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

Přirozená obnova porostů s bukem lesním při horní hranici jeho rozšíření v Západních Krkonoších.

Natural regeneration of beech stands as the upper limits of its expansion in the western Krkonoše Mts.

Bakalářská práce

Autor práce: Agáta Petráňová

Vedoucí bakalářské práce: prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Praha 2016

Čestné prohlášení:

Tímto prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma Přirozená obnova porostů s bukem lesním při horní hranici jeho rozšíření v Západních Krkonoších vypracovala zcela samostatně, a to pouze s použitím literárních pramenů, které náležitě cituji v seznamu použité literatury.

.....

V Praze dne 11. dubna 2016 Agáta Petráňová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce prof. RNDr. Stanislavu Vackovi, DrSc. za odborné vedení při vypracovávání této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Janu Královi za pomoc se zpracováním naměřených dat. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině a nejbližším přátelům za jejich rady, podporu a trpělivost, kterou se mnou měli po celou dobu studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá přirozenou obnovou porostů s dominantním bukem lesním v západních Krkonoších. Je zaměřena na území I. zóny ochrany přírody Krkonošského národního parku. Měření a získávání dat bylo prováděno na třech trvalých výzkumných plochách v oblasti Horních Míseček. Do záznamu byli zaneseni všichni jedinci přirozené obnovy do výčetní tloušťky 4 centimetry. Porosty jsou strukturálně i druhově rozmanité. Fázi obnovy na zkusných plochách tvoří mladší jedinci převážně bukového zmlazení. Na TVP se překrývá stadium rozpadu se stadiem počínajícího dorůstání.

Klíčová slova: přirozená obnova, buk lesní, acidofilní horské bučiny, horní hranice lesa, západní Krkonoše

Abstract

This thesis is about natural regeneration of beech stands in the western Krkonoše Mountains. It is focused on the I. zone area of the Krkonoše National Par. The measuring and data collection took place on three permanent research plots in the Horní Mísečky area. All individuals of natural regeneration with the diameter of the stem smaller than 4 cm were taken into account. The stands are diverse according to the structure and also according to the species. The stadium of regrowth is on the research plots represented mainly by younger individuals of the beech regeneration. This stadium overlaps the stadium of decline.

Key words: natural regeneration, European beech, acidophil mountain beechwoods, upper forest limit, western Krkonoše Mountains

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Agáta Petráňová

Lesnictví

Název práce

Přirozená obnova porostů s bukem lesním při horní hranici jeho rozšíření v západních Krkonoších.

Název anglicky

Natural regeneration of beech stands at the upper limits of its expansion in the western Krkonoše Mts.

Cíle práce

Získat poznatky o stavu a vývoji přirozené obnovy v porostech s bukem lesním při horní hranici jeho rozšíření v západních Krkonoších.

Metodika

– Rozbor problematiky přirozené obnovy buku lesního při horní hranici jeho rozšíření v Evropě se zaměřením na nejvýše položené porosty acidofilních horských bučin i skupin buku v ekotonu hranice lesa v západních v Krkonoších.

– Charakteristika zájmové oblasti Krkonošského národního parku a zejména pak stanovištních a porostních poměrů lesních porostů acidofilních horských bučin v západních Krkonoších.

– Charakteristika 3–4 výzkumných ploch o velikosti 50×50 m v porostech acidofilních horských bučin a skupin buku lesního v ekotonu horní hranice lesa v západních Krkonoších.

– Standartní biometrická měření všech jedinců přirozené obnovy na TVP

– Aplikace standardních biometrických a matematickostatistických metod.

– Vyhodnocení přirozené obnovy na 3–4 TVP ve vybraných porostech v západních Krkonoších.

– Využití získaných poznatků o spontánní přirozené obnově buku lesního při horní hranici jeho rozšíření v západních Krkonoších pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

přirozená obnova, buk lesní, acidofilní horské bučiny, horní hranice lesa, západní Krkonoše

Doporučené zdroje informací

Poleno Z., Vacek, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.

Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.

Poleno Z., Vacek, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.

Vacek S., Hejcman, M. (2012): Natural layering, foliation, fertility and plant species composition of a Fagus sylvatica stand above the alpine timberline in the Giant (Krkonoše) Mts., Czech Republic. European Journal of Forest Research, 131:799–810.

Vacek S., Moucha P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.

Vacek S., Nosková I., Bílek L., Vacek Z., Schwarz O. (2010): Regeneration of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts.. Journal of Forest Science, 56: 11: 541–554.

Vacek S., Simon J., Remeš, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007, 447 s.

Vacek S., Vacek Z., Schwarz O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Folia forestalia Bohemica. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.

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

Vacek Z., Vacek S., Bílek L., Remeš J., Štefančík I. (2015): Changes in horizontal structure of natural beech forests on an altitudinal gradient in the Sudetes. Dendrobiology, 73: 333–45.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Otakar Schwarz, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 7. 4. 2015

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2016

Obsah

1. Úvod 9
2. Cíl práce 9
3. Rozbor problematiky 10
3.1. Obecná charakteristika zájmové oblasti 10
3.2. Přírodní poměry 10
3.2.1. Geologie a pedologie 10
3.2.2. Podnebí 11
3.2.3. Vegetace 11
3.3. Buk lesní (*Fagus sylvatica*) 12
3.3.1. Popis 12
3.3.2. Ekologie 13
3.3.3. Význam 13
3.3.4. Buk lesní v lesních porostech Krkonoš v minulosti 13
3.4. Acidofilní horské bučiny 14
3.5. Horní hranice lesa 15
3.6. Přirozená obnova 15
3.6.1. Přirozená obnova buku 16
3.6.2. Přirozená a umělá obnova lesa v minulosti 17
4. Metodika 18
4.1. Charakteristika trvalých výzkumných ploch 18
4.1.1. TVP 9 – Nad Benzínou 1 18
4.1.2. TVP 8 – Nad Benzínou 2 19
4.1.3. TVP 33 – Nad Benzínou 3 19
4.2. Sběr dat 20

4.3. Zpracování dat 20
5. Výsledky 21
5.1. TVP 9 – Nad Benzínou 1 21
5.2. TVP 8 – Nad Benzínou 2 26
5.3. TVP 33 – Nad Benzínou 3 31
6. Diskuse 37
7. Závěr 38
8. Použitá literatura 39

1. Úvod

Krkonoše a jejich lesy mají velmi bohatou historii.

Celá krkonošská oblast byla kdysi pokryta smrko-jedlo-bukovými pralesy, až na místa zarostlá klečí a vrchol Sněžky a Studniční hory. S příchodem člověka do krkonošské oblasti začaly lesy nahrazovat zemědělské půdy. V 15. století do Krkonoš pronikl hornický ruch, což se značně projevilo ve spotřebě dřeva. V druhé polovině 16. století se začalo v Krkonoších dříví těžit rovněž pro kutnohorské doly a tehdy byla velká část krkonošských lesů vykácena. K devastaci Krkonoš, kromě těžby dříví, přispěly významnou měrou různé živelní pohromy (NOŽIČKA 1959, 1961).

V druhé polovině 18. století se začaly objevovat první snahy o záchranu lesů a začaly se zalesňovat holiny. Veškeré snahy vyvrcholily roku 1963 vyhlášením Krkonošského národního parku.

V posledním desetiletí se v Krkonošském národním parku využívá převážně přirozené obnovy. Krkonošské lesy se zmlazují samy tím, že se zde usazují dřeviny původní, ale i dřeviny naváté větrem (náletové). Cílem této práce je zhodnocení obnovy na třech trvalých výzkumných plochách v západních Krkonoších, a to v úzké vazbě na strukturu stromového patra.

2. Cíl práce

Cílem mé práce je zhodnocení aktuálního stavu přirozené obnovy horských porostů s dominantním bukem lesním v západních Krkonoších, a to na třech trvalých výzkumných plochách (dále jen TVP) - Nad Benzinou 1, Nad Benzinou 2 a Nad Benzinou 3. Tyto plochy se nacházejí v katastrálním území Vítkovice v Krkonoších.

3. Rozbor problematiky

3.1. Obecná charakteristika zájmové oblasti

Krkonoše jsou nejvyšším pohořím střední Evropy severně od Alp. Svahy vyčnívají nad alpínskou hranici. Hlavní hřbety a údolí Krkonoš jsou uspořádány ve směru severozápad-jihovýchod, což významně ovlivňuje jejich geografické, klimatické a biologické vlastnosti. V západní části Krkonoš si krajina uchovala svůj původní ráz.

Plochy leží v I. zóně ochrany přírody Krkonošského národního parku, která se rozkládá na 3857,64 hektarech. V této zóně převládá klečový lesní vegetační stupeň a výrazně je zastoupen i smrkový lesní vegetační stupeň. I. zóna ochrany přírody je území nejvyšší přírodovědné hodnoty a přírodní procesy zde byly lidskou činností ovlivněny nejméně. Vyskytují se zde zejména unikátní ekosystémy krkonošské arktoalpínské tundry. Nejvýznačnějšími přírodními biotopy jsou ledovcové kary, hřebenová rašeliniště, alpínské louky, klečové porosty a kamenitá tundra alpínských vrcholů (NEHYBA 2015).

3.2. Přírodní poměry

3.2.1. Geologie a pedologie

Krkonoše mají pestrou geologickou stavbu. Různě zvrásněné a přeměněné komplexy krystalických břidlic vytvářejí rozsáhlou klenbu starohorního komplexu, do které později pronikla krkonošská žula. Část při styku krkonošsko-jizerského plutonu se skládá ze svorů a fylitů, s vložkami kvarcitů, erlanů, amfibolitů, krystalických vápenců a zelených břidlic a vystupuje z něj žulový masiv. Na východě převažují silněji metamorfované horniny, například svorové ruly až svory, které na jihu ohraničují krkonošské ortoruly a kvarcity. V přechodných oblastech se vyvinuly migmatitické ruly. Prvohorní komplex je tvořen fylity, sericitickými kvarcity, metadiabasy a krystalickými vápenci a ohraničují celé pohoří z jihu. V dalších obdobích byla denudována hlubší patra krystalinika v důsledku výzdvihu a odnosu (NEHYBA 2015).

Jelikož je krystalinikum podložím poměrně kyselým, jsou půdy Krkonoš většinou minerálně chudé, ale díky srážkovým poměrům vlhkostně příznivé. Pro půdy 5. lesního vegetačního stupně jsou základem typické kambizemě, pro půdy 6. lesního vegetačního stupně jsou to typické kryptopodzoly, pro půdy 7. lesního vegetačního stupně kryptopodzoly, které se střetávají s humusovými podzoly, pro půdy 8. lesního vegetačního stupně humusové podzoly a pro půdy 9. lesního vegetačního stupně drnové humusové podzoly (NEHYBA 2015).

3.2.2. Podnebí

Průměrná roční teplota se v částech nejnižších pohybuje okolo 6 °C a v částech nejvyšších okolo 0 °C. Teplé a slunečné počasí je zvláště na podzim a v zimě při teplotních inverzích, které se projevují v terénních sníženinách a v uzavřených údolích. Vznikají při rychlém ochlazování vzduchu, který proudí do údolí a vytlačuje odtud lehčí teplejší vzduch. Srážkově mají Krkonoše oceánský ráz a průměrné roční srážky se pohybují okolo 900 mm na spodním okraji a na hřebenech v rozmezí 1200-1600 mm. Nejnižší úhrn srážek je v jarních měsících, nejvyšší je, v důsledku západního proudění a četných srážek, na většině míst v srpnu. Větrné poměry jsou složité a proměnlivé a vítr je tak největším škodlivým činitelem pro krkonošské lesy. Ohrožují je převážně nebezpečné přepadové větry a lokální větry přicházející od západu (NEHYBA 2015). Nebezpečné jsou pro vegetaci pozdní mrazy. V porostu *Calamagrostis villosa* jsou nižší absolutní minima, vyšší četnost mrazových dnů a také vyšší četnost mrazů, přestože průměrná roční teplota půdního povrchu je vyšší, než teplota půdního povrchu v lese (SVOBODA 1952).

3.2.3. Vegetace

Krkonoše oplývají neobvykle bohatou vegetací. Vyskytuje se zde více než 1250 taxonů cévnatých rostlin a několikanásobně vyšší počet druhů výtrusných rostlin – mechorostů, lišejníku, řas, hub atd. (FLOUSEK et al. 1994). Roste zde řada glaciálních reliktů, jako např. ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*) a všivec krkonošský (*Pedicularis sudetica*), a krkonošských endemitů, jako například jeřáb sudetský (*Sorbus sudetica*),

zvonek český (*Campanula bohemica*) a šafrán Heuffelův (*Crocus heuffelianus*).

V západních Krkonoších jsou to zejména oblasti Velkých a Malých kotelních jam, kde se dochovaly typické ledovcové kary se zbytky morén a vzácnou květenou. Na vrcholových rašelinných stanovištích lze dohledat zbytky původní ledovcové květeny, například na Labské louce ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*). Na Pančavské louce v blízkosti sledovaných TVP se dochovalo rašeliniště severského typu rovněž se vzácnou květenou, včetně ostřice tuhé (*Carex bigelowii* subsp. *rigida*) a všivce krkonošského (*Pedicularis sudetica*). Skalnaté žulové rozpukané svahy Sněžných jam hostí vzácné lomikámeny, zvláště lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata*), a žulový balvanitý Violík lišejníky (lišejník zeměpisný *Rhizocarpon geographicum*). Dokladem toho, jak důležitá je ochrana vzácných a endemických druhů jsou hořce z čeledi hořcovitých (*Gentianaceae*), zvláště Hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea*). Podle paměti starších obyvatel se kvetoucími hořci ještě po 2. světové válce přímo modraly okraje lesů, dnes je vzácný (MATĚJŮ 2013).

Bohatství krkonošské květeny dovedli lidé využívat už v době před příchodem kolonistů ze Slezska a z alpské oblasti. Naleziště vzácných léčivých bylin se udržovala v paměti specializovaných bylinářů a kořenářů, kteří si je předávali z generace na generaci jako rodinné tajemství. Obchod s krkonošskými léčivkami přesahoval význam místních trhů. Zvlášť dobře obchodovatelnou bylinou bylo rdesno hadí kořen (*Bistorta major*), užívané proti krvácivosti (JANOTKA et al. 1987).

3.3. Buk lesní (*Fagus sylvatica*)

3.3.1. Popis

Strom velkých rozměrů, s válcovitým kmenem a nápadně hladkou, šedou borkou. Dosahuje výšek kolem 35-45 metrů. Maximálně se dožívá věku 200-400 let. Buk na volném prostranství začíná plodit mezi 20. a 40. rokem, přičemž plodná období se opakují nepravidelně ve víceletých intervalech. Bukvice jsou jedlé, proto jsou často roznášeny ptáky a

drobnými hlodavci. V půdě je buk velmi dobře zakotven. Jeho výmladková schopnost je celkem malá. Na výsadbách vznikají velké škody v důsledku okusu zvěří (ÚŘADNÍČEK et al. 2009).

Bez zásahu člověka by dnes byla střední Evropa pokryta převážně přirozeně smíšenými lesy s bukem lesním (SPOHN et al. 2013).

3.3.2. Ekologie

Buk je dřevina, která snáší i velký zástin, proto mohou mít čisté bučiny několik pater. Svým opadem výrazně ovlivňuje půdu. Na příznivých stanovištích vytlačuje většinu ostatních dřevin. Na vláhu v půdě má střední nároky, vyžaduje dostatek srážek a je citlivý na pozdní mrazy. Nejlepší bučiny jsou na humózních půdách bohatých na vápník, ale roste téměř na všech druzích hornin. Na horní hranici svého rozšíření se buk mísí se smrkem a jedlí (ÚŘADNÍČEK et al. 2009).

3.3.3. Význam

Buk je naší nejvýznamnější hospodářskou listnatou dřevinou. Jeho dřevo má všestranné využití. Cenné sortimenty se získávají většinou jen z hladké části kmene, ostatní části se zpracovávají na palivo nebo celulózu. Staré buky bývají ozdobou zámeckých parků (ÚŘADNÍČEK et al. 2009).

3.3.4. Buk lesní v lesních porostech Krkonoš v minulosti

Dle nejstarší mapy Krkonoš (BARTOŠ 2012) se v jejich západní části, kde se nacházejí sledované TVP, uvádí kosodřevina (die Knieräuchlein), listnatý les (der Schwarze Kzurt), březoví (das Birkicht), olšoví (das Erlicht), hora porostlá hájeným lesem (das Hainberg) a jen v jediném případě hora porostlá bukem lesním (der rote Buchberg). Naproti tomu ve východní části Krkonoš v pomístních názvech buk silně převažuje. Uvádí se tu Velký bukový vrch (der grosse Buchberg), Malý bukový vrch (der kleine Buchberg), buková strana (die Buchseiten), Mladé buky (Jungbuch). Jen jediný název, Smrčinový potok, se vztahuje ke smrkovému porostu (das Fichtewasser). Tato skutečnost může mít dvojí vysvětlení:

Prvním vysvětlením může být skutečnost, že buk lesní převažoval v původním stromovém porostu východních Krkonoš už před středověkou kolonizací. Dosud se tu nachází zbytek bukového pralesa v lokalitě Dvorský les na vrcholu Rýchor v nadmořské výšce 1063 m.

Druhou možností je, že v západních Krkonoších byl již od 15. století buk lesní kácen daleko intenzivněji. Bukové dřevo se využívalo především pro zdejší hornictví, hutnictví a rychle se rozvíjející sklárny. Zvláště sklárny, odkázané na potaš z bukového dřeva, působily na bukové lesy ve svém okolí likvidačně. Jedny z nejvýznamnějších skelných hutí (Vítkovice – Skelné Hutě) vyrostly i na katastru Vítkovic a nepochybně brzy spotřebovaly veškeré bukové porosty v údolí, do něhož se svažují i sledované TVP. Naproti tomu těžba dřeva ve východních Krkonoších, určená k plavení po Labi, dávala přednost jehličnanům, hlavně rychle se obnovujícím smrkovým lesům. O bukovém lese v Rýchorech uvedli královští komisaři v roce 1609, že „na vodu dopraven býti nemůže. V něm se nachází dříví bukové, kteréž na vodě neplyne, nýbrž tone, pročež k Horám Kutným dodáno býti nemůže.“ (LOUDA 2012). Kvalitní těžké bukové dřevo bylo pro plavení nevhodné, ale o to více vyhledávané právě sklárnami na Jilemnicku.

3.4. Acidofilní horské bučiny

Acidofilní bučiny představují listnaté nebo smíšené vícepatrové porosty na kyselých silikátových horninách, ve kterých převládá buk lesní. Častou příměsí bývají mezofilní listnáče, jako javor mléč (*Acer platanoides*) a javor klen (*Acer pseudoplatanus*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), smrk ztepilý (*Picea abies*) a vzácněji i jedle bělokorá (*Abies alba*). Vyskytují se na mírných i strmějších svazích. Mineralizace opadu a koloběh živin trvá déle než u květnatých bučin a jedlin. Porosty charakterizuje častá absence keřového patra a na živiny náročnější druhy bylin. V přirozených bučinách dominuje buk lesní, vytvářející hustě zavětvené stinné porosty. Pokryvnost a druhová skladba podrostu závisí především na obsahu živin. Stromové patro E3 bývá u přirozených pralesovitých porostů dvoupatrové s různověkou strukturou a nerovnoměrným zápojem s množstvím světlin.

Pokryvnost a druhová skladba keřového patra E2 a bylinného patra E1 závisí převážně na edafických podmínkách, svažitosti a zápoji dřevin. Pokud je keřové patro vyvinuto, převládají v něm zmlazující dřeviny stromového patra. Pokryvnost bylinného patra nepřesahuje 50 %. V horských acidofilních bučinách dominují podrostu acidofilní druhy trávovitého vzhledu, především třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), a keříčky, především borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Mechové patro E0 vzniká spíše jen na kamenech a padlých kmenech a je tvořeno zejména mechorosty rodu ploník (*Polytrichum* sp.) a dvouhrotec (*Dicranum* sp.). Acidofilní bučiny jsou rozšířeny především ve vyšších polohách pahorkatin a v horských polohách (VACEK et al. 2012).

3.5. Horní hranice lesa

Ve vyšších nadmořských výškách a převážně v ekotonu horní hranice lesa (cca od nadmořské výšky 1200 m) jsou porosty smrku poměrně heterogenní. Porosty jsou řidší a mezernaté, stromy jsou koncentrovány do hloučků a roste tak význam vzájemného bočního ekologického krytu. Významně se uplatňuje hřížení. Přežití smrku v polohách s nepříznivými podmínkami umožňuje zakořeňování spodních větví, přitisknutých vlivem sněhu k zemi. Výjimečně dochází i ke hřížení větví buku, které bylo zjištěno na jižním svahu Krkonoš. Stadium optima je u těchto dřevin krátké a nevýrazné (JENÍK et al. 1962).

V Krkonoších se porosty v ekotonu horní hranice lesa nacházejí většinou od nadmořské výšky 1230-1250 m. Víceméně v celém ekotonu horní hranice lesa se lze setkat s přirozeným hřížením smrku. Přirozené hřížení buku bylo zjištěno pouze na jižním svahu Krkonoš. Zde tvoří buk lesní v délce cca 1 km horní hranici lesa a v sevřených bioskupinách vystupuje o více než 100 výškových metrů nad ní (VACEK et al. 2009).

3.6. Přirozená obnova

Přirozená obnova je důležitou součástí pěstební činnosti. Směřuje ke vzniku zdravého a produkujícího lesa, schopného plnit všechny funkce lesa. Je dlouhodobým úkolem a potřebuje časovou i prostorovou úpravu

vycházející z vytyčených cílů a vytvářející předpoklady k jejich dosažení. Konečný efekt často závisí i na správné péči o nárosty včetně úpravy porostních směsí a jejich doplnění umělou obnovou. Využívání přirozené obnovy je však ztěžováno rozdílností druhové a prostorové skladby od přirozených lesů. V současnosti je stav přirozené obnovy v našich lesích neuspokojující. Mezi závažnější stanovištní vlastnosti ovlivňující způsob obnovy patří rozdíly půdní a terénní, v nejvyšších lesních vegetačních stupních i rozdíly mikroklimatické. Obnovní způsob ovlivňují i biologické vlastnosti hlavní dřeviny (VACEK 2000).

Samozřejmou podmínkou přirozené semenné obnovy je opad semene některé z dřevin v obnovovaném porostu, vhodný stav půdy pro klíčení semen, vzejití semenáčků a jejich počáteční přežití, a vhodné klimatické podmínky. Průběh přirozené obnovy trvá déle než při obnově umělé. Střední a vyšší chladnější, na srážky bohaté, polohy jsou vláhově příznivější pro dosažení a vývoj přirozené obnovy, jelikož je zde méně rizikových momentů než v nižších, či ke slunci a větru exponovaných lokalitách. Díky menšímu sklonu k zabuřeňování půdy je dosažení přirozené obnovy nejsnadnější v edafické kategorii kyselé (POLENO et al. 2009).

3.6.1. Přirozená obnova buku

Přirozenou obnovu buku lze uskutečnit prakticky na všech souborech lesních typů (v rámci jeho přirozeného rozšíření). Je pro ni však často nezbytná příprava půdy, která by se měla zaměřit na odkrytí minerální půdy, popřípadě na promíšení nadložního humusu s minerální půdou, a potlačení plevelné vegetace ohrožující klíčící semenáčky.

Díky své vlastnosti snášet silný zástin je buk vhodný pro růst pod rozvolněným mateřským porostem. Na otevřených plochách často trpí mrazem a konkurencí buřeně. Pro mnohé praktické lesníky je dosažení bukového nárostu vyhovující kvality velmi těžkým úkolem. Neúspěchy a problémy spočívají zčásti i ve zvýšení kvalitativních požadavků na bukové

dřevo, což předpokládá vysokou kvalitu a hustotu mlazin. Mezi další problémy patří i působení imisí (POLENO et al. 2009).

3.6.2. Přirozená a umělá obnova lesa v minulosti

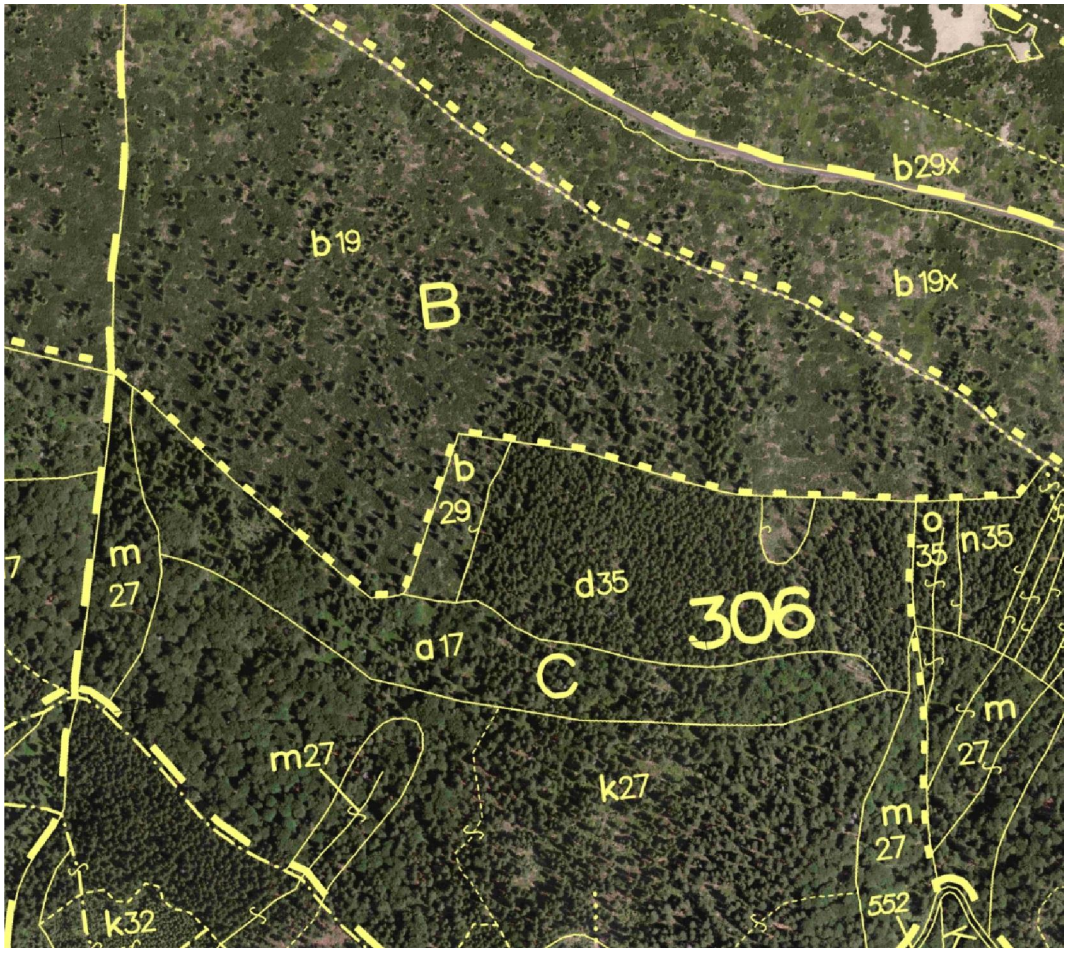
Jen zlomek pomístních názvů spojených s typem lesa se uchoval do 19. století, což svědčí o proměnách lesních porostů v systému racionálního hospodaření s lesním bohatstvím a jeho plánovitou obnovou.

V některých částech východních Krkonoš už ve starším období docházelo k umělé obnově lesa, vykáceného do holosečí pro kutnohorské doly. Semenáče ponechávané jako výstavky na pasekách předurčovaly skladbu budoucího lesa. Snahy o dosažení nepřetržité a rovnoměrné těžby, jejichž počátky pozorujeme ve zmíněné zprávě o stavu královských lesů z roku 1609 (LOUDA 2012), se mohly uplatnit v málo členitém terénu. Tereziánské lesní řády později v roce 1754 přímo doporučovaly holoseče a umělou obnovu lesa jen v oblastech rovinatých, nikoliv na prudkých horských stráních. Tam, patrně i v prostoru námi sledovaných TVP, se dlouho udržely seče výběrové, spoléhající na přirozenou obnovu lesa. Vlastníci jilemnického panství Harrachové se v hospodaření s lesy řídili poznatky odborných lesnických spisů, které vycházely už počátkem 18. století (NOŽIČKA 1959) a hospodařili na svou dobu moderně. Snahy o dosažení nepřetržité a rovnoměrné těžby se od sklonku 18. století odrážejí v dochovaných lesních plánech umělé obnovy. Harrachové také prosazovali ochranu lesů. Vydávali zákazy vyžínání trávy a pasení dobytka v mladých lesních porostech a dbali na včasné odstraňování polomů, aby se zabránilo šíření škůdců. Kůrovec se v Krkonoších objevil už v roce 1703 (NOŽIČKA 1957). Zda byly hospodářské instrukce k hospodaření s lesem uplatňovány i v těžko přístupném terénu a vysoké nadmořské výše, v níž se nacházejí sledované TVP, není možné písemnými prameny z 18. a 19. století prokázat.

4. Metodika

4.1. Charakteristika trvalých výzkumných ploch

Data jsem shromažďovala na třech trvalých výzkumných plochách založených roku 1980 v západních Krkonoších v oblasti Horních Míseček.



Obr. 1: Ortofoto mapa zájmového území.

4.1.1. TVP 9 – Nad Benzínou 1

Porost 306 C k27 o velikosti 14,43 ha - rozpracovaná kmenovina s hloučkovitou přirozenou obnovou se nachází v nadmořské výšce 1170 m. Postupná redukce horní etáže v zapojených částech porostu. Porost fenotypové třídy C. Spadá do katastrálního území Vítkovice v Krkonoších. Plocha se nachází v málo členitém terénu, na svahu středního sklonu s jihozápadní expozicí. TVP 9 se řadí do lesního typu 7K1 – kyselá buková smrčina metlicová. Plocha leží v 7. lesním vegetačním stupni. Zde se střetávají typické kryptopodzoly s humusovými podzoly. Tyto půdy jsou

kyselé, vlhké, kamenité, málo zásobené živinami a silně humózní. Díky těmto vlastnostem se řadí k produkčně zdatným půdám. Půdním typem je kambizem modální a půdnímu pokryvu zde dominuje *Calamagrostis villosa*.

4.1.2. TVP 8 – Nad Benzínou 2

Porost 306 C a17 o velikosti 4,53 ha - vícevrstevná kmenovina se nachází v nadmořské výšce 1190 m. Spadá do katastrálního území Vítkovice v Krkonoších. Porost fenotypové třídy C. Plocha se nachází v málo členitém terénu, na svahu středního sklonu s jihozápadní expozicí. TVP 8 se také řadí do lesního typu 7K1 – kyselá buková smrčina metlicová. Plocha leží v 7. lesním vegetačním stupni. Zde se střetávají typické kryptopodzoly s humusovými podzoly. Tyto půdy jsou kyselé, vlhké, kamenité, málo zásobené živinami a silně humózní. Díky těmto vlastnostem se řadí k produkčně zdatným půdám. Půdním typem je kryptopodzol modální a na ploše dominuje *Vaccinium myrtillus*.

4.1.3. TVP 33 – Nad Benzínou 3

Porost 306 B b19 o velikosti 20,94 ha - kosodřeviny s příměsí horské smrčiny a jednotlivě jeřábu se nachází v nadmořské výšce 1310 m. Spadá do katastrálního území Vítkovice v Krkonoších. Porost fenotypové třídy D. Plocha se nachází ve středně členitém terénu, na svahu středního sklonu s jihozápadní expozicí. TVP 33 náleží k lesnímu typu 9K2 – klečová smrčina borůvková se třtinou. Plocha leží v 9. lesním vegetačním stupni. Jeho základem jsou drnové humusové podzoly. Ty jsou silně kyselé, se zvýšenými zásobami vody, poměrně mělké, slabě zásobené živinami a se zásobami nepříznivých forem humusu. Pro tyto půdy jsou charakteristické extrémní růstové půdní podmínky v důsledku mělkosti půdy, extrémních abiotických podmínek a špatného půdního chemismu. Půdním typem je kryptopodzol modální. Dominuje zde *Calamagrostis villosa* a *Vaccinium myrtillus*.

4.2. Sběr dat

Měření na všech plochách probíhala ručně za pomoci základních technických pomůcek.

Na každé ploše jsem vytyčila pomocí systému dvou pásem transekt 5x50 metrů a v tomto transektu jsem měřila všechny jedince do výčetní tloušťky 4 centimetry. U měřených jedinců jsem zjišťovala výšku, výšku nasazení koruny, průměr koruny, výčetní tloušťku, popřípadě tloušťku kořenového krčku u jedinců nižších než 130 centimetrů. Obě výšky a průměr koruny jsem měřila metrem s přesností na 1cm. Výčetní tloušťku jsem měřila průměrkou s přesností na 1 mm. Všechny tyto údaje jsem zaznamenávala do záznamového archu.

4.3. Zpracování dat

Data jsme zpracovali v růstovém simulátoru SIBYLA (FABRIKA et al. 2005). Výstupy z tohoto programu jsme získali v číselné i v grafické podobě.

Diverzita porostů je hodnocena dle následujících indexů:

- Clark-Evansův agregační index (1954) udávající uspořádání porostu
- Arten-profil index (PRETZSCH 2006) udávající relativní míru diverzity
- Index porostní proměnlivosti (JAEHNE et al. 1997) udávající komplexní míru diverzity porostu
- Index tloušťkové a index výškové diferenciace (FÜLDNER 1995) a index korunové diferenciace (JAEHNE et al. 1997) udávající relativní míru diferenciace struktury porostu
- Index druhové různorodosti (PIELOU 1975) a index druhové vyrovnanosti (SHANNON 1948) udávající relativní míru druhové diverzity porostu

5. Výsledky

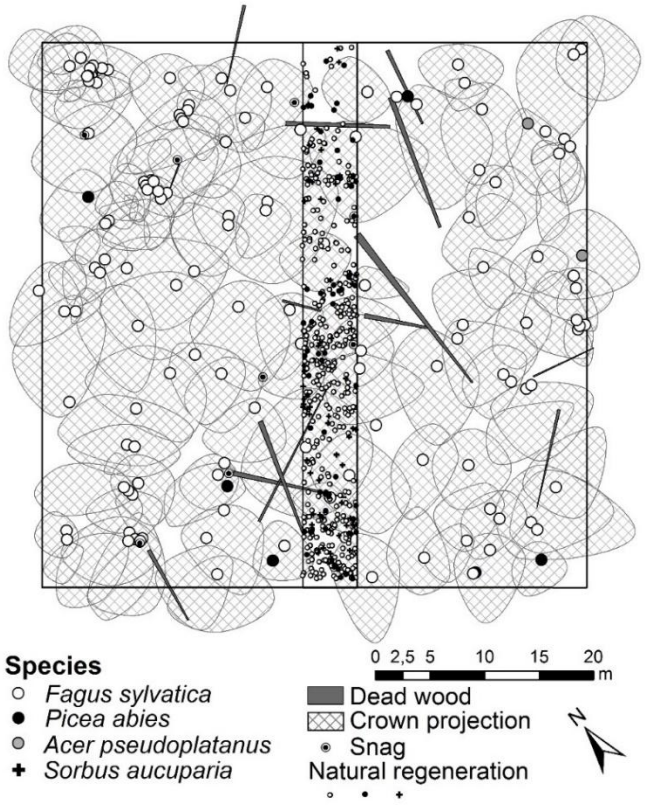
Celkem jsem na všech zkusných plochách naměřila 862 jedinců přirozené obnovy. V Tab. 1 je patrný počet jedinců obnovy v přepočtu na jeden hektar.

Tabulka 1: Zastoupení jedinců přirozené obnovy v přepočtu na hektar a v procentech diferencovaně podle dřevin.

TVP	9		8		33	
	pcs/ha	%	pcs/ha	%	pcs/ha	%
Fagus sylvatica	15200	76	7720	72	1160	32
Picea abies	2320	12	2040	19	600	16
Sorbus aucuparia	2480	12	1000	9	1360	37
Pinus mugo	0	0	0	0	560	15
∑	20000		10760		3680	

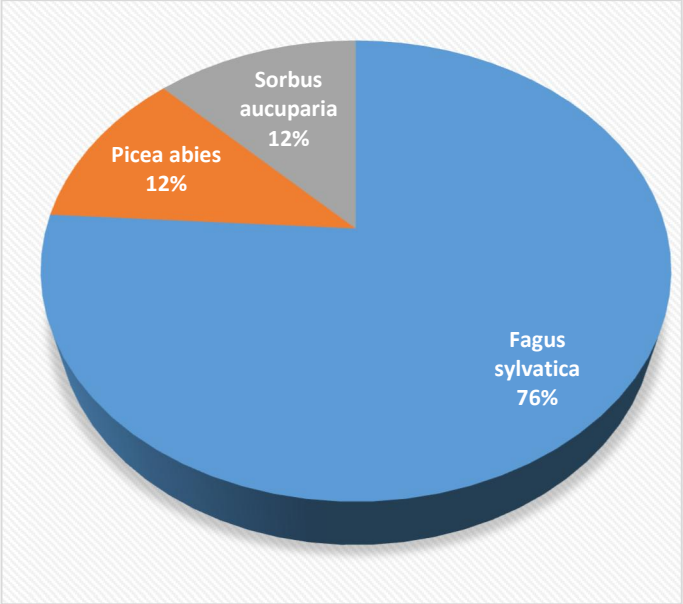
5.1. TVP 9 – Nad Benzínou 1

Jedná se o shlukovitě uspořádaný a výrazně strukturovaný autochtonní smrkobukový porost. Na transektu 5x50 metrů jsem naměřila 500 jedinců přirozené obnovy, v přepočtu na hektar to je 20 000 jedinců přirozené obnovy.



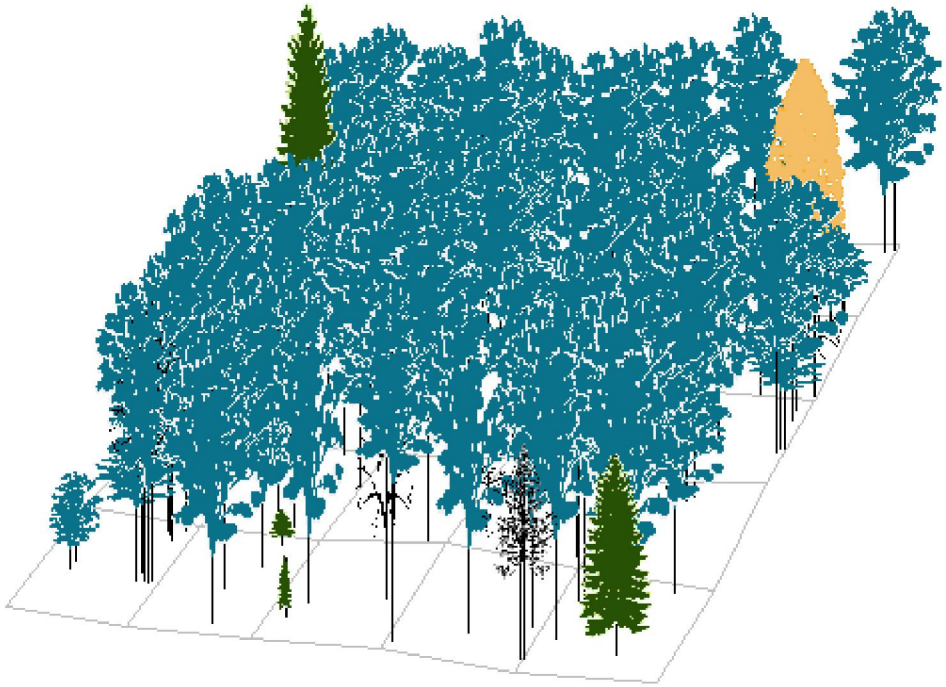
Obr. 2: Horizontální struktura porostu na TVP 9.

Z toho 76% přirozené obnovy je tvořeno bukem lesním, 12% smrkem ztepilým a 12% jeřábem ptačím, jak je patrné na Obr. 3.

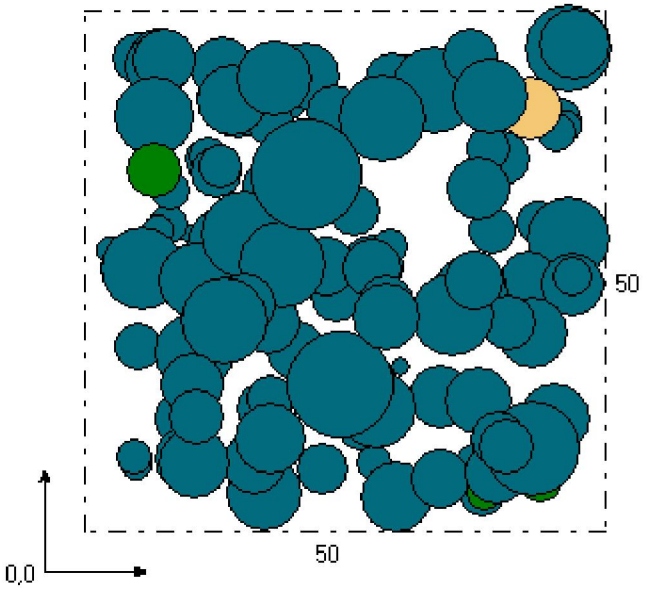


Obr. 3: Zastoupení dřevin v přirozené obnově na TVP 9.

Z hlediska malého vývojového cyklu probíhá na ploše stadium rozpadu s fází obnovy. V programu SIBYLA byl porost trojrozměrně simulován. Na Obr. 4 je patrná vertikální struktura porostu a na Obr. 5 horizontální strukturu porostu.

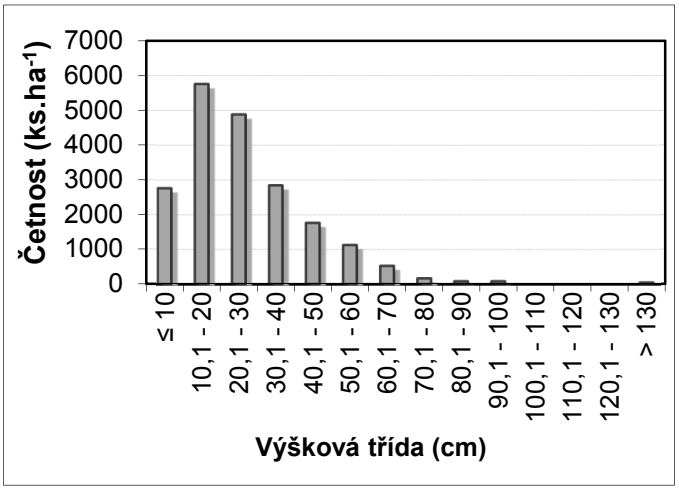


Obr. 4: Vizualizace vertikální struktury porostu na TVP 9.

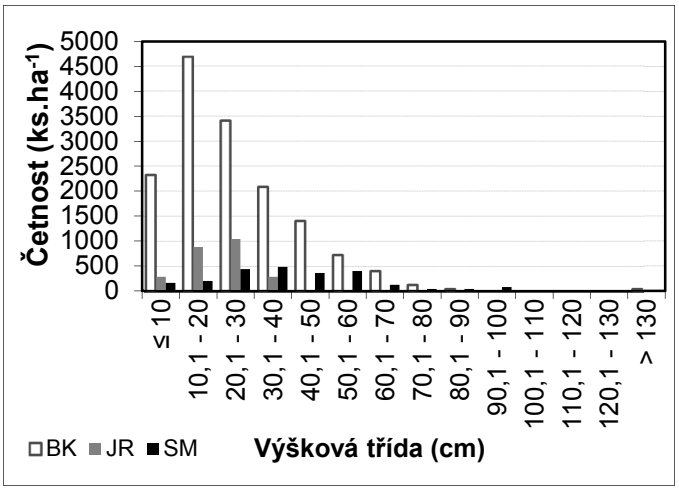


Obr. 5: Vizualizace horizontální struktury porostu na TVP 9.

Z Obr. 6 je patrné zastoupení jedinců nižších výškových tříd. Nejvíce se zde vyskytuje buk, což je patrné na Obr. 7, a to převážně ve výškové třídě 10,1 – 20 cm, kde jsem naměřila 117 jedinců a následně ve výškové třídě 20,1 – 30 cm, kde jsem naměřila 85 jedinců.



Obr. 6: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem podle převládajících dřevin na TVP 9.



Obr. 7: Histogram výškové struktury přirozené obnovy diferencovaně podle převládajících dřevin na TVP 9.

V Tab. 2 vidíme výsledné výstupy z programu SIBYLA. Z této tabulky je patrné, že studovaný porost se nachází převážně ve stadiu počínajícího rozpadu. Průměrná tloušťka se během 50 let zvýší z 32,7 cm na 41,3 cm, průměrná výška se zvýší z 14,45 cm na 16,12 cm a počet jedinců na dané ploše klesne z 564 na 312 jedinců. Zásoba klesne z 417m^3 na 403m^3.

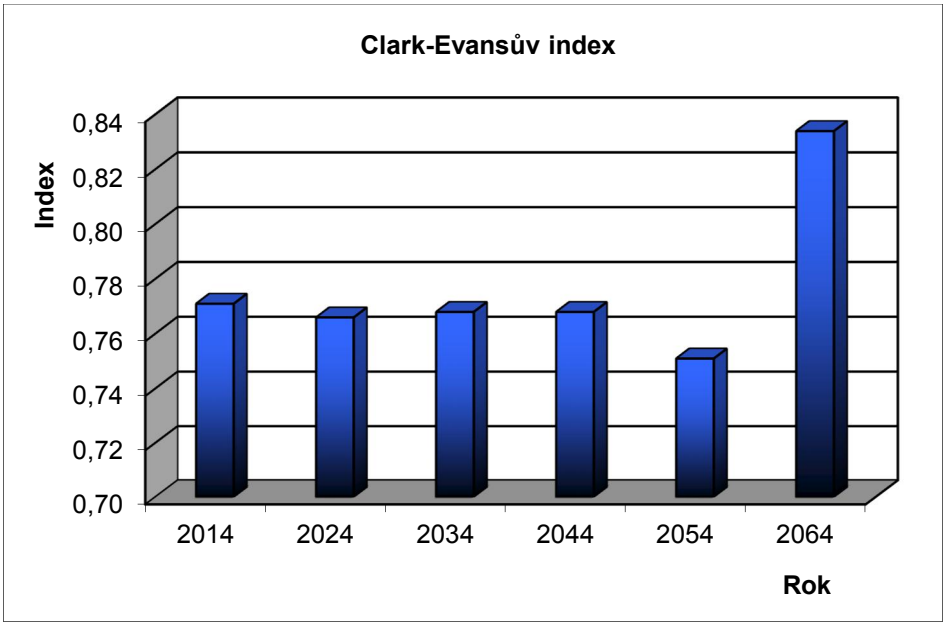
Tabulka 2: Růstová tabulka porostu na TVP 9 při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	134	32,7	14,45	0,610	0,740	564	47,4	417	44,2	0,0	3,12	418
2024	144	35,2	15,52	0,597	0,901	508	49,3	458	44,1	5,2	3,28	472
2034	152	36,5	15,70	0,594	0,976	444	46,4	433	43,0	5,1	3,43	522
2044	161	38,4	15,69	0,597	1,086	388	44,9	421	40,9	4,9	3,57	574
2054	169	40,2	15,85	0,594	1,196	352	44,5	421	39,4	4,6	3,66	619
2064	176	41,3	16,12	0,598	1,292	312	41,8	403	39,0	4,4	3,78	665

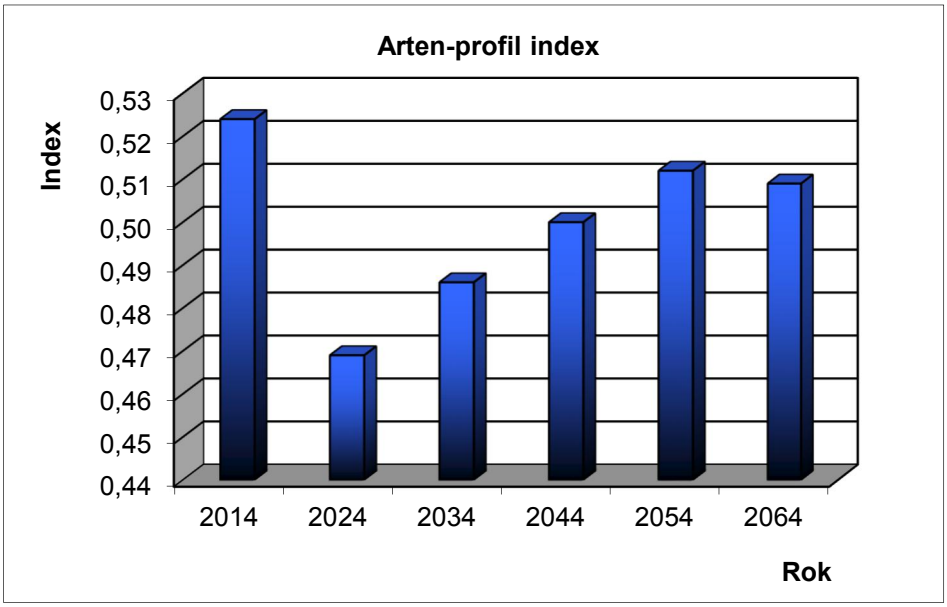
Vývoj hodnot strukturálních indexů je uveden v Tab. 3 a graficky znázorněn na obrázku 8-10.

Tabulka 3: Vývoj strukturálních indexů porostu na TVP 9 při simulaci samovývoje.

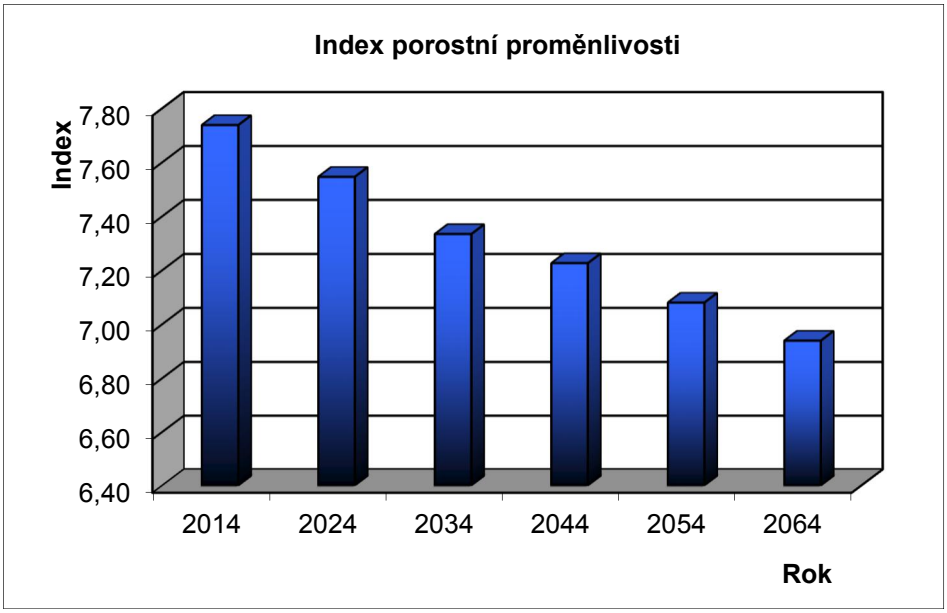
Rok	Indexy		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)
2014	0,771	0,524	7,739
2024	0,766	0,469	7,547
2034	0,768	0,486	7,335
2044	0,768	0,500	7,227
2054	0,751	0,512	7,081
2064	0,834	0,509	6,940



Obr. 8: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu na TVP 9 při simulaci samovývoje.



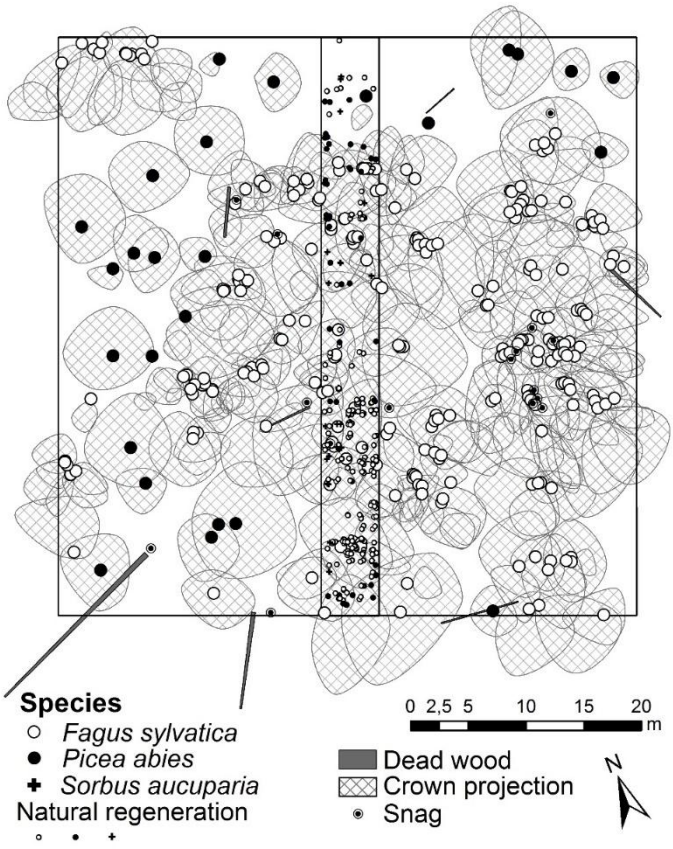
Obr. 9: Vývoj hodnot Arten-profil indexu na TVP 9 při simulaci samovývoje.



Obr. 10: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti na TVP 9 při simulaci samovývoje.

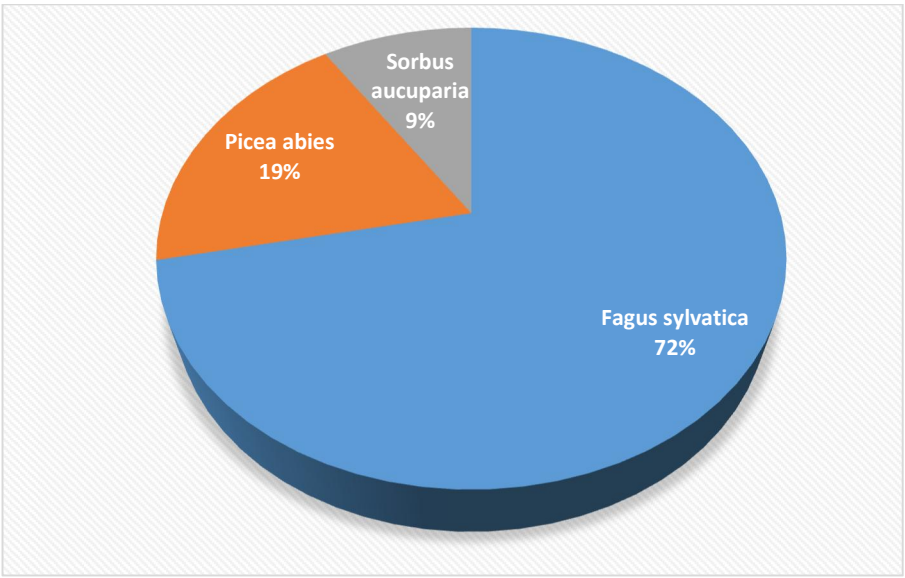
5.2. TVP 8 – Nad Benzínou 2

Jedná se o shlukovitě uspořádaný a výrazně strukturovaný autochtonní smrkobukový porost. Na transektu 5x50 metrů jsem naměřila 269 jedinců přirozené obnovy, v přepočtu na hektar to je 10 760 jedinců přirozené obnovy.



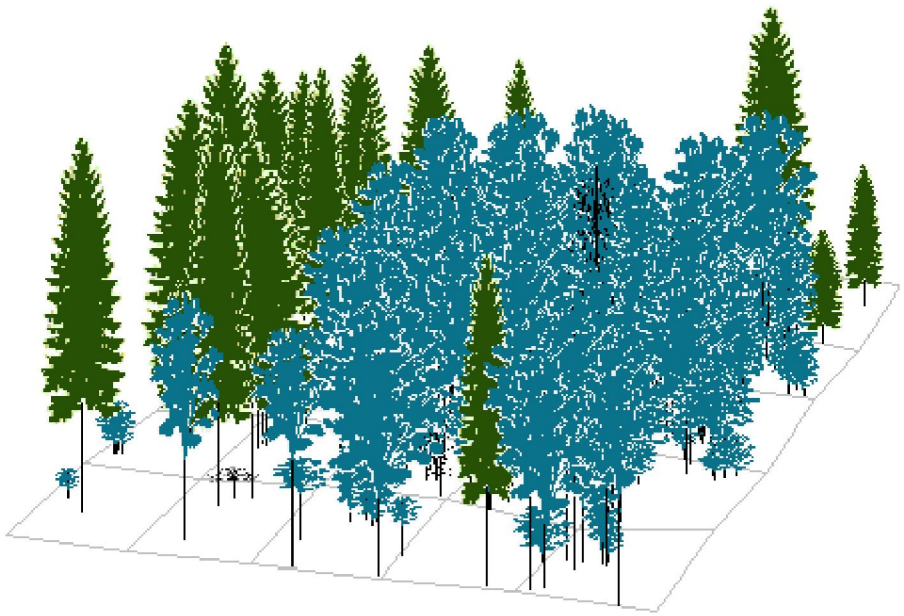
Obr. 11: Horizontální struktura porostu na TVP 8.

Z toho 72% přirozené obnovy je tvořeno bukem lesním, 19% smrkem ztepilým a 9% jeřábem ptačím, jak můžeme vidět na Obr. 12.

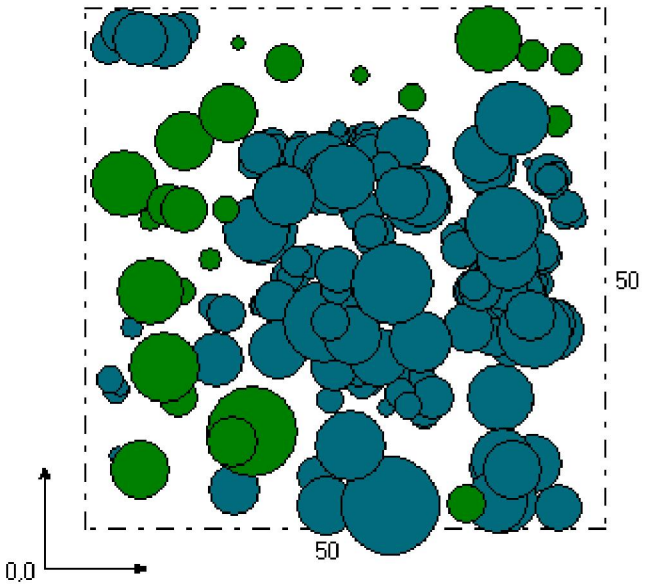


Obr. 12: Zastoupení dřevin v přirozené obnově na TVP 8.

Z hlediska malého vývojového cyklu probíhá na ploše stadium rozpadu s fází obnovy. V programu SIBYLA byl porost trojrozměrně simulován. Na Obr. 13 můžeme vidět vertikální strukturu porostu a na Obr. 14 můžeme vidět horizontální strukturu porostu.

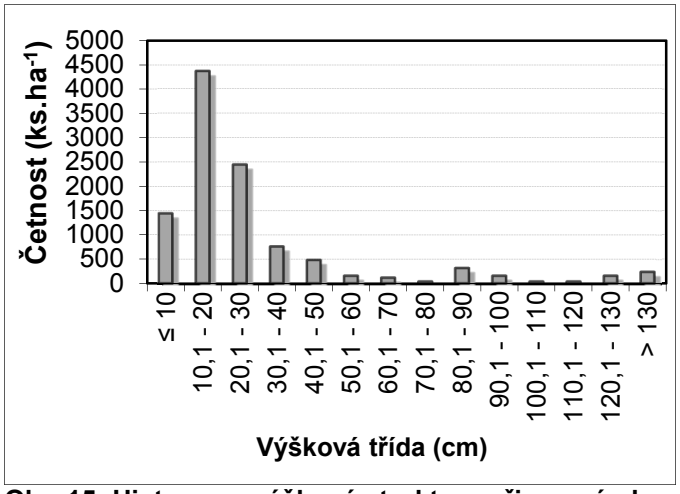


Obr. 13: Vizualizace vertikální struktury porostu na TVP 8.

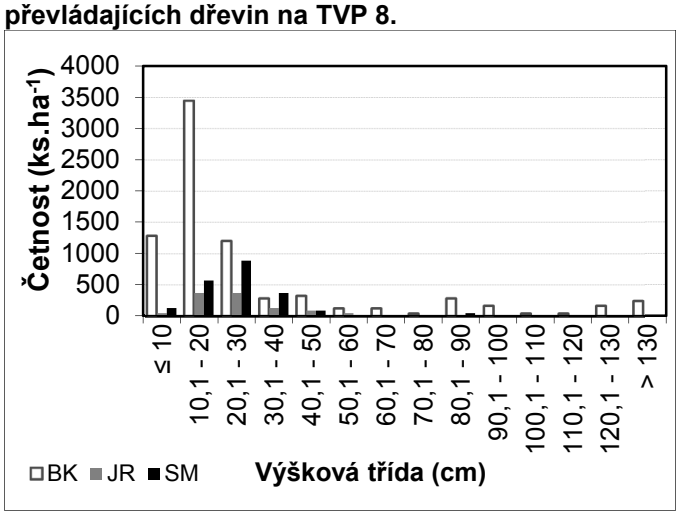


Obr. 14: Vizualizace horizontální struktury porostu na TVP 8.

Z Obr. 15 je patrné zastoupení jedinců nižších výškových tříd. Nejvíce se zde vyskytuje buk, což je patrné na Obr. 16, a to převážně ve výškové třídě 10,1 – 20 cm, kde jsem naměřila 86 jedinců.



Obr. 15: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem podle převládajících dřevin na TVP 8.



Obr. 16: Histogram výškové struktury přirozené obnovy diferencovaně podle převládajících dřevin na TVP 8

V Tab. 4 vidíme výsledné výstupy z programu SIBYLA. Z této tabulky je patrné, že porost prochází stadiem dorůstání. Průměrná výčetní tloušťka se během 50 let zvýší z 22,7 cm na 31,3 cm, průměrná výška se zvýší z 9,20 cm na 11,53 cm a počet jedinců na dané ploše klesne z 1084 na 708 jedinců. Zásoba stoupne z 313m^3 na 406m^3.

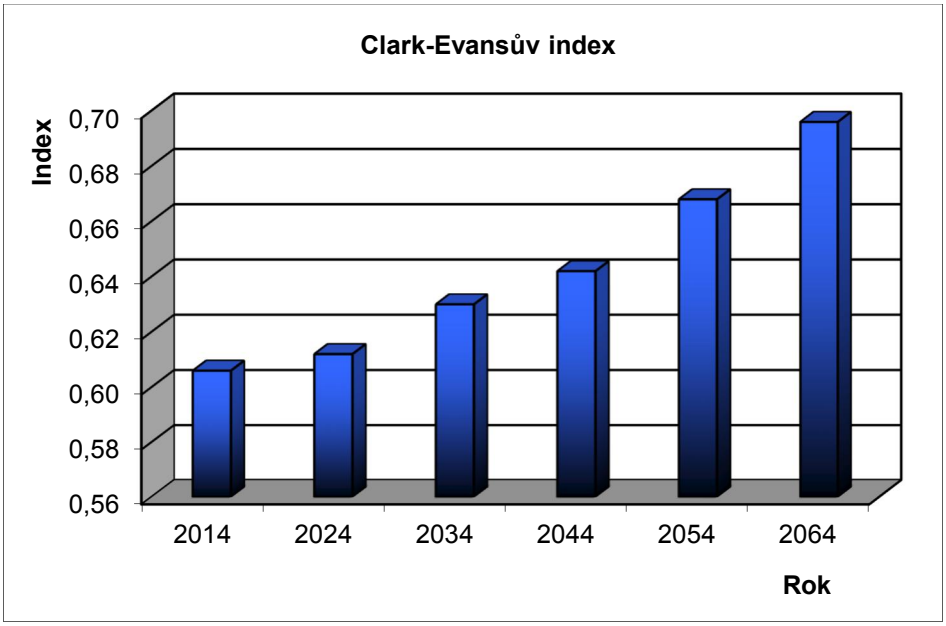
Tabulka 4: Růstová tabulka porostu na TVP 8 při simulaci samovývoje

Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	124	22,7	9,20	0,775	0,288	1084	43,8	313	40,5	0,0	2,52	313
2024	133	25,0	10,24	0,708	0,356	1008	49,3	359	41,0	4,7	2,71	360
2034	141	26,1	10,59	0,692	0,392	952	51,0	373	40,6	4,9	2,88	406
2044	151	28,2	10,97	0,680	0,466	872	54,6	406	38,9	4,8	3,03	457
2054	160	30,2	11,44	0,652	0,534	776	55,5	414	37,9	4,5	3,13	501
2064	168	31,3	11,53	0,646	0,573	708	54,5	406	36,8	4,5	3,26	547

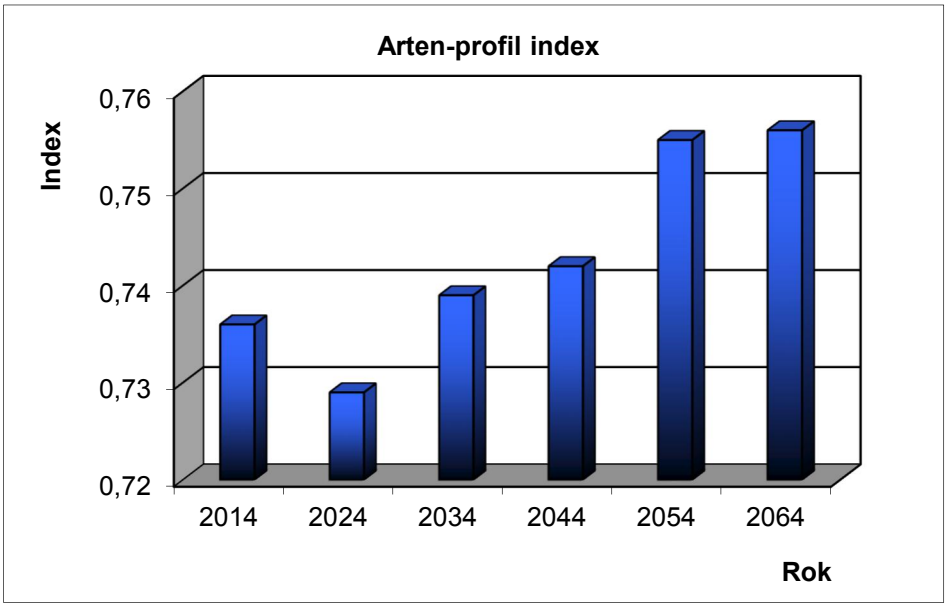
Vývoj hodnot strukturálních indexů je uveden v Tab. 5 a graficky znázorněn na Obr. 17-19.

Tabulka 5: Vývoj strukturálních indexů porostu na TVP 8 při simulaci samovývoje.

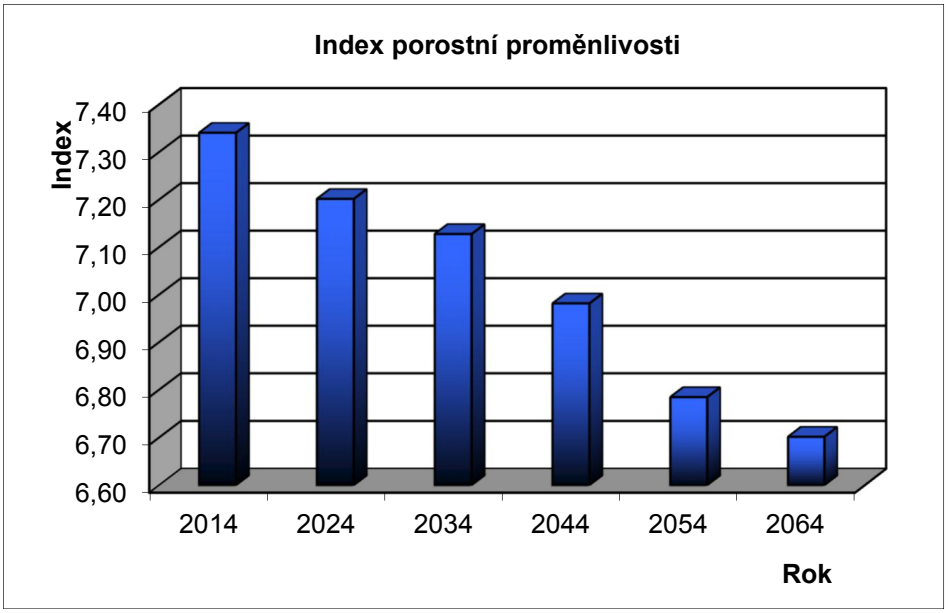
Rok	Indexy		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)
2014	0,606	0,736	7,341
2024	0,612	0,729	7,202
2034	0,630	0,739	7,128
2044	0,642	0,742	6,982
2054	0,668	0,755	6,785
2064	0,696	0,756	6,702



Obr. 17: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu na TVP 8 při simulaci samovývoje.



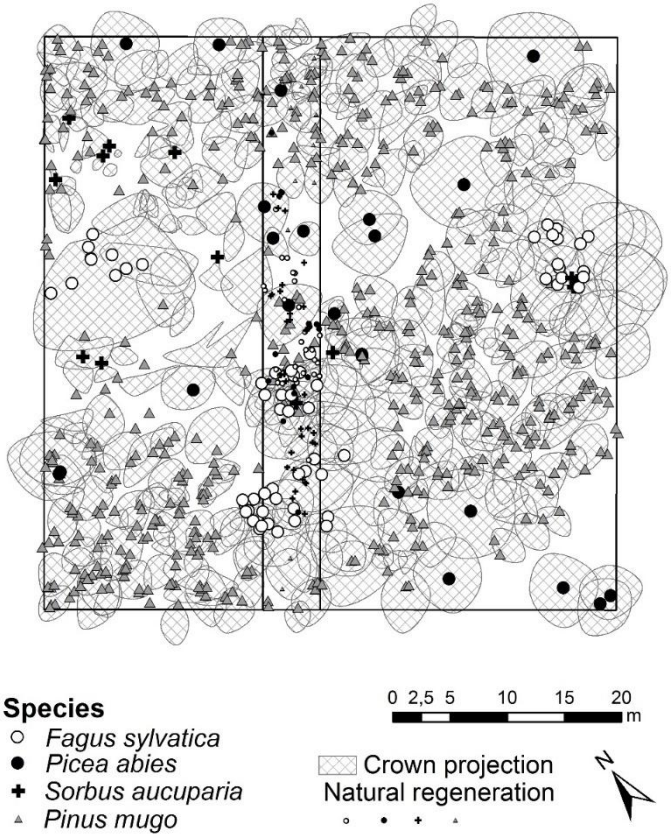
Obr. 18: Vývoj hodnot Arten-profil indexu na TVP 8 při simulaci samovývoje.



Obr. 19: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti na TVP 8 při simulaci samovývoje.

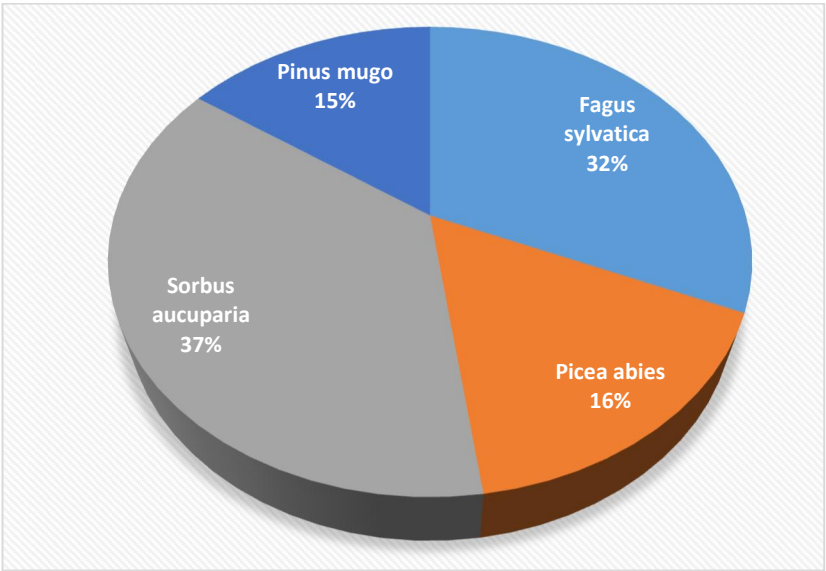
5.3. TVP 33 – Nad Benzínou 3

Jedná se o shlukovitě uspořádaný a výrazně strukturovaný porost. Na transektu 5x50 metrů jsem naměřila 92 jedinců přirozené obnovy, v přepočtu na hektar to je 3 680 jedinců přirozené obnovy.



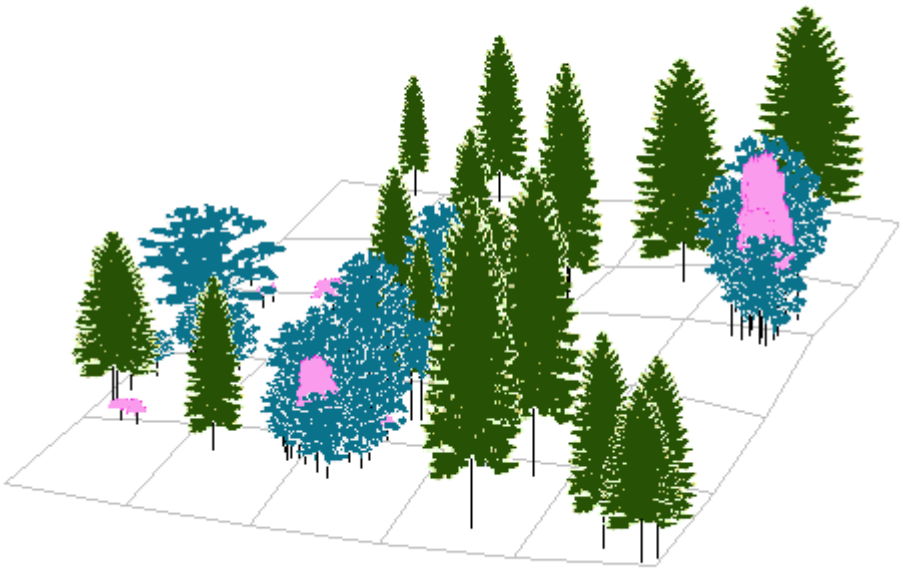
Obr. 20: Horizontální struktura porostu na TVP 33.

Z toho 37% přirozené obnovy je tvořeno jeřábem ptačím, 32% bukem lesním, 16% smrkem ztepilým a 15% borovicí kleč, jak můžeme vidět na Obr. 21.

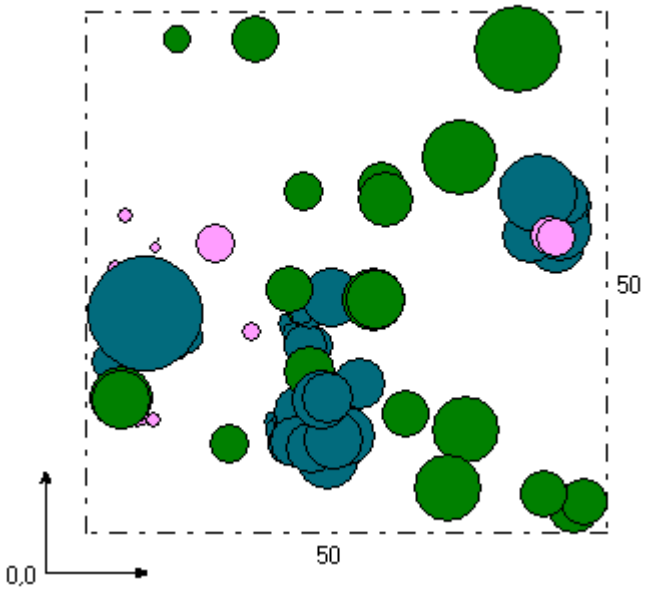


Obr. 21: Zastoupení dřevin v přirozené obnově na TVP 33.

Z hlediska malého vývojového cyklu probíhá na ploše stadium rozpadu s fází obnovy. V programu SIBYLA byl porost trojrozměrně simulován. Na Obr. 22 můžeme vidět vertikální strukturu porostu a na Obr. 23 můžeme vidět horizontální strukturu porostu.



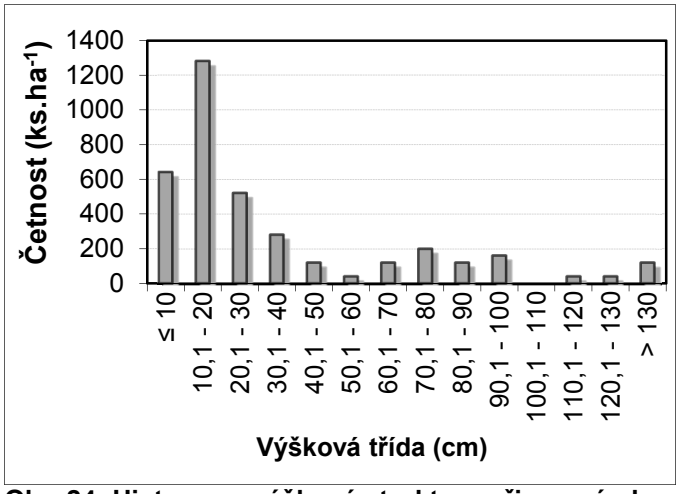
Obr. 22: Vizualizace vertikální struktury porostu na TVP 33.



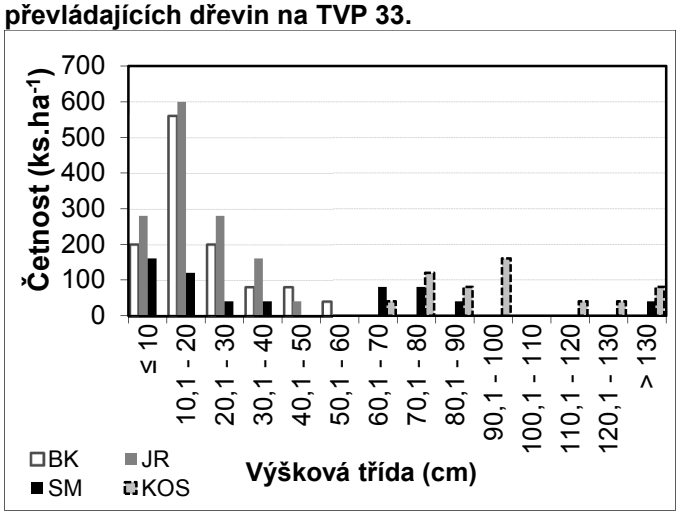
Obr. 23: Vizualizace horizontální struktury porostu na TVP 33.

Z obrázku 24 je patrné zastoupení jedinců nižších výškových tříd. Nejvíce se zde vyskytuje jeřáb a buk, což je patrné na Obr. 25. Jeřábu jsem

naměřila nejvíce ve výškové třídě 10,1 – 20 cm, a to 15 jedinců. Buku jsem naměřila taktéž nejvíce ve výškové třídě 10,1 – 20 cm, a to 14 jedinců.



Obr. 24: Histogram výškové struktury přirozené obnovy celkem podle převládajících dřevin na TVP 33.



Obr. 25: Histogram výškové struktury přirozené obnovy diferencovaně podle převládajících dřevin na TVP 33.

V Tab. 6 vidíme výsledné výstupy z programu SIBYLA. Z této tabulky je patrné, že porost prochází stadiem dorůstání. Průměrná výčetní tloušťka se během 50 let zvýší z 24 cm na 30,1 cm, průměrná výška se zvýší z 7,93 m na 8,98 m a počet jedinců na dané ploše klesne z 396 na 300 jedinců. Zásoba stoupne z 88m^3 na 107m^3.

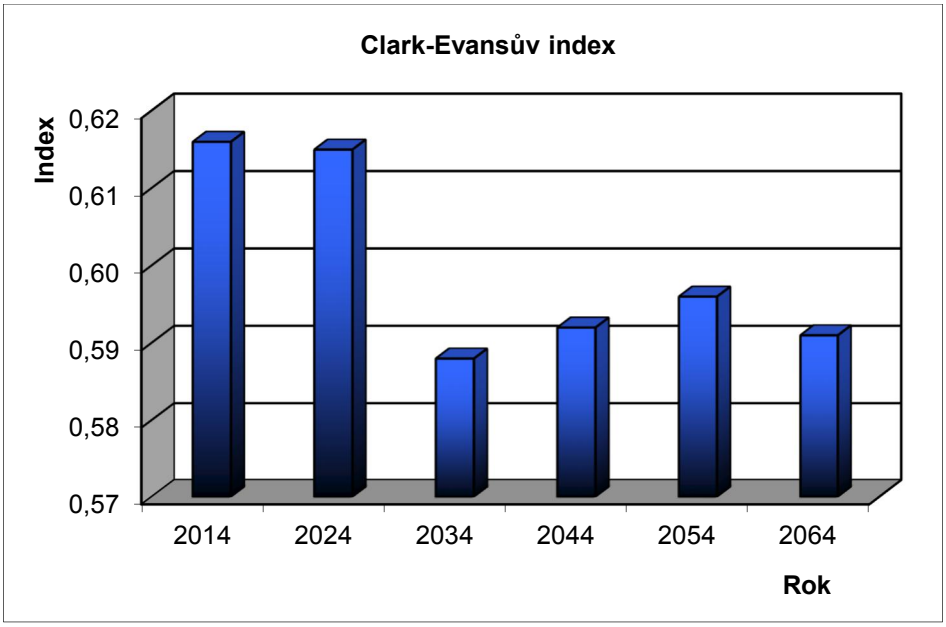
Tabulka 6: Růstová tabulka porostu na TVP 33 při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	H	F	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	136	24,0	7,93	0,621	0,223	396	17,9	88	33,0	0,0	0,65	88
2024	144	25,2	8,25	0,597	0,246	392	19,4	96	32,7	0,9	0,67	97
2034	154	26,5	8,57	0,581	0,275	380	20,9	104	32,3	0,9	0,69	106
2044	163	27,6	8,79	0,573	0,301	372	22,2	112	31,8	0,8	0,70	114
2054	172	28,6	8,86	0,560	0,318	324	20,7	103	31,0	0,8	0,71	122
2064	183	30,1	8,98	0,556	0,355	300	21,3	107	29,8	0,8	0,71	130

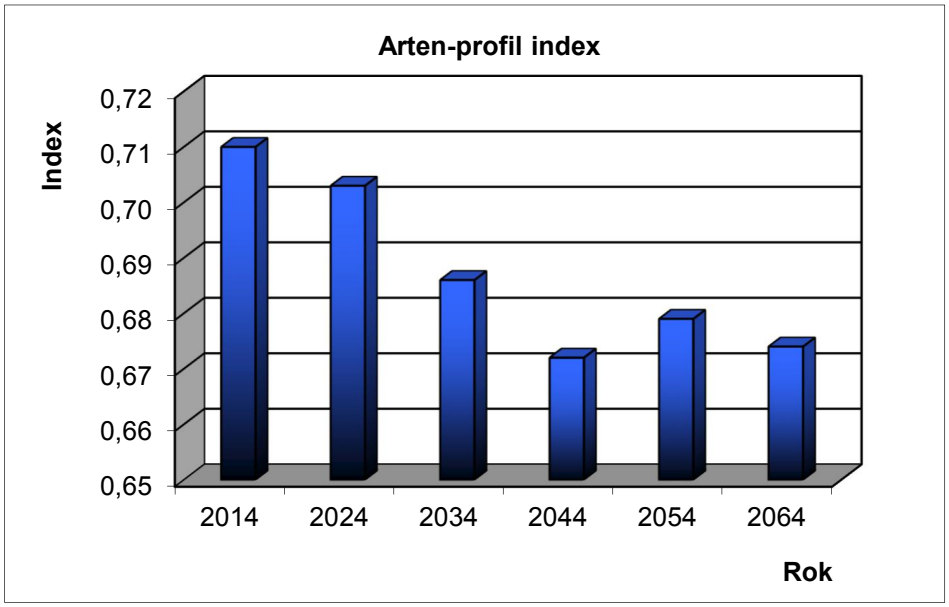
Vývoj hodnot strukturálních indexů je uveden v Tab. 7 a graficky znázorněn na Obr. 26-28.

Tabulka 7: Vývoj strukturálních indexů porostu na TVP 33 při simulaci samovývoje.

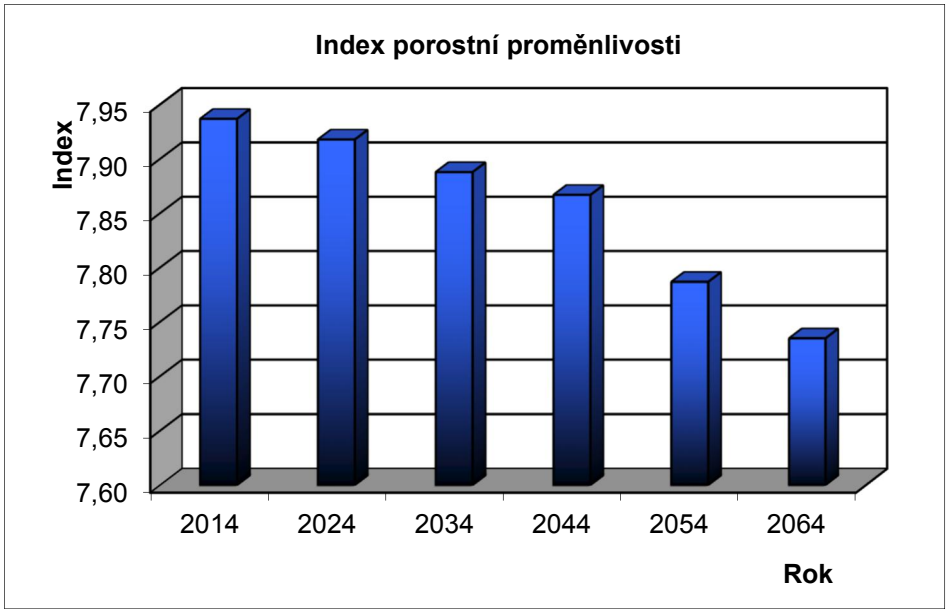
Rok	Indexy		
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)
2014	0,616	0,710	7,937
2024	0,615	0,703	7,918
2034	0,588	0,686	7,888
2044	0,592	0,672	7,867
2054	0,596	0,679	7,787
2064	0,591	0,674	7,735



Obr. 26: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu na TVP 33 při simulaci samovývoje.



Obr. 27: Vývoj hodnot Arten-profil indexu na TVP 33 při simulaci samovývoje.



Obr. 28: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti na TVP 33 při simulaci samovývoje.

6. Diskuse

Jak uvádí Nožička (1961), tato oblast byla dříve hojně ovlivňována těžbou. Buk lesní jako dřevina užívaná k výrobě potaše pro sklářské hutě a k výrobě dřevěného uhlí, byla v této oblasti zvlášť intenzivně těžena. Poté co bylo toto území vyhlášeno chráněnou zónou KRNAP, se zde začala rozvíjet přirozená obnova.

Situace přirozené obnovy v této oblasti je zachycena v publikacích kolektivu profesora Stanislava Vacka (VACEK et al. 2009, 2010). Ten uvádí, že na TVP 9 se vyskytuje 334 880 jedinců přirozené obnovy na jeden hektar, přičemž má měření vykazují 20 000 jedinců přirozené obnovy na jeden hektar. Stejně jako uvádí Vacek, nejvíce jedinců se vyskytuje ve výškové třídě 10,1 – 20 cm. Výšková struktura je značně diferencovaná a zastoupení obnovy ve výškových třídách má značně klesající trend přičemž výjimkou je vyšší zastoupení jedinců ve výškové třídě do 10 cm. Na TVP 8 Vacek uvádí 210 560 jedinců přirozené obnovy na jeden hektar, má měření vykazují 10 760 jedinců přirozené obnovy na jeden hektar. Nejvíce jedinců se vyskytuje ve výškové třídě 10,1 – 20 cm, poté zastoupení obnovy ve výškových třídách značně klesá. Výjimku opět tvoří vyšší zastoupení jedinců ve výškové třídě do 10 cm. Tímto se liší mé výsledky od výsledků profesora Vacka, který udává nejvíce jedinců ve výškové třídě 20,1 – 30 cm. Na TVP 33 jsem naměřila 3 680 jedinců přirozené obnovy na jeden hektar. Na této ploše je výšková struktura přirozené obnovy značně diferencovaná, přičemž nejvíce jedinců se vyskytuje ve výškové třídě 10,1 – 20 cm a následující nejvyšší četnost je ve výškové třídě do 10 cm.

7. Závěr

Studované porosty západních Krkonoš se vyskytují ve vyšších nadmořských výškách, a proto nečelí pouze kůrovcovým kalamitám a okusu zvěří, ale i nepříznivým přírodním vlivům, jako je námraza, vysoká sněhová pokrývka a následný odnos vrchních složek půdy při jarním tání. Přes všechny tyto nepříznivé faktory, kterým porosty musí odolávat, se zde přirozené zmlazení zdá býti dostatečným. Zejména pak přirozené zmlazení buku lesního, který je velmi přizpůsobivou dřevinou, což dokazuje i skutečnost, že je schopný dostatečně se zmlazovat i při horní hranici svého rozšíření. Jelikož se zájmové území a v něm umístěné trvalé výzkumné plochy vyskytují v I. zóně ochrany přírody Krkonošského národního parku, jsou zde zcela nepřípustné jakékoliv zásahy do přirozené obnovy. Je proto potřeba přirozenou obnovu plně podporovat a to například ožínáním buřeně ohrožující přirozené zmlazení, či uvolňováním jednotlivých stromů v porostech pro dosažení optimálního rozvoje korun a následné plodnosti.

Získané výsledky jsou velmi důležité z hlediska dlouhodobého monitoringu lesních ekosystémů, který se v zájmovém území provádí již od r. 1980.

8. Použitá literatura

BARTOŠ, M. (2012): Nejstarší obrazová mapa Krkonoš. In: M.Bartoš – P.Klimeš – J. Louda, Nejstarší obrazová mapa Krkonoš, Vrchlabí: 4-29.

CLARK, P., EVANS, F.C. (1954): Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationship in populations. Ecology, 35: 445–453.

FABRIKA, M., ĎURSKÝ, J. (2005): Stromové rastové simulátory. EFRA. Zvolen, 112 s.

FLOUSEK, J., et al**.** (1994): Krkonoše/Karkonosze Bilateral Biosphere Reserve. In: Biosphere Reserves on the Crossroad of Central Europe, Czech Republic – Slovak Republic. Jeník, J. (ed.), Praha, Empora, s. 17-32.

FÜLDNER, K**.** (1995): Strukturbeschreibung in Mischbeständen. Forstarchiv, 66: 235–606.

JAEHNE, S. C., DOHRENBUSCH, A. (1997): Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 116: 333–345.

JANOTKA, M., LINHART, K**.** (1987): Řemesla našich předků. Nakladatelství Svoboda. Praha, 208 s.

JENÍK, J., LOKVENC, T. (1962): Die alpine Waldgrenze im Krkonoše/Gebirge. Rozpravy ČSAV, 72: 1: 1-65.

LOUDA, J. (2012): Zpráva o stavu královských lesů na Trutnovsku z roku 1609. In: M. Bartoš – P. Klimeš – J. Louda, Nejstarší obrazová mapa Krkonoš, Vrchlabí: 30-41.

MATĚJŮ, L. (2013): Krkonoše, Podkrkonoší. Kartografie, Praha.

NEHYBA, J. (2015): LHC Harrachov. Lesní hospodářský plán. Platnost 2015-2024. Textová část. Správa Krkonošského národního parku.

NOŽIČKA, J. (1957): Přehled vývoje našich lesů. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, 463 s.

NOŽIČKA, J. (1959): Z historie krkonošských lesů na Jilemnicku. Práce VÚL ČSR 16: 235-251.

NOŽIČKA, J. (1961): Vývoj krkonošských lesů na Vrchlabsku a Maršovsku. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ČSAZV. Zbraslav – Strnady, 228 s.

PIELOU, E. C. (1975): Ecological diversity. Wiley. New York, 165 p.

POLENO, Z., VACEK, S., et al. (2009): Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů. Lesnická práce, s.r.o. Kostelec nad Černými lesy, 952 s.

PRETZSCH, H. (2006): Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 61: 1158–1159.

SHANNON, C. E. (1948): A Mathematical Theory of Communication. The Bell Systém Technical Journal, 27: 379-423.

SPOHN, M., SPOHN, R. (2013): Stromy Evropy. Beta – Dobrovský a Ševčík. Praha-Plzeň, 304 s.

SVOBODA, P. (1952): Život lesa. Praha, 894 s.

ÚŘADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. (2009): Dřeviny České Republiky. Lesnická práce, s.r.o. Brno, 368 s.

VACEK, S., et al. (2000): Rámcové zásady obnovy a zakládání bukových a smíšených porostů s bukem v měnících se ekologických poměrech. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Opočno, 27 s.

VACEK, S., MOUCHA, P., et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Ministerstvo životního prostředí. Praha, 896 s.

VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O., et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Folia Forestalia Bohemica. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 288 s.

VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O., et al. (2010): Struktura a vývoj lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 568 s.