57).

Vzhledem umístění a výběru byla přirozená obnova malá. Z hlediska kvality v počáteční fázi vývoje porostu náletu do 0,5 m kmínky byly ve směs mírně křivolaký. Ve fázi nárůstu od 0,5 - do 1,3 m byly středně křivolaký. Ve fázi mlazin průměr do 5 cm byly taktéž středně křivolaký s mírnějším narovnáním. Znamky autoregulace porostu (malá), větší vliv přírodní podmínky.



Obr. 57: 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 420 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 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*).

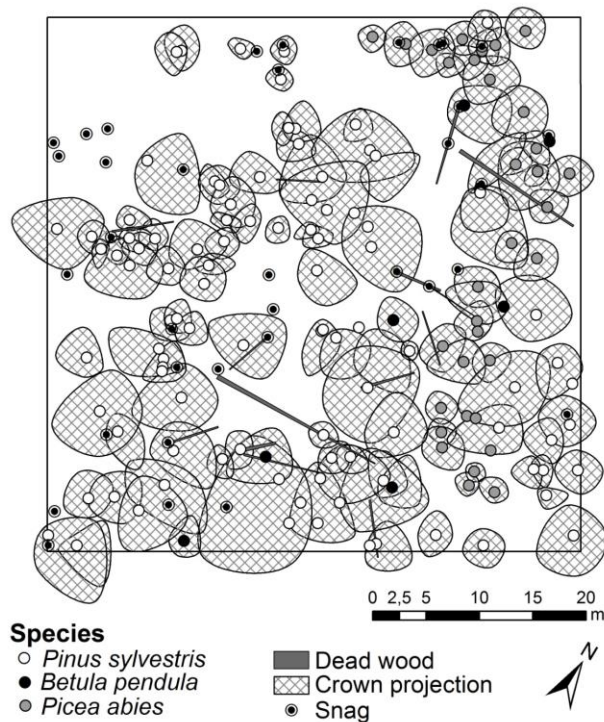


Obr. 58: Interiér borového porostu na TVP 3 – Kostelecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).

5.3.2. Struktura a vývoj lesního porostu

5.3.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 59 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 rozmístění jedinců postupně tíhne k náhodnému uspořádání, mírně k pravidelnosti.

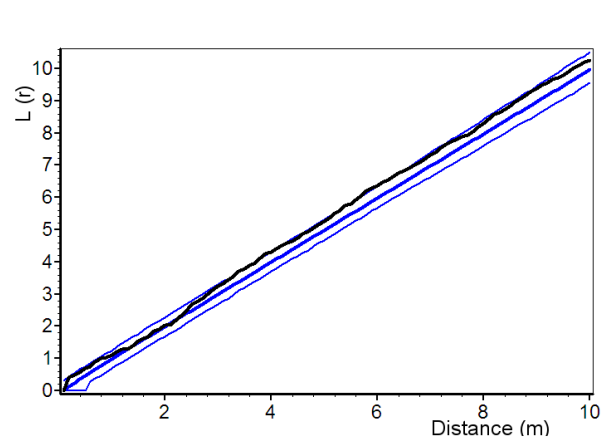


Obr. 59: Horizontální struktura borového porostu na TVP 3.

Tabulka 17: 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



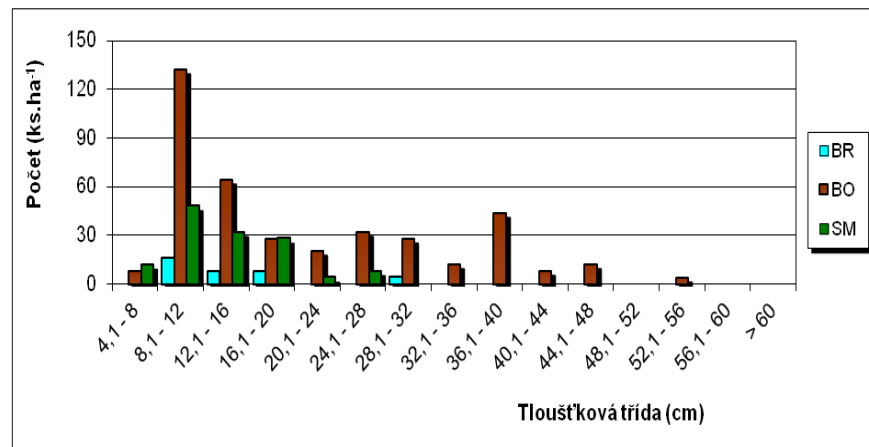
Obr. 60: Horizontální struktura horní etáže na TVP 3 vyjádřená L-funkcí.

5.3.2.2. Biometrická charakteristika porostu

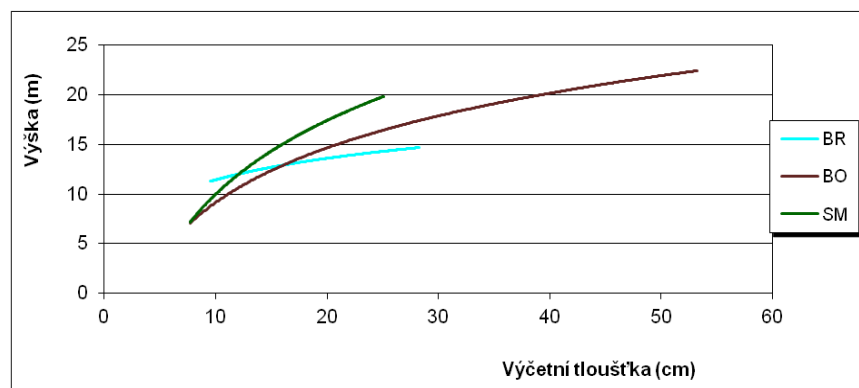
Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 8,1-12 cm se 125 ks.ha⁻¹ spolu se smrkem s 55 ks.ha⁻¹ (ve fázi tyčkovin). Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě mezi 52,1-56 cm s 5 ks.ha⁻¹ spolu se smrkem taktéž s 5 ks.ha⁻¹ a břízou s 5 ks.ha⁻¹. Převládající dřevinou je borovice (Obr. 61).

Největší výčetní tloušťka k poměru výšce je u borovice 53 cm s výškou kolem 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. 62).

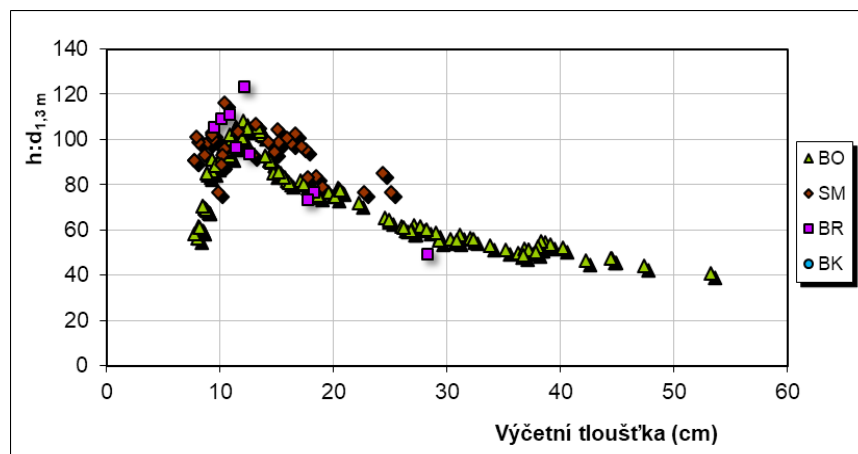
Štíhlostní kvocient u dřevin mírně klesá s výčetní tloušťkou. Nasazení zelené koruny se u borovice pohybuje zhruba v intervalu od 2 do 8 m, smrku od 2 do 6 m, u břízy v rozmezí zhruba od 3 do 5 m. Délka koruny u dřevin zřetelně stoupá s výškou stromů a u silnějších jedinců spíše stagnuje.



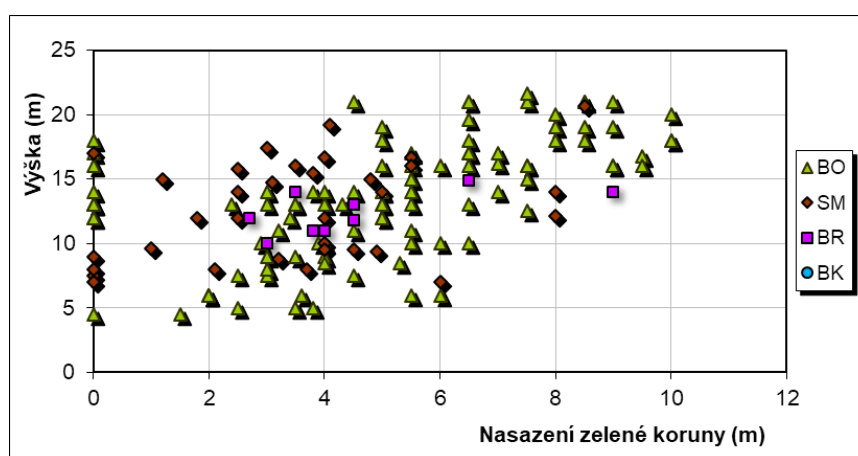
Obr. 61: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 3.



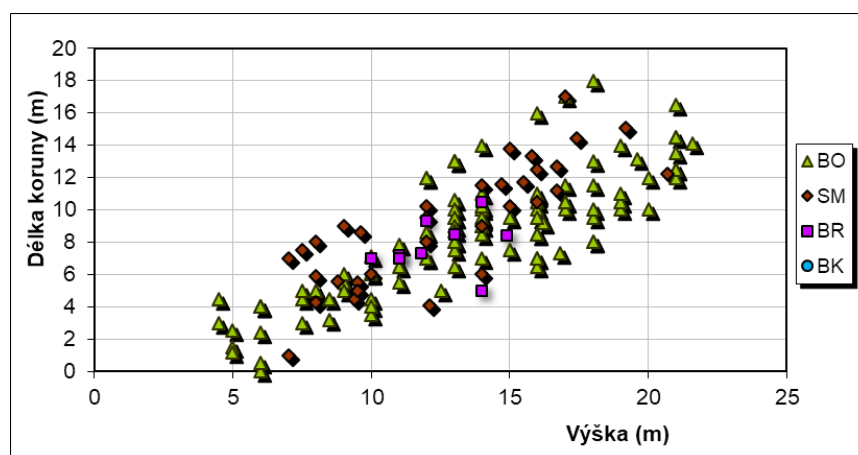
Obr. 62: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 3.



Obr. 63: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 3.



Obr. 64: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 3.



Obr. 65: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 3.

5.3.2.3. 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 N₂O – 307.8 (ppb), což je 0.03078%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- Koncentrace CO₂ – 354.8 (ppm), což je 0.03548%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let.

Vývoj porostu:

. Na ploše TVP3 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 diferenciaci porostu:

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 1 je uveden na obrázku 72 – 74 a uveden v Tab. 18.

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. 72).

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. 73).

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. 74).

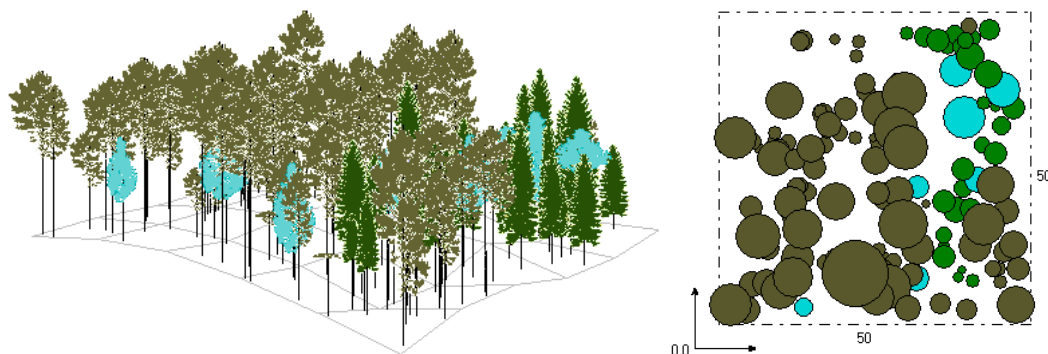
Tloušťková diference je na maximum v roce 2014 s hodnotou 0,35, pak bude klesat do roku 2024 na hodnotu 0,33, potom bude opět stoupat do roku 2054 na hodnotu mezi 0,34-0,35, pak bude opět lehce klesat do roku 2064 (Obr. 75).

Výšková diference 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 diference výšky stromu je v mladých porostech, kdy se v porostu nachází velký počet výškově (vzrůstově) zaostávajících stromů, které ještě neodumřely (Obr. 76).

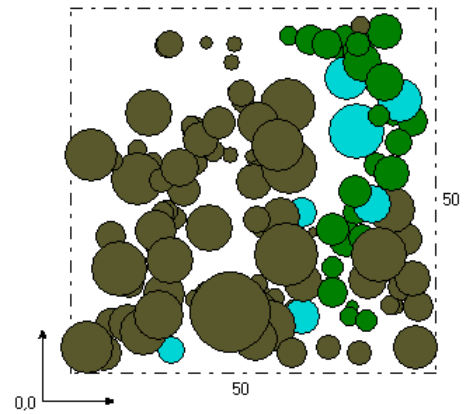
Vývoj počtu jedinců v ks.ha^{-1} stromového patra bude klesat, kdy maximum je v roce 2014 s 550 kusy, potom bude lineární pokles do roku 2064 na 400 kusů (Obr. 77).

V přepočtu na $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 je hodnota na minimum v roce 2014 s 150 kusy, potom lineárně stoupá do roku 2064 na 310 kusů (Obr. 78).

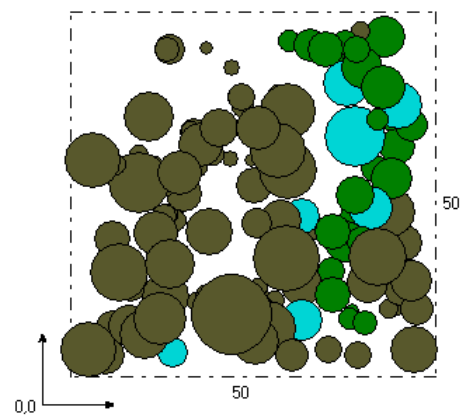
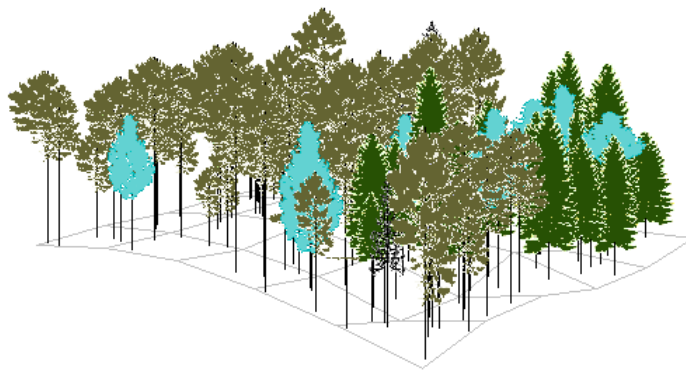
Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štihllostní kvocient a výtvarnice (Tab. 19).



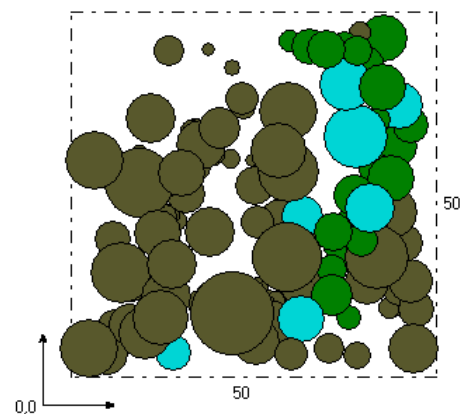
Obr. 66: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2014.



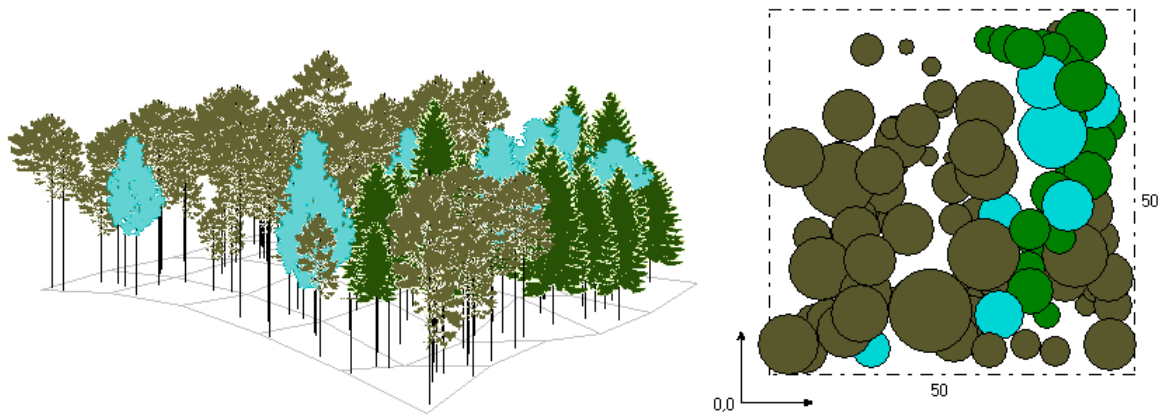
Obr. 67: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2024.



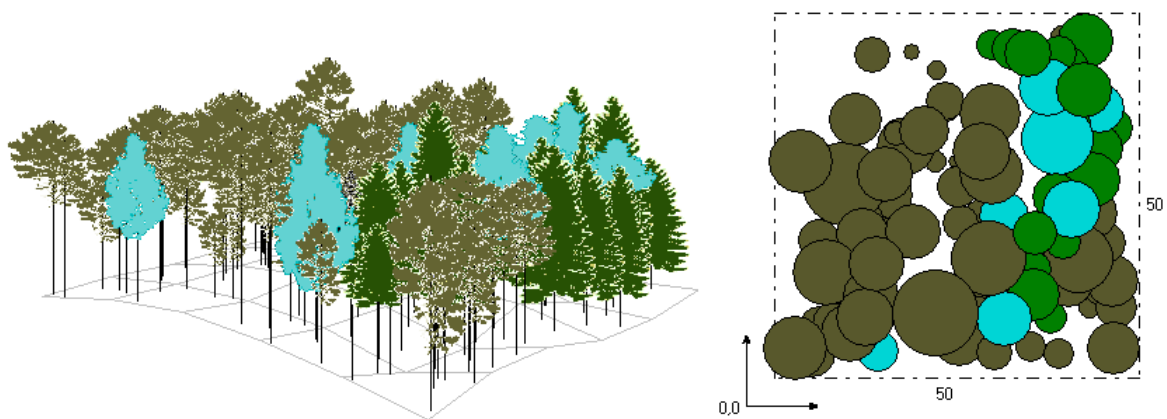
Obr. 68: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2034.



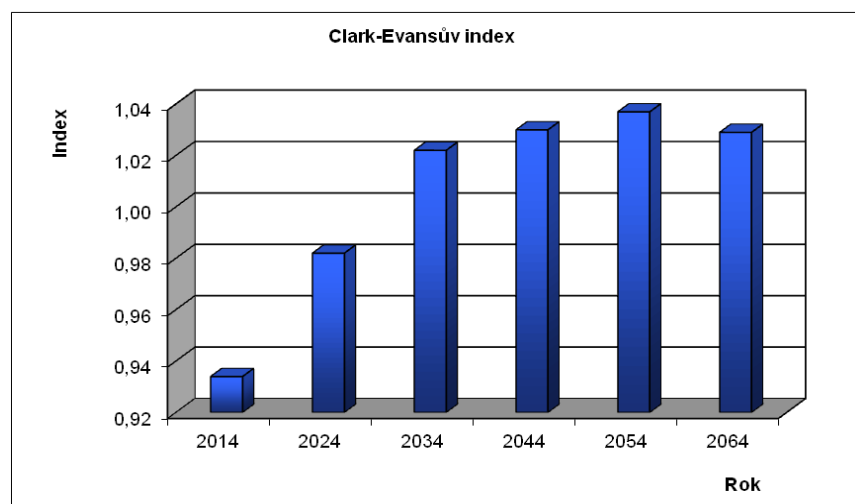
Obr. 69: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2044.



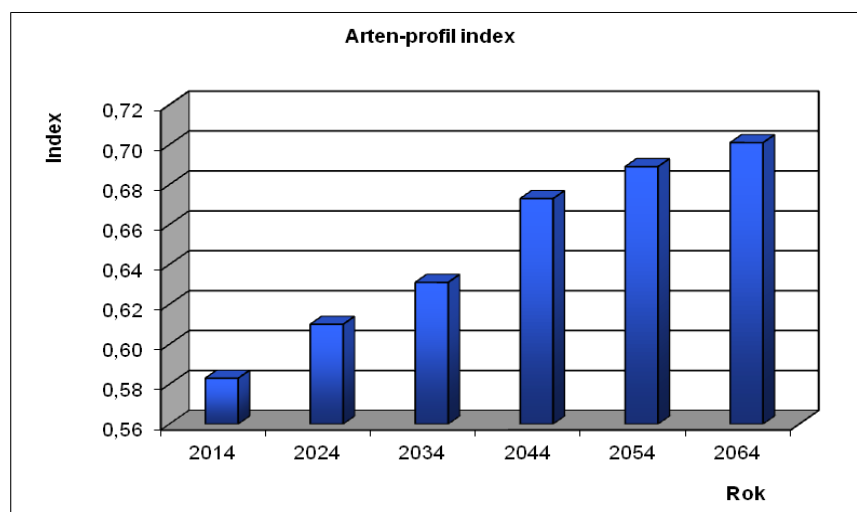
Obr. 70: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2054.



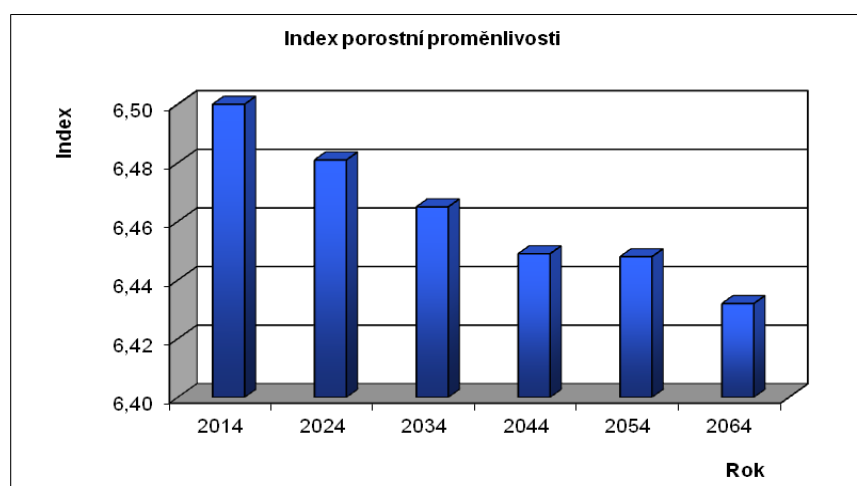
Obr. 71: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2064.



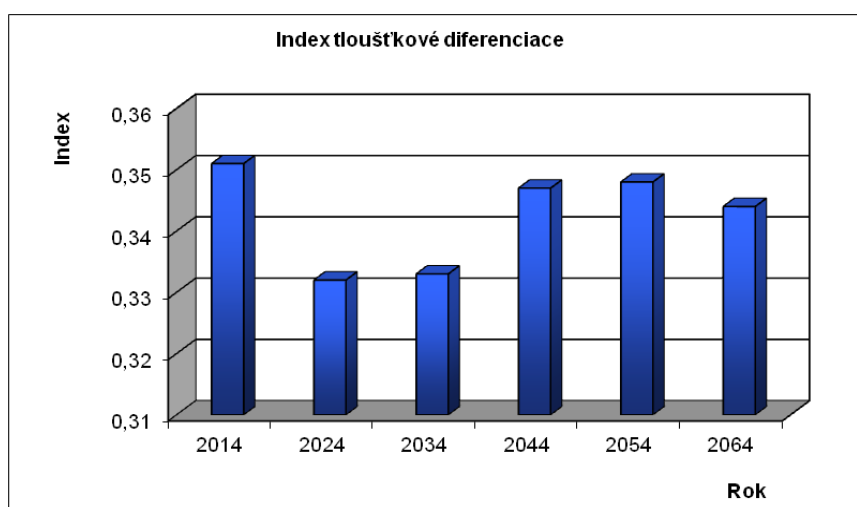
Obr. 72: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



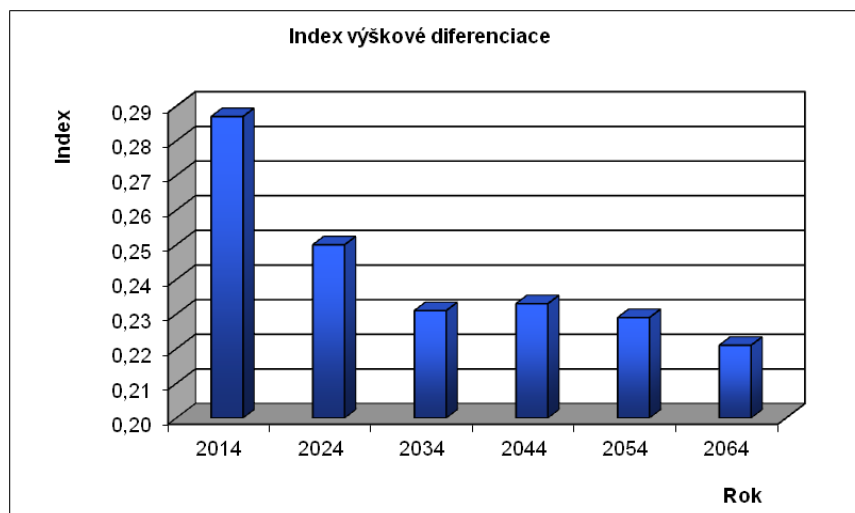
Obr. 73: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



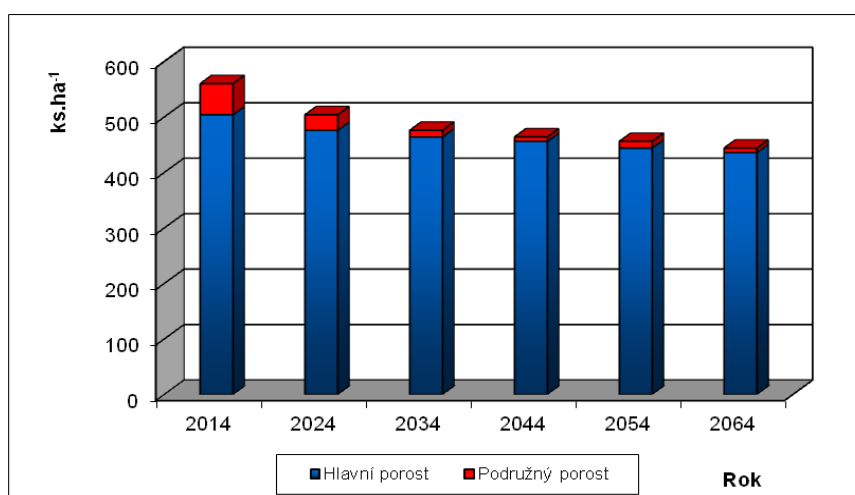
Obr. 74: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



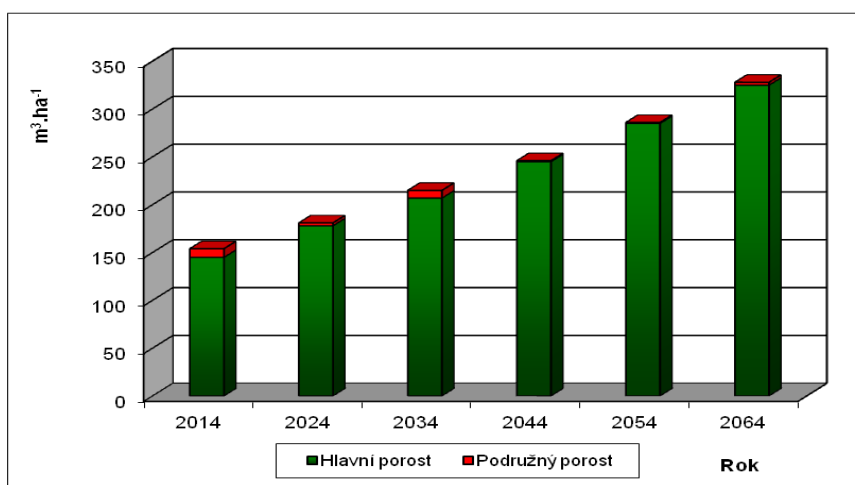
Obr. 75: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obr. 76: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obr. 77: Vývoj počtu jedinců v ks.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obr. 78: Vývoj zásoby v m³.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Tabulka 18: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (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_d – index tloušťkové diferenciacie, TM_h – index výškové diferenciacie, CP – plocha projekce, CC – zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 19: 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 – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

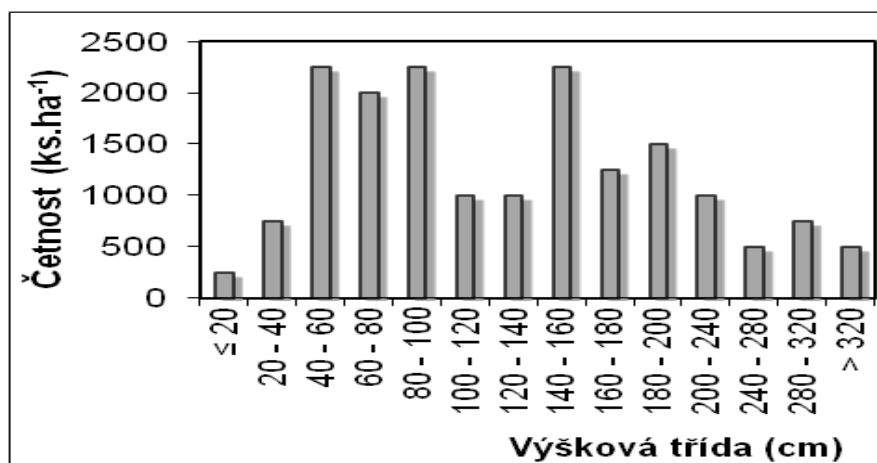
5.3.2.4. Obnova porostu

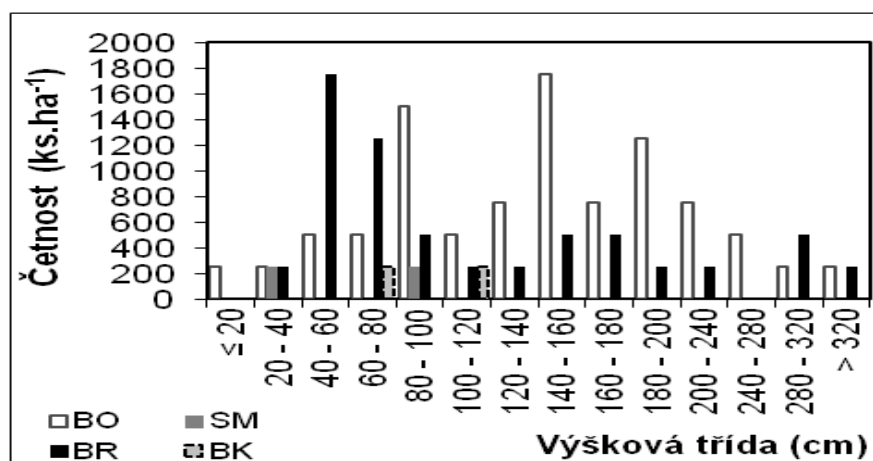
Na výzkumné ploše TVP 3 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy. Z Obr. 79 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha⁻¹.

Četnost na hektar - zde je zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 2250 kusů v rozmezí výškové třídy 40-60 cm, 2200 kusů v rozmezí 80-100cm a 2200 kusů v rozmezí 140-160 cm. Nejméně počet jedinců je 250 kusů ve výškové třídě méně jak 20 cm, 500 kusů v rozmezí 240-280 cm a 500 jedinců v rozmezí méně jak 320 cm.

V přepočtu kusů na hektar přirozené obnovy z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 3 1800 kusů borovic ve výškové třídě v rozmezí 140-160 cm, 1800 kusů bříz ve 40-60 cm. Nejméně má zastoupení borovice, bříza a smrk s 220 kusy ve výškové třídě méně jak 20 cm a s 220 kusy v rozmezí 20-40 cm, buk má 210 kusů v rozmezí 80-60 cm a v rozmezí 100-120 cm. Celkem by bylo zastoupeno ve všech výškových třídách 8720 kusů BO, 6000 ks. BŘ a 210 ks, 300 ks. SM a BK 400 ks. (Obr. 79).

Vzhledem umístění a výběru byla přirozená obnova malá. Z hlediska kvality v počáteční fázi vývoje porostu náletu do 0,5 m kmínky byly ve směs mírně křivolaký. Ve fázi nárůstu od 0,5 - do 1,3 m byly středně křivolaký. Ve fázi mlazin průměr do 5 cm byly taktéž středně až silně křivolaký se známkami narovnění. Hustota porostu byla malá, známky autoregulace (konkurence), vliv prostředí.





Obr. 79: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 3.

5.4. TVP 4

5.4.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 4 se nachází v nadmořské výšce 420 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 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*).



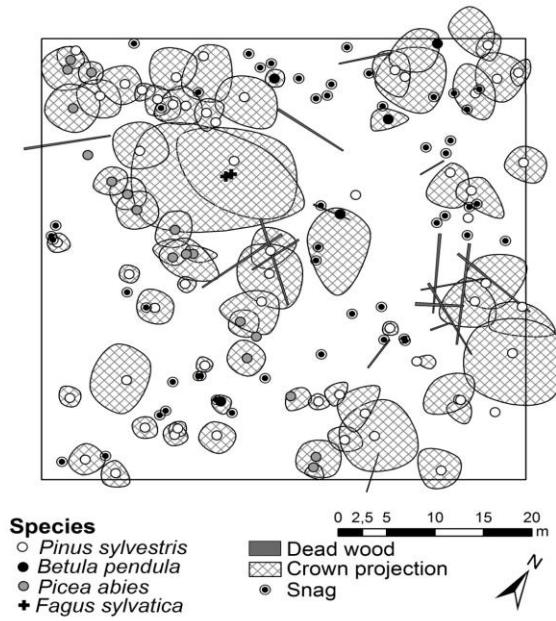


Obr. 80: Interiér borového porostu na TVP 4 – Kostecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).

5.4.2. Struktura a vývoj lesního porostu

5.4.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 81 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. 20). Z výsledků vychází, že jsou jedinci stromového patra rozmístěny lehce agregované, porost tíhne mírně k náhodnému uspořádání.

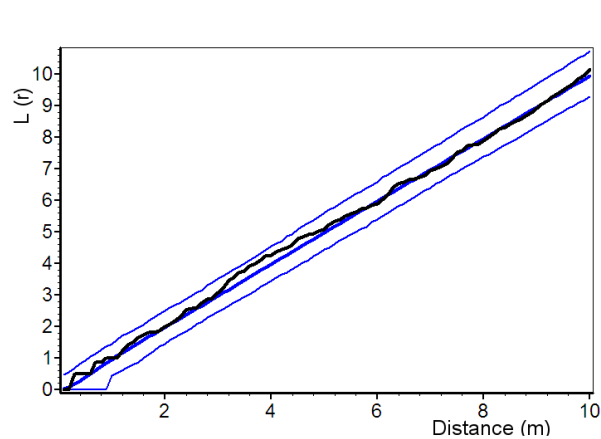


Obr. 81: Horizontální struktura borového porostu na TVP 4.

Tabulka 20: 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



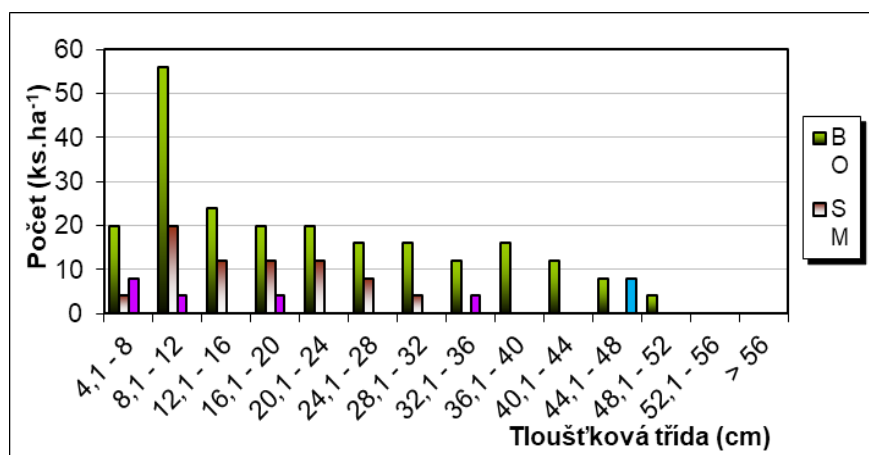
Obr. 82: Horizontální struktura horní etáže na TVP 4 vyjádřená L-funkcí.

5.4.2.2. Biometrická charakteristika porostu

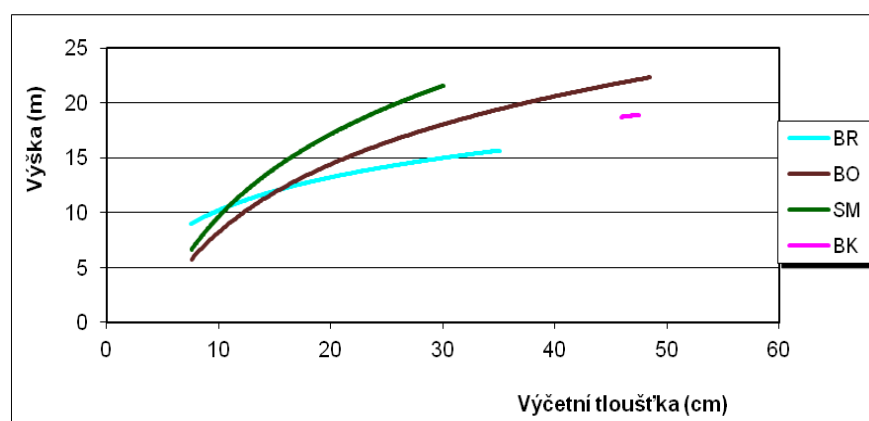
Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice ve fázi tyčkovin v tloušťkové třídě mezi 8,1-12 cm s 56 ks.ha⁻¹. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě mezi 48,1-52 cm se 4 ks.ha⁻¹ spolu se smrkem se 3 ks.ha⁻¹ a břízou se 4 ks.ha⁻¹. Převládající dřevinou je borovice (Obr. 83).

Největší výčetní tloušťka k poměru výšce je u borovice 47 cm s výškou kolem 22,5 m, u smrku je to 28 cm s výškou 21 m, bříza má 35 cm s výškou 16 m, buk s 58cm a výškou 19m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 84).

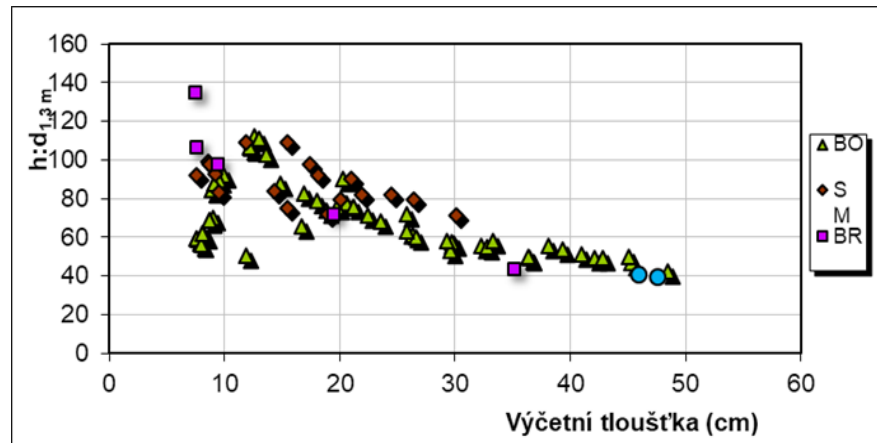
Štíhlostní kvocient u dřevin mírně klesá s výčetní tloušťkou. Nasazení zelené koruny se u borovice pohybuje zhruba v roztroušeném intervalu od 1 do 10 m, u smrku od 2,5 do 6 m, buk nasazuje ve 3 m. Délka koruny u dřevin zřetelně stoupá s výškou stromů a u silnějších jedinců spíše stagnuje.



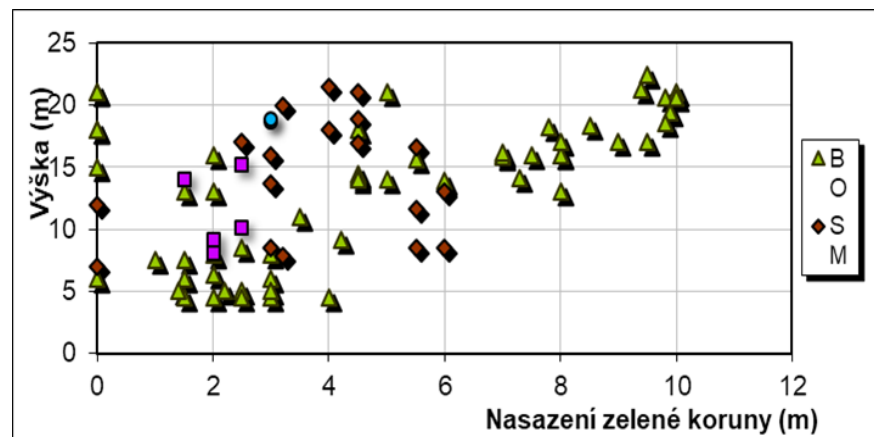
Obr. 83: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 4.



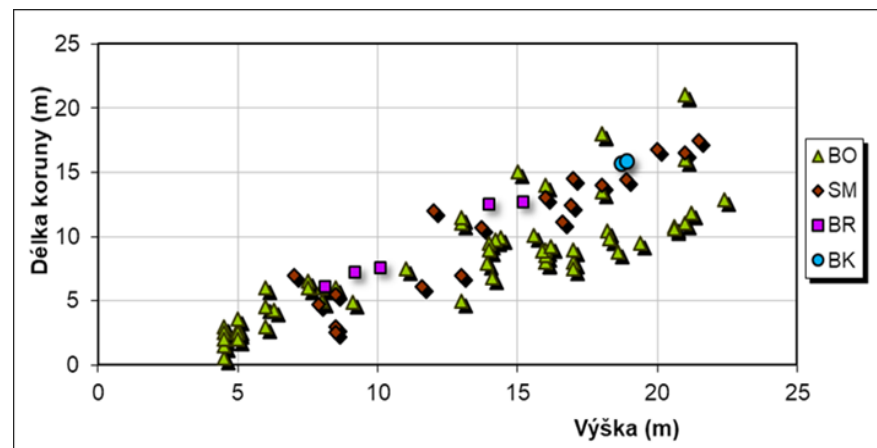
Obr. 84: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 4.



Obr. 85: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 4.



Obr. 86: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 4.



Obr. 87: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 4.

5.4.2.3. 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 N₂O – 307.8 (ppb), což je 0.03078%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- Koncentrace CO₂ – 354.8 (ppm), což je 0.03548%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280%
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let.

Vývoj porostu:

Na ploše 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. Přírozený 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 diferenciaci porostu:

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 4 je uveden na obrázku 94 – 96 a uveden v Tab. 21.

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

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. 95).

Porostní proměnlivosti (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. 96).

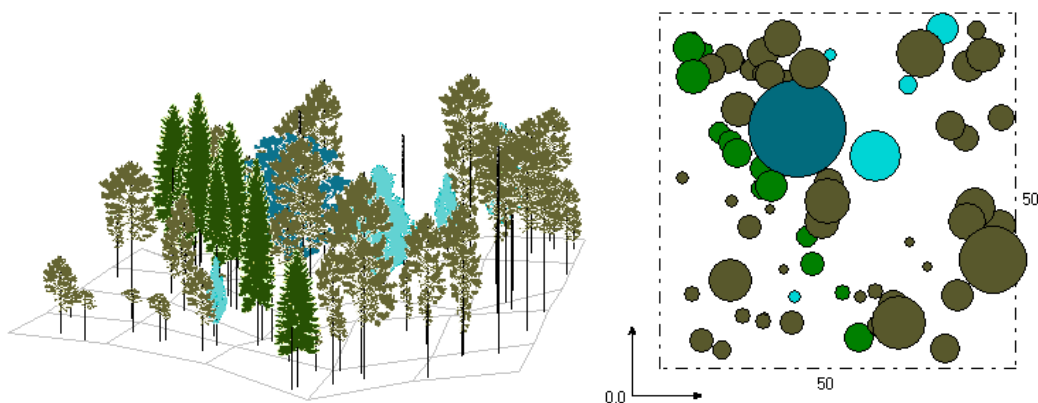
Tloušťková diferenciace je na minimu v roce 2014 s hodnotou 0,35, pak bude stoupat do roku 2044 na hodnotu 0,37, potom bude opět klesat do roku 2054 na hodnotu mezi 0,36, pak bude opět stoupat do roku 2064 na maximální hodnotu 0,38 (Obr. 96).

Výšková diferenciace lineárně klesá, v roce 2014 je na maximum s hodnotou mezi 0,28-029, minimum má v roce 2064 s hodnotou blížící se k 0,24. Největší diferenciace výšky stromu je v mladých porostech, kdy se v porostu nachází velký počet výškově (vzrůstově) zaostávajících stromu, které ještě neodumřely (Obr. 98).

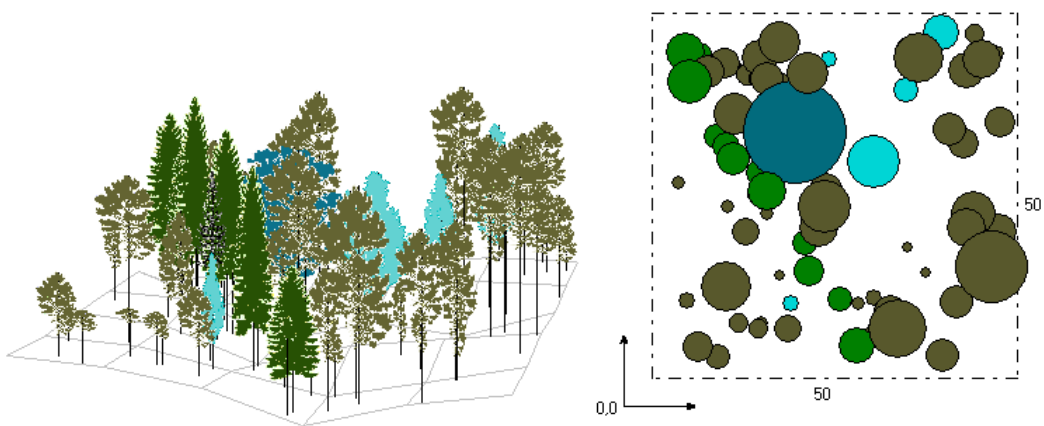
Vývoj počtu jedinců v $\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ stromového patra bude klesat, kdy je maximum v roce 2014 s 310 kusy, potom lineární pokles do roku 2064 na 260 kusů (Obr. 99).

V přepočtu na $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 je hodnota na minimu v roce 2014 s 110 kusy, potom lineárně stoupá do roku 2064 na 210 kusů (Obr. 100).

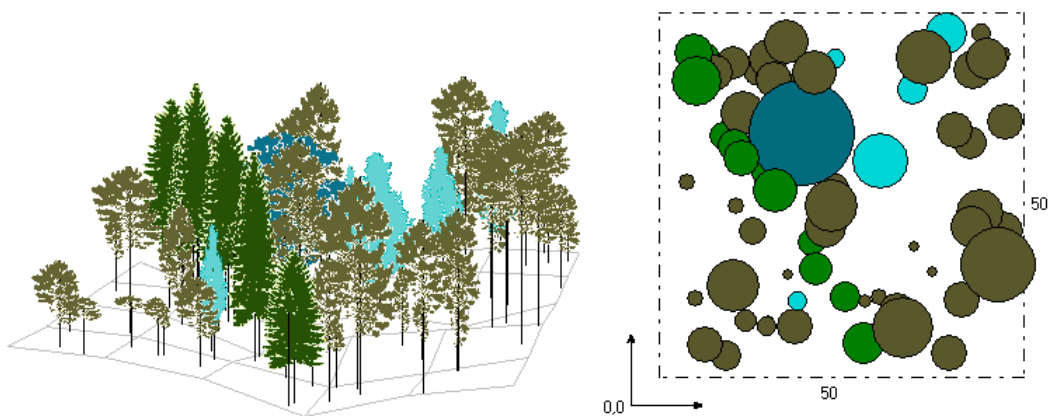
Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2014 až do roku 2064. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štihllostní kvocient a výtvarnice (Tab. 22).



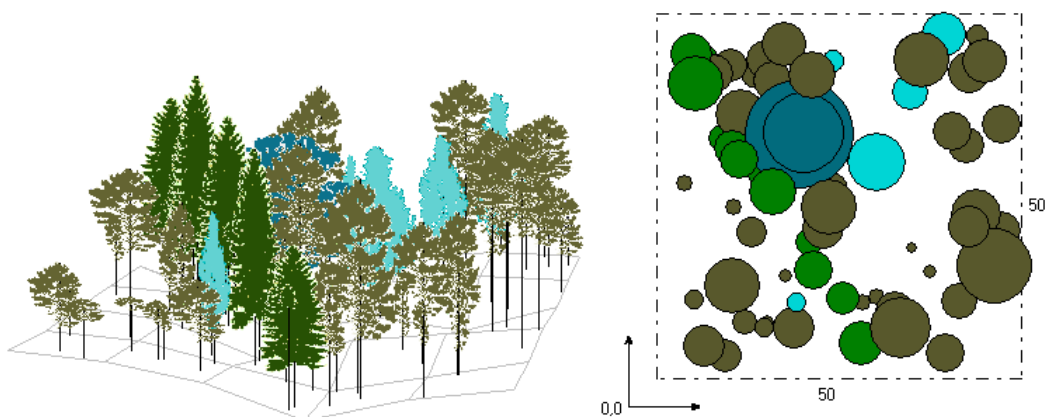
Obr. 88: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2014.



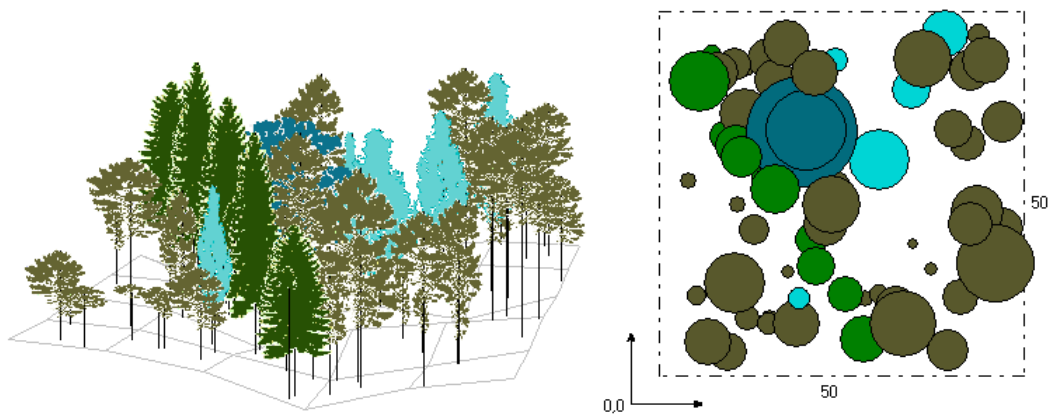
Obr. 89: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2024.



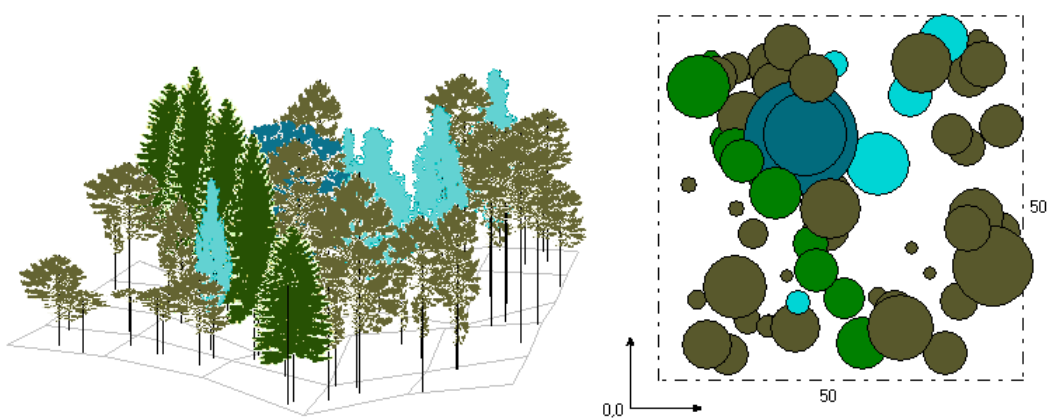
Obr. 90: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2034.



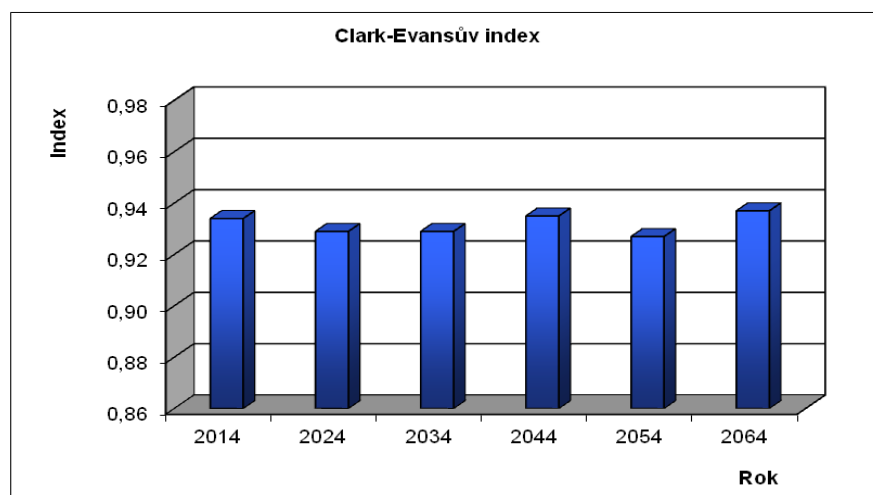
Obr. 91: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2044.



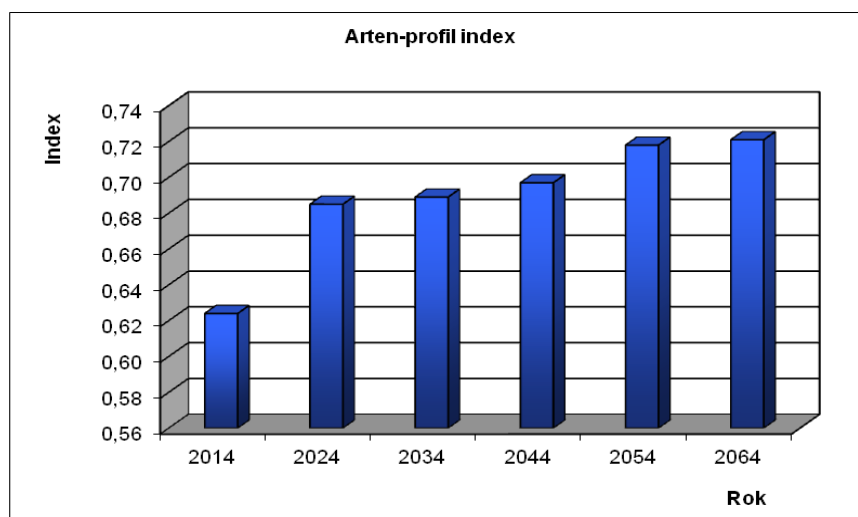
Obr. 92: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2054.



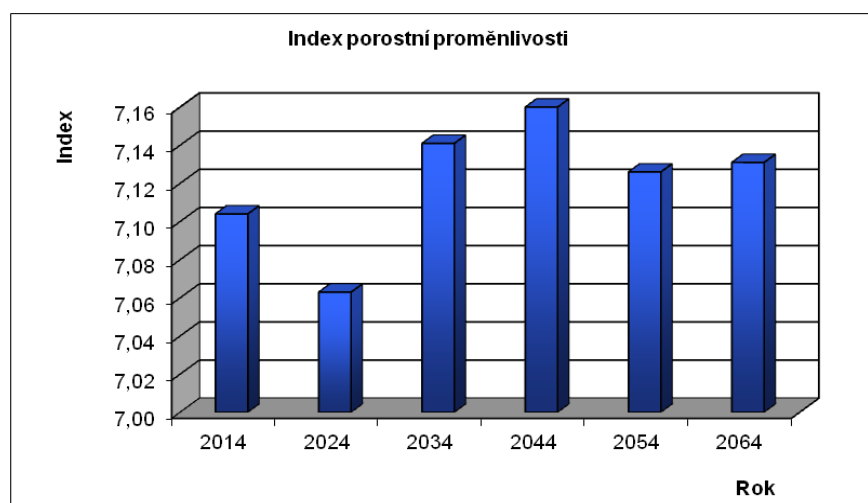
Obr. 93: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2064.



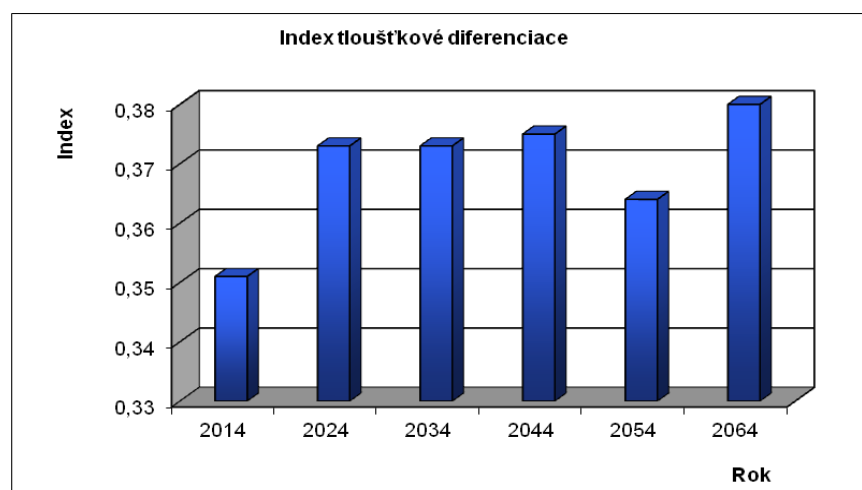
Obr. 94: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



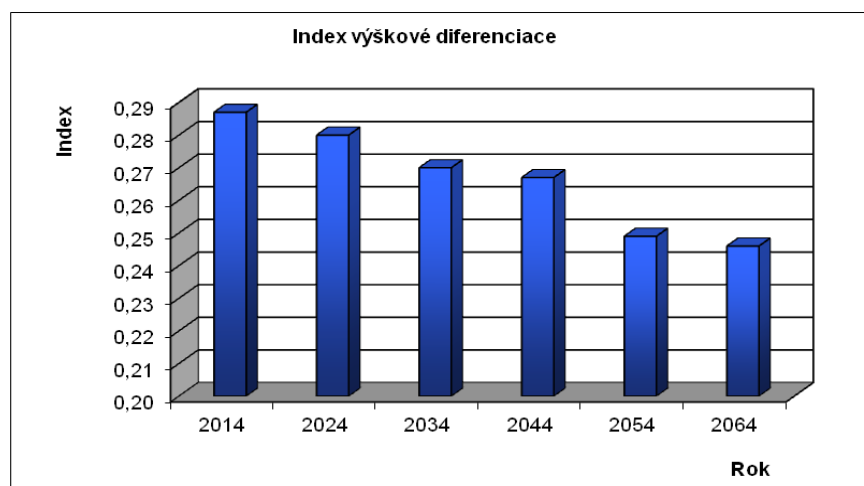
Obr. 95: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



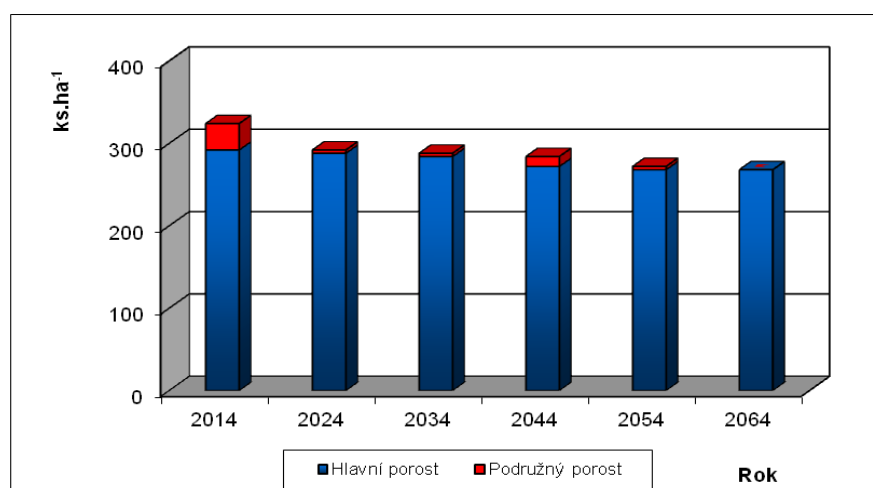
Obr. 96: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



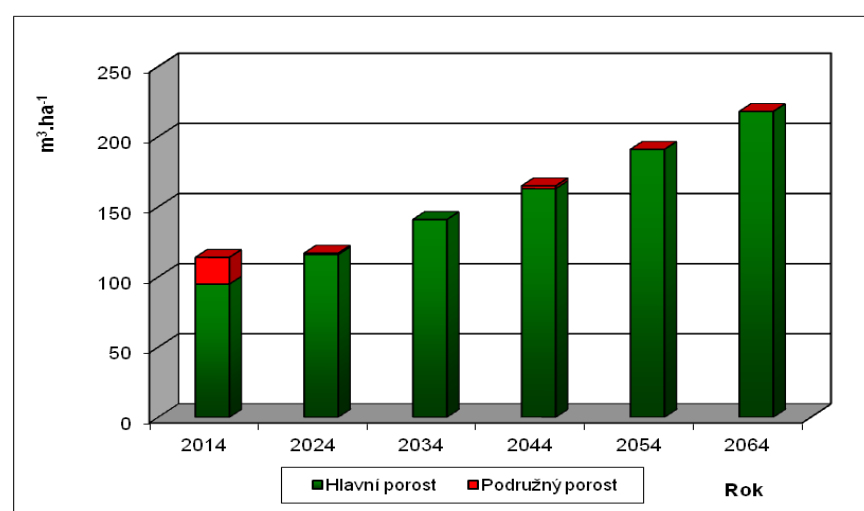
Obr. 97: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obr. 98: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obr. 99: Vývoj počtu jedinců v ks.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obr. 100: Vývoj zásoby v m³.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

Tabulka 21: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (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_d – index tloušťkové diferenciacie, TM_h – index výškové diferenciacie, CP – plocha projekce, CC – zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 22: 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 – výtvarnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

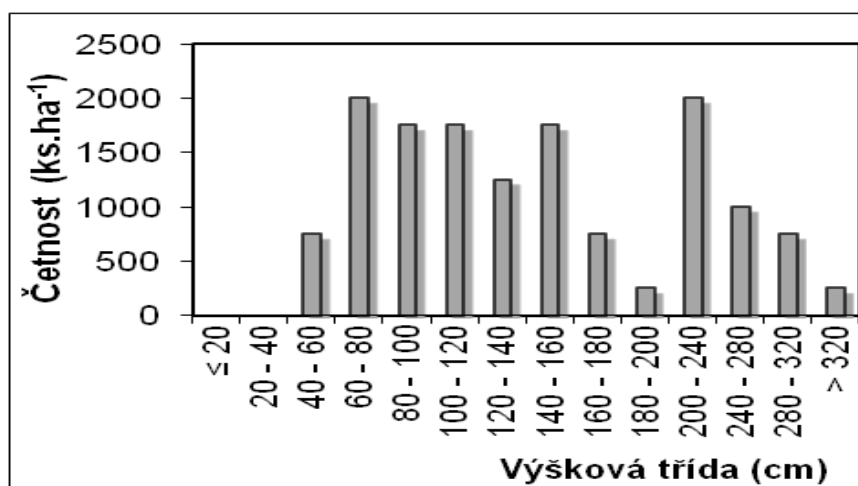
5.4.2.4. Obnova porostu

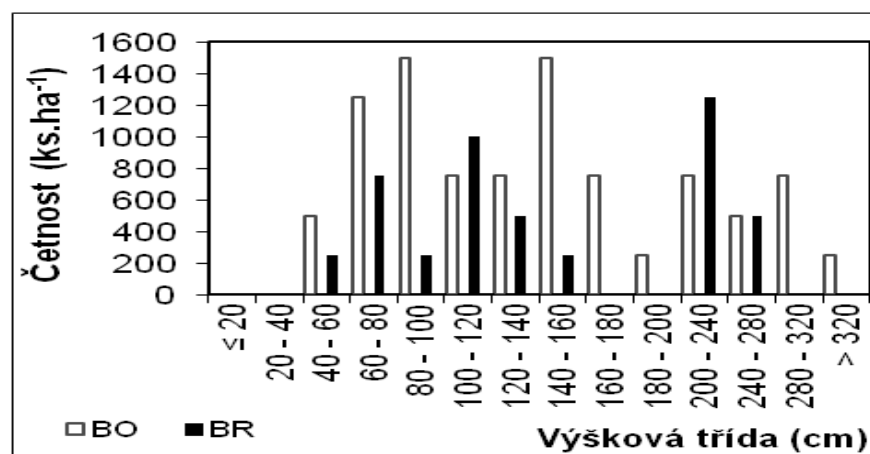
Na výzkumné ploše TVP 4 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy. Z Obr. 101 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha⁻¹.

Celkově je zde zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 2000 kusů v rozmezí výškové třídy 200-240 cm a 2000 kusů v rozmezí výškové třídy 60-80 cm. Nejméně počet jedinců je 300 kusů ve výškové třídě 180-200 cm a 300 kusů větších jak 320 cm.

V přepočtu kusů na hektar přirozené obnovy z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 4 1500 kusů borovic ve výškové třídě v rozmezí 80-100 cm, 1500 kusů borovice v rozmezí 140-160 cm. Bříza má nejvíce 1300 kusů ve výškové třídě 200-240 cm. Nejméně má zastoupení borovice s 300 kusy ve výškové třídě 180-200 cm a s 300 kusy ve výškové třídě více jak 320 cm. Celkem je zde zastoupeno ve všech výškových třídách 9800 kusů BO a 4500 BR (Obr. 101).

Vzhledem umístění a výběru byla přirozená obnova malá. Z hlediska kvality v počáteční fázi vývoje porostu náletu do 0,5 m kmínky byly ve směs mírně křivolaký. Ve fázi nárůstu od 0,5 - do 1,3 m byly středně křivolaký. Ve fázi mlazin průměr do 5 cm byly taktéž středně až silně křivolaký, jsou zde známky postupné narovnání kmínku. Hustota porostu malá. Znamky probíhající autoregulace porostu, velký vliv stanovištní umístění porostu.





Obr. 101: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 4.

5.5. TVP 5

5.5.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 5 se nachází v nadmořské výšce 420 m. Terén je částečně tvořen z pískovcového skalnatého tvaru s náhorními plochými plošinami, na kterých se nachází písčité sediment a naváté pisky. 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 2017 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 76 % borovicí (*Pinus sylvestris*), 16 % smrkem (*Picea abies*), 8 % 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*).



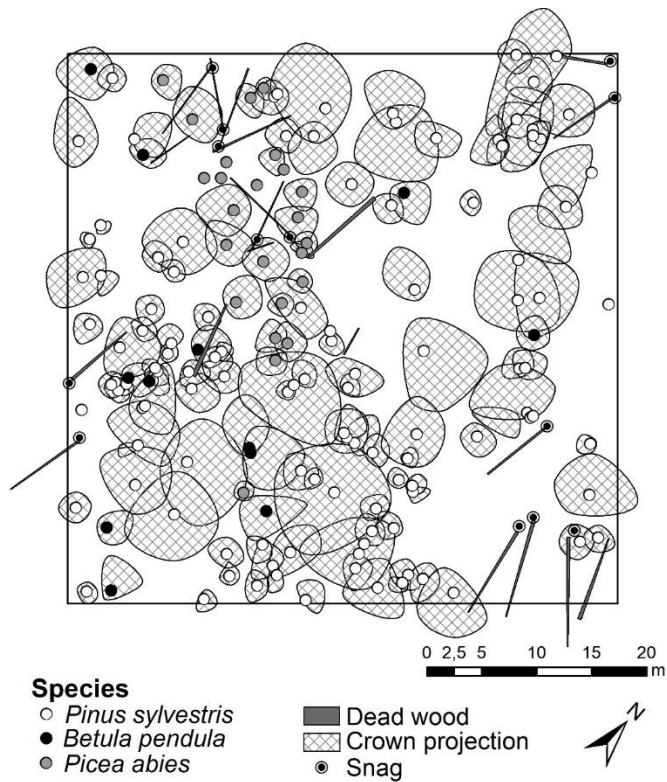


Obr. 102: Interiér borového porostu na TVP 5 – Kostecké bory v roce 2018. (foto: M. Brandejský).

5.5.2. Struktura a vývoj lesního porostu

5.5.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 103 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. 23). Z výsledků vychází, že horizontální struktura porostu je agregovaná, jedinci stromového patra jsou rozmístěny shlukovitě, porost tíhne mírně k náhodnému uspořádání.

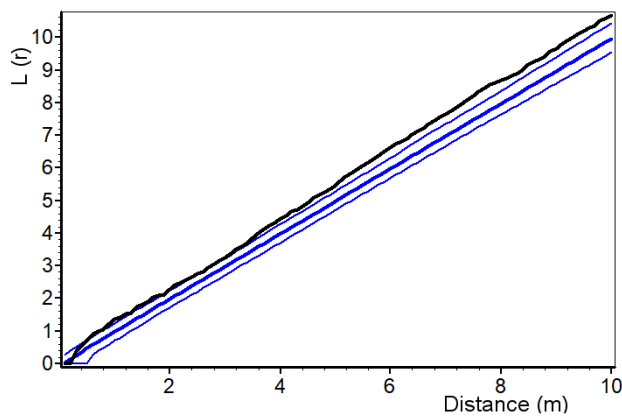


Obr. 103: Horizontální struktura borového porostu na TVP 5.

Tabulka 23: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 5.

Index	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	0.541	0.497	0.421	0.580
Pielou–Mountford	1.267	1.078	0.865	1.350
David–Moore	0.980	1.037	0.950	1.125
Clark–Evans	0.216	-0.000	-0.249	0.296

statisticky významné



Obr. 104: Horizontální struktura horní etáže na TVP 5 vyjádřená L-funkcí.

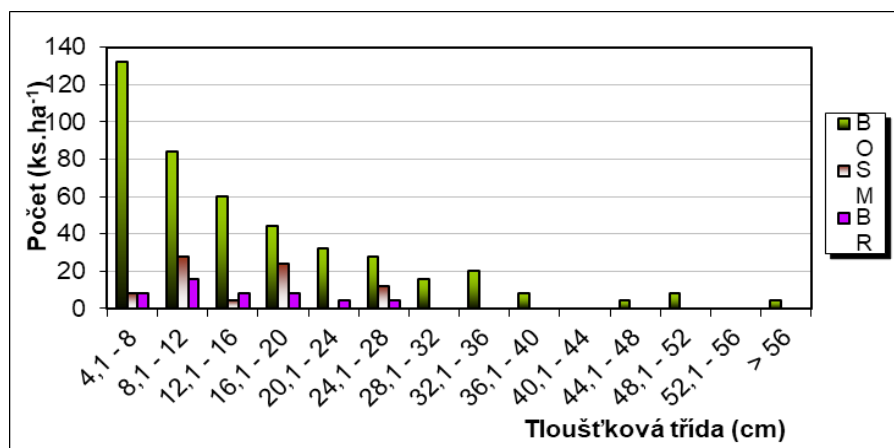
5.5.2.2. Biometrická charakteristika porostu

Z biometrické charakteristiky vyplývá, že výšková struktura je výrazně diferencovaná. Zastoupení obnovy ve výškových třídách má klesající trend s výškou nárůstů. Nevětší zastoupení zde má borovice ve fázi tyčkoviny v tloušťkové třídě mezi 4,1 - 8 cm kolem 130 ks.ha⁻¹, smrk a bříza se nejvíce pohybuje ve fázi tyčovin a tyčovín. Nejmenší zastoupení má opět borovice ve fázi dospělý kmenoviny v tloušťkové třídě mezi 44,1 - 48 cm se 4 ks.ha⁻¹, u smrku je min. v tloušťkové tř. 20,1 - 24 cm se 2 ks.ha⁻¹. Převládající dřevinou je borovice (Obr. 105).

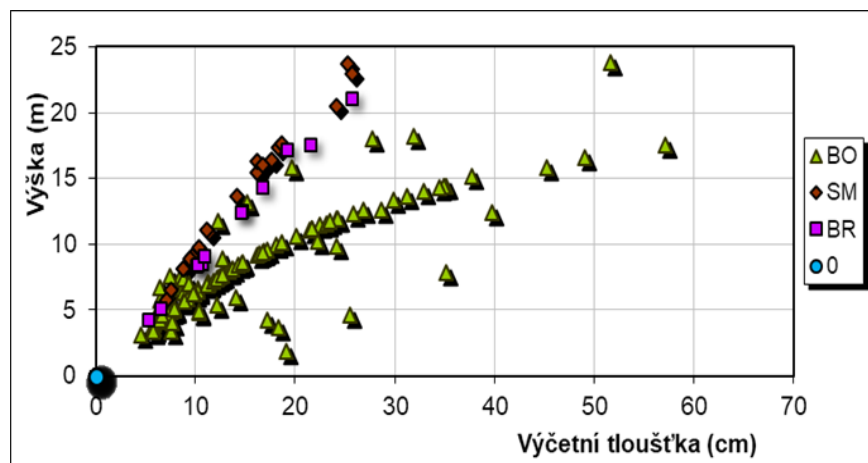
Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou. Z grafu lze vyčíst, že rychlejší výškový přírůst nastává až do fáze tyčovín, pak kulminuje a začíná vrcholit objemový přírůst (za jednotku času). Největší výčetní tloušťka k poměru výšce je u borovice 58 cm s výškou kolem 17,5 m, u smrku je to 28 cm s výškou 24 m, bříza má 28 cm s výškou 23 m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 106).

Štíhlostní kvocient rychle klesá s výčetní tloušťkou a pokles je patrný především u slabších jedinců do fáze tyčovín (do tloušťky 20 cm), u méně početných nejsilnějších stromů o výčetní tloušťce nad 32 cm štíhlostní kvocient již tolik neklesá exponenciálně. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou. Z grafu lze vyčíst, že rychlejší výškový přírůst nastává až do fáze tyčovín, pak kulminuje a začíná vrcholit objemový přírůst (za jednotku času).

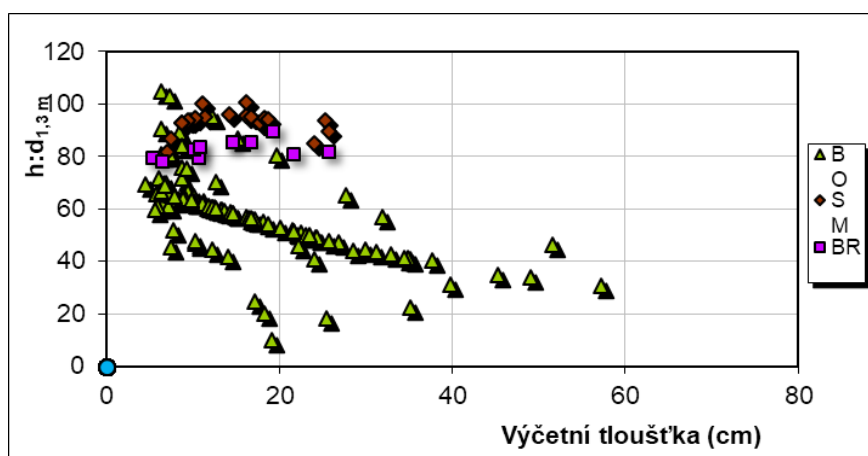
.Nasazení zelené koruny se u borovice pohybuje zhruba v roztroušeném intervalu od 0 do 6 m, u smrku od 0 do 6 m, u bříz to samé. Délka koruny u dřevin zřetelně stoupá s výškou stromů, u silnějších jedinců stagnuje nebo se mírně zmenšuje. V průběhu let se bude částečně dostávat smrk spolu s břízou do nadúrovně.



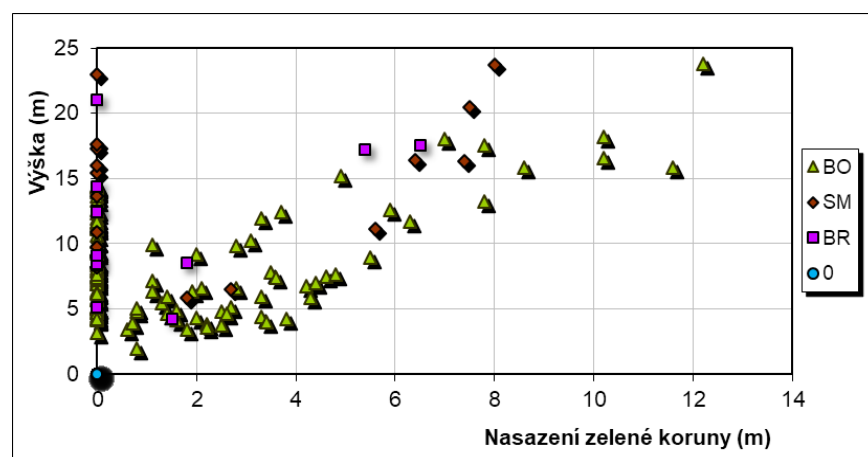
Obr. 105: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencované podle dřevin na TVP 5.



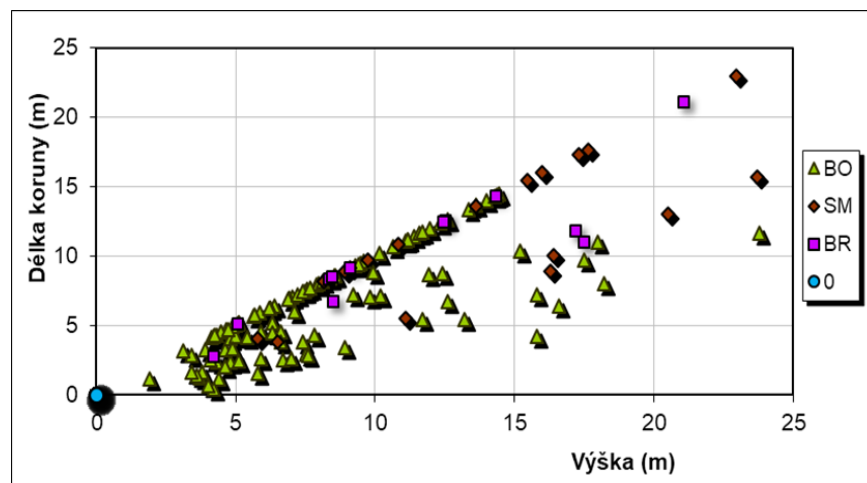
Obr. 106: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 5.



Obr. 107: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 5.



Obr. 108: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 5.



Obr. 109: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 5.

5.5.2.3. Růstové vizualizace a simulace

Základní charakteristika využitě 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 N₂O – 307.8 (ppb), což je 0.03078%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- Koncentrace CO₂ – 354.8 (ppm), což je 0.03548%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280%
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let.

Vývoj porostu:

Na ploše TVP 5 se nacházejí strmé hlubší roklinky, prohlubně mezi skalami, kde se udržuje větší vlhkost, v místech se nachází smrkové porosty. Na horních plachách se nacházejí skalnaté výběžky s extrémními podmínky pro uchycení porostu. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Porost je mírně agregovaný, spíše tíhne lehce k náhodnému uspořádání.

Zápoj se postupně s věkem rozšiřuje. Porost je borový s příměsí břízy a smrku. 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 fázi nárstu až mlaziny je patrná dominance borovice. Růstová převaha borovice zde dominuje. V důsledku její nižší hustoty v růstové fázi nárstu a mlazin dochází k nízké autoredukci (mortalitě). Výjimku tvoří skupina borovic umístěna na horním transektu, která byla velmi hustá a v průběhu 35 let lze předpokládat cca 50% mortalitu. Lze předpokládat, že v následujících 30 letech se bude část přirozené obnovy snažit zdárně zapojovat. Méně zastoupený smrk si bude držet slabě úrovně až podúrovně postavení. 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 diference porostu:

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 5 je uveden na obrázku 116 – 118 a uveden v Tab. 24.

Horizontální uspořádání stromového porostu je slabě agregované, tíhnuocí mírně k náhodnému uspořádání (Obr. 116).

Relativní míra diverzity je v roce 2017 nejnižší s hodnotou 0,62, pak bude lineárně stoupat až do roku 2067 na maximální hodnotu výběrný struktury 0,73 (Obr. 117).

Porostní proměnlivosti (jako komplexní míra diverzity porostu) je v roce 2017 na hodnotě 6,96, pak bude klesat až do roku 2027 na hodnotu 6,80, potom bude stoupat až do roku 2037 na hodnotu 6,94, potom bude lineárně klesat až do roku 2067 na hodnotu 6,89. Porost je středně proměnlivý ($B > 8$ – výrazně strukturované porosty) - (Obr. 118).

Tloušťková diference je na minimu v roce 2017 s hodnotou 0,36, pak bude stoupat do roku 2047 na hodnotu 0,38, potom bude opět klesat do roku 2067 na hodnotu mezi 0,38. Tloušťková diference se pohybuje v nižších středních hodnotách (rozpětí 0–1, $T_{Md} > 0,7$ velmi silná tloušťková diference) - (Obr. 119).

Výšková diference lineárně klesá, v roce 2017 je na maximu s hodnotou mezi 0,33, pak lineárně klesá do roku 2057 na hodnotu 0,28, potom v roce 2067 mírně stoupne na hodnotu 0,29. Největší diference výšky stromu je v mladých porostech, kdy se v porostu nachází velký počet

výškově (vzrůstově) zaostávajících stromů, které ještě neodumřely (rozpětí 0–1, $T_{Md} > 0,7$ velmi silná výšková diferenciace) - (Obr. 120).

Korunová diferenciace stromového patra je v roce 2017 na maximum s hodnotou 2,10, pak lineárně klesá až do roku 2067 na hodnotu 1,99, kromě výrazného výkyvu v roce 2027 s hodnotou 1,98, kdy je nejnižší. Jedná se o silnější korunovou diferenciaci (Obr. 121).

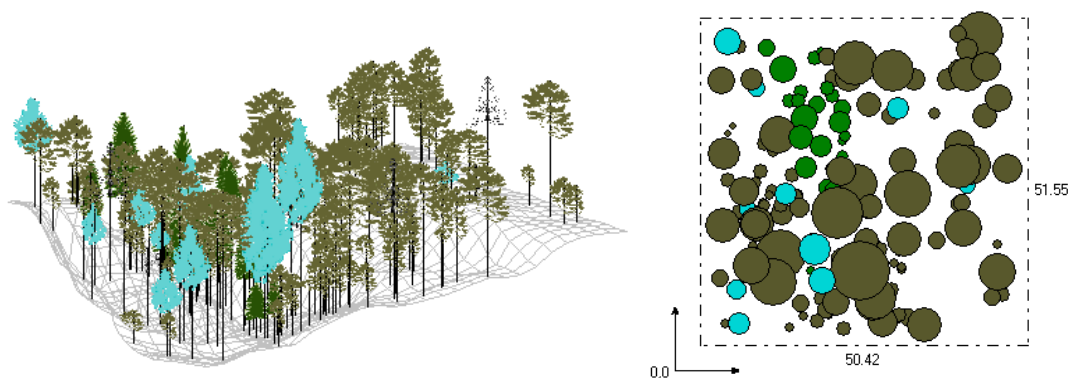
Druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 je nejnižší v roce 2017 s hodnotou 0,21, pak lineárně stoupá do roku 2067 na hodnotu 0,32. Druhová různorodost je malá (rozpětí 0–1) - (Obr. 122).

Druhové vyrovnanosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 je na minimální hodnotě v roce 2017 s hodnotou 0,45, potom lineárně stoupá až do roku 2067 na hodnotu 0,69 (s rozpětím 0–1 společně s předchozím indexem jako relativní míra druhové diverzity porostu) (Obr. 123). Porost je středně vyrovnaný.

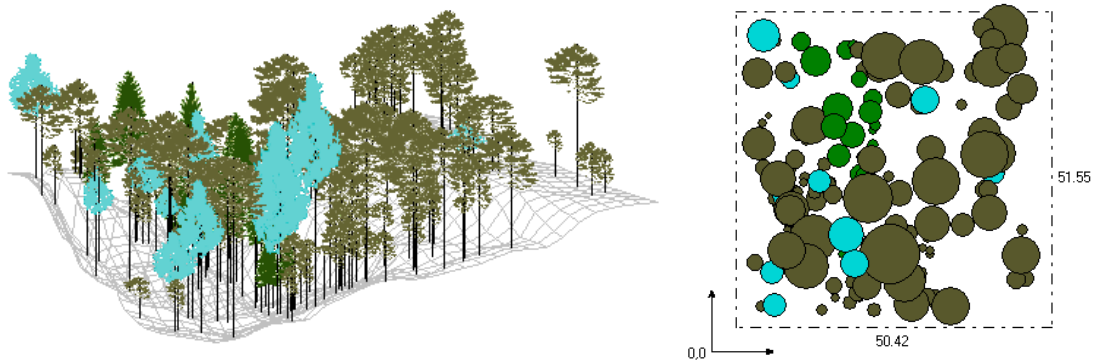
Vývoj počtu jedinců v $ks \cdot ha^{-1}$ stromového patra bude klesat, kdy je maximum v roce 2017 s 600 kusy, potom lineární pokles do roku 2067 na 500 kusů (Obr. 124).

V přepočtu na $m^3 \cdot ha^{-1}$ stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 je hodnota na minimu v roce 2017 s 90 kusy, potom lineárně stoupá do roku 2067 na 210 kusů (Obr. 125).

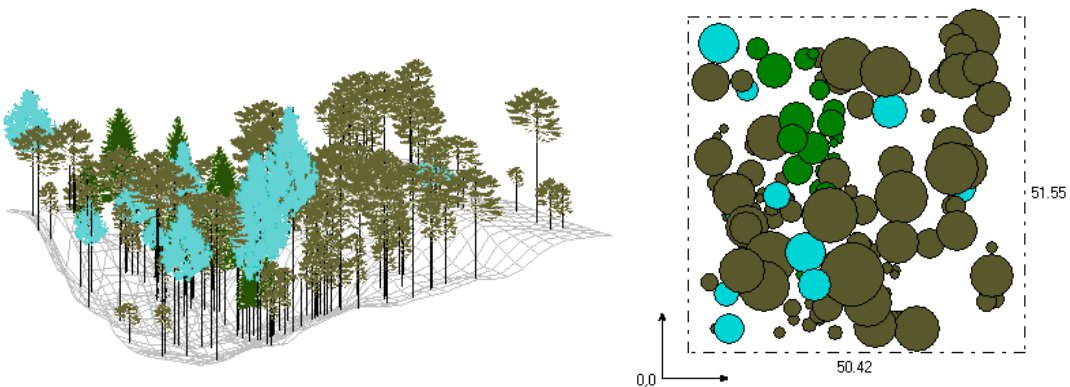
Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu, výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2017 až do roku 2067. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 25).



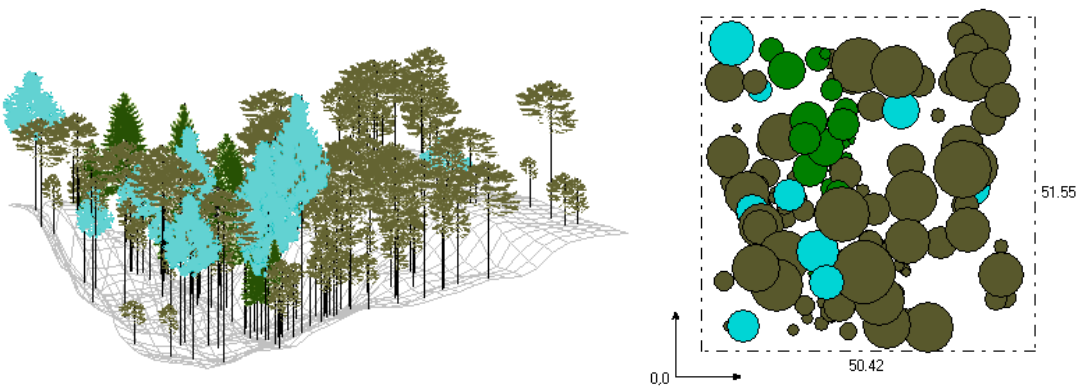
Obr. 110: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2017.



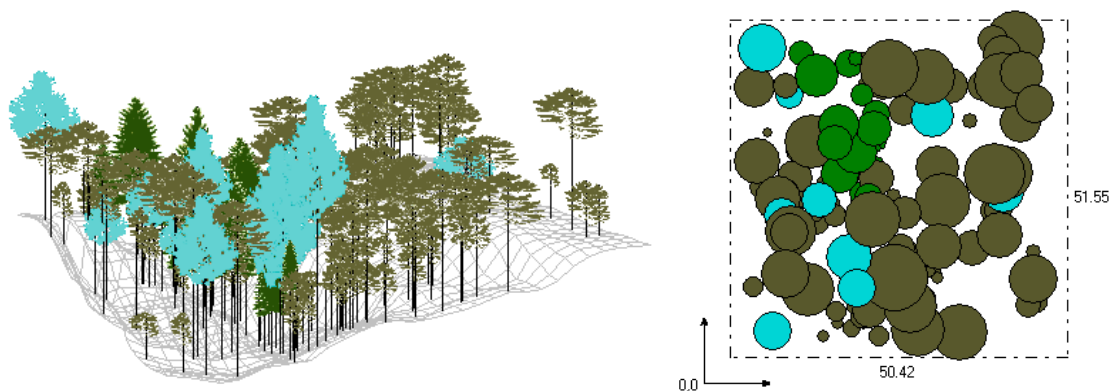
Obr. 111: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2027.



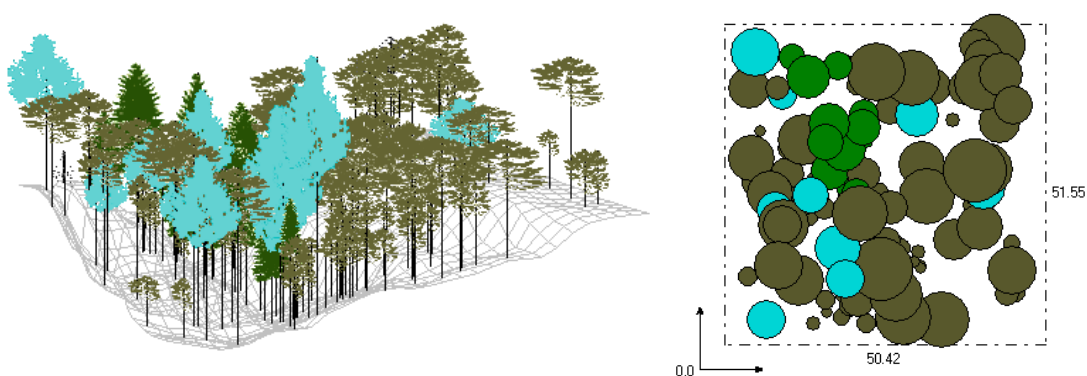
Obr. 112: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2037.



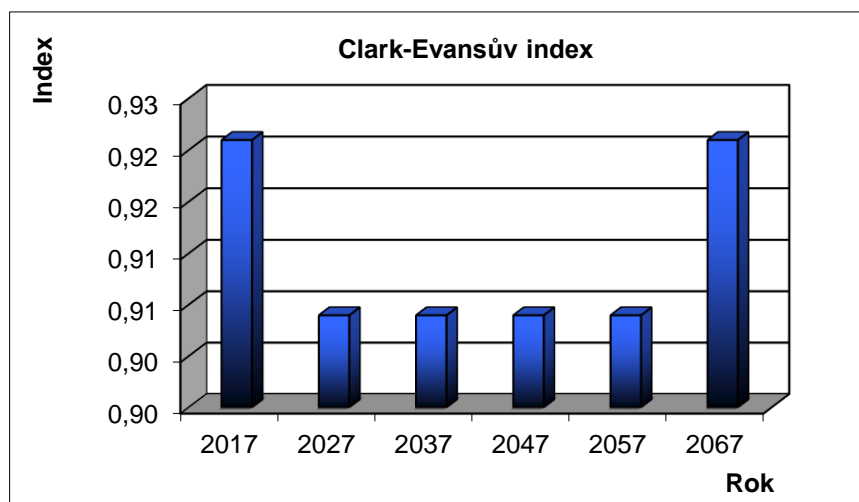
Obr. 113: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2047.



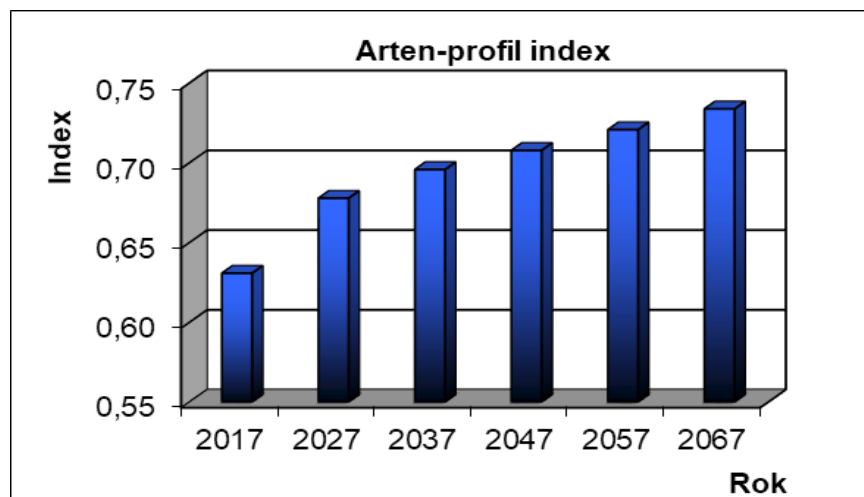
Obr. 114: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2057.



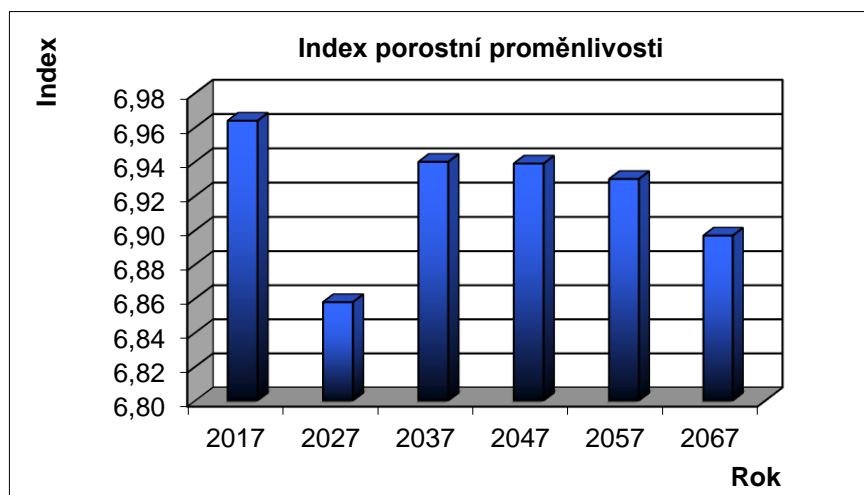
Obr. 115: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2067.



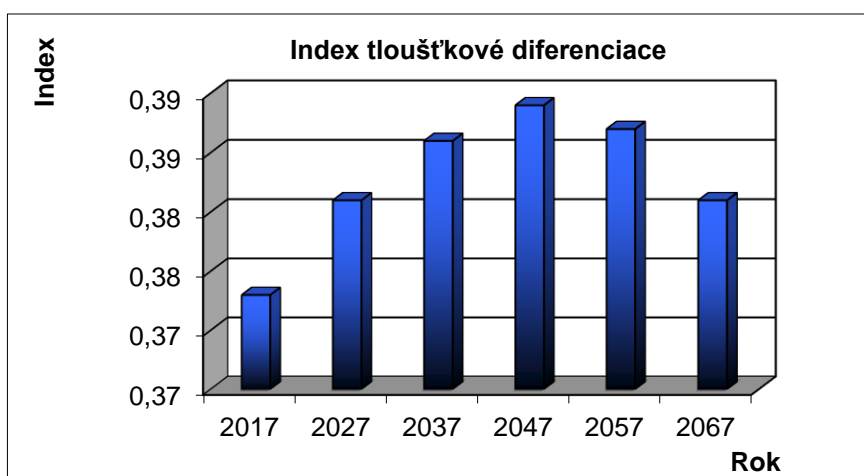
Obr. 116: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.



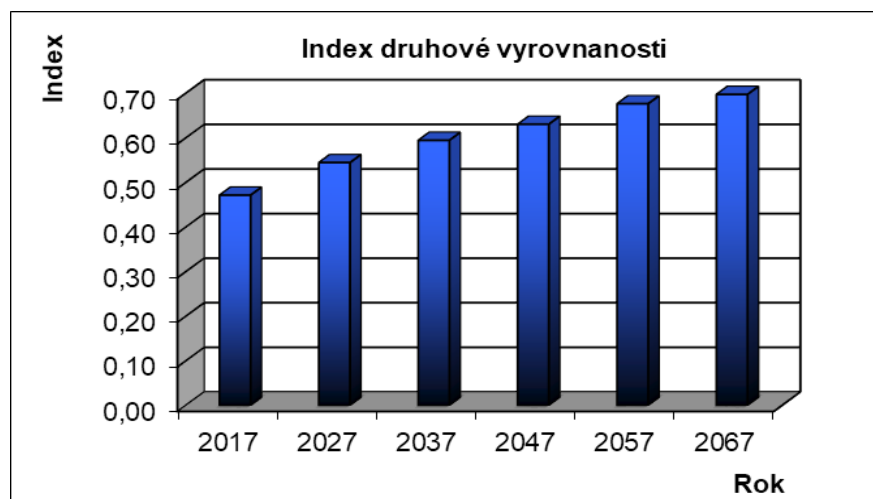
Obr. 117: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.



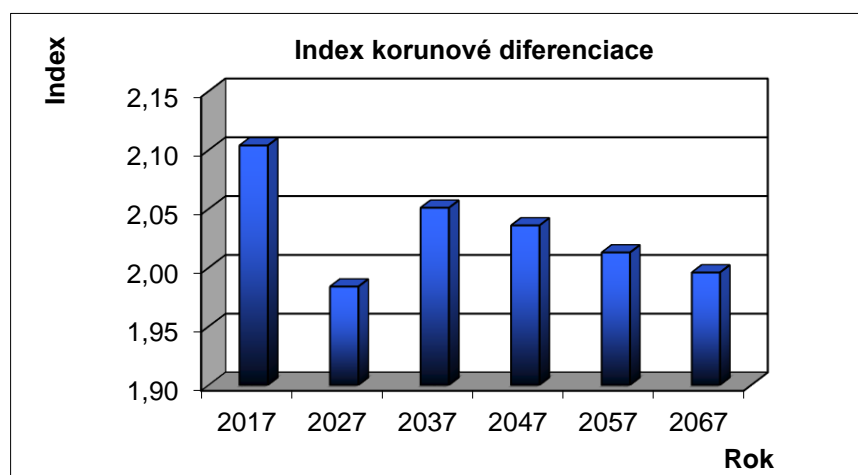
Obr. 118: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.



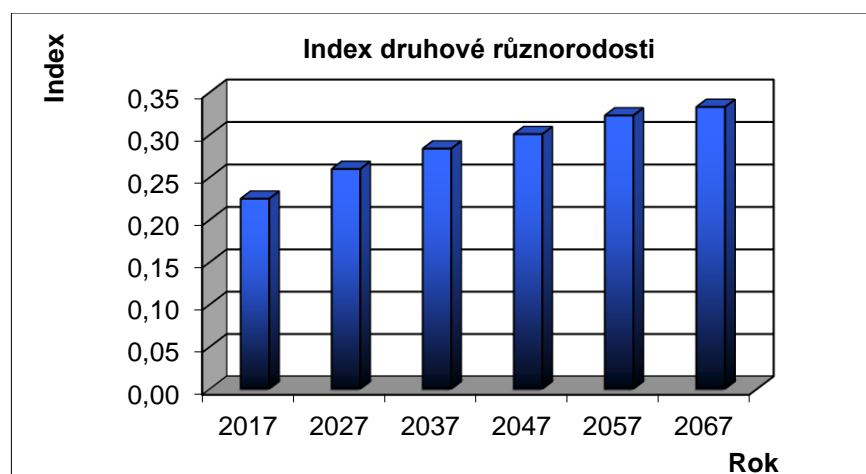
Obr. 119: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.



Obr. 120: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciacie stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.

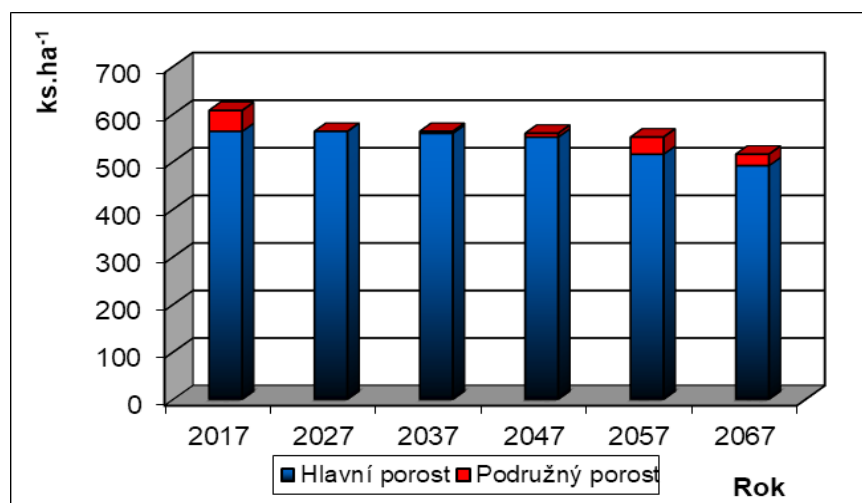


Obr. 121: Vývoj hodnot indexu korunové diferenciacie stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.

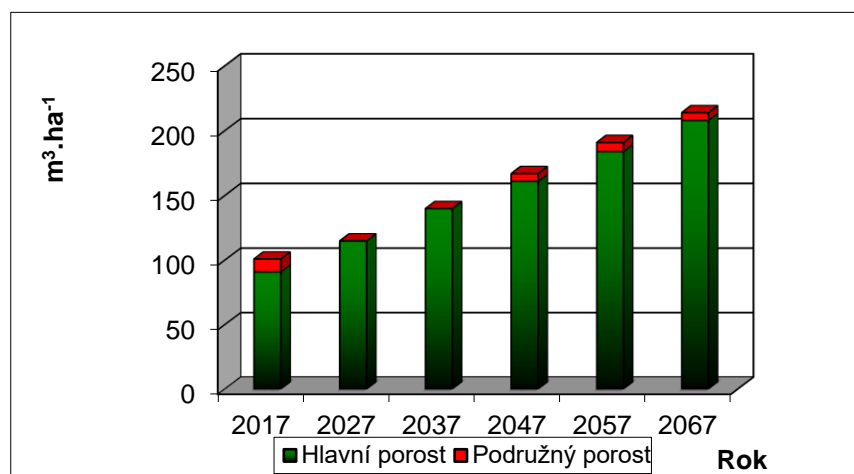


Obr. 122: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.

Obr. 123: Vývoj hodnot indexu druhové vyrovnanosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.



Obr. 124: Vývoj počtu jedinců v ks.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.



Obr. 125: Vývoj zásoby v m³.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.

Tabulka 24: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy									Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	K (J&Di)	H' (Si)	E (Pii)	CC	CP	SDI	
2017	0,921	0,631	6,964	0,373	0,333	2,104	0,225	0,472	71,3	1,25	0,38	
2027	0,904	0,678	6,858	0,381	0,320	1,984	0,260	0,545	75,4	1,40	0,41	
2037	0,904	0,696	6,940	0,386	0,310	2,051	0,284	0,595	80,8	1,65	0,48	
2047	0,904	0,708	6,939	0,389	0,301	2,036	0,301	0,631	85,0	1,90	0,55	
2057	0,904	0,721	6,930	0,387	0,289	2,013	0,323	0,677	87,6	2,09	0,61	
2067	0,921	0,734	6,897	0,381	0,293	1,996	0,333	0,698	89,7	2,28	0,65	

Vysvětlivky: R – Clark–Evansův agregační index, A – Arten–profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM_d – index tloušťkové diferenciacce, TM_h – index výškové diferenciacce, CP – plocha projekce, CC - zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 25: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2017	159	18,8	9,30	0,640	0,165	608	16,9	100	49,5	2,4	0,64	101
2027	163	20,8	9,66	0,619	0,203	564	19,1	115	46,4	2,5	0,77	125
2037	168	22,9	10,03	0,601	0,248	564	23,3	140	43,8	2,6	0,89	150
2047	175	25,0	10,35	0,587	0,298	560	27,5	167	41,4	2,9	1,01	177
2057	181	26,9	10,64	0,571	0,345	552	31,2	191	39,6	3,0	1,14	207
2067	189	29,3	10,83	0,568	0,415	516	34,8	214	37,0	3,0	1,25	237

Borovice

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2017	175	19,9	8,32	0,706	0,183	464	14,4	85	41,8	1,6	0,49	85
2027	183	21,3	8,43	0,696	0,209	440	15,6	92	39,6	1,6	0,55	101
2037	191	23,1	8,62	0,681	0,246	440	18,4	108	37,3	1,7	0,61	117
2047	200	24,8	8,80	0,669	0,285	440	21,2	125	35,5	1,8	0,67	134
2057	208	26,2	8,94	0,659	0,318	432	23,3	137	34,1	1,8	0,74	153
2067	216	28,1	9,14	0,648	0,367	412	25,4	151	32,5	1,8	0,79	170

Smrk

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2017	62	14,9	12,90	0,546	0,123	96	1,7	12	86,6	0,6	0,19	12
2027	74	19,0	15,06	0,506	0,216	76	2,1	16	79,3	0,6	0,23	17
2037	83	22,1	16,14	0,486	0,301	76	2,9	23	73,0	0,7	0,29	24
2047	93	25,0	16,95	0,469	0,390	76	3,7	30	67,8	0,7	0,33	31
2057	103	27,8	17,64	0,457	0,489	76	4,6	37	63,5	0,8	0,37	38
2067	115	32,7	18,70	0,442	0,695	60	5,0	42	57,2	0,8	0,40	46

Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvavnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

Celkový průměrný přírůst sdruženého porostu se pohyboval v roce 2017 okolo 0,64 m³.ha⁻¹.rok⁻¹. Je nasnadě, že produkční schopnosti vzhledem k ekologickým poměrům jsou velmi nízké. Růstové tabulky vývoje pro sdružený smíšený porost při simulaci samovývoje jsou uvedeny v Tab. 25.

5.5.2.4. Obnova porostu



Obr. 126: Umístění plochy 5 × 5 m na TVP 5.

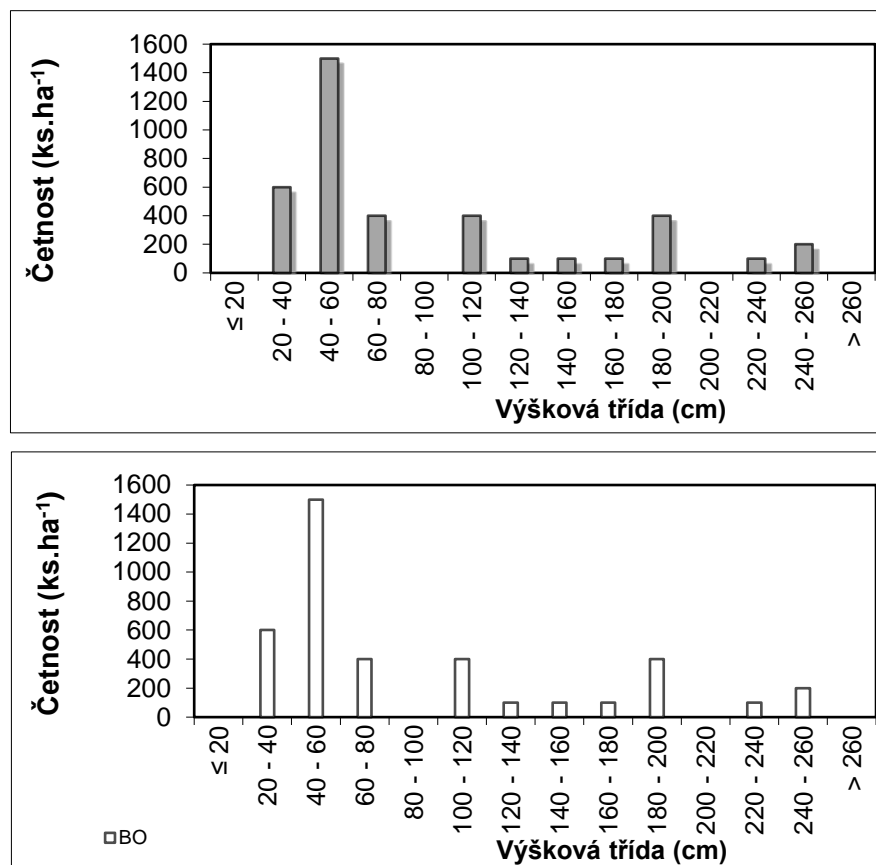
Na výzkumné ploše TVP 5 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy (Obr. 126). Vzhledem umístění a výběru byla přirozená obnova malá. Z hlediska kvality v počáteční fázi vývoje porostu náletu do 0,5 m kmínky byly ve směs mírně křivolaký. Ve fázi nárůstu od 0,5 - do 1,3 m byly středně křivolaký. Ve fázi mlazin průměr do 5 cm byly taktéž středně až silně křivolaký, jsou zde známky postupné narovnání kmínku. Hustota porostu malá. Znamky probíhající autoregulace porostu, velký vliv stanovištní umístění porostu..

Z Obr. 127 je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu $\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Celkově je zde zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 1500 kusů v rozmezí výškové třídy 40 - 60 cm a 600 kusů v rozmezí výškové třídy 20 - 40 cm. Nejméně počet jedinců je 100 kusů ve výškové třídě 120-140 cm, 100 kusů ve 140 – 160 cm, 100 kusů ve 160 – 180 cm a 100 kusů ve 220 - 240 .

V přepočtu kusů na hektar přirozené obnovy z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 5 1500 kusů borovic ve výškové třídě v rozmezí 40 - 60 cm, 600 kusů borovice v rozmezí 20 - 40 cm.

Celkem je zde zastoupeno ve všech výškových třídách 3900 kusů borovic (Obr. 127).



Obr. 127: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 5.

6.5. TVP 6

6.5.1. Stanovištní a porostní poměry

TVP 6 se nachází v nadmořské výšce 420 m. Terén je částečně tvořen z pískovcového skalnatého tvaru s náhorními plochými plošinami, na kterých se nachází písčité sediment a naváté 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 2017 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 89 % borovicí (*Pinus sylvestris*) a s 11 % břízy (*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*).

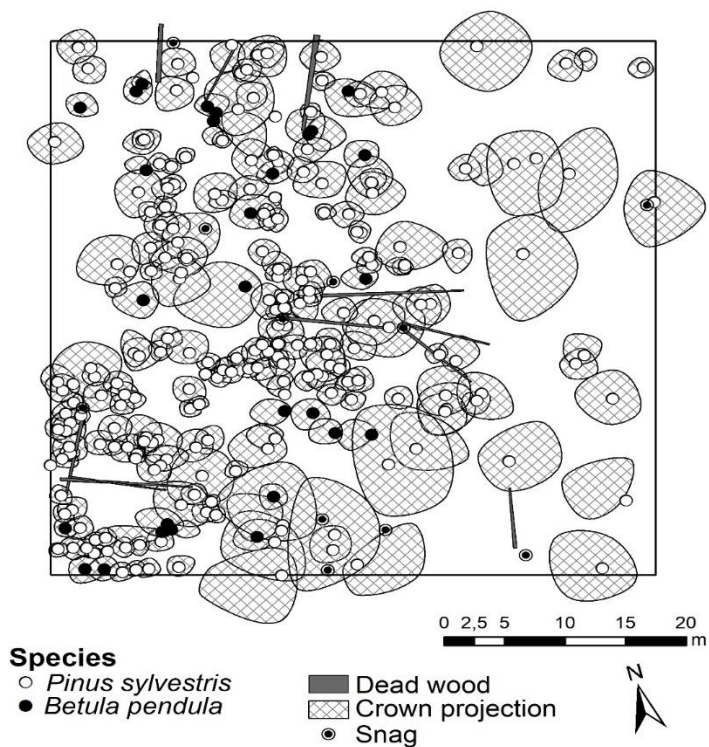


Obr. 128: Interiér borového porostu na TVP 6 – Kostelecké bory v roce 2018. (foto: M. Brandejský).

6.5.2. Struktura a vývoj lesního porostu

6.5.2.1. Prostorová struktura porostu

Na Obr. 129 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. 26). Z výsledků vychází, že jsou jedinci stromového patra rozmístěny lehce agregované, porost zůstává v dalších letech mírně agregovaný se stoupající tendencí ke shlukovitosti, s náznaky k mírnému náhodnému rozmístění porostu.

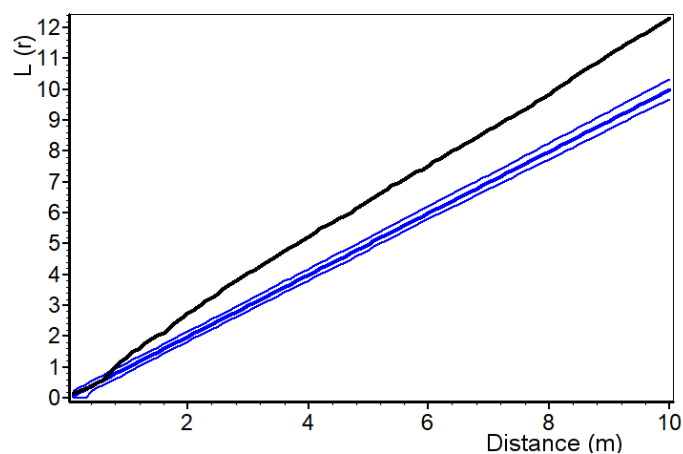


Obr. 129: Horizontální struktura borového porostu na TVP 6.

Tabulka 26: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 6.

Index	Zjištěné hodnoty	Oček. hodnoty	Dolní mez	Horní mez
Hopkins–Skellam	0.713*	0.499	0.441	0.565
Pielou–Mountford	2.538*	1.068	0.898	1.290
David–Moore	0.886*	1.027	0.959	1.099
Clark–Evans	1.860*	0.004	-0.266	0.310

* statisticky významné



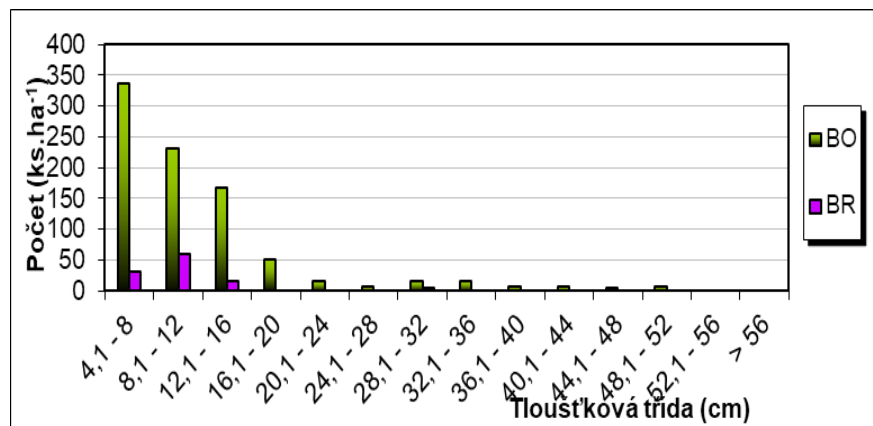
Obr. 130: Horizontální struktura horní etáže na TVP 6 vyjádřená L-funkcí.

5.5.2.2. Biometrická charakteristika porostu

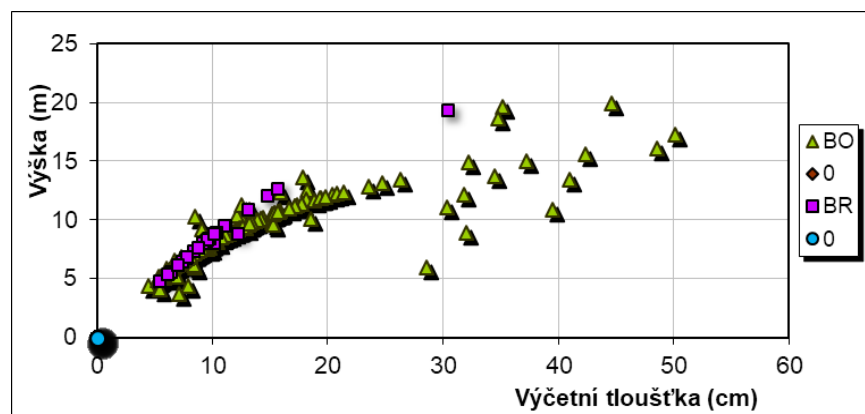
Z biometrické charakteristiky vyplývá, že největší zastoupení zde má borovice v tloušťkové třídě mezi 4,1-8 cm s 340 ks.ha⁻¹. Nejmenší zastoupení má opět borovice v tloušťkové třídě mezi 44,1-48 cm s 10 ks.ha⁻¹ a břízou v tloušťkové třídě mezi 28,1 - 32 cm s 10 ks.ha⁻¹. Převládající dřevinou je borovice (Obr. 131).

Největší výčetní tloušťka k poměru výšce je u borovice 53 cm s výškou kolem 16 m, u břízy je to 31 cm s výškou 29 m. Výčetní tloušťka se zvětšuje zároveň s výškou (Obr. 132).

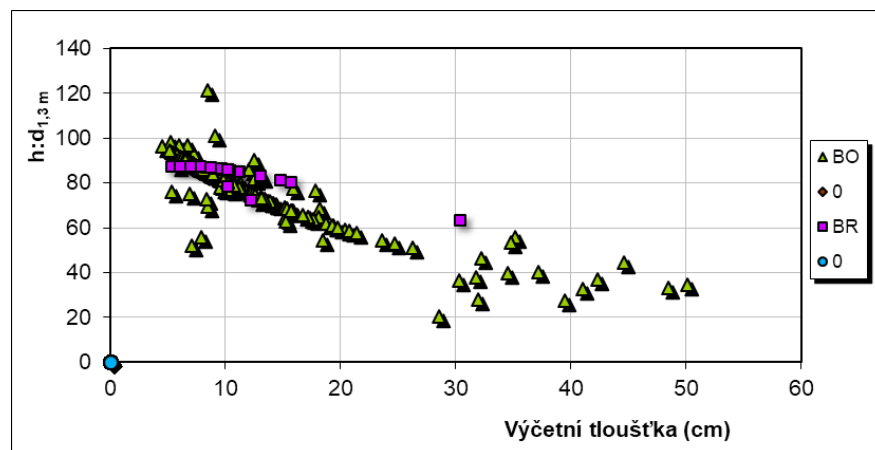
Štíhlostní kvocient rychle klesá s výčetní tloušťkou a pokles je patrný především u slabších jedinců do fáze tyčovin (do tloušťky 20 cm), u méně početných nejsilnějších stromů o výčetní tloušťce nad 30 cm štíhlostní kvocient již tolik neklesá exponenciálně. Z grafu lze vyčíst, že rychlejší výškový přírůst nastává až do fáze tyčovin, pak kulminuje a začíná vrcholit objemový přírůst (za jednotku času). Délka koruny u silnějších jedinců stagnuje nebo se mírně zmenšuje.



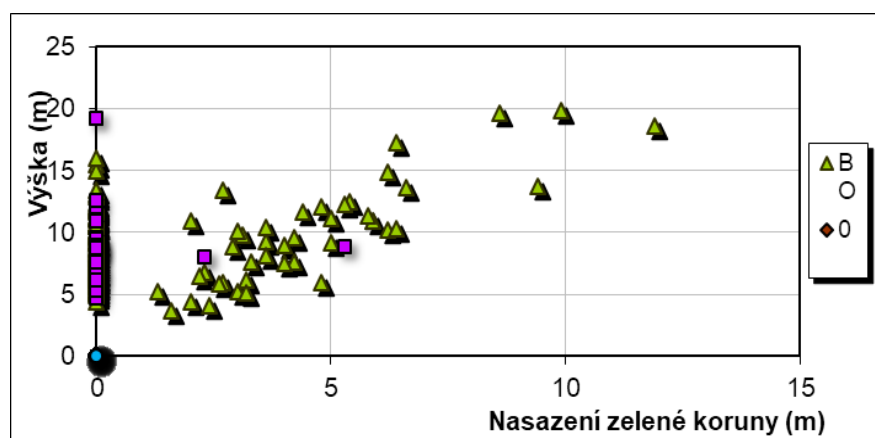
Obr. 131: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 6.



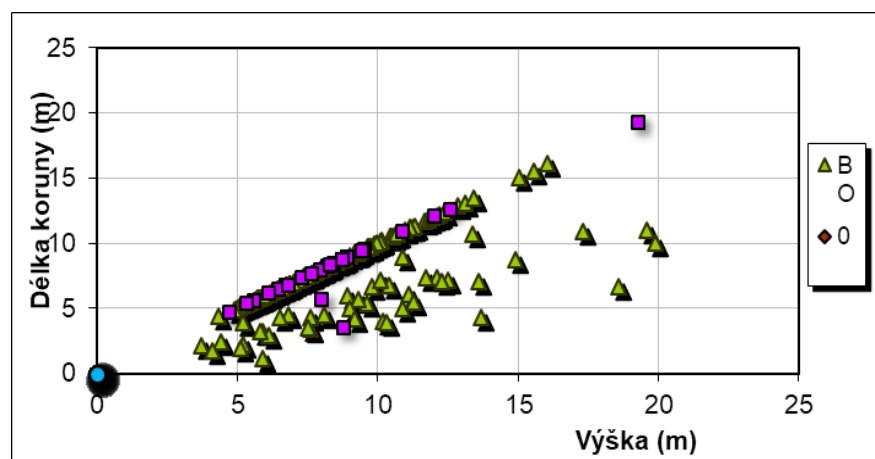
Obr. 132: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 6.



Obr. 133: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 6.



Obr. 134: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 6.



Obr. 135: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 6.

5.5.2.3. 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 N₂O – 307.8 (ppb), což je 0.03078%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 .%
- Koncentrace CO₂ – 354.8 (ppm), což je 0.03548%, pro srovnání v r. 1978 byla hodnota 280 (ppm) 0.0280 %.
- Věk stromového patra – borovice 190 let a smrk 68 let.

Vývoj porostu:

Na ploše TVP 6 se nacházejí mírné roklinky, prohlubně mezi skalami, kde se udržuje větší vlhkost, na horních plošinách jsou skalnaté výběžky s extrémními podmínkami pro porost. V predikci vývoje je patrný výrazný nárůst zápoje ve všech patrech. Porost je agregovaný, tíhnoucí k náhodnému uspořádání, agregovanost lehce zůstává. Zápoj se postupně s věkem rozšiřuje. Porost je borový s příměsí břízy. 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 diference porostu:

Vývoj hodnot strukturálních indexů (R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti) v autochtonním borovém porostu na TVP 6 je uveden na obrázku 142 – 144 a uveden v Tab. 27.

Horizontální uspořádání stromového porostu je lehce agregované, tíhnoucí slabě k náhodnému uspořádání, v roce 2047 bude porost tíhnout více k agregovanosti, v roce 2067 se vrátí k lehce agregovanosti. (Obr. 142).

Relativní míra diverzity je v roce 2017 nejnižší s hodnotou 0,72, pak bude lineárně stoupat až do roku 2037 na maximální hodnotu výběrný struktury 0,74. V roce 2047 nastane mírný pokles na hodnotu 0,73, do roku 2067 se hodnota diverzity pohybuje kolem 0,74. Porost se bude nacházet v roce 2037 na maximální možné diverzitě (Obr. 143).

Porostní proměnlivosti (jako komplexní míra diverzity porostu je v roce 2017 na hodnotě 5,85, pak bude lineárně klesat až do roku 2067 na hodnotu 5,56. Porost je středně proměnlivý ($B > 8$ – výrazně strukturované porosty) - (Obr. 144).

Tloušťková diference je na minimum v roce 2017 s hodnotou 0,28, pak bude stoupat do roku 2067 na maximální hodnotu 0,35. Tloušťková diference se pohybuje v nižších středních hodnotách (rozpětí 0–1, $TMd > 0,7$ velmi silná tloušťková diference) - (Obr. 145).

Výšková diference lineárně klesá, v roce 2017 je na maximum s hodnotou mezi 0,21, pak lineárně klesá do roku 2067 na hodnotu 0,18. Největší diference výšky stromu je v mladých porostech, kdy se v porostu nachází velký počet výškově (vzrůstově) zaostávajících stromů, které ještě neodumřely (rozpětí 0–1, $TMd > 0,7$ velmi silná tloušťková diference) (Obr. 146).

Korunová diference stromového patra je v roce 2017 na maximum s hodnotou 1,81, pak lineárně klesá až do roku 2067 na hodnotu 1,65 (Obr. 147). Jedná se o silnější korunovou diferenciaci.

Druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 je nejnižší v roce 2017 s hodnotou 0,10, pak lineárně stoupá do roku 2067 na hodnotu 0,19. Druhová různorodost je velmi nízká (s rozpětím 0–1) (Obr. 148).

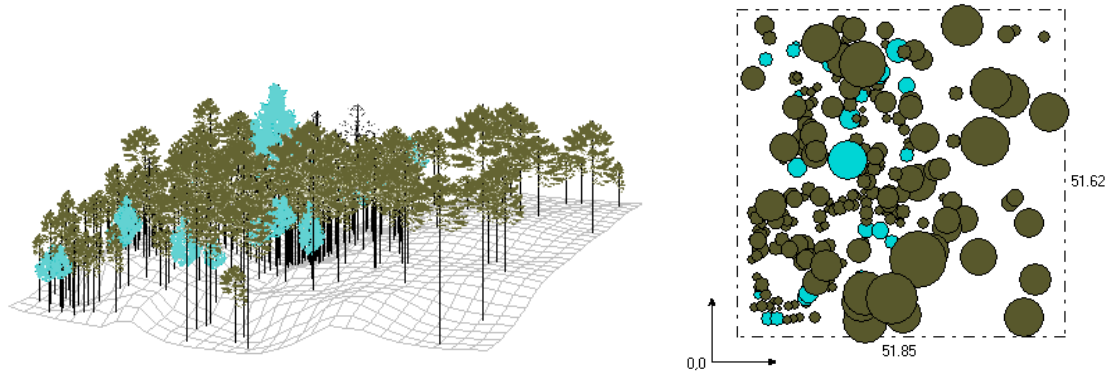
Druhové vyrovnanosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 je na minimální hodnotě v roce 2017 s hodnotou 0,3, potom lineárně stoupá až do roku 2067 na hodnotu 0,62 (Obr. 149). Druhová vyrovnanost je malá (rozpětím 0–1) Společně s předchozím indexem určuje jako relativní míra druhové diverzity porostu.

Vývoj počtu jedinců v $ks \cdot ha^{-1}$ stromového patra bude klesat, kdy je maximum v roce 2017 s 980 kusy, potom lineární pokles do roku 2067 na 900 kusů (Obr. 150).

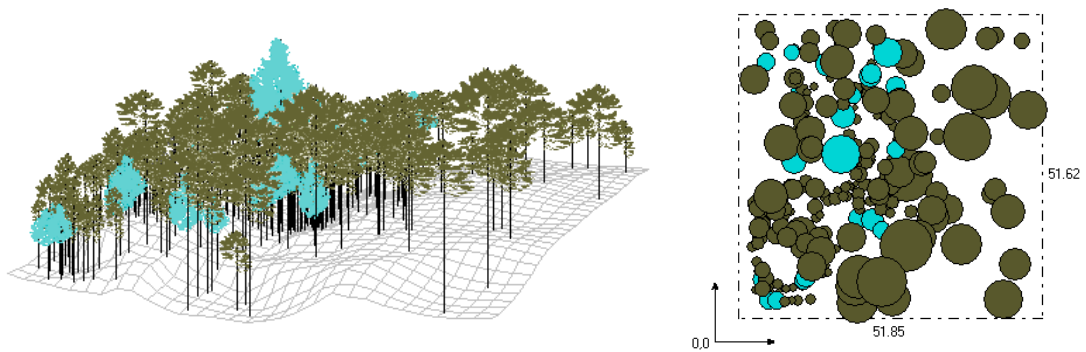
V přepočtu na $m^3 \cdot ha^{-1}$ stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 je hodnota na minimum v roce 2017 s 90 kusy, potom lineárně stoupá do roku 2067 na 230 kusů (Obr. 151).

Z růstového vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje celkově vyplývá, že průměrný věk, výčetní tloušťka, střední porostní výška, objem porostu,

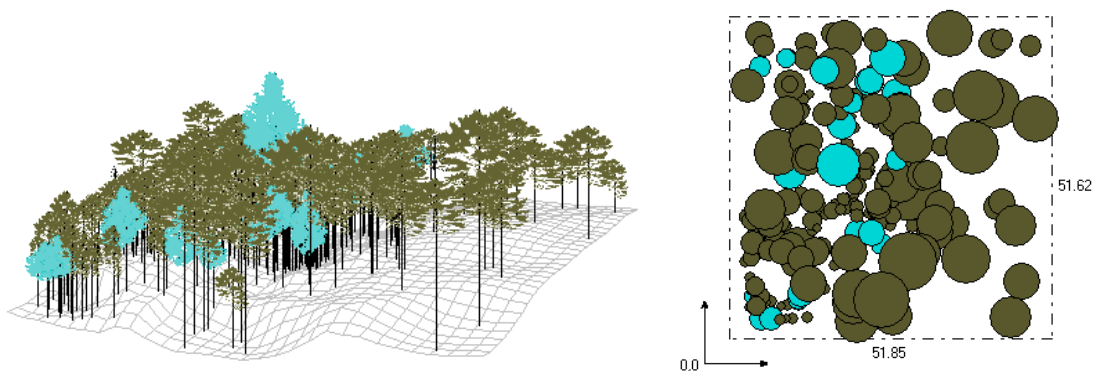
výčetní kruhová základna, celkový průměrný přírůst a celková objemová produkce stoupá od roku 2017 až do roku 2067. Naopak klesá počet stromů na 1 hektar, štíhlostní kvocient a výtvarnice (Tab. 28).



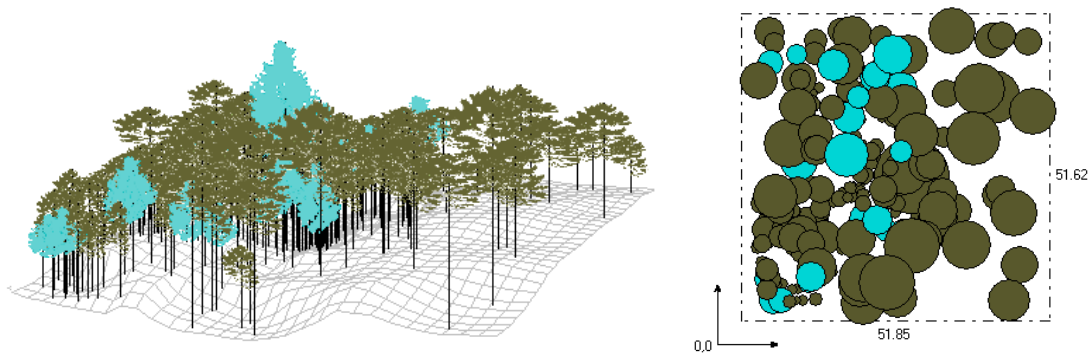
Obr. 136: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2017.



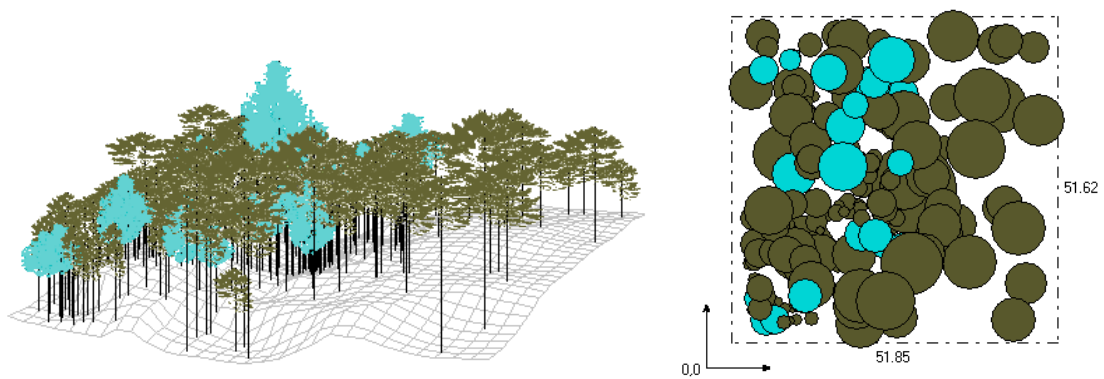
Obr. 137: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2027.



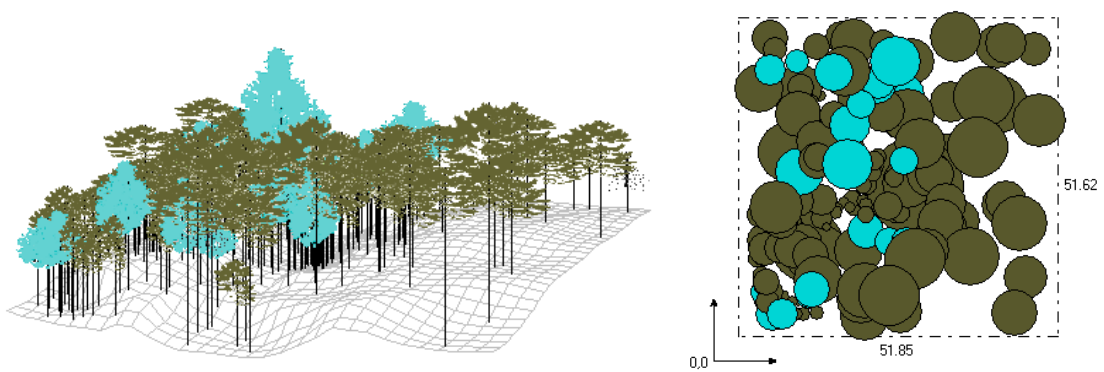
Obr. 138: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2037.



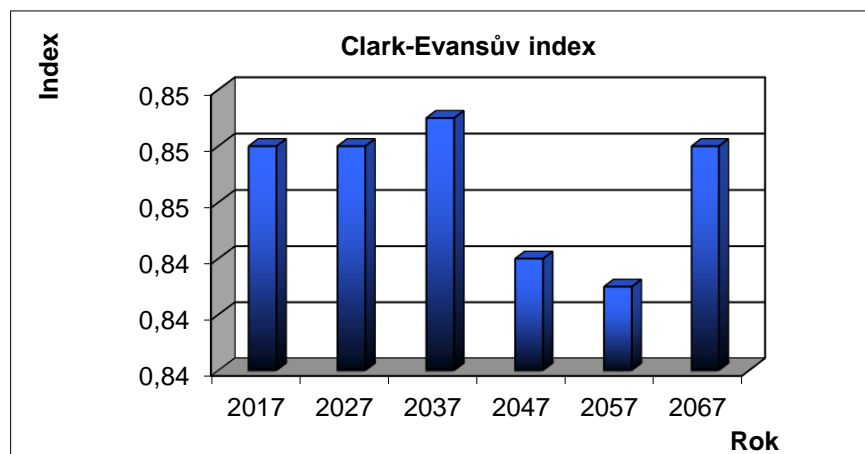
Obr. 139: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2047.



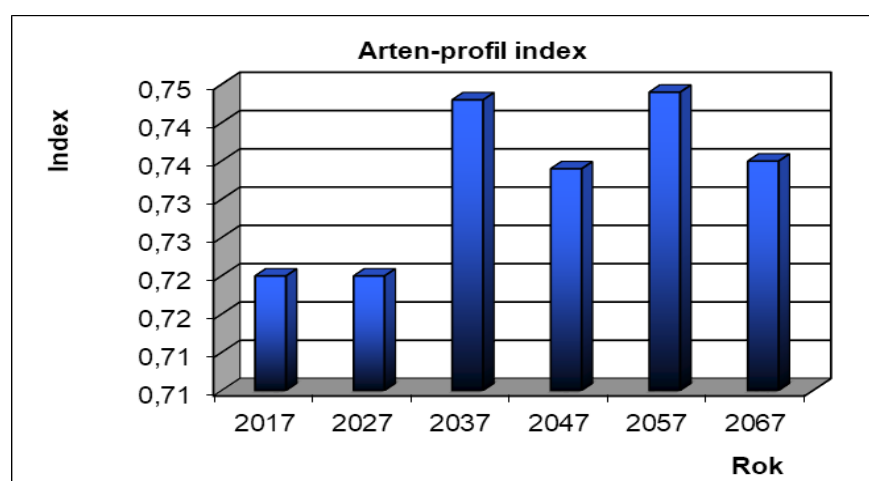
Obr. 140: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2057.



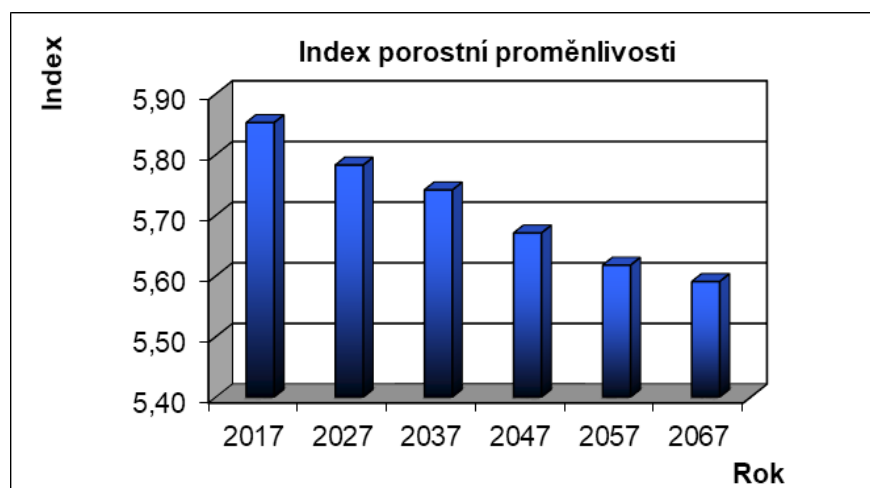
Obr. 141: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2067.



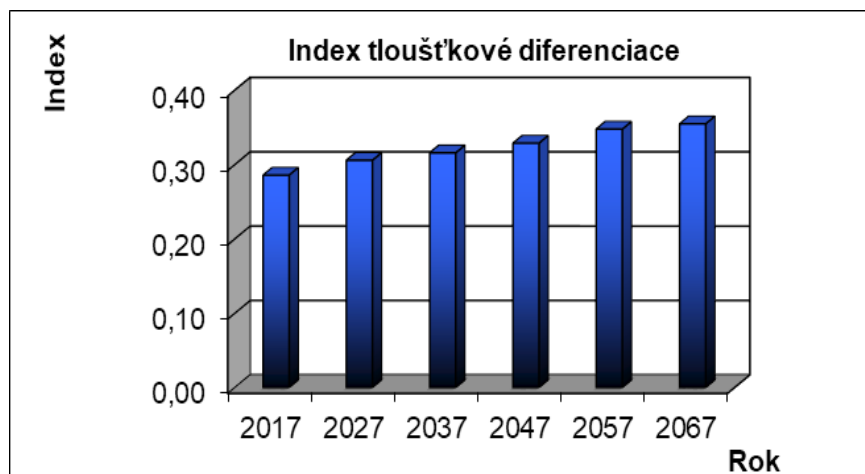
Obr. 142: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



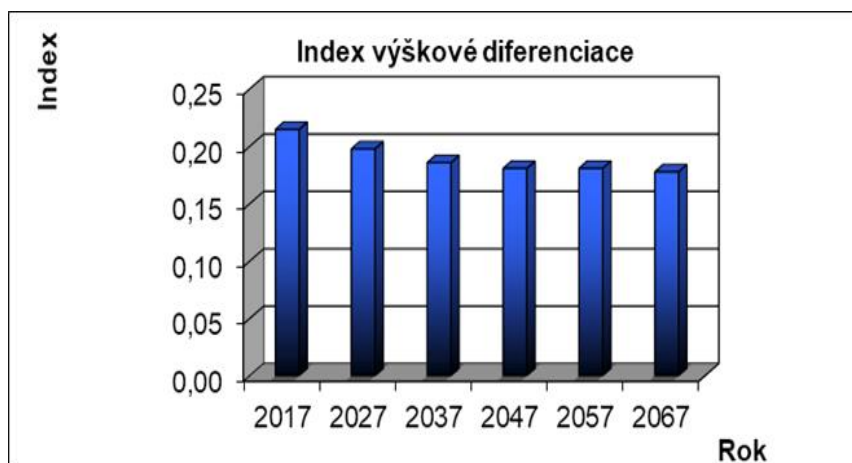
Obr. 143: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



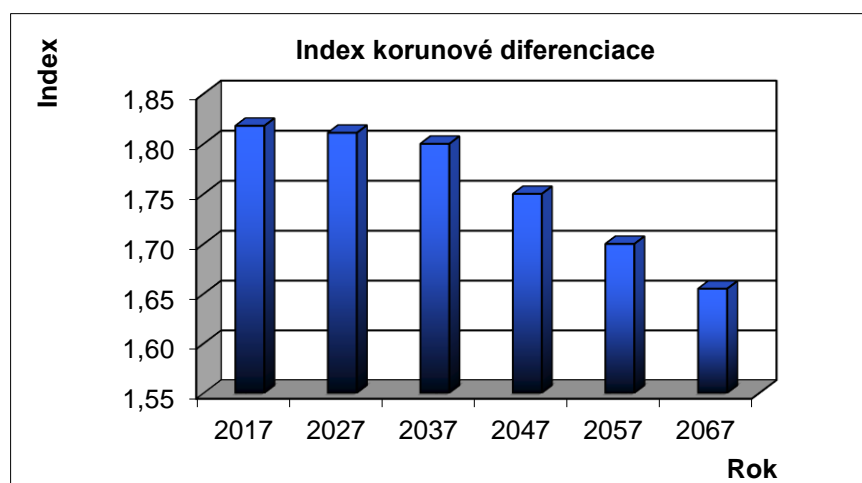
Obr. 144: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



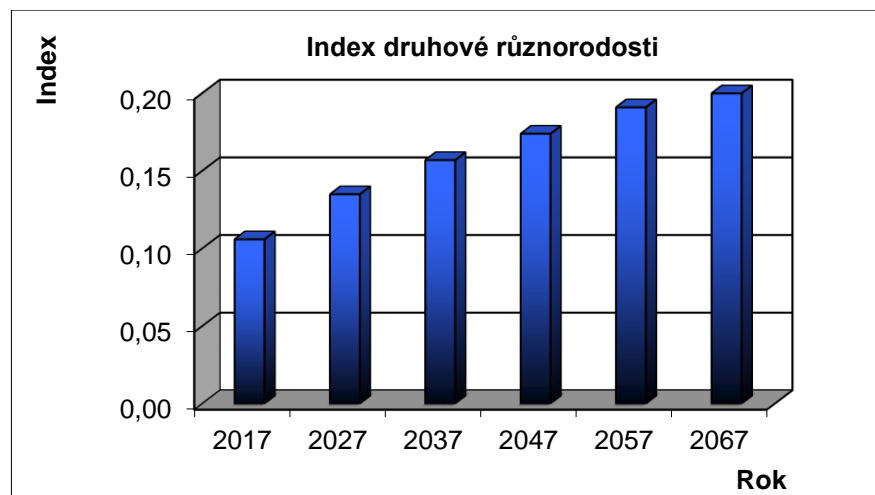
Obr. 145: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



Obr. 146: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



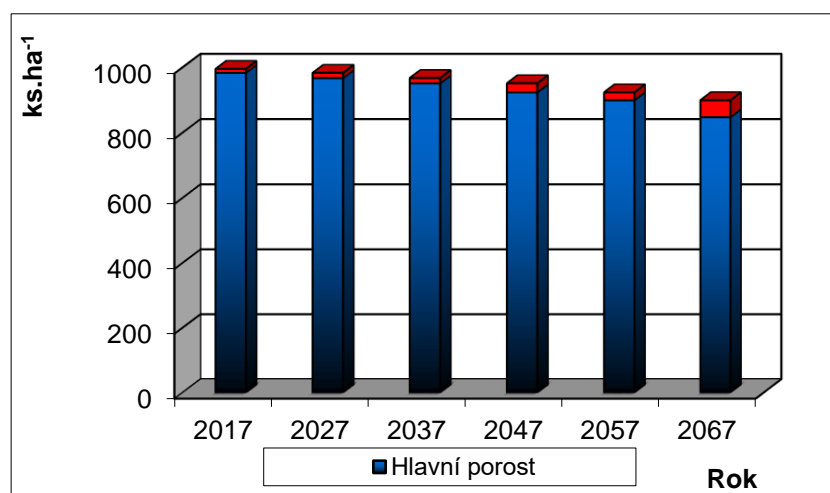
Obr. 147: Vývoj hodnot indexu korunové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



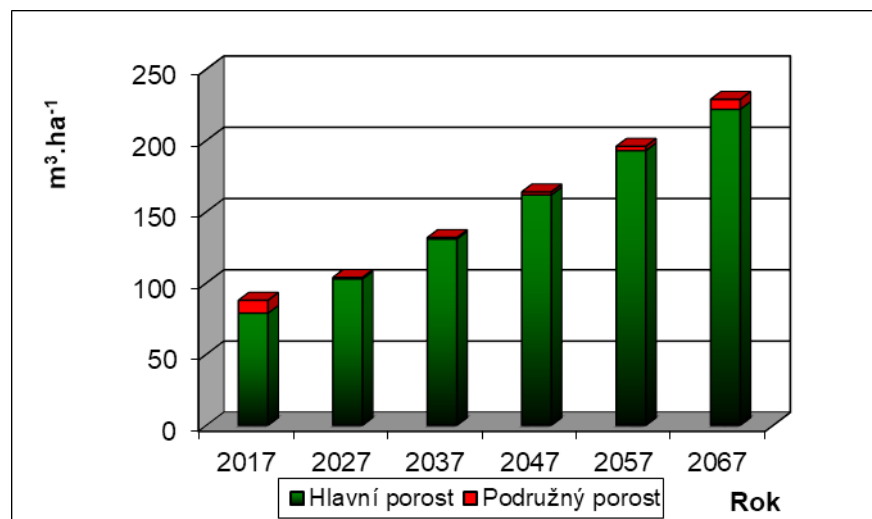
Obr. 148: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



Obr. 149: Vývoj hodnot indexu druhové vyrovnanosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



Obr. 150: Vývoj počtu jedinců v ks.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.



Obr. 151: Vývoj zásoby v m³.ha⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.

Tabulka 27: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy								Denzita		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	K (J&Di)	H' (Si)	E (Pii)	CC	CP	SDI
2017	0,848	0,720	5,853	0,286	0,215	1,818	0,106	0,352	74,1	1,35	0,43
2027	0,848	0,720	5,783	0,306	0,198	1,811	0,135	0,448	82,3	1,73	0,51
2037	0,849	0,743	5,742	0,316	0,186	1,800	0,157	0,522	88,6	2,17	0,61
2047	0,844	0,734	5,671	0,329	0,181	1,750	0,174	0,578	92,7	2,61	0,72
2057	0,843	0,744	5,618	0,348	0,181	1,700	0,191	0,634	95,3	3,05	0,82
2067	0,848	0,735	5,591	0,355	0,178	1,655	0,200	0,664	96,8	3,45	0,92

Vysvětlivky: R – Clark–Evansův agregační index, A – Arten–profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, CP – plocha projekce, CC – zápoj, SDI – index hustoty porostu.

Tabulka 28: Růstová tabulka vývoje sduženého smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.

Celkem

Rok	Sdužený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2017	165	14,7	8,44	0,614	0,088	996	17,0	88	57,4	0,0	0,53	88
2027	165	16,4	8,69	0,576	0,106	984	20,9	104	53,0	2,7	0,68	113
2037	169	18,7	8,99	0,554	0,137	968	26,6	132	48,1	3,1	0,84	142
2047	175	21,0	9,26	0,538	0,173	952	32,9	164	44,1	3,4	1,00	175
2057	182	23,2	9,50	0,527	0,211	924	39,0	195	40,9	3,5	1,15	209
2067	189	25,3	9,70	0,520	0,254	900	45,3	228	38,3	3,6	1,30	245

Borovice

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2017	168	15,1	8,42	0,633	0,096	884	15,9	84	55,8	0,0	0,51	85
2027	169	16,6	8,61	0,607	0,113	872	18,9	99	51,9	2,5	0,64	108
2037	174	18,7	8,83	0,595	0,144	856	23,5	124	47,2	2,7	0,77	134
2047	181	20,7	9,03	0,591	0,180	840	28,3	151	43,6	2,8	0,89	161
2057	188	22,7	9,21	0,582	0,217	812	32,8	176	40,6	2,9	1,01	189
2067	196	24,6	9,35	0,576	0,256	792	37,5	203	38,0	2,9	1,11	218

Vysvětlivky: t – průměrný věk porostu; d – průměrná výčetní tloušťka (cm); h – střední porostní výška (m); f – výtvavnice; v – průměrný objem stromu (m³); N – počet stromů na 1 ha; G – výčetní kruhová základna (m².ha⁻¹); V – objem porostu (m³.ha⁻¹); h:d – štíhlostní kvocient; CBP – celkový běžný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); CPP – celkový průměrný přírůst (m³.ha⁻¹ rok⁻¹); COP – celková objemová produkce (m³.ha⁻¹).

Celkový průměrný přírůst sdruženého porostu se pohyboval v roce 2017 okolo 0,53 m³.ha⁻¹.rok⁻¹. Je nasnadě, že produkční schopnosti vzhledem k ekologickým poměrům jsou velmi nízké. Růstové tabulky vývoje pro sdružený smíšený porost při simulaci samovývoje jsou uvedeny v Tab. 28.

6.5.2.4. Obnova porostu



Obr. 152: Umístění plochy 5 x 5 m v TVP 6.

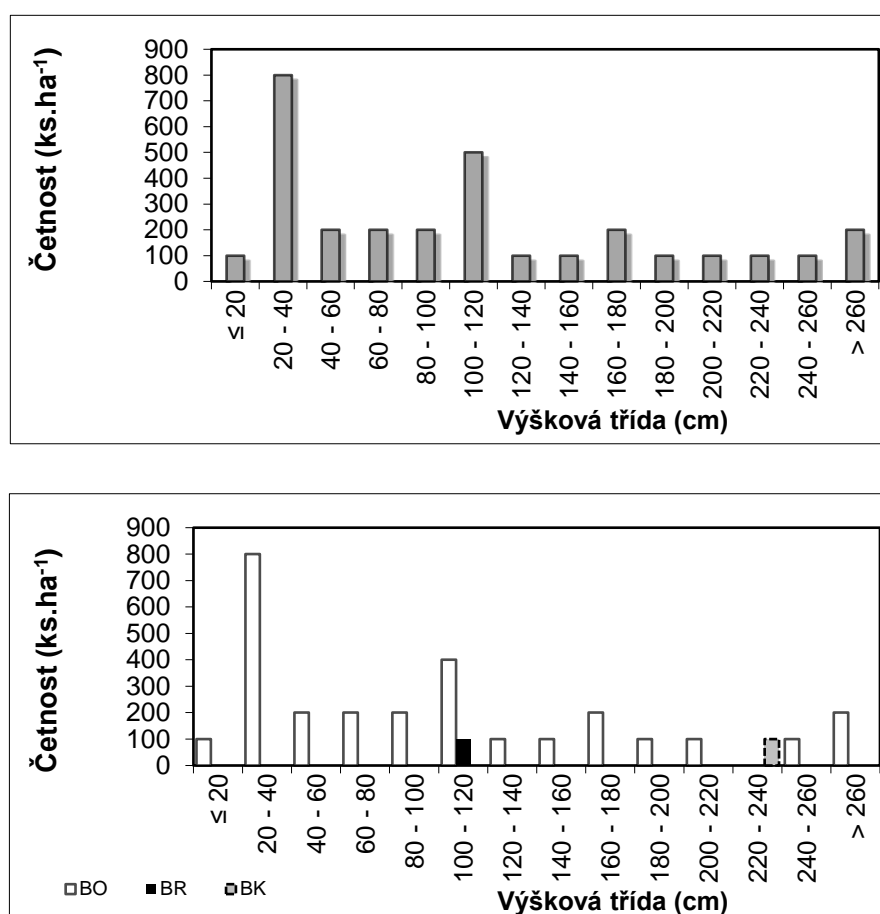
Na výzkumné ploše TVP 6 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy (Obr. 152).

Vzhledem umístění a výběru byla přirozená obnova malá. Z hlediska kvality v počáteční fázi vývoje porostu náletu do 0,5 m kmínky byly ve směs mírně křivolaký. Ve fázi nárůstu od 0,5 - do 1,3 m byly středně křivolaký. Ve fázi mlazín průměr do 5 cm byly taktéž středně až silně křivolaký, jsou zde známky postupné narovnání kmínku. Hustota porostu malá. Známky probíhající autoregulace porostu, velký vliv stanovištní umístění porostu.

Z grafů je patrná výšková struktura přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin v přepočtu ks.ha⁻¹. Celkově je zde zastoupeno nejvíce jedinců zhruba 800 kusů v rozmezí výškové třídy 20 - 40 cm a 550 kusů v rozmezí výškové třídy 100 - 120 cm. Nejméně počet jedinců je 100 kusů ve výškové třídě menší jak 20 cm, 100 kusů ve výškové třídě 120 - 140, 100 kusů ve výškové třídě 140 - 160, 100 kusů ve výškové třídě 180 – 200, 100 kusů ve výškové třídě 200 – 220, 100 kusů ve výškové třídě 220 – 240 a 100 kusů ve výškové třídě 240 - 260.

V přepočtu kusů na hektar přirozené obnovy z grafu vyplývá, že je nejvíce zastoupeno na TVP 6 800 kusů borovic ve výškové třídě v rozmezí 20 - 40 cm, 550 kusů borovice v rozmezí 100 -120 cm. Buk má nejvíce 100 kusů ve výškové třídě 220 – 240. Bříza má nejvíce 100 kusů ve výškové třídě 100 - 120 cm. Nejméně má zastoupení borovice, která má 100 kusů ve výškové třídě menší jak 20 cm.

Celkem je zde zastoupeno ve všech výškových třídách 3750 kusů BO, 100 kusů buku a 100 bříz (Obr. 153).



Obr. 153: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 6.

6.6. Celkové zhodnocení reliktních borů na TVP 1-6

6.6.1. Zastoupení jednotlivých dřevin na TVP 1 - 6

V Tab. 29 je znázorněno procentuální zastoupení jedinců stromového patra diferencovaně 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. Zastoupení na TVP 5: 76% borovic, 16% smrku, 8% bříz. Zastoupení na TVP 6 : 89% borovic, 11% bříz.

Tab. 30 znázorňuje počty jedinců na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých výzkumných plochách. Největší zastoupení na hektar je v TVP 2, kde má borovice 704 jedinců spolu s břízou 20 jedinců - celkem 724 jedinců. V TVP 1 je 592 jedinců borovic, 32 jedinců bříz - celkem 624. V TVP 3 je 392 jedinců borovic, 132 jedinců smrku a 36 jedinců bříz – celkem 560 jedinců. V TVP 4 je 224 jedinců borovic, 72 jedinců smrku, 20 jedinců bříz a 8 jedinců buku – celkem 324 jedinců. TVP 5 obsahuje 464 jedinců borovic, 96 jedinců smrku, 48 jedinců bříz. TVP 6 obsahuje 464 jedinců borovic, 96 jedinců smrku, 48 jedinců bříz. TVP 5 obsahuje 884 jedinců borovic, 122 jedinců bříz – celkem plochu zaujímá 996 jedinců stromového patra na hektar. Nejméně jedinců obsahuje TVP 3 a TVP 4.

Tabulka 29: Procentuální zastoupení jedinců stromového patra diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvalých 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
5	76	16	8	0
6	89	0	11	0

Tabulka 30: Počty jedinců stromového patra v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvalých výzkumných plochách.

TVP	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	464	96	48	0	608
6	884	0	112	0	996

6.6.2. Zastoupení přirozené obnovy na TVP 1 - 6.

Na výzkumných plochách TVP 1 – TVP 6 byla zvolena plocha 5 x 5 metrů s největším procentuálním zastoupením přirozené obnovy. Procentuální zastoupení jedinců přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách je spočítáno v Tab. 31., 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, TVP 5 100% borovic, TVP 6 94% borovic, 3% buků, 3% bříz.

Nejvíce přirozené obnovy v přepočtu na hektar se nachází na TVP 3 s počtem 17 250 jedinců., TVP 4 má 14 250 jedinců, TVP 2 11 750 jedinců, TVP 1 má 7 750, nejmenší zastoupením přirozené obnovy má TVP 6 3000 jedinců a TVP 5 3900 jedinců (Tab. 32).

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 buků, na TVP 4 je výška 153 cm u borovic, 142 cm u břízy v průměru, Na TVP 5 je průměrná výška u borovic 95, na TVP 6 je průměrná výška u borovic 109, u buku 240 cm a u břízy 105 cm (Tab. 33).

Indexy popisující druhovou diverzitu přirozené obnovy jsou v Tab. 34. Největší druhová bohatost je na TVP 6 a TVP 3, nejmenší na TVP 1 a TVP 5. Největší druhové různorodosti je na TVP 3 a TVP 4, nejmenší na TVP 1 a TVP 5. Největší druhové vyrovnanosti je na TVP 3 a TVP 4, nejmenší na TVP 1 a TVP 5.

Tabulka 31: Procentuální zastoupení jedinců přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvalých výzkumných plochách.

TVP	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
5	100	0	0	0
6	94	0	3	3

Tabulka 32: Počty jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvalých výzkumných plochách.

TVP	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
5	3900	0	0	0	3900
6	2800	0	100	100	3000

Tabulka 33: Průměrná výška přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvalých 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	---
5	95	---	---	---
6	109	---	105	240

Tabulka 34: Indexy popisující druhovou diverzitu přirozené obnovy.

TVP	D ₁ (Mai)	D ₂ (Mei)	λ (Sii)	H' (Shi)	E ₁ (Pii)	E ₂ (Hii)
1	0,000	0,011	0,000	0,000	---	----
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
5	0,000	0,016	0,000	0,000	---	----
6	0,250	0,055	0,127	0,291	0,265	0,429

D₁ (Margalef 1958) a D₂ (Menhinick 1964) - indexy druhové bohatosti, λ (Simpson 1949) a H' (Shannon 1948) - indexy druhové různorodosti, E₁ (Pielou 1975) a E₂ (Hill 1973) - indexy druhové vyrovnanosti
Biodiverzita na TVP byla malá.

6.6.3. Zastoupení mrtvého dřeva (stojícího a ležícího) na TVP 1 - 6.

Objemově je nejvíc stojícího mrtvého dřeva na ploše TVP 4 s 33,7m³ a TVP 1 s 29,9 m³. Nejméně je na ploše TVP 6 a to 11,7 m³ spolu s plochou TVP 5 s 13,7m³ (Tab. 35).

Procentuální zastoupení stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin: TVP 1 – borovice lesní 100%, TVP 2 – borovice lesní 100%, TVP 3 – borovice lesní 90%, smrk obecný 10 %, TVP 4 – borovice lesní 98, smrk obecný 2%, TVP 5 – borovice lesní 89%, smrk obecný 11%, TVP 6 – borovice lesní 100% (Tab. 36).

Podle objemu stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách v přepočtu na hektar - podle stupňů rozkladu celkově: TVP 1 – 29,9 %, TVP 2 - 14,7%, TVP 3 – 15,7, TVP 4 – 33,7%, TVP 5 – 13,7 %, TVP 6 - 11,7% . Nejvíce stojícího mrtvého dřeva je na TVP 4. Nejméně stojícího mrtvého dřeva je na TVP 6 (Tab. 37).

Procentuální zastoupení stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle stupňů rozkladu od 1 do 5 stupně je uvedeno v tabulce 38.

Objem ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin v přepočtu na hektar je nejvíce na ploše TVP 6 s 16,3m³ a TVP 5 s 14,4m³. Nejméně je na ploše TVP 2 s 4,3m³ a na TVP 1 s 6,0m³ (Tab. 39).

Procentuální zastoupení ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin: TVP 1 – borovice lesní 100%, TVP 2 – borovice lesní 100%, TVP 3 – borovice lesní 84%, smrk obecný 8%, bříza bělokorá 8%, TVP 4 – borovice lesní 95%, smrk obecný 5%, TVP 5 – borovice lesní 88%, smrk obecný 11%, buk lesní 1%. TVP 6 – borovice lesní 100% (Tab. 40).

Objem ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách v přepočtu na hektar - podle stupňů rozkladu je na ploše TVP 6 s 16,3m³ nejvíce spolu s TVP 5 14,4m³. Nejméně leží na ploše TVP 2 s 4,3m³ a TVP 1 s 6,0m³(Tab. 41).

Procentuální zastoupení ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle stupňů rozkladu od 1 do 5 stupně je uveden v tabulce 42.

Tabulka 35: Objem stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách podle zastoupených dřevin v přepočtu na hektar.

TVP	Dřevina				suma
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	
1	29,9	0	0	0	29,9
2	14,7	0	0	0	14,7
3	14,1	1,6	0	0	15,7
4	33,0	0,7	0	0	33,7
5	12,2	1,5	0	0	13,7
6	11,7	0,0	0	0	11,7

Tabulka 36: Procentuální zastoupení stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách podle zastoupených dřevin.

TVP	Dřevina			
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
1	100	0	0	0
2	100	0	0	0
3	90	10	0	0
4	98	2	0	0
5	89	11	0	0
6	100	0	0	0

Tabulka 37: Objem stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách v přepočtu na hektar podle stupňů rozkladu.

TVP	Stupeň rozkladu				suma
	1	2	3	4	
1	4,3	17,0	8,6	0,0	29,9
2	2,2	2,3	10,2	0,0	14,7
3	1,6	6,8	6,5	0,9	15,7
4	0,8	31,4	1,5	0,0	33,7
5	4,4	9,2	0,0	0,0	13,7
6	0,0	7,1	4,6	0,0	11,7

Tabulka 38: Procentuální zastoupení stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách podle stupňů rozkladu.

TVP	Stupeň rozkladu			
	1	2	3	4
1	14	57	29	0
2	15	16	69	0
3	10	43	41	5
4	2	93	4	0
5	33	67	0	0
6	0	61	39	0

Tabulka 39: Objem ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách podle zastoupených dřevin v přepočtu na hektar.

TVP	Dřevina				suma
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	
1	6,0	0,0	0,0	0,0	6,0
2	4,3	0,0	0,0	0,0	4,3
3	11,3	1,0	1,1	0,0	13,3
4	13,6	0,7	0,0	0,0	14,3
5	12,6	1,6	0,2	0,0	14,4
6	16,3	0,0	0,0	0,0	16,3

Tabulka 40: Procentuální zastoupení ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách podle zastoupených dřevin.

TVP	Dřevina			
	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
1	100	0	0	0
2	100	0	0	0
3	84	8	8	0
4	95	5	0	0
5	88	11	1	0
6	100	0	0	0

Tabulka 41: Objem ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách v přepočtu na hektar podle stupňů rozkladu.

TVP	Stupeň rozkladu					suma
	1	2	3	4	5	
1	0,0	0,1	1,4	4,2	0,4	6,0
2	0,4	0,1	0,8	3,0	0,0	4,3
3	0,0	0,4	4,8	6,7	1,4	13,3
4	1,8	0,0	2,8	7,0	2,8	14,3
5	0,0	3,3	3,5	5,7	2,0	14,4
6	0,0	0,0	2,6	12,2	1,5	16,3

Tabulka 42: Procentuální zastoupení ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvalých výzkumných plochách podle stupňů rozkladu.

TVP	Stupeň rozkladu				
	1	2	3	4	5
1	0	1	23	70	6
2	9	3	19	69	0
3	0	3	36	51	10
4	13	0	19	49	19
5	0	23	24	39	14
6	0	0	16	75	9

7. Diskuze

Strukturu lesních porostů lze definovat podle celé řady parametrů např. velikosti, věku, druhového složení, mrtvého dřeva či pouze jednotlivých porostních složek (*Spies, Franklin 1991; Poage, Tappeiner 2005; Bulušek et al. 2016*). Struktura zahrnuje jak vertikální a horizontální složku, tak i druhové uspořádání (*Maltamo et al. 2005; Vacek et al. 2017*). Vzhledem k tomu, že reliktní borové porosty se samovolným vývojem jsou z tohoto pohledu ve střední Evropě jen málo prozkoumány, zaměřili jsme se v tomto příspěvku na všechny výše zmíněné atributy, které byly vyhodnocovány v rozmezí deseti let. Základní porostní charakteristiky za sledované období mírně vzrostly, nepříliš významná změna bude pravděpodobně způsobena poměrně krátkou dobou délky studie, neboť jak uvádí práce *Kucbel et al. (2012)* ani 40 let nemusí stačit na větší změny v přirozeném sukcesním cyklu. Počet živých stromů na TVP se pohyboval v rozmezí od 324 do 996 ks.ha⁻¹. Tyto hodnoty jsou velmi podobné prezentovanému rozmezí počtu stromů 76–850 ks.ha⁻¹ ve studii *Pascual et al. (2008)*. Zásoba živých stromů se během sledovaného období pohybovala v rozmezí 62–148 m³.ha⁻¹, tyto prezentované zásoby jsou svojí horní hranicí rámcově v souladu s prací *Bílek et al. (2016)*, která studuje přirozená borová stanoviště v České republice a Polsku, ačkoliv tato práce prezentuje z jedné TVP výrazně vyšší porostní zásobu (357 m³.ha⁻¹). V souladu porostní zásobou se kruhové základna pohybovala v rozmezí 14.2–26.0 m².ha⁻¹. I nejvyšší tato velikost kruhové základny ještě výrazně vzdálená od maxima (40,7 m².ha⁻¹), které prezentuje práce *Pascual et al. (2008)* ze Španělska. Naopak výrazně nižší průměrnou hodnotu kruhové základny pro borové porosty (5,8 m².ha⁻¹) prezentuje práce *Brown et al. (2015)* ze Severní Ameriky.

Poměrně velká variabilita prezentovaných výsledků jak v rámci této práce tak i při srovnání s jinými pracemi je způsobena výsledkem působení mnoho faktorů. Neboť podle práce *Forrester et al. (2017)* se produktivita, funkce a stabilita lesních porostů může značně lišit mezi smíšenými porosty a nesmíšenými monokulturami, přičemž na druhou stranu velikost a směr těchto rozdílů jsou často nejisté, protože jsou ovlivněny mnoha různými interakčními faktory, včetně druhových vlastností, klimatických a edafických podmínek, struktury porostů a předchozího managementu (*Forrester 2014; Bauhus et al. 2017*). V tomto ohledu lze druhové složení na TVP, které byly předmětem výzkumu hodnotit spíše jako bohatší, neboť se na TVP vyskytovaly mimo borovice a břízy, které se nacházely na všech plochách, ještě smrk ztepilý (TVP 3–5) a buk lesní (TVP 4). Toto dřevinné zastoupení z přírodě blízkých borových porostů však není nikterak vzácné a je pro přirozená borová stanoviště ještě s dubem prezentované i z řady dalších lokalit ve střední Evropě (*Bílek et al. 2016*). Převážně vyšší hodnoty týkající se biodiverzity byly rovněž potvrzeny

celkovou diverzitou porostu podle indexu vycházejícího z práce *Jaehne, Dohrenbusch (1997)*, kdy na všech TVP s výjimkou TVP 6 byla nerovnoměrná výstavba, k obdobným výsledkům z borových porostů pod vlivem imisí dochází rovněž i práce *Vacek et al. (2017)*. V souvislosti s vyšší strukturální diverzitou porostu pak byl pro borové porosty prací *Ercanli et al. (2015)* potvrzen korelující vztah s produkcí nadzemní biomasy, což potvrzují i práce *Balvanera et al. (2006)* a *Szwagrzyk, Gazda (2007)*. Další indexy hodnotící biodiverzitu pak prezentovaly u jednotlivých ploch poměrně velmi variabilní výsledky pohybující se okolo středních hodnot využitých indexů, obdobně jako práce *Bílek et al. (2016)*. U přirozené obnovy obdobně jako u stromového patra byly výsledky také poměrně variabilní, ačkoliv spíše dosahovaly mírně nižších hodnot.

Distribuce tloušťkových četností na jednotlivých plochách je výrazně levostranného rozdělení, které má přibližně charakter Liocourtovi křivky s výraznou převahou prvních dvou tloušťkových tříd. Toto uspořádání je zpravidla způsobeno po větší disturbanci mateřského porostu, kdy dojde poměrně rychle k přirozené obnově, zatímco menší narušení zvyšuje celkovou strukturální variabilitu (*Franklin et al. 2002; Zeibig et al., 2005*). Uspořádání tloušťkových četností ve tvaru Liocourtovi křivky je také přiřazováno ke starším přírodě blízkým porostům (*Sagheg-Talebi et al., 2005; Král et al., 2010*). Obdobné levostranné uspořádání jako na našich plochách prezentuje z borových lesů v Polsku práce *Szmyt, Tarasiuk (2017)*, přičemž z této práce je během 14ti letého intervalu jasně patrné zvyšování tloušťky jedinců na studovaných lokalitách, které zároveň koreluje se snižováním jejich počtu.

Horizontální struktura porostů je u stromového patra na všech TVP převážně shlukovitá s výjimkou TVP 1 a TVP 4, kde je uspořádání podle dvou sledovaných indexů pravidelné, respektive podle jednoho sledovaného indexu náhodné. U přirozené obnovy je převažující shlukovité uspořádání na všech TVP. Shlukovité uspořádání je typické pro plochy s extrémnějšími stanovištními podmínkami (*Šerá et al. 2000; Bulušek et al. 2016*) a rovněž vychází z odrůstání přirozené obnovy v příhodných mezerách v zápoji (*Bolte et al. 2014*). Na druhou stranu k pravidelnosti uspořádání přispívá úmrtnost jedinců v závislosti na porostní hustotě (*Getzin et al. 2006; Das et al. 2012*), když dochází během vývoje porostu vlivem autoregulace ke snižování počtu jedinců u agregovaných uspořádání (*Haase et al. 1996; Uria-Diez and Pommerening 2017*). V souvislosti s tímto potvrzuje práce *Szmyt, Tarasiuk (2017)* změnu porostního uspořádání během porostního vývoje od náhodného směrem k pravidelnému. V borových porostech v souladu s našimi výsledky pak lze najít jak shlukovité uspořádání (*Akhavan et al. 2012; Tuten et al. 2015*), pro které práce *Brown et al. (2015)* uvádí nejvýraznější převahu shlukovitého uspořádání

v borových porostech v rozpětí vzdálenosti 3–12 m, tak i pravidelné (*Li et al. 2012*) a náhodné (*Aakala et al. 2012*).

Odumřelé dřevo jako důležitá složka přírodě blízkých lesních ekosystémů (*Odor et al. 2006; Jakoby et al. 2010*) se na TVP vyskytovalo v rozmezí 15.9–39.2 m³.ha⁻¹. Přesnou příčinu objemu odumřelého dřeva však lze je těžko definovat, neboť existuje celá řada faktorů ovlivňujících růst a přežívání stromů (*Paluch, Bartkovicz 2004*). Nicméně na lokalitách studovaných v této práci pravděpodobně bude nárůst odumřelého dřeva souviset zejména s vývojovým cyklem lesů, kdy se horní etáž začíná nacházet ve stádiu rozpadu. Další autoři pak v souvislosti s úmrtností zmiňují jako významné prostorové vztahy a vzájemnou konkurenci stromů (*LeMay et al. 2009; Larson et al. 2015*). Naměřené hodnoty jsou pak výrazně nižší, než prezentuje z borových pralesů v Severní Americe práce *Silver et al. (2013)*, který uvádí rozmezí zásoby odumřelého dřeva 37,2–124,1 m³.ha⁻¹, či z borových pralesů ve Finsku a Ruské Karélii 66,7 m³.ha⁻¹ (*Uotila et al. 2001*). Naopak podobné výsledky prezentuje z reliktních borů národní přírodní rezervace Adršpachšsko -Teplické skály práce *Vacek et al. (2017)*, která prezentuje průměrnou zásobu odumřelého dřeva v roce 2015 33,1 m³.ha⁻¹, přičemž byl v této práci na rozdíl od našich výsledků během 15letého sledování zaznamenán pokles průměrného objemu mrtvého dřeva. Poměr odumřelého dřeva stojícího a ležícího na studovaných plochách je pak v souladu se studií *Karjalainen, Kuuluvainen (2002)*, která prezentuje v podstatě totožný poměr odumřelého dřeva stojícího (39 %) a ležícího (61 %) jako naše studie v roce 2016, v roce 2006 byl tento poměr mírně vyrovnanější.

Tyto výsledky ukazují rovněž i značnou regenerační kapacitu studovaných borových porostů. Což je z pohledu samovývoje velmi důležité, neboť přirozená obnova je významnou složkou přírodě blízkých lesních ekosystémů (*Petrítan et al. 2007; Pardos et al. 2008; Dovčiak, Brown 2014*). Počet jedinců přirozené obnovy se pohyboval v rozmezí 3000-17250 ks.ha⁻¹. Toto číslo je při srovnání s jinou prací z České republiky v podstatě řádově vyšší (*Vacek et al. 2017*). Během sledovaného období byl pak zaznamenán s výjimkou jedné TVP poměrně výrazný nárůst počtu jedinců přirozené obnovy, naopak práce *Martín-Alcón et al. (2015)* prezentuje opačný trend, což zdůvodňuje zhoršující se dostupností světla pro jedince z přirozené obnovy. Práce *Štícha et al. (2010)* a *Prévost et al. (2012)* pak uvádí jako možný negativní vliv pro přirozenou obnovu konkurenci travní vegetace. Další práce pak uvádějí, jako negativní vliv pro přirozenou obnovu okus zvěří, zejména pak pro zvěř potravně atraktivních dřevin (*Ammer 1996; Čermák et al. 2009*). Na našich plochách pak jako potravně atraktivní pro zvěř lze hodnotit na základě škod okusem zejména buk lesní, i když v roce 2006 škodila zvěř výrazněji i na jiných dřevinách a lze ji tak

hodnotit jako faktor, který negativně ovlivňuje sukcesní samovývoj porostů z pohledu biodiverzity.

7. Závěr

Z výsledku studia struktury a vývoje porostů ponechaných samovolnému vývoji v PR Kostelecké bory vyplývá, že se zde ještě nerozběhly standardní disturbanční procesy – rozpad stromového patra fyzickým stářím a napadením fytopatogeny, které by zásadním způsobem změnily 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 i nadále doporučit ponechání těchto porostů samovolnému vývoji, jelikož zde v dostatečné míře probíhají autoregulační procesy.

8. Literatura

- Aakala, T. - Fraver, S. - Palik, B.J. - D'Amato AW. (2012):* Spatially random mortality in old-growth red pine forests of northern Minnesota. *Can J For Res*, 42(5): 899–907.
- Akhavan, R. - Sagheb-Talebi, K.- Zenner, EK. - Safavimanesh F (2012):* Spatial patterns in different forest development stages of an intact old-growth Oriental beech forest in the Caspian region of Iran. *Eur J For Res*, 131(5): 1355–1366.
- Ammer, Ch. (1996):* Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88: 43 – 53.
- Antipov, V. G. (1979):* Ustojčivost' drevesnych rastenij k promyšlennym gazam. Minsk, 215 s.
- Bauhus, J.- Forrester, D.I.- Gardiner, B.- Jactel, H.- Vallejo, R.- Pretzsch, H. (2017):* Ecological stability of mixed-species forests. In: Pretzsch, H., Forrester, D.I., Bauhus, J. (Eds.), *Mixed-Species Forests, Ecology and Management*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 339–384.
- Bílek, L. - Vacek, S. - Vacek, Z. - Remeš J. – Král, J., Bulušek, D. (2016):* How close to nature is close-to-nature pine silviculture? *Journal of Forest Science*, 62: 1: s. 24–34.
- Bolte, A. - Hilbrig, L. - Grundmann, B. M. - Roloff, A. (2014):* Understory dynamics after disturbance accelerate succession from spruce to beech-dominated forest—the Siggaboda case study. *Annals of forest science*, 71(2), 139–147.
- Bridgen, M.R. – Hannover, J.W. (1982):* Indirect selection for pest resistance using terpenoid compounds. In: Heybroek, H.M., Tephau, B.R., von Weissenberk. K (eds.), *Resistance to diseases and pests in forest trees*. PUDOC., Wageningen, p. 161 – 168.
- Brown, P. M. - Battaglia, M. A. - Fornwalt, P. J. - Gannon, B. – Huckaby, L. S. - Julian, C. - Cheng, A. S. (2015):* Historical (1860) forest structure in ponderosa pine forests of the northern Front Range, Colorado. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(11), 1462-1473.
- Buček, A. - Lacina, J. (1999):* Geobiocenologie II. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 240 s.
- Bulušek, D. - Vacek, Z. - Vacek, S. - Král, J. - Bílek, L. - Králíček, I. (2016):* Spatial pattern of relict beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the Sudetes of the Czech Republic and Poland. *Journal of Forest Science*, 62(7), 293-305.
- Burschel, P. – Huss, J. – Kalbhenn, R. (1964):* Die natürliche Verjüngung der Buche. Schriften – Reihe Forst. Fak. Un. Göttingen, 34 s.

- Burschel, P. – Huss, J. (1997):* Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für die Entwicklung junger Buchen. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 136: 193–210.
- Burschel, P. – Schmaltz, J. (1965):* Die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung junger Buchen. Allg. Forst- u. Jagdzeitung, 136: 193–210.
- Burschel, P. (1966):* Untersuchungen in Buchenmastjahren. Forstwiss. Zentralblatt, 58: 204–219.
- Clark, P.J. - Evans F. C. (1954):* Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. Ecology, 35, s. 445–453.
- Čermák, P. - Horsák, P. - Špiřík, M. - Mrkva, R. (2009):* Relationships between browsing damage and woody species dominance. Journal of Forest Science, 55: 1: 23–31.
- Černý, A. (1976):* Lesnická fytopatologie. SZN, Praha, 347 s.
- Černý, A. (1989):* Parazitické dřevokazné houby. SZN, Praha, 99 s.
- Dässler, G. H. (1983):* Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Jena, Gustav Fischer Verlag, 210 s.
- David, F. N.; Moore, P. G. (1954):* Notes on contagious distributions in plant populations. Annals of Botany of London, 18, s. 47–53.
- Dietrichson, J. (1961):* Breeding for frost resistance. Silvae Genet., 10: 172 – 184.
- Dohrenbusch, Achim. (1997):* Die natürliche Verjüngung der Kiefer [*Pinus silvestris* L.] im nordwestdeutschen Pleistozän / Achim Dohrenbusch [online].
- Dovčiak, M. - Brown, J. (2014):* Secondary edge effects in regenerating forest landscapes: vegetation and microclimate patterns and their implications for management and conservation. New forests 45: 733–744.
- Eiche, V. (1966):* Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. Studia Forest. Suec., 36: 1 – 219.
- Ercanli, İ. - Kahriman, A. (2015):* The evaluation of different forest structural indices to predict the stand aboveground biomass of even-aged Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in Kunduz, Northern Turkey. Environmental monitoring and assessment, 187(3), 90.
- Ericsson, T. (1986):* Pine seed orchard tests in northern Sweden. Preliminary results from an assessment in summer, 1984 of a series of field trials planted 1973 – 75. In: Lindgren, D. (Ed.) Provenances and forest tree breeding for high.
- Eriksson, G. – Anderson, S. – Eiche, V. – Ifer, J. – Persson, A. (1980):* Severity index and transfer effects on survival and volume production of *Pinus sylvestris* in Northern Sweden. Studia Forest. Suec., 156: 1 – 32.

- 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.
- Federov, N. I. – Mantsevich, E. – Yakimov, N. I. (1978):* Porazhennost' hvoi shyutte obyknovennym v geograficheskikh kulturách sosny: (Needle cast caused by *Lophodermium pinastri* in provenance plantations of Scots pine). *Lesnoj Zh.*, 21: 2: 10 – 12.
- Ferda, J. (1953):* Odolnost lesních dřevin proti kouřovým plynům. *Lesnická práce*, 32: 10: 458–464.
- Fiek, E. (1985):* Ein Charakterbaum unseres Gebirges. *Wanderer im Riesengebirge*, 45–49.
- Forrester, D. I. - Ammer, C. - Annighöfer, P. J. - Avdagic, A. - Barbeito, I. - Bielak, K. - Brazaitis, G. - Coll, L. - del Río, M. - Drössler, L. - Heym, M., Hurt, V. - Löff, M. - Matović, B. - Meloni, F. - den Ouden, J. - Pach, M. - Pereira, M.G. - Ponette, Q. - Pretzsch, H. - Skrzyszewski, J. - Stojanović, D. - Svoboda, M. - Ruiz-Peinado, R. - Vacchiano, G. - Verheyen, K. - Zlatanov, T. - Bravo-Oviedo, A. (2017):* Predicting the spatial and temporal dynamics of species interactions in *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* forests across Europe. *Forest Ecology and Management*, 405, 112-133.
- Forrester, D.I.(2014):* The spatial and temporal dynamics of species interactions in mixedspecies forests: From pattern to process. *For. Ecol. Manage.* 312, 282–292.
- Franklin, J.F.- Spies, T.A. - Pelt, R.V. - Carey, A.B. - Thornburgh, D.A. - Berg, D.R. - Lindenmayer, D.B. - Harmon, M.E. - Keeton W.S. - Shaw, D.C. - Bible, K. - Chen J. (2002):* Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with structural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management*, 155: 399–423.
- Füldner, K., (1995):* Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv*, 66: 235-606.
- Gehrmann, J. (1984):* Einfluss von Bodenversauerung und Kalkung auf die Entwicklung von Buchenverjüngungen im Walde. *Ber. Forsch. Zentr. Waldökosysteme/Waldsterben 1.*, Göttingen.
- Getzin, S. - Dean, C. - He, F, Trofymow, JA. – Wiegand, K. – Wiegand, T. (2006):* Spatial patterns and competition of tree species in a Douglas-fir chronosequence on Vancouver Island. *Ecography* 29:671–682
- Haase, P. - Pugnaire, F.I. - Clark, S.C. - Incoll, L.D. (1996):* Spatial patterns in a two-tieredsemi-arid shrubland in southeastern Spain. *J. Veg. Sci.* 7 (4), 527–534.

- Hasenkamp, J.G. (1982):* Grundsätze und Ziele der Arbeitsgemeinschaft Naturgemässe Waldwirtschaft. In: Gadow, W. H., Weiterentwicklung unserer Wälder. Bremen.
- Hladík, M. – Korpel, Š. – Lukáč, T. – Tesař, V. (1993):* Hospodárenie v lesoch horských oblastí. Písek, Matices lesnická, 123 s.
- Hladilín, V. (1997):* Borovice Šumavy a její pěstování. Vimperk, Správa NPŠ, 46 s.
- Hobza, P. – Mauer, O. – Pop, M. (2008):* Current use of European beech (*Fagus sylvatica* L.) for artificial regeneration of forests in the air-polluted areas. *Journal of Forest Science*, 54: 4: 139–149.
- 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.
- Hrabí, L. (1990b):* K předosevní přípravě dlouhodobě skladovaných bukvic. *Zprávy lesnického výzkumu*, 35: 4: 5–9.
- Hrabí, L. (1992):* K problematice předosevní přípravy bukvic. *Zprávy lesnického výzkumu*, 37: 1: 10–13.
- Hus, J. – Kratsch, H. D. – Röhring, E. (1972):* Ein Erfahrungbericht über Massnahmen zur Förderung der Buchennaturverjüngung bei der Mast 1970 in 8 Forstämtern Südniedersachsens. *Forst- u. Holzwirt*, 27: 365–370.
- Hynek, V. – Buriánek, V. – Benedíková, M. – Frýdl, J. – Kaňák, J. (1997):* Výběrové stromy a porosty uznané pro sběr osiva. *Metodika, Jíloviště – Strnady, VÚLHM*, 51 s.
- 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.
- Jaehne, S. - Dohrenbusch, A. (1997):* Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 116, 333–345.
- Jahnel, Š. - Schmit, L. - Bakesch, A. - Schneider, V. (2012):* Příběh lesa – devět století krkonošských hvozďů. Vydala Správa Krkonošského národního parku. Vrchlabí, s. 21 – 24.
- Jakoby, O. – Rademacher, Ch. - Grimm, V. (2010):* Modelling dead wood islands in European beech forests: how much and how reliably would they provide dead wood? *European Journal of Forest Research*. 129: 659–668.
- Jeník, J. (1955):* Sukcese rostlin na náplavech řeky Bělé v Tatrách. *Acta Univ. Carolinae*, s. 1–58.
- Jeník, J. (1976):* O vegetativním rozmnožování smrku *Picea abies* (L.) Karsten. In: Štúdie o ihličnatých drevinách. Bratislava, Veda, s. 1–106.
- Jeník, J. (1979):* Ecological meaning of stability. In. *Stability of spruce forest ecosystems*. Symposium MAB, Brno, s 7-15.

- Jeník, J. (1980):* Bříza a jeřáb v Krušných horách. *Lesnická práce*, 59: 2: 73-77.
- Jeník, J. (1994b):* Clonal growth in woody plants: A review. *Folia Geobot. Phytotax.*, 29: 291–306.
- Jirgle, J. – Tichý, J. (1981):* Zhodnocení produkce břízy a jeřábu jako náhradních dřevin v Krušných horách. *Práce VÚLHM*, 58: 123–137.
- Jirgle, J. et al. (1980):* Použití náhradních dřevin pro obnovu lesa v Krušných horách. Závěrečná zpráva, Jíloviště-Strnady, VÚLHM, 39 s.
- Jirgle, J.: (1977):* Práce s břízou a jeřábem v imisních oblastech. *Lesnická práce Oikos*, 28, s. 95 - 104.
- Jurásek, A. – Mareš, V. – Vacek, S. (1982):* Vliv znečištění ovzduší na plodivost smrkových porostů. *Lesnická práce*, 61: 11: 492–503.
- Kaňák, J (1993):* Náhorní varianta borovice lesní – nový taxon v lesním hospodářství In: Vegetativní množení lesních dřevin a poznatky o náhorní variantě borovice lesní. Sborník z celostátního semináře, Kladská, s. 3 – 8.
- Kaňák, J. (1985):* Náhorní varianty borovice lesní okrajových pohoří hercynské kotliny. Sborník ČSAZV, *Lesnická práce*, 59: 1: 9 – 12.
- Kaňák, K. (1999):* Historie výzkumu borovice lesní. *Acta Průhoniciana* 68, Průhonice.
- Karjalainen, L. - Kuuluvainen, T. (2002):* Amount and diversity of coarse woody debris within a boreal forest landscape dominated by *Pinus sylvestris* in Vienansalo wilderness, eastern Fennoscandia. *Silva Fenn* 36(1):147–167
- 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.
- Korpeľ, Š. (1989):* Pralesy Slovenska. 1. vyd. Bratislava: Veda, 328 s.
- Korpeľ, Š. et al. (1991):* Pestovanie lesa. Bratislava, *Příroda*, 475 s.
- Koss, H. (1989):* Untersuchungen zur natürlichen Verjüngung der Bucher in Nordrhein – Westfalen, Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme, Göttingen, 50s.
- Král, K. - Vrška, T. - Hort, L. - Adam, D. - Šamonil, P. (2010):* Developmental phases in a temperate natural spruce-fir-beech forest: determination by a supervised classification method. *European Journal of Forest Research*, 129(3), 339–351.
- Kucbel, S. - Saniga, M. - Jaloviar, P. - Vencurik, J. (2012):* Stand structure and temporal variability in old-growth beech-dominated forests of the northwestern Carpathians: A 40-years perspective. *Forest Ecology and Management*, 264, 125-133.

- Kučera, T. (1999):* Reliktní bory, suťové a roklínové lesy. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 27 s.
- Lampadius, F. (1969):* Der Burkhardwald bei Aue als klasisches waldbaulicher Beispiel Rauchschädenabwehr. Adh. D. Säs. Ad. Wiss. Mathem-naturwiss (dresden), 50: 3: 1–24.
- Larson, AJ. - Lutz, JA. - Donato, DC. - Freund, JA. - Swanson, ME - HilleRis-Lambers, J. - Sprugel, DF. - Franklin, JF. (2015):* Spatial aspects of tree mortality strongly differ between young and old-growth. Ecology 96(11):2855–2861.
- LeMay, V. - Pommerening, A. - Marshall, P. (2009):* Spatio-temporal structure of multi-storied, multi-aged interior Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*) stands. J Ecol 97(5):1062–1074.
- Li, Y. – Hui, G. - Zhao, Z. - Hu Y. (2012):* The bivariate distribution characteristics of spatial structure in natural Korean pine broad-leaved forest. Journal of Vegetation Science 23: 1180–1190.
- Lokvenc, T. – Vacek, S. (1993):* Použití autochtonních a zdomácnělých dřevin pro zalesňování imisních holin. Opera Corcontica, 30: 53–71.
- Lokvenc, T. – Vacek, S. (1993):* Použití autochtonních a zdomácnělých dřevin pro zalesňování imisních holin. Opera Corcontica, 30: 53 – 71.
- Lokvenc, T. (1959):* Die vegetative Vermäherung der Fichte im Krkonoše (Riesengebirge). Acta Dendr. Čechoslov., 2: 71–82.
- Lokvenc, T. (1978):* Toulky krkonošskou minulostí. Hradec Králové, Kruh, 258 s.
- Lokvenc, T. (1978):* Toulky krkonošskou minulostí. Hradec Králové, Kruh, 258 s.
- Lokvenc, T. (2007):* Lesní hospodářství. In: Krkonoše – příroda, historie, život. Praha, Baset, s. 473-484.
- Maltamo, M. - Packalen, P. - Yu, X. - Eerikainen, K. - Hyypä, J. - Pitkanen, J. (2005):* Identifying and quantifying structural characteristics of heterogeneous boreal forests using laser scanner data. Forest Ecol. Manage. 216, 41–50.
- Mareš, V. – Souček, J. (1994):* Vliv obnovních sečí na odrůstání smrkových kultur a nárostů. Zprávy lesnického výzkumu, 39: 3: 1–6.
- Mareš, V. – Vacek, S. (1984):* Morfologická proměnlivost a kvalita semenné produkce buku v ČSR. Zprávy lesnického výzkumu, 29: 4: 3–6.
- Mareš, V. (1988):* Vliv obnovních sečí na produkci bukových porostů v souboru lesních typů klenové bučiny. Lesnictví, 34: 2: 137 – 146.

- Martín-Alcón, S. - Coll, L. - Salekin, S. (2015):* Stand-level drivers of tree-species diversification in Mediterranean pine forests after abandonment of traditional practices. *Forest Ecology and Management* 353: 107–117.
- Mayer, H. – Ott, E. (1991):* Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege. 2. Aufl., Stuttgart, New York, 587 s.
- Mejnartowicz, L. - Lewandowski, A. (1985):* Effects of fluorides and sulphur dioxide on pollen germination and growth of the pollen tube. *Acta Soc Bot Poloniae* 54: 125 – 129.
- Mikeska, M. – Vacek, S. et al. (2008):* Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 450 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.
- Modrý, M. - Sýkorová, J. (2004):* Maloplošná chráněná území Libereckého kraje. Liberec: Liberecký kraj, resort životního prostředí a zemědělství, 120 s.
- Moucha, P. (1999):* Zásady začleňování lesů v chráněných krajinných oblastech do zón odstupňované ochrany přírody a krajiny a principy hospodaření v nich. In: Přírodě blízké způsoby hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30. 3. 1999, Moucha, P. (ed.), Praha, SCHKO ČR, ČLS, s. 41-45.
- 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.
- Nilsson, J. E. – Aman, M. J. (1986):* The phenological rhythm of *Pinus sylvestris* clones and its relationship with damage of one – year – old – offsprings after freeze testing. In: Lindgren, D. (ed.), Provenances and forest tree breeding for high latitudes. Proceedings of the Frans Kempe symposium at Umea, June 10 – 11, 1986. Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport, 6: 127 – 147.

- Norell, L. – Eriksson, G. – Ekberg, I. – Dormling, I. (1986): Inheritance of autumn frost hardiness in *Pinus sylvestris* L. seedlings. *Theor. Appl. Genet.*, 72: 440 – 448.
- Odor, P. - Heilmann-Clausen, J. - Christensen, M. - Aude, E. - van Dort, K.W. - Piltaver, A. - Siller, I. - Veerkamp, M.T. - Walley, R. - Standovar, T. - van Hees, A.F.M. - Kosec, J. - Matocec, N. - Kraigher, H. - Grebenc, T. (2006): Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation* 131: 58–71.
- Oleksyn, J. (1988): Height growth of different European Scots pine *Pinus sylvestris* L. Provenances in a heavily polluted and a control environment. Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology, ul. Parkowa 5, 62-035 Kórnik, Poland, pages 289-299.
- Oleksyn, J. - Giertych, M. (1984): Results of a 70 years old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenance experiment in Pulawy, Poland. *Silvae Genetica* 33(1): 22-27.
- Paluch, J. - Bartkowiak, L.E. (2004): Spatial interactions between Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), common oak (*Quercus robur* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) as investigated in stratified stands in mesotrophic site conditions. *For Ecol Manag* 192:229–240.
- Pardos, M. - Montes, F. - Cañellas, I. (2008): Spatial dynamics of natural regeneration in two differently managed *Pinus sylvestris* stands before and after silvacultural intervention using replicated spatial point patterns. *Forestry Science* 54: 260–272.
- Pascual, C. - García-Abril, A. - García-Montero, L. G. - Martín-Fernández, S. - & Cohen, W. B. (2008): Object-based semi-automatic approach for forest structure characterization using lidar data in heterogeneous *Pinus sylvestris* stands. *Forest Ecology and Management*, 255(11), 3677-3685.
- Penttinen A. - Stoyan D. - Henttonen H. (1992) : Marked Point Processes in Forest Statistics. *Forest Science*, 38, 4, s. 806–824.
- Peřina, V. (1960): Přeměny borových monokultur na pleistocenních terasách. Praha, SZN, 210 s.
- Petráš, R. - Pajtík, J. (1991): Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*, 37, (1), s. 49-56.
- Petritan, AM. - Von Lupke, B. - Petritan, IC. (2007): Effects of shade on growth and mortality of maple (*Acer pseudoplatanus*), ash (*Fraxinus excelsior*) and beech (*Fagus sylvatica*) saplings. *Forestry* 80: 397–412.
- 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.
- Pielou, E. C., 1975: Ecological diversity. New York: Wiley, 165 s.

- Plíva (1980):* Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR - K. Plíva. Ministerstvo lesního a vodního hospodářství 1980, brož., 214 s.
- Poage, N.J. - Tappeiner, J.C. (2005):* Tree species and size structure of old-growth Douglas-fir forests in central western Oregon. USA. Forest Ecol. Manage. 204, 329–343.
- Poleno, Z. – Vacek, S. et al. (2007):* Pěstování lesů I. Ekologické základy 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. (1986):* Běžný přírůst ve smíšených porostech.. Práce VÚLHM, 68: 179-214.
- Poleno, Z. (1999a):* Postup obnovní těžby výběrem jednotlivých stromů. Lesnická práce, 78: 4: 150–153.
- Poleno, Z. (1999b):* Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. Kostelec nad Č. l., Lesnická práce, s. r. o., 315 s.
- 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.
- Poleno. Z. (1997):* Trvale udržitelné obhospodařování lesů. Praha, MZe, 105 s.
- Pospíšil, J. – Kobliha, J. (1988):* Šlechtění lesních dřevin. Skriptum, Brno, VŠZ, 135 s.
- Pretzsch, H. (2006):* Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 61, s. 1158–1159.
- Prévosto, B. - Amandier, L. - Quesney, T. - de Boisgelin, G. - Ripert, C. (2012):* Regenerating mature Aleppo pine stands in fire-free conditions: site preparation treatments matter. Forest Ecology and Management 282: 70–77.
- 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.
- Rohmeder, E. – Eicke, D. (1969):* Ergebnisse eines, über sechzigjährigen Kiefern – Provenienzversuches im Forstamt Hegenbach/Pfalz, Forstwiss, Centralbl., 88: 338 – 350.

- Röhring, E. – Gussone, H. A. (1990):* Waldbau auf ökologischer Grundlage. (2. Band), Baumartenwahl, Bestandesbergründung und Bestandespflege. Hamburg, Berlin, 314 s.
- Sagheb-Talebi, K. - Delfan Abazari, B. - Namiranian, M. (2005):* Regeneration process in natural uneven-aged Caspian beech forests of Iran. *Schweiz. Z. Forstwes* 156, 477–480.
- Samek, V. – Materna, J. – Vinš, B. (1963):* Zásady hospodaření v lesích poškozovaných kouřem. *Práce výzkumných ústavů lesnických*, 26: 187–205.
- Shannon, C. E., (1948):* A mathematical theory of communications. *Bell. Syst. Techn. J.*, 27: 379-423.
- Schütt, P. (1957):* Untersuchungen, über Individualunterschiede im Schüttelebefall bei *Pinus silvestris*. *Silvie Genet.*, 6: 109 – 112.
- Schwarz, O. (1996):* Záchrana genofondu krkonošského smrku. In: *Monitoring, výzkum a management lesních ekosystémů na území Krkonošského národního parku*. Vacek, S. (ed.), Opočno 15–17. 4. 1996, Opočno, VÚLHM, s. 125–132.
- Silver, E. J. - D'Amato, A. W. - Fraver, S. - Palik, B. J. - Bradford, J. B. (2013):* Structure and development of old-growth, unmanaged second-growth, and extended rotation *Pinus resinosa* forests in Minnesota, USA. *Forest ecology and management*, 291, 110-118.
- Spies, T.A. - Franklin, J.F. (1991):* The structure of natural young, mature, and oldgrowth Douglas-fir forests in Oregon and Washington. In: *Ruggerio, L.F., Aubry, K.B., Carey, A.B., Huff, M.H. (Eds.), Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-fir Forests*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-285. Pacific Northwest Research Station, Portland, pp. 90–109.
- Squillance, A. E. – Labastide, J. G. A. – Vredenburg, C. I. H. (1975):* Genetic variation and breeding of Scots pine in the Netherlands. *Forest Sci.*, 21: 341 – 352.
- Stephan, B. R. (1984):* Sicherung der Stabilität von Waldbeständen durch Resistenzzüchtung. *Mitt. Bundesforschungsanst. Forst – u. Holzwirtsch.*, 146: 37 – 48.
- Svoboda, P. (1953):* Lesní dřeviny a jejich porosty I. díl. Paha, SZN, 411 s.
- Szmyt, J. - Tarasiuk, S. (2017):* Species-specific spatial structure, species coexistence and mortality pattern in natural, uneven-aged Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)-dominated forest. *European Journal of Forest Research*, 1-16.
- Szwagrzyk, J. - Gazda, A. (2007):* Above-ground standing biomass and tree species diversity in natural stands of Central Europe. *Journal of Vegetation Science*, 18(4), 555–562.

- Šerá, B. - Falta, V. - Cudlín, P. – Chmelíková, E. (2000): Contribution to knowledge of natural growth and development of mountain Norway spruce seedlings. *Ekologia (Bratislava)* 19(4): 420-434.
- Šrůtka, P. et al. (2009): Hodnocení zdravotního stavu porostů a ochrannářský management. In: Vacek, S., Simon, J. at al., *Základní stabilizace porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 253–378.
- Štícha, V. - Kupka, I. - Zahradník, D. - Vacek, S. (2010): Influence of micro-relief and weed competition on natural regeneration of mountain forests in the Šumava Mountains. *Journal of forest science*, 56(5), 218-224.
- Tranquillini, W. (1979): *Physiological Ecology of the Alpine Timberline*. Berlin, 137 s.
- Tuten, M.C. - Meado, r A.S. - Fu, P.Z. (2015): Ecological restoration and fine-scale forest structure regulativ in southwestern ponderosa pine forests. *Forest Ecology and Management*, 348: 57–67.
- Tzschacksch, O. (1982): Untersuchungen zur Erblichkeit der SO₂ – Resistenz bei Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) mit Schlußfolgerungen für die Forstwirtschaft. *Beitraege für die Forstwirtschaft* 16: 103 – 106.
- ÚHÚL (2001): Oblastní plány rozvoje lesů přírodních lesních oblastí 1 – 41. Depon. In: ÚHÚL Brandýs n. L. a MZe Praha.
- ÚHÚLI (2013): *Základy dendrometrie a HÚL na MENDELU*, dostupné na <<http://oryx.mendelu.cz/honza/hul1/index.php>>.[cit. 2013-15-12]
- Uotila, A. - Maltamo, M. - Uuttera, J. - Isomäki, A. (2001): Stand structure in semi-natural and managed forests in eastern Finland and Russian Karelia. *Ecol Bull* 49:149–158
- Uria-Diez, J. - Pommerening, A. (2017): Crown plasticity in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) as a strategy of adaptation to competition and environmental factors. *Ecological Modelling*, 356, 117-126.
- Vacek et al. (1997): *Restoration of Boreal and Temperate Forests*. CRS Press, s. 623.
- 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.

- 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. - Podrázský, V. (2001): Plán péče o národní přírodní rezervaci Adršpašsko – teplické skály a její ochranné pásmo na období 2001 – 2016. Zpráva pro CHKO Broumovsko. Manuscript. Depon. In: Správa CHKO Broumovsko a Opočno, VÚLHM VS, 215 s.
- Vacek, S. – Jurásek, A. (1986): Fruktifikace bukových porostů pod vlivem imisí. Opera Corcontica, 23: 111–141.
- Vacek, S. – Lepš, J. – Tesař, V. (1987): Skladba mladých březových porostů na Trutnovsku. Lesnictví, 33: 4: 343–360.
- Vacek, S. – Lokvenc, T. – Souček, J. (1995b): Přirozená obnova lesních porostů. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe. Praha, MZe ČR, č. 20: 1–46.
- Vacek, S. – Mareš, V. – Jurásek, A. (1983): Morfologická proměnlivost a kvalita semenné produkce bukových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 28: 4: 6–11.
- Vacek, S. – Mareš, V. (1985): Morfologická proměnlivost a kvalita bukvic ze semenných let 1982–1984. Práce VÚLHM, 66: 45–73.
- Vacek, S. – Mareš, V. (1987): Morfologická proměnlivost a kvalita bukvic v různých imisně ekologických poměrech. Lesnická práce, 66: 6: 254–258.
- Vacek, S. – Podrázský, V. – Lokvenc, T. (1995): Possibilities of spruce reproduction by layering in the timberline ecotone. In. Mountain National Parks and Biosphere Reserves: Monitoring and Management. Proceedings of International Conference. Špindlerův Mlýn, Krkonoše National Park, 20.–23. September 1993. Flousek, J., Roberts, G. C. S. (eds.), Vrchlabí, , Krkonoše National Park Administration, s. 141–145.
- Vacek, S. – Podrázský, V. – Pelc, F. (1996): Ekologické poměry, skladba a management komplexu Jizerskohorských bučin. Lesnictví, 42: 1: 20–34.
- Vacek, S. – Podrázský, V. – Souček, J. (1998): Management NPR a PR v CHKO Orlické hory. Příspěvek ze semináře Příroda Orlických hor a jejich podhůří, část 2. Acta Musei Richnoviensis. Sect. Natur., 5: 3: 117-132.
- 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. (2000a): Přírodě blízké lesy – cíle a prostředky lesnického managementu v NP Šumava. In: Monitoring, výzkum a management ekosystému 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. – Podrázský, V. (2006): Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy. Kostelec nad Černými lesy: ÚZPI Praha, 74s.
- 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. – Souček, J. (1995a): Stabilization of forest stands on the timberline by layering of the Norway spruce. In: Investigation of Forest Ecosystems and Forest Damage. Proceedings of a Workshop held in Opočno on April 25.–27. 1995. Matějka, K. (ed.), Praha, s. 186–193.
- Vacek, S. – Souček, J. (1995b): Poškození lesů Krkonoš jelení zvěří a jejich řešení. In: Škody zvěří a jejich řešení. Brno, MZLU, s. 109–112.
- Vacek, S. – Souček, J. (2001): Přirozená obnova v horských lesích Sudet. In: Současné otázky pěstování horských lesů. Sborník z 3. česko-slovenského vědeckého symposia. Opočno, 13.9.–14.9.2001, Slodičák, M., Novák, J. (eds.), Jíloviště-Strnady, VÚLHM, s. 239–248.
- Vacek, S. - Vacek, Z. - Remeš, J. - Bílek, L. - Hůnová, I. - Bulušek, D. - Putalová, T. - Král, J. - Simon, J. (2017): Sensitivity of unmanaged relict pine forest in the Czech Republic to climate change and air pollution. *Trees – Structure and Function*, 31: 1599–1617.
- Vacek, S. – Vacek, Z. – Schwarc, O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 288 s.
- Vacek, S. – Vašina, V. (1990b): Ovlivňování přirozeného vegetativního množení smrku v Krkonoších. In: Úkoly semenářství a šlechtění při obhospodařování lesů v imisních oblastech. ČSAV, Brno, s. 161–163.
- Vacek, S. – Vašina, V. (1989): Přirozené vegetativní rozmnožování smrku *Picea Abies* (L.) Karsten. In: Vegetativní množení smrku, buku a jiných lesních dřevin. Sborník přednášek ze semináře. Brno, VŠZ, s. 54–60.
- Vacek, S. – Vašina, V. (1990a): Vegetativní rozmnožování smrku v horách. *Lesnická práce*, 69: 8: 377–378.
- Vacek, S. (1981): Zdravotní stav a snížená fruktifikace autochtonních smrkových porostů jako odraz imisního zatížení v oblasti anemo-orografického systému Mumlavy. *Opera Corcontica*, 18: 89–103.
- Vacek, S. (1981a): problematika ochranných lesů. *Krkonoše*, 14: 10: 16–19; 14: 11: 16–19.

- Vacek, S. (1981b): Vyhlídky 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. (1983): Několik fytoecologických záznamů z pastvin v Pieninách. Zpr. Čs. Bot. Společ., č. 18, s. 145 - 147.
- Vacek, S. (1984): Ekologické souvislosti poškození v porostech na horní hranici lesa v Krkonoších. Opera Corcontica, 21: 157–165.
- Vacek, S. (1992): Struktura a vývoj mladých jeřábových a březových porostů. Opera Corcontica, 29: 85–121.
- Vacek, S. (1999): Příprava a tvorba plánu péče pro maloplošná zvláště chráněná území. In: Přírodně blízké způsoby hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Průhonice 30. 3. 1999. Moucha, P. (ed.), SCHKO ČR, ČLS, s. 85-97.
- Vacek, S. (2000): Struktura, vývoj a management lesních ekosystémů Krkonoš. Doktorská dizertační práce. Opočno, VÚLHM VS, 684 s.
- Vacek, S. (2002): Přírodně blízký management v lesích „maloplošných“ zvláště chráněných území. In: Limity a rizika uplatňování produkčních funkcí lesa ve zvláště 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. (2004): Průzkum výskytu původních populací smrku ztepilého v NPR Králický Sněžník na základě znaků morfologické proměnlivosti. Zpráva pro MŽP. Opočno, VÚLHM, 58 s.
- 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. (2003): Mountain forests of the Czech Republic. [Prague], Ministry of Agriculture of the Czech Republic, 320 s.
- 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.
- Vanselow, K. (1931): Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. Berlin, 280 s.
- Vanselow, K. (1949): Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. 2 Aufl. (1. Aufl. 1931). Radebeul, Berlin, 367 s.
- Vanselow, K. (1957): Die Verjüngungsformen. Entstehung – Sinn – und Wert. Allg. Forstzeitschrift, 12: 205 – 208.
- Vincent, B. (1957): Zpráva o pokusné ploše, sledující vliv různého sponu, Založené bývalým výzkumným ústavem lesnickým v Mariabrunnu v polesí Lipůvka u Brna. Lesnictví, 3: 12: 130–153 s.
- Vydrová, A. et al. (2006): Optimalizace sítě maloplošných zvláště chráněných území v České republice: VaV 620/20/03. Pardubice: Východočeské muzeum, 216 s.
- Wittich, W., 1958: Bodenkundliche und pflanzenphysiologische Grundlage der mineralischen Düngung im Walde und Möglichkeiten für die Ermittlung des Nährstoffbedarfes. Allg. Forstzeitschr., 13, S. 121–124.
- Wobst, H. (1954): Zur Klarstellung über den Verlauf der naturgemässen Waldwirtschaft. Forst und Holzwirt, 9: 269-275.
- Wobst, H. (1979): Geschichtliche Entwicklung und gedankliche Grundlagen naturgemässer Waldwirtschaft. Forstarchiv, 50: 22-27.
- Zakopal, V. (1972): Dnešní problematika výběrného lesa a jeho výzkumu a využívání výběrných principů při podrobném hospodářství. In: Konference o výzkumu pěstování lesa a jeho perspektivách. Opocno, VÚLHM, s. 190–192.
- Zeibig, A. - Diaci, J. - Wagner, S. (2005): Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. Forest Snow and Landscape Research, 79:69–80.
- 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.
- Zücher, U. (1993): Die Waldwirtschaft wird nachhaltig sein oder sie wird nicht sein! Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 114: 253-269.

9. Seznam obrázků

Obr. 1: Struktura porostu – příklady věkové a druhové diferenciacie (Korpeľ et al. 1991).	15
Obr. 2: Porostní profil a autochtonního smrkového porostu v cílovém hospodářském souboru 02 v Krkonoších (Vacek 1990).	16
Obr. 3: Základní druhy zápoje (Korpeľ et al. 1991).	17
Obr. 4: Velký vývojový cyklus lesa (A) a malý vývojový cyklus lesa (B) - (upraveno podle Schmidt-Vogt 1985; Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).	24
Obr. 5: 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 Korpeľ 1989; Vacek, Simon, Remeš et al. 2007).	25
Obr. 6: Střed zájmových území označen červeným kolečkem, souřadnice GPS 50.5696378N, 14.4599000E, (zdroj mapy ČR).	60
Obr. 7: Charakteristika geologických útvarů (původní oblast), tvar skalní útvarů, roklí, údolí, nejvyšší bot je Vlhošť 614 m. n. m. (zdroj. CHKO Kokořínsko).	60
Obr. 8: Orientační mapa s vymezeným území PR Kostecké bory (zdroj CHKO Kokořínsko). ...	62
Obr. 9: Lesnická mapa typologická (zdroj ÚHÚL).	62
Obr. 10: Stupně přirozenosti v PR Kostecké bory (zdroj ÚHÚL).	63
Obr. 11: Lokality a výběr TVP 1 – 6 (mapa zdroj AOPK ČR).	65
Obr. 12: Porostní mapa – platnost 2017-2026 (zdroj AOPAK ČR).	65
Obr. 13: Rozmístění TVP v prostoru PR Kostecké bory.	69
Obr. 14: Interiér borového porostu na TVP 1 – Kostecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).	74
Obr. 15: Horizontální struktura borového porostu na TVP 1.	75
Obr. 16: Horizontální struktura horní etáže na TVP 1 vyjádřená L-funkcí.	76
Obr. 17: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 1.	76
Obr. 18: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na	77
Obr. 19: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 1.	77
Obr. 20: Vztah mezi výškou a nasazení zelený koruny v porostu na TVP 1.	77
Obr. 21: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 1.	78
Obr. 22: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 1 v roce 2014.	80
Obr. 23: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2024.	80
Obr. 24: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2034.	80
Obr. 25: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2044.	81

Obr. 26: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2054.	81
Obr. 27: Predikce vývoje borového porostu na TVP 1 v roce 2064.	81
Obr. 28: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	82
Obr. 29: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.....	82
Obr. 30: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	82
Obr. 31: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciaci stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	83
Obr. 32: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciaci stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	83
Obr. 33: Vývoj počtu jedinců v ks.ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	83
Obr. 34: Vývoj zásoby v m ³ .ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	84
Obr. 35: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 1.....	86
Obr. 36: Interiér borového porostu na TVP 2 – Kostecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).	87
Obr. 37: Horizontální struktura borového porostu na TVP 2.....	88
Obr. 38: Horizontální struktura horní etáže na TVP 2 vyjádřená L-funkcí.	88
Obr. 39: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 2.....	89
Obr. 40: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 2. ..	89
Obr. 41: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 2.	90
Obr. 42: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 2.	90
Obr. 43: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 2.	90
Obr. 44: Vizualizace aktuálního stavu borového porostu na TVP 2 v roce 2014.....	93
Obr. 45: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2024.	93
Obr. 46: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2034.	93
Obr. 47: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2044.	94
Obr. 48: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2054.	94
Obr. 49: Predikce vývoje borového porostu na TVP 2 v roce 2064.	94

Obr. 50: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	95
Obr. 51: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.....	95
Obr. 52: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	95
Obr. 53: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	96
Obr. 54: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	96
Obr. 55: Vývoj počtu jedinců v ks.ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	96
Obr. 56: Vývoj zásoby v m ³ .ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	97
Obr. 57: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 2.....	99
Obr. 58: Interiér borového porostu na TVP 3 – Kostecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).	100
Obr. 59: Horizontální struktura borového porostu na TVP 3.....	101
Obr. 60: Horizontální struktura horní etáže na TVP 3 vyjádřená L-funkcí.	101
Obr. 61: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 3.	102
Obr. 62: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 3.	102
Obr. 63: Vztah mezi stíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 3.	103
Obr. 64: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 3.	103
Obr. 65: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 3.	103
Obr. 66: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2014.	105
Obr. 67: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2024.	106
Obr. 68: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2034.	106
Obr. 69: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2044.	106
Obr. 70: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2054.	107
Obr. 71: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2064.	107
Obr. 72: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	107

Obr. 73: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.....	108
Obr. 74: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	108
Obr. 75: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	108
Obr. 76: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	109
Obr. 77: Vývoj počtu jedinců v ks.ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	109
Obr. 78: Vývoj zásoby v m ³ .ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	109
Obr. 79: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 3.....	112
Obr. 80: Interiér borového porostu na TVP 4 – Kostelecké bory v roce 2014. (foto: M. Brandejský).	113
Obr. 81: Horizontální struktura borového porostu na TVP 4.....	114
Obr. 82: Horizontální struktura horní etáže na TVP 4 vyjádřená L-funkcí.	114
Obr. 83: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 4.....	115
Obr. 84: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 4.	115
Obr. 85: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 4.	116
Obr. 86: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 4.	116
Obr. 87: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 4.	116
Obr. 88: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2014.	118
Obr. 89: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2024.	119
Obr. 90: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2034.	119
Obr. 91: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2044.	119
Obr. 92: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2054.	120
Obr. 93: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2064.	120
Obr. 94: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	120
Obr. 95: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.....	121

Obr. 96: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	121
Obr. 97: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	121
Obr. 98: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	122
Obr. 99: Vývoj počtu jedinců v ks.ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	122
Obr. 100: Vývoj zásoby v m ³ .ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	122
Obr. 101: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 4.	125
Obr. 102: Interiér borového porostu na TVP 5 – Kostelecké bory v roce 2018. (foto: M. Brandejský).	126
Obr. 103: Horizontální struktura borového porostu na TVP 5.....	127
Obr. 104: Horizontální struktura horní etáže na TVP 5 vyjádřená L-funkcí.	127
Obr. 105: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 5.	128
Obr. 106: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 5.	129
Obr. 107: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 5.	129
Obr. 108: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 5.	129
Obr. 109: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 5.	130
Obr. 110: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2017.	132
Obr. 111: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2027.	133
Obr. 112: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2037.	133
Obr. 113: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2047.	133
Obr. 114: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2057.	134
Obr. 115: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 5 v roce 2067.	134
Obr. 116: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.....	134
Obr. 117: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.....	135

Obr. 118: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	135
Obr. 119: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	135
Obr. 120: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	136
Obr. 121: Vývoj hodnot indexu korunové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	136
Obr. 122: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	136
Obr. 123: Vývoj hodnot indexu druhové vyrovnanosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	137
Obr. 124: Vývoj počtu jedinců v ks.ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	137
Obr. 125: Vývoj zásoby v m ³ .ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.	137
Obr. 126: Umístění plochy 5 × 5 m na TVP 5.	139
Obr. 127: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 5.	140
Obr. 128: Interiér borového porostu na TVP 6 – Kostelecké bory v roce 2018. (foto: M. Brandejský).	141
Obr. 129: Horizontální struktura borového porostu na TVP 6.	142
Obr. 130: Horizontální struktura horní etáže na TVP 6 vyjádřená L-funkcí.	142
Obr. 131: Histogram tloušťkových tříd horní etáže diferencovaně podle dřevin na TVP 6.	143
Obr. 132: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů diferencovaně podle dřevin na TVP 6.	143
Obr. 133: Vztah mezi štíhlostním kvocientem a výčetní tloušťkou v porostu na TVP 6.	144
Obr. 134: Vztah mezi výškou a nasazení koruny v porostu na TVP 6.	144
Obr. 135: Vztah mezi délkou koruny a výškou v porostu na TVP 6.	144
Obr. 136: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2017.	147
Obr. 137: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2027.	147
Obr. 138: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2037.	147
Obr. 139: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2047.	148

Obr. 140: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2057.	148
Obr. 141: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 6 v roce 2067.	148
Obr. 142: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	149
Obr. 143: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	149
Obr. 144: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	149
Obr. 145: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	150
Obr. 146: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	150
Obr. 147: Vývoj hodnot indexu korunové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	150
Obr. 148: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	151
Obr. 149: Vývoj hodnot indexu druhové vyrovnanosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	151
Obr. 150: Vývoj počtu jedinců v ks.ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	151
Obr. 151: Vývoj zásoby v m ³ .ha ⁻¹ stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.	152
Obr. 152: Umístění plochy 5 x 5 m v TVP 6.	153
Obr. 153: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem a diferencovaně podle zastoupených dřevin na TVP 6.	154

10. Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní údaje o PR Kostecké bory.	58
Tabulka 2: Charakteristika PR Kostecké bory.	59
Tabulka 3: Lokalizace PR Kostecké bory.	59
Tabulka 4: Základní údaje o lesích, vztahujících se k PR Kostecké bory.	61
Tabulka 5: Porovnání přirozené a současné skladby lesa v PR Kostecké bory.	61
Tabulka 6: Přehled výměr a zastoupení souborů lesních typů v PR Kostecké bory.	61
Tabulka 7: Výpis z hospodářské knihy k porostu 6B (zdroj AOPK ČR).	66
Tabulka 8: Výpis z hospodářské knihy k porostu 6C (zdroj AOPK ČR).	67
Tabulka 9: Výpis z hospodářské knihy k porostu 7C (zdroj AOPK ČR).	68
Tabulka 10: Intervaly hodnot indexů a odpovídající uspořádání horizontální struktury porostu.	71
Tabulka 11: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 1.	75
Tabulka 12: Vývoj indexů a density stromového patra borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	84
Tabulka 13: Růstová tabulka vývoje sdruženého borového porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	84
Tabulka 14: Indexy popisující horizontální strukturu borového porostu na TVP 2.	88
Tabulka 15: Vývoj indexů stromového patra borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	97
Tabulka 16: Růstová tabulka vývoje sdruženého borového porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	97
Tabulka 17: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 3.	101
Tabulka 18: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	110
Tabulka 19: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	110
Tabulka 20: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 4.	114
Tabulka 21: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	123
Tabulka 22: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	123
Tabulka 23: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 5.	127

Tabulka 24: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.....	137
Tabulka 25: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 5 při simulaci samovývoje.....	138
Tabulka 26: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu na TVP 6.	142
Tabulka 27: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.....	152
Tabulka 28: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 6 při simulaci samovývoje.....	152
Tabulka 29: Procentuální zastoupení jedinců stromového patra diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.....	155
Tabulka 30: Počty jedinců stromového patra v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.....	156
Tabulka 31: Procentuální zastoupení jedinců přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.....	157
Tabulka 32: Počty jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách.....	157
Tabulka 33: Průměrná výška přirozené obnovy diferencovaně podle dřevin na jednotlivých trvale výzkumných plochách v centimetrech.	157
Tabulka 34: Indexy popisující druhovou diverzitu přirozené obnovy.....	157
Tabulka 35: Objem stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin v přepočtu na hektar.	159
Tabulka 36: Procentuální zastoupení stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin.....	159
Tabulka 37: Objem stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách v přepočtu na hektar podle stupňů rozkladu.....	159
Tabulka 38: Procentuální zastoupení stojícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle stupňů rozkladu.....	159
Tabulka 39: Objem ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin v přepočtu na hektar.	160
Tabulka 40: Procentuální zastoupení ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle zastoupených dřevin.....	160

Tabulka 41: Objem ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách v přepočtu na hektar podle stupňů rozkladu.....	160
Tabulka 42: Procentuální zastoupení ležícího mrtvého dřeva na jednotlivých trvale výzkumných plochách podle stupňů rozkladu.	160

11. Seznam zkratek

AOPK - Agentura ochrany přírody a krajiny

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