

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



**Struktura, zásoba a přírůst smrkového porostu ve fázi
zahájení přestavby na lokalitě Polánka (LS Tábor)**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jiří Kepl

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

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kepl Jiří

Lesní inženýrství

Název práce

Struktura, zásoba a přírůst smrkového porostu ve fázi zahájení přestavby na lokalitě Polánka (LS Tábor).

Anglický název

Structure, volume stock and increment of Norway spruce stand in the beginning of stand conversion in the Polánka locality (Forest district Tábor.)

Cíle práce

Nové poznatky o struktuře, zásobě a přírůstu smrkového stejnověkého porostu, které budou sloužit pro optimalizaci jednotlivého výběru stromů k mýtní těžbě.

Metodika

Rozbor problematiky pěstování smrkových porostů s důrazem na jejich přestavbu.

Výběr a založení trvalých výzkumných ploch (TVP) na lokalitě Polánka (LS Tábor)

Dendrometrická měření základních parametrů ($d_{1,3}$, h , hk) a odvození základních produkčních ukazatelů (objem, výčetní základna) stromů na TVP.

Analýza tloušťkového přírůstu a přírůstu na výčetní základně u vybraných vzorníků reprezentujících daný porost.

Analýza porostní struktury (tloušťkový, výšková, prostorová) na TVP.

Posouzení produkčního potenciálu a mýtní zralosti jednotlivých stromů.

Navržení kritérií pro jednotlivých výběr stromů k mýtní těžbě na TVP.

Harmonogram zpracování

Odevzdání práce do 30. 4. 2013.

Rozsah textové části

Min. 50 stran.

Klíčová slova

přírůst, přestavba porostů, smrk ztepilý, struktura lesních porostů

Doporučené zdroje informací

KORPEL, Š. A KOL.: Pestovanie lesa. Bratislava, 1991

POLENO, Z.: Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese. Kostelec n. Č. l., Lesnická práce 1999, 128 s.

REMEŠ, J.: Analýza podrostního způsobu obnovy porostu s uplatněním přírůstového kritéria mytní zralosti, Praha 2003, disertační práce, 291s.

REMEŠ J., 2006. Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise. Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. Journal of Forest Science, 52: 158–171.

SANIGA, M.: Vliv různé délky a stupňa clonenia na rastové ukazovatele smreka a buka pri kombinovanej obnove. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 41 (1): 11-20, 1995.

SCHMITT, M.: Waldwachstumskundliche Untersuchungen zur Überführung fichtenreicher Baumhölzer in naturnahe Mischbestände mit Dauerwaldcharakter. Lehrstuhl f. Waldwachstumskunde d. Univers. München, 1994, 223 + XXXIII s.

Vedoucí práce

Remeš Jiří, doc. Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2014

Elektronicky schváleno dne 11.4.2012

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18.4.2012

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Struktura, zásoba a přírůst smrkového porostu ve fázi zahájení přestavby na lokalitě Polánka (LS Tábor)** vypracoval samostatně pod vedením **doc. Ing. Jiřího Remeše, PhD.** 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 **Rakovníku** dne 20. 4. 2014

.....

Podpis autora

Poděkování: Děkuji svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Remešovi, PhD.
za cenné rady a podnětné připomínky.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou pěstování smrkových porostů s důrazem na jejich přestavbu na lokalitě Polánka (LS Tábor). Cílem práce bylo analyzovat strukturu, zásobu a přírůst stejnověkého smrkového porostu pro optimalizaci jednotlivého výběru stromů k mýtní těžbě.

Byla provedena analýza tloušťkového přírůstu a přírůstu na výčetní základně u vybraných vzorníků reprezentujících porost.

Na základě provedených analýz, hodnotících strukturu, zásobu a přírůst byla navržena kritéria pro jednotlivý výběr stromů k mýtní těžbě na TVP.

Klíčová slova

Přírůst, přestavba porostů, smrk ztepilý (*Picea abies*), struktura lesních porostů, jednotlivý výběr.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the issue of growing Norway spruce stands with the emphasis on their conversion in the Polánka locality (Forest district Tábor). The aim of the work was to analyze structure, volume stock and increment of the same aged Norway spruce stands and find new facts which could be used to optimize the individual tree selection of final cutting.

The diameter increment and the breast-height increment were analyzed at the selected samples of trees which represented the stand.

Based on the analyses which evaluated structure, volume stock and increment of Norway spruce stand were designed the criteria for individual tree selection of final cutting.

Keywords

Increment, stand conversion, Norway spruce (*Picea abies*), structure of forest stand, individual trees selection

OBSAH

1. ÚVOD.....	14
2. CÍL PRÁCE.....	15
3. ROZBOR PROBLEMATIKY.....	16
3.1 Smrk v lesním hospodářství ČR.....	16
3.1.1 Rozmnožování:.....	17
3.1.2 Nároky na světlo, růst a variabilita smrku.....	17
3.1.3 Škodliví činitelé:.....	18
3.1.4 Dřevo a jeho využití.....	18
3.2 Pěstování smrku.....	18
3.2.1 Výběrný způsob hospodaření.....	19
3.2.2 Holosečný způsob hospodaření.....	20
3.2.3 Podroštní způsob.....	23
3.2.4 Obnovní postup s uplatňováním jednotlivého výběru.....	26
3.3. Přestavba, přeměna, transformace.....	29
3.3.1 Naléhavost přestaveb.....	30
3.3.2 Cílové SM (BK,JD) hospodářství na kyselých půdách HS 53.....	31
4. METODIKA.....	33
4.1 Přírodní park Polánka.....	33
4.1.1 Geomorfologické zařazení, geologické a půdní podmínky.....	33
4.1.2 Klimatické poměry.....	33
4.1.3 Druhová skladba.....	34
4.1.4 Fytogeografické zařazení.....	34
4.1.5 Zdravotní stav porostů.....	34
4.1.6 Lesnické hospodaření.....	35
4.1.7 Mimoprodukční funkce.....	35
4.2 Charakteristika trvalých výzkumných ploch.....	36
4.2.1 Charakteristika oddělení 218 A.....	36
4.3 Postup prací.....	36
4.3.1 Založení výzkumných ploch.....	36
4.3.2 Zjišťování dendrometrických charakteristik porostů.....	36
4.3.3 Postup dendrometrických měření.....	37
4.3.4 Určování zásoby porostu.....	37
4.3.5 Určování tloušťkového přírůstu.....	37
4.4 Metody výpočtu.....	39

4.4.1	Tloušťková struktura porostu.....	39
4.4.2	Výšková struktura porostu.....	39
4.4.3	Parametry koruny.....	40
4.4.4	Druhy přírůstů a jejich vlastnosti.....	40
4.4.5	Statistické výpočty.....	42
5.	VÝSLEDKY PRÁCE.....	46
5.1	TVP 1.....	46
5.1.1	Základní charakteristika TVP 1.....	46
5.1.2	Vyhodnocení kritérií pro výběr jednotlivých stromů k mýtní těžbě.....	49
5.1.3	Objemový přírůst.....	52
5.2	TVP 2.....	53
5.2.1	Základní charakteristika TVP 2.....	53
5.2.2	Kritéria mýtní těžby.....	56
5.2.3	Hodnocení objemového přírůstu.....	57
5.3	TVP 3.....	58
5.3.1	Základní charakteristiky.....	58
5.3.2	Kritéria mýtní těžby.....	61
5.3.3	Objemový přírůst.....	61
5.4	TVP 4.....	63
5.4.1	Základní charakteristika.....	63
5.4.2	Hodnocení kritérií mýtní těžby.....	65
5.4.3	Objemový přírůst.....	66
5.5	Souhrnné výsledky porovnávaných ploch.....	67
5.6	Statistické výpočty.....	70
5.6.1.	TVP1.....	70
5.6.1.1	Hodnocení PTP na TVP1.....	70
5.6.1.2	Hodnocení PGP na TVP1.....	76
5.6.1.3	Hodnocení BGPP na TVP1.....	80
5.6.1.4	Hodnocení BGPP / S koruny na TVP1.....	86
5.6.1.5	Hodnocení BGPP / V koruny na TVP1.....	88
5.6.2	Souhrnné výsledky statistické analýzy.....	92
6.	DISKUSE.....	96
6.1	Diskuse a návrh opatření.....	96
6.2	Diskuse ke statistické části zpracování dat.....	98
7.	ZÁVĚR.....	100

8. LITERATURA:	102
9. PŘÍLOHA	106

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A PŘÍLOH

Tabulky

Tabulka 1: Střední chyby určení hodnoty tloušťkového přírůstu	37
Tabulka 2: Variační koeficienty tloušťkového přírůstu a potřebné počty navrtaných stromů	38
Tabulka 3: Stromy po kulminaci PGP	51
Tabulka 4: BOP v roce 2013 v jednotlivých TS	52
Tabulka 5: Stromy po kulminaci PGP	56
Tabulka 6: BOP v roce 2013 v jednotlivých TS	57
Tabulka 7: Stromy po kulminaci PGP	61
Tabulka 8: BOP v roce 2013 v jednotlivých TS	62
Tabulka 9: Stromy po kulminaci PGP	66
Tabulka 10: Objemový přírůst dle JHK v jednotlivých TS v roce 2013	66
Tabulka 11: Mýtně zralé stromy na jednotlivých plochách	68
Tabulka 12: Odvození počtu stromů po kulminaci na jednotlivých TVP	69
Tabulka 13: Objemové přírůsty pro celý porost na plochách TVP1-TVP4	69
Tabulka 14: Výsledek testu normality	71
Tabulka 15: Výsledky regrese se závislou proměnou: PTP	72
Tabulka 16: ANOVA PTP	74
Tabulka 17: Scheffeho test PTP; označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05$	75
Tabulka 18: Tabulka významných diferencí vypočtených na základě Scheffeho testu ..	75
Tabulka 19: Výsledky regrese se závislou proměnou: PGP	77
Tabulka 20: ANOVA PGP	79
Tabulka 21: Scheffeho test PGP; označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05$	80
Tabulka 22: Tabulka významných diferenciací vypočtených na základě Scheffeho testu	80
Tabulka 23: Výsledky regrese se závislou proměnou: BGPP	81
Tabulka 24: ANOVA BGPP	84
Tabulka 25: Scheffeho test BGPP; označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05$	85
Tabulka 26: Tabulka významných diferenciací vypočtených na základě Scheffeho testu	85
Tabulka 27: Výsledky regrese se závislou proměnou BGPP/S koruny	86
Tabulka 28: ANOVA BGPP/S koruny	88
Tabulka 29: Výsledky regrese se závislou proměnou: BGPP/V koruny	89
Tabulka 30: ANOVA BGPP/V koruny	91
Tabulka 31: Výsledky statistické analýzy na TVP 1 – TVP 4	92
Tabulka 32: Rozlišitelné střední hodnoty PTP, PGP a BGPP (1998 – 2013) v závislosti na TS	92

Obrázky

Obr. 1: Procentuální zastoupení dřevin (bez mrtvých stromů)	46
Obr. 2: Zastoupení dřevin podle tloušťkových stupňů	47
Obr. 3: Výšková struktura smrku	48
Obr. 4: Rozdělení zásoby SM v tloušťkových stupních	48
Obr. 5: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů	49
Obr. 6: Vzorník 110, strom po kulminaci PGP	50
Obr. 7: Vzorník 66, kulminace PGP	50
Obr. 8: Vzorník 137, stromy mytně zralé, tj. stromy u nichž již došlo ke kulminaci průměrného plošného přírůstu.	51
Obr. 9: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 1	53
Obr. 10: Zastoupení tloušťkových stupňů SM	54
Obr. 11: Výšková struktura porostu	54
Obr. 12: Rozdělení zásoby SM po tloušťkových stupních	55
Obr. 13: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů	56
Obr. 14: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 2	57
Obr. 15: Procentuální zastoupení dřevin (bez mrtvých stromů)	58
Obr. 16: Zastoupení dřevin v tloušťkových stupních	59
Obr. 17: Výšková struktura SM	59
Obr. 18: Rozdělení zásoby v tloušťkových stupních	60
Obr. 19: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů	60
Obr. 20: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 3	62
Obr. 21: Zastoupení dřevin v tloušťkových stupních	63
Obr. 22: Výšková struktura SM	64
Obr. 23: Rozdělení zásoby v tloušťkových stupních	64
Obr. 24: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů	65
Obr. 25: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 4	67
Obr. 26: Porovnání zásoby na jednotlivých TVP	67
Obr. 27: Objem středního kmene na jednotlivých TVP	68
Obr. 28: Graf PTP pro jednotlivé TS	71
Obr. 29: Graf regresní přímky závislosti PTP na TS včetně pásů spolehlivosti	72
Obr. 30: P-P normální graf reziduí	73
Obr. 31: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti	74
Obr. 32: Průměrný roční přírůst v závislosti na tloušťkových stupních	76
Obr. 33: Bodový graf závislosti PGP na TS včetně pásů spolehlivosti	77
Obr. 34: P-P normální graf reziduí	78
Obr. 35: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti PGP (95 %)	79
Obr. 36: Graf BGPP pro jednotlivé tloušťkové stupně	81
Obr. 37: Bodový graf závislosti BGPP na TS včetně pásů spolehlivosti	82
Obr. 38: P-P Normální graf reziduí	83
Obr. 39: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95%)	84
Obr. 40: Graf BGPP přepočteného na 1m ² plochy korunové základny	86
Obr. 41: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti	87
Obr. 42: Graf BGPP/V koruny pro jednotlivé TS v časové periodě (1998 – 2013)	89
Obr. 43: Bodový graf závislosti BGPP/V koruny na TS včetně pásů spolehlivosti	90
Obr. 44: P-P Normální graf reziduí	90

Obr. 45: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95%).....	91
Obr. 46: Krabicový graf datových souborů PTP pro jednotlivé plochy	94
Obr. 47: Graf středních hodnot PTP včetně intervalů spolehlivosti pro jednotlivé TVP	95

Přílohy

Příloha 1: Situační nákres TVP 1, TVP 2, TVP 3, TVP 4.....	106
--	-----

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ANOVA	Analýza rozptylu
AVB	Absolutní výšková bonita
BO	Borovice lesní
BOPP	Běžný objemový přírůst periodický (počítaný z časové periody 15 let, tj. 1998 – 2013)
BR	Bříza bělokorá
BU	Buk lesní
CBP	Celkový běžný přírůst
ČR	Česká republika
HS	Hospodářský soubor
JD	Jedle bělokorá
MZD	Meliorační a zpevňující dřeviny
MZE	Ministerstvo zemědělství
PGP	Průměrný plošný přírůst (počítaný v časové periody 15 let, tj. 1998 – 2013)
PGPP	Průměrný přírůst periodický (v práci počítaný v časové periodě 15 let, tj. 1998 – 2013).
PTP	Průměrný tloušťkový přírůst (počítaný z časové periody 15 let, tj. 1998 – 2013)
RVB	Relativní výšková bonita
SM	Smrk ztepilý
S-W Test	Shapiro- Wilkův test
TS	Tloušťkový stupeň
TVP	Trvalá výzkumná plocha

1. ÚVOD

Téměř celé území dnešní České republiky bylo v minulosti pokryto smíšenými lesy. S příchodem člověka začalo postupné odlesňování našeho území. S rozvojem společnosti rostla i poptávka po dříví a jeho kvalitě. Obrovská poptávka po dříví, v 18. století vedla k zakládání borových a smrkových monokultur. Vzhledem k široké ekologické valenci smrku se dařilo zakládat smrkové monokultury i mimo původní areál jeho rozšíření.

Postupem času se však začaly ukazovat i nedostatky spojené s pěstováním smrkových monokultur v podobě mnohonásobného navýšení nahodilých těžeb způsobených větrem, sněhem a hmyzími škůdci. Hromadění opadu a jeho pomalý rozpad brzdící koloběh živin v ekosystému. Degradace stanovišť způsobená jednostranným vyčerpáním živin, urychlování podzolizace půdy atd.

Současný trend pěstování lesů vede k odklonu od pěstování stejnověkých smrkových monokultur. Procentuální zastoupení smrku v porostní skladbě ČR má více než 50 let sestupný trend. To je způsobeno zejména přestavbou smrkových monokultur, rostoucích na místech přirozeně smíšených porostů a zákonným stanovením minimálního podílu melioračních a zpevňujících dřevin jako závazné ustanovení lesních hospodářských plánů (Zákon č. 289/1995 Sb.).

Nelze však zapomenout na to, že smrk ztepilý je stále nejdůležitější hospodářskou dřevinou Evropy. O přestavbě smrkových porostů na nevhodných stanovištích není třeba polemizovat. Smrkové hospodářství by se mělo přesunout do lokalit s optimálními podmínkami pro růst smrku, jako jsou např. v HS 53, kde smrk vytváří maximální objemovou produkci, dobře přirozeně zmlazuje, a proto může být pěstován podrobným způsobem. Cílem přestavby v těchto porostech by neměl být návrat k přirozené dřevinné skladbě, ale tvorba věkově a prostorově strukturovaných porostů. Ekologickou stabilitu by pak měly zajišťovat meliorační dřeviny jako je BK a JD.

Přírodní park Polánka díky své nadmořské výšce (cca 700 m n. m.) a ročnímu úhrnu srážek (700 – 750 mm) nabízí optimální podmínky pro pěstování smrku. Proto je vhodný pro dlouhodobé pozorování a výzkum.

2. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo získat nové poznatky o struktuře, zásobě a přírůstu vybraných smrkových porostů v přírodním parku Polánka (LS Tábor). Porosty se v současné době nachází ve stádiu zahájení přestavby. Jedná se o stejnověké smrkové monokultury mimořádné kvality. Vtroušeně se vyskytuje borovice lesní a bříza bělokorá. Obnova porostů na lokalitě byla v minulosti prováděna velkoplošně. Současná přestavba by měla být proto zaměřena zejména na zvýšení stability porostů formou diferenciací věkové a prostorové struktury.

Dílními cíli diplomové práce byl výběr a založení trvalých výzkumných ploch (TVP) na lokalitě Polánka (LS Tábor). Změření základních dendrometrických parametrů a odvození základních produkčních parametrů stromů na TVP. Analýza tloušťkového přírůstu a přírůstu na výčetní základně u vybraných vzorníků reprezentujících daný porost. Analýza porostní struktury (tloušťková, výšková, prostorová) na TVP. Posouzení produkčního potenciálu a mýtní zralosti jednotlivých stromů. Navržení kritérií pro jednotlivý výběr stromů k mýtní těžbě na TVP.

3. ROZBOR PROBLEMATIKY

3.1 Smrk v lesním hospodářství ČR

Smrk ztepilý je nejdůležitější hospodářskou dřevinou Evropy. Česká republika není v tomto směru výjimkou. O jeho důležitosti svědčí procentní podíl v lesích a pěstování i mimo areál jeho přirozeného výskytu (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Na území České republiky se podíl smrku v přirozené dřevinné skladbě (tj. bez vlivu člověka) pohyboval okolo 11,2 % (MZE, 2011). Čisté smrkové porosty se vyskytovaly pouze ve smrkovém vegetačním stupni. Od pátého vegetačního stupně vytvářel smrk klimaxová smíšená společenstva společně s jedlí, bukem aj. (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Zastoupení smrku v České republice má více než 50 let sestupný trend (SOUČEK, TESAŘ, 2008). V roce 1996 byl smrk ztepilý zastoupen 55 %, zatímco v roce 2011 to bylo 51,7 %. Zvýšený podíl smrku byl kompenzován v porostech zejména na úkor jedle bělokoré a buku lesního (MZE, 2011). Maximum objemové produkce vytváří smrk ve čtvrtém a pátém vegetačním stupni. Těžiště produkce smrku je v CHS 45 a CHS 53 (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Přirozený výskyt smrku v nižších polohách je vázán na stanoviště s dostatkem vody.

Dlouhodobý pokles zastoupení smrku lze přisuzovat snaze o přiblížení se k doporučenému zastoupení smrku v lesích ČR na 36,5 % (MZE, 2011). Doporučená dřevinná skladba představuje kompromis mezi přirozenou dřevinnou a hospodářsky výhodnou skladbou (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Snižování zastoupení smrku je realizováno formou přeměn a přestaveb v současných málo stabilních monokulturních porostů smrku a porostů s převládajícím zastoupením smrku, zejména v nižších LVS. Zásady státní lesnické politiky (1994) předpokládají zvýšení dřevinné rozmanitosti lesa a přiblížení se přirozené skladbě s přiměřeným uplatněním produkčně nejvhodnějších druhů. Snaha o úpravu dřevinné rozmanitosti lesa je patrná ze současné právní úpravy tj. zákona č. 289/95 Sb. o lesích a na něj navazující vyhlášky č. 84/1996 Sb., které upravují minimální počty MZD¹ při obnově porostů.

Cílová přeměna druhové skladby je dlouhodobý proces, který nelze urychlit, aniž by došlo k velkým ekonomickým ztrátám a ekologickým rizikům (MZE, 2011).

¹ MZD Stanovištně vhodné dřeviny zvyšující stabilitu porostů a příznivě ovlivňující koloběh látek v prostředí

3.1.1 Rozmnožování:

V zápoji začíná smrk plodit okolo 60 let. Dle MUSILA a HAMERNÍKA (2007) se semenné roky u smrku opakují po 4 – 5 letech, ÚRADNÍČEK (2009) uvádí interval 5 – 9 let. Smrk se primárně rozmnožuje generativně. Kvete od dubna do května. V semenných letech produkuje až 100 kg i více (20 mil. kusů semen) na 1 ha. Šišky se otevírají podle oblasti výskytu v říjnu nebo až na jaře. Semeno je kávově hnědé barvy, 4 až 5 cm dlouhé. Křídlo je světle hnědé, 12 až 15 mm dlouhé, snadno oddělitelné. Klíčivost semen je 70 až 80 % a trvá cca 5 let, postupně však slábne (SVOBODA, 1953).

V nepříznivých podmínkách, zejména kolem horní hranice lesa se rozmnožuje vegetativně tzv. hřížením (POLENO et al., 2009). Větve stlačené sněhem přilehnou k zemi a zakoření.

3.1.2 Nároky na světlo, růst a variabilita smrku

V nárocích na světlo je smrk označován jako stinný až polostinný, případně jako slunný, v mládí snášející zástin (MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ÚRADNÍČEK, 2009). Schopnost snášet zástin je závislá na věku dřeviny a stanovištních podmínkách. Díky toleranci k zástině smrk snadno vniká do porostů jiných dřevin a postupně je vytlačuje (ÚRADNÍČEK, 2009). V optimálních podmínkách může smrk ztepilý, stejně jako jedle bělokorá, růst v zástině až desítky let. Po uvolnění pak reaguje prudkým přírůstem (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Při výchově mladých smrkových porostů dochází po silném uvolnění korun k urychlení přírůstu (ASSMANN, 1954). Příčinou je podle ASSMANN (1965) zvýšená aktivita asimilačních orgánů, která se projevuje po šoku z jejich náhlého ozáření. Jako hraniční hodnota zastínění se uvádí 2 až 4 % plného osvětlení (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

Výškově přirůstá smrk zprvu velmi pomalu. Později dochází k akceleraci růstu, která vrcholí kulminací okolo 40 let věku a končí obvykle okolo 100 let. U smrku se vyznačují dva růstové typy. První typ roste v mládí rychleji, dříve kulminuje, následně však rychle přírůst klesá. Zatímco druhý typ se vyznačuje pozvolným růstem v mládí s kulminací o 20 let později a velmi pozvolným poklesem růstu (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

Jako každá dřevina s rozlehlým areálem výskytu se vyznačuje značnou morfoloickou proměnlivostí. Morfoloická variabilita se týká hlavně tvaru koruny, větvení a forem semenných šupin šišek. Může být spojena i s růstem, tvorbou kořenů, odolností proti zlomům, suchu, hnilobám atd. (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

3.1.3 Škodliví činitelé:

Smrková monokultura je z hlediska druhové dřevinné stavby nepřirozený ekosystém (KALOUSEK, FOLTÁNEK, 2007). Stejnověkost a stejnotvarost lesa věkových tříd zvyšuje jeho náchylnost k poškození (REININGER, 1997). V juvenilním věku (stádia kultur, nárostů a mlazin) se projevuje poškozování všemi biotickými a abiotickými činiteli (KALOUSEK, FOLTÁNEK, 2007). Ve středním věku patří mezi hlavní škodlivé činitele poškození způsobené tíhou mokrého sněhu a námrazy. Periodicky se opakuje katastrofální poškození lesa větrem a sněhem (REININGER, 1997). Nelze opomenout také působení imisí a sucho. Na oslabení způsobené abiotickými činiteli navazují hmyzí škůdci jako např. lýkožrout smrkový, bekyně mniška, pilatky. Rány po poškození zvěří jsou, vzhledem k nízké regenerační schopnosti smrku, vstupní branou pro houbové choroby. Václavka způsobuje již od mlazin ronění pryskyřice. V dospívajících porostech se přidává ještě zbytnění kmenové báze (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

3.1.4 Dřevo a jeho využití

Dřevo má stejnoměrné žlutavě bílé zbarvení bez zřetelného jádra (SVOBODA, 1953). Pokud se místy (od oddenku) vyskytuje tmavohnědé zbarvení, jedná se o počáteční stádium tvrdé hniloby (PATŘIČNÝ, 2005). Přečhod mezi jarním a letním dřevem je náhlý. Letokruhy jsou dobře znatelné. Dřevo je měkké, štěpné, dlouze vláknité. Oceňovanou vlastností je jeho pružnost a snadná opracovatelnost. Pro svoje vlastnosti je dřevo všestranně využíváno ve stavebnictví, tesařství, truhlářství nebo jako surovina pro výrobu papíru (SVOBODA, 1953). V hudebním průmyslu se využívá tzv. rezonanční dřevo tj. pravidelně a pomalu rostlé smrkové dřevo, ze kterého se lepí přední ozvučné desky houslí, kytar, viol atd. (PATŘIČNÝ, 2005). Svě využití nachází také ve stolařství pro výrobu luxusního nábytku či dřevomodelářství.

Pro výrobu dýhy lze využít smrk lískovcový, který má jemně zvlněné letokruhy a na tangenciálním řezu má ozdobnou strukturu. Na ohnutých kmenech roste křehké červené tlakové dřevo, které se označuje jako křemenitost (SVOBODA, 1953).

3.2 Pěstování smrku

Existují dvě krajní polohy pro pěstování smrku. První je pěstovat smrk holosečným způsobem tj. v lese věkových tříd. Druhou alternativou je pěstování formou výběrného lesa. Pěstování smrku přijatelné ekologicky, hospodářsky a sociálně se nachází někde uprostřed obou krajních poloh (KALOUSEK, FOLTÁNEK, 2007).

3.2.1 Výběrný způsob hospodaření

Ve výběrném způsobu je objektem hospodaření strom nebo skupina stromů (POLENO, et al., 2007). Z jednotlivého nepravidelného výběru, kde se bere v úvahu většina kritérií výběrného principu, vyplývá, nepravidelná, skoro neustálá clonná obnova s charakterem velkoplošnosti. Při těžbě se neuplatňují známé fáze clonné seče ani určitý plošný pořádek. Hospodářské způsoby výběrného lesa zvýhodňují stinné dřeviny a značně stěžují obnovu slunných dřevin (VYSKOT et al., 1978). V ideálním výběrném lese jsou na ploše **trvale a rovnovážně** zastoupeny všechny tloušťkové třídy. Stromy, které přirozeně ubudou z každé tloušťkové třídy, jsou nahrazeny stejným počtem stromů přecházejících z nižší třídy (POLENO et al., 2007). Hospodářská opatření probíhající na jedné ploše jsou teoreticky nepřetržitá. Mezi základní nástroje hospodářské úpravy patří celkový běžný přírůst, porostní zásoba, tloušťková struktura, doba přesunu, a křivka tloušťkových četností (POLENO et al., 2007).

3.2.1.1 Stromová forma výběrného lesa

Objektem hospodaření není plocha ale strom (POLENO et al., 2007). Nerozlišuje se mezi mýtní a předmýtní těžbou. Celoplošná výběrná těžba jednotlivých stromů se provádí v krátkých časových intervalech. Postupným vrůstáním střední a dolní stromové vrstvy do mezer po odtěžených jedincích, vzniká na malé ploše bohatá věková diferenciace.

3.2.1.2 Skupinová forma výběrného lesa

Skupinová forma je další alternativou hospodaření v lese výběrném. Hospodářská opatření probíhají v malých skupinách. Velikost těchto skupin a možnost jejich rozšiřování je často diskutována (POLENO et al., 2007). POLENO et al., (2007) dále upozorňují, že práce se skupinami opomíjejícími zásadu jednotlivého výběru stromů velice přibližuje výběrný způsob, způsobu pasečnému, tj. pomístně skupinovitě clonné formě. Věkový rozdíl skupin v dílčích plochách větší než 40 let u lesa výběrného připodobňují pasečnému lesu s dlouhou obnovní dobou.

3.2.1.3 Přednosti výběrného způsobu

- ideální ochranný les díky trvalému zastoupení všech tloušťkových tříd na malé ploše;
- umožňuje trvalou roční těžbu přírůstu i na malých plochách;
- ideální pro malé vlastníky s každoročně stejnou potřebou dřeva a výnosu;

- výrazně nižší podíl tenkého dřeva proti lesu pasečnému;
- možnost stanovení cílové tloušťky od středních nebo tlustých stromů;
- zvýšená hodnotová produkce je důsledkem vysokého podílu tlustého dřeva na celkové produkci;
- zvýšená stabilita: Stromy během velmi dlouhé doby zastínění přirůstají do tloušťky velmi pomalu. Mimořádných tlouštěk dosahují často až od 80 a 100 let (VACEK, SIMON, REMEŠ, 2007).

3.2.1.4 Nevýhody výběrného způsobu

- Vysoké nároky na mimořádné pěstební znalosti;
- Nižší flexibilita ve smyslu mimořádně silných těžebních zásahů oproti pasečnému způsobu;
- Náročnější provádění těžby a vyklizování proti pasečnému způsobu;
- Vzhledem k neustálé práci na celé ploše lesa je potřeba husté sítě lesních cest;
- Nevhodné podmínky pro uplatnění slunných dřevin (SIMON, VACEK, 2008).

3.2.2 Holosečný způsob hospodaření

Pasečné způsoby pracují zejména s jednou obmýtní dobou. To vede k porostům věkově, tloušťkově i výškově málo diferenciovaným. V lese sdruženém lze ale narazit na dvoumýtní variantu (pařezina s výstavky) (POLENO et al., 2007).

3.2.2.1 Holosečný způsob

Obnova následuje po jednorázovém vytěžení porostu nebo jeho části. Nejsou uplatňovány principy výběru. Ekologický vliv mýceného porostu je na převážné části plochy minimální (POLENO et al., 2007). Rozdíl mezi prostředím porostu a holé plochy je zvýrazněn zejména srážkovým nadlepšením. Ochrana proti výkyvům podmínek i buření je snížena (KADLUS, 1970). Výsledkem jsou trvale jednoetážové porosty (POLENO et al., 2007).

Z hlediska velikosti se rozlišují dvě formy holé seče, **maloplošná holá seč** a **velkoplošná holá seč**.

V odstavci 2, §31, zákona č. 289/1995 Sb. je velikost plochy holé seče stanovena na 1 ha a její šíře na exponovaných hospodářských souborech nesmí překročit jednonásobek a na ostatních dvojnásobek průměrné výšky těžného porostu. Při příliš velké holé seči dochází k většímu ohrožování lesa. Proto je velikost upravena zákonem

(DROBNÍK, DVOŘÁK, 2010). Takováto **holá seč** může být považována za **maloplošnou**. Nejčastěji jsou maloplošné seče prováděny jako okrajové a pruhové. Specifický případ holosečného způsobu je maloplošná skupinovitá obnova (kotlíková) (POLENO et al., 2007).

Kotlíková seč

Kotlíková seč vytváří vhodné ekologické podmínky pro obnovu dřevin s odlišnými nároky na světlo a vláhu. Zvláště v sušších podmínkách zajišťuje zdárnou obnovu lesa. Umístěním, tvarem či velikostí lze upravit mikroklima v kotlíku i jeho blízkém okolí (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Obnovní prvek zaujímající plochu 0,10 – 0,20 ha se označuje jako skupina, 0,03 – 0,10 jako skupinka a pod 0,03 jako hlouček. Kruhové kotlíky, jejichž průměr je stejný jako střední výška obnovovaného porostu, dosahují vesměs plochy skupinky (POLENO et al., 2011).

Působení původního porostu je u holosečných kotlíků omezeno na obvod kotlíku. U clonných kotlíků je míra vlivu závislá na stupni proclonění. S velikostí kotlíku roste riziko zabuřnění na úrodných půdách a zavodnění na stanovištích ovlivněných vodou. Kotlíky lze nechat samostatně, lze je rozšiřovat i propojovat ve větší zpevňující prvek. Postupné rozšiřování kotlíků zabraňuje znehodnocení okrajových jedinců. V případě rozpadu porostu tvoří kotlíky východiska obnovy (SOUČEK, TESAŘ, 2008).

Velkoplošné holé seče jsou v České republice reprezentovány výjimkami z ustanovení zákona. Ty může povolit, na žádost vlastníka, orgán státní správy lesů (DROBNÍK, DVOŘÁK, 2010).

Výjimka se vztahuje:

- na hospodářský soubor přirozených borových stanovišť na písčných půdách a na hospodářský soubor přirozených lužních stanovišť do velikosti 2 ha bez omezení šíře;
- na dopravně nepřístupné horské svahy delší než 250 m, nejedná-li se o exponované hospodářské soubory, do velikosti 2 ha holé seče (POLENO et al., 2007).

Přednosti holosečného způsobu:

- velké množství dřeva na plošnou jednotku;
- možnost využití mechanizace (těžba, vyklizování, odstraňování těžebních zbytků; příprava půdy k zalesňování, mechanizovaná výsadba a sje);

- možnost intenzivní přípravy půdy spojená se základním hnojením;
- volnost při volbě dřevin nebo jejich směsi;
- pro citlivé dřeviny, možnost využít přípravného lesa z pionýrských dřevin (s několikaletým předstihem);
- možnost přirozené obnovy dřevin s lehkými či okřídlenými semeny – využití výstavků (POLENO et al., 2007).

Zápory holosečného způsobu:

- nežádoucí urychlený rozpad mrtvé organické hmoty;
- na několik let je přerušen koloběh živin, ztráta živin z ekosystému;
- vodní eroze, eutrofizace povrchových i podzemních vod;
- není estetická, narušení obrazu krajiny;
- nevhodná pro citlivé a stinné dřeviny;
- ekologicky nejhorší způsob hospodaření (POLENO et al., 2007).

Násečný způsob

Vyhláška MZE č.83/1996 Sb. definuje násečný způsob, jako obnovu lesních porostů, která probíhá na souvislé vytěžené ploše, jejíž šíře nepřekročí průměrnou výšku těženého porostu, popř. i pod ochranou přilehlého porostu. POLENO et al., (2007) poukazují na nepřesnost této definice a konstatují, že se jedná v podstatě o kombinaci dvou předchozích základních forem tj. z části holé **vnější obruby** a z části zacloněné **vnitřní obruby**.

Na vnějším okraji je zvýšen přívod klimatických činitelů. Mateřský porost poskytuje boční ochranu. Na vnitřním okraji je obnovovaný porost přímo chráněn shora. Klimatičtí činitelé působí z boku (KADLUS, 1970). Vnitřní okraj je chápán jako úzká dlouhá plocha zasahující dovnitř porostu až do míst, kam dosahuje boční světlo (zpravidla do 1/2 až 1 výšky porostu). Vnější holosečný okraj se vytváří tak široký, jak daleko sahá v letní polední době pás stínu. Šíře pásu (v průměru 1/3 až 1/2 výšky hlavního porostu) se mění podle orientace porostní stěny na světové strany a expozici svahu (POLENO et al., 2007).

Přednosti násečného hospodářského způsobu:

- vytváří velmi variabilní ekologické podmínky;
- podmínky lze dále modifikovat (rychlostí postupu, zvlněním porostní stěny, stupněm či rozvolnění atd.);

- jednoduchá a šetrivá těžba;
- vytěžené stromy z porostu lze vyklidit přes ještě neobnovenou část;
- porosty stejnověké ve směru porostní stěny, ale nestejnověké ve směru těžebního postupu (POLENO et al., 2007).

Nevýhody násečného hospodářského způsobu:

- krátká obnovní doba nevyhovující stinným dřevinám;
- v rozsáhlých porostech dlouhá obnovní doba z jednoho východiska;
- při založení více východisek obnovy hrozí poškození porostu větrem;
- nevhodná do mýtně zralých porostů (porosty buď přestárnou nebo přirozená obnova nestačí udržet krok s rychlostí těžebního postupu);
- nízká flexibilita (zvýšení těžby vede k narušení kontinuity obnovy) (POLENO et al., 2007).

3.2.3 Podrostowní způsob

Při podrostowním způsobu hospodaření se obnova lesa uskutečňuje pod clonou obnovovaného porostu (ŠINDELÁŘ, 2001). Ekologický vliv mýceného porostu se na obnovní ploše projevuje v plném rozsahu (POLENO et al., 2007). Přívod klimatických činitelů (světla, tepla, srážek) shora je zvýšen s mírou prosvětlení. Mateřský porost zároveň slouží jako ochrana proti buřeni a proti kolísání klimatických činitelů (KADLUS, 1970). Porosty jsou dočasně po dobu obnovy etážově uspořádány. Podrostowní hospodářský způsob využívá clonou seč. Ta kombinuje několik hospodářských forem a modifikací. S ohledem na plošný rozsah seče, lze rozdělit clonnou seč na velkoplošnou a maloplošnou, z hlediska časového průběhu na krátkodobou, dlouhodobou až permanentní. Rozmístění těžebního zásahu může být pravidelné či nepravidelné. Dalším kritériem může být počet fází seče. Ty se pohybují od dvou výše a mohou přecházet až do neomezené výběrné seče ve formě jednotlivého výběru stromů výběrnou sečí při zachování velmi dlouhé obnovní doby (POLENO et al., 2007).

3.2.3.1 Velkoplošná clonná seč

Velkoplošná clonná seč bývá někdy označována jako tmavá seč, případně podle svých autorů jako Hartig – Heyerova (ŠIMEK, 1993). Tato clonná forma slouží k obnově celých porostů až oddělení (SIMON, VACEK, 2008). Postupným stejnoměrným a pravidelným prosvětlováním mateřského porostu nad nálety a nárosty se vytváří vhodné

podmínky pro plošnou obnovu. Po zajištění náletu se mateřský porost jednorázově domýtl.

Hartig – Heyerova clonná seč se využívá zejména u buku. Pro smrk, který má sníženou odolnost vůči větru, nelze tuto formu clonné seče v plné míře využít. Uplatnění v plném rozsahu by vedlo k narušení stability smrkových porostů. Pro obnovu smrku se proto využívají spíše maloplošné clonné seče (ŠIMEK, 1993).

3.2.3.2 Okrajová clonná seč

Obnova se zajišťuje postupně od okraje v clonných pruzích. Lze využít pro všechny druhy dřevin. Pro stinné dřeviny (jedle, buk) je příliš pomalá (SIMON, VACEK, 2008). V klasické formě má clonná seč 4 fáze (seč přípravnou, semennou, prosvětlovací a domýtnou). V praxi se často na úrodných půdách seč semenná vynechává. Při zahájení obnovy se uvnitř porostu zakládají kotlíky nebo pruhy s melioračními a hluboko kořennými dřevinami podle obnovního cíle lesních typů (ŠIMEK, 1993).

Zahájení clonné obnovy se provádí tzv. **sečí přípravnou**. Ta má charakter silné probírky, zakmenění se pohybuje okolo 0,8. Tvoří se pruh 20 – 25 m široký. Z obnovovaného porostu se odstraňují všichni podúrovňoví a méně kvalitní jedinci s nedostatečnými parametry koruny (ŠIMEK, 1993). Uvolnění kvalitních jedinců je důležité pro podporu fruktifikace.

V semenném roce přichází na řadu druhá fáze reprezentovaná **semennou sečí**. Její uplatnění není u smrkových porostů bezpodmínečně nutné. Na kyselých řadách s optimálními podmínkami pro přirozenou obnovu, nedochází k zabuření půdy a nálet smrku se dostavuje spontánně. Na živných lesních typech se semenná seč prakticky nevyužívá, protože vede k silnému zabuření a brání tak využití přirozené obnovy. Na stanovištích ovlivněných vodou ohrožuje prořídle okraje porostů vítr (ŠIMEK, 1993).

Pro podporu růstu náletu se provádí, seč **prosvětlovací**. Zakmenění zpravidla neklesne pod 0,7. Aplikuje se pozitivní výběr ve prospěch nejlepších jedinců. Je aplikováno jakostní přírůstové hospodářství. Na průměrných stanovištích jsou vybírány nejsilnější kmeny, na úrodnějších pak středně silné kmeny. Cílem je získat co největší počet cenných sortimentů. Prosvětlovací seč volně přechází směrem do porostu (40 – 50 m hluboko) v seč přípravnou. Současně mohou být rozšířeny kotlíky či uvolněn nálet v mezerách (ŠIMEK, 1993).

Závěrečnou a zároveň nejrizikovější fází clonné obnovy je **seč domýtná**, protože hrozí škody na nárostech. Vyklizení uvolněných stromů je závislé na obnovní době. Je nutné sledovat potřeby nárostu. Na úrodnějších stanovištích je obvykle vyšší přírůst a tím pádem i vyšší podíl cenných sortimentů (ŠIMEK, 1993).

3.2.3.3 Pruhová clonná seč

Využívá se při obnově rozsáhlých porostů. Aby bylo dosaženo přiměřené doby obmýtí, je potřeba v těchto porostech vytvořit více východisek obnovy. V pracovních polích (pruzích o šířce asi 20 m) se pak pracuje současně. Pracovní postup viz Okrajová clonná seč (SIMON, VACEK, 2008). Při obnově smrkových porostů se těchto sečí vzhledem k ohrožení větrem využívá minimálně (ŠIMEK, 1993).

3.2.3.4 Skupinová clonná seč

Obnovní metoda s širokým uplatněním v našich podmínkách hlavně ve směsích bk – jd, bk – jd – sm. (VYSKOT et al., 1978). Obnovním prvkem jsou skupiny různé velikosti zpravidla realizované formou clonných kotlíků uvnitř mateřského porostu. Kotlíky se umísťují do porostu tak, aby později mohly být spojeny v žebro. Když dojde k úplnému uvolnění nárostů v dané skupině, dojde k proclonění semennou sečí po obvodu kotlíku. Postup skupinové clonné seče je pro obnovu porostů příliš pomalý. Proto se zpravidla kombinuje s jinou sečí (SIMON, VACEK, 2008). Původně samostatné obnovní prvky spojené pomocí okrajových sečí, dostávají charakter velkoplošnosti (VYSKOT et al., 1978). Výstupem tohoto obnovního postupu jsou zpravidla nestejnověké smíšené porosty. V prvních fázích obnovy jsou do smrkových monokultur vnášeny buky a jedle výsadbou (VACEK, SIMON, REMEŠ, 2007).

Pomístně skupinovitá clonná seč

Pomístně skupinovitá clonná seč se odlišuje od skupinové clonné seče úmyslnou nepravidelností obnovy. Důsledně se sleduje výběrný princip, který má vést k trvalému zvyšování a zlepšování organické produkce. V porostech tak vznikají jednotlivým výběrem stromů různě husté skupiny, s různou dobou nástupu obnovy lesa. Charakteristická je dlouhá obnovní doba, nikoli nepřetržitá. Známe tři modifikace (SIMON, VACEK, 2008).

- **Bavorský způsob**

Má skupinový charakter. Určité části porostu jsou stále zapojeny. Do těchto částí se obnovní prvky vkládají postupně později. Obnovní doba trvá 30 let (SIMON, VACEK, 2008).

- **Švýcarský způsob**

Má více výběrný a zušlechťovací charakter. Skupinovitě či hloučkovitě uspořádání stále přetrvává. Obnovní doba je delší než u bavorského způsobu (SIMON, VACEK, 2008).

- **Bádenský způsob**

Má více charakter jednotlivého výběru. Stádium pokročilé obnovy připomíná svým charakterem výběrný les. Cílem pěstování je dosažení tlustého, vysoce jakostního dřeva. Odmítá se prostorový pořádek, který by narušoval výběr stromů k tomuto cíli (SIMON, VACEK, 2008).

3.2.4 Obnovní postup s uplatňováním jednotlivého výběru

Součástí hospodaření podrostrním způsobem je také obnovní postup s uplatňováním výběrů, jak je o něm pojednáno v §31, odst. 3, zákona č.289/1995 Sb. o lesích (SIMON, VACEK, 2008). Výběrem se rozumí selektivní kácení **jednotlivých** stromů, aniž by vznikla holina či pruh. Snížením zakmenění porostu se vytváří podmínky pro jeho následnou přirozenou obnovu (DROBNÍK, DVOŘÁK, 2010).

Obnovní těžba výběrem jednotlivých stromů (při neholosečné obnově v lese pasečném) je výrazem trvalé péče o lesní porosty. Její výhodnost dokládají výzkumné práce a zvyšující se zkušenosti z praxe. Není proto divu, že se využívá stále častěji (POLENO et al., 2009). Při jednotlivém výběru stromů výběrnou sečí v pasečném lese se zachovává velmi dlouhá obnovní doba. Tento obnovní postup je nutné rozlišovat od clonného postupu. Nemůže být ale ztotožňován ani s hospodářským způsobem výběrným (v lese výběrném) (SIMON, VACEK, 2008).

Při individuálním výběru se využívá tzv. (kritérií výběru). Podle zvoleného kritéria výběru jsou pojmenovány druhy výběrů. Kritériem výběru může být například druh dřeviny. Druhový výběr se využívá k usměrňování druhové skladby ve smíšených porostech nebo pro podporu jednotlivě vtroušených dřevin. Zdravotní výběr je důležitý k udržení dobrého zdravotního stavu porostů. Výběr tvarový je vhodný pro zvyšování kvality porostů. Pro zvýšení ekologické a statické stability porostů se použije stabilizační

výběr. Zralostní výběr je uplatňován zejména v lese výběrném, výběrem a těžbou zralých stromů (POLENO, 1999)

Jednotlivý výběr stromů má celou řadu **předností** ekologického i ekonomického rázu. (POLENO, 1999) uvádí např.:

- trvalá a nepřerušovaná produkce;
- možnost selekce zaměřené na stromy s žádoucími vlastnostmi;
- využití světlostního přírůstu na nejkvalitnějších stromech;
- snižování nebezpečí vodní eroze;
- omezování zarůstání půdy buřením;
- snadnější přirozená obnova;
- příznivé podmínky pro podsadby citlivých dřevin (jedle a buk);
- možnost práce se světlem a stínem (využití auto redukce přehoustlého zmlazení);
- vytváření dvouetážových porostů;
- zabránění urychlené mineralizaci humusu jako je na holině.

Vzhledem k uvedeným přednostem je plně opodstatněný požadavek, uplatňovat těžbu jednotlivým výběrem stromů v mnohem větší míře (POLENO et al., 2009).

3.2.4.1 Kritéria pro výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě

Mezi nejdůležitější kritéria pro těžbu stromů byl v minulosti využíván věk a tloušťka stromů. Obě kritéria se do určité míry využívají dodnes. Zákon č.289/1995 Sb. o lesích v § 33, odst. 4 stanovuje jako minimální věk pro obnovní těžbu 80 let. Mýtní zralost, pro porost jako celek, vycházející ze středního věku porostu, je jen hrubě rámcová. V každém porostu se vyskytuje určitá variabilita znaků a vývojových stádií, kterými se jedinci liší od střední hodnoty. Alternativou k věku je tloušťka stromů. V původním neplánovaném výběrném způsobu hospodaření tzv. toulavou sečí byla opravdu prvořadou funkcí věku. Tloušťka stromů zároveň vyhovovala také jako kritérium použitelnosti dřeva. Z těchto důvodů se stala na dlouhou dobu základním ukazatelem těžební zralosti stromů. Cílová tloušťka je uplatňována jako pomocné kritérium v lesích výběrných pro dosažení ekonomické zásoby. Vzniklé mezery po vytěžených stromech jsou rychle zaplněny stromy mladšími. Výšková a tloušťková diferenciacie je ve výběrném lese důsledkem různověkosti (POLENO et al., 1999).

Tloušťková a výšková diferenciacie ve stejnověkových porostech je podle POLENA (1999) zapříčiněna:

- nahodile existujícími rozdíly kvality mikrostanovišť;
- jednorázovým narušením v minulosti (poškození);
- geneticky podmíněnou růstovou potencií stromů;
- vnitrodruhovým i mezidruhovým konkurenčním bojem;
- zdravotním stavem stromů.

Z výše uvedeného vyplývá, že odstraněním silnějšího kmene ve prospěch sousedního slabšího kmene může dojít k akceleraci přírůstu pouze za předpokladu konkurenčního boje (POLENO et al., 2009).

3.2.4.2 Posouzení mýtní zralosti podle přírůstového kritéria

Třetím možným kritériem pro určení mýtní zralosti stromů je kulminace přírůstu. POLENO et al., (2009) zdůrazňují, že kulminace přírůstů jednotlivých stromů není v průměru stejná jako kulminace porostního přírůstu. Přírůst lesního porostu je neustále ovlivňován růstovými podmínkami a hlavně úbytkem počtu stromů, které jsou nositeli přírůstu. Důsledkem toho dochází ke kulminaci objemového přírůstu dříve než u přežívajících stromů. Autoři dále upozorňují na problematické vyrovnání křivek zejména běžného přírůstu. V porostech jsou velké výkyvy vlivem výchovných zásahů, u jednotlivých stromů pak kvůli klimatu a těžebním zásahům dostává křivka charakter vlnovky.

Pro zjišťování přírůstu nedoporučují POLENO et al., (2009) tloušťkový přírůst, zejména kvůli jeho nízké vypovídající hodnotě. Jako vhodný uvádějí autoři přírůst objemový a přírůst plošný (na výčetní základně). Objemový přírůst má nejvyšší vypovídající hodnotu. Přírůst plošný je naopak nejnáze zjistitelný.

Pro posouzení mýtní zralosti jednotlivých stromů je významné porovnání jejich běžného a průměrného ročního přírůstu na kruhové základně. Produkčně je nejvýhodnější těžba stromu v okamžiku, kdy se rovná přírůst průměrný přírůstu běžnému (bod kulminace průměrného přírůstu) (POLENO, 1999). U nalezených podstatných rozdílů mezi modelovými a letokruhovými indexy při analýze smrku uvádí ZACH s DRÁPELOU (1991) jako možnou příčinu, vliv klimatu na tloušťkový přírůst.

3.3. Přestavba, přeměna, transformace

Přestavba je těžebně pěstební úkon, jehož smyslem je změna nebo úprava dřevinné skladby a zároveň změna věkové struktury směřující k pasečnému podrostnímu či nepasečnému lesu (KALOUSEK, FOLTÁNEK, 2007). Přestavba však není návratem k přirozené dřevinné skladbě daného stanoviště, ale tvorbou smíšených, věkově a prostorově strukturovaných porostů s takovým zastoupením smrku, aby nebyla nevratně ohrožena produktivita stanoviště (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Důležitým faktorem je zvyšování odolnosti k abiotickým faktorům, které mohou působit značné škody. SCHÜTZ et al. (2006) při vyhodnocování ničivé bouře Lothar ve Švýcarsku, sestavili model, z kterého vyplynulo, že již 10% podíl listnatých dřevin a přimíšení douglasky v zasažených smrkových porostech, by vedlo k 50% poklesu tamních škod.

V České republice se přestavba porostů týká převážně umělých stejnověkových smrkových monokultur rostoucích na stanovištích přirozených smíšených listnatých porostů. Podle VYSKOTA et al. (1978) je nutno i vznik rozsáhlých jehličnatých monokultur v minulých stoletích pokládat za přestavbu.

S měnícími se společenskými nároky, očekávanými změnami klimatu a změnami ekologických podmínek, roste potřeba přetvářet lesní ekosystémy tak, aby byly co nejlépe adaptačně schopné.

Hlavním kritériem při volbě dřevin již není maximální objemová produkce smrkových porostů, ale snaha o co nejlepší, nejdokonalejší a nejhodnotnější využití produkčního lesa. Důraz je kladen především na kvalitu dřeva a mimoprodukční funkce lesů (SOUČEK, TESAŘ, 2008).

V časovém horizontu může přestavba sahat různě daleko a z hlediska výstavby lesa různě hluboko (KALOUSEK, FOLTÁNEK 2007). V závislosti na výchozím stavu lesa a konečné přestavbě může být doba přestavby delší než běžné obmýtí na daných stanovištích. S rostoucí délkou transformační doby se zvětšuje pravděpodobnost dosažení diferenciované struktury, ale zároveň roste riziko poškození původního i následného porostu (SOUČEK, TESAŘ, 2008).

Lesní hospodářství se v posledních desetiletích zabývá otázkou jak stabilizovat funkčně a ekologicky stejnověké smrkové monokultury². Změna hospodaření ve smrkových monokulturách je možná dvojitým způsobem.

- 1) **Stabilizace** smrkového hospodářství v lese věkových tříd **úpravou druhové skladby cílových dřevin (přeměnou)**.
- 2) **Stabilizace** porostů s převládajícím smrkem **pomocí diferenciací věkové a prostorové struktury** (převodem hospodářského způsobu, nebo jeho formy).

Oba pěstební systémy lze využívat zcela samostatně, ale mohou se vzájemně kombinovat.

3.3.1 Naléhavost přestaveb

Míra naléhavosti přestaveb je posuzována na základě stanovištních, ekonomických a ekologických kritérií. Vysoká naléhavost přestavby se týká stanovišť s nepůvodními smrkovými porosty, které mají malou stabilitu, sníženou vitalitu a růst (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Ve smrkových monokulturách se většinou jedná o částečnou, případně převážnou přeměnu a tím zásadně o **přeměnu nepřímou**. Převážná přeměna se týká málo odolných porostů 2. a 3. lvs. Ve 4. a 5. lvs jde o částečnou přeměnu, aby se zvýšila stabilita nebo funkční požadavky (VYSKOT et al., 1978).

Naléhavost přestavby podle stanovištních podmínek SOUČEK s TESAŘEM (2008) rozdělují následovně:

Vysoká naléhavost se týká:

- (HS 13, 19, 21, 23, 27, 29, 31, 35).

Cílem je omezit v těchto HS zastoupení smrku na minimum. HS 45 zahrnuje stanoviště s vysokým potenciálem, ale zároveň vysokou mírou rizika rozvratu porostu. Pro zvýšení porostní stability je potřeba odpovídající podíl MZD v porostní úrovni a úprava struktury. Produkční potenciál zůstane zachován.

Střední naléhavost se týká stanovišť:

- mimo přirozený areál výskytu (HS 41, 43, 47);
- se středním až vysokým potenciálem růstu (HS 51, 53, 55, 57);

² Monokultura je v našem pojetí chápána jako porost se zastoupením dalších dřevin do 10 % (SOUČEK, TESAŘ, 2008)

- stanovišť s převahou smrku v cílové dřevinné skladbě (HS 39, 75, 79).

Společným jmenovatelem stanovišť v těchto hospodářských souborech je snížená porostní stabilita. Stabilizaci porostů zajistí zvýšení podílu MZD. Produkční potenciál výrazně neklesne (SOUČEK, TESAŘ, 2008).

Nízká naléhavost:

- stanoviště s nízkým produkčním potenciálem dřeva a převažující ekologickou funkcí lesa (HS 59).

Cílem je úprava dřevinné skladby a porostní struktury. Další vývoj porostu může být ponechán přirozenému vývoji.

- v cílové dřevinné skladbě dominuje smrk, který má však nižší produkční potenciál (HS 71, 73, 77).

Cílem je diverzifikovat porostní strukturu a texturu. Ekologické a meliorační funkce zajistí MDZ v podúrovni (SOUČEK, TESAŘ, 2008).

Přeměna – úprava dřevinné skladby porostů

VYSKOT et al. (1978) rozlišuje přeměnu na přímou a nepřímou.

Při přímé přeměně dochází k jednorázovému odstranění stávajícího porostu holosečí. Nový porost se vytváří bezprostředně po seči umělou obnovou.

Nepřímou přeměnu definuje jako pěstební postup zaměřený na pozvolnou změnu druhového složení porostu. Stávající porost se využívá pro vytvoření optimálních podmínek pro růst dřevin nově vznikajícího porostu. Přeměna smrkových monokultur je realizována z převážné většiny nepřímou přeměnou s uplatňováním zásad maloplošného podrostitního způsobu hospodaření a většinou vyústíují ke změně holosečného typu lesa na les podrostitní tj. přestavby.

3.3.2 Cílové SM (BK,JD) hospodářství na kyselých půdách HS 53

Porosty přirozené dřevinné skladby byly tvořeny bukem s příměsí jedle a smrku (BK 6, JD 3, SM 1, BO, BR) (PRŮŠA, 2001; SOUČEK, TESAŘ, 2008). Smrk se přirozeně vyskytuje ve vyšších polohách, kde se dokáže růstem vyrovnat ostatním dřevinám. Stabilita porostů je dostatečná (SOUČEK, TESAŘ, 2008). Provozním cílem je pěstování smrku s příměsí buku, jedle, borovice, modřínu a douglasky (ŠIMEK, 1993). Produkční potenciál je nízký až průměrný. Na většině stanovišť lze hospodařit intenzivně až velmi

intenzivně (SOUČEK, TESAŘ, 2008). PRŮŠA (2001) upozorňuje na časté snížení produkce u opakovaně pěstovaných smrkových monokultur. Vhodnou péčí o porostní zásobu na úrodnějších stanovištích, lze docílit vyššího počtu cenných sortimentů (ŠIMEK, 1993). VACEK, SIMON, REMEŠ (2007) doporučuje při výchově intenzivní zásahy v porostech smrku. Zásahy je nutno zaměřit na zvýšení stability a kvality porostu, úpravu druhové skladby dřevin ve prospěch přimíšených a vtroušených cílových dřevin.

Půda je středně hluboká až hluboká, hlinitopísčité až písčitolhlinité, čerstvě až mírně vlhká. Skeletovitost je slabá až střední. Půdním typem je kambizem typická oligotrofní. Humusová forma je moder, někdy surový moder (PRŮŠA, 2001). Půdní poměry zajišťují dostatečné podmínky pro dobré zakoření (ŠIMEK, 1993). Stabilita porostů je dostatečná (SOUČEK, TESAŘ, 2008).

Relativně vysoká stabilita smrkových porostů a nízký rozvoj buřeně vytváří ideální podmínky pro přirozenou obnovu smrku. KADLUS (1966) na základě výzkumu v Orlických horách uvádí, že lze ve značném měřítku využívat přirozenou obnovu autochtonních dřevin ve smrko-jedlo–bukových porostech. Zapojené až slabě uvolněné porosty vytváří dostatečné podmínky pro vznik a počáteční vývoj obnovy. V mýtních porostech se vyskytuje zmlazení zejména v porostních mezerách, kotlících a okrajích porostů (ŠIMEK, 1993).

4. METODIKA

4.1 Přírodní park Polánka

Praktická část diplomové práce byla prováděna na lokalitě Polánka, kterou spravuje LS Tábor. Rozloha parku činí 16,2 km².

Přírodní park Polánka byl zřízen obecně závazným právním předpisem Jihočeského kraje 19. dubna 2004, podle zákona č. 114/92 Sb., **o ochraně přírody a krajiny**.

Zřizovací dokument stanovuje omezení ve využívání území tak, aby byl zachován krajinný ráz rozsáhlého lesního komplexu a vodních ploch, které jsou významné svými přírodními a estetickými hodnotami. §12, zákona č.114/92 Sb. vyžaduje k umístování a povolování staveb, jakož i jiných činností, které by mohly snížit nebo změnit krajinný ráz, souhlas orgánu ochrany přírody.

4.1.1 Geomorfologické zařazení, geologické a půdní podmínky

Z hlediska geomorfologického náleží Polánka do Křemešnické vrchoviny. Geologické podloží v této oblasti tvoří jednotvárná série moldanubika.³ tvořená svory a svorovými rulami. V jihozápadní části území se rozkládají Dubské vrchy, které se na jihu svažují do Chýnovské kotliny a na severozápadě do Blanické brázdy. Severovýchod přírodního parku Polánka zasahuje do Cetorazské pahorkatiny. Nejvyšší vrchol je zde Batkovy 721 m n. m. V parku pramení řeka Blanice a Trnava a potoky Harvíkovský, Novomlýnský, Ratibořský, Chotčinský a Skřípinský. Součástí parku je i řeka Trnava a osm rybníků (ALBRECHT, 2003).

4.1.2 Klimatické poměry

Podle MIKA et al. (2009) se lokalita řadí do mírně teplé klimatické oblasti (MT 4). Průměrná teplota v lednu se pohybuje mezi -2 až -3 °C, v červenci mezi 16 – 17 °C, v dubnu a říjnu mezi 6 – 7 °C. Délka vegetační doby trvá 140 – 160 dní. Ve vegetačním období spadne na území 350 – 450 mm srážek. Srážkový úhrn v zimním období činí 250 – 300 mm. Sněhová pokrývka vydrží 60 – 100 dní (MIKO et al., 2009).

³ Moldanubikum zahrnuje Českomoravskou vrchovinu, Šumavu a Český les (PETRÁNEK, 2014).

Vzhledem k poloze lokality a nadmořské výšce 700 m n. m. lze usuzovat, že roční úhrn srážek se pohybuje mezi 700 až 750 mm.

Převládající větry vanou ze západu. Jejich průměrná rychlost se pohybuje mezi 2,5 – 4 m·s⁻¹. Langův dešťový faktor odpovídá humidní vláhové charakteristice. Průměrný roční úhrn referenční evapotranspirace je 600 – 650 mm. Průměrná relativní vlhkost vzduchu je 75 %. Průměrný úhrn přímého a difuzního záření dosahuje 1700 až 1800 MJ·m⁻² (TOLASZ, 2007).

4.1.3 Druhovú skladba

Jádro přírodního parku je tvořeno lesními komplexy Batkovy a Domamyšlský les. V lesních porostech 4. (bukového) a 5. (jedlobukového) vegetačního stupně převažuje smrk ztepilý (*Picea abies*) doprovázený borovicí lesní (*Pinus sylvestris*).

Přimíšeny jsou listnaté dřeviny jako buk lesní (*Fagus silvatica*), bříza bělokorá (*Betula pendula*) (ALBRECHT, 2003).

4.1.4 Fytogeografické zařazení

Polánka se nachází v západním výběžku přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina. Převládajícím tvary tu jsou mírně zvlněné tvary s rozlehlými plošinami a plochými hřbety (PRŮŠA, 2001). Fytogeograficky lokalita náleží do Českomoravského Mezofytika, které tvoří přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou květenou. Po stránce typologické dominuje soubor lesních typů 5K. Ten je doplněn soubory 5P, 5S, 5O, 5G, 5I.

4.1.5 Zdravotní stav porostů

Porosty jsou zdravé, středně ohrožené větrem. U některých jedinců dochází vlivem sněhu či námrazy ke korunovým nebo vrcholovým zlomům. Porosty se daří bez potíží dopěstovat do mýtního věku.

Z hmyzích škůdců poškozují porosty kůrovci a ploskohřbetky. Významným přirozeným nepřítelem ploskohřbetky je černá zvěř. Vyrýváním larev ploskohřbetky zlepšuje černá zvěř také půdní podmínky pro přirozenou obnovu. Polánka je vyhlášena oblastí chovu černé zvěře. Početní stavy černé zvěře vykazují na Táborsku (stejně jako na většině území České republiky) rostoucí trend. Chová se zde také zvěř srnčí. Vliv srnčí zvěře na přirozenou obnovu smrku není významný. U umělé obnovy, je situace zcela opačná. Doplnňované chybějící druhy dřevin jsou pro zvěř lákavým soustem. Proto musí

být tyto dřeviny oploceny či jinak chráněny (mechanicky, chemicky) proti okusu a vytloukání. Zvěř jelení se zde trvale nevyskytuje. Výskyt fytopatogenních hub je zde malý.

Vliv zvěře je patrný v mlazinách. Ty jsou protkány sítí stezek a zvěř je využívá jako přirozený kryt.

4.1.6 Lesnické hospodaření

Lesní komplex přírodního parku je tvořen velmi kvalitními porosty. Dominující hospodářskou dřevinou je smrk ztepilý, který se zde nachází ve svém produkčním optimu.

V minulosti byly porosty obhospodařovány holosečně, formou velkoplošných holých sečí. Důsledkem tohoto hospodaření jsou rozsáhlé stejnověké smrkové monokultury. Výchova porostů nebyla dostatečná. Smrkové porosty jsou husté s množstvím mrtvého dřeva, které vzniklo důsledkem autoredukčních procesů.

Naléhavost přestavby smrkových porostů HS 53 je podle SOUČKA, TESAŘE (2008) střední. V rozsáhlých porostech byly, v souladu s trvale udržitelným obhospodařováním lesů a základními principy státní lesnické politiky, zahájeny přestavby smrkových monokultur. Podmínky pro přirozené zmlazení smrku jsou příznivé. Do porostů jsou uměle doplňovány pouze chybějící cílové meliorační a zpevňující dřeviny (buk, jedle). Dřeviny jsou do porostů vnášeny formou předsunutých obnovných prvků, u buku ve formě kotlíků, podsadbami jedle bělokoré a formou náseků o maximální šířce 1 výšky mateřského porostu. Náseky se využívají pro obnovu obou výše zmíněných dřevin.

Byla na lokalitě vytvořena genová základna smrku ztepilého, buku lesního a jedle bělokoré. V parku byly vyčleněny porosty pro vědu a dlouhodobý lesnický výzkum ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze.

4.1.7 Mimoprodukční funkce

Les plní také mimoprodukční funkce. Vedle estetické funkce je les zdrojem lesních plodů (houby, borůvky).

Lesní komplex plní dále funkci rekreační. Parkem procházejí tři značené turistické stezky. O plnění rekreační funkce v zimě se stará místní Občanské sdružení Polánka. Na území přírodního parku strojně protahuje běžecké stopy. V roce 2010 bylo na Polánce 22 km značených běžeckých tras (<http://www.ospolanka.cz/o-nas/>).

4.2 Charakteristika trvalých výzkumných ploch

Terénní práce byly vykonány na čtyřech trvale výzkumných plochách (dále TVP) v oddělení 218. TVP 1 byla založena v porostu 218A_{09b/01r}, TVP 2 v porostu 218A_{11b/1p}. TVP 3 a TVP 4 byly umístěny do porostu 218A_{11a}.

4.2.1 Charakteristika oddělení 218 A

Oddělení 218 se rozprostírá na ploše 23,36 ha, z toho dílec A zaujímá 18,28 ha. Porost je na plochém terénním vrcholu. Od něj je velmi mírný sklon převážně k jihu. Objekt slouží k lesnickému výzkumu. Cílem je vytvoření přechodného stavu k lesu výběrnému.

- Nadmořská výška: 675 – 700 m n. m.;
- Průměrná roční teplota: 6,5 °C;
- Průměrná délka vegetační doby: 150 dní;
- Roční úhrn srážek: 650 – 700 mm;
- Cílový hospodářský soubor – 53.

Dle LHP jsou všechny TVP zařazeny do souboru lesních typů 5K2 – kyselá jedlová bučina s ostřicí kulkonosnou (*Carex pilulifera*).

4.3 Postup prací

4.3.1 Založení výzkumných ploch

Ve výše zmíněných porostech byly založeny jednotlivé trvalé výzkumné plochy. Plochy byly označeny TVP 1, TVP 2, TVP 3 a TVP 4.

Každá plocha byla zaměřena pomocí technologie fieldmap. Tato technologie spojuje software s vhodným hardwarem. Hardwarové vybavení se skládá z terénního počítače, stativu, dálkového zaměřovače, laserového dálkoměru a GPS modulu. Umožňuje rychlý sběr dat v terénu a jejich následné kancelářské zpracování (IFER, 2014).

Jednotlivé stromy uvnitř každé plochy byly očíslovány. Číslo, souřadnice GPS a klasifikace každého stromu byly zaznamenány prostřednictvím zařízení fieldmap.

4.3.2 Zjišťování dendrometrických charakteristik porostů

Na trvalých výzkumných plochách byly zjišťovány u hlavního porostu základní dendrometrické stromové veličiny jako: výčetní tloušťka ($d_{1,3}$), výška stromů (h), zastoupení v tloušťkových stupních. U vzorníků byly zjišťovány parametry koruny reprezentované výškou nasazení koruny (h_k) a plochou korunové projekce.

Z porostních veličin byla určena porostní zásoba, procentní zastoupení druhů dřevin, střední tloušťka a výška porostu.

Na základě letokruhových analýz byl určen běžný a průměrný tloušťkový přírůst, běžný a průměrný přírůst na výčetní kruhové základně a běžný objemový přírůst BOP.

4.3.3 Postup dendrometrických měření

U každého stromu byla měřena výčetní tloušťka dvěma na sebe kolmými měřeními. Z naměřených hodnot byla stanovena průměrná hodnota. Laserovým výškoměrem Vertex byla následně u všech stromů změřena výška a výška nasazení koruny. Dále byla za pomoci pásma ve čtyřech směrech změřena rozloha koruny.

4.3.4 Určování zásoby porostu

Pro výpočet zásoby byla použita metoda objemových tabulek, které uvádí objem v kůře. Byly zjištěny počty tlouštěk 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. Vynásobením počtu stromů a objemu jednoho kmene byl získán objem pro dřevinu. Objem pro porost byl vypočítán sečtením objemu zastoupených dřevin.

4.3.5 Určování tloušťkového přírůstu

Pro určení tloušťkového přírůstu byla zvolena vývrtová metoda, která umožňuje určit přírůst jednorázovým měřením v čase t . Z důvodu proměnlivosti tloušťkového přírůstu po obvodu kmene je nutné rozhodnout o počtu odebraných vývrtů a jejich umístění po obvodu kmene. S ohledem na pracnost, přesnost a míru poškození stromu byly vybrány dva vývrty proti sobě se střední chybou $i_d = \pm 11 \%$.

Tabulka 1: Střední chyby určení hodnoty tloušťkového přírůstu (ŠMELKO, 2007)

Počet vývrtů	Střední chyba i_d v % (při $P = 68$)
Jeden vývrt	$\pm 20 \%$
Dva vývrty – proti sobě	$\pm 11 \%$
Dva vývrty – kolmo na sebe	$\pm 15 \%$
Tři vývrty	$\pm 10 \%$
Čtyři vývrty	$\pm 8 \%$

4.3.5.1 Vlastní odebírání vývrtů

Pro odebírání vývrtů byl použit Presslerův nebozez od firmy Mora. Z vybraných jedinců byly odebrány dva vývrty, které směřovaly proti sobě. Ty byly následně uloženy

do plastových slámek a označeny číslem TVP a číslem stromu. Do terénního zápisníku byla zaznamenána tloušťka stromu v místě vývrty. V kanceláři byly vývrty nalepeny (do předem připravených prkének s drážkami 8 mm) a řádně označeny. Následně byly přebroušeny kvůli zvýraznění letokruhů. Digitalizace vývrty probíhala pomocí scanneru Canon Lide 100. Výsledný obraz byl v kvalitě 600 dpi. Pro letokruhovou analýzu byl použit program LETOKRUHY (Zahradník) umožňující měřit s přesností 0,08 mm.

4.3.5.2 Stanovení počtu vývrů pro zjišťování tloušťkového přírůstu

Počet vývrů, potřebných pro stanovení tloušťkového přírůstu závisí na variačním koeficientu, který u tloušťkového přírůstu kolísá mezi 25 – 50 %.

Tabulka 2: Variační koeficienty tloušťkového přírůstu a potřebné počty navrtaných stromů (ŠMELKO, 2007)

Porosty (dřeviny)		Variační koeficienty s_{id} , $d\%$ pro stupeň rozrůznění i_d 1 – 2 – 3	Potřebný počet vývrů n pro 1 – 2 – 3 stupeň rozrůznění a požadovanou přesností Δid %		
			$\pm 8,5$ %	± 10 %	± 15 %
Stejnověké	jehličnany	25 – 35 – 45	35 – 68 – 112	26 – 49 – 81	13 – 23 – 36
	listnáče	20 – 30 – 40	24 – 50 – 89	18 – 36 – 64	10 – 18 – 28
Nestejnověké		40 – 45 – 50	89 – 112 – 138	64 – 81 – 100	28 – 36 – 44

Variační koeficient ovlivňuje zejména:

- Druh dřeviny – u listnatých porostů je v průměru o 5 % menší oproti jehličnatým;
- věková struktura – v různověkových porostech je o 5 – 10 % větší než ve stejnověkových;
- relativní stupeň rozrůznění tloušťkového přírůstu - dá se posoudit okulárně podle kolísání některých porostních veličin v různých místech porostu (zakmenění, zápoj, bonita, věková a tloušťková struktura, velikost korun);
- počtu vývrů odebraných na jednom stromě. Tabulka 2 uvádí hodnoty variability i_d pro jeden vývrt z jednoho stromu. Při 3, resp. 4 vývrtech je hodnota o 5 % nižší (ŠMELKO, 2007).

Pro zkoumanou plochu byl vybrán počet 35 vyvrtaných stromů pro požadovanou přesnost $\Delta id\% = \pm 8,5$ % Vývrty byly rozděleny podle počtu stromů v tloušťkovém stupni.

4.4 Metody výpočtu

4.4.1 Tloušťková struktura porostu

Výčetní tloušťka jednotlivých stromů stanovená jako průměr dvou na sebe kolmých měření (ŠMELKO, 2007) byla počítána ze vztahu (1).

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j d_j}{n} \quad (1)$$

kde: \bar{d} – výčetní tloušťka; n – počet stromů; n_j – počet stromů v tloušťkovém stupni;
 d_j – tloušťkový stupeň

Střední tloušťka z kruhové základny

Tloušťka kmene s průměrnou kruhovou základnou \bar{g} tj. stromu, která reprezentuje kruhovou základnu všech stromů v porostu, byla vypočtena ze vztahu (2).

$$d_g = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k n_j d_j^2}{\sum_{j=1}^k n_j}} \quad (2)$$

kde: d_g – střední tloušťka z kruhové základny; n_j – počet stromů v tloušťkovém stupni;
 d_j – tloušťkový stupeň.

Výčetní kruhová základna

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 \quad (3)$$

kde: g – výčetní kruhová základna; d – výčetní tloušťka.

4.4.2 Výšková struktura porostu

Na základě změřených výšek byl sestaven výškový grafikon (výšková křivka) podle jednotlivých dřevin. Obecné vyjádření funkce je uvedeno ve vztahu (4):

$$h = f(d_{1,3}) \quad (4)$$

Pro vyrovnání výškových grafikonů pomocí aplikace MS Excel 2013 byla použita logaritmická funkce vyjádřená vztahem (5):

$$h = a \cdot \ln(x) - b \quad (5)$$

Dosazením byla následně u jednotlivých dřevin vypočítána pro každý tloušťkový stupeň průměrná výška.

4.4.3 Parametry koruny

- Plocha korunové základny

Plocha korunové základny byla vypočtena na základě vztahu (6):

$$S_K = \pi \cdot r^2 = \pi/4 \cdot d^2 \quad (6)$$

kde: S_K – plocha korunové základny; r – poloměr kruhu; d – průměr kruhu.

- Objem koruny

Objem koruny byl vypočten na základě vztahu (7):

$$V_K = \frac{\pi}{12} \times b^2 \times l \quad (7)$$

kde: V_K – objem koruny; b – šířka koruny; l – výška koruny.

4.4.4 Druhy přírůstů a jejich vlastnosti

ŠMELKO (2007) definuje přírůst jako zvětšení příslušné růstové veličiny za určité období.

4.4.4.1 Běžný přírůst

Rozdíl hodnoty té samé veličiny v určitém intervalu $t_2 - t_1$. Podle časového intervalu se dále dělí na (ŠMELKO, 2007):

- Běžný roční přírůst – rozdíl růstové veličiny dnešní a před rokem

$$BRP = y_t - y_{t-1} \quad (8)$$

- Běžný periodický přírůst- rozdíl růstové veličiny, která nastala za (n) let

$$BPP = y_t - y_{t-n} \quad (9)$$

- Běžný přírůst věkový – rozdíl růstové veličiny dnešní a nulové

$$BVP_t = y_t - 0 = y_t \quad (10)$$

- Průměrný přírůst

Podíl růstové veličiny a počtu let, během kterých se růstová veličina měnila

$$PPP = \frac{y_t - y_{t-n}}{n} \quad (11)$$

4.4.4.2 Tloušťkový přírůst

Tloušťkový růst stromu, který je na příčném průřezu patrný jako letokruh (ŠMELKO, 2007). Tloušťkový přírůst byl počítán podle vztahu (12).

$$i_d = i_{r1} + i_{r2} = 2\check{s} \quad (12)$$

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

4.4.4.3 Přírůst plošný na výčetní kruhové základně

Plošný přírůst na výčetní kruhové základně je reprezentován plochou mezikruží na příčném průřezu kmenu stromu a je ohraničen dvěma kruhovými základnami – počátkem (g_1) a koncem periody (g_2) (ŠMELKO, 2007).

Výpočet plošného přírůstu byl počítán ke konečné tloušťce (d_2) podle vztahu (13).

$$i_g = \frac{\pi}{4} d_2^2 - \frac{\pi}{4} (d_2 - i_d)^2 = \frac{\pi}{4} (2d_2 \cdot i_d^2) = \pi (d_2 \cdot i_r^2) \quad (13)$$

kde: i_g – plošný přírůst na výčetní kruhové základně; i_d – tloušťkový přírůst; i_r – radiální přírůst; d_2 – tloušťka na konci periody.

Pro další roky byla tloušťka d_2 tloušťkou odpovídající tloušťce bez kůry odpovídající danému roku $d_{2013} - i_d$.

4.4.4.4 Výpočet objemového přírůstu metodou JHK – pro jednotlivé tloušťkové stupně stejnověkých porostů

Při výpočtu objemového přírůstu po tloušťkových stupních nelze počítat běžný periodický přírůst, protože bychom museli znát přesný počet stromů ve středu periody. Lze počítat pouze běžný roční přírůst, a to za poslední rok periody (HALAJ, 1963).

Z naměřených dat byl vypočítán střední průměr d_s pomocí Weisseho procenta. K tomuto průměru byla zjištěna střední výška h_s na základě těchto hodnot bylo určeno číslo JHK. Na základě čísla JHK byla převzata hodnota jednotkového objemového přírůstu pro každý tloušťkový stupeň.

Přírůst celého tloušťkového stupně se vypočítá na základě rovnice (14).

$$\text{přírůst tl. st.} = n \cdot k_h \cdot \Delta d \quad (14)$$

kde: n – počet stromů v tloušťkovém stupni; k_h – jednotný objemový přírůst tohoto tloušťkového stupně; Δd – vyrovnaný tloušťkový přírůst tloušťkového stupně.

Součtem běžných objemových přírůstků v jednotlivých tloušťkových stupních byl stanoven celkový běžný přírůstek SM v **posledním roce periody**.

4.4.4.5 Výpočet objemového přírůstu porostů

Výpočet objemového přírůstu – metodou středního kmene (HALAJ, 1963).

$$I_v = N \cdot k_{hm} \cdot \Delta d_m \quad (15)$$

kde: I_v – přírůstek celého porostu; N – počet stromů celého porostu; k_{hm} – jednotkový objemový přírůstek středního kmene. Δd_m – vyrovnaný tloušťkový přírůstek.

4.4.4.6 Určení mýtní zralosti na základě analýzy PGP a BGP

Pro vyrovnaní naměřených hodnot a modelování dalšího vývoje růstu stromů byla použita Korfova růstová funkce vyjádřená vztahem (16) (ŠMELKO, 2007).

$$y = A \cdot e^{\frac{k}{(1-n)t^{n-1}}} \quad (16)$$

4.4.4.7 Převrácená hodnota koeficientu na kůru:

Pro odpočet kůry byl v práci použit převrácený koeficient na kůru k' (ŠMELKO, 2007).

$$k' = \frac{1}{k} \quad (17)$$

kde: $k = 1,0419$

4.4.5 Statistické výpočty

V souvislosti s požadavky vyhodnocení přírůstků v závislosti na tloušťkových stupních, byly aplikovány vybrané statické metody:

1. Průzkumová analýza dat:
 - a. ověření normality;
 - b. homogenita dat;
2. Regresní analýza;
3. Analýza rozptylu (dále jen ANOVA);
4. Mnohonásobné porovnání (post hoc analýza).

4.4.5.1 Průzkumová analýza dat

Základním předpokladem aplikace nejčastěji používaných statistických testů je normalita a homogenita vstupních dat.

a) Ověření normality

ČSN norma – ČSN ISO 54 79 pro výběry v rozsahu $8 \leq n \leq 50$ doporučuje Shapiro – Wilkův test (dále jen S-W test) následující hypotézy:

- nulová hypotéza H_0 : náhodná veličina má normální rozdělení;
- alternativní hypotéza H_A : náhodná veličina nemá normální rozdělení;
- nulová hypotéza je přijata pokud platí vztah (18).

$$W \geq W_{(\alpha;n)} \quad (18)$$

kde: W – vypočítaná hodnota S-W testu; $W_{(\alpha;n)}$ – kritická tabelová hodnota S-W testu;
 α – zvolená hladina významnosti (obvykle $\alpha = 0,05$ pokud není uvedeno jinak);
 n – počet dat.

Detailní postup je popsán v citované normě včetně tabulek kritických hodnot (ČSN ISO 54 79, 1998)

b) Homogenita dat

Homogenita dat vyjadřuje jejich kvalitu z hlediska přítomnosti odlehlých bodů ve výběrovém souboru.

Jednou z možností identifikace odlehlých dat je metoda modifikovaných vnitřních a vnějších hradeb (MELOUN, MILITKÝ, 2006).

Za odlehlá data výběrového souboru jsou považována taková data, která leží mimo vnější hradby. Vnější hradby se určí s použitím vztahů:

$$Bd = x_{0,25} - k (x_{0,75} - x_{0,25}) \quad (19)$$

$$Bh = x_{0,75} - k (x_{0,75} - x_{0,25}) \quad (20)$$

$$k = 2,25 - \frac{3,6}{n}; \quad (21)$$

kde: Bd – dolní vnější hradba; Bh – horní vnější hradby; $x_{0,25}$ – 25% kvantil; $x_{0,75}$ – 75% kvantil; k – korekční faktor, když $n = 8 - 100$ platí vztah (21); n – počet dat.

Hodnoty kvantilů ($x_{0,25}$; $x_{0,75}$) se pak určí na základě výpočtu pořadového čísla kvantilu

$$Zp = n \cdot p + 0,5 \quad (22)$$

kde: Z_p – pořadové číslo kvantilu; n - počet dat; $p = 0,25$ pro 25% kvantil; $p = 0,75$ pro 75% kvantil.

4.4.5.2 Regresní analýza

Využití postupů regresní analýzy umožňuje nalezení obecně funkční závislosti mezi hodnocenými proměnnými.

Postupy regresní analýzy byla v první fázi hodnocena kvalita naměřených dat základního vztahu (24) a to prostřednictvím velikosti vypočteného intervalu spolehlivosti pro střední hodnotu PTP. Vybraná metodika hodnocení PTP různých TS povoluje hodnotu tohoto parametru na úrovni $\pm 8,5 \%$ (ŠMELKO, 2007).

$$PTP = f(TS) \quad (23)$$

Pro tento účel byl aplikován vztah (24):

$$\pm t_{(\alpha;n-2)} \cdot \frac{S_m}{\text{průměr}_{PTP}} \quad (24)$$

kde: S_m – variační koeficient;

Hodnota variačního koeficientu se vypočte s použitím vztahu (25):

$$S_m = \frac{S_{PTP}}{\text{průměr}_{PTP}} \cdot 100 \quad (25)$$

kde: S_{PTP} – je směrodatná odchylka hodnot PTP; průměr_{PTP} – je průměrná hodnota PTP.

V další části práce byla regresní analýza použita pro určení konkrétních modelů obecné funkce $PTP = f(TS)$ viz vztahy (26) resp. (27).

Na základě předběžného grafického vyhodnocení sledovaných znaků bylo odhadnuto, že k popisu by mohly být využity dva regresní modely:

Model lineární regrese

$$y = b_1x + b_0 + \sum e_i \quad (26)$$

a) Model polynomické regrese 2. stupně

$$y = b_2x^2 + b_1x + b_0 + \sum e_i \quad (27)$$

kde: x – je nezávisle proměnná; y – je závisle proměnná; b_0, b_1, b_2 – jsou konstanty regresního modelu; $\sum e_i$ – součet chyb modelu a experimentálních dat (součet

rozdílů mezi skutečnou naměřenou hodnotou a vypočtenou pomocí regresního modelu).

Součástí hodnocení regresního modelu bylo i zpracování reziduí na jejich linearitu pomocí P-P grafu.

4.4.5.3 Analýza rozptylu (dále jen ANOVA)

Experimentální uspořádání sledování PTP na TS bylo založeno na více výběrech. Pro porovnání střední hodnoty více než dvou výběrů se pak obvykle používá ANOVA, která testuje dvě hypotézy (ČSN 01 0230,1988):

- nulovou hypotézu: $H_0; \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k$;
- alternativní hypotézu: H_a ; alespoň jedna dvojice středních hodnot se liší.

Testovacím kritériem je hodnota Fisherova testu. Pokud platí vztah (28), pak existuje nejméně jedna dvojice středních hodnot, které se od sebe statisticky významně liší.

$$F > F_{krit} \quad (28)$$

Výstupem ANOVY je i odhad nestranného a vydatného rozptylu (MSe) (LITSCHMANNOVÁ, 2011). V rámci práce byla použita výhradně jednofaktorová nevyvážená ANOVA.

4.4.5.4 Mnohonásobné porovnání (post hoc analýza)

Pokud je v rámci výstupu z ANOVY zamítnuta nulová hypotéza (hypotéza o shodnosti středních hodnot), je obvykle snahou identifikovat soubory, mezi kterými existují statisticky významné rozdíly. Prakticky se porovnávají rozdíly středních hodnot všech dvojic skupin I a J. (MELOUN, MILITKÝ, 2006; LITSCHMANNOVÁ, 2011).

Hypotézy jsou pak formulovány následovně:

- nulová hypotéza $H_0; \mu_I = \mu_J$
- alternativní hypotéza $H_a; \mu_I \neq \mu_J$

Pokud zamítneme nulovou hypotézu, je možné porovnávané skupiny I a J pokládat za rozlišitelné podle jejich střední hodnoty.

kde: μ_I – je střední hodnota I skupiny; μ_J – je střední hodnota J skupiny.

Z celé řady postupů mnohonásobného porovnávání byla z důvodu nevyváženosti ANOVY zvolena Scheffého metoda. Nulová hypotéza se zamítá, pokud platí vztah (29):

$$|x_i - x_j| \geq \sqrt{MS_e \cdot F_{1-\alpha;(k-1;n-k)} \cdot (k-1) \cdot \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)} \quad (29)$$

kde: $|x_i - x_j|$ je absolutní rozdíl porovnávaných hodnot; MS_e je reziduální rozptyl; $F_{1-\alpha;(k-1;n-k)}$ je kritická hodnota Fisherova rozdělení pro $\alpha = 0,05$; k je počet faktorů; n je počet měření; n_i ; n_j jsou počty porovnávaných dat.

5. VÝSLEDKY PRÁCE

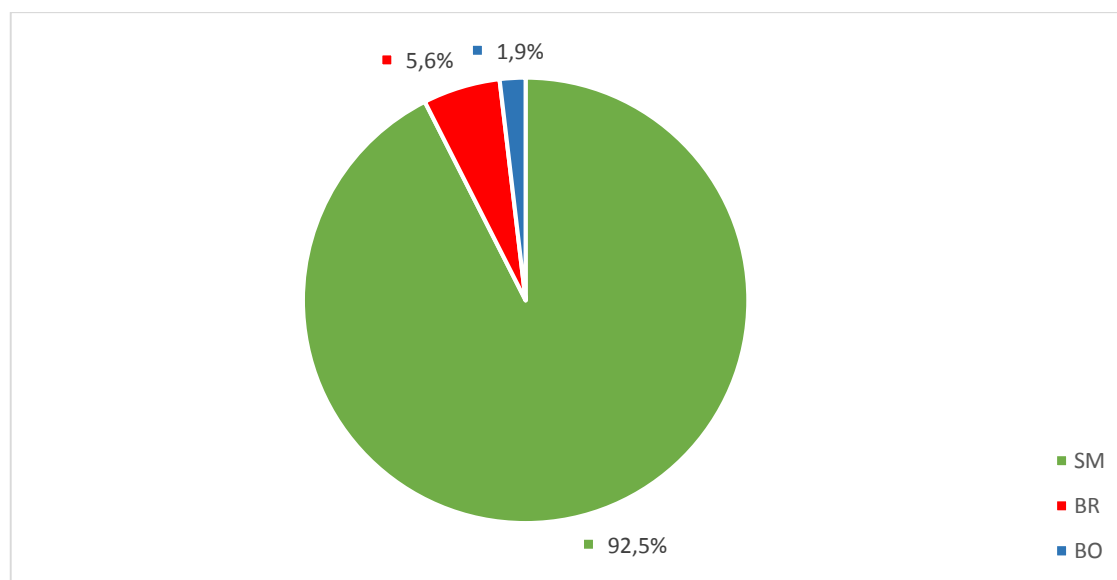
5.1 TVP 1

5.1.1 Základní charakteristika TVP 1

TVP 1 se nachází v oddělení 218 dílci A. Zahrnuje celou porostní skupinu 09/b01r a část porostní skupiny 09a. Výměra TVP 1 činí 0,25 ha. Věk porostní skupiny 09a je 88 let.

a) Zastoupení dřevin

V porostu TVP 1 se nachází 123 kmenů. Z toho 99 jedinců smrku, 6 jedinců břízy a 2 jedinci borovice. Zbylých 16 stromů (14 ks SM, 2 ks BR) bylo uhynulých. Obr. 1 znázorňuje procentuální zastoupení dřevin po vyloučení mrtvých stromů. Dominuje smrk s 92,5 %. Vtroušena je bříza s 6 % a borovice je zastoupena 2 %.

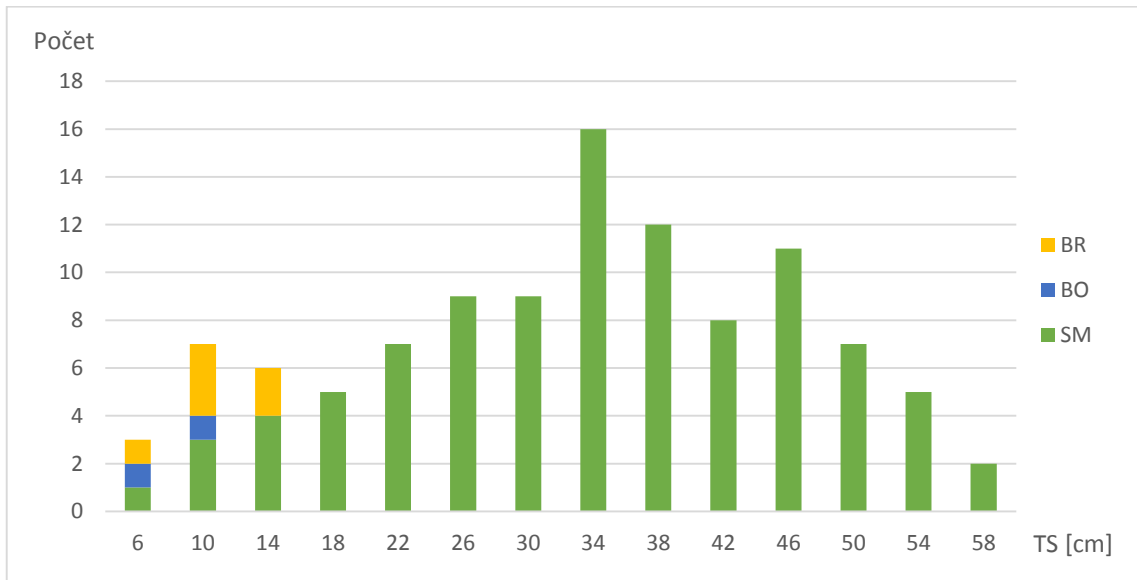


Obr. 1: Procentuální zastoupení dřevin (bez mrtvých stromů)

b) Tloušťková struktura

Pro vyjádření tloušťkové struktury bylo použito rozdělení tloušťkových četností do tloušťkových stupňů po 4 cm.

Největší počet stromů 16 se nachází v tloušťkovém stupni 34 (Obr. 2). Střední tloušťka SM spočítaná z kruhové základny (d_g) je u SM 36,56 cm, BO 38,2 cm. Střední tloušťka SM stanovená na základě objemu (d_v) je 36,48 cm. Bříza se vyskytuje v šestém až čtrnáctém tloušťkovém stupni, její průměrná tloušťka (d_g) je 36,3 cm. Borovice je zastoupena v prvních dvou tloušťkových stupních s průměrnou tloušťkou 38,2 cm.

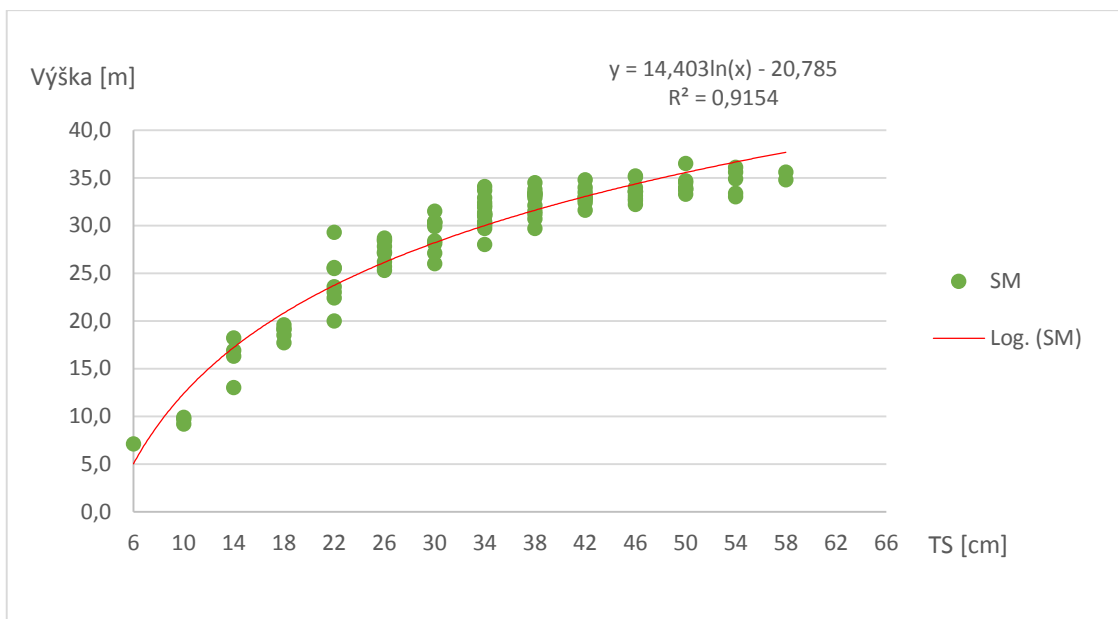


Obr. 2: Zastoupení dřevin podle tloušťkových stupňů

c) Výšková struktura SM

Na základě naměřených výšek a výčetních tlouštěk byl sestrojen výškový grafikon SM, který byl vyrovnán pomocí logaritmické funkce $y = 14,403 \ln(x) - 20,785$. Růstová křivka (Obr. 3) ukazuje, že s rostoucí výčetní tloušťkou narůstá i výška stromu, avšak dynamika výškového přírůstu u vyšších tloušťkových stupňů pozvolna klesá.

Průměrná výška smrku (h_g) byla 29,1 m. Horní výška ($h_{10\%}$), tj. průměrná výška 10 % nejtlustších stromů byla 34,7 m.

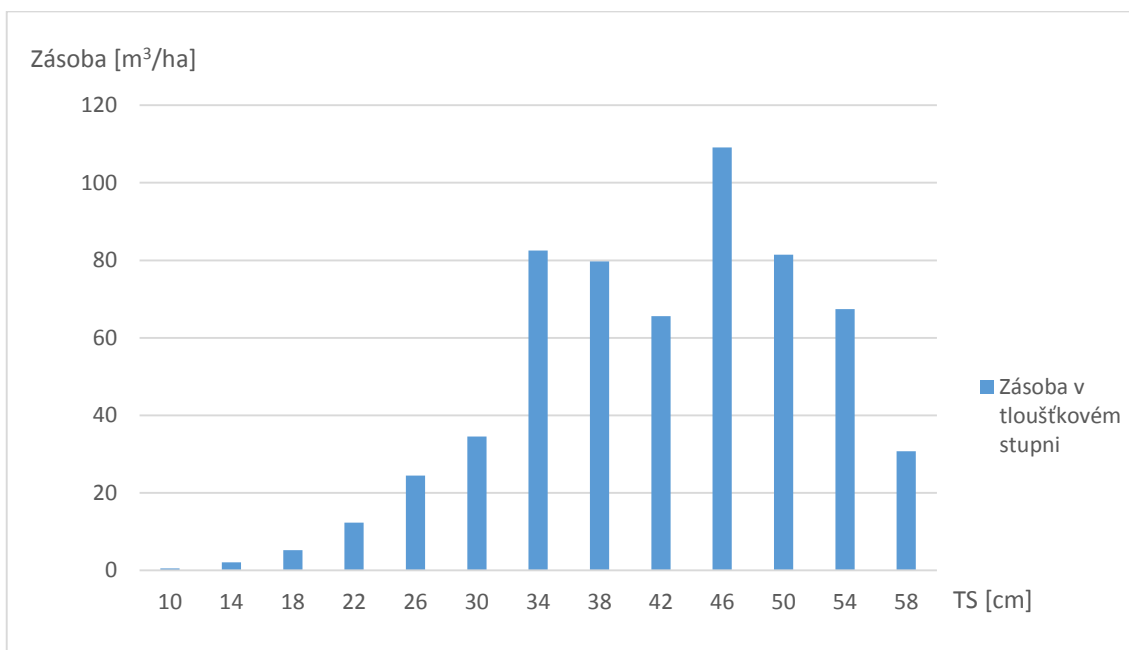


Obr. 3: Výšková struktura smrku

d) Zásoba

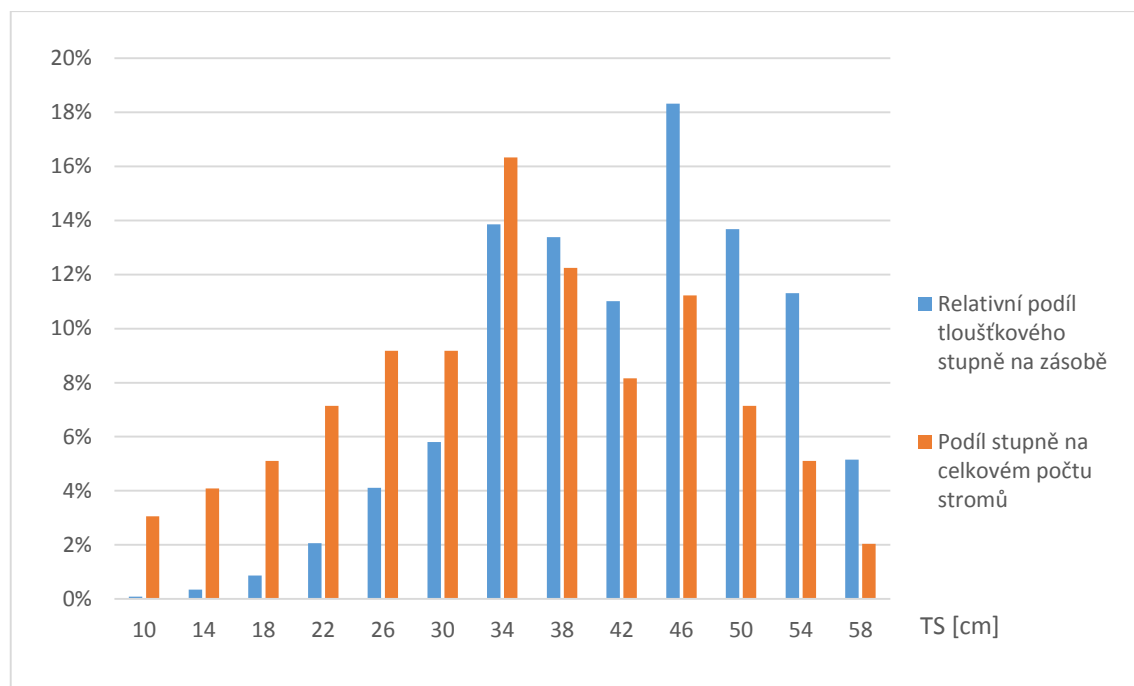
Zásoba smrku na TVP 1 byla stanovena metodou ULT. Zásoba SM podle ULT činila 150,99 m³ s kůrou, tj. 603,96 m³/ha s kůrou (Obr. 4). Celková zásoba na ploše činila 161,38 m³ s kůrou, tj. 645,52 m³/ha s kůrou. Podíl na zásobě byl u SM 93,6 %, BO 4,7 %, BR 1,7 %.

Rozdělení zásoby v TS má od TS 10 až do TS 34 rostoucí tendenci. V TS 38 dochází k mírnému poklesu, který pokračuje až do TS 42. Největší podíl na zásobě má TS 46.



Obr. 4: Rozdělení zásoby SM v tloušťkových stupních

Poměr relativního podílu tloušťkového stupně na zásobě a podílu stupně na celkovém počtu stromů (Obr. 5) je menší než 1 u TS 10 až 34. Od TS 38 se poměr obrací, tj. větší než 1.



Obr. 5: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů

e) Zakmenění porostu

Zakmenění dřevin bylo vyjádřeno pomocí vztahu redukované plochy dřeviny a celkové plochy. Zakmenění porostu bylo vypočteno jako součet zakmenění jednotlivých dřevin (SM 0,84, BR 0,07, BO 0,02). Jeho hodnota na TVP 1 je 0,92.

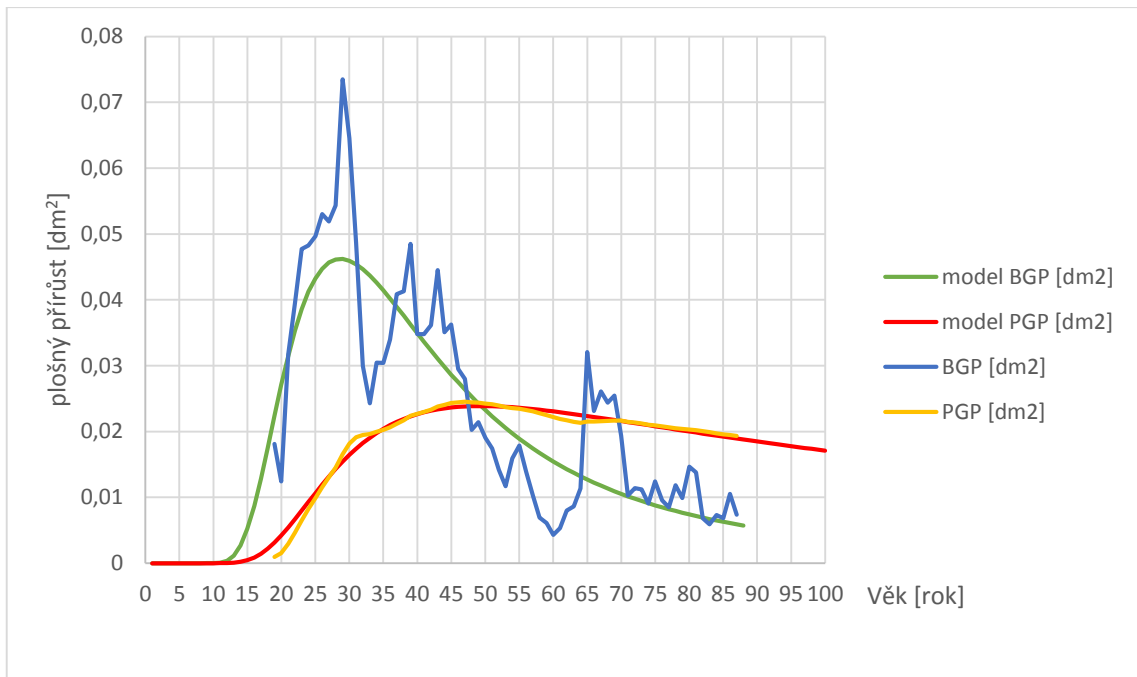
f) Bonita SM

Absolutní výšková bonita (AVB) smrku, vyjadřující střední výšku porostů ve 100 letech, byla stanovena podle taxačních tabulek na hodnotu 34. Relativní výšková bonita (RVB) vyjadřující relativní kvalitu stanoviště činila 1.

5.1.2 Vyhodnocení kritérií pro výběr jednotlivých stromů k mýtní těžbě.

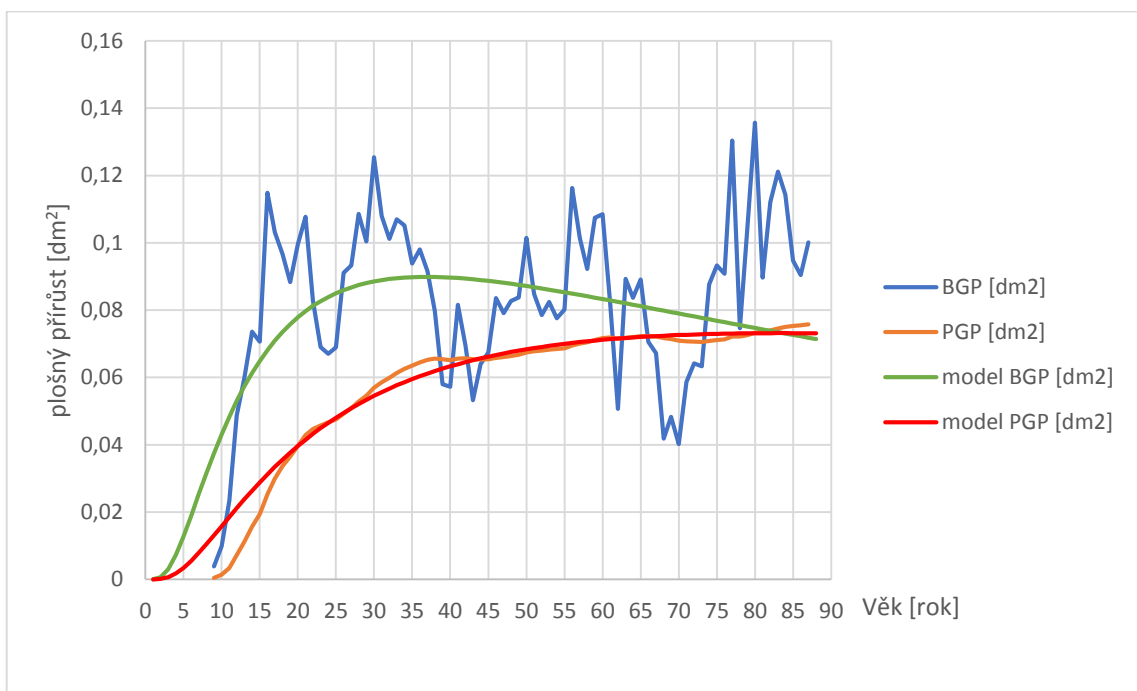
U odebraných vývrtů byla provedena analýza běžného plošného přírůstu a průměrného plošného přírůstu. Pro zjištění mýtně zralých stromů bylo postupováno podle Polenovy metody pro jednotlivý výběr stromů k mýtní těžbě (POLENO, 1999). Na základě vzájemného porovnání PGP a BGP, byly vybrány stromy, u nichž PGP již kulminoval. Pro názornost jsou uvedeny obrázky přírůstových křivek vybraných vzorníků TVP 1 (Obr. 6, Obr. 7 a Obr. 8).

Vzorník 110 (Obr. 6) reprezentuje mýtně zralé jedince, u nichž již došlo ke kulminaci PGP. Z obrázku je patrné, že BGP u stromu č. 110 kulminoval ve 25 letech, pod úroveň PGP poklesl cca v 50 letech.



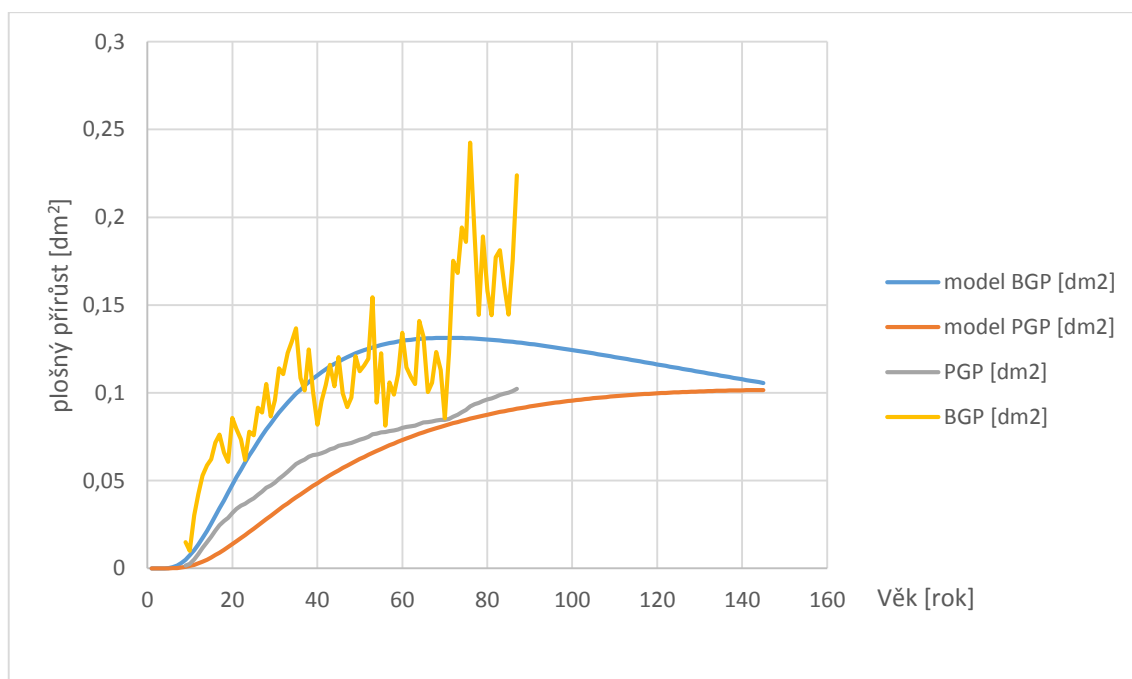
Obr. 6: Vzorník 110, strom po kulminaci PGP.

Jedince, u nichž právě vrcholí PGP, reprezentuje vzorník č. 66. Z Obr. 7 je patrné, že u tohoto stromu ještě nedošlo k trvalému poklesu BGP pod úroveň PGP.



Obr. 7: Vzorník 66, kulminace PGP

Jedince, u nichž nedošlo ke kulminaci PGP, reprezentuje vzorník č. 137 (Obr. 8). Za celé období růstu nedošlo ani jednou k poklesu BGP pod úroveň PGP. Navíc cca v 70 letech strom akceleroval plošný přírůst. Na základě modelu vyrovnaných přírůstových křivek lze očekávat kulminaci cca ve 150 letech.



Obr. 8: Vzorník 137, stromy mýtně zralé, tj. stromy u nichž již došlo ke kulminaci průměrného plošného přírůstu.

V Tab. 3 jsou uvedeni mýtně zralí jedinci, u nichž již došlo ke kulminaci PGP a je vhodné je z porostu vytěžit.

Tabulka 3: Stromy po kulminaci PGP

	TVP 1	
Číslo stromu		TS
80		10
110		14
36		18
43		18
25		30
138		34
79		50
61		30
Počet		8

5.1.3 Objemový přírůst

Běžný objemový přírůst periodický byl stanoven v časové periodě 15 let, tj. mezi lety 1998 – 2013. Pro stanovení objemového přírůstu bylo hodnocení běžného objemového přírůstu I_v porostu provedeno:

- a) metodou JHK po tloušťkových stupních, pomocí které se stanoví objemový přírůst v posledním roce periody tj. 2013;
- b) metodou JHK středního kmene celého porostu.
 - metodou rozdílu zásob;
 - na základě tarifů stejnověkových porostů.

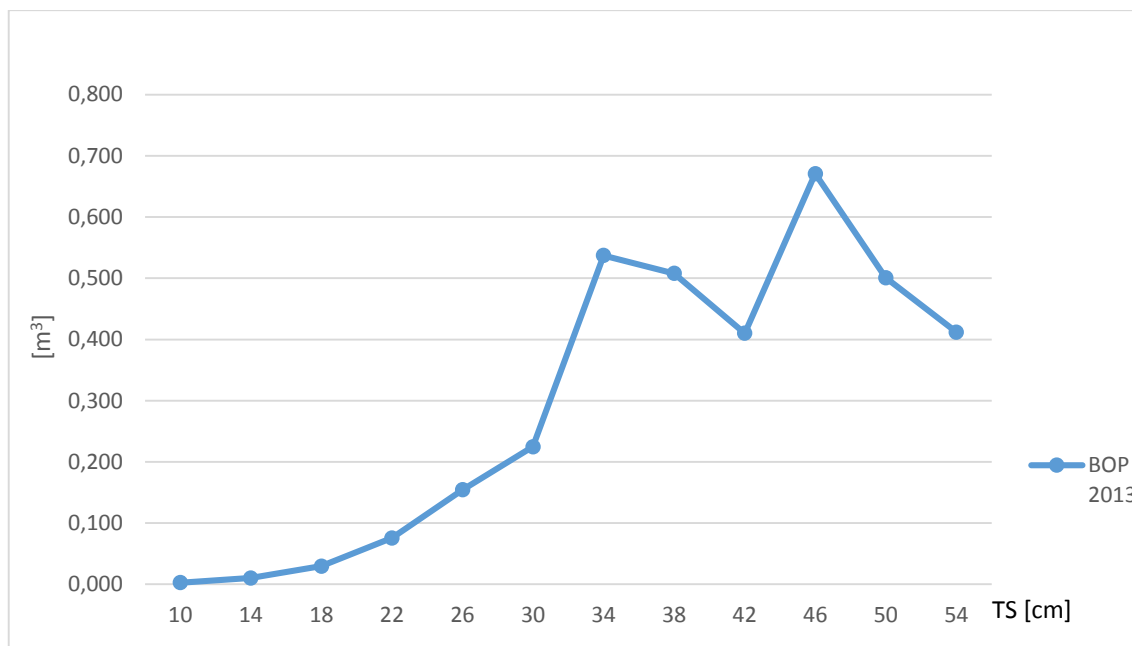
a) Běžný objemový přírůst dle TS

Tabulka 4: BOP v roce 2013 v jednotlivých TS

Průměr [cm]	Počet [ks]	Objem [m ³]	Vyrovnaný i_d [cm]	BOP 2013 [m ³]
10	3	0,120	0,016	0,003
14	4	0,520	0,026	0,010
18	5	1,300	0,041	0,030
22	7	3,080	0,057	0,076
26	9	6,120	0,073	0,154
30	9	8,640	0,089	0,225
34	16	20,640	0,103	0,537
38	12	19,920	0,114	0,508
42	8	16,400	0,123	0,410
46	11	27,280	0,132	0,671
50	7	20,370	0,141	0,501
54	5	16,850	0,149	0,412
58	2	7,680	0,157	0,188

Běžný objemový přírůst v posledním roce periody tj. 2013 činil 3,5 m³, tj. 14,9 m³/ha.

Podíl jednotlivých tloušťkových stupňů na objemovém přírůstu zásoby TVP 1 je uveden na Obr. 9.



Obr. 9: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 1

b) Objemový přírůst celého porostu

Běžný objemový přírůst periodický v časové periodě (1998-2013) stanovený metodou rozdílu zásob činil 47,5 m³, tj. 189,8 m³/ha. Metodou JHK na základě tarifů stejnověkových porostů činil objemový přírůst 45,9 m³, tj. 183,7 m³/ha. Rozdíl v určení objemového přírůstu je 6,1 m³/ha.

5.2 TVP 2

5.2.1 Základní charakteristika TVP 2

Trvalá výzkumná plocha č. 2 byla vytyčena v porostu 218A_{11b/1p}. Věk porostu podle LHP je 105 let. Porostní skupina je tvořena kmenovinou smrku s podsadbou jedle v oplocence.

a) Zastoupení dřevin v horní etáži

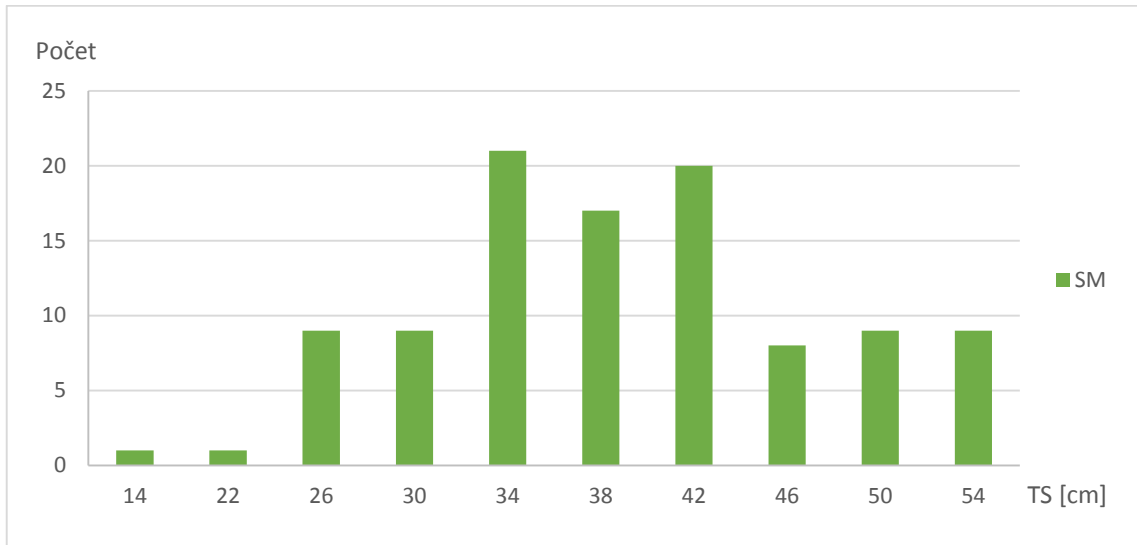
Z celkového počtu 107 stromů na TVP 2 je 104 jedinců zdravých a tři suché. 100% zastoupení zde má smrk.

b) Tloušťková struktura

Pro vyjádření tloušťkové struktury bylo použito rozdělení tloušťkových četností do tloušťkových stupňů po 4 cm.

Největší počet 21 kmenů se nachází v tloušťkovém stupni 34 (Obr. 10). O jeden kmen menší zastoupení je ve stupni 42 a o dva méně ve stupni 38. Střední tloušťka

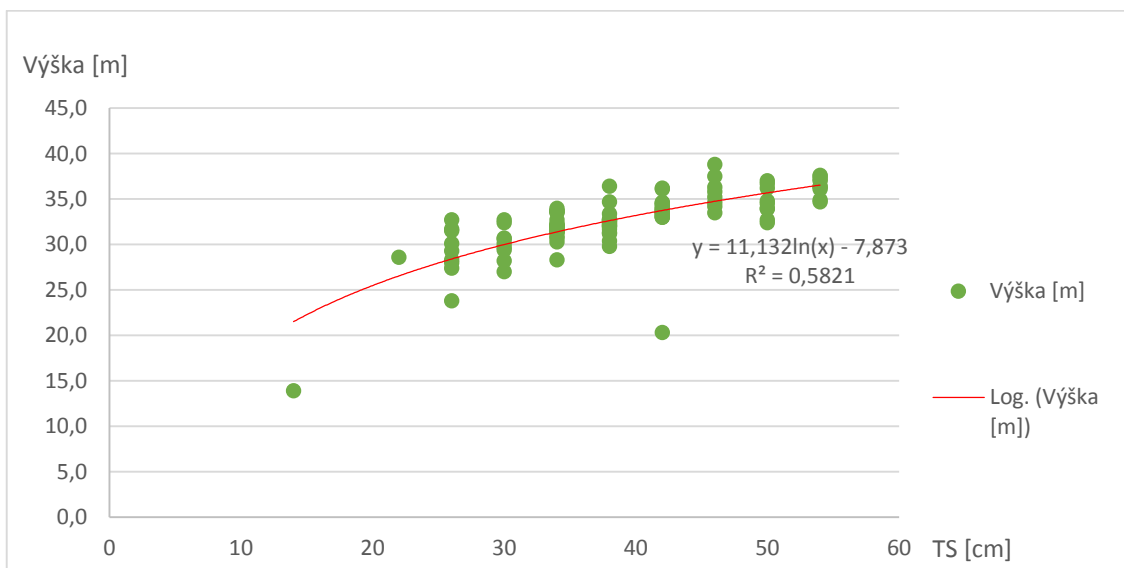
spočítaná z kruhové základny (d_g) je u smrku 39,79 cm. Střední tloušťka stanovená na základě objemu (d_v) byla 39,69 cm.



Obr. 10: Zastoupení tloušťkových stupňů SM

c) Výšková struktura SM

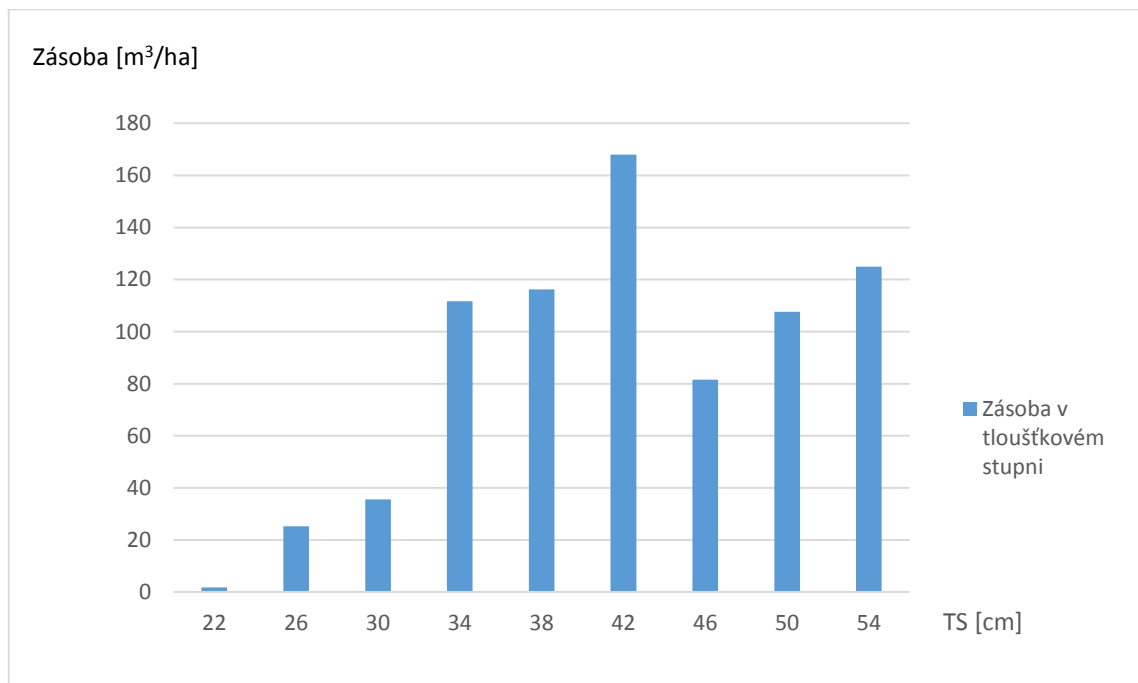
Na základě naměřených výšek a výčetních tlouštěk byl sestrojen výškový grafikon SM, který byl vyrovnán pomocí logaritmické funkce $y = 11,132\ln(x) - 7,873$ (Obr 11). Průměrná výška smrku (h_g) byla 32,6 m. Horní výška, tj. průměrná výška 10 % nejtlustších stromů (h_{10}) byla 36,4 m.



Obr. 11: Výšková struktura porostu

d) Zásoba SM

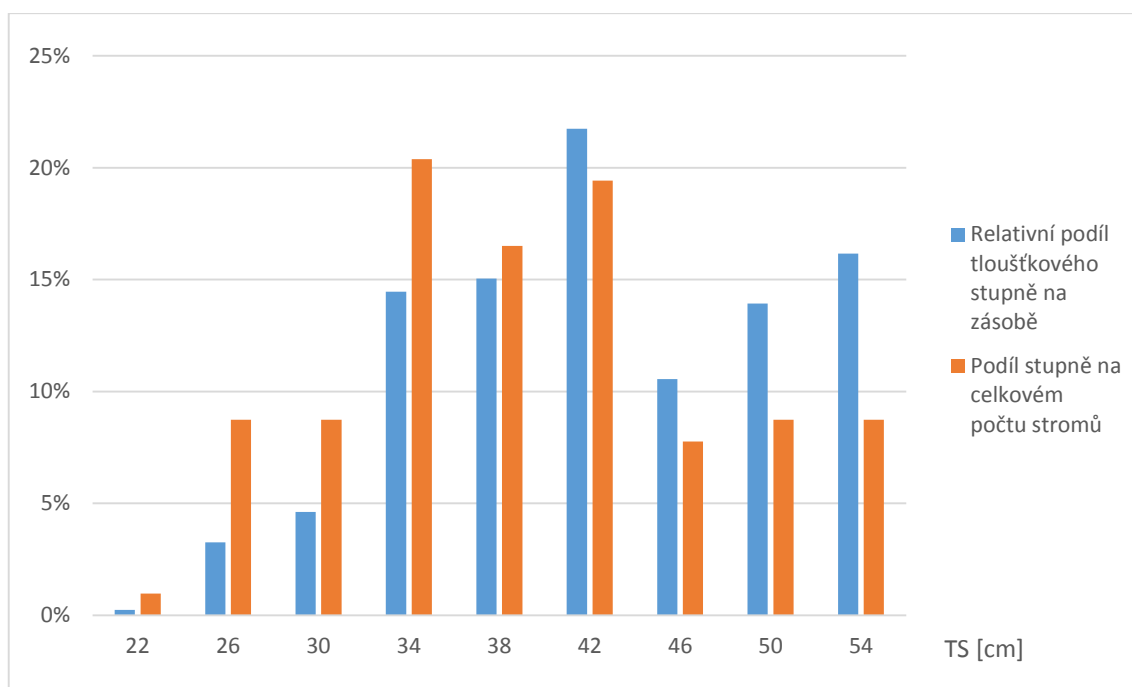
Zásoba SM na TVP 2 byla stanovena metodou ULT. Podle ULT činila zásoba 195,18 m³ s kůrou, tj. 780,72 m³/ha s kůrou. Nejvyšší zásoba SM je v tloušťkových stupních 42 – 168 m³/ha, 54 -125 m³/ha, 38- 116 m³/ha (Obr. 12).



Obr. 12: Rozdělení zásoby SM po tloušťkových stupních

Podíl na zásobě je v tloušťkových stupních 42 -22 %, 54 – 16 %, 38 – 15 % (Obr. 13). Na celkovém počtu stromů se podílejí 42 – 19 %, 54 – 8 %, 38 – 17 %.

Poměr relativního podílu tloušťkového stupně na zásobě a podílu stupně na celkovém počtu stromů je menší než 1 u tloušťkových stupňů 22 – 38. Od TS 42 je poměr opačný, tj. větší než 1.



Obr. 13: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů

e) Zakmenění

Zakmenění bylo vyjádřeno pomocí vztahu redukované a celkové plochy TVP 2. Jeho hodnota byla 0,98.

f) Bonita

Absolutní výšková bonita (AVB) smrku, vyjadřující střední výšku porostu ve 100 letech, byla stanovena podle taxačních tabulek na hodnotu 32. Relativní výšková bonita (RVB) vyjadřující relativní kvalitu stanoviště, byla stanovena na 2.

5.2.2 Kritéria mýtní těžby

Tabulka 5: Stromy po kulminaci PGP

TVP 2	
Číslo stromu	TS
83	22
12	26
48	26
21	30
90	30
87	14
102	34
68	38
Počet	8

5.2.3 Hodnocení objemového přírůstu

Hodnocení objemového přírůstu bylo provedeno stejným způsobem jako v kapitole 5.1.3.

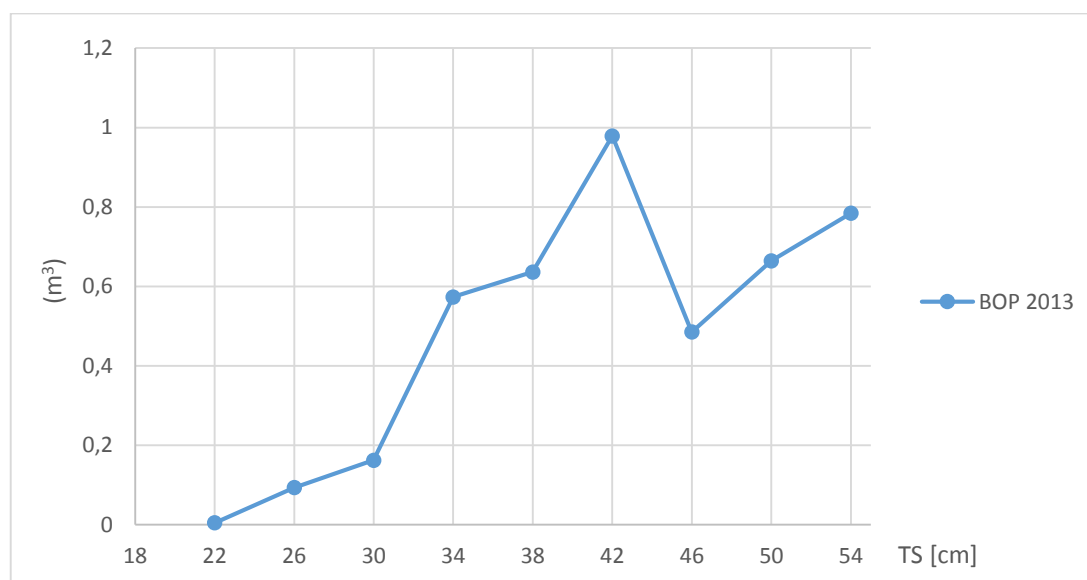
a) Běžný objemový přírůst dle TS

Tabulka 6: BOP v roce 2013 v jednotlivých TS

Průměr [cm]	Počet [ks]	Objem [m ³]	Vyrovnaný i _d [m ³]	k _v [m ³]	BOP 2013 [m ³]
22	1	22	0,076	0,060	0,005
26	9	234	0,135	0,077	0,093
30	9	270	0,194	0,093	0,162
34	21	714	0,253	0,108	0,573
38	17	646	0,312	0,120	0,636
42	20	840	0,371	0,132	0,979
46	8	368	0,430	0,141	0,485
50	9	450	0,489	0,151	0,664
54	9	486	0,548	0,159	0,784

Běžný objemový přírůst v roce 2013 činil 4,3 m³, tj. 17,2 m³/ha.

Na Obr. 14 je znázorněn podíl TS na objemovém přírůstu zásoby na TVP2. Z průběhu závislosti je patrný trend růstu objemového přírůstu až do TS 42.



Obr. 14: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 2

b) Objemový přírůst celého porostu

Souhrnné výsledky objemového přírůstu celého porostu jsou pro plochy TVP 1-TVP 4 uvedeny v kapitole 5.5, Tab. 13.

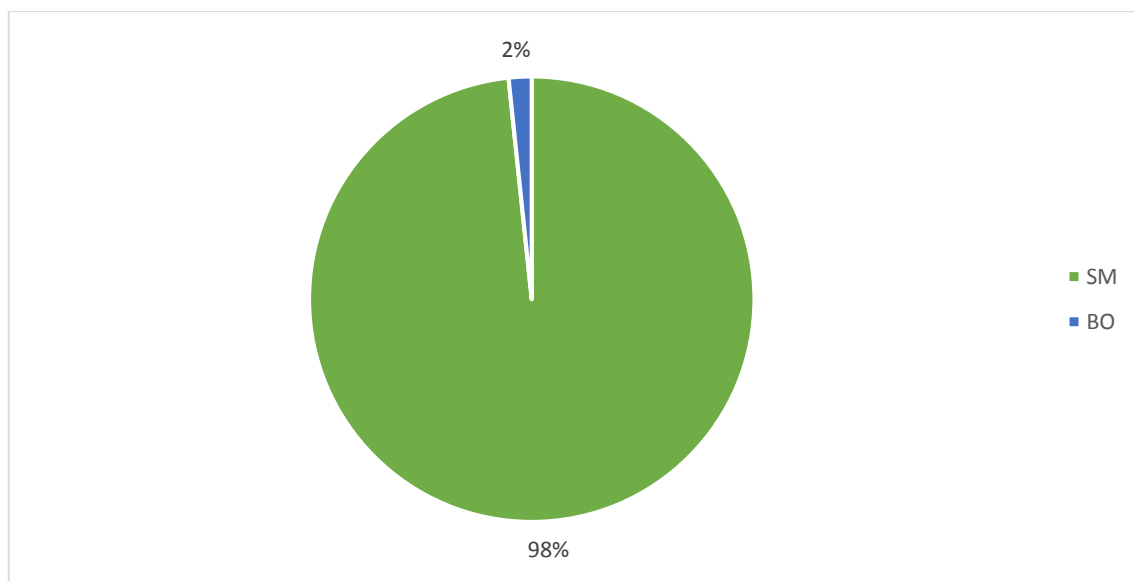
5.3 TVP 3

5.3.1 Základní charakteristiky

TVP 3 byla vytyčena v porostu 218A_{11a}. Věk porostu podle LHP je 105 let.

a) Zastoupení dřevin

Na ploše TVP 3 se vyskytuje celkem 124 stromů z toho 118 ks smrku a dvě borovice. Dále se zde nacházejí tři stromy mrtvé (SM). Co se dřevinné skladby týče, dominuje smrk s 98 %, vtroušena je borovice s 2 % (Obr. 15).

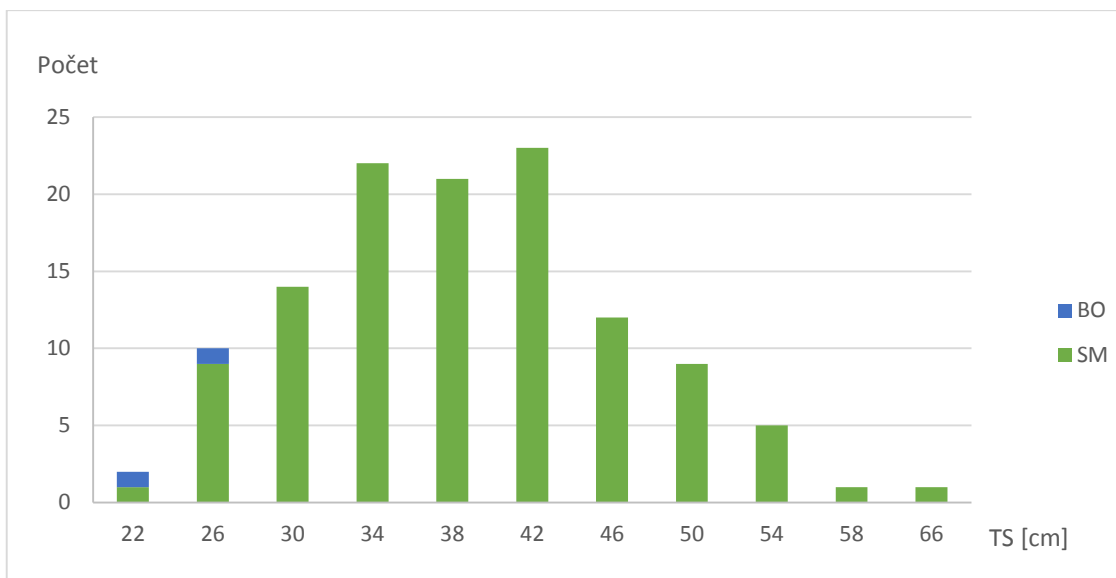


Obr. 15: Procentuální zastoupení dřevin (bez mrtvých stromů)

b) Tloušťková struktura

Pro vyjádření tloušťkové struktury bylo použito rozdělení tloušťkových četností do tloušťkových stupňů po 4 cm.

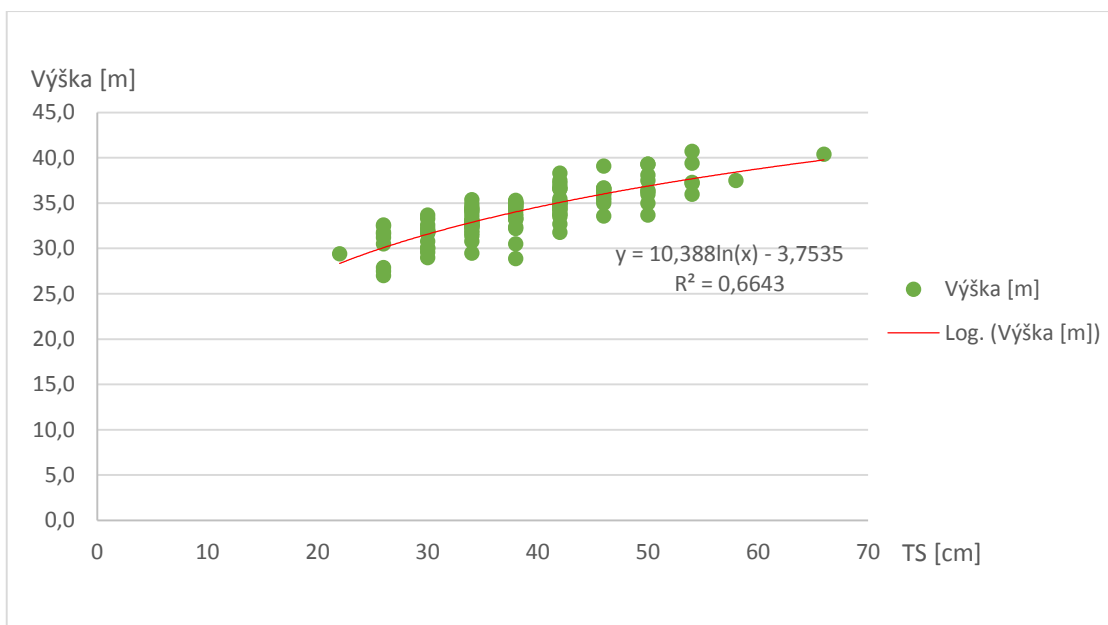
Střední tloušťka spočítaná z kruhové základny (d_g) je u smrku 39,67 cm, střední tloušťka stanovená na základě objemu (d_v) činila 39,32 m³. Smrkový porost představuje levostranné rozdělení s vrcholem v tloušťkovém stupni 42 s největším počtem 23 kmenů (Obr. 16).



Obr. 16: Zastoupení dřevin v tloušťkových stupních

c) Výšková struktura SM

Na základě naměřených výšek a výčetních tlouštěk byl sestrojen výškový grafikon SM, který byl vyrovnán pomocí logaritmické funkce $y = 10,388\ln(x) - 3,754$ (Obr. 17). Průměrná výška smrku (h_g) činila 34 m. Horní výška, tj. průměrná výška 10 % nejtlustších stromů (h_{10}) byla 37,8 m.

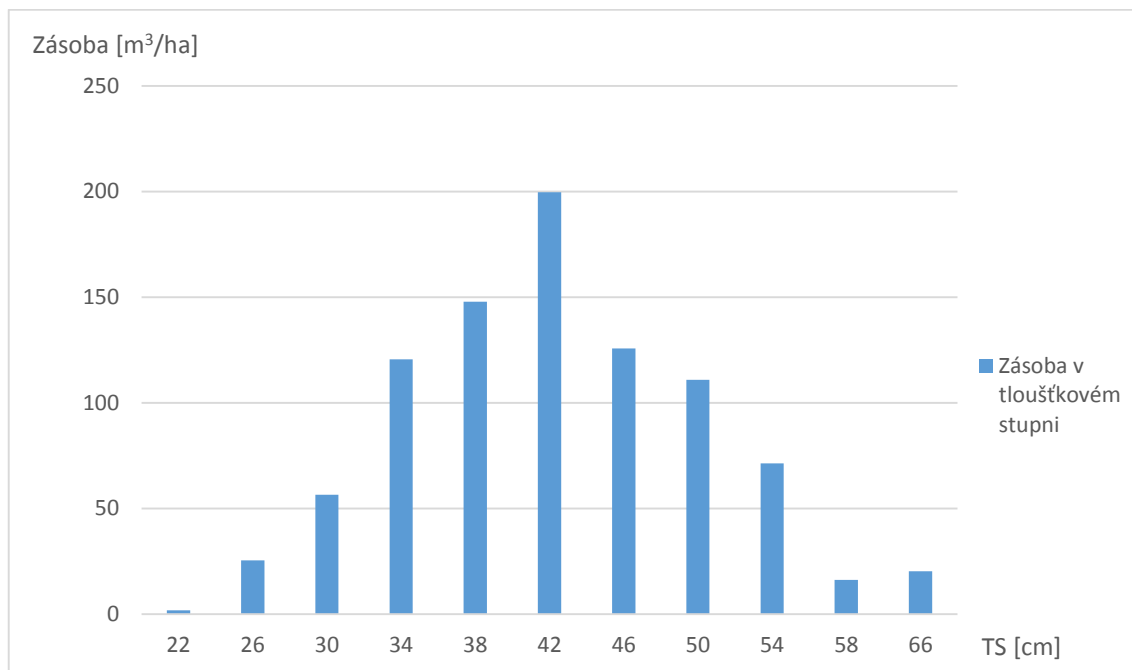


Obr. 17: Výšková struktura SM

d) Zásoba

Zásoba stanovená metodou ULT byla ve výši 226,99 m³ s kůrou tj. 907,96 m³/ha. Rozdíl v zásobě činil 11,24 m³/ha. Rozdělení zásoby v TS má rostoucí trend až do TS 42,

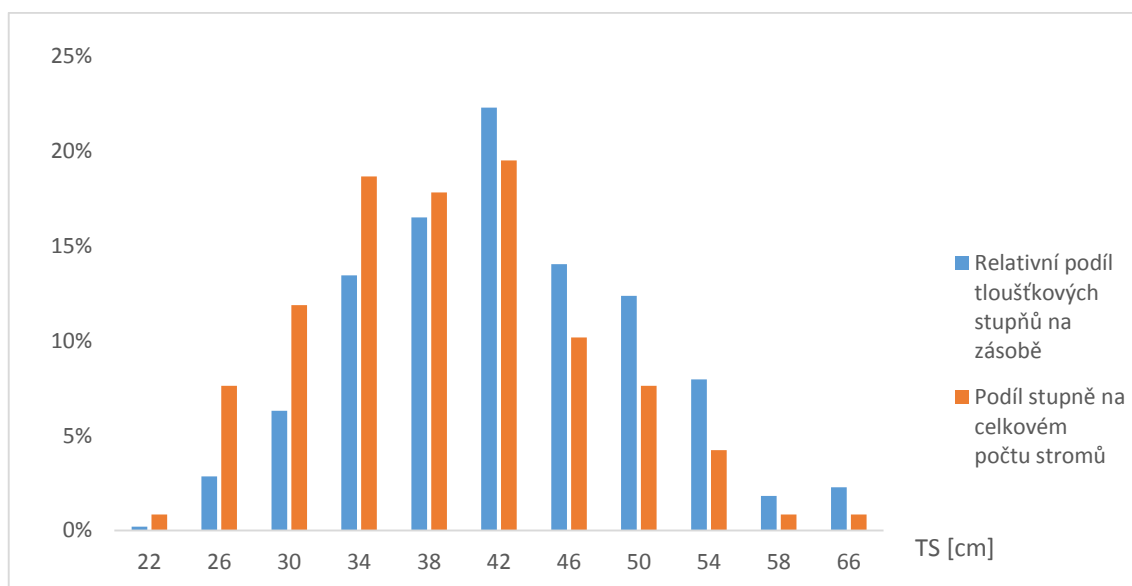
kde hektarová zásoba činí cca 200 m³/ha. Poté zásoba postupně klesá, až do TS 66. Druhá nejvyšší zásoba je v TS 38 (Obr. 18).



Obr. 18: Rozdělení zásoby v tloušťkových stupních

Na zásobě se nejvíce podílí stupně 42 – 22 %, 38 – 17 %, 34 – 13 %. Nejmenší zásoba je v TS 22 – 0,2 %, 58 – 3 % a 66 – 2 % (Obr. 19).

Poměr relativního podílu tloušťkového stupně na zásobě a podílu stupně na celkovém počtu stromů je menší než 1 u tloušťkových stupňů 22 až 38. Od stupně 42 se poměr otáčí, tj. je větší než 1.



Obr. 19: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů

e) Zakmenění

Zakmenění porostu bylo stanoveno na základě redukované a celkové plochy TVP 3 porostu. Jeho hodnota byla 1,06.

f) Bonita SM

Absolutní výšková bonita (AVB) smrku, vyjadřující střední výšku porostu ve 100 letech, byla stanovena podle taxačních tabulek na hodnotu 34. Relativní výšková bonita (RVB) vyjadřující relativní kvalitu stanoviště, byla stanovena na 1.

5.3.2 Kritéria mýtní těžby

V Tab. 7 jsou uvedeny stromy po kulminaci PGP určené k těžbě.

Tabulka 7: Stromy po kulminaci PGP

	TVP 3	
Číslo stromu		TS
89		22
102		26
24		26
91		26
20		20
22		30
124		34
6		34
27		34
76		26
79		79
Počet		11

5.3.3 Objemový přírůst

Hodnocení objemového přírůstu bylo provedeno shodným způsobem jako v kapitole 5.1.3.

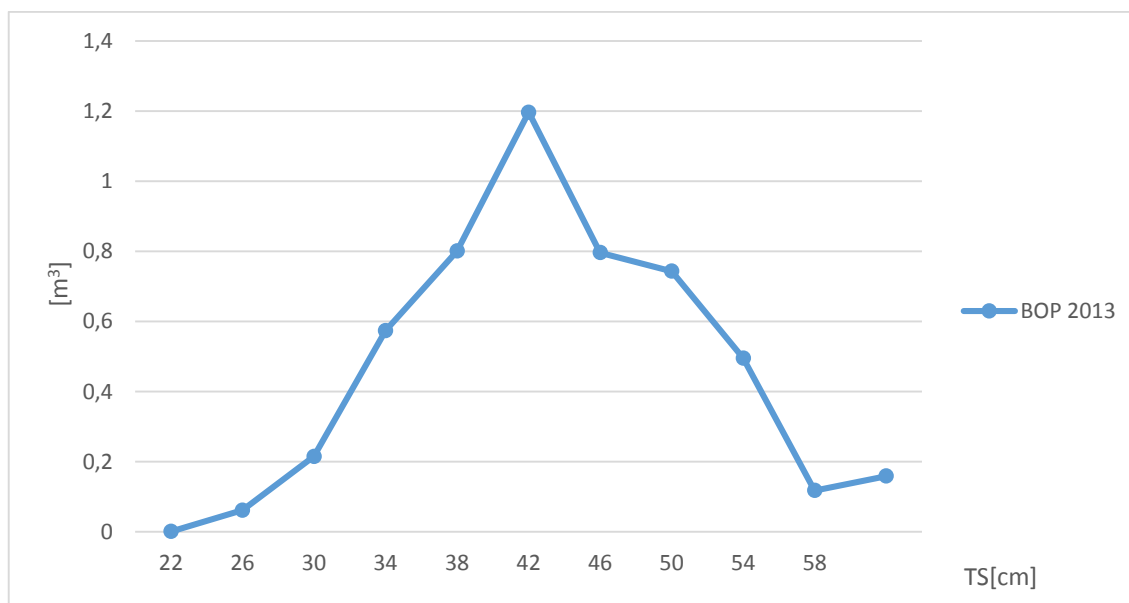
a) Běžný objemový přírůst dle TS

Tabulka 8: BOP v roce 2013 v jednotlivých TS

Průměr [cm]	Počet [ks]	Objem [m ³]	Vyrovnaný i _d [m ³]	k _v [m ³]	BOP 2013 [m ³]
22	1	0,46	0,012	0,060	0,001
26	9	6,39	0,089	0,077	0,062
30	14	14,14	0,165	0,093	0,215
34	22	30,14	0,242	0,108	0,574
38	21	36,96	0,318	0,120	0,801
42	23	49,91	0,394	0,132	1,197
46	12	31,44	0,471	0,141	0,796
50	9	27,72	0,547	0,151	0,743
54	5	17,85	0,623	0,159	0,496
58	1	4,07	0,69966	0,168	0,118
66	1	5,1	0,85238	0,186	0,159

BOP v roce 2013 činil 5,2 m³, tj. 20,6 m³/ha.

Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu (dále jen ROB) na TVP 3 je uveden na Obr. 20. Těžiště ROB (2013) se nachází v TS 42, kde je zároveň největší počet stromů.



Obr. 20: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 3

b) Objemový přírůst celého porostu

Souhrnné výsledky objemového přírůstu celého porostu jsou uvedeny v kapitole 5.5, Tab. 13.

5.4 TVP 4

5.4.1 Základní charakteristika

TVP 4 byla zaměřena v porostu 218A_{11a}. Věk porostu podle LHP je 105 let.

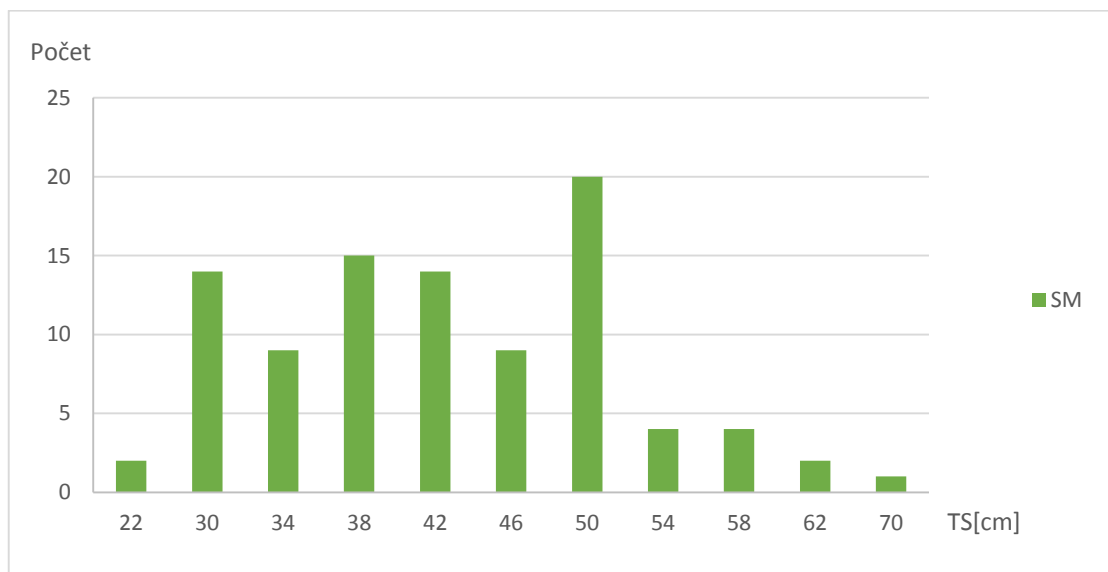
a) Zastoupení dřevin

Na TVP 4 se nachází 94 živých a 1 mrtvý jedinec smrku. Nenachází se zde žádný jedinec jiného druhu.

b) Tloušťková struktura

Pro vyjádření tloušťkové struktury bylo použito rozdělení tloušťkových četností do tloušťkových stupňů po 4 cm.

Nejvyšší počet kmenů se nachází tloušťkových stupních 50, 38. V tloušťkových stupních 30 a 38 se nachází shodně 14 kmenů (Obr. 21). Střední tloušťka spočítaná z kruhové základny (d_g) byla u SM 43,40 cm. Střední tloušťka stanovená na základě objemu (d_v) u SM činila 43,01 cm.

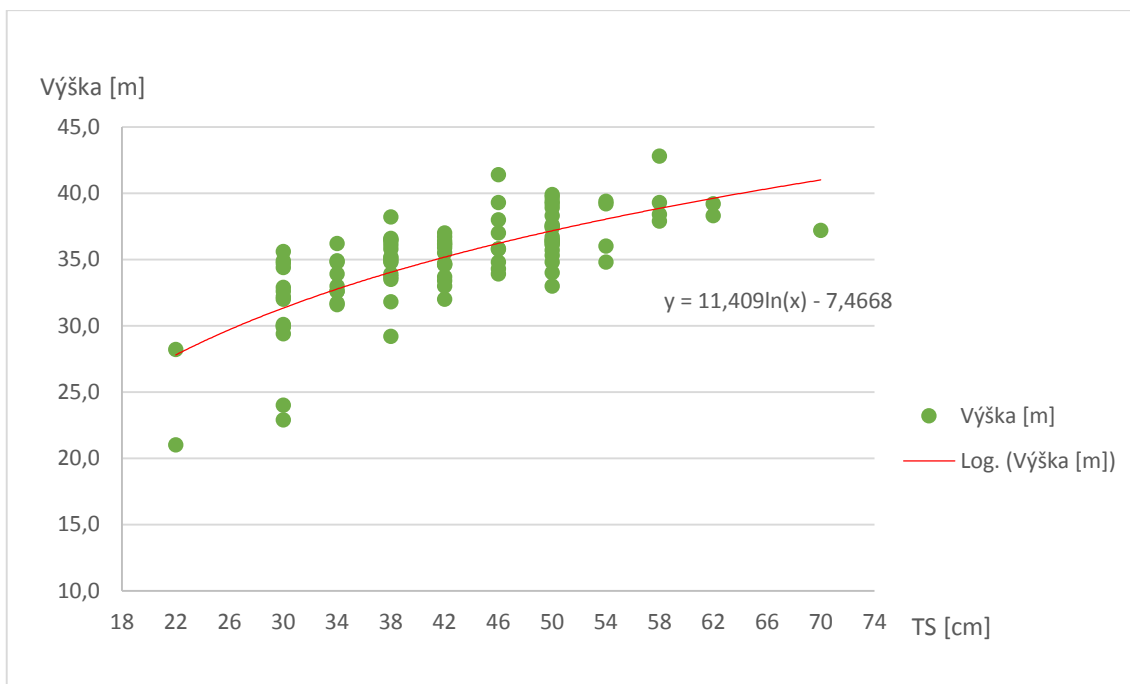


Obr. 21: Zastoupení dřevin v tloušťkových stupních

c) Výšková struktura SM

Na základě naměřených výšek a výčetních tlouštěk byl sestrojen výškový grafikon SM, který byl vyrovnán pomocí logaritmické funkce $y = 11,409 \ln(x) - 7,4668$ (Obr. 22).

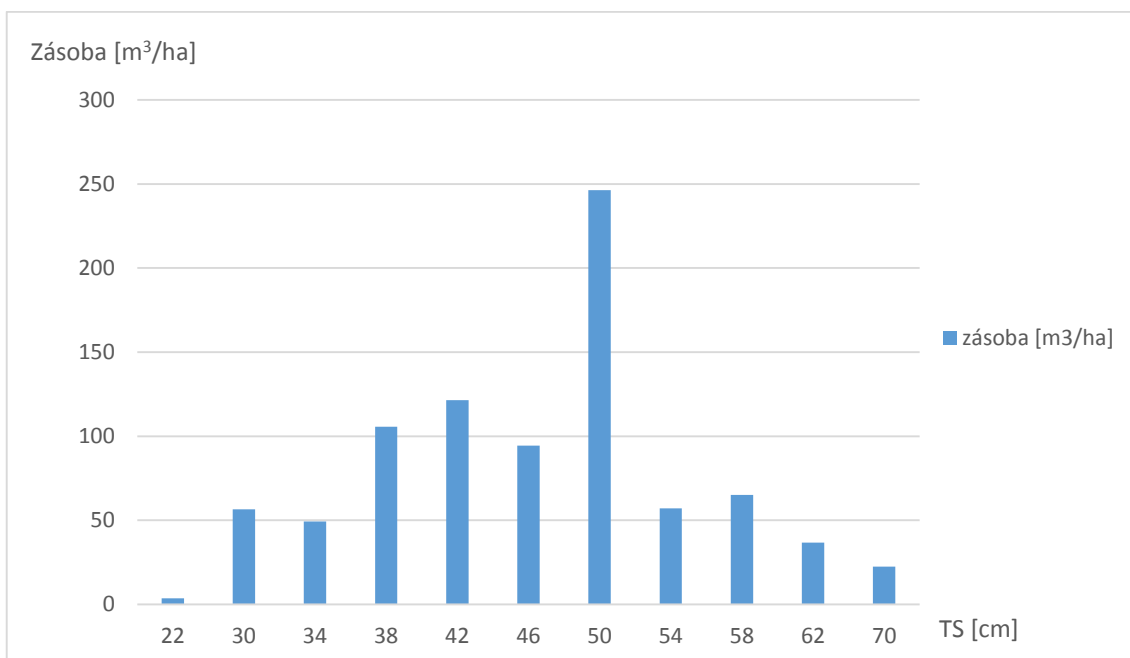
Průměrná výška smrku (h_g) činila 35,55 m. Horní výška, tj. průměrná výška 10 % nejtlustších stromů (h_{10}), byla 38,9 m.



Obr. 22: Výšková struktura SM

d) Zásoba

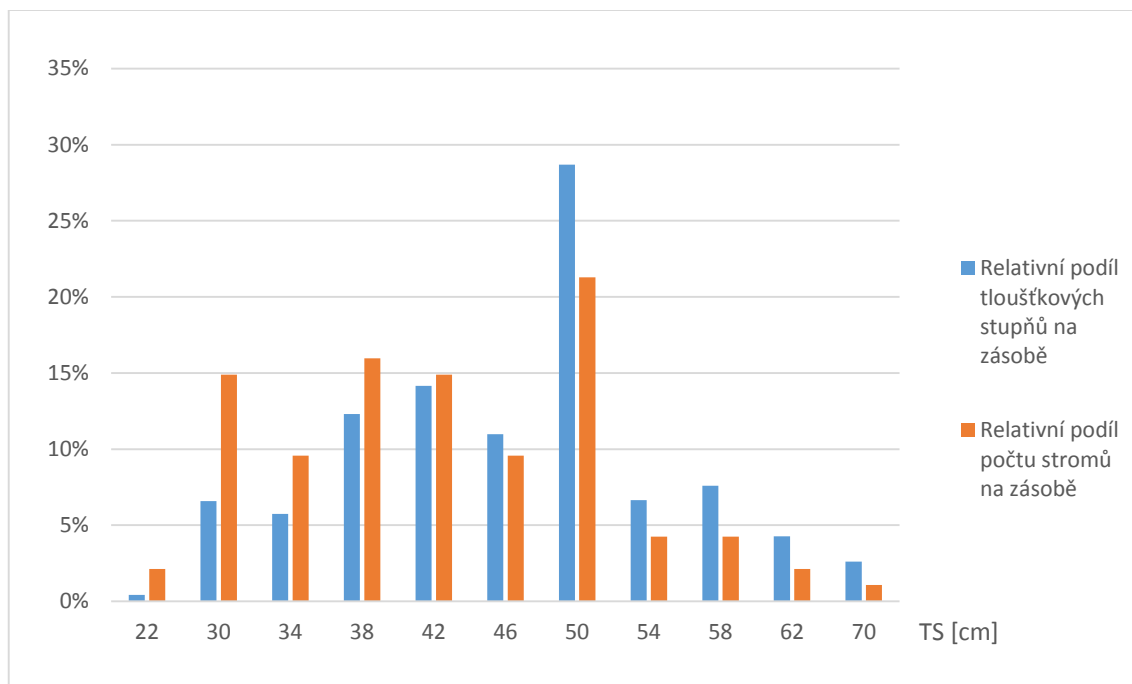
Zásoba stanovená na základě ULT činila 217,07 m³ s kůrou tj. 868,28 m³/ha s kůrou. Obr. 22 znázorňuje rozdělení zásoby v jednotlivých tloušťkových stupních. Největší podíl na zásobě má tloušťkový stupeň 50 a to 258 m³/ha. TS 42 se podílí na celkové zásobě porostu cca 122 m³/ha.



Obr. 23: Rozdělení zásoby v tloušťkových stupních

Relativní podíl jednotlivých tloušťkových stupňů na zásobě znázorňuje Obr. 23. TS 50 nese na zásobě největší podíl cca 29 %.

U TS 22 až 42 je poměr relativního podílu tloušťkového stupně na zásobě a podílu stupně na celkovém počtu stromů je menší než 1. Od tloušťkového stupně 46 se poměr relativní zásoby vůči relativnímu počtu stromů obrací tj. větší než 1.



Obr. 24: Relativní podíl TS na zásobě a celkovém počtu stromů

e) Zakmenění

Zakmenění porostu bylo stanoveno na základě redukované a celkové plochy TVP 4 porostu. Jeho hodnota činila 0,96.

f) Bonita

Absolutní výšková bonita (AVB) smrku, vyjadřující střední výšku porostů ve 100 letech, byla stanovena podle taxačních tabulek na hodnotu 34. Relativní výšková bonita (RVB) vyjadřující relativní kvalitu stanoviště, byla stanovena na 1.

5.4.2 Hodnocení kritérií mýtní těžby

Pro vyhodnocení mýtně zralých stromů bylo postupováno podle Polenovy metody pro jednotlivý výběr stromů k mýtní těžbě (POLENO, 1999).

V Tab. 9 jsou uvedena čísla stromů, u nichž již došlo ke kulminaci průměrného plošného přírůstu (PGP).

Tabulka 9: Stromy po kulminaci PGP

TVP 4	
Číslo stromu	TS
5	22
72	30
54	30
63	34
17	42
33	50
Počet	6

5.4.3 Objemový přírůst

Objemový přírůst byl hodnocen s použitím metod uvedených v kapitole 5.1.3.

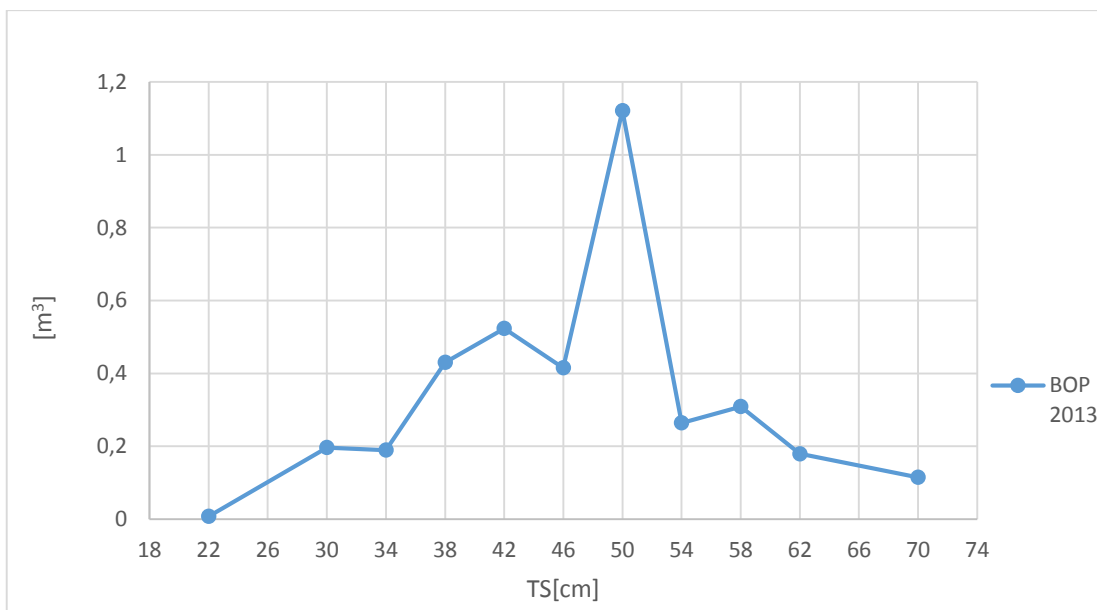
a) Běžný objemový přírůst dle TS

Tabulka 10: Objemový přírůst dle JHK v jednotlivých TS v roce 2013

Průměr [cm]	Počet [ks]	Objem [m ³]	Vyrovnaný i _d [m ³]	k _v [m ³]	BOP 2013 [m ³]
22	2	0,92	0,082	0,06	0,010
30	14	14,14	0,176	0,093	0,229
34	9	12,33	0,222	0,108	0,216
38	15	26,4	0,269	0,12	0,484
42	14	30,38	0,316	0,132	0,584
46	9	23,58	0,36246	0,141	0,460
50	20	61,6	0,40914	0,151	1,236
54	4	14,28	0,45582	0,159	0,290
58	4	16,28	0,5025	0,168	0,338
62	2	9,16	0,54918	0,178	0,196
70	1	5,61	0,64254	0,194	0,125

Roční přírůst porostu v posledním roce periody (2013) činil 4,2 m³, tj. 16,7 m³/ha.

Obr. 25 znázorňuje podíl jednotlivých tloušťkových stupňů na objemovém přírůstu. Nejvyšší přírůst produkuje TS 50, kde je zastoupeno nejvíce stromů.



Obr. 25: Podíl jednotlivých TS na ročním objemovém přírůstu na TVP 4

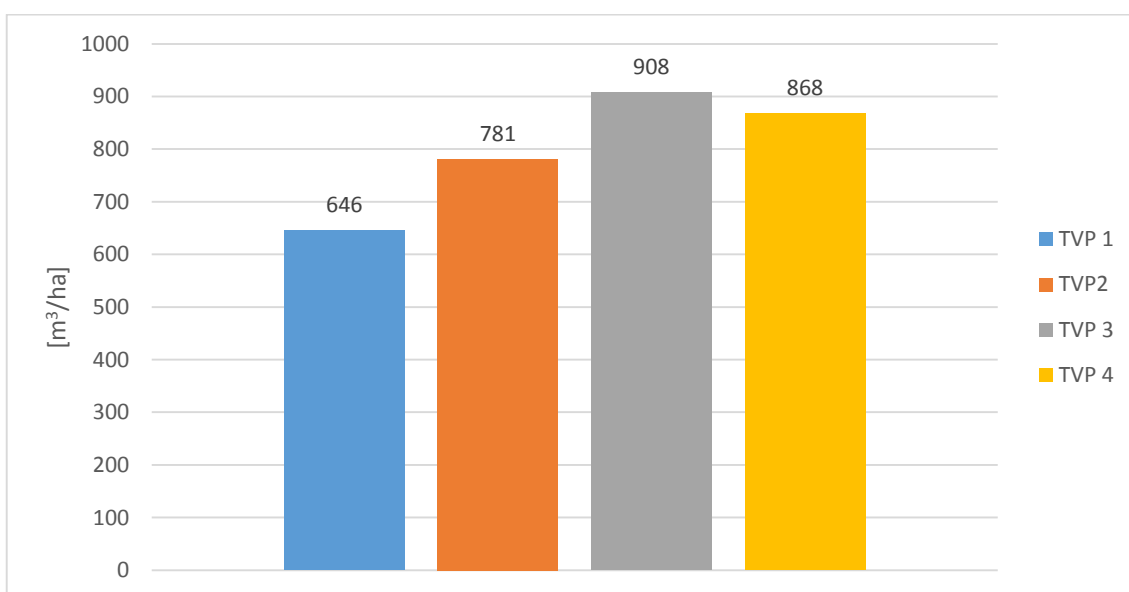
b) Objemový přírůst celého porostu

Souhrnné výsledky objemových přírůstů jsou pro plochy TVP1 – TVP 4 uvedeny v kapitole 5.5, Tab. 13.

5.5 Souhrnné výsledky porovnávaných ploch

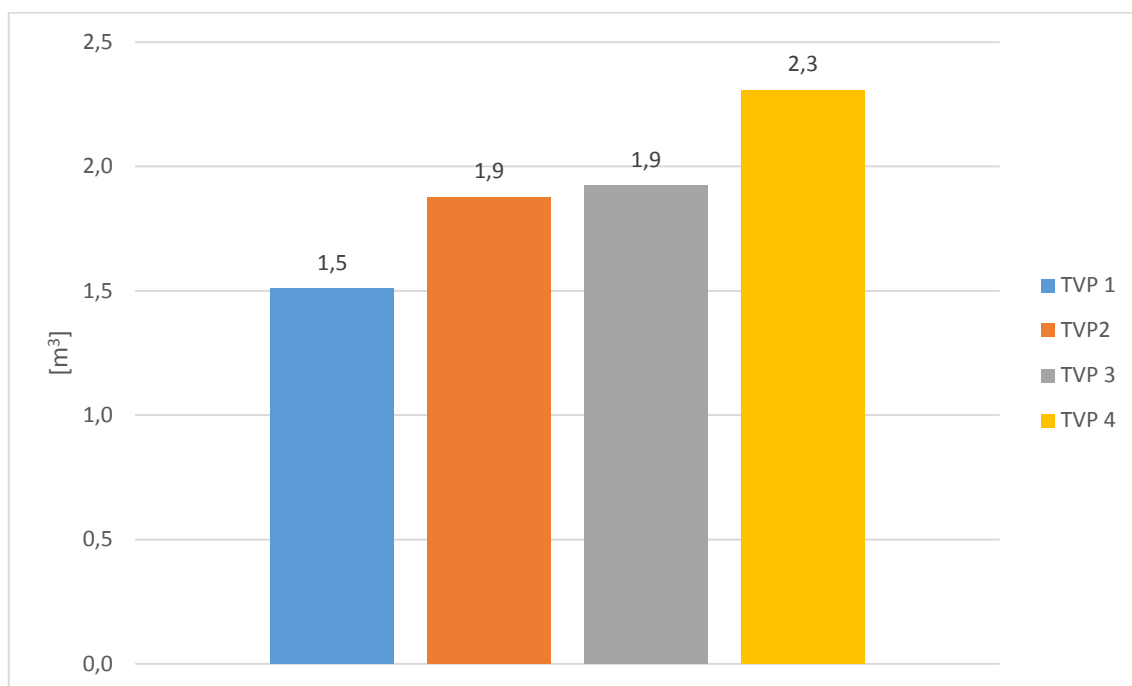
a) Porovnání zásob porostu

Obr. 26 uvádí hektarovou objemovou zásobu. Největší hektarová zásoba je u plně zakmeněné TVP 3. Druhá nejvyšší zásoba je u TVP 4, kde je mezera v zápoji po vytěženém kůrovcovém kole.



Obr. 26: Porovnání zásoby na jednotlivých TVP

Na Obr. 27 je znázorněn objem středního kmene na TVP 1 – TVP 4, který byl vypočítán jako průměr zásoby a počtu stromů na TVP. Z obrázku je patrné, že největší objem středního kmene je na TVP 4.



Obr. 27: Objem středního kmene na jednotlivých TVP

b) Porovnání podílu stromů k těžbě

V Tab. 11 jsou uvedeny mýtně zralé stromy na plochách TVP 1 – TVP 4 určené k těžbě. Nejmenší počet stromů po kulminaci PGP byl na ploše TVP 4, největší na plně zakmeněné ploše TVP 3.

Tabulka 11: Mýtně zralé stromy na jednotlivých plochách

TVP 1		TVP 2		TVP 3		TVP 4	
Číslo stromu	TS	Číslo stromu	TS	Číslo stromu	TS	Číslo stromu	TS
80	10	83	22	89	22	5	22
110	14	12	26	102	26	72	30
36	18	48	26	24	26	54	30
43	18	21	30	91	26	63	34
25	30	90	30	20	20	17	42
138	34	87	14	22	30	33	50
79	50	102	34	124	34		
61	30	68	38	6	34		
				27	34		
				76	26		
				79	26		
Počet	8	8	8	11	11	6	6

c) Odvození počtu stromů po kulminaci na jednotlivých TVP

Na základě výsledků vývrtové analýzy byl vypočítán podíl mýtně zralých stromů na hodnocených plochách. Byla předpokládána homogenita celkové plochy a pomocí úměry odhadnut počet mýtně zralých stromů. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 12.

Tabulka 12: Odvození počtu stromů po kulminaci na jednotlivých TVP

	TVP 1	TVP 2	TVP 3	TVP 4
stromu na ha	392	412	472	376
počet stromů na ploše	98	103	118	94
Počet vzorníků	37	36	37	35
Počet stromů po kulminaci	8	8	11	6
Počet stromů po kulminaci na ploše	21	23	35	16
Počet stromů po kulminaci/ ha	85	92	140	64

d) Porovnání objemového přírůstu pro celý porost

V Tab. 13 jsou uvedeny souhrnné objemové přírůsty pro celý porost pro jednotlivé plochy TVP 1 - TVP 4. Největší objemový přírůst pro celou plochu byl na ploše TVP 4, nejmenší na ploše TVP 1.

Tabulka 13: Objemové přírůsty pro celý porost na plochách TVP1-TVP4

		JHK RZ**	JHK $k_{\bar{v}}$	Jednotky
TVP1	BOPP	47,4	45,9	m ³
	BOPP/ha	189,8	183,7	m ³ /ha
	roční*	3,5	3,9	m ³
	roční/ha*	14,1	15,6	m ³ /ha
TVP2	BOPP	54,3	55,8	m ³
	BOPP/ha	217,0	223,2	m ³ /ha
	roční*	4,4	4,8	m ³
	roční/ha*	17,5	19,1	m ³ /ha
TVP3	BOPP	62,7	66,6	m ³
	BOPP/ha	250,7	266,3	m ³ /ha
	roční*	5,2	5,1	m ³
	roční/ha*	20,6	20,4	m ³ /ha
TVP4	BOPP	61,4	66,9	m ³
	BOPP/ha	245,6	267,6	m ³ /ha
	roční*	4,2	3,8	m ³
	roční/ha*	16,7	15,4	m ³ /ha

* roční přírůst v posledním roce patnáctileté periody (2013); ** JHK metoda rozdílu zásob

5.6 Statistické výpočty

V rámci této části práce byly statistickými metodami hodnoceny následující přírůsty v závislosti na tloušťkových stupních:

- 1) průměrný tloušťkový přírůst (PTP);
- 2) průměrný plošný přírůst (PGP);
- 3) plošný přírůst periodický (BGPP);
- 4) plošný přírůst periodický / plocha koruny (BGPP/ S koruny);
- 5) plošný přírůst periodický / objem koruny (BGPP / V koruny).

Pro vyhodnocení byly použity statistické postupy, jejichž výsledky jsou uvedeny v následujícím textu. Vstupní data byla zpracována pomocí aplikací MS EXCEL 2012 a STAT SOFT (STATISTICA 12).

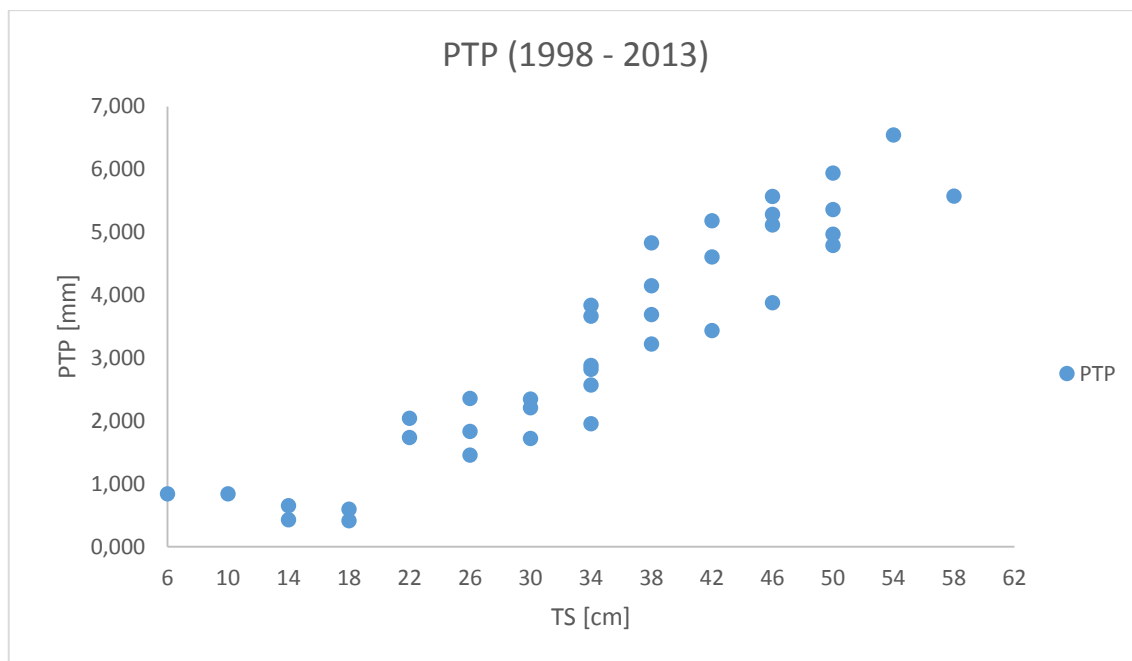
Výše zmíněné přírůsty byly zjišťovány během 15 leté periody, tj. mezi lety 1998 – 2013. Dále byl zkoumán vliv velikosti koruny reprezentovaný plochou korunové základny a objemem koruny na BGPP. Pro názornost je uveden postup po jednotlivých krocích na příkladu TVP 1. Výsledky analýzy všech ploch včetně TVP 1 jsou uvedeny v kapitole 5.6.2.

5.6.1. TVP1

5.6.1.1 Hodnocení PTP na TVP1

a) Průzkumová analýza dat

Z naměřených dat byl sestaven graf ročních běžných tloušťkových přírůstů v jednotlivých tloušťkových stupních (Obr. 28).



Obr. 28: Graf PTP pro jednotlivé TS

- **Test normality dat**

Na normalitu dat byla testována vstupní data PTP. Pomocí S-W testu, který lze použít pro výběry o rozsahu $8 \leq n \leq 50$. Výsledek testu normality je uveden v tabulce I.

Tabulka 14: Výsledek testu normality

Podmínka	Hodnoty	α	n	Vyhodnocení
$W > W_{\text{tab}(n;\alpha)}$	$0,945 > 0,936$	0,05	37	Podmínka splněna

Na základě výsledku S-W testu lze konstatovat, že data mají normální rozdělení.

- **Identifikace odlehlých bodů**

Výsledky testu odlehlých hodnot postupem vnitřních a vnějších hradeb prokázaly homogenitu výběru (nepřítomnost odlehlých bodů).

b) Regresní analýza závislosti PTP na TS

Kvalita naměřených dat byla posuzována velikostí vypočteného intervalu spolehlivosti pro střední hodnotu PTP pomocí rovnic (24) a (25) pro následující data:

$$S_{\text{přírůstuPTP}} = 0,7;$$

$$\text{průměr}_{PTP} = 3,27;$$

$$t_{(0,05;35)} = 2,03;$$

$$n = 37;$$

Vypočtený interval spolehlivosti = $\pm 6,9 \%$.

Hodnota intervalu spolehlivosti střední hodnoty je požadována na úrovni $\pm 8,5 \%$. Výpočtem z výsledků modelu lineární regrese byla zjištěna hodnota $\pm 6,9 \%$. Vzhledem k tomu je možné pokládat naměřené hodnoty za dostatečně spolehlivé pro zvolený účel.

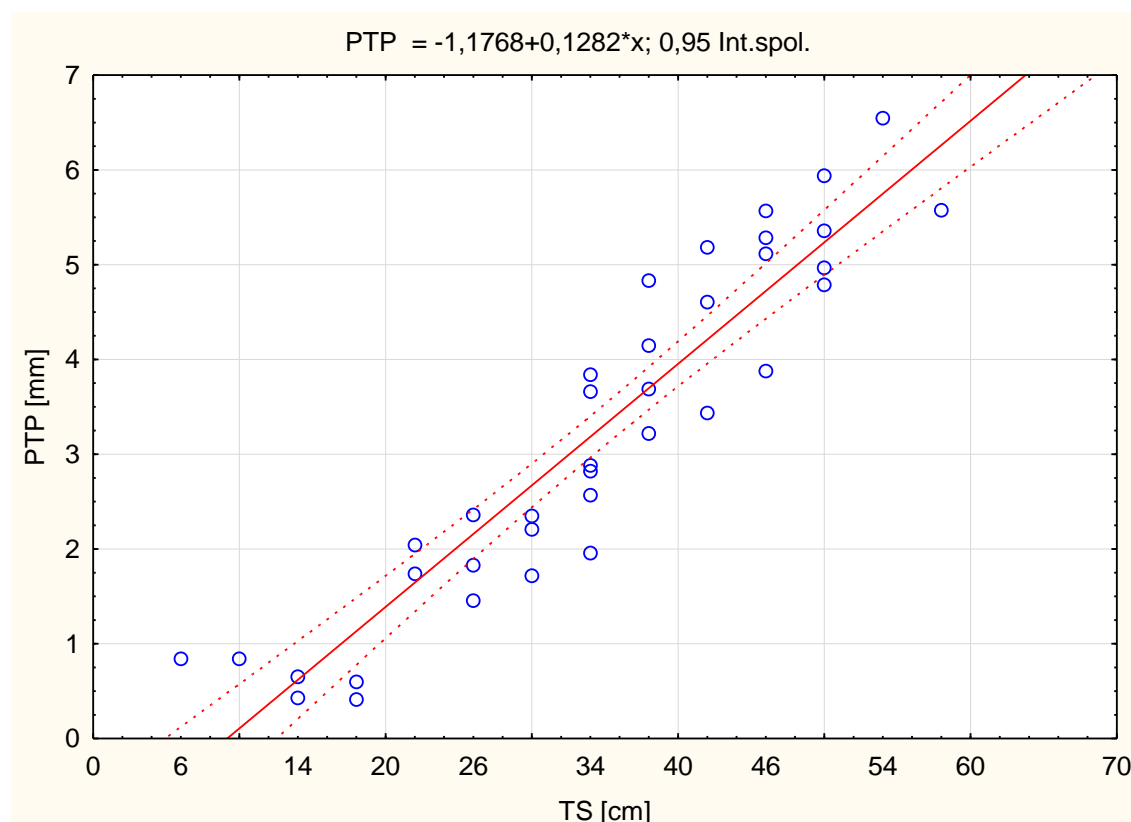
Vstupní data viz. Obr. 28 byla zpracována metodou lineární regrese. Základní odhady parametrů regresního modelu jsou uvedeny v Tab. 15 včetně koeficientu determinace R^2 .

Tabulka 15: Výsledky regrese se závislou proměnou: PTP

	b	Sm.chyba (z b)	t(35)	p-hodn.	R^2
N=36					
Abs.člen	-1,17675	0,308069	-3,81977	0,000524	0,86911
TS [cm]	0,12824	0,008412	15,24469	$5,02 \cdot 10^{-17}$	

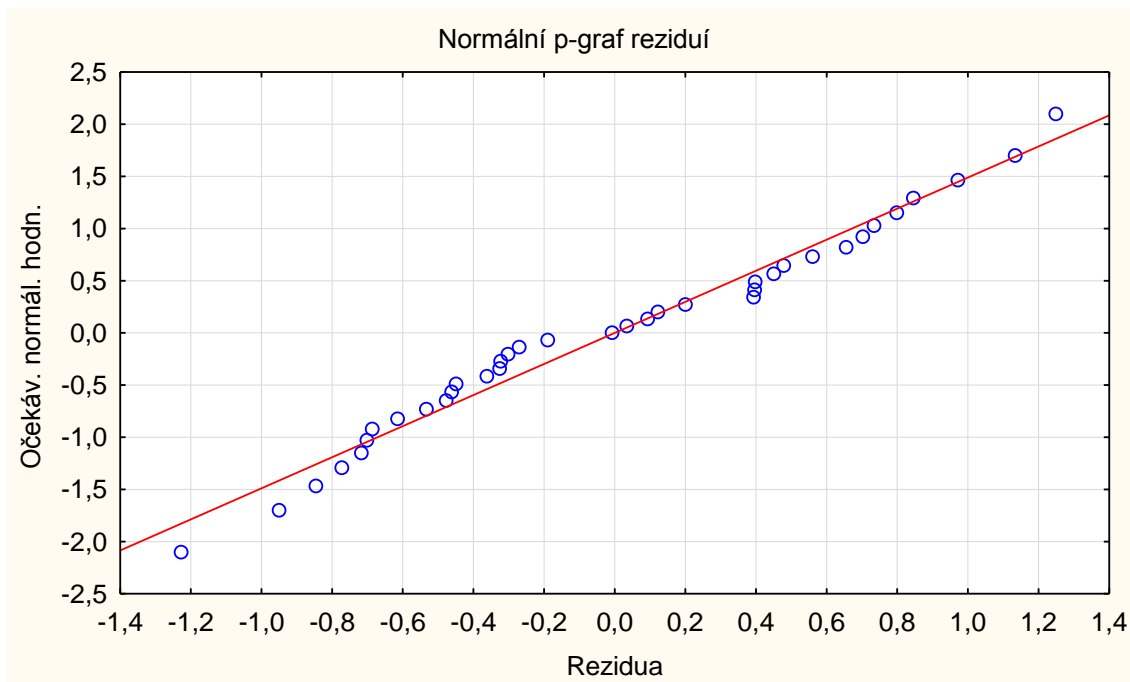
Rovnice regrese: **PTP = 0,1282 · TS – 1,1768; $R^2 = 0,8691$**

S použitím výsledků lineární regrese je na Obr. 29, uvedená závislost PTP na TS včetně pásů spolehlivosti regrese.



Obr. 29: Graf regresní přímky závislosti PTP na TS včetně pásů spolehlivosti

Výsledky lineární regrese byly dále hodnoceny pomocí testu reziduí na jejich linearitu pomocí P-P grafu (Obr. 30).



Obr. 30: P-P normální graf reziduí

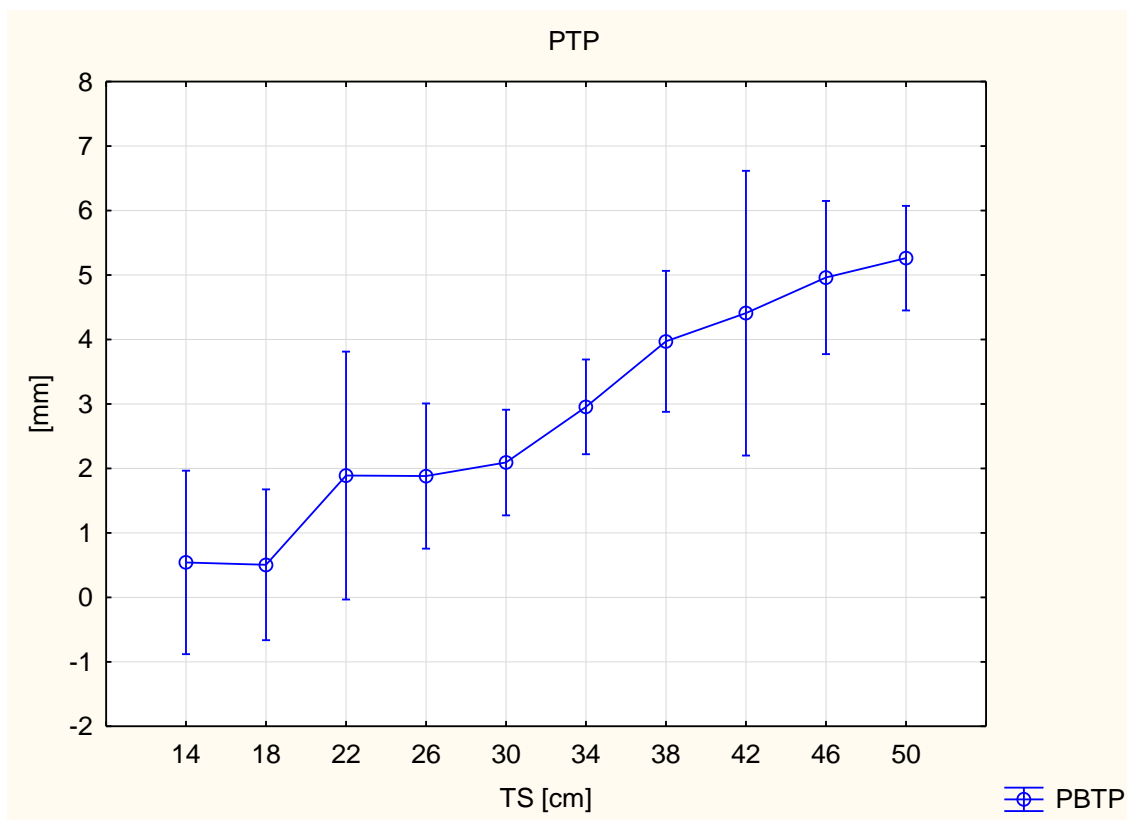
Z průběhu P-P grafu je patrná vyhovující normalita reziduí. Proto lze oprávněně předpokládat, že byly splněny základní požadavky pro lineární regresi.

V následující etapě byly výsledky měření vyhodnoceny pomocí analýzy rozptylu, za účelem posouzení rozdílnosti středních hodnot PTP pro jednotlivé TS.

c) Analýza rozptylu

Pro vyhodnocení dat pomocí analýzy rozptylu, byla z výběru vyloučena data tloušťkových stupňů 6, 10, 54 a 58, kde byl odebrán pouze 1 vývrt.

V rámci předběžné analýzy dat byl zpracován graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95 %) viz. Obr. 31 a orientačně posouzena homogenita rozptylu hodnot PTP.



Obr. 31: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti

Velikost intervalů spolehlivosti naznačuje, že lze předpokládat přibližnou homogenitu rozptylu.

V další etapě byla použita metoda analýzy rozptylu (jednofaktorová nevyvážená ANOVA). Výsledky ANOVY pro daná data jsou uvedeny v Tab. 16.

Tabulka 16: ANOVA PTP

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
TS	77,51186	9	8,612429	23,00009	1,85E-09	2,320105
Všechny výběry	8,612396	23	0,374452			
Celkem	86,12425	32				

Hodnota reziduálního rozptylu $MS_e = 0,374$.

Vzhledem k tomu, že vypočítaná F hodnota > než F krit. je možné konstatovat, že s 95% pravděpodobností existují významné rozdíly mezi průměry PTP. Protože analýza rozptylu prokázala jednoznačně významnost mezi průměry PTP, byly výsledky měření dále zpracovány metodou následného porovnání (post hoc analýza). Z důvodu nevyváženosti modelu ANOVY byl aplikován Scheffeho postup.

d) Sheffeho metoda identifikace významných rozdílů středních hodnot PTP v závislosti na TS.

Získané výsledky Scheffeho testu jsou uvedeny v Tab. 17 s tím, že významné „diference“ jsou označeny červeně.

Tabulka 17: Scheffeho test PTP; označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05$

TS	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
M =	0,541	0,506	1,889	1,882	2,092	2,955	3,970	4,408	4,961	5,262
14		1,000	0,831	0,752	0,575	0,032	0,001	0,001	0,000	0,000
18	1,000		0,809	0,724	0,544	0,028	0,001	0,001	0,000	0,000
22	0,831	0,809		1,000	1,000	0,856	0,143	0,055	0,005	0,002
26	0,752	0,724	1,000		1,000	0,717	0,059	0,021	0,001	0,000
30	0,575	0,544	1,000	1,000		0,898	0,124	0,045	0,003	0,001
34	0,032	0,028	0,856	0,717	0,898		0,673	0,313	0,020	0,005
38	0,001	0,001	0,143	0,059	0,124	0,673		0,999	0,799	0,475
42	0,001	0,001	0,055	0,021	0,045	0,313	0,999		0,997	0,938
46	0,000	0,000	0,005	0,001	0,003	0,020	0,799	0,997		1,000
50	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,005	0,475	0,938	1,000	

kde: M je střední hodnota pro dané TS.

Na základě výsledků Scheffeho testu byly vypočteny hodnoty statisticky významných rozdílů středních hodnot podle vztahu (29).

Vypočtené diference jsou uvedeny v Tab. 18.

Tabulka 18: Tabulka významných diferencí vypočtených na základě Scheffeho testu

TS	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
M =	0,541	0,506	1,889	1,882	2,092	2,955	3,970	4,408	4,961	5,262
14		0,035	1,348	1,341	1,551	2,414	3,429	3,867	4,42	4,721
18			1,383	1,376	1,586	2,449	3,464	3,902	4,455	4,756
22				0,007	0,203	1,066	2,081	2,519	3,072	3,373
26					0,21	1,073	2,088	2,526	3,079	3,38
30						0,863	1,878	2,316	2,869	3,17
34							1,015	1,453	2,006	2,307
38								0,438	0,991	1,292
42									0,553	0,854
46										0,854

Z vypočtených diferencí středních hodnot jednotlivých přírůstů pro hodnocené tloušťkové stupně lze konstatovat, že statisticky významný je tloušťkový přírůst větší než cca 2 mm. Hraniční tloušťkový přírůst je označen v tabulce VI žlutě.

5.6.1.2 Hodnocení PGP na TVP1

Postup při zjišťování plošného přírůstu periodického byl shodný jako u výše popsaného běžného tloušťkového přírůstu periodického.

a) Průzkumová analýza dat

- **Test normality dat**

Výsledky S-W testu normality jsou následující:

$$\alpha = 0,05$$

$$W = 0,926$$

$$W_k = 0,936$$

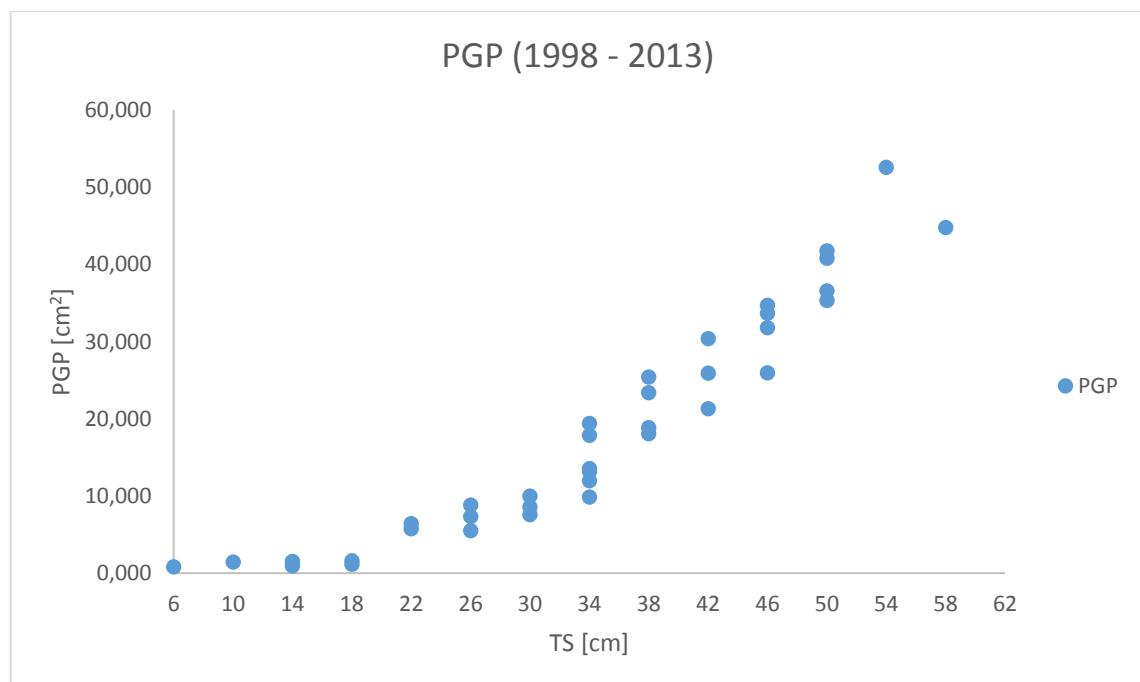
Podmínka normality je na hranici přijatelnosti.

- **Identifikace odlehlých bodů**

Odlehlé body nebyly identifikovány.

b) Regresní analýza závislosti PGP na TS

Byl sestrojen graf průměrného plošného přírůstu v jednotlivých tloušťkových stupních (Obr. 32).



Obr. 32: Průměrný roční přírůst v závislosti na tloušťkových stupních

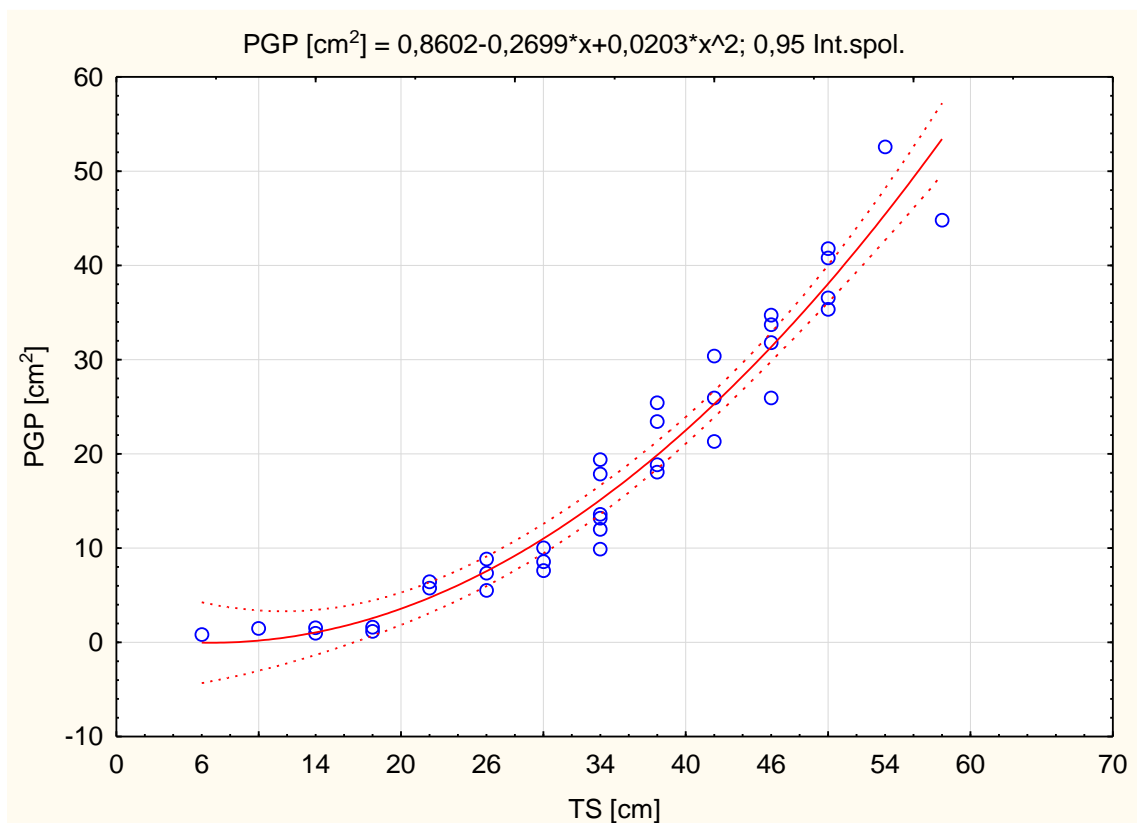
Vzhledem k průběhu grafické závislosti (Obr. 32), byla data zpracována pomocí polynomicke regrese druhého řádu. Základní odhady parametrů regresního modelu jsou uvedeny v Tab. 19.

Tabulka 19: Výsledky regrese se závislou proměnou: PGP

Efekt	PGP [mm] (Param.)	PGP [mm] (Sm.Ch.)	PGP [mm] (t)	PGP [mm] (p)	-95,00% (LmtSpol.)	+95,00% (LmtSpol.)	R ²	F
Abs.člen	0,8602	3,1239	0,2754	0,7847	-5,4884	7,2088	0,9468	302,6990
TS [cm]	-0,2699	0,2020	-1,3359	0,1905	-0,6804	0,1407		
TS [cm]^2	0,0203	0,0030	6,6478	0,0000	0,0141	0,0265		

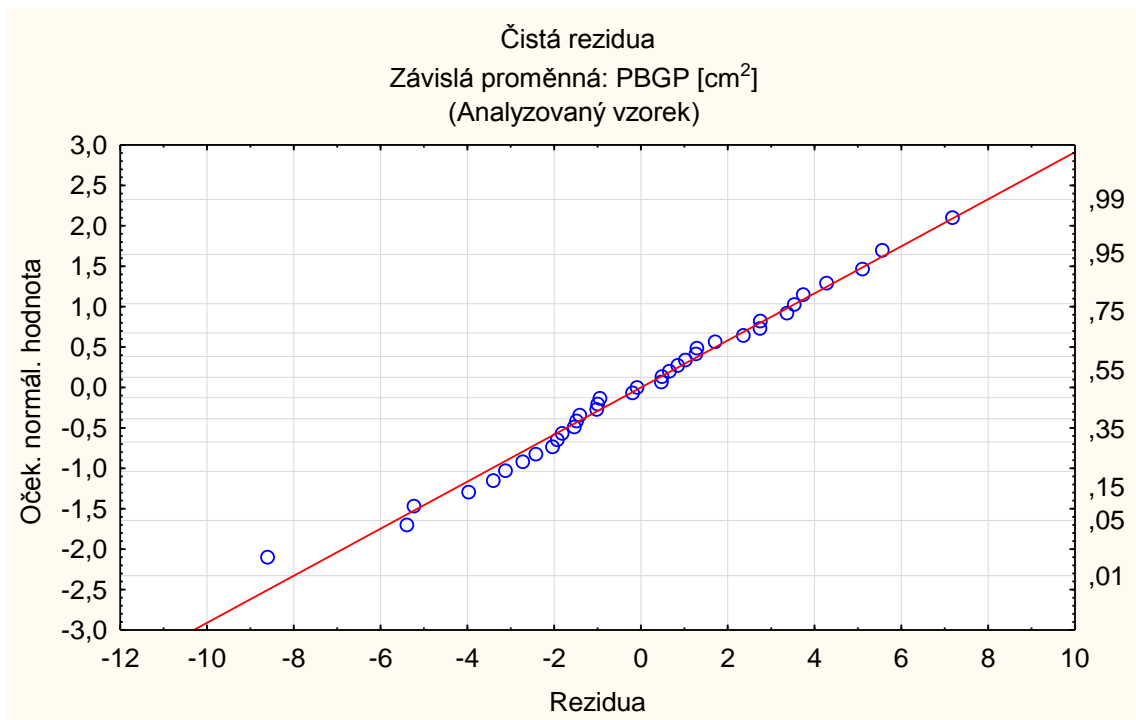
Rovnice regrese: $PGP = 0,0203 \cdot TS^2 - 0,2699 \cdot TS + 0,8602$; $R^2 = 0,9468$

Na Obr. 33 je uvedena závislost PGP na TS včetně pásu spolehlivosti regrese.



Obr. 33: Bodový graf závislosti PGP na TS včetně pásů spolehlivosti

Normalita rozdělení reziduí byla opět ověřena pomocí P-P grafu (Obr. 34).



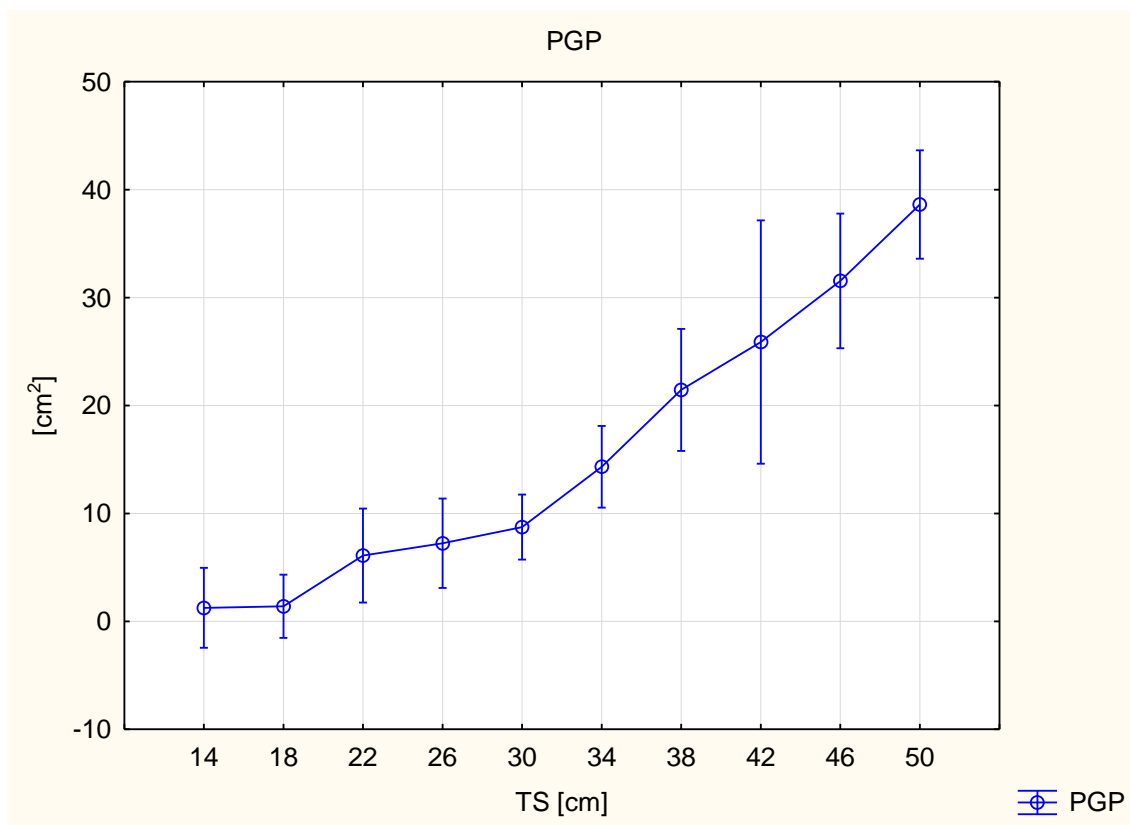
Obr. 34: P-P normální graf reziduí

Z průběhu P-P grafu je patrná vyhovující normalita reziduí. Proto lze oprávněně předpokládat, že byly splněny základní požadavky pro lineární regresi.

e) Analýza rozptylu

Pro vyhodnocení dat pomocí analýzy rozptylu, byla z výběru vyloučena data tloušťkových stupňů 6, 10, 54 a 58, kde byl odebrán pouze jeden vývrt.

V rámci předběžné analýzy byl zpracován graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95%) (Obr. 35).



Obr. 35: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti PGP (95 %)

Orientačně byla vyhodnocena homogenita rozptylů na základě Obr. 35. Vzhledem k širí intervalů spolehlivosti lze předpokládat, že soubor vykazuje homogenitu rozptylů.

Výstupní výsledky analýzy rozptylu (jednofaktorová nevyvážená ANOVA) jsou pro daná data uvedeny v Tab. 20.

Tabulka 20: ANOVA PGP

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
TS	4751,248	9	527,9165	52,97527	$2,97 \cdot 10^{-13}$	2,320105
Všechny výběry	229,2028	23	9,965339			
Celkem	4980,451	32				

Hodnota reziduálního rozptylu $MS_e = 9,965$.

Vypočítaná $F > F$ kritická, proto je možné konstatovat, že s 95% pravděpodobností existují statisticky významné rozdíly mezi průměry PGP. Vzhledem k významnosti v rozdílech středních hodnot byl aplikován opět Scheffeho postup.

f) Sheffeho metoda identifikace významných rozdílů středních hodnot PGP na TS.

Výsledky významnosti Scheffeho testu jsou uvedeny v Tab. 21. Významné „diference“ jsou označeny červeně.

Tabulka 21: Scheffeho test PGP; označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05$

TS	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
M =	1,253	1,392	6,101	7,237	8,736	14,321	21,446	25,886	31,546	38,624
14		1,000	0,979	0,874	0,662	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
18	1,000		0,983	0,888	0,685	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000
22	0,979	0,983		1,000	1,000	0,382	0,007	0,001	0,000	0,000
26	0,874	0,888	1,000		1,000	0,389	0,004	0,000	0,000	0,000
30	0,662	0,685	1,000	1,000		0,706	0,014	0,001	0,000	0,000
34	0,020	0,022	0,382	0,389	0,706		0,263	0,017	0,000	0,000
38	0,000	0,000	0,007	0,004	0,014	0,263		0,935	0,054	0,000
42	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,017	0,935		0,774	0,014
46	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,774		0,390
50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,390	

kde: M je střední hodnota pro dané TS.

Z výsledků Scheffeho testu byly vypočteny hodnoty statisticky významných rozdílů středních hodnot.

Hodnoty vypočtených významných diferencí vypočítané podle vztahu 29 z Scheffeho testu jsou uvedeny v Tab. 22.

Tabulka 22: Tabulka významných diferenciací vypočtených na základě Scheffeho testu

TS	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
M =	1,253	1,392	6,101	7,237	8,736	14,321	21,446	25,886	31,546	38,624
14		0,139	4,848	5,984	7,483	13,07	20,19	24,633	30,29	37,37
18			4,709	5,845	7,344	12,93	20,05	24,494	30,15	37,23
22				1,136	2,635	8,22	15,34	19,7848	25,44	32,52
26					1,499	7,084	14,21	18,649	24,31	31,39
30						5,585	12,71	17,15	22,81	29,89
34							7,125	11,565	17,23	24,3
38								4,44	10,1	17,18
42									5,66	12,74
46										12,74

Za statistický významný plošný přírůst v závislosti na tloušťkových stupních lze považovat přírůst větší než 10 cm^2 .

5.6.1.3 Hodnocení BGPP na TVP1

a) Průzkumová analýza dat

- Test normality dat

S-W test normality vykázal následující hodnoty:

$$\alpha = 0,05$$

$$W = 0,926$$

$$W_k = 0,936$$

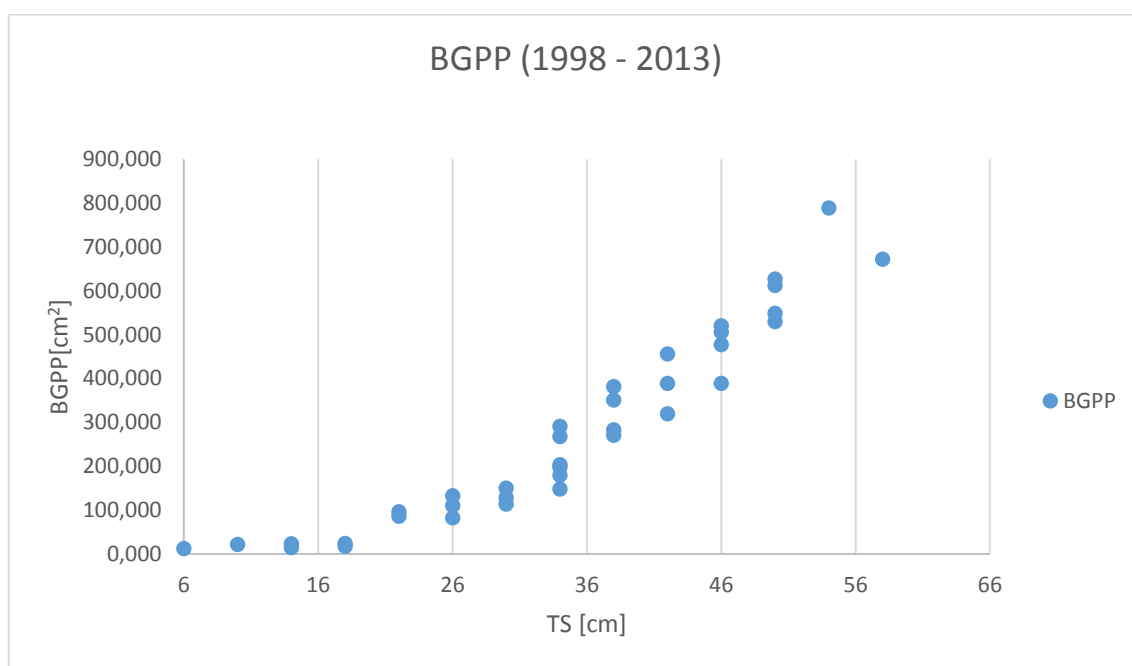
Normalita dat je na hranici přijatelnosti.

- **Identifikace odlehlých bodů**

V testovaném souboru dat nebyly nalezeny odlehlé body.

b) Regresní analýza závislosti BGPP na TS

S použitím hodnot BGPP a TS byl sestrojen graf periodického plošného přírůstu v časové periodě (1998 – 2013) v jednotlivých tloušťkových stupních (Obr. 36).



Obr. 36: Graf BGPP pro jednotlivé tloušťkové stupně

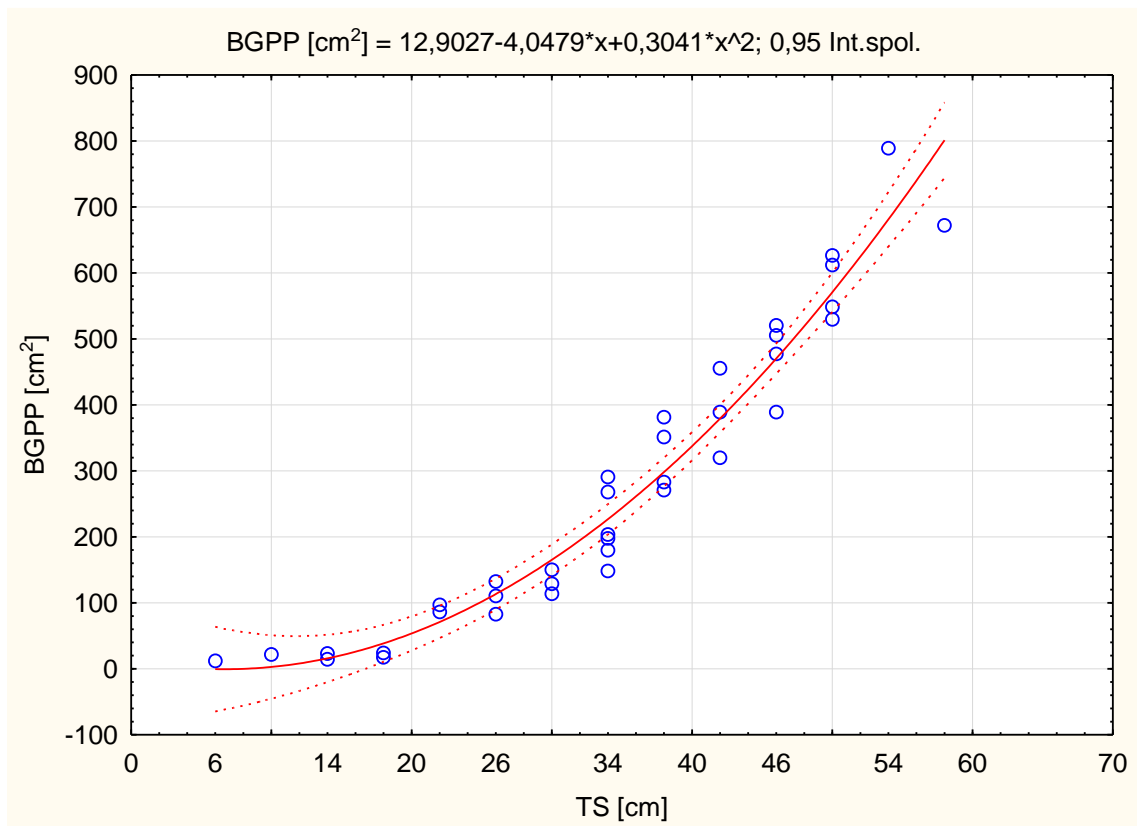
Průběh této závislosti naznačuje, že pro uvedenou funkci by měla vyhovovat polynomičká regrese 2. stupně. Základní odhady parametrů regresního modelu jsou uvedeny v Tab. 23.

Tabulka 23: Výsledky regrese se závislou proměnou: BGPP

Efekt	BGPP [cm²] (Param.)	BGPP [cm²] (Sm.Ch.)	BGPP [cm²] (t)	BGPP [cm²] (p)	-95,00% (LmtSpol.)	+95,00% (LmtSpol.)	R2	F
Abs.člen	12,903	46,859	0,275	0,785	-82,326	108,131	0,947	302,699
TS [cm]	-4,048	3,030	-1,336	0,190	-10,206	2,110		
TS [cm]^2	0,304	0,046	6,648	0,000	0,211	0,397		

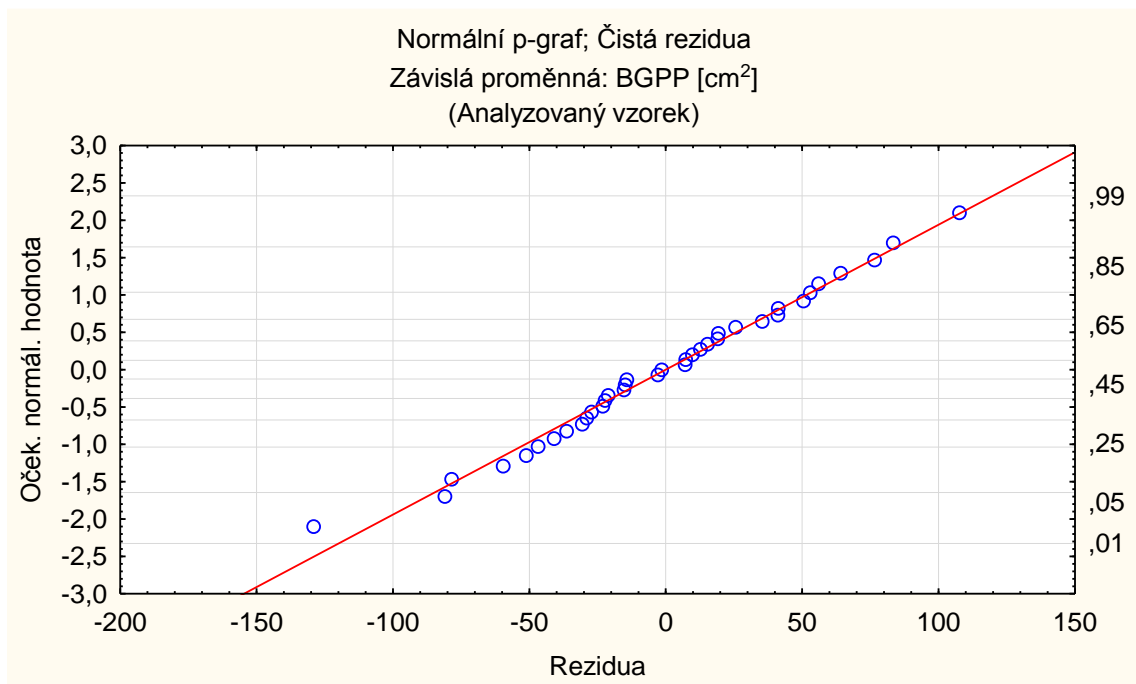
Rovnice regrese: $BGPP = 0,3041 \cdot TS^2 - 4,0479 \cdot TS + 12,9027$; $R^2 = 0,947$

S použitím výsledků polynomicke regrese je na Obr. 37 uvedena závislost BGPP na TS včetně pásů spolehlivosti.



Obr. 37: Bodový graf závislosti BGPP na TS včetně pásů spolehlivosti

Výsledky polynomicke regrese byly hodnoceny pomocí testu reziduí na jejich normalitu pomocí P-P grafu (Obr. 38).



Obr. 38: P-P Normální graf reziduí

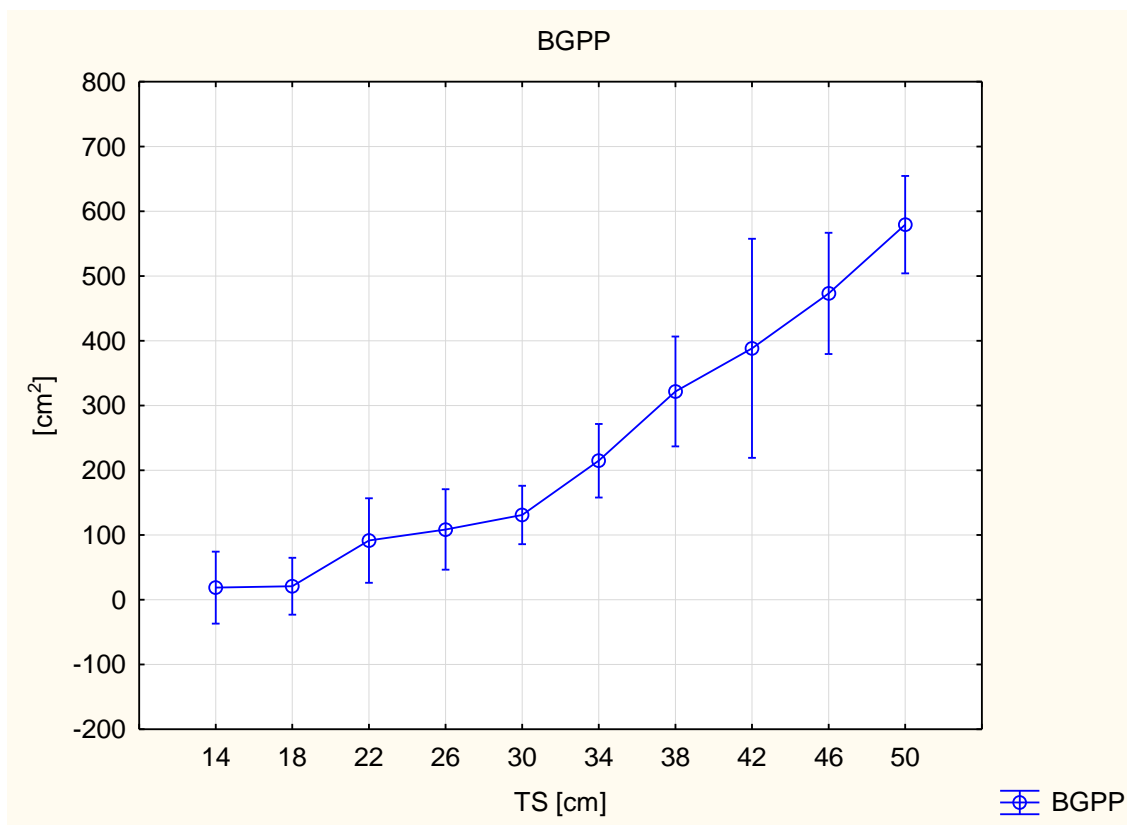
Z průběhu P-P grafu je patrná vyhovující normalita reziduí. Proto lze oprávněně předpokládat, že byly splněny základní požadavky pro lineární regresi.

Výsledky měření byly následně vyhodnoceny pomocí analýzy rozptylu, za účelem posouzení významnosti vlivu TS na BGPP.

c) Analýza rozptylu

Z hodnocení byly vyloučeny tloušťkové stupně zastoupené pouze jedním vývrtem tj. 6, 10, 54 a 58.

V rámci předběžné analýzy dat byl zpracován graf průměrů a intervalů spolehlivosti (Obr. 39).



Obr. 39: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95%)

Homogenita rozptylů byla orientačně posouzena na základě Obr. 39. Lze předpokládat, že soubor vykazuje homogenitu rozptylů.

V další etapě byla použita metoda analýzy rozptylu (jednofaktorová nevyvážená ANOVA). Výsledky ANOVY pro daná data jsou uvedeny v Tab. 24.

Tabulka 24: ANOVA BGPP

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
TS	1069031	9	118781,2	52,97527	2,97E-13	2,320105
Všechny výběry	51570,63	23	2242,201			
Celkem	1120601	32				

Hodnota reziduálního rozptylu $MS_e = 2242,2$

F vypočtená > F kritická, proto je možné s 95% pravděpodobností konstatovat, že existují významné statistické rozdíly mezi průměry BGPP. Protože byla prokázána významnost mezi průměry BGPP, byly výsledky měření dále zpracovány metodou následného porovnání (post hoc analýza). Vzhledem k nevyváženosti modelu ANOVY byl aplikován Scheffeho postup.

d) Sheffeho metoda identifikace významných podílů středních hodnot BGPP na TS.

Získané výsledky významnosti Scheffeho testu jsou uvedeny v Tab. 25. Významné „diference“ jsou označeny červeně.

Tabulka 25: Scheffeho test BGPP; označené rozdíly jsou významné na hladině $p < 0,05$

TS	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
M =	18,796	20,883	91,518	108,550	131,030	214,820	321,700	388,280	473,190	579,350
14		1,000	0,979	0,874	0,662	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
18	1,000		0,983	0,888	0,685	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000
22	0,979	0,983		1,000	1,000	0,382	0,007	0,001	0,000	0,000
26	0,874	0,888	1,000		1,000	0,389	0,004	0,000	0,000	0,000
30	0,662	0,685	1,000	1,000		0,706	0,014	0,001	0,000	0,000
34	0,020	0,022	0,382	0,389	0,706		0,263	0,017	0,000	0,000
38	0,000	0,000	0,007	0,004	0,014	0,263		0,935	0,054	0,000
42	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,017	0,935		0,774	0,014
46	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,774		0,390
50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,390	

kde: M je střední hodnota pro dané TS.

Hodnoty vypočtených významných diferencí středních hodnot (ze vztahu 29) z Scheffeho testu jsou uvedeny v Tab. 26.

Tabulka 26: Tabulka významných diferenciací vypočtených na základě Scheffeho testu

TS	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50
M =	18,796	20,883	91,518	108,550	131,030	214,820	321,700	388,280	473,190	579,350
14		2,087	72,72	89,754	112,23	196,02	302,9	369,48	454,39	560,55
18			70,64	87,667	110,15	193,94	300,82	367,4	452,31	558,47
22				17,032	39,512	123,3	230,18	296,76	381,67	487,83
26					22,48	106,27	213,15	279,73	364,64	470,8
30						83,79	190,67	257,25	342,16	448,32
34							106,88	173,46	258,37	364,53
38								66,58	151,49	257,65
42									84,91	191,07
46										191,07

Jako statistický významný plošný přírůst periodický byl na základě vypočtených rozdílů zjištěn přírůst cca 151,5 cm².

5.6.1.4 Hodnocení BGPP / S koruny na TVP1

a) Průzkumová analýza dat

- **Test normality dat**

S-W test normality vykázal následující hodnoty:

$$\alpha = 0,05$$

$$W = 0,966$$

$$W_k = 0,936$$

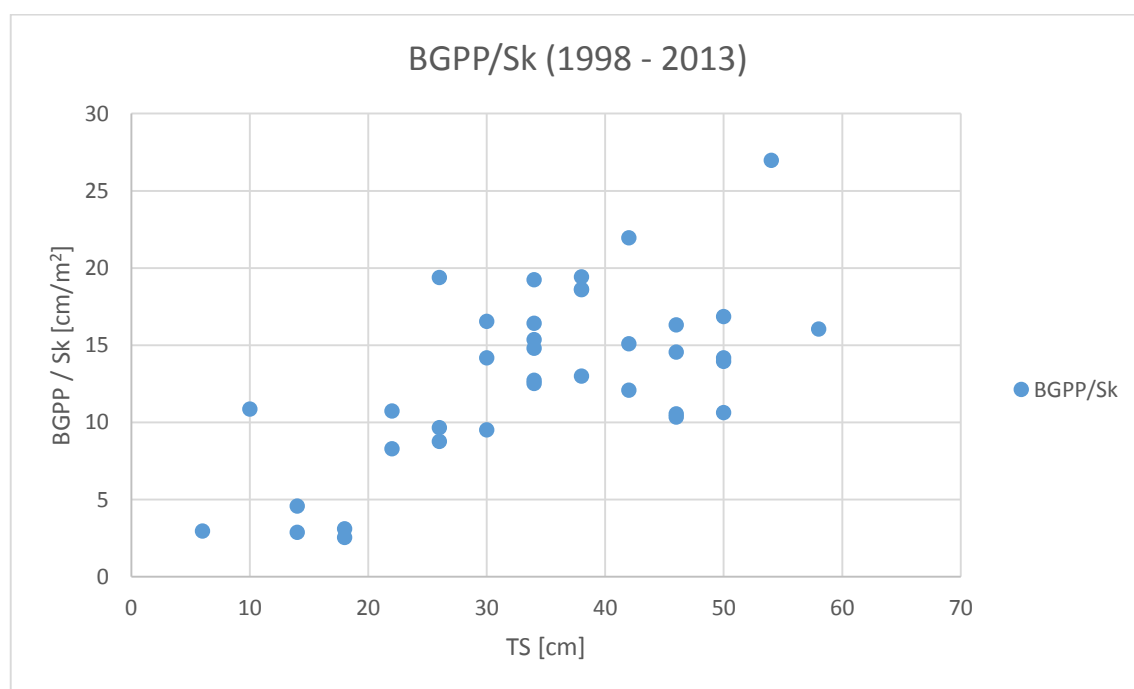
Podmínka normality byla splněna.

- **Identifikace odlehlých bodů**

Soubor dat neobsahuje odlehlá měření.

b) Regresní analýza závislosti BGPP/S koruny na TS

Byl sestaven graf běžného přírůstu periodického přepočtený na 1 m² plochy korunové základny (Obr. 40).



Obr. 40: Graf BGPP přepočteného na 1m² plochy korunové základny

Naměřená data byla v první fázi zpracována metodou lineární regrese. Základní odhady parametrů jsou uvedeny v Tab. 27.

Tabulka 27: Výsledky regrese se závislou proměnou BGPP/S koruny

	b	Sm.chyba (z b)	t(35)	p-hodn.	R ²
N=37					
Abs.člen	3,5551	2,0267	1,7541	0,0882	0,4189
TS [cm]	0,2780	0,0553	5,0232	1,5 · 10 ⁻⁵	

Rovnice regrese: $\text{BGPP} = 0,2780 \cdot \text{TS} + 3,551$; $R^2 = 0,4189$

V druhé etapě byla data zpracována metodou polynomické regrese 2. stupně. Vypočtený koeficient determinace $R^2 = 0,4713$.

Vzhledem k hodnotám R^2 pro lineární regresi a polynom 2. stupně je možné výsledky regrese pokládat za nepříliš významné.

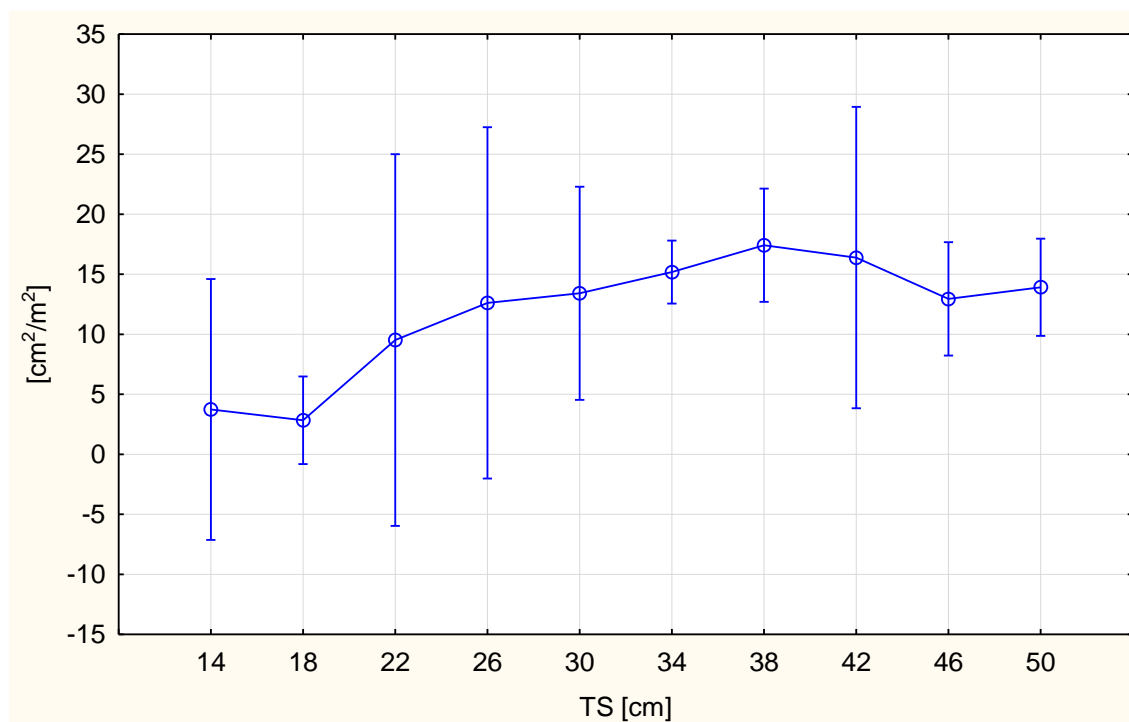
Z důvodu nízkých hodnot regresních koeficientů jak pro lineární tak pro polynomickou regresi nebyl v tomto případě zpracován graf závislosti BGPP/ S koruny na TS včetně pásů spolehlivosti a P-P graf reziduí.

V následující etapě byly výsledky měření vyhodnoceny pomocí analýzy rozptylu, za účelem posouzení významnosti vlivu TS na BGPP/S koruny.

c) Analýza rozptylu BGPP/ S koruny

Pro vyhodnocení dat pomocí analýzy rozptylu, byla z výběru vyloučena data tloušťkových stupňů 5, 10, 54 a 58, kde byl odebrán pouze jeden vývrt.

V rámci předběžné analýzy byl zpracován graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95 %), (Obr. 41).



Obr. 41: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti

Vzhledem k hodnotám intervalů spolehlivosti pro jednotlivé průměry TS je diskutabilní homogenita rozptylu dat. Proto mohou být výsledky ANOVY zkrslující (pravděpodobně nesplněna homogenita rozptylu).

I přes to byla opět použita analýza rozptylu (jednofaktorová nevyvážená ANOVA). Výsledky ANOVY pro daná data jsou uvedeny v Tab. 28.

Tabulka 28: ANOVA BGPP/S koruny

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
TS	547,966	9,000	60,885	5,512	0,000	2,320
Všechny výběry	254,048	23,000	11,046			
Celkem	802,014	32,000				

Hodnota reziduálního rozptylu $MS_e = 11,046$

I přes to, že vypočítaná hodnota $F > F$ kritická, nelze pokládat výsledek ANOVY za zcela průkazný a to proto, že nebyl pravděpodobně splněn jeden ze základních předpokladů tj. homogenita rozptylů.

d) Sheffeho metoda identifikace významných podílů středních hodnot BGPP /S koruny na TS.

Vzhledem k neprůkaznosti výsledků ANOVY nebyl postup následného porovnání aplikován.

5.6.1.5 Hodnocení BGPP / V koruny na TVP1

a) Průzkumová analýza dat

- **Test normality dat**

S-W test normality vykázal následující hodnoty:

$$\alpha = 0,05$$

$$W = 0,722$$

$$W_k = 0,936$$

Normalita není splněna.

- **Identifikace odlehlých bodů**

Soubor dat obsahuje 2 odlehlá měření. Po vyloučení odlehlých bodů z datového souboru byla opět testována normalita s následujícím výsledkem:

$$\alpha = 0,05$$

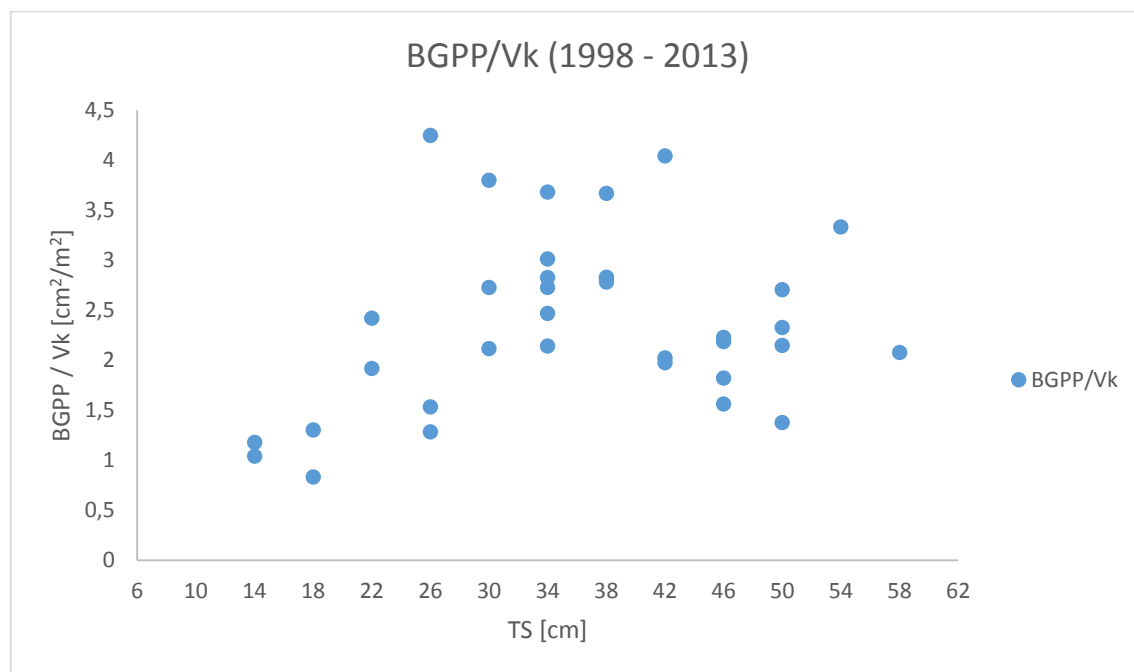
$$W = 0,967$$

$$W_k = 0,934$$

Normalita dat po vyloučení odlehlých hodnot byla splněna.

b) Regresní analýza závislosti BGPP/V koruny na TS

Byl sestaven graf plošného přírůstu periodického přepočteného na m³ objemu koruny v jednotlivých tloušťkových stupních (Obr. 42).



Obr. 42: Graf BGPP/V koruny pro jednotlivé TS v časové periodě (1998 – 2013)

Průběh této závislosti naznačuje, že pro uvedenou funkci by mohla vyhovovat polynomičká regrese 2. stupně. Proto byla data zpracována metodou polynomičké regrese 2. stupně. Základní odhady parametrů jsou uvedeny v Tab. 29.

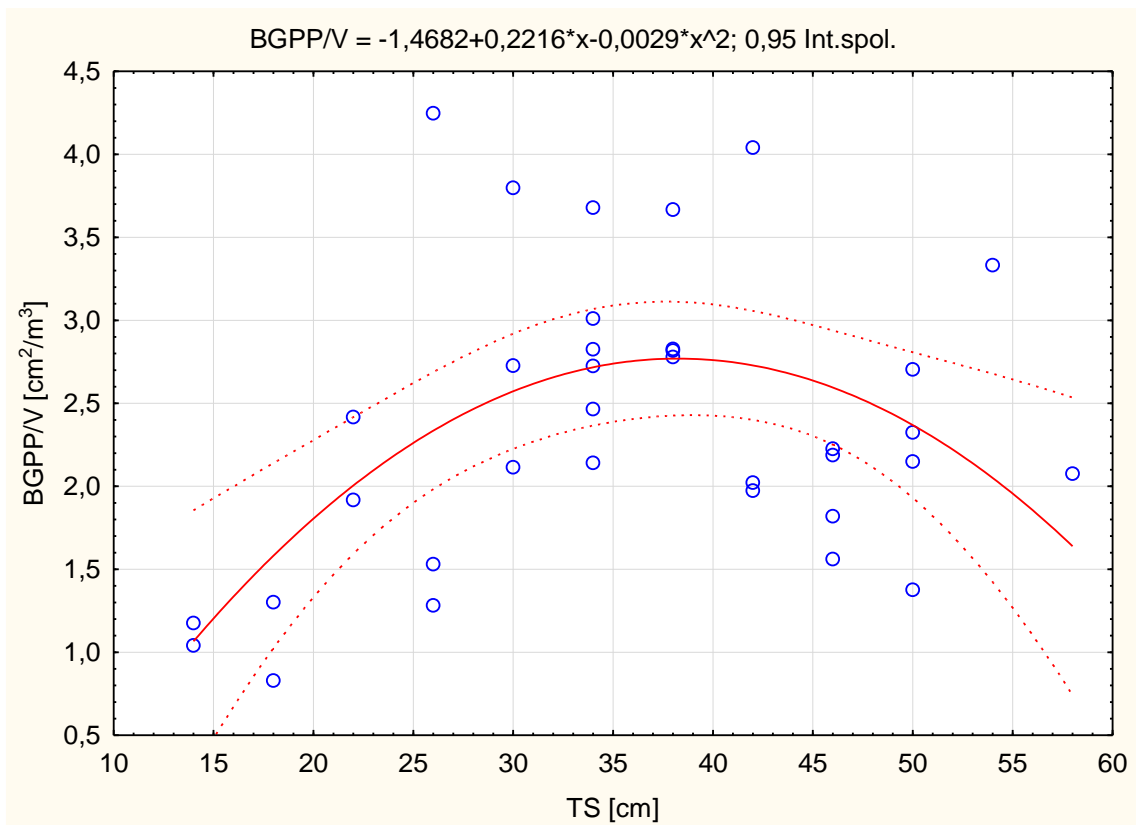
Tabulka 29: Výsledky regrese se závislou proměnou: BGPP/V koruny

Efekt	BGPP/V (Param.)	BGPP/V (Sm.Ch.)	BGPP/V (t)	BGPP/V (p)	-95,00% (LmtSpol.)	+95,00% (LmtSpol.)	R ²
Abs.člen	-1,4682	1,0550	-1,3917	0,1736	-3,6171	0,6807	0,2979
TS [cm]	0,2216	0,0630	3,5174	0,0013	0,0933	0,3499	
TS [cm ²]	-0,0029	0,0009	-3,2689	0,0026	-0,0047	-0,0011	

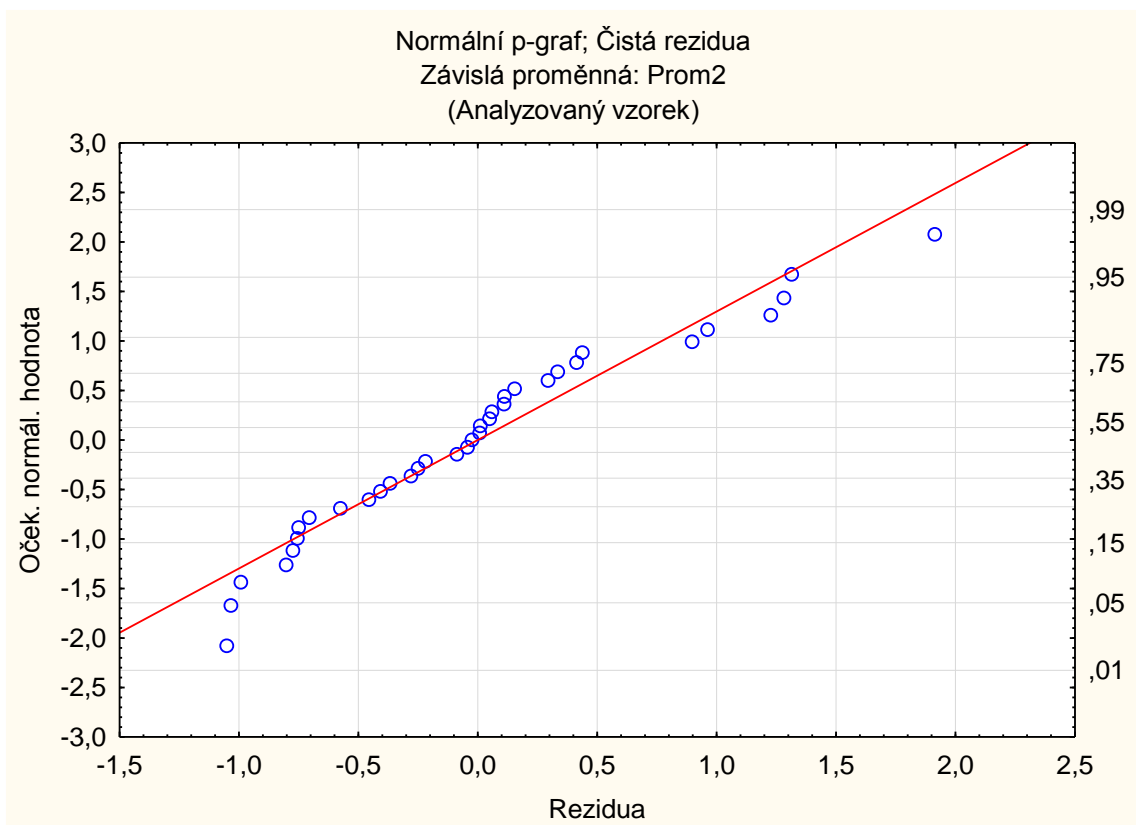
Rovnice regrese: **BGPP/V = - 0,0029 TS² + 0,2216 TS - 1,4682; R² = 0,2979**

Vzhledem k hodnotám R² pro polynom 2. stupně je možné výsledky regrese pokládat za nepřijatelné.

S použitím výsledků polynomičké regrese je na Obr. 43 uvedena závislost BGPP/V koruny na TS včetně pásů spolehlivosti.



Obr. 43: Bodový graf závislosti BGPP/V koruny na TS včetně pásů spolehlivosti



Obr. 44: P-P Normální graf reziduí

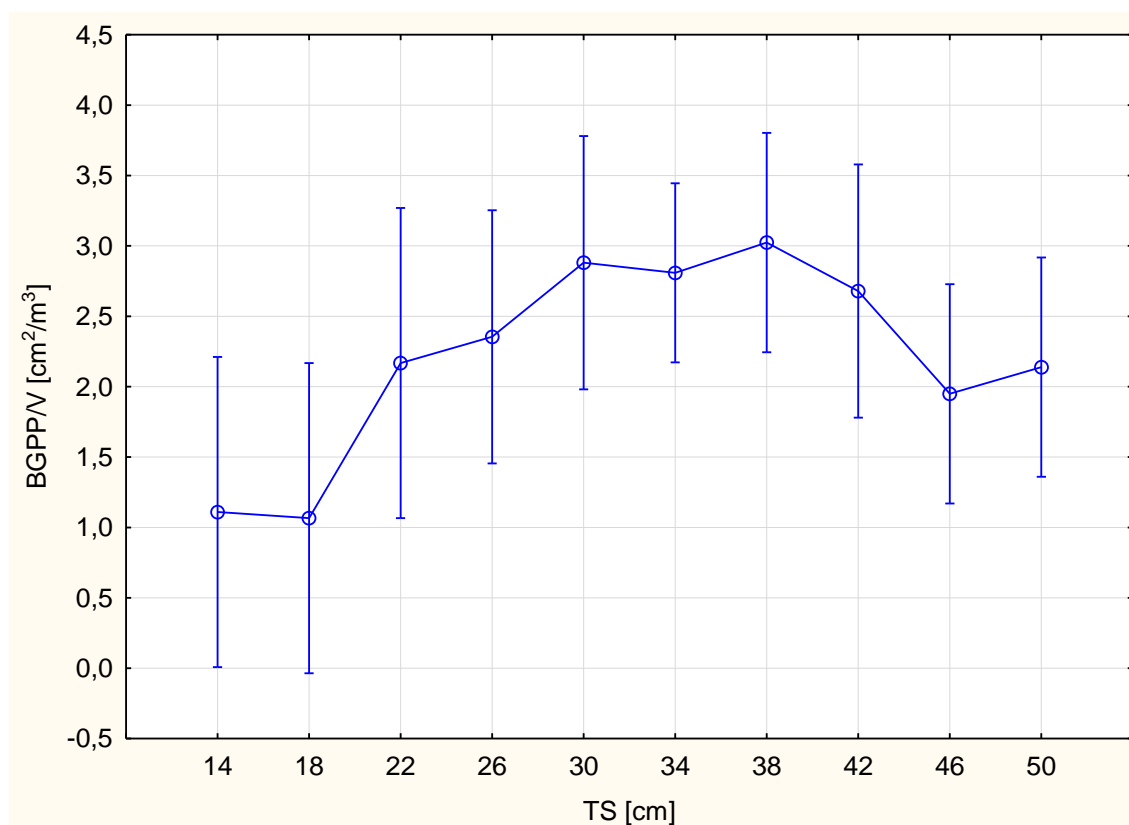
Na Obr. 44 jsou znázorněny výsledky polynomicke regrese, které byly hodnoceny pomocí testu reziduí na jejich normalitu pomocí P-P grafu.

V následující etapě i přesto, že výsledky regrese nelze považovat za významné, byly výsledky měření vyhodnoceny pomocí analýzy rozptylu, za účelem posouzení významnosti vlivu TS na BGPP/V koruny.

c) Analýza rozptylu

Pro vyhodnocení dat pomocí analýzy rozptylu, byla z výběru vyloučena data tloušťkových stupňů 6, 10, 54 a 58, kde byl odebrán pouze 1 vývrt.

V rámci předběžné analýzy dat byl zpracován graf průměrů a intervalu spolehlivosti (95%) (Obr. 45).



Obr. 45: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti (95%)

Vzhledem k velikost intervalů spolehlivosti lze předpokládat homogenitu rozptylu dat.

Stejně jako v předchozích případech byla použita metoda analýzy rozptylu (jednofaktorová nevyvážená ANOVA). Její výsledky jsou uvedeny v Tab. 30.

Tabulka 30: ANOVA BGPP/V koruny

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
TS	11,5071	9,0000	1,2786	2,2535	0,0560	2,3201
Všechny výběry	13,0495	23,0000	0,5674			
Celkem	24,5566	32,0000				

Hodnota reziduálního rozptylu $MS_e = 0,5674$

F vypočítaná < F kritická. S 95% pravděpodobností neexistují významné statistické rozdíly středních hodnot.

d) Sheffeho metoda identifikace významných podílů středních hodnot BGPP /V koruny na TS.

Scheffeho postup nemohl být aplikován z důvodu nerozlišitelnosti průměrů BGPP/V koruny na TS.

5.6.2 Souhrnné výsledky statistické analýzy

Další výsledky zpracované statistickým rozbohem jsou souhrnně uvedeny pro všechny plochy v Tab. 31 a Tab. 32.

Tabulka 31: Výsledky statistické analýzy na TVP 1 – TVP 4.

TVP č.	Hodnocené parametry	Přesnost PTP ± T [%]	Průzkumová analýza			Regresní analýza		Anova			Následné porovnání Sheffe		
			Normalita	W	W _{krit}	HV*	Model analýzy regrese	R ²	F vyp.	F krit.	MSe	rozdíly	diference
TVP 1	PTP	6,9	0,95	0,94	NOB	PTP = 0,1282 · TS - 1,1768	0,87	23,00	2,32	0,37	ANO	2	[mm]
	PGP	-	0,93	0,94	NOB	PGP = 0,0203 · TS ² - 0,2699 · TS + 0,8602	0,86	52,97	2,32	9,97	ANO	10	[cm ²]
	BGPP	-	0,93	0,94	NOB	BGPP = 0,3041 · TS ² - 4,0479 · TS + 12,9027	0,95	52,97	2,32	2242,20	ANO	151,4	[cm ²]
	BGPP/Sk	-	0,97	0,94	NOB	BGPP/Sk = 0,2780 · TS + 3,551	0,42	5,51	2,32	11,05	?	-	
	BGPP/Vk	-	0,97	0,94	NOB	BGPP/Vk = - 0,0029 · TS ² + 0,2216 · TS - 1,4682	0,30	2,25	2,32	0,57	-	-	
TVP 2	PTP	8,1	0,98	0,94	NOB	PTP = 0,1562 · TS - 0,2591	0,68	10,61	2,37	0,76	ANO	2,56	[mm]
	PGP	-	0,95	0,94	NOB	PGP = 0,0093 · TS ² - 0,4506 · TS - 14,53	0,90	30,21	2,37	19,61	ANO	13,79	[cm ²]
	BGPP	-	0,95	0,94	NOB	BGPP = 0,1386 · TS ² - 6,7588 · TS - 218,0	0,90	30,21	2,37	4412,03	ANO	206,52	[cm ²]
	BGPP/Sk	-	0,95	0,94	NOB	BGPP/Sk = - 0,0124 · TS ² - 1,5117 · TS - 25,3063	0,32	2,59	2,37	26,46	NE	-	
	BGPP/Vk	-	0,95	0,94	NOB	BGPP/Vk = - 0,0021 · TS ² + 0,2059 · TS - 1,9388	0,10	1,37	2,37	1,29	NE	-	
TVP 3	PTP	8,4	0,95	0,94	NOB	BTP = 0,1622 · TS - 3,2113	0,69	14,14	2,45	0,54	ANO	1,88	[mm]
	PGP	-	0,92	0,94	NOB	BGP = 0,0319 · TS ² - 1,1012 · TS + 10,4191	0,84	30,40	2,45	14,21	ANO	13,68	[cm ²]
	BGPP	-	0,92	0,94	NOB	BGPP = 0,4529 · TS ² - 15,1721 + 156	0,84	30,40	2,45	3196,95	ANO	169,40	[cm ²]
	BGPP/Sk	-	0,93	0,94	NOB	BGPP/Sk = 0,428 · TS - 1,869	0,29	1,69	2,45	2,44	NE		
	BGPP/Vk	-	0,93	0,94	NOB	BGPP/Vk = 0,0025 · TS ² - 0,1765 · TS + 6,2713	0,04	0,81	2,45	1,17	NE		
TVP 4	PTP	7,7	0,98	0,94	NOB	PTP = 0,1196 · TS - 1,7148	0,72	11,65	2,62	0,56	ANO	2	[mm]
	PGP	-	0,95	0,94	NOB	PGP = 0,079 · TS ² + 0,5433 · TS - 16,148	0,91	28,71	2,62	15,98	ANO	10	[cm ²]
	BGPP	-	0,95	0,94	NOB	BGPP = 0,1184 · TS ² + 8,1459 · TS - 240,6874	0,91	28,71	2,62	3596,49	ANO	147	[cm ²]
	BGPP/Sk	-	0,95	0,94	NOB	BGPP/Sk = - 0,0133 · TS ² + 1,5788 · TS - 26,622	0,33	2,71	2,62	36,14	NE	-	
	BGPP/Vk	-	0,95	0,94	NOB	BGPP/Vk = - 0,0022 · TS ² + 0,2154 · TS - 2,134	0,11	0,58	2,62	1,28	NE	-	

* HV – homogenita výběru; **NOB – neobsahuje odlehlé body

Požadovaná přesnost velikosti vypočteného intervalu spolehlivosti pro střední hodnotu PTP činila ± 8,5 %. Na všech TVP byla požadovaná přesnost splněna.

Tabulka 32: Rozlišitelné střední hodnoty PTP, PGP a BGPP (1998 – 2013) v závislosti na TS

PLOCHA	PTP		PGP		BGPP	
	TS	jsou rozlišitelné s TS	TS	jsou rozlišitelné s TS	TS	jsou rozlišitelné s TS
TVP 1	46; 50 42 38; 34	14 - 34 11 - 18; 26 - 30 14 - 18	50; 46;42 38 34	14 - 42 14 - 34 14 - 30 14 - 18	50; 46;42 38 34	14 - 42 14 - 34 14 - 30 14 - 18
TVP 2	50; 54 46 38	26 - 34 26 - 30 26	54; 50 46 38;42	26 - 42 26 - 34 26 - 30	54; 50 46 38;42	26 - 42 26 - 34 26 - 30
TVP 3	50 46 42	26 - 34 26 - 30 26 - 38	42;46;50	26 - 38	42;46;50	26 - 38
TVP 4	50; 46	30 - 34	50 46 42; 38	30 - 42 30 - 38 30	50 46 42; 38	30 - 42 30 - 38 30

U jednotlivých TVP byla identifikace rozdílných TS provedena pro následující intervaly:

TVP 1: TS je z <14 – 50>

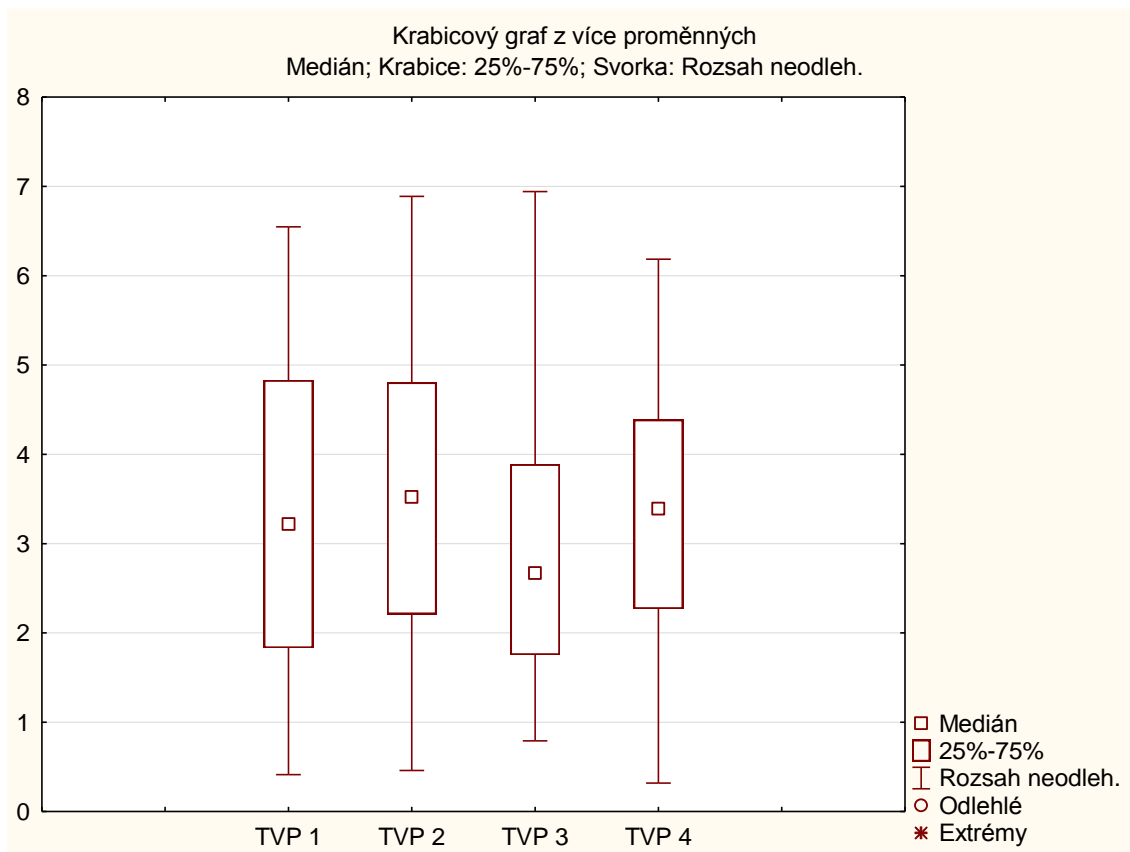
TVP 2: TS je z <26 – 54>

TVP 3: TS je z <26 – 50>

TVP 4: TS je z <30 – 50>

Vzhledem k nesejnorodosti výběrů TS nelze očekávat shodnost rozlišitelných diferencí na jednotlivých plochách.

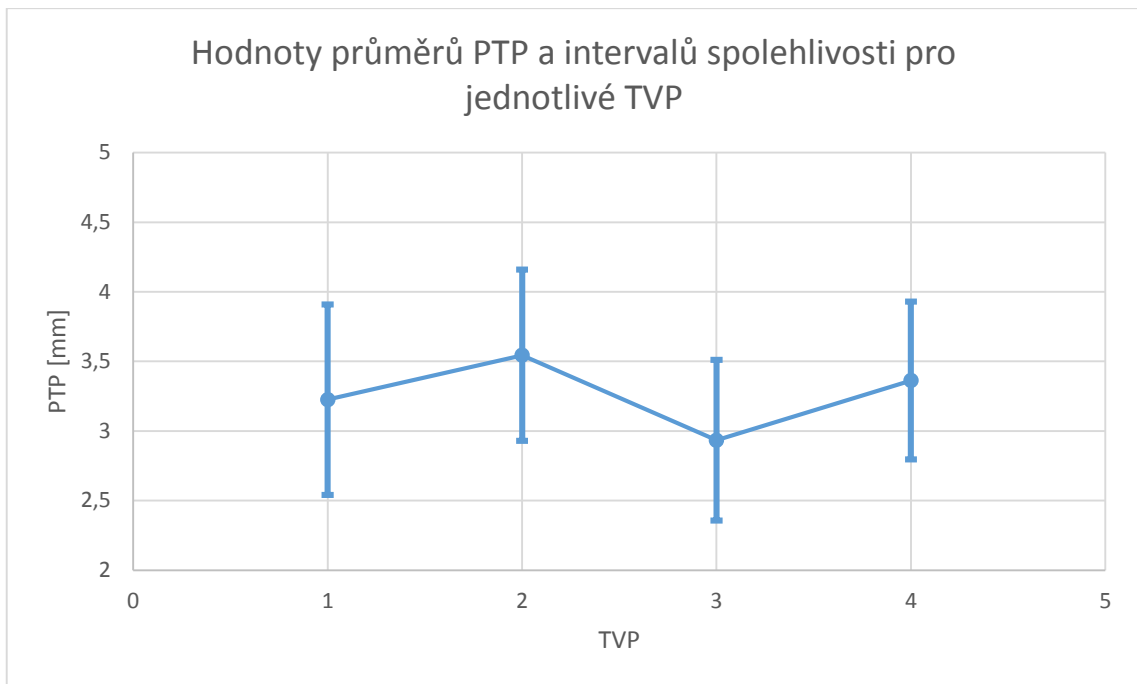
Souborně byla zpracována vstupní data pro jednotlivé plochy pomocí krabicových grafů (Obr. 46).



Obr. 46: Krabicový graf datových souborů PTP pro jednotlivé plochy

Z Obr. 46 je možné usoudit, že soubory PTP na jednotlivých TVP vykazují statisticky shodný charakter.

Hodnoty středních hodnot PTP a jejich intervaly spolehlivosti pro jednotlivé TVP jsou graficky zpracovány na Obr. 47.



Obr. 47: Graf středních hodnot PTP včetně intervalů spolehlivosti pro jednotlivé TVP

Z Obr. 47 je zřejmé, že z hlediska PTP na jednotlivých TVP nelze identifikovat statisticky významné rozdíly, vzhledem k šíři intervalů spolehlivosti středních hodnot PTP.

6. DISKUSE

6.1 Diskuse a návrh opatření

Předkládaná práce se zaměřuje na přestavbu stejnověkého smrkového lesa. Cílem přestavby je vytvořit přechodný stav k lesu výběrnému. Porosty byly v minulosti obnovovány velkoplošnými holými sečemi. V důsledku toho se na lokalitě vyskytují převážně jednoetážové stejnověké smrkové monokultury. Sledované porosty jsou součástí genové základny SM. Přestavba lesa byla zahájena. Měla by vést k dosažení dlouhodobé stability a ke zvýšení odolnosti vůči škodlivým činitelům. Jednou z cest k dosažení tohoto cíle je zvýšení stupně rozrůzněnosti věkové a druhové struktury.

Pro potřeby výzkumu byly založeny čtyři trvalé výzkumné plochy (TVP 1, TVP 2, TVP 3 a TVP4) v přírodním parku Polánka. Z dat získaných měřeními základních parametrů ($d_{1,3}$, h , h_k) byly odvozeny produkční ukazatele, na základě kterých mohl být vyhodnocen produkční potenciál SM. Mezi hodnocená kritéria byla zařazena: tloušťková a výšková struktura na jednotlivých plochách. Největší střední tloušťka spočítaná z kruhové základny (d_g) byla zjištěna na TVP 4 – 43,40 cm k ní vypočtená střední výška (h_g) činila 35,55 m. Nejnižší (d_g) bylo na TVP 1 – 36,56 cm. TVP 1 ve sledovaných parametrech zaostávala kvůli nižšímu věku porostu. Na TVP 2 byla stanovena (d_g) = 39,79 cm, (h_g) = 32,6 m a TVP 3 – 39,67 cm, (h_g) = 34 m.

V dalším kroku byla zjišťována porostní zásoba na jednotlivých TVP. Nejvyšší zásoba byla vypočtena na TVP 3 – 908 m³/ha s. k., druhá nejvyšší zásoba byla na TVP 4 – 868 m³/ha s. k. Objem na TVP 3 činil 781 m³/ha s. k. Objem středního kmene byl nejvyšší na TVP 4 – 2,3 m³. U TVP 2 a TVP 3 byl shodný 1,9 m³ a TVP 1 – 1,5 m³.

Z výše uvedeného vyplývá, že plocha TVP 4 je nejvíce efektivní z pohledu produkce přepočtené na jeden strom. Pro zjištění objemového přírůstu na TVP byla použita vývrtová metoda. Výpočet objemového přírůstu periodického byl vztažen na časovou periodu posledních patnácti let, tj. (1998 – 2013). Objemový přírůst globálně pro celý porost byl počítán podle HALAJOVI (1797) metody středního kmene rozdílem zásob i metodou tarifových diferencí pro **stejnověké porosty**. Metodou tarifových diferencí byl nejvyšší objemový přírůst na TVP 4 – 267,6 m³. Metodou rozdílu zásob byl stanoven nejvyšší objemový přírůst na ploše TVP 3 – 250,7 m³. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v Tab. 13. Roční objemový přírůst byl vypočítán pomocí metody JHK po tloušťkových stupních. Nejvyšší byl na TVP 3 – 5,2 m³.

Výsledky hodnocení přírůstových kritérií dokládají vysokou růstovou potenci stromů i ve věku převyšujícím 100 let. To se shoduje se závěry REMEŠE (2006) a později i KUTHANA (2013) kteří se zabývali hodnocení porostů ve fázi přestavby v Kostelci nad Černými lesy. Nižší objemový přírůst v posledním roce periody (2013) na TVP 4 oproti TVP 4 může být příznakem zpomalujícího tempa růstu (ukončení fáze světlostního přírůstu).

Na základě vývrťových analýz vybraných vzorníků reprezentujících porost byl hodnocen tloušťkový přírůst a přírůst na výčetní základně v patnáctileté periodě, tj. mezi lety (1998 – 2013). Dále byl zkoumán vliv koruny stromů na tyto přírůsty. O vývrťové analýze je podrobně pojednáno v kapitole 6.2.

Posouzení produkčního potenciálu a mýtní zralosti jednotlivých stromů bylo hodnoceno na základě POLENOVY (1999) metody, kdy se za mýtně zralý strom považuje ten, u něhož je hodnota PGP > hodnota BGP. Na základě výsledků vývrťové analýzy byl vypočítán podíl mýtně zralých stromů na hodnocených plochách. Za předpokladu homogenity celkové plochy je možné počet mýtně zralých stromů odhadnout na základě úměry. Stromy mají značnou variabilitu v růstovém potenciálu (REMEŠ 2006). Proto lze pokládat odhad pouze za orientační ukazatel. Největší podíl mýtně zralých stromů, byl nalezen na plně zakmeněné TVP 3. Naopak na ploše TVP 4 byl podíl stromů po kulminaci PGP nejmenší. Důvodem jsou lepší světelné podmínky na TVP 4 oproti TVP 3.

Zmlazení se vyskytuje pouze na TVP 1, TVP2 a TVP 4.

Vzhledem k tomu, že se jedná o porosty v genové základně a vzhledem k tomu, že produkční potenciál je mimořádný (např. TVP 3 – cca 908 m³/ha s. k., TVP 4 – 868 m³ s. k.), mělo by být v maximální míře využíváno přirozených procesů obnovy a auto-redukčních procesů k výchově nárostů.

Základem pro obnovu porostů by se měla stát některá z pomístně skupinových clonných sečí. Jako optimální se zdá být Bádenský způsob, který má charakter jednotlivého výběru. Těžba stromů výhradně po kulminaci PGP v pokročilém stádiu obnovy připomíná svým charakterem výběrný les. Důsledným dodržováním jednotlivého výběru mýtně zralých stromů, tj. po kulminaci PGP, lze dosáhnout přechodného stavu k lesu výběrnému. Cílem pěstování je dosažení tlustého, vysoce jakostního dřeva. Lze očekávat dlouhou obnovní dobu. Jak potvrzují i zkušenosti s přeměnou porostů

na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy, kde přeměna trvá již více než 30 let (REMEŠ 2006). To se projeví na věkové diverzifikaci následného porostu. Vzhledem k tomu, že podíl MZD byl naplněn pouze z části na TVP 1, bude při obnově porostů pro splnění tohoto závazného stanoviska LHP potřeba využít umělé obnovy. Doplňovány budou zejména JD a BK. Při vnášení MZD do porostu lze využít podsadeb, či předsunutých obnovních prvků ve formě kotlíků, clonných kotlíků či náseků s maximální šířkou jedné výšky mateřského porostu. Při vnášení dřevin do porostu je potřeba výsadby chránit proti zvěři.

Stromy po kulminaci PGP jsou zastoupeny převážně ve slabších TS. Dalším kritériem je zdravotní výběr. Možný je také výběr cílových stromů, na kterých bude realizován hodnotový světlostní přírůst. Tyto stromy je třeba podporovat pozitivním výběrem, tzn. odstraněním nejbližších jedinců.

Pro vyhodnocení ekonomické zralosti stromů, by bylo účelné provést obchodní analýzu trhu s cílem nabídnout trhu kvalitní tlusté sortimenty za výhodnou cenu. Již KOŠULIČ (2003) otevřel otázku problematiky odbytu „tlustého“ dříví. Upozorňuje, že ačkoliv dnes není o tlusté dřevo zájem, jeho zásoba a tím pádem i nabídka na trhu poroste. To může vést k poklesu ceny tlustého dřeva na trhu a ke zvýšení poptávky po tlustém dřevě, nebo lesní hospodář dřevo neprodá, to zůstane v porostech stát (zůstane „skladem“) a bude čekat na dobrou cenu. Z uvedeného vyplývá, že se velcí lesní hospodáři musí v následujícím období věnovat nejen pěstování lesa, ale i obchodní realizaci výsledků své práce, tj. prodeji, případně zpracování kvalitních sortimentů

6.2 Diskuse ke statistické části zpracování dat

Výsledky získané v rámci části práce zabývající se statistickými postupy prokázaly minimálně jejich dílčí použitelnost.

Na hranici statistické přijatelnosti byla prokázána normalita rozdělení a homogenita výběrů vstupních dat. Tím byly splněny některé vybrané požadavky pro aplikaci statistické analýzy. Vyhodnocení homogenity rozptylů dat a jejich nezávislosti bylo pouze orientační a mělo by být předmětem případných dalších prací.

Z hodnocených přírůstků lze s přijatelnou přesností vyhodnotit pomocí regresní analýzy závislosti TS na přírůstcích PTP, PGP a BGPP. V případě přírůstků BGPP/S_K a BGPP/V_K neposkytla použitá regresní analýza výsledky, které by byly akceptovatelné pro další zpracování. Jednou z možných příčin je kumulace chyb měřených veličin.

V souladu s poznatky získanými regresní analýzou neprokázala analýza rozptylu a následné mnohonásobné porovnání rozdílnost středních hodnot BGPP/S_K a BGPP/V_K přírůstků. „Neúspěšnost“ regresní analýzy a ANOVY. Na hodnocených přírůstcích to BGPP/S_K a BGPP/V_K může být způsobeno kumulací chyb v měření řádově rozdílných dat (odhad měření průměru koruny a její výšky), z nichž jsou tyto jednotlivé přírůsty vypočítávány.

V případě přírůstků PTP, PGP a BGPP bylo možné identifikovat několik skupin TS s rozlišitelnými středními hodnotami. Aplikovaný postup kombinace analýzy rozptylu a mnohonásobného porovnání umožňuje určení hodnoty minimální identifikované difference přírůstu. Ta by mohla být využita k optimalizaci výběru hodnocených a sledovaných TS. Zvýšení rozlišovací schopnosti zejména mnohonásobného porovnání by bylo dosaženo využitím aplikace a výsledků vyvážené analýzy rozptylu při dostatečném počtu vývrtů na každém daném TS a to v rozsahu $n = 7 - 8$.

V neposlední řadě statistický postup grafického zpracování souboru vstupních dat (Obr. 45 – tzv. krabicový graf) a určení intervalu spolehlivosti (jak je patrné z Obr. 46) umožnily posoudit významnost rozdílnosti datových souborů resp. rozdílů středních hodnot PTP na jednotlivých TVP. Jak je zřejmé z obou obrázků, neexistují mezi jednotlivými TVP rozdíly.

Pokud by měly být v budoucnu statistické postupy používány, bylo by účelné se zabývat z hlediska regresní analýzy i nelineárními formami a pro analýzu rozptylu aplikovat tzv. neparametrické postupy jako např. Kruskal -Wallisův popř. Friedmanův test. Určitou nevýhodou neparametrických metod je jejich nižší síla.

7. ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá hodnocením struktury, zásoby a přírůstu smrkového stejnověkého porostu. Přináší poznatky, které mohou být využity pro optimalizaci jednotlivého výběru stromů k mýtní těžbě.

Výsledky práce jsou uvedeny v kapitole 5. a okomentovány v kapitole 6.

Z rychlosti přírůstu PTP v závislosti na TS na všech sledovaných výzkumných plochách lze vyvodit závěr, že ještě nebylo dosaženo kulminace produkčního potenciálu dřeviny. Tento závěr vyplývá z nalezených regresních závislostí, které vyhovují lineární regresi.

Vývrtové analýzy dále potvrdily dobrý zdravotní stav porostu. Hniloba byla nalezena pouze u slabších tloušťkových stupňů, které budou z porostů odtěženy. Výsledky hodnocení přírůstových kritérií dokládají vysokou růstovou potenci stromů i ve věku převyšujícím 100 let. Z hodnocených přírůstů byly s přijatelnou přesností vyhodnoceny pomocí regresní analýzy závislosti TS na přírůstech PTP, PGP a BGPP. V případě přírůstů PTP, PGP a BGPP bylo možné identifikovat několik skupin TS s rozlišitelnými středními hodnotami.

Některé statistické postupy naznačily určitou míru použitelnosti. K jejich většímu využití by bylo účelné posoudit významnost rozdílů v aplikaci lineární a nelineární regrese. Pro tyto účely je potřeba zajistit nová vstupní data tak, aby bylo možné aplikovat vyvážené metody analýzy. Minimální datový výběr pro každý zvolený TS by měl mít rozsah $n = 7 - 8$. Kromě aplikace parametrických metod by bylo účelné prověřit i neparametrické postupy. Vhodně zvolený postup založení experimentu včetně zpřesnění měření (zejména průměr koruny) by měl být zárukou věrohodnějších výsledků k určující těžbě.

Sledované plochy TVP se nacházejí na začátku přestavby porostů. Na základě získaných výsledků navrhuji začít přestavbu odstraněním všech nalezených stromů na jednotlivých TVP po kulminaci spolu s mrtvými stromy. Zásahem dojde k prosvětlení porostu a k explozi přirozené obnovy se zachováním cenného genetického potenciálu smrku na lokalitě. Chybějící zpevňující dřeviny jako BK a JD lze vnášet do porostů formou podsady případně formou předsunutých maloplošných obnovních sečí (kotlíků, náseků). Vnášené dřeviny je nutné opatřit příslušnou mechanickou ochranou do zajištění

kultury. Tento zásah považuji za velmi významný zejména na TVP 3 se zakmeněním 1,06, kde nebyla nalezena přirozená obnova, a který může ukázat jednoznačně efektivnost prosvětlovacího zásahu.

Po vytvoření prvního vegetačního stupně mohou následovat další těžební zásahy tak, aby se vytvořil základ různověkosti porostu.

8. LITERATURA:

- [1] ASSMANN, E.: Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung bayrischer Fichten-Durchforstungsreihen. Forstwiss. Cbl., 37, 1954, č. 9/10: 257-271.
- [2] ASSMANN, E.: Bemerkungen zu einem neuen Durchforstungsversuch in einem jungen Fichtenbestand. Forstwiss. Cbl., 84, 1965, č. 7/8: 201-264
- [3] ALBRECHT, Josef. *Českokobudějovicko*. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003, 807 s. ISBN 80-860-6465-4.
- [4] DROBNÍK, Jaroslav a Petr DVOŘÁK. *Lesní zákon: komentář*. Vyd. 1. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, c2010, 290 p. ISBN 978-807-3574-253.
- [5] HALAJ, Ján. *Tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo podohospodárskej literatúry, 1963, 328 s.
- [6] KADLUS, Zdeněk. *Přirozená obnova v hospodářských porostech smrko-bukojedlového stupně v Orlických horách*. Opocno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 1966.
- [7] KADLUS, Zdeněk. *Obnova lesních porostů v maloplošném pasečném hospodářství a její časové a prostorové uspořádání*. Praha: Ústav vědeckotechn. informací Čs. akademie zeměd., 1970.
- [8] KALOUSEK, František a Vladimír FOLTÁNEK. *Přestavba smrkových monokultur a její vliv na výnosovou hodnotu lesa: monografie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 71 s. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 978-80-7375-070-1.
- [9] KREMER, Bruno P. *Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy*. Praha: Ikar, 1995, 287 s. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN 80-858-3092-2.
- [10] KRÜSSMANN, Gerd. *Evropské dřeviny. Příručka pro přátele přírody*. 1. vyd. Praha: SZN, 1978, 186 s.
- [11] KUTHAN, Jiří. *Dynamika růstu a obnovy porostu při uplatňování jednotlivého výběru k mýtní těžbě*. Praha, 2013. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

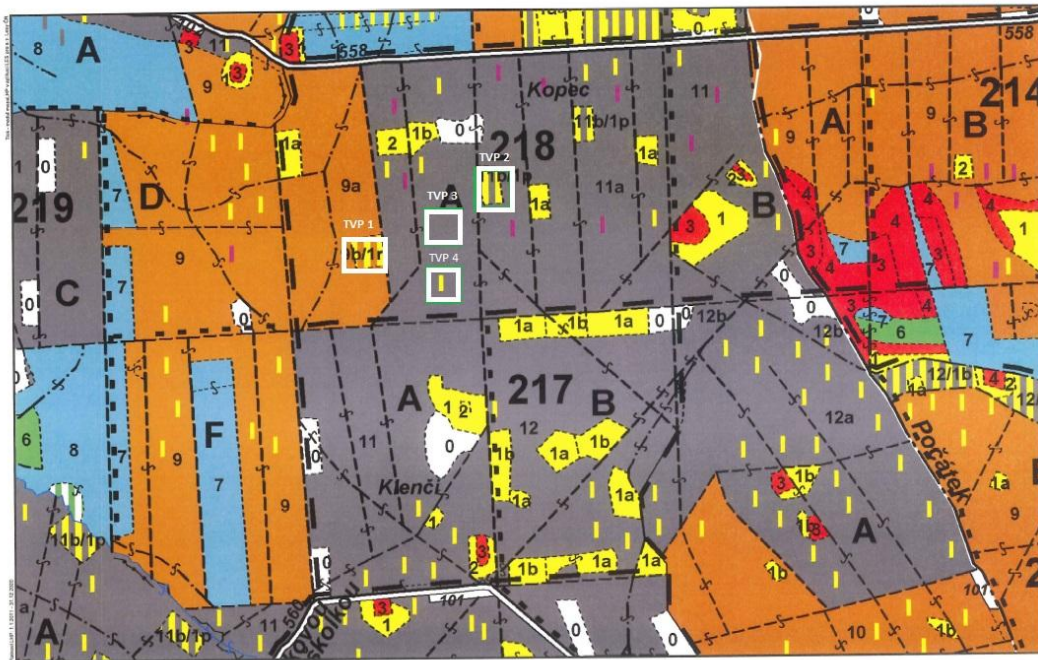
- [12] MELOUN, Milan a J MILITKÝ. *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy*. Vyd. 2., přeprac. a rozš. Praha: Academia, 2006, 982 s. ISBN 80-200-1396-2.
- [13] MIKO, L. *Atlas krajiny České republiky: Landscape atlas of the Czech Republic*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2009, 1 atlas (331 s.). ISBN 978-80-85116-59-5.
- [14] MUSIL, Ivan a Jan HAMERNÍK. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007, 352 s. ISBN 978-802-0015-679.
- [15] PATŘIČNÝ, Martin. *Dřevo krásných stromů*. 3., přeprac. vyd., v nakl. Grada 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 128, [7] s. obr. příl. ISBN 80-240-0651-0.
- [16] POLENO, Zdeněk. *Výběr jednotlivých stromů k obnovní těžbě v pasečném lese*. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 1999, 127 s. ISBN 80-86386-01-5.
- [17] POLENO, Zdeněk et al. *Pěstování lesů II.: Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2007, 463 s. ISBN 978-80-87154-09-0.
- [18] POLENO, Zdeněk et al. *Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2009, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- [19] POLENO, Zdeněk et al. *Pěstování lesů I.: Ekologické základy pěstování lesů*. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2011, 319 s. ISBN 978-80-87154-99-1.
- [20] PRŮŠA, Eduard. *Pěstování lesů na typologických základech*. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001, 593 s. ISBN 80-863-8610-4.
- [21] REININGER, Heinrich. *Hospodaření v lesích kláštera Schlägl: Těžba cílových tloušťek anebo výběr v lese věkových tříd*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1997. ISBN 86-776.
- [22] REMEŠ, Jiří. *Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand*. JOURNAL OF FOREST SCIENCE [online]. Helsinki: Seura, 2006, roč. 52, č. 4 [cit. 2014-04-29].
- [23] SIMON, Jaroslav a Stanislav VACEK. *Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 126 s. ISBN 978-80-7375-131-9.

- [24] SOUČEK, Jiří a Vladimír TESAŘ. Metodika přestavby smrkových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů: recenzovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2008, 37 s. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-000-3.
- [25] SCHÜTZ, Jean-Philippe, Michael GÖTZ, Willi SCHMID a Daniel MANDALLAZ. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European Journal of Forest Research*. 2006, vol. 125, issue 3, s. 291-302. DOI: 10.1007/s10342-006-0111-0. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10342-006-0111-0>
- [26] SVOBODA, Pravdomil. Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1953, 411 s. SZN, čís. 118.
- [27] ŠIMEK, Jaroslav. Přirozená obnova smrku. 2. vyd. Tábor: Frank, 1993, 55 s. ISBN 80-708-4056-0.
- [28] ŠINDELÁŘ, Jiří. Aplikace hospodářských způsobů a forek v lesnické pěstební praxi v podmínkách České republiky. Praha: Zprávy lesnického výzkumu, 2001.
- [29] ŠMELKO, Štefan. Dendrometria. Zvolen: Lesnická fakulta TU Zvolen, 2007. ISBN 978-80-228-1828-5.
- [30] TOLASZ, Radim. Climate atlas of Czechia. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.
- [31] ÚHÚL. Taxační tabulky. Brandýs nad Labem: VÚLHM Zbraslav Strnady, 1990.
- [32] ÚHÚL. Hmotové tabulky ÚLT. Brandýs nad Labem, 1991.
- [33] ÚHÚL. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2011. Ministerstvo zemědělství, 2011. ISBN 978-80-7434-063-5.
- [34] ÚRADNÍČEK, Luboš. Dřeviny České republiky. 2., přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 367 s. ISBN 978-808-7154-625.
- [35] VACEK, Stanislav, Jaroslav SIMON a Jiří REMEŠ. Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, 447 s. ISBN 978-80-86386-99-7.
- [36] VYSKOT, Miroslav et al. Pěstění lesů. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978, 448 s. ISBN 21 763/77-33.
- [37] ZACH, J a K DRÁPELA. A diameter increment analysis of spruce in the Beskydy Mountains in the area under the influence of air pollutants. *Lesnictví*. Praha: Česká akademie zemědělských věd, 1991, roč. 39, č. 7, s. 737-794.

- [38] ČSN 01 0230. Analýza rozptylu: Aplikovaná statistika. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1.7.1988, 55 s.
- [39] ČSN ISO 5479. Statistická interpretace údajů - Testy odchýlení od normálního rozdělení. Česká republika: Český normalizační institut, 1998.
- [40] Česká republika. Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon). In: 289/1995 Sb. Praha: Sběrka zákonů, 1996.
- [41] Česká republika. Vyhláška Ministerstva zemědělství o lesním hospodářském plánování. In: 84/1996 Sb. Praha, 1996.
- [42] Česká republika. Vyhláška Ministerstva zemědělství o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In: 83/1996 Sb. Praha, 1996.
- [43] Česká republika. Zákon o ochraně přírody a krajiny. In: 114/1992 Sb. 1992.
- [44] IFER - Institute of Forest Ecosystem Research Ltd. *The IFER* [online]. Strašice, 2014 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.ifer.cz/page/?page=contact>
- [45] KOŠULIČ, Milan. Tlusté dříví - zlatý důl nebo ležák?. *Lesnická práce*. V Písku: Čs. matice lesnická, 2006, roč. 82, č. 9. Dostupné z: <http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-09-03/tluste-drivi-zlaty-dul-nebo-lezak>
- [46] LITSCHMANNOVÁ. Úvod do statistiky. *Matematika pro inženýry 21. století* [online]. 2011, č. 1 [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: http://mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/interaktivni_uvod_do_statistiky.pdf
- [47] Lyžařské trasy - OS Polánka. *Občanské sdružení Polánka* [online]. 2014 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.ospolanka.cz/trasy/>
- [48] PETRÁNEK, Jan. Moldanubikum. *On - line geologická encyklopedie* [online]. 2014 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?moldanubikum>
- [49] Úvod do statistiky – Matematika pro inženýry 21. století; Litschmannová Martina; [online]. 2014 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.mi21.vsb.cz/modul/uvod-do-statistiky>

9. PŘÍLOHA

Příloha 1: Situační nákres TVP 1, TVP 2, TVP 3, TVP 4



LS Tábor
Tábor

1 : 5 000

P