

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA PĚSTOVÁNÍ

LESŮ



**Struktura a vývoj autochtonních smrkobukových porostů
v západních Krkonoších.**

Structure and development of autochthonous spruce-beech stands in western
Krkonoše Mts.

Diplomová práce

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

Autor práce: Bc. Anna Prokúpková

Praha 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Anna Prokúpková

Lesní inženýrství

Název práce

Struktura vývoj autochtonních smrkobukových porostů v západních Krkonoších.

Název anglicky

Structure and development of autochthonous spruce-beech stands in western Krkonoše Mts.

Cíle práce

Získat poznatky o struktuře a vývoji autochtonních smrkobukových porostů na stanovištích květnatých a acidofilních horských bučin v západních Krkonoších.

Metodika

– Rozbor problematiky struktury a vývoje smrkobukových porostů v Evropě se zaměřením na stanoviště květnatých a acidofilních horských bučin v Krkonoších.

– Charakteristika zájmové oblasti západních Krkonoš a zejména pak stanovištních a porostních poměrů v květnatých a acidofilních horských bučinách.

– Výběr a charakteristika 4 výzkumných ploch v květnatých a acidofilních horských bučinách v západních Krkonoších.

Standartní biometrická měření všech jedinců stromového patra na TVP o velikosti 50×50 m.

– Aplikace standardních biometrických a matematickostatistických metod.

– Vyhodnocení struktury a vývoje porostů na vybraných na výzkumných plochách v květnatých a acidofilních horských bučinách v západních Krkonoších.

– Využití získaných poznatku o struktuře a vývoji autochtonních smrkobukových porostů pro tvorbu přírodě blízkého managementu v obdobných stanovištních a porostních poměrech.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 stran textu

Klíčová slova

struktura a vývoj porostů, smíšené porosty, smrkobukové porosty, autochtonní porosty, Krkonoše

Doporučené zdroje informací

- Bošela M., Štefančík I., Petráš R. Vacek S. (2016): The effects of climate warming on the growth of European beechforests depend critically on thinning strategy and site productivity. *Agricultural and Forest Meteorology*, 222: 21–31.
- 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
- 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., Bílek L., Nosková I., Schwarz O. (2010): Structure and development of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. *Journal of Forest Science*, 56: 11: 518–530.
- Vacek S., Vacek Z., Bulušek D., Bílek L., Schwarz O., Simon J., Štícha V. (2015): The role of shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir. *Austrian Journal of Forest Science*, 132: 2: 81–102.
- 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

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Otakar Schwarz, 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 05. 04. 2018

Čestné prohlášení

Tímto čestně prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala zcela samostatně, a to pouze s použitím literárních pramenů, které náležitě cituji v seznamu použité literatury.

V Končinách 12. 4. 2018

Bc. Anna Prokúpková

Poděkování

Děkuji vedoucímu své práce Prof. RNDr. Stanislavu Vackovi DrSc. za vedení, užitečné a cenné informace a podporu v průběhu vytváření této diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Vítkovi Prokúpkovi za pomoc při sběru dat.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením vývoje a struktury smrkobukových porostů v I. zóně Krkonošského národního parku na lokalitě Bažinky. První část práce je zaměřena na rozbor problematiky struktury a vývoje lesních porostů. Druhá část práce je věnována metodickým postupům, charakteristice zájmového území a popisu porostních poměrů na studované lokalitě. V lokalitě Bažinky byly založeny čtyři zkusné plochy o velikosti 50x50 metrů, na kterých byly měřeny dendrometrické veličiny, které byly doplněny o dendrochronologickou analýzu. Dále byl proveden rozbor přirozené obnovy na daných TVP. Ve výsledkové části je zhodnocena struktura a vývoj smrkobukových porostů. Na všech plochách probíhá malý vývojový cyklus ve stadiu rozpadu s fází obnovy.

Klíčová slova: struktura a vývoj porostů, smíšené porosty, smrkobukové porosty, autochtonní porosty, Krkonoše

Abstract

This diploma thesis deals with evaluation of the development and structure of spruce - beech forests in the 1st zone of the Krkonoše National Park in the locality of Bažinky. The first part of the thesis is focused on the analysis of the structure and development of forest stands. The second part is devoted to the methodological procedures, the characteristics of the area of interest and the description of the vegetation conditions in the studied locality. In the area of Bažinky, four test areas of 50x50 meters have been established, on which dendrometric quantities were measured, supplemented by dendrochronological analysis. An analysis of the natural regeneration of the TVPs was also carried out. In the result part, the structure and development of spruce stands were evaluated. A small developmental cycle in the disintegration phase with the recovery phase takes place on all surfaces.

Key words: structure and development of stands, mixed stand, beech-spruce stands, autochthonous stands, Krkonoše

Obsah

1. Úvod.....	14
2. Cíl práce	16
3. Rozbor problematiky	17
3.1. Vývoj v přírodních lesích.....	17
3.2. Velkoplošný vývoj lesa	18
3.3. Vývojové cykly lesa	18
3.3.1. Velký vývojový cyklus.....	18
3.3.2. Malý vývojový cyklus.....	19
3.4. Maloplošný vývoj lesa	21
3.5. Struktura lesa	21
3.6. Přirozená obnova.....	24
3.6.1. Předpoklady přirozené obnovy	25
3.6.2. Specifikace přirozené obnovy	25
3.6.3. Výhody a nevýhody přirozené obnovy	26
3.7. Popis dřevin.....	27
3.7.1. Smrk ztepilý	27
3.7.2. Buk lesní	29
3.7.3. Jedle bělokorá	29
3.7.4. Javor klen (horský).....	30
3.8. Popis zájmového území.....	31
3.8.1. Historie a vliv člověka	32
3.8.2. Klimatické podmínky	33
3.8.3. Geomorfologie a hydrologie oblastí	33
3.8.4. Geologie a pedologie oblastí.....	33
3.8.5. Vegetační a typologické poměry oblastí	34
4. Materiál a metodika	36
4.1. Lokalizace výzkumných ploch	36
4.2. Obecný postup	36
4.3. Měření a zpracování dendrometrických veličin a mapování pozic stromů	36
4.4. Dendrochronologická analýza	38
4.5. Přirozená obnova porostů.....	39
5. Výsledky	40
5.1. Bažinky TVP 1.....	40
5.1.1. Stanovištní a porostní poměry.....	40
5.1.2. Struktura a vývoj porostu.....	40

5.1.2.1. Biometrická charakteristika.....	42
5.1.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu.....	43
5.1.3. Letokruhová chronologie.....	49
5. 2. Bažinky TVP 2.....	53
5.2.1. Stanovištní a porostní poměry.....	53
5.2.2. Struktura a vývoj porostu.....	53
5.2.2.1. Biometrická charakteristika.....	55
5.2.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu.....	56
5.2.3. Letokruhová chronologie.....	62
5.3. Bažinky TVP 3.....	64
5.3.1. Stanovištní a porostní poměry.....	64
5.3.2. Struktura a vývoj porostu.....	64
5.3.2.1. Biometrická charakteristika.....	67
5.3.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu.....	68
5.3.3. Letokruhová chronologie.....	73
5.4. Bažinky TVP 4.....	75
5.4.1. Stanovištní a porostní poměry.....	75
5.4.2. Struktura a vývoj porostu.....	75
5.4.2.1. Biometrická charakteristika.....	77
5.4.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu.....	78
5.4.3. Letokruhová chronologie.....	84
6. Diskuze.....	87
7. Závěr.....	90
8. Seznam použité literatury.....	92

Seznam obrázků

Obrázek 1: Převažující formy dynamiky přírodních smrčín (A) v boreální tajgové zóně Skandinávie, Sibíře a Severní Ameriky („velký vývojový cyklus“) a (B) v horských ekosystémech smrkového vegetačního stupně, vklíněného do zóny listnatých opadavých lesů („malý vývojový cyklus“) s trvalou existencí typu lesa závěrečného – klimaxu (upraveno podle Schmidt-Vogt 1985; Vacek et al. 2007).	20
Obrázek 2: Horizontální struktura autochtonní horské bučiny v r. 1980 (Vacek et al. 2010).	24
Obrázek 3: Lesní vegetační stupně Krkonoš (GIS Správa KRNAP Vrchlabí; Vacek et al. 2010).	34
Obrázek 4: Soubory lesních typů Krkonoš (GIS Správa KRNAP Vrchlabí; Vacek et al. 2010).	35
Obrázek 5: Edafické kategorie lesů Krkonoš (GIS Správa KRNAP Vrchlabí; Vacek et al. 2010).	35
Obrázek 6: Zobrazení referenční křivky se vzorkem č. 8 z TVP1 Bažinky v programu CDendro 7.8.1	39
Obrázek 7: Zastoupení přirozené obnovy na TVP 1 (přepočteno na 1 hektar).	41
Obrázek 8: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 1.	41
Obrázek 9: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 1 vyjádřená L-funkcí.	42
Obrázek 10: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 1.	43
Obrázek 11: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 1.	43
Obrázek 12: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2014.	44
Obrázek 13: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2024.	44
Obrázek 14: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2034.	45
Obrázek 15: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2044.	45
Obrázek 16: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2054.	45
Obrázek 17: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2064.	46
Obrázek 18: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	46
Obrázek 19: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	47
Obrázek 20: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	47
Obrázek 21: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	47
Obrázek 22: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	48
Obrázek 23: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	48
Obrázek 24: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.	49
Obrázek 25: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku ztepilého na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1960-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	50
Obrázek 26: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.	50
Obrázek 27: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku lesního na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2015 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	51
Obrázek 28: Standardizovaná letokruhová série jedle vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.	51
Obrázek 29: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série jedle bělokoré na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1973-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	52
Obrázek 30: Standardizovaná letokruhová série javoru vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.	52
Obrázek 31: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série javoru horského na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1973-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	53
Obrázek 32: Zastoupení přirozené obnovy na TVP 2 (přepočteno na 1 hektar).	54
Obrázek 33: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 2.	54
Obrázek 34: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 2 vyjádřená L-funkcí.	55
Obrázek 35: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na	56

Obrázek 36: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencované podle dřevin na TVP 2.	56
Obrázek 37: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2014.	58
Obrázek 38: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP v roce 2024.	57
Obrázek 39: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2034.	58
Obrázek 40: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2044.	58
Obrázek 41: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2054.	58
Obrázek 42: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2064.	59
Obrázek 43: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	59
Obrázek 44: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	60
Obrázek 45: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	60
Obrázek 46: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	60
Obrázek 47: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	61
Obrázek 48: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	61
Obrázek 49: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 2.	63
Obrázek 50: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku na TVP 2 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	63
Obrázek 51: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 2.	64
Obrázek 52: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku na TVP 2 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	64
Obrázek 53: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na vybraném transektu.	65
Obrázek 54: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 3.	66
Obrázek 55: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 3 vyjádřená L-funkcí.	66
Obrázek 56: Histogram tloušťkových tříd diferencované podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 3.	67
Obrázek 57: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencované podle dřevin na TVP 3.	67
Obrázek 58: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2014.	68
Obrázek 59: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2024.	70
Obrázek 60: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2034.	69
Obrázek 61: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2044.	69
Obrázek 62: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2054.	70
Obrázek 63: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2064.	70
Obrázek 64: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	71
Obrázek 65: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	71
Obrázek 66: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	71
Obrázek 67: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	72
Obrázek 68: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	72
Obrázek 69: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	72
Obrázek 70: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 3.	74
Obrázek 71: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku na TVP 3 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	74

Obrázek 72: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 3.	75
Obrázek 73: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku na TVP 3 s měsíčními teplotami od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1960-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	75
Obrázek 74: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 4.	76
Obrázek 75: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 4 vyjádřená L-funkcí.	77
Obrázek 76: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 4.	78
Obrázek 77: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 4.	78
Obrázek 78: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2014.	79
Obrázek 79: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2024.	80
Obrázek 80: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2034.	80
Obrázek 81: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2044.	80
Obrázek 82: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2054.	81
Obrázek 83: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2064.	81
Obrázek 84: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	82
Obrázek 85: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	82
Obrázek 86: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	82
Obrázek 87: Vývoj hodnot indexu výškové diferenciace stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	83
Obrázek 88: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	83
Obrázek 89: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	83
Obrázek 90: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 4.	85
Obrázek 91: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku na TVP 4 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	85
Obrázek 92: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 4.	86
Obrázek 93: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku na TVP 4 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).	86

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled základních porostních charakteristik o TVP 1-4 na lokalitě Bažinky.	36
Tabulka 2: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.	42
Tabulka 3: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	48
Tabulka 4: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.	49
Tabulka 5: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.	55
Tabulka 6: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	61
Tabulka 7: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.	62
Tabulka 8: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.	65
Tabulka 9: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	73
Tabulka 10: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	73
Tabulka 11: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.	77
Tabulka 12: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.	84
Tabulka 13: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.	84

1. Úvod

V naší krajině jsou lesní ekosystémy nenahraditelné, zadržují vodu, čistí vzduch, chrání a zlepšují půdu. Lesní ekosystémy jsou domovem mnoha druhů rostlin a živočichů, a jsou také zásobárnou dřeva, které všichni využíváme každý den svého života (Šimurda 2012). Vrcholem přírodního ekosystému je přirozený les, jehož složky se pomocí látkové výměny velmi dlouhodobě vzájemně ovlivňují. Současný stav lesů v České republice, podobně jako v sousedních státech střední Evropy, je výsledkem hospodářského, kulturního a politického vývoje (Vacek et al. 2010). Bez pochybností lze tvrdit, že všechny současné směry lesního hospodářství mají široký biologický a ekologický základ, který nejrozsáhleji aplikují postupy tzv. přírodě blízké (Vacek, Podrázský 2006). V přirozeném lese se jednotlivé složky podle vnitřních zákonitostí přizpůsobují prostředí, v krátkých nebo dlouhých úsecích se kvantitativně i kvalitativně mění, vznikají, rostou, vyvíjí se a nakonec zanikají. Vývoj původních lesů funguje na principu autoregulace. Dá se říci, že les v našich podmínkách je v podstatě jedinou vegetační formací, která je schopna trvale se udržet za pomoci svých vnitřních sil a životních procesů za předpokladu, že se výrazně nezmění porostní a stanovištní podmínky (Vacek et al. 2009). Původní a přírodní lesy slouží jako modelový objekt pro výzkum ekologické samostatnosti a vyrovnanosti. V České republice se jedná především o národní přírodní rezervace, přírodní rezervace, I. zóny národních parků a chráněných krajinných oblastí. Zvláště pak přirozené a původní lesy se v dynamické rovnováze udržují svým druhovým složením, specifickou věkovou a prostorovou strukturou (Vacek et al. 2010).

V dnešní době existuje mnoho odborných poznatků a informací o přírodě a jejím fungování. Rozmanitost živočišných a rostlinných druhů se rapidně snižuje vinou člověka, který si nerad připouští, že je nad jeho síly své mnohdy až ničivé chování k přírodě zastavit. Dominantou Krkonošského národního parku jsou plošně převládající lesy, bohužel v některých částech Krkonoš se staly velmi zranitelné, a to kvůli lidské činnosti (Kajzarová 2012). Krkonošské pralesy byly zlehka narušovány už od dob kolonizace v 11. století, ale nejvýznačnější nárůst spotřeby dříví a tím pádem úbytek lesa nastal v dobách rozvoje krkonošských hutí a těžby rud. Spotřeba dříví se výrazně zvyšovala od 15. století s rozvojem vrchlabských a lánovských hutí a těžbou rudy v Obřím dole (Šimurda 2012). Další krutá etapa pro krkonošské lesy nastala v roce 1972, západní část Krkonoš byla silně ovlivňována imisemi v souvislosti s provozem elektráren v Žitavské pánvi (Polsko).

Vznikala obava o trvalost užitků z lesa ohrožovaných do té doby neřízeným zneužíváním. Proto se požadavek trvalosti užitků stal jedním ze základních předpokladů řízení obhospodařování

lesů. To pomalu vedlo k vytváření pěstebních technologií zakládání lesů, obnovy a výchovy lesních porostů, které čím dál tím víc vyhovovaly požadavkům trvalosti produkce. Ovšem dlouho se nepodařilo tenhle princip trvalosti zcela rozvinout do všeobecné platnosti (Poleno 1997). Až po třech staletích historie aplikace principů trvalosti začínají chápat les i jako nástroj tvorby životního prostředí, a ne jenom jako obnovitelné dřevní suroviny.

V posledním desetiletí v národním parku Krkonoš byla zvýšena ekologická stabilita a posílena biodiverzita lesních porostů. Mnohem více se při přírodě blízkém managementu v lesních porostech využívá přírodních procesů a nejvíce zejména přirozené obnovy, ať již spontánní nebo řízené (Vacek et al. 2010). Mezi nejcennější prvky Krkonošského národního parku patří lesní společenstva. Hlavním úkolem národního parku je podpora přírodních procesů s cílem ponechat významnou část lesů samovolnému vývoji, tedy bez zásahu člověka. Bezzásahový režim je dán pouze ve vybraných částech lesů Krkonošského národního parku. V ostatních lesích jsou prováděny přinejmenším zásahy k ochraně lesa, např., aby zabránily masivnějšímu šíření kůrovců, které by pak zapříčinilo předčasný rozpad dospělých jedinců či celých porostů. Formy péče o lesní společenstva se rozlišují na základě jednotlivých zón národního parku a dále podle nově vytipovaných stupňů přirozenosti. Na území I. zóny, které vyznačuje nejcennější lokality národního parku Krkonoš, je i přes případný zhoršený stav lesních porostů ponecháno bez zásahu člověka (Kajzarová 2012).

2. Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnocení struktury a vývoje autochtonních smrkobukových porostů na stanovištích květnatých a acidofilních horských bučin v I. zóně Krkonošského národního parku na lokalitě Bažinky.

Dílčím cílem byla především analýza druhové, prostorové (horizontální a vertikální) a věkové struktury, produkce a radiálního růstu ve vazbě ke klimatickým poměrům. Dalším dílčím cílem bylo i zhodnocení strukturální diverzity porostů a modelová predikce vývoje těchto smíšených porostů, které jsou dlouhodobě ponechány samovolnému vývoji.

3. Rozbor problematiky

3. 1. Vývoj v přírodních lesích

Vývoj lesa můžeme charakterizovat strukturou a strukturálními změnami v průběhu času, které obsahují jejich chování v souvislosti s odezvou na antropogenní vlivy a přírodní disturbance. Dynamiku lesních poznatků lze chápat jako mozaiku stromových kohort, které procházejí vývojovým cyklem od regenerace porostu a zdařilého odrůstání přes dorůstání, dospělost, stárnutí a rozpad a zpět k obnově porostu (Vacek et al. 2016). Poznatky o vývoji přírodních lesů jsou jedním z nejdůležitějších vodítek pro současné středoevropské lesní hospodářství (Poleno, Vacek 2011). Zvláště v těchto poznacích bude záviset volba přírodě blízkých způsobů hospodaření a dále mají zaručovat maximální ekologickou i biologickou rozmanitost lesních ekosystémů. V České republice byly lesy během posledních tisíci let pod neustálým narůstajícím vlivem lidské činnosti, proto se už ve střední Evropě nenachází žádné typické pralesy (Remeš, Bílek, 2014). Všechny lesní ekosystémy byly a jsou ovlivňovány nepřímými faktory např. průmyslové imise či narušení hydrologických podmínek (Podlaski 2004).

Na lesy v naší krajině působí antropické vlivy už od neolitu. Pokud kulturní porosty přestanou být hospodářsky ovlivňovány, začnou se měnit směrem k původnímu složení. Takovýto vývoj se vyznačuje nerovnováhou mezi vlastnostmi vegetace a prostředím, zejména makroklimatem. Tento vývojový proces nazýváme ekologická sukcese. Sukcese se rozděluje na primární a sekundární. V této době pro pěstování lesa hraje velkou roli sekundární sukcese, při které vzniká nový les na stanovištích, kde les dříve byl, ale byl zničen katastrofickou poruchou. Při sekundární sukcesi dochází ke změně stádií vyvolané hnacími silami přímo ze samotného ekosystému – vegetace ovlivňuje svým vývojem abiotické faktory prostředí. Může také dojít ke gradaci hmyzového škůdce, přičemž se trvale vyřadí ze společenstva dominující dřevina. Toto můžeme sledovat například při kůrovcovité kalamitě ve smíšených porostech (smrk s bukem či jedlí), kdy v proředěných porostech se dostavuje hojný nálet přimíšených dřevin. Tenhle vývoj sukcese často probíhá v přirozených lesích bez zjevných příčin, nazývá se autogenní. Dále můžeme mít alogenní sukcesi, kterou vyvolávají vnější vlivy (imise, požár, silný vítr, sníh).

U primární sukcese vzniká úplně nové osídlování Země, např. na půdách, které byly vytvořeny sopečným popelem (Poleno et al. 2011).

3.2. Velkoplošný vývoj lesa

Velkoplošný vývoj lesa je spojován s katastrofickým rozpadem lesa (požár, přemnožení kůrovců, silný vítr) na velkých plochách. Velkoplošný vývoj lesa můžeme rozdělit na regenerační sukcesi, cyklickou sukcesi a na koncepci „Patch“ dynamiky (Vacek et al. 2016). Cyklická sukcese je případ velkoplošné dynamiky. Abychom mohli mluvit o sukcesi, tedy záměně společenstev, musí dojít ke změně strukturální a floristické rozdílnosti v fytosociologickém pojetí. Typickým znakem je krátké trvání klimaxového stádia. Regenerační sukcese je velmi podobná cyklické sukcesi, ale liší se v tom, že trvání klimaxového stádia je mnohem delší v porovnání s potřebným časem na regeneraci (Glončák 2009). Koncept „Patch“ dynamika vychází z toho, že struktura, funkčnost a dynamika lesních ekosystémů vychází z analýzy jeho menších interaktivních prostorových prvků. Koncept má požadavek, že ekosystémy jsou prostorově heterogenní (Vacek et al. 2016). „Patch“ dynamika se v přírodních lesích projevuje typickou mozaikou ploch. Můžou je zapříčinit menší disturbance působící na relativně stabilní ekosystémy, které se liší tvarem, složením, velikostí a vznikem (Glončák 2009).

3.3. Vývojové cykly lesa

Charakteristikou přírodních lesů je to, že všechno probíhá v relativně uzavřených integrovaných cyklech (Čaboun 2000). Přírodní lesy většinou nemají charakter ideálního jednotlivě výběrného lesa s trvale neměnným zastoupením všech věkových stupňů na malé ploše a s trvale neměnnou strukturou. Naopak jsou charakteristické skupinovitě výběrného dynamicky se vyvíjejícího se lesa (Vacek et al. 2007). Pro systémové hodnocení určitých změn dřevinného složení přírodního lesa má zásadní význam existence dvou vývojových cyklů lesa – malý a velký vývojový cyklus (Čaboun 2000).

3.3.1. Velký vývojový cyklus

Velký vývojový cyklus probíhá na lesní půdě zbavené celého lesního porostu dřevin po jeho katastrofickém rozpadu (Obr. 1). Ten je převážně v přírodě způsoben silnými větry, požáry, přemnožení herbivorů (např. kůrovců). Existují určité typy lesních ekosystémů, které mají predispozice k výskytu těchto událostí a některé typy ekosystémů jsou dokonce přizpůsobeny a jejich obnova je na ně odkázána. Travní a bylinná vegetace reaguje na tyto změny, ale i některé dřeviny využívají dočasné absence konkurenčně silnějších druhů a využívají tak volný prostor (Klimo 1994). Tyto druhy dřevin nazýváme „pionýrské dřeviny“, jsou charakteristické k rychlému osídlení volných ploch. Mezi nejdůležitější pionýrské dřeviny v oblasti Krkonoších lze zařadit břízu bělokorou a jeřáb ptačí (Košulič 2010). Pionýrské dřeviny charakterizují

zpravidla každoroční fruktifikací, tvorbou velkého množství semen, které se lehce roznášejí pomocí větru, vody i živočichů (Poleno et al. 2007). Dále se vyznačují rychlým růstem v mládí a brzkou kulminací přírůstu, a především poměrně krátkou životností (Vacek et al. 2010). Formují tzv. les přípravný. Tyto pionýrské dřeviny pozitivně ovlivňují tepelný, vláhový režim růstového prostoru a tvorbu humusu, čímž pádem prostor získává zpět vzhled a charakter lesního prostředí. Rychle rostoucí dřeviny pomalu připravují podmínky pro růst náročnějších stinných a polostinných dřevin (smrk, jedle, buk, javor). Tyto dřeviny jsou často poškozovány mrazem a suchem, proto nesnášejí podmínky odkryté plochy. Snášejí vysoké zastínění a zvládají konkurenci jiných jedinců. Jsou charakterizovány dlouhověkostí, v mládí pomalý růstem, přírůst kulminuje v pozdějším věku. Následnou přirozenou obnovou s podrůstáním těchto cílových dřevin pod lesem přípravným přichází les přechodný – nejčastěji dvouetážový. Nakonec cílové dřeviny předrůstají vrstvu slunných pionýrských dřevin a silným cloněním brání opětovné obnově (Korpeľ 1991).

Projevuje se zde ekologická sukcese vedoucí k obnově lesního prostředí, a to až k závěrečnému, klimaxovému společenstvu (Klímó 1994). Tímto stadiem se velký vývojový cyklus uzavírá (Korpeľ 1998). Klimaxový les je v daných podmínkách nejproduktivnější a nejstabilnějším typem ekosystému, jaký se může na určitém stanovišti vytvořit. Klimaxový porost může teoreticky přežívat bez časového omezení, ale nemůžeme počítat s neměnností porostu, protože v rámci klimaxu dochází k cyklickému střídání vývojových stadií a fází. Zejména maloplošná změna vývojových stadií a fází vytváří tzv. malý vývojový cyklus (Vacek, Simon, Remeš 2007).

3.3.2. Malý vývojový cyklus

Malý vývojový cyklus se liší od velkého vývojového cyklu svými značnými strukturálními vlastnostmi (Obr. 1). Probíhá na malých plochách v řádech arů v rámci klimaxu. Malý vývojový cyklus má jednotlivá stadia vývoje přírodního lesa, která jsou označována (Vacek et al. 2010):

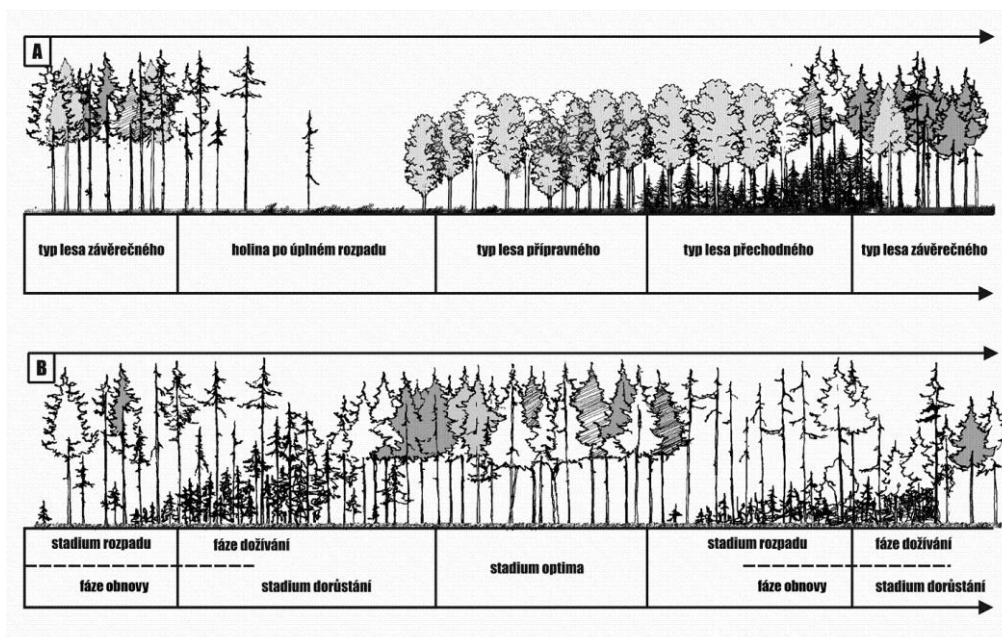
- stadium dorůstání,
- stadium optima,
- stadium rozpadu.

Ve stadiu dorůstání se většinou vyskytují stromy mladých generací, které intenzivně uplatňují své růstové schopnosti. Porostní zásoba a objemový přírůst se na plošnou jednotku zvyšuje. V tomto stadiu převažují stromy střední a spodní vrstvy se značným stupňovitým a vertikálním

zápojem, vysokou vitalitou a nízkou mortalitou stromů. Ve stadiu dorůstání mají porosty největší výškovou, tloušťkovou a prostorovou odlišnost. I přes výškově silně diferencované porostní skupiny se přes značnou různověkost výškově vyrovnají a nastává stadium optima.

Ve stadiu optima se rozlišují dvě fáze – fáze výstavby a fáze stárnutí. Ve fázi výstavby dosahuje porostní skupina maximální výši porostní zásoby, ovšem výškový přírůst již stagnuje a objemový přírůst zřetelně klesá. Typickým znakem ve stadiu optima je malý počet stromů na plošnou jednotku, ztráta vrstevnatosti a vzácně předčasná mortalita nejtlustších stromů. Zápoj porostu je rozvolněný, převládají stromy nejvyšších tloušťkových tříd. Na konci tohoto stadia ve fázi stárnutí se projevuje mortalita ve větším počtu, zejména u nejstarších stromů. Tímto se les dostává do posledního stadia malého vývojového cyklu – stadium rozpadu.

Charakteristikou stadia rozpadu je malý počet zbývajících starých stromů, nástup jedinců nové generace. Skupiny starých stromů se střídají s mezerami a s nastupující obnovou lesa. U vývojových stadií přírodního lesa je důležité zdůraznit, že po určitou dobu tohoto cyklu se jednotlivá stadia překrývají (Vacek et al. 2007).



Obrázek 1: Převažující formy dynamiky přírodních smrčín (A) v boreální tajgové zóně Skandinávie, Sibíře a Severní Ameriky („velký vývojový cyklus“) a (B) v horských ekosystémech smrčového vegetačního stupně, vklíněného do zóny listnatých opadavých lesů („malý vývojový cyklus“) s trvalou existencí typu lesa závěrečného – klimaxu (upraveno podle Schmidt-Vogt 1985; Vacek et al. 2007).

3.4. Maloplošný vývoj lesa

Mezi nejznámější a nejrozšířenější koncepty maloplošného vývoje lesa se uvádí „Kohort“ dynamika a „Gap“ dynamika. Rozdíl mezi nimi je, že „Kohort“ dynamika probíhá na větší ploše a v delším časovém intervalu (Angelstman, Kuuluvainen 2004).

U „Kohort“ dynamiky rozlišujeme tři fáze různověkových porostů:

- 1) Obnova porostu – v porostu se nachází převážně juvenilní stadia, ale vyskytují se zde několik starých stromů a velké množství odumřelého dřeva.
- 2) Přechodná fáze – různé věkové skupiny jsou rovnoměrně rozloženy v rámci porostu.
- 3) Strukturální odklon – v porostu převažují kohorty starých a velmi starých stromů.

Více používaný koncept maloplošného vývoje lesa je „Gap“ dynamika, jinak řečeno dynamika porostních mezer. Zásadní průběh tohoto pojetí je porušení korunového zápoje disturbancí v lesním porostu. Porušením zápoje vznikají mezery mezi nimi, a tím se otevírá prostor pro nové jedince. Tyto mezery se považují za základní stavební prvek maloplošné textury a struktury přírodních lesů.

Koncepce „Gap“ a „Patch“ dynamiky jsou často brány jako synonyma, přestože jsou od sebe velmi odlišné. „Gap“ dynamika je výsledkem biotických a abiotických činitelů. Zápoj porostu je porušen v malém měřítku (odlomení silné větve, vývrát). Zatímco u „Patch“ dynamiky je výsledkem působení kůrovcových kalamit nebo silných větrů, vznikají tak mezery mnohem širšího rozsahu než u „Gap“ dynamiky (Vacek et al. 2016).

3.5. Struktura lesa

Pokud rozebíráme rostlinné populace v porostech, musíme očekávat, že jedinci stejnověké populace si nebudou rovni. Jedinci se mohou od sebe rozlišovat v rychlosti růstu a tvorbě biomasy (někteří jedinci jsou vyšší, mohutnější a mají více větví než ostatní). Dále se mohou odlišovat různou fází ontogenetického vývoje, to znamená, že někteří jedinci jsou ve fázi vegetativní, jiní jsou už v generativní fázi a někteří jedinci odumírají.

Mnohem složitější situace je v populacích, kde se nachází nestejně starý jedinci, v rozsahu desítek až set let, jak to bývá u populací lesních dřevin (Vacek et al. 2007). Nerovnocennost jedinců v populaci tvoří strukturu populace. Strukturu populací můžeme zjišťovat pomocí tzv. statické struktury. Používá se zejména u populací dřevin, kde není možnost sledovat změny populace v celém životním cyklu. Zjišťuje se strukturu dřevin v určitém časovém bodu. Další

varianta je tzv. dynamická struktura, která určuje strukturu v celém životním cyklu populace, především se praktikuje u jednoletých nebo dvouletých rostlin (Slavíková 1986).

Struktura porostu je souhrn všech vnějších a vnitřních znaků popisující celkové vnitřní uspořádání porostu. Strukturu porostu značně ovlivňují konkurenční vztahy mezi jedinci v porostu a zároveň vysoce ovlivňuje jejich variabilitu, přirozenou obnovu, růst či mortalitu (Vacek et al. 2009). V současné době je struktura lesních porostů hodnocena pomocí obecných charakteristik: hustota porostu, kruhová základna, objem. Informace z těchto charakteristik jsou velmi důležité z hlediska ekologického, udávají nám např. informace, zda se zmenšuje či zvětšuje obsah dřevní biomasy v porostu (Král et al. 2014). Skladba porostu je určena původem (semenným, vegetativním, autochtonním, alochtonním), druhovým složením, věkovým členěním a prostorovým uspořádáním. Skladbu porostu dělíme na:

- 1) skladbu porostu dřevinnou (druhovou),
- 2) skladbu porostu věkovou,
- 3) skladbu porostu prostorovou,
- 4) skladbu genetickou (ekotypovou).

Dřevinná (druhová) skladba porostu je seznam všech druhů dřevin a jejich zastoupení v porostu (Vacek et al. 2007). Celková struktura porostu tvoří s druhou skladbou hlavní složky porostu, které vzájemně ovlivňují funkci lesních ekosystémů (Crow et al. 2002). Můžeme rozeznávat porosty jehličnaté a porosty listnaté. Oba dva typy porostů jsou smíšené – různorodé nebo nesmíšené – stejnorodé. Zastoupení dřevin v druhové skladbě se vypočítá jako plošný podíl jednotlivých dřevin v porostu. Dřeviny po-té můžeme dělit na hlavní dřeviny (zastoupení je větší jak 30%), přimíšené (zastoupení je 10 – 30%) a dřeviny vtroušené (zastoupení je do 10 %). V druhové skladbě je důležité zajistit zastoupení dřevin blízké přirozenému, tj. původnímu složení, je dobré vyloučit introdukované geograficky nepůvodních a stanovištně nevhodných dřevin (Míchal et al. 1999).

Věková struktura je charakterizována rozdílem věku stromů jednoho nebo více druhů dřevin. Vyjadřuje se ve věkových stupních nebo třídách, kde je věkové rozpětí 10 nebo 20 let. Podle věkového členění se porosty rozdělují na stejnověké a různověké. Díky věkovým rozdílům a růstových schopností jednotlivých stromů a druhů dřevin dochází k výškovému a tloušťkovému odlišení. Kvůli věku porostu a jeho vzhledu se rozlišují růstové a vývojové fáze lesa.

V porostech, které vznikly přirozenou, umělou nebo kombinovanou obnovou rozlišujeme sedm základních růstových fází (Vacek et al. 2016):

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

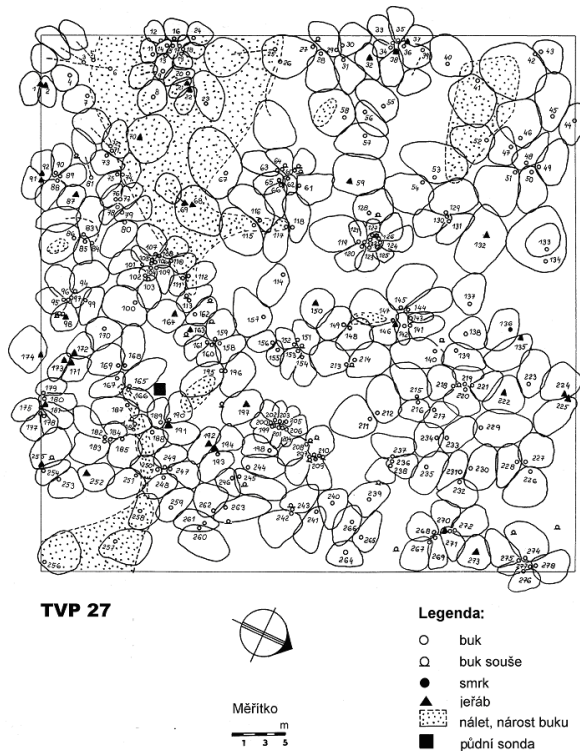
Jednotlivé vývojové fáze lesa charakterizují rozdílné dlouhotrvající úseky života přírodního lesa, v němž se každé složky přizpůsobují prostředí podle vnitřních zákonitostí, kvalitativně a kvantitativně se mění, vznikají, rostou, vyvíjejí se a zanikají. Jedná se o integrovaný cyklický vývoj. V rámci cyklického vývoje můžeme vyčlenit řadu vzájemně propojených cyklů např. cyklus oběhu vody, výživy. Existuje i nadstavbový vývojový cyklus (dynamický cyklický vývoj dřevinných složek přírodního lesa), v němž můžeme rozlišovat tři typická základní vývojová stadia - dorůstání, optima a rozpadu (Poleno et al. 2011).

Prostorová struktura lesních porostů je posuzována ve dvou směrech – horizontálním (vodorovném) a vertikálním (svislém). Z hlediska horizontální struktury se pozoruje hustota porostu, zakmenění a zápoj, naopak ve směru vertikálním se pozoruje tvorba jednoho nebo více porostních pater. Spojením horizontální a vertikální struktury porostů vzniká porostní profil (Vacek et al. 2010). Podle (Schütz 2002) můžeme navíc rozdělovat mezi nepravidelností uvnitř korunové vrstvy, plnou vertikální rozrůzněností na úrovni porostu a horizontální rozrůzněností.

U horizontální struktury se zápoj vyznačuje vzájemným dotykem a prolínáním korun v korunové vrstvě. Rozlišují se čtyři druhy zápoje (podle vzájemného rozmístění korun okolních stromů a způsobem dotyku):

- Horizontální zápoj – koruny zaujímají stejnou (totožnou) část porostního prostoru a tvoří tak zřetelně vylíšenou vrstvu, popřípadě několik vrstev (Obr. 2).
- Stupňovitý zápoj – koruny vytvářejí několik dílčích vrstev umístěných vedle sebe, je typický pro výběrný les.
- Diagonální zápoj – vyznačuje se plynulým přechodem mezi různě vysokými jedinci.
- Vertikální zápoj – koruny se vzájemně dotýkají a jsou rozmístěny v rámci celého produkčního prostoru (Korpeř et al. 1991).

Na horizontálním rozmístění stromů má největší vliv způsob a postup vzniku porostu, záleží na tom, zda porosty byly vysazovány uměle nebo porosty vznikly přirozenou obnovou (výmladky, hřížením nebo vysemeněním).



Obrázek 2: Horizontální struktura autochtonní horské bučiny v r. 1980 (Vacek et al. 2010).

Z hlediska vertikální struktury se pozoruje tvorba porostních vrstev, v jejich rámci porostních etáží a úrovní. Věk stromů nejvíce ovlivňuje vertikální strukturu porostu, dále je ovlivňuje rozdílná růstová rychlost jednotlivých stromů. (Vacek et al. 2016).

Genetická (ekotypová) struktura lesních porostů je posuzována podle míry jejich autochtonnosti. Zejména pak v lesích zvláště chráněných území je na autochtonnost porostů kladen značný důraz, jelikož původní (lokální) populace lesních dřevin jsou nejlépe adaptovány na dané podmínky prostředí (Vacek 1999).

3.6. Přirozená obnova

Nejvýznamnějším teoretikem i propagátorem přirozené obnovy ve dvacátých a třicátých letech 20. století se stal Vanselow (1957). Mnoho lesníků se sjíždělo do míst, kde přirozená obnova prožívala největší úspěchy (Konias 1952). Ovšem obnovní postupy s přirozenou obnovou na lokálních místech často selhávaly při přenosu na jinou lokalitu, či na jiné stanoviště. Pro

spolehlivé informace o přenosu úspěšných výsledků na jiné stanoviště poskytne pouze ekologicky analyzované šetření (Poleno 1993).

V Krkonoších probíhá výzkum pěstování lesů už od roku 1952. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice v Opočně se zabývá především otázkami obnovy lesních porostů. Výzkumy byly prováděny na základě podrobných historických průzkumů, výzkumů dřevinné skladby a porostního prostředí. Zjistily se cenné informace o dřevinách a potřebné znalosti o jejich ekologii, rozšíření a možnostech jejich využití k přirozené, umělé nebo kombinované obnově. Od roku 2005 se problematice obnovy lesních ekosystémů v Krkonoších permanentně věnuje Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta lesnická a dřevařská – Katedra pěstování lesa. Zabývá se především studiem stanovištních a porostních poměrů jako podkladu pro optimalizaci přírodě blízké péče a lesní porosty diferenciovaně podle určitých stanovištních a porostních podmínek v úzké spojitosti na stupně přirozenosti lesních porostů (Vacek et al. 2009).

3.6.1. Předpoklady přirozené obnovy

Jedním z nejdůležitějších předpokladů je opad semene některé dřeviny v obnovovaném porostu, a s tím související výskyt semenného roku. Pro vyklíčení semene, vzejití semenáčků a pro jejich počáteční stav je důležitý stav půdy. K tomuto příznivému stavu nám napomáhá biologická příprava, kterou provádíme po těžbě (Vacek 1981b.). Dalším předpokladem jsou vhodné klimatické podmínky, vhodný stav porostního klimatu a příznivé podmínky v průběhu povětrnosti od opadu semene až po přežití prvního vegetačního období (Vacek et al. 2009).

3.6.2. Specifikace přirozené obnovy

Přirozená obnova je proces, kde za pomoci a přítomnosti mateřského porostu vzniká nový porost. Celkový průběh přirozené obnovy zpravidla trvá déle, než umělá obnova porostu (Poleno et al. 2009). Přirozená obnova má jednotlivé etapy, které probíhají plynule za předpokladu, že se vytvoří příznivé podmínky. První etapu nástupu přirozené obnovy můžeme rozdělit na tři fáze podmínek obnovy:

- Předčasná fáze – přirozená obnova přichází v době, kdy ještě nejsou příznivé podmínky pro ni. Pro semenáčky často nejsou vhodné půdní a mikroklimatické podmínky a v důsledku toho hynou.
- Optimální fáze – v této fázi jsou příznivé podmínky pro klíčení semene a přežívání semenáčků.

- Promeškaná fáze – vhodné podmínky pro přirozenou obnovu již zanikly, nejčastěji vlivem nástupu buřene (Vacek et al. 2016).

Přirozená obnova se dostavuje na území s vyšším obsahem srážek, převážně v oblastech vyšších a středních poloh (Poleno et al. 2009). Nejlehčím dosažením přirozené obnovy je v edafické kategorii kyselé (K), kvůli tomu, že má menší sklony k zabuření půdy (Vacek et al. 2009).

Přirozenou obnovu rozdělujeme na dvě základní formy:

- Přirozená semenná (generativní) – jedinci vyrostou z nalétnutého či ze spadlého semena z mateřského nebo ze sousedního porostu.
- Výmladková (vegetativní) – jedinci vyrostou z pařezových, kmenových výmladků nebo ze zakořeněných větví. Tento způsob přirozené obnovy je u nás řadu desetiletí ústupu a uplatňuje se pouze na 0,1 % lesní půdy (Vacek et al. 2016).

Nejrozšířenějším způsobem přirozené obnovy je clonná obnova. Na obnovované ploše se těží nevhodné (nežádoucí) stromy, aby se snižoval zápoj a vznikaly tak dobré ekologické podmínky pro klíčení semen a vývoj náletů. V nejvyšších polohách Krkonoš se jedinci rozmnožují vegetativně. Vytvoří se klon, který má stejné genotypové vlastnosti jako strom mateřský. Rozlišuje se několik způsobů vegetativního rozmnožování:

- Kořenová výmladnost – jedinec vyrůstá z kořene. Nejčastější příčina je z oslabení, poranění kořenů, které jsou těsně pod povrchem půdy. Stromy známý kořenovou výmladností jsou akát, topol a osika.
- Pařezová výmladnost – nejčastěji v nízkém lese, kde dochází k pokácení jedince a na pařezu se aktivují spící pupeny. Záleží na druhu dřeviny, věku, vlastnosti půdy a způsobu poranění. Nejtypičtější stromy pro pařezovou výmladnost jsou vrby, olše, lípy a javory.
- Hřížení větví – tento typ obnovy se uplatňuje především ve vysokohorských oblastech, kde dochází k utlačení větví k zemi sněhem, dochází tak k nalomení větve a poté dochází k zakořenění. Tato forma se uplatňuje u smrku a kleče (Korpeľ et al. 1991).

3.6.3. Výhody a nevýhody přirozené obnovy

V praxi se můžeme setkat s odlišnými názory na přirozenou obnovu lesa, proto je nutné si uvést všechny klady i zápory přirozené obnovy lesa (Vacek et al. 2009).

Výhody přirozené obnovy lesa:

- Zachování autochtonních, ale i alochtonních populací, které se na určitém stanovišti či lokalitě osvědčily.
- Ponechání vysoké genetické diverzity populací.
- Lepší stabilní vývoj pro nálety a nárosty než u vysazených kultur, protože nedochází k žádnému poškozování kořenového systému jako při výsadbě.
- Získávání náletových semenáčků k zaškolování do lesních školek.
- I přes přípravu půdy, později vylepšování mezer, je přirozená obnova mnohem úspornější, než umělá obnova.
- Kvůli velkému počtu náletových semenáčků jsou menší škody zvěří (Ambrož et al. 2015).

Nevýhody přirozené obnovy:

- Závislost na fruktifikaci stromů, semenné roky přichází u každé dřeviny jinak např. buk, dub a smrk mají semenný rok jednou za 6–10 let. Borovice s modřínem jednou za 3 roky a bříza, javor, lípa, habr a olše většinou plodí každoročně.
- Nerovnoměrná hustota náletů, vznikají tak přehoustlé skupiny náletů a tím vznikají i mezery, které se musí doplňovat, což jsou velmi vysoké náklady (Kantor 2001).
- Přirozená obnova nastává pouze z mateřského porostu, což je nevýhoda u monokultur. Ojedinele se objeví ve smrkový monokultuře náletový semenáček i další dřeviny, především se na tom podílí ptáci, veverka a hraboši. U přenosu lehkých okřídlených semen i vítr (Vacek et al. 2009).

3.7. Popis dřevin

3.7.1. Smrk ztepilý

Smrk ztepilý (*Picea abies*) se vyskytuje především v severní a střední Evropě. Na jihu Evropy roste jen ve vyšších nadmořských výškách. Vyskytuje se v chladnějších oblastech s výskytem vlhčích půd (Sphon, Sphon 2013). Nadmořská výška tolik neovlivňuje přirozený výskyt smrku, naopak je velmi ovlivňován chladným kontinentálním klimatem s dobrým zásobováním půdy vodou, jak proudící podzemní vodou, tak ve formě srážek. Nyní v České republice se smrk vyskytuje ve všech lesních vegetačních stupních, a to především kvůli umělé obnově, která se rozšiřovala v 19. století (Poleno, Vacek et al. 2009). Podle (Schmidt – Vogt 1986, 1987, 1989) se smrk rozděluje v přirozeném horizontálním areálu na 3 dílčí oblasti:

- Středo a jihovýchodoevropskou oblast
- Severovýchodoevropskou oblast
- Sibiřskou oblast

V práci (Musil, Hamerník 2007) se vylisují pouze 2 oblasti – severoevropská oblast a středoevropská oblast.

Kolem horní hranice lesa mají smrky nižší schopnost generativního rozmnožování (Poleno et al. 2009). Od 60 let začínají stromy kvést v intervalu 4–5 let (Svoboda 1953), ale ve vyšších nadmořských výškách (v extrémnějších polohách) jsou semenné intervaly mnohem delší (8–14 let) a klíčivost semen je relativně nízká. V těchto extrémních podmínkách je generativní množení častěji nahrazováno vegetativním množení. V takových to oblastech je přirozená obnova velice pomalá. Semenačky se nemohou uchytit kvůli povrchové kamenitosti půdy. Na škodách na nárostech se také podílí sníh, mráz, zvěř a především v rekreačních oblastech i lyžaři (Poleno et al. 2009).

Smrk ztepilý může dorůst výšky až 50 metrů. Jeho borka je hladká a tenká, ve starším věku šupinovitá. Letorosty mají barvu hnědou, žlutou až bělavou. Pupeny smrku jsou převážně špičaté, barvu mají světle hnědou a jsou bez pryskyřice. Jehlice jsou čtyřhranné, tmavě zelené. Samčí šištice mají červenou barvu a jsou 2,5 cm dlouhé. Samičí šištice dosahují délky až 3–6 cm (Musil, Hamerník 2003). Dřevo smrku má žlutou barvu s výrazným přechodem letokruhů, viditelný rozdíl mezi jarním a letním dřevem. Smrk tvoří povrchový kořenový systém na mělkých půdách. Díky povrchovému kořenovému systému je smrk často a silně ohrožen větrem. Na hlubokých kyprých půdách vytváří kořenový systém podobný kořenovému systému borovice.

Při nedostatku živin způsobuje snižování přírůstu, ale naopak velký obsah živin může způsobit napadení hnilobou např. václavkou smrkovou (*Almillaria osteye*) nebo kořenovníkem vrstevnatým (*Heterobasidion annosum*), který způsobuje červenou hnilobu.

V nižších horských polohách je les popisován jako smíšený: smrko-jedlo-bukový. Nejčastěji se vyskytuje do nadmořské výšky 800–1000 m. Zejména uvnitř přirozeného areálu smrku jsou evidovány dobré výsledky přirozené obnovy, ovšem ve směsi přežívá pouze smrk, protože jedle s bukem jsou silně ohrožovány zvěří (Poleno et al. 2009).

3.7.2. Buk lesní

Buk lesní (*Fagus sylvatica*) zařazujeme do oceánického a suboceanického klimatu. Nejlepší podmínky pro buk lesní jsou čerstvě vlhké, minerálně bohaté půdy, vyhýbá se půdám ovlivněné vodou. Jeho výskyt je od pahorkatin až po hory (Poleno et al. 2009). Buk je z hlediska lesnictví velmi významný, slouží k výrobě nábytku, parket, kuchyňských potřeb a také se používá jako palivo. Plody buku slouží k potravě ptáků a savců (Sphon, Sphon 2013).

Buk je typickou dřevinou ve 4. lesním vegetačním stupni, kde se nachází i jeho produkční optimum. V Národním parku Krkonoš se nachází i nad horní hranicí lesa. Ve výzkumech bylo zjištěno, že buk se vyskytuje v nadmořské výšce 1310 m. V této nadmořské výšce se objevovala generativní reprodukce velmi zřídka. Na výzkumných plochách (nad horní hranicí lesa) byl buk schopen pouze vegetativní reprodukce (Vacek, Hejčman 2012). Kritická fáze přirozené obnovy pro buk jsou první týdny po klíčení. Jeden z hlavních důvodů jsou konzumenti např. hlodavci, ptáci, černá a spárkatá zvěř. Plody buku z části snědí, z části zanesou do úkrytu jako zásobu na zimu. Konzumenti jsou schopni zkonzumovat až 90 % úrody. Další závažný problém pro přirozenou obnovu buku je plíseň (*Phytophthora cactorum*), která napadá bukvice. Dlouhý interval semenných roků patří také k problému přirozené obnovy, zejména v horských oblastech, kde imise ovlivňují semenné roky, a to jak na kvalitě, tak na kvantitě. Nejlépe se daří přirozené obnově buku na místech, kde je menší zabaření a zaplevelení, bukvice mají větší šanci se dostat k substrátu (Poleno et al. 2009).

Strom dosahuje výšky 35–40 m, jeho borka je hladká. Letorosty jsou zprohýbané, tenké. Pupy buku jsou střádavé, jednotlivé a postranní velmi odstávající. Délka pupenů se pohybuje v rozpětí 10–25 mm, jejich tvar je vřetenovitý a pupenové šupiny mají skořicově hnědou barvu. Plody buku jsou trojboké. Bukvice dosahují délky zhruba 1 a mají hnědou lesklou barvu (Musil, Hamerník 2003). První kvetení začíná u buku mezi 20–40 rokem, jeho semenné roky jsou v intervalech 5–10 let (Svoboda 1955).

3.7.3. Jedle bělokorá

Jedle bělokorá se vyskytuje na západě a na jihu, ve větší míře se překrývá s areálem horského ekotypu smrku. V České republice roste v nižších horských oblastech v nadmořské výšce 500–900 m. V tomto rozpětí výšky se nachází její produkční optimum (Poleno et al. 2009). Jedle se vyskytuje i kolem horní hranice lesa např. na Šumavě se objevuje kolem nadmořské výšky 1290–1340 m. V Kvildské oblasti se nachází až 19 jedinců (Černý 2007).

Jedle roste na vlhkých až mírně podmáčených půdách a má vysoký požadavek na vzdušnou vlhkost. Jedle má velkou intercepci, je schopna zadržet až 40–80 % srážek. Pro přirozenou obnovu potřebuje dostatečný zápoj v porostu a půdu bez buřeně. Přirozené obnovy můžeme docílit pomocí obnovních způsobů – sečí clonnou a kotlíkovou. Je mnoho faktorů, které limitují přirozenou obnovu jedle, zejména okus semenáčků zvěří a poškozování mladých porostů korovnicí kavkazskou (*Drefusia nordmanniana*) a korovnicí jedlovou (*Drefusia piceae*), která se nejvíce vyskytuje ve vyšších věkových třídách (Poleno et al. 2009). Podle (Vacek et al. 2015) má spárkatá zvěř negativní až destruktivní vliv na přirozenou obnovu jedle v Národním parku Krkonoš.

V dnešní době je jedle považována za ustupující dřevinu, přestože její odumírání skončilo v 80. letech minulého století. Přírůst jedle se zvyšují, jelikož se dobře zmlazuje, roste dobře v oblastech zasaženými imisemi a dobře regeneruje. Ústup jedle je často spojován se způsobem hospodaření v lese. Vytváří se jedlové monokultury mimo areál přirozeného výskytu a krátkou obnovní dobou (Bercha 2005).

Strom roste do výšky 30-40 metrů, někteří jedinci až do 60 metrů. Koruna je kuželovitá, později válcovitá. Borka je hladká, má bělošedou barvu a ve stáří je borka podélně rozpukaná. Pupeny jsou hnědé, mají vejcovitý tvar a jsou bez pryskyřice. Jehlice jsou dvouřadé, ploché, s podélnou rýhou a barvu mají tmavě zelenou. Na rubu jehlic se nacházejí dva bílé průduchové proužky. Samčí šištice mají žlutou barvu, zatímco samičí šištice jsou zelené, později nafialovělé. Šišky jedle jsou rozpadavé (Musil, Hamerník 2003).

V dřívější době se jedle nejvíce používala pro stavbu dřevěných konstrukcí, ale v dnešní době už není takový zájem o jedlové dříví u dřevozpracujícího průmyslu. Jedno z vysvětlení je to, že dříve byla úplně jiná druhová skladba než v současné době. Jedle měla dobrou dosažitelnost, protože smrk nebyl dříve tak rozšířen jako nyní (Bercha 2006).

3.7.4. Javor klen (horský)

Javor klen roste zejména ve střední a jihovýchodní Evropě a vyskytuje se i v západní a jižní části Evropy. Už v delší době se pěstuje i mimo jeho přirozený výskyt. Javor klen roste v nejvyšších nadmořských výškách, ze všech tří javorů. Nachází se v Alpách v nadmořské výšce 1600 metrů (Poleno et al. 2009). V České republice se javor nejvíce vyskytuje ve skupinkách ve všech pahorkatinách, vrchovinách a pohoří. Nachází se i na vrcholech nižších pohoří kolem nadmořské výšky 800–900 m. Ve vyšších horách v České republice (Šumava, Krkonoše, Jeseníky) se objevuje zřídka. Javor má vysoké nároky na půdu, hlavně na obsah bází

a živin. Roste na hlubokých, humózních čerstvých půdách s vysokým obsahem skeletu. V porostu bývá javor spojován s vlhkými stanovišti, kde se objevují prameniště a náplavy říček. Javor má mohutná kořenový systém, kterým dokáže najít vodu i ve větší hloubce, ale nesnáší stagnující vodu. Horská stanoviště klenů jsou charakteristická vysokým obsahem srážek a vysokou vzdušnou vlhkostí z jiných příčin – hluboká údolí nebo severní svahy. U suťových lesů je součástí právě javor klen, který se tam vyskytuje s jasanem, lípou, bukem a jilmem (Úřadníček et al. 2009).

Strom roste do výšky 30–40 metrů a dožívá se kolem 400 let. Borka je hladká a ve starším věku se mění na šupinovitě až deskovitě odlupčivou. Letorosty jsou žlutozelené až šedé nebo hnědé barvy. Javor má přisedlé pupeny. Vrcholový pupen má zelenou barvu, jeho délka je 7–15 mm a tvar má vejcovitý a špičatý. Boční pupeny jsou menší odstávající. Plody javoru mají délku 3–6 cm a svírají ostrý úhel (Musil, Hamerník 2003). Javor klen je popisován jako polostinná dřevina. V mladším věku snáší vysoké zastínění, díky této charakteristice se dobře přirozeně obnovuje, ulehčuje tím přirozenou obnovu podrostním způsobem. K dobré přirozené obnově přispívá každoroční fruktifikace a také jeho lehká okřídlená semena, která se roznáší pomocí větru na dlouhé vzdálenosti. Jediný problém u přirozené obnovy je okus zvěří, nejvíce okus srnčí zvěře (Poleno et al. 2009).

Dřevo javoru slouží k výrobě hudebních nástrojů, párátek. Uplatňuje se i v truhlářství, řezbářství a soustružnictví (Úřadníček et al. 2009).

3.8. Popis zájmového území

Krkonoše se rozléhají na severu České republiky o rozloze 36 300 ha a jsou nejvyšším pohořím České republiky, mají znaky vysokohorské přírody v podobě severské tundry a alpínských ekosystémů, vysokohorských i nížinných prvků (Kajzarová 2012). Krkonošský národní park byl vyhlášen v roce 1963. O území národního parku Krkonoš pečuje pověřená Správa Krkonošského národního parku, která sídlí ve Vrchlabí. Správa Krkonošského parku od 1. 1. 1994 spravuje také lesní ekosystémy (Schwarz 1997). Na tomto území lze nacházet cenné formy neživé přírody, vzniklé činností ledovců a mrazu. Pramení tu spousta významných toků např. Labe, Mumlava, Jizerka, Úpa. Národní park se zařazuje do jedné z kategorií velkoplošně zvláště chráněných území, která podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, zabezpečuje na daném území ochranu odstupňovanou do zón. Cílem Krkonošského národního parku je ochrana či obnova samořídících funkcí přírodních systémů, ochrana volně žijících živočichů a volně rostoucích rostlin a ponechání typického vzhledu krajiny. Území národního parku je rozděleno do tří zón, které se rozlišují podle významu a stupně ochrany.

- I. zóna – vyskytuje se převážně v oblasti nad horní hranicí lesa v nadmořské výšce nad 1300 metrů. Objevují se zde celky ledovcové kary, hřebenová severská rašeliniště, mozaika alpinských luk a klečové porosty. Do I. zóny je přísně řízená návštěvnost turistů.
- II. zóna – kvůli lidské činnosti (lesním a zemědělským hospodařením) byly lesní i nelesní ekosystémy v průběhu staletí pozměněny. Nyní jsou lesní ekosystémy na mnoha místech ve fázi rozpadu, kvůli dlouhodobé imisní zátěži a zároveň kvůli nevhodnému genetickému původu vysazených smrcin, ale i přesto se jedná o území biologicky velmi vzácné a pestré.
- III. zóna – toto území zaujímá střední část a úpatí Krkonoš. V dnešní době se území hodně využívá pro rekreaci a turistiku (Kajzarová 2012).

3.8.1. Historie a vliv člověka

Už v 11. století v době kolonizace byly lesy narušovány, ale největší nárůst spotřeby dřeva nastal v období rozvoje krkonošských hutí a těžby rud. Dřevo bylo převážně použito jako výdřeva do dolů a na výrobu dřevěného uhlí do hutí. Spotřeba dříví nadále rostla, a to kvůli rozvoji vrchlabských a lánovských hutí a také kvůli těžbě rud v Obřím dole. Největší spotřeba dříví nastala na počátku 16. století, kdy byl nejvýznamnější rozvoj v hutnictví. Vznikaly několikasethektarové holoseče, které zlikvidovaly všechny kvalitní porosty ve východních Krkonoších. Tenkrát v Krkonoších nebyly žádné cesty, proto lidé využívali potoky a řeky pro dopravu dříví do podhůří, kde se dále zpracovávalo. Plavilo se převážně smrkové a jedlové dříví. Plavené dříví nemělo dobrý vliv na okolní prostředí, poškozovala se vegetace, porosty poblíž toků byly obhospodařovány intenzivně, zatímco porosty daleko od vodních toků byly zanedbané. V 16. století už krkonošské lesy neměly charakter pralesa. Docházelo k osídlování vyšších horských částí, na méně dostupných místech zvláště při horní hranici lesa kvůli bezpečí během třicetileté války. Obyvatelé se věnovali chovu dobytka, který se stal hlavním zdrojem obživy. Tak vznikalo tzv. budní hospodářství. Na konci 17. století začala všechna krkonošská panstva zařizovat v dosud devastovaných lesích dozor pomocí specializovaného lesního personálu. Vydávali nařízení a instrukce k ochraně lesa. Byly stanoveny vhodné zásady pro hospodářství. Díky lesním hospodářům se během 18. a 19. století podařilo smazat důsledky předcházející doby neřízených těžeb a devastace lesů. V závěru 20. století se zvyšuje snaha vést hospodaření v lese šetrným a trvale udržitelným způsobem (Šimurda 2012).

3.8.2. Klimatické podmínky

Krkonoše mají výjimečně velký rozsah nadmořské výšky. Nejnižší nadmořská výška je v údolí řeky Jizery (400 m n. m.) a nejvyšším vrcholem je Sněžka (1602 m n. m.). Průměrná roční teplota je kolem 0–6 °C. Průměrní roční srážky se pohybují okolo 900 mm a na hřebenech dosahují 1200–1400 mm. Délka vegetační doby závisí na nadmořské výšce. Kolem 700 m n. m. je průměrná vegetační doba 120 dnů, zatímco v nadmořské výšce 1500 metrů je průměrná vegetační doba kolem 15 dnů. Výška sněhové pokrývky může dosahovat až 300 cm (Kajzarová 2012). Nedílnou součástí Krkonoš jsou pozdní mrazy, které se objevují od září do května. Další nedílnou součástí Krkonoš je vítr, který je největším škodlivým faktorem, tzv. přepadové větry, které deformují růst dřevin. Silný vítr se vyskytuje především v zimním období.

3.8.3. Geomorfologie a hydrologie oblasti

Krkonoše jsou nejvyšší horskou oblastí Západních Sudet, Novosvětské sedlo ve výšce 889 metrů tvoří hranici mezi Jizerskými horami a Krkonošemi. Nejnižším místem Krkonoš je údolí řeky Jizery (okolo 400 m n. m.), zatímco nejvyšším bodem nejen Krkonoš, ale i České republiky je Sněžka (1602 m n. m.). Podle geomorfologie rozdělujeme dva hřbety – vnější Pohraniční hřbet, která má široký a plochý zarovnaný povrch. Vychází z něj např. Sněžka. Vnitřní Český hřbet je charakteristický příkrými svahy. Protíná se od Lysé hory přes Kotel, Zlaté návrší a spadá do údolí Labe. Tyto dva hřbety jsou rozděleny údolím řeky Mumlavy.

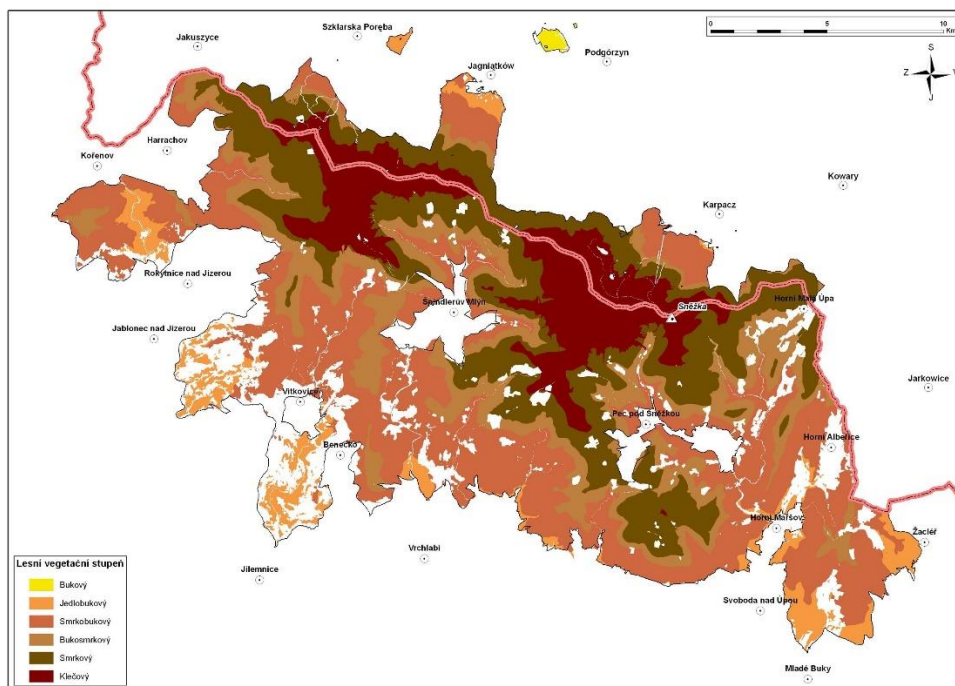
Říční síť vznikala ve třetihorách a čtvrtohorách. Typickou charakteristikou je velký sklon koryta, prudkost toku, velké výkyvy stavu vodní hladiny. V dnešní době je většina řek a potoků upravena hrazením (Nehyba 2015).

3.8.4. Geologie a pedologie oblasti

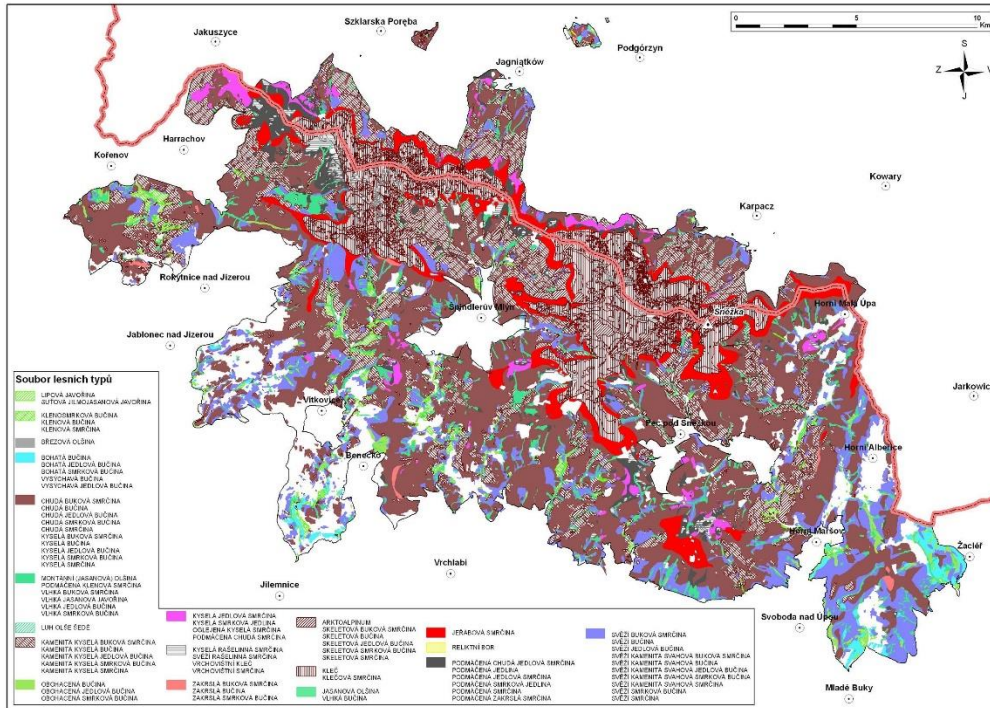
Současný reliéf Krkonoš je zapříčiněn dlouhodobým působením geologického a geomorfologického vývoje. Z geologického hlediska území Krkonoš zařazujeme do krkonošsko-jizerského krystalinika. Vyskytují se zde zejména krystalické břidlice (svory, ortoruly, fylity), uprostřed nichž se rozkládá žulový masiv, který tvoří vrcholové partie pohoří (Chaloupský 1983). Krystalinikum je poměrně kyselým podložím, proto jsou půdy minerálně chudé, ale kvůli vysokým srážkovým poměrům jsou půdy vlhkostně příznivé (Nehyba 2015). Nejvíce zastoupený půdní typ v Krkonoších je: kambizem, kryptopodzol a podzol (Nehyba 2015).

3.8.5. Vegetační a typologické poměry oblasti

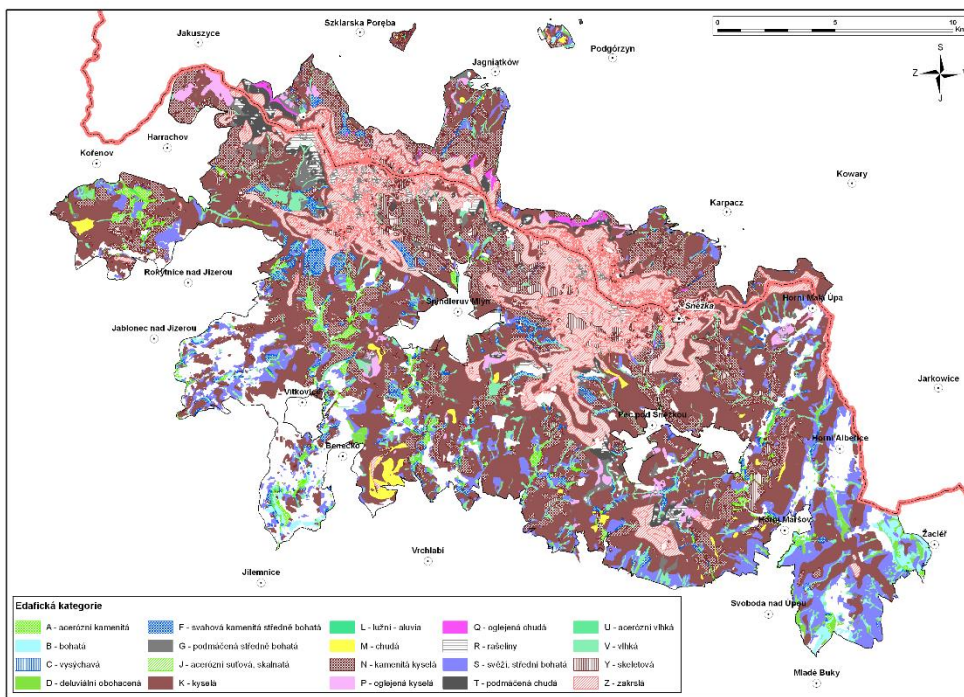
V české části Krkonoš výrazně dominují soubory lesních typů: 6K – kyselá smrková bučina (17,3 %), 7K – kyselá buková smrčina (11,0 %), dále jsou hojně zastoupeny 9Z – kleč (8,4 %), 6N – kamenitá kyselá smrková bučina (7,7 %), 8K – kyselá smrčina (6,9 %) a 8Z – jeřábová smrčina (5,7 %) - (Vacek et al. 2009). V Krkonoších výrazně dominuje ekologická řada kyselá (54,7 %), dále je hojně zastoupena řada extrémní (17,7 %) a živná (13,1%) - (Vacek et al. 2010). Lesní vegetační stupně jsou uvedeny na Obr. 3, soubory lesních typů na Obr. 4 a edafické kategorie na Obr. 5.



Obrázek 3: Lesní vegetační stupně Krkonoš (GIS Správa KRNAP Vrchlabí; Vacek et al. 2010).



Obrázek 4: Soubory lesních typů Krkonoše (GIS Správa KRNAP Vrchlabí; Vacek et al. 2010).



Obrázek 5: Edafické kategorie lesů Krkonoše (GIS Správa KRNAP Vrchlabí; Vacek et al. 2010).

4. Materiál a metodika

4.1. Lokalizace výzkumných ploch

Studované výzkumné plochy se nacházejí v I. zóně ochrany přírody Krkonošského národního parku, kde se zachovaly přírodě blízké smíšené smrkobukové porosty s přimíšeným javorem klenem, vtroušeným jilmem horským, jedlí bělokorou a jeřábem ptačím. Přehled základních stanovištních charakteristik trvalých výzkumných ploch (TVP) je uveden v Tab. 1.

Tabulka 1: Přehled základních porostních charakteristik o TVP 1-4 na lokalitě Bažinky.

TVP	Dřeviny	Věk	Výška (m)	Výčetní tloušťka (cm)	Objem ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	Nadmořská výška (m)	Expozice	Lesní typ	Půdní typ
1	BK, SM, JV	189	14,9	27,2	438	940	V	6S1	kambizem modální
2	BK, SM, JD	188	13,5	29,4	619	950	V	6S1	kambizem modální
3	SM, JV, BK	153	12,9	22,4	573	1100	V	6S1	kryptopodzol modální
4	SM, BK, JV, JR	153	10,3	18,5	363	1190	V	7K1	kryptopodzol modální

4.2. Obecný postup

Hlavní měření probíhalo po ukončení vegetačního období na všech 4 výzkumných plochách (velikost každé plochy byla vytyčena na 50×50 m), kde se odebraly vzorky pro dendrochronologickou analýzu. Celkem bylo odebráno 190 vývrtů, z toho 80 vzorků smrku, 80 vzorků buku, 20 vzorku javoru a 10 vzorků jedle. Vývrty z jedle byly odebrány o pár metrů níže, než se nachází TVP2. Vzorky byly navrtány u stromů starších 60 let. Analýza odebraných vzorků byla provedena v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze na fakultě lesnické a dřevařské a následně byly zpracovány pomocí softwaru TSAP, CDendro a Dendroklim.

Další měření probíhalo ve smrkobukových porostech (TVP1, TVP2, TVP3 a TVP4). Měřily se všechny stromy o průměru větší než 4 cm ve výčetní tloušťce. Změřená plocha byla převedena do elektronické podoby pomocí softwaru GIS a poté se vše zpracovalo v lesnickém softwaru SIBYLA. Za pomoci technologie Field-map byla zaměřena poloha všech jedinců na trvale výzkumných plochách.

Dále se na všech TVP zkoumala přirozená obnova lesa. Měřily se všechny stromy do výčetní tloušťky 4 cm.

4.3. Měření a zpracování dendrometrických veličin a mapování pozic stromů

Základní dendrometrickou veličinou, kterou jsme měřili je výčetní tloušťka $d_{1,3}$. Můžeme ji definovat jako vzdálenost dvou rovnoběžných tečen vedených v protilehlých bodech obvodu

průřezu kolmých k ose kmene (Kuželka et al. 2014). Průměr v $d_{1,3m}$ byl změřen za pomoci průměrky s přesností na mm. Další dendrometrickou veličinou byla reprezentativní výška, kterou jsme potřebovali pro tvorbu výškových grafů. Výšku stromu definujeme jako vzdálenost dvou rovnoběžných rovin vedených kolmo na osu kmene, kde jedna prochází patou kmene a druhá vrcholem stromu (Kuželka et al. 2014). Výšky byly změřeny pomocí výškoměru Vertex a poté byly zapsány do Field-map. Pro určení pozic jednotlivých stromů na TVP byla použita technologie Field-map, tato technologie dokáže ukládat data o prostorové struktuře porostu. Umožňuje rychlý a efektivní sběr dat v porostu a jejich následné kancelářské zpracování a vyhodnocení.

Zpracování dendrochronologických dat bylo provedeno v softwarech GIS a SIBYLA. V GISu lze vytvořit mapová území, které charakterizují strukturu lesního porostu a v softwaru SIBYLA lze udělat vizualizaci TVP a vytvořit dendrometrické tabulky a grafy. Ve výsledcích se vyskytují tabulky s dendrometrickými veličinami:

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

Všechny tyto dendrologické veličiny byly časově modelovány na 50 let do budoucna v programu SIBYLA.

Dalšími výsledky hodnotící strukturu porostu jsou indexy, které popisují horizontální strukturu, výškovou a tloušťkovou rozrůzněnost. Jednotlivé charakteristiky indexů jsou následující:

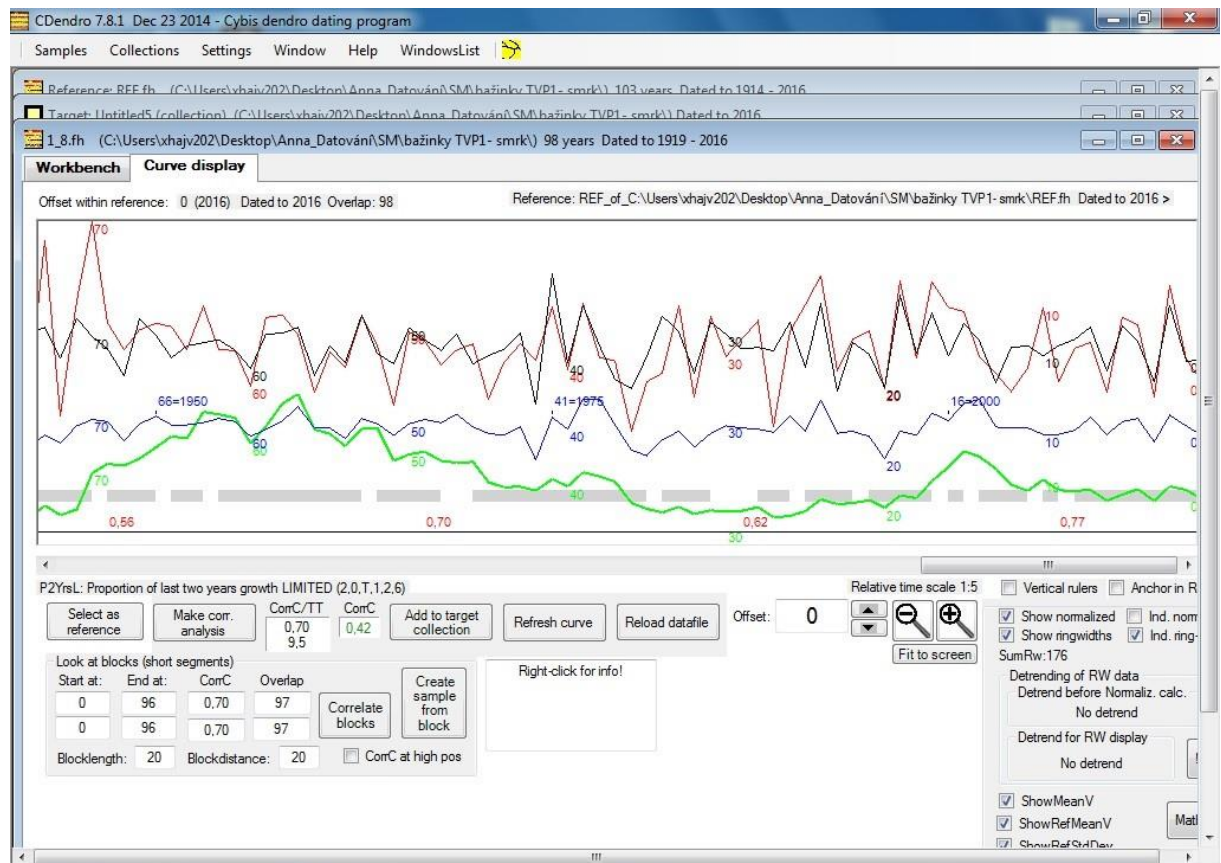
- R – Clark-Evansův agregační index, který popisuje horizontální strukturu. Pokud je hodnota menší než jedna, má porost shlukovitou strukturu, když se hodnota nachází

kolem 1, je uspořádání náhodné a pokud je hodnota vyšší než jedna, jedná se o pravidelné uspořádání (Clark, Evans 1954).

- B – index, který tvoří čtyři dílčí faktory, které se podílejí na diverzitě porostu. Jde o dřevinné složení, vertikální strukturu, prostorové uspořádání a korunovou diferenciaci. Čím větší je hodnota indexu, tím rozmanitější je porostní skladba (Simon, Vacek 2008).
- A – Arten-profil index se pohybuje mezi 0–1. Čím větší je indexová hodnota, tím vyšší je i druhová rozrůzněnost. Pokud index překročí hodnotu 0,9, tak struktura porostu se blíží k výběrnému lesu (Pretzsch 1992).
- H – Shannon-Wienerův index druhové diverzity, nabývá hodnoty 0-1, čím větší hodnota, tím větší druhová diverzita (Shannon 1948).
- TMd – index tloušťkové diferenciaci a TMh – index výškové diferenciaci. Nabývají hodnot 0-1. Pokud indexová hodnota je větší jak 0,7, tak je velmi silná tloušťková nebo výšková diferenciaci (Füldner 1995).

4.4. Dendrochronologická analýza

Pro dendrochronologickou analýzu byly vyvrtány vzorky v době vegetačního klidu Presslerovým nebozezem. Poté byly jednotlivé vývrty dány do připravených prken a následně zbroušeny v dílnách České zemědělské univerzity na fakultě lesnické a dřevařské. Po zbroušení následovalo měření pomocí měřicího stolu (time-table). Šířka letokruhů se měřila s přesností na 0,01mm. Postupným měřením vznikaly letokruhové křivky jednotlivých stromů, které se navzájem porovnávaly (Obr. 6). Podobnost mezi jednotlivými křivkami se kontrolovala pomocí korelačního indexu CDI, který musel dosahovat hodnoty alespoň 12, aby se vzorek zařadil do průměrné chronologie. Ze synchronních křivek byla vytvořena průměrná stanovištní chronologie v programu CDendro 7.8.1 a poté opět v tomto programu byla vytvořena detrendace letokruhových sérií. K vytvoření analýzy vztahu mezi tloušťkovým přírůstem a klimatickými parametry jsme použili průměrné úhrny srážek z meteorologické stanice. Dále byl použit software Dendroklím, který modeluje tloušťkový přírůst v závislosti na klimatických podmínkách.



Obrázek 6: Zobrazení referenční křivky se vzorkem č. 8 z TVP1 Bažinky v programu CDendro 7.8.1

4.5. Přirozená obnova porostů

Na všech 4 TVP bylo pro hodnocení přirozené obnovy provedeno vytyčení jednoho transektu o velikosti 50×5 metrů. Volba místa pro umístění transektu byla provedena tak, aby transekt nejlépe charakterizoval přirozenou obnovu na celé trvale výzkumné ploše. K vyznačení plochy jsme potřebovali provázek a pásmo. Měřili jsme všechny stromy do výčetní tloušťky 4 cm. U každého jedince se změřila: výška, šířka koruny, výčetní tloušťka, výška nasazení zelené koruny a okus. Pokud byl jedinec vyšší jak 130 cm, tak tloušťka byla změřena v 1,30 m, u menších jedinců byla tloušťka změřena v krčku. Všechny změřená data byla přepsána do počítače (Microsoft Excel) a následně zpracovány v programu GIS a SIBYLA.

5. Výsledky

Přes mnoho společných rysů se přírodní lesy v různých stanovištních podmínkách odlišují určitými rozdíly ve své přirozené dynamice (Vacek et al. 2010). Tato diplomová práce zachycuje aktuální stav smrkobukových porostů a jejich vývoj v Krkonošském národním parku v lokalitě Bažinky. Vývojové prvky autochtonních smrkobukových porostů mají charakteristiku malého vývojového cyklu.

5.1. Bažinky TVP 1

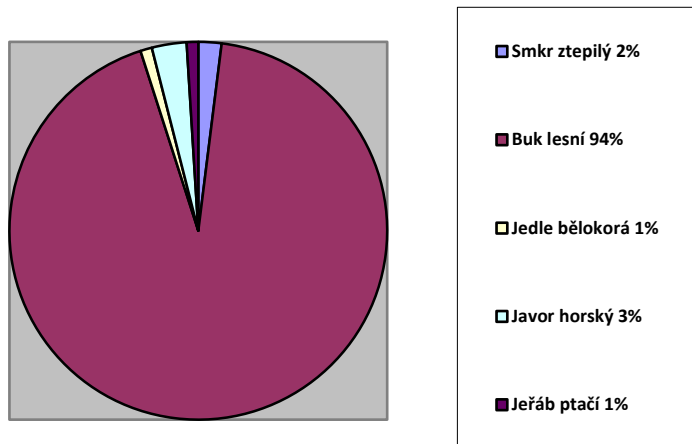
5.1.1. Stanovištní a porostní poměry

Trvalá výzkumná plocha se nachází v nadmořské výšce 940 m. TVP1 se vyskytuje v I. zóně národního parku a leží na svahu o středním sklonu s východní expozicí. TVP byla založena v roce 1980. Nachází se v málo členitém terénu. Pokryvnost bylinného patra tvoří 50%. Převažuje zde třtina chloupkatá (*Calamagrotis villosa*) a věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*). V této oblasti se netvoří silný konkurenční tlak buřeně vůči přirozenému zmlazení. Půdním typem je kambizem modální (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2010). TVP se nachází v porostu 311 A s27y a leží v 6. lesním vegetačním stupni. Plocha náleží k LT 6S1 - svěží smrková bučina šřavelová. Porost se skládá z 3 etáží. Dolní etáž je tvořena bukem (85 %), smrkem (12 %) a jeřábem (3 %). Střední etáž se skládá z buku (95 %) a smrku (5 %). Horní etáž je tvořena bukem (55 %), smrkem (44 %) a jeřábem (1 %) – LHP pro LHC Harrachov 2015.

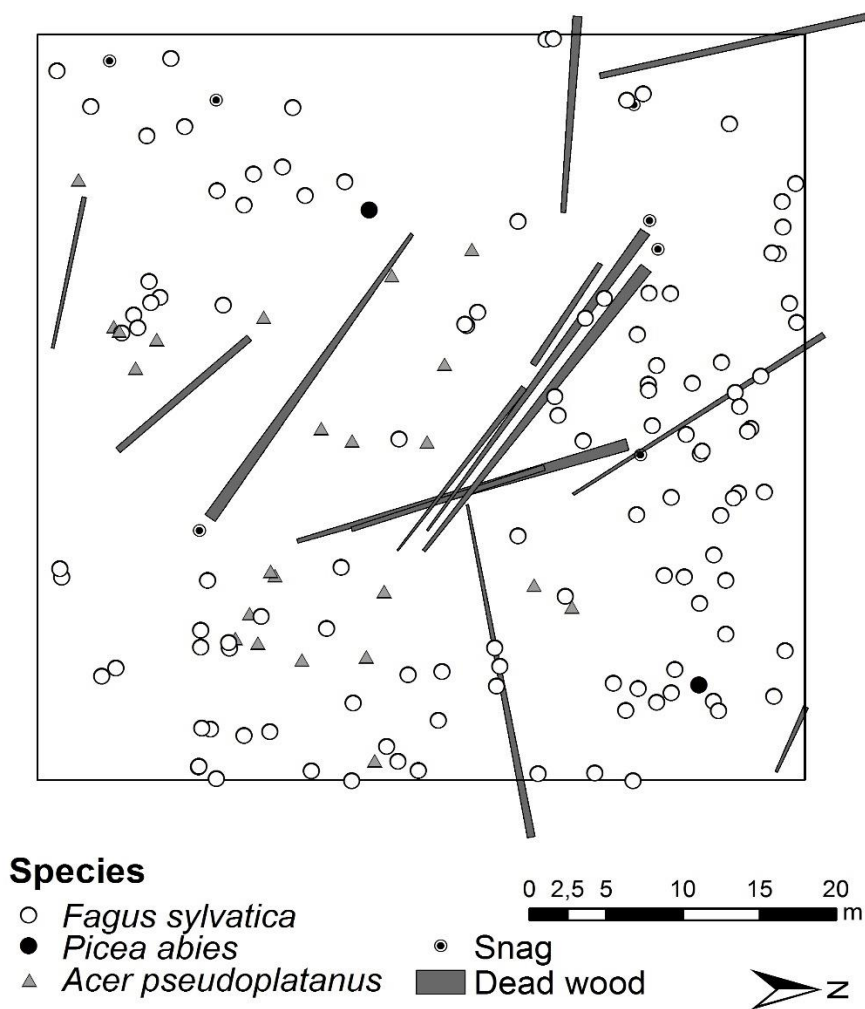
5.1.2. Struktura a vývoj porostu

Porost je složen ze tří etáží, které si místy vzájemně prolínají a tvoří někdy až výběrnou strukturu. Ovšem u některých částí se střední vrstva nevyskytuje. Celkový počet jedinců stromového patra v přepočtu na jeden hektar je 564. Z toho 464 jedinců buku lesního, 92 jedinců javoru horského a 8 jedinců smrku ztepilého.

Zastoupení přirozené obnovy v přepočtu na jeden hektar je uvedeno na Obr. 7. Množství přirozené obnovy závisí na zápoji porostu, charakteru půdního povrchu a také na pokryvnosti bylinného patra. Celkový počet jedinců přirozené obnovy na transektu je 38 800. Z toho 36 400 jedinců buku lesního (94 %), 1 240 jedinců javoru horského (3 %), 640 jedinců smrku ztepilého (2 %), 320 jedinců jeřábu ptačího (1 %) a 200 jedinců jedle bělokoré (1 %).



Obrázek 7: Zastoupení přirozené obnovy na TVP 1 (přepočteno na 1 hektar).

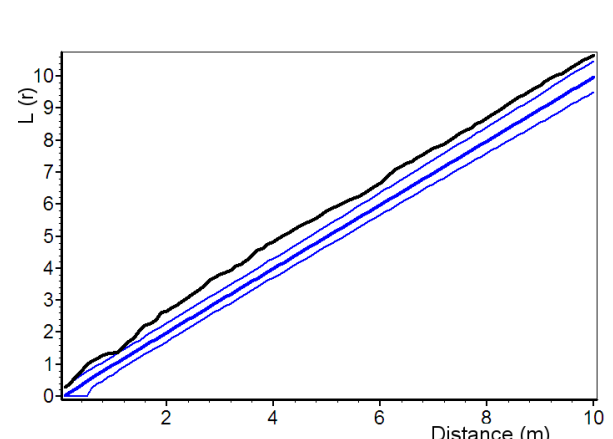


Obrázek 8: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 1.

Horizontální struktura tohoto porostu je zachycena na Obr. 8. Hodnoty indexů horizontální struktury jedinců stromového patra jsou zobrazeny v Tab. 2. Podle indexu Clark-Evansova je rozmístění jedinců stromového patra náhodné. Podle indexů Hopkins-Skellamova a Pielou-Mountfordova jsou jedinci rozmístěni shlukovitě, což je patrné i z Ripleyovy L-funkce (Obr. 9).

Tabulka 2: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.

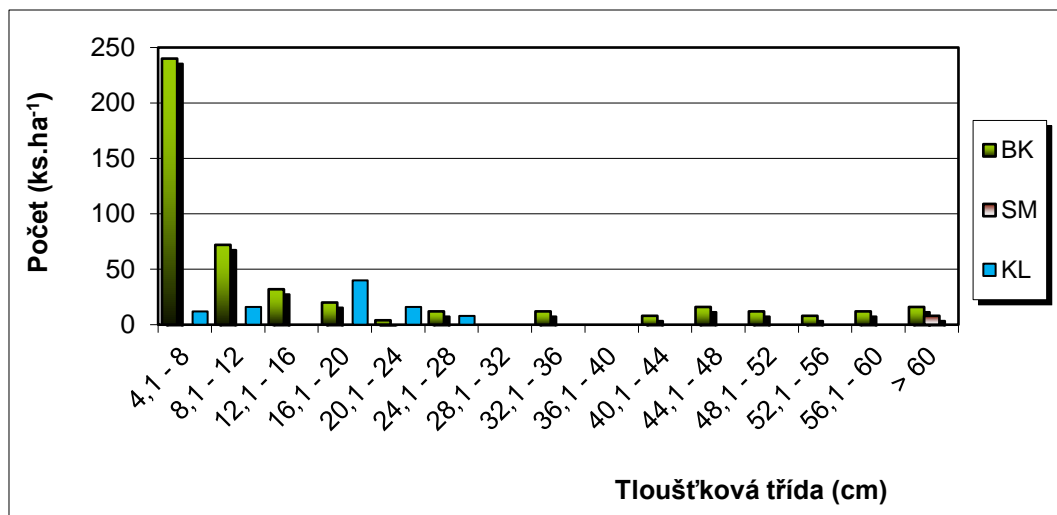
Index	Zjištěné hodnoty
Hopkins-Skellam	0,704
Pielou-Mountford	1,724
Clark-Evans	0,835



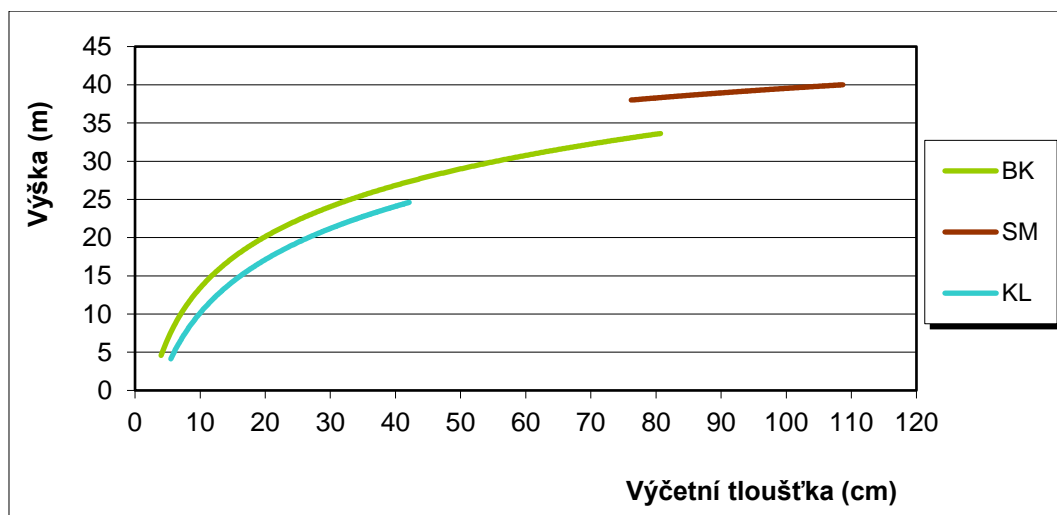
Obrázek 9: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 1 vyjádřená L-funkcí.

5.1.2.1. Biometrická charakteristika

Na Obr. 10-11 jsou zobrazeny základní biometrické charakteristiky autochtonního smrkobukového porostu na TVP 1 - Bažinky. Dá se říci, že buk je zastoupen ve všech tloušťkových třídách kromě 36,1-40 cm. V porostu se objevuje hojně přirozené zmlazení buku. Přimíšený smrk se vyskytuje pouze v těch nejtlustších dimenzích. Je patrné, že výška obou dřevin stoupá s výčetní tloušťkou. Porost na TVP tvoří v horní vrstvě vyspělou kmenovinu v pokročilém stádiu rozpadu a ve střední vrstvě se nachází stádium dorůstání. Probíhá zde malý vývojový cyklus. Průměrná výčetní tloušťka porostu je 27,2 m. Střední výška porostu je 14,9 m. Zásoba porostu je 438 m³.



Obrázek 10: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 1.



Obrázek 11: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 1.

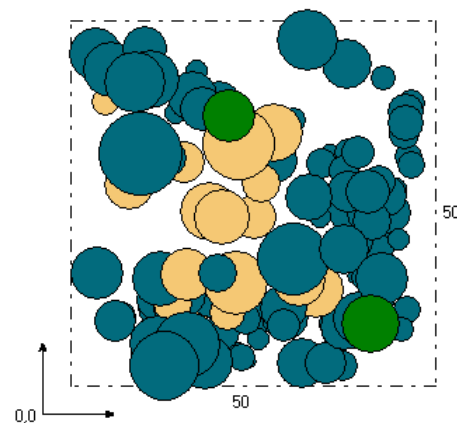
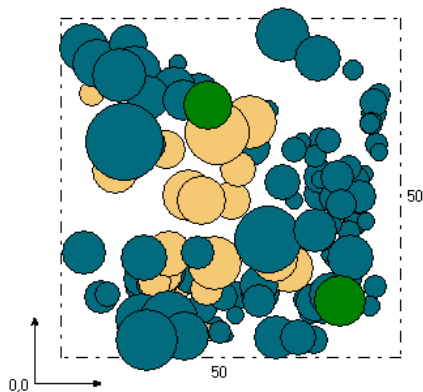
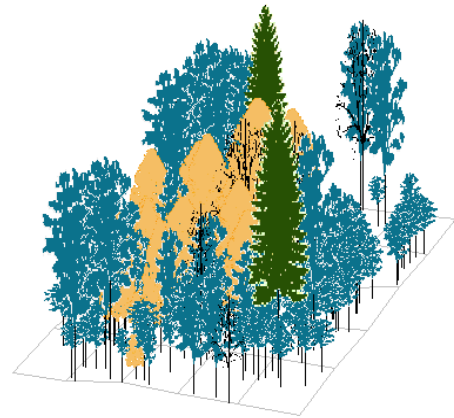
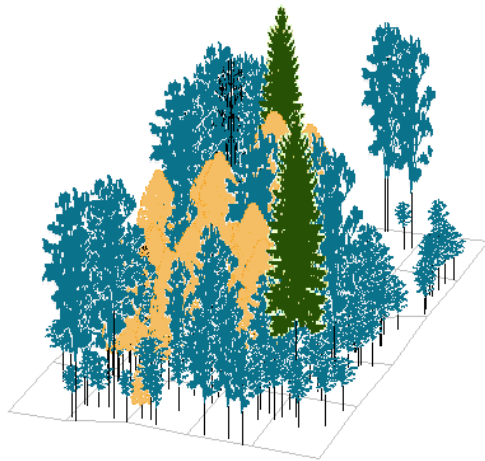
5.1.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu

Základní charakteristiky použité pro simulaci vývoje TVP 1 - Bažinky:

- lesní typ: 6S,
- délka vegetačního období: 115 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 600 mm,
- roční teplotní amplituda: 18,0 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 10,0 °C,
- zásobenost vodou: 0,65,

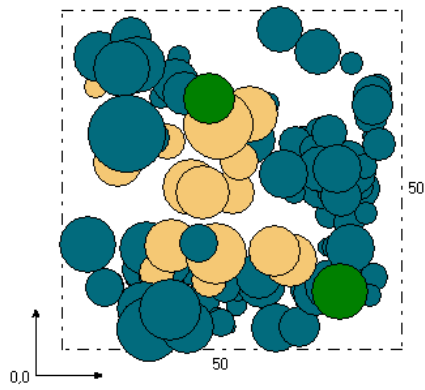
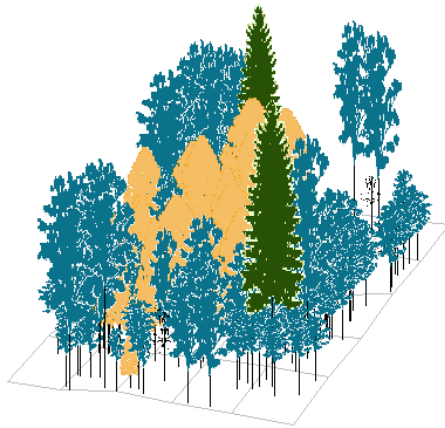
- zásobenost živinami: 0,50
- věky stromového patra: horní 223 let, střední 90 let, spodní 39 let a nárost 17 let.

Zastoupení dřevin jen orientačně odpovídá přirozené druhové skladbě v průběhu směny dřevin v rámci malého vývojového cyklu. Na TVP 1 je porost mírně prostorově a věkově diferencovaný (Vacek et al. 2010). V horní vrstvě se vyskytuje vyspělá kmenovina v pokročilém stadiu rozpadu a ve střední vrstvě dochází ke stadiu dorůstání. Na TVP 1 se vyskytuje na prosvětlených místech přirozená obnova s velkou hustotou. Dominantní dřevinou je buk, vyskytuje se v úrovni i nadúrovni porostu. Vizualizace aktuálního stavu porostu je na Obr. 12. Na Obr. 13-17 je znázorněna predikce porostu vždy po 10 letech za předpokladu samovolného vývoje.

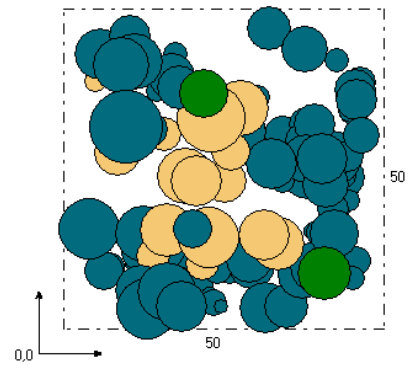
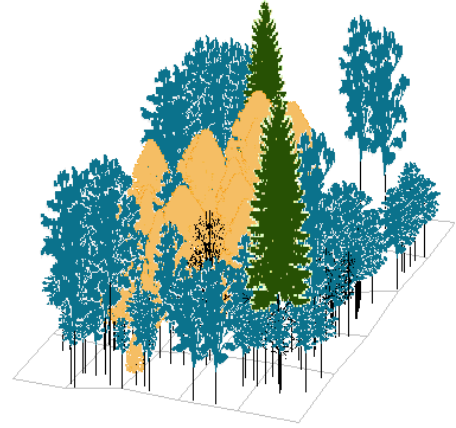


Obrázek 12: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2014.

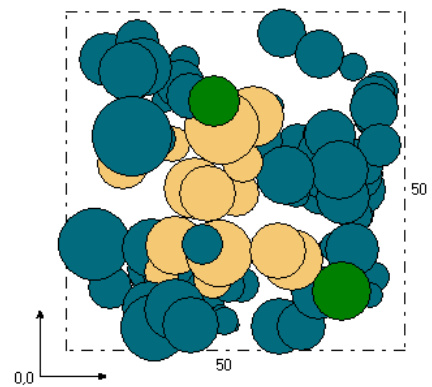
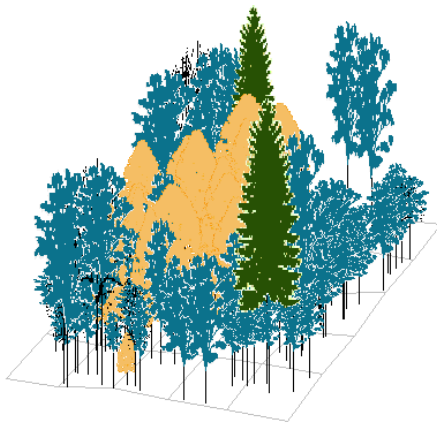
Obrázek 13: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2024.



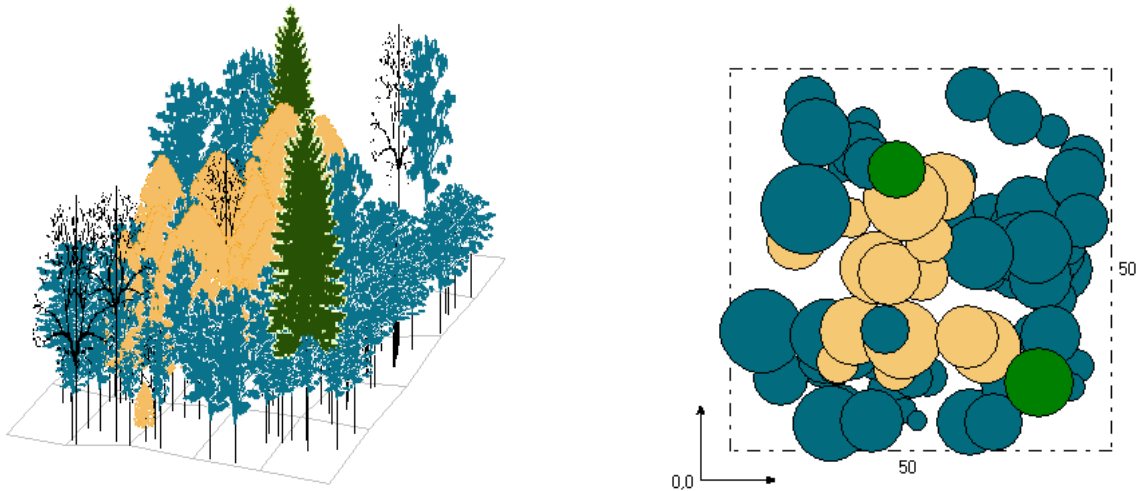
Obrázek 14: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2034.



Obrázek 15: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2044.



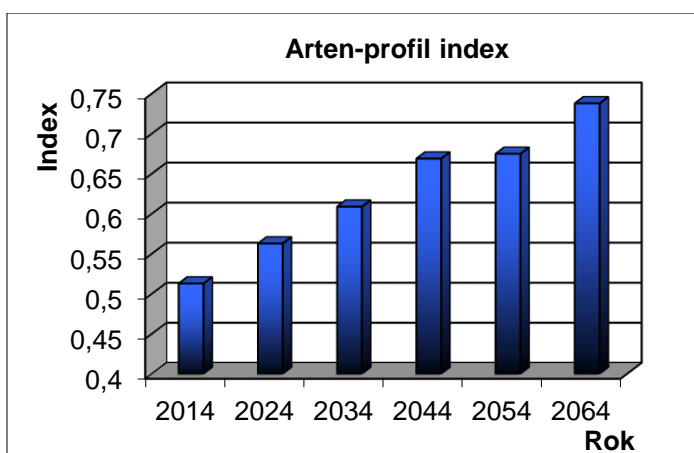
Obrázek 16: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2054.



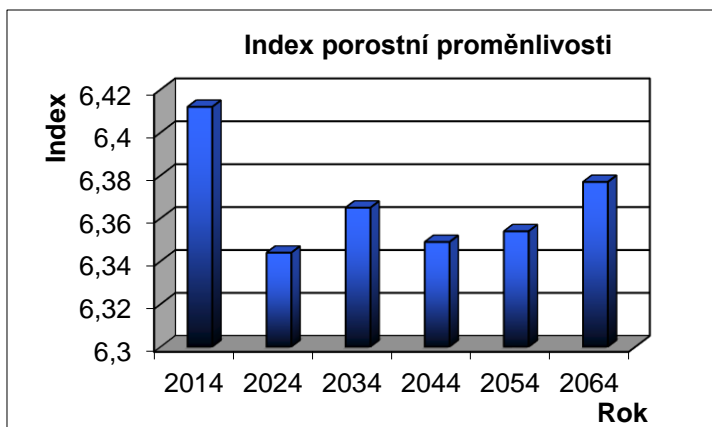
Obrázek 17: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 1 v roce 2064.

Vývoj hodnot strukturálních jedinců (R-Clark-Evansův agregační index, A-Arten-profil index, B-index porostní proměnlivosti, index tloušťkový a výškový diferenciaci a index druhové diverzity) ve smrkobukovém porostu na TVP 1 je zobrazen na Obr. 18-24 a uveden v Tab. 3. Výšková i tloušťková diferenciaci je v obou případech celkem nízká. Porostní proměnlivost tohoto porostu se pohybuje mírně nad střední hodnotou, ale do budoucna bude její hodnota klesat.

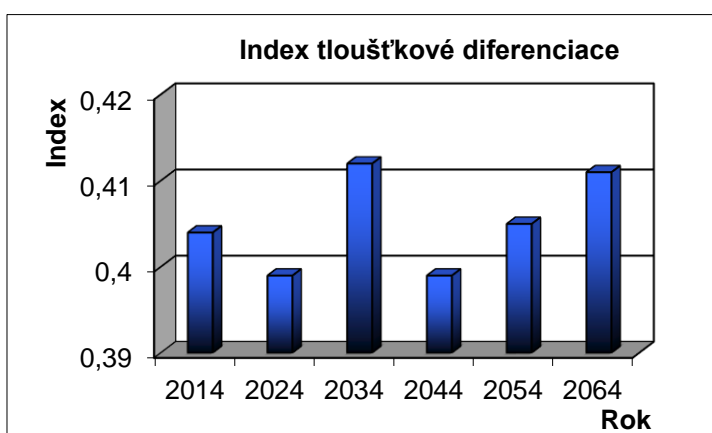
Růstové tabulky vývoje pro sdružený porost při simulaci samovývoje jsou zobrazeny v Tab. 4. Hodnoty v tabulce dokazují, že porost je ve stadiu dorůstání, jelikož se během 50 let sníží jedinci na hektar (z 564 jedinců na 420 jedinců) a během vývoje se zvětší střední porostní výška (z 14,9 m na 18,8 m) i průměrná výčetní tloušťka (z 27,2 cm na 34,4 cm).



Obrázek 18: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



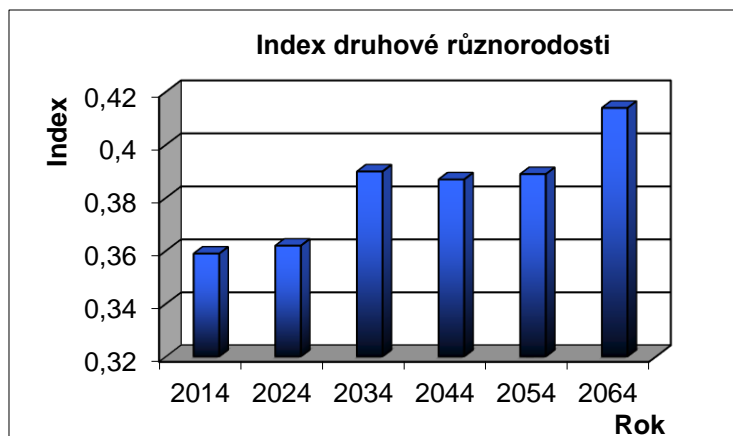
Obrázek 19: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



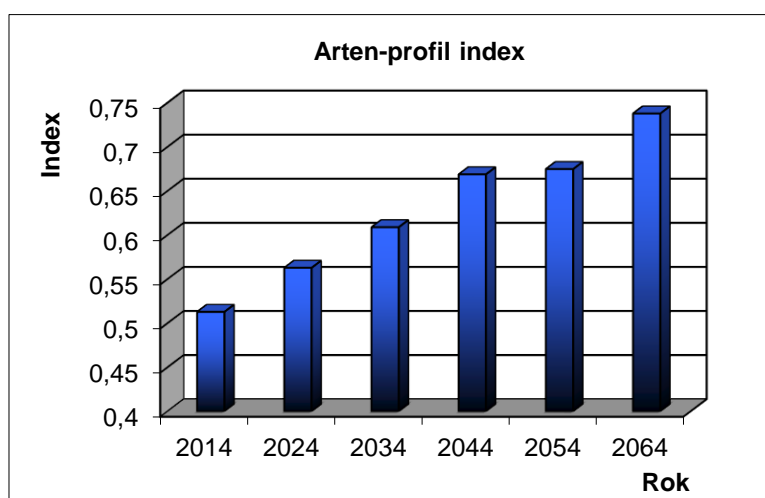
Obrázek 20: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obrázek 21: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obrázek 22: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.



Obrázek 23: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Tabulka 3: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	H' (Si)
2014	0,757	0,513	6,412	0,404	0,316	0,359
2024	0,757	0,563	6,344	0,399	0,299	0,362
2034	0,762	0,609	6,365	0,412	0,291	0,390
2044	0,773	0,669	6,349	0,399	0,274	0,387
2054	0,770	0,675	6,354	0,405	0,277	0,389
2064	0,793	0,738	6,377	0,411	0,267	0,414

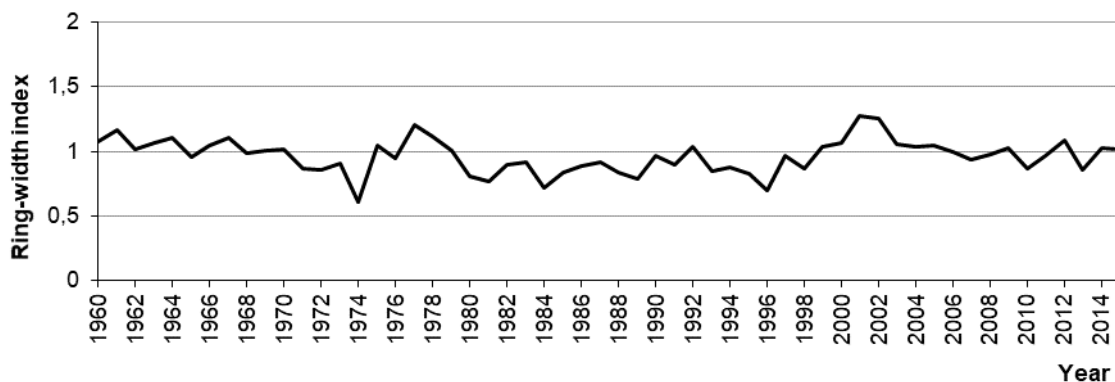
Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM_d – index tloušťkové diference, TM_h – index výškové diference, H' – index druhové různorodosti (entropie H').

Tabulka 4: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 1 při simulaci samovývoje.

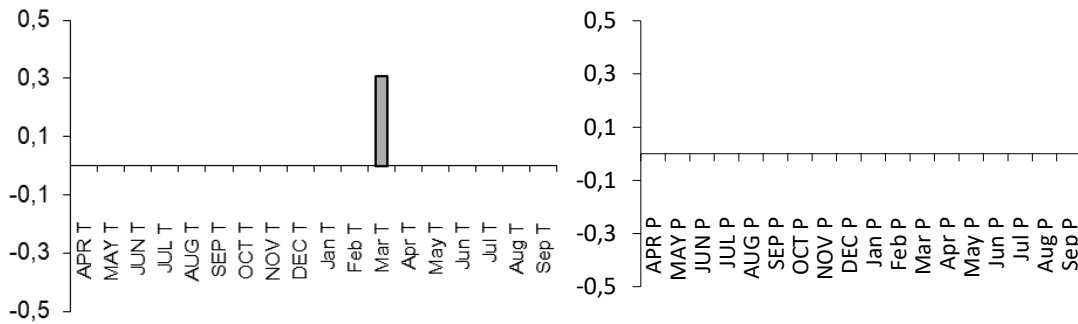
Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	189	27,2	14,9	0,897	0,776	564	32,6	438	54,7	0,0	2,32	438
2024	197	28,5	15,8	0,847	0,854	556	35,2	475	55,4	5,0	2,47	487
2034	204	28,7	16,2	0,816	0,857	524	33,8	449	56,6	5,3	2,63	537
2044	211	30,9	17,4	0,769	1,000	504	37,7	504	56,1	5,4	2,81	592
2054	219	33,4	18,2	0,742	1,185	464	40,6	550	54,6	5,4	2,95	645
2064	221	34,4	18,8	0,704	1,229	420	38,9	516	54,6	5,1	3,16	699

5.1.3. Letokruhová chronologie

Z regionální standardní letokruhové chronologie je u smrku v letech v 1960-2017 patrný jen mírně diferencovaný radiální přírůst (Obr. 24). Typický radiální přírůst byl potvrzen analýzou významných negativních let, a to v roce 1931. Kladný vliv na tvorbu letokruhů vykazují u smrku teploty daného roku v měsíci březnu ($r=0,31$, Obr. 25). Z grafu je patrný nejnižší přírůst v r. 1974, což dokumentuje velmi chladný rok. V letech 1980 až 1996 je snížený přírůst způsoben vlivem imisního zatížení.

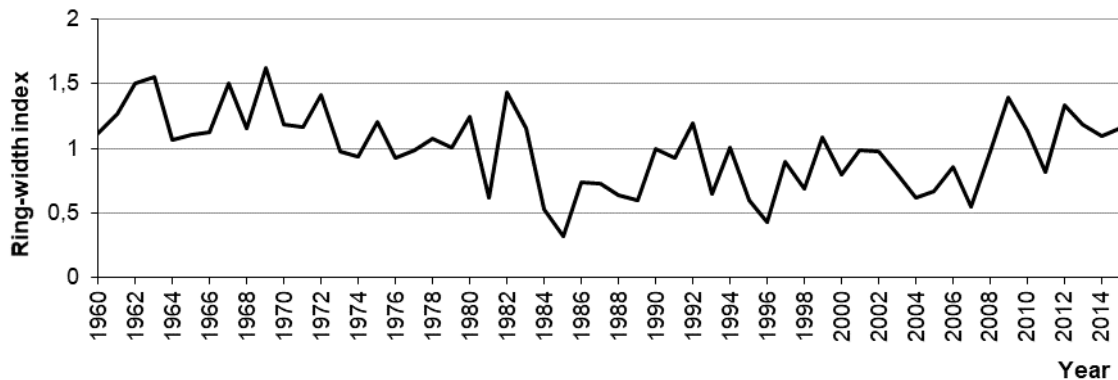


Obrázek 24: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.

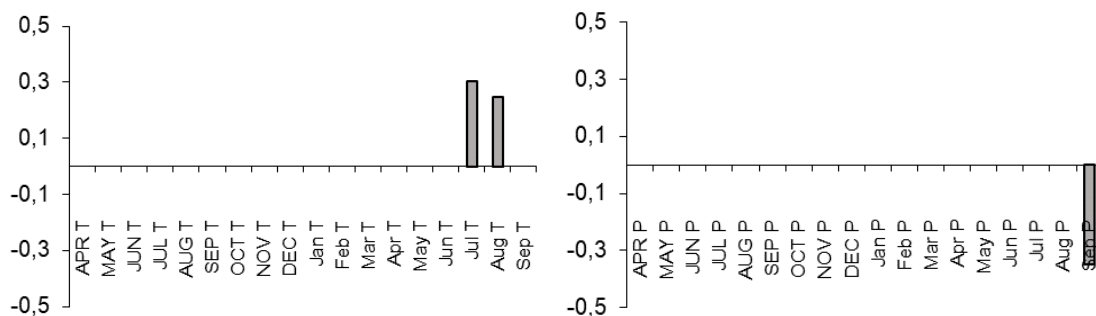


Obrázek 25: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku ztepilého na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1960-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

Z regionální standardní letokruhové chronologie buku v letech 1960-2015 je patrná podstatně větší diferenciacce než u smrku radiální přírůst buku (Obr. 26). Letopočty s nízkým radiálním přírůstem byly v roce 1835, 1843, 1868 a 1870. Na chronologii jsou patrné poklesy radiálního přírůstu způsobené pozdním mrazem (r. 1981, 1996, 2007, 2011), imisním zatížením (1984-1989) a silným výskytem červce bukového (r. 1985). Tloušťkový přírůst v letech 1960-2015 vykazuje kladnou korelaci s teplotou v červenci ($r=0,30$) a v srpnu ($r=0,25$) aktuálního roku. Dále byly zjištěny záporné korelace s úhrnem srážek v září aktuálního roku ($r= -0,35$, Obr. 27). Nebyly zjištěny ani kladné ani záporné korelace s úhrnem srážek.

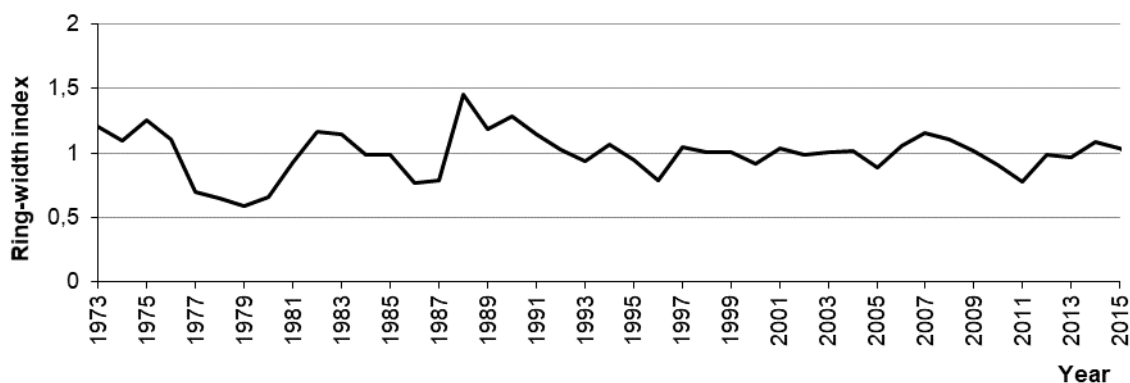


Obrázek 26: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.

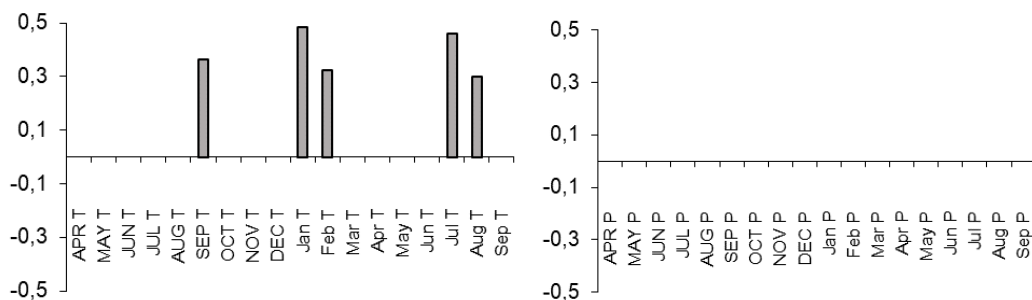


Obrázek 27: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku lesního na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2015 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

Na Obr. 28 je zobrazena standardní letokruhová chronologie jedle bělokoré. Na chronologii jsou patrné poklesy radiálního přírůstu v letech 1977-1981, což může být způsobeno výskytem korovnice kavkazské a korovnice jedlové. Tloušťkový přírůst v letech 1973-2015 vykazuje kladnou korelaci s teplotou v srpnu ($r=0,36$) předchozího roku, v lednu ($r=0,48$), v únoru ($0,32$), v červenci ($r=0,46$) a v srpnu ($r=0,30$) aktuálního roku (Obr. 29). Nebyly zjištěny ani kladné ani záporné korelace s úhrnem srážek.

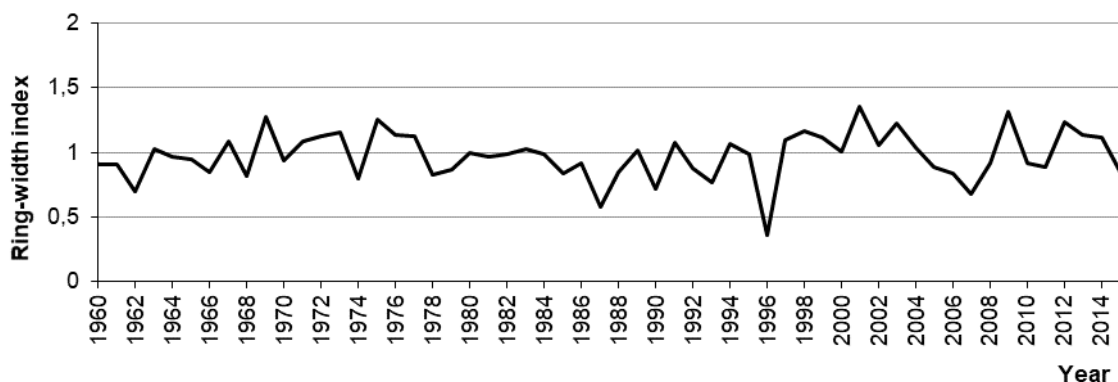


Obrázek 28: Standardizovaná letokruhová série jedle vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.

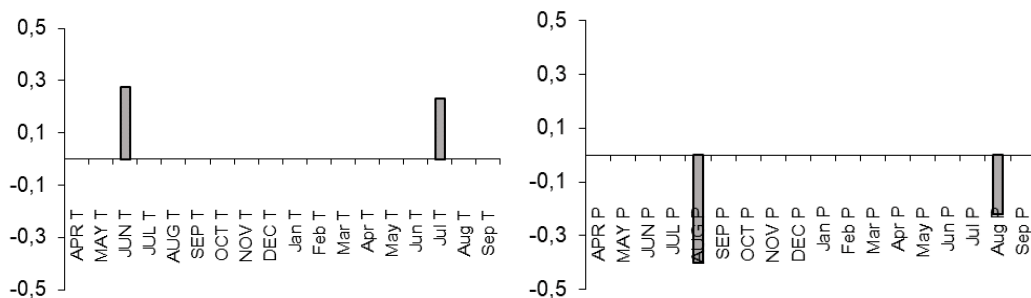


Obrázek 29: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série jedle bělokoré na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1973-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

Na Obr. 30 je zobrazena letokruhová chronologie v letech 1960-2014. Letopočty s nízkým radiálním přírůstem byly v roce 1952, 1987, 1996 a 2007. Na chronologii jsou patrné poklesy radiálního přírůstu způsobené pozdním mrazem (r. 1996, 2007). Tloušťkový přírůst v letech 1960-2014 vykazuje kladnou korelaci s teplotou v červnu ($r= 0,28$) předchozího roku a v červenci ($r= 0,23$). Dále byly zjištěny záporné korelace s úhrnem srážek v srpnu předchozího roku ($r= -0,40$) a v srpnu aktuálního roku ($r= -0,22$, Obr. 31).



Obrázek 30: Standardizovaná letokruhová série javoru vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 1.



Obrázek 31: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série javoru horského na TVP 1 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1973-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

5. 2. Bažinky TVP 2

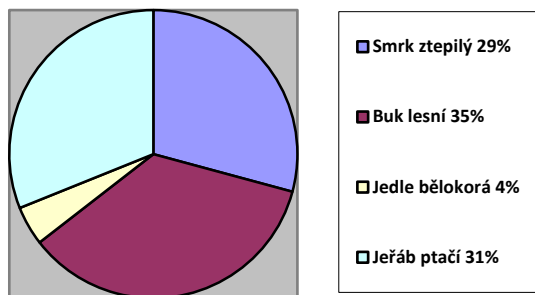
5.2.1. Stanovištní a porostní poměry

Trvale výzkumná plocha Bažinky 2 se nachází také v I. zóně národního parku. Leží v nadmořské výšce 950 m a vyskytuje se na svahu o středním sklonu s východní expozicí. Plocha má málo členitý terén. Porost je mírně prostorově a věkově diferencovaný. Z pohledu malého vývojového cyklu zde probíhá pokročilé stádium rozpadu s fází obnovy. Podle LHP se plocha nachází v porostu 311 A s27y a je v 6. lesním vegetačním stupni. TVP náleží k LT 6S1, což je smrková bučina šřavelová.

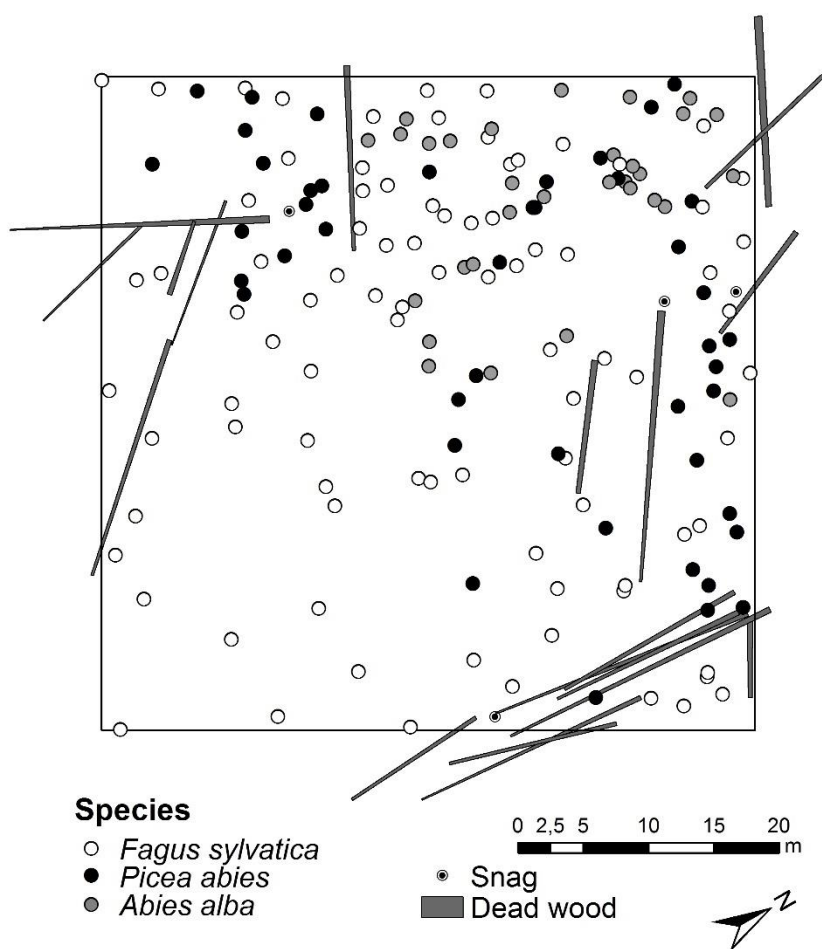
5.2.2. Struktura a vývoj porostu

Porost je složen ze tří etáží, jen na některých místech se neobjevuje 3 etáž. Celkový počet jedinců stromového patra v přepočtu na jeden hektar je 656. Z toho 352 jedinců buku lesního, 180 jedinců smrku ztepilého a 124 jedinců jedle bělokoré.

Zastoupení přirozené obnovy v přepočtu na hektar je uvedeno na Obr. 32. Celkový počet jedinců přirozené obnovy na transektu je 19 040. Z toho 6 720 jedinců buku lesního (35 %), 5 920 jedinců jeřábu ptačího (31 %), 5 560 jedinců smrku ztepilého (29 %) a 840 jedinců jedle bělokoré (4 %). Na TVP 2 se jedle vyskytuje ojedinele, proto nijak neovlivňuje horizontální ani vertikální strukturu, ovšem do budoucna by mohla být dobrým základem pro reprodukci porostu v dospělosti.



Obrázek 32: Zastoupení přirozené obnovy na TVP 2 (přepočteno na 1 hektar).



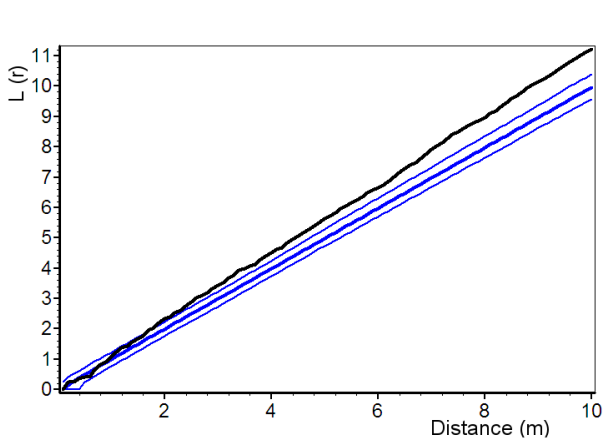
Obrázek 33: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 2.

Horizontální struktura je zachycena na Obr. 33. Hodnoty indexů horizontální struktury jsou zobrazeny v Tab. 5. Podle indexu Clark-Evansova a Pielou-Mountfordova jsou jedinci stromového patra rozmístěni shlukovitě. Hodnota indexu Hopkins-Skellamova se pohybuje těsně na střední hodnotou, také tedy potvrzuje shlukovitost jedinců. Shlukovité uspořádání

jedinců stromového patra podle jejich vzdálenosti (rozestupu) vyplývá též z Ripleyovy L-funkce, pouze stromy s rozestupem nad 2 m jsou rozmístěny pravidelně (Obr. 34).

Tabulka 5: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.

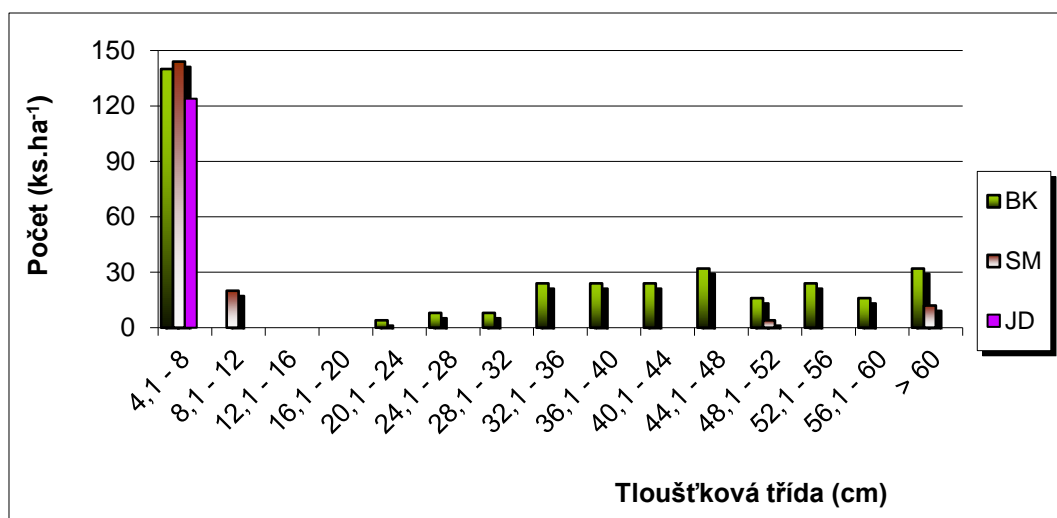
Index	Zjištěné hodnoty
Hopkins-Skellam	0,512
Pielou-Mountford	1,381
Clark-Evans	0,645



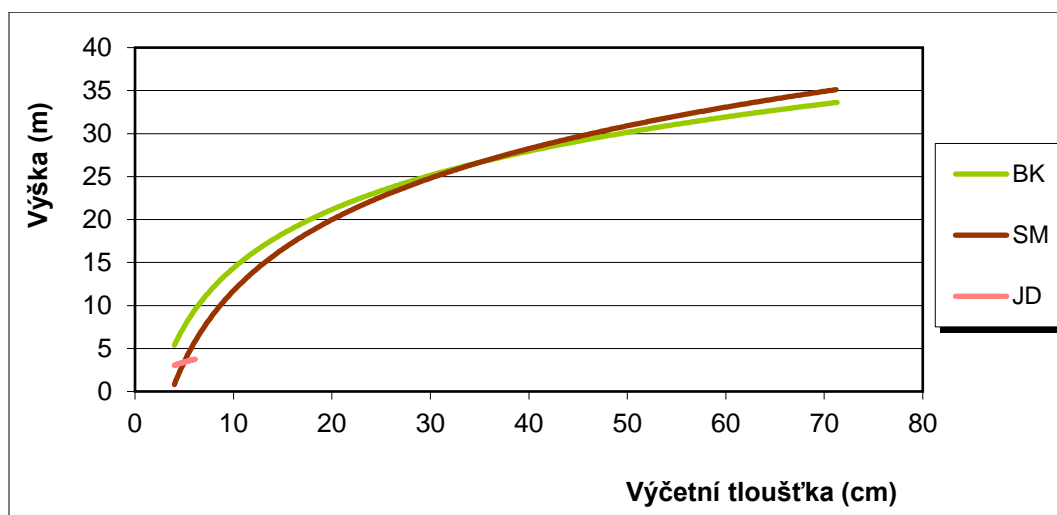
Obrázek 34: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 2 vyjádřená L-funkcí.

5.2.2.1. Biometrická charakteristika

Na Obr. 35-36 jsou znázorněny základní biometrické charakteristiky autochtonního smrkobukového porostu na TVP 2-Bažinky. Buk se vyskytuje ve všech tloušťkových třídách kromě 16 a 20 cm. V přirozené obnově se vyskytuje hojně buk, smrk a v menší části jedle. Jedle se vyskytuje pouze v těch nejmenších dimenzích a smrk v tloušťkové třídě 12 cm a pak už jenom v těch silnějších dimenzích. Na TVP 2 je průměrná tloušťka jedinců 29,4 cm a střední výška porostu je 13,5 m. Zásoba porostu je 619 m³. Porost tvoří v horní vrstvě vyspělou kmenovinu a ve spodní části zdárně odrůstá přirozená obnova.



Obrázek 35: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 2.



Obrázek 36: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 2.

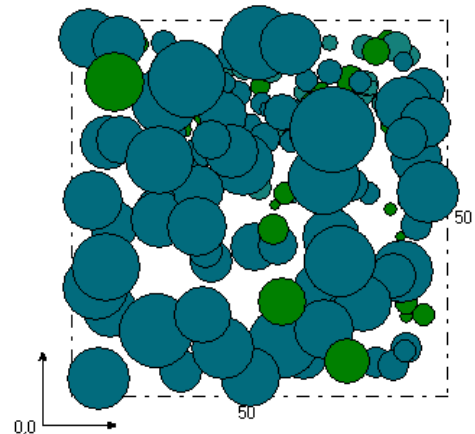
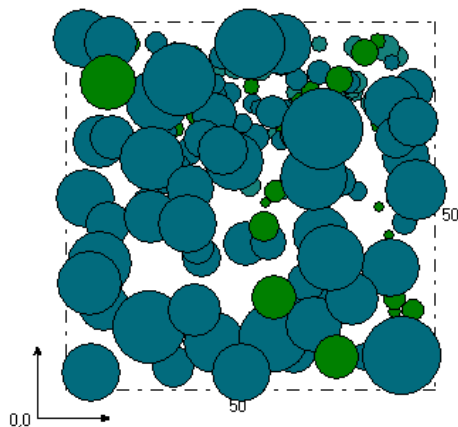
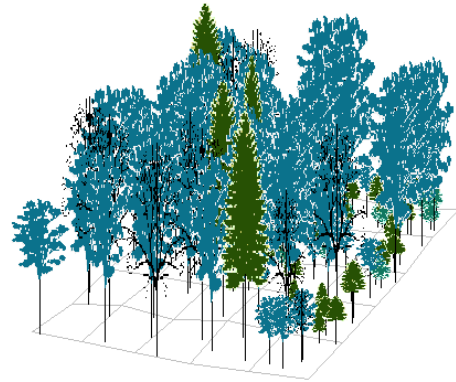
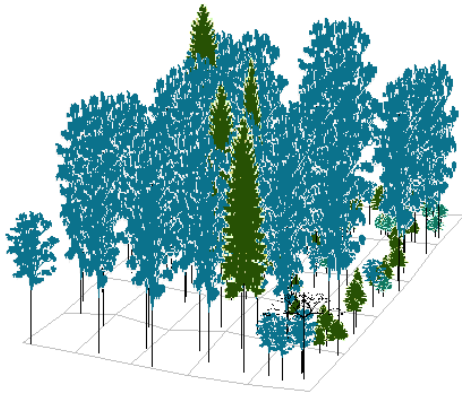
5.2.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu

Základní charakteristiky použité pro simulaci vývoje TVP 2-Bažinky:

- lesní typ: 6S,
- délka vegetačního období: 115 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 600 mm,
- roční teplotní amplituda: 18,0 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 10,0 °C,
- zásobenost vodou: 0,50,
- zásobenost živinami: 0,50

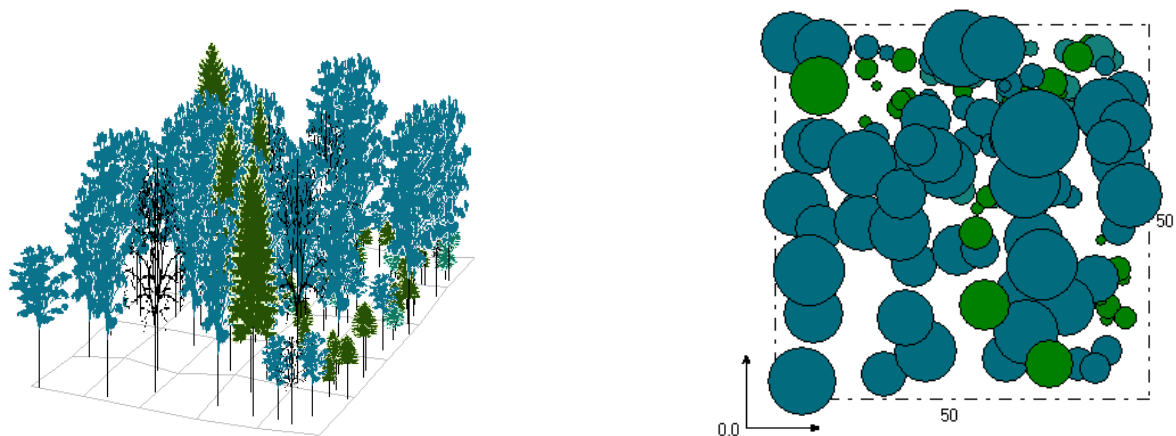
- věky stromového patra: horní 223 let, střední 90 let, spodní 39 let a nárost 17 let.

Na TVP 2 je porost mírně prostorově a věkově diferencovaný. V horní vrstvě porostu se nachází vyspělá kmenovina a ve spodní části zdárně odrůstá přirozená obnova. Nejvíce zastoupenou dřevinou je buk, dá se říci, že se nachází ve všech tloušťkových třídách. Vizualizace aktuálního stavu porostu je znázorněn na Obr. 37. Na Obr. 38-42 je zobrazena predikce porostu vždy po 10 letech za předpokladu samovolného vývoje.

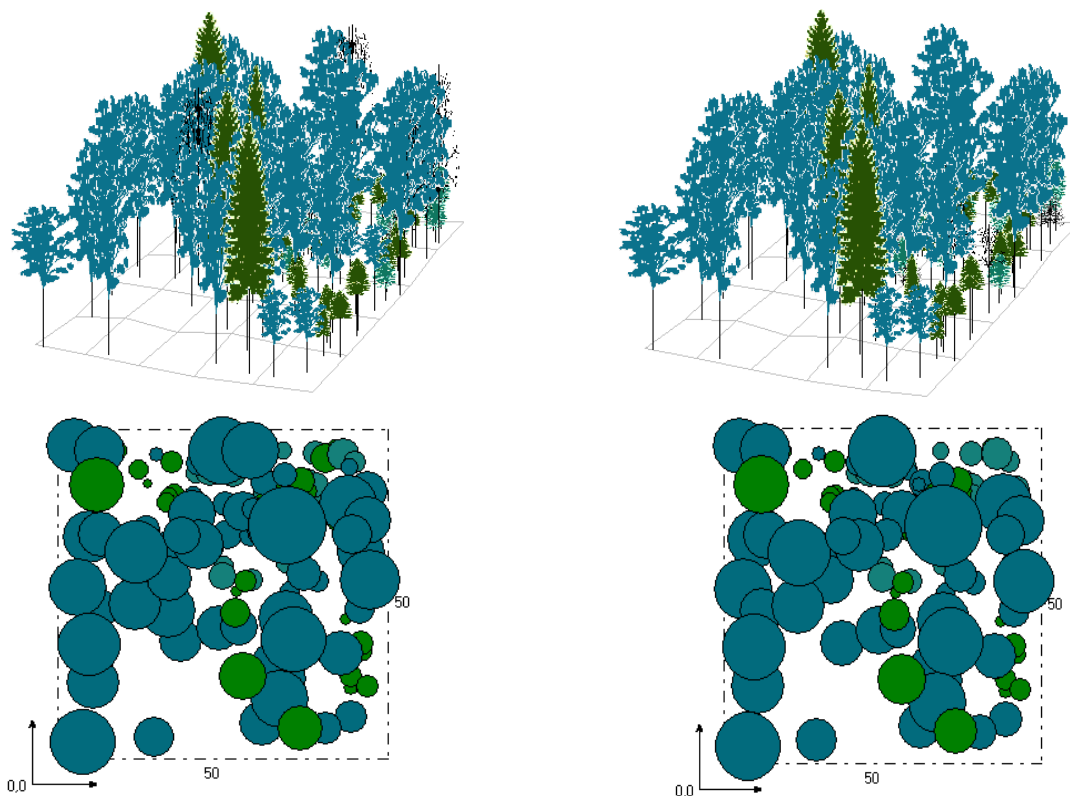


Obrázek 37: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2014.

Obrázek 38: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2024.

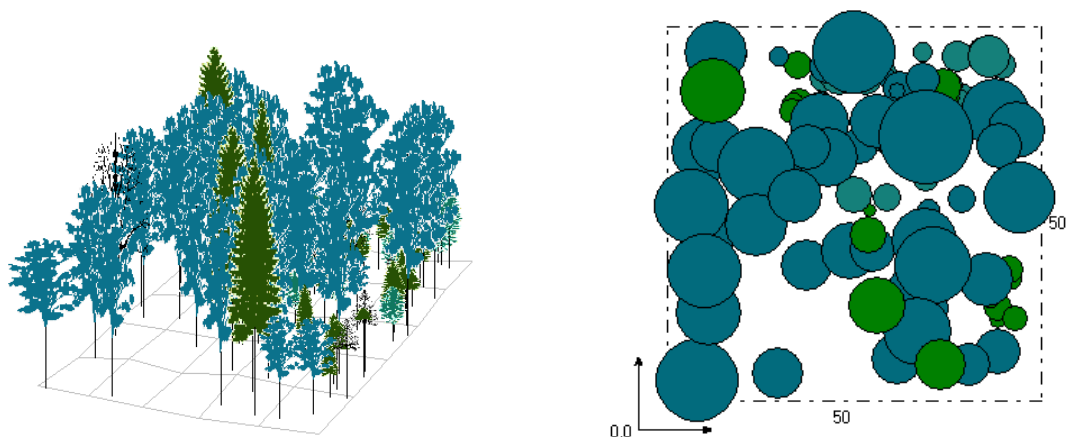


Obrázek 39: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2034.



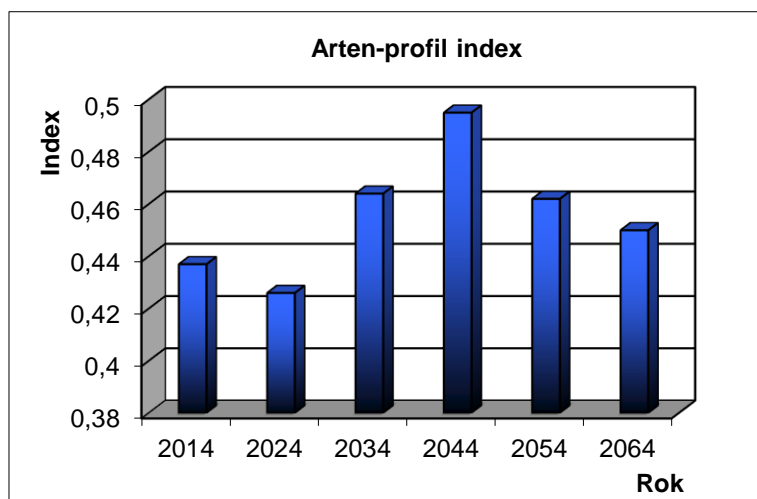
Obrázek 40: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2044.

Obrázek 41: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2054.

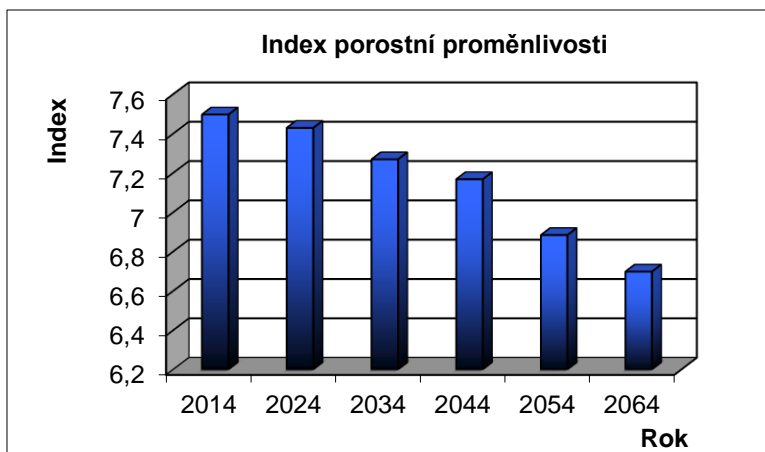


Obrázek 42: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 2 v roce 2064.

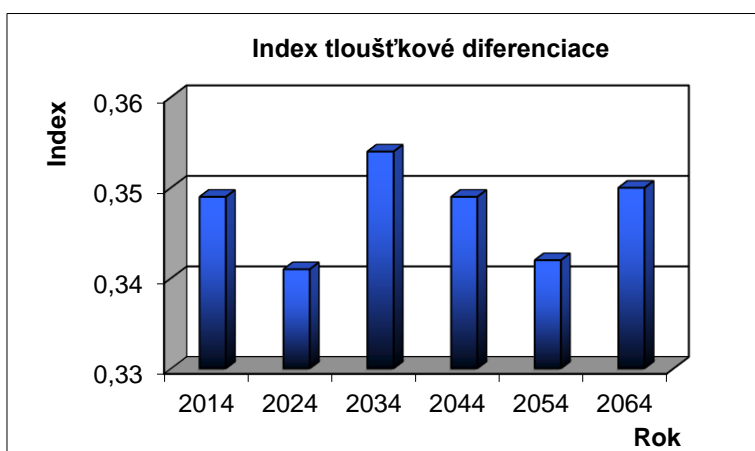
Vývoj hodnot strukturálních jedinců (R-Clark-Evansův agregační index, A-Arten-profil index, B-index porostní proměnlivosti, index tloušťkový a výškový diferenciací a index druhové diverzity) ve smrkobukovém porostu na TVP 2 je zobrazen na Obr. 43-48 a uveden v Tab. 6. Porost má celkem vysokou prostorovou diverzitu, ale během pár let se bude částečně snižovat kvůli stadiu rozpadu. Výšková a tloušťková diferenciací je v obou případech celkem nízká. Porostní proměnlivost je v celku vysoká, ale během pár let se bude pomalu snižovat. Podle predikce se má zvyšovat druhová různorodost.



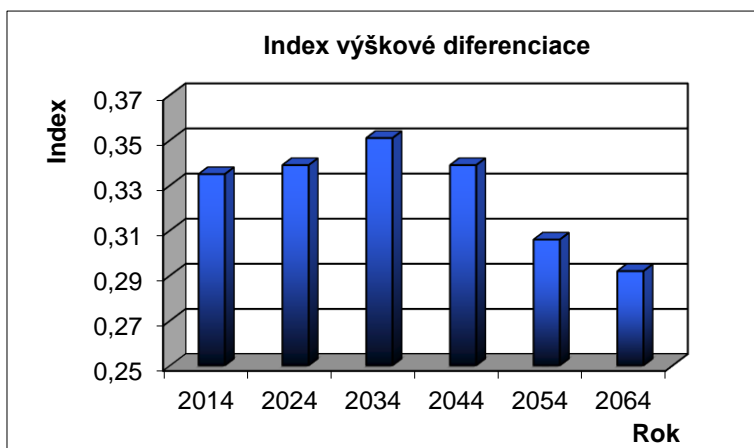
Obrázek 43: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



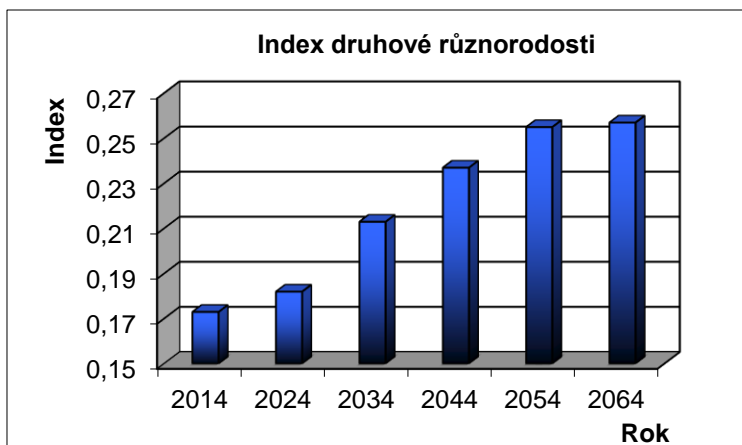
Obrázek 44: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



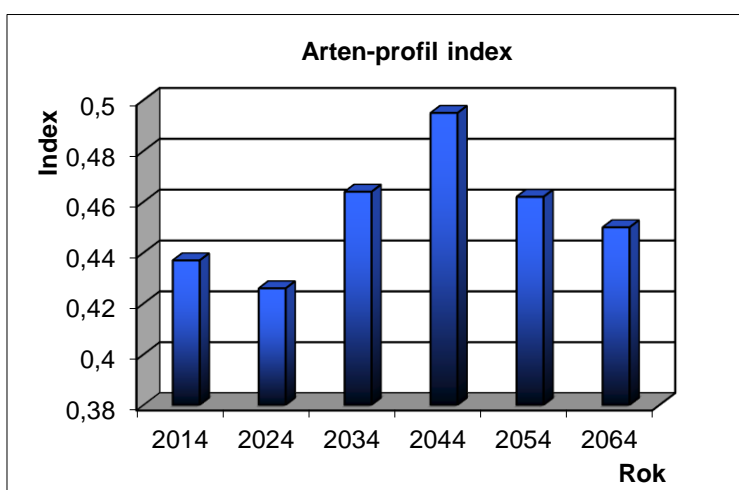
Obrázek 45: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obrázek 46: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obrázek 47: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.



Obrázek 48: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Tabulka 6: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	H' (Si)
2014	0,757	0,513	6,412	0,404	0,316	0,359
2024	0,757	0,563	6,344	0,399	0,299	0,362
2034	0,762	0,609	6,365	0,412	0,291	0,390
2044	0,773	0,669	6,349	0,399	0,274	0,387
2054	0,770	0,675	6,354	0,405	0,277	0,389
2064	0,793	0,738	6,377	0,411	0,267	0,414

Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM_d – index tloušťkové diference, TM_h – index výškové diference, H' – index druhové různorodosti (entropie H').

Růstové tabulky vývoje pro sdružený porost při simulaci vývoje jsou zobrazeny v Tab. 7. Hodnoty v tabulce dokazují, že porost je fázi dorůstání, během 50 let se sníží jedinci z 656 na 420 a během vývoje se zvětší střední porostní výška z 13,5 m na 17,6 m a průměrná tloušťka z 29,4 na 36, 2 cm.

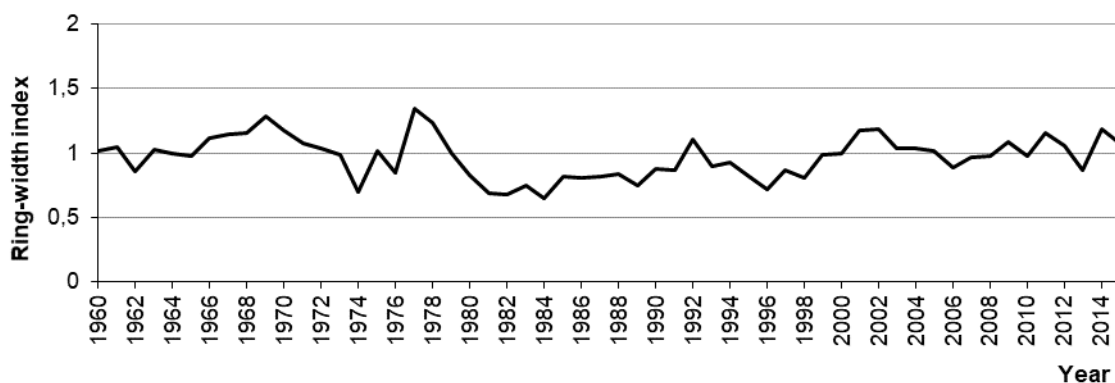
Tabulka 7: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 2 při simulaci samovývoje.

Rok	Sdružený porost											
	t	d	H	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	188	29,4	13,5	1,027	0,943	656	44,4	619	46,0	0,0	3,29	619
2024	197	30,6	14,6	0,977	1,046	652	47,7	682	47,6	6,8	3,50	690
2034	202	31,0	15,0	0,946	1,072	572	43,0	613	48,5	6,0	3,74	755
2044	206	31,4	15,7	0,901	1,097	520	40,2	570	50,1	5,8	3,93	810
2054	217	33	16,3	0,872	1,217	472	40,2	575	49,5	6,2	4,01	870
2064	227	36,2	17,6	0,821	1,488	420	43,1	625	48,6	6,3	4,11	934

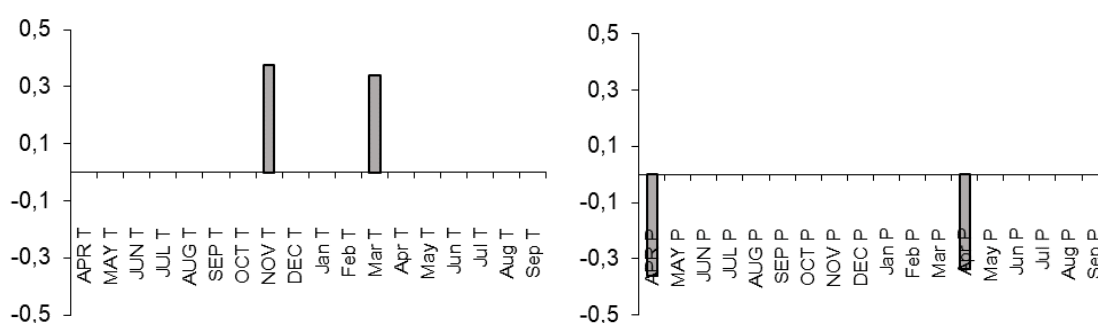
Na TVP 2 mají buk se smrkem podobnou růstovou dynamiku a jsou tedy zastoupeny jak ve střední, tak i v horní vrstvě. S postupem času pravděpodobností buk převládne nad smrkem, ale nadále bude růst v podúrovni pod zápojem buku. Jedle by se měla podporovat v přirozené obnově, aby se zvýšila biodiverzita. Jediným problémem, který se vyskytuje na TVP, ale i v celých Krkonoších je okus přirozené obnovy zvěří, někdy má až destruktivní vliv. Proto by bylo vhodné používat individuální ochranu před poškozením zvěří.

5.2.3. Letokruhová chronologie

Z regionální standardní letokruhové chronologie smrku v letech v 1960-2015 je patrný jen mírně diferencovaný radiální přírůst (Obr. 49). Typický radiální přírůst byl potvrzen analýzou významných negativních let, a to roce 1981, což nám potvrzuje výrazný negativní vliv imisního zatížení, a to nejen v tomto roce, ale i v celém období 1980-1989. Tloušťkový přírůst v letech 1960-2015 vykazuje kladnou statisticky průkaznou korelaci s teplotou v listopadu ($r = 0,38$) předchozího roku a v březnu ($r = 0,35$) aktuálního roku. Dále byly zjištěny záporní korelace s úhrnem srážek v dubnu ($r = -0,36$) předchozího roku a v dubnu ($r = -0,34$) aktuálního roku (Obr. 50).

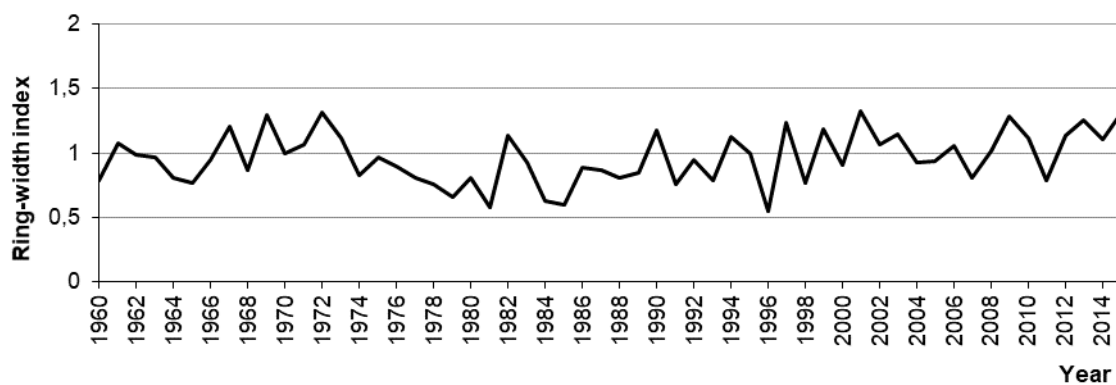


Obrázek 49: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 2.

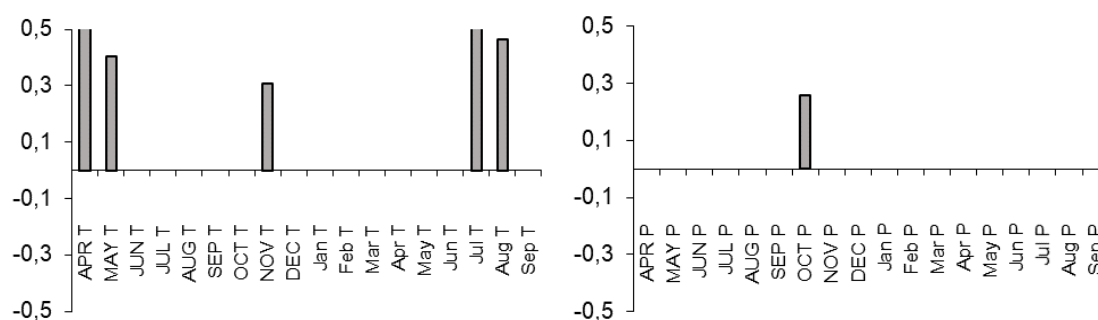


Obrázek 50: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku na TVP 2 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

Průměrný radiální přírůst buku v letech 1960-2015 je opět poměrně značně diferencovaný (Obr. 51), a to podobně jako na TVP 1. Letopočty s nízkým radiálním přírůstem byly v roce 1811, 1877, 1928, 1953, 1979, 1981, 1985, 1996 a 2011. Značné poškození asimilačního aparátu buku pozdním mrazem se projevilo na radiálním přírůstu v r. 1981, 1996, 2007 a 2011. Pokles radiálního přírůstu v období silného imisního zatížení je patrný v letech 1984-1989. Tloušťkový přírůst v letech 1960-2017 vykazuje kladnou korelaci s teplotou v dubnu ($r = 0,53$), v květnu ($r = 0,40$), v listopadu ($r = 0,31$) předchozího roku, v červenci ($r = 0,56$) a v srpnu ($r = 0,47$) aktuálního roku. Dále byly zjištěny kladné korelace s úhrnem srážek v září předchozího roku ($r = 0,26$, Obr. 52).



Obrázek 51: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 2.



Obrázek 52: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku na TVP 2 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

5.3. Bažinky TVP 3

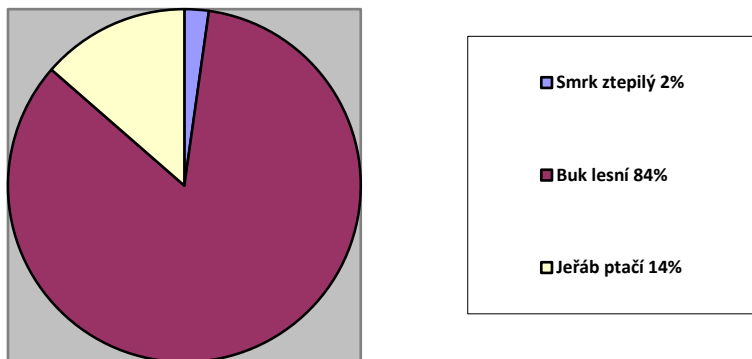
5.3.1. Stanovištní a porostní poměry

Trvalá výzkumná plocha Bažinky 3 se nachází v I. zóně národního parku v nadmořské výšce 1 100 m. Bažinky 3 se vyskytují na svahu o středním sklonu s východní expozicí. Půdním typem je kryptopodzol modální. Pokryvnost bylinného patra tvoří třtina chloupkatá (*Calamagrotis villosa*) a kaprad' rozložená (*Dryopteris dilitata*). TVP leží v porostu 311 A s27y a nachází se v 6. lesním vegetačním stupni. Plocha je charakterizována podle lesnické typologie jako svěží smrková bučina šťavelová- 6S1. Dolní etáž se skládá z buku (85 %), smrku (12 %) a z jeřábu (1 %). Střední etáž je tvořena bukem (95 %) a smrkem (5 %). Horní etáž se skládá z buku (55 %), smrku (44 %) a z jeřábu (1 %) – LHP pro LHC Harrachov 2015.

5.3.2. Struktura a vývoj porostu

Porost je složen ze dvou etáží a jen na některých místech se objevuje třetí etáž. Celkový počet jedinců stromového patra v přepočtu na jeden hektar je 1 148. Z toho 932 jedinců buku (81 %), 204 jedinců smrku (18 %) a 12 jedinců javoru (1 %).

Zastoupení přirozené obnovy v přepočtu na hektar je uvedeno na Obr. 53. Celkový počet na transektu je 18 040 jedinců přirozené obnovy. Z toho 15 120 jedinců buku (84 %), 2 440 jedinců jeřábu (14 %) a 400 jedinců smrku (2 %).

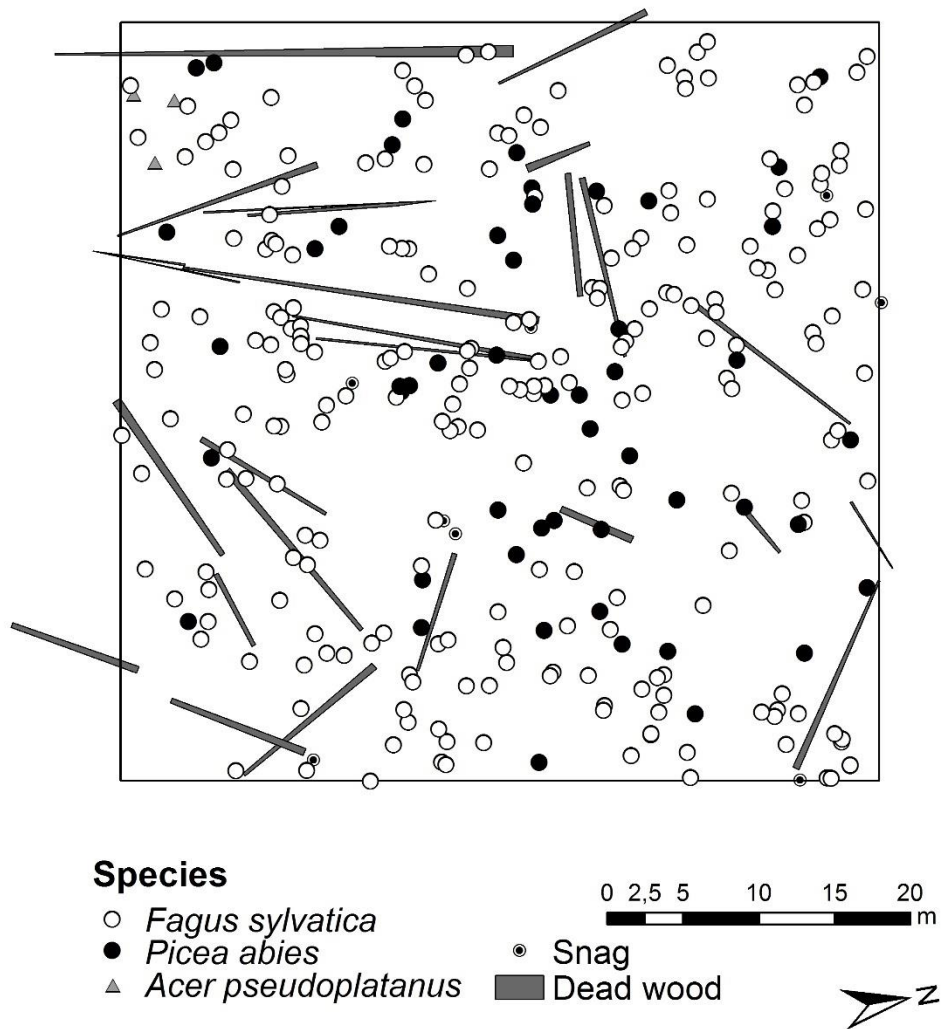


Obrázek 53: Zastoupení dřevin přirozené obnovy na vybraném transektu.

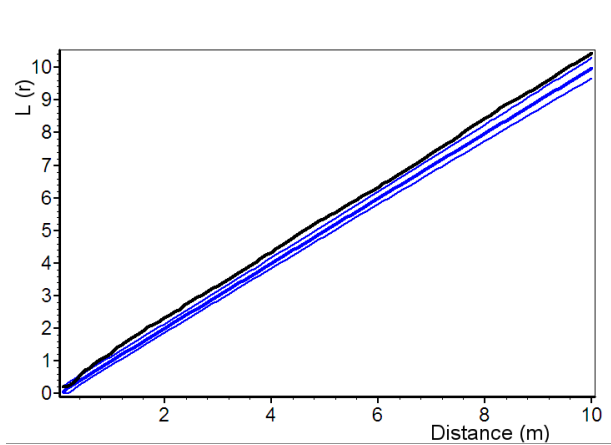
Horizontální struktura na TVP 3 je zachycena na Obr. 54. Hodnoty indexů horizontální struktury jedinců stromového patra jsou zobrazeny v Tab. 8. Podle všech třech indexů (Clark-Evensova, Hopkins-Skellamova a Pielou-Mountfordova) jsou jedinci rozmístěny shlukovitě, což potvrzuje i Ripleyova L-funkce (Obr. 55).

Tabulka 8: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.

Index	Zjištěné hodnoty
Hopkins-Skellam	0,600
Pielou-Mountford	1,376
Clark-Evans	0,532



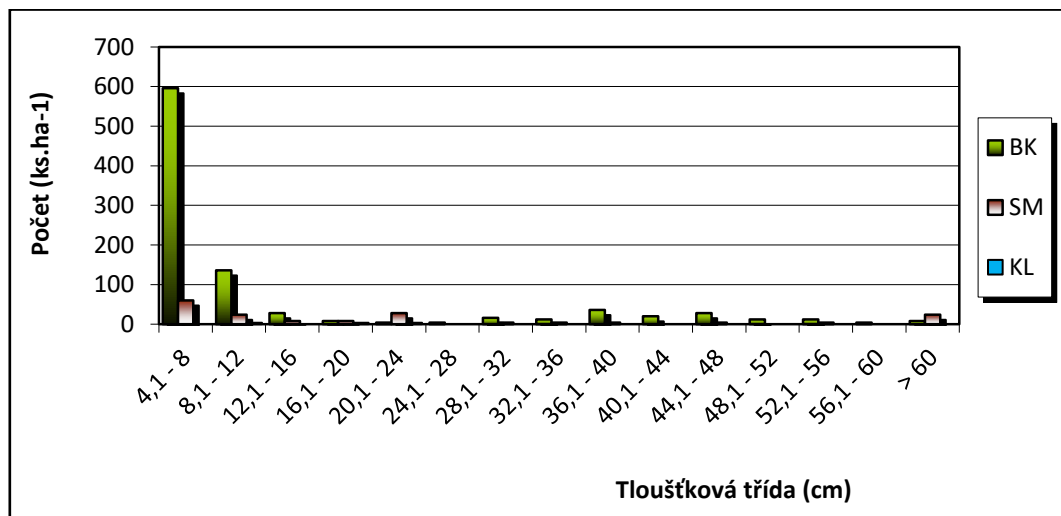
Obrázek 54: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 3.



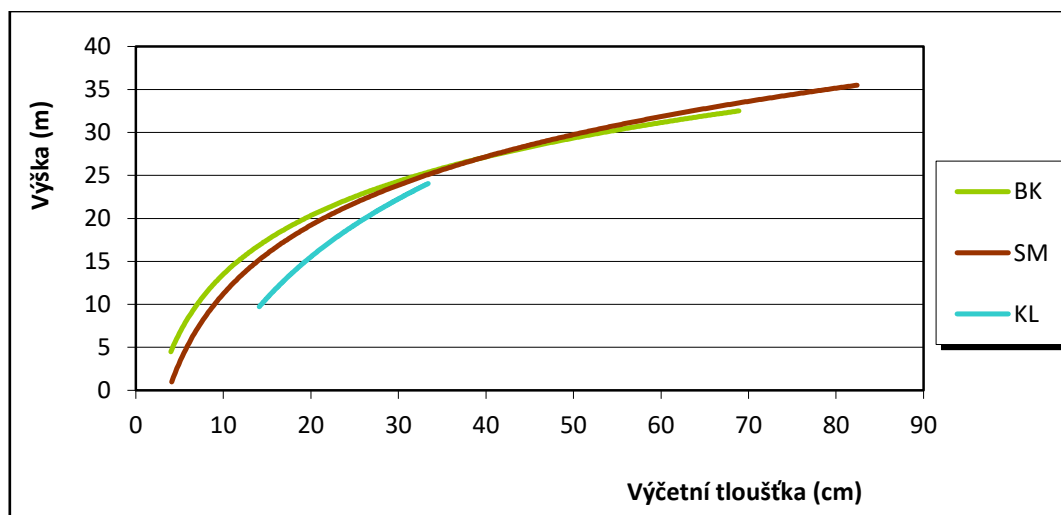
Obrázek 55: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 3 vyjádřená L-funkcí.

5.3.2.1. Biometrická charakteristika

Na Obr. 56-57 jsou zobrazeny základní biometrické charakteristiky autochtonního smrkobukového porostu na TVP 3 – Bažinky. V porostu zřetelně převládá buk, nachází se ve všech tloušťkových třídách. Smrk se vyskytuje méně, spíše ve vyšších tloušťkových třídách. Výška smrku i buku stoupá s výčetní tloušťkou, smrk dosahuje výrazné nadúrovně a buk odrůstá v podúrovni. Průměrná výčetní tloušťka porostu je 22,4 cm. Střední výška porostu je 12,9 m a zásoba porostu je 573 m³.



Obrázek 56: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 3.



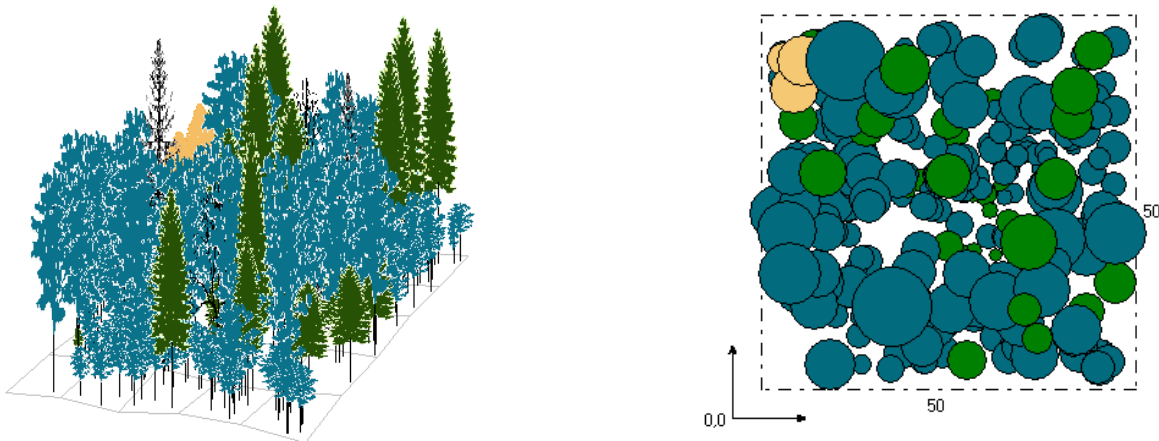
Obrázek 57: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 3.

5.3.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu

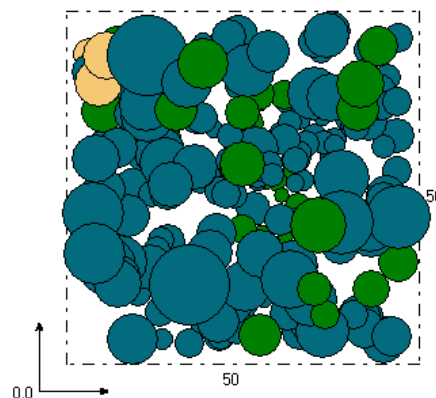
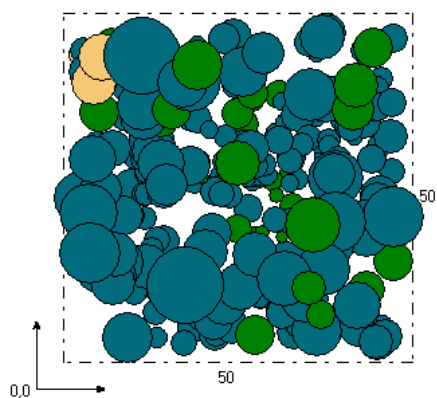
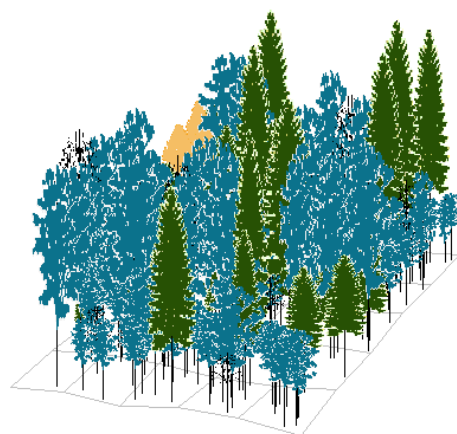
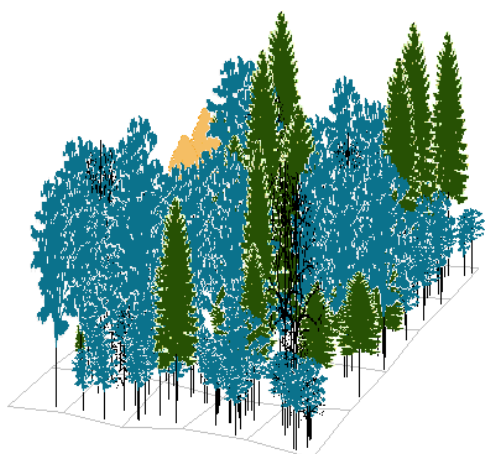
Základní charakteristiky použité pro simulaci vývoje TVP 3-Bažinky:

- lesní typ: 6S,
- délka vegetačního období: 110 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 620 mm,
- roční teplotní amplituda: 18,0 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 10,0 °C,
- zásobenost vodou: 0,50,
- zásobenost živinami: 0,50.
- Věky stromové patro: horní 158 a střední 90 let, nárosty 17 let

Porost je mírně prostorově a věkově diferencovaný. Horní vrstva tvoří vyspělou kmenovinu ve stadiu rozpadu a ve slabé střední vrstvě se nacházejí jedinci ve stadiu dorůstání. Na TVP 3 se vyskytuje hojně přirozená obnova buku lesního, méně jeřábu ptačího a smrku ztepilého. Porost se vyvíjí úměrně vývojovým stadiím malého vývojového cyklu. Na Obr. 58 je znázorněna vizualizace aktuálního stavu porostu a na Obr. 59-63 je zobrazena predikce porostu vždy po 10 letech za předpokladu samovolného vývoje.

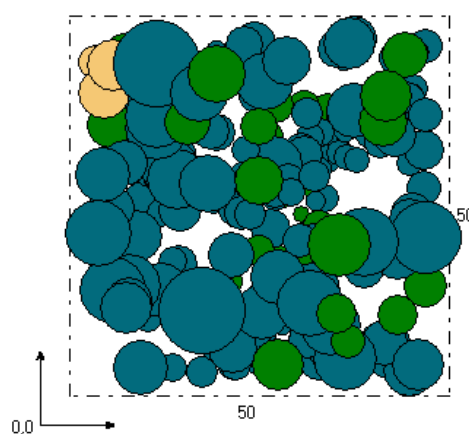
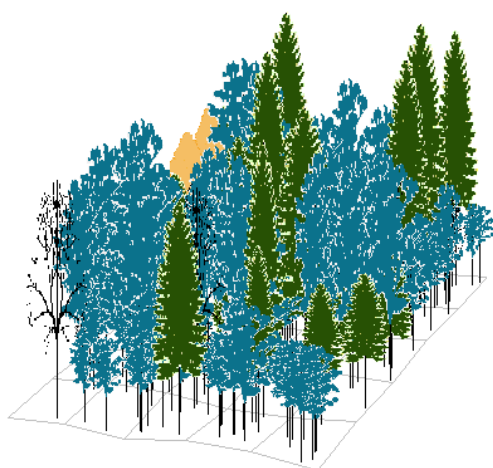


Obrázek 58: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2014.

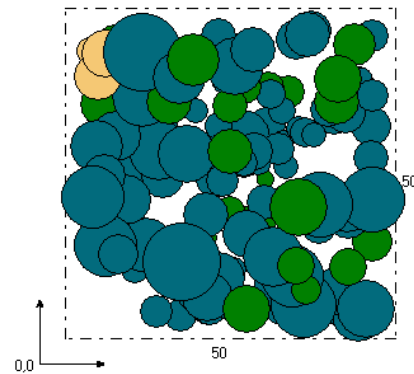
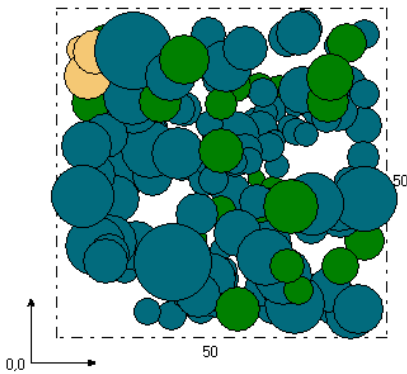
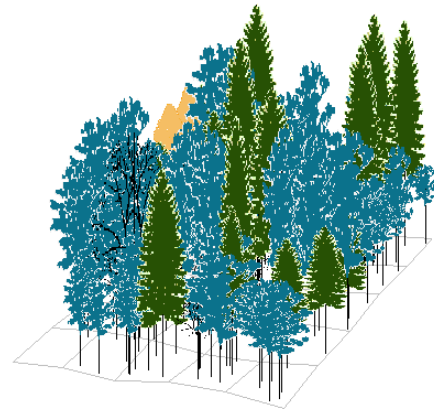
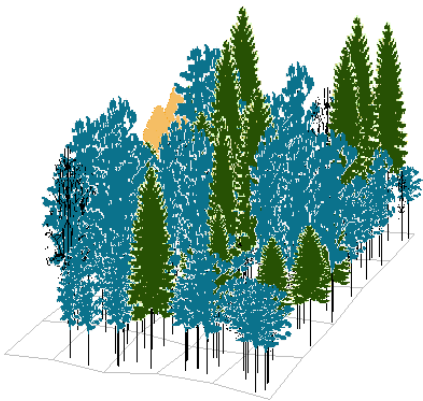


Obrázek 59: Predikce vývoje smíšeného porostu Na TVP v roce 2024.

Obrázek 60: Predikce vývoje smíšeného na TVP v roce 2034.



Obrázek 61: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2044.

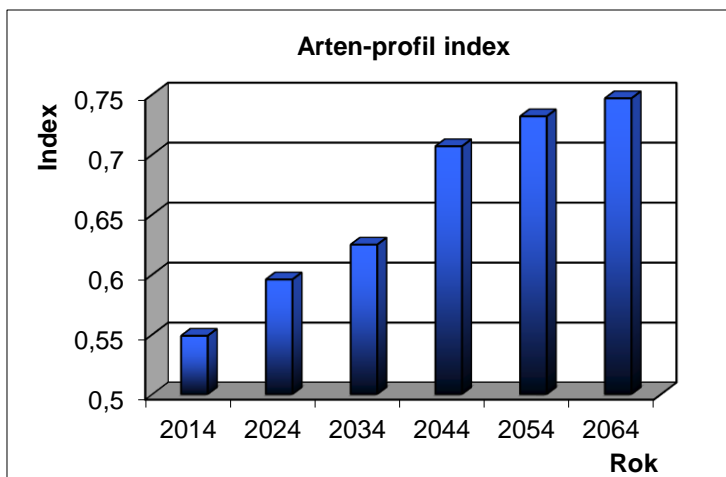


Obrázek 62: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2054.

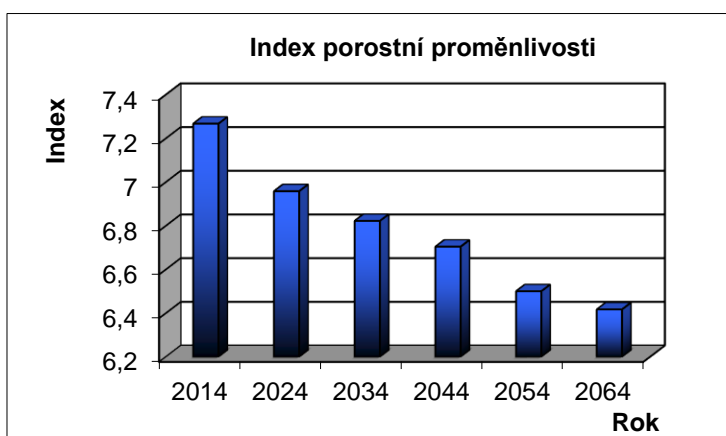
Obrázek 63: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 3 v roce 2064.

Vývoj hodnot strukturálních jedinců (R-Clark-Evansův agregační index, A-Arten-profil index, B-index porostní proměnlivosti, index tloušťkový a výškový diferenciacce a index druhové diverzity) ve smrkobukovém porostu na TVP 3 je zobrazen na Obr. 64-69 a uveden v Tab. 9. Tloušťková i výšková diferenciacce je v obou případech celkem nízká. Index porostní proměnlivosti bude postupem času klesat naopak druhová různorodost má od roku 2024 stoupat.

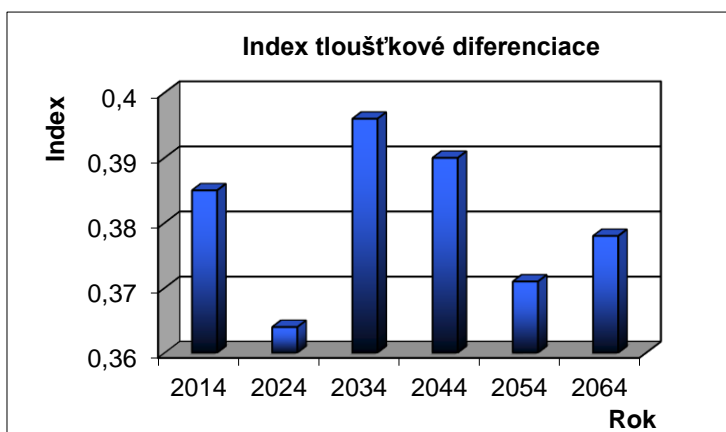
Růstové tabulky vývoje pro sdružený porost při simulaci samovývoje jsou zobrazeny v Tab. 10. Hodnoty v tabulce potvrzují, že v porostu probíhá malý vývojový cyklus, a to ve stadiu dorůstání, protože se během 50 let sníží jedinci z 1148 na 614 jedinců. Během vývoje se zvýší porostní výška (z 12,9 m na 18,9 m) i průměrná výčetní tloušťka (z 22,4 m na 31,6 m). Celková zásoba porostu se také zvýší na 629 m³.



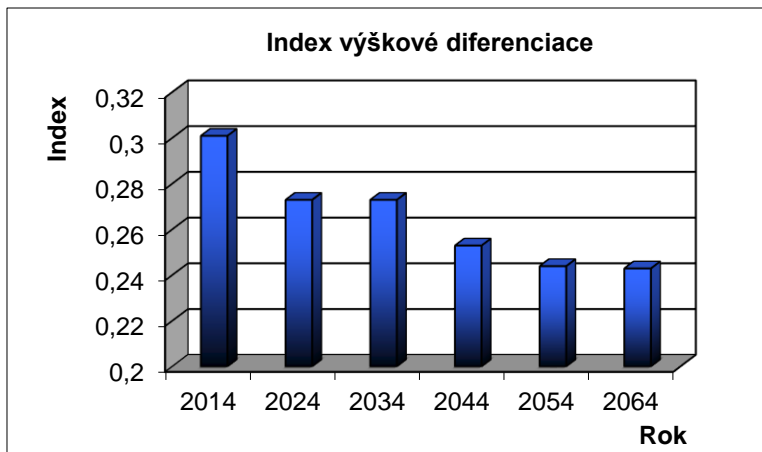
Obrázek 64: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



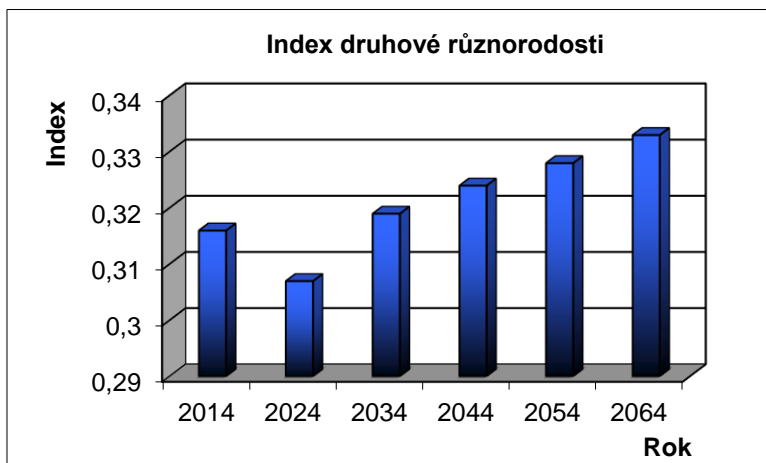
Obrázek 65: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



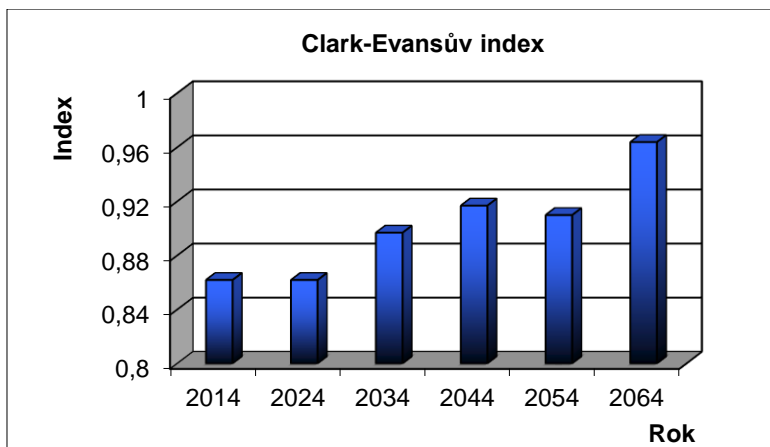
Obrázek 66: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obrázek 67: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obrázek 68: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.



Obrázek 69: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Tabulka 9: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	H' (Si)
2014	0,862	0,549	7,268	0,385	0,301	0,316
2024	0,862	0,596	6,959	0,364	0,273	0,307
2034	0,897	0,625	6,823	0,396	0,273	0,319
2044	0,917	0,707	6,705	0,390	0,253	0,324
2054	0,910	0,732	6,501	0,371	0,244	0,328
2064	0,964	0,747	6,418	0,378	0,243	0,333

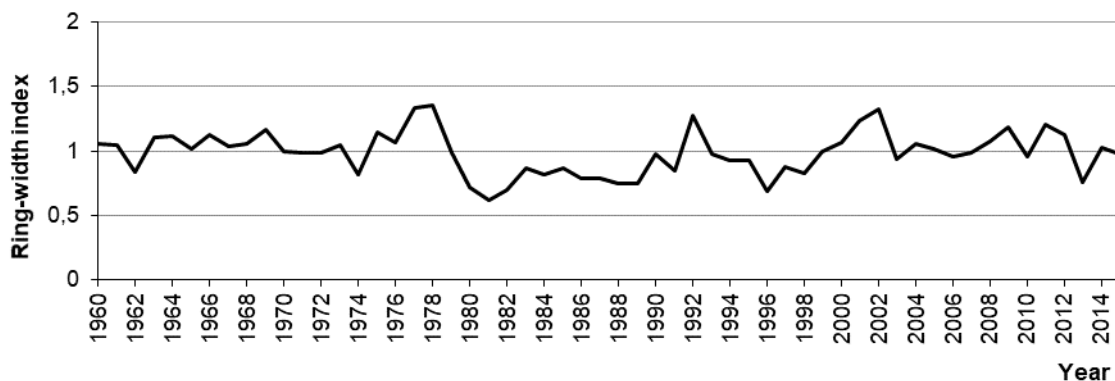
Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM_d – index tloušťkové diferenciacce, TM_h – index výškové diferenciacce, H' – index druhové různorodosti (entropie H').

Tabulka 10: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

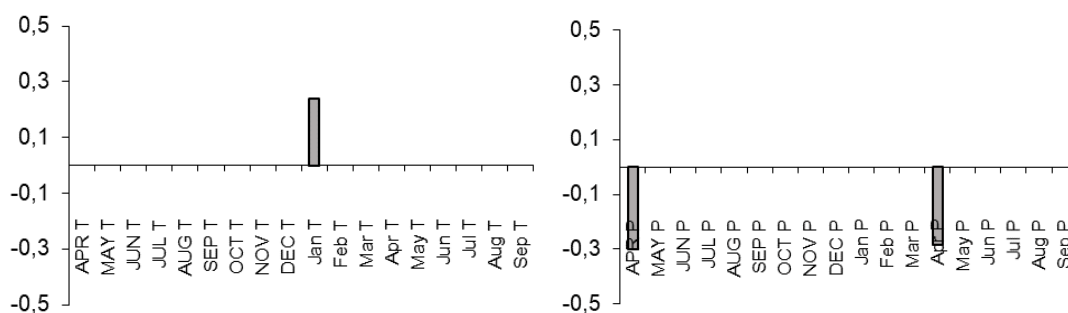
Rok	Sdružený porost											
	t	d	H	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	153	22,4	12,9	0,983	0,499	1148	45,0	573	57,5	0,0	3,75	573
2024	160	22,9	14,0	0,908	0,524	1108	45,5	581	61,3	6,4	3,98	637
2034	169	24,5	15,4	0,831	0,603	952	44,9	574	62,8	6,3	4,14	700
2044	177	26,3	16,6	0,775	0,698	848	46,1	592	63,0	6,3	4,31	763
2054	186	29	17,9	0,723	0,854	724	47,7	618	61,6	6,2	4,44	826
2064	196	31,6	18,9	0,690	1,022	616	48,1	629	59,7	6,2	4,53	887

5.3.3. Letokruhová chronologie

Z regionální standardní letokruhové chronologie u smrku v letech v 1960-2015 vyplývá, že radiální přírůst je jen mírně diferencovaný (Obr. 70). Typický radiální přírůst byl potvrzen analýzou významných negativních let, a to v letech 1980 a 1981, což nám dokazuje počátek negativního vlivu imisního zatížení v letech 1980-1989. Kladný vliv na tvorbu letokruhů vykazují u smrku teploty daného roku v měsíci lednu ($r=0,24$) a záporný vliv na tvorbu letokruhů u smrku srážkami v dubnu předchozího roku ($r=-0,30$) a v dubnu aktuálního roku ($r=-0,28$, Obr. 71).

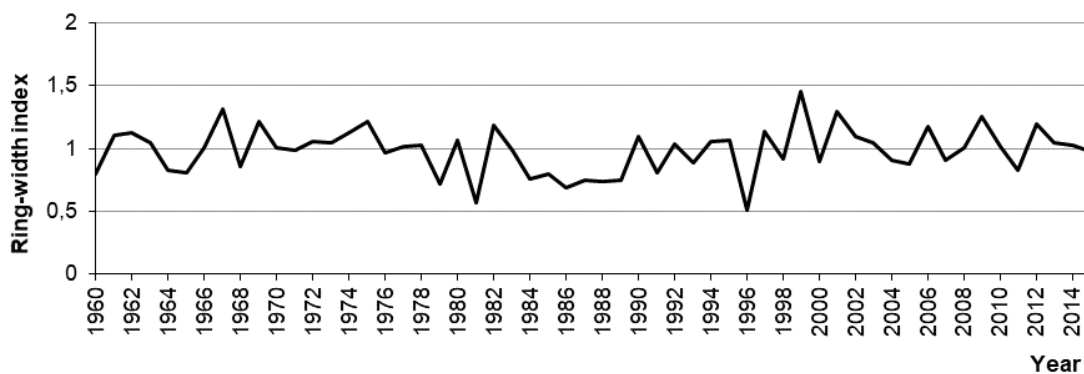


Obrázek 70: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 3.

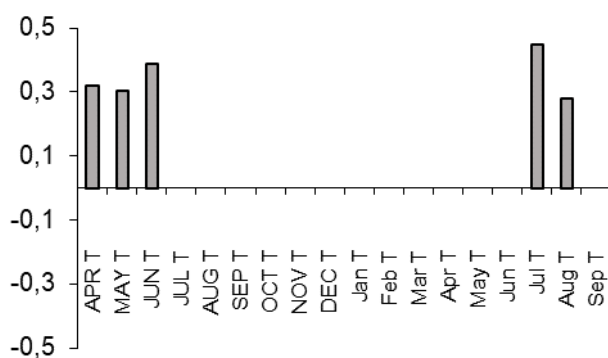


Obrázek 71: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku na TVP 3 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

Průměrný radiální přírůst buku po odstranění věku v letech 1960-2015 je středně diferencovaný dle konkrétních stanovištních a porostních podmínek (Obr. 72). Letopočty s nízkým radiálním přírůstem byly v roce 1941, 1942, 1953, 1954, 1965, 1968, 1979, 1981, 1986 a 1996. V roce 1981, 1996 a 2011 došlo vlivem pozdního mrazu k poškození asimilačního aparátu buku, což se projevilo na poklesu radiálního přírůstu. Výrazný vliv imisí na radiální růst buku se projevilo zejména v letech 1984-1989. Tloušťkový přírůst v letech 1960-2014 vykazuje kladnou korelaci s teplotou v dubnu ($r= 0,32$), v květnu ($r= 0,30$), v červnu ($r= 0,39$) předchozího roku, v červenci ($r= 0,45$) a v srpnu ($0,28$) aktuálního roku (Obr. 73). Nebyly zjištěny ani kladné ani záporné korelace s úhrnem srážek.



Obrázek 72: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 3.



Obrázek 73: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku na TVP 3 s měsíčními teplotami od dubna předchozího roku do září běžného roku pro období 1960-2016 pro teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

5.4. Bažinky TVP 4

5.4.1. Stanovištní a porostní poměry

Trvale výzkumná plocha se nachází v nadmořské výšce 1 190 m na svahu o středním sklonu s východní expozicí. Porost tvoří proředěná vyspělá kmenovina s hustým náletem buku lesního. Na ploše probíhá stadium rozpadu s fází obnovy z hlediska malého vývojového cyklu. Porost náleží k LT 7K1-kyselá buková smrčina metlicová. Půdním typem je kryptopodzol modální. Pokryvnost bylinného patra je poměrně silná, vzniká tak konkurenční tlak vůči přirozenému zmlazení. Dominuje zde *Calamagrostis villosa*. Dále se hojně vyskytuje *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilatata* a *Avenella flexuosa*. Porost je charakterizován třemi etážemi.

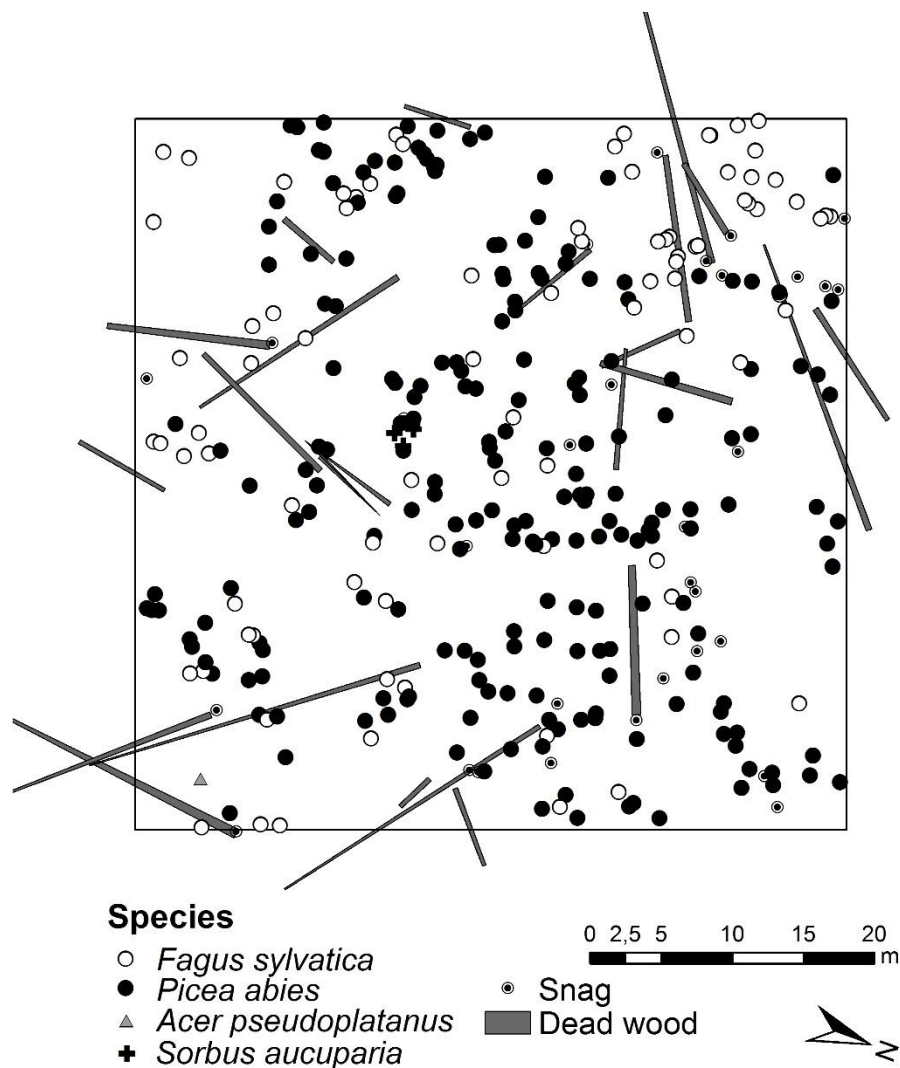
5.4.2. Struktura a vývoj porostu

Porost je tvořen převážně dvouvrstevnou strukturou a jen ojediněle se nachází třetí etáž. Celkový počet jedinců stromového patra v přepočtu na hektar je 1 200. Z toho 836 jedinců

smrku ztepilého (70 %), 348 jedinců buku lesního (29 %), 12 jedinců jeřábu ptačího (1 %) a 4 jedinci javoru horského.

Na TVP 4 se vyskytuje zmlazení buku lesního, jeřábu ptačího a smrku ztepilého. Buk lesní tvoří 95 % přirozené obnovy, smrk ztepilý 3 % a jeřáb ptačí 2 %. Buk se zmlazuje téměř po celé ploše, zatímco smrk se zmlazuje shlukovitě, jen na některých místech. Porost je ve stadiu rozpadu, tím pádem se v důsledku uvolňuje zápoj a tvoří se tak výškově a tloušťkově značně diferencované přirozené zmlazení.

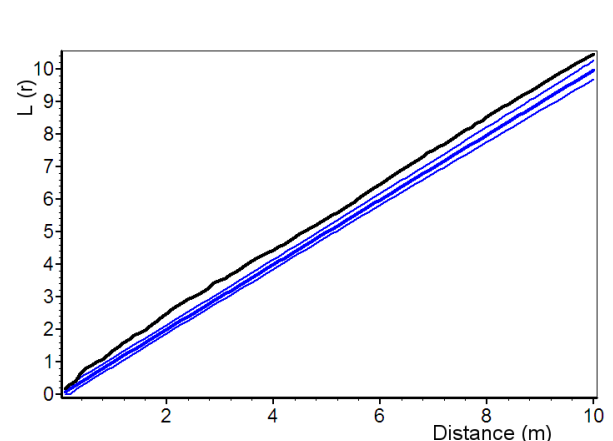
Horizontální sktruktura tohoto porostu je zachycena na Obr. 74. Hodnoty indexů horizontální struktury jedinců stromového patra jsou zobrazeny v Tab. 11. Všechny tři indexy nám dokazují, že jsou jedinci stromového patra rozmístění shlukovitě, což je patrné i z Ripleyovy L-funkce (Obr. 75).



Obrázek 74: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 4.

Tabulka 11: Indexy popisující horizontální strukturu smíšeného porostu.

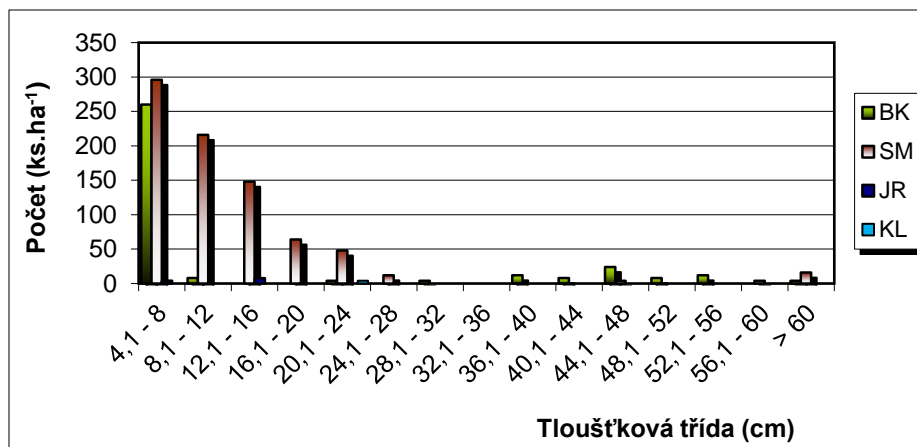
Index	Zjištěné hodnoty
Hopkins-Skellam	0,651
Pielou-Mountford	1,419
Clark-Evans	0,838



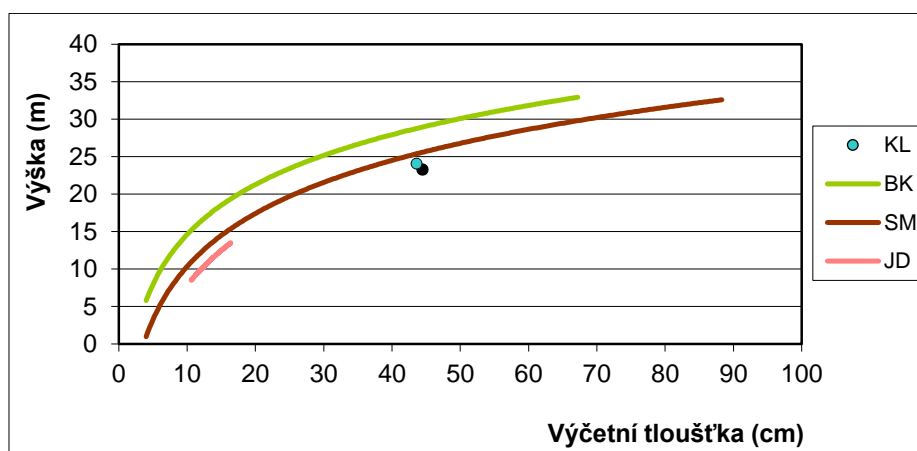
Obrázek 75: Horizontální struktura horní etáže stromového patra na TVP 4 vyjádřená L-funkcí.

5.4.2.1. Biometrická charakteristika

Na Obr. 76-77 jsou zobrazeny základní biometrické charakteristiky autochtonního smrkobukového porostu na TVP 4 – Bažinky. Buk se vyskytuje ve vyšších tloušťkových třídách a hojně v přirozené obnově, zatímco smrk se vyskytuje v nižších tloušťkových třídách a potom až v těch netlustších dimenzích. V tloušťkové třídě 16 se vyskytuje v menším počtu jeřáb ptačí a v tloušťkové třídě 24 javor horský. Naopak v tloušťkové třídě 36 se nevyskytuje žádný druh dřeviny. Výška buku a smrku stále pozvolna stoupá s výčetní tloušťkou. Smrk už nemá tak vyrovnané nadúrovňové postavení. Dochází k výškové vyrovnanosti.



Obrázek 76: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně podle dřevin ve smíšeném porostu na TVP 4.



Obrázek 77: Vztah mezi výčetní tloušťkou a výškou stromů ve smíšeném porostu diferencovaně podle dřevin na TVP 4.

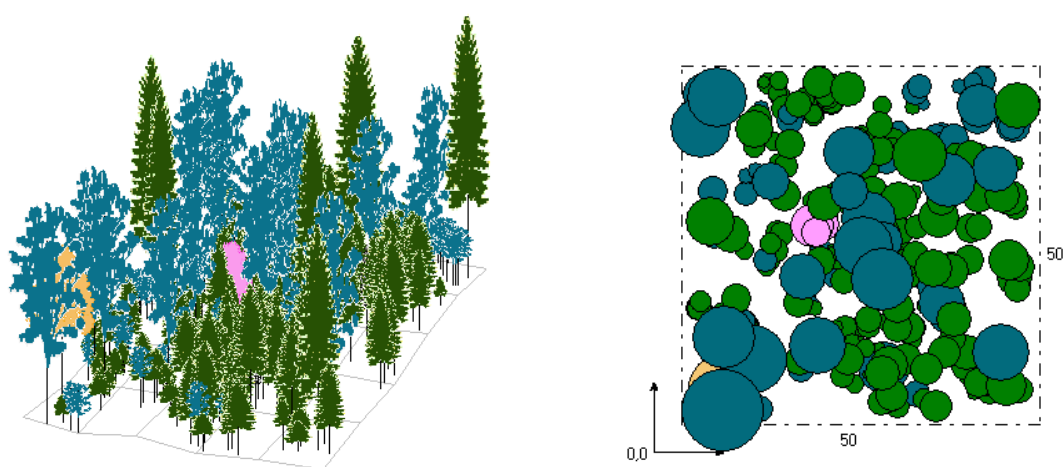
5.4.2.2. Růstové vizualizace a simulace porostu

Základní charakteristiky použité pro simulaci vývoje TVP 4-Bažinky:

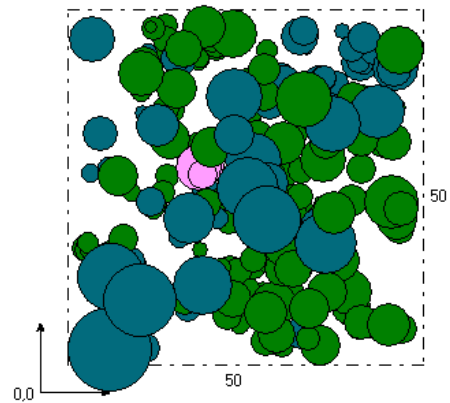
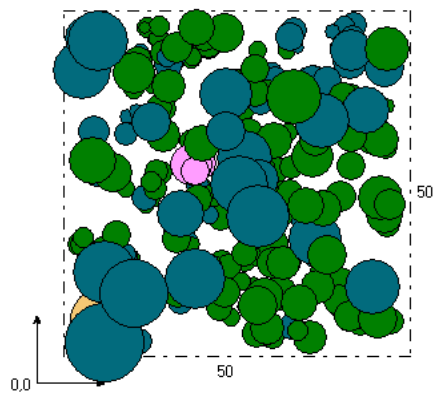
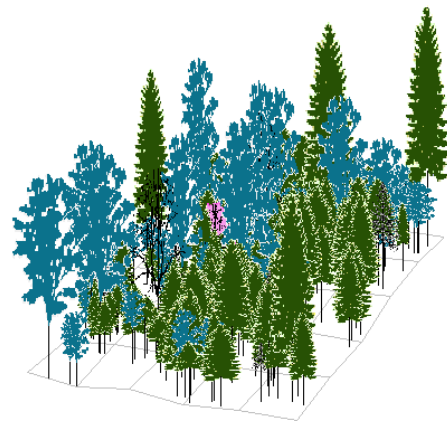
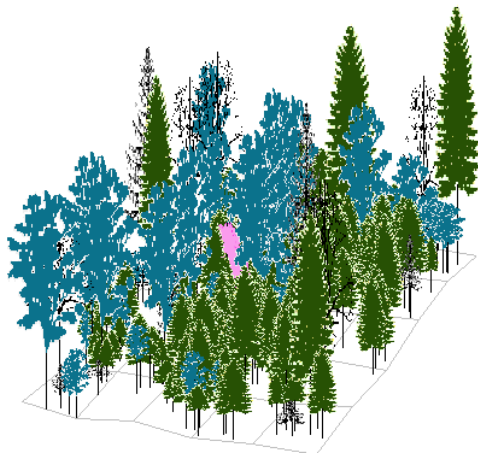
- lesní typ: 7K,
- délka vegetačního období: 100 dní,
- úhrn srážek ve vegetačním období: 670 mm,
- roční teplotní amplituda: 17,7 °C,
- průměrná teplota ve vegetačním období: 9,4 °C,
- zásobenost vodou: 0,30,
- zásobenost živinami: 0,40,
- věky stromového patra: horní 158, nárosty 15 let.

V horní vrstvě porost tvoří vyspělou kmenovinu ve stadiu rozpadu, na prosvětlených místech se hojně vyskytuje přirozená obnova buku lesního, smrku ztepilého, javoru horského a jeřábu ptačího. Na Obr. 78 je zobrazena vizualizace aktuálního stavu porostu a na Obr. 79-83 je

zobrazena predikce porostu vždy po 10 letech za předpokladu samovolného vývoje. V růstové fázi tyčkoviny převažuje smrk nad bukem, jelikož dobře odrůstá a vzhledem k nadmořské výšce má mírnou růstovou převahu nad bukem. Vývoj hodnot strukturálních jedinců (R-Clark-Evansův agregační index, A-Arten-profil index, B-index porostní proměnlivosti, index tloušťkový a výškový diferenciacie a index druhové diverzity) ve smrkobukovém porostu na TVP 4 je zobrazen na Obr. 84-89 a uveden v Tab. 12. Tloušťková i výšková diferenciacie je v obou případech celkem nízká. Index porostní proměnlivosti v roce 2014 dosáhl celkem vysokých hodnot, ale predikce vývoje porostu nám ukazuje, že index porostní proměnlivosti bude klesat. Druhová rozmanitost má během 15 let vystoupat až na hodnotu kolem 0,73.

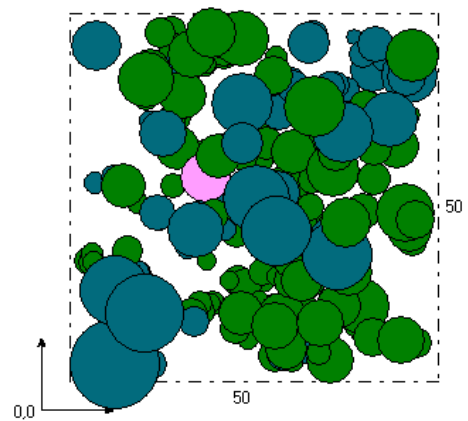
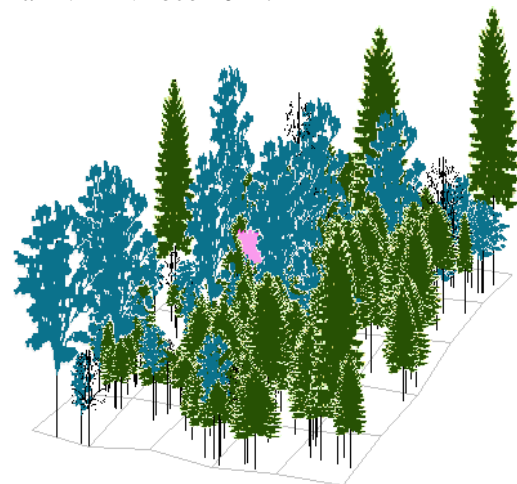


Obrázek 78: Vizualizace aktuálního stavu smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2014.

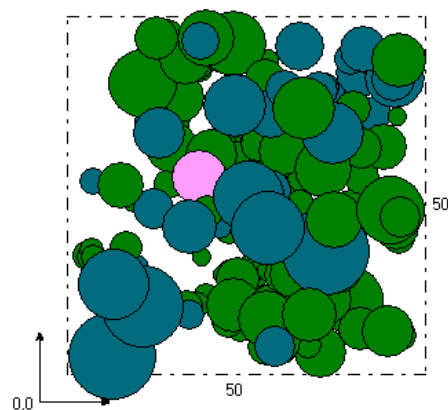
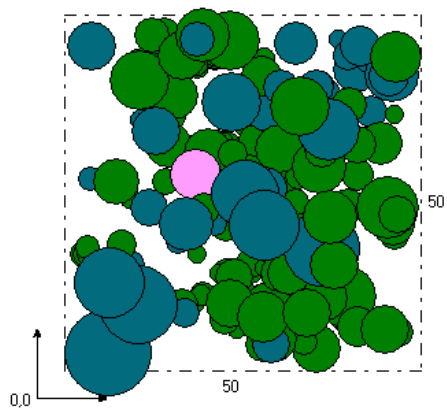
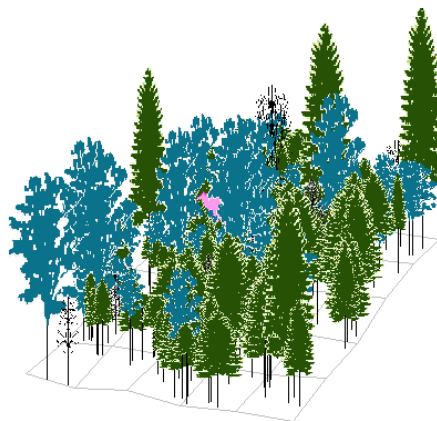
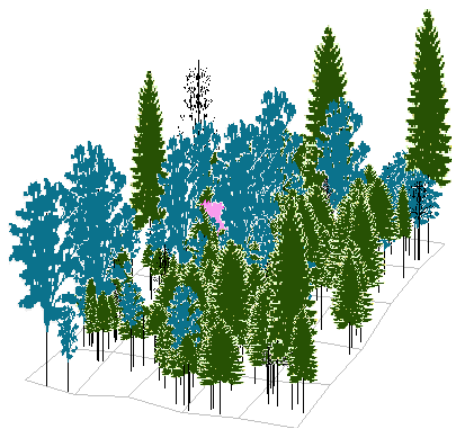


Obrázek 79: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2024.

Obrázek 80: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2034.

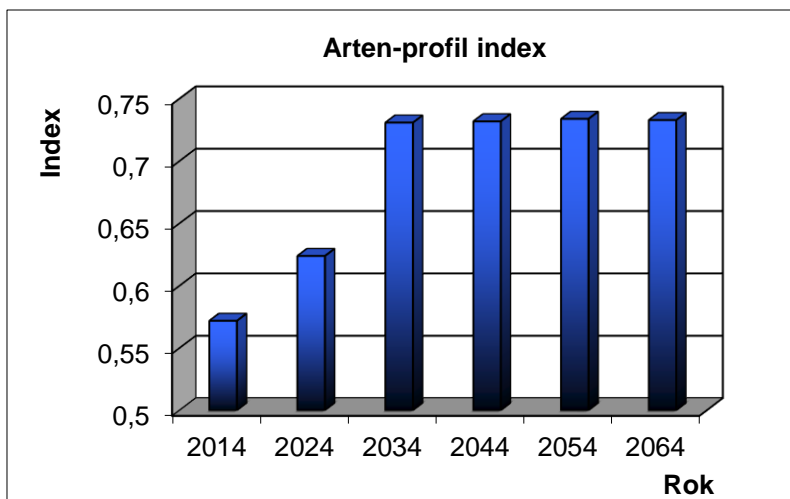


Obrázek 81: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2044.

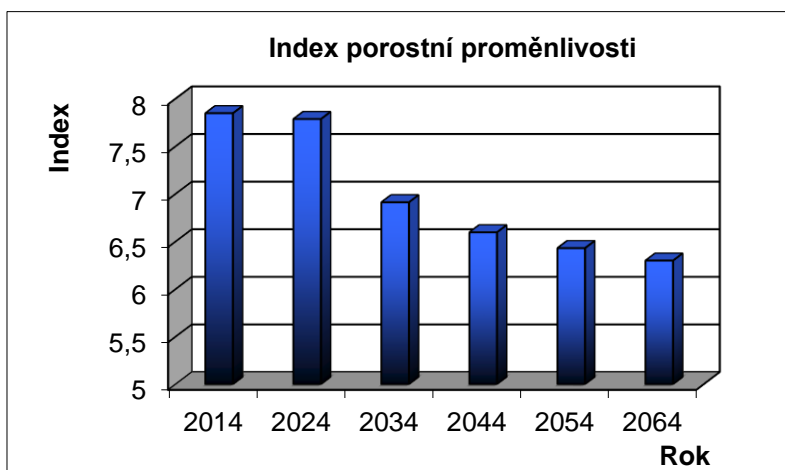


Obrázek 82: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2054.

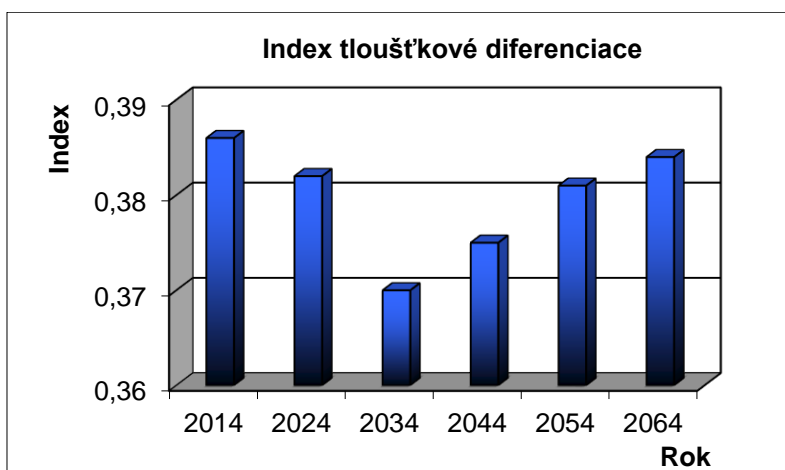
Obrázek 83:: Predikce vývoje smíšeného porostu na TVP 4 v roce 2064.



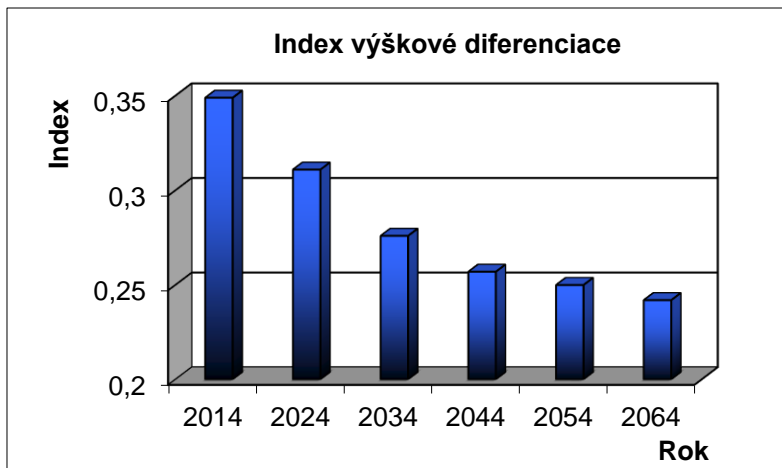
Obrázek 84: Vývoj hodnot Arten-profil indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



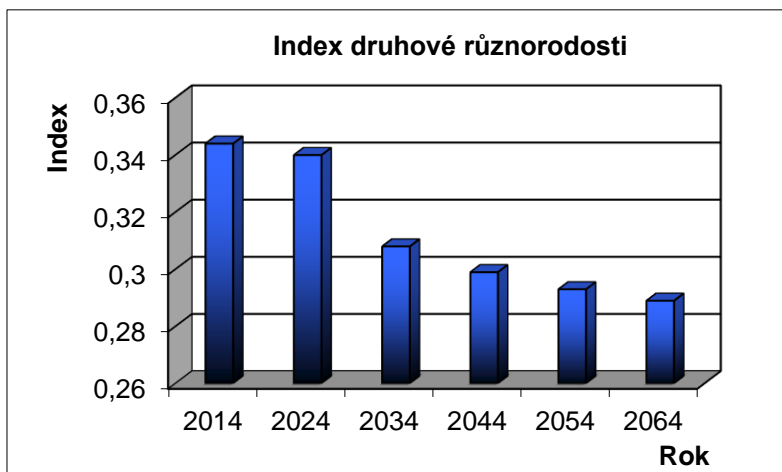
Obrázek 85: Vývoj hodnot indexu porostní proměnlivosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



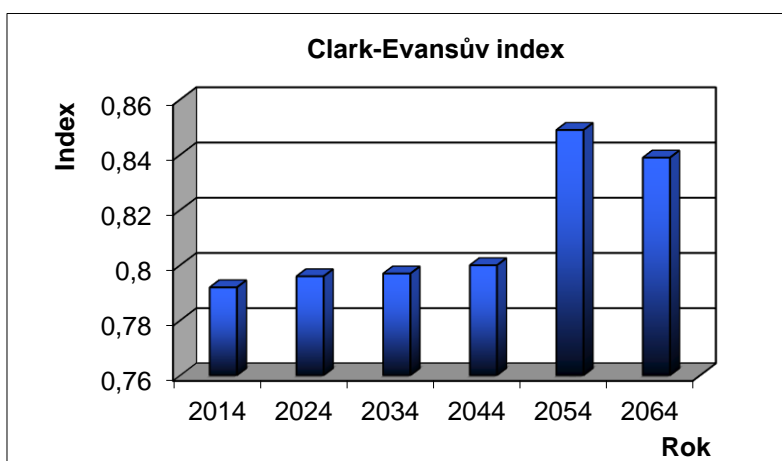
Obrázek 86: Vývoj hodnot indexu tloušťkové diferenciacce stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obrázek 87: Vývoj hodnot indexu výškové diference stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obrázek 88: Vývoj hodnot indexu druhové různorodosti stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.



Obrázek 89: Vývoj hodnot Clark-Evansova agregačního indexu stromového patra smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

Tabulka 12: Vývoj indexů stromového patra smíšeného porostu na TVP 3 při simulaci samovývoje.

Rok	Indexy					
	R (C&Ei)	A (Pri)	B (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	H' (Si)
2014	0,792	0,572	7,850	0,386	0,349	0,344
2024	0,796	0,624	7,789	0,382	0,311	0,340
2034	0,797	0,731	6,915	0,370	0,276	0,308
2044	0,800	0,732	6,599	0,375	0,257	0,299
2054	0,849	0,734	6,433	0,381	0,250	0,293
2064	0,839	0,733	6,302	0,384	0,242	0,289

Vysvětlivky: R – Clark-Evansův agregační index, A – Arten-profil index, B – index porostní proměnlivosti, TM_d – index tloušťkové diference, TM_h – index výškové diference, H' – index druhové různorodosti (entropie H').

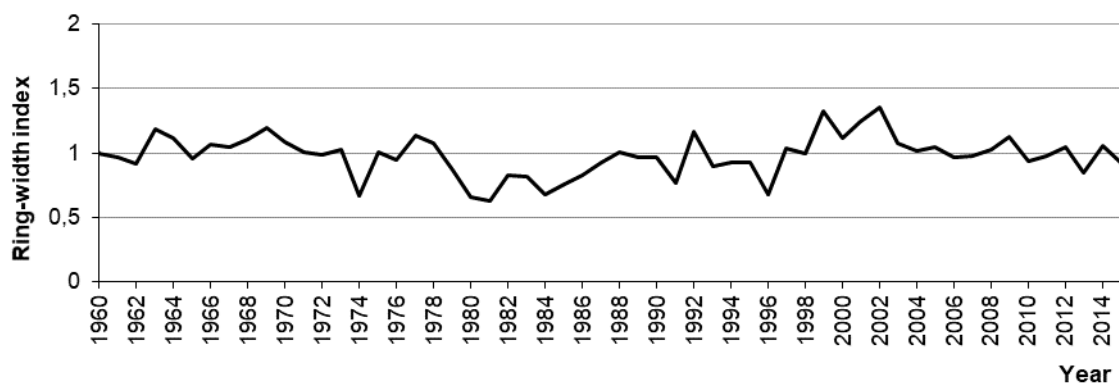
Růstové tabulky vývoje pro sdružený porost při simulaci samovývoje jsou zobrazeny v Tab. 13. Hodnoty v tabulce potvrzují, že v porostu probíhá malý vývojový cyklus, a to ve stadiu dorůstání, protože se během 50 let sníží jedinci z 1200 na 722 jedinců. Během vývoje se zvýší porostní výška (z 10,3 m na 15,9 m) i průměrná výčetní tloušťka (z 18,5 m na 26,1 m). Celková zásoba porostu se také zvýší na 449 m³.

Tabulka 13: Růstová tabulka vývoje sdruženého smíšeného porostu na TVP 4 při simulaci samovývoje.

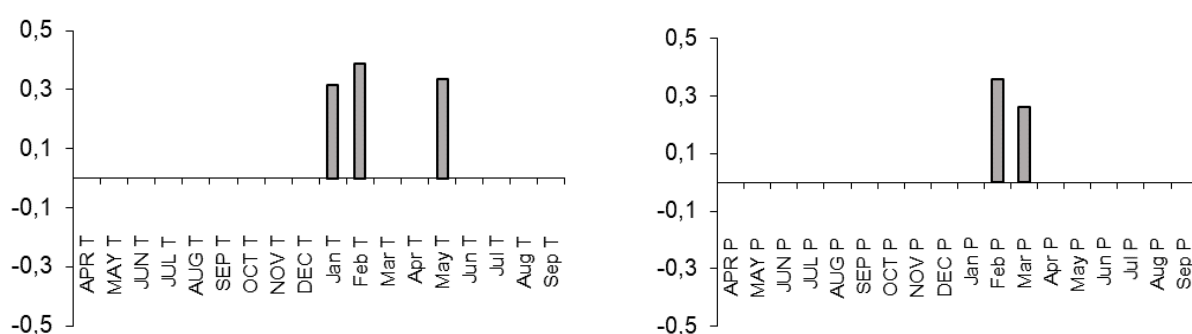
Rok	Sdružený porost											
	t	d	h	f	v	N	G	V	h:d	CBP	CPP	COP
2014	153	18,5	10,3	1,096	0,302	1200	32,4	363	55,5	0,0	2,37	363
2024	161	19,8	11,7	0,976	0,352	1168	36,0	411	59,2	5,0	2,57	413
2034	162	20,1	12,9	0,842	0,343	1024	32,4	352	63,9	5,0	2,85	462
2044	170	21,9	14,0	0,778	0,410	932	35,0	382	63,9	5,2	3,02	513
2054	178	24	14,9	0,726	0,491	844	38,0	414	62,2	5,4	3,18	566
2064	185	26,1	15,9	0,686	0,582	772	41,3	449	60,8	5,6	3,35	620

5.4.3. Letokruhová chronologie

Z regionální standardní letokruhové chronologie u smrku v letech 1960-2014 vyplývá jen mírně diferencovaný radiální přírůst (Obr. 90). Na grafu je opět patrný snížený přírůst v letech 1981-1986, což nám dokazuje známý imisní vliv v Krkonoších. Kladný vliv na tvorbu letokruhů vykazují u smrku teploty daného roku v měsíci lednu ($r=0,31$), v únoru ($r=0,38$) a v květnu ($r=0,34$) a kladný vliv na tvorbu letokruhů u smrku srážkami v únoru ($r=0,36$) a v březnu ($r=0,26$) aktuálního roku (Obr. 91).

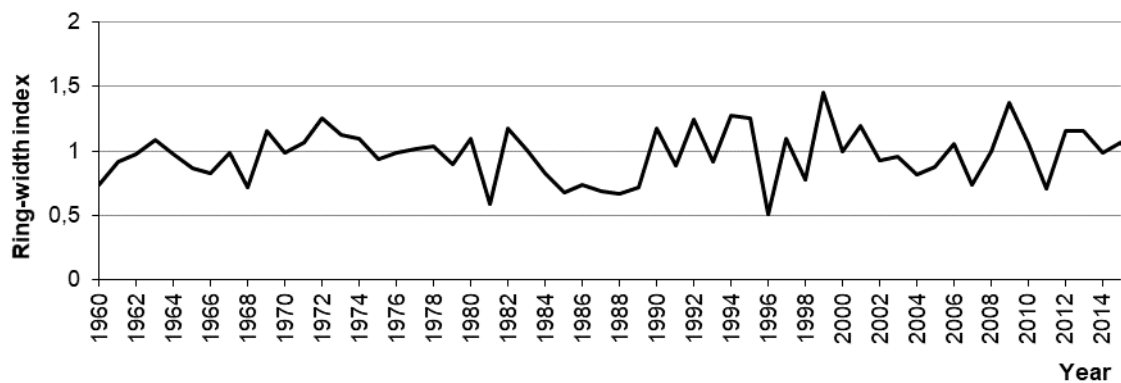


Obrázek 90: Standardizovaná letokruhová série smrku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 4.

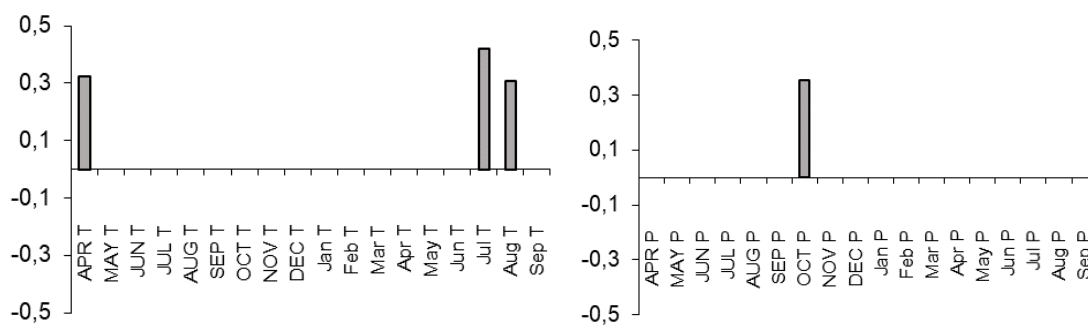


Obrázek 91: Dendroklim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série smrku na TVP 4 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

Průměrný radiální přírůst buku v letech 1960-2014 je opět jen mírně diferencovaný dle stanovištních a porostních podmínek (Obr. 92). Letopočty s nízkým radiálním přírůstem byly v roce 1843, 1873, 1892, 1893, 1894, 1913, 1915, 1928, 1940, 1941, 1942, 1953, 1954, 1960, 1981 a 1996. Většinu let bohužel na grafu nevidíme. Roky 1981, 1996 a 2011 nám dokládají výskyt pozdních mrazů, které měly vliv na asimilační aparát buku, což se projevilo na radiálním přírůstu. Tloušťkový přírůst v letech 1960-2014 vykazuje kladnou korelaci s teplotou v dubnu ($r= 0,33$) v předchozím roce, v červenci ($r= 0,41$) a v srpnu ($r= 0,31$) aktuálního roku. Dále byly zjištěny kladné korelace s úhrnem srážek v říjnu ($r= 0,35$) předchozího roku (Obr. 93).



Obrázek 92: Standardizovaná letokruhová série buku vyjádřená letokruhovým indexem na TVP 4.



Obrázek 93: Dendroclim - hodnoty koeficientů korelace standardizované letokruhové série buku na TVP 4 s měsíčními teplotami (vlevo) a srážkami (vpravo) od dubna předchozího roku (P) do září běžného roku pro období 1960-2016 pro srážky a teploty. Hodnoty jsou statisticky významné ($\alpha = 0,05$).

6. Diskuze

Smíšené porosty buku, smrku a jedle jsou charakterizovány dlouho trvající dobou malého vývojového cyklu, kolem 350-400 let. Nejkratší dobu života má buk (200-250 let), poté následuje smrk (300-350 let) a nejdelší životnost má jedle (VACEK, VAŠINA, MAREŠ 1987). Trvale výzkumné plochy mají bohatou strukturu, největší podíl v zastoupení má buk lesní. Buk se vyznačuje jako stínomilná dřevina s kratší dobou života. Stadium optima má u buku velmi krátkou dobu (40 let) a vyznačuje se tloušťkovou vyrovnaností a menším počtem zastoupení mladých jedinců (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 2010). Během období jedné generace smrku či jedle se vystřídají dvě generace buku (VACEK, VAŠINA, MAREŠ 1987). V mnoha směrech ukazují trvale zkusné plochy několik podobností, avšak regenerace na jiném stanovišti za jiných stanovištních podmínek dokazují jasné rozdíly v dynamice vývoje. Hlavními rozdíly jsou výsledky rozdílných ekologických podmínek a biologické vlastnosti dominantních dřevin. Přirozený vývoj autochtonních porostů probíhá v různých rychlostech a na různě velkých plochách (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 2010).

Jako první informace o lokalitě Bažinky publikoval VALENTA (1973), kde popisuje porostní a stanovištní poměry v této oblasti. Podrobnější informace o této lokalitě z hlediska stanovištních a porostních poměrů publikoval Vacek, Vavřina, Mareš (1987). Další cenné informace o lokalitě Bažinky vyšly ve třech knižních vědeckých publikacích (VACEK et al. 2007) a (VACEK, VACEK, SCHWARZ et al. 2009, 2010).

Na všech plochách probíhá přirozená obnova zejména pod clonou mateřského porostu, smrk s jedlí se zmlazuje spíše v hloučcích, zatímco buk na větších plochách. Zásadní problém přirozené obnovy v Krkonoších je okus spárkaté zvěře. Dochází tak ke snižování jedinců a pokryvnosti přirozené obnovy. K největšímu poškození dochází u jedle bělokoré a u javoru horského. Ke stejným poznatkům došli i vědci ve srovnatelně smíšených porostech v NPR Trčkov-CHKO Orlické hory (VACEK et al. 2013).

Trvalá výzkumná plocha Bažinky 1 je zajímavá z hlediska druhového složení, v některých částech je porost tvořen 3 etážemi, které se navzájem prolínají mezi sebou. V dolní vrstvě je velké zastoupení buku lesního, který se zdárně zmlazuje. Před nástupem imisní zátěže v 70. letech 20. století se na ploše vyskytovala jedle bělokorá, ovšem v dnešní době se vyskytuje jen mimo vymezený transekt TVP1. Dendrochronologická analýza potvrzuje, že koncem 70. let 20. století byl u jedle velmi nízký přírůst.

Na trvalé výzkumné ploše Bažinky 2 se vyskytuje hojně přirozená obnova buku lesního, smrku ztepilého a jeřábu ptačího. Ojedinele se vyskytuje i jedle bělokorá. Na ploše dochází k odrůstání náletů v místech, kde dochází k rozpadu starých jedinců a vzniká tak průnik světla do porostu.

Trvale výzkumná plocha Bažinky 3 má vhodné podmínky pro přirozenou obnovu, kvůli velkému rozvolnění zápoje horního stromového patra. Na celé ploše se dobře zmlazuje buk lesní a smrk ztepilý se zmlazuje hloučkovitě.

Na trvale výzkumné ploše Bažinky 4 se vyskytuje zmlazení buku, smrku a jeřábu. Tato plocha má předpoklad k dobrému vývoji přirozené obnovy a do budoucna by mohla sloužit jako model porostního hospodářského způsobu, jaký je v těchto podmínkách blízký přirozenému vývoji přírodních lesů v Krkonošském národním parku (VACEK et al. 2010).

V mé práci se liší stadia malého vývojového cyklu oproti výsledkům (VACEK, VAŠINA, MAREŠ 1987), kde v jejich výsledcích se nachází porost ve stadiu optima. Z mých výsledků vyplývá, že se porosty přesunuly do stadia rozpadu. Změna stadia nastala zejména kvůli silnému imisnímu zatížení.

Z analýzy imisních, klimatických a biotických faktorů v Krkonošském národním parku vyplývá, že pořad dochází k negativním faktorům, které vyvolávají postupné chřadnutí někdy až k odumírání studovaných porostů. Letokruhové křivky buku a smrku z Krkonoš dokazují značný vliv imisní zátěže v letech 1970-1990. Vliv imisí (síry a dusíku) na horské lesy byl považován za hlavní problém druhé poloviny 20. století, a po odstranění velkých zdrojů emisí v 90. letech 20. století byl poněkud opomenut. Přestaly vznikat velkoplošné úhyny lesů a problém imisí se tak zdál být vyřešen. Přesto vliv imisí (depozice síry a dusíku) negativně ovlivňuje horské lesy, i když jinými, na první pohled méně viditelnými mechanismy (FANTA, KŘENOVÁ 2009).

U letokruhové křivky smrku je patrný nízký přírůst v letech 1981-1987 v důsledku značného imisního zatížení a rozmnožení lýkožrouta smrkového. Po roce 1988 se olistění u smrku víceméně stabilizovalo za existence nepatrných výkyvů. Smrk ztepilý je vystavován nejen imisně ekologickému stresu, ale také periodicky se opakujícímu žíru lýkožrouta smrkového (VACEK, MATĚJKA 2010). Zdravotní stav smrkobukových porostů v Krkonoších na lokalitě bažinky je velmi podobný zdravotnímu stavu smrkobukových porostů v masívu Plechého na Šumavě, kde u smrku dochází také k žíru lýkožrouta smrkového (VACEK, KREJČÍ et al. 2009).

U letokruhové křivky buku lesního nejsou vidět tak značné výkyvy v přírůstu jako u smrku ztepilého. To dokazuje i odborná literatura (BOŠELA et al. 2016), že buk lesní není tak citlivý na klimatické výkyvy a vyrovná se i s průměrným globálním oteplením. U buku jsou patrné poklesy v letech 1984-1988, v tomto období docházelo k značné defoliaci. Od roku 1988 se trend olistění relativně vyrovnal, ovšem v některých letech docházelo k určitým oscilacím (VACEK, MATĚJKA 2010).

Korelace smrku ztepilého s teplotami dokazují kladný vliv teplot v jarních měsících (v březnu a v květnu), což potvrzuje i literatura (RYBNÍČEK et al. 2009). Korelace smrku ztepilého s průměrnými srážkami dokazují negativní vliv nedostatku srážek v jarním měsíci dubnu. Podle (LEVANIC et al. 2009) se nedostatek srážek přenáší do růstu smrku v následujícím roce.

Na všech čtyřech plochách korelace buku s teplotami ukazují kladný vliv teplot na vývoj této dřeviny v letních měsících (v červenci a v srpnu). Korelace buku s průměrnými srážkami ukazují negativní vliv na nedostatek úhrnu srážek v letním měsíci srpnu. Některé výzkumy poukazují na souvislost s nedostatkem vody u buků, které rostou v podúrovni, protože k těmto stromům se dostane pouze malé procento srážek (PRIMICIA et al. 2015).

Na TVP 1 zcela vymizela jedle bělokorá, ale i na dalších místech České republiky (KADLUS, ZAKOPAL 1970). Značnou příčinou bylo silné poškození mladých porostů korovnicí kavkazskou a korovnicí jedlovou, která se vyskytuje ve vyšších věkových třídách. Dalším problémem vymizení jedle byly imise (PEŘINA et al. 1984), ale podle chronologické křivky jedle na TVP 1 je její přírůst v dnešní době stabilní. Dochází k její regeneraci a zlepšuje se její stav (VACEK et al. 2007).

7. Závěr

V Krkonošském národním parku se nalézá celé spektrum lesních ekosystémů, které lze odlišit zejména podle stanovištních a porostních poměrů, porostních typů a stupňů přirozenosti lesních porostů, což je základní kritérium pro tvorbu zonace ochrany přírody. Právě proto byla diplomová práce zaměřena na vývoj a strukturu lesních porostů v I. zóně Krkonošského národního parku – v lokalitě Bažinky. Je důležité poznávat vývoj a strukturu v těchto porostech, protože výsledky slouží jako teoretické východisko pro tvorbu přírodě blízkého managementu.

Práce byla zaměřena na vývoj a strukturu lesních porostů a také na přirozenou obnovu. Při zkoumání přirozené obnovy na všech čtyřech plochách bylo zjištěno, že buk lesní je zastoupen v 85-95 %, smrk ztepilý v 4-14 % a jeřáb ptačí kolem 2 %. Jen ojediněle se v přirozené obnově objevuje jedle bělokorá a javor horský. Ve všech porostech probíhá malý vývojový cyklus. Porosty se nacházejí ve stadiu rozpadu s fází obnovy. Buk lesní se zmlazuje téměř po celých plochách, zatímco smrk ztepilý se zmlazuje v hloučcích.

Při zkoumání vývoje porostu byly zjištěny značné poklesy přírůstků během období imisního zatížení a kůrovcové kalamity, což zapříčinilo rychlejší ústup smrku ztepilého ve prospěch buku lesního. V době imisního zatížení měla značný pokles v zastoupení jedle bělokorá, avšak její stav se v současné době zlepšuje. Po poklesu imisního zatížení (v 90. letech 20. století) se markantně zvedla fruktifikace porostů a stabilizoval se zdravotní stav buku a smrku podle olistění.

Přírodní lesy v Krkonoších mají řadu společných rysů, ale odlišují se určitými rozdíly ve své přirozené dynamice. Délka malého vývojového cyklu ve smíšeném porostu buku, smrku a jedle může trvat 350-400 let, avšak na zkoumaných trvale výzkumných plochách v této práci může trvat vývojový cyklus kratší dobu, a to díky velkému zastoupení buku lesního. Lokalita Bažinky je charakteristická svým relativně původním druhovým složením v rámci malého vývojového cyklu. Tyto porosty jsou schopny tvořit stabilní lesní ekosystém navzdory působení negativních faktorů, jako je vítr, imise, sníh a kůrovec. I přesto porosty odolávají těmto vlivům.

Porosty mají velký potenciál přirozené obnovy na všech čtyřech výzkumných plochách. Obnovu na těch lokalitách lze zvládnout přirozeně. Samozřejmě v některých případech lze doplnit kvalitní umělou obnovou, zejména je potřebné vnášet chybějící dřeviny původní druhové skladby například jedli bělokorou. Jedle by se měla podporovat v obnově, aby se zvýšila biodiverzita. Dnešním problémem u obnovy jedle je okus spárkatou zvěří, proto by bylo

vhodné u nejvíce okusem poškozených dřevin používat individuální ochranu. Obnova se převážně děje pod clonou mateřského porostu.

V závěru lze říci, že během 30 let, kdy se zkoumaly tyto lokality, bylo získáno mnoho stěžejních poznatků směřujících k posílení jejich ekologické stability. Získané výsledky jsou důležitou součástí monitoringu lesních ekosystémů v porostech s vyšším stupněm přirozenosti v Krkonošském národním parku.

8. Seznam použité literatury

- ANGELSTAM, P., KUULUVAINEN, T. (2004): Boreal forest disturbance regimes, successional dynamics and landscape structures: a European perspective. *Ecological Bulletins*, s. 117-136.
- AMBOŽ, R., VACEK, S., VACEK, Z., KRÁL, J., ŠTEFANČÍK, I. (2015): Current and simulated structure, growth parameters and regeneration of beech forests with different game management in the Lány Game Enclosure. *Forestry Journal* roč. 61, č. 2., s. 78-88.
- BERCHA, J. (2006): Jedle bělokorá. *Lesnická práce* [online], roč. 85, č.01/06 [28. 3. 2016]. Dostupné z www: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-85-2006/lesnicka-prace-c-01-06/konference-jedle-belokora-2005>.
- BOŠEĽA, M., ŠTEFANČÍK, I., PETRÁŠ, R., VACEK, S. (2016): The effect of climate warming on the growth of European beechforests depend critically on thinning strategy and site productivity. *Agriculture and Forest Meteorology*, s. 21-31
- CLARK, P. J., EVANS, F. C. (1954): Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, č. 35, s. 445–453.
- CROW, T.R., BUCKLEY, D.S., NAUERTZ, E.A., ZÁSADA, J.C. (2002): Effects of management on the composition and structure of northern hardwood forests in Upper Michigan. *Forest Science*, č. 48, s. 129-145.
- ČABOUN, V. (2000): Spatial structure of forest and its effect on ecological stability. *Forestry Journal*, č. 46, s. 15–36.
- ČERNÝ, D. (2007): Jedle kolem horní hranice výskytu – oblast Šumava. *Lesnická práce*. [online]. roč. 86, č. 02/07, [28.3.2016]. Dostupné z www: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-86-2007/lesnicka-prace-c-02-07/jedle-kolem-horni-hranice-vyskytu-oblast-sumava>.
- FANTA, J., KŘENOVÁ, Z. (2009): Forest management of Czech national parks, Management lesů v českých národních parcích, Sborník referátů ze semináře, s. 190
- FÜLDNER, K. (1995): Strukturbeschreibung in Mischbeständen. *Forstarchiv*, č. 66, s. 235–606.
- GLONČÁK P. (2009): Dynamika vegetácie prírodných horských smrečín. Dizertačná práca, Technická univerzita ve Zvolene, 93 s.
- CHALOUPSKÝ, J. (1983): Geologický vývoj. In: Krkonošský národní park. Sýkora B. (ed), Praha, SZN, s. 18-19.
- KADLUS, Z., ZAKOPAL, V. (1970): Pěstování jedle ve světle nových poznatků. *Zprávy lesnického výzkumu*, 16: 1: 24-32.

- KAJZAROVÁ, E. (2012): Lesy Krkonošského národního parku a péče o ně. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 47 s.
- KANTOR, P. (2001): Přirozená obnova v závislosti na stanovištních a porostních podmínkách. In.: Sborník z konference: Podrostní způsob hospodaření na živných stanovištích s využitím přípravy půdy. ČLS, Hynčice u Krnova, s. 8-14.
- KLIMO, E. (1994): Ekologie lesa. / Ekology of the Forest/. Brno, VŠZ v Brně, 170 s.
- KRÁL, K., VALTERA, M., JANÍK, D., ŠAMONIL, P., VRŠKA, T., (2014): Spatial variability of general stand characteristics in central European beech-dominated natural stands – Effects of scale. *For. Ecol. Manage.*, s. 328, 353 – 364.
- KORPEL, Š. et al. (1991): Pestovanie lesa. 1. Vyd. Bratislava: Príroda, 465 s.
- KORPEL, Š. (1998): Pralesy Slovenska. Bratislava: Veda, 328 s.
- KOŠULIČ, M. (2010): Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. Brno: FSC ČR.
- KONIAS, H. (1952): Zkušenosti získané při praktickém provádění obnovy lesních porostů se zřetelem jejich prostorové úpravě. *Lesnická práce*, roč. 31, č. 8, s. 363–367.
- KUŽELKA, K. et al. (2014): Měření lesa: moderní metody sběru a zpracování dat. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 164 s.
- LEVANIC, T., GRICAR, J., HAFNER, P., KRAJNC, R., JAGODIC, S., GÄRTNER, H., HEINRICH, I., HELLE, G., et al. (2010): TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Vol. 8: Proceedings of the DENDROSYMPOSIUM 2009, April 16th – 19th 2009, Otočec, Slovenia. GFZ Potsdam, Scientific Technical Report STR 10/05, Potsdam: 98–103.
- MÍCHAL, I., PETŘÍČEK, V. et al. (1999): Péče o chráněná území. II. Lesní společenstva.
- MUSIL, I. (2003): Dendrologické srovnávací tabulky. 3. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 165 s.
- MUSIL, I. a HAMERNÍK, J. (2007): Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1. Vyd. 1. Praha: Academia, 352 s.
- NEHYBA, J., (2015): LHP 2015-2024 LHC Harrachov, Lesprojekt s.r.o. Hradec Králové.
- PEŘINA, V. ET AL. (1984): Obnova a pěstování lesních porostů v oblastech postižených průmyslovými imisemi. Praha, SZN, 173 s.
- PODLASKI, R. (2004): A development cycle of the forest with fir (*Abies alba* Mill.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) in its species composition in the Swietokrzyski National Park. *Journal of Forest Science*, č. 50, s. 55-66.
- POLENO, Z. (1993): Ekologicky orientované pěstování lesů. *Lesnictví-Forestry*, roč. 39, č. 11, s. 475–480.
- POLENO, Z. (1997): Trvale udržitelné obhospodařování lesů. Praha, MZe, 105 s.

- POLENO, Z., VACEK, S., 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. (2007): Pěstování lesů. II., Teoretická východiska pěstování lesů. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 463 s. ISBN 978-80-87154-09-0.
- POLENO, Z., VACEK, S., et al. (2009): Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- PRETZSCH, H., (1992): Koncepce a konstrukce z modelů pro obnovu a odstranění. Forstliche Forschungsberichte München, č. 115, 358 s.
- PRIMICIA, I., CAMARERO, J., JANDA, P., ČADA, V., MORRISSEY, R. C., TROTSIUK, V., BAČE, R., TEODOSIU, M., SVOBODA, M. (2015): Age, competition, disturbance and elevation effects on tree and stand growth response of primary *Picea abies* forest to climate. *For. Ecol. Manage.* 354: 77–86.
- REMEŠ, J., BÍLEK, L. (2014): Obnova a strukturalizace přírodě blízkých porostů ve středních polohách, Regeneration and structuralisation of semi-natural forest stands in middle elevations, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha
- RYBNÍČEK, M., ČERMÁK, P., KOLÁŘ, T., PŘEMYSLOVSKÁ, E., ŽID, T. (2009): Influence of temperatures and precipitation on radial increment of Orlicke hory Mts. spruce stands at altitudes over 800 m a.s.l. *Journal of Forest Scienc* 55(6), s. 257–263.
- SHANNON, C. E. (1948): A mathematical theory of communications. *Bell System Technical Journal*, č. 27, s.379–423.
- SCHMIDT-VOGT, H. (1986,1987,1989): Die Fichte, (Bd. I,II/1, II./2). Paul Parey: Hamburg und Berlin.
- SCHÜTZ, J. P. (2002): Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry* č. 75, s. 329-337.
- SCHWARZ, O. (1997): Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš. Provozní příručka. Vrchlabí, Správa KRNPAP, 174 s.
- SIMON J., VACEK S. (2008): Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů, Mendelova zemědělská univerzita v Brně, Brno, 126 s.
- SLAVÍKOVÁ, J. (1986): Ekologie rostlin. Praha: SPN, 366 s.
- SPOHN, M., SPOHN, R. (2013): Stromy Evropy. Beta-Dobrovský a Ševčík. Praha-Plzeň, 304 s.
- SVOBODA, P. (1953): Lesní dřeviny a jejich porosty I. díl. *SZN*, Praha, 411 s.
- SVOBODA, P. (1955): Lesní dřeviny a jejich porosty II. díl. *SZN*, Praha. 573 s.
- ŠIMURDA, J. (2012): Příběh lesa – devět století krkonošských hvozdů. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 32 s.

- ÚŘADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍZEK, J. (2009): Dřeviny České Republiky. Lesnická práce, s.r.o. Brno, 368 s.
- VACEK, S. (1999): Přírodě blízký les, kritéria jeho hodnocení a cesty k jeho přiblížení s ohledem na problematiku habrových doubrav. In: Vybrané problémy ochrany přírody a krajiny s ohledem na Český kras. Svatý Jan pod Skalou, 26. 10. 1999, Svatý Jan pod Skalou, SCHKO Český kras, ČAZV, s. 7–13.
- VACEK, S. (1981b): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. Lesnická práce, roč. 60, č. 3, s. 118–124.
- VACEK, S., BULUŠEK, D., VACEK, Z., BÍLEK, L., SCHWARZ, O., SIMON, J., ŠTÍCHA, V. (2015): The role shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir = Die Rolle des Schirmschlages und des Wildverbisssschutzes für die natürliche Verjüngung der Weisstanne. *Austrian Journal of Forest Science.*, s. 81-102.
- VACEK, S., HEJCMAN, M. (2012): Natural layering foliation, fertility and plant species composition of a *Fagus sylvatica* and above the alpine timberline in the Giant (Krkonoše) Mts., Czech Republic. *European Journal of Forest Research*, s. 799-810.
- VACEK, S. – HOFMEISTER, Š. – SIMON, J. – MINX, T- (2007): Struktura a vývoj porostů s jedlí bělokorou a možnosti jejich obhospodařování v Krkonoších a v Orlických horách. In: Význam přírodě blízkých způsobů pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce. Kostelec nad Černými lesy, 17. a 18. 10. 2007, Prknová, H. (ed.), Praha, FLD ČZU, s. 137 – 149.
- VACEK, S. et al. (2016): Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů. Praha: ČZU – FLD, 257 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., KREJČÍ, F. et al. (2009): Lesní ekosystémy v národním parku Šumava. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. r. o., 512 s.
- VACEK, S., MATĚJKA K. (2010): Health status of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts.. *Journal of Forest Science*, roč. 56, č. 11, s. 555 - 569.
- 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.*, s. 541-554.
- VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V. (2006): Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 74 s.

- VACEK, Z., VACEK, S., REMEŠ, J., ŠTEFANČÍK, I., BULUŠEK, D., BÍLEK, L. (2013): Struktura a modelový vývoj lesních porostů v NPR Trčkov – CHKO Orlické Hory, Česká republika. Lesnícky časopis – Forestry Journal, s. 248-263.
- VACEK, S., VACEK, Z., SCHWARZ, O. et al. (2009): Regeneration of forest stands on research plots in the Krkonoše National Parks = Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. Folia Forestalia Bohemica, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. r. o., č. 9, 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.
- VACEK, S., VAŠINA, V., MAREŠ, V. (1987): Analýza autochtonních smrkobukových porostů SPR V Bažinkách. Opera Corcontica, č. 24, s. 95–132.
- VALENTA, H. (1973). Státní přírodní rezervace Bažiny v Krkonoších. Informace ÚHÚL, č. 16, 1/2, s. 25–26.
- VANSELOW, K. (1957): Die Verjüngungsformen. Entstehung – Sinn – und Wert. Allg. Forstzeitschrift, 12, s. 205–208.