

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesní těžby



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Experimentální porovnání stávajících sortimentačních  
tabulek s STM daty z harvestorů**

Disertační práce

Autor: Ing. Stanislav Slanina

Školitel: doc. Ing. Jiří Dvořák, Ph.D.

2015

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Experimentální porovnání stávajících sortimentačních tabulek s STM daty z harvestorů“ vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací a doporučení školitele.

Souhlasím se zveřejněním disertační práce dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze, dne 29. 4. 2015

podpis.....

## **Poděkování**

Děkuji doc. Ing. Jiřímu Dvořákovi, Ph.D. za odborné vedení disertační práce, Ing. Janu Pařezovi, CSc. za konzultace související s tvorbou procentických sortimentačních tabulek, Ing. Zdeňkovi Alešovi, Ph.D. za cenné rady při automatizaci zpracování velkého množství dat a pracovníkům firmy LESS a.s. za poskytnutí STM dat z harvestorů. Dále mockrát děkuji mé skvělé přítelkyni Míše, která se v době dokončování této práce dokázala skvěle postarat o našeho tříměsíčního synka Vojtěcha. Poděkování za podporu patří i mým rodičům.

## ABSTRAKT

Stávající procentické sortimentační tabulky pro stromy hlavních dřevin v České republice byly konstruovány dle středových tloušťek výřezů a tehdejších norem pro sortimentaci. V nynější době se jeví jako výhodnější sortimentovat kmeny dle čepové tloušťky, neboť právě tato tloušťka má největší význam pro další zpracování kmene. Pro konstrukci těchto tabulek byly použity původní kmenové profily převzaté ze závěrečných zpráv (KORSUŇ 1961, 1963) a byly rozsortimentovány dle čepových tloušťek jednotlivých sortimentů. Výsledkem je tedy tabulka, ve které je uvedeno procentické zastoupení objemů sortimentů pro jednotlivé tloušťkové stupně (dvoucentimetrové intervaly) výčetní tloušťky. Pro kontrolu správnosti sortimentačních tabulek byla použita STM data z harvestorů ze šesti zkušných ploch z různých částí České republiky. Na těchto plochách proběhla těžba harvestorovou technologií a následně stažení STM dat o kmenech z operačního systému strojů. Z STM dat byly vytvořeny kontrolní kmenové profily, které byly rovněž rozčleněny do jednotlivých sortimentů. Získaná data byla porovnána s hodnotami v sortimentačních tabulkách. Disertační práce je zakončena zhodnocením prodeje dříví na pni, neboť tento způsob prodeje dříví je v současnosti na vzestupu a právě při něm nachází sortimentace na stojato bezesporu významné uplatnění. V případě následného využití harvestorové technologie při těžbě soutěžních prvků bude možné získat cenná data pro následné zhodnocení různých způsobů sortimentace porostů na stojato, a to zejména z hlediska přesnosti a náročnosti sběru dat tímto způsobem v ostrém provozu s reálnými ekonomickými dopady.

## KLÍČOVÁ SLOVA

sortimentační tabulky, STM data, harvestor, smrk ztepilý, prodej dříví na pni

## ABSTRACT

The current percentage assortment tables for the main tree species in the Czech Republic were constructed according to central log thickness and by the standards of the time for the assortment. At present, it seems best to assort stems by the top diameter, since this particular diameter is most important for the further processing of the trunk. These tables were constructed using the original trunk profiles taken from the final reports (KORSUŇ 1961, 1963) and were graded by the top diameter of the particular assortments. The result is a table specifying the percentage proportions of the assortment volumes for each grade thickness (at 2cm intervals) at breast-height diameter. The accuracy of the assortment tables was checked using STM data from harvesters from six sample plots in different parts of the Czech Republic. Logging was carried in those plots using harvesting technology, and the STM data on the trunks were subsequently drawn from the machine operating system. The STM data were used to design the check trunk profiles, which were divided into assortments using the same rules used to create the table. The data obtained were then compared with the values in the assortment tables. The thesis ends with an evaluation of sales of standing timber, because there is currently a boom in this form of timber sales and the application of on-stand grading is undoubtedly important. The subsequent use of harvesting technology for cutting competing elements will make it possible to collect valuable data for assessing different ways of sorting standing trees, especially in terms of the accuracy and complexity of data collection in real operations with real economic implications.

## KEY WORDS

assortment tables, STM data, harvester, Norway spruce, standing timber sales

# OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍLE	10
2.1	Dílčí cíle	10
3	ROZBOR PROBLEMATIKY (LITERÁRNÍ REŠERŠE)	11
3.1	Sortimentace	11
3.1.1	Sortimentace z historického hlediska	11
3.1.2	Definice sortimentace	13
3.1.3	Metody sortimentace	14
3.1.4	Procentické sortimentační tabulky	17
3.1.5	Lokální objemové tabulky a sortimentace	19
3.1.6	Metoda IFER	21
3.1.7	Dendroscanner - zjišťování dendrometrických veličin pomocí digitální fotografie	24
3.1.8	Pozemní laserové skenování	26
3.1.9	Základní charakteristiky sortimentů dříví	27
3.2	Harvestorové technologie	30
3.2.1	Rozdělení harvestorů	30
3.2.2	Nasazení harvestorových technologií v ČR	31
3.2.3	Zastoupení technologií těžby dřeva	33
3.2.4	Použitelnost dat z harvestorů	34
3.2.5	Přesnost měření harvestory	36
3.2.6	Kalibrace měřicího a řídicího systému	39
3.2.7	Sortimentace prováděná harvestorem	40
3.2.8	StandForD – Standard for Forest machine Data and Communication	42
3.3	Popis softwarů použitých pro čtení dat z harvestorů	44
3.3.1	SilviA – produkt Švédské firmy CC-systems	44
3.3.2	Program TimAn (Timber Analysis – Skogforsk)	46
3.3.3	Program Ktr Analysis	48
3.4	Prodej dříví na pni	49
4	METODIKA	51
4.1	Popis procedur programového Kódu - Sub SouhrnData	54

4.2	Hlavní úlohy zpracováváné v aplikaci Visual Basic for Application a v Excelu	57
4.3	Použitá data	63
4.4	Prodej dříví na pni – materiál a metody	65
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	67
5.1	Procentické sortimentační tabulky	68
5.2	Zhodnocení vlivu rozsahu napadení kmenů hnilobou na sortimentaci	74
5.3	Tabulky základních charakteristik průměrných smrkových profilů	76
5.4	Kontrola přesnosti procentických sortimentačních tabulek	84
5.5	Zhodnocení přesnosti procentických sortimentačních tabulek	109
5.6	Analýza výsledků prodeje dříví na pni dle souhrnného zastoupení jehličnanů a listnáčů	112
6	ZÁVĚR	117
7	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	120

# 1 ÚVOD

V minulosti bylo lesnické hospodaření v České republice po několik desetiletí výlučnou doménou státu a výsledky lesnického hospodaření byly poměřovány a hodnoceny především podle zjišťovaných zásob dříví v lesních porostech a podle množství vytěženého dřeva. Ekonomická hlediska a efektivita lesnického hospodaření byla po několik uplynulých desetiletí zcela druhořadá. Proto tehdejší lesnická praxe vystačila s více či méně přesnými metodami zjišťování objemových ukazatelů, které byly upřednostňovány před exaktním zjišťováním sortimentního složení porostů, vypovídajícím o jejich hodnotě.

V nynějších podmínkách tržního hospodářství má pro trvale udržitelné lesnické hospodaření zcela zásadní význam maximální ekonomické zhodnocení vytěženého dříví, tedy co nejlepší zpeněžení, a to nejen pro vlastníky či správce lesních majetků, ale též pro obchodníky s dřívím a stejně tak pro zpracovatele. Pro vlastníky a správce lesů je dobré zpeněžení veškeré dřevní produkce zdrojem prostředků potřebných k obnově lesů a péči o ně tak, aby byly trvale zachovány veškeré jejich produkční i mimoprodukční funkce.

Míra ekonomického zhodnocení je determinována sortimentním složením porostů a v závislosti na něm pak dosaženou cenou. Cena již vytěženého dříví je utvářena při jeho samotném obchodování na základě nabídky a poptávky. Oproti tomu cena stojícího dříví v lesním porostu je zjišťována buď kvalifikovaným odhadem nebo složitěji za použití metod a postupů, založených na pořízení potřebného množství taxačních dat a jejich vyhodnocení s pomocí tabulek či počítačových programů.

Reálná hodnota stojícího dříví, potažmo cena, je odvislá od faktické skladby sortimentů dříví v posuzovaném porostu. Dostatečně přesné zjištění aktuálního potenciálu sortimentů dříví v porostu je nezbytným předpokladem nejen pro správné určení ceny a cenová jednání, ale i pro další kvalifikovaná rozhodnutí při plánování a hospodaření v lesích. Toto je dále v našich podmínkách zvýrazněno faktem převažujícího státního vlastnictví lesů, kdy vlastní lesnické hospodaření je svěřováno resp. zadáváno třetím subjektům. Proto sortimentní skladba porostů a tím i hodnota stojícího dříví hraje dominantní roli.

K odhadům skladby sortimentů dříví v porostech jsou v současné době používány jak postupy tradiční, založené na manuálním zjišťování taxačních dat a následném využití stávajících sortimentačních tabulek, tak i moderní metody založené na



pořizování taxačních dat pomocí elektronických přístrojů s jejich následným zpracováním v požadované struktuře. Přesnost a spolehlivost používaných postupů a metod se tak dostává do popředí zájmu všech subjektů působících v lesnické praxi. Vzniká a přetrvává poptávka po hledání nových přístupů a metod, hodnotících posuzované porosty z dalších dosud opomíjených hledisek. Jedním z takových hledisek je pak třídění sortimentů stojícího dříví na základě čepové tloušťky, kdy získané výstupy mají vyšší vypovídací schopnost a tím i vyšší užitnou hodnotu především z pohledu konečného zpracování stojícího dříví určeného k těžbě. Vytvoření takovýchto sortimentačních tabulek podle čepové tloušťky je jedním z hlavních cílů této disertační práce.

Při stávajícím masivním využívání moderních těžebních technologií opatřených zařízením pro pořizování a sběr dat o vytěženém dříví, lze spolehlivost jednotlivých metod zjišťování skladby sortimentů a míru jejich přesnosti průběžně ověřovat matematicko-statistickým zpracováním a vyhodnocením rozsáhlých souborů takto shromážděných dat. Existuje tak vcelku dokonalá zpětná vazba, umožňující následně ověřování přesnosti sortimentních odhadů stojícího dříví. Takováto následná verifikace pak dává možnost k eventuálnímu korigování a dalšímu zpřesňování používaných metod. I v této disertační práci jsou nově vytvořené sortimentační tabulky dle čepové tloušťky sortimentů konfrontovány s daty o vytěženém dříví získanými z harvestorů.

Ohromné množství nashromážděných STM dat z harvestorů pak přímo vybízí k hledání nových způsobů jejich využití. Při jejich vhodném statistickém zpracování lze získat exaktní informace o faktické struktuře těženého dříví a tyto dále využít při tvorbě dalších nových metod zjišťování sortimentní skladby porostů. Shromážděná data lze též dále roztřídit podle jednotlivých lokálních oblastí a vytvořit tak metody či procentické tabulky přímo pro tu kterou produkční oblast. Tím by současně byla minimalizována statistická chyba či odchylka, způsobená rozdílností dat pořízených z různých lokalit.

Tato disertační práce rovněž poukazuje na další možné využití STM dat z harvestorů ke zpětnému vyhodnocování různých přístupů a přesnosti sortimentace porostů na stojato, které jsou realizovány před prodeji dříví na pni a vybízí k vytvoření uceleného vzájemně propojeného systému.

## 2 CÍLE

Cílem této disertační práce je sestavení procentických sortimentačních tabulek pro stojící smrkové kmeny, kde určujícím kritériem sortimentů je čepová tloušťka. Dále pak ověření a zhodnocení přesnosti těchto tabulek na kmenových profilech konstruovaných na základě STM dat z harvestorů. To vše je doplněno zhodnocením prodeje dříví na pni, neboť právě při prodeji stojících stromů přímo v porostech, je potřeba věnovat maximální snahu co nejpřesnějšímu určení rozložení sortimentů a tím správnému ocenění dříví před prodejem i při podání nabídky v aukci.

### 2.1 Dílčí cíle

- Zpracování literární rešerše ohledně dané problematiky,
- vytvoření metodiky zpracování kmenových profilů a STM dat z harvestorů,
- sestavení nových sortimentačních tabulek, ve kterých bude kritériem pro určení sortimentů čepová tloušťka,
- doplnění těchto tabulek zohledněním hniloby zasahující spodní části kmenů což významně ovlivňuje finální sortimentní výtěž,
- zhodnocení ztráty na spodních částech kmenů při různé míře napadení hnilobou,
- vytvoření kontrolních kmenových profilů zpracováním STM dat z harvestorů,
- experimentální porovnání a statistické zhodnocení hlavních rozměrových charakteristik průměrných smrkových kmenových profilů s kontrolními kmenovými profily vytvořenými podle souborů STM dat z harvestorů,
- analýza výsledků prodeje dříví na pni dle souhrnného zastoupení jehličnanů a listnáčů (sběr dat z internetového katalogu soutěží).

## **3 ROZBOR PROBLEMATIKY (LITERÁRNÍ REŠERŠE)**

### **3.1 Sortimentace**

#### **3.1.1 Sortimentace z historického hlediska**

Sortimentací těžebního fondu a konstrukcí sortimentačních tabulek pro jednotlivé dřeviny se již v minulosti zabývala celá řada vědeckých pracovníků jak u nás, tak i ve světě. Jedním z prvních průkopníků určování rozložení sortimentů na stojících stromech byl švýcarský vědec FLURY, který již v roce 1916 publikuje první sortimentační tabulky pro jednotlivé stojící kmeny. Tyto tabulky byly konstruovány na podkladě výčetní tloušťky a výšky stromu a z hlediska sortimentace je v tabulkách uvedena délka hroubí v procentech celkové výšky.

V roce 1938 přichází s další inovací LANG, který sestavil grafické tabulky podle heilbronského třídění jako funkce výčetních průměrů a výšek stromů. O rok později VOGEL konstruuje sortimentační tabulky pro listnaté dřeviny buk a dub. Ke stanovení sortimentů podle těchto tabulek je zapotřebí znát výčetní průměr, výšku stromu a předpokládanou délku kmenového dříví. Tato délka musela být v porostu u jednotlivých stromů předem odhadnuta, neboť třídění listnatých dřevin je přímo závislé na délce kmene bez větví (KORF 1972).

V bývalé ČSSR byl jedním z prvních autorů zabývajících se danou problematikou KORSUŇ, který sestavil objemové sortimentační tabulky pro zdravé, nepoškozené a rovně rostlé kmeny smrku a borovice (1959, 1961). Následně METELKA v roce 1963 zpracoval Tabulky tloušťkového členění těžeb, které byly určeny pro potřebu Ústavu pre hospodářskou úpravu lesov vo Zvolene. Tyto tabulky nebyly určeny pro přímou sortimentaci, neboť nerozdělovaly těžební fond do sortimentů, ale pouze do tloušťkových tříd, ze kterých se rozdělení sortimentů dalo odvodit dalšími metodami, např. kvalifikovaným odhadem, či použitím sortimentačních tabulek jiných autorů. Pro hlavní dřeviny smrk, jedlí, borovici, dub a buk zde autor použil rozdílné tabulky pro mýtní a předmýtní těžbu, kde zásobu porostů roztřídil v procentech do jednotlivých tloušťkových tříd a paliva. Tyto tabulky byly používány ke zpracování lesních hospodářských plánů a sloužily především pracovníkům ÚHUL.

V rámci zpracovávání lesního hospodářského plánu se sortimentací a stanovením kvality těžebního fondu zabývá Lesprojekt. Kvalita i dimenze kmenů se zjišťují ve

všech porostech, kde je plánován těžební zásah a ze zásoby porostu se určí procentický podíl cenných sortimentů a paliva.

V roce 1973 zpracoval ČERMÁK sortimentační tabulky pro jehličnaté dřeviny, a to jak pro jednotlivé stromy, tak i pro porosty. Tyto tabulky byly rovněž doplněny o základní listnaté dřeviny - buk a dub. Tabulky odpovídaly tehdy platné normě ČSN 48 0062, proto po změně normy v roce 1983, kdy došlo ke změně rozměrů výřezů, bylo nutno provést redukci vypočtených objemů opravným koeficientem (GROSS 1995).

Dalším významným vědeckým pracovníkem, který problematice sortimentace těžebního fondu věnoval celou řadu prací, byl profesor Jaroslav Dejmal. Jeho tabulky umožňovaly provádět sortimentaci rychle a ve své době byly velmi kvalitní, kdy dosahovaly vysoké míry přesnosti. Autor se zaměřil na určení podílu rozhodujících sortimentů z finančního hlediska, tedy na výřezy I., II., a III. jakostní třídy. Ostatní sortimenty jsou dle tehdejších norem ČSN 48 0061 a 48 0062 (rok 1972) zahrnuty jako jakosti „ostatní“. Tabulky byly zpracovány pro dřeviny smrk, borovice, jedle, buk a dub, neboť tvořily v průměrném zastoupení dřevin ročního těžebního etátu 90% těžeb. V tabulkách byly taktéž zohledněny základní vady výřezů – výskyt suků a hniloby. Zprvu autor počítal i s křivostí a trhlinami, kdy posléze oboje vyloučil. Po změření většího množství vzorníků usoudil, že křivost při odborně prováděném druhození nelze považovat za vadu, která by významně zasahovala do výtěže sortimentů. K vyloučení trhlin přistoupil pro jejich nahodilost (DEJMAL 1973).

Zevrubně se pak DEJMAL zabýval výskytem suků na surových kmenech. Dospěl k závěru, že jejich výskyt není nahodilý, nýbrž se řídí zákonitostmi, které se dají zahrnout jako limitující omezení ovlivňující jakost. Posouzení výskytu a rozsahu hniloby ponechává na pracovnících provádějících sortimentaci, kteří při zpracovávání těžebního projektu provedou potřebnou korekci.

V roce 1987 vydávají pracovníci Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady PAŘEZ a MICHALEC Procentické sortimentační tabulky pro stromy hlavních dřevin v ČSSR (smrk, borovice, buk, dub). Tyto tabulky vznikly v důsledku změny druhozacích předpisů k 1.1.1985, kdy bylo potřeba stávající sortimentační tabulky přepracovat. Hlavní rozdíly, které jsou v normách ČSN 48 0055 a ČSN 48 0056 oproti předešlým normám, jsou druhození dříví až do čepové tloušťky 7 cm a také je již přesně rozlišeno dříví určené pro mechanické zpracování, či papírensko-celulózové podle minimálního čepu (pro jehličnany 15 cm a pro listnáče 16

cm). Podrobnějším popisem těchto tabulek a jejich konstrukcí na základě kmenových profilů se zabývají další kapitoly této práce.

Ke stanovení objemu kmenů i sortimentů lze využít i různé matematicky formulované objemové vzorce. Mezi nejznámější a nejpoužívanější patří Hubertova, Smaliánova či Newtonova metoda. Dále se také rozvíjejí metody založené na modelování tvarů kmene, které jsou založené na polynomech vyšších řádů (ČERNÝ, PAŘEZ 2005).

Zjišťováním a výpočtem objemů kmene se zabývala celá řada autorů a byla tak u nás i ve světě vytvořena řada různých přístupů, tvarových a objemových rovnic, které se snažily co nejpřesněji charakterizovat tvar a průběh kmene. Příkladem lze uvést tyto zahraniční autory YOUNG ET AL. (1967), LOETSCH ET AL. (1973), GOULDING (1976), LIU (1980), MACHADO, NADOLNY (1991), THOMAS (1991), WIANT (1992), SCHREUDER ET AL. (1993), FILHO (1999), NUMMI (1999), KARLSSON (2000), KANGAS (2002), WILHELMSSON (2002), JIANG (2005), ZIANIS (2005), VALLET (2006), ZAKRZEWSKY (2006) a řada dalších.

### **3.1.2 Definice sortimentace**

Úvodem můžeme citovat konstatování ČERNÉHO a PAŘEZA (2005): „Nalezení efektivních postupů umožňujících zjistit s přijatelnou přesností objem kmene i jednotlivých sortimentů u stojících stromů je jednou ze základních dendrometrických úloh.“ Doplnit snad jen lze, že na tom má zájem celé lesnictví napříč obory, neboť to úzce souvisí se zpeněžením dříví a tudíž s ohodnocením veškerého vynaloženého úsilí a prostředků do doby dosažení mýtného věku porostu.

Produkce dřeva je vedle mimoprodukčních funkcí základním cílem hospodaření v lesích příslušné kategorie, tj. v lesích hospodářských. Výsledkem technické výroby tj. vlastní těžby dříví a prvotního zpracování je sortiment surového dřeva. V lesnické praxi je používán termín „surový“, který ve vztahu k dřevu definuje stádium opracování a označujeme jím kmen (strom), který zatím nebyl rozdělený na sortimenty (LUKÁČ ET AL. 2003).

Z pokácených a odvětvených stromů se získají surové kmeny v celých délkách, které však zřídka bývají považovány za hotový výrobek. Pro svou značnou délku jsou nevhodné pro další transport a taktéž celá délka kmene není kvalitativně homogenní,

tn. že v různých částech má rozdílnou technologickou kvalitu a není vhodnou surovinou pro totéž použití (RÓNAY, DEJMAL 1991).

Promyšlené dělení surových kmenů příčným řezem, či štípáním na jednotlivé sortimenty se nazývá sortimentací, popřípadě druhováním. Druhování dříví je jednou z nejkvalifikovanějších činností v lesním hospodářství vůbec, která rozhoduje o výši zhodnocení desítky let trvajících růstu lesa (GROSS 1995).

Cílem každého lesního hospodáře či majitele lesa je co nejlepší zhodnocení těžných porostů, tj. aby byla dosažena nejvyšší možná míra kvalitních sortimentů a tím se i maximalizovalo zpeněžení dřeva.

Nicméně v zájmu prodávajícího i kupujícího je nezbytné co nejpřesněji zjistit skutečné zásoby a rozložení sortimentů, neboť je to základní podmínkou dlouhodobě udržitelných obchodních vztahů. I když prodávající má zájem dosáhnout nejlepší ceny, tak není možné, aby kupující v dlouhodobé perspektivě nakupoval za cenu, která neodpovídá skutečné hodnotě (ČERNÝ, PAŘEZ 2005).

Občas se můžeme setkat s případem, kdy z jednoho kusu surového kmene jehličnaté či listnaté dřeviny můžeme vydruhovat výřezy, které jak svými rozměry, tak i jakostí vyhovují požadavkům na různé sortimenty (LUKÁČ ET AL. 2003). V těchto případech jde o zaměnitelné sortimenty, kde rozhoduje eventuální prodejní cena, poptávka nebo specifické požadavky odběratele.

Dřevo každého stromu, či jeho části se může vydruhovat na různé sortimenty. Nej kvalitnější a současně nejvíce ceněné dřevo je především v přízemní – oddenkové části kmene. Zpravidla první čtyř až osmi metrový výřez převyšuje hodnotou zbývajících částí kmene (LUKÁČ ET AL. 2003).

Jednotlivé sortimenty jsou charakterizovány platnou normou ČSN a Doporučenými pravidly pro měření a třídění dříví v ČR. U sortimentů nenormalizovaných jsou dány přesným popisem resp. požadavkem odběratelů.

### **3.1.3 Metody sortimentace**

K sortimentaci jednotlivých stromů či celých porostů lze využít více metod a nástrojů, které dosahují různé úrovně přesnosti a liší se i pracností, náročností sběru dat v terénu, potřebným technickým vybavením, s čímž samozřejmě souvisí i finanční náročnost.

Obecně lze říci, že čím přesněji budeme chtít provést odhad rozložení sortimentů, tím náročnější metodu budeme muset zvolit. Mezi základní metody sortimentace patří okulární odhad, sortimentace pomocí vzorníků a sortimentace podle procentických tabulek stromových nebo porostních.

Metoda sortimentace pomocí okulárního odhadu se používá v lesnickém provozu a slouží k získání orientačních údajů o množství potenciálních sortimentů. U stromů vyznačených k těžbě se odhaduje zastoupení hlavních sortimentů v procentuálních podílech nebo přímo v metrech krychlových. Tato metoda je relativně rychlá, nicméně její přesnost je silně závislá na předchozích zkušenostech a subjektivním posouzení lesního personálu, který ji provádí většinou v rámci vyznačování těžby (KORF 1953).

Sortimentaci pomocí vzorníků lze rozdělit na metodu porostních vzorníků a metodu vzorníků skupinových. V případě vzorníkových metod se provádí sortimentace a výpočet zásoby na základě několika stromů (vzorníků), které svými růstovými charakteristikami vystihují průměrné představitele celého porostu nebo skupin stromů (WEST 2004).

Při metodě porostních vzorníků se porost vyprůměruje a ze získaných údajů se vypočítá střední tloušťka, ke které se následně vyhledá jeden či více vzorníků. U takto získaných vzorníků se změří rozměry a vypočítá se objem. Výhodou této metody je její použitelnost u dřevin, ke kterým nejsou zpracovány sortimentační tabulky. Nicméně soustředěním se pouze na střední kmen porostu nedosahuje tato metoda spolehlivých výsledků (KORF ET AL. 1972).

Metoda sortimentace skupinových vzorníků umožňuje zpřesnění předchozí metody, neboť vzorníky reprezentují menší předem definované skupiny stromů v porostu. Obecně lze tedy uvést, že je možné dosahovat vyšší míry přesnosti výsledku snížením počtu stromů ve skupině, kterou vzorníky reprezentují (KORF ET AL. 1972). Metody skupinových vzorníků lze tedy rozlišovat dle přístupu k velikosti reprezentovaných skupin, ale i podle pevně stanovených pravidel ohledně zjišťovaných údajů, tloušťkového rozpětí skupin a kruhových základů. Rozeznáváme tak metody Drautovu, Urichovu a Hartigovu (ŠMELKO 2000).

Další metody sortimentace vycházejí ze sortimentačních tabulek zkonstruovaných na základě kmenových profilů, které znázorňují průměrný tvar zdravých kmenů v závislosti na výčetní tloušťce. Výhodou kmenových profilů je jejich snadné rozdělení do sortimentů. Rozložení a podíl jednotlivých sortimentů na kmeni závisí dle Pařeza a Michalce především na výčetní tloušťce a pouze nepatrně na výšce.

Stromové či porostní sortimentační tabulky jsou vlastně obdobou růstových či objemových tabulek s tím, že objem stromu nebo zásoba porostů v závislosti na dřevině se rozčlení do předpokládaných nejvýhodnějších sortimentů (SIMON ET AL. 2008).

V případě stromových sortimentačních tabulek se vychází ze dvou principů sortimentace, a to stereometrického s využitím základních rozměrových veličin stromů doplněných o vnější kvalitativní znaky a empirického, při kterém dochází k rozřezání vybraných vzorníků na příslušné sortimenty a tím může dojít i k posouzení vnitřních kvalitativních znaků. Při stereometrickém principu dochází k vnějšímu hodnocení kmene (velikosti a počty vad, výška nasazení koruny), čímž se vzorníky roztřídí do jakostních tříd, u kterých se určí tzv. kvalitativní zóny. Po doplnění kvalitativních zón příslušnými rozměry (délkou a průměrem), lze provést výpočet předpokládané skladby sortimentů (HALAJ 1978, LAAR ET AL. 2007). Nevýhodou tohoto principu konstrukce stromových sortimentačních tabulek jsou případy, kdy se nám pomocí popisu vnějších znaků nepodaří podchytit vnitřní kvalitu dřeva, čímž může dojít ke značným rozdílům mezi skutečně dosaženým a očekávaným podílem sortimentů. U empirického principu tento problém je eliminován rozřezáním vzorníků, nicméně nevýhodou tohoto přístupu ke konstrukci stromových sortimentačních tabulek je velká pracnost spojená i s vyšší finanční náročností.

Samotnou kapitolou jsou různé současné metody sortimentace porostů „na stojato“ vycházející především ze vzdáleného měření dendrometrických veličin stromů a následného použití takto získaných dat při matematicko–statistickém modelování sortimentní výtěže. K získání potřebných parametrů stromových vzorníků lze tak využít laserového skenování nebo fotografie (CLARK 2000, HAALA ET AL. 2005, PIBOULE ET AL. 2005, BUCKSCH, FLECK 2011).

V současnosti se v České republice při sortimentaci stromů a porostů „na stojato“ využívají tradiční postupy v kombinaci s moderními technologiemi. Příkladem je počítačový program akciové společnosti Foresta SG a.s. - Lokální objemové tabulky a sortimentace (LOTS). Tato metoda využívá matematicko-statistických výpočtů s využitím nejmodernějších informačních technologií v kombinaci se standardními lesnickými postupy. Program pracuje s lokálními tvarovými modely kmenů, které co nejpřesněji vystihují tvary kmenů stromů určité dřeviny na dané lokalitě. Mezi moderní metody sortimentace můžeme zařadit i pozemní laserové skenování, šestibodovou metodu měření kmenových profilů, zjišťování dendrometrických veličin pomocí digitální fotografie, aplikaci Treeprofit atd.



### 3.1.4 Procentické sortimentační tabulky

V bývalém Československu a následně v České republice se sortimentací dříví „na stojato“ dlouhodobě zabýval Ing. JAN PAŘEZ, CSc., pracovník výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště – Strnady a na Slovensku to byli výzkumní pracovníci Ing. VLADIMÍR ČERMÁK, CSc. a doc. Ing. KLEMENT HUBAČ, CSc.

Ing. JAN PAŘEZ, CSc. věnoval této problematice celou řadu prací. Pro jednotlivé kmeny vypracoval Procentické sortimentační tabulky pro stromy hlavních dřevin v ČSSR (1987a) a Procentické sortimentační tabulky pro modřínové, březové a habrové kmeny různé jakosti (1987b). Propojením výše zmiňovaných Procentických sortimentačních tabulek pro stojící kmeny s rozložením zásoby hroubí podle tloušťkových stupňů u hlavního a podružného porostu vytvořil Sortimentační tabulky pro smrkové a borové porosty různé kvality (1987b) a Sortimentační tabulky pro bukové a dubové porosty s kmeny různé kvality (1987c).

Ve vědeckém sdělení (PAŘEZ 1967) uvádí, že velikost procentických podílů sortimentů závisí především na velikosti výčetní tloušťky stromu. U různě vysokých stromů v rámci jednoho tloušťkového stupně jsou rozdíly ve velikosti podílů sortimentů velmi malé, ačkoli v objemu sortimentů jsou rozdíly již značné. Z tohoto důvodu mohly být procentické sortimentační tabulky sestaveny na podkladě středního kmenového profilu, který ze všech výšek stromů v rámci konkrétního tloušťkového stupně (2cm) odpovídal výšce střední.

Oba druhy tabulek jsou vypracovány jak pro zdravé a nepoškozené stromy/porosty, tak pro stromy/porosty postižené některou z typických vad. Jedná se především o vadu v důsledku hniloby zasahující od jednoho do pěti metrů a korunový či kmenový zlom. Horní část kmene, která vykazuje větší sukatost a zpravidla žádnou hnilobu, je rovnou zařazena do vlákninového dříví.

#### **Procentické sortimentační tabulky pro stojící stromy**

Rozčlenění mýtní a předmýtní těžby v jednotlivých porostech a zvláště rozčlenění etátu obou těžeb na hlavní sortimenty má velký význam nejen pro účely dlouhodobého plánování, ale i pro plánování dodávek jednotlivým odběratelům dříví z hlediska požadovaných sortimentů. V takových případech poskytují právě procentické sortimentační tabulky pro stojící stromy rychlý a spolehlivý prostředek, jak stanovit sortimentační skladbu těžebního fondu (PAŘEZ 1987a).

Dle Pařezových procentických sortimentačních tabulek lze stanovit podíl sortimentů v těchto jakostních třídách:

I. – IV. Třída jakosti (kulatina)

V. třída jakosti (vláknina)

VI. třída jakosti (palivo, resp. koeficient pro srážku na palivo)

Jakostní třídy I. až IV. jsou dále rozděleny do šesti tloušťkových tříd dle středové tloušťky výřezů (vždy se respektuje vyšší tloušťková třída před nižší). Hranice mezi výřezy I.- IV. třídy jakosti a dřívím V.- VI. třídy jakosti tvoří u jehličnanů čepová tloušťka výřezů 15 cm bez kůry a u listnáčů 20 cm bez kůry (dříve 16 cm – s tímto je počítáno ve stávajících tabulkách z roku 1987). Podíl výřezů I. a II. jakostní třídy závisí na kvalitě těžných porostů, na tloušťkové struktuře, ale i na možnosti odbytu výřezů této kvality. Samotné dělení kmenových profilů na jednotlivé sortimenty probíhalo v souladu s platnými normami ČSN 48 0055 a ČSN 48 0056. Celková délka výřezů nesměla přesáhnout 14 m, minimální délka výřezů pro jehličnaté dřeviny byla stanovena na 3 m a pro listnaté dřeviny na 2m.

Podkladem pro sestavení procentických sortimentačních tabulek pro jednotlivé stromy jsou kmenové profily. Kmenový profil znázorňuje průměrný tvar zdravých, nepoškozených kmenů v závislosti na výčetní tloušťce, a to ve dvou nebo čtyř centimetrových intervalech (PAŘEZ 1967). Tvar kmene je vyjádřen tloušťkami bez kůry uprostřed dvoumetrových sekcí po celé délce kmene. Takový kmenový profil umožňuje poměrně jednoduché rozvržení kmene na jednotlivé sortimenty a stanovení objemu těchto sortimentů.

Je-li zásoba hroubí celých porostů stanovena na podkladě průměrkování, je vhodné ke stanovení skladby sortimentů použít sortimentační tabulky pro jednotlivé stromy. Pokud známe v konkrétním porostu zásobu hroubí a střední tloušťku porostu, tak se hodí spíše sortimentační tabulky porostní (PAŘEZ 1987B, ŠTIPL 2000).

Sortimentační tabulky pro porosty hlavních dřevin s kmeny různé kvality vznikly propojením rozložení zásoby hroubí podle tloušťkových stupňů u hlavního a podružného porostu (plně závislé na střední tloušťce porostu bez ohledu na věk a bonitu) s výše popsányými procentuálními sortimentačními tabulkami pro stojící kmeny (PAŘEZ, 1987B, 1987C).

### 3.1.5 Lokální objemové tabulky a sortimentace - LOTS (Foresta SG a.s., Vsetín)

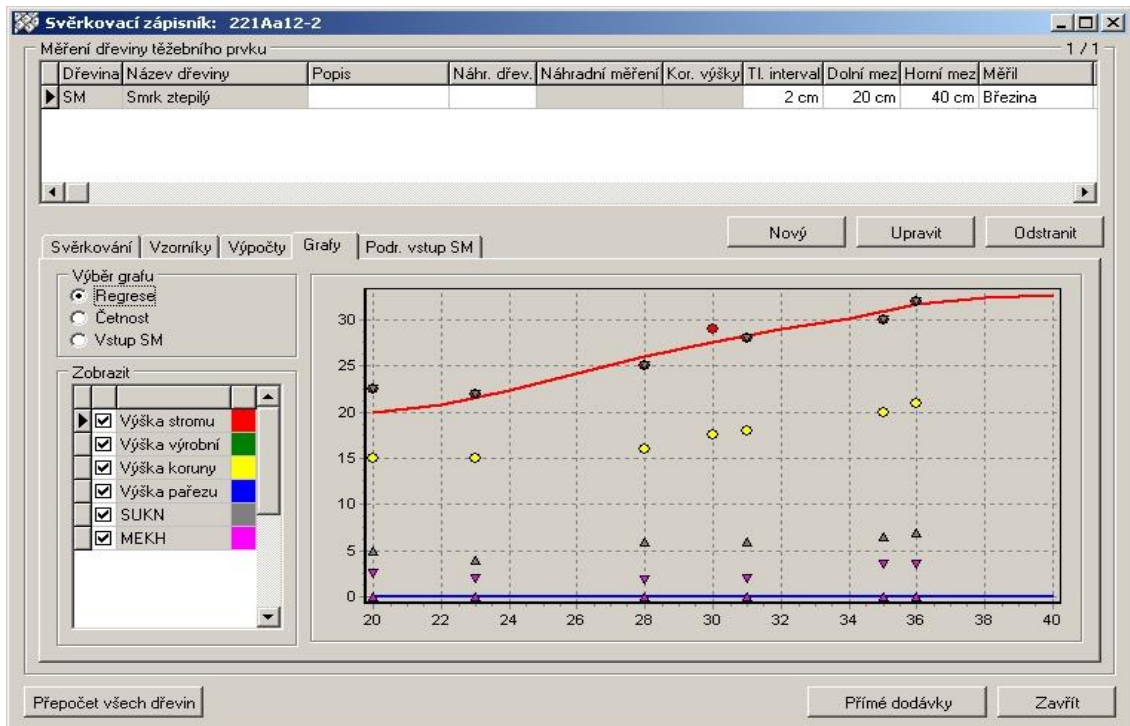
Jedná se o softwarový nástroj sloužící k výpočtu objemu a sortimentaci stromu či souboru stromů dle kvantitativních a kvalitativních znaků „na stojato“.

Předností programu sortimentace je možnost dosáhnout vcelku vysoké přesnosti při stanovení objemu (odchylka do 3%) a sortimentní výtěže (odchylka do 5%) u stojících porostů. Celý systém může uživatel ovládat pomocí parametrizací a přizpůsobit tak aplikaci svým obchodním záměrům a příležitostem. Uživatel může rovněž reagovat na změny v obchodních vztazích bez dalších vynaložených nákladů na změnu a vývoj systému (FORESTA SG 2015).

Základní pracovní postup sestává z několika kroků. Prvním krokem je terénní šetření zahrnující svěrkování porostů naplno, následuje měření vzorníků pro stanovení výškového grafikonu a zároveň měření a prohlídka vzorníků za účelem stanovení výskytu a rozsahu vad. Poté je potřeba provést přepis naměřených dat do programu. Zásoba dříví se vypočítá na základě automaticky provedených regresních analýz. Po určení požadovaného předpisu sortimentace dojde k výpočtu variant sortimentace dle konkrétních odběratelů s přiřazením předem stanovené ceny. Tyto údaje je tak možné využívat při plánování výnosů a objemových dodávek odběratelům (BŘEZINA 2007, FORESTA SG 2015).

Metoda LOTS je doporučena k provádění sortimentace porostů na stojato ve sborníku zaměřeném na metody a způsoby umístování dříví na trh v podmínkách privátního a komunálního vlastnictví lesů ([www.sortimentace.cz](http://www.sortimentace.cz) 2015), a to vzhledem k různým růstovým podmínkám v ČR. Ze sborníku k projektu, který byl financován z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova můžeme citovat: „Z hlediska popisu a šetření taxačních veličin lze doporučit metodiku LOTS – Lokálních objemových a sortimentačních modelů, využívající pokročilé technologické možnosti. Především z důvodu neexistence taxačních tabulek vyhovujících korektně (s určitou přesností) celé naší republice byla naší firmou vytvořena metodika lokálních objemových a sortimentačních modelů, jejíž výsledky jsou srovnatelné s přesností měření při pni. Tento nástroj ke stanovení objemu v porostech na stojato na základě metodiky stanovené prostřednictvím matematicko-statistických analýz se díky lokálnosti těsně přimyká ke skutečným hodnotám. Předpokladem k jejímu užití je kalibrace modelu pro zájmové území na základě exaktně stanovených taxačních veličin. V současné době je model zpracován do podoby počítačových programů, které po

zadání hodnot z lokálních měření vygenerují příslušné diskrétní hodnoty objemů.“  
(FORESTA SG 2015)



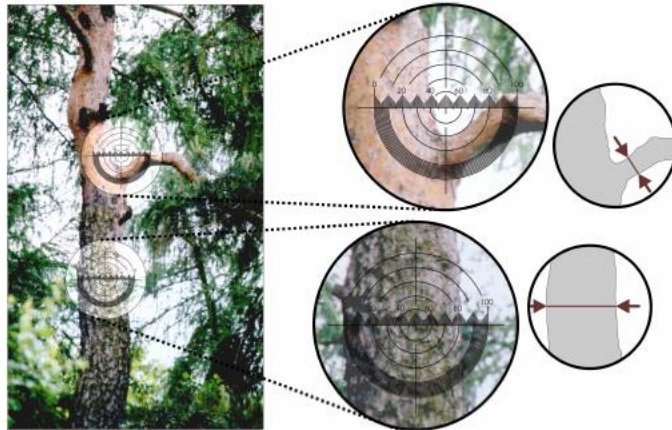
**Obr. 1:** Ukázka grafického znázornění údajů ve svěrkovacím zázpisníku, který je využíván systémem LOTS

### 3.1.6 Metoda IFER

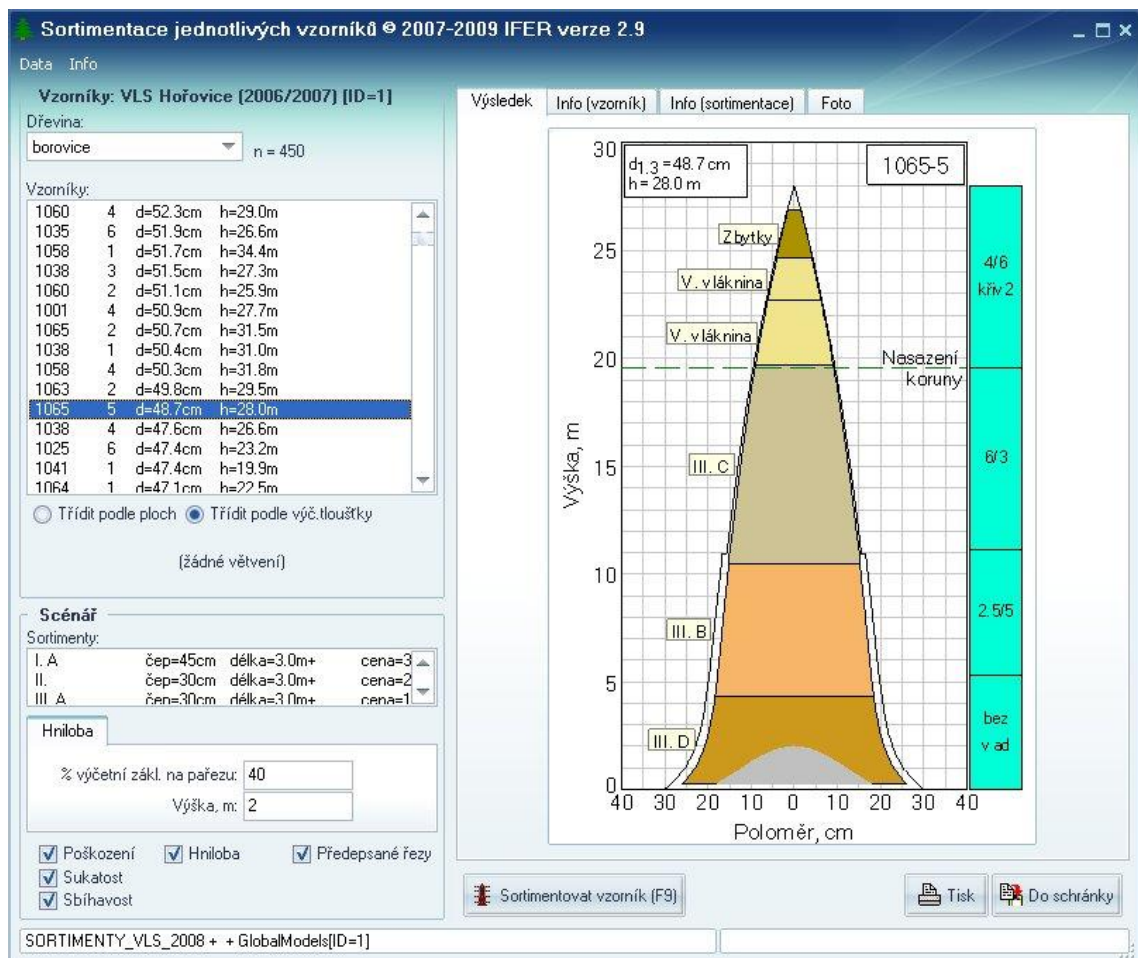
Jedná se o metodu zjišťování zásoby porostů na stojato s pomocí modelování tvarů kmenů. Tato metoda byla vyvinuta Ústavem pro výzkum lesních ekosystémů (IFER) a slouží k rychlému a snadnému měření kmenových profilů. V kombinaci s průměrkováním porostů na plno tak lze zjistit zásobu hroubí na základě parametrů konkrétního porostu. Tím je zaručena vysoká přesnost a spolehlivost zjištěné zásoby dříví v jakýchkoliv porostních podmínkách (IFER 2015).

Dříve se tato metoda nazývala šestibodová, z čehož je zřejmé, že v rámci získání potřebných vstupních dat o vzornících dochází k proměření vybraných kmenů v šesti předem stanovených měřístích, které dostatečně charakterizují tvar kmene (tloušťka v 0,5m, ve 2m, v 1/3, 3/5 a ve 4/5 výšky stromu a celková výška kmenu). K měření nedostupných tlouštěk se používá optický tloušťkoměr v kombinaci s laserovým dálkoměrem a elektronickým sklonoměrem. Dostupné tloušťky jsou změřeny klasickou či elektronickou průměrkou. Na získané parametry kmenů je poté uplatněn matematický model (ČERNÝ ET AL. 2007).

Metoda IFER je postavena na použití technologie Field-Map (©IFER – Monitoring and Mapping Solutions, s.r.o., 2012, [www.fieldmapping.com](http://www.fieldmapping.com)), která umožňuje měřit požadované parametry stromu a umožňuje na místě provést potřebné matematické zpracování. Technologie je složena z elektronické průměrky, která umožňuje bezdrátový přenos dat, malého odolného počítače, turistické GPS sloužící k orientaci v lese a laserového dálkoměru vybaveného elektronickým výškoměrem, který rovněž obsahuje funkci dendrometru, čímž je umožněno měření průměrů kmene v nepřístupných výškách. Naměřené hodnoty jsou automaticky pomocí technologie Bluetooth přenášeny z přístrojů do počítače. Tyto údaje jsou následně zpracovány samostatnou softwarovou aplikací (FM\_Timber), která byla vyvinuta na bázi Field-Map. Metoda IFER tak umožňuje přímo v lese kontrolovat vstupní data i výsledky a zároveň ohlašuje obsluhu případné chyby měření, čímž přispívá k eliminaci systematických i náhodných chyb (PALÁN, LITSCHMANN 2014).



**Obr. 2:** Měření vzdálených tlouštěk při metodě IFER (ČERNÝ ET AL. 2007).



**Obr. 3:** Sortimentace vzorníků metodou IFER (www.aukcedrvinapni.cz)

Model sortimentace stojícího dříví dle metody IFER je flexibilním, uživatelsky příjemným a názorným nástrojem. Uživatel si může nastavit vlastní požadavky na kvalitu sortimentů a jejich rozměry s ohledem na poptávku odběratelů a situaci na trhu

s dřívím. Samostatnou aplikací je „Editor sortimentů“, který k předdefinovaným sortimentům jednotlivých dřevin přiřadí jeho cenu v Kč/m<sup>3</sup> (ČEŠKA 2009).

Přesnost zjištění zásob porostu metodou IFER se dle kontrolních měření autorů metody v 85 % případů pohybuje pod 3 % v porovnání se skutečným objemem pokácených stromů. Použití metody IFER je vhodné zejména v případech, kdy potřebujeme zjistit zásobu porostů a zastoupení jednotlivých sortimentů s co největší přesností. Tato metoda tak může nalézt uplatnění zejména při aukcích dřeva na stojato nebo ocenění lesních majetků (IFER 2015).

Nevýhodou této metody však zůstává potřeba umístit sestavu Field-Map v dostatečné vzdálenosti od měřeného stromu (optimálně ve vzdálenosti odpovídající 2/3 výšky měřeného stromu) a zároveň tak, aby byl vidět celý strom od paty až k vrcholu. Tento požadavek může být v zapojených porostech problematicky splnitelný a zároveň se jeho nedodržením může zvýšit nepřesnost měření a následné provedení výpočtu zásoby a provedené sortimentace. Nicméně v případech, že porostní podmínky znemožňují optimální výhled, lze polohu stanoviště přístroje v průběhu měření měnit pomocí tzv. přestaničení na jiný bod o známé poloze, z čehož se dá usuzovat, že metoda IFER je použitelná i ve složitějších porostních a terénních podmínkách (ČERNÝ ET AL. 2006).

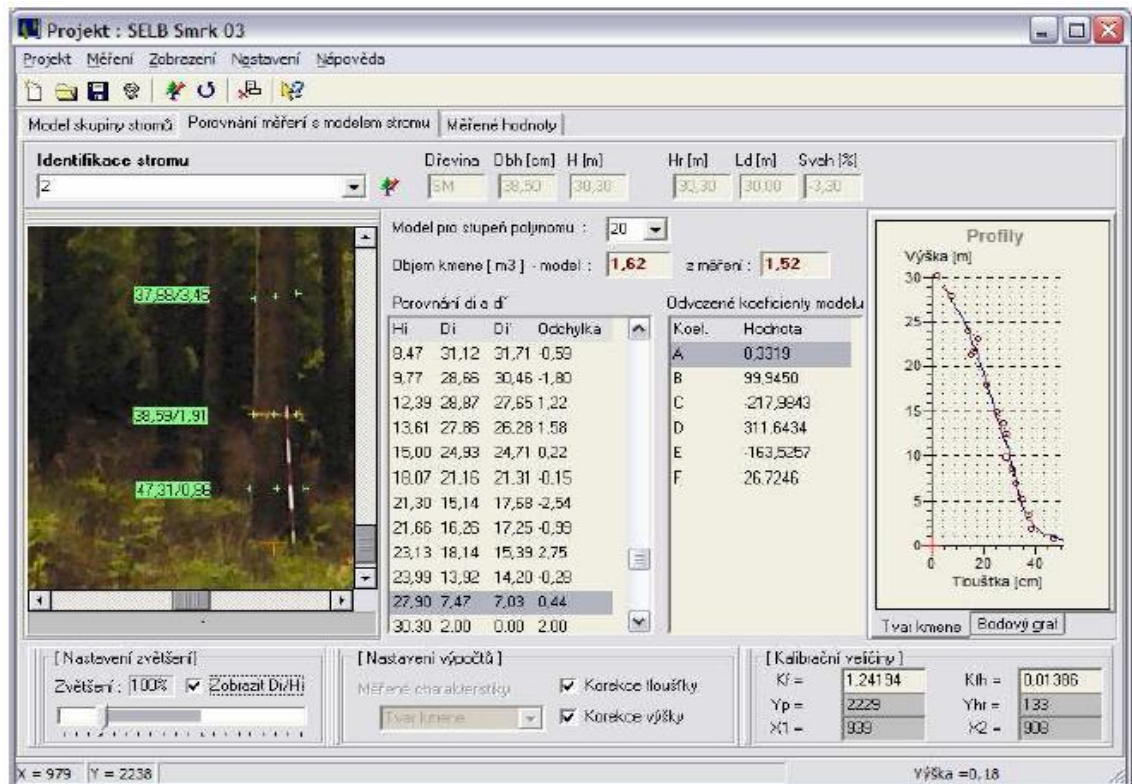
### **3.1.7 Dendroscanner - zjišťování dendrometrických veličin pomocí digitální fotografie**

Aplikace Dendroscanner umožňuje zjišťování požadovaných dendrometrických údajů o kmenech z digitální fotografie. Díky této aplikaci můžeme tedy nahradit optický dendrometr běžným digitálním fotoaparátem s požadovaným minimálním rozlišením a zjistit tak tloušťky kmenů v nedostupných výškách. Spolu s pořizováním digitální fotografie je třeba provést měření základních popisných hodnot stromu (výčetní tloušťka, celková výška, vzdálenost od stromu, sklon k výčetní výšce). Tyto údaje slouží ke kalibraci souřadnicového systému (TAUBER 2007). Na základě změřených hodnot a hodnot odečtených z digitální fotografie lze dopočítat funkce tvaru kmenů. Kromě proměření vzorníků je dále potřeba zjistit výčetní tloušťku všech stromů na zájmové ploše (TAUBER 2010). TAUBER dále uvádí, že provedení sortimentace touto metodou znamená zvýšení nákladů pouze o 1%.

Aplikaci Dendroscanner je možné propojit se systémem TreeProfit, který je schopen dopočítat hmotu a celkovou hodnotu stojícího dříví pro libovolnou skupinu stromů (TAUBER 2007). Tauber provedl několik ověření přesnosti této metody, jedno ve spolupráci s ÚHÚL Brandýs nad Labem na 50 stromech – zjišťováním potřebných dendrometrických údajů z digitálních fotografií a následně průměrkou a pásmem na pokácených stromech. Z výsledných hodnot vyplynulo, že měření profilů kmene vykazovalo odchylku do 2 cm proti měření průměrkou. Při porovnání výpočtu objemu z údajů z fotografie a z údajů naměřených na pokácených stromech se výsledné odchylky pohybovaly +/-5%.

V další studii uveřejněné v Lesnické práci skupina autorů kolem profesora PRETZSCHE z Mnichova uvádí, že metoda s využitím dendroscanneru je velmi přesná, levná a zároveň z velké části nezávislá na počasí a nabízí dostupný postup ke snímání jednotlivých stromů či celých porostních skupin (PRETZSCH 2009).



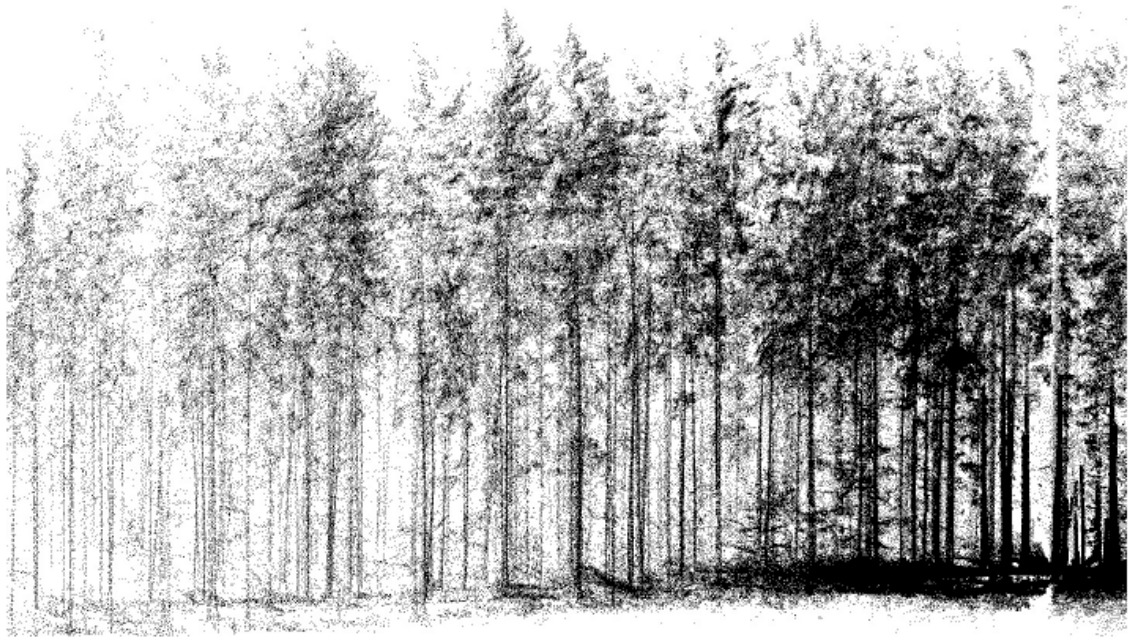


**Obr. 4:** Ukázka pracovního okna aplikace Dendroscanner – zjišťování dendrometrických údajů o kmenech z digitální fotografie (TAUBER, 2007).

### 3.1.8 Pozemní laserové skenování

Pro zjištění dendrometrických veličin lesních porostů lze také využít technologii pozemního laserového skenování. Tato technologie rovněž umožňuje zjištění tloušťek kmenů v různých výškách stromů. Z těchto údajů je možné stanovit tvar kmene a dopočítat jeho objem (KNOTT ET AL. 2007).

Výhodou laserového skeneru je nezávislost na dobré viditelnosti, což umožňuje využití metody za horších světelných podmínek, avšak problémy nastávají v hustších porostech, kde dochází k prolínání korun stromů. Problémy rovněž působí přítomnost podrostu. V těchto případech se dá jen těžko určit tvar jednotlivých stromů z bodového mračka (KNOTT ET AL. 2007).



**Obr. 5:** Pohled na část bodového mračka získaného z jedné pozice skeneru (KNOTT ET AL., 2007).

### **3.1.9 Základní charakteristiky sortimentů dříví (dle DEJMALA a DOPORUČENÝCH PRAVIDEL PRO MĚŘENÍ A TŘÍDĚNÍ DŘÍVÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ)**

#### **3.1.9.1 Dřevina**

Základní dělení sortimentů je možno provést především podle dřevin, ze kterých jsou vyrobeny. Samotné dřeviny pak rozdělujeme do dvou velkých základních skupin podle jejich podobných vlastností na dřeviny jehličnaté a listnaté. U listnatých dřevin rozlišujeme dále dvě podskupiny, a to listnaté dřeviny měkké a listnaté dřeviny tvrdé. Jednotlivé druhy dřevin se označují velkými tiskacími písmeny latinské abecedy.

#### **3.1.9.2 Rozměry**

Rozměry výřezu jsou rozhodujícím kritériem pro zařazení do některého ze sortimentů.

**Tloušťka výřezu** - kolmá vzdálenost dvou rovnoběžných tečen k oblému povrchu kusu, vedených kolmo k jeho podélné ose. Tloušťka se může udávat v kůře nebo bez kůry, kdy tloušťka bez kůry je směrodatná pro jednotlivé sortimenty. U výřezů širších než 20 cm je nutno provádět dvě na sebe kolmá měření, kdy výsledná tloušťka je aritmetickým průměrem výsledků obou měření a udává se v celých centimetrech.

U každého výřezu je možno měřit tloušťku v různých místech:

1. tloušťka čepová
2. tloušťka středová
3. tloušťka čela
4. tloušťka ve vzdálenosti 1 m od čela kusu

**Tloušťka čepová** se měří ve vzdálenosti 10 cm od tenkého konce výřezu. Jestliže se v místě měření vyskytuje výrazná nepravidelnost růstu, měří se čepová tloušťka v co nejmenší vzdálenosti od původního místa měření. Čepovou tloušťkou je udávána nejmenší tloušťka daného kusu, proto má její velikost zásadní význam pro možnosti mechanického zpracování výřezu. Z tohoto důvodu je u většiny sortimentů dříví rozhodující minimální čepová tloušťka. Mimo funkci limitujícího rozměrového kritéria je též čepová tloušťka vhodnou veličinou pro výpočet objemu výřezu.

**Středová tloušťka** slouží hlavně ke stanovení objemu výřezu a měří se uprostřed jmenovité délky. Jestliže se v místě měření vyskytuje výrazná nepravidelnost růstu, měří se středová tloušťka na dvou místech, které se nacházejí ve stejné a co nejmenší

vzdálenosti od původního místa měření před a za nepravidelností růstu. Středová tloušťka se poté vypočítá jako aritmetický průměr ze dvou, respektive čtyř hodnot měření.

Během doby nabývala převažujícího významu tloušťka čepová, proto se v dnešní době prakticky omezuje na důlní výřezy a surové kmeny, které se třídí dle tlouštěk středových. Dále se podle středové tloušťky zařídují výřezy do tloušťkových tříd a tloušťkových stupňů. Tloušťkové třídy stoupají po deseti centimetrech a tloušťkové stupně je dále rozdělují na spodní a horní polovinu.

**Tloušťka čela** je rozměr spodního konce výřezu. Většina sortimentů není maximální tloušťkou čela omezována, spíše se musí brát v úvahu při expedici, aby technické parametry strojního zařízení odběratele byly adekvátní zpracovávanému výřezu. Zbytečné oddenkové části, či kořenové náběhy ovlivňují tloušťku čela, proto je zapotřebí tyto nepravidelnosti před měřením odstranit.

**Tloušťka výřezu ve vzdálenosti 1 m od čela** je limitující veličinou zejména pro sortimenty, které se při dalším zpracování podélně nerozřezávají. Jedná se především o tyče, tyčky a dolovinu.

**Délka výřezu** je nejkratší vzdálenost čela a čepu, kdy měření je prováděno po povrchu jeho oblé plochy – takto je definována délka skutečná. Z hlediska sortimentace má však rozhodující význam délka jmenovitá, kterou získáme odečtením nadměrku (popřípadě i části záseku) od délky skutečné. Hlavním limitujícím faktorem je minimální přípustná jmenovitá délka, neboť má největší vliv na následné zpracování a možnost vyrobit zamýšlený výrobek. Z uvedeného jasně vyplývá, že délku je zapotřebí měřit přesně, aby nedocházelo ke ztrátám způsobeným přeřazením výřezu do méně finančně ohodnocené skupiny sortimentů.

### **3.1.9.3 Jakost**

Jakostí dříví se rozumí kvalitativní znaky, které ovlivňuje výskyt a rozsah vad. Dle místa výskytu na výřezu mohou být vady na jeho povrchu, či v jeho nitru. Neprojevuje-li se vnitřní vada též na povrchu (čele i čepu výřezu), označujeme ji jako vadu skrytou, která však není ukazatelem jakostního třídění.

Vhodnost výřezu pro zařazení do některého ze sortimentů dříví se řídí dle následujících základních vad dříví:

**Suky** – části větví obrostlé dřevem, které se dále dělí na otevřené (viditelné na povrchu sortimentu), zarostlé (nacházejí se pod povrchem a mohou tvořit bouli), vypadavé (odumřelé suky, které neudrží pevně v okolním dřevě), nezdravé (suky s příznaky hniloby) a zdravé. Velikost suků, jejich kvalita a počet jsou jednou z hlavních charakteristik pro zařazení dříví do jakostních tříd.

**Trhliny** – rozdělení dřeva podél vláken, označujeme dle místa vzniku (boční, čelní, dřeňové, přecházející, nepřecházející, pronikající, odlupčivé) a dále dle způsobu vzniku (mrazové, výsušné a výrobní).

**Vady růstu** – nejčastěji jsou vady růstu způsobeny postavením stromu v porostu, kdy strom nemá ideální prostor pro růst, dále nevhodností druhu dřeviny nebo genetického materiálu pro danou lokalitu, svažítostí, extrémností terénu či exponovaností stanoviště. Vadami růstu jsou: křivost (jednoduchá a složená), točitost, sbíhavost, excentrická dřeň, reakční dřevo (křemenitost, tahové a tlakové dřevo).

**Vady způsobené houbami** – jedná se především o hniloby, které jsou výsledkem působení dřevokazných hub a mikroorganismů. Po napadení dřeva dochází k jeho změknutí, významné ztrátě hmotnosti a pevnosti a často i ke změně textury a barvy. Společně se sukou jde o vadu, která významně ovlivňuje sortimentaci stromů či porostů, neboť zasahuje spodní nejcennější partie kmenů. Druhů hnilob je více, nejčastěji rozlišujeme hniloby měkké a tvrdé. K dalším vadám způsobeným houbami patří hniloba bílá a hnědá, plíseň, pruhovitost, zamodránání, zapaření, či jen změna zbarvení.

**Vady způsobené napadením hmyzem** - dle hloubky požerků (závrty a chodby v kůře nebo ve dřevě) rozlišujeme, zda se jedná o napadení hluboké, které ovlivňuje mechanické vlastnosti dřeva nebo mělké, které nezasahuje do hloubky větší než 3 milimetry. Povrchové napadení proniká maximálně do hloubky jednoho milimetru.

**Ostatní vady** – zde jsou zastoupeny vady způsobené nemocemi nebo jiným mechanickým poškozením, které nelze zařadit mezi výše popsané vady. Jedná se o boule, liziny, nádory, rakovinu, růže, rýhy, smolníky, svalovitost, vnitřní běl, zárost, vytrhaná vlákna a výskyt cizích těles ve dřevě.

### 3.2 Harvestorové technologie

Harvestor je samopojízdný víceoperační stroj, jehož práce spočívá v kácení, odvětvování, rozřezávání a ukládání sortimentů dříví kolmo k vyvážecí lince v jednom cyklu (ULRICH AT AL. 2002). Celkový cyklus je plně mechanizovaný a automatizovaný. Harvestor je vybaven počítačem se softwarem, který řídí funkce stroje a současně navrhuje optimální rozřezání kácených stromů a tím jejich zpeněžení (MZE 2013). Harvestory byly primárně konstruované pro jehličnaté dřeviny skandinávského typu, kde hmotnatost i štíhlostní koeficient je jiný než u dřevin rostoucích v našich podmínkách (ULRICH ET AL. 2002, DVOŘÁK ET AL. 2012). Nicméně dle řady autorů je možné harvestorové technologie využít až na cca 80% z celkové výměry lesů v ČR. Zdaleka tak využití této technologie těžby dříví nebyly vyčerpány (BARTOŠ 2009).

#### 3.2.1 Rozdělení harvestorů

Harvestory můžeme rozdělit podle mnoha charakteristických údajů, jedná se zejména o velikost, hmotnost, výkon motoru, hodinovou a roční výkonnost, dosah ramene, maximální průměr a hmotnatost kácených stromů a další. V tabulce 1 je uvedeno přehledné třídění dle všech základních technických charakteristik.

**Tab. 1:** Podle základních technických charakteristik lze harvestory třídit následovně (ULRICH, NERUDA 2006).

<b>Orientační technická</b>				
<b>data kolových harvestorů</b>	<b>jednotka</b>	<b>malý</b>	<b>střední</b>	<b>velký</b>
Hmotnost	t	8 - 13	13 - 17	17 - 24
Šířka	cm	200 - 250	250 - 270	270 - 310
Dosah ramene výložníku	m	7 - 10	8 – 12,5	8 – 12,5
<b>Optimální hmotnatost stromu</b>	<b>m3/strom</b>	<b>0,10 – 0,30</b>	<b>0,20 – 0,70</b>	<b>0,50 – 1,50</b>
<b>Max. průměr úřezu</b>	<b>mm</b>	<b>550</b>	<b>620</b>	<b>750</b>
Průměrná hod. výkonnost	m3/h	7	9	14
<b>Průměrná roční výkonnost</b>	<b>m3/rok</b>	<b>12400</b>	<b>26000</b>	<b>40000</b>
Výkon motoru	kw	80 - 110	110 - 150	150 - 210
Počet kol	ks	4	6	6

Důležitými údaji pro tuto práci, které jsou uvedeny v tabulce 1, jsou maximální průměr úřezu, optimální hmotnost stromu a průměrná hodinová a roční výkonnost. Dle těchto údajů je zřejmé, že z operačních systémů harvestorů mohou být získány STM data o kmenech různých dimenzí a výčetních tloušťkách přesahujících 70 cm.

### **3.2.2 Nasazení harvestorových technologií v ČR**

Výběr těžební technologie vychází z řady podmínek, které by se daly rozdělit na ekonomické, ekologické a sociální. Otázka ekonomické výhodnosti použité technologie je na prvním místě, neboť se její aplikace musí vyplatit. Nicméně role ekologických a sociálních otázek se s vývojem společnosti dostávají rovněž do popředí (DVOŘÁK ET AL. 2012).

Harvestorové technologie je možno nasadit pouze v oblastech s určitým stupněm lesnatosti a na lesních majetcích dostatečné velikosti, aby jejich využití bylo ekonomické a smysluplné (ULRICH ET AL. 2004). Nasazení harvestorových technologií je dále limitováno zejména stanovištními/terénními podmínkami (únosnost a členitost terénu, podélný a příčný sklon, výskyt překážek), klimatickými podmínkami a zastoupením jehličnatých a listnatých dřevin (SKOUPÝ ET AL. 2011). Pro harvestorové technologie se hodí nejlépe smrkové porosty, u borovicových porostů nastává problém s křivostí kmenů a problematické je rovněž odvětvování silnějších větví. V listnatých porostech se dá harvestor nasadit zejména v bukových porostech nižší věkové třídy s minimem nerovných a rozvětvených stromů. Rozvětvené, vidlicové a křivé stromy je potřeba předem pokácet (ULRICH ET AL. 2002). V listnatých porostech se tak ve větší míře uplatní kombinace strojové a klasické manuální/motomanuální těžby.

S nasazením harvestorových technologií je spojena celá řada potencionálních výhod, které jsou však vázány na splnění řady podmínek. Mezi výhody tak lze zařadit úsporu mzdových nákladů a pracovních sil, využití operačních systémů a sortimentace strojem, rychlou reakci na požadavky odběratele, omezení škod na půdním povrchu a lesních dřevinách, zachování čistoty dřevní hmoty, hygiena práce atd. Naproti tomu s nasazením harvestorové technologie jsou spojeny i určité nevýhody, jako vysoké pořizovací náklady a nákladná údržba a opravy spojené s prostoji strojů, náročná organizace práce, dlouhodobé a nákladné zaškolování operátorů (DVOŘÁK ET AL. 2012).

Samotnou kapitolou je hodnocení vhodnosti nasazení harvestorových technologií z pohledu výkonnosti. K tomuto tématu lze dohledat řadu prací a analýz českých i

zahraničních odborníků např. NERUDA (2003), NERUDA, VALENTA (2004), NURMINEN (2006), JIROUŠEK (2007), DVOŘÁK (2008), SPINELLI (2010), TAJBOŠ, MESSINGEROVÁ (2011), NUUTINEN (2011), KOMÁREK (2013), KOVÁČ (2013)

**Tab. 2:** Zastoupení harvestorových technologií v ČR dle výrobce, úřezu hlavice a roku výroby strojů ( Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR za rok 2013).

**Tabulka 9.6.1.**  
**Harvestory podle velikosti a roku výroby k 31. 12. 2013**  
*Harvesters by size and year of manufacturing*

Výrobce Manufacturer	Počet celkem Total	z toho dle úřezu k. hlavice by cutting diameter				z toho dle roku výroby by year of manufacturing				Podíl na trhu Market share (%)
		do 55 cm	do 62 cm	do 72 cm	do 75 cm	až 1995	1996-1999	2000-2009	2010-2013	
John Deere	185	43	64	61	17	15	31	131	8	45,3
Rottne	88	47	28	0	13	0	3	78	7	21,6
Komatsu	45	14	8	21	2	0	8	35	2	11
Ponsee	40	5	0	9	26	4	5	30	1	9,8
Logset	6	0	4	2	0	0	0	6	0	1,5
HSM	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0,2
Sampo	20	20	0	0	0	0	0	12	8	4,9
Gremo	3	2	1	0	0	0	1	2	0	0,7
SP-Maskiner	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0,5
Caterp./EcoLog	2	1	1	0	0	0	0	2	0	0,5
Nokka	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0,2
Vimek 404	10	10	0	0	0	0	0	5	5	2,5
UTC 10-67	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0,2
Entracon	4	4	0	0	0	0	0	2	2	1
<b>Kolové/Wheeled Celkem/Total</b>	<b>408</b>	<b>151</b>	<b>106</b>	<b>93</b>	<b>58</b>	<b>21</b>	<b>50</b>	<b>303</b>	<b>34</b>	<b>100</b>
Kaiser	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
Menzi Muck	3	3	0	0	0	0	0	3	0	
MHT Linz	19	18	1	0	0	0	5	14	0	
Königs Tiger	1	1	0	0	0	0	0	1	0	
<b>Pásové/Beltd Celkem/Total</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	
Procesor Hypro	3	3	0	0	0	0	0	3	0	

Framen: LDF MENDELU  
 Source: Mendel University Brno

Z uvedené tabulky č. 2 lze vyčíst několik skutečností. V roce 2013 bylo v České republice v provozu celkem 408 kolových těžebních strojů a 24 pásových.. Dominantní postavení na trhu mezi výrobci kolových těžebních strojů má John Deere s počtem 185 strojů, dále následují Rottne 88, Komatsu 45 a Ponsee se 40 stroji. Dle roku výroby je zřejmé, že necelých 75% z celkového počtu strojů bylo vyrobeno po roce 2000 a pouze 21 strojů je již na hranici životnosti. Další neméně významnou skutečností je, že 151 harvestorů je vybaveno kácecí hlavici s úřezem do 55 cm, což je předpokladem pro jejich nasazení v probírkových porostech. S úřezem do 75 cm bylo v roce 2013 vybaveno 58 harvestorů. Dle těchto údajů lze dovozovat, že je možné získat STM data



z harvestorů a tím kmenové profily kácených dřevin ve většině potřebných průměrů (DBH dle sortimentačních tabulek).

Se vzrůstající cenou pracovní síly lze očekávat další rozvoj a zvyšování podílu harvestorových technologií při výrobě dříví (PŘÍHODA 2008). Růst podílu zpracovaného dříví harvestory lze předpokládat i v kontextu s úbytkem kvalifikovaných pracovních sil, které jsou využívány při motomanuální technologii.

### 3.2.3 Zastoupení technologií těžby dřeva

**Tab. 3:** Zastoupení těžebních technologií v m<sup>3</sup> dle Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR za rok 2013.

**Tabulka 9.6.3**  
Zastoupení těžebních technologií v tis. m<sup>3</sup>  
Structure of logging technologies (1 000 m<sup>3</sup>)

Subjekty Entities	Harvestorové technologie Harvester technology	Kmenové technologie Stem technology	Těžba Felling	% sortiment % of log assortment	Štěpkování Wood chipping	Soustředování lanovkou Skyline forwarding
Státní lesy v ČR včetně škol State forests	3 159	6 222	9 381	34	1 400	65
Obecní lesy Municipal forests	515	1 835	2 350	22	160	14
Soukromé lesy Private forests	1 043	2 557	3 600	29	240	41
Celkem Total	4 717	10 614	15 331	31	1 800	120

**Pramen:** LDF MENDELU  
**Source:** Mendel University Brno

V roce 2013 byla v České republice provedena těžba v objemu 15.331tis. m<sup>3</sup> dříví, z toho 4.717tis. m<sup>3</sup> bylo vytěženo harvestorovou technologií a 10.614tis. m<sup>3</sup> klasickou kmenovou technologií. Z hlediska procentuálního zastoupení bylo tedy přes 30% z celkového množství vytěženo harvestory. Pro srovnání zde uvádím, že v roce 2004 to bylo 15,4% a v roce 2002 pouze 6,8%. Dle informací uvedených ve Zprávě o stavu lesa a lesního hospodářství v ČR (2013) umožňují terénní a přírodní podmínky České republiky do budoucna harvestorovými technologiemi zpracovávat přes 80 % těžeb. Autor DVOŘÁK (2012) to dále rozvádí a konstatuje, že lze harvestorové technologie v ČR využít zhruba na 2,02 mil. ha a k dispozici je cca 572 mil. m<sup>3</sup> zásob dříví.

### 3.2.4 Použitelnost dat z harvestorů

V průběhu kácení a zpracovávání kmenů dochází k detailnímu proměření kmene s využitím měřicích zařízení uložených v harvestorové hlavici. Proces samotného kácení začíná přiložením hlavice ve vertikální poloze na patu stromu. Poté je strom uchopen uzavřením odvětvovacích nožů, odříznut pilou a vychýlen do požadovaného směru pádu. V horizontální poloze je pomocí podávacích válců protažen odvětvovacími noži a rozřezán do požadovaných sortimentů. Aby konečné sortimenty splňovaly požadované parametry, je v průběhu posunu hlavice po kmenu prováděno jeho měření (ULRICH ET AL. 2002, NERUDA 2008, DVOŘÁK ET AL. 2012).

K zjištění délek se běžně používá měřicí kolečko, které je umístěno v kácecí hlavici harvestoru.. Kolečko je vybaveno ostrými hroty a je přitlačováno na povrch kmene. Při posunu kmene dochází k jeho otáčení a předání impulsu počítači. Některé harvestory nejsou vybaveny měřicím kolečkem, ale měření je prováděno přímo posunovacími válci (MAKKONEN 2001).

Měření průměrů je založeno na jiném principu než měření délky. Tloušťku kmene zaznamenávají jeden nebo dva potenciometry, případně impulsometry, které jsou připojeny na odvětvovací nože a určují úhel jejich otevření. U některých typů strojů jsou senzory umístěny rovnou na posunovacích válcích. Tloušťka je měřena po jednom centimetru délky a vyhodnocena v deseti centimetrových intervalech (ANDERSON, DYSON 2002, MAKKONEN 2001).

Ve Švédsku funguje nezávislá organizace SDC (Skog Data Centre), do které operátoři vždy po směně posílají data z harvestorů. Jedná se především o produkční data, data o jednotlivých výřezech/kmenech a informace o kalibracích. V SDC jsou data dále zpracovávána a při zjištění významnějších odchylek od normálu je operátor upozorněn na nutnost přezkoušení měřicího a řídicího systému (PRIDLLE, 2005). Takováto instituce, která by v reálném čase dohlížela na správnost měření dříví a která by zároveň řešila případné spory související s dodávaným, resp. odebíraným množstvím dříví, bohužel v České republice chybí.

Autoři RASINMAKY a MELKAS (2004) se zabývají použitelností dat z harvestorů při odhadu skladby a zásoby porostů. Jejich metoda se zakládá na simulaci individuálního porostu podle zjištěných dat z harvestorů z okolí, rozříděných do tloušťkových tříd podle výčetní tloušťky (DBH – diameter at breast height). Pro dosažení přesnějších výsledků kombinují dále tyto simulace se satelitními snímky.

Pro účely sortimentace a tvorbu kmenových profilů jsou vhodná STM data, ve kterých je zaznamenán tvar jednotlivých kmenů – průměr každých deset centimetrů délky kmene. Dalšími použitelnými daty pro tento účel jsou PRD a ATP soubory, které dále specifikují jednotlivé kmeny/výřezy a rovněž celé porosty. Tyto data jsou sbírána výrobně-evidenčním softwarem, který komunikuje s měřicími senzory a stará o zaznamenávání a zpracování výrobních dat.

Výrobně-evidenční software zaznamenává a zpracovává například tato data: registruje pracovní plochu (porost), délku pracovní doby, registruje rozměry kmenů a druh dřeviny, navrhuje optimální sortimentaci kmene dle zadaného algoritmu, ukládá počty pokácených stromů a počítá jejich objem, ukládá počty vyrobených sortimentů a rovněž počítá jejich obhem, ukládá profil kmene těženého stromu a umožňuje elektronický přenos dat, případně jejich přímý tisk (DVOŘÁK ET AL. 2012).

Přehled nejběžnějších softwarových produktů, se kterými se můžeme u strojů v ČR setkat je přehledně uveden v tabulce 4.

**Tab. 4 :** Nejběžnější softwarové produkty výrobců s největším zastoupením v ČR (DVOŘÁK ET. AL 2012)

Výrobce	Výrobně-plánovací software	Výrobně-evidenční software - harvester	Výrobně-evidenční software - vyvážecí traktor
JohnDeere	TimberCenter TimberNavi TimberCalc SilviA TimberOffice	TimberMatic	TimberMatic
Komatsu	MaxiA MaxiB MaxiC MaxiD MaxiS MaxiN MaxiP	MaxiExplorer	MaxiForwarder
Ponsse	OptiGIS Office OptiEditor OptiSimu OptiStem OptiPlanner OptiComm OptiReport OptiAnalysis OptiLogi Office	Opti4G OptiPlan Viewer OptiMap Harvester	OptiControl OptiForwarder OptiMap Forwarder OptiTime Control LoadOptimizer
Rottne	nenabízí, ale využívá programové podpory výrobce DASA	Rottne D5	Rottne D5

Dasa	Optimization Builder Production Report File Transfer Assortment Builder Project Shell Priority Builder Instruction Compiler Operation Monitor Operation Report Forwarder Volume GeoInfo	Dasa 4 Dasa 5	Dasa 4 Dasa 5
Motomit		Motomit IT/PC	Motomit IT/PC

### 3.2.5 Přesnost měření harvestory

Moderní harvestory a procesory jsou běžně vybaveny počítačem napojeným na senzory měřící délku a tloušťku, které poskytují operátorovi nepřetržitý aktuální tok dat o zpracovávaných kmenech a usnadňují tak rozhodnutí o správném sortimentování (SONDEL ET AL. 2002).

Při těžbě harvestorem nelze protáhnout hlavicí celý kmen naráz, proto počítač pracuje na principu postupné sortimentace, kdy jedna část kmene je změřena a pro druhou část je vypočten pravděpodobný tvar kmene (ULRICH ET AL. 2002).

Podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR (2008) by měla být taktéž možností přejímky podle dat zjištěných měřícím a řídicím systémem stroje o zpracovávaných výřezech. Přesnost měření délek harvestorem lze s rezervou očekávat v pásmu +/- 2 cm od strojem zobrazené délky. Většina nepřesností je dána mechanickým přenosem pohybu z kmene na měřící kolečko vlivem mízy či křivosti kmenu. Pro každý druh dřeviny je nutné stanovit počet impulsů na délku samostatně. U Lesů ČR, s.p. není přípustné, aby harvestor vyráběl výřezy delší o více než 6 cm a nebo o více než 2 cm kratší než je dohodnutý nadměrek. Tyto hodnoty vychází z předpokládané přesnosti měření +/- 2 cm + velikost řezacího okna (3 až 4 cm). Řezací okno je délkový úsek kmene, ve kterém je povolené jeho zkrácení (FIŠER 2013).

Nepřesnost měření délek může vzniknout v důsledku změny přírodních podmínek, poškození hlavice, nedostatečnou kalibrací či opotřebením zubů měřícího kolečka. V době mízy může docházet ke stržení a posunu kůry po kmenu a tím ke zkreslení výsledné délky. Takto vzniklým nepřesnostem můžeme předejít nainstalováním širšího kolečka, případně nainstalováním dvou koleček vedle sebe. Úpravy měřících koleček jsou možné i pro specifické vlastnosti zpracovávaných dřevin, kterými může být tlustá a mezernatá borka. Dále mají na přesnost vliv vibrace a otřesy vznikající při protahování

kmene podávacími válci a rovněž abnormality tvaru kmene a jeho povrch, zejména hrubost kůry, boulovitost, větevnatost. Ve výčtu možných příčin nesmíme samozřejmě opomenout i dovednost a zkušenost operátora (MAKKONEN, 2001, MOLLER ET AL., 2002, NERUDA 2008).

Podle provedených měření vykazovaly harvestory Timberjack, Valmet, Ponsee, Skogsjan přesnost, která se lišila od svérkových hodnot (k měření bylo použito elektronické svěrky) jen o 4 mm, a to u 70 – 75 % počtu výřezů (ULRICH ET AL. 2002).

Z tabulky 5 na následující straně je zřejmé, že pokud je měřicí systém harvestoru dobře zkalibrován, tak pracuje spolehlivě a přesnost měření je pro konstrukci kmenových profilů zcela vyhovující.

**Tab. 5:** Maximální dovolené odchylky od ručního měření, Maximum allowable deviations from hand measuring ( KWF, Zkušební směrnice, DIETZ H., HAUCK B., 1997 ET ULRICH R., SCHLAGHAMERSKÝ A., ŠTOREK V. 2002).

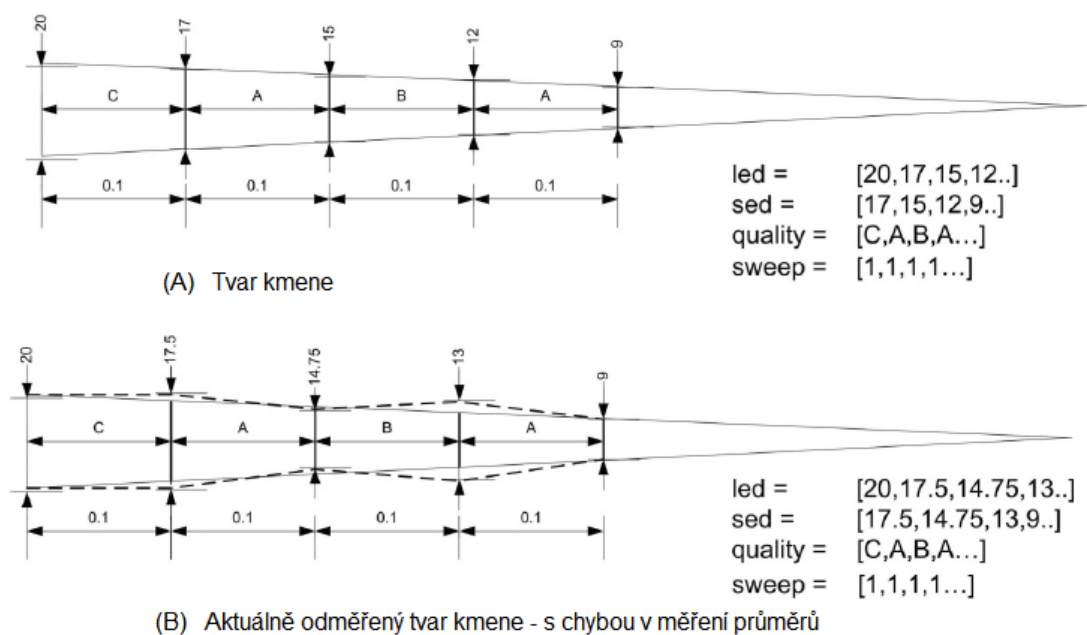
<b>Přesnost měření systému</b>	<b>Ověření měření z praxe</b>
délka +/-, avšak ne méně, jak 5 cm pro jednotlivá měření	95 % zpracovaných kusů musí obsahovat požadovanou délku
průměr +/- 2.5 mm pro aritm. průměr z 10 jednotlivých měření a +/- 1 cm pro jednotlivou hodnotu	95 % zpracovaných kusů musí mít požadovaný průměr na čepu
objem	pro těžební místo a sortiment +/- 4 %

Ovšem ne všichni autoři se dívají na měření harvestorem optimisticky. SORIN CHIORESCU ve své disertační práci (2003) zmiňuje nedostatky a místy značné nepřesnosti v měření, které se podílejí na celkovém zhodnocení kmene. Tato práce se soustředila na přesnosti měření napříč celým spektrem zpracovatelského řetězce a hned v úvodu se zabírá problémy s přesností měření harvestorů, neboť se jedná o první data o kmenech, jejichž přesnost má vliv na další zpracování.

Cílem kalibrace, jak na harvestorech, tak i měřicích dopravnících u odběratelů, má být odstranění systematických chyb měření. Pokud je kalibrace provedena správně, tak lze dosáhnout snížení rizika velkého nadměrku, kde každý centimetr nadměrku navíc znamená 0,2 až 0,25 % ztráty na hodnotě dříví (ULRICH ET AL. 2004). Kolektiv autorů

(ULRICH ET AL. 2004) dále uvádí, že při přejímce dříví se nelze bez kontroly spoléhat na výstupy jakkoliv přesného zařízení, které pracuje v režii smluvního partnera.

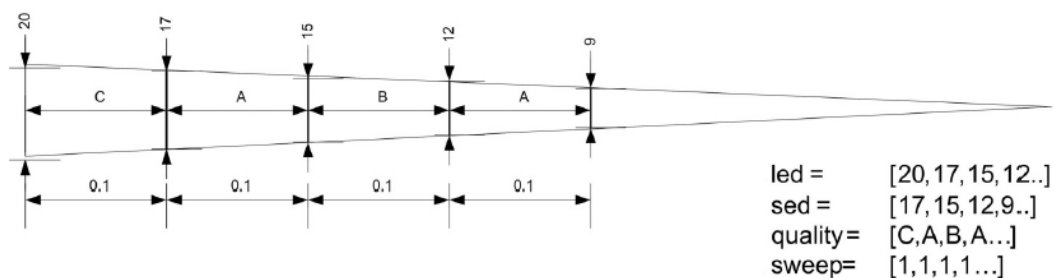
Podle autorů HAMISH, MARSHALL, MURPHY, BOSTON (2006) je průměrná ztráta na výtěžnosti při použití mechanizovaného kácení 18% z potenciálního zisku oproti 11% při motomanuálním zpracování. Uvádějí, že jedním z potenciálních důvodů tohoto nižšího zpeněžení je úroveň měřících systémů. Výsledky simulačního modelu ukázaly, že ztráta kvůli nepřesnému měření se pohybuje mezi třemi a dvaceti třemi procenty. Nejvyšší ztráty zaznamenali autoři při podměrování průměrů i délek, neboť původně zamýšlené výřezy musely být přeřazeny do nižší třídy sortimentů.



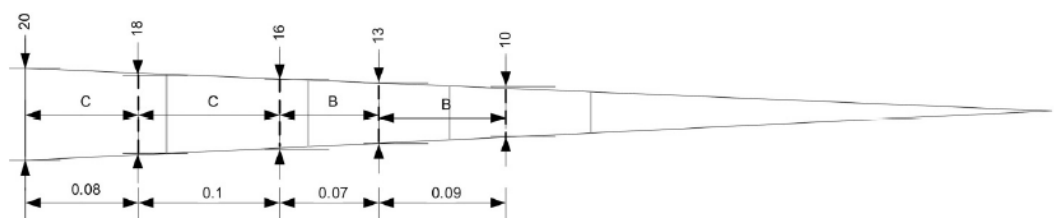
**Obr. 6:** Příklad ovlivnění sortimentace harvestorem chybným změřením průměrů (MARSHALL, MURPHY, BOSTON, 2006).

*Vysvětlivky k anglickým výrazům v obrázku 6 a 7.*

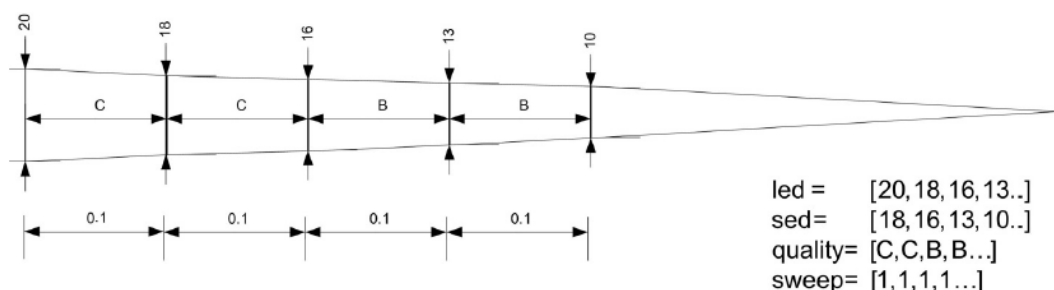
- led ( large end diameter) – širší konec výřezu ( tloušťka čela)
- sed ( small end diameter) – užší konec výřezu ( čepová tloušťka)
- quality – kvalita výřezu dle rozměrů a vad
- sweep - křivost



(A) Tvar kmene



(B) Aktuální měření tvaru kmene



(C) Tvar kmene zjištěný měřícím systémem

**Obr. 7:** Příklad ovlivnění sortimentace harvestorem chybným změřením délek (MARSHALL, MURPHY, BOSTON, 2006).

### 3.2.6 Kalibrace měřícího a řídicího systému

Kalibrace měřícího systému ovlivňuje přesnost měření délek a tloušťek, ze kterých jsou vypočteny objemy vyrobených sortimentů. Kalibrací se nastaví měřící zařízení harvestoru na základě ověřovacího měření tak, aby bylo dosaženo nejvyšší přesnosti. Při kalibraci je výhodné použití elektronické průměrky z důvodů minimalizace časové ztráty a možnosti přenosu uložených dat do řídicího systému (ULRICH, SCHLAGHAMERSKÝ, ŠTOREK 2002).

Kalibrace tloušťky a délky je nezbytné provádět pro každou dřevinu z důvodů rozdílnosti jejich vlastností. Dále by se měla provádět při nasazení stroje do nových výrobních podmínek, uvádění nové těžební hlavice do provozu, výrazné změně počasí, opravách a odstranění mechanických poškození, které by mohly kalibraci ovlivnit

(MALÍK, DVOŘÁK 2007). Dle pokynu výrobně technického ředitele Lesů ČR, s.p. ohledně měření a příjmu dříví (2013) se kontrolní měření musí provádět vždy při zahájení prací na daném revíru, a to přeměření délek, průměrů a objemů u minimálně sedmi těžných stromů. Dále by měl zadavatel prací provádět namátkové kontrolní měření v nepravidelných intervalech a ve stejném rozsahu jako při zahájení prací. Okrajové, nepravidelné či jinak extrémní stromy by měly být z kontrolního měření vyloučeny, neboť mohou zkreslit výsledek kalibrace. V každém těžném porostu se doporučuje proměřit alespoň jeden strom od každé dřeviny.

Programový modul má dva kalibrační komponenty. Jeden je určen pro kalibraci délky a druhý pro kalibraci průměru.

Kalibrací délky se rozumí, že provedeme průběžné měření délek klád, porovnáme zjištěné hodnoty s délkami indikovanými počítačem a zadáme veškeré rozdíly do diagramu délek. K měření délek je třeba použít přesné pásmo, dělené na centimetry.

Při kalibraci průměru se provede měření horních průměrů klád, porovnání zjištěných hodnot s průměry indikovanými počítačem a rozdíly se zadají do diagramu průměrů. K měření průměrů je použito výše zmiňované elektronické průměrky.

Po nashromáždění dostatečného počtu hodnot délek i průměrů se provede vyhodnocení. Na základě rozdílu hodnot mezi ručním měřením a systémem je zkontrolována celková přesnost měření. Zjištěná případná nepřesnost se kalibrací opraví (DASA 2015).

### **3.2.7 Sortimentace prováděná harvestorem**

#### **3.2.7.1 Sortimentace podle výtěžnosti (Bucking to value)**

Sortimentace dříví podle výtěžnosti znamená, že počítač na základě vzájemného porovnání několika naprogramovaných cenových matic vybere nejvhodnější délku výřezu, při které se dosahuje maximální výtěžnosti. Při výběru délky prvního výřezu počítač bere v úvahu i hodnotu výřezu následujícího (UUSITALO ET AL. 2002).

Základem pro vyhodnocování je počítačem zpracovaná prognóza sbíhavosti kmene za pomoci dvou hodnot naměřených na čele výřezu. Po posuvu kmene vpřed a zjištění dalších průměrů je vždy prognóza aktualizována. Při zjištění větší odchylky je prognóza přepracována (DASA 2015).

Pro dosažení vysoké míry přesnosti je použit adaptivní prognostický model, což znamená, že jsou počítačem vytvořeny standardní prognózy pro více průměrových tříd.



Takto zpracované prognózy kmenů jsou vytvořeny za použití střední hodnoty kmenů, se kterými bylo manipulováno naposledy. Používáním prognózy kmenů vytvářené na základě údajů z právě probíhajícího kácení se dosahuje těsné shody mezi prognózami a naměřenými průměry. Standardní kmenové profily jsou průběžně aktualizovány, neboť stávající prognózy v několika průměrových třídách jsou nahrazovány novými. Tato schopnost řídicího a měřicího systému umožňuje rychlé provádění kompenzace, je-li jí zapotřebí (DASA 2015).

Důležitým údajem značně ovlivňujícím sortimentaci podle výtěžnosti je správné posouzení hodnot vymezujících jednotlivé jakostní třídy. Systém je založen na platných cenících pro různé stupně jakosti, proto závisí na správném posouzení jakosti operátorem.

### **3.2.7.2 Sortimentace podle zakázky (Bucking to order)**

Sortimentace dříví podle zakázky funguje společně se sortimentací podle výtěžnosti a je prováděna na základě délek a průměrů uvedených v požadavku. Do naprogramování matrice jsou zahrnuty nejen rozměry požadovaných výřezů, ale rovněž může být nastaven i jejich maximální počet.

Pro každý kmen je počítačem provedeno normální posouzení sortimentace podle výtěžnosti. Poté je vybrána nejvýhodnější cenová matrice a délka. Kromě jedné nejvýhodnější délky je vybráno ještě několik dalších, ležících v rámci maximální cenové odchylky. Počítač poté může provést kontrolu, zda se mezi přípustnými délkami nenachází takové, které byly zadány dle sortimentace podle zakázky. Pokud existuje více takových délek, je vybrána ta, u které je největší rozdíl mezi požadovaným počtem a již nařezanými délkami. Pokud není vybrána žádná z přípustných délek, přistoupí se k sortimentaci dle maximální výtěžnosti (UUSITALO ET AL. 2002).

### **3.2.7.3 Matrice**

Matrice jsou nejdůležitější součástí instrukcí pro sortimentaci dříví. Každé rozmezí sortimentu v rámci druhu dřeviny má svou matici (DASA 2015) a využívají se pro optimalizaci hmoty kmene (RUSNÁKOVÁ, DVOŘÁK 2007).

Cenová matrice je uzpůsobena ke kombinaci cen pro jednotlivé délky a průměry výřezů. Matrice požadavků je uzpůsobena sortimentaci podle zakázky pro výrobu správného druhu sortimentu dle zadaného požadavku. Matrice omezení pak umožňuje

omezit počty výřezů v různých třídách průměrů. Matrice barev rozhoduje, které délkové či průměrové třídy mají být značeny barvou.

### **3.2.8 StandForD – Standard for Forest machine Data and Communication**

StandForD je systém (datový formát), který slouží k unifikaci komunikace, záznamu, přenosu a ukládání dat v operačních systémech strojů (palubních počítačů) různých výrobců. Do vývoje tohoto systému jsou zapojeni významní výrobci lesní techniky, výrobci řídicích a měřicích systémů a rovněž zástupci větších dřevozpracujících společností.

V polovině osmdesátých let byl představen první měřicí a řídicí systém instalovaný přímo do harvestoru a sloužil jako podpora pro sortimentaci a zaznamenávání údajů jak o zpracované dřevní hmotě, tak o výkonnosti stroje. Skogforsk a lesnické společnosti záhy rozpoznali nutnost unifikace dat produkovaných těmito systémy. V roce 1987 byl odsouhlasen standard v podobě StandForDu a během devadesátých let byl dále vyvíjen a zdokonalován.

Dnešní podoba StandForDu je užívána v několika zemích a tvoří de-facto standard v Evropě, ačkoli nemá žádný oficiální status.

Největšího významu tento standard nabyl s rozšířením bezdrátového internetu, který umožňuje bezdrátový přenos dat z operačních a řídicích systémů harvestorů a tento standard umožňuje jejich snadné roztřídění a následné zpracování.

Odpovědnost za další vývoj a podporu, za zpracování a posouzení všech připomínek ke standardu nese Skogforsk (lesnický výzkumný ústav v Uppsale, Švédsko), který dvakrát do roka pořádá setkání všech zástupců zainteresovaných společností s cílem stávající standard upravit a vylepšit, aby byl stále aktuální a vyhovující.

V roce 2006 bylo v rámci jednání všech zainteresovaných subjektů rozhodnuto, že z důvodu rozsáhlosti a nepřehlednosti původního datového formátu bude vytvořen formát nový. V roce 2008 získává nový formát reálné obrysy a je označen názvem StanForD 2010. Pod tímto názvem byl na jaře roku 2011 schválen, čímž nahradil standard původní.

**Výčet sedmnácti základních souborů**, které bylo potřeba standardizovat za účelem snížení nákladů na vývoj a udržování systémů, pro širší a otevřenější trh s lesními produkty a pro možnosti užívání těchto dat různými subjekty (PRIDDLE 2005), je následující:

CMB	Kombinace některých typů souborů, př.: STM a PRD
APT	Druhová instrukce zahrnující cenu, matice rozložení nejvýhodnějších druhů sortimentů sloužící k maximalizaci zisku z každého kmene, limitující faktory, barevné označování sortimentů sloužící k jejich pozdější identifikaci
PRD	Produkční soubor – informace o sortimentech a jejich objemu
TID	Podrobné informace o času efektivním, neefektivním, ostatním
OAI	Detaily o poloze v porostu
DRF	Informace o časech jednotlivých operací
CAL	Kalibrace délky a průměrů
MAS	Variabilní faktory stroje, např.: tlak podávacích válců a sevření nožů, podávací rychlost atd. – pro každého operátora je možno nastavit specifické parametry
AVS	Instrukce pro sortimentaci
REP	Informace o opravách
PRI	Nezávislé soubory dat, které se dají kombinovat
STM	Detaily o jednotlivých kácených stromech – délka a průměry každých deset centimetrů
STI	Soubor sloužící pro usnadnění identifikace kontrolních kmenů s použitím digitální průměrky
KTR	Kontrolní měření odeslané z digitální průměrky do měřicího a řídicího systému k vyhodnocení kalibrace
PSU	Shrnutí produkčních souborů
HKS	Produkční proměnné v systému (pro Německo)
INV	Soupis proměnných – výčetní tloušťka, výška, atd.
GHD	GIS/GPS údaje
PRL	Soubor určený pro forwardéry – informace o druhu dřeviny, hmotnosti, objemu výřezů a informace pro jejich přepravu

### 3.3 Popis softwarů použitých pro čtení dat z harvestorů

#### 3.3.1 Silvi A – produkt Švédské firmy CC-SYSTEMS ([www.cc-systems.com](http://www.cc-systems.com))

SilviA je vysoce moderní administrativní komerční program použitelný při většině plánovacích, kontrolních či vyhodnocovacích procesů týkajících se harvestorů. Tento program byl vyvíjen ve spolupráci významných výrobců harvestorů (Ponsse, Rottne, John Deere a Valmet) s ohledem na požadavky a potřeby koncových uživatelů.

Software SilviA je určený převážně pro skandinávské země a Kanadu, kde je více než 95% porostů těženo strojně. Program je dostupný ve třech verzích a je v anglickém, švédském, finském, francouzském a německém jazyce. Jednotlivé verze se liší počtem možných aplikací. Při problémech s aplikacemi je možné využít online podpory výrobce.

Program SilviA LITE – nejjednodušší verze, určená pro základní potřeby druhování.

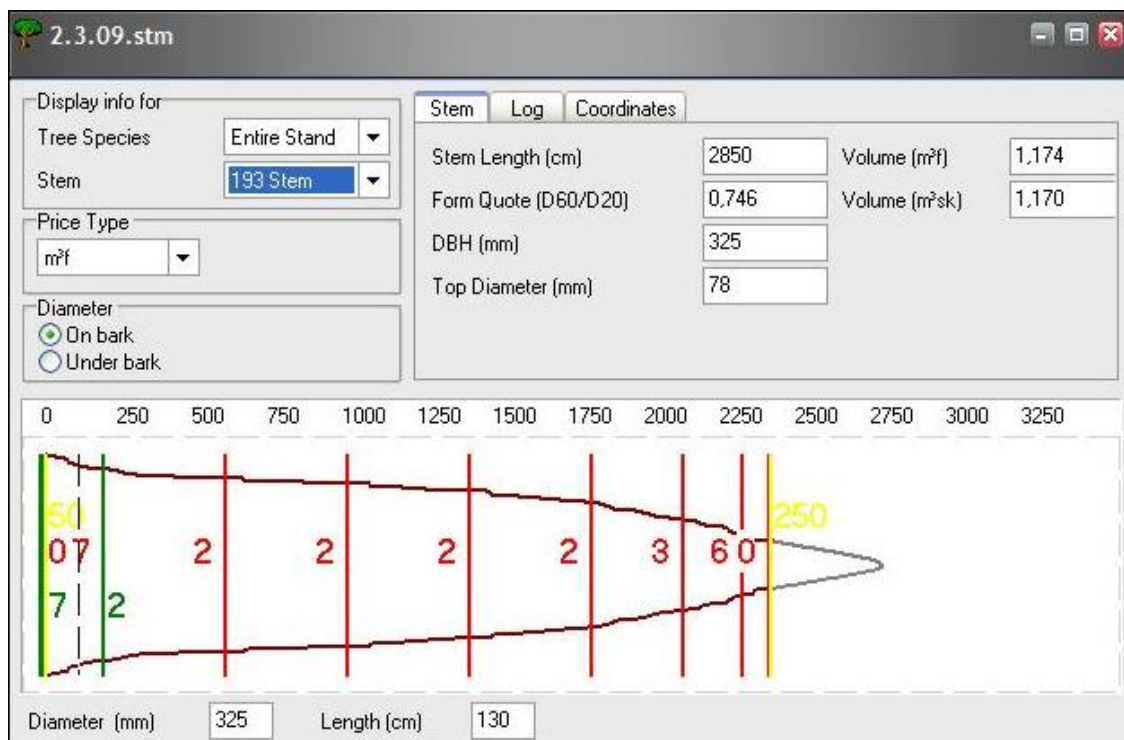
SilviA STANDARD – normální verze pro kontrolu harvestorů, obsahující navíc možnost zasahovat do druhovacích instrukcí, zabývá se podrobněji kontrolou kalibrace a umožňuje čtení STM files (data o jednotlivých kmenech, resp. výřezech)

Program SilviA SIM je komplexní verzí umožňující oproti výše zmiňovaným simulace holosečí nebo probírek přímo z počítače v kanceláři, výborný prostředek pro většinu analýz, obchodování se dřevem a konstrukci ceníků dřeva dle rozměrů (Pricelist). O tuto verzi je poslední dobou velký zájem na pilách ve Skandinávii a detailněji je popsána níže.

Pro zpracování dat mi byla švédskou firmou WMDData zapůjčena plná verze programu SilviA SIM. Jmenovaná firma tento software obchoduje místo firmy CC-SYSTEMS, která tento produkt vyvinula.

Program SilviA SIM nemá žádné speciální požadavky na operační systém a hardwarové vybavení a je tedy použitelný na běžně dostupném počítači.

Programy pracující s daty z harvestorů či forwardérů různých výrobců využívají jednotného systému komunikace StandForD - Standard for Forestry Data and Communication (MAKKONEN 2002).



**Obr. 8:** Ukázka znázornění průběhu kmenového profilu v aplikaci SilviA.

Na obrázku 8 je znázorněn kmenový profil, který je rozčleněn do sortimentů dle provedené sortimentace při těžbě. Jedná se o 193. kmen v těžném porostu s celkovou délkou 28,5 metrů, výčetní tloušťkou 32,5 centimetrů a objemem 1,17 metrů krychlových. Z obrázku je dále zřejmé, že celý kmen byl protažen hlavicí až do čepového průměru 7,8 centimetrů, délka kmenu po tuto čepovou tloušťku je tedy 24,8 metrů. Celková délka je dopočítána dle matematicko-statistického modelu.

### Hlavní aplikace programu SilviA SIM:

**Druhování** – v programu se dají jednoduše nastavit či pozměnit druhovalí instrukce, které jsou přednastaveny ve vzorových šablonách. Dále je možné zvolit jeden ze dvou hlavních systémů druhovalí, a to sortimentaci podle maximální ceny výřezu nebo podle poptávky. Simulace sortimentace porostu s rozdělením a počtem jednotlivých sortimentů včetně vlákniny a tyčí napomáhá při logistice a dalším zpracování.

**Sledování produkce** – software nabízí rychlý a hlavně flexibilní nástroj, jak sledovat a vyhodnocovat většinu statistických dat. Program nepřetržitě poskytuje kompletní informace o probíhající práci, o částech které již byly provedeny a které ještě

zbývají. Statistická data o výrezích jako jejich seznam, přehled sortimentů, rozložení délek a průměrů je zpracováno do přehledných grafů a tabulek.

**Informace o stanovišti** – pokud operační systém harvestoru ukládá data o jednotlivých kmenech v průběhu jejich zpracování, tak s pomocí programu SilviA se mohou analyzovat a dále zpracovávat. S těmito daty nejčastěji přichází do styku majitel lesa, vedoucí výroby, plánovač těžebního zásahu, operátor a zprostředkovatel prodeje. Kromě informací o každém vytěženém kmeni (délka a průměr každých deset centimetrů) je možné zaznamenávat a posuzovat kvalitu, přesnost měření a speciální důvody pro těžební zásah.

**Kalibrace měřicího systému** – je to jedna z nejzásadnějších operací, která musí být u strojů prováděna jak pravidelně (v každém porostu), tak nahodile (kdykoli má operátor potřebu měření překontrolovat). Program SilviA je jednou z mnoha možností jak přesnost měření sledovat a při zjištění nepřesností poskytne návod, jak by stroj měl být správně kalibrován.

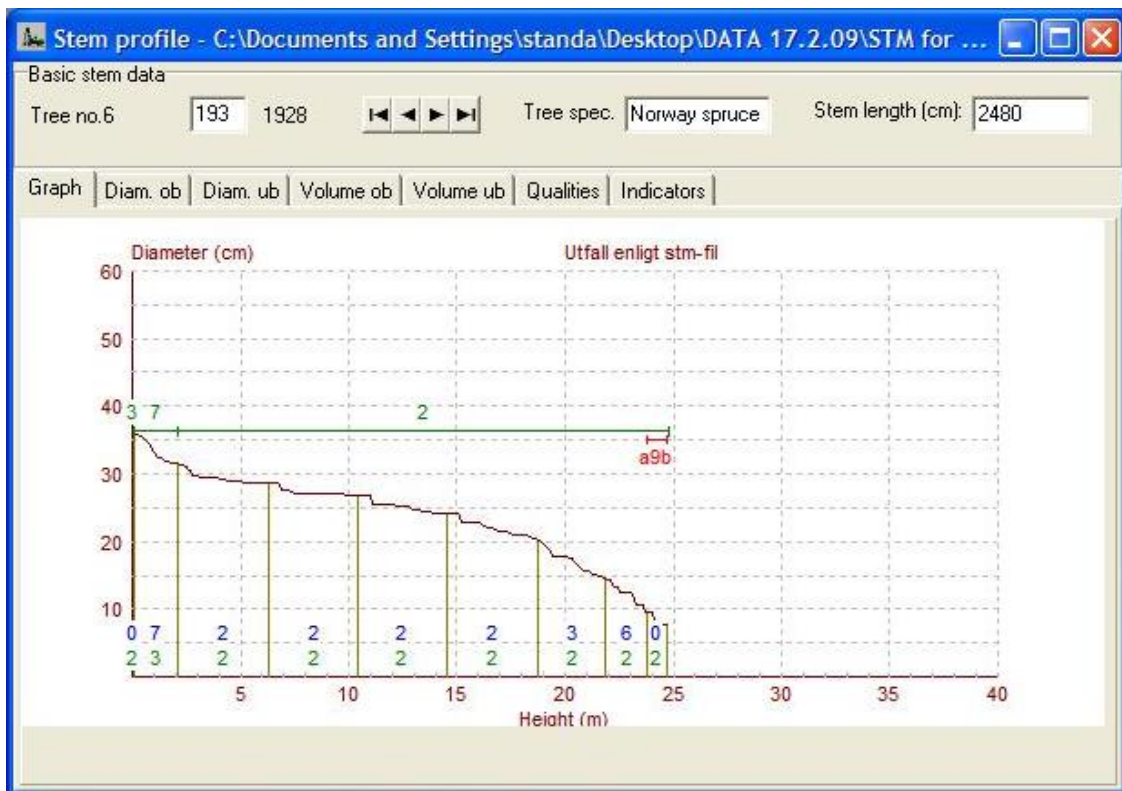
**Přehled o provozu a opravách** – po zadání potřebných dat je software schopen vyhodnotit jak stroj pracuje, dobu běhu motoru, pohyb stroje, efektivní a neefektivní čas, neočekávané výpadky a opravy.

### 3.3.2 Program TimAn (Timber Analysis, [www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se))

Druhým softwarem použitým při vyhodnocování dat z harvestorů je program TimAn, který byl vytvořen Švédským výzkumným lesnickým institutem v Uppsale (SKOGFORSK, [www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se)). Kombinace použití programů TimAn a SilviA je pro zpracování této disertační práce velmi důležitá, neboť každý z programů v sobě obsahuje vlastní klíčové funkce, které ten druhý nemá a pouze kombinací těchto funkcí se dalo dosáhnout požadovaného zpracování dat.

Program TimAn je z velké části ve švédštině a je pouze částečně přeložen do angličtiny. Tato nevýhoda značně omezuje jeho využití mimo Švédsko. Pro používání tohoto softwaru bylo nezbytné navštívit institut v Uppsale a požádat o zaškolení, neboť neexistuje manuál k používání v jiném než švédském jazyce.

Oba výše uvedené programy mají spoustu shodných funkcí, ale TimAn je vhodnější pro „čisté“ čtení dat o jednotlivých kmenech (STM files) a hlavně je u něho snazší přenositelnost těchto dat do Excelu, ve kterém budou následně data zpracována.



**Obř. 9:** Ukázka znázornění kmenového profilu v aplikaci TimAn.

Stem profile - C:\Documents and Settings\standa\Desktop\DATA 17.2.09\STM for ...

Basic stem data  
 Tree no.6: 193 1928 Tree spec.: Norway spruce Stem length (cm): 2480

Graph | Diam. ob | Diam. ub | Volume ob | Volume ub | Qualities | Indicators

m\dm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	363	361	359	357	355	353	351	349	343	336	331	328	325	323	321	319	318	318	317	316
2	315	315	313	312	311	311	306	306	298	298	297	296	294	294	294	294	294	294	294	294
4	293	293	293	292	290	289	289	289	289	289	289	287	287	287	287	287	287	287	287	287
6	287	287	287	287	287	287	287	286	283	276	276	276	275	274	273	272	272	272	272	272
8	272	272	272	272	272	272	272	272	272	271	271	271	271	271	271	271	271	270	269	269
10	269	268	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	256	256	256	256	255	255	255	255
12	255	255	253	253	252	251	251	251	251	248	247	247	247	246	245	245	245	244	243	242
14	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	239	227	227	227	227	227	227	227	227
16	227	226	224	223	221	221	221	219	219	216	214	214	214	214	213	213	211	210	209	209
18	209	209	209	207	206	204	204	203	201	199	196	194	190	186	179	179	179	179	179	179
20	179	177	174	174	170	166	164	161	157	157	156	156	154	152	152	150	150	148	145	144
22	144	144	139	134	133	125	125	125	125	125	124	122	116	107	106	106	106	95	95	95
24	95	82	80	79	79	78	78	78	78											

**Obř. 10:** Číselné znázornění průměrů kmenového profilu č. 193 v měřících každých deset centimetrů délky.

Obrázek 9 ukazuje průběh tvaru kmenového profilu podobně jako aplikace Silvia, ale bez dopočtené celkové délky kmenu. Na obrázku 10 je soubor průměrů stejného kmenového profilu, který lze v této podobě exportovat do Excelu.

### **3.3.3 Program Ktr Analysis** – software rovněž zapůjčen od SKOGFORSK v Uppsale

Tento produkt slouží ke zpracovávání a vyhodnocování dat ohledně prováděných kalibrací harvestorů. V grafech a tabulkách je přehledně znázorněno měření provedené strojem a následně porovnáno s měřením provedeným manuálně, většinou elektronickou průměrkou schopnou zaznamenat naměřené hodnoty a přenést je zpětně do operačního systému stroje či jiného počítače. Na základě takto získaných dat se při zjištění odchylek provedou příslušné úpravy měřicího systému a o změně se uloží záznam.

Popisu kalibrace je věnována jedna z předchozích kapitol této práce.



### 3.3 Prodej dříví na pni

Jednou z podmínek fungování trhu obecně je homogenní produkt. Homogenita či heterogenita dříví je určena obchodními podmínkami smlouvy (BLUŽOVSKÝ 2002). V případě prodeje dříví na pni se jedná o hromadný prodej, kdy cena je stanovena jako celková za všechny stromy a každý strom je tak prodán za stejnou cenu bez nutnosti dohody na kvalitě, při této formě prodeje je tedy dříví homogenním produktem.

Formy prodeje s oslovením konkurence jsou velmi pestré. Odvíjí se od prostředí, komodity, velikosti trhu, technických možností apod. Kromě obálkové metody je nejrozšířenější formou prodeje s oslovením konkurence dražba či aukce (TJOSTHEIM, EIDE 1998).

Prodej dříví na pni veřejnou obchodní soutěží s oslovením konkurence je metoda prodeje, která nemá v České republice dlouhou tradici. V novodobé historii českého lesnictví byly první úspěšné prodeje dříví na pni realizovány na začátku roku 2010 a to z obecních a privátních majetků v rozsahu několika tisíc m<sup>3</sup>. Začátkem roku 2011 zveřejnilo Ministerstvo zemědělství České republiky dokument nazvaný „Dřevěná kniha“ (MZE 2012), která ukládá největšímu správci státních lesů, podniku Lesy České republiky s. p., využívat jako jednu z metod prodeje dříví také prodej dříví na pni a to formou aukce v rozsahu 10 až 20% roční produkce dřeva.

Tato metoda může být zajímavá také pro další majitele a správce lesa. Pro správce veřejných lesů je hlavním přínosem transparentnost prodeje, pro drobné majitele lesa pak dosažení tržní ceny bez nutnosti kvalifikovaných znalostí z oboru lesnictví a obchodu se dřívím (SDZP 2013).

Prodej dříví na pni s oslovením konkurence je služba, jejíž podstatou je, že provozovatel služby na objednávku majitele lesa změní a popíše těžební prvek určený k prodeji na pni a zveřejní nabídku na veřejném internetovém portálu. Následně v otevřené veřejné soutěži, která se koná v jednacím sále za přítomnosti všech zájemců, vybere toho, který nabídne nejvyšší cenu. I přes náročné smluvní podmínky a rizika pro kupujícího, jsou dosahované ceny za realizované dříví silně nadprůměrné (FORESTA SG A.S. 2013).

Pro účely realizace nabídky porostů musí být s předstihem vyšetřeny všechny potřebné parametry nabízených porostů. Rozsah a přesnost zjišťovaných dat závisí především na užití metodě prodeje. Nabídky porostů k těžbě by měly být realizovány prostřednictvím vhodně širitelných médií, nejlépe internetem, případně distribucí

tiskových výstupů (katalogy). Ty by měly být vydávány s dostatečným předstihem před konáním prodeje, aby měl kupující k dispozici určitou dobu pro vyhodnocení nabídek a hlavně pak kalkulaci svých finančních a technických možností. Popis porostů by měl být vytvářen z hlediska lokální identifikace a porostní struktury. Dle použité metody prodeje je potom stanoven rozsah závazně publikovaných dat. Šetření se neomezuje pouze na tato data, nýbrž i na data tzv. informativní povahy, která vesměs doplňují popis kvalitativních prvků (nasazení zelené koruny, zkušební vrty, orientační výskyt vad apod.). Při analytickém pohledu je platný vztah míry garance dat prodávajícím k vyšší očekávané ceny (nabídnuté kupujícím). Můžeme tvrdit, že prodávající dosáhne zvyšováním míry převzetí garancí a šetření dat zvyšování ceny. Zjišťované údaje slouží také pro kalkulaci a stanovení mezní ceny porostu prodávajícím. V rámci přípravy prodeje porostů je nutné předložit konkrétní nabídky porostů k těžbě. Její forma je podmíněna užitou metodou prodeje. V případě prodeje s oslovením konkurence je třeba provést veřejné oznámení o konání nabídky. Za nezbytnou součást je považováno také vydání katalogu nabízených porostů k těžbě prodávajícím. Tento katalog by měl obsahovat veškeré stanovené popisné parametry a charakteristiky porostů. K prezentaci katalogů je opět ideální prostředí internetu. Na základě takto uveřejňovaných informací si mohou zájemci provádět s předstihem kalkulaci možných cenových nabídek a následně se podílet na nákupu porostů, vzhledem k nezávaznosti některých údajů si také mohou ověřovat korektnost nabídky přímo v terénu. Dále je možné informace shromažďovat a vytvářet si tak podklady pro budoucí analýzy a rozhodování (FORESTA SG A.S. 2013).

Prezentované katalogy obsahují popisné parametry a charakteristiky porostů o nabízených jednotkách ve formě tzv. „Katalogového listu“. Katalogový list je rozčleněn do následujících oddílů: Informace o prodejní jednotce (číslo, typ smlouvy atd.); Územní příslušnost (kraj, okres, obec, GPS OM); Sdělení zájemcům (místo, datum a čas prohlídky, poznámka); Těžební prvky (porostní skupina těž prvek, druh těžby, věk, počet stromů, předpokládaná výše těžby v m<sup>3</sup>, průměrná hmotnatost v m<sup>3</sup>, počet neklasifikovaných stromů, plocha těžebního prvku v ha, střední tloušťka v cm, střední výška v m, přibližovací vzdálenost v m, popis terénu a skládky dříví); Údaje o dřevinách (dřevina, hmotnatost m<sup>3</sup>, počet stromů, předpokládaná výše těžby m<sup>3</sup>, zastoupení v %, střední tloušťka v cm, střední výška v m); Závazná ustanovení a podmínky těžby (termín těžby, platební podmínky, kontaktní osoba atd.); Počty stromů a hmota v m<sup>3</sup> bez kůry dle dřevin a tloušťkových tříd.

## 4 METODIKA

Metodika této disertační práce byla plně přizpůsobena k dosažení stanovených cílů a obsahuje celou řadu dílčích procesů. Jedním z nich bylo vytvoření procentických sortimentačních tabulek pro smrk, ve kterých je jediným určujícím kritériem rozdělení sortimentů čepová tloušťka v celých desítkách centimetrů. Dále bylo provedeno zpracování STM dat z harvesterů a vytvoření lokálních kontrolních kmenových profilů vybraných výčetních tlouštěk. Kmenové profily z STM dat byly rozděleny do sortimentů stejnou metodou, která byla uplatněna při sestavování výše zmiňovaných tabulek. Zjištěné údaje o sortimentech byly porovnány s tabulkovými hodnotami i mezi plochami navzájem.

U průměrných smrkových kmenových profilů bylo dále možno modelově zohlednit výskyt hniloby, a to od jednoho až do pěti metrů výšky napadení spodních částí kmenů a zhodnotit tak vliv rozsahu tohoto napadení na celkovou sortimentní výtěž. Výsledkem jsou procentické sortimentační tabulky s různým stupněm napadení hnilobou.

Všechny operace s kmenovými profily vedoucí k sestavení tabulek byly provedeny v tabulkovém procesoru Microsoft Office Excel 2003. K porovnání a statistickému zhodnocení bylo použito programu Statistika 8.0.

Nově zkonstruované procentické tabulky dle čepové tloušťky sortimentů vycházejí z průměrných smrkových kmenových profilů pro ČSSR uveřejněných v závěrečných pracích vědeckých pracovníků KORSUNĚ (1959) a PAŘEZA (1967). Jedná se o kmenové profily (tloušťky kmenů v měřístích stoupajících po dvou metrech) znázorňující průměrný tvar kmenů normálně rostlých a zdravých stromů členěných do tloušťkových stupňů po dvoucentimetrových sekcích výčetní tloušťky. Konstruovat sortimentační tabulky na podkladě kmenových profilů je výhodné, neboť umožňuje poměrně jednoduché rozvržení kmene na sortimenty a stanovení objemu těchto sortimentů (PAŘEZ 1987A, 1987B). V sortimentačních tabulkách je skladba jednotlivých sortimentů vyjádřena v procentech respektive v podílech objemů sortimentů ku celkovému objemu výřezu. Toto relativní vyjádření rozložení sortimentů na kmenech vychází z předpokladu, že velikost procentických podílů sortimentů závisí především na výčetní tloušťce stromu a dále, že jsou velmi malé rozdíly ve velikostech těchto procentických podílů v rámci jednoho tloušťkového stupně, i když ve výškách a objemech stromů jsou rozdíly značné (PAŘEZ 1967).

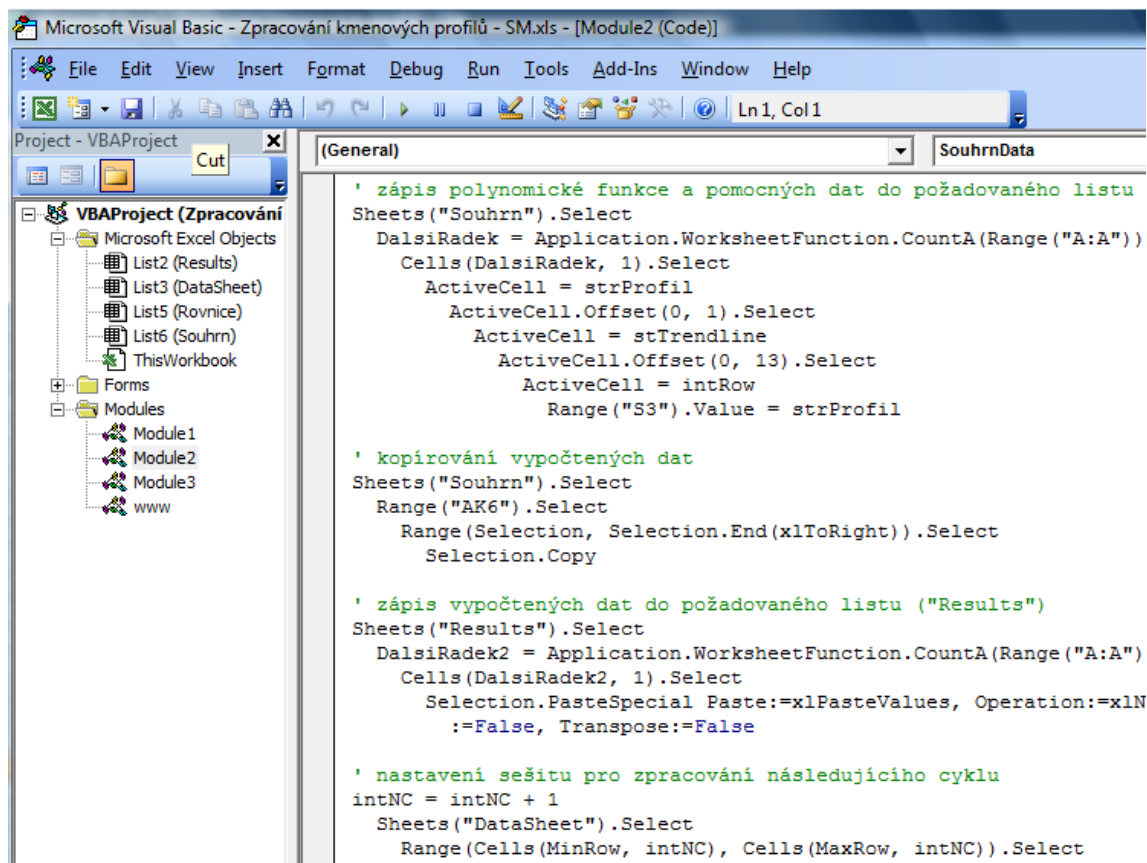
Na obrázku 11 je znázorněn výřez z tabulky přehledně zapsaných průměrných smrkových kmenových profilů vhodných k dalšímu zpracování.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Kmenové profily (průměry kmenů s kůrou v mm) pro jednotlivé výčetní tloušťky									
2	Výška (m)	d <sub>1,3</sub> -12cm	d <sub>1,3</sub> -14cm	d <sub>1,3</sub> -16cm	d <sub>1,3</sub> -18cm	d <sub>1,3</sub> -20cm	d <sub>1,3</sub> -22cm	d <sub>1,3</sub> -24cm	d <sub>1,3</sub> -26cm	d <sub>1,3</sub> -28cm	d <sub>1,3</sub> -30cm
3	1	120,1	140,9	159,7	179,5	199,4	220,4	240,3	260,2	280,2	300,1
4	2	113,9	134,7	153,4	172,2	191,0	210,9	230,9	249,7	266,6	284,5
5	3	108,7	129,5	148,2	164,9	182,7	201,5	221,4	240,3	251,8	268,7
6	4	102,4	123,2	143,0	159,7	178,5	196,3	215,1	233,0	245,5	263,4
7	5	96,2	117,0	136,8	155,5	173,3	191,0	208,8	225,6	238,2	255,9
8	6	89,0	109,7	130,5	149,3	168,0	185,8	203,6	220,4	233,0	251,8
9	7	80,7	103,5	124,3	144,1	163,9	180,6	197,3	216,2	228,8	246,7
10	8	72,4	95,2	117,0	138,8	157,6	175,4	191,0	209,9	224,6	240,3
11	9	64,1	86,9	109,7	132,6	152,4	170,1	184,8	203,6	219,3	234,0
12	10	51,7	77,6	101,4	126,3	146,1	163,9	177,5	197,3	213,0	226,6
13	11	40,4	67,2	92,1	119,1	139,9	158,7	170,1	191,0	206,7	218,1
14	12	27,1	55,9	81,7	110,8	132,6	152,4	161,8	183,7	199,4	209,8
15	13	13,8	43,5	71,4	102,4	124,3	146,1	154,5	176,4	192,1	201,5
16	14	0,0	29,1	60,0	92,1	114,9	138,8	145,1	168,0	183,7	191,0
17	15		15,8	47,6	81,7	105,6	130,5	136,8	160,7	175,4	181,7
18	16		0,0	32,2	68,3	94,1	121,1	126,3	151,4	163,9	171,0
19	17			16,8	54,8	82,7	111,8	115,9	143,0	153,4	160,3
20	18			0,0	37,3	68,3	99,3	103,5	131,6	140,9	147,8
21	19				19,9	53,8	87,9	92,1	120,1	128,4	135,3
22	20				0,0	37,3	73,4	76,5	106,6	113,9	119,0

**Obr. 11:** Ukázka tabulky kmenových profilů připravených ke zpracování.

Pro další zpracování takto upravené tabulky bylo použito hlavních součástí Excelu - vzorců, logických funkcí a programovacího jazyka VBA ( Visual Basic for Application).

VBA je objektově orientovaný programovací jazyk, který umožňuje vytvářet aplikace pro automatizované zpracování dat. K zápisu aplikací se používá Editor jazyka VBA, jenž obsahuje sadu nástrojů pro psaní programů a jejich úpravu. Struktura programů má pevně danou hierarchii. Základními stavebními kameny programů jsou Projekt, Modul, programový Kód a Procedura (makro). Projekt představuje souhrn všech modulů a formulářů. Modul obsahuje libovolný počet deklarací a procedur, které dohromady tvoří logickou část celku. Procedura je posloupnost příkazů pro vykonání požadované úlohy. Mezi přednostmi procedur patří možnost rozdělit program do dílčích samostatných úloh, což je velice výhodné při programování, navrhování algoritmů a samotném popisování úloh. Na obrázku číslo 12 je zachycena část programového Kódu.



**Obr. 12:** Ukázka části programového Kódu, který byl použit pro zpracování kmenových profilů.

Programový Kód vytvořený ke zpracování kmenových profilů je sestaven z několika hlavních procedur a řady procedur podpůrných. Hlavními procedurami jsou deklarace a nastavení proměnných, grafické znázornění kmenových profilů a jejich proložení polynomickou funkcí šestého řádu a zápis vypočtených dat do požadovaného sešitu („Results“). Procedury jsou doplněny komentáři (text za apostrofem), které obsahují stručný popis prováděné úlohy.

#### 4.1 Popis procedur programového Kódu - Sub SouhrnData

##### ' deklarace proměnných

```
Dim MinRow As Long
Dim MaxRow As Integer
Dim intN As Integer
Dim intNC As Integer
Dim DalsiRadek As Integer
Dim DalsiRadek2 As Integer
Dim strProfil As String
Dim stTrendline
Dim intRow As Integer
Dim MaxR As Integer
Dim DalsiRadek3 As Integer
Dim intC As Integer
Dim i As Integer
```

##### ' nastavení proměnných

```
intNC = 2
intC = 2
```

##### ' adresace sešitu a oblasti

```
Sheets("DataSheet").Select
Range("B2:CC200").Select
```

##### ' vymazání přebytečných znaků a úprava dat

```
Selection.Replace What:="0", Replacement:="", LookAt:=xlWhole, _
SearchOrder:=xlByRows, MatchCase:=False, SearchFormat:=False, _
ReplaceFormat:=False
```

##### ' zjištění počtu kmenových profilů

```
MaxR = Application.CountA(Rows(2)) - 1
```

##### ' zjištění počtu měříšť jednotlivých kmenových profilů a dodatečný zápis nuly

```
For i = 1 To MaxR
DalsiRadek3 = Application.CountA(Columns(intC)) + 1
Cells(DalsiRadek3, intC).Value = 0
intC = intC + 1
Next i
```

##### ' adresace buňky

```
Range("B2").Activate
```

##### ' výpočet polynomické funkce a zápis konečných výsledků

```
Do While Not IsEmpty(ActiveCell)
```

##### ' deklarace proměnných

```
MinRow = 2
MaxRow = Application.CountA(Columns(intNC))
intRow = MaxRow
```

*' přiřazení označení kmenového profilu do proměnné*

```
strProfil = Cells(1, intNC).Value
```

*' označení oblasti*

```
Range(Cells(MinRow, intNC), Cells(MaxRow, intNC)).Select
```

*' vytvoření požadovaného typu grafu z označené oblasti*

```
Charts.Add
```

```
ActiveChart.ChartType = xlXYScatter
```

```
ActiveChart.Location Where:=xlLocationAsObject, Name:="DataSheet"
```

*' výběr řady zobrazených dat a proložení polynomickou funkcí šestého řádu*

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Select
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Trendlines.Add(Type:=xlPolynomial, Order:=6, _  
Forward:=0, Backward:=0, DisplayEquation:=True, DisplayRSquared:= _  
False).Select
```

*' aktivace grafu, nastavení počtu desetinných míst, přiřazení polynomické funkce do proměnné*

```
ActiveSheet.ChartObjects(1).Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Trendlines(1).DataLabel.Select
```

```
Selection.NumberFormat = "0.00000000000000000000000000000000"
```

```
stTrendline = ActiveChart.SeriesCollection(1).Trendlines(1).DataLabel.Text
```

*' vymazání grafu*

```
ActiveSheet.ChartObjects(1).Activate
```

```
ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
ActiveWindow.Visible = False
```

```
Selection.Delete
```

*' zápis polynomické funkce a pomocných dat do požadovaného listu ("Souhrn")*

```
Sheets("Souhrn").Select
```

```
DalsiRadek = Application.WorksheetFunction.CountA(Range("A:A")) + 1
```

```
Cells(DalsiRadek, 1).Select
```

```
ActiveCell = strProfil
```

```
ActiveCell.Offset(0, 1).Select
```

```
ActiveCell = stTrendline
```

```
ActiveCell.Offset(0, 13).Select
```

```
ActiveCell = intRow
```

```
Range("S3").Value = strProfil
```

*' kopírování vypočtených dat*

```
Sheets("Souhrn").Select
```

```
Range("AK6").Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
Selection.Copy
```

```

' zápis vypočtených dat do požadovaného listu ("Results")
Sheets("Results").Select
DalsiRadek2 = Application.WorksheetFunction.CountA(Range("A:A")) + 1
Cells(DalsiRadek2, 1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

' nastavení sešitu pro zpracování následujícího cyklu
intNC = intNC + 1
Sheets("DataSheet").Select
Range(Cells(MinRow, intNC), Cells(MaxRow, intNC)).Select

Loop

' nastavení konečného listu
Sheets("Results").Select
End Sub

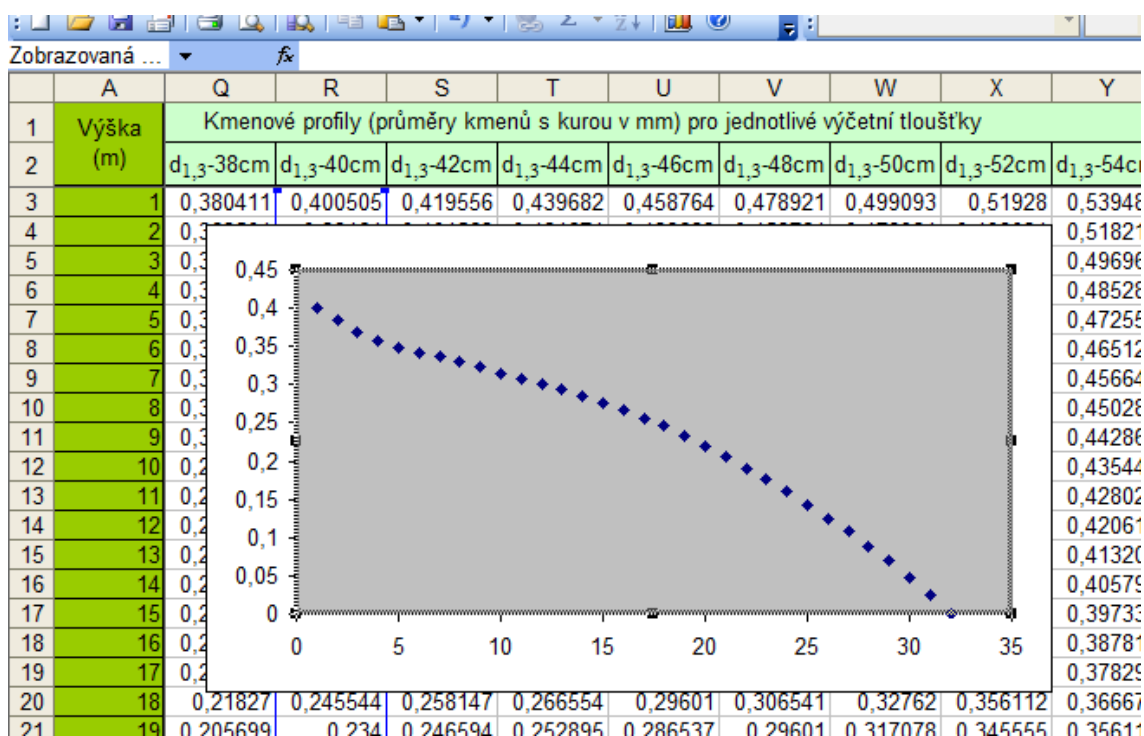
```



## 4.2 Hlavní úlohy zpracovávané v aplikaci Visual Basic for Application a v Excelu

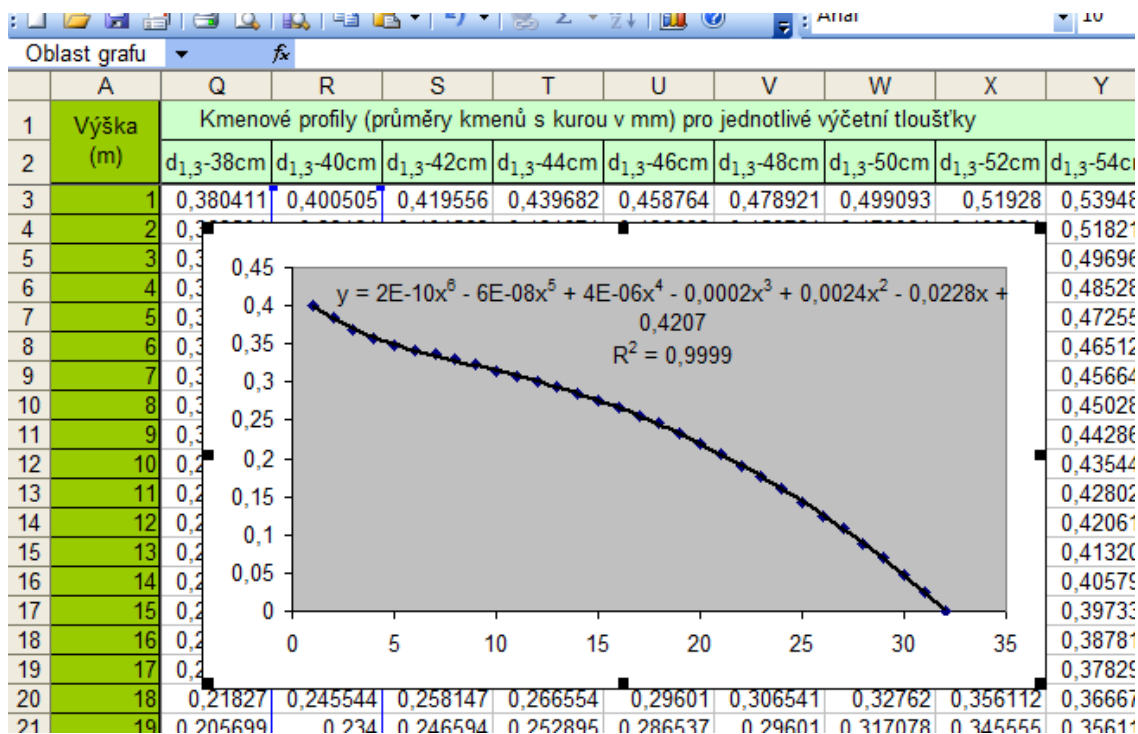
V této části metodiky jsou názorně zobrazeny hlavní operace, které byly prováděny při zpracování kmenových profilů. V průběhu zpracování dat se prolínaly procedury programového Kódu s logickými funkcemi a vzorci použitými na jednotlivých listech. Sestava následujících obrázků s popisem charakterizuje klíčové dílčí kroky zpracování dat až po zapsání výsledků do listu „Results“.

Všechny průměrné smrkové kmenové profily i profily vytvořené z STM dat z harvestorů byly zapsány do tabulek stejným způsobem, aby bylo možné prováděné operace automatizovat. Jednou z prvních operací bylo vynesení hodnot kmenových profilů do grafu (obrázek 13).



**Obr. 13:** Ukázka grafického znázornění jednotlivých kmenových profilů („List Datasheet“).

Z obrázku 13 je patrné, že body vynesené v grafu jsou průměry kmenů v jednotlivých měřících. Pro získání reálné křivky tvaru kmenového profilu se musí hodnoty průměrů kmenů vydělit dvěma, aby vynesené body reprezentovaly poloměry kmenových profilů. Tato procedura je takto nastavena záměrně, neboť byla použita i pro zpracování velkého množství dat z harvestorů, ve kterých je kmenový profil rovněž vyjádřen průměry kmenu v měřících.



**Obr. 14:** Ukázka proložení dat grafického znázornění kmenového profilu polynomicou funkcí šestého řádu, její rovnice a koeficient determinace („List Datasheet“).

Polynom šestého řádu byl vybrán na základě koeficientu determinace  $R^2$ , který vykazoval ve všech případech hodnoty blízké se limitně číslu 1 (rozsah od 0,99 – 1), což znamená, že funkce polynomu kopíruje průběh průměrného kmenového profilu s naprosto minimální odchylkou. Na základě získaných polynomů bylo možno dopočítat celý průběh tvaru kmenů – tloušťky kmenů po centimetrových intervalech, kruhové plochy v měříštích stoupajících po jednom centimetru a objemy v jednocentimetrových sekcích z celkové výšky.

**Upravená polynomická rovnice šestého řádu:**

$$f(x) \quad d_i = a \cdot h_i^6 + b \cdot h_i^5 + c \cdot h_i^4 + d \cdot h_i^3 + e \cdot h_i^2 + f \cdot h_i + g$$

- $d_i$  - průměr kmene v měříšti
- $h_i$  - výška měříště
- $a, b, c, d, e, f, g$  - koeficienty rovnice

	A	B
1	Profil	Polynomická rovnice
2	d <sub>1,3</sub> -12cm	y = 0,000000070x <sup>6</sup> - 0,000002856x <sup>5</sup> + 0,000045874x <sup>4</sup> - 0,000388614x <sup>3</sup> + 0,001550623x <sup>2</sup> - 0,008455
3	d <sub>1,3</sub> -14cm	y = 0,000000005x <sup>6</sup> - 0,000000166x <sup>5</sup> + 0,000001712x <sup>4</sup> - 0,000024028x <sup>3</sup> + 0,000079096x <sup>2</sup> - 0,005874
4	d <sub>1,3</sub> -16cm	y = 0,000000010x <sup>6</sup> - 0,000000626x <sup>5</sup> + 0,000014896x <sup>4</sup> - 0,000185792x <sup>3</sup> + 0,001037447x <sup>2</sup> - 0,008015
5	d <sub>1,3</sub> -18cm	y = 0,000000012x <sup>6</sup> - 0,000000781x <sup>5</sup> + 0,000020191x <sup>4</sup> - 0,000279978x <sup>3</sup> + 0,002040447x <sup>2</sup> - 0,012377
6	d <sub>1,3</sub> -20cm	y = 0,000000006x <sup>6</sup> - 0,000000482x <sup>5</sup> + 0,000015036x <sup>4</sup> - 0,000254181x <sup>3</sup> + 0,002201892x <sup>2</sup> - 0,013938
7	d <sub>1,3</sub> -22cm	y = 0,000000007x <sup>6</sup> - 0,000000572x <sup>5</sup> + 0,000017691x <sup>4</sup> - 0,000287720x <sup>3</sup> + 0,002501578x <sup>2</sup> - 0,015880
8	d <sub>1,3</sub> -24cm	y = 0,000000009x <sup>6</sup> - 0,000000732x <sup>5</sup> + 0,000023416x <sup>4</sup> - 0,000374805x <sup>3</sup> + 0,003019328x <sup>2</sup> - 0,017484
9	d <sub>1,3</sub> -26cm	y = 0,000000005x <sup>6</sup> - 0,000000437x <sup>5</sup> + 0,000015396x <sup>4</sup> - 0,000279814x <sup>3</sup> + 0,002632546x <sup>2</sup> - 0,017701
10	d <sub>1,3</sub> -28cm	y = 0,000000008x <sup>6</sup> - 0,000000722x <sup>5</sup> + 0,000025959x <sup>4</sup> - 0,000488437x <sup>3</sup> + 0,004782022x <sup>2</sup> - 0,027633
11	d <sub>1,3</sub> -30cm	y = 0,000000015x <sup>6</sup> - 0,000001301x <sup>5</sup> + 0,000044153x <sup>4</sup> - 0,000752604x <sup>3</sup> + 0,006504920x <sup>2</sup> - 0,032469
12	d <sub>1,3</sub> -32cm	y = 0,000000004x <sup>6</sup> - 0,000000425x <sup>5</sup> + 0,000016874x <sup>4</sup> - 0,000341438x <sup>3</sup> + 0,003485869x <sup>2</sup> - 0,023141
13	d <sub>1,3</sub> -34cm	y = -0,000000001x <sup>6</sup> + 0,000000047x <sup>5</sup> + 0,000002376x <sup>4</sup> - 0,000144598x <sup>3</sup> + 0,002360946x <sup>2</sup> - 0,02166
14	d <sub>1,3</sub> -36cm	y = 0,000000002x <sup>6</sup> - 0,000000209x <sup>5</sup> + 0,000010203x <sup>4</sup> - 0,000255461x <sup>3</sup> + 0,003134179x <sup>2</sup> - 0,024100
15	d <sub>1,3</sub> -38cm	y = 0,000000004x <sup>6</sup> - 0,000000392x <sup>5</sup> + 0,000015691x <sup>4</sup> - 0,000331913x <sup>3</sup> + 0,003660868x <sup>2</sup> - 0,026448
16	d <sub>1,3</sub> -40cm	y = 0,000000000x <sup>6</sup> - 0,000000060x <sup>5</sup> + 0,000004488x <sup>4</sup> - 0,000154857x <sup>3</sup> + 0,002381246x <sup>2</sup> - 0,022786
17	d <sub>1,3</sub> -42cm	y = 0,000000001x <sup>6</sup> - 0,000000165x <sup>5</sup> + 0,000008249x <sup>4</sup> - 0,000224585x <sup>3</sup> + 0,003074685x <sup>2</sup> - 0,026303
18	d <sub>1,3</sub> -44cm	y = 0,000000002x <sup>6</sup> - 0,000000223x <sup>5</sup> + 0,000010331x <sup>4</sup> - 0,000260407x <sup>3</sup> + 0,003399182x <sup>2</sup> - 0,028463
19	d <sub>1,3</sub> -46cm	y = 0,000000001x <sup>6</sup> - 0,000000165x <sup>5</sup> + 0,000008274x <sup>4</sup> - 0,000226911x <sup>3</sup> + 0,003215892x <sup>2</sup> - 0,028290
20	d <sub>1,3</sub> -48cm	y = 0,000000002x <sup>6</sup> - 0,000000219x <sup>5</sup> + 0,000010514x <sup>4</sup> - 0,000271477x <sup>3</sup> + 0,003620665x <sup>2</sup> - 0,030201
21	d <sub>1,3</sub> -50cm	y = 0,000000002x <sup>6</sup> - 0,000000214x <sup>5</sup> + 0,000010111x <sup>4</sup> - 0,000253638x <sup>3</sup> + 0,003318457x <sup>2</sup> - 0,028320

**Obř. 15:** Ukázka zápisu polynomických funkcí šestého řádu jednotlivých kmenových profilů v seřitu „Souhrn“.

Pro přehledné znázornění jsou koeficienty funkcí zaokrouhleny na 9 desetinných míst, v reálné proceduře byly koeficienty zaokrouhlovány na 20 desetinných míst z důvodů velké citlivosti průběhů funkcí na změny vzniklé hrubším zaokrouhlením.

Z takto zapsaných polynomických funkcí byly vyseparovány jednotlivé koeficienty pomocí dvou logických funkcí Excelu: PROČISTIT a ČÁST. Funkce PROČISTIT odstraní mezery na začátku a konci textu a jednotlivé části budou odděleny jen jednou mezerou. Funkce ČÁST vrátí řetězec znaků z textového řetězce od zadané pozice. Společný zápis těchto dvou funkcí vypadá takto:

=PROČISTIT(ČÁST(text;start;počet\_znaků)). Vybraný řetězec znaků začíná znakem určeným argumentem „start“. Argument „text“ obsahuje odkaz na buňku ve které se nachází požadovaný textový řetězec a argument „počet znaků“ určuje kolik znaků má být vybráno (BROŽ, BEZVODA 2006).

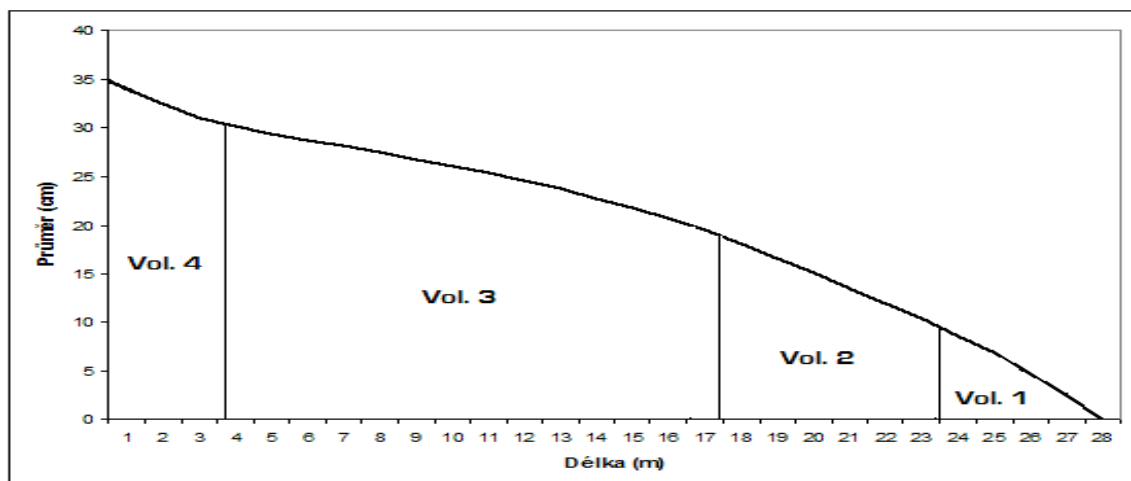
Po získání jednotlivých koeficientů polynomických funkcí bylo možné přistoupit k vytvoření detailních kmenových profilů s měřiči po jednotkách centimetrů (tloušťka kmene v měřičích stoupajících po jednom centimetru). Na základě tohoto detailního popisu kmenových profilů bylo možné dopočítat kruhové plochy a objemy pro

jednocentimetrové sekce (obrázek 16). Pro výpočet objemu nebylo potřeba použít byla použita čistě matematická rovnice pro výpočet objemu, neboť celé kmeny či kmenové profily byly rozděleny do velkého množství měříšť a tím byla eliminována potřeba přizpůsobit výpočet objemu nepravidelnému tvaru kmene.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Tabulka koeficientů polynommické funkce	Délka (m)	Průměr	Poloměr (m)	Kruhová plocha (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Integrace objemu (m <sup>3</sup> )
2	1,6093799353221E-09	0,00	0,842130	0,421065	0,556991	0,000000	
3	-2,26822219695314E-07	0,01	0,842130	0,421065	0,556991	0,005570	0,005570
4	1,25247837465456E-05	0,02	0,841722	0,420861	0,556451	0,005567	0,011137
5	-0,000342448628965021	0,03	0,841315	0,420657	0,555913	0,005562	0,016699
6	0,00455355185587248	0,04	0,840908	0,420454	0,555376	0,005556	0,022255
7	-0,0409450065137698	0,05	0,840503	0,420252	0,554841	0,005551	0,027806
8	0,842539003722687	0,06	0,840099	0,420049	0,554307	0,005546	0,033352
9		0,07	0,839695	0,419848	0,553775	0,005540	0,038893
10		0,08	0,839292	0,419646	0,553244	0,005535	0,044428
11		0,09	0,838891	0,419445	0,552714	0,005530	0,049958
12		0,10	0,838490	0,419245	0,552186	0,005525	0,055482
13		0,11	0,838090	0,419045	0,551659	0,005519	0,061001

**Obř. 16:** Ukázka tabulky dopočítaných hodnot jednotlivých kmenových profilů.

Po všech těchto úkonech bylo možné přistoupit k vlastní sortimentaci. Každý kmenový profil byl rozdělen do sekcí dle tloušťek v celých desítkách centimetrů (10, 20, 30, 40, 50, 60 a 60+cm). Na obrázku 17 je názorná ukázka principu rozdělení kmenového profilu.



**Obř. 17:** Princip rozdělení kmenových profilů do tloušťkových tříd – kmenový profil s výčetní tloušťkou 34 cm.

Toto rozdělení je čistě ukázkové a lze kdykoliv změnit dle požadavků na sortimentaci. K vyhledání konkrétních měříšť a požadovaných hodnot bylo použito

logických funkcí softwaru Microsoft Excel, a to konkrétně: SVYHLEDAT, POZVYHLEDAT, KDYŽ, COUNTIF a INDEX.

Funkce SVYHLEDAT vyhledává určitou hodnotu v prvním sloupci tabulky a vrací hodnotu v požadovaném sloupci tabulky ve stejném řádku. Zapisuje se VYHLEDAT (hledat;tabulka;sloupec;typ). Popis argumentů: „hledat“ je hodnota, kterou chceme vyhledat, „tabulka“ je vertikálně orientovaný seznam údajů, „sloupec“ je číslo sloupce, ve kterém se nachází hledaná hodnota, „typ“ je údaj, který specifikuje, zda chceme najít přesný údaj nebo jemu nejvíce podobný (PRAVDA / NEPRAVDA).

Funkce POZVYHLEDAT se používá v případech, kdy není třeba najít konkrétní hodnotu, ale její pozici. Zapisuje se POZVYHLEDAT(co;prohledat;shoda). Popis argumentů: „co“ je hodnota, kterou chceme nalézt, „prohledat“ je souvislá oblast buněk, v níž se nalézá hledaná hodnota a „shoda“ určuje, jakým způsobem se má hledaná hodnota porovnávat s údaji v oblasti buněk.

Funkce KDYŽ vyhodnocuje podmínku zapsanou v prvním argumentu funkce. Pokud je podmínka splněna, tak vrátí druhý argument – ANO a pokud není splněna, tak vrátí třetí argument funkce – NE. Zápis funkce: KDYŽ(podmínka;ano;ne). Popis argumentů: „podmínka“ je výraz, který musí nabýt logické hodnoty PRAVDA nebo NEPRAVDA, „ano“ může být konstanta nebo vzorec, který funkce vrátí při splnění podmínky, „ne“ je to samé jako předchozí argument, akorát při nesplnění podmínky.

Funkce COUNTIF spočítá buňky v oblasti, která je vymezena zadaným kritériem. Zápis funkce: COUNTIF(oblast;kriterium). Argument „oblast“ určuje, které buňky se mají počítat a „kriterium“ definuje buňky, které se budou počítat.

Funkce INDEX vrátí hodnotu nebo odkaz na buňku v určitém řádku a sloupci v dané oblasti. Zápis funkce INDEX(pole;řádek;sloupec). Popis argumentů: „pole“ je oblast buněk, „řádek“ a „sloupec“ určují přesnou pozici.

S pomocí výše uvedených funkcí byly kmenové profily rozděleny do tloušťkových sekcí, u kterých byl spočítán objem (Vol. 1 až Vol. 7) a délka (Size 1 až Size 7). Procentické sortimentační tabulky byly sestaveny na základě podílů objemů jednotlivých tloušťkových sekcí ku celkovému objemu kmenového profilu. Stejným způsobem byly dopočítány relativní délky tloušťkových sekcí, které udávají podíl délky tloušťkové sekce ku celkové délce kmenového profilu.

Všechny tyto absolutní i relativní ukazatele byly vypočteny jak pro průměrné smrkové kmenové profily, tak i pro lokální kmenové profily sestrojené na základě STM dat.

A1		Profil							
	A	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Profil	Objem tloušťkových sekcí %							Suma
2		Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Vol. 4	Vol. 5	Vol. 6	Vol. 7	
12	d1,3-30cm	1,71	19,04	70,43	8,82				100%
13	d1,3-32cm	1,43	14,83	65,02	18,72				100%
14	d1,3-34cm	1,29	11,34	56,60	30,77				100%
15	d1,3-36cm	1,05	9,32	45,02	44,61				100%
16	d1,3-38cm	0,88	7,65	35,54	55,43				100%
17	d1,3-40cm	0,76	6,42	27,29	58,57	6,96			100%
18	d1,3-42cm	0,66	5,31	21,97	58,14	13,92			100%
19	d1,3-44cm	0,58	4,60	18,42	54,16	22,24			100%
20	d1,3-46cm	0,50	3,86	15,03	51,68	28,93			100%
21	d1,3-48cm	0,45	3,40	12,62	43,49	39,29	0,75		100%
22	d1,3-50cm	0,40	2,96	10,92	34,47	45,57	5,68		100%
23	d1,3-52cm	0,35	2,58	9,14	27,37	49,71	10,85		100%
24	d1,3-54cm	0,32	2,38	8,09	22,72	49,37	17,13		100%
25	d1,3-56cm	0,29	2,13	7,14	19,34	47,75	23,35		100%
26	d1,3-58cm	0,26	1,98	6,62	16,97	41,60	27,90	0,67	100%
27	d1,3-60cm	0,24	1,76	5,86	14,71	39,29	31,93	6,22	100%
28	d1,3-62cm	0,21	1,61	5,32	13,07	33,67	35,46	10,66	100%
29	d1,3-64cm	0,19	1,46	4,81	11,28	27,46	40,31	14,49	100%
30	d1,3-66cm	0,20	1,44	4,36	9,68	20,53	39,46	24,33	100%
31	d1,3-68cm	0,18	1,33	4,14	9,01	17,79	36,03	31,52	100%
32	d1,3-70cm	0,17	1,21	3,71	8,15	16,02	32,40	38,35	100%
33	d1,3-72cm	0,16	1,15	3,46	7,36	14,03	27,90	45,94	100%
34	d1,3-74cm	0,15	1,01	3,15	6,93	12,85	24,38	51,52	100%
35	d1,3-76cm	0,13	0,96	2,99	6,41	11,57	21,39	56,54	100%
36	d1,3-78cm	0,13	0,90	2,76	5,88	10,54	18,93	60,86	100%
37	d1,3-80cm	0,12	0,83	2,54	5,48	9,80	16,95	64,29	100%

**Obr. 18:** Ukázka zápisu výsledných hodnot do tabulky („List Results“).

d1,3 – označení kmenového profilu dle výčetní tloušťky, Vol. 1 – Vol. 7 - procentuální rozložení celkového objemu kmenů do tloušťkových sekcí, Vol. 1 - tloušťka sortimentu 0 – 10 cm, Vol. 2 - tloušťka sortimentu 10 – 20 cm, Vol. 3 - tloušťka sortimentu 20 – 30 cm, Vol. 4 - tloušťka sortimentu 30 – 40 cm, Vol. 5 - tloušťka sortimentu 40 – 50 cm, Vol. 6 - tloušťka sortimentu 50 – 60 cm, Vol. 7 - tloušťka sortimentu 60+ cm.

### 4.3 Použitá data

Podkladem pro sestavení procentických sortimentačních tabulek byly průměrné kmenové profily pro Českou republiku (graficky znázorněné na obrázku číslo 17), které bylo nutné před samotným rozdělením do tloušťkových sekcí upravit. Průměrné kmenové profily převzaté ze závěrečné zprávy Ing. Pařeza totiž znázorňují průběh tvaru kmene bez kůry, což by neumožňovalo posouzení přesnosti tabulek na kmenových profilech s kůrou sestavených z STM dat ze zkusných ploch.

Pro získání průměrných kmenových profilů s kůrou byl k tloušťkám kmenových profilů přičten dvojnásobek tloušťky kůry, který lze dopočítat dle vzorce a koeficientů uvedených v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví. Takto upravené kmenové profily byly rozsortimentovány dle tloušťkových sekcí.

Hodnota dvojnásobku tloušťky kůry je dána následujícím vztahem:

$$2k = p_0 + p_1 \cdot d_{sk}^{p_2}$$

k - tloušťka kůry v centimetrech

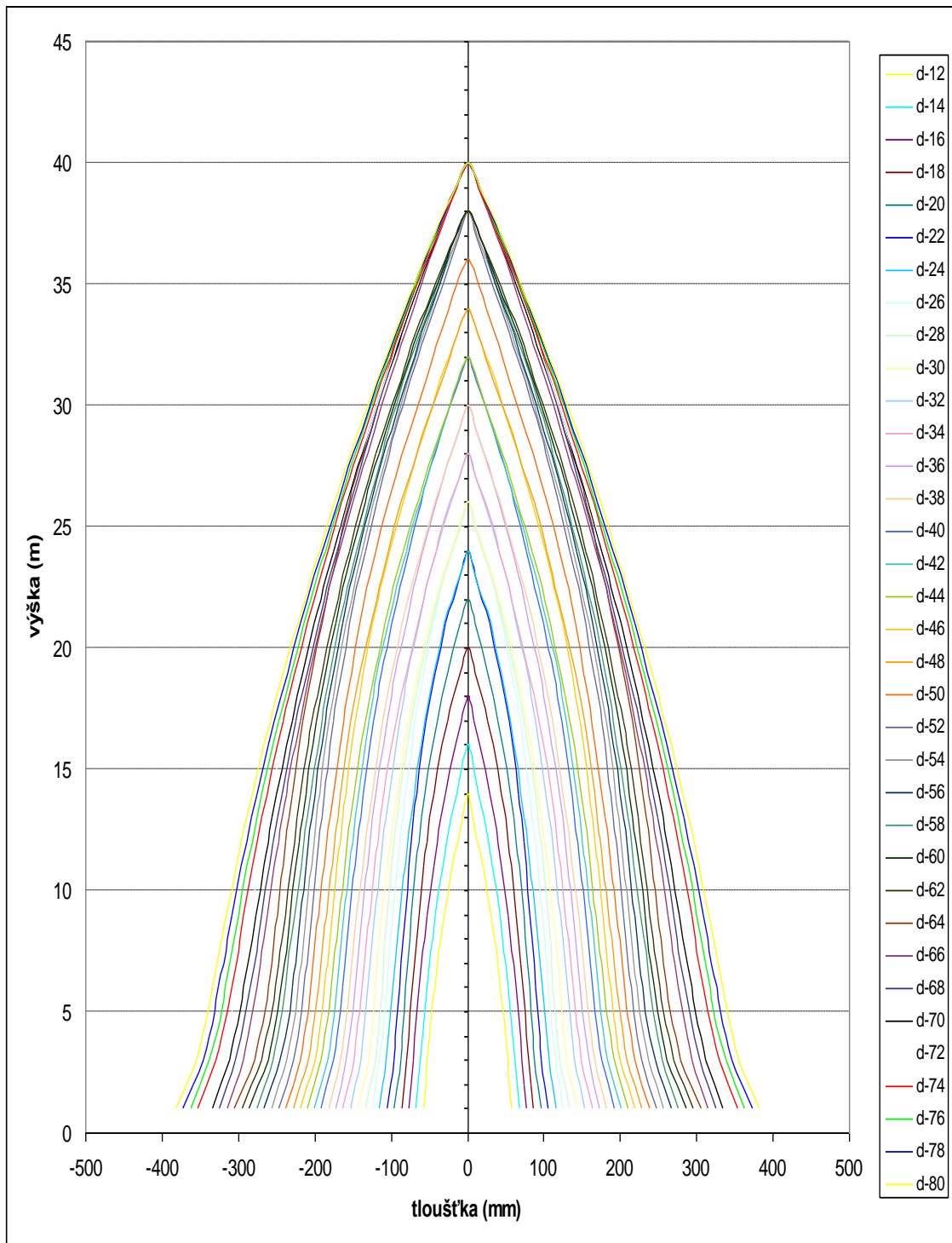
$d_{sk}$  – průměr výřezu měřený v kůře v centimetrech

$p_0$  až  $p_2$  - parametry funkce závislosti tloušťky kůry na průměru

Parametry této funkce pro smrk:  $p_0$  0,57723  $p_1$  0,006897  $p_2$  1,3123

Pro sestavení kontrolních kmenových profilů určených k posouzení přesnosti procentických sortimentačních tabulek byla použita STM data z harvestorů z šesti zkusných ploch. Porosty na zvolených plochách byly vytěženy harvestory JohnDeere 1270D, které splňují veškeré nároky na přesnost měřících systémů. Přesnost měření byla ověřena při kontrolních kalibracích. U většiny STM dat tak lze předpokládat minimální odchylku od skutečného tvaru těžných kmenů.

Jelikož se jednalo o obsáhlý soubor dat a zároveň ověření univerzálnosti nově sestavených tabulek, nebylo možné v rámci rozsahu této práce zohlednit a zhodnotit podrobné údaje o porostech z jednotlivých zkusných ploch, a to přírodní lesní oblast, půdní typ, zakmenění, genetický materiál, výskyt vad a v minulosti provedené výchovné zásahy. Pro účely této práce je tedy dostačující přibližné určení polohy zkusných ploch. Čtyři plochy se nacházely na území Čech [plocha 1 – Nepomuk, plocha 2 – Fláje (Český Jiřetín), plocha 3 – Plasy, plocha 4 – Planá] a zbývající dvě na území Moravy [plocha 5 – Lipník (Olomouc) a plocha 6 – Brumov (Uherský Brod)].



**Obr. 19:** Grafické znázornění průměrných smrkových kmenových profilů bez kůry pro Českou republiku vytvořených na základě podkladů z vědeckého sdělení (PAŘEZ 1967) .



#### 4.4 Prodej dříví na pni – materiál a metody

Sběr údajů z veřejné obchodní soutěže „Prodej dříví na pni“ s oslovením konkurence, jejímž realizátorem a provozovatelem je právnická osoba Foresta SG a. s., byl proveden s využitím metodologie pro datovou přípravu surových dat. Tato surová data byla přebírána z katalogových přehledů již realizovaných prodejních jednotek, které jsou průběžně zveřejňovány na veřejném internetovém portálu [www.prodej-drivi-na-pni.cz](http://www.prodej-drivi-na-pni.cz) ve formě tzv. katalogových listů. Tyto údaje byly sbírány postupně za období od vzniku a spuštění projektu, za které lze považovat prodej první realizované jednotky dne 04. 03. 2010 až do dne 07. 02. 2013. Za toto období byla celkem sesbírána data o 254 jednotkách, což pro účel pilotního zpracování těchto dat v rámci této disertační práce bylo zhodnoceno jako dostatečné. Ze získaných surových dat byla navržena struktura relační databáze, která slouží pro využití metody získávání netriviálních skrytých a potenciálně užitečných informací známé jako "Data Mining - dolování z dat" (THURASINGHAM 1999). Tato metoda byla aplikována použitím vhodných vět SQL dotazů nad naplněnou relační databází (HAN, KAMBER 2006).

Navržená relační databáze obsahuje údaje získané z katalogových listů (číslo jednotky, počet stromů, předpokládaná výše těžby v m<sup>3</sup>, plocha v ha, GPS souřadnice odvozního místa, druh těžby, průměrná hmotnost v m<sup>3</sup>, zastoupení v %, věk) i z výsledků jednotlivých veřejných obchodních soutěží (vítězná cena v Kč/m<sup>3</sup>, místo soutěže, datum soutěže, kupující).

U dat uložených v relační databázi byla ověřována statistická významnost rozdílů mezi vydraženými cenami jednotlivých jednotek, u kterých byl podíl skupiny jehličnatých a listnatých dřevin maximálně 10% zastoupení skupiny dřevin z druhé skupiny ve stejném porostu. Hranice 10% byla zvolena s ohledem na klasifikaci smíšené dřevin, které využívá v České republice např. Ústav pro hospodářskou úpravu lesa (KRAUS, ZEMAN 2008, IN VAŠÍČEK 2010).

Vhodnými SQL dotazy na relační databázi byly z celkového počtu 254 dražených jednotek, vybírány jednotky s maximálním podílem 10 % druhé skupiny dřevin jehličnatých nebo listnatých, které byly zároveň úspěšně vydraženy a realizovány. Tyto podmínky splňovalo celkem 49,2 % jednotek, tj. 125 úspěšně vydražených a realizovaných porostů. Mezi těmito porosty byla následně provedena matematicko-statistická analýza rozdílů jejich prodejních cen.

U porovnávaných nezávislých souborů bylo vycházeno ze skutečnosti, že první výběrový soubor o rozsahu 110 jednotek zahrnuje převažující zastoupení skupiny jehličnatých dřevin s max. 10% zastoupením skupiny listnatých dřevin a druhý výběrový soubor o rozsahu 15 jednotek zahrnuje převažující zastoupení skupiny listnatých dřevin s max. 10% zastoupením skupiny jehličnatých dřevin.

U těchto dvou nezávislých výběrů byly zjištěny vybrané popisné statistiky a dále byl zjišťován test shody středních hodnot dvou nezávislých výběrů (dvouvýběrový t-test), který hodnotí statistickou významnost rozdílu mezi průměry dvou nezávislých výběrových souborů. Výpočtu dvouvýběrového t-testu předcházelo posouzení průkaznosti rozdílů mezi rozptyly s použitím F-testu (BRABENEC ET AL. 2004)

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

V této kapitole disertační práce jsou uvedeny procentické sortimentační tabulky dle tloušťkových sekcí a čepové tloušťky sortimentů pro zdravé, nepoškozené a rovně rostlé smrkové kmeny. Tyto tabulky dále posloužily pro modelové zohlednění výskytu různého rozsahu napadení spodních částí kmenů hnilobou. Na zhodnocení vlivu velikosti tohoto poškození kmenů navazují tabulky všech sledovaných charakteristik jednotlivých průměrných kmenových profilů. Jedná se o absolutní a relativní objem a délku tloušťkových sekcí. Tabulkové hodnoty těchto popisných ukazatelů jsou dále znázorněny v přehledných sloupcových grafech, z nichž si lze udělat jasnou představu o průběhu skladby sortimentů a jejich tvaru. Další důležitou souhrnnou částí této kapitoly je porovnání přesnosti tabulek na vybraných kmenových profilech sestavených z STM dat z harvestorů. Při tomto porovnání dochází ke konfrontaci tabulkových hodnot s údaji zjištěnými na šesti zkusných plochách. Jedná se o obsáhlou pasáž, ve které je vše přehledně znázorněno v tabulkách a grafech vždy na jedné straně pro skupiny kmenových profilů se stejnou výčetní tloušťkou.

Kapitola výsledků a diskuse je zakončena zhodnocením analýzy výsledků prodeje dříví na pni dle souhrnného zastoupení jehličnanů a listnáčů a zhodnocením sběru dat z internetového katalogu soutěží. Toto je pak dáno do souvislosti s další možností využití STM dat z harvestorů v případech, kdy soutěžený těžební prvek byl vytěžen harvestorovou technologií.

## 5.1 Procentické sortimentační tabulky

**Tab. 6:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí pro zdravé a rovně rostlé smrkové kmeny.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	42,41	57,59					
14	23,59	76,41					
16	14,69	85,31					
18	8,99	91,01					
20	6,24	84,98	8,78				
22	4,33	67,96	27,70				
24	3,52	46,16	50,32				
26	2,63	34,30	63,07				
28	2,06	24,33	72,83	0,78			
30	1,71	19,04	70,43	8,82			
32	1,43	14,83	65,02	18,72			
34	1,29	11,34	56,60	30,77			
36	1,05	9,32	45,02	44,61			
38	0,88	7,65	35,54	55,43			
40	0,76	6,42	27,29	58,57	6,96		
42	0,66	5,31	21,97	58,14	13,92		
44	0,58	4,60	18,42	54,16	22,24		
46	0,50	3,86	15,03	51,68	28,93		
48	0,45	3,40	12,62	43,49	39,29	0,75	
50	0,40	2,96	10,92	34,47	45,57	5,68	
52	0,35	2,58	9,14	27,37	49,71	10,85	
54	0,32	2,38	8,09	22,72	49,37	17,13	
56	0,29	2,13	7,14	19,34	47,75	23,35	
58	0,26	1,98	6,62	16,97	41,60	27,90	0,67
60	0,24	1,76	5,86	14,71	39,29	31,93	6,22
62	0,21	1,61	5,32	13,07	33,67	35,46	10,66
64	0,19	1,46	4,81	11,28	27,46	40,31	14,49
66	0,20	1,44	4,36	9,68	20,53	39,46	24,33
68	0,18	1,33	4,14	9,01	17,79	36,03	31,52
70	0,17	1,21	3,71	8,15	16,02	32,40	38,35
72	0,16	1,15	3,46	7,36	14,03	27,90	45,94
74	0,15	1,01	3,15	6,93	12,85	24,38	51,52
76	0,13	0,96	2,99	6,41	11,57	21,39	56,54
78	0,13	0,90	2,76	5,88	10,54	18,93	60,86
80	0,12	0,83	2,54	5,48	9,80	16,95	64,29

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm

**Tab. 7:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí pro kmeny zasažené ve spodní části hnilobou do jednoho metru.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	50,58	49,42					
14	27,45	72,55					
16	16,73	83,27					
18	10,08	89,92					
20	6,93	93,07					
22	4,78	75,01	20,21				
24	3,89	50,98	45,13				
26	2,87	37,50	59,63				
28	2,25	26,67	71,08				
30	1,88	20,97	77,15				
32	1,56	16,22	70,88	11,34			
34	1,41	12,36	61,83	24,40			
36	1,14	10,12	48,96	39,78			
38	0,96	8,32	38,70	52,03			
40	0,82	6,94	29,54	62,69			
42	0,72	5,73	23,82	63,34	6,38		
44	0,63	4,98	19,93	58,54	15,92		
46	0,54	4,15	16,17	55,47	23,67		
48	0,48	3,67	13,59	46,74	35,51		
50	0,43	3,18	11,69	37,03	47,67		
52	0,37	2,75	9,74	29,35	53,28	4,50	
54	0,34	2,55	8,64	24,28	52,82	11,37	
56	0,31	2,28	7,64	20,71	51,04	18,02	
58	0,28	2,12	7,07	18,17	44,21	28,15	
60	0,25	1,89	6,27	15,76	41,98	33,86	
62	0,23	1,72	5,70	13,98	36,09	38,24	4,04
64	0,20	1,56	5,12	12,02	29,37	43,22	8,50
66	0,21	1,53	4,65	10,31	21,96	42,03	19,31
68	0,19	1,42	4,42	9,62	18,99	38,46	26,90
70	0,18	1,29	3,95	8,71	17,14	34,47	34,26
72	0,17	1,23	3,69	7,86	14,98	29,80	42,26
74	0,16	1,08	3,37	7,41	13,73	26,06	48,19
76	0,14	1,03	3,19	6,84	12,39	22,91	53,49
78	0,13	0,97	2,96	6,26	11,30	20,31	58,06
80	0,13	0,89	2,72	5,84	10,49	18,23	61,70

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm

**Tab. 8:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí pro kmeny zasažené ve spodní části hnilobou do dvou metrů.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	60,74	39,26					
14	32,12	67,88					
16	19,15	80,85					
18	11,35	88,65					
20	7,71	92,29					
22	5,29	83,56	11,14				
24	4,30	56,34	39,36				
26	3,15	41,06	55,79				
28	2,49	29,36	68,16				
30	2,09	23,08	74,83				
32	1,72	17,64	80,30	0,34			
34	1,55	13,41	67,53	17,50			
36	1,23	10,96	52,89	34,92			
38	1,04	8,98	42,19	47,80			
40	0,90	7,46	32,25	59,40			
42	0,79	6,18	26,01	67,03			
44	0,68	5,38	21,59	64,19	8,16		
46	0,58	4,48	17,33	59,41	18,21		
48	0,53	3,95	14,55	49,78	31,20		
50	0,46	3,42	12,41	39,69	44,02		
52	0,40	2,95	10,33	31,56	54,76		
54	0,36	2,73	9,17	26,12	57,30	4,32	
56	0,33	2,45	8,12	22,23	54,75	12,12	
58	0,30	2,28	7,50	19,54	46,70	23,68	
60	0,27	2,03	6,67	16,90	44,27	29,87	
62	0,25	1,86	6,06	14,97	38,31	38,56	
64	0,22	1,67	5,43	12,79	31,44	47,37	1,08
66	0,23	1,65	4,94	10,99	23,54	44,90	13,76
68	0,20	1,52	4,71	10,25	20,32	40,86	22,14
70	0,19	1,39	4,21	9,26	18,41	36,42	30,11
72	0,18	1,32	3,94	8,38	16,06	31,64	38,48
74	0,17	1,16	3,59	7,88	14,75	27,73	44,72
76	0,15	1,11	3,40	7,29	13,31	24,48	50,26
78	0,14	1,04	3,15	6,66	12,13	21,81	55,07
80	0,14	0,96	2,90	6,21	11,27	19,62	58,89

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm

**Tab. 9:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí pro kmeny zasažené ve spodní části hnilobou do tří metrů.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	74,04	25,96					
14	38,33	61,67					
16	22,10	77,90					
18	12,80	87,20					
20	8,58	91,42					
22	5,83	91,49	2,67				
24	4,74	62,54	32,72				
26	3,46	45,13	51,41				
28	2,70	31,97	65,32				
30	2,29	25,22	72,49				
32	1,87	19,18	78,95				
34	1,70	14,60	73,65	10,05			
36	1,34	11,89	57,14	29,64			
38	1,13	9,73	45,67	43,47			
40	0,97	8,03	34,92	56,08			
42	0,85	6,64	28,18	64,33			
44	0,74	5,80	23,35	70,18			
46	0,62	4,79	18,56	64,06	11,96		
48	0,56	4,24	15,61	53,28	26,30		
50	0,50	3,66	13,21	42,32	40,31		
52	0,43	3,14	10,98	33,65	51,81		
54	0,39	2,90	9,77	27,82	59,12		
56	0,36	2,61	8,63	23,80	58,87	5,73	
58	0,32	2,43	7,99	20,84	49,78	18,64	
60	0,29	2,17	7,08	18,03	47,14	25,29	
62	0,26	1,97	6,48	15,94	40,96	34,38	
64	0,23	1,78	5,77	13,60	33,40	45,23	
66	0,24	1,75	5,26	11,71	25,08	47,90	8,06
68	0,22	1,62	5,02	10,92	21,67	43,56	16,99
70	0,21	1,48	4,49	9,88	19,67	38,70	25,57
72	0,19	1,40	4,21	8,94	17,10	33,96	34,20
74	0,18	1,24	3,83	8,41	15,74	29,59	41,02
76	0,16	1,19	3,63	7,77	14,23	26,12	46,91
78	0,15	1,11	3,36	7,11	12,98	23,24	52,05
80	0,15	1,03	3,10	6,63	12,03	20,95	56,12

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm

**Tab. 10:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí pro kmeny zasažené ve spodní části hnilobou do čtyř metrů.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	100,00						
14	46,14	53,86					
16	25,89	74,11					
18	14,56	85,44					
20	9,62	90,38					
22	6,46	93,54					
24	5,27	69,63	25,09				
26	3,82	49,66	46,52				
28	2,97	35,23	61,80				
30	2,51	27,65	69,84				
32	2,06	20,95	77,00				
34	1,85	15,97	82,17				
36	1,46	12,84	61,76	23,94			
38	1,23	10,56	49,53	38,68			
40	1,06	8,64	37,89	52,41			
42	0,93	7,13	30,64	61,30			
44	0,80	6,26	25,29	67,65			
46	0,68	5,13	19,95	72,38	1,87		
48	0,61	4,55	16,78	57,13	20,93		
50	0,54	3,91	14,07	44,92	36,57		
52	0,45	3,34	11,69	35,87	48,64		
54	0,41	3,10	10,39	29,77	56,33		
56	0,38	2,79	9,17	25,49	62,18		
58	0,34	2,60	8,51	22,30	53,16	13,10	
60	0,31	2,31	7,56	19,24	50,17	20,42	
62	0,28	2,12	6,89	17,03	43,61	30,07	
64	0,24	1,90	6,12	14,47	35,44	41,84	
66	0,26	1,87	5,60	12,51	26,79	52,13	0,84
68	0,23	1,73	5,36	11,67	23,17	46,59	11,25
70	0,22	1,58	4,79	10,53	21,06	41,24	20,58
72	0,21	1,50	4,50	9,56	18,29	36,30	29,65
74	0,19	1,33	4,08	8,97	16,87	31,46	37,11
76	0,18	1,27	3,87	8,28	15,26	27,81	43,33
78	0,16	1,19	3,58	7,58	13,90	24,82	48,76
80	0,16	1,10	3,31	7,07	12,89	22,43	53,05

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm



**Tab. 11:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí pro kmeny zasažené ve spodní části hnilobou do pěti metrů.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	100,00						
14	56,81	43,19					
16	30,64	69,36					
18	16,77	83,23					
20	10,82	89,18					
22	7,19	92,81					
24	5,89	77,74	16,37				
26	4,21	54,77	41,02				
28	3,28	38,81	57,91				
30	2,78	30,68	66,54				
32	2,24	22,95	74,81				
34	2,03	17,50	80,47				
36	1,59	13,96	67,11	17,34			
38	1,34	11,49	54,06	33,10			
40	1,15	9,34	41,02	48,50			
42	1,00	7,70	33,21	58,08			
44	0,87	6,77	27,30	65,06			
46	0,73	5,50	21,44	72,33			
48	0,65	4,89	18,04	61,37	15,04		
50	0,58	4,19	15,01	47,73	32,49		
52	0,48	3,56	12,48	38,15	45,32		
54	0,44	3,31	11,10	31,68	53,47		
56	0,40	2,97	9,76	27,25	59,62		
58	0,36	2,77	9,11	23,76	56,52	7,47	
60	0,33	2,47	8,07	20,58	53,52	15,04	
62	0,30	2,26	7,38	18,17	46,63	25,26	
64	0,26	2,02	6,50	15,35	37,65	38,22	
66	0,27	2,00	5,98	13,36	28,61	49,78	
68	0,25	1,84	5,73	12,46	24,72	49,57	5,43
70	0,23	1,69	5,11	11,26	22,51	44,07	15,12
72	0,22	1,60	4,82	10,23	19,57	38,80	24,75
74	0,20	1,42	4,36	9,59	18,08	33,54	32,80
76	0,19	1,36	4,14	8,86	16,32	29,75	39,38
78	0,18	1,28	3,83	8,13	14,84	26,61	45,13
80	0,17	1,18	3,54	7,56	13,80	24,01	49,74

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm

## 5.2 Zhodnocení vlivu rozsahu napadení kmenů hnilobou na sortimentaci

**Tab. 12:** Souhrnný přehled procentických sortimentačních tabulek vybraných výčetních tloušťek (40, 60, 80 cm) dle rozsahu zasažení spodních částí kmenů hnilobou (0 – 5 metrů).

dbh (cm)	Rot (m)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
40	0	0,76	6,42	27,29	58,57	6,96		
	1	0,82	6,94	29,54	62,69			
	2	0,90	7,46	32,25	59,40			
	3	0,97	8,03	34,92	56,08			
	4	1,06	8,64	37,89	52,41			
	5	1,15	9,34	41,02	48,50			
60	0	0,24	1,76	5,86	14,71	39,29	31,93	6,22
	1	0,25	1,89	6,27	15,76	41,98	33,86	
	2	0,27	2,03	6,67	16,90	44,27	29,87	
	3	0,29	2,17	7,08	18,03	47,14	25,29	
	4	0,31	2,31	7,56	19,24	50,17	20,42	
	5	0,33	2,47	8,07	20,58	53,52	15,04	
80	0	0,12	0,83	2,54	5,48	9,80	16,95	64,29
	1	0,13	0,89	2,72	5,84	10,49	18,23	61,70
	2	0,14	0,96	2,90	6,21	11,27	19,62	58,89
	3	0,15	1,03	3,10	6,63	12,03	20,95	56,12
	4	0,16	1,10	3,31	7,07	12,89	22,43	53,05
	5	0,17	1,18	3,54	7,56	13,80	24,01	49,74

dbh – výčetní tloušťka, Rot – rozsah napadení spodní části kmenů hnilobou v metrech, Vol. 1 – Vol. 7 – tloušťkové sekce

Z tabulky 12 lze vysledovat procentuální úbytek hodnot největších tloušťkových sekcí tří vybraných výčetních tloušťek při různé míře napadení spodních částí kmenů hnilobou. K markantním změnám dochází hlavně u dvou tloušťkových sekcí s největším čepovým průměrem pro daný kmenový profil, kde rozdíl mezi zdravým kmenem a kmenem postiženým hnilobou až do pěti metrů se pohybuje v řádu desítek procent. Procentický úbytek u největší tloušťkové sekce se projeví mírným zvýšením hodnot všech ostatních sekcí. U výčetních tloušťek 40 a 60 cm byla délka největší tloušťkové sekce menší než jeden metr, neboť již při napadení hnilobou jednoho metru výšky

kmene tato tloušťková sekce zanikla. To se projevilo nárůstem hodnot druhé největší tloušťkové sekce při napadení jednoho metru výšky kmenu. Při dalším zvyšování míry napadení dochází už jen ke klesání hodnot dané tloušťkové sekce. U výčetní tloušťky 60 cm dochází pouze ke klesání hodnot největší tloušťkové sekce (Vol. 7).

S každým dalším metrem napadení kmenových profilů s výčetní tloušťkou 40 cm lze očekávat snížení hodnot Vol. 4 o cca 3 až 4 %. U kmenových profilů s výčetní tloušťkou 60 cm je toto snížení o 4 až 5 % a s výčetní tloušťkou 80 cm 2,5 až 3%.

Z uvedených hodnot v tabulce 12 si lze udělat představu, jaký má vliv různý stupeň napadení spodní části kmenů hnilobou na procentuální zastoupení objemu té které tloušťkové sekce.

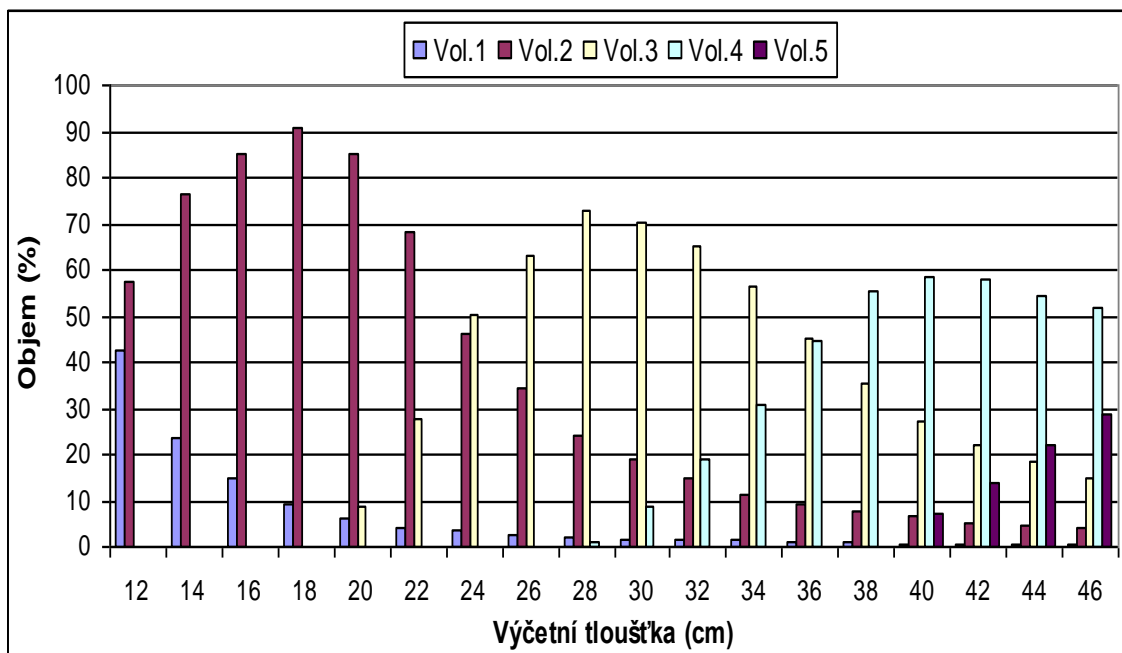
Z výsledků NIL (Národní inventarizace lesů) vyplývá, že 14,9 % stromů v ČR vykazuje poškození vnitřní hnilobou. Nejvíce poškozenou dřevinou je smrk. Smrkové stromy vykazující znaky hniloby tvoří přibližně 20 % průměrné hektarové zásoby. Ve starších porostech může být podíl zásoby stromů napadených hnilobou ještě vyšší, cca 25 % (Zlatník 2006). Z těchto údajů je zřejmé, že procentické sortimentační tabulky zohledňující různou míru napadení spodních částí kmenů hnilobou mají své opodstatnění.

### 5.3 Základní charakteristiky průměrných smrkových profilů

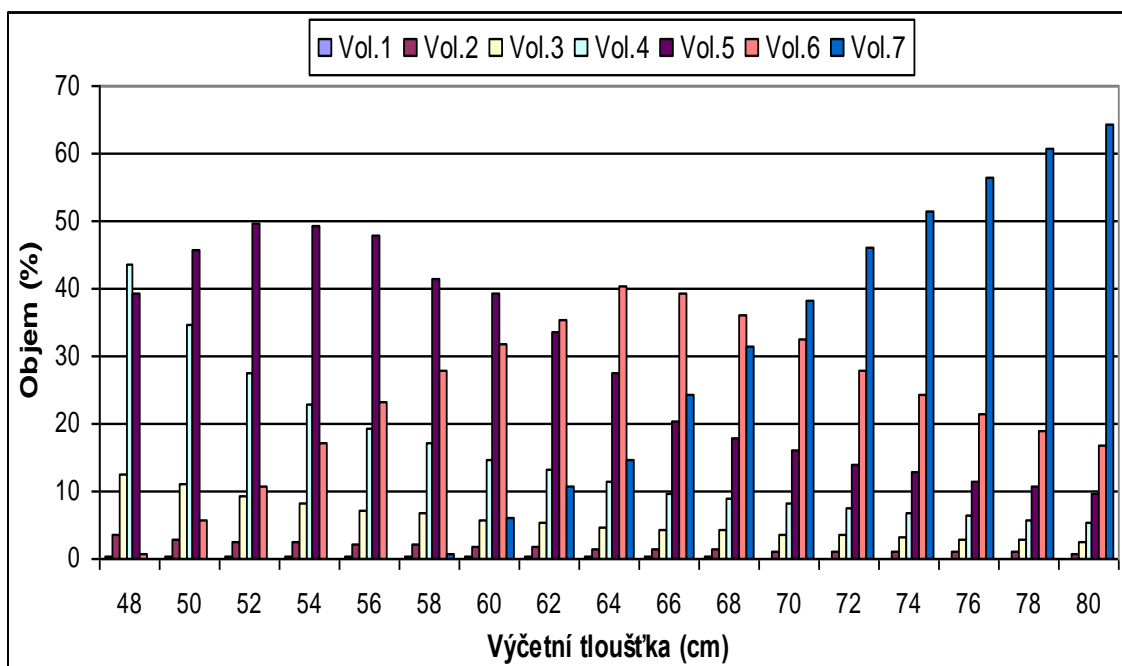
**Tab. 13:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí.

dbh (cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	42,41	57,59					
14	23,59	76,41					
16	14,69	85,31					
18	8,99	91,01					
20	6,24	84,98	8,78				
22	4,33	67,96	27,70				
24	3,52	46,16	50,32				
26	2,63	34,30	63,07				
28	2,06	24,33	72,83	0,78			
30	1,71	19,04	70,43	8,82			
32	1,43	14,83	65,02	18,72			
34	1,29	11,34	56,60	30,77			
36	1,05	9,32	45,02	44,61			
38	0,88	7,65	35,54	55,43			
40	0,76	6,42	27,29	58,57	6,96		
42	0,66	5,31	21,97	58,14	13,92		
44	0,58	4,60	18,42	54,16	22,24		
46	0,50	3,86	15,03	51,68	28,93		
48	0,45	3,40	12,62	43,49	39,29	0,75	
50	0,40	2,96	10,92	34,47	45,57	5,68	
52	0,35	2,58	9,14	27,37	49,71	10,85	
54	0,32	2,38	8,09	22,72	49,37	17,13	
56	0,29	2,13	7,14	19,34	47,75	23,35	
58	0,26	1,98	6,62	16,97	41,60	27,90	0,67
60	0,24	1,76	5,86	14,71	39,29	31,93	6,22
62	0,21	1,61	5,32	13,07	33,67	35,46	10,66
64	0,19	1,46	4,81	11,28	27,46	40,31	14,49
66	0,20	1,44	4,36	9,68	20,53	39,46	24,33
68	0,18	1,33	4,14	9,01	17,79	36,03	31,52
70	0,17	1,21	3,71	8,15	16,02	32,40	38,35
72	0,16	1,15	3,46	7,36	14,03	27,90	45,94
74	0,15	1,01	3,15	6,93	12,85	24,38	51,52
76	0,13	0,96	2,99	6,41	11,57	21,39	56,54
78	0,13	0,90	2,76	5,88	10,54	18,93	60,86
80	0,12	0,83	2,54	5,48	9,80	16,95	64,29

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – procentuální vyjádření objemu jednotlivých tloušťkových sekcí z objemu celkového, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm



**Obr. 20:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou (12 – 46 cm) dle objemů tloušťkových sekcí.

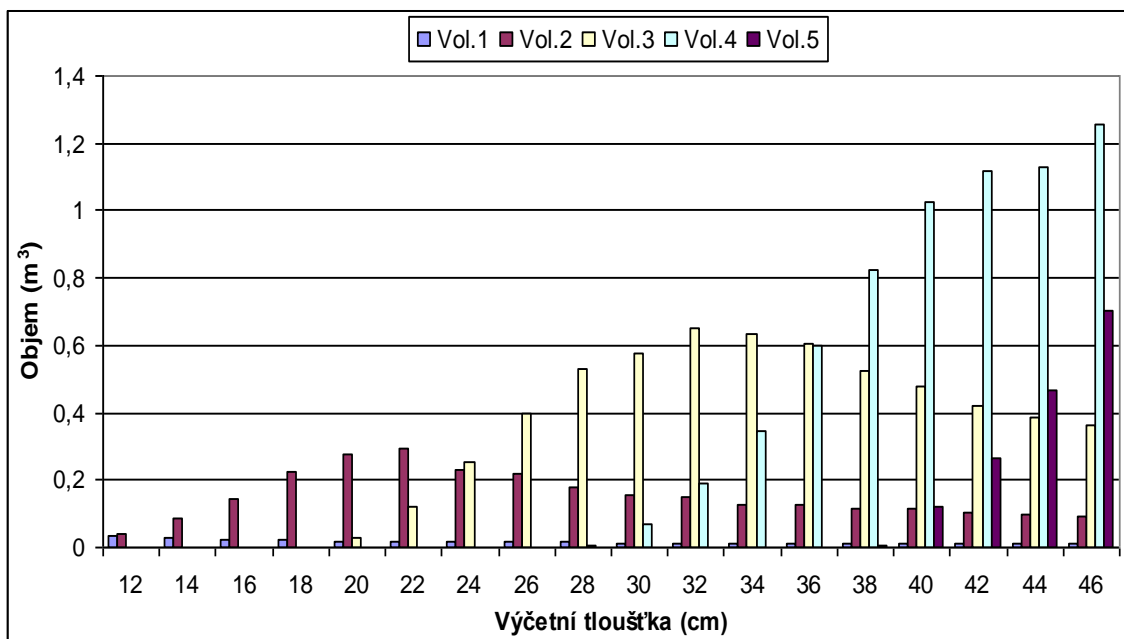


**Obr. 21:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s různou výčetní tloušťkou (48 – 80 cm) dle objemů tloušťkových sekcí.

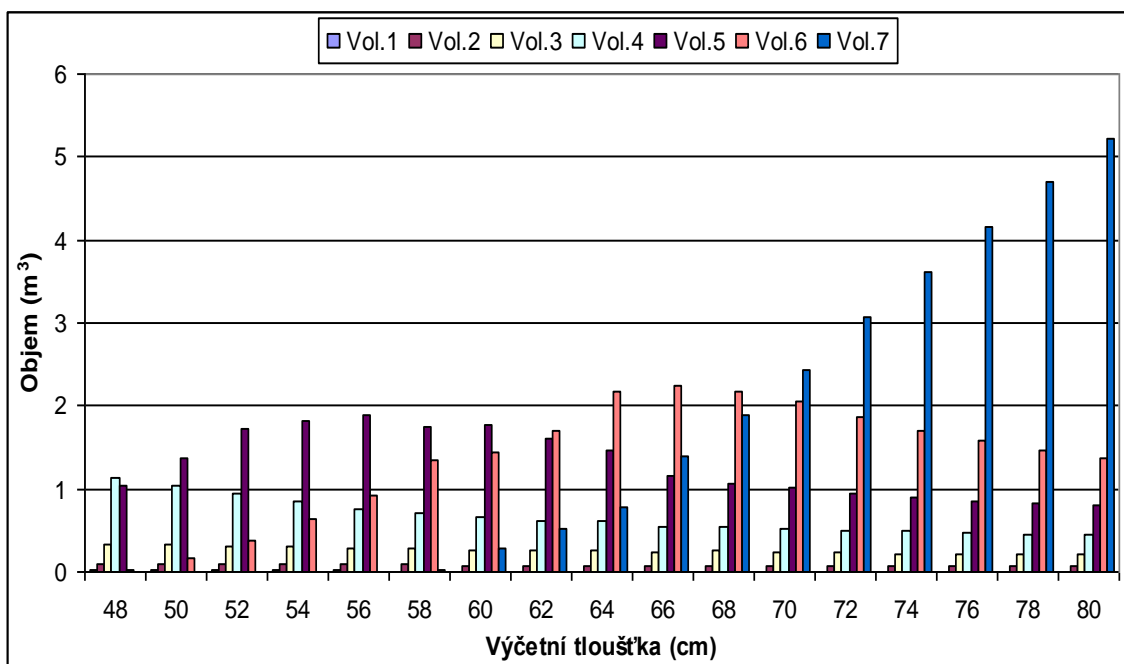
**Tab. 14:** Rozložení celkového objemu průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

dbh(cm)	Vol.1	Vol.2	Vol.3	Vol.4	Vol.5	Vol.6	Vol.7
12	0,032	0,043					
14	0,028	0,089					
16	0,025	0,146					
18	0,022	0,222					
20	0,020	0,278	0,029				
22	0,019	0,292	0,119				
24	0,018	0,231	0,252				
26	0,017	0,217	0,400				
28	0,015	0,177	0,528	0,006			
30	0,014	0,156	0,578	0,072			
32	0,014	0,149	0,653	0,188			
34	0,014	0,127	0,635	0,345			
36	0,014	0,125	0,606	0,600			
38	0,013	0,113	0,527	0,823	0,008		
40	0,013	0,113	0,479	1,028	0,122		
42	0,013	0,102	0,422	1,116	0,267		
44	0,012	0,096	0,385	1,131	0,465		
46	0,012	0,094	0,365	1,255	0,703		
48	0,012	0,089	0,332	1,143	1,033	0,020	
50	0,012	0,089	0,330	1,042	1,377	0,172	
52	0,012	0,089	0,316	0,946	1,718	0,375	
54	0,012	0,088	0,300	0,842	1,830	0,635	
56	0,012	0,084	0,283	0,766	1,891	0,925	
58	0,011	0,084	0,279	0,716	1,756	1,346	0,028
60	0,011	0,079	0,263	0,661	1,766	1,435	0,279
62	0,010	0,077	0,254	0,624	1,607	1,692	0,509
64	0,010	0,078	0,258	0,606	1,474	2,164	0,778
66	0,011	0,082	0,248	0,550	1,166	2,242	1,382
68	0,011	0,080	0,249	0,541	1,069	2,165	1,893
70	0,011	0,076	0,235	0,516	1,014	2,051	2,428
72	0,011	0,077	0,231	0,491	0,936	1,862	3,066
74	0,010	0,071	0,221	0,487	0,902	1,712	3,617
76	0,010	0,071	0,220	0,472	0,853	1,577	4,169
78	0,010	0,070	0,214	0,455	0,815	1,465	4,709
80	0,010	0,067	0,206	0,444	0,794	1,374	5,212

dbh – výčetní tloušťka, Vol. 1 – Vol. 7. – objem jednotlivých tloušťkových sekcí, Vol. 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Vol. 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Vol. 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Vol. 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Vol. 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Vol. 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Vol. 7 – tloušťková sekce 60+ cm



**Obr. 22:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou (12 – 46 cm) dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).



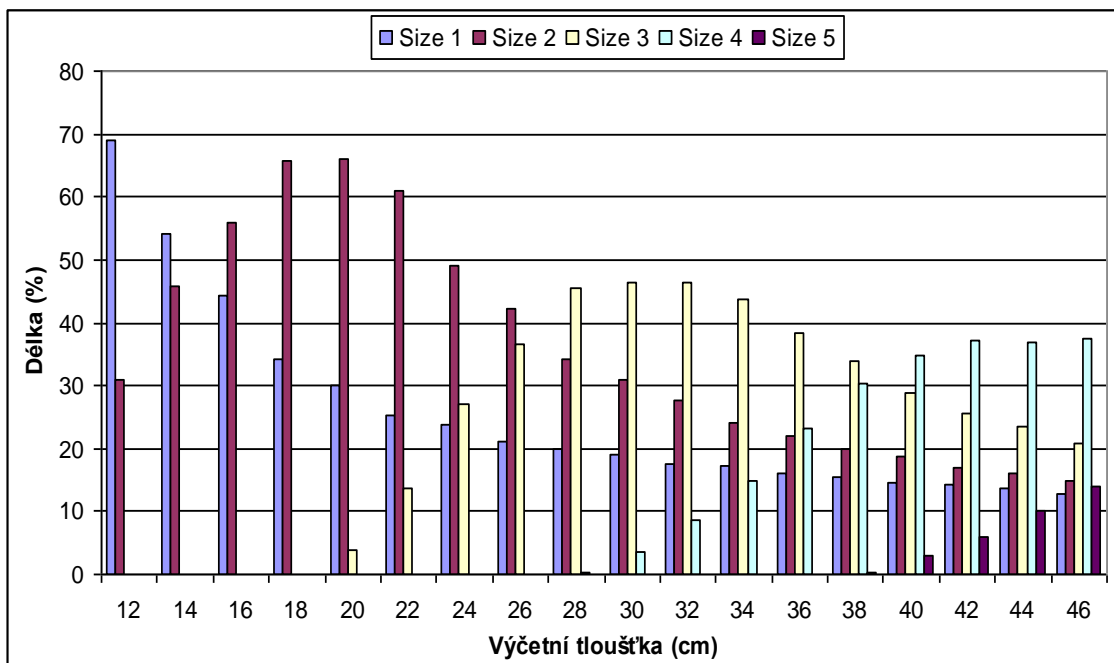
**Obr. 23:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou (48 – 80 cm) dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

**Tab. 15:** Procentické rozložení celkové délky průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou dle délky tloušťkových sekcí.

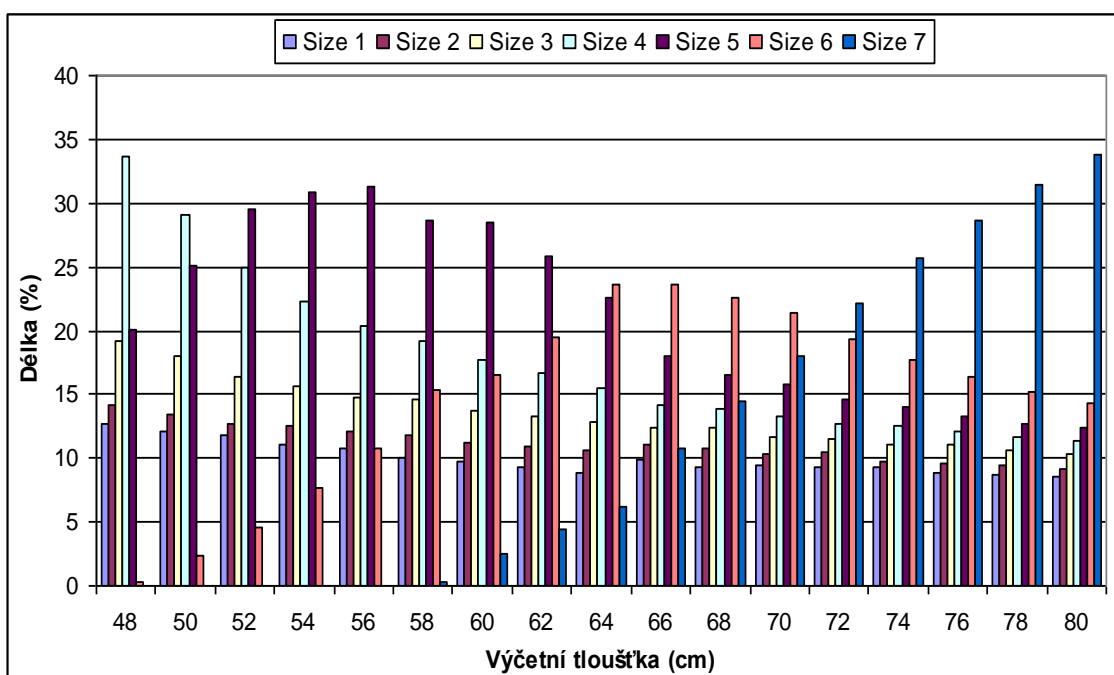
dbh (cm)	Size 1	Size 2	Size 3	Size 4	Size 5	Size 6	Size 7
12	69,14	30,86					
14	54,19	45,81					
16	44,17	55,83					
18	34,15	65,85					
20	29,91	66,14	3,95				
22	25,17	61,08	13,75				
24	23,83	49,08	27,08				
26	21,23	42,15	36,62				
28	20,00	34,23	45,46	0,31			
30	18,96	30,85	46,54	3,65			
32	17,54	27,61	46,36	8,50			
34	17,36	24,07	43,71	14,86			
36	16,20	22,07	38,50	23,23			
38	15,60	19,90	33,87	30,43	0,20		
40	14,50	18,78	28,88	34,94	2,91		
42	14,19	17,03	25,53	37,19	6,06		
44	13,66	16,06	23,41	36,78	10,09		
46	12,74	14,76	20,94	37,59	13,97		
48	12,68	14,15	19,15	33,68	20,06	0,29	
50	12,11	13,36	18,00	29,06	25,14	2,33	
52	11,79	12,63	16,37	25,00	29,58	4,63	
54	11,03	12,55	15,61	22,34	30,87	7,61	
56	10,76	12,03	14,74	20,39	31,34	10,74	
58	10,08	11,87	14,58	19,16	28,68	15,37	0,26
60	9,79	11,26	13,74	17,71	28,53	16,50	2,47
62	9,37	10,92	13,26	16,74	25,89	19,45	4,37
64	8,82	10,57	12,83	15,48	22,58	23,55	6,17
66	9,95	11,10	12,38	14,10	18,03	23,62	10,82
68	9,27	10,80	12,43	13,90	16,58	22,60	14,42
70	9,45	10,40	11,73	13,25	15,75	21,35	18,07
72	9,27	10,45	11,55	12,63	14,55	19,35	22,20
74	9,30	9,70	11,03	12,50	14,05	17,78	25,65
76	8,80	9,65	11,00	12,15	13,30	16,40	28,70
78	8,67	9,50	10,68	11,70	12,73	15,25	31,47
80	8,62	9,20	10,28	11,43	12,40	14,33	33,75

dbh – výčetní tloušťka, Size 1 – Size 7 – procentuální vyjádření délky jednotlivých tloušťkových sekcí z délky celkové, Size 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Size 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Size 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Size 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Size 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Size 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Size 7 – tloušťková sekce 60+ cm





**Obr. 24:** Grafické znázornění procentického rozložení celkové délky průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou (12 – 46 cm) dle délky tlušťkových sekcí.

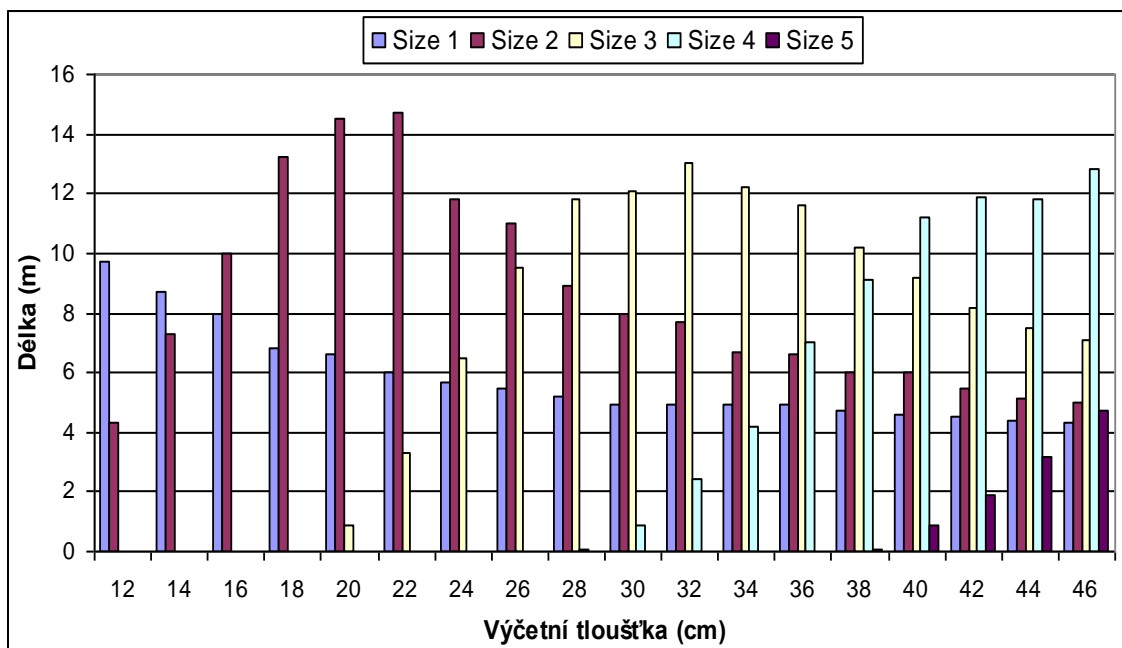


**Obr. 25:** Grafické znázornění procentického rozložení celkové délky průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou (48 – 80 cm) dle délky tlušťkových sekcí.

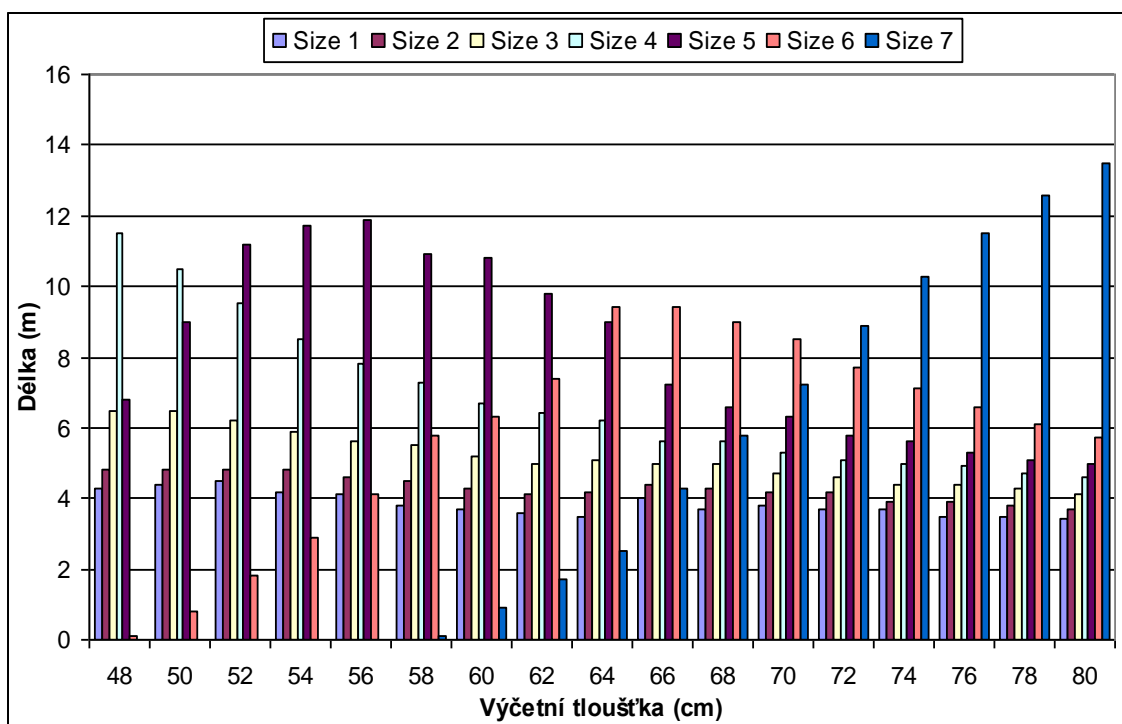
**Tab. 16:** Rozložení celkové délky průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou dle délky tloušťkových sekcí (m).

dbh (cm)	Size 1	Size 2	Size 3	Size 4	Size 5	Size 6	Size 7
12	9,7	4,3					
14	8,7	7,3					
16	8,0	10,0					
18	6,8	13,2					
20	6,6	14,5	0,9				
22	6,0	14,7	3,3				
24	5,7	11,8	6,5				
26	5,5	11,0	9,5				
28	5,2	8,9	11,8	0,1			
30	4,9	8,0	12,1	0,9			
32	4,9	7,7	13,0	2,4			
34	4,9	6,7	12,2	4,2			
36	4,9	6,6	11,6	7,0			
38	4,7	6,0	10,2	9,1	0,1		
40	4,6	6,0	9,2	11,2	0,9		
42	4,5	5,5	8,2	11,9	1,9		
44	4,4	5,1	7,5	11,8	3,2		
46	4,3	5,0	7,1	12,8	4,7		
48	4,3	4,8	6,5	11,5	6,8	0,1	
50	4,4	4,8	6,5	10,5	9,0	0,8	
52	4,5	4,8	6,2	9,5	11,2	1,8	
54	4,2	4,8	5,9	8,5	11,7	2,9	
56	4,1	4,6	5,6	7,8	11,9	4,1	
58	3,8	4,5	5,5	7,3	10,9	5,8	0,1
60	3,7	4,3	5,2	6,7	10,8	6,3	0,9
62	3,6	4,1	5,0	6,4	9,8	7,4	1,7
64	3,5	4,2	5,1	6,2	9,0	9,4	2,5
66	4,0	4,4	5,0	5,6	7,2	9,4	4,3
68	3,7	4,3	5,0	5,6	6,6	9,0	5,8
70	3,8	4,2	4,7	5,3	6,3	8,5	7,2
72	3,7	4,2	4,6	5,1	5,8	7,7	8,9
74	3,7	3,9	4,4	5,0	5,6	7,1	10,3
76	3,5	3,9	4,4	4,9	5,3	6,6	11,5
78	3,5	3,8	4,3	4,7	5,1	6,1	12,6
80	3,4	3,7	4,1	4,6	5,0	5,7	13,5

dbh – výčetní tloušťka, Size 1 – Size 7 – délka jednotlivých tloušťkových sekcí, Size 1 – tloušťková sekce 0 – 10 cm, Size 2 – tloušťková sekce 10 – 20 cm, Size 3 – tloušťková sekce 20 – 30 cm, Size 4 – tloušťková sekce 30 – 40 cm, Size 5 – tloušťková sekce 40 – 50 cm, Size 6 – tloušťková sekce 50 – 60 cm, Size 7 – tloušťková sekce 60+ cm



**Obr. 26:** Grafické znázornění rozložení celkové délky průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou (12 – 46 cm) dle délky tloušťkových sekcí (m).



**Obr. 27:** Grafické znázornění rozložení celkové délky průměrných kmenových profilů s různou výčetní tloušťkou (48 – 80 cm) dle délky tloušťkových sekcí (m).

#### 5.4 Kontrola přesnosti procentických sortimentačních tabulek

Míra přesnosti procentických sortimentačních tabulek dle čepové tloušťky jednotlivých sortimentů (v tomto případě tloušťkových sekcí) byla ověřována na kmenových profilech sestavených z STM dat z harvestorů. Použitá STM data byla z šesti různých ploch nacházejících se na území České republiky. Na těchto plochách se nacházely vybrané porosty, které byly vytěženy harvestorovou technologií. O provedených těžbách, resp. vytěžených porostech jsou tedy detailní záznamy (soubory STM dat), které popisují jednotlivé kmeny.

Z těchto souborů dat byly vybrány pouze kmenové profily s požadovanou výčetní tloušťkou, a to 20, 25, 30, 35, 40 a 45 cm. Ze všech šesti porostů se podařilo získat 889 kmenových profilů požadovaných výčetních tlouštěk vhodných k rozčlenění do sortimentů stejnou metodou, která byla použita při konstruování tabulek. Zde uvádím výčet četností kmenových profilů za vybrané výčetní tloušťky(dbh): dbh 20 cm – 130 ks, dbh 25 cm – 186 ks, dbh 30 cm – 196 ks, dbh 35 cm – 140 ks, dbh 40 cm – 134 ks a dbh 40 cm – 103 ks. Z některých ploch nebylo získáno dostatečné množství kmenových profilů dané výčetní tloušťky, aby mohlo být provedeno statistické zhodnocení. Proto byly tyto plochy v rámci dané výčetní tloušťky vyloučeny z dalšího hodnocení.

U všech vypočtených dat o kmenových profilech byl proveden statistický test normality, který potvrdil normální rozdělení. Toto normální rozdělení dat je důležité pro následný výběr statistické metody, kterou chceme soubory dat hodnotit, neboť normalita souboru dat je základním předpokladem celé řady statistických analýz (Shapiro et al. 1968). Použitými testy pro určení normality byly Shapiro-Wilks W test a Kolmogorov – Smirnov a Lilliefors test, které jsou součástí aplikace Statistika 8.0.

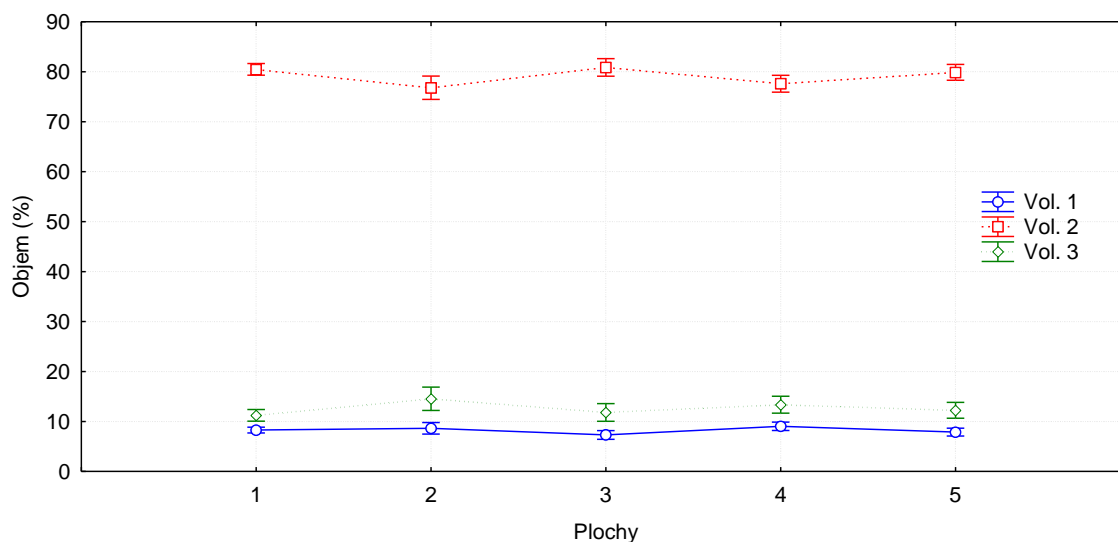
Jako nejvhodnější metoda pro statistické zhodnocení souborů dat mezi sebou i uvnitř skupin a zároveň pro jejich znázornění v přehledných grafech byla vybrána jednofaktorová analýza rozptylu - ANOVA. Výsledky testování souborů dat jsou zaznamenány v grafech 28 – 51 na následujících stranách. V grafickém znázornění jsou pro jednotlivé plochy vykresleny průměrné hodnoty (středový bod mezi vertikálami). Vertikály udávají rozsah výskytu hodnot pro danou plochu s 95 % pravděpodobností. Z popisné statistiky byla vybrána pouze směrodatná odchylka, neboť je to nejužívanější míra variability. Směrodatná odchylka ukazuje kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru (Louda 2004). To znamená, že má dobrou

vypovídající schopnost určit, jak moc se od sebe navzájem liší vypočtené hodnoty zkoumaného souboru dat (vzdálenost dat od průměru).

**Tab. 17:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	48	8,24	1,88	80,98	4,70	10,78	5,04
2	12	8,65	1,52	76,80	2,89	14,55	3,24
3	21	7,31	2,86	80,87	4,66	11,82	4,07
4	23	9,03	1,95	77,61	4,32	13,36	3,97
5	26	7,87	1,71	79,89	3,89	12,24	3,48
$\Sigma$	130	8,19	2,06	79,78	4,55	12,03	4,40
Tab.val.		6,24		84,98		8,78	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 20 cm

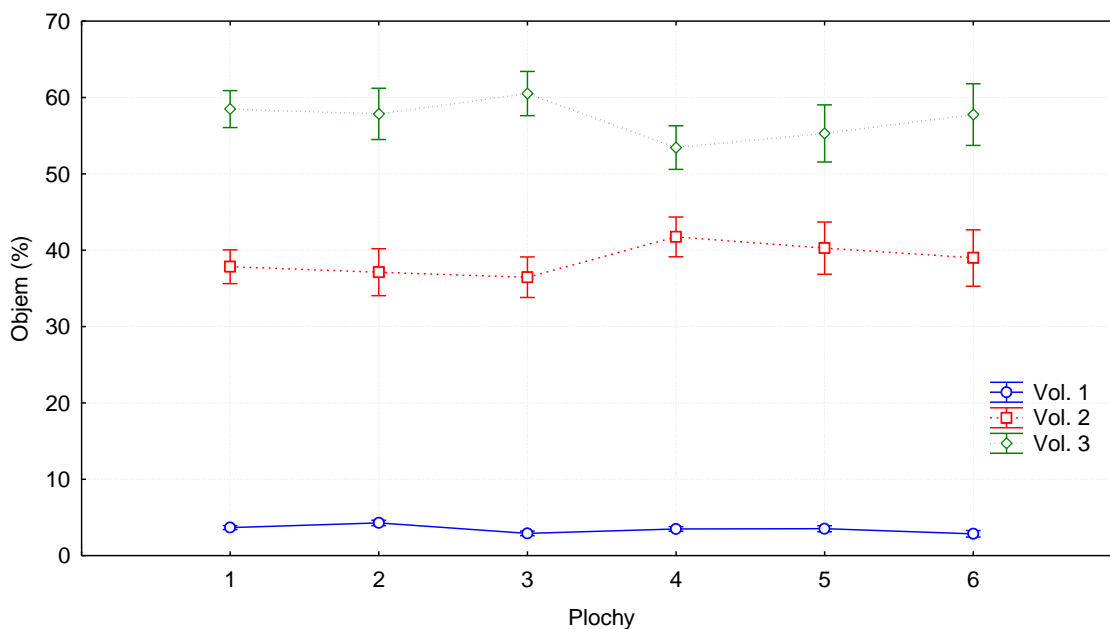


**Obr. 28:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

**Tab. 18:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	50	50	3,67	0,87	37,84	7,19	58,48
2	26	26	4,29	0,96	37,12	8,38	57,85
3	35	35	2,92	0,90	36,46	4,56	60,51
4	36	36	3,50	0,96	41,74	10,61	53,45
5	21	21	3,53	1,09	40,27	8,14	55,29
6	18	18	2,86	0,71	38,99	8,02	57,77
$\Sigma$	186	186	3,49	1,01	38,62	8,06	57,37
Tab.val.			3,07		40,23		56,69

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 25 cm

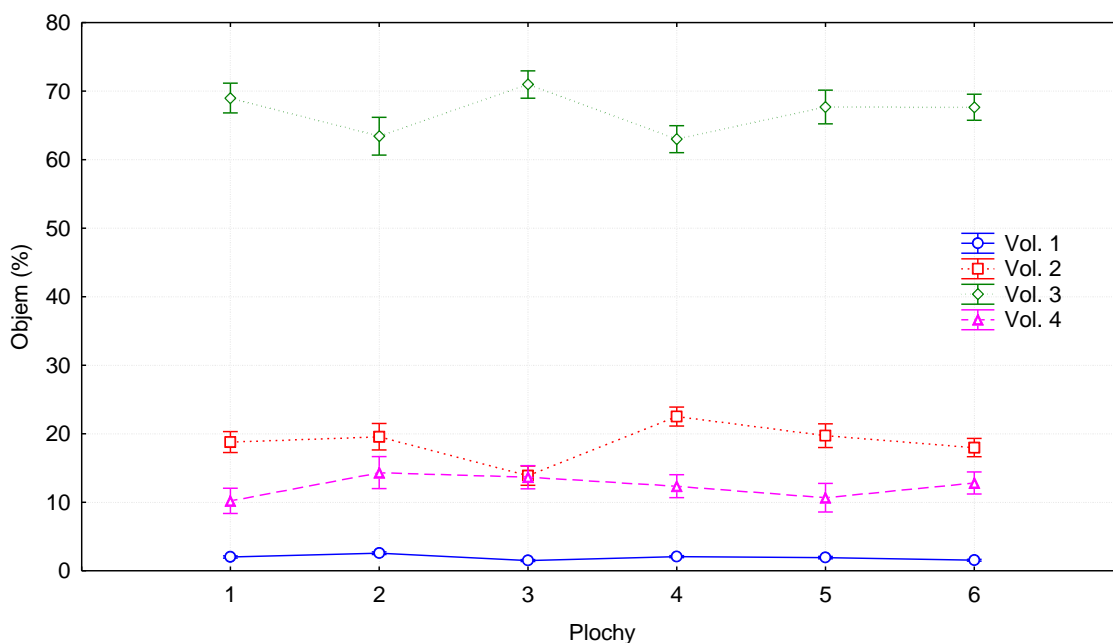


**Obr. 29:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

**Tab. 19:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	32	2,01	0,51	18,78	4,70	68,99	6,50	10,21	3,51
2	20	2,57	0,62	19,57	4,14	63,42	6,21	14,33	2,97
3	38	1,49	0,39	13,89	3,12	70,96	5,01	13,66	5,64
4	39	2,07	0,48	22,51	5,67	62,99	6,95	12,35	3,75
5	25	1,92	0,40	19,72	3,15	67,69	5,26	10,67	4,46
6	42	1,54	0,32	17,98	4,52	67,65	6,86	12,82	7,92
$\Sigma$	196	1,87	0,55	18,60	5,15	67,16	6,80	12,34	5,40
Tab.val.		1,71		19,04		70,43		8,82	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 30 cm

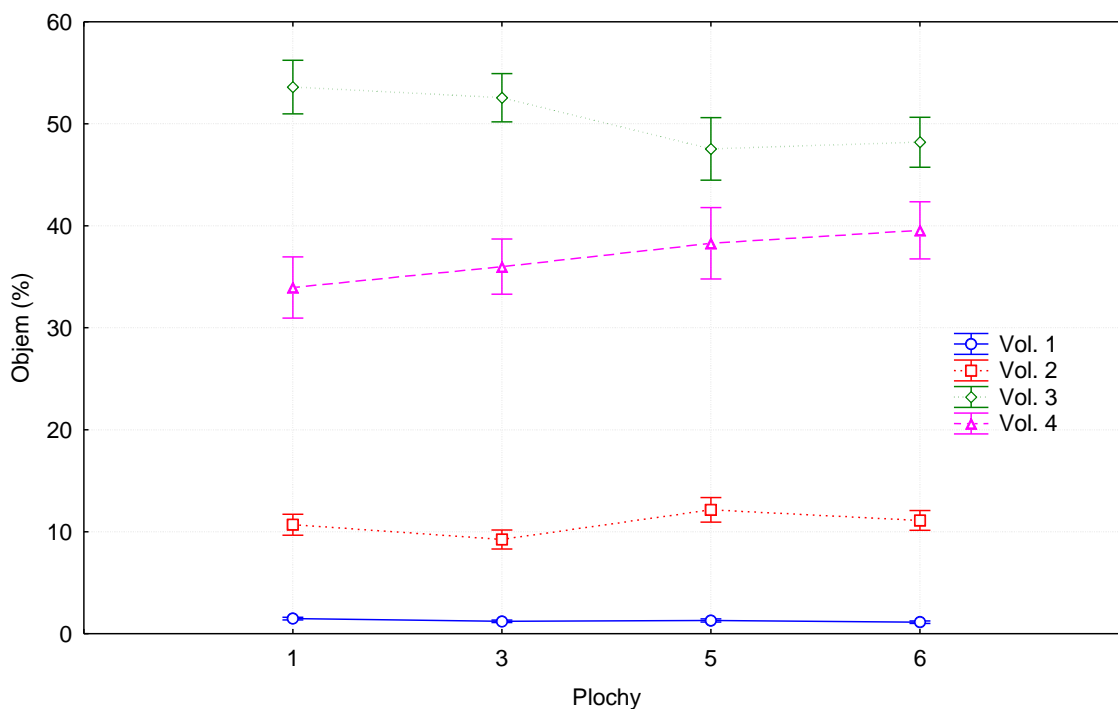


**Obr. 30:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

**Tab. 20:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	34	1,48	0,39	10,69	2,60	53,61	6,46	33,95	7,60
3	42	1,21	0,54	9,24	3,40	52,56	8,43	36,00	7,33
5	25	1,30	0,25	12,15	2,88	47,54	7,64	38,29	10,60
6	39	1,13	0,29	11,11	3,08	48,19	8,06	39,56	10,07
$\Sigma$	140	1,27	0,41	10,63	3,18	50,70	8,09	36,90	9,02
Tab.val.		1,17		10,33		50,81		37,69	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 35 cm



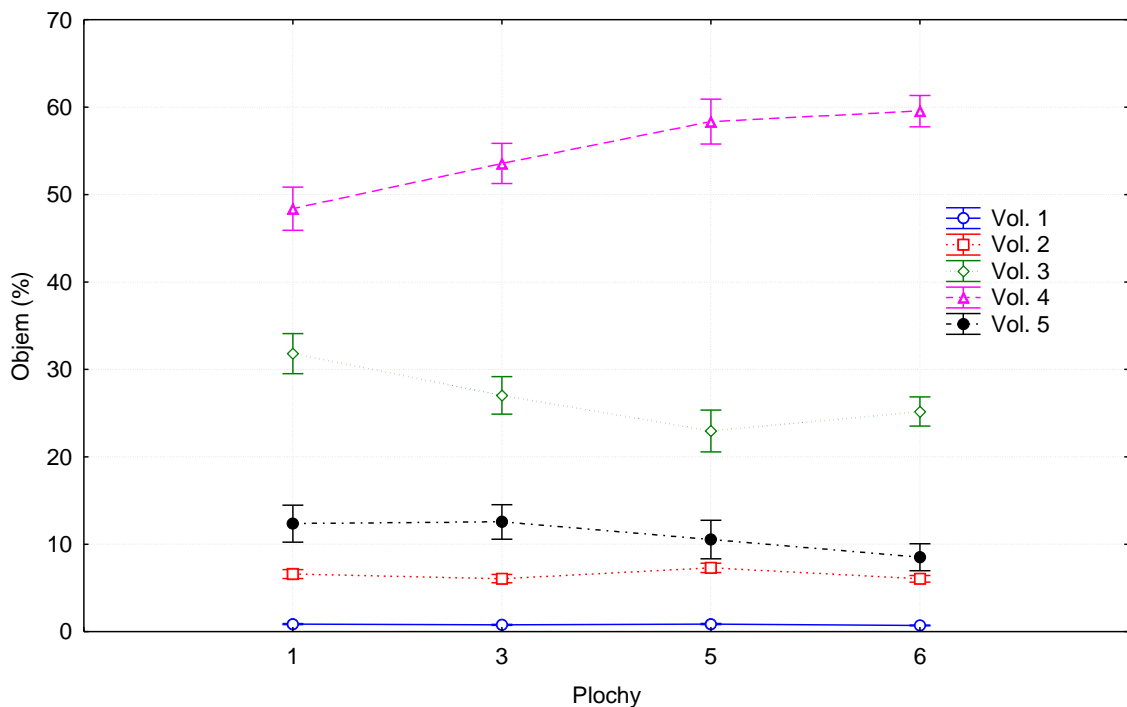
**Obr. 31:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle objemů tloušťkových sekcí.



**Tab. 21:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4		Vol.5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	27	0,87	0,19	6,59	1,39	31,80	4,95	48,39	5,43	12,35	6,23
3	31	0,78	0,16	6,07	0,97	27,02	6,10	53,56	5,85	12,56	5,99
5	25	0,87	0,15	7,29	1,88	22,95	6,14	58,35	7,55	10,54	5,26
6	51	0,71	0,13	6,04	1,23	25,19	6,44	59,55	6,81	8,52	5,04
$\Sigma$	134	0,79	0,17	6,39	1,42	26,53	6,66	55,69	7,75	10,60	5,78
Tab.val.		0,76		6,42		27,29		58,57		6,96	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 40 cm

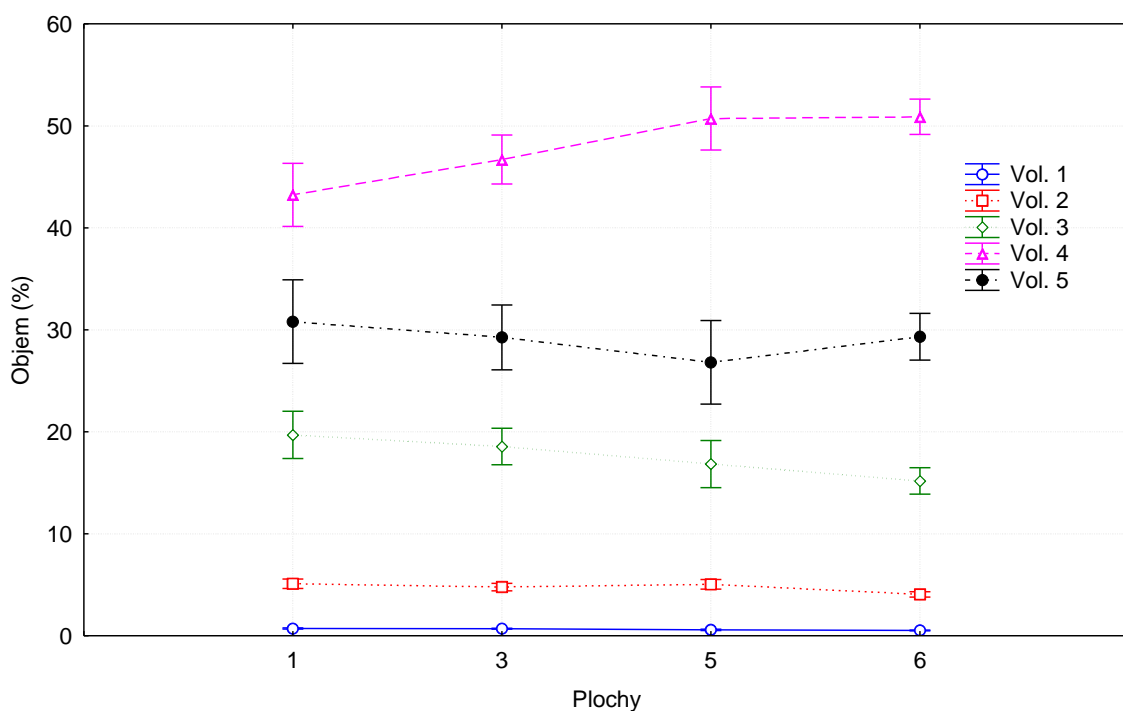


**Obr. 32:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

**Tab. 22:** Procentuální rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4		Vol.5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	15	0,72	0,13	5,10	0,95	19,70	5,21	43,24	5,68	30,81	7,82
3	25	0,70	0,17	4,78	1,05	18,56	4,45	46,70	6,05	29,26	8,55
5	15	0,58	0,13	5,05	1,23	16,84	4,38	50,72	5,28	26,81	8,16
6	48	0,53	0,08	4,06	0,69	15,18	4,37	50,89	6,33	29,32	7,72
$\Sigma$	103	0,60	0,15	4,53	1,01	16,90	4,80	48,74	6,60	29,16	7,97
Tab.val.		0,54		4,23		16,73		52,92		25,58	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 45 cm

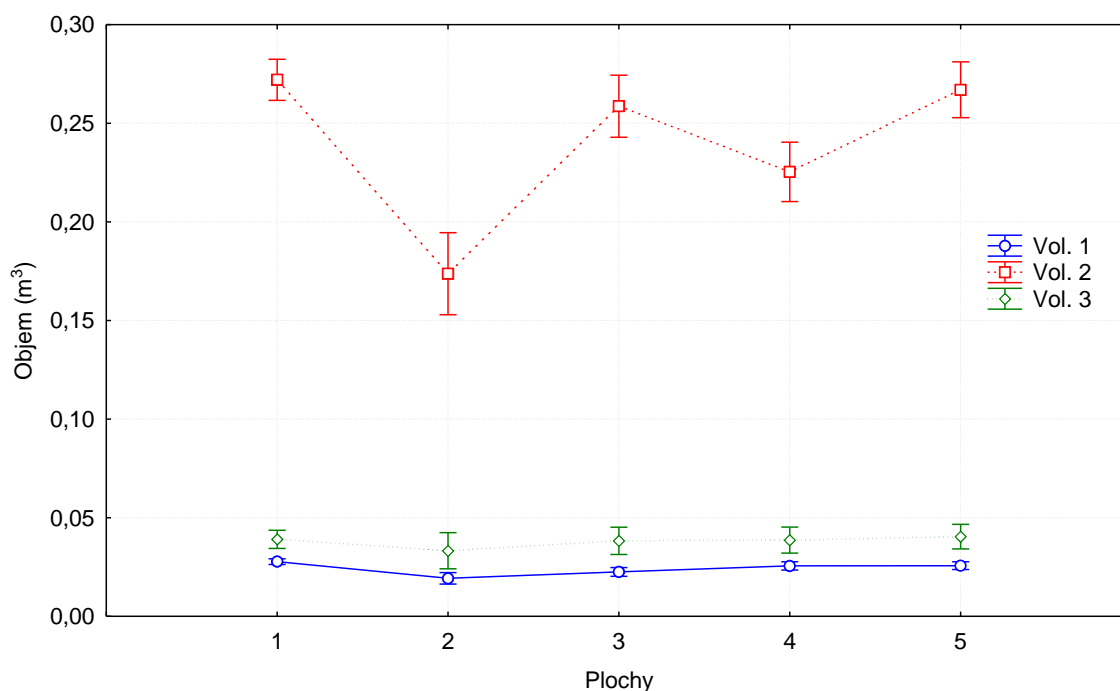


**Obr. 33:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle objemů tloušťkových sekcí.

**Tab. 23:** Rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	48	0,028	0,005	0,272	0,026	0,039	0,019
2	12	0,019	0,002	0,174	0,023	0,033	0,010
3	21	0,023	0,007	0,259	0,047	0,038	0,017
4	23	0,026	0,004	0,225	0,040	0,039	0,014
5	26	0,026	0,004	0,267	0,044	0,040	0,012
$\Sigma$	130	0,025	0,006	0,252	0,047	0,039	0,016
Tab.val.		0,02		0,278		0,029	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 20 cm

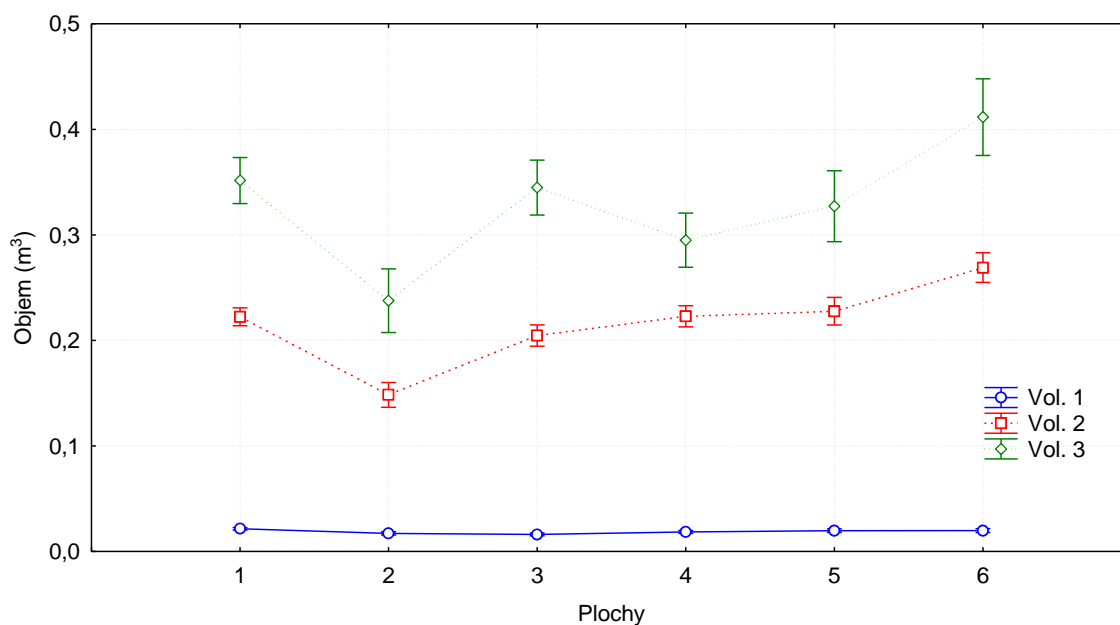


**Obr. 34:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

**Tab. 24:** Rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	50	0,022	0,004	0,222	0,028	0,352	0,071
2	26	0,017	0,003	0,148	0,027	0,238	0,059
3	35	0,016	0,004	0,205	0,017	0,345	0,059
4	36	0,019	0,004	0,223	0,045	0,295	0,090
5	21	0,020	0,004	0,228	0,025	0,327	0,098
6	18	0,020	0,005	0,269	0,033	0,412	0,101
$\Sigma$	186	0,019	0,004	0,214	0,043	0,326	0,090
Tab.val.		0,0175		0,224		0,326	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 25 cm

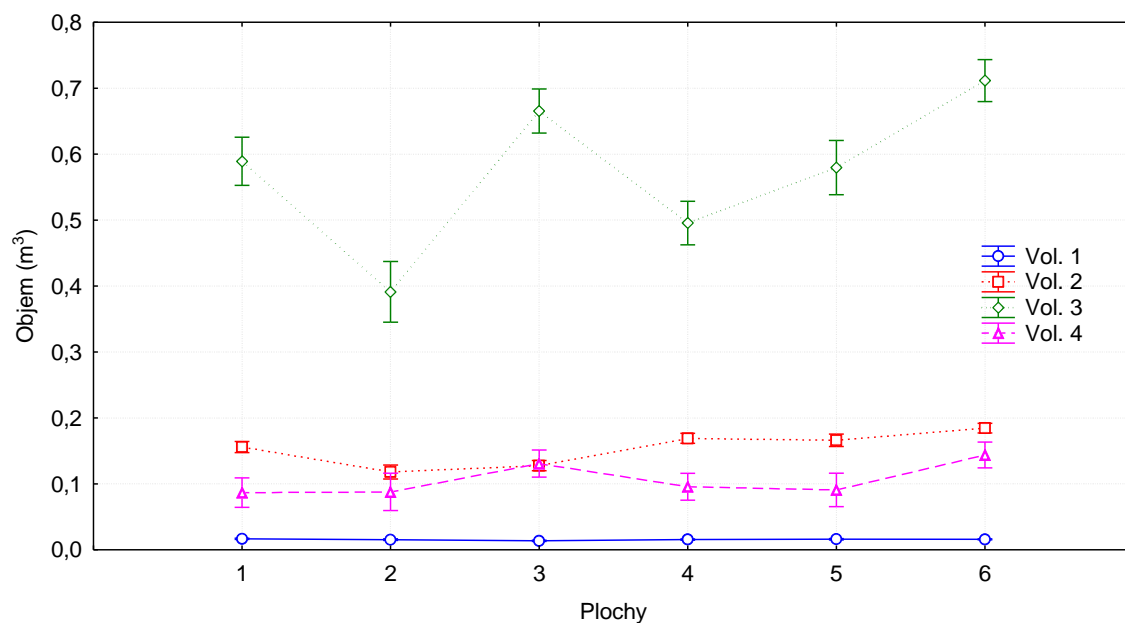


**Obr. 35:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

**Tab. 25:** Rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	32	0,017	0,003	0,156	0,022	0,589	0,104	0,087	0,032
2	20	0,016	0,003	0,118	0,018	0,391	0,072	0,088	0,021
3	38	0,014	0,003	0,128	0,020	0,666	0,087	0,131	0,062
4	39	0,016	0,002	0,169	0,026	0,496	0,129	0,096	0,034
5	25	0,016	0,002	0,166	0,018	0,580	0,091	0,091	0,042
6	42	0,016	0,003	0,185	0,032	0,712	0,114	0,144	0,112
<b>Σ</b>	196	0,016	0,003	0,157	0,033	0,590	0,144	0,110	0,068
Tab.val.		0,014		0,156		0,578		0,072	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka, **Σ** – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 30 cm

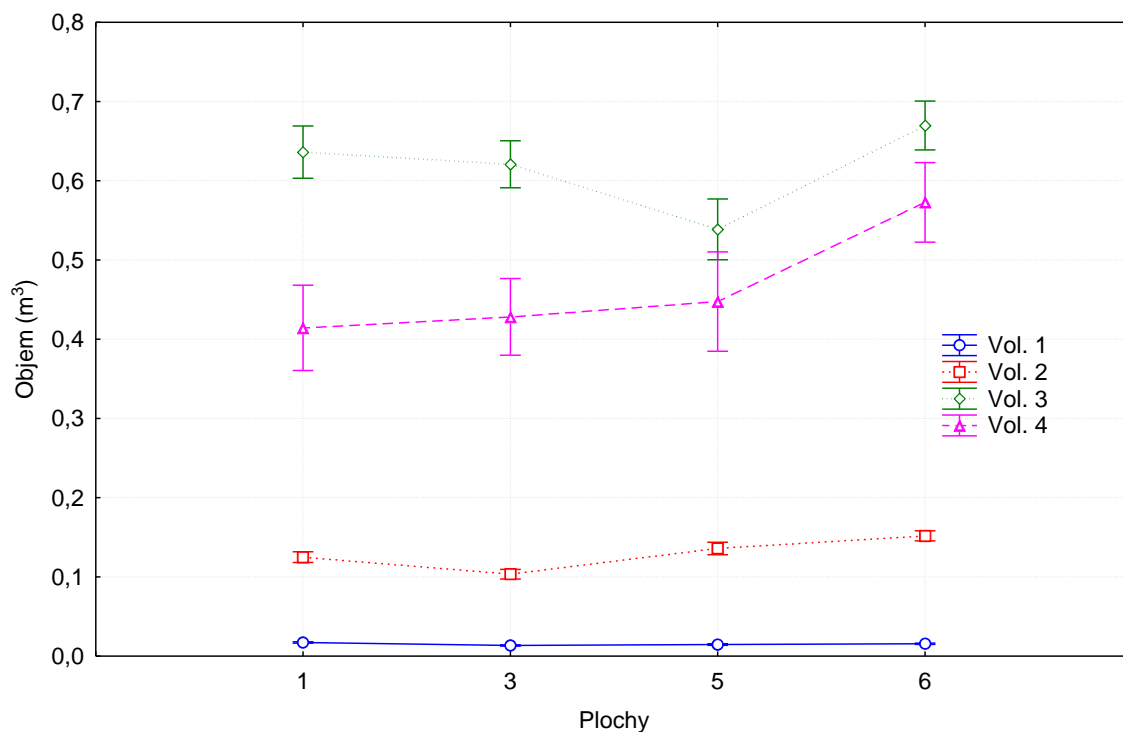


**Obr. 36:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

**Tab. 26:** Rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	34	0,017	0,003	0,125	0,022	0,636	0,084	0,414	0,145
3	42	0,013	0,003	0,103	0,013	0,621	0,117	0,428	0,125
5	25	0,015	0,002	0,136	0,020	0,539	0,079	0,448	0,161
6	39	0,016	0,002	0,152	0,024	0,670	0,095	0,573	0,196
$\Sigma$	140	0,015	0,003	0,128	0,027	0,624	0,106	0,469	0,170
Tab.val.		0,014		0,126		0,6205		0,4725	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 35 cm

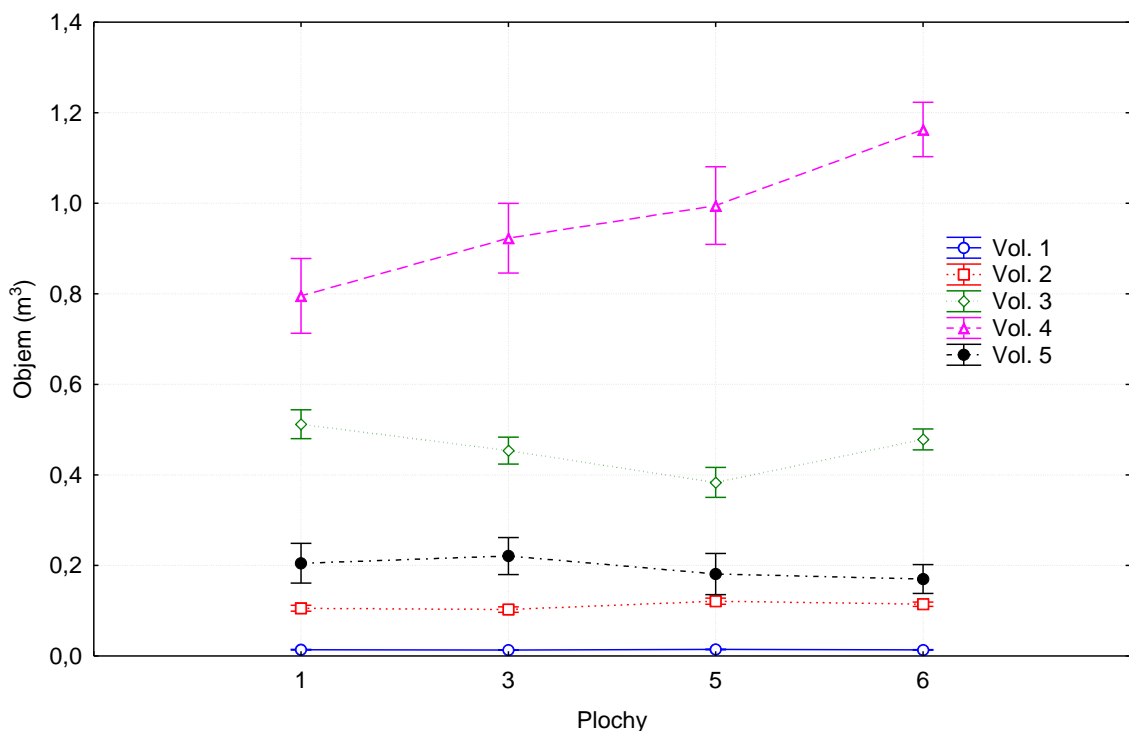


**Obr. 37:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

**Tab. 27:** Rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4		Vol.5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	27	0,014	0,002	0,105	0,015	0,512	0,059	0,796	0,170	0,205	0,118
3	31	0,013	0,002	0,103	0,011	0,454	0,073	0,923	0,179	0,221	0,122
5	25	0,014	0,002	0,121	0,027	0,383	0,090	0,995	0,214	0,181	0,095
6	51	0,013	0,001	0,114	0,015	0,479	0,096	1,163	0,256	0,170	0,118
$\Sigma$	134	0,014	0,002	0,111	0,018	0,462	0,093	1,002	0,257	0,191	0,116
Tab.val.		0,013		0,113		0,479		1,028		0,122	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 40 cm

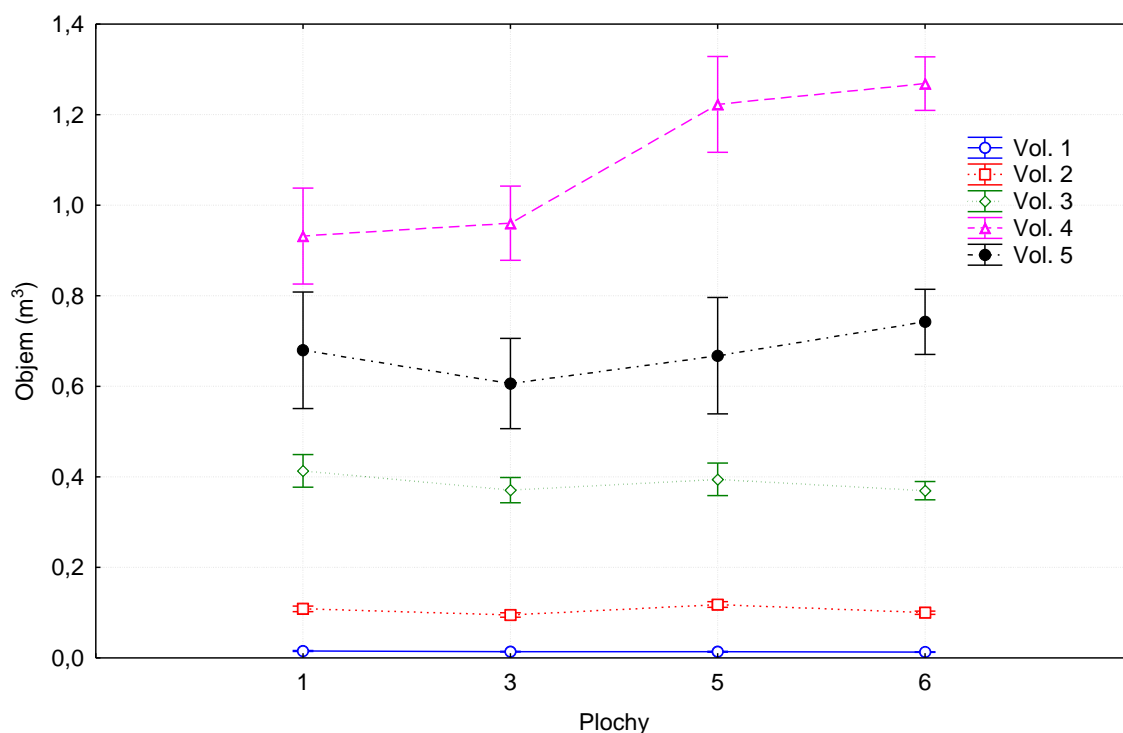


**Obr. 38:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

**Tab. 28:** Rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).

Plocha	N	Vol.1		Vol.2		Vol.3		Vol.4		Vol.5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	15	0,015	0,003	0,108	0,014	0,413	0,072	0,932	0,167	0,680	0,253
3	25	0,014	0,002	0,095	0,007	0,371	0,066	0,960	0,215	0,606	0,220
5	15	0,014	0,002	0,118	0,019	0,395	0,065	1,223	0,230	0,668	0,289
6	48	0,013	0,001	0,100	0,011	0,369	0,074	1,269	0,205	0,742	0,253
$\Sigma$	103	0,014	0,002	0,103	0,014	0,380	0,071	1,138	0,254	0,689	0,254
Tab.val.		0,012		0,095		0,375		1,193		0,584	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 45 cm



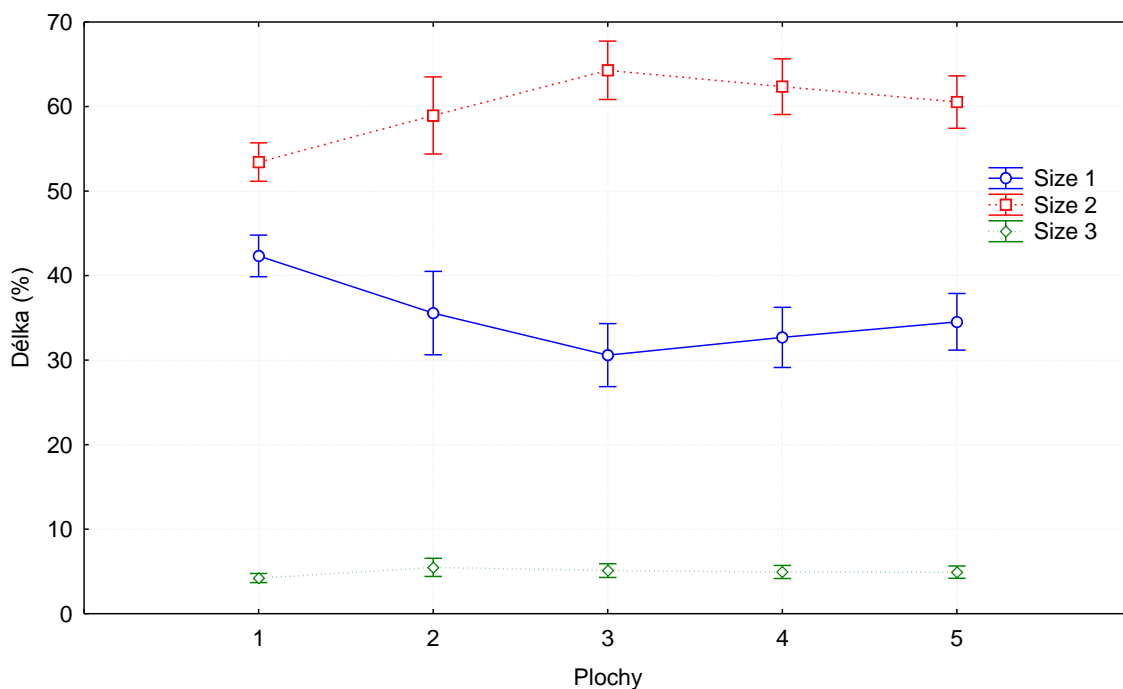
**Obr. 39:** Grafické znázornění rozložení celkového objemu kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle objemů tloušťkových sekcí (m<sup>3</sup>).



**Tab. 29:** Procentuální rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle délky tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	48	42,33	12,27	53,44	11,23	4,23	2,29
2	12	35,57	3,43	58,95	2,52	5,49	1,36
3	21	30,60	8,02	64,29	7,50	5,11	1,93
4	23	32,70	4,57	62,36	4,77	4,94	1,52
5	26	34,53	3,81	60,54	3,75	4,92	1,41
$\Sigma$	130	36,55	9,70	58,70	8,96	4,75	1,90
Tab.val.		29,91		66,14		3,95	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 20 cm

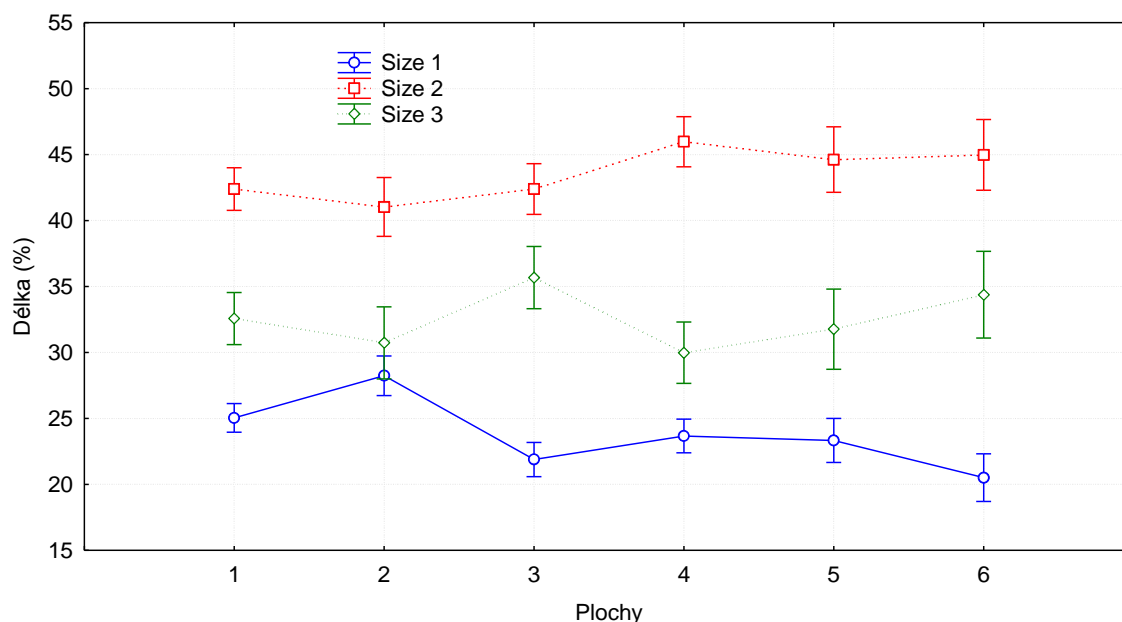


**Obr. 40:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle délky tloušťkových sekcí.

**Tab. 30:** Procentuální rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle délky tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	50	25,04	3,32	42,39	4,88	32,57	6,01
2	26	30,73	7,39	28,24	3,72	41,03	5,93
3	35	21,89	4,63	42,39	3,56	35,68	5,13
4	36	23,67	4,21	45,98	8,07	29,98	9,20
5	21	23,33	4,20	44,62	5,55	31,77	7,48
6	18	20,52	2,74	44,98	6,06	34,38	7,17
$\Sigma$	186	24,35	5,37	41,61	7,79	33,92	7,60
Tab.val.		22,53		45,62		31,85	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 25 cm

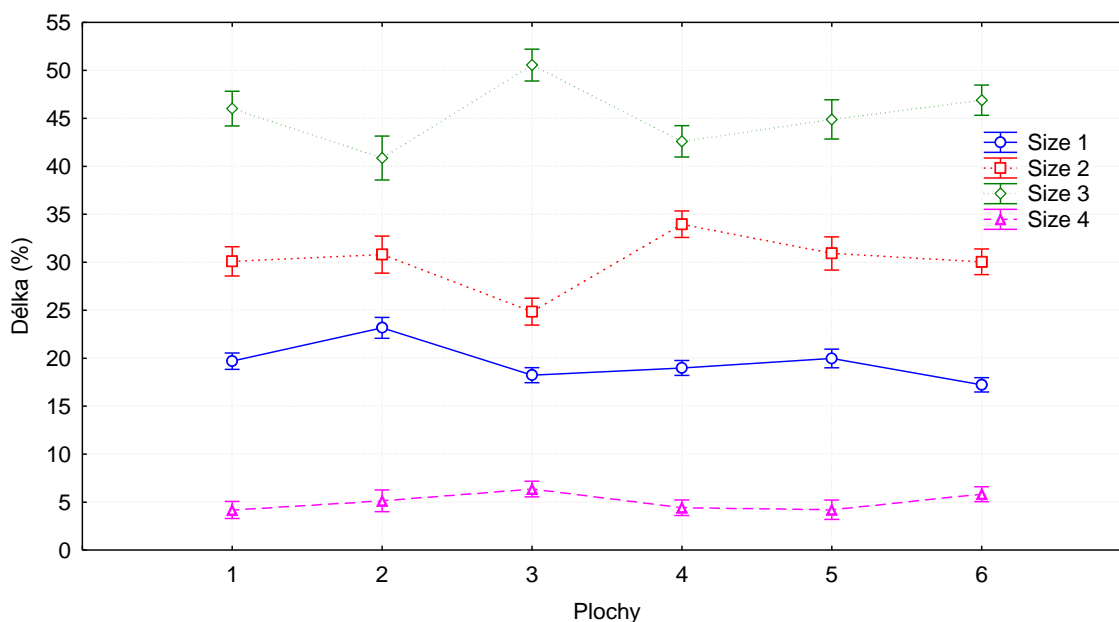


**Obr. 41:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle délky tloušťkových sekcí.

**Tab. 31:** Procentuální rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle délky tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	32	19,69	2,66	30,10	4,64	46,02	5,63	4,19	1,45
2	20	23,17	2,60	30,80	4,25	40,87	5,24	5,14	1,01
3	38	18,23	2,82	24,85	3,65	50,55	5,02	6,37	2,98
4	39	18,98	2,42	33,97	5,20	42,61	5,88	4,42	1,43
5	25	19,98	2,46	30,92	3,26	44,90	3,93	4,20	1,94
6	42	17,23	1,86	30,05	4,59	46,89	4,90	5,83	4,02
$\Sigma$	196	19,13	2,94	30,02	5,21	45,74	5,96	5,11	2,67
Tab.val.		18,96		30,85		46,54		3,65	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 30 cm

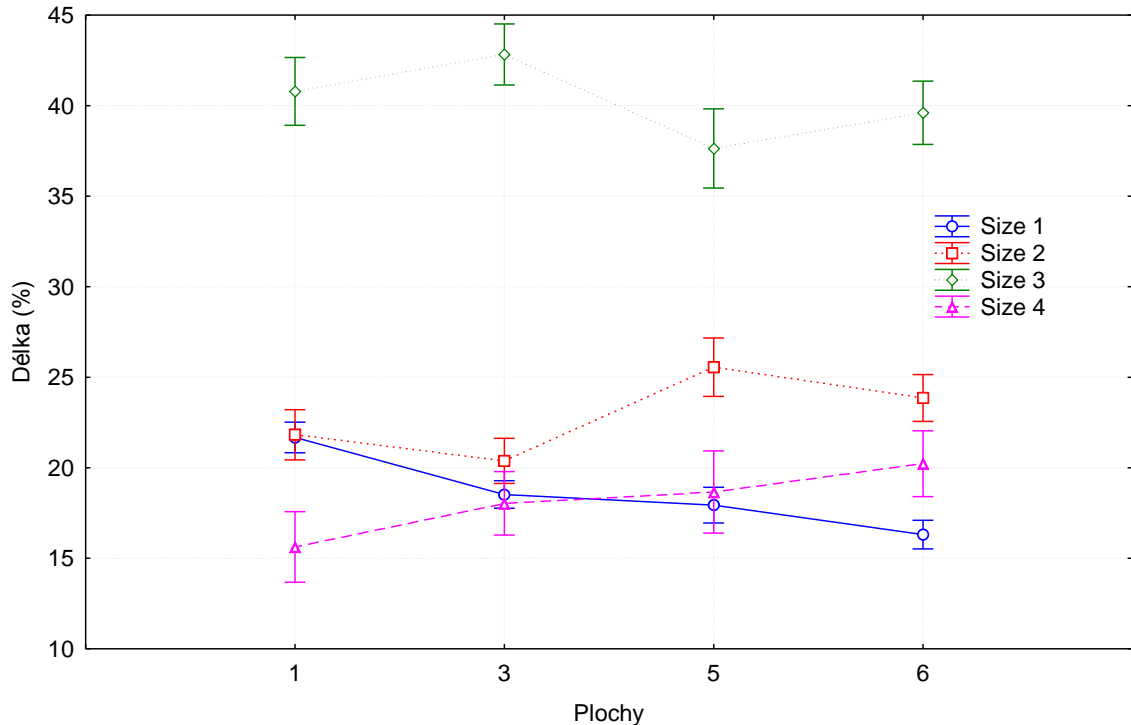


**Obr. 42:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle délky tloušťkových sekcí.

**Tab. 32:** Procentuální rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle délky tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	34	21,68	2,88	21,82	3,76	40,79	4,32	15,63	5,06
3	42	18,52	3,37	20,38	4,86	42,83	7,32	18,03	4,96
5	25	17,94	1,46	25,56	3,45	37,63	4,33	18,66	6,81
6	39	16,31	1,22	23,86	3,80	39,61	4,82	20,22	6,33
$\Sigma$	140	18,57	3,16	22,62	4,47	40,51	5,76	18,17	5,93
Tab.val.		16,78		23,07		41,11		19,05	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 35 cm

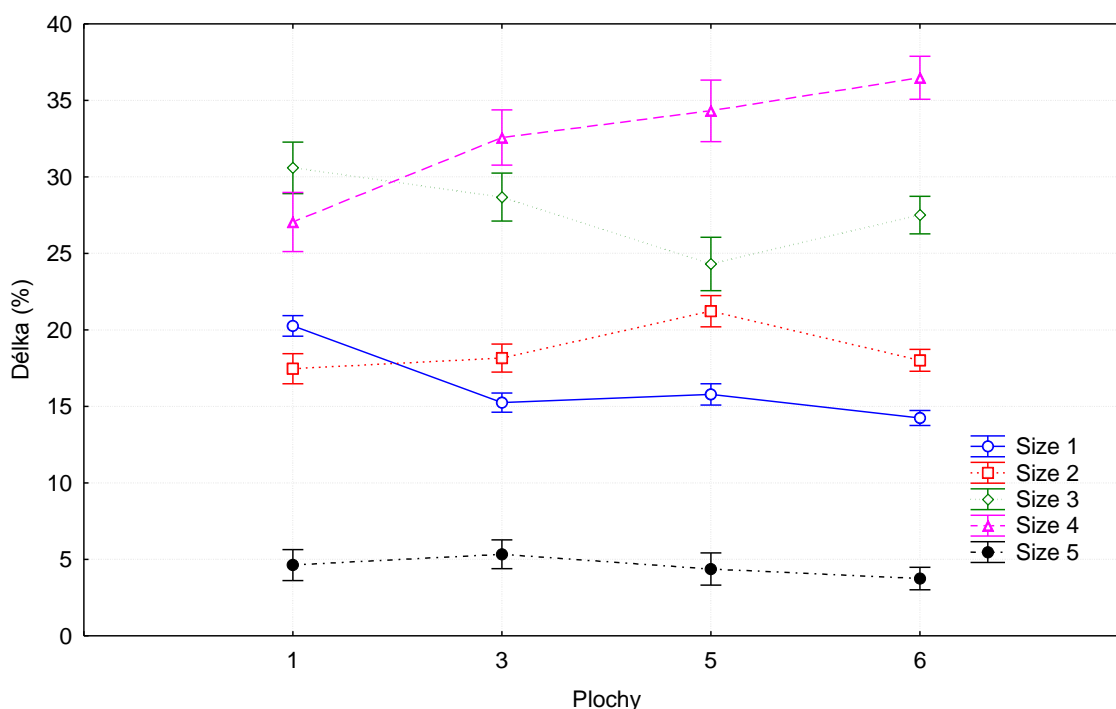


**Obr. 43:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle délky tloušťkových sekcí.

**Tab. 33** Procentuální rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle délky tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4		Size 5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	27	20,26	2,10	17,46	2,34	30,59	3,02	27,05	3,98	4,63	2,70
3	31	15,25	1,42	18,16	1,99	28,68	4,39	32,58	4,54	5,34	2,88
5	25	15,78	1,70	21,22	3,71	24,31	4,30	34,32	5,71	4,37	2,55
6	51	14,24	1,79	18,01	2,34	27,51	5,05	36,49	5,55	3,75	2,54
$\Sigma$	134	15,98	2,84	18,54	2,87	27,80	4,81	33,28	6,11	4,41	2,70
Tab.val.		14,5		18,78		28,88		34,94		2,91	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 40 cm

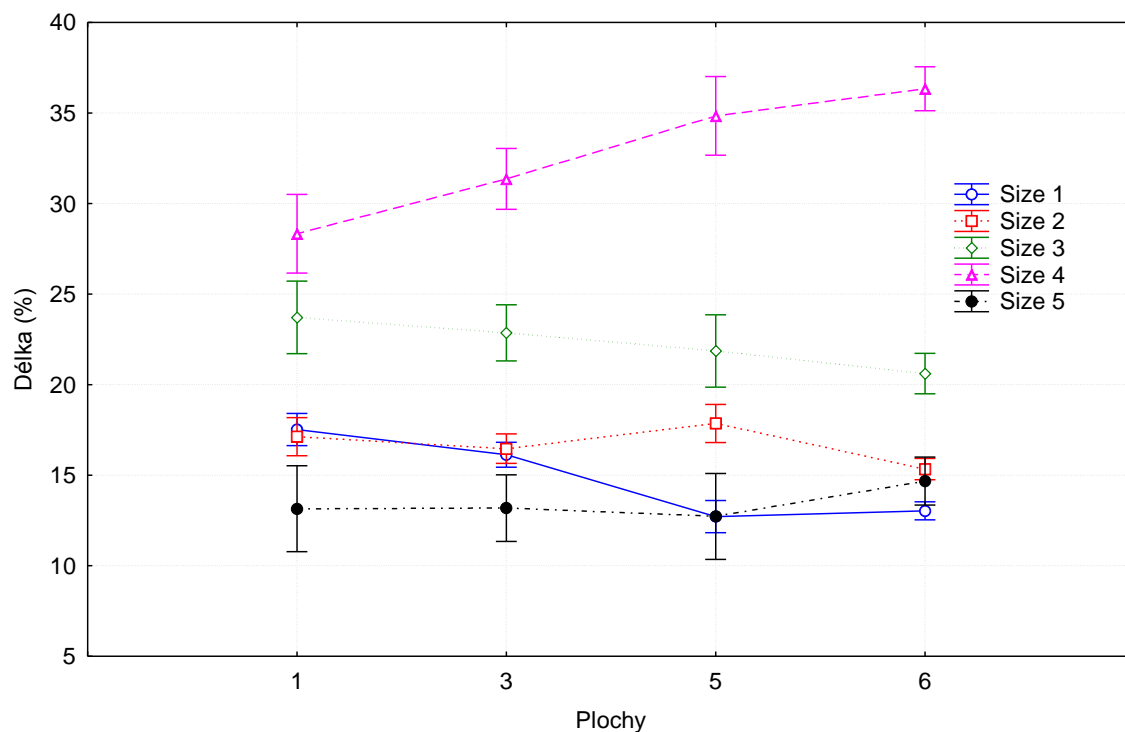


**Obr. 44:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle délky tloušťkových sekcí.

**Tab. 34:** Procentuální rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle délky tloušťkových sekcí.

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4		Size 5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	15	17,52	1,55	17,13	2,10	23,72	4,30	28,33	3,47	13,15	4,29
3	25	16,13	2,28	16,47	2,16	22,86	3,72	31,36	4,63	13,18	4,56
5	15	12,71	1,72	17,86	2,87	21,86	3,49	34,84	3,57	12,72	4,99
6	48	13,03	1,44	15,34	1,65	20,61	3,98	36,34	4,42	14,68	4,65
$\Sigma$	103	14,39	2,53	16,24	2,23	21,79	4,03	33,75	5,15	13,81	4,64
Tab.val.		13,2		15,41		22,18		37,19		12,03	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 45 cm

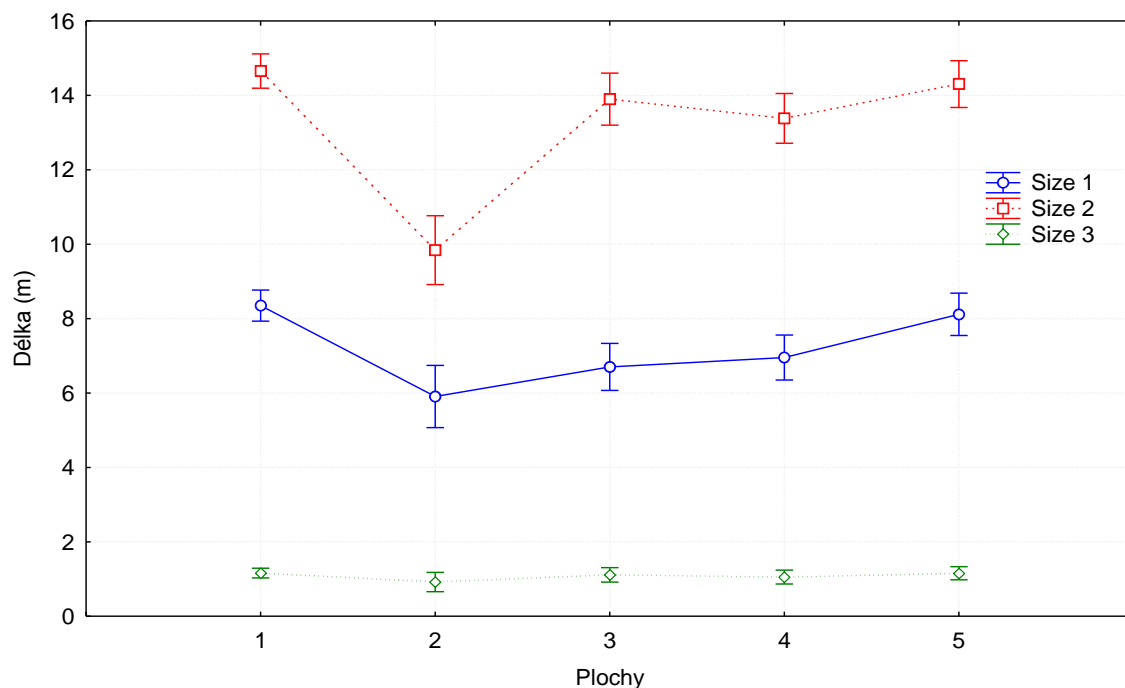


**Obr. 45:** Grafické znázornění procentuálního rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle délky tloušťkových sekcí.

**Tab. 35:** Rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	48	8,51	6,58	14,66	1,24	1,16	0,57
2	12	5,91	0,47	9,84	1,00	0,92	0,27
3	21	6,70	2,10	13,90	2,02	1,11	0,46
4	23	6,95	0,95	13,38	1,99	1,05	0,34
5	26	8,12	0,84	14,31	1,73	1,16	0,34
$\Sigma$	130	9,21	4,98	13,79	2,09	1,11	0,45
Tab.val.		6,6		14,5		0,9	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 20 cm

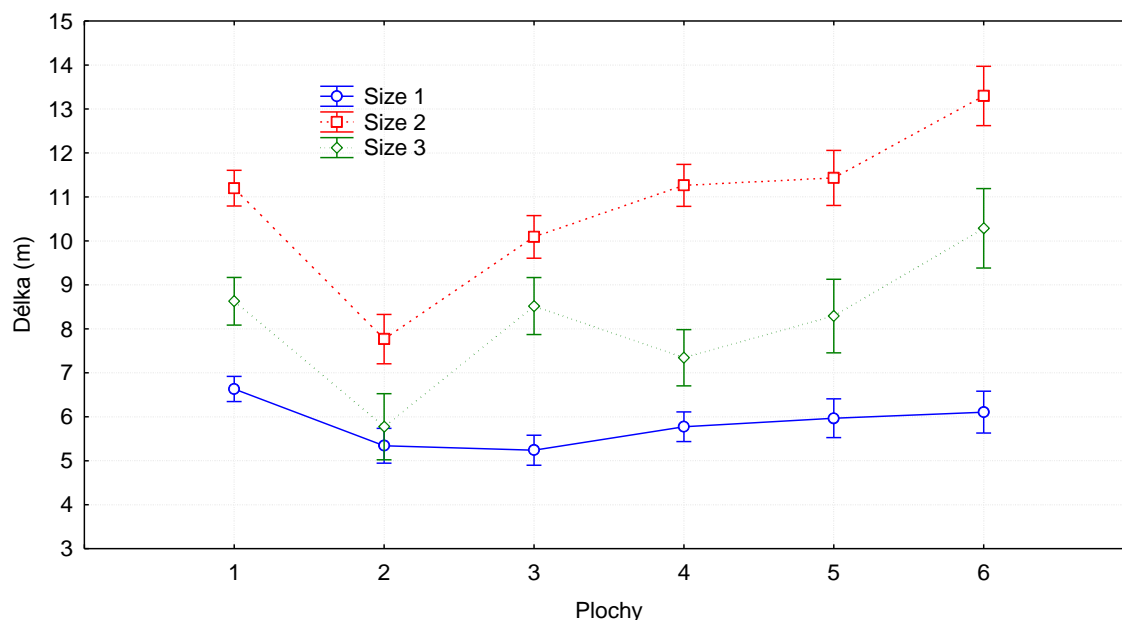


**Obr. 46:** Grafické znázornění rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 20 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

**Tab. 36:** Rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	50	6,63	0,98	11,20	1,28	8,63	1,69
2	26	5,34	0,84	7,77	1,30	5,77	1,47
3	35	5,24	1,22	10,09	0,86	8,52	1,36
4	36	5,77	0,99	11,26	2,15	7,34	2,32
5	21	5,97	0,94	11,43	1,15	8,29	2,46
6	18	6,11	1,10	13,30	1,61	10,29	2,56
$\Sigma$	186	5,29	2,04	10,41	2,60	8,36	2,06
Tab.val.		5,6		11,4		8	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 25 cm



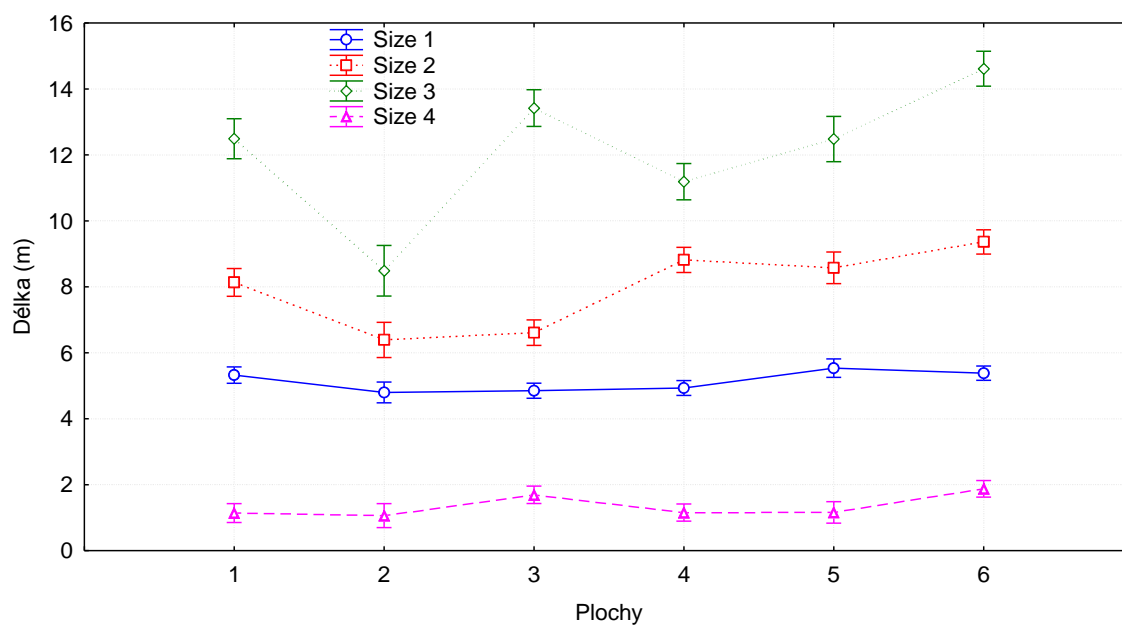
**Obr. 47:** Grafické znázornění rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 25 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).



**Tab. 37:** Rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	32	5,33	0,71	8,13	1,14	12,49	1,80	1,14	0,41
2	20	4,80	0,60	6,39	0,99	8,49	1,33	1,06	0,22
3	38	4,85	0,83	6,61	1,07	13,42	1,41	1,69	0,78
4	39	4,93	0,58	8,82	1,22	11,19	2,20	1,16	0,40
5	25	5,54	0,64	8,58	0,93	12,48	1,43	1,16	0,54
6	42	5,38	0,80	9,36	1,56	14,61	1,81	1,88	1,45
$\Sigma$	196	5,14	0,76	8,12	1,62	12,46	2,46	1,40	0,88
Tab.val.		4,9		8		12,1		0,9	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 30 cm

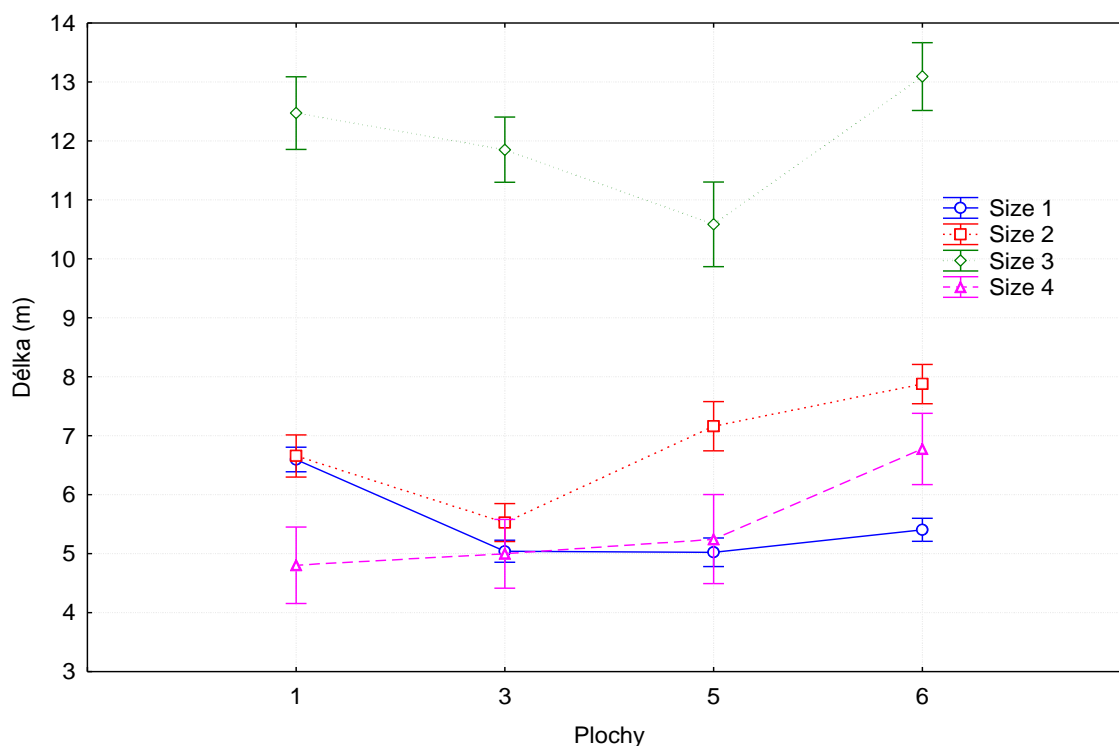


**Obr. 48:** Grafické znázornění rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 30 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

**Tab. 38:** Rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	34	6,60	0,75	6,66	1,18	12,47	1,62	4,80	1,71
3	42	5,04	0,64	5,53	0,81	11,85	2,23	5,00	1,51
5	25	5,02	0,40	7,16	1,01	10,59	1,55	5,25	1,99
6	39	5,41	0,57	7,88	1,19	13,09	1,62	6,78	2,36
$\Sigma$	140	5,52	0,88	6,75	1,39	12,12	1,99	5,49	2,06
Tab.val.		4,9		6,65		11,9		5,6	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 35 cm

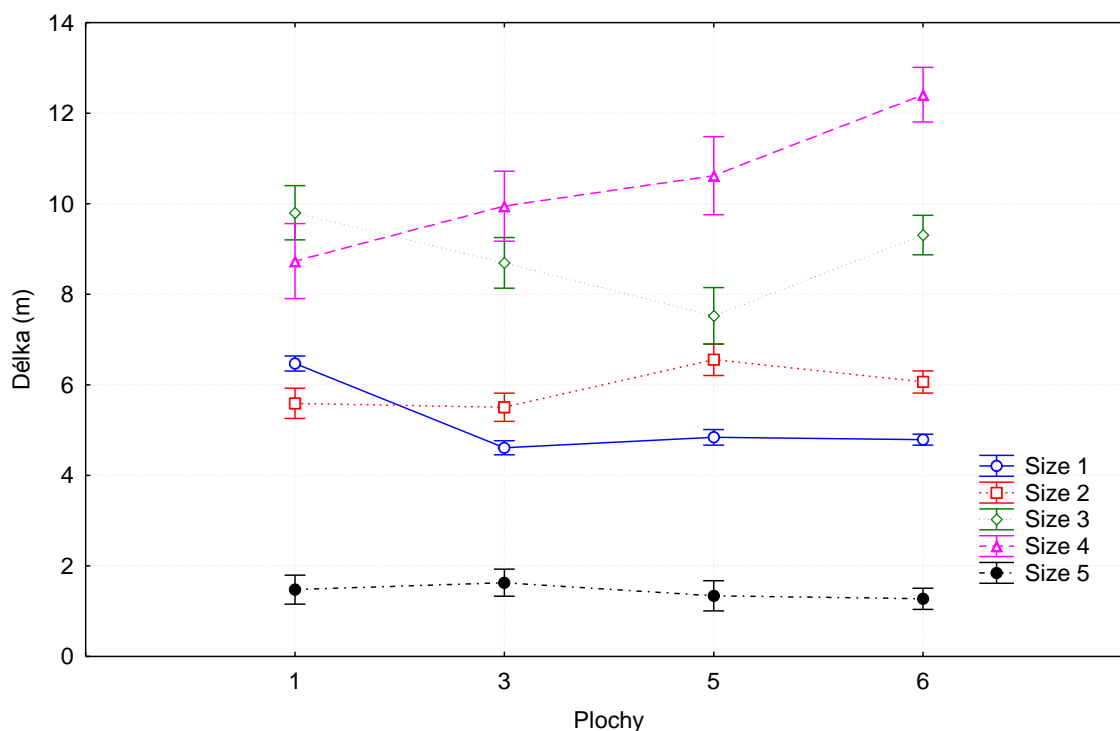


**Obr. 49:** Grafické znázornění rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 35 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

**Tab. 39:** Rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4		Size 5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	27	6,47	0,48	5,59	0,78	9,80	1,07	8,73	1,76	1,48	0,83
3	31	4,61	0,28	5,50	0,61	8,70	1,34	9,95	1,83	1,63	0,89
5	25	4,84	0,46	6,55	1,40	7,53	1,68	10,62	2,21	1,34	0,72
6	51	4,79	0,48	6,06	0,72	9,31	1,85	12,41	2,52	1,27	0,87
$\Sigma$	134	5,10	0,82	5,93	0,95	8,93	1,74	10,77	2,58	1,41	0,85
Tab.val.		4,6		6		9,2		11,2		0,9	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 40 cm

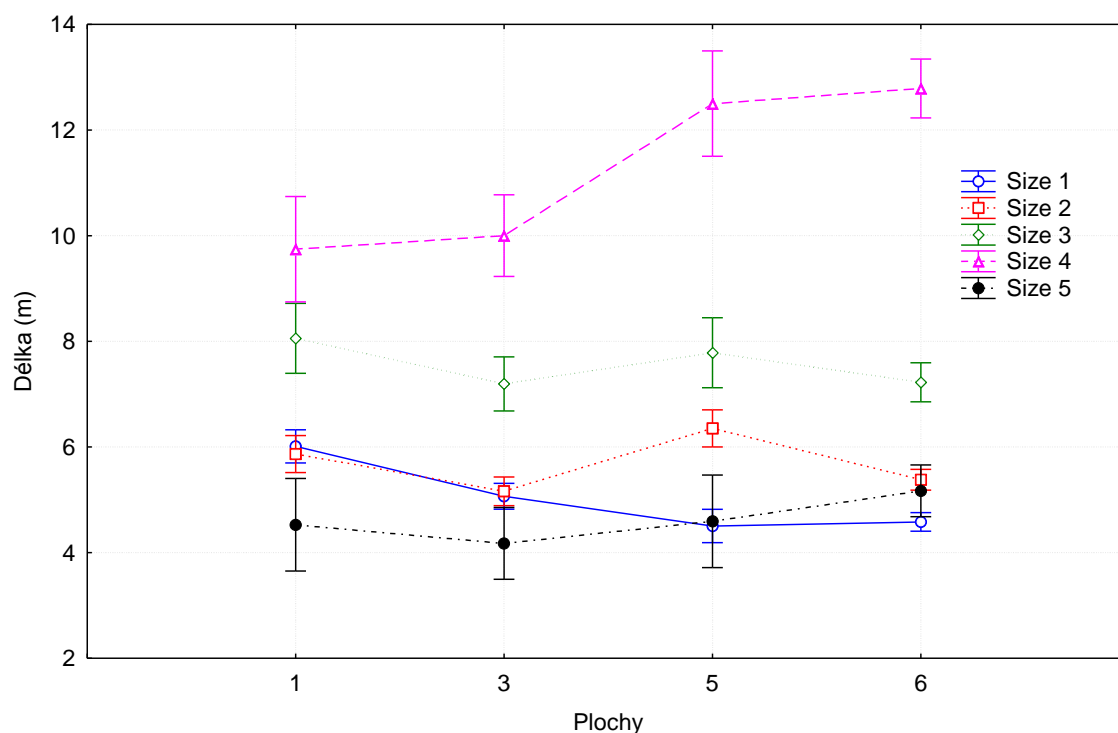


**Obr. 50:** Grafické znázornění rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 40 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

**Tab. 40:** Rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

Plocha	N	Size 1		Size 2		Size 3		Size 4		Size 5	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	15	6,01	0,78	5,87	0,83	8,06	1,23	9,75	1,66	4,53	1,64
3	25	5,07	0,63	5,16	0,45	7,19	1,18	10,00	2,20	4,18	1,51
5	15	4,50	0,46	6,35	1,07	7,78	1,27	12,50	2,09	4,59	1,95
6	48	4,58	0,59	5,38	0,58	7,23	1,37	12,79	1,84	5,17	1,75
$\Sigma$	103	4,90	0,79	5,54	0,78	7,42	1,32	11,63	2,37	4,75	1,74
Tab.val.		4,35		5,05		7,3		12,3		3,95	

N – počet kmenů,  $\bar{x}$  – průměr (%), s – směrodatná odchylka,  $\Sigma$  – průměrné hodnoty za všechny plochy, Tab. val. – tabulková hodnota pro kmenový profil s výčetní tloušťkou 45 cm



**Obr. 51:** Grafické znázornění rozložení celkové délky kmenů s výčetní tloušťkou 45 cm dle délky tloušťkových sekcí (m).

## **5.5 Zhodnocení přesnosti procentických sortimentačních tabulek**

V tabulkách a grafech na předchozích stranách byla přehledně znázorněna skladba sortimentů smrkových kmenů s různou výčetní tloušťkou v závislosti na jednotlivých zkusných plochách. Toto rozdělení kmenů do sortimentů lze konfrontovat s příloženou tabulkovou hodnotou, která udává procentuální zastoupení daného sortimentu dle procentických sortimentačních tabulek a de-facto vyjadřuje míru jejich přesnosti. Jelikož se jedná o velice obsáhlý soubor dat, není nutné ani vhodné jednotlivé hodnoty detailně popisovat, neboť průběh zjištěných hodnot dostatečně charakterizuje grafické znázornění s příloženou tabulkou obsahující průměrné hodnoty za konkrétní plochu. V tabulkách je dále uvedena zjištěná směrodatná odchylka v rámci jednotlivých ploch a odchylka souhrnná za všechny plochy.

### **Porovnání přesnosti určení procentuálního objemu dle sortimentačních tabulek**

Výsledky porovnání jsou uvedeny jednotlivě pro sledované výčetní tloušťky 20, 30 a 40 cm s tím, že vypočtené hodnoty kmenových profilů s výčetními tloušťkami 25, 35 a 45 cm byly v rámci tohoto závěrečného zhodnocení vzaty jako hodnoty doplňkové, nicméně dosahovaná míra přesnosti byla velmi podobná jako u nejbližší nižší sledované výčetní tloušťky.

Porovnání výsledků procentuálního rozložení celkového objemu kmenů dle tloušťkových sekcí kmenových profilů s výčetní tloušťkou 20 cm ukázalo, že výsledné průměrné hodnoty jsou mírně vyšší než hodnoty tabulkové. Rozdíl mezi tabulkovou hodnotou a hodnotami zjištěnými ze zkusných ploch se pohybuje v rozmezí 4 až 8 %. Směrodatné odchylky jsou však malé a dosahují maximálních hodnot pěti procent v rámci jednotlivých ploch.

U hodnot vypočtených z kmenových profilů s výčetní tloušťkou 30 cm jsou zjištěny velmi malé odchylky průměrných hodnot Vol.1 – Vol.4 od hodnot tabulkových. Pohybují se kolem tří procent. U tloušťkové sekce Vol. 3 se odchylka od tabulkových hodnot pohybuje okolo pěti procent, ve dvou případech dosahuje téměř sedm procent. Připočte-li se v tomto případě velikost směrodatné odchylky (5 až 6%), pak v těchto extrémních případech může odchylka sahat až k hranici 13%. Tato maximální odchylka byla zjištěna u relativních podílů objemů tloušťkových sekcí v dolních partiích kmenů. Při určování procentuálního zastoupení Vol 1. a Vol.2 bylo dosaženo velmi vysoké

přesnosti, kde odchylka od tabulkových hodnot v průměru všech ploch činí necelé jedno procento, pouze u plochy 3 byla zjištěna odchylka významnější. Z tohoto zjištění tedy vyplývá, že podle procentických tabulek lze s vysokou přesností určit podíl dvou částí kmenu rozděleného v tloušťce 20 cm.

Vypočtené hodnoty z kmenových profilů s výčetní tloušťkou 40 cm dosahují podobných odchylek od hodnot tabulkových, a to v průměru tři až čtyři procenta za celý soubor dat. Ze souboru ploch se jednoznačně nejvíce liší plocha 1. s 10 % odchylkou průměrné hodnoty při určování Vol.3. Při určování podílů Vol.3 a Vol.4 všeobecně narážíme na vyšší odchylky průměrných hodnot za jednotlivé plochy než u podílů Vol.1 a Vol.2. U objemových podílů tenčích a vyšších partií kmenů Vol.1 a Vol.2 je bez výjimky dosahováno velice vysoké přesnosti jak mezi plochami navzájem, tak mezi plochami a tabulkovými hodnotami. Proto zde platí to samé zjištění jako u kmenových profilů s výčetní tloušťkou 30 cm, tedy že s velmi vysokou přesností lze na základě procentických tabulek určit hranici rozložení hmoty mezi Vol.1-2 a Vol.3-4. V tomto názorném rozdělení sortimentů to znamená, že získáme velice přesný odhad podílu kulatiny s čepovou tloušťkou 20 cm a zbývající částí kmenu. Při požadavku na podrobnější rozdělení spodních partií kmenů však musíme kalkulovat s menší přesností, a to s 8 až 10 % odchylkou oproti tabulkovým hodnotám za jednotlivé plochy. Vezmeme-li v potaz, že při používání procentických sortimentačních tabulek jsou jedinými vstupními daty výčetní tloušťky kmenů, tak dosažené přesnosti jsou velmi dobré. Přesnějších výsledků bychom dosáhli při třídění kmenových profilů do jednocentimetrových sekcí, zohledněním výšky stromů, či případně vytvořením lokálních kmenových profilů. Všechny tyto zpřesňující vstupní data však vyžadují další náklady a vyšší náročnost při jejich zjišťování.

### **Posouzení ostatních sledovaných charakteristik kmenových profilů**

Mezi ostatní ukazatele popisující tloušťkové sekce jednotlivých kmenových profilů patří absolutní objem a absolutní a relativní délka. Tyto ukazatele dále podrobně popisují vhodnost a přesnost průměrných kmenových profilů jako podkladu pro tvorbu tabulek určených k sortimentaci.

U celkových objemů jednotlivých kmenových profilů v rámci vybraných výčetních tlouštěk byly zjištěny výrazné rozdíly. Při rozdělení celkových objemů dle objemů jednotlivých tloušťkových tříd se jejich odlišnost zmenšila, což se dalo předpokládat,

neboť došlo k rozdělení celkového rozdílu na několik menších. Podobně tomu bylo i u rozdělení absolutní délky kmenových profilů dle délky tloušťkových sekcí.

Absolutní délkový i objemový ukazatel znázorňuje reálnou velikost tloušťkových sekcí kmenového profilu. Na základě těchto ukazatelů je tedy možné určit výši reálné odchylky od tabulkových hodnot.

Porovnání absolutních objemových ukazatelů kmenových profilů vybraných výčetních tlouštěk ze zkusných ploch s tabulkovými hodnotami ukázalo, že u tloušťkové sekce Vol. 1 je třeba kalkulovat s odchylkou od tabulkových hodnot v řádu setin metrů krychlových a u Vol. 2 pak s odchylkou okolo  $0,1 \text{ m}^3$ . U tloušťkové sekce Vol. 3 a Vol. 4 se odchylka pohybovala nejčastěji v rozmezí od  $0,1$  až  $0,2 \text{ m}^3$ . Zjištěné rozdíly objemů jednotlivých tloušťkových sekcí od tabulkových hodnot jsou relativně nízké. Toto však nelze říct o rozdílnosti objemů mezi jednotlivými plochami, což je jasně patrné z obrázků 34 až 39.

Velikost rozdílů absolutních délek tloušťkových sekcí je znázorněna na obrázcích 46 až 51. Vypočtené absolutní hodnoty délek tloušťkových sekcí kmenových profilů (Size 1 – Size 5) se ve většině případů liší od hodnot tabulkových průměrně o 0 až 2 metry. Větší přesnosti bylo dosaženo při určení délky vrcholových partií a zároveň nejspodnější části kmenového profilu. U délky tloušťkové sekce Size 1 byla zároveň zjištěna i malá směrodatná odchylka v rámci ploch, která se pohybuje nejčastěji v rozmezí  $0,5$  až  $1$  metr, u ostatních délek tloušťkových sekcí se směrodatná odchylka pohybuje mezi jedním až dvěma metry.

Porovnáním tabulkových hodnot relativního vyjádření délek tloušťkových sekcí udávajících procentuální podíl délky sekce ku celkové délce kmenového profilu s údaji zjištěnými ze zkusných ploch bylo zjištěno, že odchylka průměrných hodnot se pohybuje nejčastěji v rozmezí 2 až 4%. Směrodatná odchylka v rámci ploch dosahuje ve většině případů hodnot tří až pěti procent. Na základě tohoto zjištění lze tabulku „Procentuálního rozložení celkové délky kmenů s různou výčetní tloušťkou dle délky tloušťkových sekcí“ doporučit k přibližnému určení relativní délky sortimentů.

## 5.6 Analýza výsledků prodeje dříví na pni dle souhrnného zastoupení jehličnanů a listnáčů

V období od 4. 03. 2010 až do dne 07. 02. 2013 bylo ve veřejné obchodní soutěži „Prodej dříví na pni“ s oslovením konkurence draženo celkem 254 jednotek. Z těchto jednotek bylo úspěšně vydraženo a realizováno 195 jednotek. 59 jednotek bylo staženo z dražby na limitní ceně a nedošlo k jejich realizaci.

Ze 195 realizovaných jednotek bylo 110 jednotek s převažujícím zastoupením skupiny jehličnatých dřevin, v nichž zastoupení skupiny listnatých dřevin bylo max. 10%. 15 jednotek zahrnovalo převažující zastoupení skupiny listnatých dřevin s max. 10% zastoupením skupiny jehličnatých dřevin. Zbýlých 70 jednotek vykazovalo rozdílné zastoupení skupin jehličnatých a listnatých dřevin a to v intervalu 11-89%. Tabulka 41 zobrazuje přehled všech dražených a realizovaných jednotek včetně podílu jehličnaté skupiny dřevin a průměrné vítězné ceny. Z uvedeného vyplývá, že na většině soutěžených jednotek by s ohledem na terénní podmínky bylo možné nasadit harvesterové technologie a potenciálně tak získat STM data o těžných kmenech.

**Tab. 41:** Přehled všech dražených a realizovaných jednotek ve sledovaném období.

Počet dražených jednotek	Počet realizovaných jednotek	Průměrná vítězná cena (Kč/m <sup>3</sup> )	Podíl zastoupení skupiny jehličnatých dřevin
124	110	1333	91-100%
34	29	1229	81-90%
12	9	1197	71-80%
15	13	1084	61-70%
6	3	1179	51-60%
6	6	1036	41-50%
6	3	973	31-40%
8	5	850	21-30%
5	2	780	11-20%
38	15	860	0-10%



Vybrané popisné statistiky pro sledované soubory zobrazuje tabulka 42.

**Tab. 42:** Vybrané popisné statistiky pro sledované soubory.

Podíl zastoupení skupiny jehličnatých dřevin	n (ks)	Průměrná vítězná cena (Kč/m <sup>3</sup> )	medián (Kč/m <sup>3</sup> )	modus (Kč/m <sup>3</sup> )	min. (Kč/m <sup>3</sup> )	max. (Kč/m <sup>3</sup> )
91-100%	110	1333	1327	1343	766	1743
0-10%	15	860	704	-	330	2045

Test shody středních hodnot dvou nezávislých výběrů (dvouvýběrový *t*-test) hodnotící statistickou významnost rozdílu mezi průměry dvou nezávislých výběrových souborů:

a) průměr  $\bar{x}_1 = 1333$  Kč/m<sup>3</sup>; četnost souboru  $m = 110$  jednotek

b) průměr  $\bar{x}_2 = 860$  Kč/m<sup>3</sup>; četnost souboru  $n = 15$  jednotek

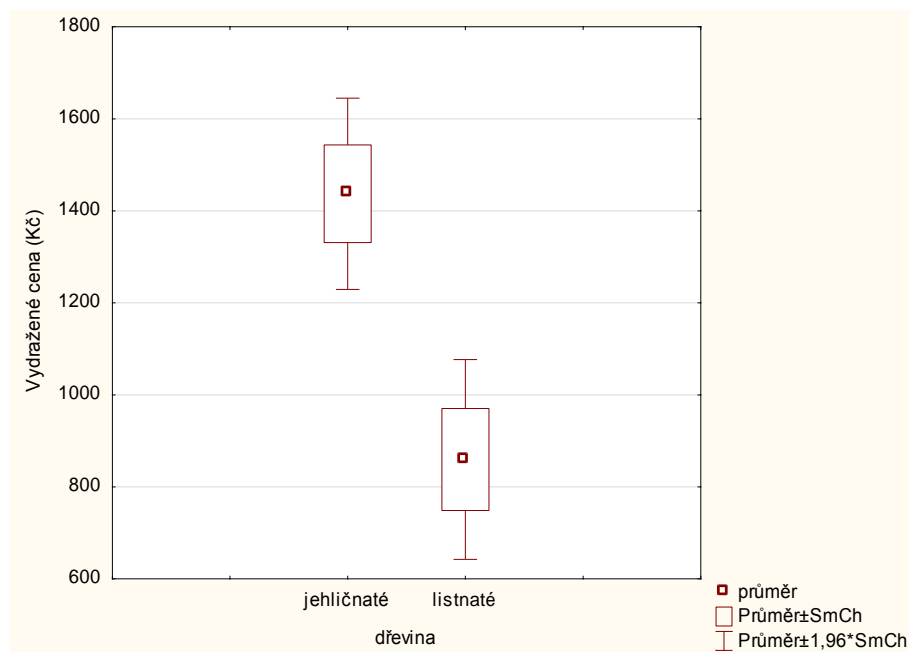
Výpočtu *t*-testu předcházelo posouzení průkaznosti rozdílů mezi rozptyly ( $s_1^2$  a  $s_2^2$ ) s použitím *F*-testu, kde  $F = 6,71$ . K danému výsledku přísluší *p*-hodnota = 0,00028 tzn., že rozptyly se od sebe statisticky významně liší (nehomogenita rozptylů).

K výsledku *t*-testu (tabulka 43) připadá *p*-hodnota odpovídající téměř nule, tudíž rozdíl mezi průměry  $\bar{x}_1$  a  $\bar{x}_2$  můžeme považovat za statisticky významný na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$ . Grafické porovnání obou souborů ukazuje obrázek 52.

**Tab. 43:** Dvouvýběrový *t*-test mezi průměrnými vydraženými cenami skupiny jehličnatých a listnatých dřevin.

skupiny dřevin	$s_1$	$s_2$	<i>t</i> -hodnota	df	<i>p</i> -hodnota
	(Kč)	(Kč)	(-)	(-)	(-)
jehličnaté vs. listnaté	1111,6	429,0	1,99	123	<b>0</b>

$s_1$  - směrodatná odchylka meze ceny za jehličnaté dřeviny,  $s_2$  - směrodatná odchylka meze ceny za listnaté dřeviny, df - stupně volnosti



**Obr. 52:** Grafické porovnání obou sledovaných souborů.

Realizovaný sběr dat z internetových katalogů realizovaných veřejných obchodních soutěží prodeje dříví na pni s oslovením konkurence ukázal na využití možností, které přináší transparentní zveřejňování výsledků prodeje stojícího dříví v prostředí Internetu.

Obecně se transparentností v souvislosti s činnostmi veřejného sektoru rozumí průhlednost rozhodovacích procesů, tedy že dotčené osoby či subjekty mají v reálném čase přístup k relevantním informacím. Koncept transparentnosti v sobě zahrnuje princip rovného a neomezeného přístupu ke všem podstatným informacím o veřejném rozhodování (TRANSPARENCY INTERNATIONAL ČR 2008).

Transparentnost také významně narušuje sociální systém korupce, jelikož snižuje exkluzivitu informací nutných pro realizaci korupční směny. Přístup k privilegovaným informacím a jejich sdílení znamenají komparativní výhodu vůči nezúčastněným hráčům, utužují korupční vazby a zvyšují pravděpodobnost výnosu z korupce (DELLA PORTA, VANUCCI 1999).

S ohledem na získané výsledky můžeme konstatovat, že koncept transparentnosti je v případě veřejných obchodních soutěží prodeje dříví na pni naplněn a údaje lze efektivně získávat a ukládat do vhodných relačních databází, které pak mohou být kontinuálně doplňovány a zpracovávány. Tento způsob zveřejňování výsledků, tak výrazně přispívá k významnému snížení role korupce.

Analýzou průměrné vítězné ceny s ohledem na zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin lze konstatovat, že výsledky ukazují statisticky významný rozdíl mezi průměrnou

vítěznou cenou u porostů, kde bylo zastoupení jehličnanů větší než 90% oproti porostům, kde bylo naopak 90% zastoupení listnáčů (SLANINA ET AL. 2015).

V této souvislosti je taktéž zajímavý i poměr zastoupení nabídek skupiny jehličnatých a listnatých dřevin, kdy počet nabízených jednotek v případě jehličnatých dřevin významně převyšuje počet jednotek listnatých. Tento fakt by bylo vhodné podrobněji analyzovat pokračováním ve sběru dat se zaměřením na tento jev. Pro podrobnější analýzu této skutečnosti by bylo také vhodné získat detailnější data o realizovaných jednotkách, kde převažuje zastoupení listnatých dřevin. Zejména by bylo vhodné zjistit předpokládanou skladbu realizovaných sortimentů, lokalizaci koncového odběratele (zpracovatele), který je schopen zpracovat surové listnaté dříví a lokalizovat jednotky s ohledem na průměrnou přibližovací vzdálenost.

Dalším zajímavým srovnáním by také mohlo být srovnání vítězných cen s ohledem na průměrné ceny surového dříví v ČR. Zde bychom však museli řešit problém se stanovením ceny výroby surového dříví pro rozdílné výrobní lokality. Český statistický úřad zveřejňuje ceny surového dříví v paritě OM, avšak Veřejná obchodní soutěž prodej dříví na pni prodává tzv. nastojato čili na lokalitě P. Dalším chybějícím údajem nezbytným pro výše popsané srovnání je absence informací o vyrobených sortimentech surového dříví z prodaných jednotek. V případě soutěžních jednotek s vyšším zastoupením jehličnatých dřevin, které byly vytěženy harvesterovou technologií, by v tomto ohledu mohlo posloužit získání a vyhodnocení STM dat z harvesterů.

Ke zhodnocení pilotního sběru, ukládání a analýzy dat získaných z veřejné obchodní soutěže prodeje dříví na pni s oslovením konkurence je možné uvést, že lze provádět bez závažných omezení a překážek. Tento typ prodeje a způsob zveřejňování prodejních výsledků umožňuje data účelně sbírat a následně ukládat do relačních databází, v nichž lze poté provádět další podrobné analýzy. V případě této disertační práce se jednalo pouze o doplnění dílčích cílů o analýzu průměrné vítězné ceny s ohledem na zastoupení skupiny dřevin jehličnatých a listnatých. Dosažené výsledky poukázaly na statisticky významný rozdíl mezi průměrnou vítěznou cenou u porostů, kde bylo zastoupení jehličnanů větší než 90% oproti porostům, kde bylo naopak 90% zastoupení listnáčů (SLANINA ET AL. 2015).

Z hlediska budoucího vývoje podílu listnatých dřevin na druhové skladbě v České republice je vhodné pokračovat v postupném doplňování vzniklé relační databáze a sledováním a analýzou dalších trendů spojených s prodejem dříví na pni a druhovou skladbou v České republice.

Mezi některé další možné analýzy, které by bylo možné provádět se získanými daty uloženými ve formě relační databáze, může být například analýza spojená s výší průměrné vítězné ceny u listnatých dřevin, jak již bylo naznačeno výše. Databázi by také bylo možné a žádoucí rozšířit o veřejně dostupné údaje z oblastních plánů rozvoje lesů spojených s převažujícím souborem lesních typů popř. hospodářským souborem a analyzovat tak průměrnou vítěznou cenu s ohledem na stanovištní podmínky. Nicméně tato disertační práce se zabývá sortimentací porostů na stojato a experimentálním využitím STM dat z harvestorů pro konstrukci lokálních kmenových profilů, které můžeme využít k následnému ověření přesnosti předem provedené sortimentace, případně k ověření správnosti zadávací dokumentace pro aukce, tzv katalogových listů.

Pilotním zhodnocením aukcí dříví na pni jsme tedy získali cenné údaje o soutěžených těžebních prvcích, zastoupení listnatých a jehličnatých dřevin a vítězných cenách, nicméně z hlediska rozsahu práce nebylo možné provést řadu dalších analýz ve vztahu k dendrometrickým veličinám a stanovištním podmínkám.

## 6 ZÁVĚR

Tato disertační práce v úvodní části přináší ucelený pohled na problematiku sortimentace stojícího dříví, a to z pohledu historie, používaných statických sortimentačních tabulek i nových moderních způsobů založených na modelování tvarů kmenů a matematicko-statistickém zpracování dat s využitím nejnovějších technologií. Jedním z hlavních cílů této práce bylo vytvoření nových sortimentačních tabulek, ve kterých je kritériem pro určení sortimentů čepová tloušťka. Takto pojaté sortimentační tabulky nejsou dosud u nás zpracovány. Pro jejich konstrukci jsem použil průměrné kmenové profily smrku pro Českou republiku, které byly v minulosti použity při tvorbě stávajících procentických sortimentačních tabulek dle středových tlouštěk finálních sortimentů. Vytvoření tabulek na základě čepové tloušťky není samoúčelné, neboť podávají hodnotnější informace o sortimentech z pohledu konečného zpracování stojícího dříví určeného k těžbě.

Dalším cílem pak bylo vytvoření kontrolních kmenových profilů na základě matematického zpracování STM dat z harvestorů za účelem zjištění míry přesnosti nově vytvořených sortimentačních tabulek a tím zároveň i ověření praktické využitelnosti nashromážděných STM dat z harvestorů k takovému účelu. Použitelnost STM dat úzce souvisí s pravidelně prováděnou kalibrací měřícího zařízení u harvestorů, neboť jen tak můžeme získat věrohodné a dále využitelné údaje o kácených kmenech. Zde je potřeba také uvést, že harvestor STM data neshromažďuje automaticky, nýbrž je potřeba sběr požadovaných dat zadat v operačním systému strojů.

Vlastní porovnání kmenových profilů dle nově vytvořených sortimentačních tabulek s kmenovými profily vytvořenými na základě STM dat z harvestorů je přehledně znázorněno v grafické části kapitoly nazvané Výsledky a diskuse. Je třeba zdůraznit, že s ohledem na rozsah této disertační práce byla využita pouze vybraná reprezentativní část těchto dat.

Použitými metodami zpracování dat a rozdělením kmenových profilů dle tloušťkových sekcí s požadovanou čepovou tloušťkou v celých desítkách centimetrů vedlo ke zjištění, že pomocí procentických sortimentačních tabulek získáme velice přesný odhad podílu kulatiny s čepovou tloušťkou 20 cm a zbývající částí kmenu. Odchylka od tabulkových hodnot se v těchto případech pohybovala v rozmezí jednoho až dvou procent. Při sortimentaci spodních partií kmenů bylo dosaženo menší přesnosti.

V extrémních případech odchylka od kmenových profilů z STM dat dosahovala hranice až deseti procent.

Samostatné pozornosti si pak zaslouží způsob zpracování kmenových profilů a souborů STM dat z harvestorů. V tomto ohledu disertační práce názorně demonstruje možnost využití všeobecně dostupného programu Excel a poskytuje návod na jeden z možných způsobů využití STM dat z harvestorů.

Nashromážděná STM data z harvestorů představují značný potenciál cenných informací dále využitelných pro lesnickou praxi. Kromě jejich využití k ověřování přesnosti sortimentních odhadů stojícího dříví a případně katalogových listů k aukcím na stojato se dají jejich vhodným zpracováním hodnotit výchovné zásahy a produkční oblasti nejen z hlediska celkových objemových výnosů přepočtených na plochu, ale je též možno přímo hodnotit tvar jednotlivých kmenů. Další možnosti by přinesla průběžná distribuce STM dat z harvestorů do jediného místa resp. k jedinému subjektu, který by data v reálném čase zpracovával a vyhodnocoval ve struktuře potřebné pro další způsoby využití. V budoucnu by to mohlo prospět dodavatelsko-odběratelským vztahům, zejména mezi vlastníky/správci lesů a provozovateli harvestorových technologií, neboť údaje z harvestorů nejsou v podmínkách České republiky brány jako dostatečně přesné a věrohodné a i po těžbě harvestorem dochází k přejímkám dříví v hráních.

Posledním cílem této práce bylo provést analýzu výsledků prodeje dříví na pni dle souhrnného zastoupení jehličnanů a listnáčů realizovaných u státního podniku Lesy České republiky. Aukce dříví na stojato nabývají na významu a využívá je v dnešní době stále více státních i soukromých subjektů, kteří chtějí dostat za své dříví nejlepší ceny a být zároveň transparentní. S tím jde ruku v ruce potřeba detailně proměřit soutěžní prvek/porost. V ČR tuto službu nabízí více firem, které využívají různé způsoby zjišťování taxačních veličin a sortimentace. Z přehledu všech dražených a realizovaných jednotek ve sledovaném téměř tříletém období jasně vyplývá, že naprostá většina soutěžených jednotek (více než 70%) měla zastoupení jehličnatých dřevin v rozmezí 81 až 100%, a 56% jednotek dokonce v rozmezí 91 až 100%. Autor DVOŘÁK (2012) uvádí, že těžištěm potenciálu harvestorových technologií jsou právě jehličnaté porosty s 80% a vyšším zastoupením smrku a borovice. Pokud to tedy terénní podmínky dovolí, tak právě na těchto jednotkách je možné využít k těžbě harvestorové technologie

a „nasbírat“ tak STM data o těžných stromech pro zpětné vyhodnocení přesnosti předem provedené sortimentace porostů na stojato.

Velkou výzvou do budoucna je dopracování uceleného systému propojení procesu sortimentace porostů na stojato přes aukce dříví na pni až po získání a vyhodnocení STM dat z harvesterů – a to v případech, kdy soutěžní prvek bude vytěžen harvesterovou technologií. Tato disertační práce nastiňuje jeden z možných způsobů tohoto propojení a zpracování dat s využitím know how dvou lesnických odvětví - hospodářské úpravy lesů/dendrometrie a lesní těžby.

## 7 SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

ANDERSON B., DYSON P. 2002: Evaluating the measuring accuracy of harvesters and processors. Forest Engineering Research Institute of Canada. Pointe-Claire. Que. Advantage Report 3(4)

BARTOŠ L. 2009: Kolik místa zbývá v našich lesích pro harvestory? Lesnická práce, 88 (5), 298-299

BLUĐOVSKÝ Z. 2002: Obchod s dřevem. [Timber trade.] Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze

BRABENEC V. et al. 2004: Statistika a biometrika: přednášky a cvičení pro AF a ITS1. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze

BROŽ M., BEZVODA V. 2006: Microsoft Excel – vzorce, funkce, výpočty, Computer Press, a.s., Brno

BŘEZINA M. 2007: Základní informace o projektu LOTS – Lokální objemové tabulky a sortimentace, verze 3, Foresta SG, a.s., Vsetín

BUCKSCH A., FLECK S. 2011: Automated Detection of Branch Dimensions in Woody Skeletons of Fruit Tree Canopies. Photogrammetric engineering and remote sensing, Vol. 77/3, 229 – 240

CLARK N. 2001: Applications of an automated stem measurer for precision forestry. Proceedings, The First International Forestry Cooperative Symposium. University of Washington, College of Forest Resources. Seattle, Washington, 93 – 98

ČERMÁK V., HUBAČ K. 1978: Sortimentáčné tabulky pre listnaté dreviny. 1. vyd. Príroda, 1987

ČERNÝ M., PAŘEZ J., ZATLOUKAL V. 2006: Porostní zásoby zjištěné v NIL ČR 2001 – 2004, Lesnická práce, ročník 85, č.9

ČERNÝ M., PAŘEZ J. 2005: Zjišťování objemu a sortimentace stojících stromů s využitím modelu tvaru kmene. Lesnická práce, roč. 84/12

ČERNÝ, M., APLTAUER, J., CIENCIALA, E. 2006: Accuracy of shoot biomass measurement of standing beech trees with Field-Map technology. Forestry Journal, 52(3): 223 – 237



ČERNÝ M., APLTAUER J., SEYDL R. 2007: Šestibodová metoda měření kmenových profilů – princip, technologie a možnosti využití, Sborník příspěvků z konference – Nové trendy v měření dendrometrických veličin, ČZU v Praze

ČEŠKA P. 2009: Model sortimentace stojícího dříví, Časopis zaměstnanců VLS, č.3/2009: 4-7

DASA 2015: Manual dasa4 AU1 Value bucking, version 1.8 en, Dasa Control Systems AB, Dostupné z:  
[http://www.excidor.se/start/files/Filarkiv20080701114102/Ladda%20ner/Manualer/Dasa/D4AU1%20O%201\\_8%20en.pdf](http://www.excidor.se/start/files/Filarkiv20080701114102/Ladda%20ner/Manualer/Dasa/D4AU1%20O%201_8%20en.pdf)

DEJMAL J. 1973: Výzkum kvantitativních a kvalitativních znaků limitujících tvorbou sortimentů surového dříví. Závěrečná zpráva Lesnické fakulty, Vysoká škola zemědělská, Brno

DEJMAL J., RÓNAY E. 1991: Lesná Ťažba. 1. vyd. Príroda, Bratislava

DUDÍK R., ed. et al. 2002: Lesnicko-dřevařský sektor České republiky a země Evropské unie: sborník referátů z konference s mezinárodní účastí. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: 103

DUCHESNE I., WILHELMSSON L., SPANGBERG K. 1997: Effects of in-forest sorting of Norway spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) on wood and fibre properties. *Can. J. For.Res.* 27: 790 – 795

DVOŘÁK J. 2012: Využití harvesterových technologií v hospodářských lesích. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce

EDLUND J., WARENSJO M. 2005: Repeatability in Automatic Sorting of Curved Norway Spruce Saw Logs. *Silva Fennica* 39(2): 265 – 275

FILHO A. F., SCHAAF L. B. 1999: Comparison between predicted volumes estimated by taper equations and true volumes obtained by the water displacement technice (xylometer). *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 29 / 4

FIŠER K., PROVAZNÍK L. 2012: Měření a příjem dříví. Lesy České republiky, s.p., Pokyn výrobně technického ředitele 03/2009

FORESTA SG A.S. 2013: Metody a způsoby umístování dříví na trh v podmínkách privátního a komunálního vlastnictví lesů. Dostupné z: <http://sortimentace.cz/Sbornik.pdf>.

FORESTA SG A.S. 2015: Sortimentace (online) 2015, Dostupné z <http://www.foresta.cz/sortimentace.php?lg=cz>

GOULDING C. J., MURRAY J. C. 1976: Polynomial taper equations that are compatible with tree volume equations. *New Zealand Journal of Forestry Science*, vol. 5, 313 – 322

GROSS J. 1995: Habilitační práce. Sortimentace surového dříví. Česká zemědělská univerzita v Praze

IFER 2015: Měření dřeva na pni – Metoda IFER (online) 2015, Dostupné z <http://www.aukcedrvinapni.cz/zjistovanizasob.php>

HAALA N., KADA M. 2005: Generation and application of virtual landscape models for location-based services. *Geosensor network*, Conference: 1st GeoSensor Networks Workshop Location: Portland, 167 – 178

HALAJ J. 1978: Výškový rast a struktura porastov. Veda – Slovenská akadémia vied, Bratislava

HAMISH D. M., MURPHY G. E., BOSTON K. 2006: Evaluation of the economic impact of length and diameter measurement error on mechanical harvesters and processors operating in pine stands. *Can. J. For. Res.* 36: 1661-1673

HAN J., KAMBER M. 2006: Data Mining: Concepts and Techniques, 2nd. San Francisco, Elsevier Inc.: 10- 41

CHIORESCU S., 2003: Doctoral thesis. The Forestry – Wood Chain, Simulation Technique – Measurement Accuracy – Traceability Concept. Lulea university of technology, Sweden

JIANG L., BROOKS J. R., WANG J. 2005: Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. *Forest Ecology and Management*, vol. 213, 399 – 409

JIROUŠEK R., KLVAČ R., SKOUPÝ A. 2007: Productivity and costs of the mechanised cut-to-length wood harvesting system in clear-felling operations. *Journal of Forest Science*, vol. 53, no 10, s. 476-482

KANGAS A., MALTAMO M. 2002: Anticipating the Variance of Predicted Stand Volume and Timber Assortments with Respect to Stand Characteristics and Field Measurements. *Silva Fennica* 36(4): 799 – 811

KARLSSON K. 2000: Stem Form and Taper Changes After Thinnings and Nitrogen Fertilization in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* Stands. *Scan. J. For. Res.* 15: 621 – 632

KNOTT R., KADAVÝ J., KNEIFL M., 2007: Pozemní laserové skenování – nový přístup zjišťování dendrometrických veličin v lesních porostech, Sborník příspěvků z konference – Nové trendy v měření dendrometrických veličin, ČZU v Praze

KORF V. 1953: Taxace lesů, první část, Dendrometrie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha

KORF V., HUBAČ K., ŠMELKO Š., WOLF J. 1972: Dendrometrie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha

KORSUŇ F. 1959: Tabulky kmenových profilů a sortimentační tabulky pro smrk. Závěrečná zpráva VÚLHM, Jíloviště – Strnady

KOVÁČ J., KRILEK J., DVOŘÁK J., NATOV P. 2013: Research on reliability of forest harvester operation used in the company Lesy Slovenskej Republiky. *Journal of Forest Science*. 59: 169-175

KUPČÁK V. 2006: Ekonomika lesního hospodářství. [Economics of forestry.] Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 257

LAAR V. A., AKÇA A. 2007: Forest Mensuration. Published by Springer, Nizozemsko

LIU C. J. 1980: Log volume estimation with spline approximation. *Forestry Science*, vol. 26, 361 – 369

Lesy České republiky, s. p., Česká asociace podnikatelů v lesním hospodářství, Společenstvo dřevozpracujících podniků v ČR, Svaz zaměstnavatelů dřevozpracujícího průmyslu 2008: Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy

LOETSCH F., ZOHRER F. 1973: Methodology of measuring volume and evaluating timber quality in forestry inventories. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Issue 95, 1 – 142

LOUDA Z. 2004: Řešené příklady v systému statistica. Česká zemědělská univerzita v Praze. 1. vyd.

LUKÁČ T. a kol. 2003: Ťažbovo – dopravné technológie v lesnom hospodárstve. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR Zvolen

NUMMI T. 1999: Prediction of Stem Characteristic for Pinus sylvestris. Scan. J. For. Res. 14: 270 – 275

MAKKONEN I. 2001: Factors affecting measurement accuracy on processing haeds. Forest Engineering Research Institute of Canada, Vancouver, Advantage Report 2(24)

MAKKONEN I. 2002: Data transfer from harvester computers, Forest Engineering Research Institute of Canada (FERIC), Vol.3, No. 46

MALÍK V., DVOŘÁK J., 2007: Harvestorové technologie a vliv na lesní porosty. Forestalia 5, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy

MZE 2012: Koncepce MZe k hospodářské politice státního podniku Lesy České republiky od roku 2012. Dostupné z:  
<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/koncepce-a-strategie/koncepce-mze-k-hospodarske-politice.html> (accessed February 2, 2011)

MZE 2013: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky

NERUDA J., VALENTA, J. 2004: Faktory výkonnosti harvestorových technologií lesní těžby. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Folia Universitas agriculturae et silviculturae mendeliana brunensis.

NERUDA J., 2008: Harvestorové technologie lesní těžby. 1. vydání, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

NURMINEN T., KORPUNEN H., UUSITALO J. 2006: Time Consumption Analysis of the Mechanized Cut-to-length Harvesting System, Silva Fennica, vol. 40: 335-363

NUUTINEN Y., KÄRHÄ K., LAITILA J., JYLHÄ P., KESKINEN S. 2011: Productivity of whole-tree bundler in energy wood and pulpwood harvesting from early thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 26, issue 4

PALÁN Š., LITSCHMANN P. 2014: Městys Bernartice, Podklady pro prodej dříví na pni, IFER – Monitoring and Mapping Solutions s.r.o. Dostupné z: <http://www.aukcedreva.com/pravidla-aukce>

PAŘEZ J. 1967: Vědecké sdělení: Sortimentální tabulky pro projekt automatizace rozpisu výroby sortimentů u smrku. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště – Strnady

PAŘEZ J., MICHALEC M. 1987a: Procentické sortimentační tabulky pro stromy hlavních dřevin v ČSSR (smrk, borovice, buk, dub). Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště – Strnady

PAŘEZ J. 1987b: Sortimentální tabulky pro smrkové a borové porosty různé kvality. *Lesnictví* roč. 33, Separatum, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha

PAŘEZ J. 1987c: Sortimentální tabulky pro bukové a dubové porosty s kmeny různé kvality. *Lesnictví* roč. 33, Separatum, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha

PAŘEZ J. 1987d: Procentické sortimentační tabulky pro modřínové, březové a habrové kmeny různé jakosti. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště – Strnady

PELTOLA H., MIINA J., ROUVINEN I., KELLOMAKI S. 2002: Effects of Early Thinnings on the Diameter Growth Distribution along the Stem of Scots Pine. *Silva Fennica* 36(4): 813 – 825

PIBOULE A., COLLET C., FROCHOT H., DHOTE JF. 2005: Reconstructing crown shape from stem diameter and tree position to supply light models. I. Algorithms and comparison of light simulations. *Annals of Forest Science*, Vol. 62/7, 645 – 657

PODRÁZSKÝ et al. 2013: Změny v dřevinné skladbě českých lesů - výzva pro dřevozpracující sector. Dostupné z: [http://www.forarch.cz/2013/ds/download/p\\_podrazsky.pdf](http://www.forarch.cz/2013/ds/download/p_podrazsky.pdf) (accessed September 19, 2013)

PRETZSCH et al. 2009: 3D a 2D technologie pro snímání inventarizačních parametrů. Lesnická práce (88), 3/09

PRIDDLE J. 2005: Computer – controlled optimisation in cut to length harvesting systems and associated data flows, Gottstein fellowship report

PŘÍHODA J. 2008: Jak se bude těžit dříví – Anketa Lesnické práce, Lesnická práce, ročník 87, č.3.

RASINMAKI J., MELKAS T. 2005: A Method for estimating tree composition and volume using harvester data. Scan. J. For. Res. 20: 85 – 95

RUSNÁKOVÁ P., DVOŘÁK J. 2007: Měření objemu kulatiny harvestorem a měřicím rámem, Lesnická práce, ročník 86, č.10.

SDZP 2013: Model rozvoje hodnot státního lesnictví a zpracování dříví. Dostupné z [www.silvarium.cz/sklad/Koncepce.pdf](http://www.silvarium.cz/sklad/Koncepce.pdf). (accessed November 10, 2013)

SHAPIRO, S. S., WILK, M. B., CHEN, H. J. 1968: A komparative Study of Various Tests for Normality. Journal of the American Statistical Association, 63 (324): 1343-1372

SIMON J., VACEK S. 2008: Výkladový slovník hospodářské úpravy lesů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta

SKOUPÝ A. 2011: Multikriteriální hodnocení technologií pro soustředování dříví. Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy

SLANINA S. 2005: Aktualizace procentických tabulek pro stromy hlavních dřevin v ČR (smrk, borovice, buk, dub), Fakulta lesnická a environmentální, COYOUS, Praha

SLANINA S., NATOV P., DVOŘÁK J., GABRIELOVÁ B. 2015: Analysis of standing timber sales based on overall coniferous/broadleaved tree species ratio, Journal of forest science, 61, 106 – 111

SPINELLI R., MAGAGNOTTI, N. 2010: Performance and cost of a new mini-forwarder for use in thinning operations, Scandinavian Journal of Forest Research, vol. 15, no 6, 358-364.

ŠMELKO Š., 1990: Zisťovanie stavu lesa kombináciou odhadu a merania dendrometrických veličín. Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene

ŠMELKO Š. 2000: Dendrometria. Technická Univerzita, Zvolen

SONDELL J., MOLLER J.J., ARLINGER J. 2002: Third-generation merchandising computers. Skogforsk, Uppsala, Sweden

ŠTIPL P. 2000: Hospodářská úprava lesa. Dendrometrie. 1. vyd. Střední lesnická škola v Hranicích

SVOBODA J., ŠESULKA L., OBRDLÍK V. 2008: Aukce nastojato – další forma prodeje dříví u Lesů ČR, Lesnická práce, ročník 87, č.3.

TAJBOŠ J., MESSINGEROVÁ V. 2011: Performance of Economical Effectiveness of Middle Size Harvesters in Thinning in Slovak Mountains. 4th International Science Conference Woodworking Techniques, Prague, s. 549-556.

TAUBER R. 2007: Dendroscanner – nástroj pro analýzu kmene a jeho využití při výpočtu sortimentní výtěže lesního porostu, Sborník příspěvků z konference – Nové trendy v měření dendrometrických veličin, ČZU v Praze

TAUBER R. 2010: Možnosti a využití digitální fotografie v HÚL, stanovení výnosu lesního porostu pomocí funkce tvaru kmene. ÚHÚL Brandýs nad Labem

THOMAS C. E., PARRESOL B. R. 1991: Simple, flexible, trigonometric taper equations. Canadian Journal of Forest Research, vol. 21, 1132 – 1137

THURASINGHAM B. 1999: Data Mining: Technologies, Techniques, Tools, and Trends. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 93-102.

TJOSTHEIM I., EIDE J-O. 1998: A case study of an on-line auction for the World Wide Web. In: Information and Communication Technologies in Tourism. Springer Vienna, 149-161.

UUSITALO J., KIVINEN V. P., KOKKO S. 2002: Comparison of various three bucking principles for Scots pine. Woodfor Africa Forest Engineering Conference

ULRICH R., SCHLAGHAMERSKÝ A., ŠTOREK V. 2002: Použití harvesterové technologie v probírkách. 1. vyd. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

ULRICH R., KNEIFL M., KADAVÝ J., MAZAL P., NERUDA J. 2004: Aplikace metodiky výpočtu převodních koeficientů objemu rovného dříví pomocí počítačové analýzy obrazu a její verifikace prostřednictvím elektronické přejímky a stanovení koeficientů podle dřevin a sortimentů pro harvesterovou technologii. MZLU v Brně

ULRICH R., NERUDA J., ZEMAN V. ml., ZEMAN V. st., ZEMÁNEK T., 2006: Harvesterové technologie a jejich optimální užití v praxi. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Merimex s.r.o., Brno

VALLET P., DHOTE J. F., LE MOGUEDEC G., RAVART M., PIGNARD G. 2006: Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France. *Forest Ecology and Management*, vol. 229/1-3, 98 – 110

VAŠÍČEK J. (2010): Podíl listnatých dřevin v lesích - Výsledky státní lesnické politiky ČR po roce 1989. *Lesnická práce*, 89:10.

WEST P. W. 2004: *Tree and Forest Measurement*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York

WIANT H. V., WOOD G. B., GREGOIRE T. G. 1992: Practical guide for estimating the volume of a standing sample tree using either importace or centroid sampling. *Forest Ecology and management*, Vol. 49/ 3-4, 333 – 339

WILHELMSSON L., ARLINGER J., SPANGBERG K., LUNDQUIST s. O., GRAHN T., HEDENBERG O., OLSSON L. 2002: Models for Predicting Wood Properties in Stems of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Sweden. *Scand. J. For. Res.* 17: 330 – 350

ZAKRZEWSKI W. T., MACFARLANE D. W. 2006: Regional stem profile model for cross-border comparisons of harvested red pine (*Pinus resinosa* Ait.) in Ontario and Michigan. *Forest Science*, vol. 52/4, 468 – 475

ZIANIS D., MUUKONEN P., MAKIPAA R., MENCUCCINI M. 2005: Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe. *Silva Fennica, Monographs* 4

ZLATNÍK V., 2006: Hospodářská úprava lesa a zjišťování hnilob, *Lesnická práce*, ročník 85, č.7.



