

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Vliv diferencované probírky na zásobu, přírůst a stabilitu porostů v obecních lesích obce Obora u Kaznějova

Diplomová práce

Autor: Bc. Vojtěch Blažek

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Remeš, PhD.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Blažek

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv diferencované probírky na zásobu, přírůst a stabilitu porostů v obecních lesích obce Obora u Kaznějova

Název anglicky

Influence of differentiated thinning on growing stock, increment and stability of stands in the Municipal forests of Obora u Kaznějova

Cíle práce

Cílem práce je popsat specifický způsob diferencované výchovy lesních porostů prováděné v obecních lesích obce Obora u Kaznějova a vyhodnotit její vliv na jejich zásobu, přírůst a stabilitu. Součástí práce je i posouzení efektivnosti této metody a případný návrh na její modifikaci.

Metodika

Rozbor problematiky zaměřený na výchovu lesních porostů a její vliv na jejich produkci a stabilitu.

Analýza způsobu výchovy prováděné v lesích obce Obora u Kaznějova, včetně popisu stanovištních podmínek, druhové skladby a způsobu hospodaření ve zdejších lesích.

Výběr 8-10 porostů v různé fázi vývoje po aplikaci výchovných zásahů, založení výzkumných ploch (VP).

Provedení biometrických měření na výzkumných plochách ($d_{1,3}$, h , délka a šířka koruny), výpočet produkčních a strukturních parametrů porostů (V , G , $h/d_{1,3}$).

Odběr a analýzy vývrtů pro posouzení vlivu provedených výchovných zásahů na tloušťkový přírůst stromů (min. 5 vzorníků na VP).

Porovnání zjištěných parametrů s modelovými a tabulkovými hodnotami.

Závěrečné vyhodnocení.

Doporučený rozsah práce

Min. 50 stran textu

Klíčová slova

výchova lesních porostů, přírodě blízké pěstování lesů, struktura porostu, přírůst, stabilita

Doporučené zdroje informací

- CHROUST L., PAŘEZ J., 1988: Lesnický průvodce – Modely výchovy lesních porostů. VÚLHM
CHROUST L., 1997: Ekologie výchovy lesních porostů. VÚLHM VS, Opočno, 275 s.
REININGER H., 1992: Zielstärkennutzung oder die Plenterung des Altersklassenwaldes. Österr.
Agrarverlag, Wien, 163 s. Český překlad: Těžba cílových tloušťek anebo výběr v lese věkových tříd.
Ministerstvo zemědělství ČR Praha, 1997, 120 s.
REMEŠ J., BÍLEK L., NOVÁK J., VACEK Z., VACEK S., PUTALOVÁ T., KOUBEK L., 2015: Diameter increment of
beech in relation to social position of trees, climate characteristics and thinning intensity. Journal of
Forest Science, 61(10): 456-464.
SLODIČÁK M., NOVÁK J., 2007: Výchova hlavních hospodářských dřevin. Lesnický průvodce 4/2007.
Recenzovaná metodika, Strnady 2007, 46 s.
WALLENIN C., 2007: Thinning of Norway Spruce. [Doctoral Thesis.] Acta Universitatis Agriculturae
Suecicae, 29: 116.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 4. 10. 2017

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv diferencované probírky na zásobu, přírůst a stabilitu porostů v obecních lesích obce Obora u Kaznějova vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Remeše, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Plzni dne 18. 4. 2019

Vojtěch Blažek

Poděkování

Chci tímto poděkovat panu Ing. Miloslavu Singerovi za trpělivost a ochotu při poskytování výkladu a informací a také za inspiraci pro moji budoucí profesi. Dále chci poděkovat panu doc. Ing. Jiřímu Remešovi, PhD. za cenné rady a připomínky.

Abstrakt:

Blažek Vojtěch: Vliv diferencované probírky na zásobu, přírůst a stabilitu porostů v obecních lesích obce Obora u Kaznějova

Diplomová práce popisuje přírodě blízké pěstování lesních porostů v majetku obce, zejména pak uplatňování diferencované probírky při výchově porostů. Analýza vlivu diferencované probírky na zásobu, přírůst a stabilitu na vybraných výzkumných plochách je výstupem tohoto zkoumání. Práce ukazuje několik používaných postupů přestaveb lesa hospodářského na přírodě blízký les a předkládá historický vývoj výchovných postupů. V metodické části rozebírá hospodářské a přírodní podmínky majetku. Experimentální část práce je zaměřena na vyhodnocení biometrických veličin na výzkumných plochách a stanovení strukturních a produkčních parametrů porostů a analýzu vztahů mezi nimi. Na odebraných vývrtech byl analyzován vliv diferencované probírky na tloušťkový přírůst stromů. Výsledky jsou následně diskutovány s východisky a závěry jiných autorů. Závěrem hodnotí přínos výchovné metody a doporučuje případnou modifikaci.

Klíčová slova: výchova lesních porostů, přírodě blízké pěstování lesů, struktura porostu, přírůst, stabilita

Abstract:

Blažek Vojtěch: Influence of differentiated thinning on growing stock, increment and stability of stands in the municipal forests of Obora u Kaznějova

Diploma thesis describes close-to-nature silviculture at municipal property, especially using differentiated thinning at stand tending. Analysis of influence differentiated thinning on growing stock, increment and stability of stands is output of these research. The thesis proposes several possible manuals of forest converting and submits historical evolution manuals of stands tending. It analysis agricultural and nature conditions of the property in the methodical part. The experimental part of thesis is focused to evaluation biometrical properties at research areas and determination structure and production parameters of stands. It

also analysed relations among them. It was analysed influence of differentiated thinning at trees diameter increment at withdrawn bores. The results discusses subsequently with resources and conclusions of other authors. It rates the benefits of tendings method in the conclusion and recommends its eventual modification.

Key words: stands tending, close-to-nature farming, stand structure, increment, stability

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE.....	2
3. ROZBOR PROBLEMATIKY	2
3. 1. Výchova porostů	2
3.1.1. Stručný vývoj přístupů k výchově porostů.....	2
3.1.2. Hlavní význam a cíle výchovy	3
3.1.3. Členění výchovy porostů	4
3.1.3.1. Péče o nárosty a kultury	4
3.1.3.2. Pročistky	5
3.1.3.3. Probírky.....	5
3.1.4. Modely výchovy lesních porostů	6
3.1.5. Vliv výchovy na stabilitu lesa	7
3.1.5.1 Mechanická stabilita	7
3.1.5.2 Ekologická stabilita	8
3.1.6. Vliv výchovy na produkci lesa	9
3.1.7. Význam výchovy pro přestavby porostů	10
3.1.8. Výchova v přírodě blízkém hospodaření	10
3.1.9. Probírkové metody vhodné pro přestavbu lesů na lesy bohatších struktur	12
3.1.9.1. Výběrný princip.....	12
3.1.9.2. Strukturující probírka (Reiningerova)	13
3.1.9.3. Skupinová probírka	14
3.1.9.4. Kombinace strukturní a skupinové probírky.....	15
3.1.9.5. Probírky v borových porostech.....	15
3.1.9.6. Probírky v jedlových skupinách.....	16
3.1.9.7. Diferencovaná probírka (Singerova)	16
4. METODIKA.....	18
4.1. Hospodářské a přírodní poměry	18
4.1.1. Základní údaje	18
4.1.2. Přírodní lesní oblast.....	18
4.1.3. Poměry hydrografické	19
4.1.4. Poměry geomorfologické a geologické	19
4.1.5. Poměry pedologické – soubory lesních typů.....	19

4.1.6. Poměry klimatické	20
4.1.7. Lesní vegetační stupně	20
4.1.8. Cílové hospodářské soubory.....	20
4.2. Stav lesních porostů	21
4.2.1. Věková a druhová struktura lesa	21
4.2.2. Produkční ukazatele	21
4.3. Zdravotní stav lesa	21
4.3.1. Imise	22
4.3.2. Škody zvěří.....	22
4.3.3. Škody sněhem a námrazou.....	22
4.3.4. Hmyzí škůdci	22
4.4. Hospodaření v porostech postižených nahodilými těžbami	23
4.4.1. Obnova na menších holinách	23
4.4.2. Obnova na větších holinách	23
4.4.3. Výchova	24
4.5. Hospodaření pod mateřským porostem	24
4.5.1. Obnova	24
4.6. Těžební a dopravní technologie.....	25
4.7. Vyráběné sortimenty.....	25
4.8. Ekonomický efekt z přírodě blízkého hospodaření	26
4.9. Výzkumné plochy	26
4.9.1. Založení výzkumných ploch	26
4.9.2. Zvolené porosty	27
VP 1 - 8B14.....	27
VP 2 - 8B7b.....	27
VP 3 - 8C13.....	27
VP 4 - 8E5.....	27
VP 5 - 7C5.....	27
VP 6 - 4C8.....	27
VP 7 - 5A10	28
VP 8 - 8A10.....	28

4.9.3. Postup měření biometrických veličin	28
4.9.4. Metoda stromových vývrtů	28
4.9.5. Výpočty produkčních a strukturních parametrů	29
4.9.5.1. Štíhlostní kvocient	29
4.9.5.2. Plocha výčetní kruhové základny jednotlivých stromů.....	29
4.9.5.3. Plocha výčetní kruhové základny porostu	30
4.9.5.4. Zásoba.....	30
4.9.5.5. Počet stromů	30
4.9.5.6. Střední tloušťka, střední výška a střední délka koruny	30
4.9.5.7. Plocha korunové projekce	30
4.9.5.8 Tloušťkový přírůst	31
4.9.6. Postup statistického vyhodnocování dat.....	31

5. VÝSLEDKY..... 33

5.1. VP 1 – porost 8B14	33
5.1.1. Ověření normálního rozdělení.....	35
5.1.2. Výškový grafikon.....	36
5.1.3. Letokruhové křivky	38
5.1.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 1.....	40
5.2. VP 2 – porost 8B7b	41
5.2.1. Ověření normálního rozdělení.....	42
5.2.2. Výškový grafikon.....	44
5.2.3. Letokruhové křivky	45
5.2.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 2.....	48
5.3. VP 3 – porost 8C13	50
5.3.1. Ověření normálního rozdělení.....	51
5.3.2. Výškový grafikon.....	53
5.3.3. Letokruhové křivky	54
5.3.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 3.....	56
5.4. VP 4 – porost 8E5	58
5.4.1. Ověření normálního rozdělení.....	59
5.4.2. Výškový grafikon.....	61
5.4.3. Letokruhové křivky	62
5.4.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 4.....	65

5.5. VP 5 – porost 7C5	66
5.5.1. Ověření normálního rozdělení.....	67
5.5.2. Výškový grafikon.....	69
5.5.3. Letokruhové křivky	69
5.5.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 5.....	71
5.6. VP 6 – porost 4C8	72
5.6.1. Ověření normálního rozdělení.....	73
5.6.2. Výškový grafikon.....	75
5.6.3. Letokruhové křivky	76
5.6.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 6.....	77
5.7. VP 7 – porost 5A10	78
5.7.1. Ověření normálního rozdělení.....	79
5.7.2. Výškový grafikon.....	81
5.7.3. Letokruhové křivky	81
5.7.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 7.....	83
5.8. VP 8 – porost 8A10	84
5.8.1. Ověření normálního rozdělení.....	85
5.8.2. Výškový grafikon.....	87
5.8.3. Letokruhové křivky	88
5.8.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 8.....	89
5.9. Statistické srovnání mezi plochami.....	91
5.9.1. Letokruhové křivky borovic a smrků ze všech ploch	91
5.9.2. Anova – porovnání průměrných letokruhových křivek	92
5.9.4. Grafy závislostí veličin	94
6. DISKUZE	99
7. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ.....	101
8. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	102

1. Úvod

Je zřejmé, že probíhá změna klimatu na celé planetě, tedy i u nás. Jedná se tedy o globální problém, na který by zejména vyspělé a bohaté státy s největší společenskou odpovědností měly reagovat svoji politikou životního prostředí. Lesnický sektor hospodářství státu musí reagovat mimo jiné i přiblížením druhové skladby lesů k jejímu přirozenému stavu, a to se již většinou děje formou zavádění melioračních a zpevňujících dřevin.

Opomíjeným faktem zůstává obnova lesů přirozeným zmlazením a její adaptační potenciál. Pokud lesy v současné době obnovujeme přirozeným zmlazením, pak je to zejména kvůli ekonomické stránce. Ovšem skutečnost, že autoreprodukce lesa je velikou nadějí pro zachování lesa tak jak ho známe, bývá opomíjena.

Použitím klasických probírkových metod odebíráme část porostní zásoby, abychom dopřáli zůstávajícím jedincům větší světelný požitek a tedy lepší podmínky pro růst. Na konci životnosti porostu však obvykle bývá pouze stejnověký porost, který pak po větších či menších celcích postupně obnovíme.

Přístup pana Ing. Singera mě zaujal z důvodu jeho nadšení a vysokého pracovního nasazení. Stejně tak je mi sympatická jeho urputná snaha ukazovat lesnické veřejnosti poněkud jinou cestu v chápání života lesa. Ne jako zemědělské plodiny, ale jako živoucího organismu propojeného s okolním prostředím.

V obecních lesích Obora je k výchově porostů využívána tzv. diferencovaná probírka. Snahou hospodáře je věkově, výškově a tloušťkově diferencovat lesní porosty. Spolu s využíváním přirozené obnovy je cílem tohoto specifického způsobu hospodaření umožnit lesu autoreprodukci a autoregulaci s výhledem na zvýšení stability lesa vůči klimatické změně.

2. Cíle práce

Smyslem diplomové práce je na základě sebraných a analyzovaných dat vyhodnotit výsledky uplatňování diferencované probírky. Tato probírka je na zkoumaném majetku užívána po dobu více než dvaceti pěti let. Odborným lesním hospodářem (a zároveň hajným) LHC Obora na severním Plzeňsku je pan Ing. Miloslav Singer.

Cílem práce je popsat specifický přístup k výchově porostů na majetku obce Obora a vyhodnotit její vliv na zásobu, přírůst a stabilitu těchto porostů. Práce se zároveň snaží posoudit efektivnost a přínos této metody z hlediska přiblížení lesa stavu bližšímu přirozeným lesům. Nakonec představuje i případnou modifikaci porostní výchovy.

3. Rozbor problematiky

3. 1. Výchova porostů

3.1.1. Stručný vývoj přístupů k výchově porostů

Výchovou se již od 19. století zabývá celá řada pokusů v lesních porostech, protože výchova zaujímá nejdelší období ve vývoji porostu. Je základem pro stabilitu a bezpečnost produkce každého porostu.

Zpočátku nebylo jasno v tom, kdy přistoupit k prvním výchovným zásahům. Němečtí lesníci Hartig a Cotta odstraňovali nežádoucí dřeviny ještě před prvními probírkami (POLENO, 2009b). Hartig doporučoval vybírat odumřelé a odumírající stromy a pěstovat zásobu z velkého počtu jedinců menších dimenzí. Cotta požadoval snižovat počet jedinců na takovou úroveň, aby se předčasně kmeny nečistily od spodních větví a nepotlačovaly se jednotlivé stromy. Porostní zásobu tak pěstoval na menším počtu tlustších jedinců. Heyer pak navázal na Cottu a dospěl k názoru uplatňovat porostní výchovu „*včas, mírně a často*“. Systém intenzivní výchovy smrkových porostů vypracoval český lesník Bohdanecký na konci 19. století (BEZECNÝ, 1992). V tu samou dobu Kraft

položil základ individuálního přístupu k jednotlivým porostním složkám svou biologicko-růstovou klasifikací stromů. Dalším mezníkem vývoje bylo zahájení pěstebního a produkčního výzkumu, a to zejména v německých výzkumných ústavech reprezentovaných Schwappachem, Mayerem, Hessem a dalšími (KORPEL, 1991). Avšak teprve vlivem Schädeline v 30. letech 20. století se výchovné zásahy v mlazinách stávají základem výchovy porostů, protože právě v této době porost nejlépe reaguje na provedený zásah (POLENO, 2009b). Schädelinova jakostní probírka si zakládá na aplikaci pozitivního výběru v prořezávkách a čistkách, jež sledují podporu jakostních jedinců „*majících schopnost k nejvyšší tvorbě hodnot*“ (SCHÄDELIN, 1947).

3.1.2. Hlavní význam a cíle výchovy

Výchova lesních porostů je založena na užití všech vhodných opatření, kterými se systematicky, opakovaně a záměrně ovlivňují růstové a vývojové procesy jednotlivých stromů a jejich skupin. A to tím způsobem, aby byly bezpečně a hospodárně dosaženy stanovené provozní cíle (POLENO, 2009b). Výchova spočívá v odstraňování některých stromů, čímž se upravuje dřevinná a prostorová skladba a mění se prostředí v porostu, zejména režim světla, tepla a vláh (VACEK, 2007).

Porostní výchova se v dnešní době zaměřuje na diferenciaci podle biologických vlastností dřevin, přírodního prostředí, pěstebních cílů a podle ohrožení lesa škodlivými činiteli (SLODIČÁK, 2007a).

Základní požadavky na výchovu:

- regulace porostní hustoty,
- vhodná prostorová struktura,
- dosažení určité kvality stromů selekcí,
- regulace druhové skladby,
- selekce zdravotní,
- optimální stav porostního prostředí (POLENO, 2009b).

Jako cíle porostní výchovy se uvádí (BEZECNÝ, 1992):

- zvýšení jakostní a objemové produkce,

- zvýšení stability porostů (ekologické a mechanické),
- zkvalitnění porostů (genotypově i fenotypově).

Účelem porostní výchovy je (POLANSKÝ, 1955):

- zlepšení porostního prostředí,
- zlepšení zdravotního stavu a odolnosti porostů,
- začátek a usměrnění přirozené obnovy, lepší úspěch umělé obnovy pomocí zaclonění mateřským porostem,
- zlepšení vodohospodářských, půdoochranných, klimatických funkcí lesa,
- zkrácení produkční doby,
- zvýšení přirůstavosti porostů a výnosů z jednoty plochy,
- lehčí a lepší podmínky pro přeměny a převody porostů.

Cílem výchovy smrkových porostů a porostů s převahou smrku je především:

- zvýšení kvality a bezpečnosti produkce (odolnost vůči námraze a škodám sněhem a větrem),
- vytvoření mikroklimatu příznivého pro plynulou dekompozici opadu (především zlepšení půdních podmínek a koloběhu živin),
- snížení intercepce a zlepšení vláhových poměrů v rhizosféře,
- úprava druhové skladby a porostní struktury (SLODIČÁK, 2007b).

3.1.3. Členění výchovy porostů

Výchovné zásahy se dělí na:

- péče o nárosty a kultury,
- pročistky (výchova mlazín),
- probírky (výchova tyčkovin, tyčovin, dospívajících kmenovin).

3.1.3.1. Péče o nárosty a kultury

Patří se zejména tyto činnosti:

- péče o včasné uvolnění vznikajícího porostu,
- ochrana proti poškozování nového porostu těžbou a vyklizováním dříví,
- ochrana proti zvěři a buřeni,
- ošetřování sazenic

3.1.3.2. Pročistky

V pročistkách je cílem zlepšení zdravotního stavu, udržení stability porostu, vytvoření příznivého porostního prostředí a usměrnění druhového složení. Pročistky realizujeme v mlazinách, tedy v porostech zapojených a převážně nedosahujících objemu (dimenze) hroubí.

Technika pročistek by měla být dána těmito znaky:

- časové uspořádání zásahů (začátek a počet zásahů, pěstební interval),
- umístění zásahu (horizontálně i vertikálně),
- síla zásahu – určená počtem stromů a mírou uvolnění zápoje,
- způsob výběru (VYSKOT, 1978).

3.1.3.3. Probírky

Základním nástrojem výchovy porostů je výběr. V přírodních lesích se uplatňuje formou autoredukce nebo-li samoproředování. Umělý výběr se používá v hospodářských lesích, může doplňovat výběr přírodní nebo jej lze někdy zcela vyloučit. Známe např. zdravotní výběr, druhový, jakostní, zralostní a další. (BEZECNÝ, 1992).

Probírky jsou charakterizovány odstraněním stromů nežádoucích vlastností anebo stromů překážejících nejlepším složkám porostu. Cílem je úprava druhového složení, růstu, kvality a stability porostu. Probírky se zaměřují na vypěstování požadovaného počtu cílových stromů. Výchova je cílená na stabilitu, produkci a kvalitu porostů.

Základní charakteristické znaky probírek (KORPEL, 1991):

- druh (úrovňová, neutrální, podúrovňová),
- způsob a forma výběru (schematický, individuální, zdravotní, negativní, pozitivní),
- síla (je určena těmito veličinami-počet stromů, kruhová základna a objem přepočtených na hektar, které se vyteží jedním zásahem),

- intenzita (míra síly jednoho nebo více za sebou jdoucích zásahů za celý život porostu),
- interval (stanovuje periodicitu opakování probírkových zásahů – období mezi dvěma zásahy).

Podúrovňové probírky

Odstraňují se stromy převážně slabších tloušťkových stupňů, které jsou většinou spojeny s nižšími stromovými třídami. Tloušťka a objem středního kmenu probírek jsou vždy nižší než sdruženého porostu. Existuje mnoho přístupů daných vývojem, např. Německá, Sucheckého Bohdaneckého, Gerhardtova, Wagenerova, Konšelova.

Úrovňové probírky

Předmětem je odstranění stromů vyšších stromových tříd a tloušťkových stupňů, případně i tříd nižších (odumírající a odumřelé stromy). Tloušťka a objem středního kmene jsou větší než tytéž hodnoty u sdruženého porostu. V průběhu času vzniklo mnoho postupů, např. Francouzská, Dánská, Tulská, Borggreveho, Schadelinova, Nesterovova, Voropanova (KORPEL, 1991).

3.1.4. Modely výchovy lesních porostů

Termín model výchovy byl užíván již v Německu a Rakousku na přelomu šedesátých a sedmdesátých let minulého století. Chroust jej pak v Československu zavedl prakticky ve stejné době. De facto současně vznikly u nás dva modely – ÚHÚL Plíva, Žlábek 1989 a VÚLHM Pařez, Chroust 1988 (SLODIČÁK, 2007b). Modely porostní výchovy jsou vypracovány pro všechny hlavní hospodářské dřeviny. V současné době jsou modely upřesňovány na základě probírkových výzkumných ploch VÚLHM Opočno. Model VÚLHM je uspořádán podle dřevin a stanovištních podmínek. Model ÚHÚL je propracovanější. Určujícím kritériem je produkční potenciál porostu a výšková poloha (POLENO, 2009b). Modely výchovy jsou vypracovány pro jednotlivé porostní typy. Model ÚHÚL je založen na počtu stromů, a proto je možné usměrnit i nejmladší fáze výchovy a její

začátek. K diferenciaci modelů slouží rozsáhlý systém symbolů s příloženým přehledem (PLÍVA, 1989).

Model porostní výchovy lze charakterizovat jako ucelený výchovný program, jako soustavu instrukcí pro uskutečnění výchovných sečí od prvního výchovného zásahu až do ukončení výchovy. Jednotlivé modely výchovy udávají celkový počet zásahů, určují začátek výchovy, sílu zásahů, způsob výběru a délku pěstebního intervalu. Dále jsou diferencovány podle edafických kategorií, s ohledem na ohroženost porostů a výchovné cíle.

Výchovné programy pro jednotlivé dřeviny jsou odvislé od horní porostní výšky, která je určena jako výška 100 nejtlustších stromů na 1 hektaru plochy porostu. Díky tomu není nutné rozrůznění výchovných programů podle bonity stanoviště, protože na bohatších stanovištích je určené horní porostní výšky dosaženo dříve a na chudších později (SLODIČÁK, 2007b).

3.1.5. Vliv výchovy na stabilitu lesa

3.1.5.1 Mechanická stabilita

Výchova lesních porostů ovlivňuje jejich mechanickou odolnost těmito principy:

- mechanická stabilita kmene je ovlivněná štíhlostním koeficientem (poměr výšky stromu v k jeho výčetní tloušťce $d_{1,3}$). Kmeny s poměrem $v:d$ vyšším 100 jsou labilní, v rozsahu 80-100 stabilní a menším než 80 jsou velmi stabilní (platí pro smrk),
- s hlubší korunou je těžiště stromu umístěno níže. Strom je tak odolnější vůči větru a sněhu,
- stromy s menší korunou jsou více závislé na krytí svými sousedy, a tedy na celkové struktuře porostu. Porost se strukturou méně diferencovanou je náchylnější k mechanickému poškození,
- stromoví jedinci s hlubokým a silným větvením jsou více stabilní než stromy s jemnějším větvením. Toto hledisko je třeba upřednostnit před kvalitou kmene.

Správnou porostní výchovou zvyšujeme odolnostní potenciál porostů. Vnitřní prostorovou úpravou zajišťujeme stromům hlavního porostu tolik prostoru, že se mohou vyvíjet ve vitální a odolné jedince. Zároveň vytváříme porostní struktury, v nichž si jedinci poskytují vzájemnou ochranu a kolektivní povrch porostu pak poskytuje ochranu proti negativním vlivům zvenčí (MÍCHAL, 1992).

Obecným rysem přírodě blízkého pěstování lesů je snížení důrazu na výchovu lesních porostů. Ale to ve spojení s uplatněním biologické racionalizace, která je charakterizována využitím autoregulačních mechanismů vývoje lesních ekosystémů. Hlavní část pěstebních zásahů se soustředí na výstavbu vhodné vertikální výstavby a na mýtní těžbu, příp. na obnovu porostů. Tato těžba je realizována formou individuálního výběru, plošné těžby jsou většinou odmítány (VACEK, 2015).

Systém porostní stability je založen na opakovaném uvolňování stromů tvořících kostru porostu. Intenzivní podúrovňová výchova mladých porostů vytváří stabilní porostní kostru z důvodu nerušeného vývoje korun i kořenové soustavy. Menší ohrožení porostů větrem v druhé polovině obmýtí umožňuje širší využití pozitivního výběru stromů v úrovni. Výběr stromů je odvislý od posouzení na možnost potencionálního světlostního přírůstu ponechaných stromů. Předpokladem je dostatečná stabilita a vitalita stromu, přiměřeně vyvinutá koruna, odpovídající výškový přírůst a kvalita kmene (SOUČEK, 2008).

3.1.5.2 Ekologická stabilita

Přirozená obnova je reprodukční proces, na němž se podílí co nejvýše dosažitelný počet jedinců daného porostu. Ten zabezpečuje vyšší stupeň genetické proměnlivosti, lepší výchozí stav pro přírodní výběr a utváření adaptačních schopnostní následné porostní generace (KOŠULIČ, 2010). Přirozená obnova vznikala původně pouze jako důsledek toulavé seče nebo z ponechaných výstavků. S touto sečí semennou byla využívána i přirozená obnova výmladky některých dřevin (PEŘINA, 1964). Poleno zmiňuje následující důležité předpoklady pro vznik přirozené obnovy: existence vhodného reprodukce

schopného porostu, opad semene potřebné dřeviny, vhodný stav půdy a klimatické podmínky a zejména výskyt semenného roku dřevin (POLENO, 2009a).

Přirozená obnova prováděná pod clonou mateřského porostu, zachovává spíše klimaxovou povahu populace dané dřeviny. To má velký význam z hlediska genekologického (KOŠULIČ, 2010). U smrku je známo, že jeho populaci tvoří široké rozmezí typů od pionýrských až ke klimaxovým. Pionýrské typy přirozeně obsazují holiny po disturbancích tak, že vytvoří přípravný porost pro nástup klimaxově orientované části populace, jež pak mohou tvořit produktivní a dlouhověký porost. Oba extrémní typy jsou určeny pro vyrovnání se s krajními situacemi. Člověk upřednostňováním holosečí ovšem podporuje právě jenom pionýrské typy. Vyvolává tak genotypový posun části populace s hrozícím nebezpečím převládnutí pionýrského typu (KAŇÁK, 1990). Dřeviny se dokázaly během fylogenetického vývoje přizpůsobit daným podmínkám prostředí. Eliminovaly působící stres na únosnou mez a zajistily přežití druhu. Pěstováním lesa jako plantáže dřevin vyřazujeme přírodní výběr a zvyšujeme možnost výskytu genetického driftu. Navíc se stále zvyšuje podíl původně klimaxových dřevin, které jsou geneticky posunuty a nabývají povahy pionýrských dřevin (zejména smrk).

3.1.6. Vliv výchovy na produkci lesa

Výchova porostů má prokazatelný vliv na produkci biomasy stromů. Stromy si mezi sebou konkurují o růstové podmínky. Jde o vodu, světlo a živiny. Jedná se zejména o zvýšení množství srážek dopadajících na půdní povrch a větší oslunění půdního povrchu, čehož docílujeme porušením porostního zápoje.

Zlepšení vodního režimu půdy umožňuje ponechaným stromům přirůstat i během sušších období (WALLENTIN, 2007).

Stromy reagují na uvolnění zvýšeným tempem růstu. Po provedeném zásahu nižší patra korun stromů začnou přijímat větší světelný požitek (GINN, 1991). Otvory v porostním zápoji jsou postupně vyplňovány rozšiřujícími se korunami ponechaných stromů a produkční výkon se pozvolna zvyšuje (JOHANSSON, 1986).

Vlhkost, teplota, koncentrace minerálů a půdní vzduch jsou hlavními činiteli růstu kořenového systému (ZOBEL, 1989).

3.1.7. Význam výchovy pro přestavby porostů

Přeměny monokultur vyžadují včasnou přípravu, a to vhodnou porostní výchovou. Úspěšné přeměňování monokultur na porosty vhodné druhové skladby vyžaduje včasné zpevnění porostu proti větru. Jedná se zejména o vnitřní zpevnění celých porostů, vhodné prostorové uspořádání a vhodná vnitřní skladba porostů (ČÍŽEK, 1959).

Pojem přestavba zahrnuje prvky přeměny porostu, tedy změny dřevinné skladby a převodu, tzn. změny hospodářského způsobu (VACEK, 2015).

V přestavby smrkových monokultur se snažíme aplikovat postupy hospodaření použitelné v menších prostorových jednotkách v rozsáhlých, strukturně homogenních porostech vzniklých často velkoplošnou holosečnou obnovou. A to má svá úskalí. Pro co nejlepší zajištění konečného výsledku přestavby je nutné porost předem na přestavbu připravit stabilizací vnitřní výstavbou porostu a vnější ochranou proti disturbancím a rozčleněním porostu vhodnou sítí přibližovacích linií (SOUČEK, 2008).

Průša uvádí, že přeměny monokultur jsou investicí do zlepšení stavu lesních porostů a obnovení jejich plné tvořivosti. Z užívaných opatření se jedná zejména o výsadbu biologických dřevin (dřeviny zlepšující chemismus půd) a jejich ochranu. Časté je rozpracování porostů pomocí kotlíků, čímž zajistíme rovnoměrné rozmístění po ploše, a navíc tak nastartujeme přirozenou obnovu (PRŮŠA, 2001).

3.1.8. Výchova v přírodě blízkém hospodaření

Výchovný zásah má vliv na stav půdy, zdravotní stav porostu a na zvýšení jeho mechanické stability (VACEK, 2007). Při výchově se uplatňuje především efekt selekce a efekt úpravy porostního prostředí (SLODIČÁK, 2007a). Ve smyslu přírodě blízkého hospodaření je porostní výchovou míněno co nejširší zapojení přirozených růstových procesů do pěstební péče. Zajímají nás procesy

samoproředování, jakostního vývoje, stromové a prostorové diferenciace (KOŠULIČ, 2010). Využitím přírodních procesů docílujeme vhodných podmínek pro nastartování přirozené obnovy, podpory světelného přírůstu a tvorbu bohaté prostorové struktury lesa (SINGER, 2015a).

Účinná výchova lesních porostů je charakterizována užitím takových výchovných postupů, které odpovídají požadavkům jednotlivých dřevin.

Výchova v přírodě blízkém lese musí vést k dosažení staticky, ale i ekologicky stabilního porostu (VACEK, 2007). Důležité je vytváření přírodě blízké skladby s působením přírodních procesů – autoregulace. Nárasty z přirozené obnovy je vhodné nechat delší dobu pod clonou mateřského porostu, neboť tím se podporuje jejich přirozená selekce.

Intenzita zásahů je v mladých porostech volena s důrazem na stabilitu, rozmanitost a kvalitu porostu. Většinou je nutné zasahovat v jedné porostní skupině jednou až třikrát za decennium. Ve starších porostech je přizpůsobena růstovým podmínkám a stavu porostů (VACEK, 2016).

Maximální snaha o vytváření mozaikovitého a zároveň střechovitého prostorového zápoje v rámci horizontální struktury spolu s použitím kostry zpevňujících dřevin přirozené a sukcesní skladby je nezbytnou podmínkou přírodě blízkého, a tedy trvale udržitelného hospodaření (MIKESKA, 2007).

Polanský uvádí, že při pěstebních úkonech v dospívajících porostech se snažíme plně využít světlostního přírůstu zejména kladným výběrem. Stromy úrovnové a vrůstavé tak využívají nově dostupného oslunění ke svému dalšímu vývoji (POLANSKÝ, 1954). V nižších patrech se využívá přírodního výběru podporovaného dlouhodobým vysokým stínem. Zákonem stanovené podíly MZD jsou realizovány podsadbami (jedle, buk), podsíjí (jedle) nebo umístováním malých obnovních prvků (kotlíků). Malá narušení, která jsou v přírodním lese běžné, akceptuje i Košulič. Zdůvodnění je takové, že nijak nenarušují vznik malého vývojového generačního cyklu (KOŠULIČ, 2010).

Hlavním nástrojem obhospodařování lesa a usměrňování přírodních procesů jsou výběrné těžební zásahy mírné intensity, opakovaně prováděné diferencovaným způsobem. A to v kratších či delších obdobích dle naléhavosti

zásahu. Takový výběr lze považovat za prostředek výchovy i obnovy. Zpočátku se snažíme o přípravu porostu na pozdější těžební výběry, které se podobají pozitivnímu výchovnému zásahu. Následné zásahy se již podobají výběrné těžbě s upřednostněním pěstebních hledisek výběru (preferenze žádoucí dřeviny či nižší etáže, potřeba uvolnění nebo zastínění apod.) před hledisky těžební zralosti stromů.

Těžební činnost je vlastně hlavním nástrojem pěstování lesa, který nahrazuje obvyklé pěstební činnosti - umělou obnovu, ošetřování a ochranu kultur, výchovu porostů (FERKL, 2011).

Autoredukce je zapříčiněna konkurencí jedinců v rámci přírodního výběru. Pomůžeme jí počátečním intenzivním cloněním nárostů pod mateřským porostem, a to prodloužením zmlazovací doby, tzn. snížením těžební intenzity v obnovovaných porostech (METZL, 2006).

Problém nastává, kdy je třeba naplnit zákonný požadavek na minimální plošný rozsah výchovy v porostech do 40 let. Hospodářská úprava lesa reaguje na problém přestavby lesa pasečného na lesy s nepravidelnou strukturou tím, že lze rozdělit plánování výchovných zásahů. K tomu je nutné zjistit sumy ploch porostních skupin v mladých porostech se zásahem s hroubím a bez hroubí (ZAHRADNÍČEK, 2010).

3.1.9. Probírkové metody vhodné pro přestavbu lesů na lesy bohatších struktur

3.1.9.1. Výběrný princip

Charakteristickým znakem výběrného lesa je přirozený prostorový pořádek vyznačující se nepravidelným uspořádáním stromů. Základním objektem hospodaření je strom, popř. skupina stromů různého věku, tloušťky a výšky (SCHÜTZ, 2001). Koruny stromů vyplňují nabízející se prostor bez toho, aby si navzájem překážely (KORPEL, 1993). Výchovu a mýtní těžbu jde zpravidla těžko

vylišit. Prostorové jednotky lesa obsahují většinou všechny věkové, výškové i tloušťkové stupně. Výběrný způsob dále definuje absence obmýtní doby, zpravidla stupňovitě uzavřené zformování porostu, není patrná žádná porostní stěna vzniklá holosečí ani směr obnovy (AMMON, 2009). Výběrný les vyžaduje soustavnou těžbu s určitým zaměřením. Provádí se výběrem zralostním, zušlechťovacím a zdravotním nízké intenzity. V současných lesích se způsob výběrného lesa téměř nevyužívá, nicméně výběrný princip být využíván může (KOŠULIČ, 2010). Výběrným principem se chápou všechny zásady těžby a péče o les, které se mohou odvodit z výběrného lesa:

- každý strom nese určité výnosové vlastnosti, tedy je nejmenší těžební jednotkou,
- rozlišování mýtní a předmýtní těžby ztrácí opodstatnění, těžba je prostředkem péče o les,
- zakládají se smíšené a stupňovité porosty, cílem péče je neustálé zlepšování produkčních faktorů,
- les se chápe jako trvalé, stále se měnící a obnovované společenstvo,
- porostní obnova se děje pod porostní clonou při co nejdelší zmlazovací době.

Při převodu mladých, výškově nivelizovaných, ale stabilních a přiměřeně hustých porostů na výběrný tvar se vyhledávají cílové stromy, které chceme ponechat do konce převodu. Jsou to úrovnové a předrůstavé stromy s dlouhými korunami. Zároveň je záměrem tvorba hloučkovité přirozené obnovy. Důležité ale je ponechávat i část slabých, vitálních podúrovnových jedinců.

Při využití výběrného principu není třeba se příliš zaobírat cílovým vzhledem lesa. Podstatné je, že se jedná o pěstební metodu s principy přírodě blízkého hospodaření s vystupňovanou biologickou racionalizací a dobrého ekonomického efektu (KOŠULIČ, 2010).

3.1.9.2. Strukturující probírka (Reiningerova)

Při probírce je jedním z cílů péče o koruny. Výchovný zásah musí zasahovat tedy do úrovně hlavního porostu tak, aby podpořil nejodolnější a nejkvalitnější

jedince. Výchovou je nutno dosáhnout prohloubení korunového zápoje a zesílení stromů v oddenkové a kořenové části (ČÍŽEK, 1959).

Tato probírka má za cíl převod jednovrstevnatého porostu na dvouvrstevný. Je nutné posílit strukturalizační prvek probírky mající vliv na porostní diferenciaci (VACEK, 2015).

Počátek aplikace strukturující probírky není pevně dán, avšak vhodnější jsou mladší porosty, zásahy by měly být časté a přiměřené (KOZEL, 2008).

Postup spočívá ve výběru 300 ks C1-stromů (C-stromy=cílové stromy) na hektar v průměrném rozestupu 5,8 m. Od počátku probírky dochází k postupnému osamostatňování druhé stromové vrstvy (C2 stromy) samotnou mýtní těžbou. Zároveň se porost počíná přirozeně obnovovat. Tedy oproti klasickému pěstění C-stromů v horní etáži se zde jedná o pěstění dvou vrstev C-stromů (VACEK, 2015). Obnovní těžba se zahajuje ve věku 70 let, za cca 50 let může začít znovu. Z hlediska praxe nebudou všechny C-stromy zralé najednou. Obnovní těžba se tak protáhne na delší období. Vznikne prodloužená zmlazovací fáze, jež povede k různověkému a mnohovrstevnatému porostu (REININGER, 1997). Strukturující probírka přináší stabilizační účinky pro ochranu lesa. Jsou to zejména: řídkší struktura od mládí, vyšší probírková intenzita než u jiných probírek, trvale nižší porostní zásoba a v důsledku toho velmi brzy se vytvářející vyšší tloušťková i výšková diferenciacie porostů. Strukturující probírkou lze dopěstovat do mýtní zralosti velký počet stromů, a to díky stromům podúrovňovým. Prodlouženou obnovní a zmlazovací dobou dosahuje postupnou přirozenou obnovu, která směřuje k různověkému lesu s vyšší stabilitou, lepší genetické struktury a ekologické účinnosti (KOŠULIČ, 2010). Strukturující probírka přináší i určité problémy. Snížení zakmenění a pokles přírůstu z důvodu podpory C2 stromů. C2 stromy mají nejvyšší štíhlostní koeficient a jsou tedy náchylné ke škodám sněhem (VACEK, 2015).

3.1.9.3. Skupinová probírka

Autorem pojmu skupinová probírka je Busse, který odpozoroval, že stromy rostoucí blízko sebe mají velký růstový potenciál. Tento jev je vhodné při

výchově respektovat a snažit se jej dle možností udržovat. Přirozený les ve své struktuře střídá hustší a řidší místa, a tím tvoří svou horizontální strukturu.

Základní znaky skupinové probírky lze definovat takto:

- užívá se negativní výběr stromů špatné jakosti v úrovni i podúrovni, i ve stromových skupinách,
- do hustých skupin jakostních stromů se zpravidla nezasahuje, výjimečně lze uvolnit nejlepší strom ze skupiny jako „nosič cíle“, okraje skupiny zůstávají bez zásahů,
- výběr stromů k těžbě je určován výhradně zřetelnými znaky, tedy vyloženě horší kvalitou stromu,
- podporuje se střídání různě hustých skupin a mezer, proměnlivost zakmenění a diverzita horizontální struktury porostu,
- podstatou probírky je ponechaná jakostní skupina tzv. „blíženců“ a její uvolnění jako celku po obvodu skupiny (KOŠULIČ, 2010).

3.1.9.4. Kombinace strukturální a skupinové probírky

Je použitelná ve smrkových porostech. V prvním kroku se vyberou stromové jednotky nepravidelně po ploše porostu. Maximálně asi 5 stromů rostoucích blízko sebe. Každá jednotka se označí jako „skupinový cílový strom SCS“.

V druhém kroku se mezi těmito skupinami označí samostatné C-stromy jako doplňující do celkového počtu C-stromů (avšak celkový počet bude nižší, než u strukturální probírky. Je totiž nutné počítat stromové rozestupy mezi okraji SCS, ne mezi středy těchto skupin. SCS se po obvodu zcela uvolní několika postupnými zásahy. Samostatné C-stromy se uvolňují dle vlastních zásad hospodáře.

3.1.9.5. Probírky v borových porostech

V borových porostech je snaha vypěstovat alespoň deset metrů dlouhých a hladkých kmenů vysoké jakosti.

Je důležité odstraňovat z podúrovně pouze stromy nemocné a netvárné. Ve věku třiceti až čtyřiceti let vyznačit přibližně 200 kusů C-stromů na hektar a tyto pak podporovat postupným uvolňováním.

Vitální podúrovňové stromy je třeba nechávat v porostu po dlouhou dobu, aby se mohly uplatnit při obnově svým pylem. Je to podstatný prvek zachování genetické rozrůzněnosti místní populace. Dává vzniknout klimaxovým a přechodovým typům borovice (KOŠULIČ, 2010).

Průša uvádí, že aplikace úrovňové výchovy oproti podúrovňové nepřináší zvýšení přírůstu, naopak dochází ke ztrátám na objemové produkci. Stromy z kategorie vrůstavých, nezvětšují po uvolnění přírůst natolik, aby se staly definitivně stromy cílovými (CHROUST, 2001).

3.1.9.6. Probírky v jedlových skupinách

Probírky v jedlových hloučcích a skupinách mají napomáhat k utváření členité výškové struktury a dlouhých korun C-stromů jedlí.

Podúroveň se neodstraňuje, protože je nutná k utváření vertikálního zápoje, který je pro jedli důležitý. Vertikální zápoj zajišťuje vhodné mikroklima a podporuje zachování hlubokých korun.

Probírkou se uvolňují C-stromy (asi 250 až 300 kusů na hektar) a ponechávají se vtroušené listnaté dřeviny, zejména buk a javor. C-stromy se podporují odstraněním jednoho nejvíce překážejícího sousedního stromu, silnější uvolnění není vhodné z důvodu nebezpečí fyziologické újmy a zvýšení rizika tvorby kmenových výmladků.

Později se může zasahovat i do střední stromové vrstvy, pokud tyto stromy potlačují podúroveň. Ovšem zprvu se zasahuje negativním výběrem do všech stromových vrstev (KOŠULIČ, 2010).

3.1.9.7. Diferencovaná probírka (Singerova)

Diferencovaná probírka reguluje hustotu zápoje, což je realizováno úpravou světelných poměrů uvnitř porostu vytvářením tzv. světelných šachet. Zároveň tím podporujeme další mikroklimatické faktory (teplo, vláhu) světelné šachty (SINGER, 2015a). Poleno nazývá tyto světelné šachty prosvětlovacími sečemi (POLENO, 2009b). Výchovné zásahy jsou charakteristické svojí proměnlivou (diferencovanou) intenzitou. Zásahy mírné se střídají se zásahy velmi silnými, při kterých dochází k dlouhodobému přerušení zápoje. Diferencovaná probírka

napodobuje malý vývojový cyklus lesa. Rozvolnění porostu spojené se vznikem světelných šachet odpovídá fázi rozpadu a obnovy v přirozených lesích. Světliny jsou situovány v porostu nahodile. Velikost plochy světliny odpovídá úživnosti stanoviště. Pokud chceme dosáhnout přirozené obnovy, nesmí půda zabuřenět. U bohatých půd bude tedy plocha či hustota světelných šachet menší než u chudých stanovišť. V okamžiku, kde je na ploše porostu dostatek šachet obsazených semenáčky, je možné některé z nich vzájemně propojovat ve větší světliny a následně promyšlenou regulací intenzity světla vytvářet důležitou vertikální stavbu porostu. V čase dosažení přirozené obnovy na stanovišti se znovu začnou regulovat světelné poměry s cílem diferenciací výškového přírůstu nárostů a vytvoření etáží. Tento proces je analogický ke stádiu dorůstání v malém vývojovém cyklu lesa. Později nejvitálnějších stromů jedinci nižších etáží začnou vrůstat do horní etáže a na výběrových stromech horní etáže se již zřetelně projeví světlostní přírůst. Tento stav lze pak přirovnat ke stádiu optima, které je charakterizováno převahou tloušťkové diferenciaci nad výškovou. Ta je žádoucí pro docílení vyšších zásob dříví, ale především pro zajištění stability porostů.

Diferencovanou probírku lze prakticky zahájit u všech stabilních porostů, nejlépe však v porostech III. věkové třídy. Nejpozději pak v porostech, jež budou moci stínit vznikající porost alespoň dalších 30 let. V monokulturních porostech se zpravidla objevuje nálet stinného smrku. Tento smrk je považován za základ kostry budoucího lesa.

Součástí probírky je vylišení tzv. výběrových stromů, které se nacházejí ve všech etážích, ale označovány jsou pouze jedinci z horní úrovně kvůli jejich ochraně při těžebních pracích. Výběrové stromy jsou buď stromy s vysokým přírůstem a stabilitou nebo stromy zajišťující druhovou rozmanitost (SINGER, 2015a).

Také Peřina se zmiňuje, že probírkami je třeba zajistit dostatečný rozvoj druhově i jakostně nadějným stromům (PEŘINA, 1964). Zralost se neposuzuje dle stáří či výčetní tloušťky. Výběrové stromy nejvyššího patra, u kterých je stále zřetelný tloušťkový přírůst, a které neomezují nadějně jedince nižších pater, se netěží. Výběrové stromy se výrazně označují, aby se předešlo jejich poškození při těžbě a přibližování dříví. Koruny těchto stromů jsou silně uvolňovány pro

dosažení efektu světelného přírůstu a docílení co nejvyšší fruktifikace. Bohatá plodivost těchto stromů je předpokladem pro získání vysoce kvalitního potomstva (SINGER, 2015a).

4. Metodika

4.1. Hospodářské a přírodní poměry

Následující údaje o lesním majetku obce Obora pochází z LHP, který si nechala obec vypracovat pro období 2010-2019 (LHP LHC OBORA, 2009).

4.1.1. Základní údaje

Vlastník LHC je obec Obora zastoupená starostou panem Josefem Kubíkem, odborným lesním hospodářem je pan Ing. Miloslav Singer. Ten zde hospodaří na základě smlouvy s obcí jako třetí, právně i majetkově nezávislá osoba. Zároveň vykonává i pracovní pozici lesníka dle smlouvy o dílu. Celková plocha pozemků určených k plnění funkcí lesa zařazených do LHC je 309,24 ha, z toho porostní půda činí 305,79 ha.

4.1.2. Přírodní lesní oblast

Území LHC se nachází v PLO 6 - Západočeská pahorkatina, podoblast 6b - Západočeské permokarbonské pánve, poblíž hranice s PLO 8 - Křivoklátsko a Český kras. Lesy dosahují výměry cca 1100 km². Oproti původní převážně listnaté skladbě jsou silně pozměněné. V současné době jsou na 90 % plochy jehličnaté porosty, 10 % podíl tvoří listnáče na extrémních stanovištích a na mokřinách. Převládají zde kyselé dubové bučiny, hojně jsou rozšířeny bory. Na plošinách s podmáčenými půdami pak společenstva s původní jedlí. V přirozené skladbě se uplatňoval hlavně dub (35 %), buk (34 %), jedle (13 %) a borovice pak 12 % (PRŮŠA, 1990).

4.1.3. Poměry hydrografické

Území LHC náleží do povodí Střely a Berounky (1-11-02), ve kterém se plošiny střídají s častými terénními zářezy na skeletovitých stráních. Východní část je odvodňována potokem U studánek, západní část Kaznějovským potokem, oba jsou pravostrannými přítoky Střely.

4.1.4. Poměry geomorfologické a geologické

Z hlediska geomorfologického členění patří území LHC do provincie Česká vysočina, soustava V – Poberounská, oblast B – Plzeňská pahorkatina, celek 2 – Plaská pahorkatina, podcelek B – Kaznějovská pahorkatina, okrsek b – Hornobřízská pahorkatina.

Hornobřízská pahorkatina je členitá, složená převážně z permokarbonských sedimentů, méně z proterozoických hornin a miocenních sedimentů. Reliéf je erozně méně rozrušený s rozsáhlými rozvodnými hřbety. Třetihorní zarovnané povrchy leží na hluboce kaolinicky zvětralých horninách.

Geologické podloží je převážně tvořeno horninami mladšího paleozoika – karbonské prachovce, pískovce, jílovce, slepence a arkózy, ve střední části jsou geologickým podkladem většinou algonkické břidlice, droby a prachovce svrchního proterozoika, v menší míře (terénní zářezy) se vyskytují i čtvrtohorní hlinitopísčité a hlinitokamenité sedimenty.

4.1.5. Poměry pedologické – soubory lesních typů

Zcela převládají půdy vodou neovlivněné. Dominantním půdním typem na území LHC je luvizem typická (sprašové hlíny, SLT 2I, 3I), zaujímá přes polovinu rozlohy. Dále jsou rozšířeny kambizemě (hnědé lesní půdy), a to mezotrofní (normální bohaté lesní půdy, SLT 3D – úžlabiny), typická oligotrofní (normální kyselé hnědé lesní půdy, SLT 2K) a oligomezotrofní (normální svěží hnědé lesní půdy, SLT 3S). Více než 10% rozlohy LHC pak zaujímá vodou ovlivněný půdní typ pseudoglej podzolový (plošiny s ulehlou půdou na nejchudších podložích, SLT 0Q, 2Q). Ostatní půdní typy a subtypy mají pouze okrajový význam.

4.1.6. Poměry klimatické

Území náleží do mírně teplé klimatické oblasti, ve které jsou průměrné teploty v lednu -2 až -3 °C, v červenci 17 až 18 °C, v dubnu a říjnu 7 až 8 °C. Srážkový úhrn ve vegetačním období činí průměrně 350-400 mm, v zimním období 200-250 mm.

Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 7,5 °C. Průměrný roční úhrn srážek kolem 510 mm. Průměrná délka vegetační doby 155 dní. Území spadá do klimatického okrsku B1 – mírně teplý, suchý, s mírnou zimou (průměrná teplota v lednu nad -3 °C).

Nadmořské výšky: nejvýše položený bod (500 m n. m.) je pod vrcholem Červeného vrchu, který se nachází jižně od obce Obora, nejnižší bod je na potoku U studánek – 380 m n. m.

4.1.7. Lesní vegetační stupně

Z hlediska vymezení zonálních lesních vegetačních stupňů (LVS) zařazuje oblastní plán rozvoje lesů pro PLO 6 lesy v LHC do dvou LVS – většina území leží v 2. bukodubovém LVS (90,4 %), chladnější lokality v terénních zářezech ve východní části jsou zařazeny do 3. dubobukového LVS (9,6 %).

4.1.8. Cílové hospodářské soubory

Ze zastoupených souborů lesních typů vyplývá, že na území LHC zcela převládá hospodářství kyselých stanovišť nižších poloh (CHS 23 – cca 58 %), méně pak hospodářství přirozených borových stanovišť (CHS 13 – 9 %), hospodářství exponovaných stanovišť středních poloh (CHS 41 – 9 %), hospodářství oglejených chudých stanovišť nižších a středních poloh (CHS 27 – 8 %) a hospodářství kyselých stanovišť středních poloh (CHS 43 – 8 %). Ostatní cílové hospodářské soubory mají pouze okrajové zastoupení.

Z trofických řad má největší zastoupení kyselá řada – 68,7 %, významnější podíl zaujímá i řada oglejená – 16 %.

4.2. Stav lesních porostů

4.2.1. Věková a druhová struktura lesa

Nadnormální zastoupení mají 5., 6., 8., 10., 13., 14., 15. a 17. věkové stupně, ostatní mají menší než normální zastoupení, výrazný nedostatek je porostů 12. a zejména 11. věkového stupně.

Současné zastoupení jehličnatých dřevin v rámci LHC činí 87,9 %, listnatých 12,1 %. Nejvíce je zastoupena borovice (58,3 %) a smrk (21,6 %), zastoupení větší než 1 % má dále modřín (5,9 %), buk (4,3 %), bříza (2,9 %), dub zimní (2,7 %) a jedle bělokorá (2 %).

4.2.2. Produkční ukazatele

Zásoba dříví byla spočtena při vyhotovování posledního LHP 2010-2019, a to ve výši 80433 m³. Celkový běžný přírůst se pohybuje mezi 5 až 7 m³/ha/rok. Celková decenální těžba pak 19200 m³. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky uvádí za rok 2014 hodnotu celkového běžného přírůstu 8,4 m³/ha.

K porovnání taxačních dat dvou na sebe navazujících LHP slouží následující tabulka:

Tabulka 1: Souhrnné produkční údaje majetku

Specifikace	2000-2009	2010-2019	rozdíl +, -	výhledový cíl
Zásoba dříví (m3)	64465	80433	25%	93000
Průměrná zásoba dříví (m3/ha)	211	263	25%	300
Celková těžba (m3)	12080	19200	59%	24000
Výchova porostů do 40 let (ha)	118	35	-70%	25
Porostní půda (ha)	304	306	-	306

Údaje v tabulce převzaty ze SINGER, 2014a.

4.3. Zdravotní stav lesa

V rámci obnovy LHP byly zjišťovány škody zvěří loupáním a ohryzem, posouzeno bylo zařazení lesů do pásem ohrožení imisemi.

4.3.1. Imise

Celé území LHC se nachází v pásmu ohrožení imisemi D, kde je patrná nejnižší sledovatelná imisní zátěž.

4.3.2. Škody zvěří

Škody loupáním a ohryzem se vyskytují v mladých porostech od 2. do 5. věkového stupně s intenzitou 10-80 % poškozených stromů. Poškozeny jsou zejména smrk a jedle.

Škody okusem a vytloukáním, zejména srnčí zvěří, nebyly v rámci obnovy LHP zjišťovány, nicméně lze konstatovat, že jsou na únosné míře zejména z důvodu, že u buku a jedle je proti okusu aplikována ochrana kultur oplocováním, která je díky důsledné kontrole oplocenek velmi účinná. Na kalamitních holinách je pak uplatňován způsob obnovy využívající přirozené sukcese, při které jsou na obnovované ploše ponechávány veškeré nálety pionýrských dřevin, které brzy vytvoří hustý zápoj a kromě jiného pak částečně tvoří i přirozenou ochranu cílových dřevin proti škodám zvěří. Problémem jsou ale škody okusem a vytloukáním u jednotlivých nebo skupinových podsadeb, zejména jedle, která jimi i přes důkladnou individuální ochranu nátěry dosti trpí.

4.3.3. Škody sněhem a námrazou

Vrškové zlomy se objevují jednotlivě, hlavně u smrku, škody však nepředstavují vážnější problém.

4.3.4. Hmyzí škůdci

Během celého uplynulého decennia a zvláště v jeho posledních letech docházelo ve smrkových monokulturách ke zvýšenému stavu kůrovců, zejména lýkožrouta smrkového. Přestože je urychlenému zpracování napadených stromů, provádění nezbytných ochranných opatření (lapače, otrávené lapáky) a celkové čistotě lesa věnována maximální pozornost, dochází v kombinaci s bořivými větry k postupnému rozvracení stejnověkových smrkových porostů, nejčastěji 9. a 10. věkového stupně, nacházejících se ve východní části LHC. Těží se pouze přímo

napadené stromy. Dříve byl pozorován velmi častý výskyt klikoroha borového. Po přechodu na přírodě blízké hospodaření klesly jeho počty do latentního stavu. Výskyt ostatních hmyzích škůdců nezpůsobuje výraznější problémy.

4.4. Hospodaření v porostech postižených nahodilými těžbami

4.4.1. Obnova na menších holinách

V lesích obce Obora jsou holiny z nahodilé těžby do výměry 0,06 ha podsazovány obdobně jako běžné kotlíky, v tomto případě jedlí a bukem. Používá se také sje jedle do předem mechanicky připravené půdy. Zároveň se ponechává prostor k přirozené obnově okolních porostů.

4.4.2. Obnova na větších holinách

Holiny větší než 0,06 ha se na zdejším obecním majetku zpravidla zalesňují s pomocí usměrněné sekundární sukcese. V usměrněné sukcesi se využívá přirozeného náletu pionýrských dřevin (bříza, osika, jeřáb, borovice lesní, modřín) k tomu, aby vytvořily vhodné podmínky pro uchycení klimaxových dřevin (smrk, jedle, buk). Z důvodu malého podílu zastoupení jedle a buku v LHC se tyto vysazují na holiny souběžně s náletem pionýrských dřevin nebo jsou dodatečně podsazovány. Smrk zpravidla samovolně nalétne. Rychleji rostoucí pionýrské dřeviny dodávají klimaxových druhům tolik potřebný zástín v raném období života. Usměrnění sukcese tedy spočívá v urychleném nástupu klimaxových dřevin a také v časovém omezení samotné sukcese. Přirozené obnově je možno předcházet mechanickou přípravou půdy.

Dochází k vytváření členité porostní struktury a k výskytu různých druhů dřevin na téže ploše (KOŠULIČ, 2010). Pouze žádoucí MZD nebo stanovištně vhodné dřeviny, které nejsou zastoupeny v porostu, se vysazují uměle. Dřevinám je tak umožněn přirozený růstový rytmus do budoucna vytvářející stabilní společenstva (POLENO, 2007).

Užívané postupy (na menších i větších holinách) dle výše uvedeného srovnání splňují pohled přírodě blízkého hospodaření. Přirozené zmlazení

podporuje zachování genetické proměnlivosti populace. Současně omezuje možnost výskytu genetického driftu.

4.4.3. Výchova

Prvotním cílem výchovy v lesích obce Obora je vytvoření horní etáže z pionýrských dřevin, které vytvářejí vhodné stinné prostředí pro klimaxové dřeviny v podúrovni. Následně se začíná s postupným prořezáváním pionýrských dřevin. Smrk, jedle a buk pozvolna dorůstají do jejich úrovně. Smrk musí být zastíněn po dobu minimálně 30 let, jedle pak minimálně 40 let. Intenzita zastínění se časem snižuje až k úplnému oslunění. Nakonec budou pionýrské dřeviny v porostu pouze jako vtroušené. V případě nutnosti budou moci opět sehrát svoji úlohu přípravných dřevin.

Usměrněná sukcese (jak ji nazývá Singer) se jeví jako nejefektivnější a nejrychlejší způsob docílení zastoupení klimaxových dřevin (MZD včetně jedle) na kalamitních holinách. Zároveň jsou splněny jejich biologické nároky. Přírodě blízké je i využití autoregulačních procesů. Navíc etáž pionýrských dřevin poskytuje zákazníkům žádané palivové dříví nebo surovinu pro štěpkování.

4.5. Hospodaření pod mateřským porostem

4.5.1. Obnova

Obnova lesa je v oborských lesích spojena s úmyslnou těžbou mýtní i předmýtní. K tomu se užívá výhradně metody jednotlivého výběru. Přesto není cílem les výběrný. Vidinou je poznání, respektování a využití přírodních procesů k prospěchu lesa hospodářského. Účinkem tzv. vysokého stínu a autoregulačních procesů je zaznamenávána snížená potřeba prořezávek. Výchovné zásahy v nejvyšším stromovém patře se provádí kladným nebo zralostním výběrem. Záporným a zdravotním výběrem se odstraňují souše a stromy se sníženou vitalitou.

Porosty jsou rozdělené do několika celků tak, aby bylo možné opakovat těžbu v intervalu 5 až 6 let. Tento cyklus nelze v současné době přísně dodržovat s

ohledem na rozsah kalamitních těžeb ve smrkových monokulturách. Výše plánovaných těžeb se odvozuje z Růstových a taxačních tabulek hlavních dřevin ČR vztažených na konkrétní porost.

Běžný přírůst se násobí plochou porostu v hektarech a počtem roků, které uplynuly od posledního těžebního zásahu (zpravidla 5 až 8 let). Samozřejmě se respektuje maximální celková výše těžeb stanovená v LHP. Výchova je realizována diferencovanou probírkou viz kapitola 3.1.9.7.

4.6. Těžební a dopravní technologie

Při kácení stromů se užívá výhradně jednomužné motorové pily. Pracovník s pilou je řádně poučen, aby užíval směrového kácení a šetřil tak vyskytující se přirozené zmlazení. Pokácené kmeny jsou vyklizovány pomocí UKT po jednotlivých kusech na přibližovací linku tak, aby se minimalizovalo poškození stojících stromů. Kvůli nim jsou také využívány směrové kladky. Na přibližovací lince jsou z nich tvořeny svazky. UKT pak nasvazkované kmeny přiblíží na odvozní místo. Traktorové linky jsou rozmístěny po 50 m a to pod určitým úhlem k odvozní cestě, aby při vytáčení UKT nedocházelo k poškozování stojících stromů. Pokud k tomu dojde, ošetří se poškozené stromy vhodným přípravkem. Stejně rozestupy linek užíval i Reininger při své těžbě cílových tloušťek (KOŠULIČ, 2010). Dostatečné zpřístupnění, nízká těžební intenzita a uplatňování směrového kácení zajišťují minimální škody v podrostu i na mateřském porostu.

4.7. Vyráběné sortimenty

Hlavními produkty lesní výroby obce jsou surové kmeny, pilařská kulatina III A/B a palivové dříví v metrových hraních. Klest a část dříví z probírek se v porostu ponechává asi rok vyschnout a následně se zpracovává na štěpku, kterou se vytápějí obecní budovy (mateřská škola, obecní úřad, hospoda, knihovna). Každým dalším těžebně-výchovným zásahem se zlepšuje skladba sortimentů

(stoupá podíl pilařské kulatiny III A/B) a zvyšuje se hmotnost stromů, protože se uplatňuje světlostní přírůst.

4.8. Ekonomický efekt z přírodě blízkého hospodaření

Přínos z přírodě blízkého hospodaření, zvyšujícím důchod z lesního majetku, je:

- světlostní přírůst nejkvalitnějších jedinců uvolněných v rámci výběrné těžby,
- pěstování silných sortimentů, které jsou trvale žádané,
- pěstování víceetážových porostů, které zajišťují maximálně možnou produkci dříví, využití disponibilního půdního prostoru a stabilitu lesa,
- snížení rozsahu nahodilých těžeb, a tedy i ztrát na produkci dříví,
- úspora finančních nákladů na prořezávkách z důvodu fungujících autoregulačních procesů v minimální výši 50 % obvyklých nákladů,
- celková úspora nákladů o 70 %, zapříčiněná poklesem výchovných zásahů v porostech do 40 let věku činí cca 700000 Kč za decennium (ve srovnání dvou po sobě navazujících LHP).

4.9. Výzkumné plochy

4.9.1. Založení výzkumných ploch

Výzkumné plochy (VP) byly založeny v několika porostech ve dvou největších územních celcích v rámci LHC Obora. Zásadním hlediskem pro výběr porostů byla již provedená diferencovaná probírka. Porosty byly vybrány v různém věku od provedení zásahu. Umístění ploch bylo vybráno tak, aby co nejvíce reprezentovalo stav porostu. Velikost ploch byla zvolena 20x20m.

4.9.2. Zvolené porosty

VP 1 - 8B14

Porost je charakterizován lesním typem 2I – uléhavá kyselá buková doubrava a umístěním na plošině s mírnou severozápadní expozicí. Jde o borovou kmenovinu s podrosty smrku a pomístnou podsadbou jedle a buku. Vtroušeně jsou zde zastoupeni modřín, bříza a jeřáb.

VP 2 - 8B7b

Porost se rozkládá na plošině přecházející v mírný západní svah. Většina plochy porostu je obsažena v lesním typu 2C – vysýchavá buková doubrava. Jedná se o borovou kmenovinu s příměsí smrku s vtroušením dubu zimního, osiky a buku. Pomístně rozmístěny jednotlivé nárosty smrku.

VP 3 - 8C13

Charakter porostu určuje plošina s mírnou západní expozicí. Lesním typem je zde 2I – ulehavá kyselá buková doubrava. Jde o borovou kmenovinu s podrosty smrku a borovice výšky 1-7 m.

VP 4 - 8E5

K porostu je přiřazen lesní typ 0Q – chudý jedlodubový bor a 2I – uléhavá kyselá buková doubrava. Porost, rostoucí na plošině, je tvořen borovou tyčovinou s příměsí modřínu, břízy, smrku a osiky. Pomístně nalezen podrost smrku a nálet dubu zimního.

VP 5 - 7C5

Jde o plošinu s velmi mírnou západní expozicí. V porostu jsou zastoupeny dva lesní typy, a to 0Q – chudý jedlodubový bor a 2I – uléhavá kyselá buková doubrava. Porost je utvářen borovou tyčovinou s vtroušeným modřínem, výstavky dubu zimního a pomístného nárostu smrku a olše. Výšková diferenciací borovic se pohybuje v rozmezí 14 – 20 m.

VP 6 - 4C8

Porost je situován na plošinu přecházející v mírný severozápadní svah a je tvořen předmýtní kmenovinou borovice s příměsí smrku a břízy. Vtroušeně se vyskytuje osika, buk, dub zimní a jedle. K porostu je přiřazen nejčastěji lesní typ 2I – uléhavá kyselá buková doubrava.

VP 7 - 5A10

Porost roste na plošině přecházející v mírný východní svah. Jedná se o smrkovou kmenovinu s příměsí borovice opakovaně postihovanou kalamitami. Vtroušeně zde roste buk, jedle a dub zimní. V severozápadní části je husté zmlazení smrku. Porost je zařazen k lesnímu typu 2I – uléhavá kyselá buková doubrava.

VP 8 - 8A10

Porost je charakterizován smrkovou kmenovinou s pomístními nárosty smrku a mírným svahem se západní až jihozápadní expozicí. Lesním typem je zde 3S – svěží dubová bučina.

4.9.3. Postup měření biometrických veličin

Na výzkumných plochách byly měřeny tyto veličiny – výčetní tloušťka ($d_{1,3}$), výška (h), délka a šířka koruny.

Výčetní tloušťky byly zjišťovány průměrkou, a to dvěma měřeními kolmými na sebe. Ze zjištěných hodnot byl určen jejich aritmetický průměr.

Výšky stromů a délky jejich korun byly měřeny laserovým dálkoměrem Nikon Forestry Pro. Minimální odstupová vzdálenost byla zvolena jako 1,5 násobek výšky stromu. Délka koruny byla určena jako rozdíl výšky stromu a výšky nasazení koruny.

Šířky korun byly změřeny pásmem ve dvou směrech kolmých na sebe.

Všechny naměřené údaje byly zaprotokolovány a zadány do tabulkového procesoru Microsoft Excel, kde pak z nich byly provedeny výpočty.

4.9.4. Metoda stromových vývrtů

Pro **zjištění tloušťkového přírůstu** byla vybrána metoda stromových vývrtů, které byly odebírány pomocí přírůstového (Presslerovo) nebozezu.

Šmelko doporučuje odbírat pouze jeden vývrt z každého stromu. Avšak je třeba náhodně měnit místo odběru, aby se vyrovnávaly systematické nepravidelnosti v ukládání přírůstu po obvodu kmene (ŠMELKO, 1982). Tato metodika byla také zvolena pro odběr vývrtů. Při výběru vzorníků bylo přihlíženo

k postavení stromu na ploše. Byly vybrány zejména stromy, jejichž koruny byly uvolněny probírkou.

Na každé ploše bylo odebráno 5 vývrtů. Rozdělení mezi dřeviny bylo voleno podle poměru zastoupení dřevin na ploše. Odebrané vývrty byly vloženy do sáčků a řádně popsány. Následně byly vlepeny do prkének s drážkami a zbroušeny pásovou bruskou. Poté byly naskenovány v rozlišení 600 dpi a vyhodnoceny programem Letokruhy, verze 2.4. (Zahradník). Výzkum porovnával 25 let průměrného tloušťkového ročního přírůstu vzorníků na základě jejich letokruhových křivek. Následně byly zkoumány obvykle dva roky po provedených zásazích s vyhodnocením vliv zásahu na přírůst vzorníků. Výzkum je prezentován grafy letokruhových křivek vzorníků.

4.9.5. Výpočty produkčních a strukturních parametrů

Pro výpočty produkčních a strukturních parametrů byl použit software Microsoft Excel a pro statistické výpočty software Statistica, verze 12.

4.9.5.1. Štíhlostní kvocient

Štíhlostní kvocient (ŠK) je veličinou charakterizující poměr mezi výškou (h) a tloušťkou ($d_{1,3}$) a je ukazatelem stability stromů proti abiotickým škodlivým činitelům. Čím vyšší je stabilita stromů, tím nižší je hodnota štíhlostního kvocientu. Ovlivňuje jej zejména velikost růstového prostoru, kterým stromy disponují. Vyjadřuje následujícím vztahem:

$$\text{ŠK} = \frac{h \text{ (m)}}{d_{1,3} \text{ (cm)}}$$

4.9.5.2. Plocha výčetní kruhové základny jednotlivých stromů

Hodnota plochy výčetní kruhové základny tloušťkových stupňů byla odečtena z hmotových tabulek ULT a poté vynásobena četností stromů v jednotlivých stupních.

4.9.5.3. Plocha výčetní kruhové základny porostu

Plocha výčetní kruhové základny (G) jednotlivých výzkumných ploch byla vypočtena jako součet ploch výčetní kruhové základny všech stromů na ploše podle vzorce:

$$Gt = \sum g_i (m^2)$$

Výčetní kruhová základna byla přepočtena na hektar.

4.9.5.4. Zásoba

Pro výpočet zásoby byla použita metoda objemových tabulek (Hmotové tabulky ULT). Tabulky ukazují objem v kůře. Byly zjištěny počty tloušťek v jednotlivých tloušťkových stupních. Na základě výškového grafikonu byly určeny vyrovnané výšky. Pomocí středů tloušťkových stupňů a vyrovnaných výšek byl na základě objemových tabulek určen objem jednoho kmene pro daný tloušťkový stupeň. Vynásobením četnosti stromů v tloušťkovém stupni a objemu jednoho kmene byl získán objem pro daný tloušťkový stupeň. Objem pro dřevinu byl vypočten objemů tloušťkových stupňů. Objem pro VP byl vypočten sečtením objemu zastoupených dřevin. Výsledek byl přepočten na hektar.

4.9.5.5. Počet stromů

Počet změřených stromů na výzkumné ploše byl přepočten na hektar.

4.9.5.6. Střední tloušťka, střední výška a střední délka koruny

Uvedené porostní veličiny byly vyjádřeny aritmetickým průměrem všech měřených jedinců na výzkumné ploše dle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

4.9.5.7. Plocha korunové projekce

Veličina byla vypočtena jako plocha kruhu, tedy podle vzorce:

$$SK = \pi \cdot r^2 = \pi/4 \cdot d^2$$

4.9.5.8 *Floušťkový přírůst*

Floušťkový přírůst odpovídá dvojnásobnému přírůstu na poloměru, tedy dvojnásobku šířky letokruhu (DRÁPELA, 2000). Floušťkový přírůst byl spočítán podle tohoto vztahu:

$$i_d = i_{r1} + i_{r2} = 2\check{s}$$

kde: i_r radiální přírůst; \check{s} – šířka letokruhu.

4.9.6. Postup statistického vyhodnocování dat

Diplomová práce vyhodnocuje naměřené veličiny zprvu pomocí vzorců základní popisné statistiky.

Základní dendrometrické veličiny byly stanoveny pro každou dřevinu, etáž a také pro celou trvalou výzkumnou plochu pomocí **aritmetického průměru**. Tato statistická veličina se vypočítá pomocí tohoto jednoduchého vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

kde x je hodnota (např. tloušťka, výška, délka koruny) a n je počet hodnot.

Rozptyl byl vypočítán pomocí níže uvedeného vzorce:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

kde x je hodnota (např. tloušťka, výška, délka koruny), n je počet hodnot a \bar{x} je aritmetický průměr.

Směrodatná odchylka je v podstatě druhá odmocnina z rozptylu. Určuje rozptýlení či odchýlení hodnot od jejich průměru. Je vyjádřena následujícím vzorcem:

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

kde x je hodnota (např. tloušťka, výška, délka koruny), n je počet hodnot \bar{x} je aritmetický průměr.

Šikmost vyjadřuje míru nevyváženosti v souboru dat a vypočítá se pomocí tohoto vzorce.

$$A = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^3}{n * s_d^3}$$

kde x je hodnota (např. tloušťka, výška, délka koruny), n je počet hodnot, \bar{x} je aritmetický průměr a s_d je směrodatná odchylka. Platí, že při $A = 0$ je soubor dat rozložený souměrně, při $A > 0$ má levostranné rozdělení a při $A < 0$ má pravostranné rozdělení.

Špičatost vyjadřuje míru koncentrace dat kolem určité hodnoty nebo skupiny hodnot a vypočítá se pomocí tohoto vzorce.

$$E = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^4}{n * s_d^4}$$

kde x je hodnota (např. tloušťka, výška, délka koruny), n je počet hodnot, \bar{x} je aritmetický průměr a s_d je směrodatná odchylka. Platí, že při $E = 0$ je soubor dat normálně zahrocený, při $E > 0$ má špičaté zahrocení a při $E < 0$ má ploché zahrocení.

Pro zjištění **normálního rozdělení** dat výběrového souboru byl použit Shapiro-Wilkův test podle vzorce:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

kde $x_{(i)}$ označují pořadové statistiky a a_i váhy.

Dalším krokem bylo použití **regresní analýzy**, která zkoumá závislosti náhodných veličin. Následně byla použita **jednofaktorová parametrická analýza rozptylu Anova** pro porovnávání rozdílů hodnocených veličin mezi výzkumnými plochami. V popisné statistice nalezneme základní míry polohy a

variability, průměr, medián, modus, minimum, maximum, rozptyl, směrodatnou odchylku, variační koeficient, šikmost (nesouměrnost) a špičatost. Anova je dosti náročná statistická metoda, jenž dokáže porovnávat mezi sebou tři a více výběrů. Tento test pomáhá odhalit podobnosti nebo rozdíly mezi jednotlivými výzkumnými plochami.

Pro zpřesnění Anovy byla použita metoda mnohonásobného porovnání **Scheffeho testem**. Testuje se nulová hypotéza oproti alternativní. Nulová hypotéza tvrdí, že střední hodnoty porovnávaných skupin se neliší.

Tukeyův test mnohonásobného porování byl použit u srovnání průměrných letokruhových křivek jednotlivých ploch dle dřevin z důvodu stejně dlouhých výběrů (25 let).

5. Výsledky

5.1. VP 1 – porost 8B14

Tabulka 2: Zjištěné a vypočtené porostní veličiny na VP 1

VP1			
	BO	SM	Celkem
Bonita relativní	5	7	
Věk			142
Zásoba na VP (m ³)	20,6	6,7	27,2
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	513,8	166,8	680,5
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	386,0	468,0	
Kruhová základna na VP (m ²)	1,9	0,6	2,5
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	48,0	14,7	62,7
Průměrný štíhl. koef.	0,8	0,8	0,8
Počet stromů na VP (N)	26,0	7,0	33,0
Počet stromů na ha (N/ha)	650,0	175,0	825,0
Průměrná délka koruny (m)	8,5	16,1	12,3
Průměrná délka koruny (%)	37,0	68,0	52,5
Průměrná plocha koruny (m ²)	8,6	20,1	14,4
Střední tloušťka (cm)	30,9	32,7	31,8
Střední výška (m)	23,9	23,9	23,9
Zakmenění	1,3	0,4	1,7
Zastoupení (%)	79	21	100

Tabulka 3: Popisná statistika borovice na VP 1

Borovice	Popisná statistika							
	Stř. hodnota	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatost
výčetní tloušťka	30,86	23,00	40,00	19,46	4,41	14,29	0,31	0,31
výška	23,86	20,00	26,00	3,74	1,93	8,11	-0,92	0,11
objem	2,57	0,34	5,46	3,15	1,77	69,06	0,41	-0,75
délka koruny	8,60	5,40	13,10	2,65	1,63	18,92	1,22	2,82
plocha koruny	8,57	3,60	17,50	13,58	3,69	42,99	0,84	0,25

Tabulka 4: Popisná statistika smrku na VP 1

Smrk	Popisná statistika							
	Stř. hodn	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatost
výčetní tloušťka	32,71	25,00	47,00	50,24	7,09	21,67	1,58	3,03
výška	23,86	21,00	26,00	3,14	1,77	7,43	-0,71	-0,53
objem	1,33	0,47	2,46	0,70	0,84	62,70	0,46	-1,70
délka koruny	15,76	14,40	19,90	3,50	1,87	11,88	2,38	5,98
plocha koruny	20,10	11,60	28,70	46,89	6,85	34,07	0,14	-1,93

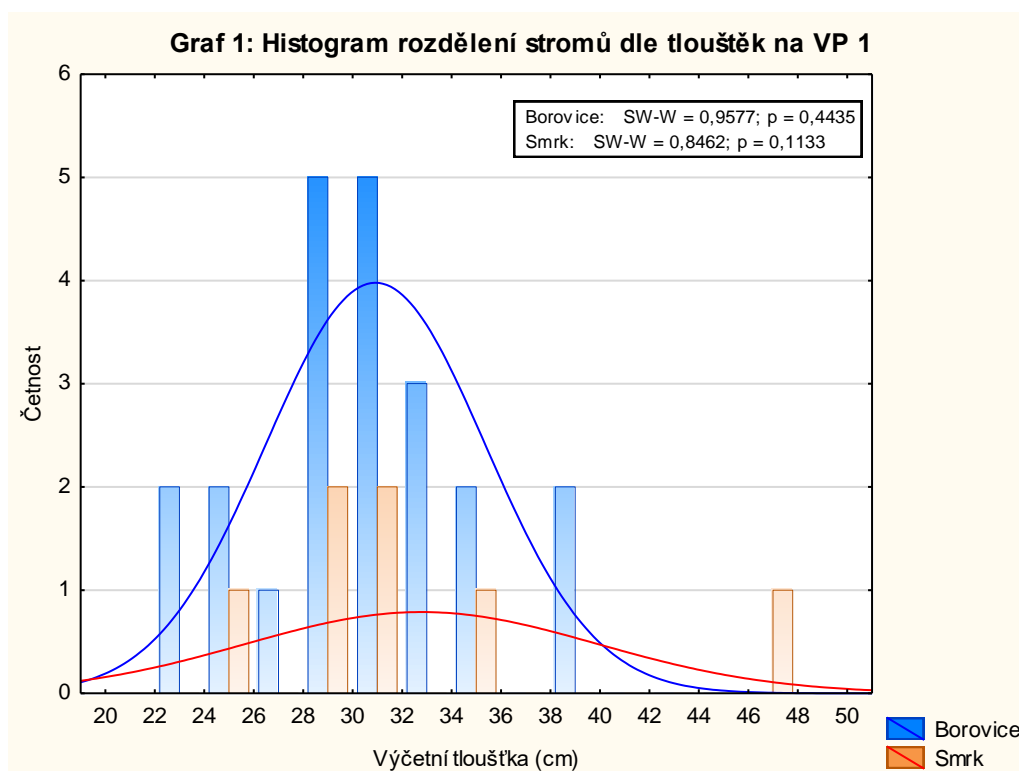
Hodnoty výčetní tloušťky jsou většinou širšího rozptylu, než výšky, což také dokládají tabulky 3 a 4. Variabilita stromových výšek je obvykle 2-3x menší než stromových výšek. Podobně jako u výšky je malá diference u hodnot délky korun. Variační koef. popisuje míru variability rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny. Velká variabilita hodnot je zejména u výčetní tloušťky, objemu a plochy koruny.

Koeficienty šikmosti a špičatosti vysvětlují, jak se hodnoty veličiny odlišují od normálního rozdělení. Např. výčetní tloušťka smrku vykazuje kladné hodnoty. Její rozdělení je pravostranně asymetrické a špičaté. U výšek smrku je tomu naopak – rozdělení je levostranně asymetrické a poměrně ploché (HENDL, 2012).

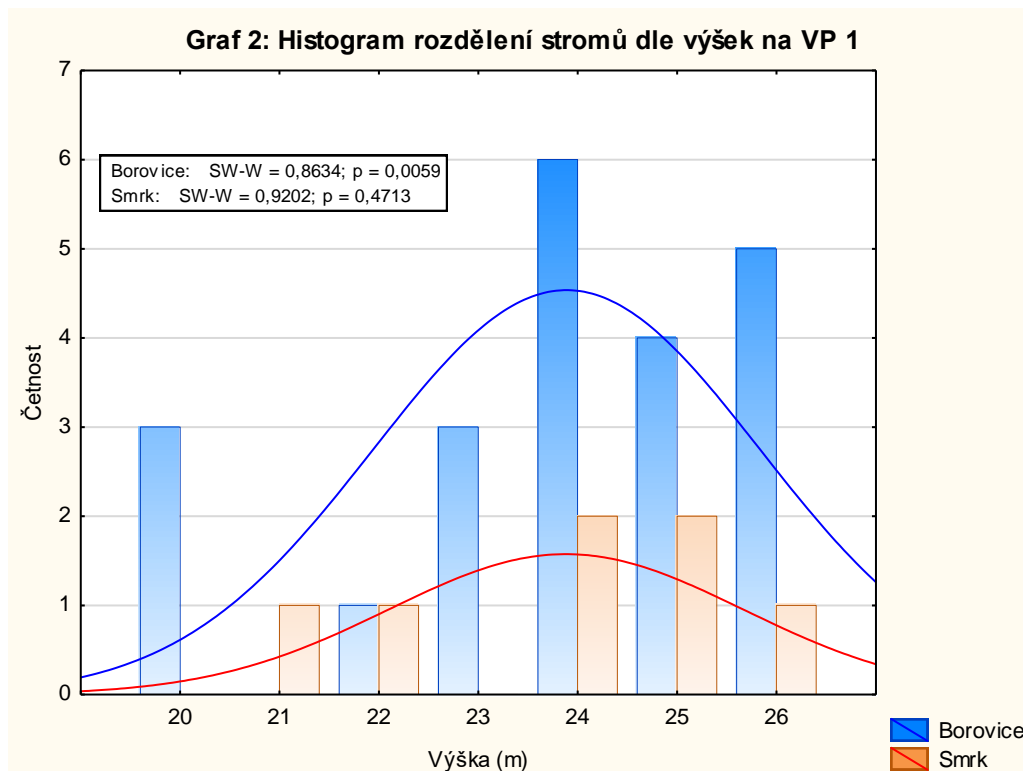
5.1.1. Ověření normálního rozdělení

Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Výčetní tloušťka splňuje podmínku normality v případě borovice ($p = 0,4435$) i smrku ($p = 0,1133$). Nejčastěji jsou zastoupeny tloušťky ve stupních 28 a 30 u borovice, resp. 30 a 32 u smrku (graf 1).



Výška nesplňuje podmínku normality v případě borovice ($p = 0,0059$). Nejčastěji jsou zastoupeny výšky 24 a 26 u borovice, resp. 24 a 25 u smrku. Normálního rozdělení je pouze smrk, neboť hodnota $p = 0,4713$ je nad stanovenou pravděpodobností $p > 0,05$ (graf 2).



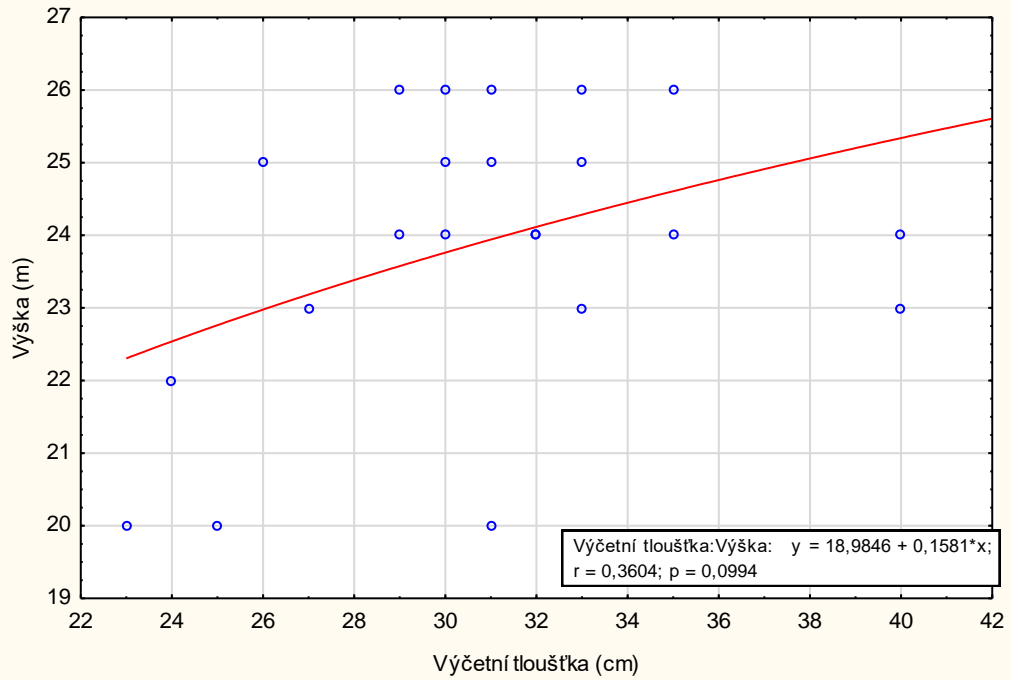
5.1.2. Výškový grafikon

Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce byla proložena logaritmickou funkcí, u borovice ve tvaru $h = 5,1134 + 12,6247 \cdot \log_{10}(x)$ a u smrku ve tvaru $h = -2,2965 + 17,3554 \cdot \log_{10}(x)$. Grafy 3 a 4 ukazují, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (u borovice 26 m a u smrku 27 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

Koeficient korelace vypovídá o míře vzájemné závislosti dvou veličin. Pokud se blíží k hodnotě jedna, pak jsou veličiny na sobě přímo závislé. Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,3604$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má nevýznamný vliv na výšku borovice. Tento vztah tedy vysvětluje jen menší míru variability. V případě smrku je korelační koeficient roven $r = 0,8053$. Zde je patrná přímá závislost výšky smrku na jeho výčetní tloušťce, ovšem pouze na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.

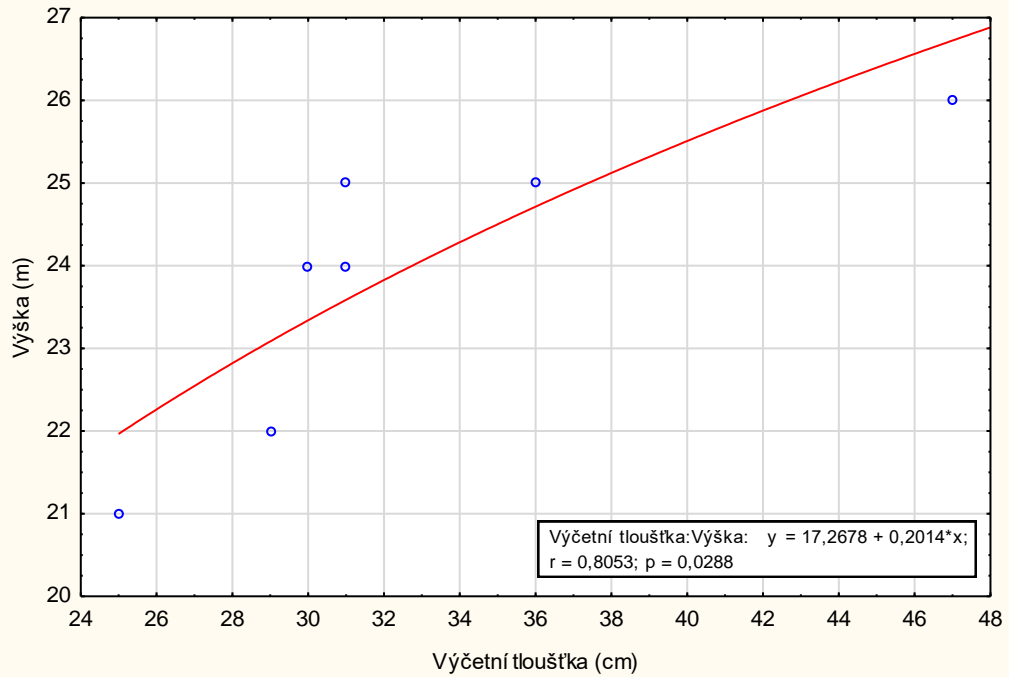
Graf 3: Výškový grafikon borovice na VP 1

Výška = $5,1134 + 12,6247 \cdot \log_{10}(x)$



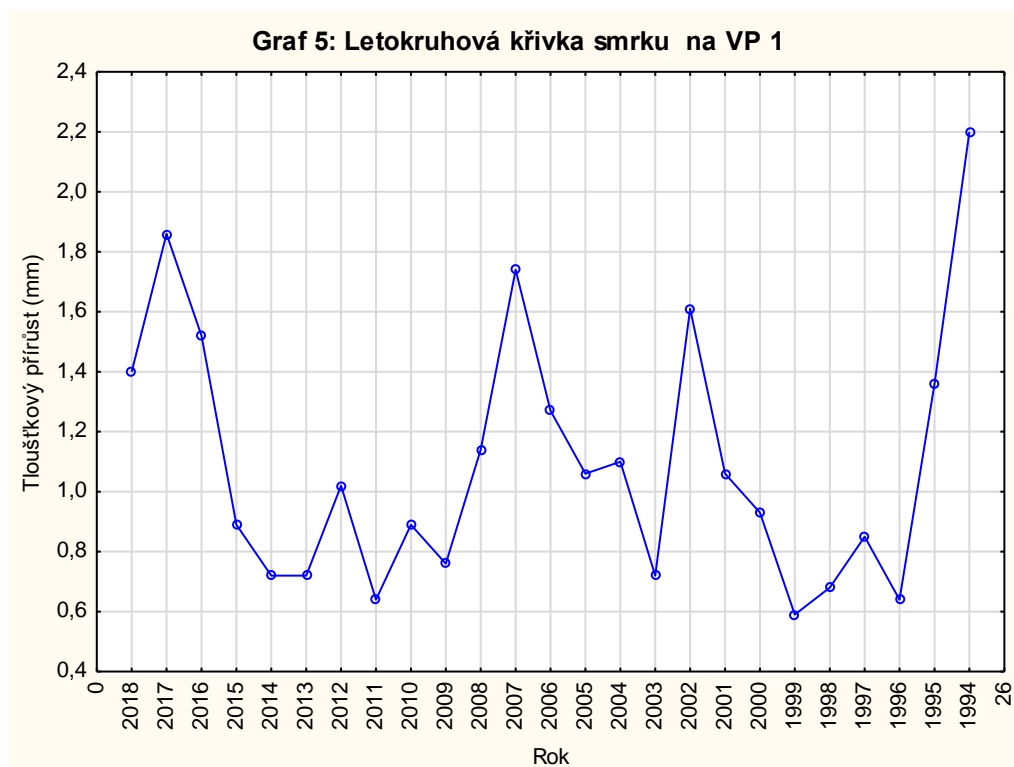
Graf 4: Výškový grafikon smrku na VP 1

Výška = $-2,2965 + 17,3554 \cdot \log_{10}(x)$



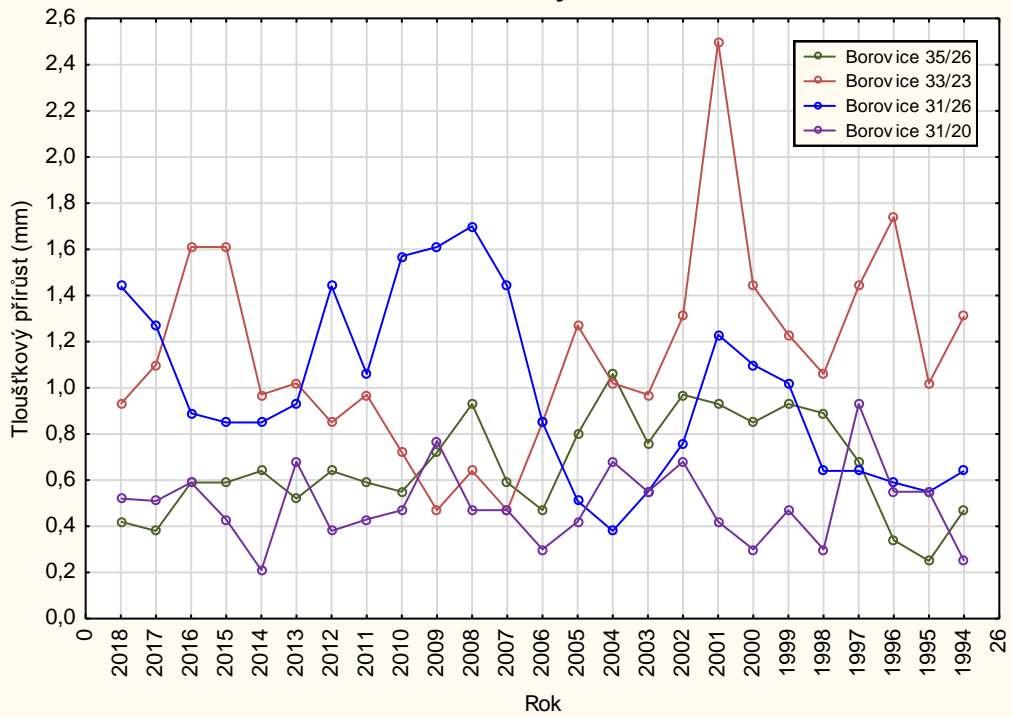
5.1.3. Letokruhové křivky

Diferencovaná probírka byla provedena v letech 1996, 2003 a 2010. U smrku (graf 5) následoval po těžbě v mírný vzestup přírůstu o cca 0,1 až 0,4 mm, asi po roce od zásahu mírný propad a poté po 2 až 3 letech větší vzestup o cca 1 mm. Nutno zmínit, že byl vybrán pouze jeden vzorník, tedy nelze usuzovat na celý porost.

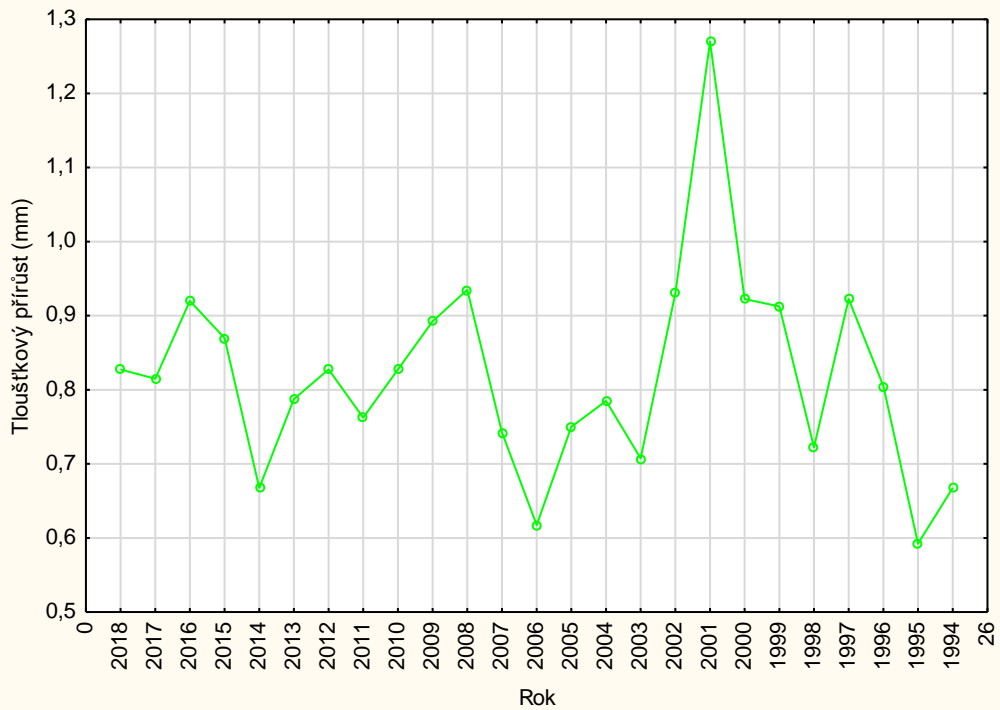


Borovice reagovaly na zásahy rozdílně (grafy 6 a 7). To může být dáno nesystematickým přístupem v porušování horizontálního zápoje v porostech, neboť není vyvíjena snaha o nějaký přesný prostorový pořádek. Některé vzorníky tedy nemusely být zasaženy vlivem probírek.

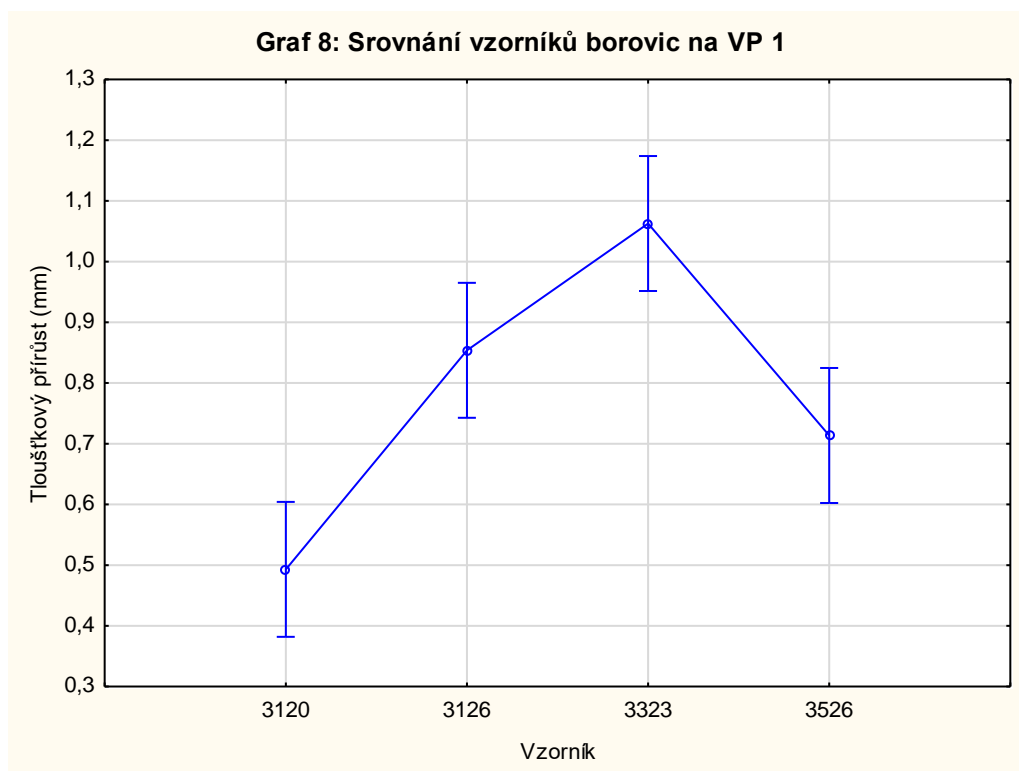
Graf 6: Letokruhové křivky borovic na VP 1



Graf 7: Průměrná letokruhová křivka borovice na VP 1



5.1.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 1



Z grafu 8 je zřejmé, že z hlediska velikosti tloušťkového přírůstu u jednotlivých vzorníků lze nalézt statisticky významné rozdíly, a to vzhledem k širí intervalů spolehlivosti (95 %) středních hodnot. Vyšší hodnota přírůstu u vzorníku 3323 mohla být způsobena jeho delší korunou (9 m) oproti vzorníku 3526, kterému byla naměřena koruna 6,9 m. Hluboké koruně odpovídá i štíhlostní koeficient 0,7.

Tabulka 5: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků borovic na VP 1

Scheffe test; variable Var1 (Spreadsheet67)					
Probabilities for Post Hoc Tests					
Error: Between MS = ,11053, df = 136,00					
Cell No.	Var2	{1}	{2}	{3}	{4}
1	3120	,49314	,85400	1,0629	,71371
2	3126		0,000241	0,000000	0,057052
3	3323	0,000241		0,079911	0,377667
4	3526	0,000000	0,079911		0,000417
		0,057052	0,377667	0,000417	

Pro přesnější výsledek byl použit Scheffeho test mnohonásobného porovnání, z jehož výsledků jsou patrné velké rozdíly mezi středními hodnotami vzorníků 3120 a 3126, 3120 a 3323, 3323 a 3526. Statisticky nevýznamné jsou rozdíly mezi

vzorníky 3120 a 3526, 3126 a 3323, 3126 a 3526. Závěry platí pro hladinu významnosti $p > 0,05$ (tabulka 5).

5.2. VP 2 – porost 8B7b

Tabulka 6: Zjištěné a vypočtené porostní veličiny na VP 2

VP2			
	BO	SM	Celkem
Bonita relativní	2	3	
Věk			76
Zásoba na VP (m ³)	11,8	3,0	14,8
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	294,8	74,0	368,8
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	324,0	578,0	
Kruhová základna na VP (m ²)	1,2	0,3	1,5
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	29,8	6,6	36,4
Průměrný štíhl. koef.	0,8	0,8	0,8
Počet stromů na VP (N)	22,0	5,0	27,0
Počet stromů na ha (N/ha)	550,0	125,0	675,0
Průměrná délka koruny (m)	10,3	16,6	13,4
Průměrná délka koruny (%)	47,0	78,0	62,5
Průměrná plocha koruny (m ²)	13,9	15,8	14,9
Střední tloušťka (cm)	26,5	26,1	26,3
Střední výška (m)	21,7	21,6	21,7
Zakmenění	0,9	0,1	1,0
Zastoupení (%)	81	19	100

Tabulka 7: Popisná statistika pro borovici na VP 2

Borovice	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikm ost	Špičatos t
výčetní tloušťka	26,50	20,50	37,00	18,10	4,25	16,05	0,57	0,23
výška	21,70	20,30	24,00	1,45	1,20	5,55	0,61	-0,90
objem	1,47	0,34	3,78	1,37	1,17	79,54	1,28	1,02
délka koruny	10,22	5,90	12,10	2,07	1,44	14,06	-1,23	2,51
plocha koruny	13,92	2,50	24,20	30,21	5,50	39,48	0,07	-0,45

Tabulka 8: Popisná statistika pro smrk na VP 2

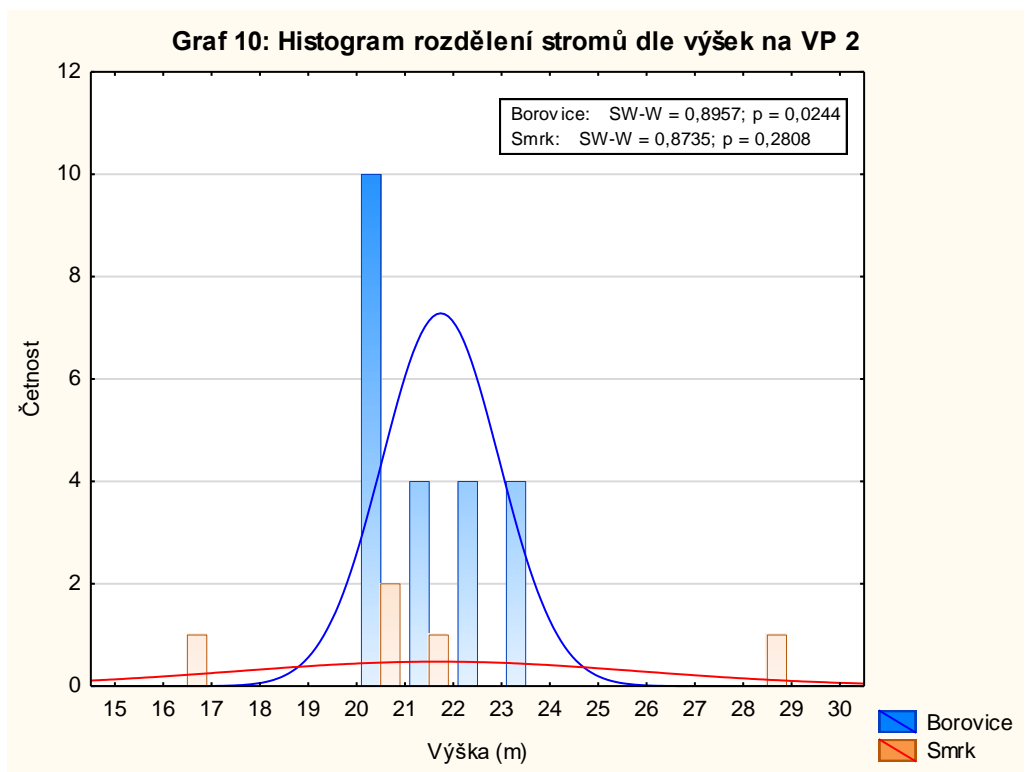
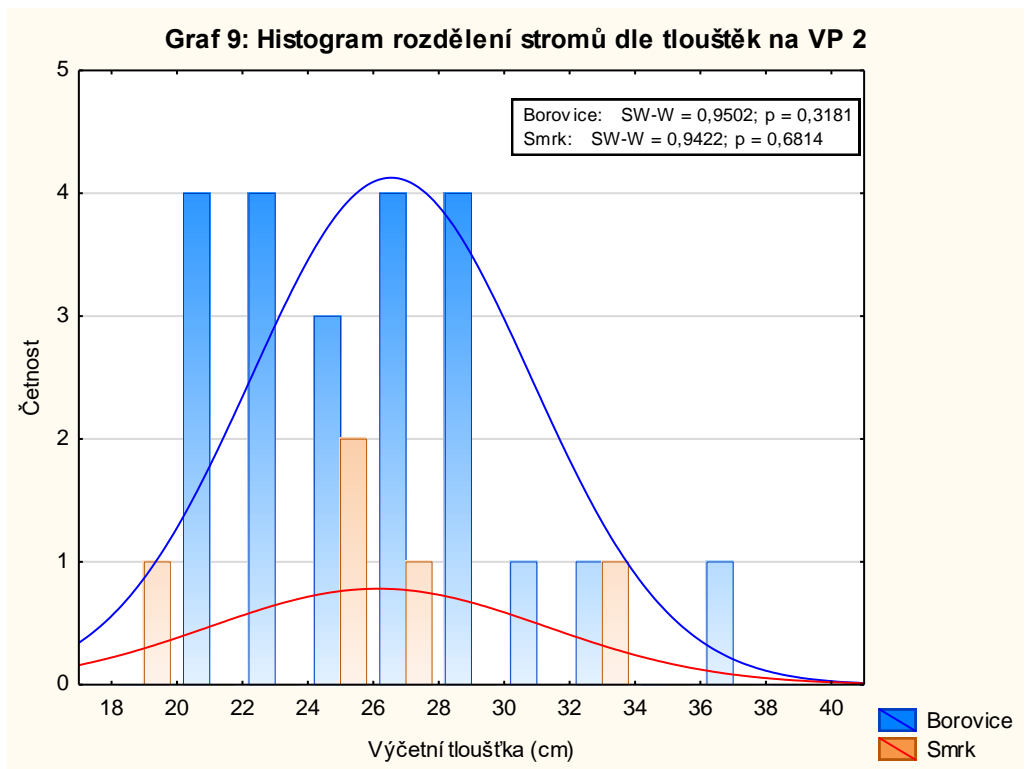
Smrk	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatost
výčetní tloušťka	26,10	20,00	34,00	26,05	5,104	19,56	0,819	1,74
výška	21,64	16,80	28,30	17,25	4,154	19,19	1,053	2,57
objem	0,74	0,27	1,20	0,17	0,412	55,64	-0,051	-2,31
délka koruny	16,48	15,00	17,80	1,56	1,248	7,57	-0,423	-2,75
plocha koruny	15,82	11,20	23,30	20,44	4,521	28,58	1,412	2,77

Hodnoty výčetní tloušťky jsou většinou širšího rozptylu, než hodnoty výšky (tabulky 7 a 8). U smrku je rozptyl hodnot výšek větší, což mohlo být dáno zatlačením některých jedinců většinou borovicí do podúrovně. Hodnoty rozptylu délky korun se vyznačují malou diferencí, což neplatí o ploše korun. Koefficienty šikmosti a špičatosti výčetní tloušťky smrku ukazují na rozdělení levostranně asymetrické a ploché. Borovice má rozdělení levostranně asymetrické a špičaté.

5.2.1. Ověření normálního rozdělení

Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

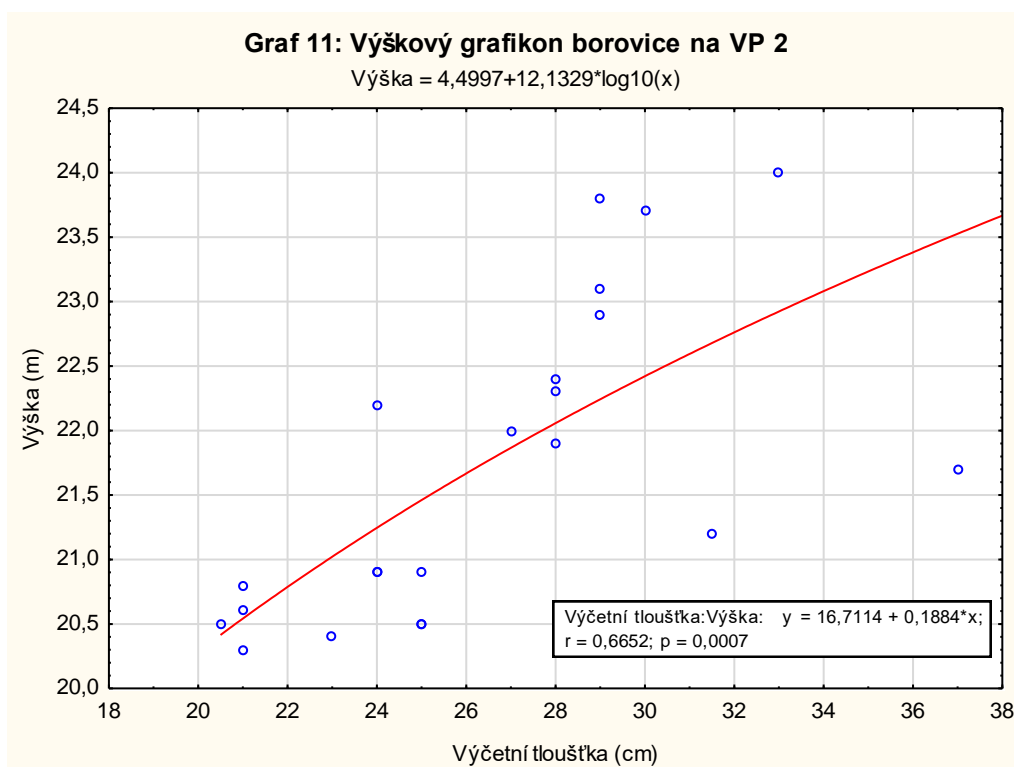
Graf 9 ukazuje rozdělení četností u hodnot výčetní tloušťky, které splňují podmínku normality opět v případě borovice ($p = 0,3181$) i smrku ($p = 0,6814$). U hodnot výšek je normálního rozdělení pouze smrk, neboť hodnota $p = 0,0244$ je pod stanovenou hranicí $p > 0,05$ (graf 10).

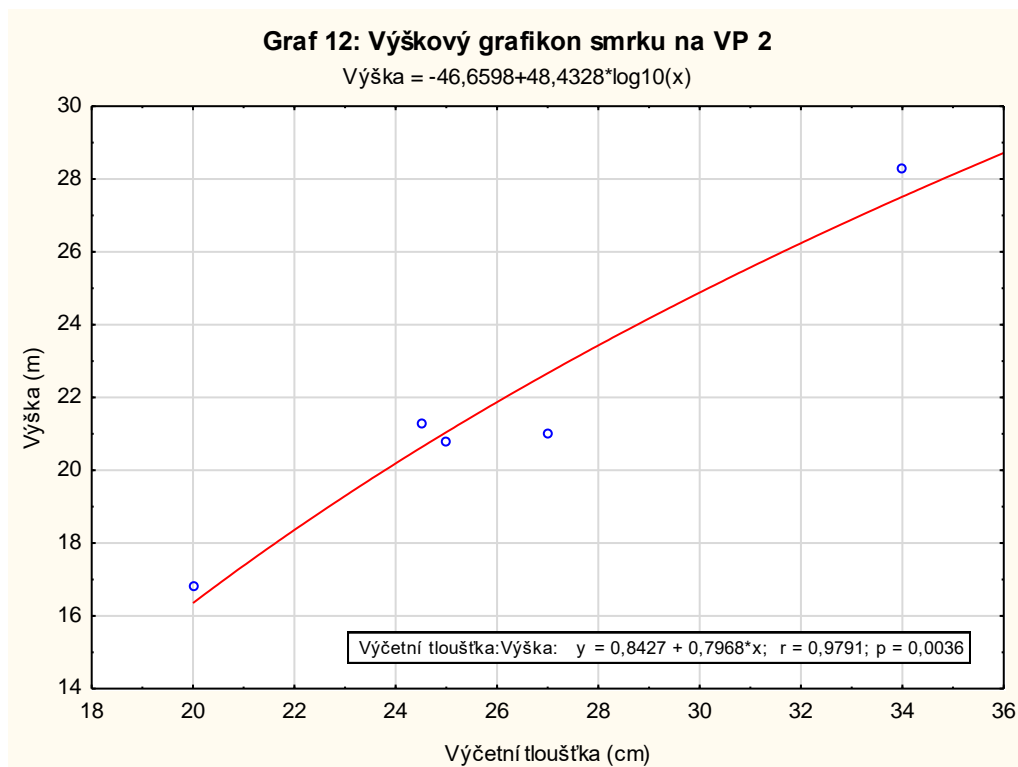


5.2.2. Výškový grafikon

Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce byla proložena logaritmickou funkcí (grafy 11 a 12), u borovice ve tvaru $h = 4,4997 + 12,1329 \cdot \log_{10}(x)$ a u smrku ve tvaru $h = -46,6598 + 48,4328 \cdot \log_{10}(x)$. Grafy ukazují, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (u borovice 24 m a u smrku 28 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,6652$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má poměrně významný vliv (z 67 %) na výšku borovice. V případě smrku je korelační koeficient roven $r = 0,9791$. Zde je patrná přímá závislost výšky smrku na jeho výčetní tloušťce, ovšem na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.





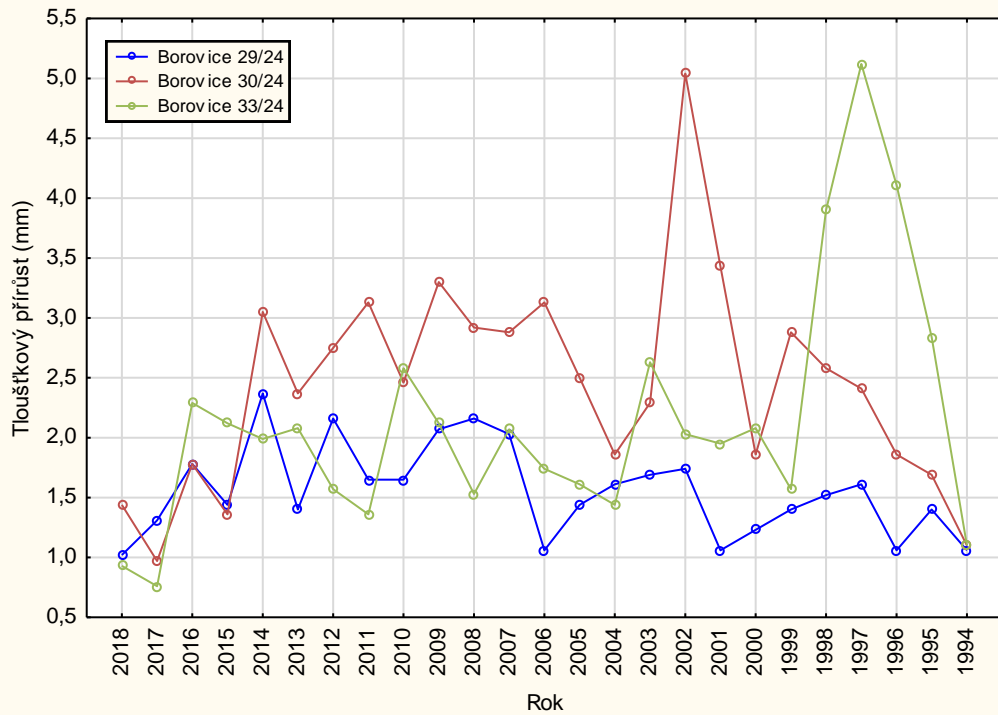
5.2.3. Letokruhové křivky

Probírkový zásah byl proveden v letech 1999, 2003 a 2010. Na průběhu letokruhových křivek borovice je vidět, že v dalším roce po zásahu nastal mírný propad o cca 0,4 mm a později vzestup v průměru o 0,8 mm (grafy 13 a 15).

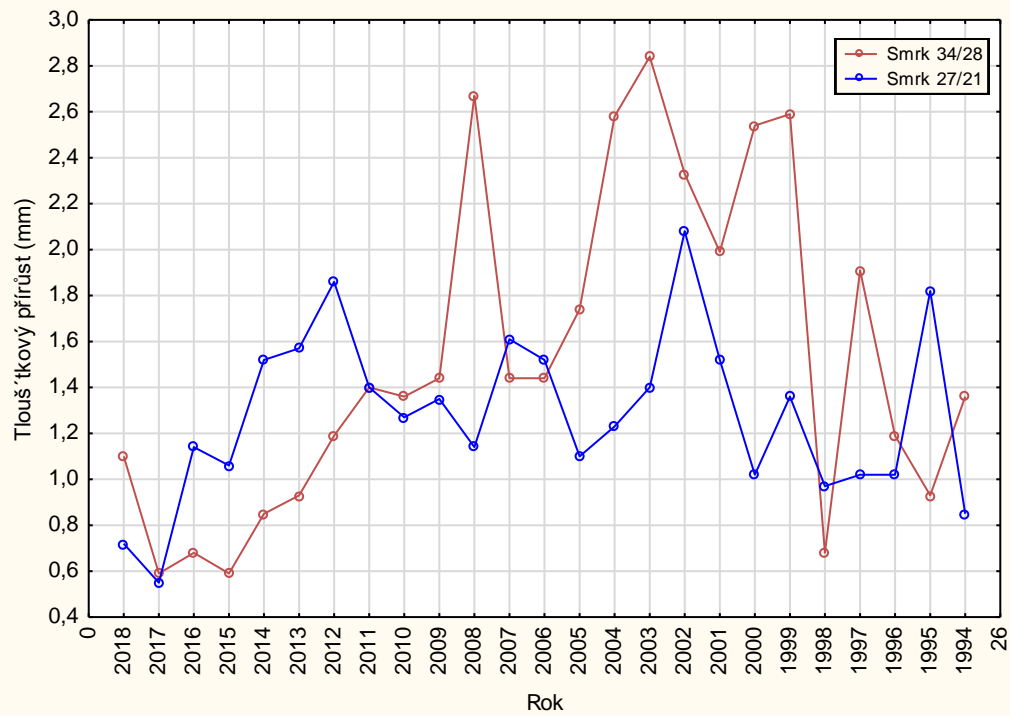
U smrku je patrný mírný vzestup tloušťkového přírůstu po provedeném zásahu (mimo první probírky), poté nastal mírný pokles (grafy 14 a 16).

Diferencovaná probírka zde byla patrně provedena s menší silou a tedy i s minimálním vlivem na tloušťkový přírůst vzorníků. Samozřejmě mohly mít také vliv specifické podmínky růstu na daném stanovišti.

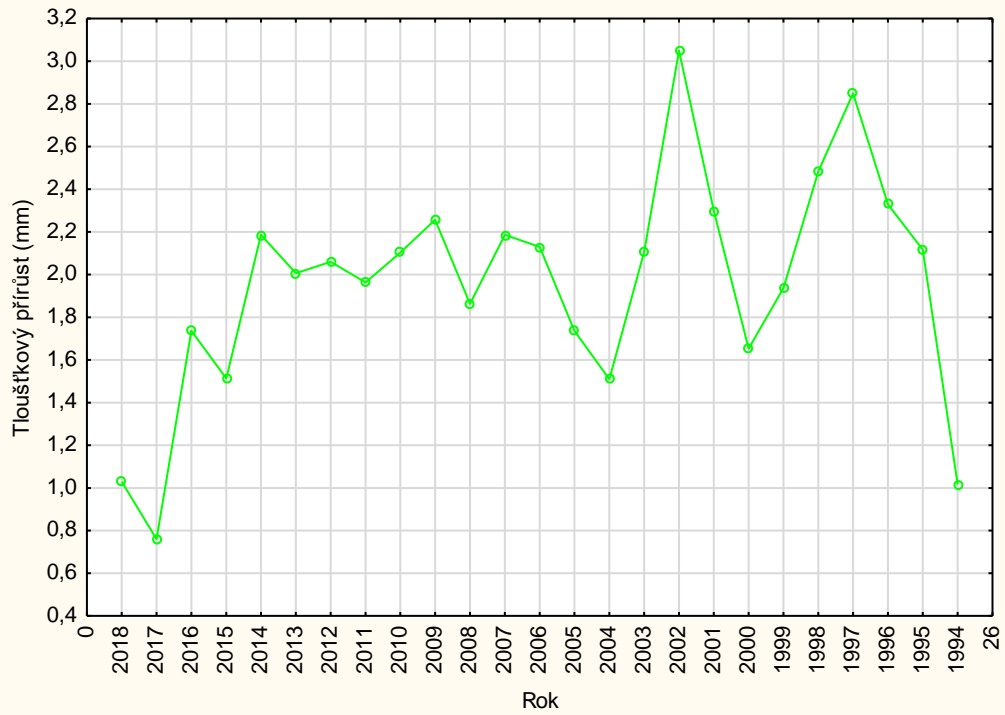
Graf 13: Letokruhová křivka borovic na VP 2



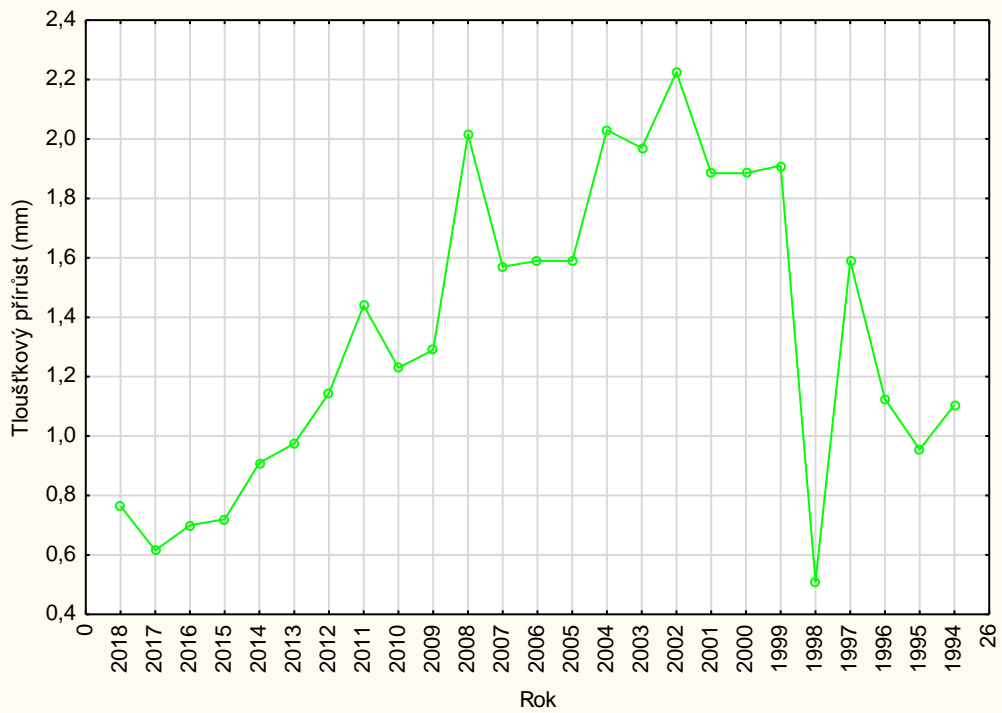
Graf 14: Letokruhová křivka smrků na VP 2



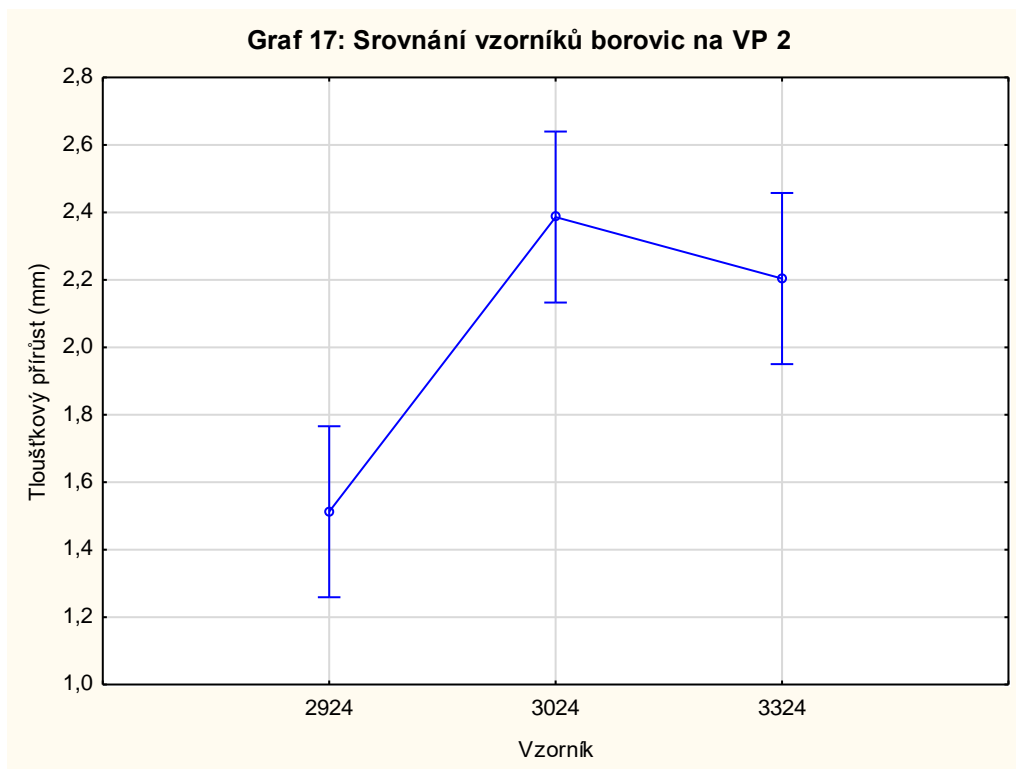
Graf 15: Průměrná letokruhová křivka borovice na VP 2



Graf 16: Průměrná letokruhová křivka smrku na VP 2



5.2.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 2

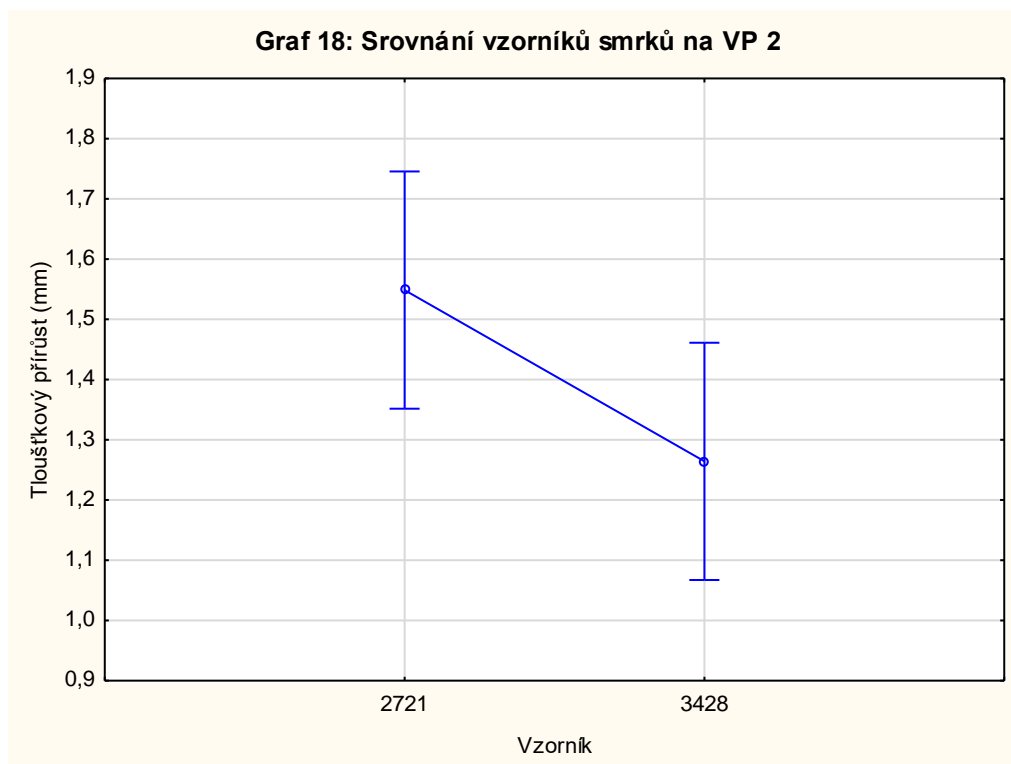


Ze zobrazení ploch v grafu 17 je vidět podobnost hodnot tloušťkového přírůst borovic u vzorníků 3024 a 3324. Podstatně nižší přírůst u vzorníku 2924 lze vysvětlit nerovnoměrnou šířkou koruny, která byla celkově málo vyvinutá, protože plocha její projekce byla pouze 7,7 m². Výstup byl zpřesněn Scheffeho testem.

Tabulka 9: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků borovic na VP 2

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,57212, df = 102,00				
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}
1	2924	1,5126	2,3863	2,2040
2	3024	0,000027		0,603099
3	3324	0,001078	0,603099	

Test vyhodnotil statisticky významné rozdíly mezi vzorníky 2924 a 3024, resp. 2924 a 3324. Statisticky nevýznamné rozdíly jsou mezi vzorníky 3024 a 3324, a to na hladině významnosti 0,05 (tabulka 9).



Tabulka 10: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků smrků na VP 2

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)			
Probabilities for Post Hoc Tests			
Error: Betw een MS = ,34115, df = 68,000			
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}
1	2721	1,5486	0,045637
2	3428	0,045637	1,2643

Anova vyhodnotila rozdíl v hodnotách přírůstu vzorníků 2721 a 3428 (graf 18). Nízká hodnota přírůstu vzorník 3428 by neměla být ovlivněna hodnotami naměřených parametrů, neboť ty patřily k nejlepším na ploše. Je zde možnost ovlivnění daným stanovištěm, které ale nelze z naměřených údajů vysvětlit. Dle výsledků Scheffeho testu jsou statisticky významné rozdíly ve střední hodnotě mezi vzorníky 2721 a 3428 na hladině pravděpodobnosti 0,05. Zajímavé také je, že vzorníky borovice vykazovaly v průměru větší tloušťkový přírůst než vzorníky smrku (tabulka 10).

5.3. VP 3 – porost 8C13

Tabulka 11: Zjištěné a vypočtené porostní veličiny na VP 3

VP3			
	BO	SM	Celkem
Bonita relativní	5	7	
Věk			134
Zásoba na VP (m ³)	9,2	8,7	18,0
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	231,0	217,8	448,8
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	386,0	468,0	
Kruhová základna na VP (m ²)	0,9	0,9	1,8
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	22,3	21,5	43,8
Průměrný štíhl. koef.	0,8	0,8	0,8
Počet stromů na VP (N)	10,0	15,0	25,0
Počet stromů na ha (N/ha)	250,0	375,0	625,0
Průměrná délka koruny (m)	8,5	4,2	12,7
Průměrná délka koruny (%)	37,0	18,5	55,5
Průměrná plocha koruny (m ²)	8,0	4,0	12,0
Střední tloušťka (cm)	33,4	16,7	50,0
Střední výška (m)	22,9	11,4	34,3
Zakmenění	0,6	0,5	1,1
Zastoupení (%)	40	60	100

Tabulka 12: Popisná statistika pro borovici na VP 3

Borovice	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatos t
výčetní tloušťka	33,35	24,50	41,00	36,73	6,06	18,17	-0,06	-1,44
výška	22,86	18,20	24,70	6,02	2,45	10,74	-1,53	0,88
objem	1,54	0,47	4,14	1,80	1,34	87,20	1,91	4,06
délka koruny	8,59	6,20	10,70	2,21	1,49	17,32	0,05	-1,01
plocha koruny	7,96	3,60	13,50	10,13	3,18	39,99	0,33	-0,51

Tabulka 13: Popisná statistika pro smrk na VP 3

Smrk	Popisná statistika							
	Stř. hodn	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatosť
výčetní tloušťka	27,33	19,00	37,00	31,52	5,61	20,54	0,02	-0,96
výška	19,81	16,50	24,10	8,14	2,85	14,41	0,43	-1,28
objem	0,97	0,22	1,65	0,22	0,47	48,36	-0,11	-0,98
délka koruny	11,86	8,70	17,00	7,73	2,78	23,44	0,90	-0,74
plocha koruny	18,05	9,60	43,70	70,53	8,40	46,54	2,12	6,16

Střední hodnoty výčetní tloušťky a výšky borovice jsou větší než smrku. To může být zapříčiněno horší bonitou smrku na daném stanovišti. Střední hodnota délky koruny u smrku ukazuje na hluboké zavětvení díky jeho nižší výšce (tabulky 12 a 13).

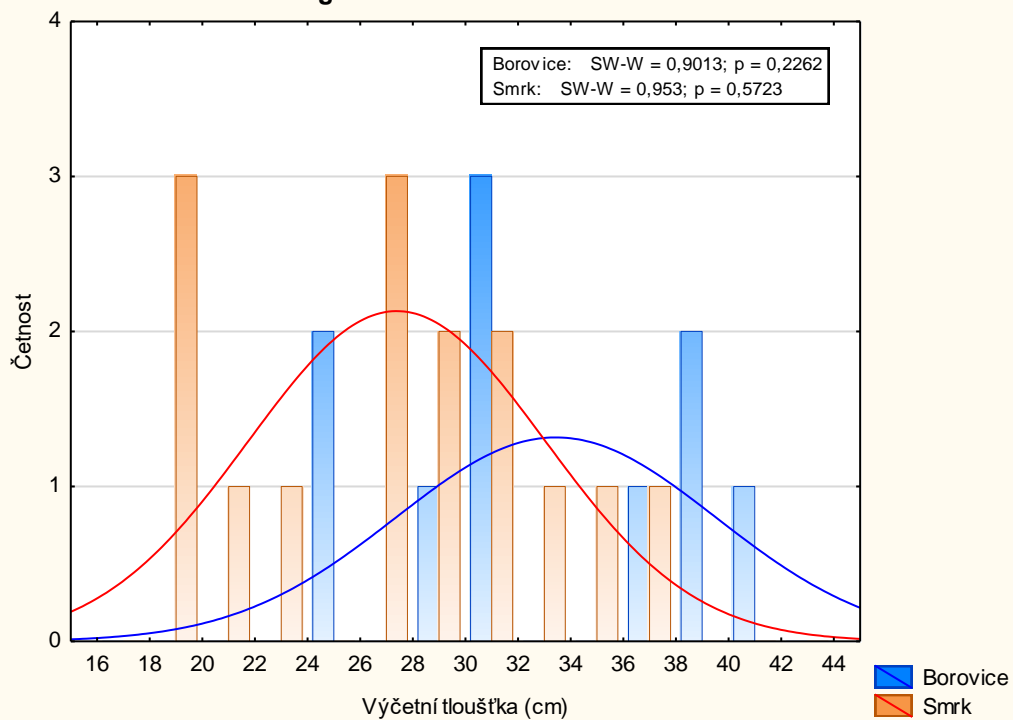
Koeficienty šikmosti a špičatosti výčetní tloušťky smrku ukazují na rozdělení pravostranně asymetrické a poměrně špičaté. Borovice má rozdělení levostranně asymetrické a také poměrně špičaté.

5.3.1. Ověření normálního rozdělení

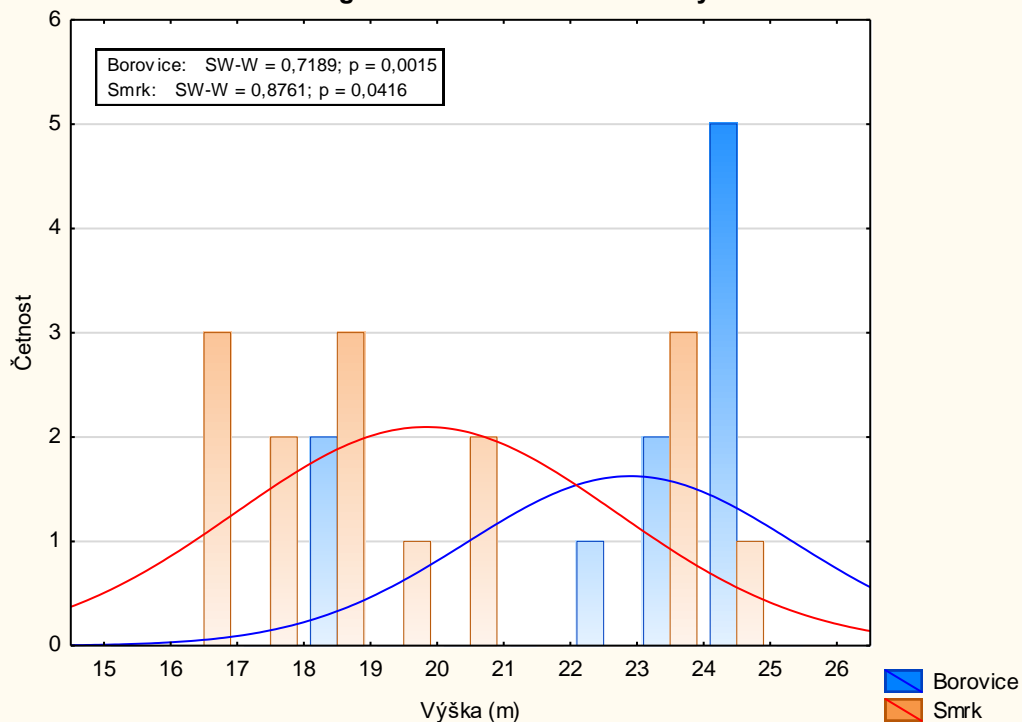
Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Výčetní tloušťka splňuje podmínku normality opět v případě borovice ($p = 0,2262$) i smrku ($p = 0,5723$). U hodnot výšek není předpoklad normálního rozdělení splněn ani u jedné dřeviny (graf 19 a 20).

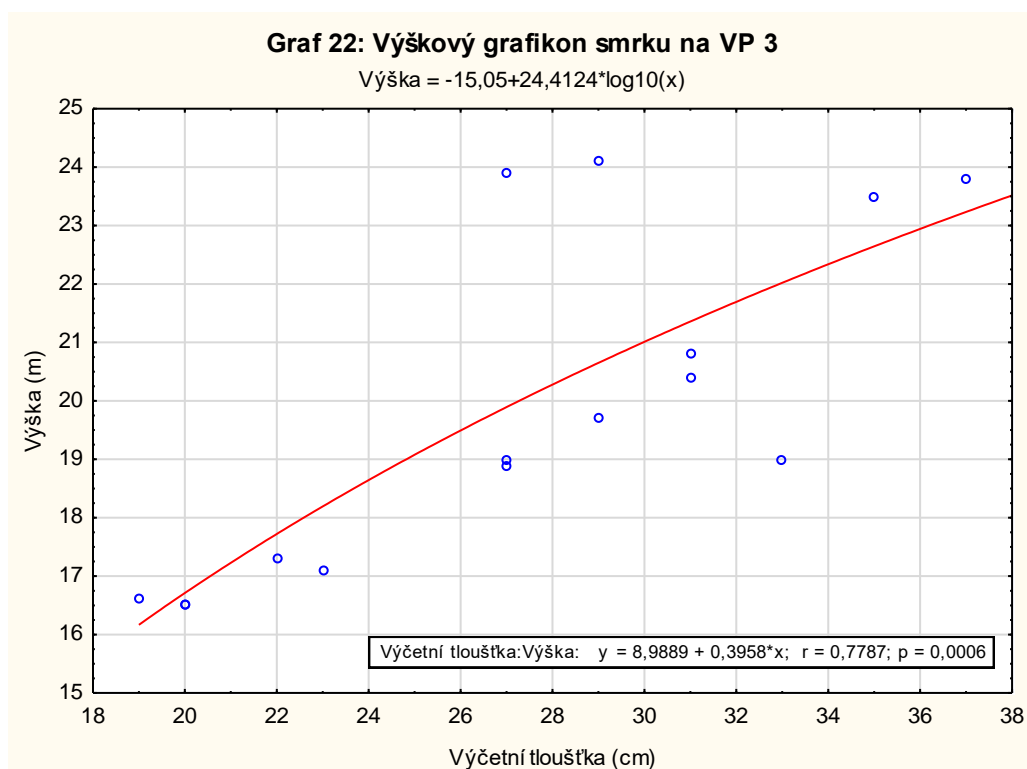
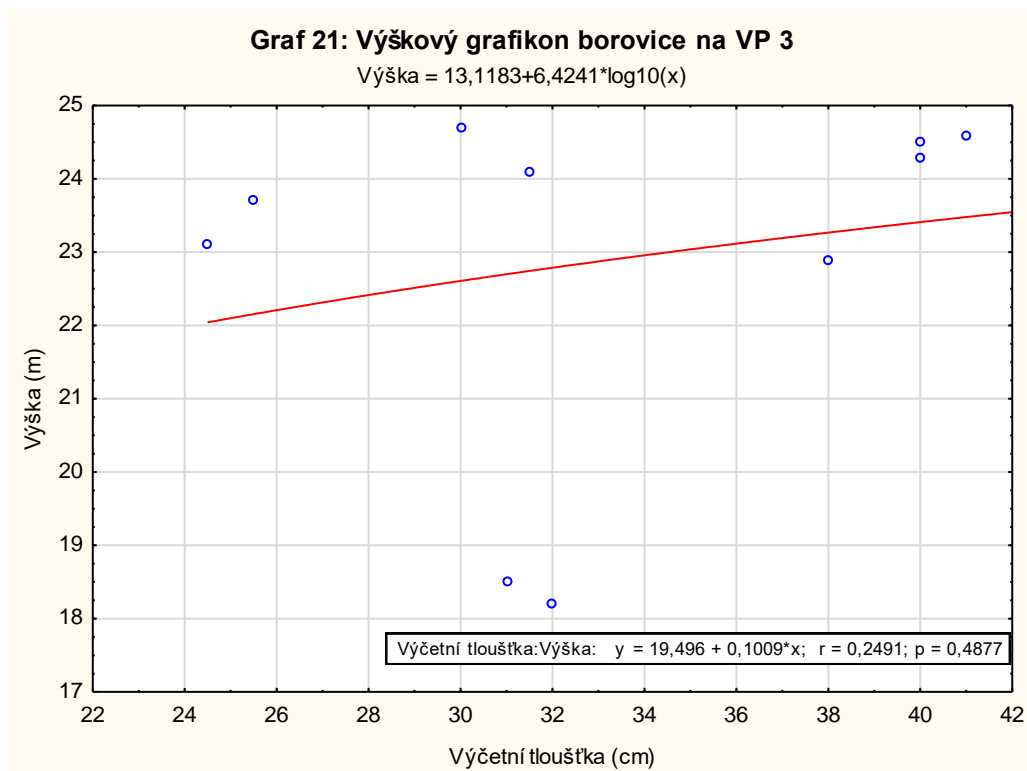
Graf 19: Histogram rozdělení stromů dle tloušťek na VP 3



Graf 20: Histogram rozdělení stromů dle výšek na VP 3



5.3.2. Výškový grafikon



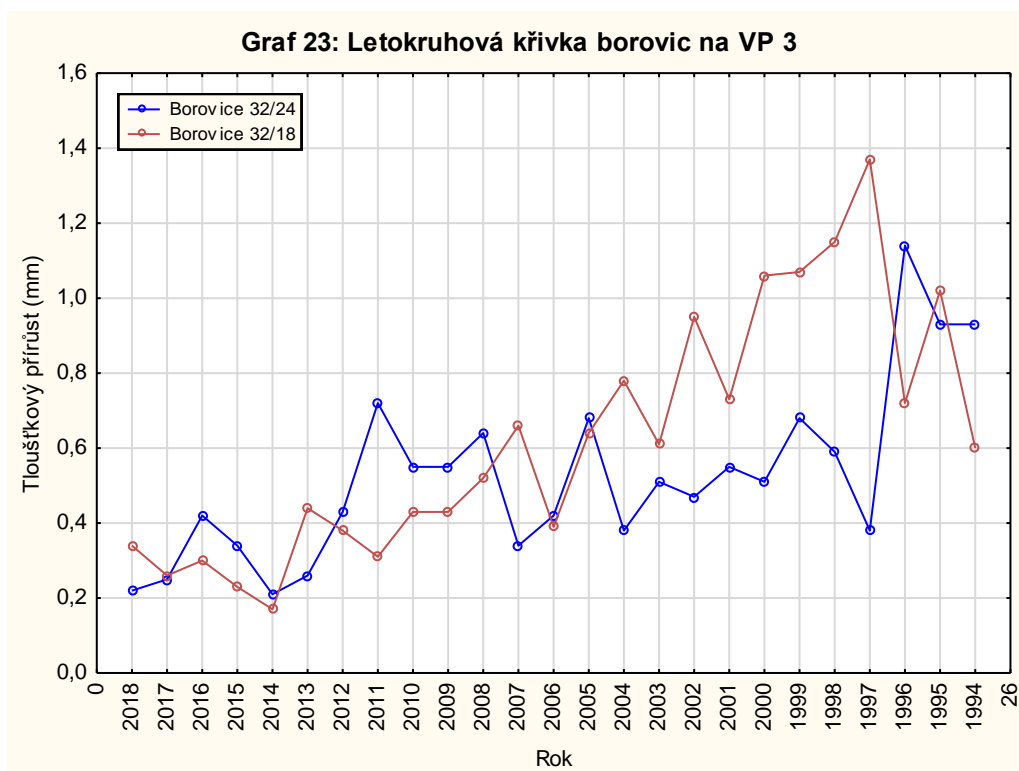
Grafy 21 a 22 ukazují, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (u borovice 25 m a u smrku 24 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,2491$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka nemá významný vliv na výšku borovice. V případě smrku je korelační koeficient roven $r = 0,7787$. Zde je patrná přímá závislost výšky smrku na jeho výčetní tloušťce, ovšem na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.

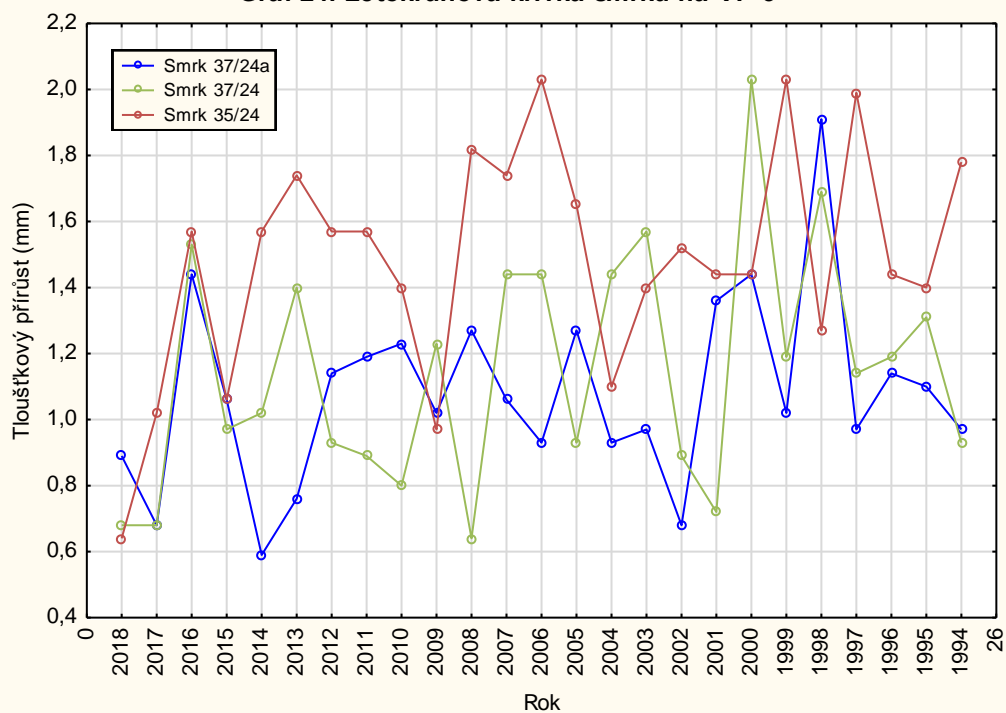
5.3.3. Letokruhové křivky

Vzorník borovice 3218 reagoval na provedené zásahy v letech 1996, 2003 a 2011. Tloušťkový přírůst vzrostl průměrně o 0,3 mm. Vzorník borovice 3224 reagoval na zásahy mírnými poklesy, které jsou ale podobné s přírůstem v jiných letech, tedy na zásah prakticky významně nezareagovala. Je možné, že míra uvolnění pro ni nebyla dostatečná (graf 23).

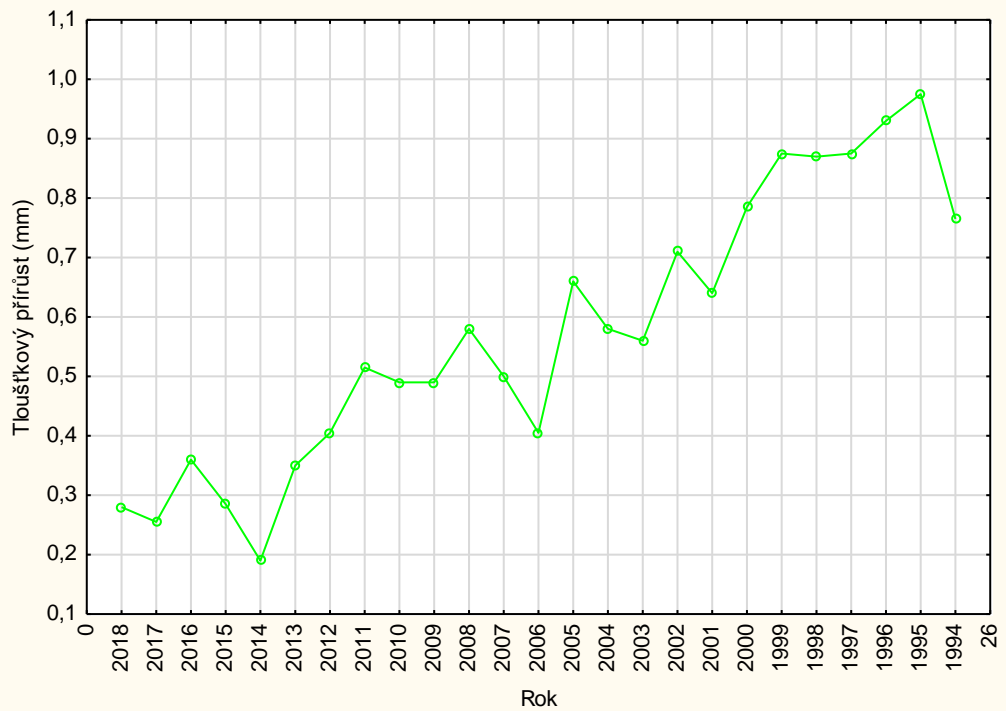
Smrky zareagovaly na zásahy již v dalších letech po probírkách. Přírůst však nebyl nijak výrazný. Jedná se o porost v 13 věkovém stupni, který mohl mít již sníženou přírůstavost. Zejména vzhledem k bonitě stanoviště (graf 24).

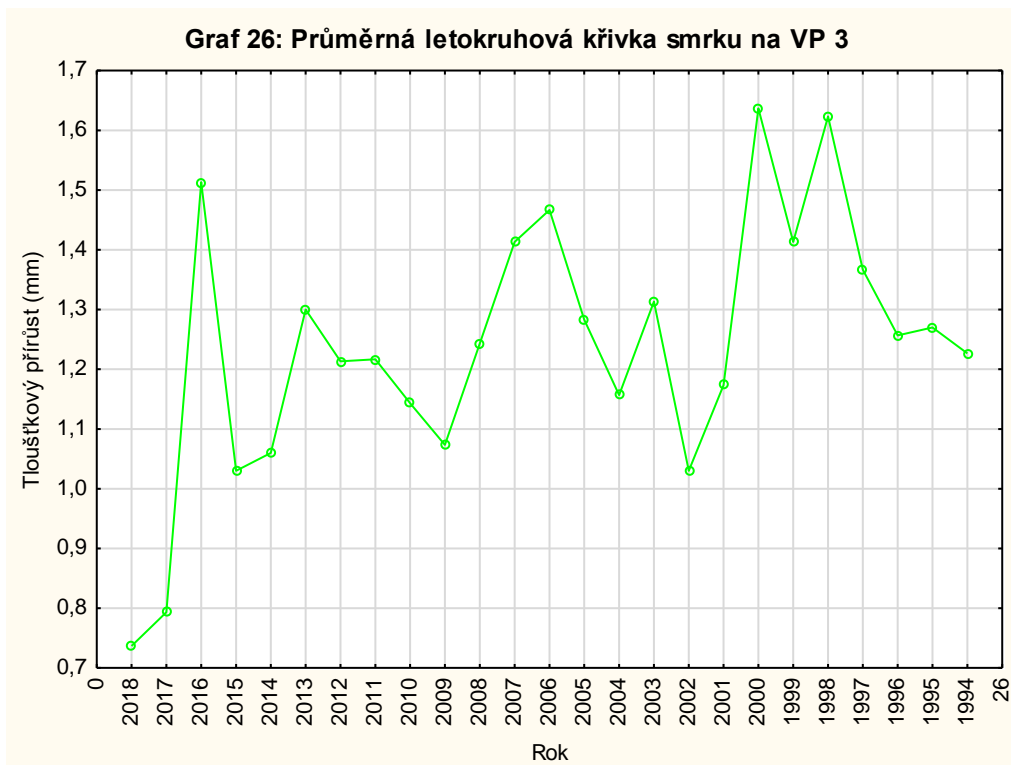


Graf 24: Letokruhová křivka smrků na VP 3

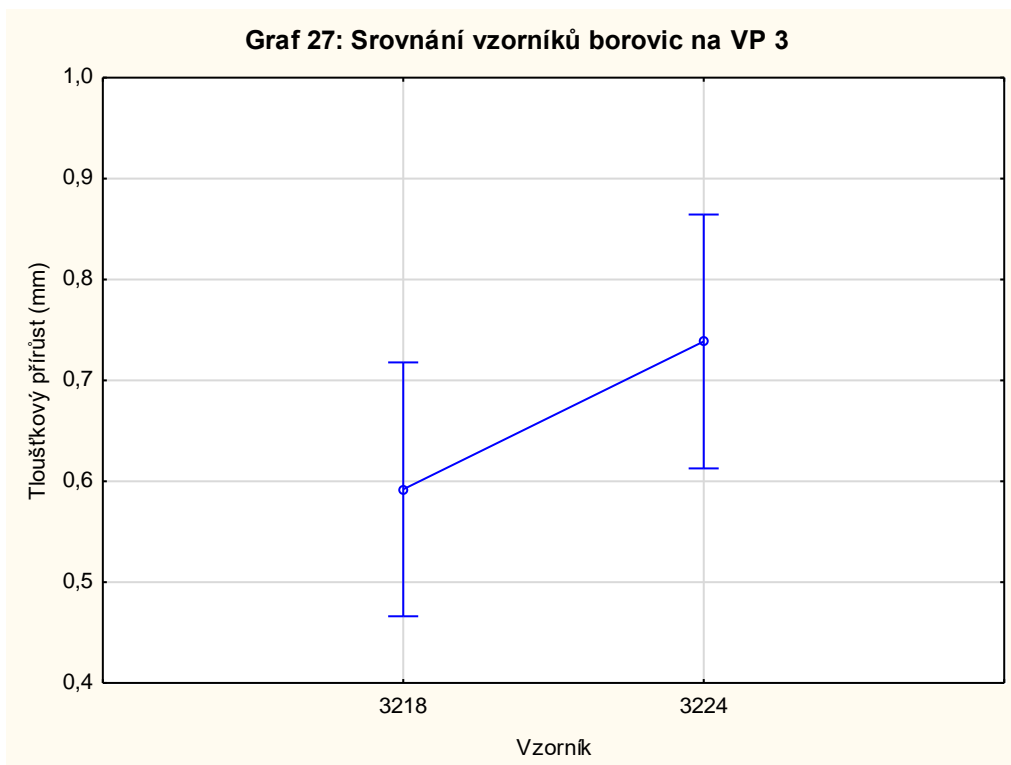


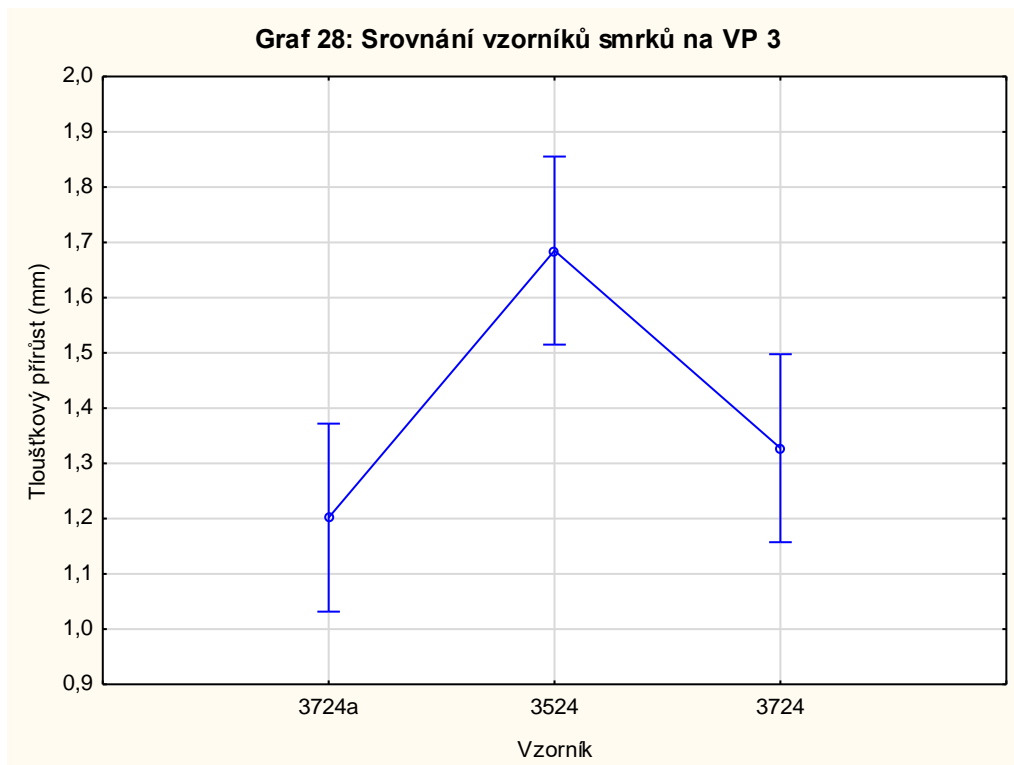
Graf 25: Průměrná letokruhová křivka borovice na VP 3





5.3.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 3





Graf 27 představuje výsledky jednoparametrické analýzy rozptylu. Mezi vzorníky borovic je vidět nevýznamný rozdíl 0,1 mm. Vzorníky tedy v úhrnu přirůstaly stejně.

Graf 28 ukazuje výsledky jednoparametrické analýzy rozptylu vzorníků smrků. Je zde patrný rozdíl mezi středními hodnotami tloušťkového přírůstu vzorníků 3524 a 3724a, a zároveň 3524 a 3724, avšak mezi 3724a a 3724 není rozdíl příliš velký. Vzorník 3524 dosahoval ve srovnání s dalšími dvěma vzorníky vyšší výšky (24,8 m), tím lze objasnit i vyšší hodnotu přírůstu. Pro přesnější posouzení byl opět použit Scheffeho test mnohonásobného porovnání (tabulka 14).

Tabulka 14: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků smrku na VP 3

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,25754, df = 102,00				
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}
		1,2017	1,6851	1,3274
1	3724a		0,000624	0,586172
2	3524	0,000624		0,015420
3	3724	0,586172	0,015420	

Mnohonásobné porovnání Scheffeho testu ukazuje statisticky významné rozdíly mezi vzorníky 3724a a 3524, resp. 3524 a 3724. Mezi vzorníky 3724 a 3724a jsou rozdíly statisticky nevýznamné na hladině pravděpodobnosti 0,05.

Na rozdíl od VP 2 zde vykazují výrazně vyšší (cca dvojnásobně) tloušťkové přírůsty vzorníky smrku oproti vzorníkům borovice.

5.4. VP 4 – porost 8E5

Tabulka 15: Zjištěné a vypočtené porostní veličiny na VP 4

VP4			
	BO	SM	Celkem
Bonita relativní	3	3	
Věk			55
Zásoba na VP (m ³)	3,2	2,7	5,9
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	79,8	68,3	148,0
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	335,0	439,0	
Kruhová základna na VP (m ²)	0,4	0,3	0,7
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	10,1	7,2	17,3
Průměrný štíhl. koef.	1,0	0,9	0,9
Počet stromů na VP (N)	15,0	8,0	23,0
Počet stromů na ha (N/ha)	375,0	200,0	575,0
Průměrná délka koruny (m)	6,0	10,5	8,2
Průměrná délka koruny (%)	33,0	60,0	46,5
Průměrná plocha koruny (m ²)	8,8	12,2	10,5
Střední tloušťka (cm)	18,9	21,4	20,2
Střední výška (m)	18,1	18,2	18,1
Zakmenění	0,2	0,2	0,4
Zastoupení (%)	65	35	100

Rozptyl hodnot výčetní tloušťky borovic je poměrně malý, což je způsobeno mladým věkem porostu, který byl donedávna vychováván v poměrně těsném zápoji. Stejná charakteristika platí pro výšku a délku koruny. Variační koeficient objemu a plochy koruny vyjadřuje vysokou variabilitu rozdělení těchto veličin (tabulky 17 a 18).

Tabulka 17: Popisná statistika borovice na VP 5

Borovice	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatost
výčetní tloušťka	18,93	16,00	23,00	3,92	1,98	10,46	0,23	-0,26
výška	18,05	15,20	19,90	2,44	1,56	8,66	-0,56	-1,37
objem	0,80	0,33	1,30	0,19	0,44	54,58	0,16	-2,70
délka koruny	5,89	4,70	7,20	0,40	0,64	10,78	0,01	0,30
plocha koruny	8,80	3,50	17,30	15,88	3,99	45,29	0,54	-0,30

Tabulka 18: Popisná statistika smrku na VP 5

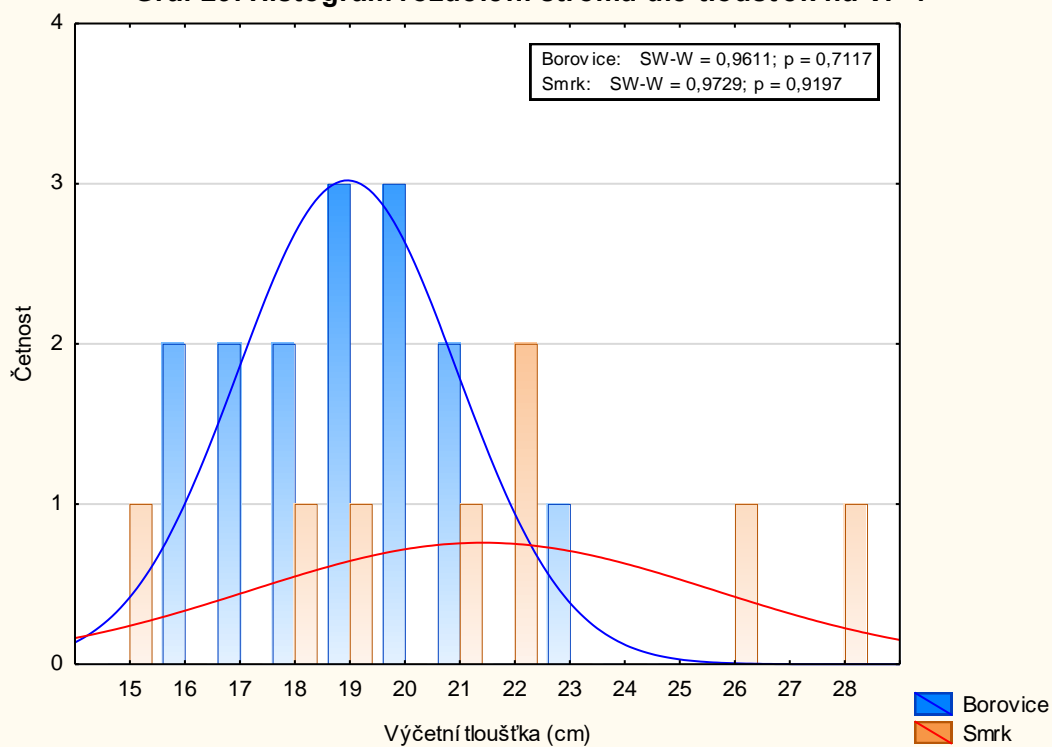
Smrk	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatost
výčetní tloušťka	21,38	15,00	28,00	17,70	4,21	19,68	0,20	-0,30
výška	18,16	12,10	20,50	6,97	2,64	14,53	-2,12	4,93
objem	0,46	0,09	0,76	0,05	0,23	51,31	-0,51	0,17
délka koruny	10,40	9,00	12,40	1,38	1,17	11,28	0,90	-0,25
plocha koruny	12,21	7,50	19,20	20,64	4,54	37,20	1,03	-0,50

5.4.1. Ověření normálního rozdělení

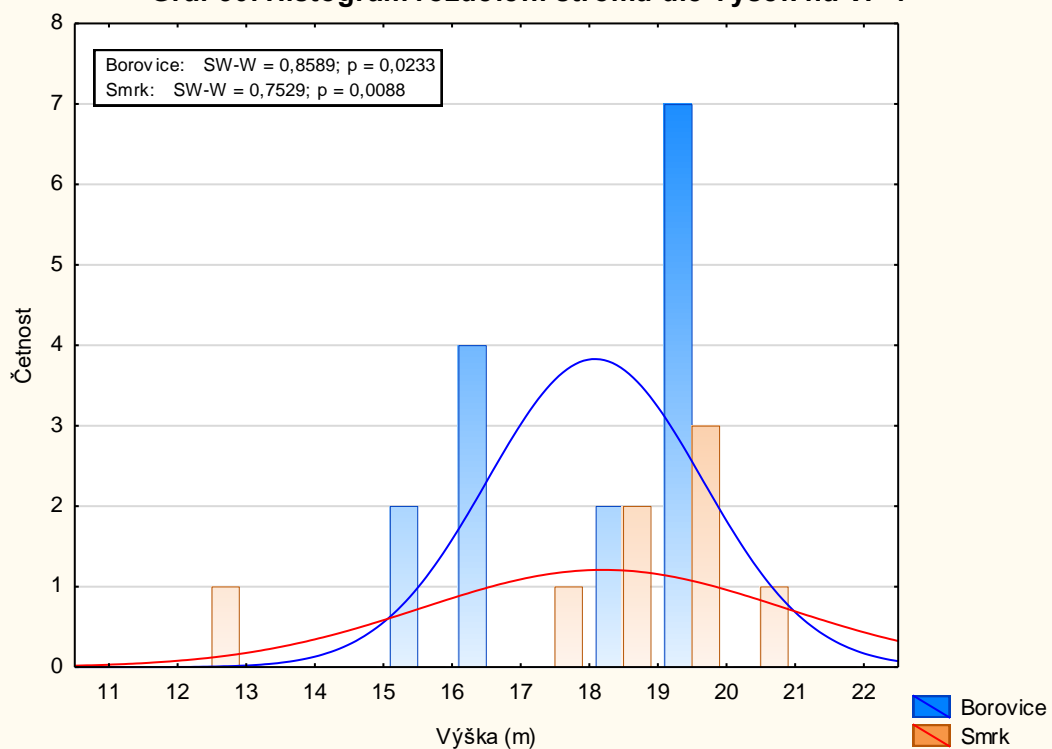
Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Z grafu 29 a 30 lze vyvodit, že výčetní tloušťka splňuje podmínku normality opět v případě borovice ($p = 0,7117$) i smrku ($p = 0,9729$). U hodnot výšek není předpoklad normálního rozdělení splněn ani u borovice ($p = 0,0233$), ani u smrku ($p = 0,0088$).

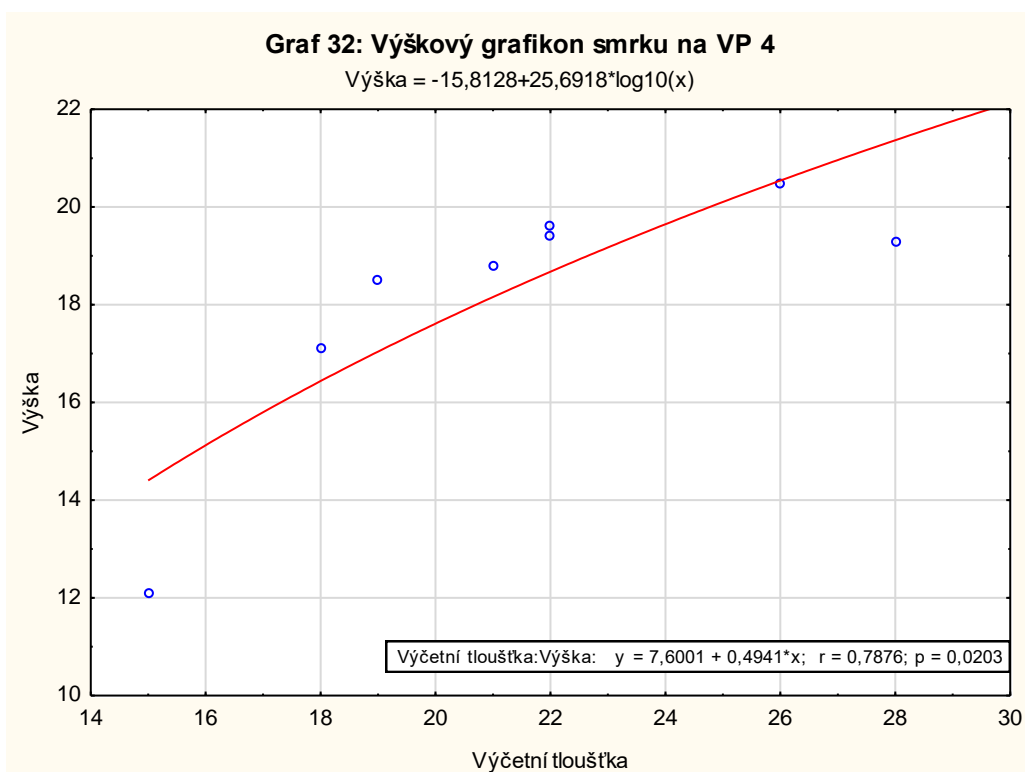
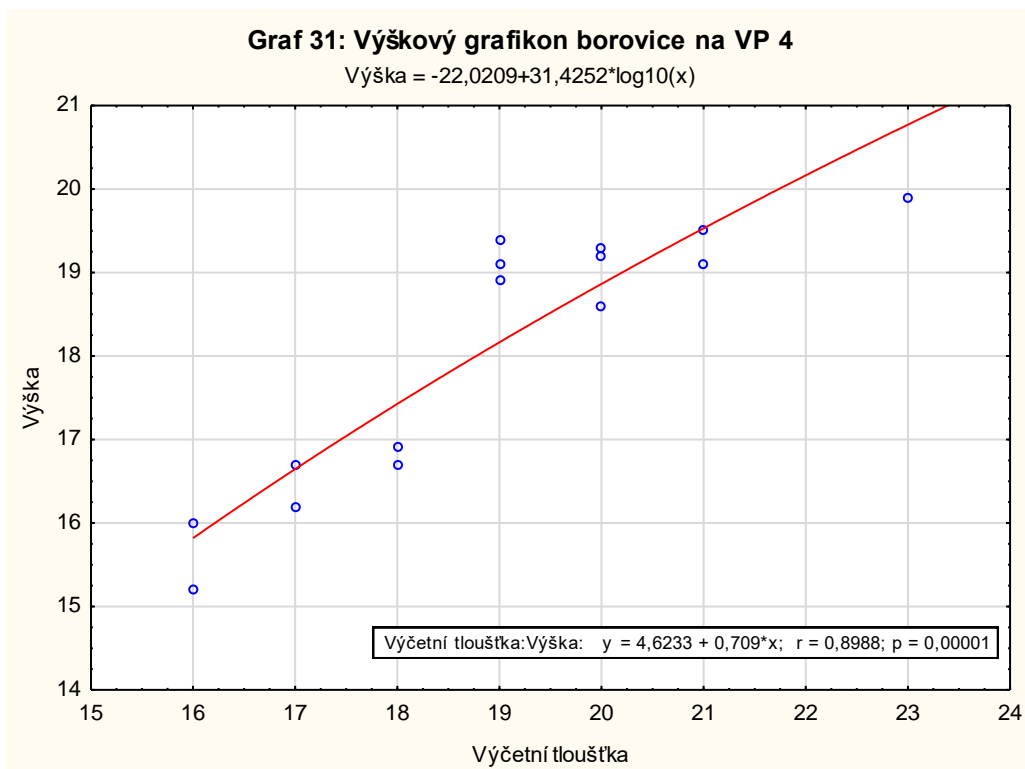
Graf 29: Histogram rozdělení stromů dle tloušťek na VP 4



Graf 30: Histogram rozdělení stromů dle výšek na VP 4



5.4.2. Výškový grafikon



Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce byla proložena logaritmickou funkcí (grafy 31 a 32), u borovice ve tvaru $h = -22,0209 + 31,4252 \cdot \log_{10}(x)$ a u smrku ve tvaru $h = -15,8128 + 25,6918 \cdot \log_{10}(x)$.

Grafy ukazují, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (u borovice 20 m a u smrku 20 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

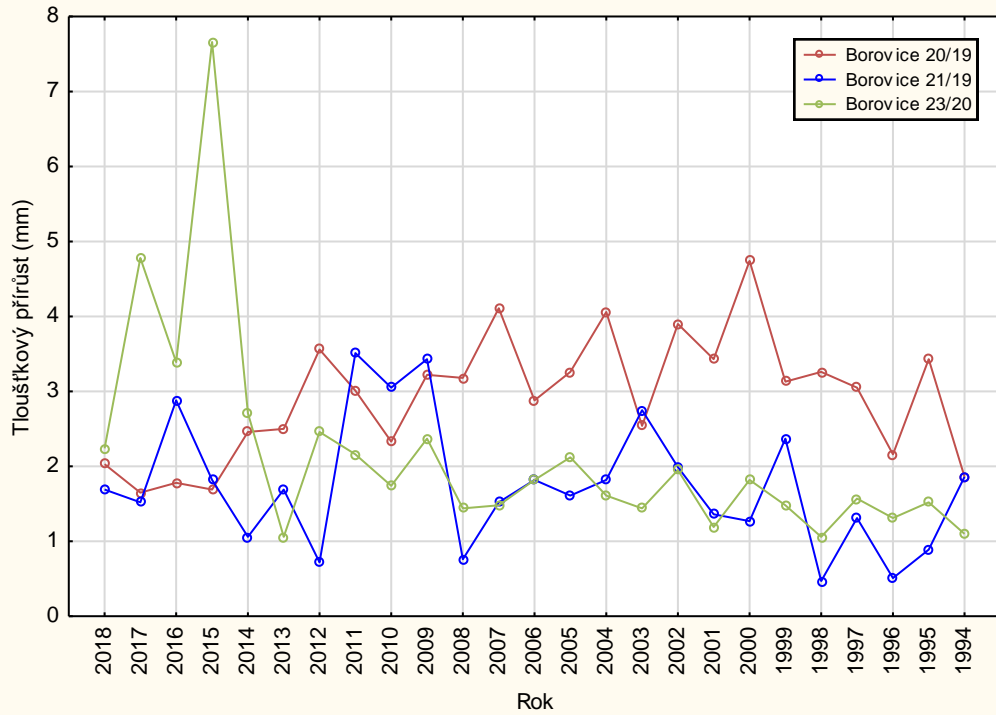
Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,8988$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má poměrně významný vliv (z 90 %) na výšku borovice. V případě smrku je korelační koeficient roven $r = 0,7876$. Zde je patrná přímá závislost výšky smrku na jeho výčetní tloušťce, ovšem pouze na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.

5.4.3. Letokruhové křivky

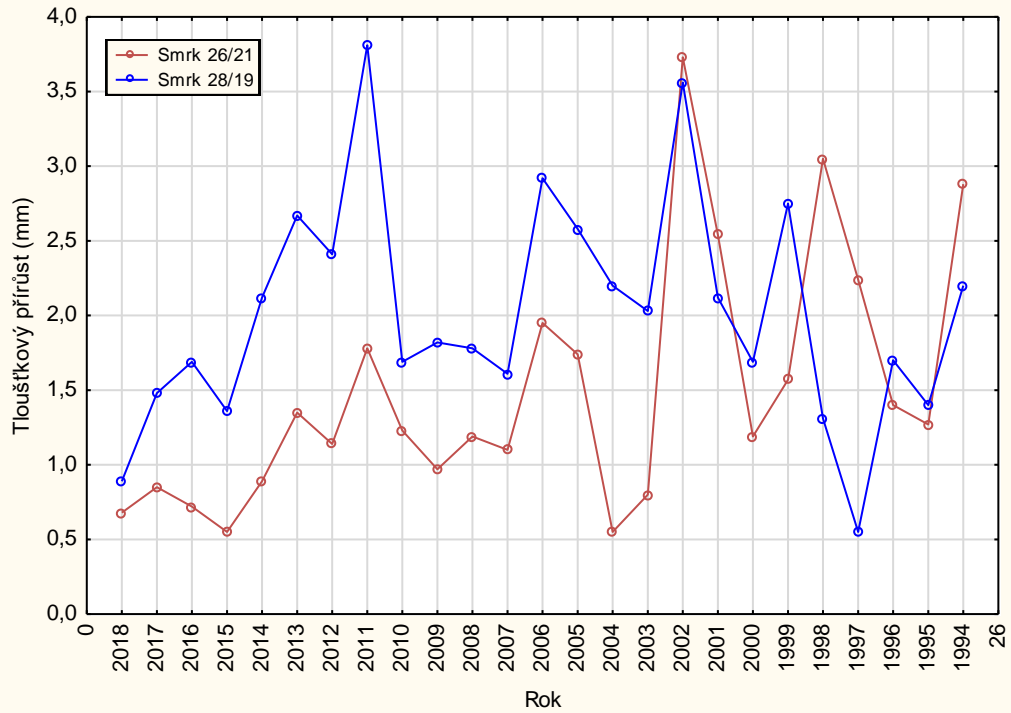
Vzorníky borovice na této ploše zareagovaly na provedený zásah v roce 2003 v dalším roce mírným vzestupem přírůstu asi o 0,2 mm, poté však několik let přírůst klesal. Provedená probírka v roce 2017 měla na přírůst vzorníků minimální vliv, přírůst se snížil v roce 2018 o 0,5 mm. Zajímavá je hodnota přírůstu kolem 7 mm v roce 2015. Po konzultaci s hospodářem bylo zjištěno, že v blízkosti borovice bylo několik smrků, které se v roce 2014 musely asanovat z důvodu napadení lýkožroutem smrkovým. Větší přístup světla mohl iniciovat růst (graf 35).

Vzorníky smrku zvýšily po dvou letech přírůst o 1 mm. Stejně jako u borovice, zásah v roce 2017 měl malý vliv na přírůst vzorníků. Přírůst se v dalším roce snížil o 0,5 mm (graf 36).

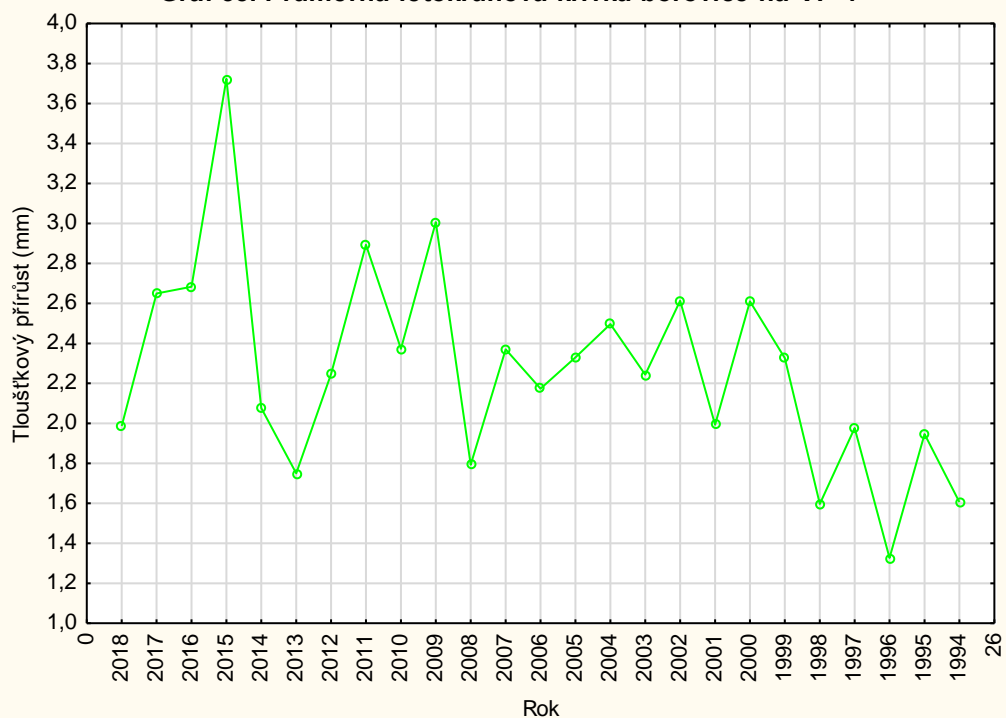
Graf 33: Letokruhová křivka borovic na VP 4



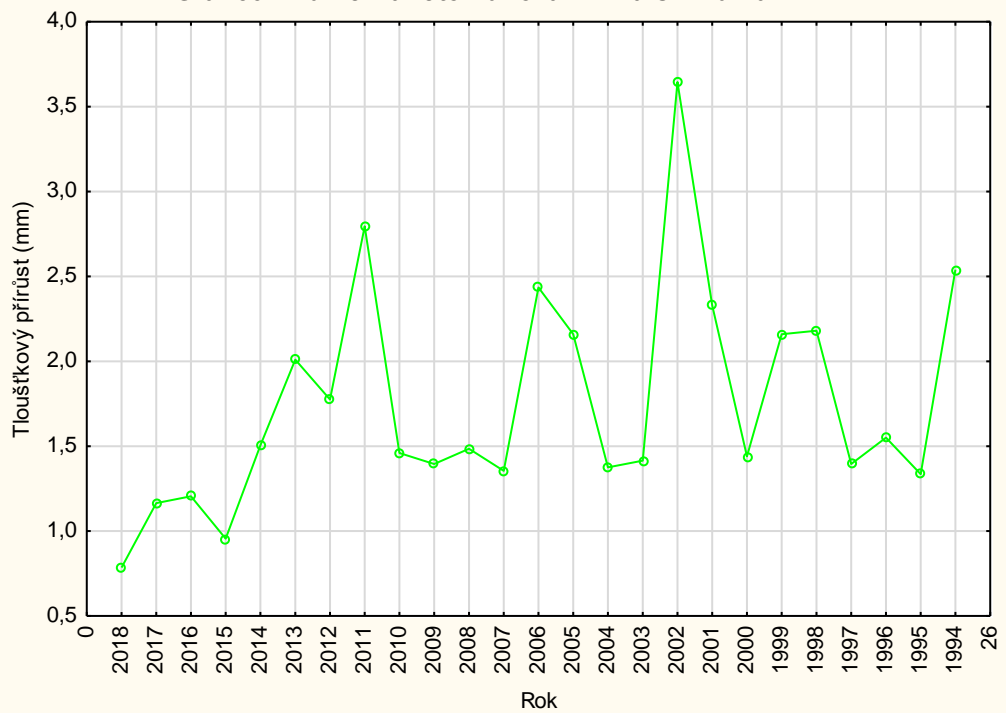
Graf 34: Letokruhová křivka smrků na VP 4



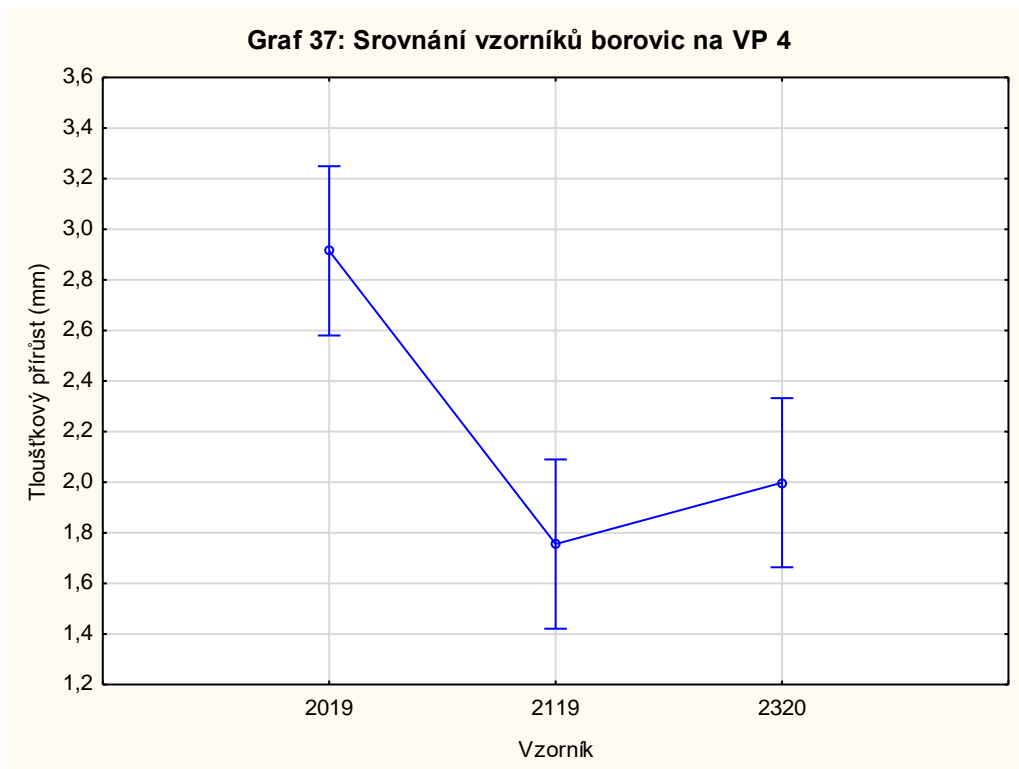
Graf 35: Průměrná letokruhová křivka borovice na VP 4



Graf 36: Průměrná letokruhová křivka smrku na VP 4



5.4.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 4

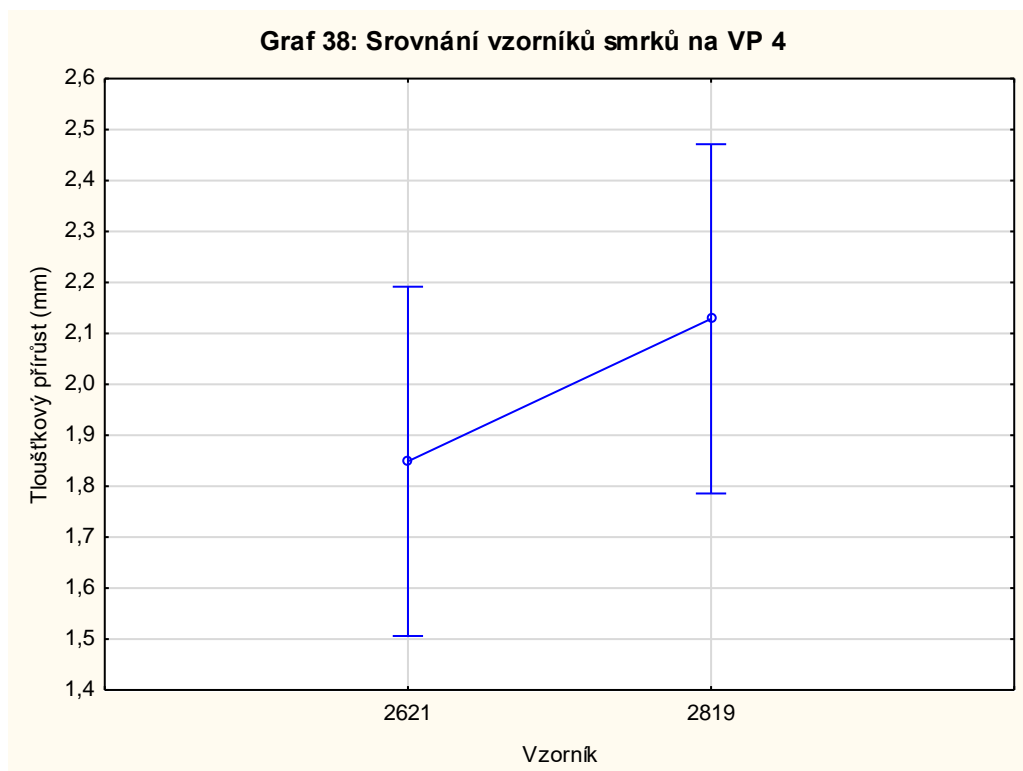


Z grafu 37 je vidět malý rozdíl ve středních hodnotách vzorníků 2119 a 2320, ale mezi vzorníky 2019 a 2119, resp. 2019 a 2320 je rozdíl dosti značný. Vzorník však nevykazoval lepší hodnoty měřených parametrů. Dlouhodobě větší přírůstek mohl být způsoben lepší dostupností živin na stanovišti, neboť se nacházel na rozhraní lesních typů 0Q a 2I. Další posouzení bylo provedeno Scheffeho testem mnohonásobného porovnání (tabulka 19).

Tabulka 19: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků borovic na VP 4

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,99517, df = 102,00				
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}
1	2019	2,9149	1,7557	1,9983
2	2119	0,000024	0,000024	0,597650
3	2320	0,001010	0,597650	

Mnohonásobné porovnání rozptylu vzorníků ukazuje statisticky významné rozdíly mezi vzorníky 2019 a 2119, resp. 2019 a 2320. Statisticky nevýznamné rozdíly byly zjištěny mezi vzorníky 2119 a 2320 při hladině významnosti 0,05.



Graf 38 ukazuje rozdíl mezi vzorníky 2621 a 2819, jenž při rozdílu hodnot 0,3 mm není statisticky významný na hladině významnosti 0,05. Tloušťkový přírůst vzorníků smrku a borovice byl srovnatelný s výjimkou vzorníku 2019.

5.5. VP 5 – porost 7C5

Tabulka 20: Zjištěné a vypočtené porostní veličiny na VP 5

VP5	
	BO
Bonita relativní	3
Věk	56
Zásoba na VP (m ³)	9,01
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	225,25
Tabulková zásoba plného zakmenění (m ³ /ha)	335,00
Kruhová základna na VP (m ²)	1,18
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	29,50
Průměrný štíhl. koef.	0,87
Počet stromů na VP (N)	44,00
Počet stromů na ha (N/ha)	1100,00

Průměrná délka koruny (m)	9,06
Průměrná délka koruny (%)	52,00
Průměrná plocha koruny (m ²)	7,3
Střední tloušťka (cm)	18,61
Střední výška (m)	17,38
Zakmenění	0,67
Zastoupení (%)	100

Tabulka 21: Popisná statistika borovice na VP 5

Borovice	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatost
výčetní tloušťka	18,61	14,00	28,00	8,85	2,97	15,98	1,16	1,61
výška	17,38	12,00	20,20	4,44	2,11	12,12	-0,93	0,39
objem	1,13	0,32	2,40	0,69	0,83	73,82	0,68	-1,66
délka koruny	8,84	7,50	11,10	0,74	0,86	9,75	0,55	-0,23
plocha koruny	7,27	1,20	17,30	15,17	3,89	53,55	0,33	-0,21

Rozptyl hodnot výčetní tloušťky borovic je opět poměrně malý, což je způsobeno mladým věkem porostu (podobně jako u VP 4), který byl donedávna vychovávan v poměrně těsném zápoji. Stejná charakteristika platí pro výšku a délku koruny. Variační koeficient objemu a plochy koruny vyjadřuje vysokou variabilitu rozdělení náhodné veličiny (tabulka 21).

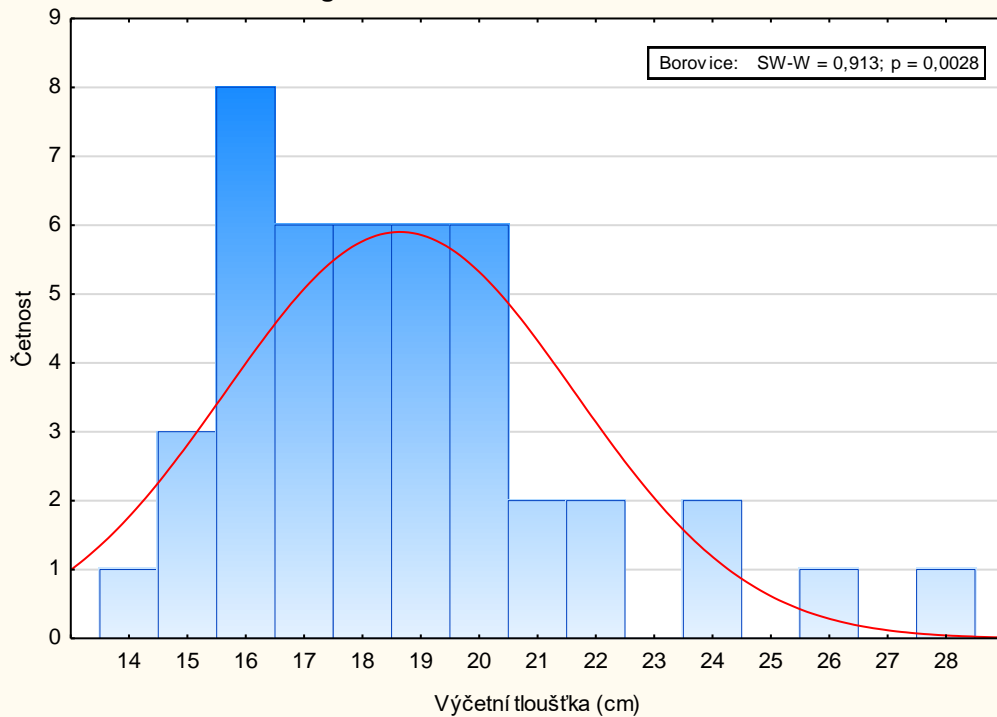
Koeficienty šikmosti a špičatosti výčetní tloušťky borovic ukazují na rozdělení levostranně asymetrické a poměrně špičaté. Rozdělení výšek má borovice pravostranně asymetrické a poněkud plošší.

5.5.1. Ověření normálního rozdělení

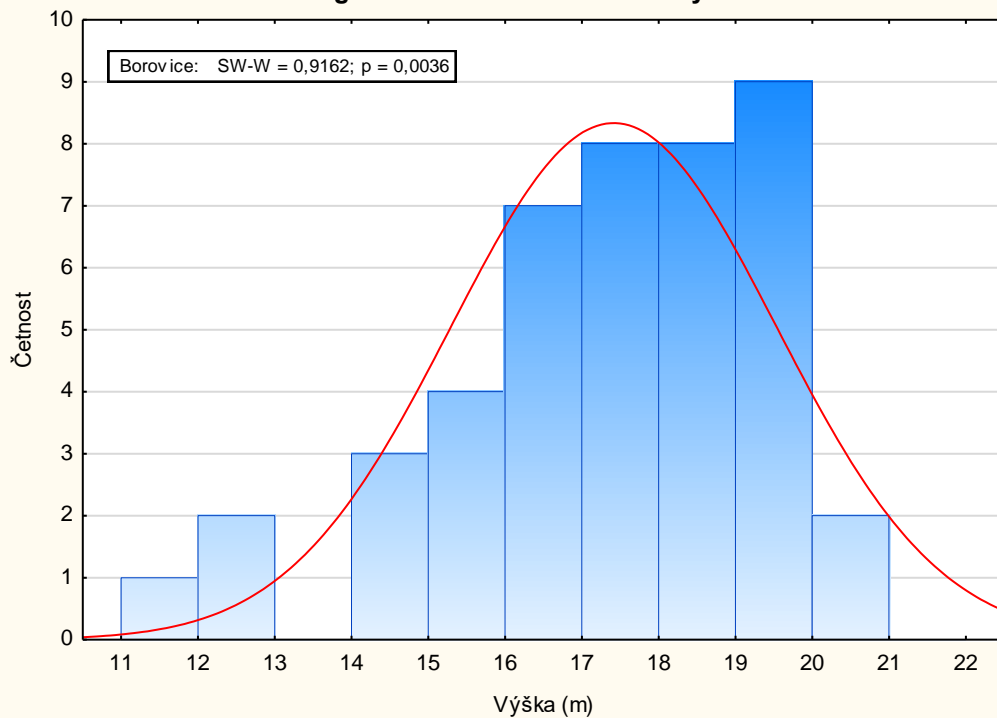
Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Výčetní tloušťka borovice nespňuje podmínku normality $p > 0,05$, neboť $p = 0,0028$ (graf 39). U hodnot výšek také není splněn předpoklad normálního rozdělení, protože hodnota $p = 0,0036$ (graf 40).

Graf 39: Histogram rozdělení stromů dle tloušťek na VP 5



Graf 40: Histogram rozdělení stromů dle výšek na VP 5

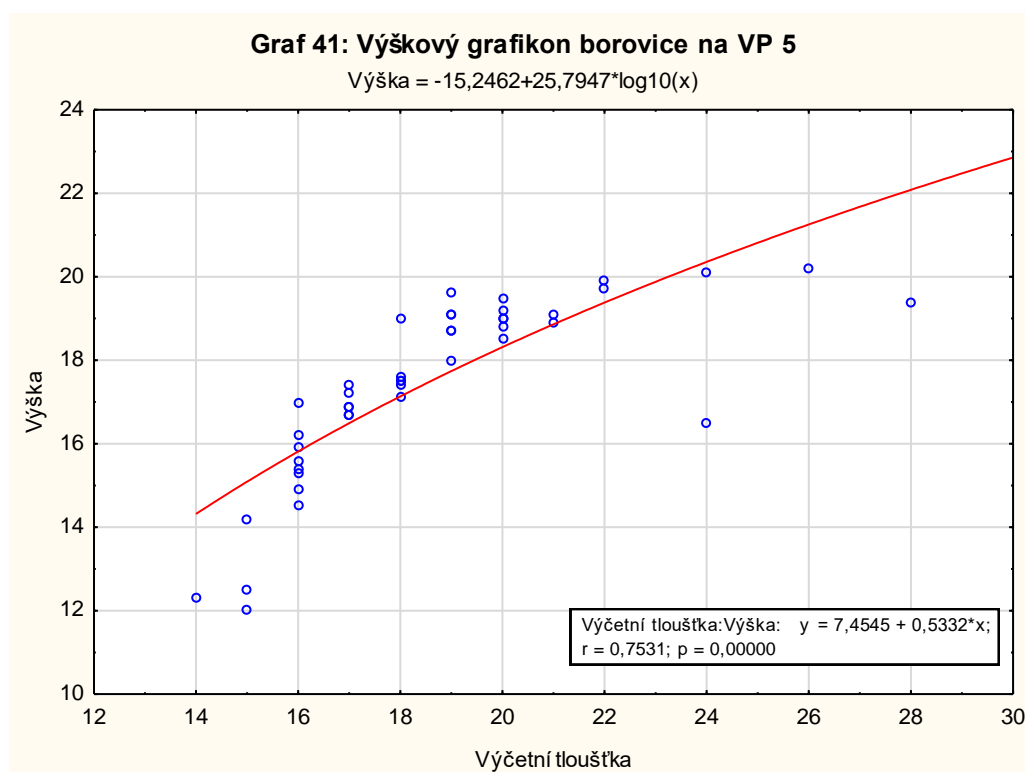


5.5.2. Výškový grafikon

Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce (graf 41) byla proložena logaritmickou funkcí ve tvaru $h = -15,2462 + 25,7947 \cdot \log_{10}(x)$.

Graf ukazuje, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (20 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

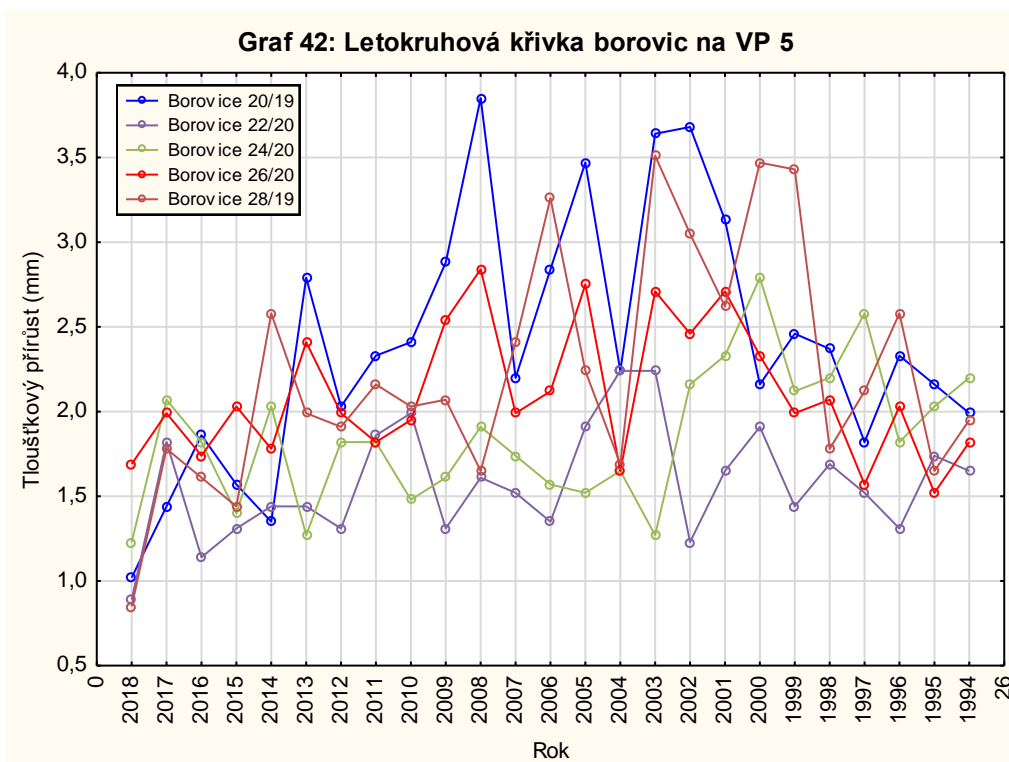
Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,7531$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má poměrně významný vliv (ze 75 %) na výšku borovice., ovšem pouze na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.

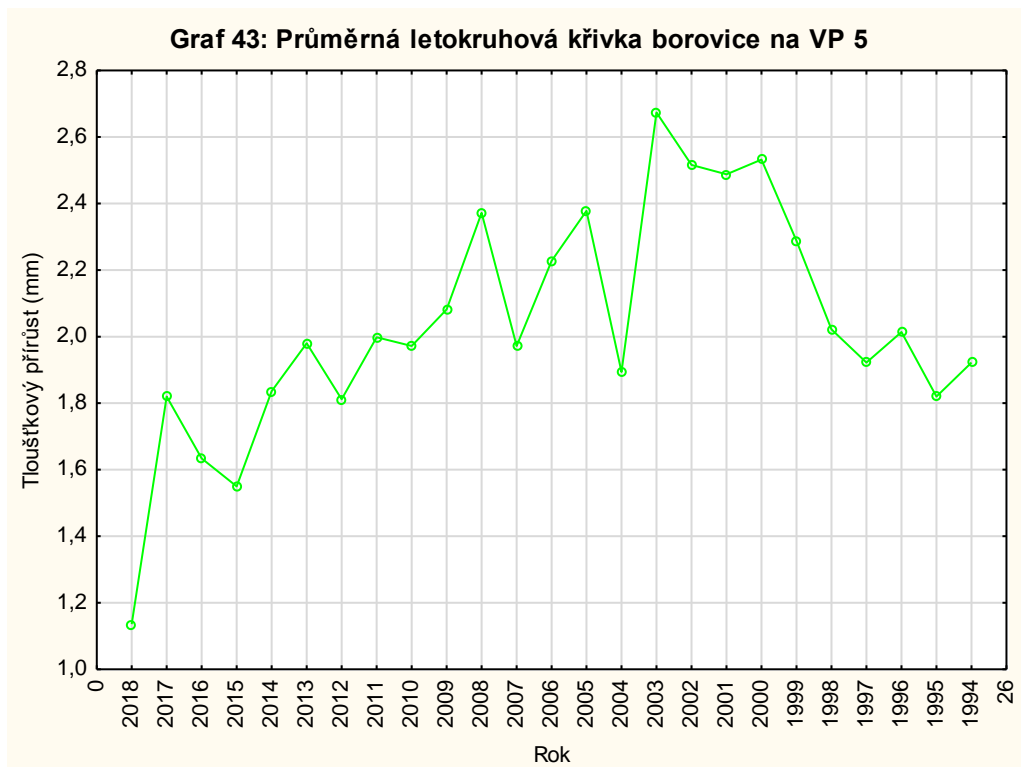


5.5.3. Letokruhové křivky

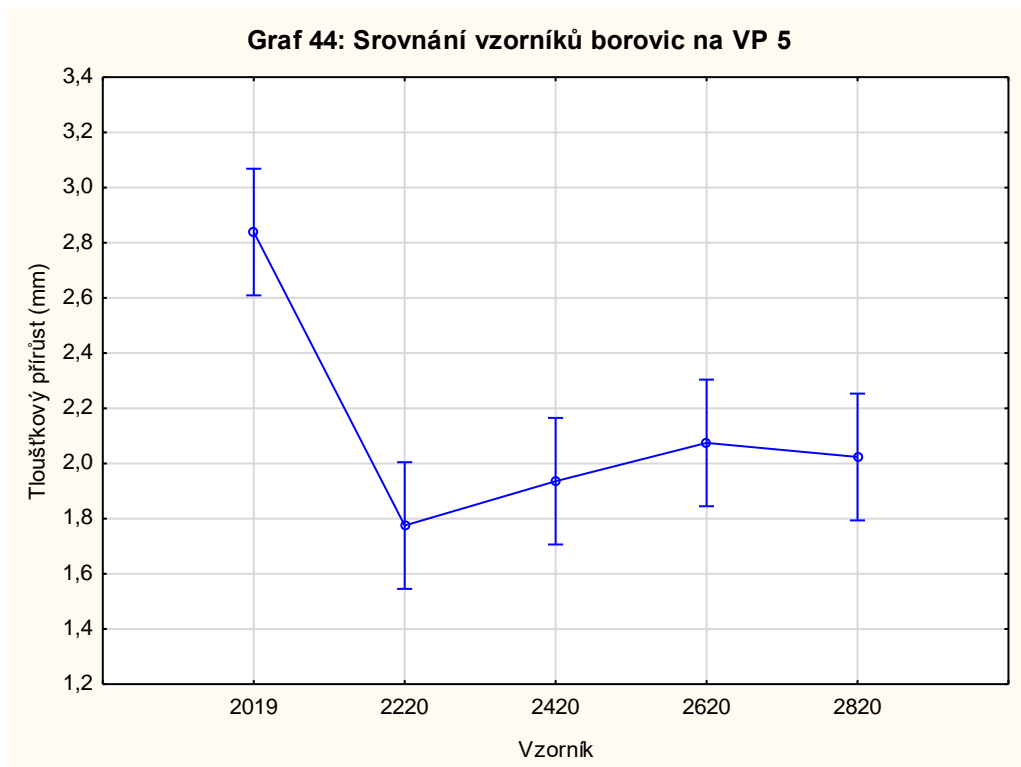
Diferencovaná probírka byla provedena na ploše VP 5 v letech 2003 a 2014. V roce 2004 následoval propad hodnoty přírůstu o 0,8 mm, ale v roce 2005

byl pozorován vzestup o 0,6 mm. Podobně tomu bylo při probírkovém roce 2014. V roce 2015 je patrné snížení přírůstu o 0,2 mm, v letech 2016 a 2017 zvýšení přírůstu o 0,2 mm. V roce 2018 se snížil přírůst o 0,6 mm. Příčinou mohlo být extrémně suché počasí od dubna do září. Dále je zajímavý propad přírůstu v roce 2003. V roce 2002 byly velké povodně na území České republiky. Přisun srážek byl ve vegetačním období značný, ale počasí bylo poměrně chladné (graf 43).





5.5.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 5



Z grafu 44 je patrná velká podobnost ve střední hodnotě přírůstu mezi všemi vzorníky mimo vzorníku 2019. Ten se svým přírůstem liší od ostatních o přibližně 0,8 mm. Vzorník 2019 měl dobře vyvinutou, rovnoměrně rozloženou a dlouhou korunu (10,5 m).

Tabulka 22: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků borovic na VP 5

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = ,47336, df = 170,00						
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	2019	2,8389	1,7751	1,9357	2,0746	2,0234
2	2220	0,00000	0,00000	0,91637	0,50862	0,68493
3	2420	0,00001	0,91637		0,94940	0,99070
4	2620	0,00040	0,50862	0,94940		0,99885
5	2820	0,00012	0,68493	0,99070	0,99885	

Mnohonásobné porovnání Scheffeho testem vyhodnocuje, že statisticky významný rozdíl středních hodnot přírůstů vzorníků je mezi 2019 a všemi ostatními a naopak. Statisticky nevýznamný rozdíl je mezi vzorníky 2220, 2420, 2620 a 2820 i v jejich kombinaci, a to na hladině významnosti 0,05 (tabulka 22).

5.6. VP 6 – porost 4C8

Tabulka 23: Zjištěné a vypočtené veličiny na VP 6

VP6	
	BO
Bonita relativní	3
Věk	87
Zásoba na VP (m ³)	16,42
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	410,50
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	442,00
Kruhová základna na VP (m ²)	1,74
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	43,60
Průměrný štíhl. koef.	0,77
Počet stromů na VP (N)	32,00
Počet stromů na ha (N/ha)	800,00
Průměrná délka koruny (m)	4,53
Průměrná délka koruny (%)	22,00
Průměrná plocha koruny (m ²)	9,3
Střední tloušťka (cm)	26,39

Střední výška (m)	20,09
Zakmenění	0,93
Zastoupení (%)	100

Tabulka 24: Popisná statistika borovice na VP 6

Borovice	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatos t
výčetní tloušťka	26,39	20,00	34,00	14,03	3,75	14,19	0,28	-0,73
výška	20,09	17,40	23,40	4,56	2,14	10,63	0,42	-1,64
objem	2,05	0,75	3,60	1,12	1,06	51,48	0,30	-1,08
délka koruny	4,43	3,00	6,00	0,54	0,74	16,65	0,16	-0,52
plocha koruny	9,32	1,50	16,20	11,02	3,32	35,62	-0,12	0,08

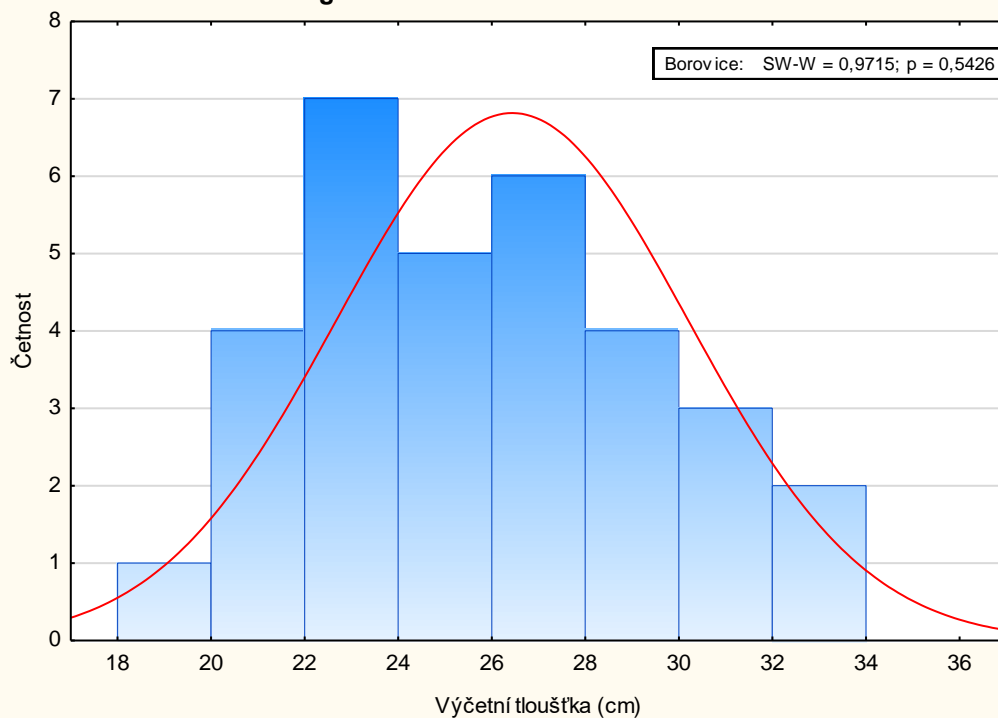
Střední hodnota výšky se zdá být poměrně nízká. Výzkumná plocha byla v porostu situována na zaobleném vrchu, kde bylo na množství skeletu patrné skalnaté podloží. Borovice tím mohla mít ztížené růstové podmínky. Tomu odpovídá i střední hodnota délky koruny.

5.6.1. Ověření normálního rozdělení

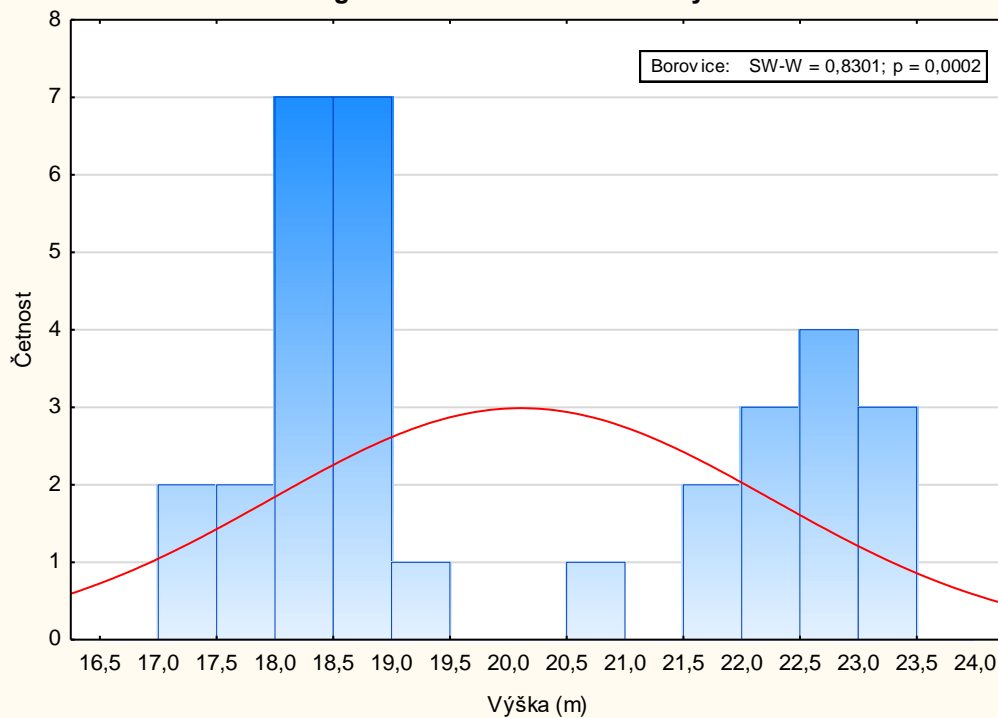
Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Výčetní tloušťka borovice splňuje podmínku normality $p > 0,05$, neboť $p = 0,5426$ (graf 45). U hodnot výšek není splněn předpoklad normálního rozdělení, protože hodnota $p = 0,0002$ (graf 46).

Graf 45: Histogram rozdělení stromů dle tloušťek na VP 6



Graf 46: Histogram rozdělení stromů dle výšek na VP 6

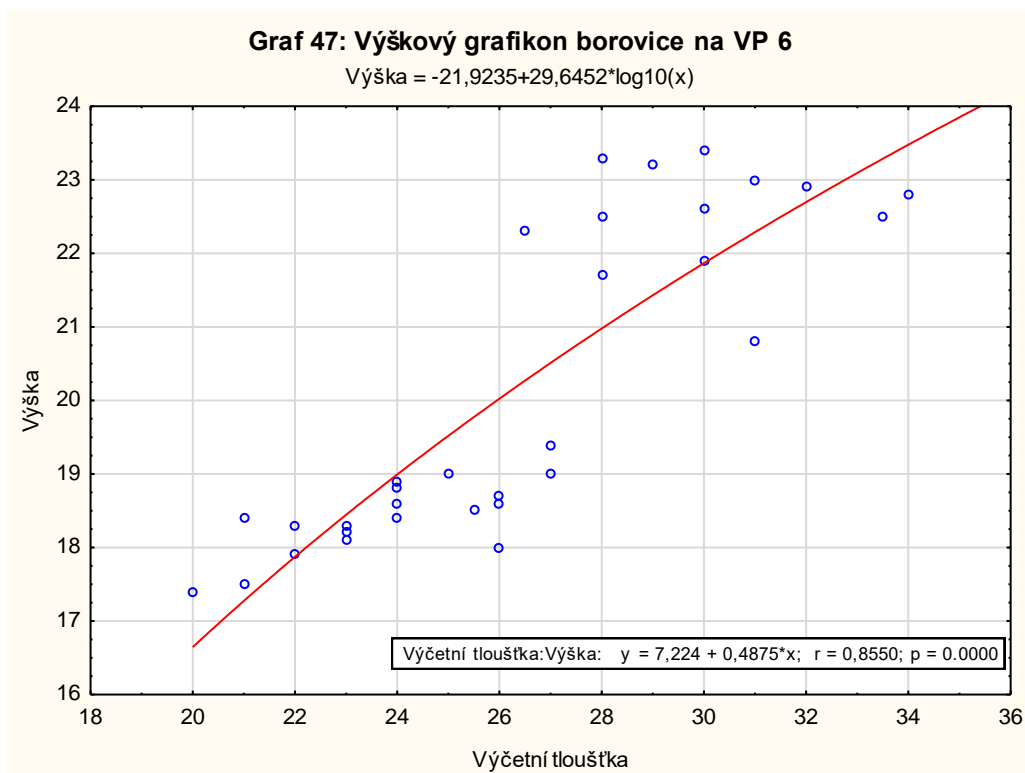


5.6.2. Výškový grafikon

Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce (graf 47) byla proložena logaritmickou funkcí ve tvaru $h = -21,9235 + 29,6452 \cdot \log_{10}(x)$.

Graf ukazuje, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (asi 23 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,8550$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má poměrně významný vliv (z 86 %) na výšku borovice., ovšem pouze na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.



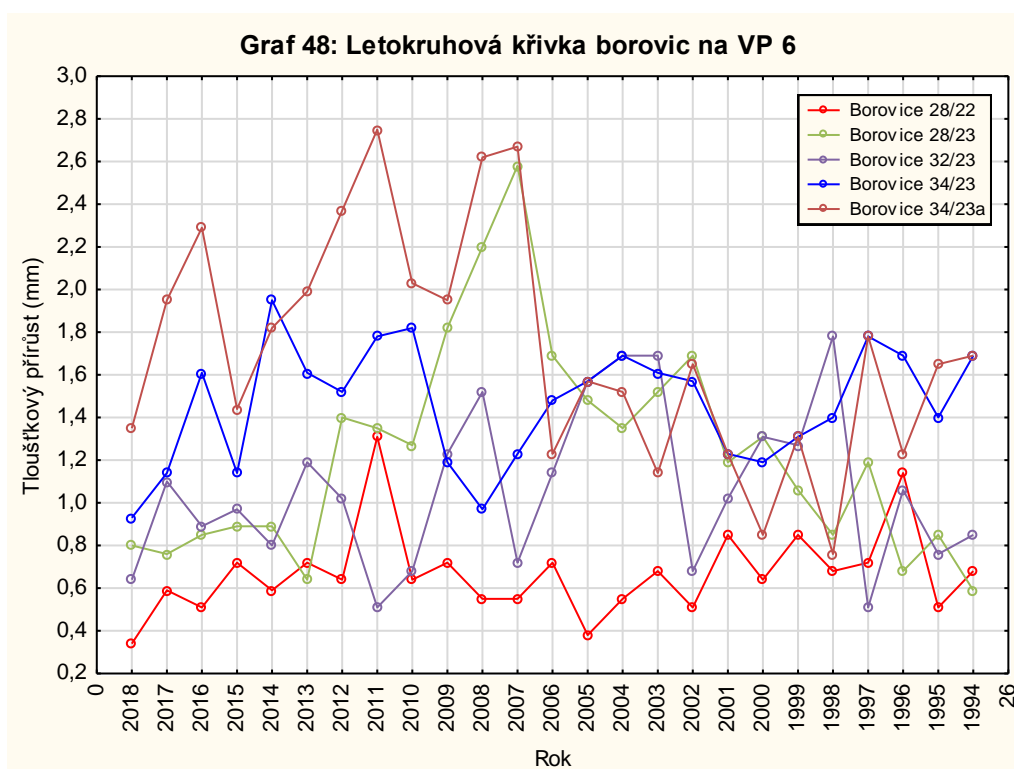
5.6.3. Letokruhové křivky

Po probírce v roce 1998 se zvedl tloušťkový přírůst vzorníků borovic v průměru o 0,1 mm. V dalším roce se klesl o 0,1 mm a v dalších letech stoupal až do roku 2004, kdy dosáhl 1,35 mm.

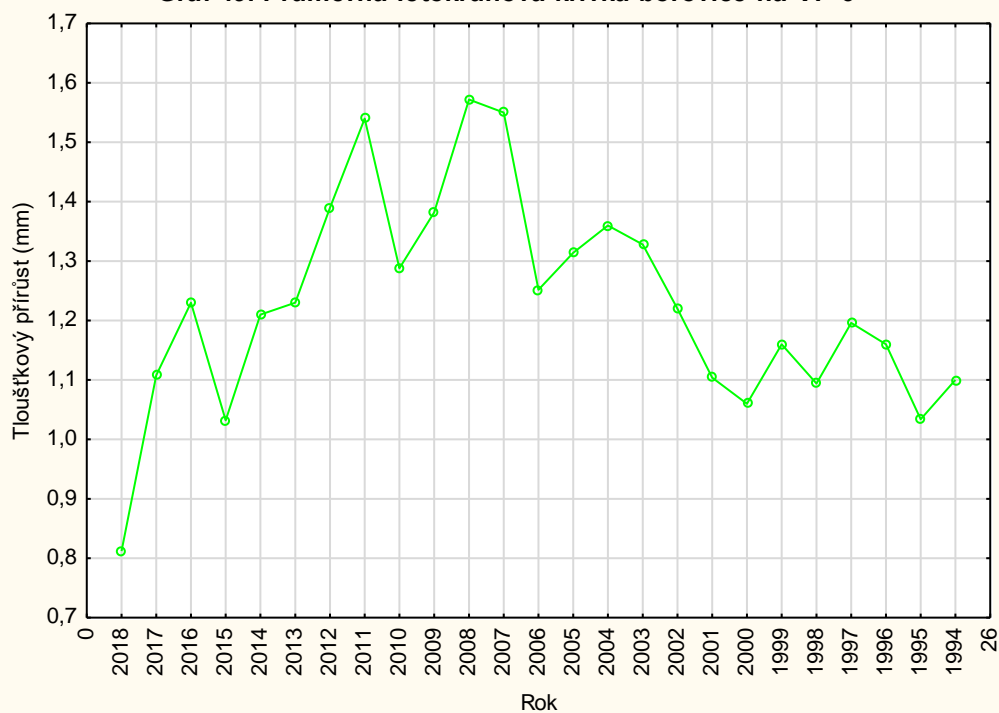
V roce 2005 byla realizována opět diferencovaná probírka. Následující rok po zásahu klesl přírůst o 0,1 mm, posléze ale stoupal až k hodnotě 1,6 mm.

V roce 2013 byl proveden další zásah, po kterém přírůst klesl na hodnotu cca 1 mm a poté vzrostl na hodnotu 1,6 mm v roce 2016.

Lze vypořadovat, že probírky jistý vliv na přírůst měly, a to nejvíce v roce 2005 (grafy 48 a 49).

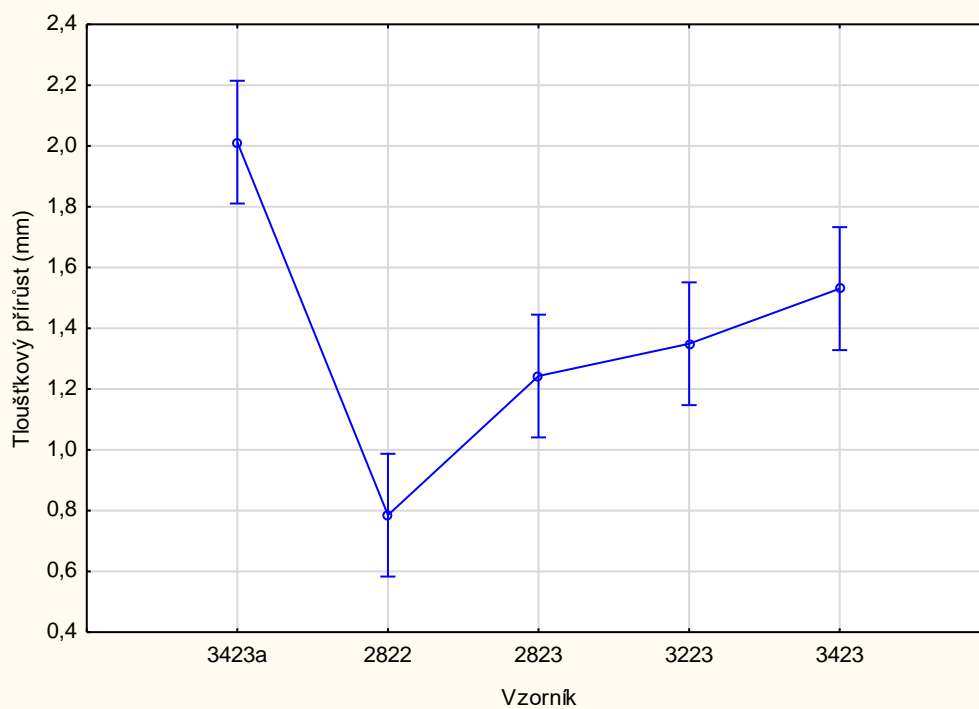


Graf 49: Průměrná letokruhová křivka borovice na VP 6



5.6.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 6

Graf 50: Srovnání vzorníků borovic na VP 6



Graf 50 zobrazuje určitou podobnost mezi středními hodnotami vzorníků 2823, 3223 a 3423. Výrazně odlišná hodnota přírůstu u vzorníku 3423a mohla souviset s dlouhou a symetrickou korunou tohoto vzorníku (délka koruny 6 m a šířky 4,1 a 3,9 m). Vzorník měl nejdelší korunu ze všech stromů na ploše. Pro zpřesnění byla užitá metoda mnohonásobného porovnání Scheffeho testem.

Tabulka 25: Scheffeho test mnohonásobného porovnání borovic na VP 6

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = ,36684, df = 170,00						
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		2,0126	,78514	1,2431	1,3491	1,5306
1	3423a		0,00000	0,00002	0,00052	0,02891
2	2822	0,00000		0,04430	0,00555	0,00005
3	2823	0,00002	0,04430		0,96966	0,41708
4	3223	0,00052	0,00555	0,96966		0,81377
5	3423	0,02891	0,00005	0,41708	0,81377	

Na hladině významnosti 0,05 byla zjištěna statisticky nevýznamná rozdílnost ve středních hodnotách vzorníků 2823 a 3223, 3223 a 3423, 2823 a 3423. U všech ostatních variant byly zjištěny statisticky významné rozdíly.

5.7. VP 7 – porost 5A10

Tabulka 26: Zjištěné a vypočtené veličiny na VP 7

VP7	
	SM
Bonita relativní	4
Věk	107
Zásoba na VP (m ³)	21,32
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	533,00
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	582,00
Kruhová základna na VP (m ²)	2,03
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	50,69
Průměrný štíhl. koef.	0,80
Počet stromů na VP (N)	36,00
Počet stromů na ha (N/ha)	900,00
Průměrná délka koruny (m)	5,42
Průměrná délka koruny (%)	26,00
Průměrná plocha koruny (m ²)	15,4
Střední tloušťka (cm)	26,96

Střední výška (m)	20,33
Zakmenění	0,92
Zastoupení (%)	100

Tabulka 27: Popisná statistika smrku na VP 7

Smrk	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatos t
výčetní tloušťka	26,96	19,00	34,00	12,15	3,49	12,93	-0,09	-0,40
výška	20,33	16,90	25,50	9,79	3,13	15,39	0,55	-1,44
objem	2,67	0,22	5,94	3,22	1,80	67,38	0,56	0,42
délka koruny	5,29	3,90	7,00	0,82	0,90	17,08	0,27	-1,13
plocha koruny	15,41	4,50	34,70	39,58	6,29	40,83	1,06	1,75

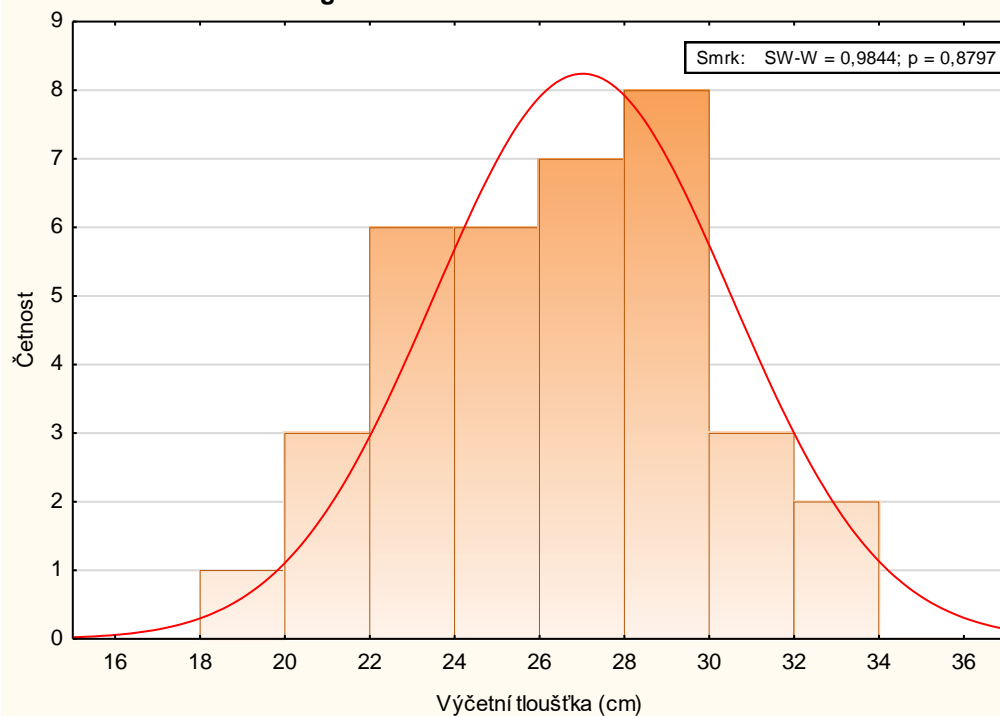
Variační koeficient, určující míru rozrůznění hodnot náhodné veličiny, vykazuje nejvyšší hodnoty u objemu a plochy koruny. Velké rozdíly mezi minimální a maximální hodnotou plochy koruny mohou být zapříčiněny omezeným růstovým prostorem pro některé jedince. To pak způsobuje zkracování délek a hlavně šířek korun (tabulka 27).

5.7.1. Ověření normálního rozdělení

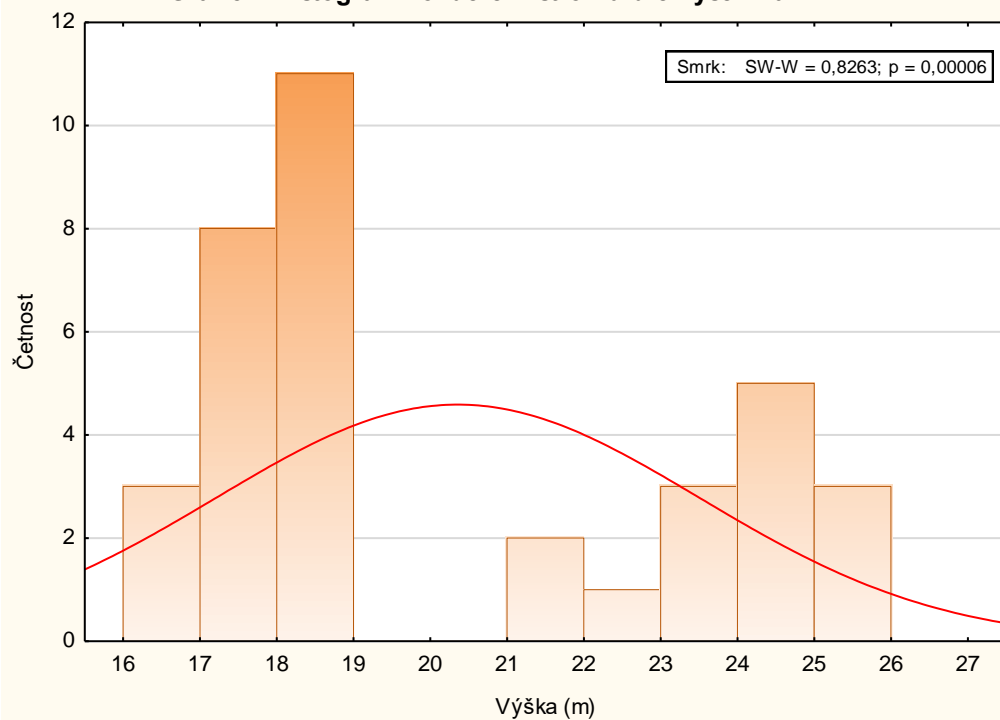
Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Výčetní tloušťka smrku splňuje podmínku normality $p > 0,05$, neboť $p = 0,8797$ (graf 51). U hodnot výšek není splněn předpoklad normálního rozdělení, protože hodnota $p = 0,0006$ (graf 40).

Graf 51: Histogram rozdělení stromů dle tloušťek na VP 7



Graf 52: Histogram rozdělení stromů dle výšek na VP 7

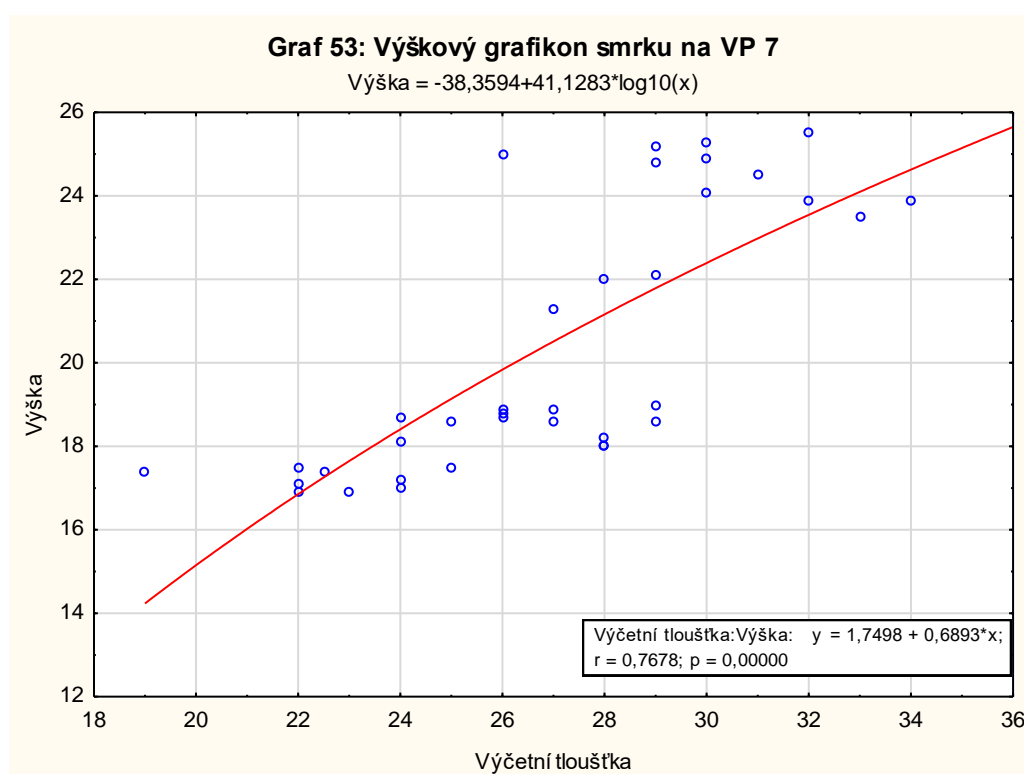


5.7.2. Výškový grafikon

Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce (graf 53) byla proložena logaritmickou funkcí ve tvaru $h = -38,3594 + 41,1283 \cdot \log_{10}(x)$.

Graf 53 ukazuje, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (asi 26 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,7678$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má poměrně významný vliv (ze 77 %) na výšku borovice, ovšem pouze na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.

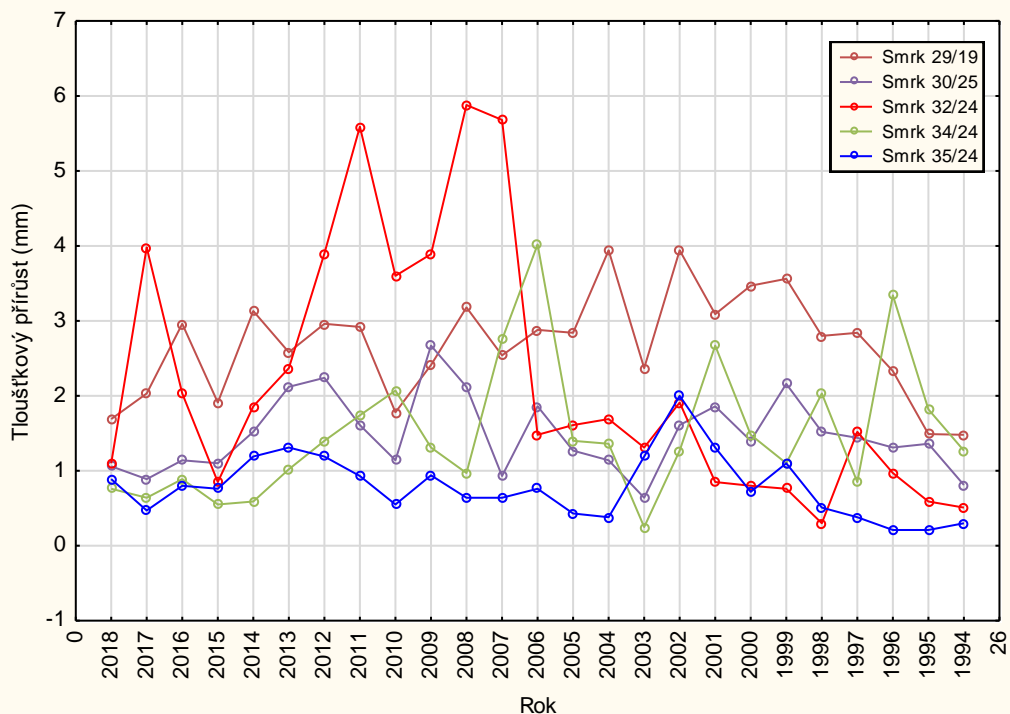


5.7.3. Letokruhové křivky

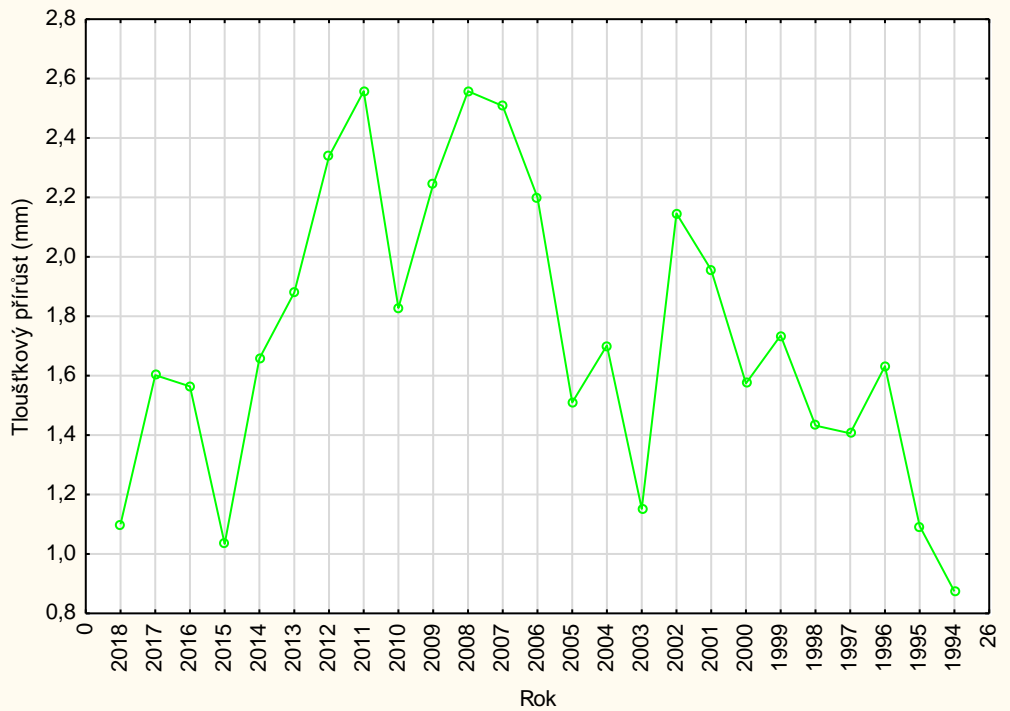
Průměrný přírůst všech vzorníků smrku byl ovlivněn probírkami z let 1997, 2005 a 2014. Po první probírce se přírůst postupně zvyšoval ze 1,4 mm až na 2,2 mm. V roce 2003 následoval propad na 1,2 mm. Další zásah v roce 2005 inicioval vzestup přírůstu až na 2,6 mm v roce 2008, po kterém opět následoval propad na 1,8 mm v roce 2010. V roce 2011 stoupla hodnota přírůstu na 2,6 mm a od tohoto roku se snižovala hodnota přírůstu až na 1 mm v roce 2015. V roce

2014 byl proveden další výchovný zásah, po němž došlo k zvýšení přírůstu na hodnotu 1,6 mm (grafy 54 a 55).

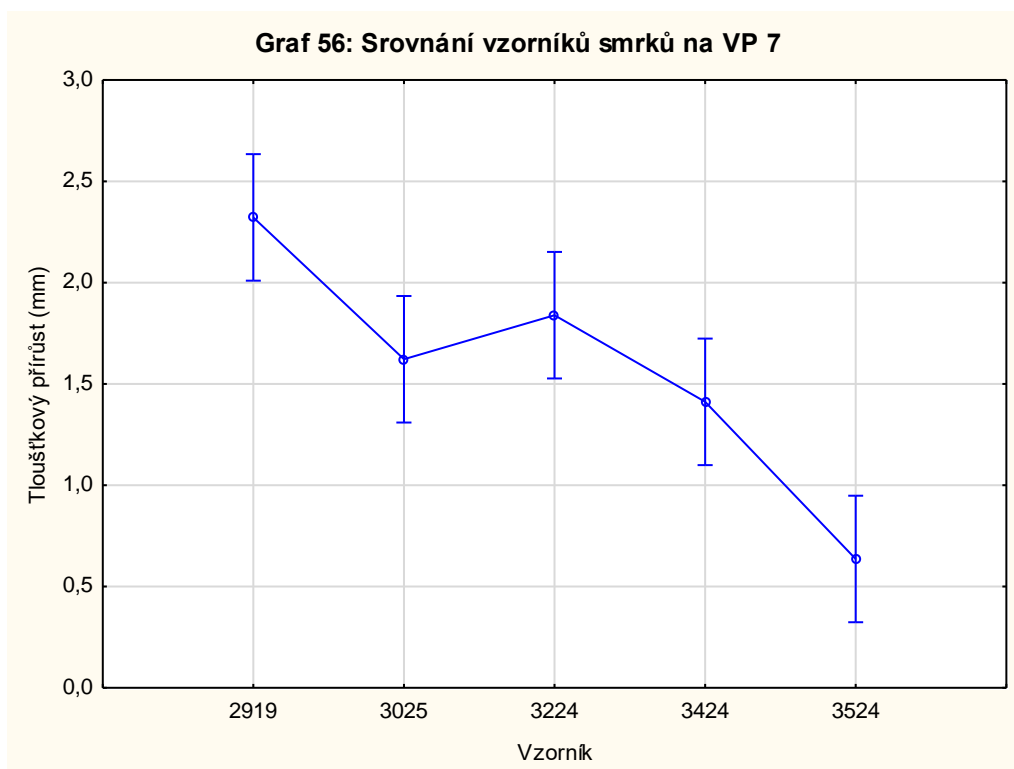
Graf 54: Letokruhová křivka smrků na VP 7



Graf 55: Průměrná letokruhová křivka smrků na VP 7



5.7.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 7



Z grafu 56 lze vypočítat podobnost mezi vzorníky 3025 a 3224, případně 3424. Vzorník 2919 vykazoal po celých 25 let stabilně vysoký přírůst, což může být dáno lepším zásobením vodou (v jeho blízkosti probíhá vodoteč). Ostatní naměřené hodnoty nevybočovaly z průměru hodnot na ploše. Pro přesnější výsledky byl použit Scheffeho test mnohonásobného porovnání.

Tabulka 28: Scheffeho test mnohonásobného porovnání vzorníků smrku na VP 7

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = ,87610, df = 170,00						
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		2,3223	1,6220	1,8394	1,4117	,63600
1	2919		0,04814	0,32839	0,00316	0,00000
2	3025	0,04814		0,91769	0,92653	0,00098
3	3224	0,32839	0,91769		0,45740	0,00021
4	3424	0,00316	0,92653	0,45740		0,01988
5	3524	0,00000	0,00098	0,00021	0,01988	

Scheffeho test vyhodnotil jako statisticky významné rozdíly mezi vzorníky 2919 a 3025, 2919 a 3424, 2919 a 3524, 3025 a 3524, 2919 a 3424, 3424

a 3524. Statisticky nevýznamné rozdíly vypočítal u vzorníků 2919 a 3224, 3025 a 3224, 3025 a 3424, 3224 a 3424. Vše bylo vypočteno při hladině významnosti 0,05.

5.8. VP 8 – porost 8A10

Tabulka 29: Zjištěné a vypočtené veličiny na VP 8

VP8	
	SM
Bonita relativní	4
Věk	107
Zásoba na VP (m ³)	22,13
Zásoba na hektar (m ³ /ha)	553,25
Tabulková zásoba plného zakm. (m ³ /ha)	582,00
Kruhová základna na VP (m ²)	2,04
Kruhová základna na ha (m ² /ha)	51,11
Průměrný štíhl. koef.	0,76
Počet stromů na VP (N)	33,00
Počet stromů na ha (N/ha)	825,00
Průměrná délka koruny (m)	8,96
Průměrná délka koruny (%)	41,00
Průměrná plocha koruny (m ²)	10,1
Střední tloušťka (cm)	28,2
Střední výška (m)	21,4
Zakmenění	0,95
Zastoupení (%)	100

Tabulka 30: Popisná statistika smrku na VP 8

Smrk	Popisná statistika							
	Stř. hodn.	Min	Max	Rozptyl	Směr. odch.	Var. koef.	Šikmost	Špičatos t
výčetní tloušťka	28,20	22,00	38,00	18,83	4,34	15,39	0,51	-0,18
výška	21,40	17,70	25,10	5,02	2,24	10,46	0,43	-0,95
objem	2,46	1,07	4,83	1,30	1,14	46,33	1,05	1,48
délka koruny	8,81	6,40	10,80	1,03	1,02	11,54	-0,28	-0,13
plocha koruny	10,06	4,40	18,80	16,54	4,07	40,41	0,69	-0,42

Variační koeficient, určující míru rozrůznění hodnot náhodné veličiny, vykazuje nejvyšší hodnoty u objemu a plochy koruny. Velké rozdíly mezi minimální a maximální hodnotou plochy koruny mohou být zapříčiněny omezeným růstovým prostorem pro některé jedince. To pak způsobuje zkracování délek a hlavně šířek korun (tabulka 30).

Koeficienty šikmosti a špičatosti vysvětlují, jak se hodnoty veličiny odlišují od normálního rozdělení. U výčetní tloušťky smrku je rozdělení levostranně asymetrické a poměrně špičaté. U výšek smrku je rozdělení četností mírně pravostranně asymetrické a poměrně ploché.

5.8.1. Ověření normálního rozdělení

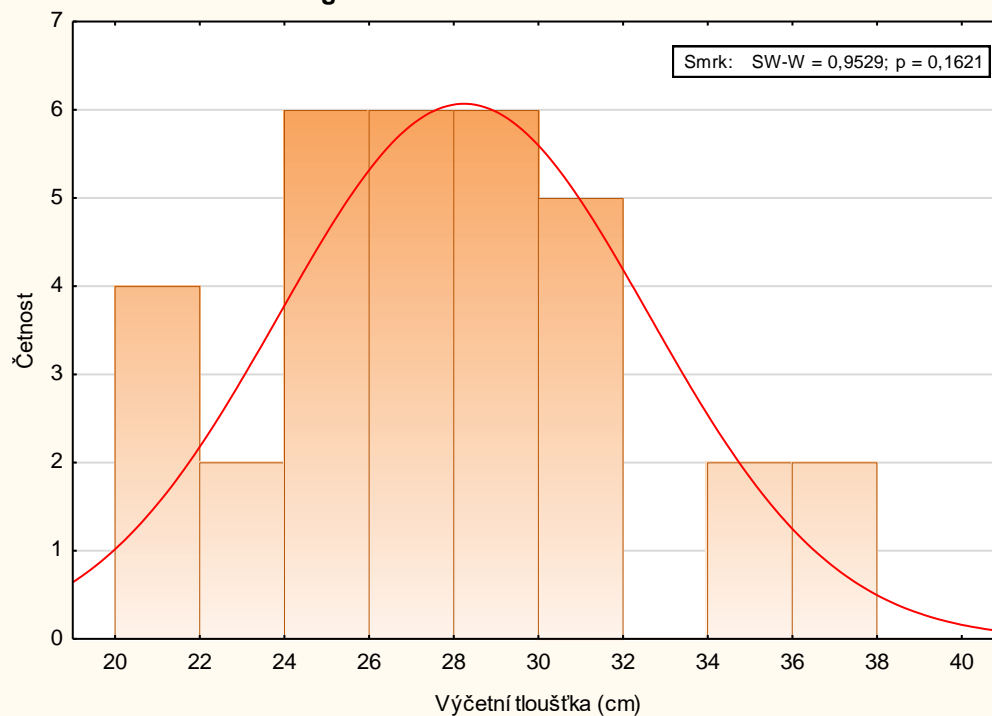
Pro ověření, zda mají hodnoty výčetní tloušťky a výšky normální rozdělení, bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Ten je doporučován pro velikost výběru $n \leq 50$. Aby byla splněna normalita rozdělení, musí být $p > 0,05$.

Výčetní tloušťka smrku splňuje podmínku normality $p > 0,05$, neboť $p = 0,1621$ (graf 57). U hodnot výšek není splněn předpoklad normálního rozdělení, protože hodnota $p = 0,0081$ (graf 58).

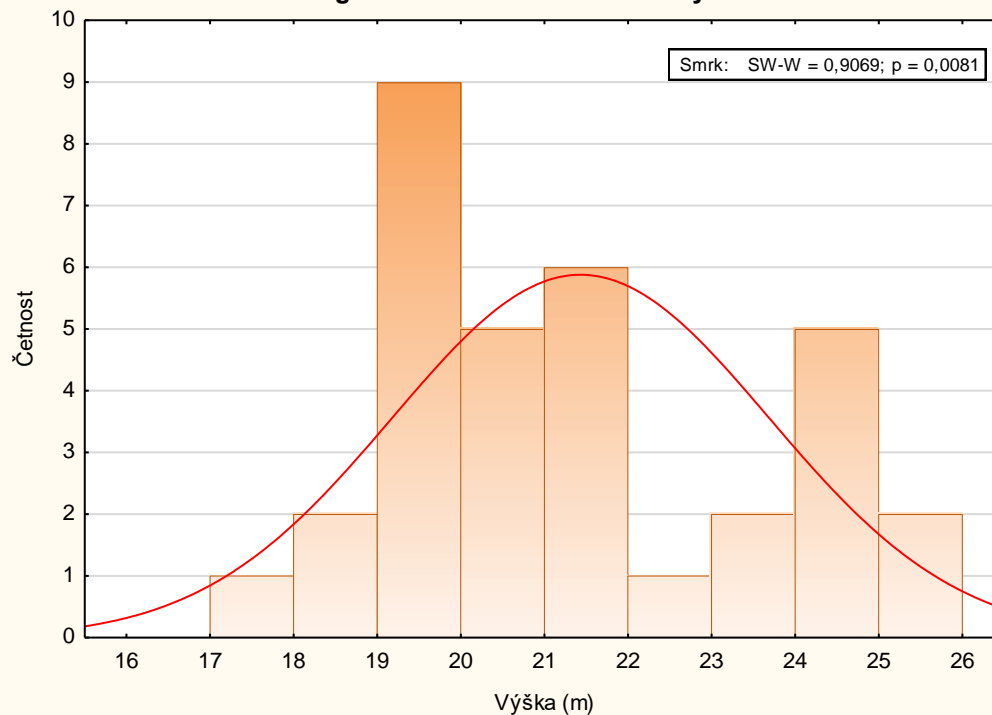
Výčetní tloušťka byla rozdělena nejčastěji do tloušťkových stupňů 24, 26 a 28.

Výška stromů byla nejčastěji 20 m.

Graf 57: Histogram rozdělení stromů dle tloušťek na VP 8



Graf 58: Histogram rozdělení stromů dle výšek na VP 8

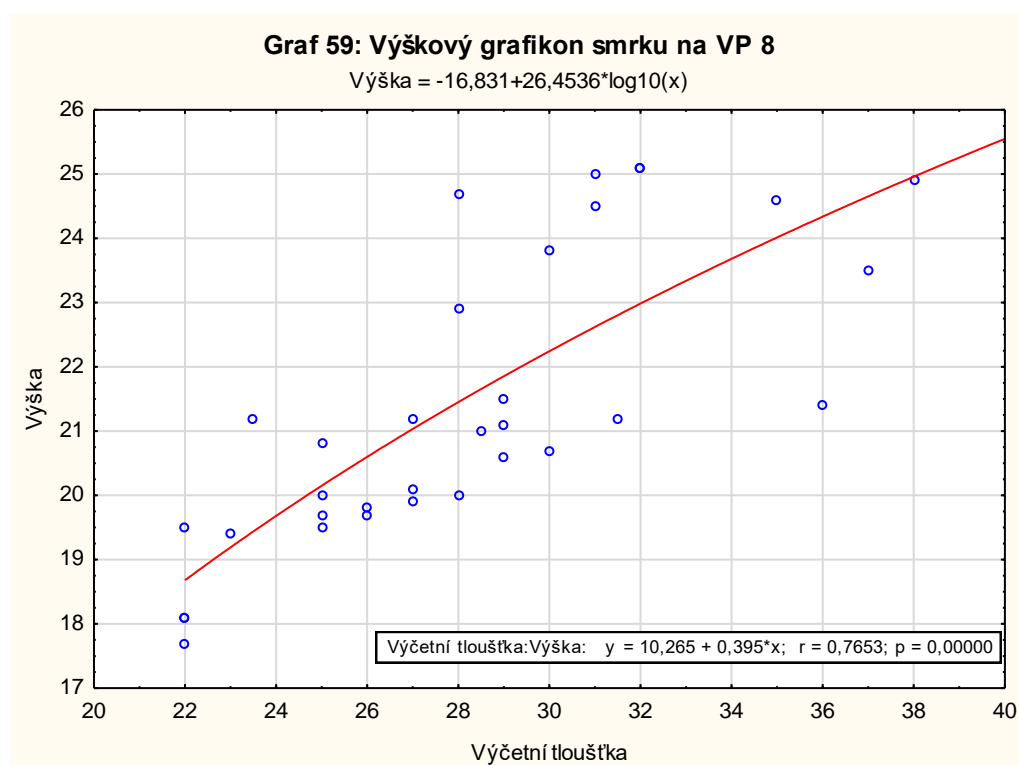


5.8.2. Výškový grafikon

Závislost výšky stromu na jeho výčetní tloušťce (graf 59) byla proložena logaritmickou funkcí ve tvaru $h = -16,831 + 26,4536 \cdot \log_{10}(x)$.

Graf ukazuje, že s rostoucí tloušťkou stromu stoupá jeho výška jen do určité hodnoty (asi 25 m), dále se zvyšuje jen pozvolna a asymptoticky se přibližuje k maximální hodnotě.

Korelační koeficient u borovice je roven $r = 0,7653$, z čehož lze usoudit, že výčetní tloušťka má poměrně významný vliv (ze 77 %) na výšku borovice, ovšem pouze na hladině pravděpodobnosti $p < 0,05$.



5.8.3. Letokruhové křivky

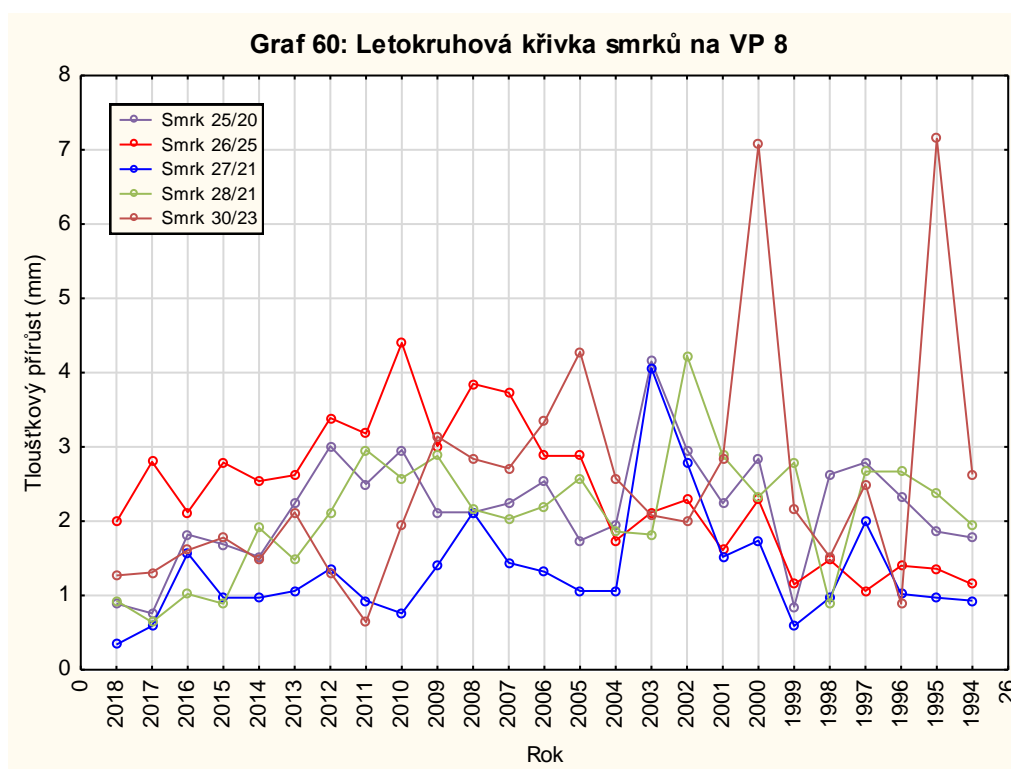
Výchovné zásahy formou diferencované probírky byly vykonány v letech 1996, 2003 a 2010.

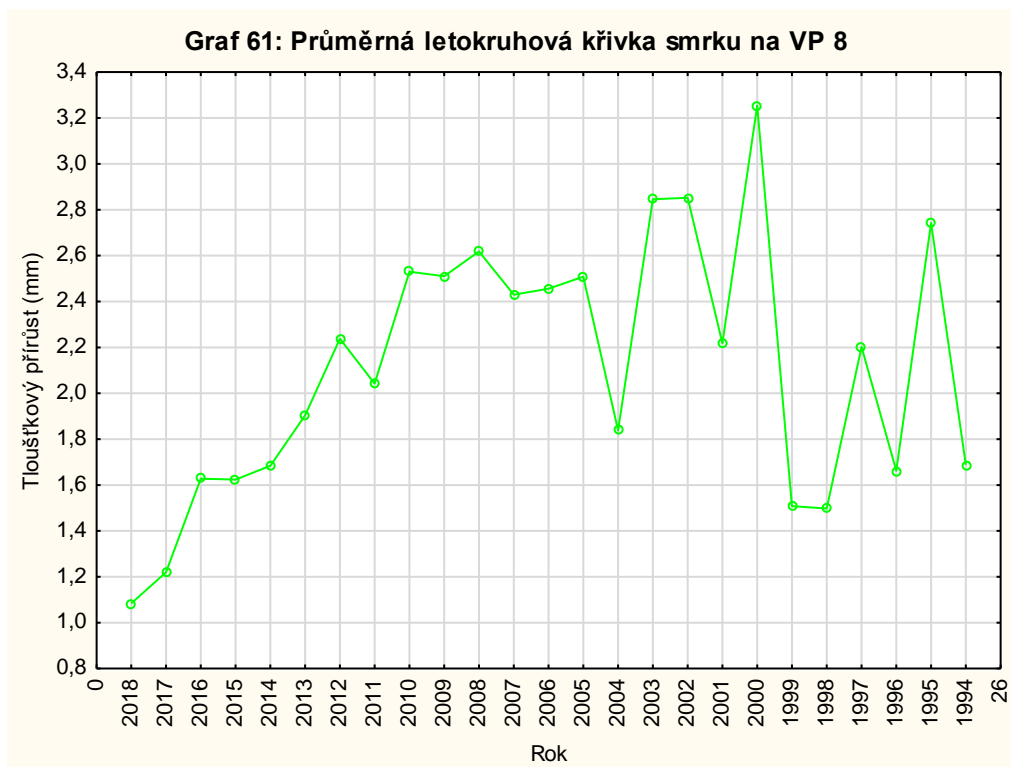
Po prvním zásahu v roce 1996 se přírůst zvýšil ze 1,6 mm na 2,2 mm v roce 1997. V roce 1998 však následoval pokles na 1,5 mm. V roce 1999 vzrostl přírůst opět, a to až na 3,2 mm.

V roce 2003 byl zaznamenán přírůst ve výši 2,8 mm. Po probírce v tomto roce následoval pokles přírůstu až na hodnotu 1,8 mm.

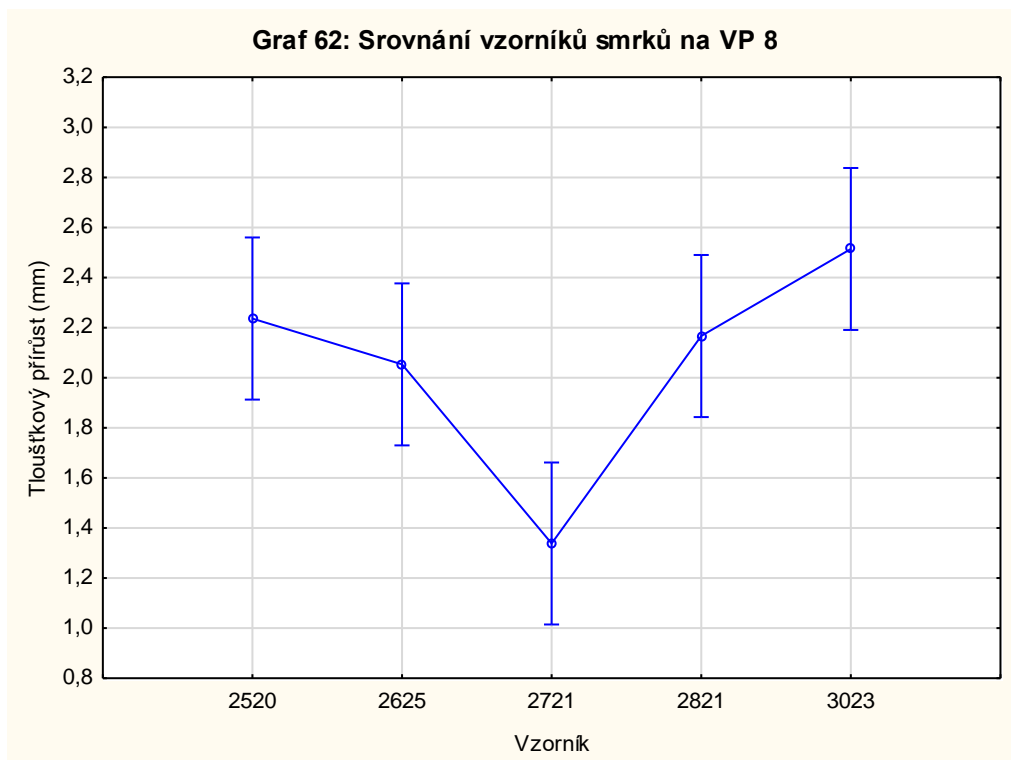
V roce 2011, při třetím výchovném zásahu v roce 2010, byl zaznamenán pokles přírůstu na hodnotu z 2,5 na 2 mm. V dalším roce 2012 vzrostl přírůst na 2,2 mm. Od tohoto roku však se přírůst snižoval až na 1,1 mm v roce 2018 (graf 60 a 61).

To mohlo být způsobeno zhoršujícím se zdravotním stavem porostu.





5.8.4. Anova – porovnání vzorníků na VP 8



Na obrázku (graf 62) je vidět podobnost středních hodnot tloušťkového přírůstu u vzorníků 2520 a 2625, 2821 a 3023. Vzorník 2721 měl nižší hodnoty

přírůstu pravděpodobně s ohledem na jeho asymetričnost koruny, která byla navíc poměrně krátká (délka koruny 7,4 m a šířky 3,1 m a 2 m). Předpoklad byl upřesněn užitím Scheffleho testu mnohonásobného porovnání středních hodnot vzorníků.

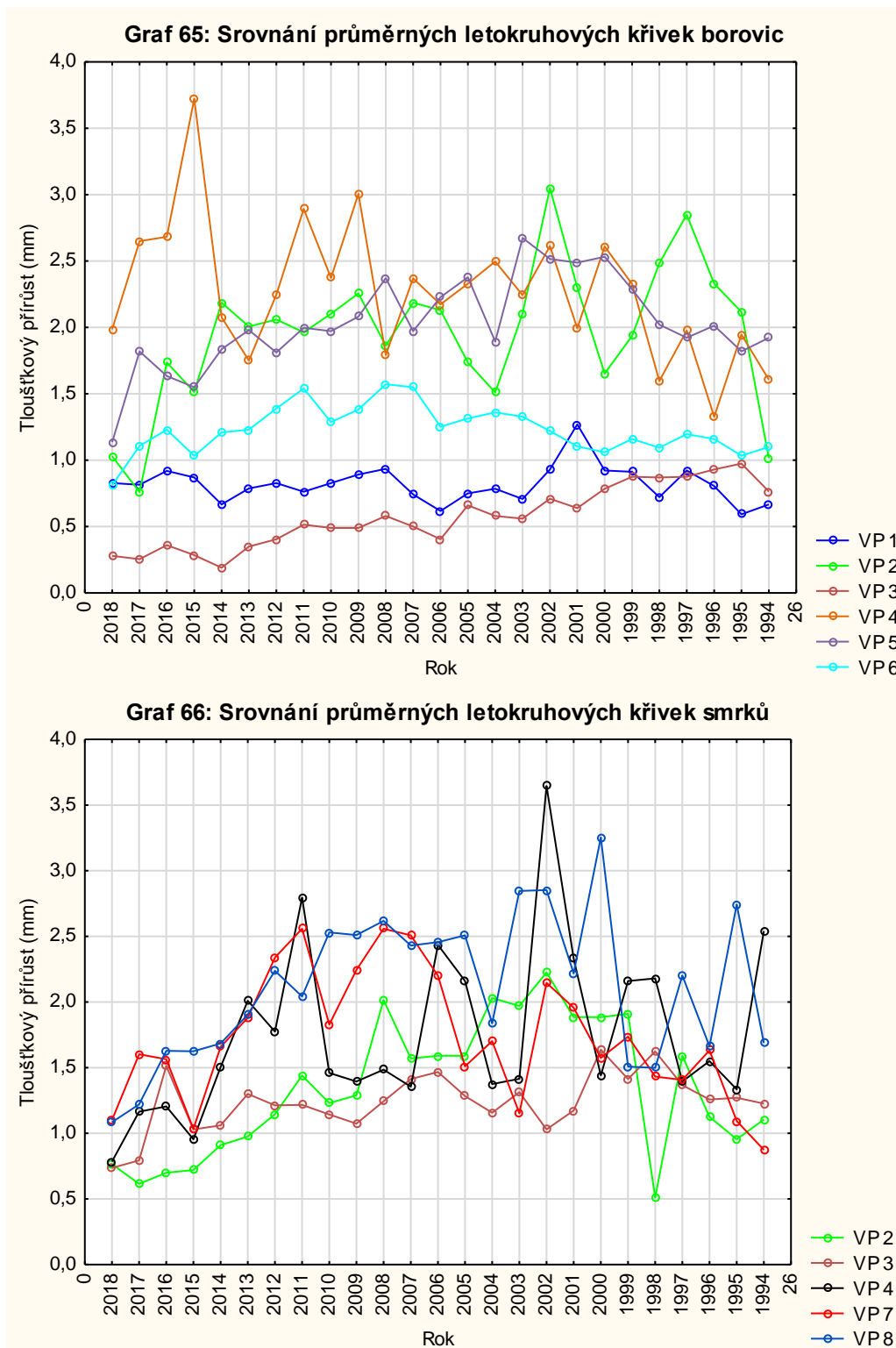
Tabulka 31: Scheffleho test mnohonásobného porovnání vzorníků smrku na VP 8

Scheffe test; variable Tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = ,94010, df = 170,00						
Cell No.	Vzorník	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	2520	2,2366	0,96003	1,3380	2,1666	2,5143
2	2625	0,96003	2,0534	0,05348	0,99898	0,41539
3	2721	0,00589	0,05348	0,01465	0,01465	0,00007
4	2821	0,99898	0,99337	0,01465	0,69007	0,69007
5	3023	0,83755	0,41539	0,00007	0,69007	0,69007

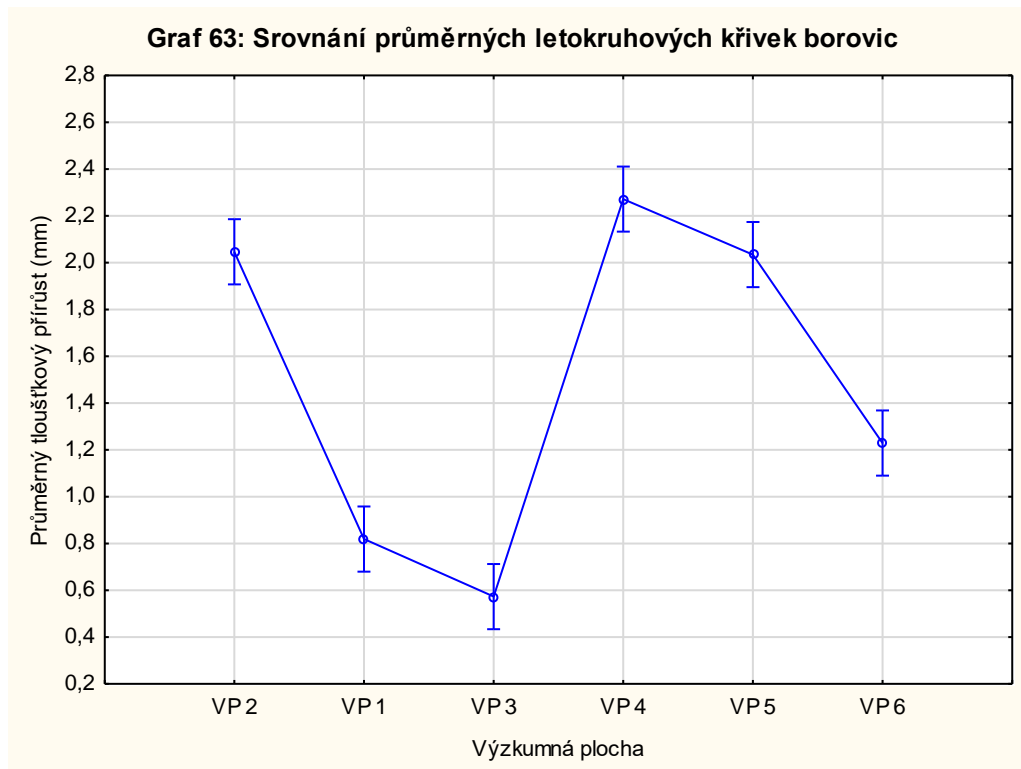
Výsledky Scheffleho testu potvrdily výstup z Anovy. Statisticky významné rozdíly byly rozpoznány mezi vzorníky 2520 a 2721, 2721 a 2821, 2721 a 3023. Test byl proveden na hladině významnosti 0,05 (tabulka 31).

5.9. Statistické srovnání mezi plochami

5.9.1. Letokruhové křivky borovic a smrků ze všech ploch



5.9.2. Anova – porovnání průměrných letokruhových křivek

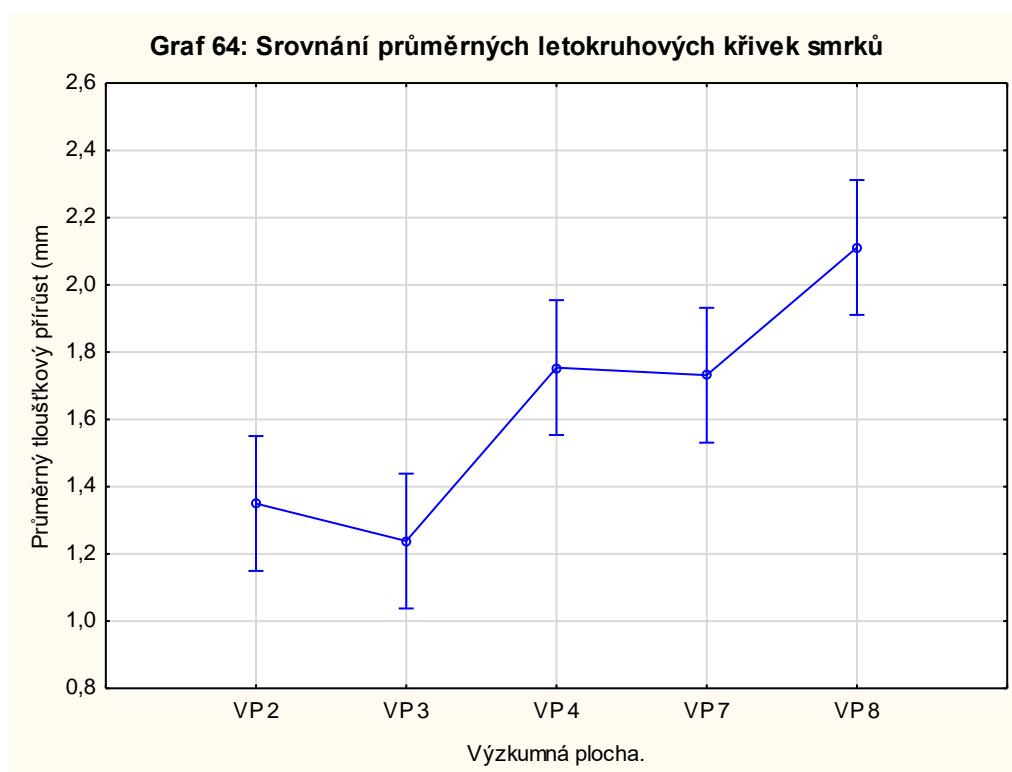


Plochy VP 1 a VP 3 vykazují podobnou hodnotu průměrného přírůstu 0,8 mm a 0,6 mm. Plochy se nacházejí v porostech 14 a 13 věkového stupně, kdy lze předpokládat již sníženou přírůstavost borovic. Plochy VP 4 a VP 5 se nacházejí ve věkovém stupni 5. Přírůst je zde největší svou hodnotou 2,0 až 2,2 mm. Plochy VP 2 a VP 6 se nacházejí v 7 a 8 věkovém stupni, kde byl vyhodnocen přírůst 2,0 mm a 1,2 mm. Přírůst na ploše VP 6 mohl vykazovat nižší hodnoty kvůli menší síle zásahu.

Tabulka 32: Tukeyův test mnohonásobného porovnání výzkumných ploch borovic

Tukey HSD test; variable Průměrný tloušťkový přírůst (mm) (Spreadsheet8)							
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = ,12409, df = 144,00							
Cell No.	Výzkumná plocha	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	VP 2	2,0464	,81920	,57320	2,2717	2,0345	1,2290
2	VP 1	0,000020	0,000020	0,000020	0,210009	0,999997	0,000020
3	VP 3	0,000020	0,133368	0,133368	0,000020	0,000020	0,000568
4	VP 4	0,210009	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
5	VP 5	0,999997	0,000020	0,000020	0,162772	0,162772	0,000020
6	VP 6	0,000020	0,000568	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020

Tukeyův test mnohonásobného porovnání středních hodnot našel statisticky nevýznamné rozdíly mezi VP 2 a VP4, VP 2 a VP 5, VP4 a VP 5, VP1 a VP 3 na hladině pravděpodobnosti 0,05 (tabulka 32).



Srovnání plochy VP 4 a VP 7 ukazuje statisticky nevýznamný rozdíl v hodnotě průměrného tloušťkového přírůstu. Jednalo se o plochy s rozdílným zastoupením dřevin (65 % borovice a 35 % smrku, 100 % smrku) a rozdílného věku (5 a 10 věkový stupeň).

Malý rozdíl byl taktéž zjištěn mezi plochami VP 2 a VP 3 s rozdílným zastoupením dřevin (81 % borovice a 19 % smrku, 40 % borovice a 60 % smrku) a také odlišného věku (7 a 13 věkový stupeň)

Tabulka 33: Tukeyův test mnohonásobného porovnání výzkumných ploch smrku

		Tukey HSD test; variable Průměrný tloušťkový přírůst (mm (Spreadsheet8)) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,25648, df = 120,00				
Cell No.	Výzkumná plocha	{1} 1,3498	{2} 1,2381	{3} 1,7540	{4} 1,7314	{5} 2,1114
1	VP 2		0,936126	0,043683	0,065561	0,000117
2	VP 3	0,936126		0,004245	0,007052	0,000113
3	VP 4	0,043683	0,004245		0,999877	0,098714
4	VP 7	0,065561	0,007052	0,999877		0,067553
5	VP 8	0,000117	0,000113	0,098714	0,067553	

Tukeyův test vyhodnotil statisticky významné rozdíly mezi plochami VP 2 a VP 4, VP 3 a VP 4, VP 3 a VP 7, VP 2 a VP 8, VP 3 a VP 8 na hladině významnosti 0,05 (tabulka 33).

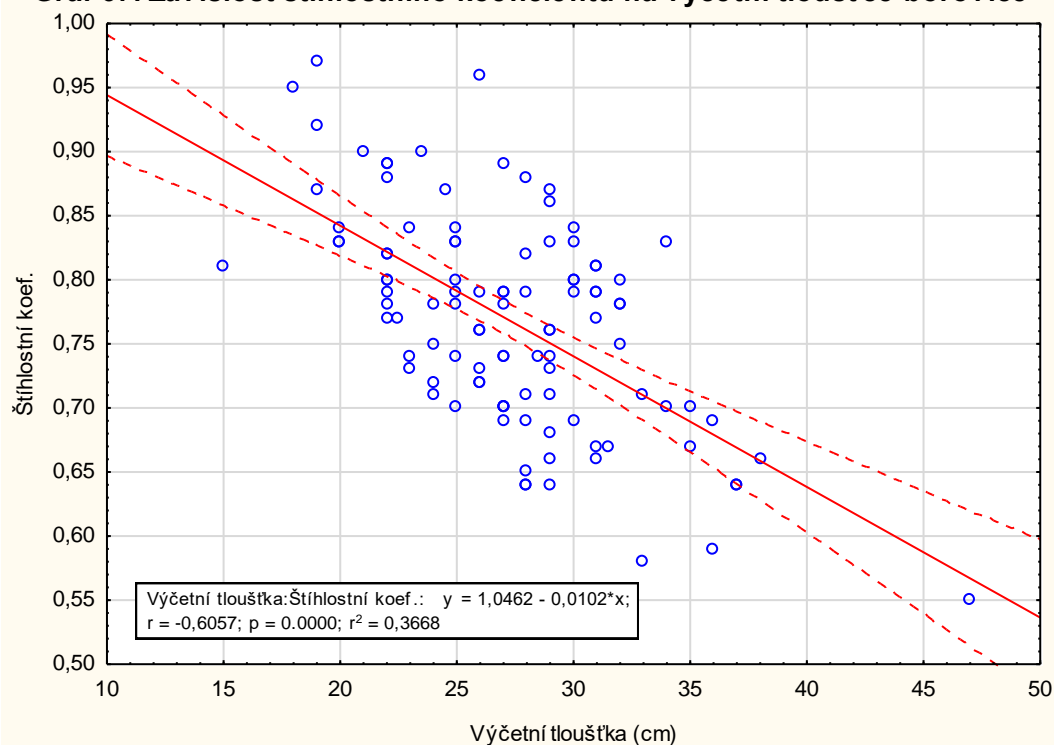
Tyto analýzy je však třeba brát jenom jako informativní, protože na každé ploše bylo analyzováno poměrně málo vzorníků.

5.9.4. Grafy závislosti veličin

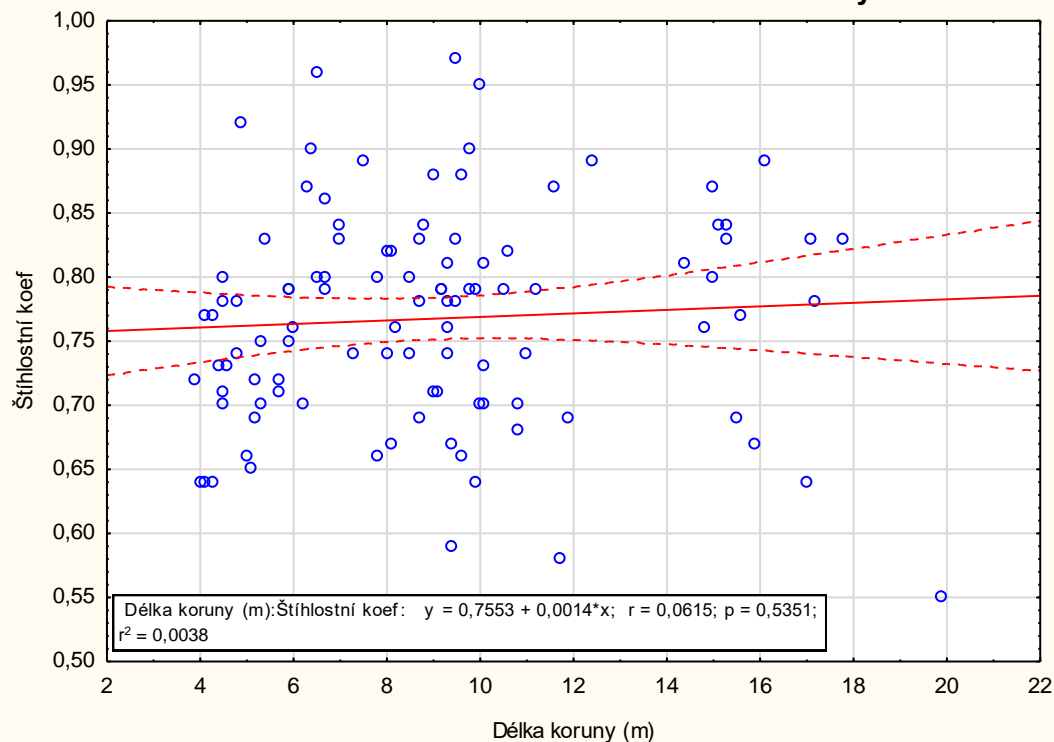
Pro vyhodnocení závislosti náhodných veličin byla dle metodiky použita regresní analýza, která zkoumá závislosti mezi veličinami pomocí hodnot koeficientu korelace a determinace.

Nejdříve byla zkoumána závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce u borovice (graf 67). Regresí analýza hodnotou korelačního koef. ve tvaru $r = -0,6057$ ukazuje na nepřímou (negativní) závislost zkoumaných veličin. Hodnota determinačního koef. ve tvaru $r^2 = 0,3668$ vysvětluje podíl rozptylu v závislé proměnné vysvětleného regresní analýzou.

Graf 67: Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce borovice

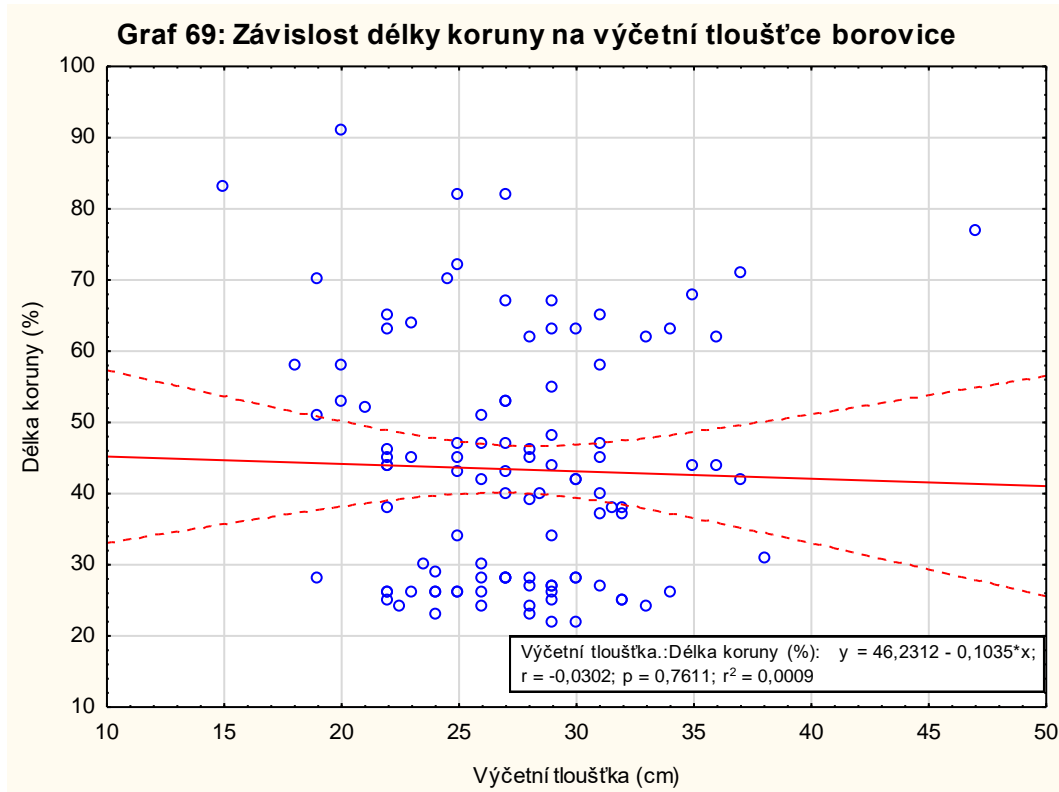


Graf 68: Závislost štíhlostního koeficientu na délce korony borovice



Zkoumání závislosti štíhlostního koeficientu na délce koruny u borovic neprokázalo závislost mezi veličinami (graf 68). Taktéž závislost délky koruny

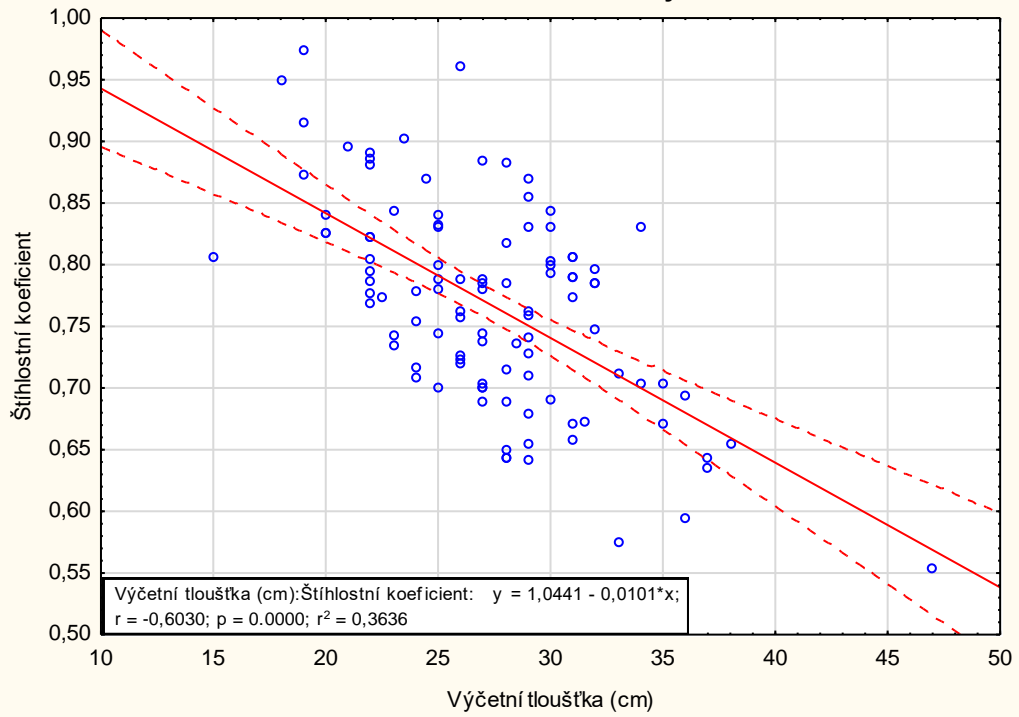
borovic na jejich výčetní tloušťce nebyla prokázána. Délka koruny je ovlivněna jinými vlivy než hodnotou výčetní tloušťky. Je zde možnost ovlivnění např. zvýšením světelného požitku po provedených zásazích, což může souviset se vzdáleností od okolních stromů (graf 69).



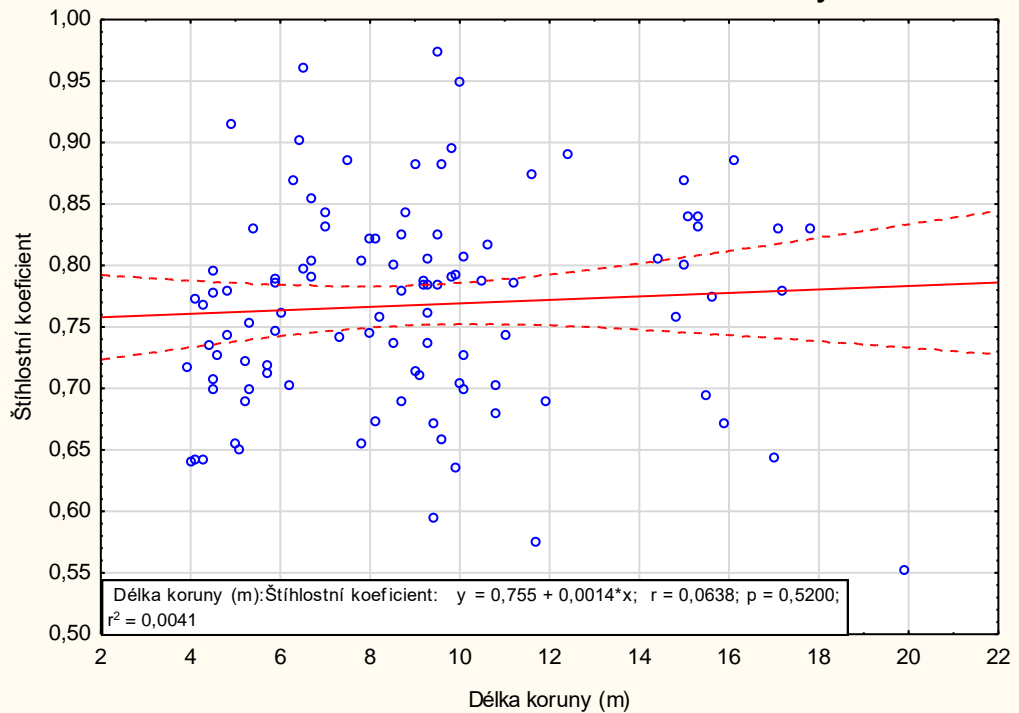
Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce u smrku měla podobné výsledky jako u borovice (graf 70). Regresní analýza hodnotou korelačního koef. ve tvaru $r = -0,6030$ ukazuje na nepřímou závislost zkoumaných veličin (s rostoucí výčetní tloušťkou klesá štíhlostní koeficient) Hodnota determinačního koef. ve tvaru $r^2 = 0,3636$ vysvětluje podíl rozptylu v závislé proměnné vysvětleného regresní analýzou.

Graf 71 zkoumal závislost štíhlostního koeficientu na délce koruny u smrků a neprokázal závislost mezi veličinami. Stejně tak závislost délky koruny smrků na jejich výčetní tloušťce nebyla prokázána. Délka koruny je ovlivněna jinými vlivy než hodnotou výčetní tloušťky. Jako u borovice, je zde také možnost ovlivnění např. zvýšením světelného požitku po provedených zásazích (graf 72).

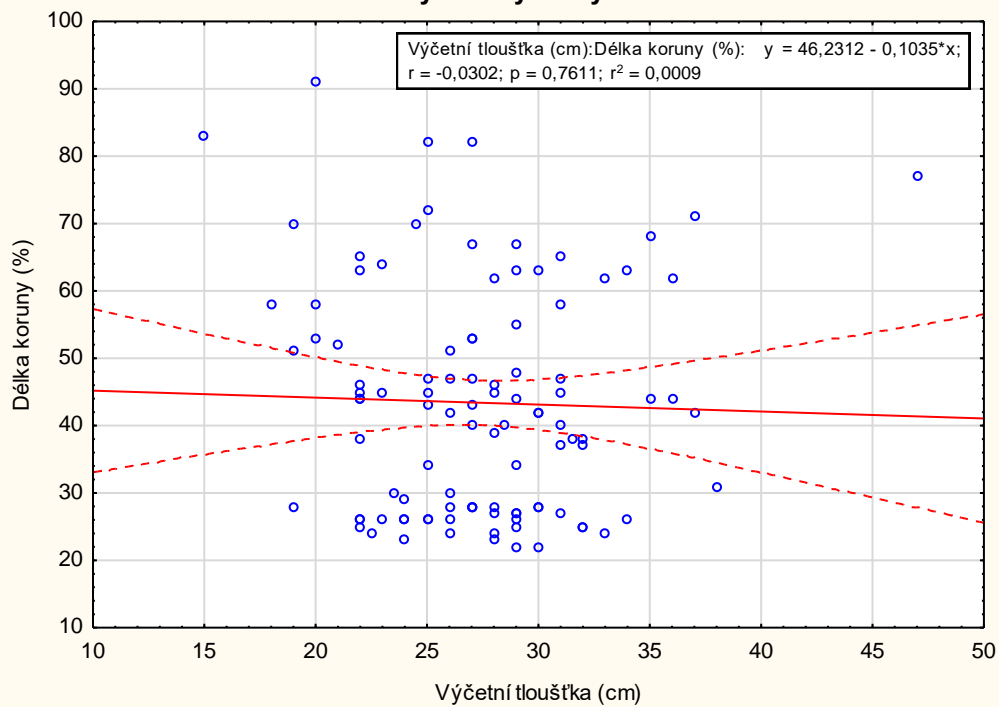
Graf 70: Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce smrku



Graf 71: Závislost štíhlostního koeficientu na délce koruny smrku



Graf 72: Závislost délky koruny na výčetní tloušťce smrku



6. Diskuze

Výzkum prezentovaný výsledky této diplomové práce byl zacílen na analýzu diferencované výchovy lesních porostů na LHC Obora u Kaznějova. Diferencovaná probírka (název zvolený zdejším lesním hospodářem) cílí svou diferencovanou silou na úpravu hustoty porostního zápoje (horizontálního i vertikálního) a dociluje tím regulace světla ovlivňující strukturu lesa (SINGER, 2015a). Tento fakt ovlivnil výběr stanovišť. Plochy byly umístěny s úmyslem podchytit tuto diferencovanost. Na plochách VP 4, VP 5, VP 6 a VP 7 byl proveden silnější zásah, který snížil v průměru zakmenění až na 0,7. S tím souhlasí i Metzl v souvislosti se strukturální probírkou, která si je s diferencovanou probírkou nejvíce podobná (METZL, 2006). Plochy VP 1, VP 2, VP 3 a VP 8, kde byl použit zásah slabší, se zakmenění pohybuje kolem 1 (platí ovšem pro výzkumné plochy, ne pro celé porosty).

Lesní typ je, resp. lesní stanoviště dalším činitelem, který mohl ovlivnit relevantnost a vypovídací schopnost výsledků. Zkoumané lesní porosty rostou na lesních typech 2I a 0Q. Průša doporučuje pro borovici obmytí 110 let u lesního typu 2I, resp. 130 let u 0Q (PRŮŠA, 2001). Singer se tímto doporučením neřídí a ponechává stromy v porostu, dokud přirůstají. Odebráním a vyhodnocením vývrtů z ploch VP 1 a VP 3 (porosty v 14 a 13 věkovém stupni) bylo zjištěno, že tyto vzorníky zareagovaly svým přírůstem na probírku již jen minimálně. Mrazek se zmiňuje o liknavosti borovice reagovat na zvýšený přísun světla a její neschopnosti přirůstat v pozdějším věku (MRAZEK, 1999). Zároveň dochází u pozitivně uvolněných stromů k určitým ztrátám na výškovém přírůstu než u neuvolněných (MRAZEK, 1996).

Výzkumné plochy VP 4 a VP 5 založené v mladších porostech (5. věkový stupeň) jsou tvořeny z většiny borovicí. Zde byl zásah silnější a došlo k většímu porušení horizontálního zápoje porostu, nicméně k zvýšení přírůstu nedošlo ani u borovice, ani u smrku. Singer odůvodňuje silný zásah snahou o výškovou diferenciaci porostu. Mitscherlich poukazuje v tomto světle na nebezpečí přílišného prosvětlení porostu. Negativním důsledkem může být rozrůstání koruny borovice, zastavení odesychání spodních větví, jejich zesílení a s tím související snížení plnodřevnosti kmene (MITSCHERLICH, 1970).

Pro srovnání vypočtených hodnot hektarové zásoby porostů (dle vypočtené zásoby na výzkumné ploše) byly použity Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (ČERNÝ, 1996). Téměř ve všech porostech byla zjištěna zásoba nižší o 30 až 50 m³, v případě plochy VP 5 dokonce o 90 m³. Tento rozdíl může být dán již povahou a konstrukcí růstových tabulek. Údaje v tabulkách poskytují přehled o růstu standartních (plně zakmeněných) porostů. Nehodí se tedy příliš pro porosty na LHC Obora. Taxační veličiny těchto porostů mají jiné hodnoty, než z kterých vycházejí růstové tabulky (jiné zakmenění, výchovné metody a postupy atd.). Rozdíl lze vysvětlit také silnějším zásahem na plochách, než v jiných částech porostu a specifíkem úživnosti stanoviště (např. plocha VP 5 v porostu 7C5 ležící na rozhraní lesních typů 2I a 0Q, a tedy s možností „spadnutí“ do horšího bonitního stupně).

Je zřejmé, že diferencovaná probírka má vliv na zvýšení stability stromů proti abiotickým činitelům, zejména větru. Jedním z měřítek pro posouzení stability stromů je štíhlostní koeficient. Je to poměrné číslo vyjadřující podíl výšky k výčetní tloušťce stromu. Průměrný štíhlostní koeficient ze všech výzkumných ploch vyšel 0,81, který považuje Míchal jako doklad stability stromů. Podle tohoto autora je možné považovat stromy se štíhlostním koeficientem větším než 100 za staticky labilní, v rozmezí 80–100 za stabilní, menším než 80 za velmi stabilní a menším než 55 za solitérní (MÍCHAL, 1992). Podobně hodnotí stabilitu smrku i Chroust (1997), Pařez a Chroust (1988) a Slodičák a Novák (2007b). Velmi pozitivně lze v této souvislosti hodnotit fakt, že na výzkumných plochách nebyl nikde dosažen štíhlostní koeficient vyšší než 1.

Diferencovaná probírka, mimo jiné, také slouží k přestavbě lesa věkových tříd na les věkově, druhově a výškově diferencovaný. Přestavba je realizována použitím diferencovaných výchovných zásahů, které jsou v porostu umístovány velmi nepravidelně. Regulují velikost růstového prostoru stromů a míru rozvolnění porostního zápoje. Důsledkem porušení porostního zápoje (tedy snížením zakmenění) je světlostní přírůst a z toho vyplývající zvýšený tloušťkový přírůst zůstávajících stromů. Diferencovaná probírka se také snaží převést jednovrstevný porost na dvouvrstevný až vícevrstevný, čehož je v současnosti

dosazeno na mnoho místech velkými plochami náletu (zejména smrku). O strukturujícím prvku probírky na porost se zmiňuje také Reininger (1997), když hovoří o nevhodnosti jednovrstevných porostů tvořených jen horním patrem stromů. Vliv diferencované probírky na tvorbu víceetážového porostu by také mohl být dalším předmětem zkoumání na obecním majetku LHC Obora. Tloušťková a výškový diferenciaci, která je produktem diferencované probírky na LHC Obora, přináší možnost těžit zralostním výběrem podstatně delší dobu, využívat delší zmlazovací dobu, účinněji využívat autoregulační procesy v podrostu a zvyšovat statickou a synekologickou stabilitu porostu (KOŠULIČ, 2010).

7. Závěr a doporučení

Experimentální výzkum ve vybraných porostech LHC Obora byl založen z důvodu zjištění vlivu specifického způsobu výchovy (tzv. diferencovaná probírka) na přírůst, zásobu a stabilitu porostů. Výzkum byl zahájen výběrem osmi ploch, které měly reprezentovat průměrnou porostní strukturu a texturu. Je nutno říct, že to byl obtížný úkol, protože struktura porostů je zdejším hospodářem značně nepravidelně porušována. To platí jak pro rozmístění prvků výchovných zásahů, tak pro jejich sílu.

Výsledky z provedeného výzkumu na plochách vyjadřují poměrně nevýrazný vliv aplikovaných zásahů na tloušťkový přírůst, tedy i na zvýšení úrovně porostních zásob. Zjištěná zásoba je téměř u všech ploch nižší než tabulková zásoba růstových tabulek. Může to být dáno kombinací faktorů: nižším zakmeněním porostů díky použití úrovnového výběru, výraznou rozdílností v síle zásahu v jednom porostu, specifické růstové podmínky stanovišť a případně i klimatickými faktory zejména posledních let.

Vliv diferencované probírky na mechanickou stabilitu stromů lze vyjádřit mimo jiné hodnotou štíhlostního koeficientu, který se u většiny porostů pohybuje v rozmezí 0,75 až 0,80. To je hodnota příznivá obzvláště pro smrk. Ekologická stabilita v tomto experimentu zkoumána nebyla.

Pro případný další výzkum na LHC Obora bych doporučoval zvětšit výzkumné plochy alespoň na 50 x 50 m nebo plochu kruhovou o průměru 50 m, odebrat větší

počet vývrtů pro analýzu přírůstu a zaměřit se také na vliv diferencované probírky na podporu přirozeného zmlazení a rozrůznění vertikálního zápoje. Výzkum by mohl být dále orientován i na otázku posouzení mýtní zralosti jednotlivých stromů, s cílem vytvořit vhodný podpůrný nástroj pro rozhodování.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

AMMON, Walter. *Výběrný princip v lesním hospodářství*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 157 s. ISBN 978-80-87154-25-0.

BEZECNÝ, Přemysl; LIPOVSKÝ, Imrich. *Pestovanie lesov*. 1. vydání. Bratislava: Príroda, 1992. 424 s. ISBN 80-07-00547-1.

ČERNÝ, Martin; PAŘEZ, Jan; MALÍK, Zbyšek. *Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky*. 1. vydání. Jílové u Prahy: IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s. r. o., 1996. 245 s.

ČÍŽEK, Jaromír. *Přeměny monokultur*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1959. *Lesnická knihovna*, Praha: SZN, 1959. 188 s.

DRÁPELA, Karel; ZACH, Jan. *Dendrometrie (Dendrochronologie)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000. 152 s. ISBN 80-7157-178-4.

FERKL, Vladislav; REMEŠ, Jiří. *Klokočná, demonstrační objekt přírodě bližšího, nepasečného hospodaření, založeného na způsobu výběrných těžeb*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. 54 s. ISBN 978-80-213-2179-3.

GINN, S. E.; SEILER, J. R.; CAZELL, B. H. & KREH, R. E. 1991. Physiological and growth responses of eight-year-old Loblolly pine stands to thinning. *Forest Science*, 1991, č. 37, s.1030-1040.

HENDL, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 4. rozšířené vydání. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0200-4.

CHROUST, Luděk; PAŘEZ Jan. Modely výchovy lesních porostů. *Lesnický průvodce* č. 4/1988, VÚLHM Jíloviště – Strnady, 80 s.

CHROUST, Luděk. *Ekologie výchovy lesních porostů (smrk obecný – borovice lesní – dub letní porostní prostředí – růst stromů – produkce porostu)*. VÚLHM VS Opočno, 275 s. ISBN 80-238-0889-3

CHROUST, Luděk. Výsledky úrovnové a podúrovnové výchovy borového porostu. *Lesnická práce*, 2001, roč. 80, č. 6, s. 252-254. ISSN 0322-9254.

JOHANSSON, T. 1986. Canopy density in stands of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* after different thinning methods. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1986, roč. 1, s. 483-492.

KAŇÁK, Karel. Genetické aspekty zakládání semenných porostů. *Lesnická práce*, 1990, roč. 69, č. 11, s. 489-492. ISSN 0322-9254.

KORPEL, Štefan; PEŇÁZ, Jiří; SANIGA, Milan; TESAŘ, Vladimír. *Pestovanie lesa*. 1. vydání. Bratislava: Príroda, 1991. 465 s. ISBN 80-07-00428-9.

KORPEL, Štefan; SANIGA, Milan. *Výberný hospodársky spôsob*. 1. vydání. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1993. 127 s.

KOŠULIČ, Milan. *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. 1. vydání. Brno: FSC ČR, 2010. 452 s. ISBN 978-80-254-6434-2.

KOZEL, Jan. Lesy kláštera Schlägl. *Lesnická práce*, 2008, roč. 87, č. 7, s. 22-23. ISSN 0322-9254.

LHP LHC Obecní lesy Obora, platnost 1. 1. 2010 – 31. 12. 2019, Plzeň: Plzeňský lesprojekt, 2009.

METZL, Jan; KOŠULIČ, Milan. *100 otázek a odpovědí k obhospodařování lesa přírodě blízkým způsobem*. 1. vydání. Brno: FSC ČR, 2006. 108 s. ISBN 80-239-6766-5.

MÍCHAL, Igor. *Obnova ekologické stability lesů*. 1. vydání. Praha: Academia, 1992. 172 s. ISBN 80-85368-23-4.

MIKESKA, Miroslav; VACEK, Stanislav. *Struktura porostů a trvale udržitelné hospodaření v lese. Lesnická práce*, 2007, roč. 86, č. 11, s. 11-13. ISSN 0322-9254.

MITSCHERLICH, Gerhard. *Wald, Wachstum und Umwelt: Form und Wachstum von Baum und Bestand*. Frankfurt am Main: Sauerländer, 1970.

MRAZEK, F. *Gedanken zur Pflege von Kiefernjungbeständen. AFZ Derwald*, 1996, č. 51, s. 499-501.

MRAZEK, F. *Durchmesserzuwachs der Kiefer und Zielstärkennutzung. AFZ-Der Wald*, roč. 1999, č. 54, s. 18 - 19.

PEŘINA, Vladimír. *Přirozená obnova lesních porostů*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1964. 167 s.

PLÍVA, Karel; ŽLÁBEK, Ivan. *Provozní systémy v lesním plánování*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 224 s. ISBN 80-209-0041-1.

POLANSKÝ, Bohuslav; VYSKOT, Miroslav; ZVOLÁNKOVÁ, Milada. *Všeobecné pěstění lesů II. díl: Výchova lesních porostů*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1954. 80 s.

POLANSKÝ, Bohuslav; *Pěstění lesů II.* 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955, 427 s.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav a kol. *Pěstování lesů II.: Teoretická východiska pěstování lesů.* 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 464 s. ISBN 978-80-87154-09-0.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav a kol. *Pěstování lesů I.: Ekologické základy pěstování lesů.* 2. přepracované a doplněné vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009a. 316 s. ISBN 978-80-87154-99-1.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav a kol. *Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů.* 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009b, 952 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

PRŮŠA, Eduard. *Přirozené lesy České republiky.* 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990, 248 s. ISBN 80-209-0095-0.

PRŮŠA, Eduard. *Pěstování lesů na typologických základech.* 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001, 593 s. ISBN 80-86386-10-4.

REININGER, Heinrich. *Těžba cílových tloušťek anebo výběr v lese věkových tříd.* Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1997, 120 s.

SCHÄDELIN, Walter. *Probírka jakostní jako pěstební výkon vrcholné tvorby hodnot.* Písek: Československá matice lesnická, 1947. 115 s.

SCHÜTZ, Jean-Philippe. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest and ecology management*, 2001, č. 151, s. 87-94.

SINGER, Miloslav. Obecní lesy Obora: 20 let bez pasek. *Lesnická práce*, 2014a, roč. 93, č. 4, s. 19-21. ISSN 0322-9254

SINGER, Miloslav. Diferencovaná probírka: První krok na cestě k nepasečnému lesu. *Lesnická práce*, 2015a, roč. 94, č. 1, s. 4-6. ISSN 0322-9254.

SLODIČÁK, Marian a Jiří NOVÁK. Růst, struktura a statická stabilita smrkových porostů s různým režimem výchovy: Growth, structure and static stability of norway spruce stands with different thinning regime. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*, 2007a. Folia forestalia Bohemica. ISBN 978-80-86386-91-1.

SLODIČÁK, Marian; NOVÁK, Jiří. *Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2007b. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-86461-89-2.

SOUČEK, Jiří; TESAŘ, Vladimír. *Metodika přestavby smrkových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů: recenzovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2008. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-000-3.

ŠMELKO, Štefan; *Biometrické zákonitosti rastu a prírastku lesných stromov a porastov*. Bratislava: Príroda, 1982. 184 s.

VACEK, Stanislav; SIMON, Jaroslav; REMEŠ, Jiří. *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*, 2007, 447 s. ISBN 978-80-86386-99-7.

VACEK, Stanislav; REMEŠ, Jiří. *Pěstování přírodě blízkých lesů*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2015, 153 s. ISBN 978-80-213-2596-8.

VACEK, Stanislav; VACEK, Zdeněk. *Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2016, 257 s. ISBN 978-80-213-2654-5.

VYSKOT, Miroslav. *Pěstění lesů*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978, 448 s.

WALLENTIN, Cristofer. *Thinning of Norway spruce*, Alnarp: Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 2007, č. 29, 116 s. ISBN 978-91-576-7328-2.

SLODIČÁK, Marian; NOVÁK, Jiří. *Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2007b. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-86461-89-2.

ZAHRADNÍČEK, Jiří. *Metodika hospodářské úpravy nepasečných hospodářských lesů*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2010. 59s.

ZOBEL, R. W.; Steady-state control and investigation of root system morphology. In TOREY, J. G. & WINSHIP, L. J. (ed). *Applications of continuous and steady-state methods to root biology*, 165-182. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989, s. 165-182. ISBN 0-7923-0024-6.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2018. 116 s. ISBN 978-80-7434-477-0.