

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
Fakulta lesnická a dřevařská



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vyhodnocení kontrolního šetření statistické provozní  
inventarizace lesů na lesním hospodářském celku Vodňany

2009/2010

Pavel Flídr, DiS.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: **Vyhodnocení kontrolního šetření statistické provozní inventarizace lesů na lesním hospodářském celku Vodňany** zpracoval sám a uvedl jsem všechny použité prameny.

V Praze, dne 22. 4. 2010

.....

Pavel Flídr

**Abstract:**

This Bachelor thesis at first focuses on the description of field data collection of the Statistical operational forest inventory on the area of forest management unit Vodnany which belongs to the Forests of the Czech Republic, S. E.. These data will be used for making forest management plan on the basis of Operational forest inventory. Subsequently, the thesis deals with the evaluation of data measured by control inventory group following data measured by two working groups. The evaluation was carried out on three mensurational variables – diameter at breast height, height and volume of trees on six sample plots using the mathematical - statistical method of pair t-test. The aim of evaluation is to determine whether the working groups measured data in the right way and demonstrate that the values were not measured with systematic bias. Result of the evaluation confirmed the assumption that the working groups measured data correctly and any deviations were minimal and insignificant.

**Poděkování:**

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Danielu Zahradníkovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování tohoto tématu.

Dále děkuji svým kolegům z Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem Ing. Patriku Pacourkovi za poskytnutí dat pro dané téma, Ing. Radku Kajfoszovi, Ing. Miloši Kučerovi a Ing. Miroslavu Zemanovi za náměty pro formální úpravu textu.

## **Obsah:**

<b>1. Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2. Charakteristika šetřeného území a technologie sběru dat</b>	<b>3</b>
2.1 Charakteristika šetřeného území	3
2.1.1 Šetřené území	3
2.1.2 Poměry klimatické pro PLO 10	3
2.1.3 Floristické poměry pro jih PLO 10	3
2.2 Pracovní postup a technologie sběru dat	4
2.2.1 Síť středů inventarizačních ploch	5
2.2.2 Velikost a tvar inventarizačních ploch	5
2.2.3 Typy sledovaných objektů	6
2.2.4 Postup založení a měření inventarizační plochy	6
2.2.5 Nalezení středu inventarizační plochy	7
2.2.6 Stabilizace středu inventarizační plochy v terénu	7
2.2.7 Popis základních charakteristik inventarizační plochy	8
2.2.7.1 Identifikační číslo inventarizační plochy	8
2.2.7.2 Souřadnice inventarizační plochy	9
2.2.7.3 Kategorie pozemku	9
2.2.7.4 Typ porostu	9
2.2.7.5 Segment typu porostu	9
2.2.8 Měření a popis stromů	10
2.2.8.1 Soustředné kruhy na inventarizační ploše	11
2.2.8.2 Poloha středu stromu	11
2.2.8.3 Číslování stromů	12
2.2.8.4 Měření výčetní tloušťky stromu	13
2.2.8.5 Měření výšky stromu	13
2.2.8.6 Označení dřeviny	14
2.2.8.7 Výskyt stojící souše	14
2.2.8.8 Výskyt zlomu kmene	14
2.2.8.9 Ohnutí stromu	14
2.2.8.10 Rozdvojení hlavní osy kmene	14
2.2.8.11 Poškození zvěří	15
2.2.8.12 Věk stromu	15
2.2.9 Zaměření a popis významných bodů	15
<b>3. Vyhodnocení dat a výsledky</b>	<b>16</b>
3.1 Postup vyhodnocení dat matematicko-statistickou metodou	16
3.2 Výsledky za plochu	18
3.3 Souhrnné výsledky	36
<b>4. Závěr</b>	<b>39</b>
<b>5. Seznam použité literatury a pramenů</b>	<b>41</b>
<b>6. Přílohy</b>	<b>42</b>
<i>Příloha č. 1: Seznam zkratk</i>	43
<i>Příloha č. 2: Mapa šetřeného území</i>	44
<i>Příloha č. 3: Přístrojové vybavení pracovní a kontrolní skupiny</i>	45
<i>Příloha č. 4: Tok dat PIL</i>	47
<i>Příloha č. 5: Softwarový projekt</i>	48

## 1. Úvod

Na lesní hospodářství ve střední Evropě a tudíž i v České republice několik let doléhá tlak společnosti na změnu hospodaření a managementu s lesními ekosystémy především v požadavku na věkově a druhově pestřejší skladbu lesních porostů. Veřejnost požaduje vyjímání stále většího území z hospodářské činnosti z důvodu ochrany přírody, popř. alespoň zpřísnění podmínek pro hospodářskou činnost, a využívání mnohých užitků lesa a lesního prostředí z hlediska rekreace. V některých případech mají uvedené požadavky veřejnosti (odborné i laické) své opodstatnění. Jedná se především o přeměnu smrkový a borových monokultur na druhově a věkově rozrůzněné porosty pro zvýšení jejich stability a biodiverzity. Jinde mohou být důvodem snížení hospodářské činnosti a následné vyhlášení zón chráněných území obtížně přístupná místa, a z toho pramenící neefektivita lesnického hospodaření.

Výše uvedené požadavky společnosti se promítly i do současně platné legislativy. Účelem lesního zákona č. 289/1995 Sb. je „stanovit předpoklady pro zachování lesa, péči o les a obnovu lesa jako národního bohatství, tvořícího nenahraditelnou složku životního prostředí, pro plnění všech jeho funkcí a pro podporu trvale udržitelného hospodaření v něm“ (§ 1). Zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. v § 2 definuje zajišťování ochrany přírody a krajiny, kromě jiného, i „účastí na tvorbě a schvalování lesních hospodářských plánů s cílem zajistit ekologicky vhodné lesní hospodaření“. Dále pak tento zákon např. v § 3 řadí lesy mezi významné krajinné prvky. Národní lesnický program z roku 2008 uvádí: „V souvislosti s požadavkem na udržitelné obhospodařování lesů stát klade stále větší důraz na lesnictví jako poskytovatele obnovitelné přírodní suroviny (dřeva), biologické rozmanitosti a společensky prospěšných funkcí ve veřejném zájmu.“ Jak je vidět, i naše současně platná legislativa a vládní závazky týkající se lesního hospodářství myslí na multifunkční hospodaření s lesem, což se zákonitě promítá do potřeby pozměnit jednoduchou strukturu lesa (věkově i druhově) na pestřeji („bohatě“) strukturovaný les. S narůstající rozlohou druhově a věkově bohatších lesních ekosystémů vznikla potřeba při zpracování lesních hospodářských plánů (LHP) upustit od klasické taxační metody vycházející z věkových tříd a přejít na jinou metodu hospodářské úpravy lesů, která by lépe popsala a podchytila věkově a druhově strukturovanější les. V roce 1999 se z iniciativy Ministerstva životního prostředí začala tvořit „alternativní“ metoda,

metoda provozní inventarizace lesů (PIL) v Ústavu pro výzkum les. ekosystémů, s.r.o. (IFER) Jílové u Prahy. Poprvé byl touto metodou zpracován LHP pro lesní hospodářský celek (LHC) Národní park Podyjí s platností od 1.1.2003 (Zahradníček, 2004). V současné době vznikají snahy tuto metodu testovat v dalších našich národních parcích – KRNP, NP a CHKO Šumava, NP České Švýcarsko, ale také v některých lesích hospodářských, např. u Lesů České republiky, s.p. (LČR)

Bakalářská práce navazuje na projekt LČR, kdy v r. 2008 Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL) vypracovával pro Lesní správu Vodňany (konkrétně pro LHC Vodňany) LHP metodou PIL. Projekt má posloužit k porovnání LHP vypracovaného klasickou taxační metodou věkových tříd a metodou PIL v hospodářském lese.

Práce uvádí postup a popis venkovního sběru dat statistické provozní inventarizace (SPI), která zajišťuje popis porostů ve vybrané síti zkusných ploch v rámci daného LHC. Následně se práce věnuje vyhodnocení naměřených dat kontrolní inventarizační skupinou v návaznosti na data dvou pracovních skupin. Osobně jsem se zúčastnil kontrolního šetření jako člen kontrolní skupiny.

Vyhodnocení se provedlo na třech dendrometrických veličinách – výčetní tloušťce, výšce a objemu stromů, na šesti zkusných plochách vybraných náhodně na východní části šetřeného území. Pro vyhodnocení byla použita matematicko-statistická metoda párového t-testu. Cílem vyhodnocení bylo zjistit, zda pracovní skupiny naměřily data správnými postupy a způsoby měření. Dalším cílem je prokázat, zda pracovní skupiny neměřily dané veličiny se systematickou chybou.

## **2. Charakteristika šetřeného území a technologie sběru dat**

### **2.1 Charakteristika šetřeného území LHC Vodňany**

#### **2.1.1 Šetřené území**

Šetřené území se nachází v přírodní lesní oblasti (PLO) č. 10 – Středočeská pahorkatina, konkrétně v jižních Čechách mezi Albrechticemi nad Vltavou, Týnem nad Vltavou a Protivínem o rozloze 2 184,42 ha (ÚHÚL, 2001). Nejvyšším bodem území je Vysoký Kamýk (627 m n.m.).

#### **2.1.2 Poměry klimatické pro PLO 10**

Průměrná roční teplota se na větší části území se pohybuje v rozmezí 7,0 - 7,5 °C, ve vegetační době od 13,0 do 13,8 °C (ve vrchovinách od 12,5 do 13,0 °C). Vegetační doba trvá v průměru 153 dní. Množství srážek se zvyšuje s nadmořskou výškou, uplatňuje se i exponovanost krajiny vůči větrům přinášejícím srážky. Lokálně je podnebí výrazně ovlivněno inverzí a konfigurací hlubokých údolních zářezů Vltavy, Sázavy, Lužnice a dolní Otavy. V pahorkatinné a plošinaté části jsou průměrné srážky 600 - 650 mm. Rozložení srážek během roku je příznivé (65 % srážek spadne ve vegetačním období). Směr větru je do značné míry modifikován terénem. Převažují větry Z směrů (JZ, Z, SZ), výjimečně bořivé větry i od JV. Fenologicky se výrazně uplatňuje hranice kolem 500 m, hlavně v souvislém lesnatém území (pozdní rašení buku, více srážek, delší trvání sněhové pokrývky). (ÚHÚL, 2001)

#### **2.1.3 Floristické poměry pro jih PLO 10**

Jih území PLO 10 (*Bechyňský bioregion*): je tvořen plošinami a hřbety rozříznutými údolím Vltavy. Údolí Vltavy má pestrou mozaiku stanovišť, avšak proti *Slapskému bioregionu* se značně ochuzenou druhovou skladbou. V současnosti převažuje orná půda, v lesích kulturní smrčiny, na svazích údolí a hřbetech i s fragmenty dubohabřin a s bučinami. Na přilehlých plošinách jsou hojněji zastoupeny rybníky. Údolí Vltavy je poznamenáno stavbou přehrad. Převážná část území *Bechyňského bioregionu* patří do oblasti acidofilních, zřejmě jedlových doubrav (*Genisto germanicae - Quercion*). Nejvyšší polohy v jižní části a v oblasti východně od Protivína patří



ke květnatým bučinám (*Tilio cordatae - Fagetum*), vzácně k acidofilním bučinám (*Luzulo - Fagetum*). Jedliny jsou vyvinuty i v kaňonech řek (*Deschampsio flexuosae - Abietetum*). V údolích jsou místy zachovány suťové lesy (*Aceri - carpinetum, Arunco - Aceretum, Lunario - Aceretum*), na skálách reliktní acidofilní bory (*Hieracio pallidi - Pinetum*) a fragmenty skalních stepí (*Alyssu - Festucion pallenstis*). Vzácné jsou fragmenty méně náročných teplomilných doubrav (*Quercion petraeae*, především *Sorbo torminalis - Quercetum*). V údolích menších toků jsou společenstva luhů (*Alnenion glutinoso - incanae*), na Lužnici je zachován významný fenomén říčních rákosin (*Phalaridion arundinaceae*), jinde většinou zničený přehradami. Velmi vzácný je exklávní výskyt lesních rašelinišť (*Vaccinio uliginosi - Pinetum*). (ÚHÚL, 2001)

## 2.2 Pracovní postup a technologie sběru dat

Nová metoda hospodářské úpravy lesů na bázi provozní inventarizace vychází z principů kontrolních metod, přičemž – zjednodušeně řečeno – nahrazuje celoplošné šetření statistickým výběrovým šetřením na trvalých inventarizačních plochách. Trvalé inventarizační plochy umožňují při opakovaných šetřeních získat spolehlivější a obsáhlejší informace o změnách stavu lesa v zařizovaném lesním hospodářském celku; dovolí vytvářet časové řady změn tloušťkového rozložení, zásob, přírůstu i vývoje rozsahu škod způsobených různými škodlivými činiteli (IFER, 2004).

Organizační strukturu provozní inventarizace tvoří vedoucí provozní inventarizace (koordinátor), dvoučlenná inventarizační (pracovní) skupina (nebo více skupin) a nezávislá dvoučlenná kontrolní skupina, která má stejné vybavení (přístrojové, softwarové, technické atp.). Kontrolní skupina provede nezávislé měření plochy z nalezeného středu (totožný střed, ze kterého měřila pracovní skupina). Při zjištění významných rozdílů nebo nedostatků je zapotřebí plochu znovu vyhledat, tentokrát s koordinátorem a oběma vedoucími skupin (pracovní a kontrolní). Cílem této návštěvy je odhalit zdroj rozdílů/nedostatků a zamezit jejich opakování. Rozsah kontrolního šetření a způsob provedení kontroly je předmětem zvláštního ujednání mezi zadavatelem a zpracovatelem inventarizace. Obvykle se provádí kontrolní šetření na cca 5 – 10 % inventarizačních ploch (IFER, 2004).

Technologie sběru dat byla zajišťována moderními měřičskými přístroji, které mají zaručit co nejvyšší přesnost naměřených dat. Jedná se především o následující přístrojové vybavení a software, které jsou znázorněny na obrázcích v příloze č. 3:

- terénní počítač Hammerhead P-233
- software Field-Map
- laserový dálkoměr, sklonoměr a výškoměr ForestPro
- elektronický kompas MapStar
- elektronická průměrka Mantax
- GPS Geoexplorer 3

### 2.2.1 Síť středů inventarizačních ploch

Hlavní síť středů inventarizačních ploch je generována s předstihem tak, aby dostatečně reprezentovala definované typy vývoje lesa (TVL). Po upřesnění mapy TVL v průběhu zpracování nového LHP je dle potřeb tato základní síť zahuštěna sítí doplňkovou.

Všechny mapové vrstvy a síť středů inventarizačních ploch jsou k dispozici přímo v terénu ve formě podkladových map aplikace Field-Map Data Collector, kde slouží k usnadnění orientace. V kombinaci s GPS a laserovým dálkoměrem spojeným s elektronickým kompasem tak vzniká systém, který významně usnadňuje terénní navigaci a vyhledávání, popřípadě zpětné vyhledávání (opakované šetření) středů inventarizačních ploch.

### 2.2.2 Velikost a tvar inventarizačních ploch

Velikost inventarizační plochy je 500 m<sup>2</sup>. Má kruhový tvar o poloměru 12,62 m a skládá se ze tří soustředných inventarizačních kruhů o nadefinovaných poloměrech. Každý kruh má jinou hraniční výčetní tloušťku. V příslušném kruhu jsou měřeny pouze ty stromy, jenž v okamžik měření dosahují této výčetní tloušťky. Stromy, které nemají tuto výčetní tloušťku se neměří. Parametry kruhů jsou uvedeny v kapitole 2.2.8.1.

V rámci inventarizační plochy se ještě umísťují 1 až 3 obnovní kruhy, které charakterizují výskyt obnovy pro danou část plochy (segment). V případě jednoho segmentu obnovy je poloměr obnovního kruhu 2 m, při dvou segmentech je poloměr každého z obnovních kruhů 1,41 m a v případě tří segmentů je poloměr každého z obnovních kruhů 1,15 m.

### 2.2.3 Typy sledovaných objektů

Na inventarizační ploše se sledují významné složky lesního ekosystému. Šetření probíhá na ploše jako celku, ale i na jednotlivých objektech; stojících stromech včetně souší a obnově porostu.

Tab. č. 1: Typy sledovaných objektů

Objekt	Vrstva projektu	Charakteristika
Plocha	Plocha	popis plochy
Významné body	Významné body	pozice a popis významných bodů
Stromy	Stromy	minimální výčetní tloušťka jedince je určena daným soustředným kruhem (viz kapitola 4.8.1)
Obnova	Obnova	výška od 0,1 m, výčetní tloušťka do 6,9 cm s kůrou
Časový snímek	Časový snímek	časová náročnost

### 2.2.4 Postup založení a měření inventarizační plochy

Založení a měření inventarizační plochy se skládá z několika na sebe bezprostředně navazujících činností. Za prvé je to nalezení středu inventarizační plochy a v případě prvního šetření i jeho stabilizace (ne trvalá fixace). Za druhé je to samotný popis plochy, popis jednotlivých komponentů lesního ekosystému a stanoviště. Další činností je kontrola úplnosti vyplněných dat databáze před odchodem z plochy.

V případě kontrolního šetření je postup obměněn v bodě „Měření a popis stromů“. V tomto bodě je potřeba nejprve ztotožnit stromy z předchozího měření, zaměřit a popsat je. Pokud by došlo v období mezi předchozím měřením na ploše a kontrolou k těžbě, provede se vyřazení vytěžených stromů (databáze s měřenými stromy bude dodána kontrolní skupině). Projekt pro kontrolní měření zůstává nezměněn.

Pokud plocha nevyhovuje podmínkám nezbytným pro měření elektronickými přístroji nebo je nepřístupná či neschůdná, potom se inventarizační plocha vůbec nezakládá a neměří. V případě kdy střed plochy vyjde do místa, ze kterého nelze měřit (strom, seník,...) použije se funkcí aplikace Field-Map pro mimostředné měření.

Tab. č. 2: Postup založení a měření inventarizační plochy

<b>Jednotlivé činnosti provozní inventarizace</b>	
<b>Pracovní šetření</b>	<b>Kontrolní šetření</b>
Nalezení středu inventarizační plochy	Nalezení středu inventarizační plochy
Stabilizace středu inventarizační plochy	
Popis základních charakteristik plochy	Popis základních charakteristik plochy
Měření a popis stromů	Ztotožnění stromů z předchozího měření a jejich měření a popis
	Měření a popis stromů, které nebyly v předchozím měření popsány, vyřazení vytěžených stromů
Popis obnovy	Popis obnovy
Kontrola úplnosti dat	Kontrola úplnosti dat

### 2.2.5 Nalezení středu inventarizační plochy

Pro navigaci na střed inventarizační plochy v terénu je důležitý výchozí bod. Výchozí bod se nalézá v blízkosti středu plochy a získá se zastaničením GPS přístrojem. K navigaci do blízkosti středu plochy se využije existujících analogových nebo digitálních porostních map. Následuje vlastní navigace na střed plochy pomocí laserového přístroje a elektronického kompasu podporované softwarovou aplikací Field-Map Data Collector. Postup v terénu se zobrazuje v mapě aplikace Field-Map Data Collector.

### 2.2.6 Stabilizace středu inventarizační plochy v terénu

Stabilizace středu inventarizační plochy se provede zaměřením polohy jednoho vybraného stromu, který se nazývá „Označený strom“ a nachází se v inventarizační ploše. Není-li na ploše vhodný strom k zaměření, označí se jiný dobře viditelný strom mimo plochu. Označený strom se označí pruhem v prsní výšce a několika tečkami na kořenových náběžích barvou ve spreji. Tento strom se zaměří ze středu plochy do projektu Field-Map Data Collector.

## 2.2.7 Popis základních charakteristik inventarizační plochy

Popis inventarizační plochy tvoří základní charakteristiky plochy vázané na celou plochu.

Tab. č. 3: Atributy hodnocené a měřené pro objekty vrstvy plocha

Název	Typ pole	Jednotky
Identifikační číslo inv. plochy	číslo	
Magnetická deklinace	číslo	stupeň
Souřadnice středu plochy	číslo	m
Název plochy	text	
Datum měření	datum	
Vedoucí skupiny	číselník	
Typ plochy	číselník	
Přístupnost a schůdnost	číselník	
Kategorie pozemku	číselník	
Lesní typ	číselník	
Zdůvodnění holiny	číselník	
Bohatost struktury	číselník	
Typ porostu	číselník	
Segment typu porostu	číselník	
Oddělení	číselník	
Dílec	číselník	
Porost	číselník	
Poznámka	text	

### 2.2.7.1 Identifikační číslo inventarizační plochy

Číslo inventarizační plochy vyjadřuje polohu inventarizační plochy ve zvolené síti od definovaného počátku, který je v severovýchodním rohu sítě inventarizačních bodů. Zároveň toto číslo slouží jako jednoznačný identifikátor plochy. Jak hlavní síť, tak síť doplňková mají vlastní číslování, což umožňuje snadnou identifikaci, ke které síti daná plocha náleží.

### 2.2.7.2 Souřadnice inventarizační plochy

V inventarizačním šetření se pro určení polohy středů inventarizačních ploch využívá souřadnic v geografickém systému Křovákova zobrazení S-JTSK (systém jednotné trigonometrické sítě katastrální).

### 2.2.7.3 Kategorie pozemku

Do programu PIL se zahrnují pozemky, které v daných podmínkách mají charakter lesa a jsou porostlé lesními dřevinami. Pro potřeby PIL rozdělujeme pozemky do dvou základních kategorií:

- 1) LES
- 2) NELES

Kategorie LES zahrnuje lesní pozemky ve smyslu lesního zákona 289/1995 Sb., § 3, odst. 1, a vyhlášky MZe č. 84/1996 (kde jsou lesní pozemky členěny na porostní půdu a bezlesí). Dále jsou do této kategorie zařazeny pozemky, které mají charakter lesa a nejsou definovány ve výše uvedené legislativě (např. lesní porosty na zemědělských půdách). Kategorie LES je v PIL tvořena lesními porosty a bezlesím.

Kategorie NELES zahrnuje tzv. „jiné pozemky“ podle lesního zákona 289/1995 Sb., § 3, odst. 1, písmeno b) a pozemky, které nejsou určeny k plnění funkcí lesa. Pokud však byly takovéto pozemky zalesněny (ať uměle či náletem), pak se v rámci programu PIL považují za LES, jestliže ovšem splňují podmínku pro kategorii „LES“. Na nepřístupných nebo neschůdných plochách se vyplní nehodnoceno.

### 2.2.7.4 Typ porostu

Vyplní se podle porostní mapy. Jedná se buď o cílový, přechodný nebo vzdálený typ porostu.

### 2.2.7.5 Segment typu porostu

Vyplní se podle porostní mapy stav odpovídající porostu:

- 0 - holina
- 1 - mladý porost s usměrněným zásahem bez hroubí
- 2 - mladý porost nevyžadující zásah

- 3 - mladý porost s usměrněným zásahem s hroubím
- 4 - porost středního věku nevyžadující zásah
- 5 - porost středního věku vyžadující zásah
- 6 - dospělý porost nevyžadující zásah
- 7 - dospělý porost se zásahem
- 8 - vrstevnatý porost bez zásahu
- 9 - vrstevnatý porost se zásahem

### 2.2.8 Měření a popis stromů

Šetření se provádí pouze na stromech, které se při měření vyskytují na inventarizační ploše. Zároveň musí splňovat podmínku, že v jednotlivých soustředných inventarizačních kruzích překročily stanovenou registrační hranici.

Tab. č. 4: Zjišťované položky u stromů

Název položky	Typ pole	Jednotky	Hodnoceno (měřeno)/nehodnoceno	
			Živý strom	Stojící souš
Pozice středu stromu (souřadnice X,Y,Z)	číslo	m	ano	ano
Pořadové číslo stromu / souše	číslo		ano	ano
Výčetní tloušťka	číslo	mm	ano	ano
Výška stromu / souše	číslo	m	ano	ne
Dřevina	číselník		ano	ano
Výška měřišť horní	číslo	cm	ano	ano
Výška měřišť dolní	číslo	cm	ano	ano
Souše	číselník		ano	ano
Zlom	číselník		ano	ano
Rozdvojení kmene	číselník		ano	ano
Ohnutí stromu	číselník		ano	ne
Poškození zvěří	číselník		ano	ne
Věk	číslo		ano	ano
Kandidát	číselník		ano	ne

### 2.2.8.1 Soustředné kruhy na inventarizačních plochách

Při provozní inventarizaci lesů je využíván princip soustředných inventarizačních kruhů, které sníží časovou náročnost práce na ploše. Tři kruhy o poloměru 3,7 a 12,62 m mají totožný střed se středem inventarizační plochy. Tyto kruhy se vzájemně překrývají. Pro každý soustředný kruh je stanovena registrační výčetní tloušťka stromů. Pokud strom splňuje limitní výčetní tloušťku pro daný soustředný kruh, zaměří se do databáze a popíše se u něj jednotlivé položky. Strom, který nevyhovuje výčetní tloušťkou danému soustřednému kruhu, v němž se nachází, se neměří.

V prvním kruhu o poloměru 3 m se měří všechny stromy s výčetní tloušťkou nad 7 cm s kůrou včetně. Ve druhém kruhu o poloměru 7 m se měří stromy s výčetní tloušťkou nad 12 cm s kůrou a ve třetím soustředném kruhu o poloměru 12,62 m se měří všechny stromy s výčetní tloušťkou 30 cm a více s kůrou.

Tab. č. 5: Parametry soustředných inventarizačních kruhů

Poloměr inventarizačního kruhu (m)	Plocha inventarizačního kruhu (m <sup>2</sup> )	Hraniční výčetní registrační tloušťka (mm)
3	28,27	Stromy s výčetní tloušťkou $\geq 70$ mm s kůrou
7	153,94	Stromy s výčetní tloušťkou $\geq 120$ mm s kůrou
12,62	500,00	Stromy s výčetní tloušťkou $\geq 300$ mm s kůrou

### 2.2.8.2 Poloha středu stromu

Umístění stromu na inventarizační ploše je vyjádřeno lokálními souřadnicemi. Souřadnice jednotlivých stromů jsou vztaženy ke středu inventarizační plochy s přesností na cm, přičemž souřadnice stromu je vázána na osu paty kmene. K posunu na osu středu kmene dojde po přehrání průměrů stromů z průměrky do terénního počítače.

Pomocí laserového přístroje kombinovaného se zařízením pro měření horizontálních a vertikálních úhlů se zaměří poloha stromu na inventarizační ploše. Pro přehlednost je vhodné provádět zaměření polohy stromů od severu ve směru pohybu hodinových ručiček. Zaměřují se polohy všech zaujatých stromů s výčetní tloušťkou



překračující prahové hodnoty výčetní tloušťky pro jednotlivé inventarizační soustředné kruhy. Výtyčkář přikládá odrazku k čelnímu okraji kmene na spojnici mezi středem kmene a měřícím přístrojem. Odrazka může být na výtyčce v jakékoliv výšce, ale tato hodnota se musí nastavit v aplikaci Field-Map Data Collector.

Ze vztahu vzdálenost od středu plochy a výčetní tloušťky je odvozena osa kmene a tím příslušnost polohy stromu k ploše a příslušnému soustřednému inventarizačnímu kruhu. U dvojáků (rozdvojení stromu pod 1,3 m) se poloha vztahuje ke svislici spuštěné z výčetní výšky středem každého kmene. U nakloněného stromu se výtyčka s odrazkou nepřikládá ke kmeni, ale umístí se svisle u paty kmene na spojnici mezi středem kmene a měřícím přístrojem. U stromů s výčetní tloušťkou 6,9 cm a nižší se poloha stromů nezjišťuje.

### 2.2.8.3 Číslování stromů

Slouží k jednoznačnému označení zaměřených stromů na inventarizační ploše. Každý zaujatý strom získá své pořadové číslo. Postupuje se od severu ve směru pohybu hodinových ručiček.

Obr. 1: Číslování stromů



#### 2.2.8.4 Měření výčetní tloušťky stromu

Měření se provádí na všech očíslovaných (zaujatých) stromech. Ve výšce 1,3 m (výčetní výška) od země se nachází na kmeni místo pro zjištění výčetní tloušťky. K určení výčetní výšky slouží výtyčka 1,3 m. Měřiště se nefixuje. K měření výčetních tlouštěk se použije průměrka nebo obvodové pásmo. Postupuje se od prvního k poslednímu stromu podle číslování stromů. Výsledná výčetní tloušťka je dána takzvaným křížovým měřením (jedná se o dvě měření ve výčetní výšce, přičemž první měření se provádí ve směru S – J a druhé měření se provádí kolmo na první Z – V). Při měření výčetní tloušťky musí být průměrka ke kmeni přiložena v místě měřiště tak, aby byla kolmá k podélné ose kmene. V případě kdy se měřiště posouvá a nenachází se v 1,3 m, zaznamená se horní i dolní výška měřiště do databáze.

V terénu se sklonem do  $10^\circ$  se měřiště umísťuje vždy na tu stranu stromu, která je přivrácena ke středu inventarizační plochy. V terénu se sklonem nad  $10^\circ$  se měřiště umísťuje vždy na tu stranu stromu, která je přivrácena ke svahu.

#### 2.2.8.5 Měření výšky stromu

Stromy určené k měření výšek se vybírají z kandidátů. Vybere se 5 stromů od každé zastoupené dřeviny, tak aby nejlépe reprezentovali tloušťkové spektrum stromů na ploše.

Z celkového souboru zaměřených stromů se vyřadí stromy se zlomy, rozdvojením, ohnuté a nakloněné, jinak poškozené a souše. Při nedostatku vhodných kandidátů je možné měřit i ty stromy, které mají nějaké poškození, ovšem neovlivňující jejich výšku. Výška stromu se měří z vhodného místa v porostu ze vzdálenosti od paty kmene rovnající se přibližně odhadnuté výšce stromu. Pro správné změření výšky je nutné dobře vidět vrchol i patu stromu. Měření proti svahu se používá pouze ve výjimečných případech, neboť může dojít k výraznému zkreslení výšek. Při měření výšek je základním postupem považováno měření výšky po vrstevnici, při zachování minimální odstupové vzdálenosti. Zejména u listnatých dřevin je nutno měřit výšky ze vzdálenosti od měřeného stromu přibližně shodné s výškou stromu; čím je vzdálenost měřicího přístroje od paty měřeného stromu menší, tím větší je chyba změřené výšky listnatého stromu.

#### 2.2.8.6 Označení dřeviny

Číselník dřevin odpovídá číselníku uvedenému v Informačním standardu lesního hospodářství pro LHP a LHO platný pro rok 2008. Keře, které dosahují výčetní tloušťky 7,0 cm s kůrou (např. líska, hloh), se nehodnotí a neměří. Druh dřeviny se zjišťuje i u stojících souš.

#### 2.2.8.7 Výskyt stojící souše

Souš je odumřelý, dosud stojící strom, který se považuje za součást sledovaného porostu. Výskyt souše informuje o změnách zdravotního stavu porostu. Stojící souše se hodnotí od výčetní tloušťky 7,0 cm s kůrou stejně jako živé stromy. Kde již kůra odpadla, připočítá se podle dřeviny. Kromě níže uvedeného hodnocení stromu, zda je souš čerstvá či stará, se zjišťují pouze následující údaje: číslo stromu, poloha stromu, výčetní tloušťka, druh dřeviny, zlom, rozdvojení kmene a věk.

#### 2.2.8.8 Výskyt zlomu kmene

Do zlomu se počítají tyto druhy poškození:

- Vrškový zlom – ke zlomení kmene došlo v horní třetině koruny, také suchý vrchol, není-li vytvořen nový
- Korunový zlom – ke zlomení kmene došlo ve zbývajících dvou třetinách živé koruny
- Kmenový zlom – ke zlomení kmene došlo pod živou korunou
- Náhradní vrchol – strom s výskytem bajonetu, lyry nebo svícnu
- Opakovaný náhradní vrchol – dvou a vícenásobné bajonety

#### 2.2.8.9 Ohnutí stromu

Za ohnutý strom se považuje takový strom, který má vrchol koruny odchýlen od paty kmene o více než  $\frac{1}{4}$  výšky stromu.

#### 2.2.8.10 Rozdvojení hlavní osy kmene

Je-li hlavní osa kmene rozdvojená, sleduje se výška tohoto rozdvojení, přičemž za „dvoják“ se považuje rozdvojení stromu ve výšce pod 1,3 m, za předpokladu, že z místa rozdvojení vyrůstají dva nebo i více kmenů s hospodářským využitím.

Kritériem pro vylišení rozdvojení je, pokud slabší kmen přesáhne  $\frac{1}{2}$  výčetní tloušťky silnějšího stromu. Rozdvojení se zjišťuje u stromů do výšky 7 m nad zemí.

#### 2.2.8.11 Poškození zvěří

Loupání a ohryz způsobené převážně spárkatou zvěří je plošné poškození kůry a lýka stromů. Loupání je strhávání pruhů lýka a kůry v podélném směru spárkatou zvěří v předjaří a během vegetace. Poškození vznikající mimo toto období se označuje jako ohryz a jsou pro něj charakteristické stopy jednotlivých zubů na kůře.

#### 2.2.8.12 Věk stromu

Vyjadřuje časové období, kterého sledovaný jedinec v době provádění měření dosahuje. Zjišťuje se u každého živého i odumřelého zaměřeného stromu. Při určování věku je třeba dát pozor, když se věky přebírají ze současných hospodářských plánů. K věku uvedenému v hospodářském plánu je nutné připočítat počet let mezi začátkem jeho platnosti a dobou měření. Pro PIL na LHC Vodňany se přičítalo 10 let.

#### 2.2.9 Zaměření a popis významných bodů

Významné body slouží k usnadnění opakovaného dohledání středu plochy (např. pro kontrolní šetření). Zaměřují se ze středu inventarizační plochy pomocí přístrojové sestavy.

Druhem bodu může být:

- 1) Označený strom (plocha): strom sloužící ke stabilizaci středu inventarizační plochy – v terénu je označen barvou.
- 2) Označený bod (plocha): bod sloužící ke stabilizaci středu inventarizační plochy, v terénu je označen barvou. Pokud se jedná o body, které by se barvou poničily (pomník,...) tak se neznačí a uvede se v poznámce: pomník – neznačen.
- 3) Posunutý střed plochy (navigace): poloha posunutého středu plochy ve vztahu k původnímu středu plochy.

(ÚHÚL, 2008)

### 3. Vyhodnocení dat a výsledky

#### 3.1. Postup vyhodnocení naměřených dat zvolenou matematicko-statistickou metodou

Vyhodnocení naměřených dat dvěma pracovními skupinami a následně jednou kontrolní skupinou spočívá v porovnání rozdílů výčetních tlouštěk, výšek a objemů stromů na šesti zkusných plochách. Následně bylo provedeno porovnání zmíněných veličin za šest uvedených ploch dohromady, tj. porovnání všech výčetních tlouštěk, výšek a objemů za pracovní a kontrolní měření. Pro vyhodnocení byla použita matematicko-statistická metoda **dvouvýběrového T-testu pro závislé výběry** (tj. **párový t-test**). Párový t-test se používá, pokud pracujeme se dvěma měřeními na stejném jedinci nebo objektu. Dle Drápely a Zacha (1999) při párovém t-testu platí:

$$T = \frac{|\bar{D} - 0| \cdot \sqrt{n-1}}{S_D} \quad (1)$$

$T$ ... testové kritérium

$D$ ... náhodná proměnná  $X_A - X_B$ , neboli rozdíl mezi naměřenými hodnotami na každém jedinci

$S_D$ ... směrodatná odchylka rozdílu naměřených hodnot

$n$ ... počet naměřených hodnot

Jelikož se v tomto případě jedná o dvojité měření (hodnota byla na jednom jedinci, tj. stromu naměřena pracovní a následně kontrolní skupinou), můžeme předpokládat, že obě hodnoty budou stejné - bude platit  $D = 0$ . U proměnné  $D$  předpokládáme normální rozdělení  $N(0, \sigma^2)$ . Testujeme nulovou hypotézu  **$H_0 : \mu_D = 0$**  proti  **$H_1 : \mu_D \neq 0$** . Nulovou hypotézu nezamítáme, když  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  (Drápela, Zach, 1999). Hodnoty  $t_{\alpha/2; n-1}$  byly převzaty ze Statistických tabulek – Kritické hodnoty Studentova t rozdělení (Drápela, Zach, 1999).

Nulová hypotéza testuje předpoklad, že střední hodnota rozdílu jednotlivých měření je nulová. To znamená, že obě měření (pracovní a kontrolní) naměří na daném

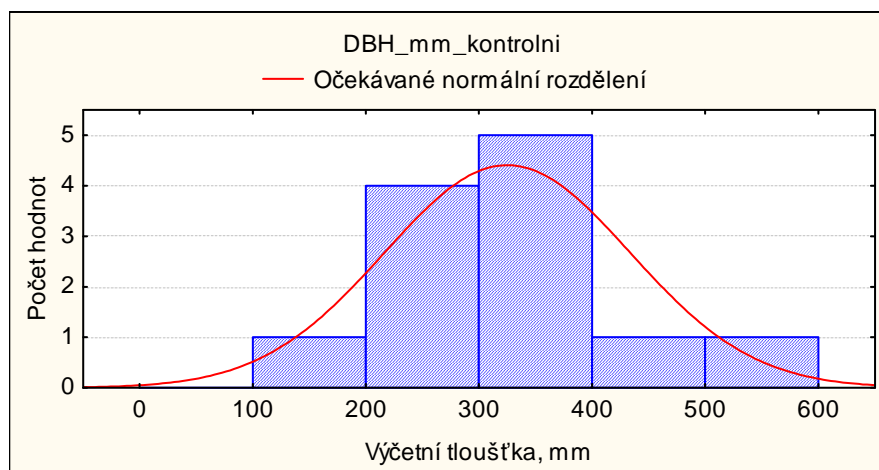
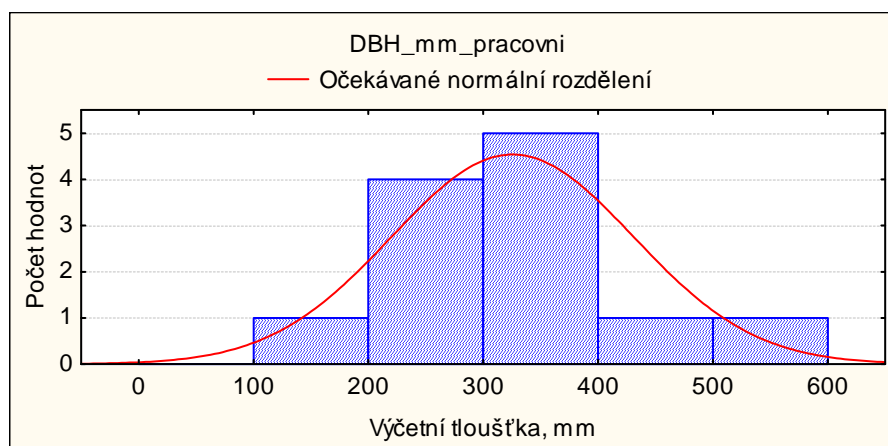
jedinci stejnou hodnotu. V praxi ovšem není tato varianta možná, proto musíme zvolit hladinu významnosti testu ( $\alpha$ ), která nám určí pravděpodobnost chyby prvního druhu. Chyba prvního druhu nastane, jestliže zamítneme správnou hypotézu. Pro  $\alpha$  se zpravidla uvádí hodnota 0,05 (která odpovídá 5 % pravděpodobnosti, že bude zamítnuta správná hypotéza – jinak řečeno – značí 5 % riziko omylu). Tato hodnota byla použita i v této práci.

Vyhodnocení naměřených dat v tabulkové i grafické podobě bylo provedeno v programu Statistica Cz verze 9.

## 3.2 Výsledky za plochu

Tabulka č. 1: Plocha č. 49 - porovnání výčetních tloušťek (DBH)

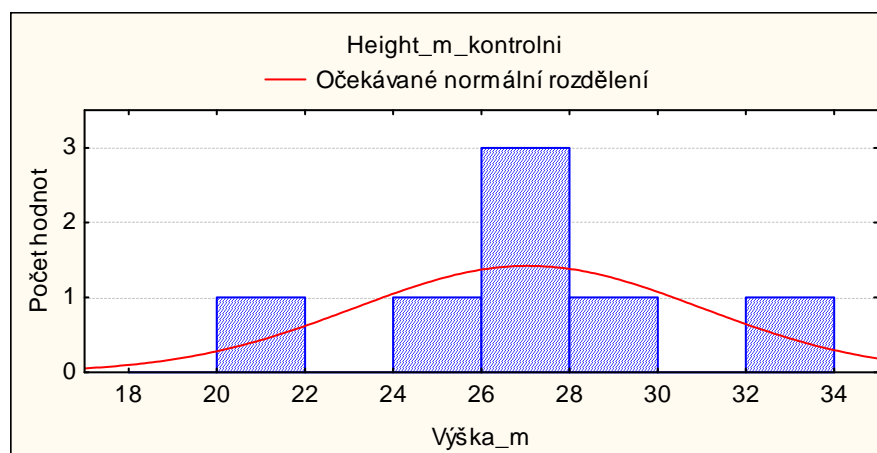
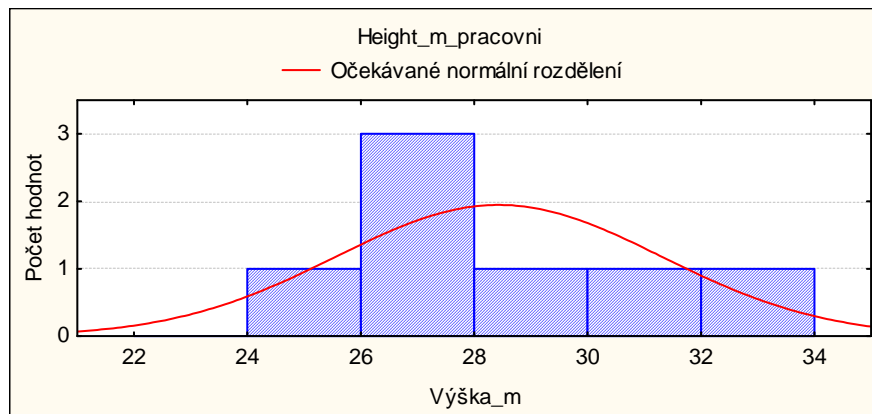
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_pracovni	325,5833	105,4699								
DBH_mm_kontrolni	325,0833	108,6433	12	0,500000	6,230424	0,277999	11	0,786169	-3,45862	4,458622



Daná tabulka nám říká, že rozdíl průměrných hodnot výčetních tloušťek se liší o 0,5 mm. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $0,28 < 2,2$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,79 > 0,05$ ). Lze předpokládat, že uvedený rozdíl výčetních tloušťek je náhodný a obě skupiny měřily stejně. Dle grafů kontrolní i pracovní skupina naměřila nejvíce výčetních tloušťek u stromů v tloušťkové třídě 300 – 400 mm.

Tabulka č. 2: Plocha č. 49 - porovnání výšek (Height)

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílů	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_pracovni	28,43571	2,869198								
Height_m_kontrolni	27,06143	3,924696	7	1,374286	1,319323	2,755972	6	0,033030	0,154115	2,594456

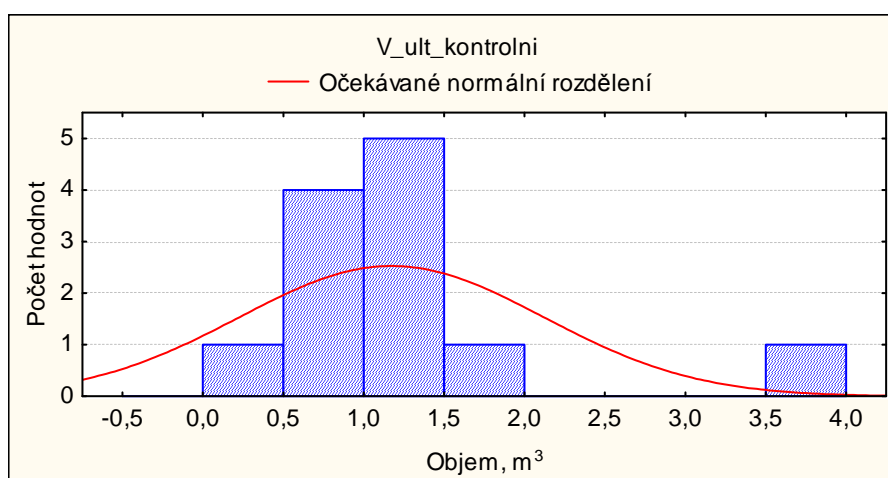
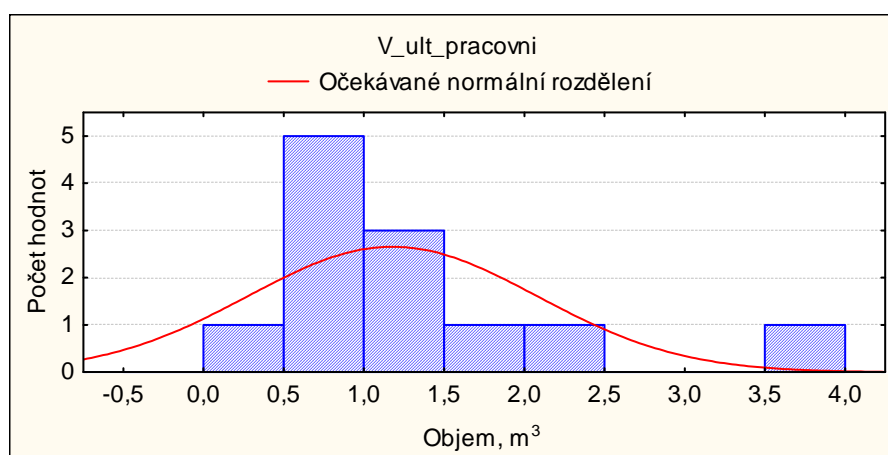


Na uvedené tabulce můžeme vidět rozdíl průměrných výšek, který je cca 1,4 m. **Nulová hypotéza se zamítá**, neplatí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $2,76 > 2,45$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,03 < 0,05$ ). V grafech můžeme vidět, jak kontrolní skupina naměřila v jednom případě jinou hodnotu výšky oproti pracovní skupině. Tato hodnota se nalézá ve výškové třídě 20 – 22 m.



Tabulka č. 3: Plocha č. 49 - porovnání objemů (V)

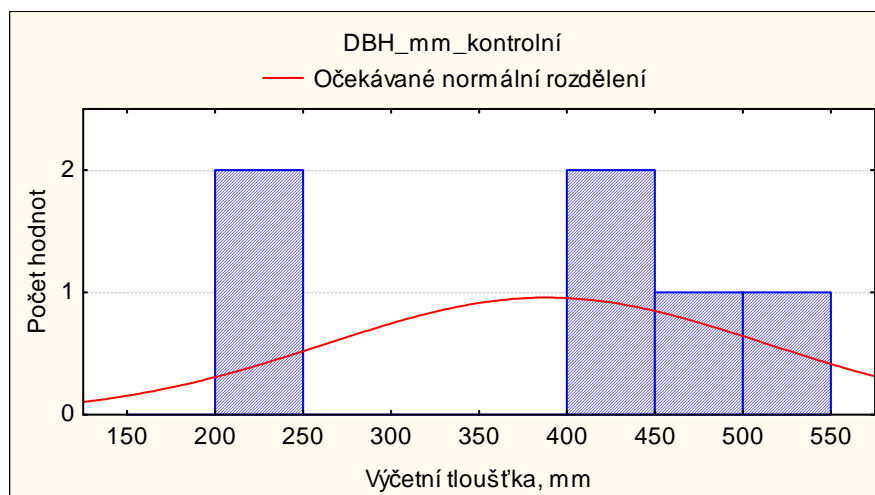
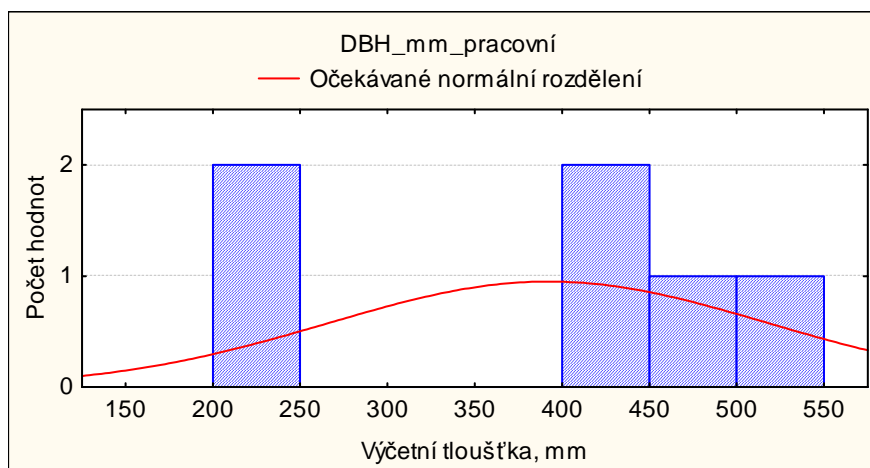
t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	1,177753	0,901450								
V_ult_kontr	1,173547	0,948123	12	0,004205	0,104803	0,138994	11	0,891967	-0,062383	0,070794



V tabulce je uveden rozdíl průměrných hodnot objemů. Tyto hodnoty jsou téměř stejné. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $0,14 < 2,2$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,89 > 0,05$ ). Můžeme předpokládat, že uvedený rozdíl v objemech stromů je náhodný. Grafy nám ukazují, že v případě pracovního měření je nejvíce stromů zastoupeno v třídě  $0,5 - 1 \text{ m}^3$  a v případě kontrolního měření je tomu v třídě  $1 - 1,5 \text{ m}^3$ . Průměr je však stejný, tj.  $1,17 \text{ m}^3$ .

Tabulka č. 4: Plocha č. 103 - porovnání výčetních tloušťek (DBH)

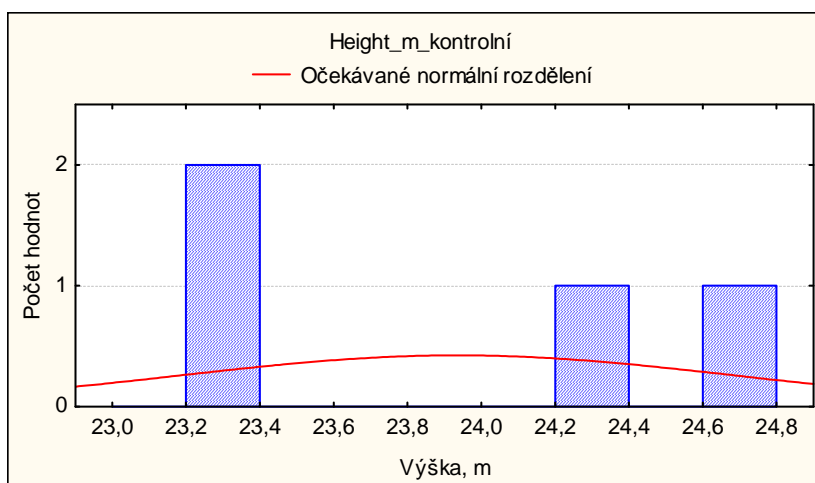
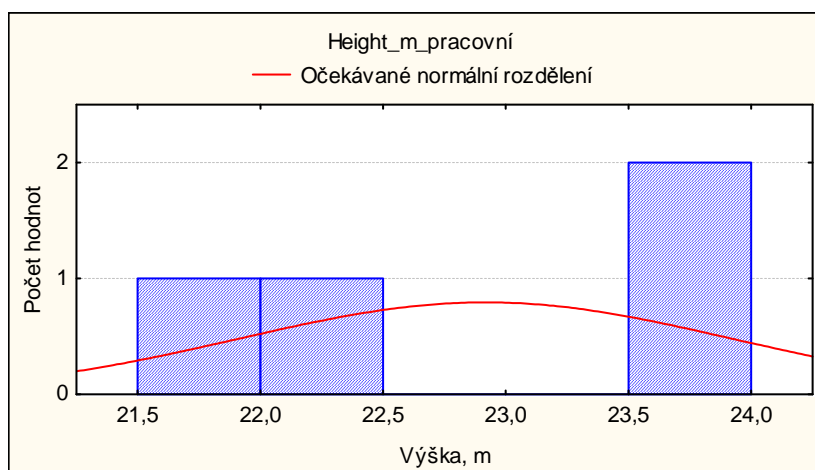
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_prac	392,1667	125,9038								
DBH_mm_kontrolni	388,3333	124,9523	6	3,833333	3,430258	2,737319	5	0,040922	0,233499	7,433168



Tabulka ukazuje rozdíl průměrných výčetních tloušťek, který je necelé 4 mm. **Nulová hypotéza se zamítá**, neplatí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $2,74 > 2,57$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,04 < 0,05$ ). Z uvedených grafů vyplývá stejné rozložení výčetních tloušťek u pracovního i kontrolního měření.

Tabulka č. 5: Plocha č. 103 - porovnání výšek (Height)

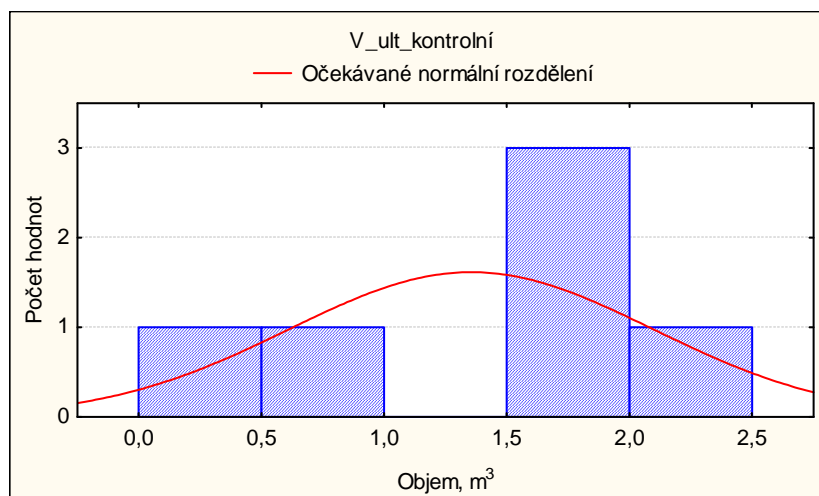
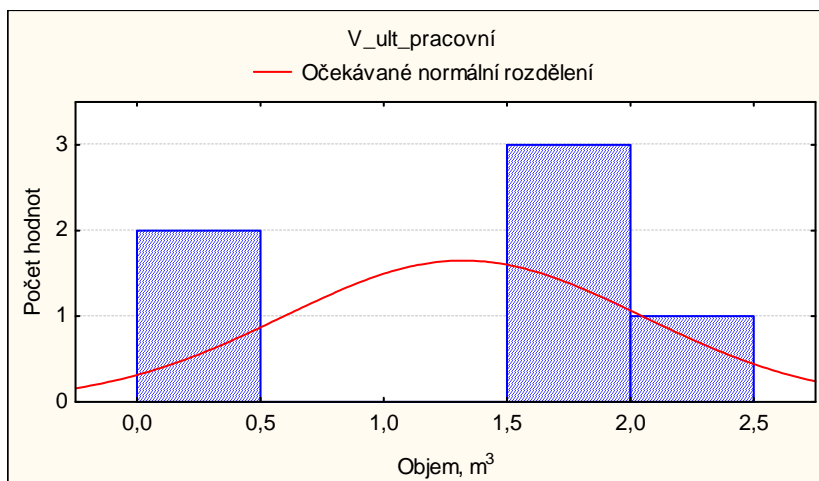
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_prac	22,91750	1,003805								
Height_m_kontrolni	23,93575	0,752531	4	-1,01825	0,300804	-6,77019	3	0,006585	-1,49690	-0,539604



Z tabulky je patrný rozdíl průměrných výšek, který činí 1,02 m. **Nulová hypotéza se zamítá**, neplatí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $6,77 > 3,18$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,01 < 0,05$ ). Dle grafů ve dvou případech naměřila kontrolní i pracovní skupina výšky v rozmezí 23, 2 – 24 m.

Tabulka č. 6: Plocha č. 103 - porovnání objemů (V)

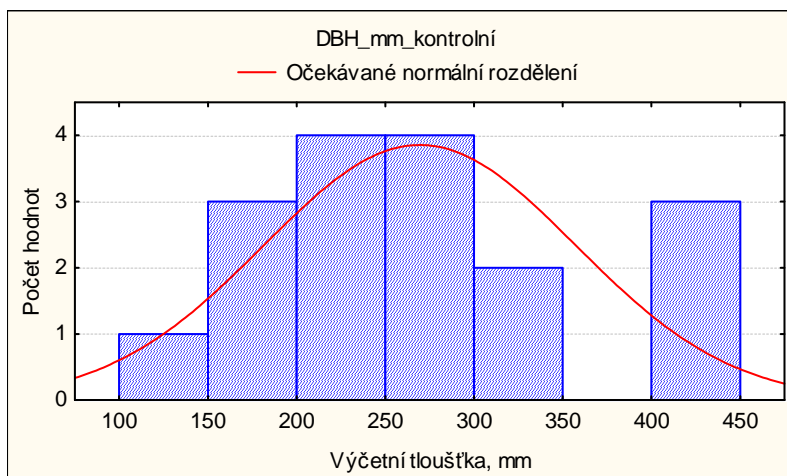
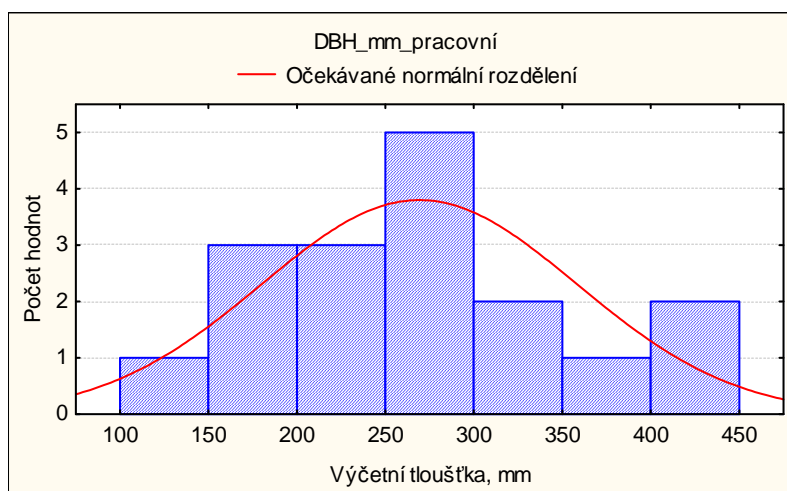
t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	1,321958	0,725780								
V_ult_kontr	1,355310	0,741062	6	-0,033352	0,044337	-1,84261	5	0,124728	-0,079880	0,013176



V tabulce je uveden nepatrný rozdíl průměrných hodnot objemů stromů. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $1,84 < 2,57$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,12 > 0,05$ ). Můžeme předpokládat, že uvedený rozdíl v objemech je náhodný. Grafická část nám ukazuje téměř stejné hodnoty pro pracovní a kontrolní měření.

Tabulka č. 7: Plocha č. 138 - porovnání výčetních tloušťek (DBH)

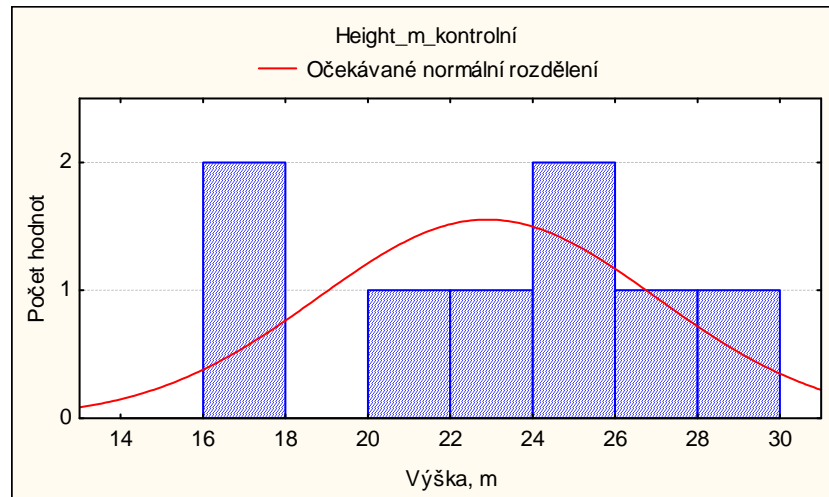
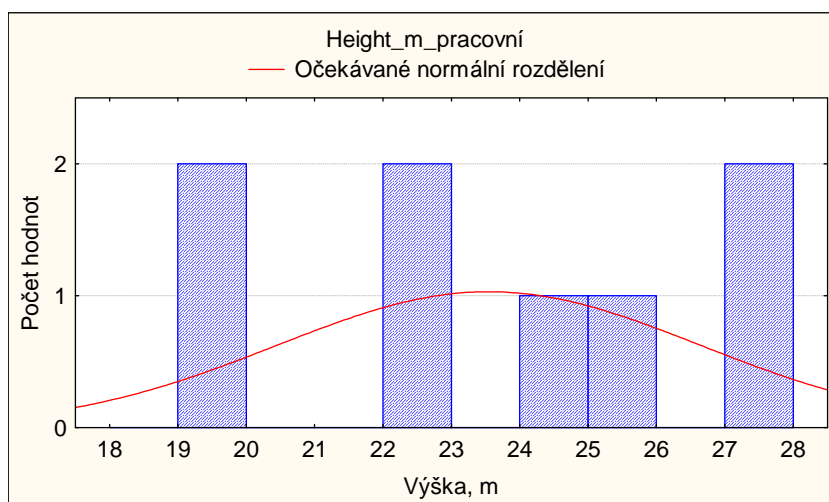
t-test pro závislé vzorky (t_trees)										
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_prac	269,1765	89,22670								
DBH_mm_kontrolni	269,4118	87,94107	17	-0,235294	15,14732	-0,064047	16	0,949726	-8,02333	7,552737



Tabulka dokládá zanedbatelný rozdíl průměrných hodnot výčetních tloušťek. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $0,06 < 2,12$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,95 > 0,05$ ). Předpoklad je, že uvedený rozdíl ve výčetních tloušťkách je náhodný.

Tabulka č. 8: Plocha č. 138 - porovnání výšek (Height)

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_prac	23,54750	3,095862								
Height_m_kontrolni	22,89637	4,109868	8	0,651125	1,538876	1,196756	7	0,270356	-0,635408	1,937658



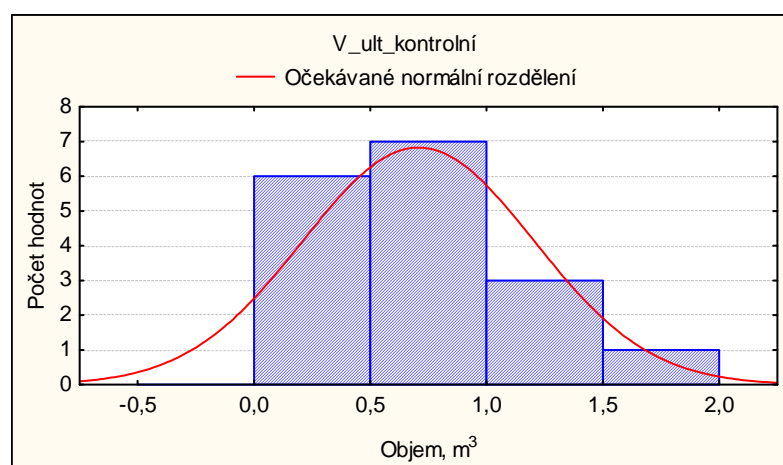
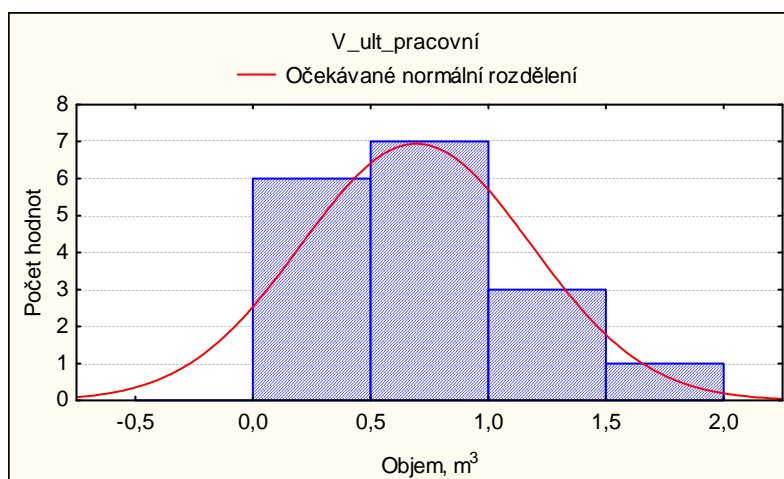
V tabulce je uveden rozdíl průměrných hodnot výšek, které se liší o 0,65 m.

**Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $1,2 < 2,37$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,27 > 0,05$ ).

Lze předpokládat, že uvedený rozdíl ve výškách je náhodný.

Tabulka č. 9: Plocha č. 138 - porovnání objemů (V)

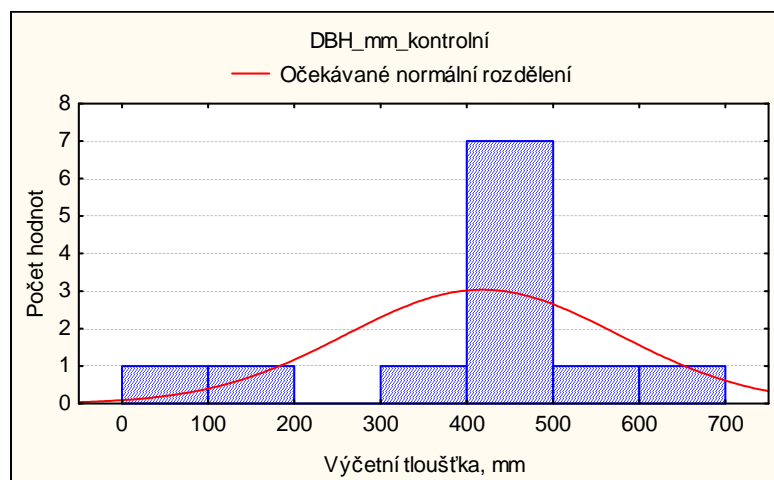
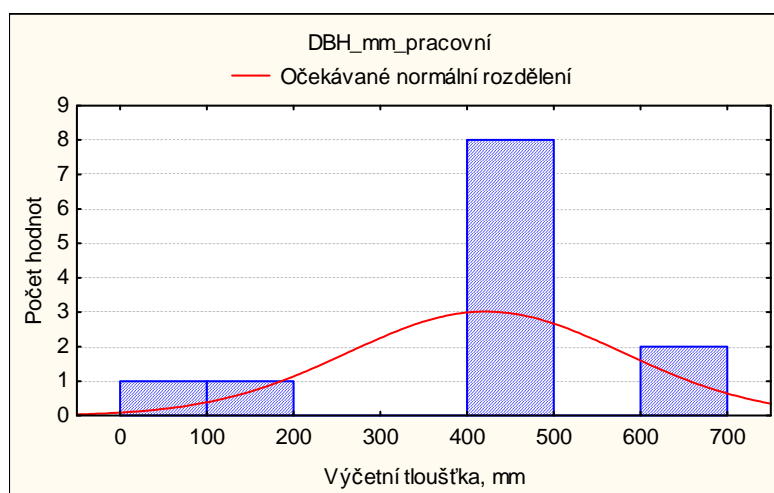
t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	0,693682	0,488588								
V_ult_kontr	0,707365	0,496848	17	-0,013683	0,082945	-0,680151	16	0,506132	-0,056329	0,028964



V tabulce je uveden rozdíl průměrných hodnot objemů. Tyto hodnoty jsou téměř stejné. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $0,68 < 2,12$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,51 > 0,05$ ). Lze předpokládat, že uvedený rozdíl v objemech je náhodný. Rozložení objemů v grafické části vykazuje v obou případech stejné hodnoty.

Tabulka č. 10: Plocha č. 174 - porovnání výčetních tloušťek (DBH)

Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_prac	421,2500	158,4517								
DBH_mm_kontrolni	417,7500	157,6937	12	3,500000	4,582576	2,645751	11	0,022758	0,588370	6,411630

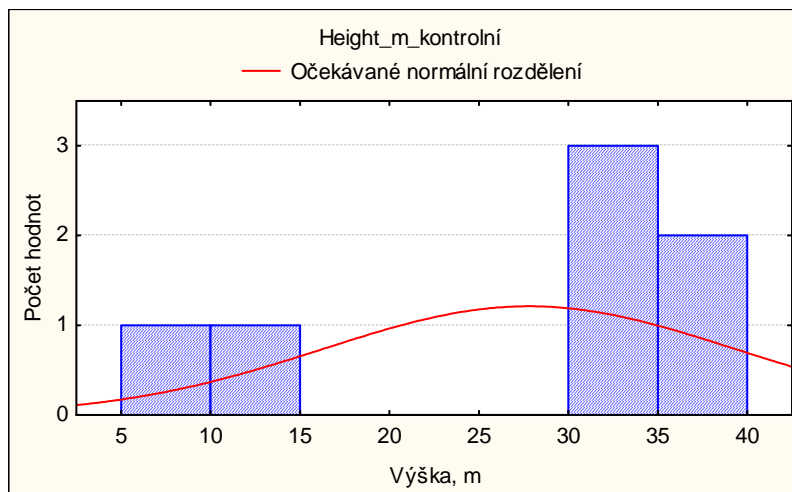
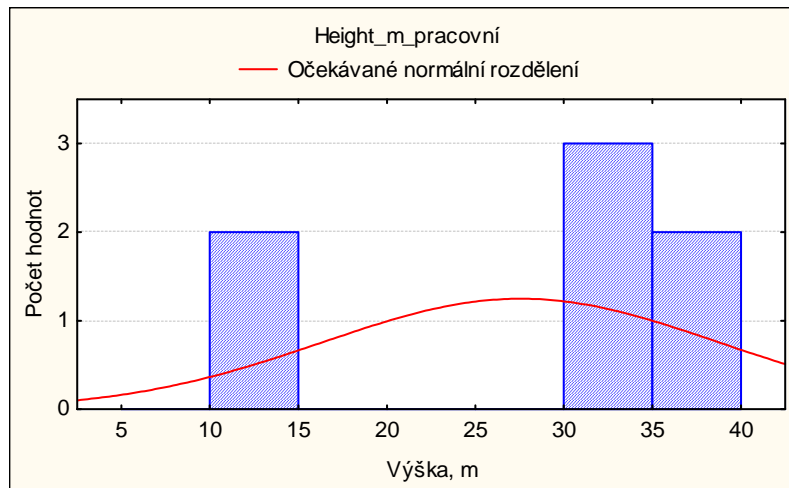


Tabulka ukazuje rozdíl průměrných výčetních tloušťek, který je 3,5 mm. **Nulová hypotéza se zamítá**, neplatí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $2,65 > 2,2$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,02 < 0,05$ ). Nelze předpokládat, že uvedený rozdíl výčetních tloušťek je náhodný.



Tabulka č. 11: Plocha č. 174 - porovnání výšek (Height)

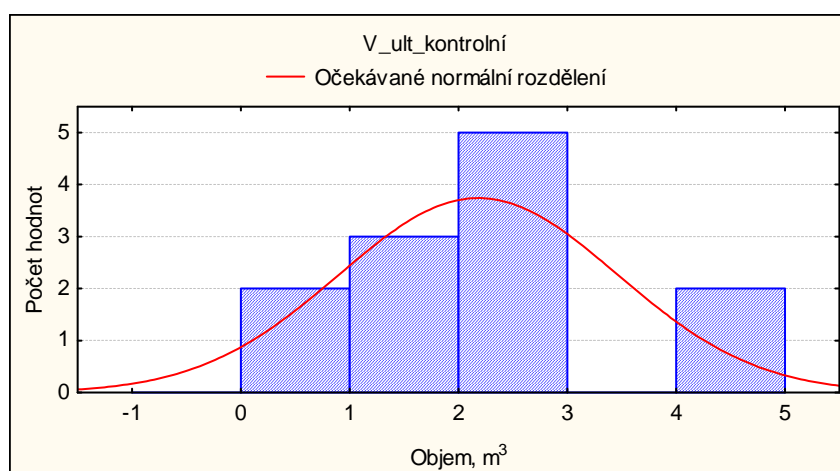
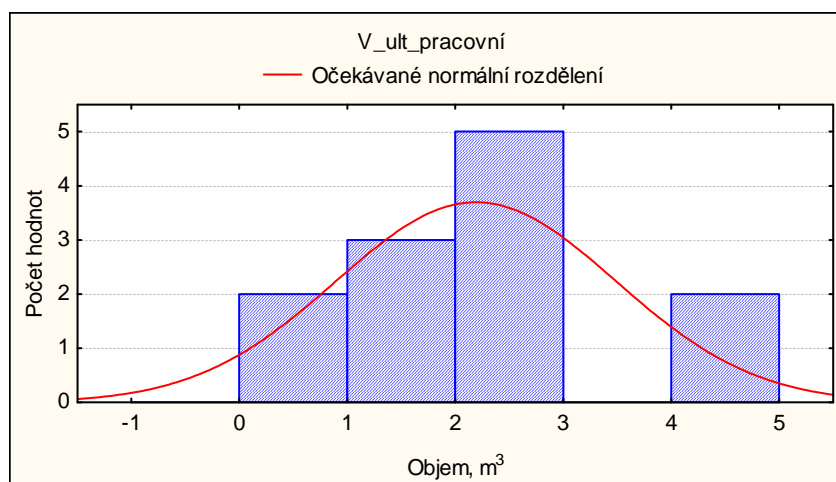
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_prac	27,55286	11,18513								
Height_m_kontrolni	27,80114	11,53098	7	-0,248286	0,993708	-0,661062	6	0,533119	-1,16731	0,670741



Rozdíl průměrných hodnot výšek v tabulce je 0,25 m. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,66 < 2,45$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,53 > 0,05$ ). Lze předpokládat, že uvedený rozdíl ve výškách je náhodný.

Tabulka č. 12: Plocha č. 174 - porovnání objemů (V)

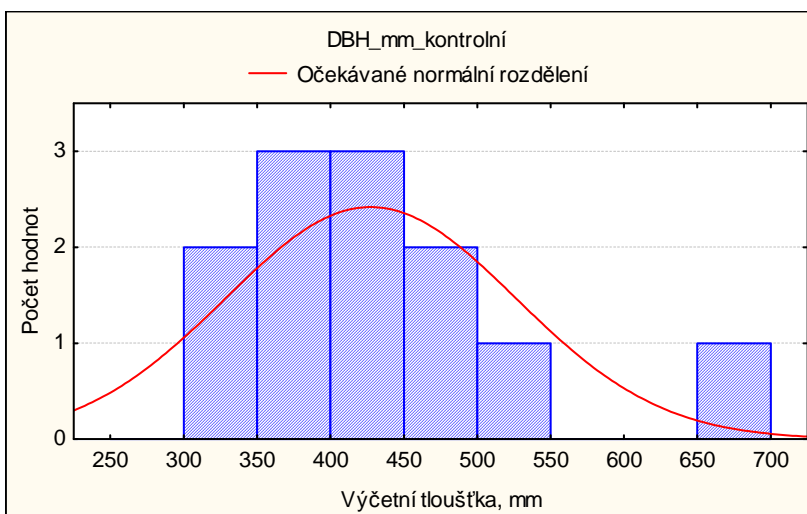
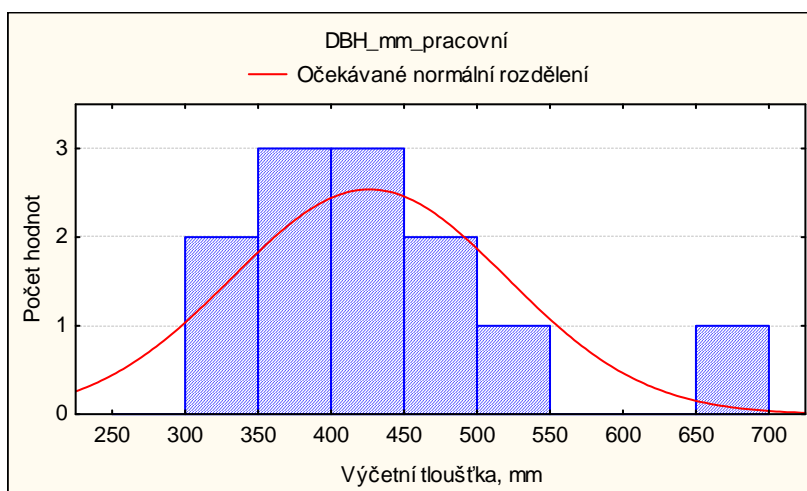
t-test pro závislé vzorky (t_trees)										
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	2,191878	1,294536								
V_ult_kontr	2,182591	1,279601	12	0,009287	0,072922	0,441159	11	0,667643	-0,037046	0,055619



Rozdíl průměrných hodnot objemů jsou téměř stejné. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,44 < 2,2$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,67 > 0,05$ ). Lze předpokládat, že uvedený rozdíl v objemech je náhodný. Grafická část v obou případech znázorňuje stejné rozložení objemů.

Tabulka č. 13: Plocha č. 187 - porovnání výčetních tloušťek (DBH)

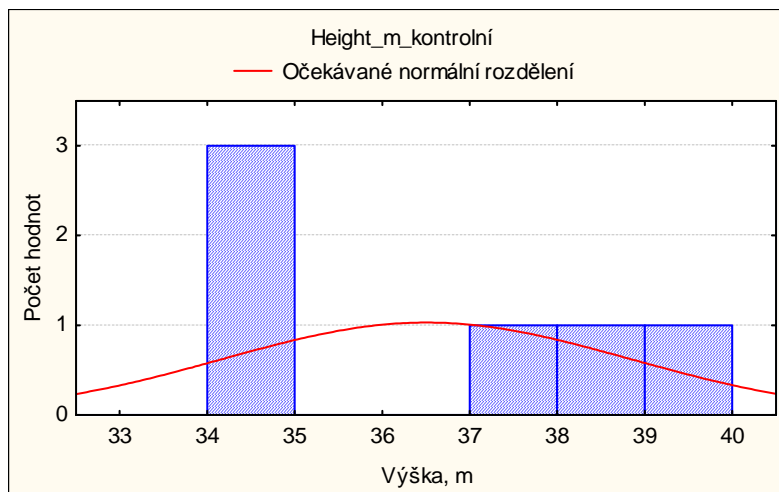
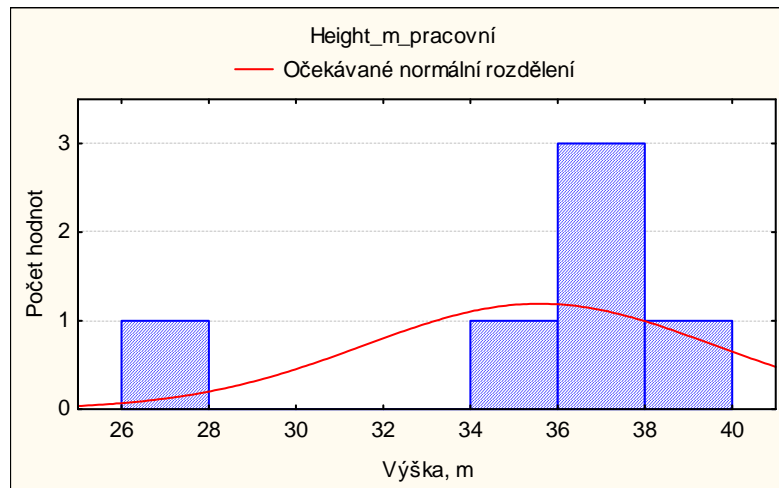
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_prac	426,3333	94,27844								
DBH_mm_kontrolni	427,4167	98,97241	12	-1,08333	9,336715	-0,401938	11	0,695429	-7,01560	4,848932



Tabulka ukazuje rozdíl průměrných hodnot výčetních tloušťek, který je cca 1 mm. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,4 < 2,2$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,7 > 0,05$ ). Můžeme předpokládat, že uvedený rozdíl ve výčetních tloušťkách je náhodný. Grafická část znázorňuje v obou případech stejné rozložení výčetních tloušťek v jednotlivých třídách.

Tabulka č. 14: Plocha č. 187 - porovnání výšek (Height)

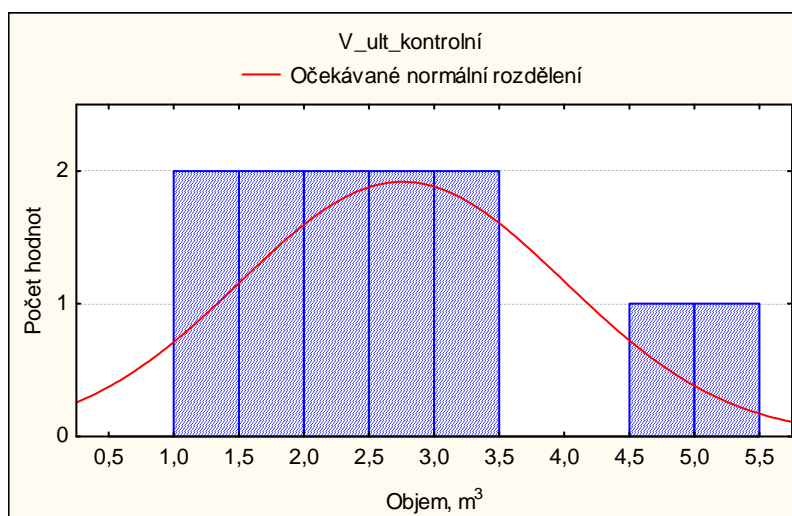
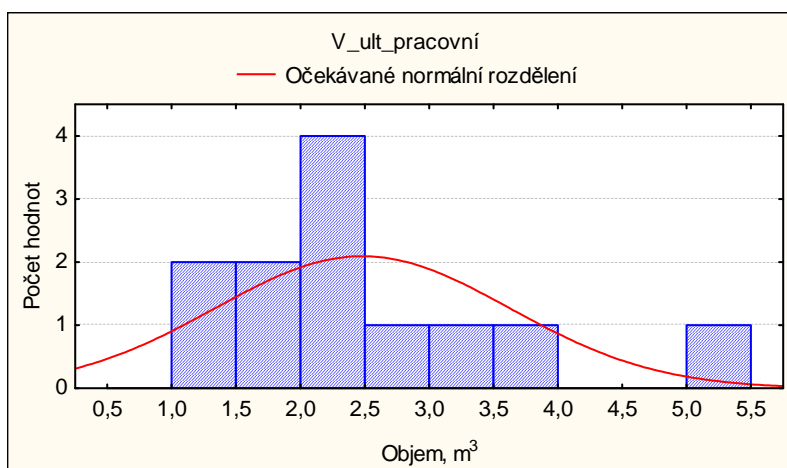
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_prac	35,58167	4,015308								
Height_m_kontrolni	36,50633	2,323888	6	-0,924667	3,155830	-0,717707	5	0,505062	-4,23651	2,387174



Dle tabulky je rozdíl průměrných hodnot výšek 0,92 m. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,72 < 2,57$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,51 > 0,05$ ). V grafická části je patrná rozdílná hodnota výšky pracovního měření oproti kontrolnímu měření.

Tabulka č. 15: Plocha č. 187 - porovnání objemů (V)

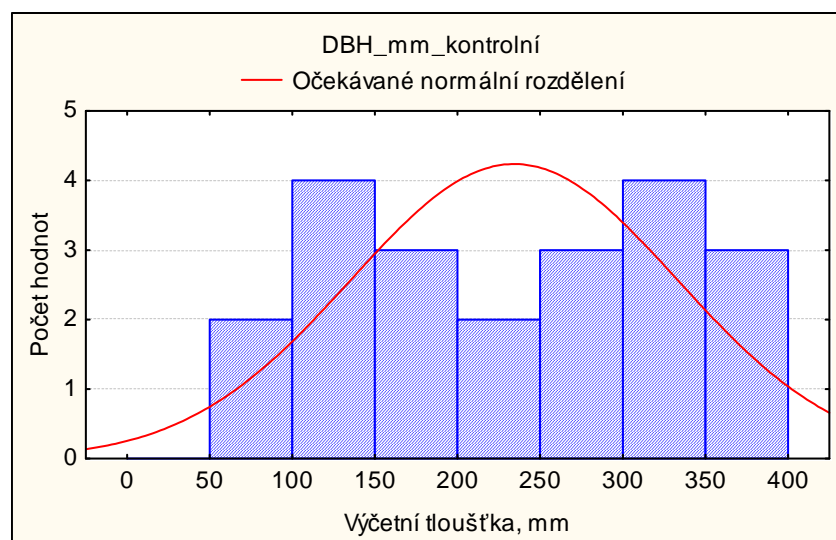
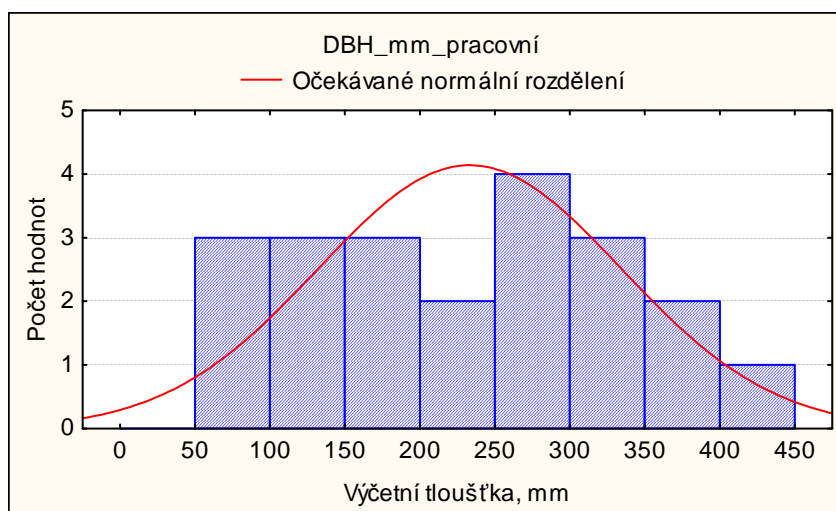
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	2,480990	1,143298								
V_ult_kontr	2,757292	1,247828	12	-0,276302	0,245705	-3,89548	11	0,002496	-0,432416	-0,120189



V tabulce uvedený rozdíl průměrných hodnot objemů je sice minimální, avšak statisticky významný. **Nulová hypotéza se zamítá**, neplatí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $3,9 > 2,2$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,002 < 0,05$ ). Grafická část znázorňuje pro oba případy rozdílné rozložení objemů.

Tabulka č. 16: Plocha č. 214 - porovnání výčetních tloušťek (DBH)

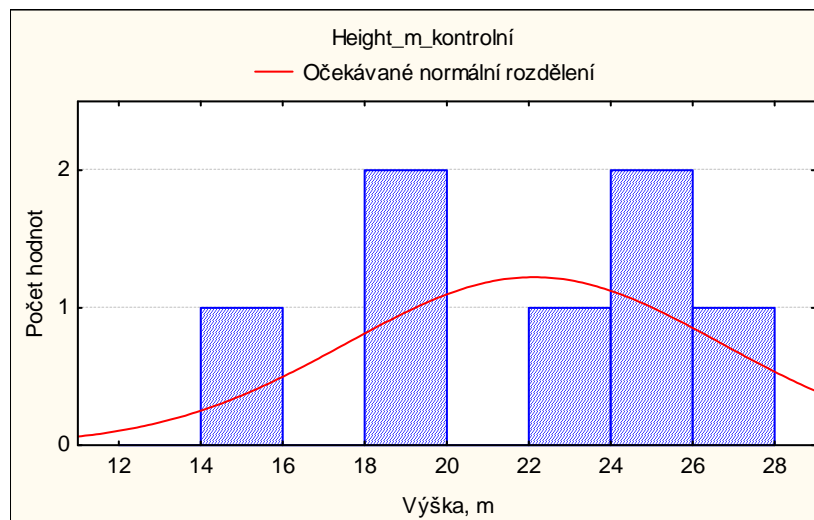
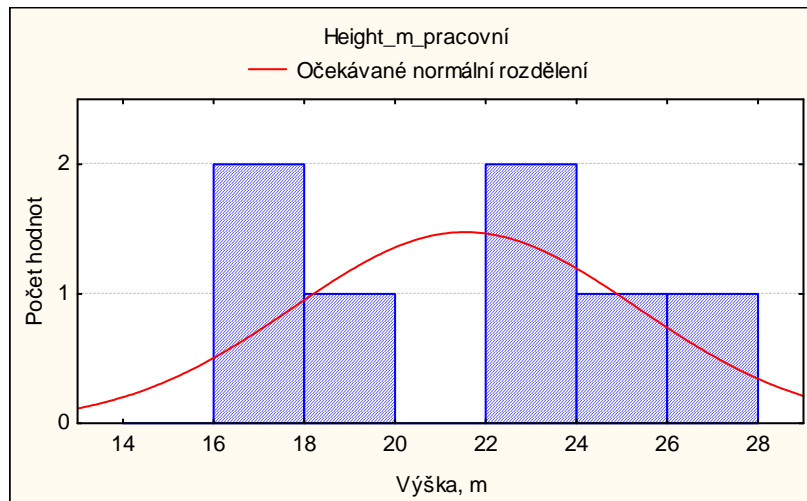
t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_prac	233,2857	101,1692								
DBH_mm_kontrolni	234,2381	98,8670	21	-0,952381	5,545054	-0,787072	20	0,440467	-3,47646	1,571697



Rozdíl průměrných hodnot výčetních tloušťek je necelý 1 mm. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,79 < 2,09$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,44 > 0,05$ ). Lze předpokládat, že uvedený rozdíl ve výčetních tloušťkách je náhodný.

Tabulka č. 17: Plocha č. 214 - porovnání výšek (Height)

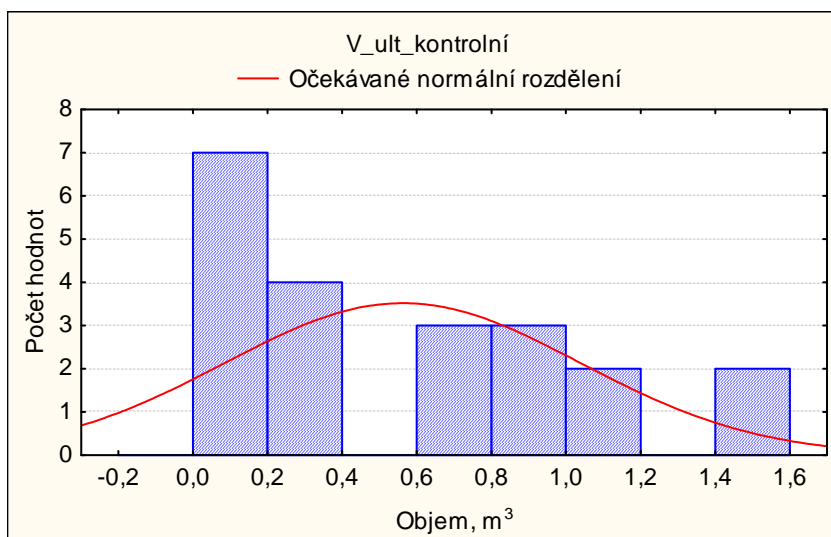
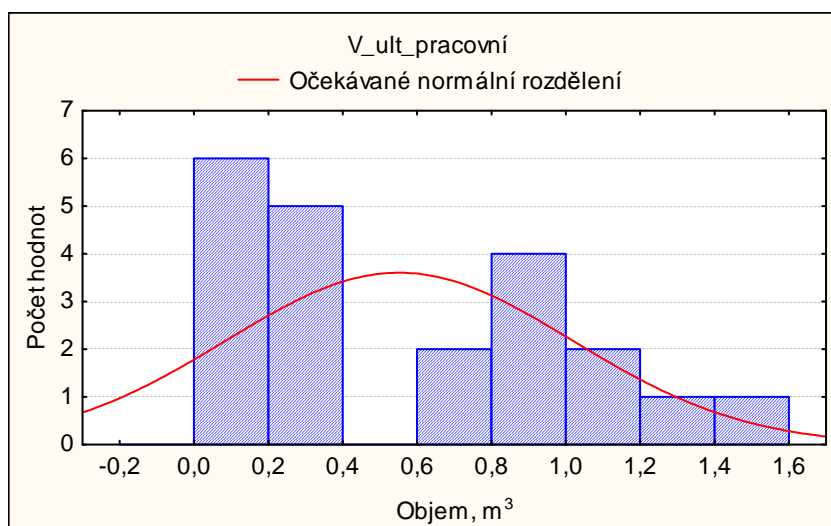
Proměnná	t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_prac	21,54571	3,784838								
Height_m_kontrolni	22,12400	4,568668	7	-0,578286	1,297064	-1,17959	6	0,282812	-1,77787	0,621298



V tabulce je rozdíl průměrných hodnot výšek 0,58 m. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $1,18 < 2,45$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,28 > 0,05$ ). Grafická část udává rozložení hodnot výšek pracovního a kontrolního měření, které není zcela stejné.

Tabulka č. 18: Plocha č. 214 - porovnání objemů (V)

t-test pro závislé vzorky (t_trees) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	0,552083	0,464972								
V_ult_kontr	0,562106	0,476551	21	-0,010023	0,047625	-0,964393	20	0,346366	-0,031701	0,011656



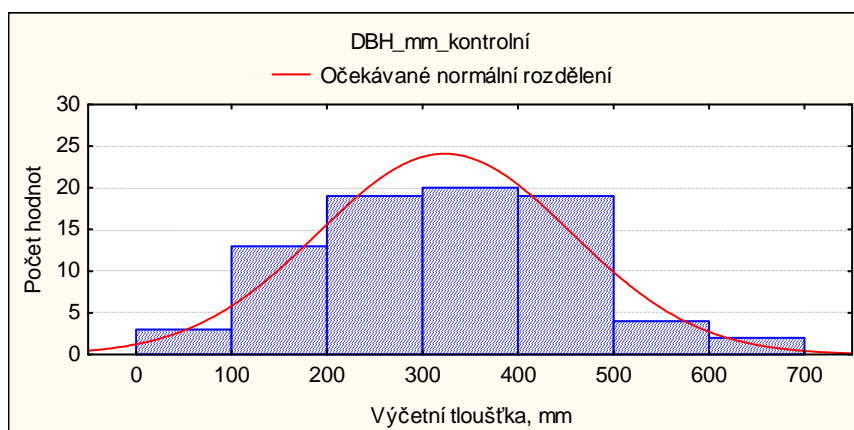
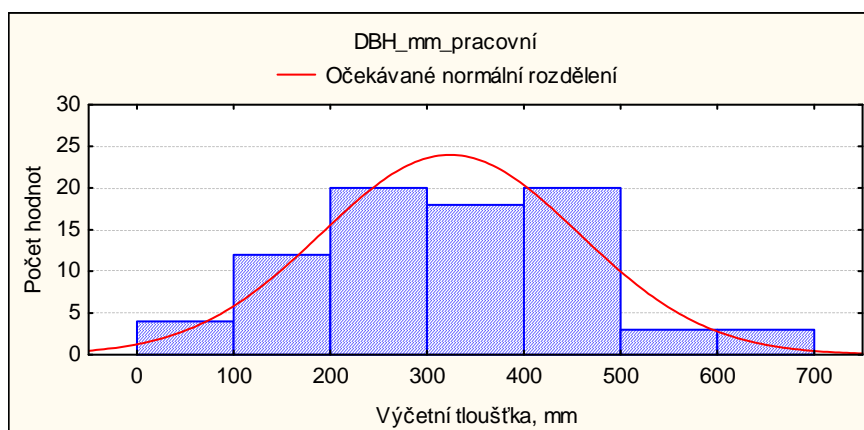
Rozdílné průměrné hodnoty objemů dle tabulky jsou zanedbatelné. **Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n - 1}$  ( $0,96 < 2,09$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,35 > 0,05$ ). Lze předpokládat, že uvedený rozdíl v objemech je náhodný.



### 3.3 Souhrnné výsledky

Tabulka č. 1: Hodnoty výčetních tloušťek (DBH) pracovního a kontrolního měření

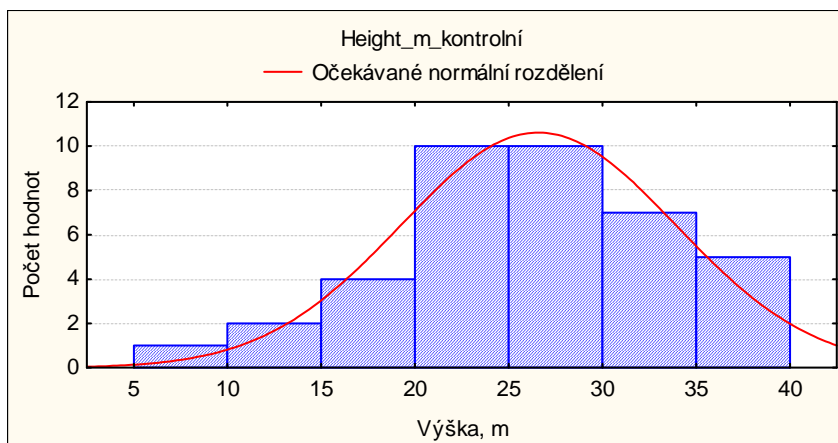
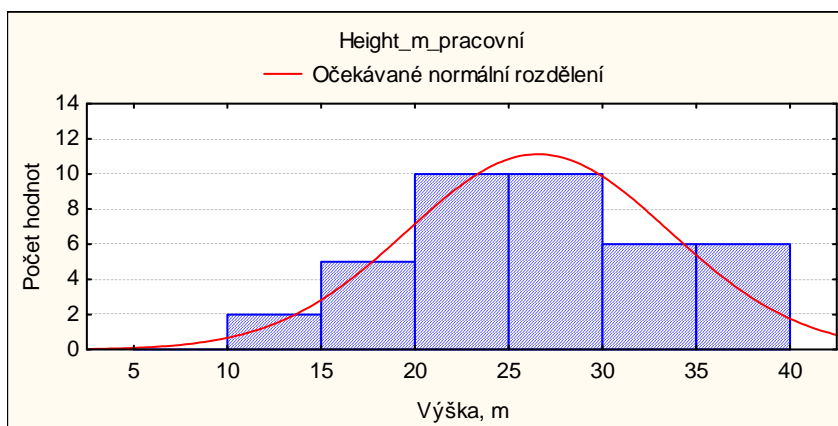
Proměnná	t-test pro závislé vzorky t_trees Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
DBH_mm_prac	323,8250	133,0569								
DBH_mm_kontrolni	323,4000	132,4984	80	0,425000	8,872907	0,428418	79	0,669512	-1,54957	2,399569



Průměrné hodnoty výčetních tloušťek uvedené v tabulce jsou stejné. **Nulová hypotéza se nezamítá**, rozdíly nejsou statisticky významné. Platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,43 < 1,99$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,67 > 0,05$ ). Můžeme předpokládat, že uvedený rozdíl ve výčetních tloušťkách je náhodný.

Tabulka č. 2: Hodnoty výšek (Height) pracovního a kontrolního měření

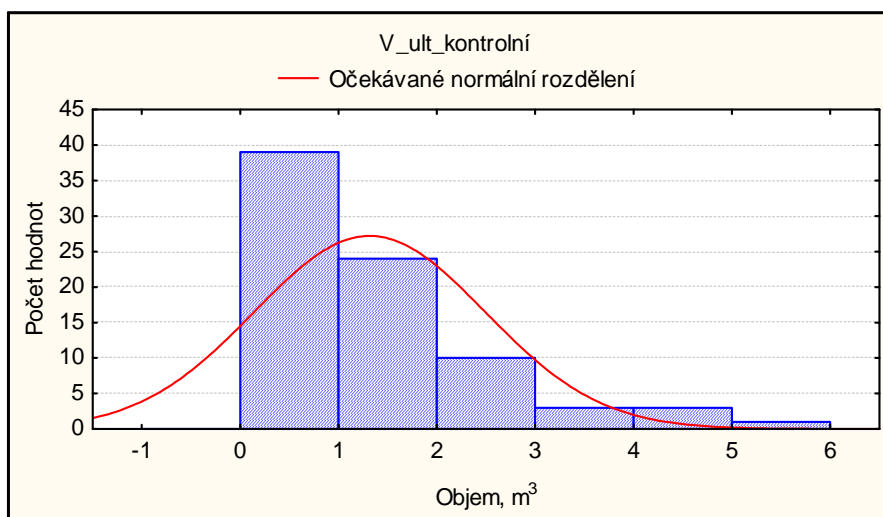
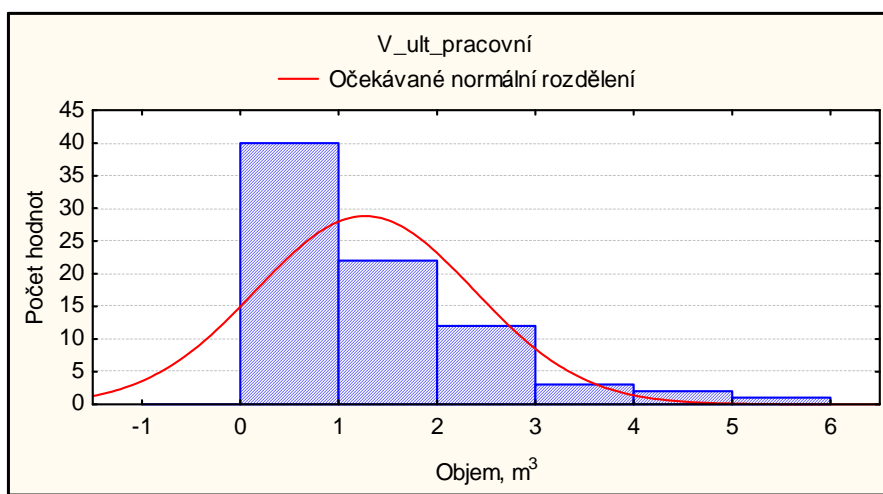
Proměnná	t-test pro závislé vzorky t_trees Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$									
	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
Height_m_prac	26,57128	6,992954								
Height_m_kontrolni	26,58610	7,328997	39	-0,014821	1,790038	-0,051705	38	0,959035	-0,595084	0,565443



V tabulce je patrný zanedbatelný rozdíl průměrných hodnot výšek.  
**Nulová hypotéza se nezamítá**, platí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $0,05 < 1,68$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,96 > 0,05$ ).

Tabulka č. 3: Hodnoty objemů (V) pracovního a kontrolního měření

t-test pro závislé vzorky (t_trees)										
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$										
Proměnná	Průměr	Sm.odch.	N	Rozdíl	Sm.odch. rozdílu	t	sv	p	Int. spolehl. -95,000%	Int. spolehl. +95,000%
V_ult_prac	1,269069	1,107586								
V_ult_kontr	1,316531	1,172956	80	-0,047461	0,149166	-2,84588	79	0,005640	-0,080657	-0,014266



Rozdíl tabulkových průměrných hodnot objemů z pracovního a kontrolního měření je zanedbatelný (0,05 m<sup>3</sup>), avšak statisticky významný. **Nulová hypotéza se zamítá**, neplatí  $T < t_{\alpha/2; n-1}$  ( $2,85 > 1,99$ ) a  $p > \alpha$  ( $0,006 < 0,05$ ).

## 4. Závěr

Cílem práce bylo provést vyhodnocení naměřených dat od dvou pracovních a jedné kontrolní skupiny z vybraných inventarizačních ploch. Důvodem vyhodnocení bylo ověření předpokladu, že obě pracovní skupiny sbíraly data správným způsobem dle příslušných pracovních postupů a nasbíraná data nebyla zatížena systematickou chybou.

Kontrolní skupina provedla celkem měření na 35 inventarizačních plochách, které byly náhodně vygenerovány tak, aby pokryly celé zájmové území. K dispozici měla stejné přístrojové vybavení pro sběr dat jako obě pracovní skupiny, dále mapu umístění středů inventarizačních ploch v měřítku 1 : 10 000 a přehledovou mapu o měřítku 1 : 20 000. Pro kontrolní šetření se využíval projekt vytvořený v programu Field-Map Project Manager. Projekt obsahoval částečnou databázi nezbytně nutnou k dohledání středu inventarizační plochy, významných bodů, souřadnic jednotlivých stromů, stromů určených k měření výšek, středů a počtů obnovních kruhů, a také identifikaci stanovené plochy.

Nulová hypotéza se v případě výčetních tloušťek nezamítá u čtyř ploch (č. 49, 138, 187 a 214) a naopak zamítá u dvou ploch (č. 103 a 174). V případě výšek se nulová hypotéza nezamítá rovněž u čtyř ploch (č. 138, 174, 187 a 214) a zamítá u dvou ploch (č. 49 a 103). Nulová hypotéza u objemů se nezamítá v pěti případech (plochy č. 49, 103, 138, 174 a 214) a zamítá v jednom případě (plocha č. 187). Celkem se nulová hypotéza nezamítá ve 13 případech a zamítá v pěti případech.

U souhrnných výsledků se u výčetních tloušťek a výšek nulová hypotéza nezamítá, tzn. rozdíly nejsou statisticky významné. Naopak u objemů se nulová hypotéza zamítá, rozdíl je statisticky významný. Rozdíl průměrných objemů je však  $0,05 \text{ m}^3$  a neznamena pro porovnání pracovního a kontrolního měření výrazný rozdíl. Vyhodnocení nepotvrdilo, že by pracovní skupina měřila se systematickou chybou u tloušťek i výšek. Nepotvrdily se i výrazné rozdíly mezi naměřenými hodnotami pracovních skupin a kontrolní skupiny. Jestliže se tak stalo, jednalo se o ojedinělý případ a šlo zřejmě o omyl některé skupiny. Ze své zkušenosti vím, že mohou vznikat určité problémy s přesným měřením výčetních tloušťek i výšek ve starších listnatých porostech. Při přeměření výčetní tloušťky kontrolním měřením na kmenu listnatého

stromu vznikají nepřesnosti proti pracovnímu měření z důvodu kmenových vad, např. výrazná točitost, tlakové dřevo, svalovitost, zploštění kmene atp. Nemělo by se jednat o výraznější rozdíly, avšak rozdíl několik milimetrů v takovýchto případech bude vždy.

Lze předpokládat, že s narůstajícím počtem vyhodnocovaných ploch bude nezamítnutých nulových hypotéz stále více oproti nulovým hypotézám zamítnutým. U hypotéz zamítnutých, kde byly statisticky významné rozdíly, by byla potřeba zjistit příčinu takového rozdílu. Zjistit správné hodnoty je však možné pouze při další návštěvě plochy společně s vedoucím pracovní a kontrolní skupiny a opětovném přeměření výčetních tloušťek nebo výšek stromů. Tento postup není dle mého názoru nejlepší právě z důvodu opětovné návštěvy plochy pro zjištění pravdivé hodnoty mezi pracovní a kontrolní skupinou. Osobně bych navrhoval postup, kdy by kontrolní skupina měla k dispozici naměřená data pracovní skupiny. Naměřená data by však pracovní kontrolní skupiny měli pouze ke čtení a neměli by možnost tyto data jakkoli editovat. Poté, co by pracovník kontrolní skupiny naměřil danou hodnotu, mohl by ji ihned porovnat s hodnotou od pracovní skupiny. Takto by byla odhalena chyba ihned na ploše a ne následně při vyhodnocení v kanceláři. Možností, jak zjišťovat nepřesnosti měření přímo na ploše je jistě více.

Metoda PIL resp. SPI má jisté výhody oproti klasické taxační metodě věkových tříd, ale pouze pro lesy zvláštního určení. Její použití je výhodnější i v lese výběrném, kde nezáleží na věku dřevin. Metoda SPI zaručuje lepší popis přírodě blízkých lesů a jelikož se jedná o statistickou metodu, má lepší vypovídající schopnost ve zjišťování porostních zásob. V hospodářském lese je však klasická taxační metoda věkových tříd ekonomicky výhodnější. Např. Šmelko (2000) uvádí že, terestrické metody přímého zjišťování umožňují získat relativně nejpřesnější údaje o stromech a porostech, ale jsou velmi nákladné.

Použití SPI pro menší a rozptýlené LHC je rovněž diskutabilní.

Pro hospodářské lesy založené na teorii normálního lesa je pro tvorbu LHP vhodnější klasická taxační metoda.

## **5. Seznam použité literatury a pramenů**

- 1) DRÁPELA, K., ZACH, J., 1999: Statistické metody I. (Pro obory lesního, dřevařského a krajinného inženýrství), MZLU v Brně
- 2) IFER, 2004: Metodika tvorby lesních hospodářských plánů na podkladě provozní inventarizace. Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o.
- 3) KORF, V., a kol., 1972: Dendrometrie, SZN Praha
- 4) ŠMELKO, Š., 2000: Dendrometria, TU Zvolen
- 5) ÚHÚL, 2001: Oblastní plán rozvoje lesů přírodní lesní oblast č. 10 – Středočeská pahorkatina. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem
- 6) ÚHÚL, 2008: Pracovní postupy provozní statistické inventarizace lesů. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem
- 7) ZAHRADNÍČEK, J., PONIKELSKÝ, J., VRŠKA T., 2004: Nový LHP zpracovaný na podkladě provozní inventarizace v NP Podyjí. Lesnická práce č. 5/2004

Legislativní předpisy a vládní usnesení:

- 8) Usnesení Vlády České republiky ze dne 1. října 2008 č. 1221 o Národním lesnickém programu pro období do roku 2013
- 9) Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích
- 10) Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny

## **6. Přílohy**

### **Seznam příloh**

**Příloha č. 1:** Seznam zkratk

**Příloha č. 2:** Mapa šetřeného území

**Příloha č. 3:** Přístrojové vybavení pracovní a kontrolní skupiny

**Příloha č. 4:** Tok dat PIL

**Příloha č. 5:** Softwarový projekt

## *Příloha č. 1: Seznam zkratek*

DBH – výčetní tloušťka stromu

IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o. (Institute of Forest Ecosystem Research)

KRNAP – Krkonošský národní park

LHC – lesní hospodářský celek

LHP – lesní hospodářský plán

LČR – Lesy České republiky, s.p.

MZLU – Mendelova zemědělská a lesnická univerzita

NP a CHKO – národní park a chráněná krajinná oblast

PIL – provozní inventarizace lesů

PLO – přírodní lesní oblast

SPI – statistická provozní inventarizace

SZN – státní zemědělské nakladatelství

TU – Technická univerzita

ÚHÚL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

V – objem stromu



*Příloha č. 2: Mapa šetřeného území*

Obr. 1: Mapa šetřeného území LHC Vodňany (Zdroj: <http://www.mapy.cz>)



*Příloha č. 3: Přístrojové vybavení pracovní a kontrolní skupiny*

Obr. 2: Terénní počítač Hammerhead P-233 (ÚHÚL, 2008)



Obr. 3: Laserový dálkoměr, sklonoměr a výškoměr ForestPro (ÚHÚL, 2008)



Obr. 4: Elektromagnetický kompas MapStar (ÚHÚL, 2008)



Obr. 5: Elektronická průměrka Mantax (ÚHÚL, 2008)

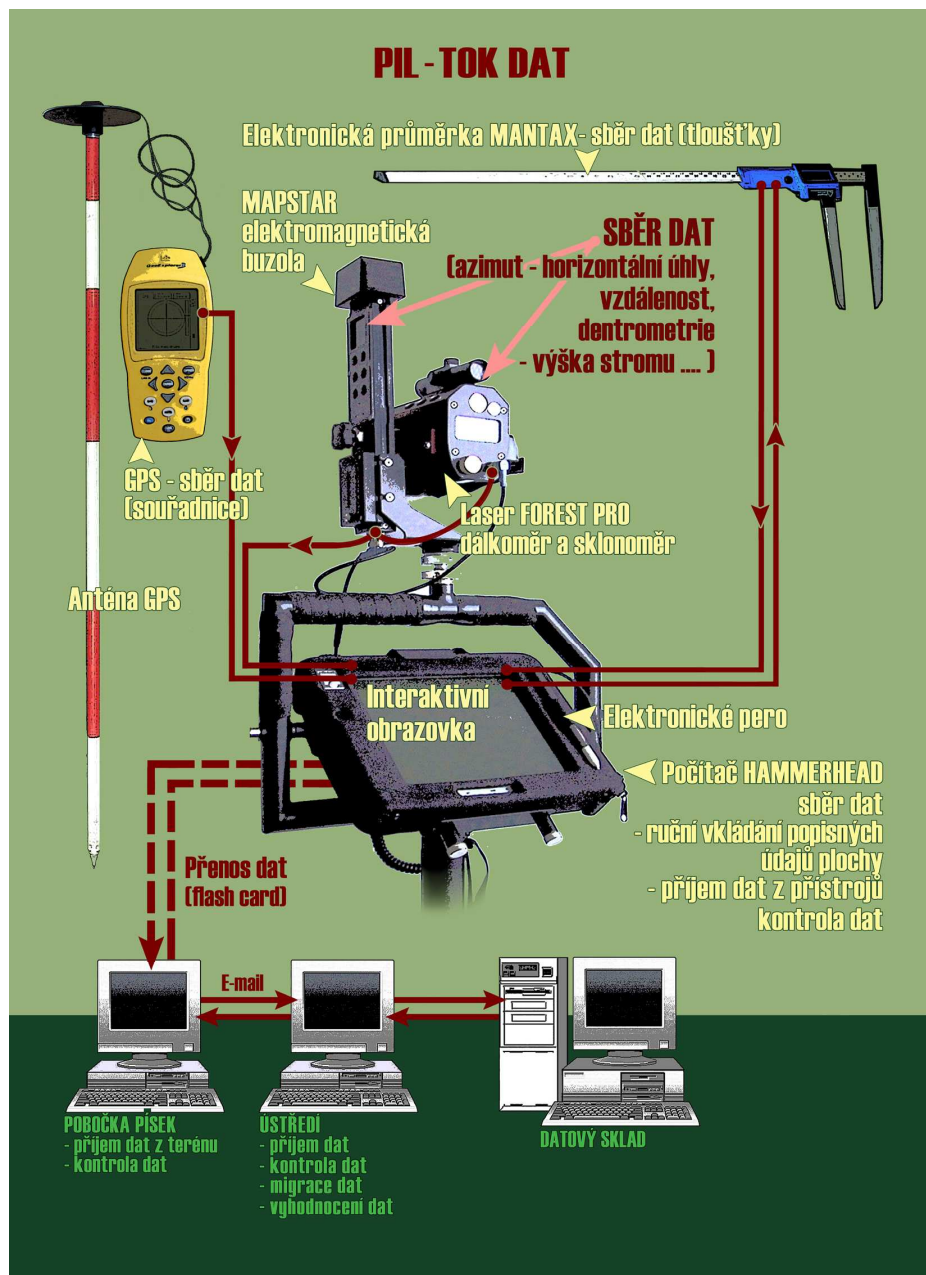


Obr. 6: GPS Geoexplorer 3 (ÚHÚL, 2008)



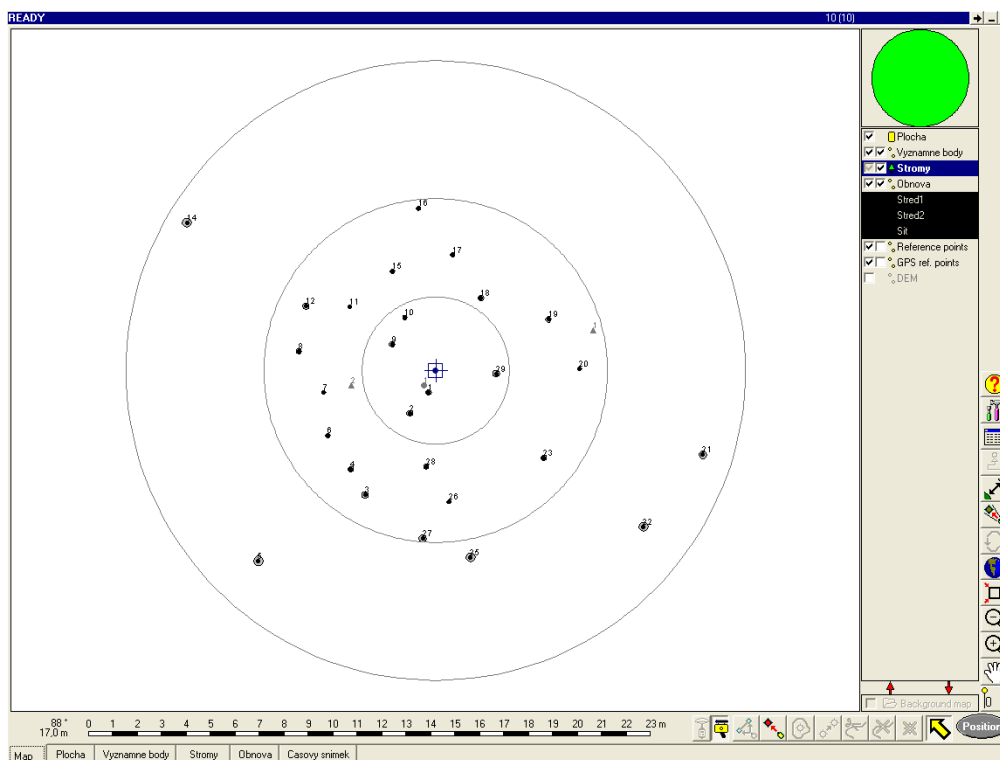
Příloha č. 4: Tok dat PIL

Obr. 7: Postup toku dat PIL – inventarizační plocha -> datový sklad (ÚHÚL, 2008)

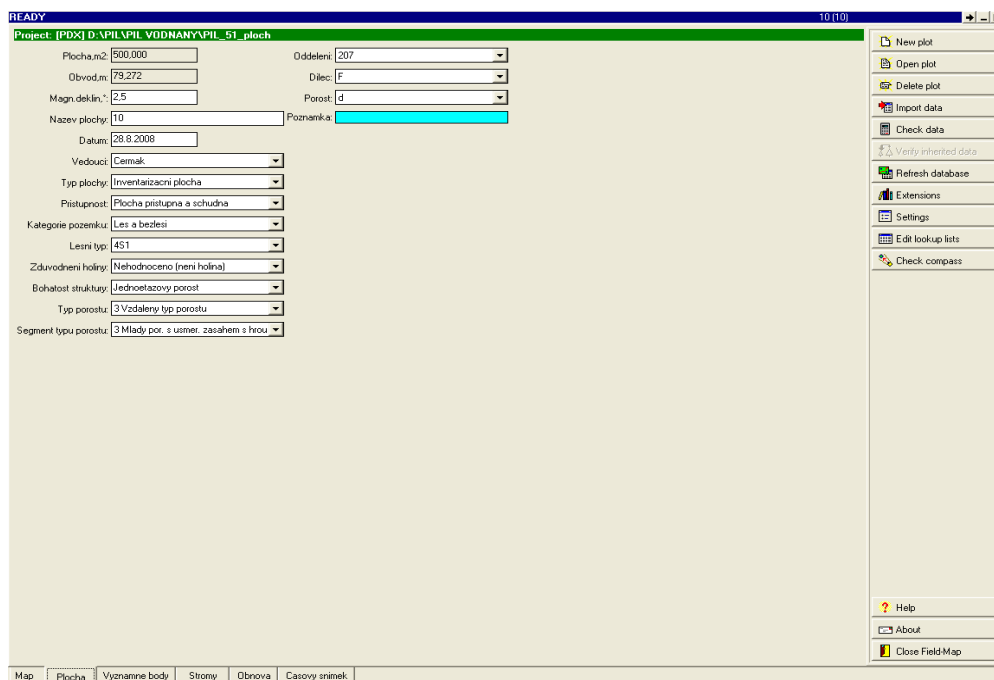


## Příloha č. 5: Softwarový projekt

Obr. 8: Schéma kruhové inventarizační plochy v aplikaci Field-Map Data Collector (záložka Mapa) s třemi soustřednými kruhy, se zaměřenými a očíslovanými stromy



Obr. 9: Schéma vyplněných charakteristik v záložce Plocha



Obr. 10: Schéma měřených a šetřených položek v záložce Stromy

READY 10 (10)

Stromy Basic data | DBH-H

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
25  
26  
27  
28  
29

DBH,mm: 234

Vyska,m: 23.84

Drevina: Smrk ztepily

Vyska meriste hor., cm: 130

Vyska meriste dol., cm: 130

Souze: Zivy strom

Zlom: Bez zlomu

Rozvojeni kmene: Bez rozvojeni

Dhanuti stromu: Ne

Poskozeni zveri: Ne

Vek: 39

Kandidat: Ano

Stem base Tree top Slant tree MODE PDS  
Candidates Clear height Calliper Map

Map Plocha Vyznamne body Stromy Obnova Casovy snimek