

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra: Hospodářské úpravy lesa

Diplomová práce



Vyhodnocení dendrometrických dat TZP dubu korkového

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Autor: Radek Chmelař

Obor: Lesní inženýrství

Abstrakt titul: Vyhodnocení dendrometrických dat TZP dubu korkového

Abstrakt: V této diplomové práci je hlavní pozornost věnována dubu korkovému (*Quercus suber*). Teoretická část je zaměřena poznatkům o *Quercus suber*, korku, agro-lesnickému systému *Montado* a teorii dendrometrických veličin. V praktické části jsou uvedeny dendrometricko-statistické veličiny korkového dubu jako jsou tloušťka, výška, jejich směrodatné odchylky a variační koeficienty. Dále jsou v praktické části zaznamenány křivky výškového vyrovnání *Quercus suber* a jejich vzájemné porovnání. Také je zde hodnocen relativní a běžný přírůst dubu korkového a následná aplikace Korfovy růstové funkce na korkové duby.

Klíčová slova: dub korkový, *Quercus suber*, výškové křivky, Mitra, růst, přírůst, Korfova růstová funkce

Abstract title: Evaluation of mensurational data of permanent research plots of cork oak

Abstract: The main attention in this work is paid to the cork oak (*Quercus suber*). The theoretical part is focused on the knowledge of *Quercus suber*, cork, agro-forestry system *Montado* and theory of dendrometric variables. There are dendrometric-statistical variables of a cork oak, such as thickness, height, their standard deviations and variational coefficients mentioned in the practical part. Furthermore, there are vertical curves of *Quercus suber* and their mutual comparison quoted in the practical part. There is also evaluation of relative growth and current growth of cork oak and subsequent application of Korf's growth function to cork oaks.

Keywords: cork oak, *Quercus suber*, vertical curves, Mitra, increase, increment, Korfs growth function

Prohlašuji,

že tuto diplomovou práci jsem vypracoval zcela samostatně,
a uvádím v ní veškeré prameny, které jsem použil.

Radek Chmelař

Praha, 14. dubna 2012

Poděkování

Rád bych poděkoval Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze a Univerzitě v Evoře za umožnění výměnného pobytu v Portugalsku. Dále chci poděkovat Doc. Ing. Róbertu Marušákovi, Ph.D., za vedení mé diplomové práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval Ing. Peteru Surovému, Ph.D., za veškerou pomoc při mém pobytu v Portugalsku.

Osnova

| | |
|--|----|
| Úvod..... | 9 |
| 1 Korkový dub (<i>Quercus suber</i>)..... | 10 |
| 1.1 Charakteristika korkového dubu (<i>Quercus suber</i>)..... | 10 |
| 1.1.1 Rozměry..... | 10 |
| 1.1.2 Vlastnosti..... | 10 |
| 1.2 Rozšíření..... | 11 |
| 1.3 Ekologické nároky..... | 12 |
| 1.4 Pěstování..... | 13 |
| 1.5 Lesy a korkový dub v Portugalsku..... | 13 |
| 2 Korek..... | 15 |
| 2.1 Historie korku..... | 15 |
| 2.2 Chemické složení a fyzikální vlastnosti korku..... | 15 |
| 2.3 Těžba..... | 16 |
| 3 Montado..... | 17 |
| 3.1 Hlavní funkce..... | 17 |
| 3.2 Vedlejší funkce..... | 18 |
| 3.3 Rekreační funkce..... | 18 |
| 3.4 Narušení ekosystému..... | 19 |
| 4 Metodika pracovního postupu..... | 19 |
| 4.1 Popis zájmového území..... | 19 |
| 4.2 Práce v terénu..... | 20 |
| 4.2.1 Tloušťka kmene..... | 20 |
| 4.2.2 Obvod kmene..... | 21 |
| 4.2.3 Výška stromu..... | 22 |
| 4.2.4 Výška nasazení koruny..... | 22 |
| 4.2.5 Šířka koruny..... | 22 |
| 4.3 Metodika měření..... | 24 |
| 4.4 Veličiny použité při zpracování dat..... | 25 |
| 4.4.1 Rozptyl..... | 25 |
| 4.4.2 Směrodatná odchylka..... | 25 |
| 4.4.3 Variační koeficient..... | 25 |
| 4.4.4 Výškové křivky..... | 26 |
| 4.4.4.1 Logaritmická spojnice..... | 26 |
| 4.4.4.2 Polynomická křivka druhého stupně..... | 26 |
| 4.4.4.3 Michajlovova funkce..... | 27 |
| 4.4.4.4 Naslundova funkce..... | 28 |
| 4.4.5 Růst..... | 29 |
| 4.4.5.1 Korfova růstová funkce..... | 30 |
| 4.4.5.2 Přírůst..... | 32 |
| 4.4.5.3 Relativní přírůst..... | 32 |
| 4.4.5.4 Výškový růst..... | 34 |
| 4.4.5.5 Tloušťkový růst..... | 34 |
| 5 Křivky výškového vyrovnání..... | 34 |
| 5.1 Oblast dat..... | 34 |
| 5.2 Plocha 5..... | 35 |
| 5.3 Plocha 19..... | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 5.4 Plocha 25..... | 45 |
| 5.5 Zhodnocení determinačních koeficientů..... | 49 |
| 5.6 Test homogenity..... | 51 |
| 6 Přírůst..... | 53 |
| 6.1 Oblast dat..... | 53 |
| 6.2 Běžný přírůst..... | 54 |
| 6.2.1 Výškový přírůst..... | 54 |
| 6.2.1.1 Výškový přírůst 2007 – 2009..... | 54 |
| 6.2.1.2 Výškový přírůst 2009 – 2011..... | 55 |
| 6.2.2 Tloušťkový přírůst..... | 56 |
| 6.2.2.1 Tloušťkový přírůst 2007 – 2009..... | 56 |
| 6.2.2.2 Tloušťkový přírůst 2009 – 2011..... | 57 |
| 6.2.3 Přírůst na kruhové základně..... | 58 |
| 6.2.3.1 Přírůst na kruhové základně 2007 – 2009..... | 58 |
| 6.2.3.2 Přírůst na kruhové základně 2009 – 2011..... | 59 |
| 6.3 Relativní přírůst..... | 60 |
| 6.3.1 Výškový přírůst..... | 60 |
| 6.3.1.1 Výškový přírůst 2007 – 2009..... | 60 |
| 6.3.1.2 Výškový přírůst 2009 – 2011..... | 60 |
| 6.3.1.3 Výškový přírůst 2007 – 2011..... | 61 |
| 6.3.2 Tloušťkový přírůst..... | 62 |
| 6.3.2.1 Tloušťkový přírůst 2007 – 2009..... | 62 |
| 6.3.2.2 Tloušťkový přírůst 2009 – 2011..... | 62 |
| 6.3.2.3 Tloušťkový přírůst 2007 – 2011..... | 63 |
| 6.3.3 Přírůst na kruhové základně..... | 64 |
| 6.3.3.1 Přírůst na kruhové základně 2007 – 2009..... | 64 |
| 6.3.3.2 Přírůst na kruhové základně 2009 – 2011..... | 65 |
| 6.3.3.3 Přírůst na kruhové základně 2007 – 2011..... | 65 |
| 6.4 Zhodnocení přírůstů..... | 66 |
| 7 Korfova růstová funkce..... | 67 |
| 8 Závěr..... | 68 |
| 8.1 Výškové křivky..... | 68 |
| 8.2 Přírůst..... | 69 |
| 8.3 Korfova funkce..... | 70 |
| 9. Přílohy..... | 74 |
| 9.1 Mapa..... | 74 |
| 9.2 Mapa plochy 5..... | 75 |
| 9.3 Mapa plochy 19..... | 75 |
| 9.4 Mapa plochy 25..... | 76 |
| 9.5 Ukázka obdržných dat | 76 |
| 9.6 Ukázka zpracování dat (plocha 5; 2007)..... | 77 |
| 9.7 Běžný výškový přírůst, plocha 5..... | 78 |
| 9.8 Běžný výškový přírůst, plocha 19..... | 79 |
| 9.9 Běžný výškový přírůst, plocha 25..... | 80 |
| 9.10 Běžný tloušťkový přírůst, plocha 5..... | 81 |
| 9.11 Běžný tloušťkový přírůst, plocha 19..... | 82 |
| 9.12 Běžný tloušťkový přírůst, plocha 25..... | 83 |
| 9.13 Běžný přírůst na kruhové základně, plocha 5..... | 84 |

| | |
|--|----|
| 9.14 Běžný přírůst na kruhové základně, plocha 19..... | 85 |
| 9.15 Běžný přírůst na kruhové základně, plocha 25..... | 86 |
| 9.16 Relativní výškový přírůst..... | 87 |
| 9.17 Relativní tloušťkový přírůst..... | 88 |
| 9.18 Relativní přírůst na kruhové základně..... | 89 |
| 9.19 Korfova růstová funkce na jednotlivých stromech..... | 90 |
| 9.20 Měření šířky koruny u <i>Pinus pinea</i> ve skupině o třech pracovnících..... | 92 |
| 9.21 Měření tloušťky u <i>Quercus suber</i> | 93 |
| 9.22 Práce zapisovatele..... | 93 |
| 9.23 Měření výšky u <i>Quercus suber</i> | 94 |
| 9.24 Zkusná plocha v Mitře..... | 95 |
| 9.25 Prostor mezi dvěma řádky na zkusné ploše v Mitře..... | 95 |
| 9.26 <i>Quercus suber</i> na zkusné ploše v Mitře..... | 96 |
| 9.27 Typický krajinný ráz ekosystému Montado..... | 97 |
| 9.28 Detail korkového dubu po těžbě korku..... | 97 |

Úvod

Od 27. února 2009 do 21. března 2009 jsem měl možnost, společně s Ing. Markétou Žďárskou, se zúčastnit výměnného pobytu mezi Fakultou lesnickou a dřevařskou České zemědělské univerzity v Praze a Univerzitou v Evoře. Náplní naší práce v Portugalsku byly práce na zkusných plochách v Mitře, kde jsme měřili dendrometrické veličiny, zejména dubu korkového (*Quercus suber*) a také borovice piniové (*Pinus pinea*). Tyto práce jsme vykonávali po dva týdny, z toho jeden týden jsme prováděli laboratorní práce, které se týkaly výzkumu kořenového systému dubu korkového.

O dva roky později jsem měl možnost zavítat na stejné místo od 8. května 2011 do 28. května 2011. Náplň mé práce opět spočívala v měření dendrometrických veličin na stejných plochách. Tentokrát mi byli přiděleni dva portugalští pomocníci.

Data, se kterými pracuji ve své diplomové práci, jsem sám naměřil. Navíc k nim byla poskytnuta data, jež byla na stejných plochách naměřena v roce 2007.

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení růstu, tloušťkového a výškového přírůstu dubu korkového v oblasti Mitra v období 2007 – 2011. Součástí je také porovnání základních dendrometrických veličin, a to hlavně křivky výškového vyrovnání dubu korkového. Dále je zde sledován s růst a přírůst dubu korkového a také aplikace Korfovy růstové funkce na vybrané korkové duby ze zkusných ploch v Mitře.

1 Korkový dub (*Quercus suber*)

1.1 Charakteristika korkového dubu (*Quercus suber*)

1.1.1 Rozměry

Korkový dub může vyrůst do výšky kolem 20 metrů. V místech, kde jsou příznivější podmínky pro jeho růst, může dosáhnout ještě větších rozměrů (URL 1). Přesto se v odborné literatuře lze také dočíst, že korkové duby dosahují obvykle výšky 10 – 15 m (Jankovský, 1997). Rozdíl těchto dvou tvrzení je podle mě zapříčiněn dvěma faktory. První faktor spočívá ve skutečnosti, zda roste strom v zápoji nebo jako solitérní jedinec, v tom případě může dosáhnout hranice 20 m. Druhý faktor, který hraje roli v růstu dřeviny, je těžba korku. Pokud byl strom zanechán zcela bez antropogenní činnosti, a tedy i bez pravidelného odkorkování, mohl by dosáhnout oněch výšek přes 20 m. Důvodem je, že po každé těžbě strom pozastaví výškový přírůst a asimilovanou energii pak uplatňuje k obnovení borky. Nicméně pěstebními cíli v portugalském lesnictví není dosáhnout maximální výšky stromu, neboť hlavním artiklem, který poskytuje není dřevo ale korek, a tak otázka maximální výšky stromu není tolik podstatná.

Koruna korkového dubu je velice nepravidelná a rozložitá. U solitérních jedinců může její šířka přesahovat i 30 m. Je nasazena poměrně nízko, a to kolem 4 – 5 m.

1.1.2 Vlastnosti

Korkové duby se dožívají 250 – 400 let, ale hospodářsky využívané porosty mají obmýtí 150 – 200 let. Kořeny pronikají hluboko do půdy a zajišťují vedle dobrého zásobení vodou i stabilitu proti větru (Jankovský, 1997). Listy jsou střídavé, krátce řapíkaté, velmi proměnlivé, nejčastěji vejčité, eliptické nebo podlouhlé, řídce vykrajovaně ostnitě zubaté nebo i celokrajné, kolem 3 – 8 cm dlouhé, kožovité, na rubu bílé chlupaté. Květenství je podobné jako u střeoevropských dubů a opylování je větrosnubné. Kvěst začíná od dubna do července, a to přibližně ve věku 15 - 20 let. Plodem dubu korkového jsou žaludy, které dozrávají od listopadu až do února, prakticky neprochází dormancí a semenné roky jsou nepravidelné. Žaludy jsou tvarem a velikostí značně variabilní. Jejich délka se pohybuje kolem 4 cm, mají elipsoidní tvar a číška kryje 1/4 až 1/2 žaludu. Jejich klíčení je hypogeické (Zelený, 1996).



Obrázek 1 - Listy, květy a žaludy korkového dubu, (URL 2).

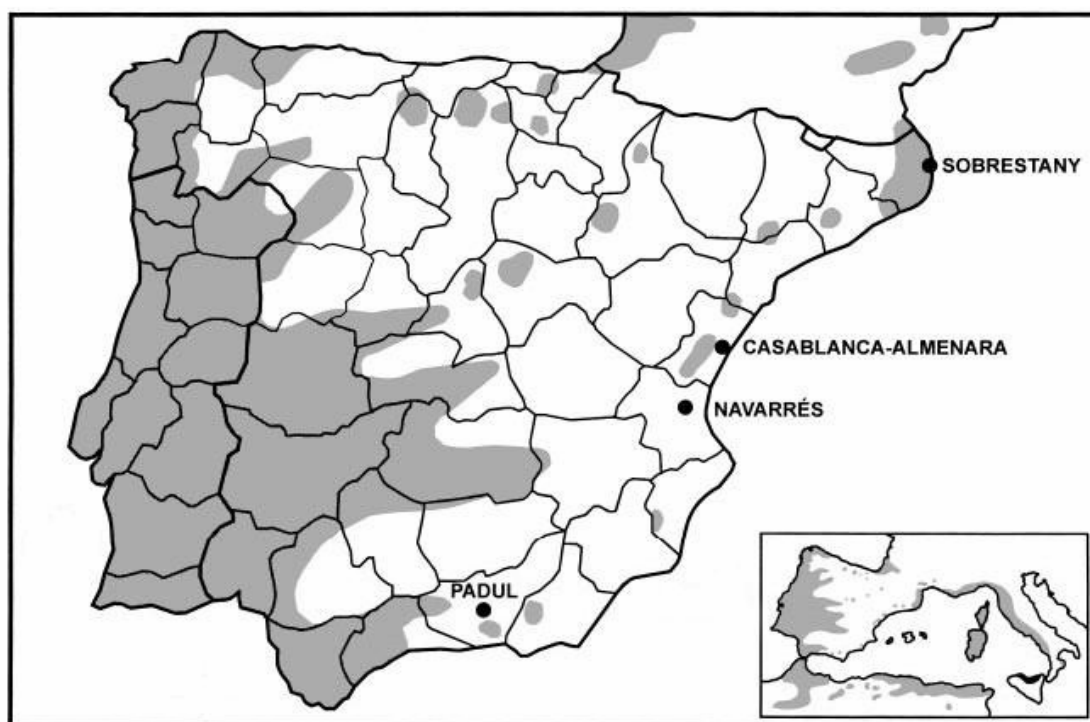
1.2 Rozšíření

Celý přirozený areál výskytu korkového dubu je narušován zásahy člověka i přirozenými přírodními překážkami. Nápadné je rozdělení na dva subareály, které jsou odděleny na severu Pyrenejemi a k jihu východním pobřežím Španělska. Západní subareál je spíše pod vlivem Atlantiku a pokrývá západní část Pyrenejského poloostrova. Na jihu zasahuje africkou pevninu v přímořských oblastech Maroka. Východní subareál zahrnuje oblast centrálního a západního Středomoří. Na severu to jsou mediteránní oblasti Itálie a Francie, na jihu výskyt korkového dubu zasahuje do Alžírsko a Tuniska. Východní subareál také zahrnuje ostrovy jako Korsika, Sardinie, Sicílie a Baleáry.

Rozkouskovaný areál i morfologické znaky ukazují, že dub korkový je spolu s ostatními neopadavými duby prvkem třetihorní flóry. Dub korkový je velice variabilní dřevina. V rámci jeho druhu jsou některé jeho variety na základě fenologických zvláštností určovány jako poddruh *Quercus suber* subsp. *occidentalis*. A právě tento poddruh se vyskytuje v západním subareálu. Někdy také bývá označován jako atlantická rasa (Jankovský, 1997).

Mimo původní areál se dub korkový pěstuje i v jiných zemích podobného klimatu, jako jsou například Řecko nebo Turecko. Také kolem východního pobřeží Černého moře a v Zakavkazí byly s úspěchem vytvořeny plantáže korkového dubu. Mimo Evropu se dub

korkový pěstuje v USA (Kalifornie), Jihoafrické republice, Japonsku, Argentině, Uruguayi a dalších státech (Zelený, 1996).



Obrázek 2 - Západní subareál evropské části korkového dubu, na zmenšeném obrázku je vidět celý přirozený areál korkového dubu, (CARRIÓN J, 2000).

1.3 Ekologické nároky

Korkový dub (*Quercus suber*) je neopadavá dřevina pocházející ze západního Středomoří. Podnebí této oblasti je charakteristické suchým létem a mírně chladnou zimou, kdy padne většina srážek. Nutno dodat, že neopadavá je většina dřevin tohoto regionu. Proto musí být jejich fotosyntetický aparát aklimatizován na širokou škálu ekologických stresových faktorů včetně vodního stresu a vysokých či nízkých teplot (Garcia-Plazaola, 1997).

Korkový dub je silně světlomilný, na stanovištěně nenáročný strom. Často roste na mělkých půdách i na skalách, nesnáší však těžké, hlinité, sléhavé půdy a půdy silně vápnité (Zelený, 1996). V Evropě jej lze nalézt do výšky 1300 m n. m., v Alžírsku se může pohybovat až okolo 2000 m n. m. Průměrná roční teplota se v areálu rozšíření korkového dubu pohybuje mezi 13 - 17° C. Maximální teploty většinou nepřekračují 40° C a teploty minimální se pohybují do -5 °C. Dospělé stromy přežívají i poklesy pod -10 °C. Srážky se

v areálu rozšíření pohybují mezi 500 – 800 mm. V aridních oblastech korkový dub zcela chybí.

Poměrně zřídka vytváří korkový dub čistě zapojené porosty. Častěji se vyskytuje ve směsi s *Quercus ilex* (dub cesmínovitý), *Olea europaea* (olivovník evropský), *Pinus pinaster* (borovice přímořská) nebo *Pinus pinea* (borovice pinie). Podrost tvoří bujná vegetace keřového patra.

1.4 Pěstování

Semenáčky korkového dubu dosahují v optimálních podmínkách 15 cm výšky za 1 rok. Ve 3. roce můžou dosahovat až 50 cm výšky. Poté se však růst velmi zpomalí. Mladé stromy jsou velice citlivé na mráz i na období sucha. Proto je přirozená obnova spíše jevem vzácným. Nemalým problémem je zvěř, která většinu žaludů spásá a pokud některé vyklíčí, tak je následně poškozují okusem (Jankovský, 1997).

Reprodukce dubu korkového je možná několika způsoby. K nejjednodušším patří výsev žaludů. U tohoto způsobu se vyskytuje několik problémů, jako je například již zmíněné riziko zničení žaludů hlodavci či prasaty. Výsev také nezaručuje jednotné potomstvo. Proto se přistupuje k metodám jako jsou vzdušné zakořeňování na větvích nebo roubování na jiné druhy dubů (Zelený, 1996). Ale i při umělé obnově se nelze vyhnout dalším problémům. K již zmíněnému nedostatku vody přibývají problémy se silně rozvinutým keřovým patrem, a to zejména u rodů *Cytisus*, *Cistu* a *Ulex*. Nejenom, že je to konkurent pro mladé stromky, ale přítomný podrost zvyšuje nebezpečí požárů. Jejich potlačení je nezbytným předpokladem k úspěšnému pěstování korkového dubu. V lepším případě může být například spásán dobyt看 (Jankovský, 1997).

1.5 Lesy a korkový dub v Portugalsku

Portugalsko je rozděleno do dvou geomů. Prvním je listnatý les mírného pásu (atlantické přímořské lesy, především na sever od Porta a řeky Douro). Zbytek je součástí mediteránního geomu, v němž je rozlišována oblast termomediterránní vyznačující se klasickými středomořskými klimatickými, půdními a vláhovými poměry. Lemuje jižní a západní pobřeží státu až po Lisabon. Většina vnitrozemí je součástí mezomediterránní oblasti, kde se prolíná výskyt středomořských druhů s některými druhy příslušnými moderátnímu klimatu, a nakonec oblasti supramediterránní, představované vysokohorskými

regiony s výraznou výškovou stupňovitostí vegetace. Ta je v Portugalsku zastoupena jen pohořím Serra da Estrela (Torre - 1993 m n. m.) (Kolejka, 2004).

Od roku 1995 do roku 2006 se lesní plocha v Portugalsku rozšířila o 2 % na 3,4 milionu hektaru (Lopez, 2005). Projekt dalšího zalesnění je rozpracován až do roku 2020, kdy má celková plocha lesů dosáhnout 4,2 milionu hektaru, čímž by se lesnatost Portugalska zvýšila na 40,5 % (Král, 2006). Za les jsou ovšem v Portugalsku oficiálně považovány plochy, které nemají daleko od zemědělských kultur, parků či křovinami porostlých opuštěných ploch. K lesu jsou řazeny také porosty korkových dubů zvané Montado, kde rozestup mezi jednotlivými stromy může být sto i více metrů a plocha je obvykle alespoň vypásána, pokud není každoročně rozorávána (Kolejka, 2004).

Plocha jehličnatých lesů zabírá celkem 0,9 milionu hektarů, listnaté lesy zabírají 2 miliony hektaru a lesům smíšeným připadá 0,5 milionu hektaru. Lesy v Portugalsku nemají žádného výrazného škodlivého činitele. Výjimku tvoří jeden abiotický škodlivý činitel, a tím je požár, například od ledna do září roku 2005 zničily požáry téměř 286 000 hektarů lesa (Král, 2006). Proto se také snížila produkce borovice přímořské (*Pinus pinaster*), jež je náchylnější k požárům. Důsledkem toho bylo, že se vývoz jehličnatého řeziva snížil na 340 tisíc m³, i když původně přesahoval milion m³. Oproti tomu se zvýšila výroba celulózy a papíru. Celkem 49 % vlákniny bylo z Portugalska vyvezeno a dokonce 94 % papíru vyrobeného v Portugalsku je vyváženo (Deslandes, 2007).

Další zajímavostí, přinejmenším oproti lesnictví v ČR, je majetková držba lesů. Celých 78 % lesů je soukromých, 12 % připadá lokálním komunitám (obce, provincie), 7 % je v držbě papírenských průmyslových podniků a pouhé 3 % rozlohy lesů obhospodařuje stát (Král, 2006).

Na závěr bude zajímavé uvést ještě několik statistických informací. Korkový dub se pěstuje na 7 % plochy Portugalska a jeho porosty zaujímají cca 21 % plochy všech portugalských lesů. Roční produkce korku se v posledních letech pohybuje kolem 170 000 tun, a to je přes 50 % světové těžby. Kvalitu korku dokumentuje například skutečnost, že se Portugalsko podílí téměř 80 % na světovém obchodu se zátkami (Zelený, 1996).

Tabulka 1: Nejběžnější druhy stromů v Portugalsku (Deslandes, 2007).

| druh | plocha v hektarech |
|---|---------------------------|
| korkový dub (<i>Quercus suber</i>) | 737 700 |
| borovice přímořská (<i>Pinus Pinaster</i>) | 710 600 |
| blahovičník kulatoplodý (<i>Eucalyptus globulus</i>) | 646 700 |
| ostatní druhy | 1 318 300 |
| CELKEM | 3 413 300 |

2 Korek

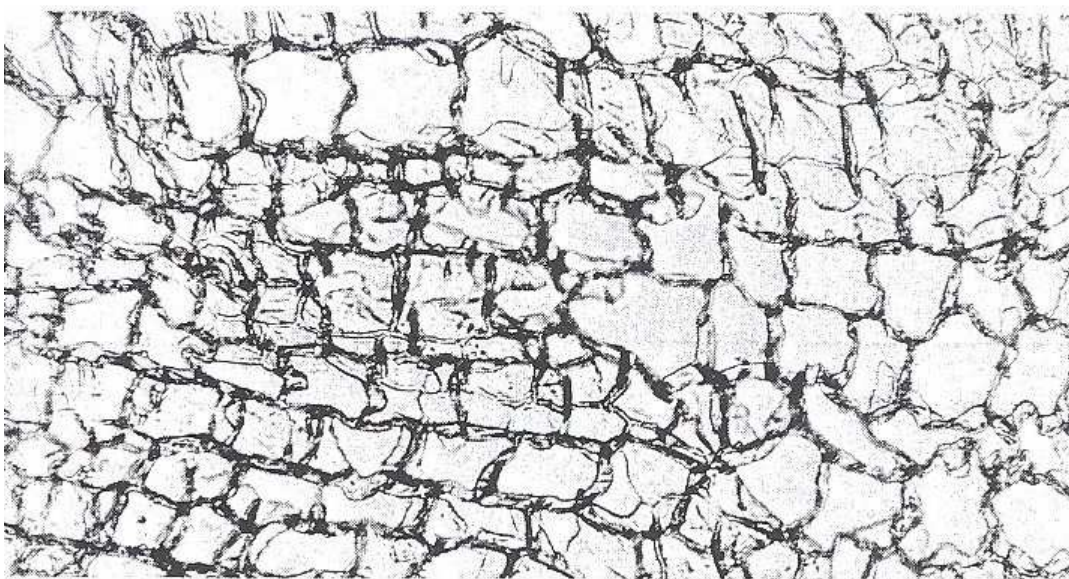
2.1 Historie korku

Oblíbenou surovinou byl korek již v Antice, kdy se velké pláty kůry používaly jako střešní krytina a kromě toho se z něj vyráběly uzávěry nádob (Jankovský, 1997). Korek byl také využíván pro plavidla, plováky k rybářským sítím, na podrážky atd. Dokonce výraz pantofel má původ v řeckých významech *panta* (obuv) a *fellos* (korek) (Zelený, 1996). K nejvýznamnějšímu rozvoji došlo v roce 1600, kdy Dom Pérignon použil korkové zátky na šampaňské. Do té doby se používalo dřevěných zátek, což nebyl problém při ukládání tichých vín, ale při aplikaci na šumivá vína nastal problém. Dom Pérignon použil korkové zátky a korek se brzy stal zásadní pro skladování vín, ale i celé řady tekutin a potravin (Pausas, 1997). Koncem 19. století bylo objeveno granulování mletého korkového odpadu při určité teplotě a granulovaný korek doznal širokého využití, a to např. pro desky k tepelné i zvukové izolaci, ke tlumení vibrací, na podlahové krytiny, plovací vesty, ale i na speciální papír apod. (Zelený, 1996).

2.2 Chemické složení a fyzikální vlastnosti korku

Kůra korkového dubu je místy silná 25 cm i více a spolehlivě ochraňuje strom především proti požárům. Kůra je tvořena vrstvami druhotně ztloustlých korkových buněk krycích pletiv nazývaných těž felém. Tyto buňky jsou charakteristické přítomností suberinem impregnované vícevrstevné lamely. Chemicky se korek skládá ze suberinu (58 %), celulózy (22 %), ligninu (12 %), vody (5 %) a zbytek tvoří třísloviny, fluoroglucin a další látky. Převaha suberinu v kůře dodává korku tolik ceněné vlastnosti jako jsou například nízká specifická hmotnost, pružnost, odolnost proti tlaku, nepropustnost pro tekutiny a plyny, těžká rozložitelnost i vysoká estetická hodnota. Suberizované buňky

kůry jsou překážkou proti infekcím dřevokazným houbám (Jankovský, 1997). Buňky korkového pletiva k sobě přiléhají těsně, to znamená bez intercelulár. Elektronovou mikroskopií bylo zjištěno, že v ideálním případě mají 14 ploch, z toho 6 čtvercových a 8 šestistěnných. Příslušné tvary umožňují minimální povrch membrán, po odumření cytoplazmy mají vysokou rezistenci vůči tlaku a velmi nízký koeficient tepelné vodivosti. Korek má také velice nízkou hustotu, její hodnota se pohybuje kolem 170 kg/m^3 . Pro vlastnosti korku je také důležitá jeho pórovitost. Vyšší koeficient pórovitosti, zaručuje vyšší kvalitu korku. Korek s vyšším obsahem vody je méně ceněný. Také barva může ledacos prozradit. Například korek s modrým mramorováním je náchylnější k infekcím hub. Korek se zelenavými ostrůvky může mít vlastnosti, jež vedou k netěsnosti a někdy i k plesnivění zátek. Podle těchto a dalších vlastností se v průmyslu diferencuje korek na 7 kategorií kvality (Zelený, 1996).



Obrázek 3 - Detail korkového pletiva (Zelený, 1996).

2.3 Těžba

Na začátek je třeba zdůraznit, že při správném technologickém postupu těžby korku není narušeno kambium ani lýko stromu, a proto je těžba omezena na letní měsíce, kdy se starší vrstvy korku lépe odlupují od felogénu. První loupání se nesmí provádět dříve, než dosáhne strom obvodu 60 cm ve výčetní tloušťce. Tento obvod dosahuje strom mezi

15 - 20 lety (Zelený, 1996). Sklízň se opakují v cyklech po 8 - 15 letech. V Portugalsku je 9 let dáno zákonem jako minimální doba, po které se může opět těžit. Kromě korku stromy také poskytují třísloviny, tvrdé dřevo, ale také žaludy (dobré zejména ke krmení vepřů).

Těženy jsou celé pláty kůry o délce cca 1 - 1,2 m. Při těžbě se kůra podélně nařezává v celé své délce, potom na spodním a horním konci se dvěma příčnými řezy oddělí těžená část korku a plát kůry se odloupne.

Stromy po těžbě mají charakteristicky červenohnědou barvu. Postupným dozráváním kůra tmavne. Korek po první těžbě má horší kvalitu, a proto se používá spíše jako drcený. Opakováním těžby jeho kvalita stoupá. Kvalita korku kulminuje v porostech kolem 80 let a dobrou kvalitu si drží stromy do 150 let. Nejvyšší kvalita korku je jemně narůžovělý, bez velkých pórů a zdřevnatělých částí (Jankovský, 1997). Za optimálních podmínek může jeden strom vyprodukovat až 80 kg korku za 9 let.

Po těžbě se pláty korku suší na hromadách, kde dochází k oxidaci většiny polyfenolů a stabilizaci kultury. Po vysušení se korek ponoří na hodinu do vařící vody, čímž se zbaví tříslovin, minerálů a parazitů. Poté se kůra odváží k dalšímu zpracování. Jenom v Portugalsku se vyskytuje přibližně 600 závodů, které slouží ke zpracování korku (Zelený, 1996).

3 Montado

3.1 Hlavní funkce

V oblasti, kde byla získána data k této diplomové práci, se velmi často praktikuje zemědělský ekosystém Montado. Tvoří jej krajina podobná otevřeným savánám s dominantním, stále zeleným dubovým lesem a velmi chudou půdou. Je přizpůsobena specifickým ekologickým podmínkám prostředí a zároveň se vyznačuje vysokou biologickou diverzitou. Mezi hlavní druhy stromů patří Dub korkový (*Quercus suber*, L.) a Dub cesmínolistý (*Quercus ilex*, ssp. *Rotundifolia*, L.). Montado se vyskytuje po celém středomoří, v Portugalsku konkrétně na jihu, převážně v kraji Alentejo. (Surová, 2008). Montado je využíván již po staletí ve více či méně vyvinuté formě (Fonseca, 2004).

Tento systém využívá tradičně půdu pro různá využití, kombinuje pěstování stromových porostů, a to jak pro získávání korku, tak pro těžbu zejména palivového dříví, a také pro rotační pastvu dobytka, případně ladem pěstované obilniny. Z toho vyplývá, že hlavními produkty Montada jsou korek a maso. Pěstování obilovin téměř vymizelo v důsledku

trendu menší intenzity hospodaření a na místech, kde se kdysi pěstovalo, se už jen seje píce pro dobytek (*Lupinus luteus*). Tyto produkční funkce se lehce udržují bez nutnosti finančních investic a zaručují trvalý příjem vlastníkům půd (Pinto-Correia, 1993).

3.2 Vedlejší funkce

Vedle výše zmíněných hlavních produktů, zajišťuje systém Montado další vedlejší produkční i mimoprodukční funkce, např. lov, včelařství a houbařství. Dříve tyto činnosti sloužily především k získání potravinových zdrojů. V současnosti se však tyto funkce, spolu s ostatními rekreačními a turistickými aktivitami, dostávají do jiné dimenze. Z ekonomického hlediska nemají trhovou hodnotu, ani obchodování s nimi nefunguje adekvátně. To znamená, že uživatelé za ně až na některé výjimky neplatí.

Dnes je lov řízen dvěma způsoby. Jednou možností je lovení zvěře jako člen loveckých sdružení. Z tohoto způsobu lovu nemají vlastníci půd žádný zisk. Pro vlastníky pozemků je mnohem více finančně zajímavá druhá varianta, kdy jim turisté musí zaplatit za to, že mohou lovit na jejich pozemcích.

Vegetace středomoří je velmi bohatá na aromatické rostliny, což je dobrou zárukou pro získání kvalitního medu na území se systémem Montado (Fonseca, 2004).

3.3 Rekreační funkce

V posledních letech se orientace portugalského lesnictví pozvolna mění. Místní a regionální administrativa si uvědomuje polyfunkční roli lesa v krajině. Je zřejmé, že právě ryze produkční funkce výrazně ustupuje do pozadí, mj. díky konkurenci importovaného dřeva (Kolejka, 2004).

V současné době také roste v Portugalsku poptávka po venkovské krajině, především jako prostor pro relaxaci, čímž se rovněž zvýšil zájem o ekosystém Montado. Řada výletníků v něm nachází rekreaci při turistice, cyklistice nebo jízdě na koni (Plieninger et al., 2004). Je třeba dodat, že v kraji Alentejo je velké množství drobných farmářů, a každý z nich má svůj pozemek oplocený. Tím vzniká obrovská síť cest z obou stran ohraničená drátěným plotem. Navíc je místní krajina velice monotónní, což nedělá nejlepší dojem na turistu zvyklého na střeoevropské poměry. Na druhou stranu je Alentejo jedním z nejlidčeji osídlených regionů Evropy (25 obyvatel/km²) a případný turista zde určitě najde hledaný klid přírody.

3.4 Narušení ekosystému

Ekosystém Montado je po dlouhou dobu antropogenně narušován pastvou, mýcením a požáry. Následně regenerace do klimaxového stádia trvá řadu let a někdy dokonce zamrzne v určitém stádiu sukcese. Tím se krajina postupně degraduje na klimaxové pastviny nebo buše (Holmgren, 2002).

Je zde ale daleko nebezpečnější faktor způsobující degradaci půdy. V 80. letech 20. století se také v kraji Alentejo prosadil fenomén Eukalyptu (*Eucalyptus obliqua*, *Eucalyptus regans* aj.). Ten je pro farmáře velmi lákavý svým krátkým obmýtím, a tím zaručuje i dřívější zisk. Protože se eukalypty využívají jako vlákninové dříví, a tudíž není kladen důraz na kvalitu, tak se eukalyptové plantáže mohou pěstovat jako les výmladkový, což ještě více zkracuje dobu obmýtí a přidává na ekonomické atraktivitě.

I když jsou dodnes zastánci pěstování této dřeviny ve vnitrozemských podmínkách, tak se kraj Alentejo ukázal jako naprosto nevhodná destinace. Už takto chudé půdy s nedostatkem vláhy jsou živinově náročnými Eukalypty doslova vysávány. Dalším negativem je skutečnost, že téměř žádná dřevina nedokáže žít vedle agresivních eukalyptů. Výjimku tvoří pouze dub cesmínolistý, který dokáže, byť silně potlačen přežít. Pokud by se nadále praktikovalo intenzivní pěstování eukalyptů v těchto podmínkách, tak existuje předpoklad, že někdy mezi 4. a 5. obmýtím dojde k trvalé degradaci půdy, a systém Montado zde již nepůjde provozovat.

Obecně lze shrnout, že vzhledem k podmínkám kraje Alentejo, jako jsou velmi chudé půdy, nedostatek vody, srážky nakumulované do tří měsíců a celkově vnitrozemské klima, je ekosystém Montado jediným a zároveň elegantním řešením, jak hospodařit v těchto podmínkách.

4 Metodika pracovního postupu

4.1 Popis zájmového území

Zkusná plocha, na které byla naměřena data pro tuto diplomovou práci, byla založena roku 1996 v rámci projektu PAMAF 4018. Cílem projektu bylo založit plantáže *Quercus suber* ve třech modalitách, a to jako semenáčky, sazenice a sazenice pěstované s příměsí *Pinus pinea*. V Portugalsku takto vznikly tři zkusné plochy, v Mitře, v Cabeçao a v Cabeça Corda. Data, s nimiž je zde pracováno, byla pořízena z již zmíněné plochy v Mitře. Plocha je celá oplocená, aby nedošlo k okusu zvěří. Vstup byl možný přes branku, která není

zajištěná zámek, tudíž se na plochu může dostat kdokoliv. Souřadnice GPS jejího severního cípu a zároveň vstupní branky jsou 38,524155 a -8,023034.



Obrázek 4 - Zkusná plocha *Quercus suber* v Mitře, (URL 3).

4.2 Práce v terénu

Na plochách se pravidelně zjišťují tyto veličiny: tloušťka kmene, obvod kmene, výška stromu, výška nasazení koruny a šířka koruny. Při vysazení se navíc pomocí teodolitu zaznamenala poloha stromů. Byla snaha měření provádět na přelomu února a března, kdy v Portugalsku končí období dešťů. Neměly by být veliké rozdíly mezi obdobími měření jednoho roku a roku následujícího, protože by mohlo dojít ke zkreslení přírůstu. To se v případě měření dat pro využití v této práci zcela nepovedlo, neboť před dvěma lety byla plocha měřena z velké části v březnu a současné měření bylo provedeno v květnu. Tento rozdíl v obdobích měření je však na hranici tolerance.

4.2.1 Tloušťka kmene

K měření tloušťek kmene bylo použito digitální průměrky nebo průměrky obyčejné. Výsledek byl zapsán v milimetrech. Tloušťka kmene se měřila ve dvou směrech, d_1 je ve směru severozápadním nebo jihovýchodním a d_2 je tudíž ve směru severovýchodním nebo jihozápadním. Takto definované tloušťky mohou působit poněkud zmateně. V praxi se d_1

určila jako tloušťka kolmá na příjezdovou cestu a d_2 byla rovnoběžná s příjezdovou cestou. Zvláštností měření tloušťek bylo, že se měřily u paty kmene, nikoliv ve výčetní tloušťce ve výšce 1,3 m, jak bývá obvyklé v našich zeměpisných šířkách. Kořenové náběhy zde nebyly silně vyvinuty, takže nebyl problém při měření. Větší komplikací byl nepřístupný trnitý terén, který mnohdy zabraňoval přiložit průměrku tak, aby se dotýkala stromu všemi třemi hranami (příloha č. 21).

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (1)$$

d_1 = tloušťka č. 1 (cm)

d_2 = tloušťka č. 2 (cm)

\bar{d} = průměrná tloušťka (cm)

4.2.2 Obvod kmene

Obvod kmene byl měřen v centimetrech pomocí obyčejného pásma. Místa měření obvodu kmene byla vyznačená na stromě modrou barvou. V ideální případě byl obvod změřen v 1,3 m, ale pokud v 1,3 m nebylo možné změřit obvod, zejména kvůli nízké poloze přeslenů, tak byl změřen níže. Byly zde stromy, u kterých vůbec nešlo změřit jejich obvod kvůli jejich nízkému vzrůstu v kombinaci s nasazením koruny téměř u paty kmene. Často se stávalo, zejména u *Pinus pinea*, že bylo třeba změřit dva nebo tři obvody.

Pokud kmen dorostl do takové výšky, že zde byl již obvod kmene měřitelný, nebo pokud se zde měřil obvod v nižší výšce než 1,3 m a v současnosti byl již měřitelný, tak se tento strom vyznačil do mapy a vždy po několika dnech se tyto stromy nově značily pomocí modré barvy.

$$o = \pi * d \rightarrow d = \frac{o}{\pi} \quad (2)$$

o = obvod (cm)

d = tloušťka (cm)

4.2.3 Výška stromu

Výška stromu byla měřena v centimetrech. Stromy do výšky našich očí byly měřeny pásmem a stromy vyšší se změřili pomocí teleskopické tyče. Při používání teleskopické tyče jeden z pracovníků vysouval tyč ke špičce stromu a druhý s odstupem hlídal bod, kdy tyč a špička stromu byly v jedné rovině. Zde bylo důležité, aby se tyč nenakláněla do strany, jinak by došlo k nadsouzení výšky. Způsob odečítání z latí byl obdobný jako z nivelačních latí (příloha č. 23).

4.2.4 Výška nasazení koruny

Tato veličina byla měřena obdobně jako výšku stromu.

4.2.5 Šířka koruny

U šířky koruny byly měřeny čtyři veličiny, a to šířka koruny ve čtyřech směrech: r_1 je ve směru severozápadním od kmene, r_2 je ve směru severovýchodním od kmene, r_3 je ve směru jihovýchodním od kmene a r_4 je ve směru jihozápadním od kmene. Reálné určení na pracovišti fungovalo tak, že r_1 byla kolmá a zároveň směřovala k příjezdové komunikaci, a pro určení další šířky se měření posunulo vždy o 90° po směru hodinových ručiček. Šířka koruny byla veličina s největší chybou, neboť zde velice záleželo na subjektivním posouzení měřiče. Za úkol totiž nebylo změřit maximální šířku koruny, ale změřit takovou šířku, která by byla reprezentativní pro výpočet objemu koruny. K menším chybám docházelo při měření šířek *Pinus pinea*, která mám velice pravidelnou korunu. Zato u *Quercus suber* muselo docházet k daleko větším chybám, neboť zde byly často nepravidelné koruny. Měření se opět zaokrouhlovalo na centimetry (příloha č. 20).



Obrázek 5 – Rozdíl mezi korunovou projekcí *Quercus suber* a *Pinus pinea*

S veličinami šířky koruny nebude v této diplomové práci dále pracováno, ale pro potřeby v Portugalsku budou sloužit k výpočtu objemu koruny stromu. Ten se vypočte následovně:

$$V = \frac{4}{3} * a * b * c * \pi \quad (3)$$

$$a = \frac{r_1 + r_3}{2}$$

$$b = \frac{r_2 + r_4}{2}$$

$$c = \frac{h - h_c}{2}$$

r = šířka koruny (cm)

h = výška stromu (cm)

h_c = výška nasazení koruny (cm)

4.3 Metodika měření

Měřicí skupina se skládala ze dvou nebo tří pracovníků. Při měření ve dvou lidech byl určen první měřič, který měřil všechny výše uvedené hodnoty, kromě tloušťky kmene. Operoval s pásmem a teleskopickou tyčí. Původně měřil i tloušťku, ale po empirických zkušenostech bylo zjištěno, že práce je efektivnější, když tloušťku měří druhý pracovník. Tím byl zapisovatel (příloha č. 22). Ten měl k dispozici zápisník s hodnotami z minulých let a mapu zkusných ploch. Za úkol měl měřit a zapisovat již zmíněné tloušťky a zapisovat všechny hodnoty, které mu měřič hlásil. Dále měl pomocí mapy určovat pořadí měřených stromů a zároveň porovnávat změřené hodnoty s hodnotami z minulého roku, čímž současně kontroloval, že se měří správný strom. Jeho posledním úkolem bylo sledovat při měření výšek bod, kdy byla teleskopická tyč ve stejné výšce jako špička stromu. K tomu si vždy musel najít vhodné sledovací místo. Občas také konzultoval s měřičem vhodnou šířku koruny.

Při měření ve třech lidech měl zapisovatel dělat všechny výše zmíněné úkoly, kromě měření tloušťek. Tím se celý proces měření značně urychlil, neboť zapisovatel nemusel stále odkládat své vybavení na zem a měnit zapisovací blok s průměrkou. Zbylí dva měřiči si rozdělili měřičské úkony. Zpravidla první z měřičů měl za úkol měřit tloušťky a obvody, a proto pracoval s průměrkou a pásmem. Druhý měřič měl za úkol měřit výšky stromu i nasazení koruny a měl k dispozici teleskopickou tyč a druhé pásmo. Zbylé čtyři šířky koruny si měřiči rozdělili dle domluvy. V zájmu urychlení práce se stávalo, že každý měřil pracoval na jiném stromu. Zde musel být zapisovatel obzvláště obezřetný, aby nedošlo k chybě, a každé hlášené hodnoty bylo třeba v rámci kontroly opakovat po měřičích. Je třeba dodat, že pracovní postup ve třech lidech byl využit jen v roce 2011 ve spolupráci se dvěma portugalskými měřiči. To kladlo ještě vyšší nároky na pozornost při zapisování, ale i při srozumitelnosti hlášení hodnot neboť celá komunikace probíhala v angličtině.

Postup měření byl po řádkách (příloha č. 25), které byly v mapě označeny velkými písmeny (příloha č.1). Velkou část měření jsem vykonával funkci zapisovatele, ale v zájmu oboustranného zpestření práce a udržení pozornosti došlo k výměně s jedním z měřičů.

4.4 Veličiny použité při zpracování dat

Před hodnocením jednotlivých ploch, je nutné popsat některé veličiny se kterými bude pracováno v této práci. Jedná se o:

- a, rozptyl,
- b, směrodatnou odchylku,
- c, variační koeficient,
- d, výškové křivky,
- e, růst.

4.4.1 Rozptyl

Rozptyl je nejvýznamnější mírou variability, která měří současně variabilitu hodnot kolem aritmetického průměru a variabilitu ve smyslu vzájemných odchylek jednotlivých hodnot znaku. Rozptyl v základním souboru je definován jako aritmetický průměr ze čtverců odchylek jednotlivých hodnot sledovaného znaku od jejich aritmetického průměru (Brabenec, 2004).

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4)$$

x_i = hodnoty, kterých může náhodná veličina x nabývat

\bar{x} = aritmetický průměr

n = počet dat

s^2 = rozptyl

4.4.2 Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka je definována jako druhá odmocnina z rozptylu s^2 (Brabenec, 2004).

$$s = \sqrt{s^2} \quad (5)$$

4.4.3 Variační koeficient

Koeficient variability je mírou relativní variability a je definován jako poměr směrodatné odchylky a aritmetického průměru. Variační koeficient je bezrozměrné číslo, jehož stonásobek udává variabilitu v procentech (Brabenec, 2004).

$$V(s\%) = \frac{s}{\bar{x}} * 100 \quad (6)$$

4.4.4 Výškové křivky

Sestrojením výškových křivek neboli výškových grafikonů se získá pravděpodobná hodnota výšek k dané tloušťce. Tím se zjednodušuje taxační práce, neboť není třeba měřit všechny výšky stromů (Korf, 1972). Tvorba výškových grafikonů byla první úlohou využívající růstových funkcí v rámci vyhodnocení inventarizace Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHUL). V minulosti, kdy výpočetní technika nebyla dostupná jako dnes, se tento model konstruoval graficky na papíře s předtištěnou mřížkou se speciálně transformovanými souřadnicemi tak, aby bylo možno graf znázornit přímkou. Dnes se tyto úlohy řeší pomocí výpočetní techniky prostřednictvím regresních modelů (Zeman, 2005).

Výškový graf je nutno sestavit pro každou dřevinu samostatně. Pro konstrukci výškové křivky jsou potřebné dvě veličiny, a to výčetní tloušťky $d_{1,3} = \mathbf{X}$ a výšky $h = \mathbf{Y}$. Z tohoto hlediska lze daný základní statistický soubor stromů téže dřeviny označit za soubor se dvěma argumenty. Z praxe dendrometrické analýzy vlastností takových statistických souborů je známo, že veličiny X a Y jsou korelačně závislé. To znamená, že dvě veličiny jsou v korelační závislosti právě tehdy, když ke každé hodnotě jedné z těchto veličin je přiřazeno určité rozdělení pravděpodobnosti veličiny druhé (Korf, 1972). Jedním z hlavních cílů této diplomové práce je porovnávání jednotlivých výškových křivek, a tudíž determinační koeficienty křivek budou hlavním ukazatelem jejich spolehlivosti. Determinační koeficient se pohybuje mezi hodnotou 0 a 1. Čím více se bude determinační koeficient blížit 1, tím více bude dané výškové vyrovnání přesnější.

4.4.4.1 Logaritmická spojnice

Při tvorbě logaritmické spojnice se vytvoří bodový graf, kde se vyskytuje tloušťka na ose X a výška na ose Y . V grafu je zastoupen každý strom z dané plochy. Vzniklé bodové pole se proloží logaritmickou spojnicí trendu. Regresní rovnice má parametry: $y = A * \ln(d) + B$.

4.4.4.2 Polynomická křivka druhého stupně

Při tvorbě polynomu druhého stupně se sestojí bodový graf, kde je vymezena tloušťka na ose X a výška na ose Y . V grafu je zastoupený každý strom z dané plochy. Vzniklé

bodové pole se proloží polynomicou křivkou druhého stupně. Regresní rovnice má parametry: $y = A * d^2 + B * d + C$.

4.4.4.3 Michajlovova funkce

Dle Michajlova má regresní rovnice vyrovnání výšek tuto podobu:

$$h = 1,3 + a * e^{\frac{b}{d}} \quad (7)$$

a,b = vypočtené parametry

d = tloušťka stromu u paty kmene (cm)

h = výška stromu (cm)

e = exponent

Nejprve se však musí transformovat rovnice a získat parametry k možné transformaci. Pomocí tloušťky se získají hodnoty x ; a pomocí výšky se získají hodnoty y .

$$x = \frac{1}{d} \quad (8)$$

$$y = \ln(h-1,3) \quad (9)$$

Toto se provede u všech tloušťek a výšek. Nyní se označí všechny body x, y a provede se jejich lineární regrese. Tak se získají parametry a, b a koeficient determinace Michajlovovy funkce pro danou plochu.

Tato rovnice platí pro stromy měřené ve výčetní výšce. Ale protože stromy v Portugalsku byly měřeny u paty kmene, je třeba tyto rovnice trochu upravit:

$$y = \ln(h) \quad (10)$$

$$h = a * e^{\frac{b}{d}} \quad (11)$$

Nyní je možné vyrovnat výšky pro tloušťku každého stromu. Následně se vynesou do bodového grafu a hodnoty již vyrovnaných výšek se proloží logaritmickou spojnicí (Šmelko, 2000).

4.4.4.4 Naslundova funkce

Naslundova funkce má regresní rovnici vyrovnání výšek:

$$h = 1,3 + \frac{d^2}{(a + b * d)^2} \quad (12)$$

b = předem vypočtený parametr

a = logaritmus předem vypočteného parametru

d = tloušťka stromu u paty kmene(cm)

h = výška stromu (cm)

Naslundova funkce je částečně obdobou Michajlovovy funkce. Například hodnoty x jsou stejné, jiné jsou hodnoty y .

$$x = \frac{1}{d} \quad (13)$$

$$y = \frac{1}{\sqrt{h - 1,3}} \quad (14)$$

Opět se vytvoří lineární regrese všech hodnot x a y , ale tentokrát se sleduje parametr b , $\ln(a)$, jež je v Naslundově funkci veden jako parametr a . Z lineární regrese se dále zjistí koeficient determinace Naslundovy funkce pro danou plochu.

I zde se musí udělat následně změny s výčetní tloušťkou:

$$y = \frac{1}{\sqrt{h}} \quad (15)$$

$$h = \frac{d^2}{(a + b * d)^2} \quad (16)$$

Nyní lze vyrovnat výšky pro tloušťku každého stromu jako u Michajlovova. Výšky se zanesou do bodového grafu a hodnoty již vyrovnaných výšek se proloží logaritmickou spojnici (Šmelko, 2000).

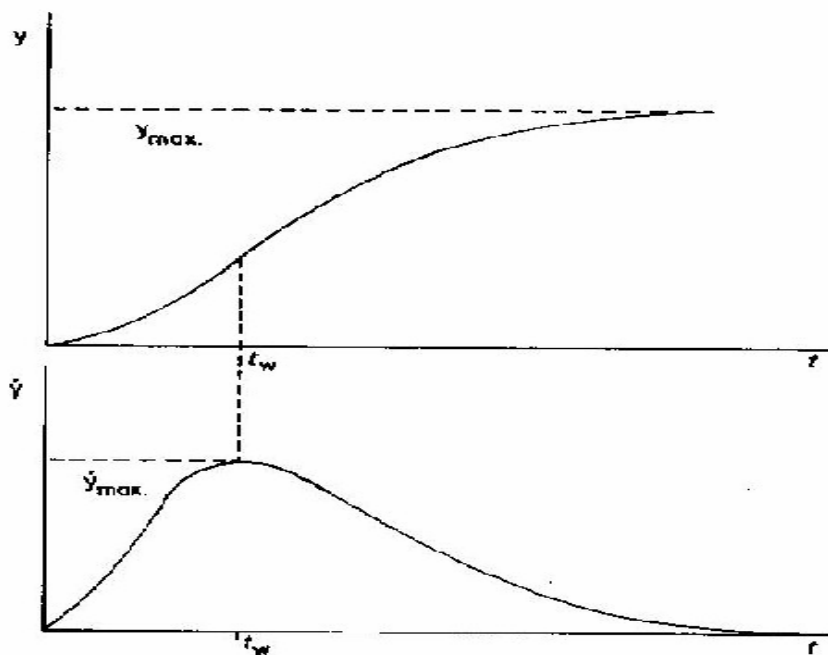
4.4.5 Růst

Jednou z možností jak definovat růst je teze, že jde o zvětšování velikosti živého systému, který vzniká jeho asimilační činností (Bertalanffy, 1951). Růst probíhá vždy v čase, a proto při vyjádření jeho dynamičnosti hovoříme o růstovém procesu. Růstové veličiny jsou přímo nebo nepřímo měřitelné elementy stromu jako např. výška (h), tloušťka (d), objem (v), kruhová základna (g) a v širším smyslu i výtvarnice (f). Z matematického hlediska je růst funkcí času (t) a prostředí (U) (Šmelko, 1992).

$$y = F(U, t) \quad (17)$$

Faktory prostředí jsou natolik početné a proměnlivé (voda, teplota, CO₂, živiny, pH, atd.), že se obtížně kvantifikuje jejich vliv na růstový proces. Obvykle se předpokládají konstantní podmínky prostředí a růst se pozoruje pouze v závislosti na čase.

$$y = F(t) \quad (18)$$



Graf 1 – Schématicky znázorněná růstová a přírůstková křivka (Šmelko, 1992).

Růstová funkce má tyto vlastnosti: monotónní zvětšování (přinejmenším nikdy neklesne), asymptotické chování při $t = 0$; $t = t_{\max}$ (t_{\max} znamená nejvyšší dosažitelný věk), asymetrický tvar a nejméně jeden bod obratu, a to v místě $t_w < \frac{1}{2} t_{\max}$, kde se křivka mění z konvexního tvaru vůči ose x na tvar konkávní.

Růstové funkce jsou víceméně jednoduché modely růstu a redukuje růstový proces na přehlednější struktury. Zajímavými výstupy těchto funkcí jsou prognózy očekávaných maximálních hodnot růstových veličin na konci růstových procesů ve stanoveném okamžiku a v době dosažení maximální rychlosti růstu (kulminace přírůstkové funkce) (Šmelko, 1992).

Základní součástí všech růstových funkcí je matematické vyjádření růstového procesu. Jedná se hlavně o relativně složité nelineární regresní funkce (Drápela, 2005).

4.4.5.1 Korfova růstová funkce

Jednou z nejpoužívanějších růstových funkcí na našem území je právě růstový model, jež sestrojil Prof. Dr. Ing. Václav Korf, DrSc. Korfova růstová funkce vychází z tzv. růstové intenzity značené α , která je v poměru první derivace růstové funkce k růstové funkci samé.

$$\alpha = \frac{f'(t)}{f(t)} = \frac{k}{t^n} \quad (19)$$

Integrací intenzity růstu se získá Korfova růstová funkce.

$$y = A * e^{\frac{k}{(1-n)*t^{n-1}}} \quad (20)$$

A = asymptota pro $t \rightarrow \infty$

k = růstová intenzita pro $t = 0$

n = pokles logaritmu růstové intenzity s růstem věku o řád

Další důležitou veličinou je získání běžného přírůstu z Korfovy růstové funkce. Ten se získá její derivací a maxima dosáhne ve věku t_1 .

$$y' = A * e^{\frac{k}{1-n} * t^{1-n}} * \frac{k}{t^n} \quad (21)$$

$$t_1 = n \sqrt[n-1]{\frac{k}{n}} \quad (22)$$

Korfova růstová funkce patří k jedné z tříparametrových funkcí, se kterými lze dosáhnout nejpřesnějších výsledků. Ve velké většině případů dává také dobrý odhad asymptoty, jen v některých případech je její odhad příliš vysoký.

Korfova růstová funkce byla využita nejen v lesnických oborech, ale i v jiných vědních disciplínách jako například v matematice, matematické statistice, demografii nebo dokonce pojišťovnictví. Také byla originálně využita v ochraně lesa, když k časovému průběhu první derivace této funkce na jednotlivých bonitách hlavních dřevin byl přiřazen časový úsek škod abiotickými i biotickými činiteli (Kouba, 2005).

4.4.5.2 Přírůst

Běžný přírůst je rozdělení jedné veličiny v různých časech.

$$\Delta y = y_t - y_{t - \Delta t} \quad (23)$$

y_t = hodnota veličiny ve věku t

Symbol Δt označuje časový rozdíl mezi dvěma měřeními růstové veličiny a přírůst se může vypočítat pro jeden nebo více roků. Dále je možno počítat periodický přírůst, který vznikl v časové periodě Δt . Obyčejně se počítá pro 5 – 10 let.

Podílem hodnoty růstové veličiny y a počtem roků během kterých se růstová veličina vytvořila lze vypočítat průměrný přírůst roční (PPR).

$$\text{PPR} = \frac{y_t}{t} \quad (24)$$

y_t = hodnota veličiny ve věku t

t = věk (roky)

Také lze počítat průměrný periodický přírůst, jež se získá jako podíl periodického přírůstu a délky časového intervalu.

$$\Delta y / \Delta t = \frac{y_t - y_{t - \Delta t}}{\Delta t} \quad (25)$$

Zatímco běžné přírůstky představují konkrétní změny růstové veličiny, tak průměrné přírůstky ve skutečnosti neexistují a jsou pouze fiktivní (Šmelko, 1992).

4.4.5.3 Relativní přírůst

Rychlost růstu rozdílných dřevin nebo stromů stejného druhu, které rostou v různých podmínkách prostředí, je velmi rozdílná. Aby se dala lépe pozorovat, tak se vyjadřuje relativně, kde charakterizuje intenzitu růstové veličiny a velmi dobře se hodí pro vzájemné porovnání přírůstového výkonu mezi dřevinami a různými podmínkami růstu. Lze ji

definovat jako poměr přírůstu k hodnotě dendrometrické veličiny, na které se vytvořil a nejčastěji je vyjádřena procenty.

Při výpočtu relativního přírůstu je třeba rozlišovat tři možnosti. Za prvé lze přírůst vztahovat k počáteční hodnotě přírůstového období.

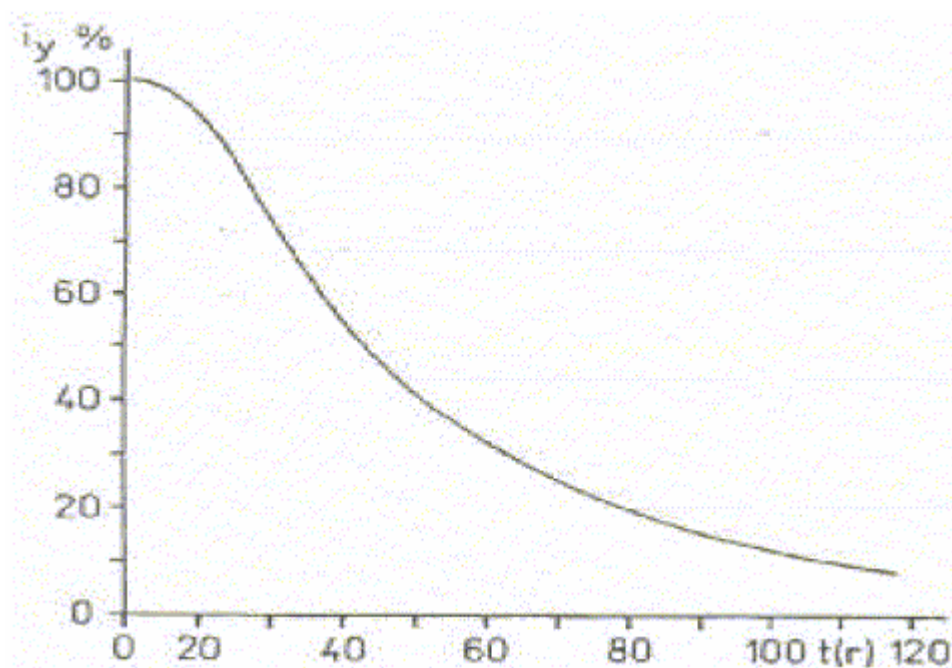
$$\frac{\Delta y}{y_t} = \frac{y_{t+\Delta t} - y_t}{y_t} = p_t \quad (26)$$

V tomto případě lze získat vyšší přírůstové procento a jedná-li se zejména o přírůst v mladším věku a zároveň má Δt více roků, tak může relativní přírůst přesahovat 100%, čili přírůst za Δt je větší než původní velikost dané dendrometrické veličiny.

V druhém případě se přírůstk vztahuje na konečnou hodnotu přírůstové periody.

$$\frac{\Delta y}{y_{t+\Delta t}} = \frac{y_{t+\Delta t} - y_t}{y_{t+\Delta t}} = p_{t+\Delta t} \quad (27)$$

Zde nemůže relativní přírůst překročit hranici 100%, protože daná dendrometrická veličina je vždy větší než její přírůst.



Graf 2 – Průběh přírůstového procenta i_y % v závislosti od věku (Šmelko, 1992).

Poslední možnost je víceméně vytvořena z předchozích dvou variant, kde se přírůstek vztahuje na střed měřené periody.

4.4.5.4 Výškový růst

Poznatky o výškovém růstu jsou podstatné především pro výchovu porostů, volbu správné porostní směsi a odhad produkčních schopností stanoviště. Dle kulminace růstu můžeme dřeviny rozdělit například na slunné a stinné. Slunné dřeviny mají časný růst v mládí, rychlou kulminaci, ale od středního věku porostu mají silný pokles přírůstu. Oproti tomu stinné dřeviny vykazují značný přírůstek i po růstové kulminaci a dožívají se vyššího věku. Zejména poznání času kulminace je velmi důležité pro výchovu porostu. Zmeškaný výchovný zásah v tomto okamžiku již nelze napravit. Údaje různých autorů o čase kulminace výškového růstu se velmi různí, ale obecně se dá tvrdit, že nastává v době, kdy strom dosáhne 25 % své konečné výšky (Šmelko, 1992).

4.4.5.5 Tloušťkový růst

Užitková hodnota stromu se významně odvíjí od jeho tloušťky. Proto je třeba věnovat také tloušťkovému růstu zvláštní pozornost. Odchylky od všeobecných růstových zákonitostí podle dřeviny se vyskytují při tloušťce častěji než při výšce. Maximální hodnoty tloušťek není možné určit tak lehce jako u výšky, protože tloušťka stromu se zvětšuje až po odumření věkem, i když ke konci života stromu hodně nepatrně.

Kulminace tloušťkového růstu nastává velmi brzy. Většinou k ní dojde ještě před výškovou kulminací. Ale oproti výškové kulminaci se velmi pomalu zmenšuje s přibývajícím věkem (Šmelko, 1992).

5 Křivky výškového vyrovnání

5.1 Oblast dat

V této části je pracováno s daty, které byly naměřeny na třech zkusných plochách dubu korkového v roce 2011. Jedná se o plochu 5, 19 a 25 (příloha č. 2, 3, 4). Všechny plochy jsou zde zhodnoceny základními dendrometrickými veličinami a pro každou plochu jsou zde vytvořeny čtyři výškové křivky. Tento úsek práce navazuje na bakalářskou práci, která byla vytvořena pomocí analýzy dat mnou naměřených v roce 2009 na stejných plochách

a na data z roku 2007, které jsem obdržel od Univerzity v Evoře. V závěru jsou také porovnány současné hodnoty s výsledky zmíněné bakalářské práce.

Každý strom má na ploše v Mitře svůj identifikační kód, který závisí na poloze stromu. Kód se skládá z písmene, popřípadě písmen, která určují v jakém řádku se strom nachází, a druhá část kódu je písmeno, které určuje pořadí sloupce v němž strom leží (příloha č. 1).

5.2 Plocha 5

Plocha 5 se rozkládá od řádku M až do řádku W a ve sloupcích 11 – 15. Tímto vznikne obdélníkové pole této zkusné plochy (příloha č. 2).

Tabulka uvádí výsledné hodnoty plochy 5, a to hodnoty řádků i celkové. Kromě známe tloušťky a výšky byla také zjištěna směrodatná odchylka a variační koeficient tloušťky i výšky.

Podle nepsaného pravidla, že variační koeficient vyšší než 50% je znakem významné nesourodosti, lze o ploše 5 tvrdit, že je relativně výškově i tloušťkově souměrná, a při podrobnějším prozkoumání jednotlivých řádků, lze mezi různými řádky vyzorovat značné rozdíly. Jako řádky s největšími tloušťkovými a výškovými rozdíly, lze vyhodnotit řádky N (44%, 39%) a O (40%, 40%). Naopak nejvyrovnanější řádkem je W (12%, 9%). Celkově se může plocha 5 rozdělit na dvě poloviny. První je od řádku M do řádku R a lze ji charakterizovat celkově vyšší rozkolísaností tloušťek i výšek. Druhá vyrovnanější polovina se rozkládá od řádku S do řádku W. Výjimku zde tvoří řádek T (40%, 32%), který by svou nehomogenitou zapadal spíše do první poloviny plochy.

Tabulka 2: Výsledné hodnoty plochy 5 vypočtené dle vzorců (1, 5 a 6)

| | \bar{d} | směrodatná odchylka (d) | variační koeficient (d) | \bar{h} | směrodatná odchylka (h) | variační koeficient (h) |
|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| M | 11,81 | 3,27 | 28 % | 276,50 | 91,13 | 33 % |
| N | 11,87 | 5,17 | 44 % | 312,60 | 122,80 | 39 % |
| O | 12,89 | 5,14 | 40 % | 337,40 | 135,09 | 40 % |
| P | 9,81 | 3,10 | 32 % | 261,80 | 80,90 | 31 % |
| Q | 13,56 | 3,81 | 28 % | 382,20 | 122,96 | 32 % |
| R | 15,53 | 4,58 | 30 % | 399,00 | 127,80 | 32 % |
| S | 14,21 | 2,26 | 16 % | 367,75 | 71,66 | 19 % |
| T | 12,53 | 5,00 | 40 % | 349,80 | 112,54 | 32 % |
| U | 12,83 | 3,50 | 27 % | 367,40 | 98,96 | 27 % |
| V | 12,00 | 2,79 | 23 % | 310,50 | 85,66 | 28 % |
| W | 15,54 | 1,85 | 12 % | 411,50 | 35,05 | 9 % |
| CELKEM | 12,93 | 4,24 | 33 % | 343,45 | 114,14 | 33 % |

Níže zmíněná mapka může lépe vysvětlit rozdíly ve výškách a variačních koeficientech výšek mezi jednotlivými řádky plochy 5. Zde lze vyzorovat, že větších výšek dosahují duby v prostoru pravé a dolní části, kde plocha sousedí také s duby. Dokonce vedle spodní půlky pravé části je veden malý průsek (příloha č. 2), což může být jeden z důvodů, že pravý dolní roh je nejvyšší částí plochy 5. Oproti tomu lze v levé a horní části nalézt duby menších vzrůstů, což by mohlo zapříčinit, že duby sousedí se smíšenými porosty dubu a borovice piniové, která je pravděpodobně konkurentem dubu v nárocích na světlo nebo v oblasti půdních živin a vody.

Dále lze vyzorovat důvody rozkolísanosti, respektive nerozkolísanosti jednotlivých řádků. Při výběru řádků S (19 %), V (28 %) a W (9 %), což jsou příklady s nejnižšími hodnotami variačního koeficientu, lze na mapce vyzorovat, že v každém z těchto řádků se nachází mrtvý jedinec. Zde nejspíše došlo k zahubení nejslabšího dubu v rámci druhové konkurence ve prospěch ostatní jedinců. Zbavení nejslabšího stromu navíc vyrovnává variační koeficient a celkově zvyšuje průměrnou výšku řádku. Nejlépe to lze vyzorovat u reprezentativního řádku W, kde jsou za sebou dva silní jedinci (W11, W12), poté jeden mrtvý strom (W13), který umožňuje lepší růstové podmínky, a následně opět následují dva vysoké duby (W14, W15). Tímto vzniká vyrovaný řádek s nadprůměrnou výškou. Naopak u řádku V to na první pohled není tolik výrazné, kde strom V11 (166 cm) kazí

průměrnou výšku zbylých tří statných stromů, a tím také silně zvedá variační koeficient. Ze zápisníku měření lze ale vyčíst poznámku RB (reborn) čili znovuzrození a je tedy otázkou, zda tento původně mrtvý strom počítat.

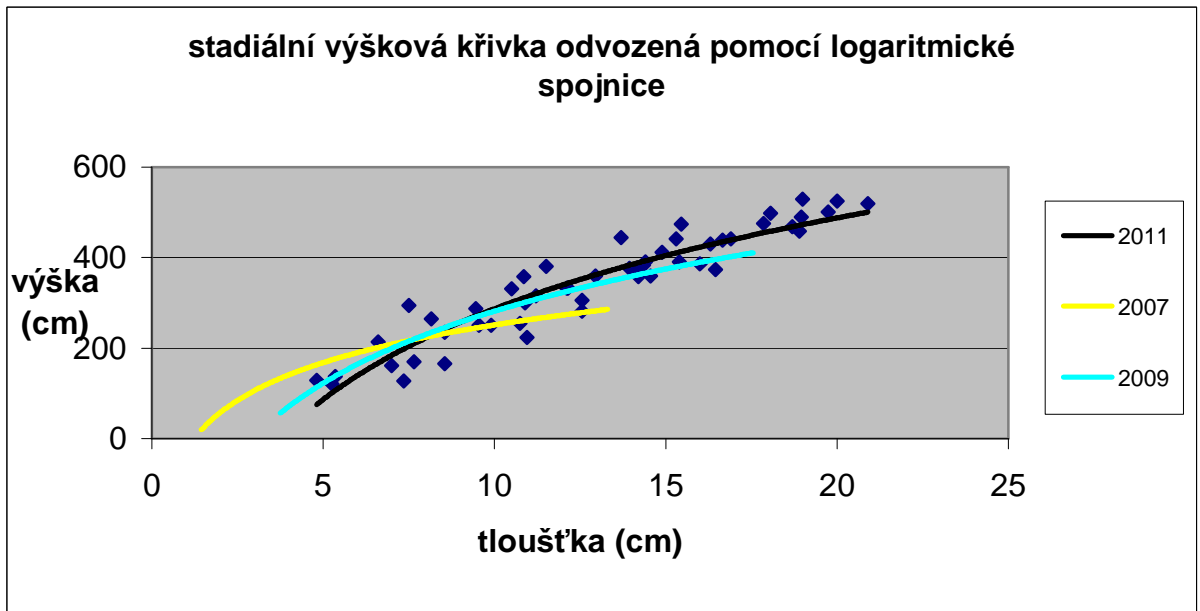
Obecně tedy platí, že se stoupajícím variačním koeficientem klesá průměrná výška na dané ploše. Výjimku by mohl tvořit řádek jedinců s vyrovnaným počtem nižších jedinců, ale takový se zde ale nevyskytuje.

| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|----|----|----|----|----|
| M | Q | Q | Q | Q | M |
| N | Q | Q | Q | Q | Q |
| O | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| R | Q | Q | Q | Q | Q |
| S | Q | Q | Q | Q | M |
| T | Q | Q | Q | Q | Q |
| U | Q | Q | Q | Q | Q |
| V | Q | Q | M | Q | Q |
| W | Q | Q | M | Q | Q |

| | |
|---------------|---|
| mrtvý strom | M |
| h < 200 | |
| h = 201 - 325 | |
| h = 326 - 450 | |
| h > 451 | |

Obrázek 6 – Výškové rozdíly na ploše 5.

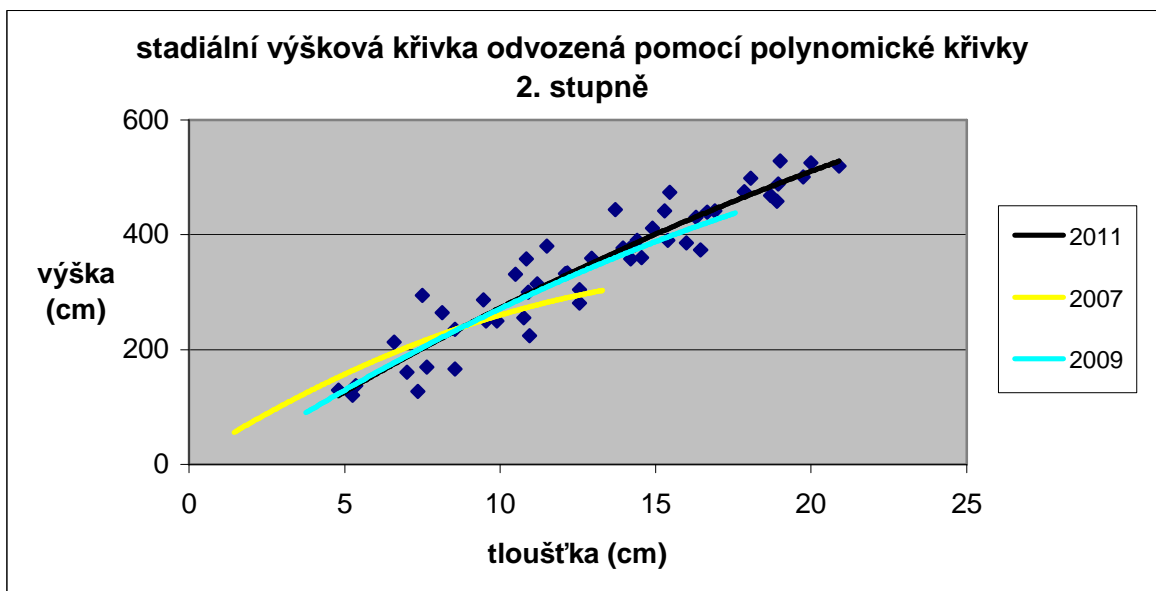
- **Logaritmická spojnice**



Graf 3 – Logaritmické spojnice trendu.

Parametry logaritmické spojnice na ploše 5 jsou: $A = 289,52$; $B = 379,47$. Determinační koeficient je **0,88**, což jej činí dostatečně spolehlivým

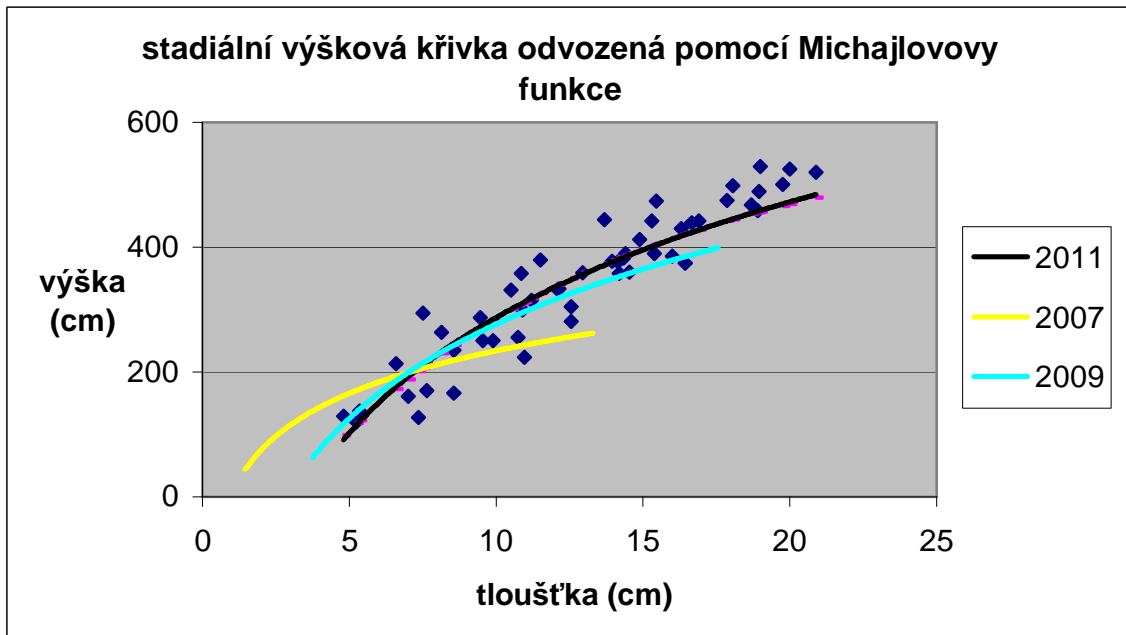
- **Polynomická křivka druhého stupně**



Graf 4 – Polynomické spojnice druhého stupně.

Zde jsou parametry spojnice: $A = -0,3718$; $B = 34,926$; $C = 39,257$. Koeficient determinace má hodnotu **0,8964**, což je také velmi spolehlivá hodnota.

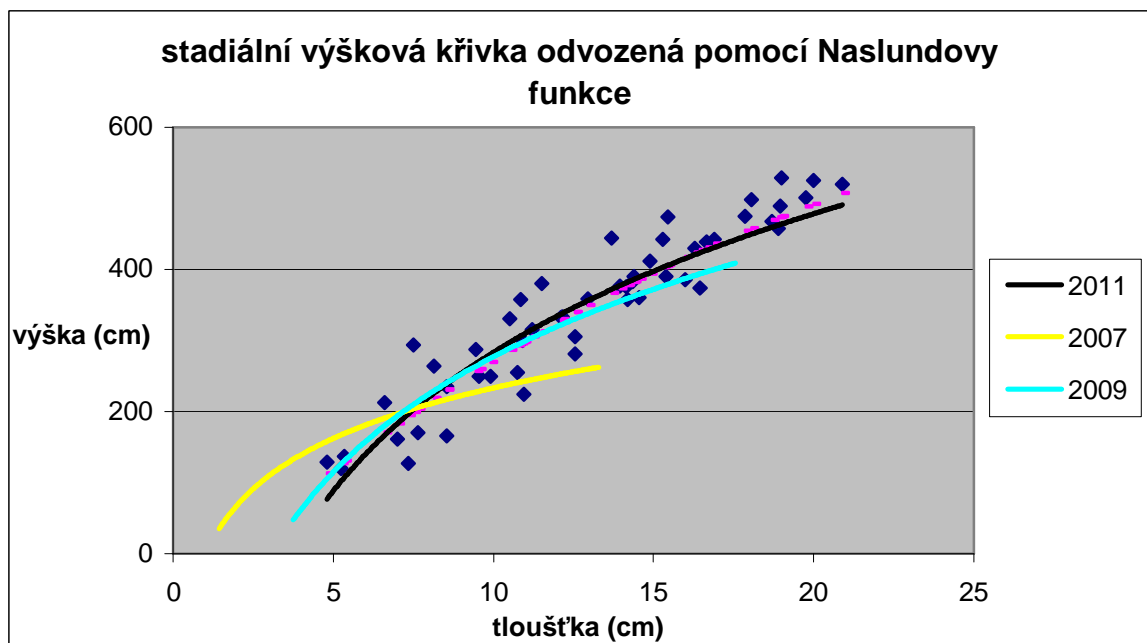
- Michajlovova funkce



Graf 5 – Michajlovovo vyrovnání výšek.

Po lineární regresi x , y jsou získány parametry: $a = 776,2301$; $b = -9,8344$. Determinační koeficient má hodnotu **0,8553** a i zde se jedná o relativně přesné vyrovnání pomocí Michajlovovy funkce.

- Naslundova funkce



Graf 6 – Naslundovo vyrovnání výšek.

Parametry po lineární regresi x, y jsou: $\ln(a) = 0,029566439$; $b = 0,31005539$ a hodnota koeficientu determinace činí **0,8607** a jako u předchozích spojnic, tak i zde se jedná o kvalitní způsob výškového vyrovnání.

- **Vyhodnocení determinačních koeficientů**

1. Polynomická křivka 2. stupně = **0,8964**
2. Logaritmická spojnice = **0,88**
3. Naslundova funkce = **0,8607**
4. Michajlovova funkce = **0,8553**

Jako funkce s nejvyšším koeficientem determinace je na ploše 5 hodnocena polynomická křivka 2. stupně. Naopak Michajlovova funkce má jeho hodnotu nejnižší. Ale vzhledem k tomu, že rozdíl nejvyššího a nejnižšího determinačního koeficientu činí pouhých 0,0411, můžeme na danou plochu aplikovat všechny uvedené funkce. Navíc jsou jejich hodnoty dostatečně reprezentativní, abychom vytvořili kvalitní výškové křivky.

5.3 Plocha 19

Plocha 19 se nachází od řádku VW až do řádku AF a je ve sloupcích 23 – 27.

Celkově lze plochu 19 hodnotit jako vyrovanější oproti ploše 5. Také zde je možno tvrdit, že s větší průměrnou tloušťkou a výškou klesají jejich variační koeficienty. To lze zejména pozorovat u řádku AD, který má značně nadprůměrné tloušťky i výšky a zároveň jsou hodnoty jejich variačních koeficientů nejnižší z celé plochy. Tuto vlastnost mají i řádky Z, AA, AC, které mají také nadprůměrné tloušťky a výšky a zároveň nízké variační koeficienty. V tomto případě není tolik markantní jako u řádku AD. Naopak u řádků Za, AB, AF je zřejmý opak, kde jsou řádky podprůměrného růstu více nesourodé.

Tabulka 3: Výsledné hodnoty plochy 19 vypočtené dle vzorců (1, 5 a 6),

| | \bar{d} | směrodatná odchylka (d) | variační koeficient (d) | \bar{h} | směrodatná odchylka (h) | variační koeficient (h) |
|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------|
| VW | 13,31 | 3,96 | 30 % | 337,25 | 124,39 | 37 % |
| X | 11,96 | 3,98 | 33 % | 290,40 | 55,15 | 19 % |
| Y | 11,44 | 2,67 | 23 % | 339,00 | 77,18 | 23 % |
| Z | 13,64 | 2,85 | 21 % | 364,75 | 66,74 | 18 % |
| Za | 12,03 | 4,77 | 40 % | 362,20 | 99,60 | 27 % |
| AA | 12,90 | 1,90 | 15 % | 400,00 | 68,33 | 17 % |
| AB | 10,88 | 3,42 | 31 % | 331,40 | 87,01 | 26 % |
| AC | 13,34 | 2,31 | 17 % | 369,20 | 76,35 | 21 % |
| AD | 16,11 | 1,83 | 11 % | 439,40 | 50,66 | 12 % |
| AE | 13,58 | 2,06 | 15 % | 349,00 | 40,98 | 12 % |
| AF | 11,69 | 4,03 | 34 % | 303,20 | 97,76 | 32 % |
| CELKEM | 12,78 | 3,50 | 27 % | 353,34 | 89,09 | 25 % |

Na ploše 5 byly hodnoceny řádky s mrtvým stromem jako řádky nadprůměrného růstu a značně vyrovnané. Na ploše 19 tomu je pouze částečně, a to u řádku Z. Zato řádek VW lze hodnotit jako řádek průměrné výšky, ale s variačním koeficientem 37 % se jedná dokonce o nejrozkolísanější řádek na celé ploše. To je možno vidět na níže zmíněné mapě, kde jsou stromy tříděny do čtyř pomyslných výškových tříd, a právě na řádku VW jsou zastoupeny všechny čtyři třídy. Zde by se mrtvý strom nejspíše zařadil také do nejnižšího výškového stupně, čímž by snížil jeho průměrnou výšku i variační koeficient.

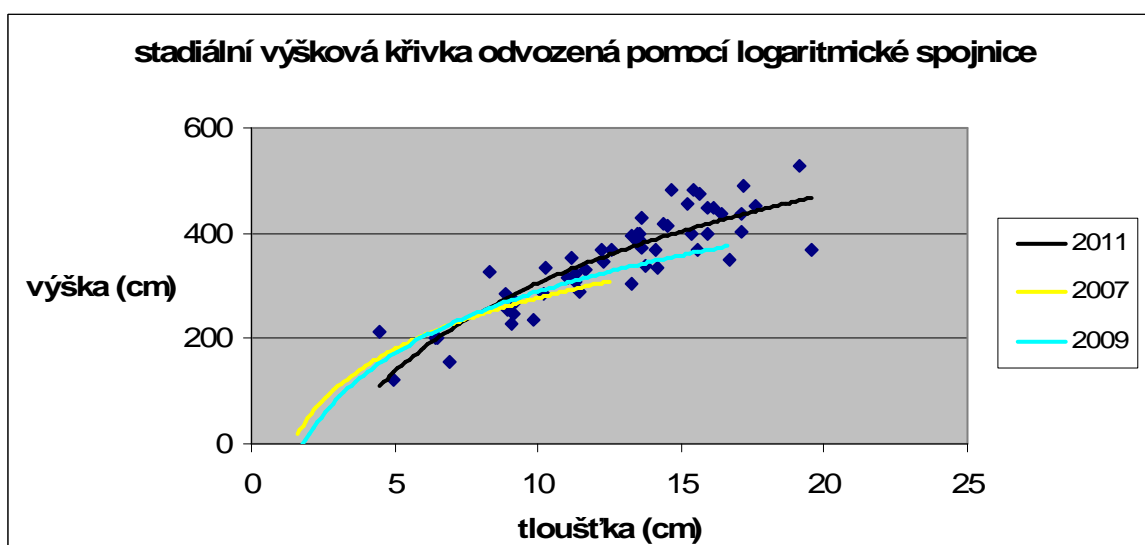
Jak už bylo zmíněno, tak plocha 19 je mnohem vyrovnanější než plocha 5, ačkoliv jsou průměrné výšky a tloušťky na obou plochách podobné. To je dáno menším výskytem extrémních jedinců na ploše 19. Například se zde nachází pouze tři stromy menší než 200 cm, ale na druhou stranu je tu také méně jedinců v posledním pomyslném výškovém stupni.

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| VW | M | Q | Q | Q | Q |
| X | Q | Q | Q | Q | Q |
| Y | Q | Q | Q | Q | Q |
| Z | M | Q | Q | Q | Q |
| Za | Q | Q | Q | Q | Q |
| AA | Q | Q | Q | Q | Q |
| AB | Q | Q | Q | Q | Q |
| AC | Q | Q | Q | Q | Q |
| AD | Q | Q | Q | Q | Q |
| AE | Q | Q | Q | Q | Q |
| AF | Q | Q | Q | Q | Q |

| | |
|---------------|---|
| mrtvý strom | M |
| h < 200 | |
| h = 201 - 325 | |
| h = 326 - 450 | |
| h > 451 | |

Obrázek 7 – Výškové rozdíly na ploše 19

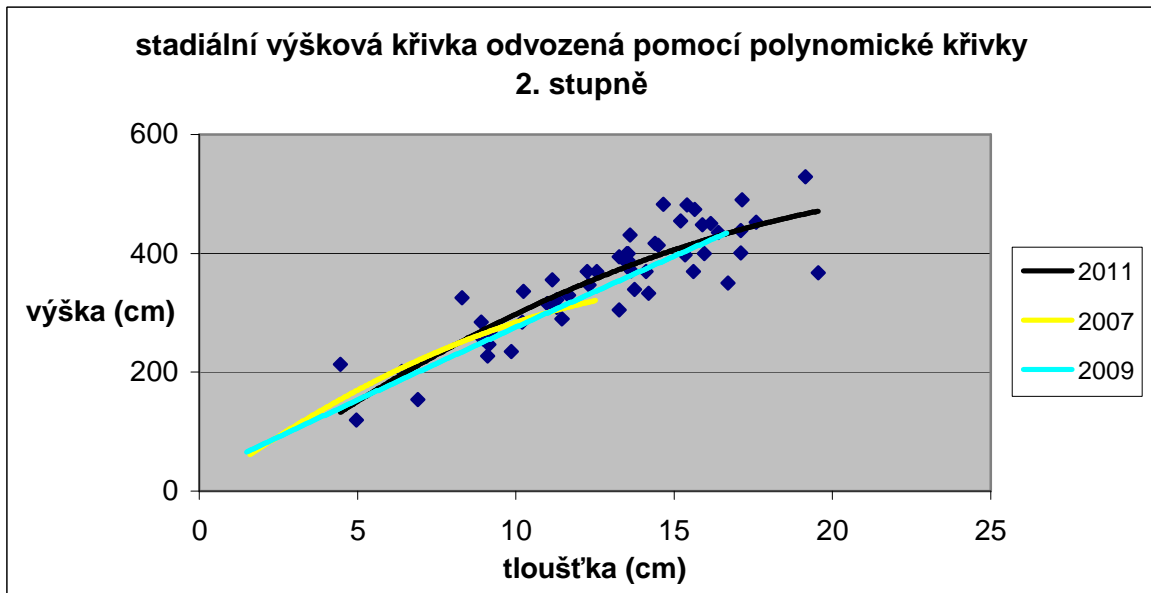
- Logaritmická spojnice



Graf 7 – Logaritmické spojnice trendu.

Zde jsou parametry: $A = 242$; $B = -252,14$. Determinační koeficient má spolehlivost **0,769**.

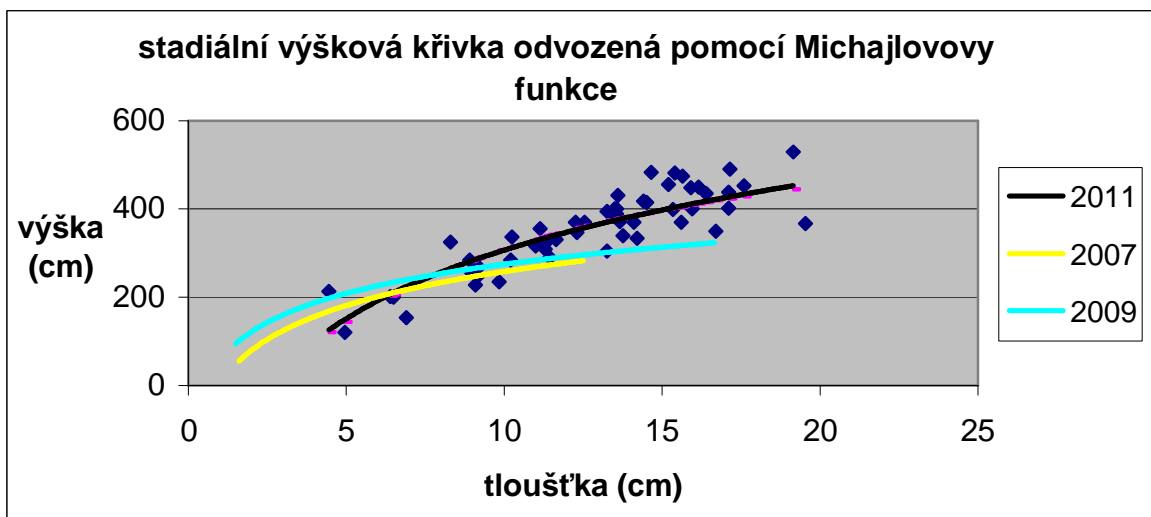
- Polynomická křivka druhého stupně



Graf 8 – Polynomické spojnice druhého stupně.

Rovnice vycházející z výše zmíněné polynomické křivky mám parametry: $A = -0,7702$; $B = 40,891$; $C = -34,063$. Koeficient determinace je obdobný jako u logaritmické křivky na téže ploše a jeho hodnota činí **0,7855**.

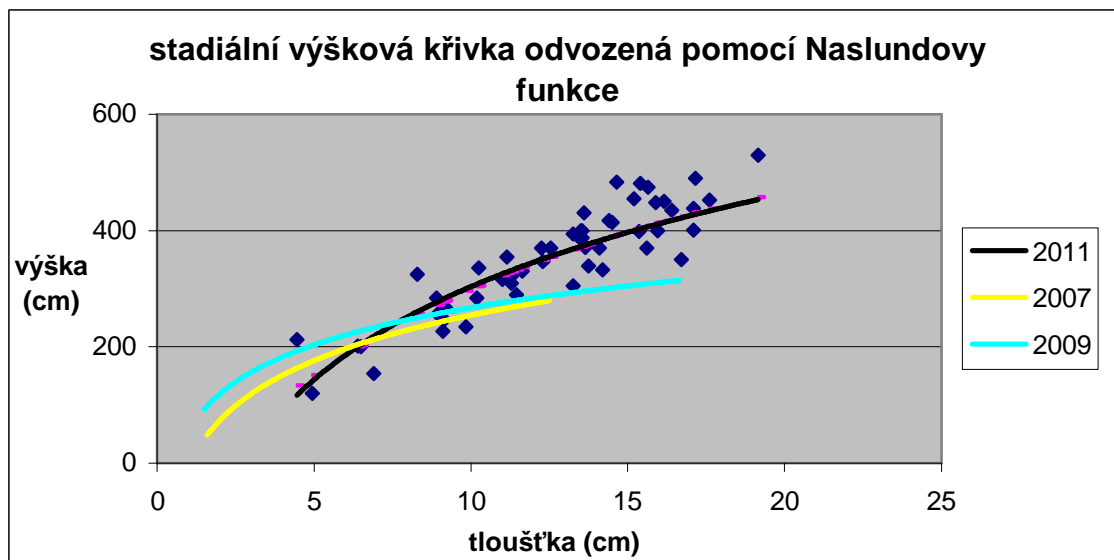
- Michajlovova funkce



Graf 9 – Michajlovovo vyrovnání výšek.

Z lineární regrese vzešly parametry x , y jejichž hodnoty jsou: $a = 656,2649$; $b = -7,52717129$. Spolehlivost determinačního koeficientu činí **0,7637**

- **Naslundova funkce**



Graf 10 – Naslundovo vyrovnání výšek.

Zde jsou parametry x , y vzniklé z lineární regrese: $\ln(a) = 0,029566439$; $b = 0,31005539$. Determinační koeficient je **0,7712**.

- **Vyhodnocení determinačních koeficientů**

1. Polynomická křivka 2. stupně = **0,7855**
2. Naslundova funkce = **0,7712**
3. Logaritmická spojnice = **0,769**
4. Michajlovova funkce = **0,7637**

Pro tuto plochu jsou hodnoty determinačních koeficientů téměř shodné a vyzdvihovat některý z nich je bezpředmětné, když jsou mezi koeficienty rozdíly v rámci setin.

Pozoruhodnější je, že koeficienty determinace jsou přibližně o desetinu nižší než na ploše

5. Jedním z důvodů, proč mají křivky výškového vyrovnání menší věrohodnost je

skutečnost, že plocha 19 je více vyrovnaná, a tudíž poskytuje užší spektrum jedinců pro sestavení kvalitní křivky výškového vyrovnání.

5.4 Plocha 25

Plocha 25 se nachází v řádcích jako plocha 19, tj. od řádku VW až do řádku AF, ale ve sloupcích 37 – 41 (příloha č. 4).

Obecně je tato plocha růstově nadprůměrná, avšak z hlediska její vyrovnanosti je spíše průměrná. I v tomto případě lze tvrdit, že řádky s vyšší tloušťkou i výškou korelují s nižší rozkolísaností v porostu, což je možno vidět zejména u řádků Y, AC, AD. Oproti tomu se zde opět vyskytuje větší variační koeficient u řádků s nižšími růstovými schopnostmi jako například u řádků X, AF. Avšak všechny řádky této teorii neodpovídají. Nejvíce se tomu vymyká řádek AE, který se svou nadprůměrnou výškou a ještě větší nadprůměrnou tloušťkou je značně rozkolísán. To je způsobeno podprůměrným stromem AE38 s výškou 198 cm a hned vedle něj stromem AE39 s abnormální velikostí 529 cm. Spolu tyto stromy tvoří průměrný strom, nicméně značně rozkolísaly zmíněný řádek.

Tabulka 4: Výsledné hodnoty plochy 25 vypočtené dle vzorců (1, 5 a 6),

| | \bar{d} | směrodatná odchylka (d) | variační koeficient (d) | \bar{h} | směrodatná odchylka (h) | variační koeficient (h) |
|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| VW | 12,63 | 3,38 | 27 % | 329,25 | 66,87 | 20 % |
| X | 10,89 | 3,57 | 33 % | 303,20 | 96,64 | 32 % |
| Y | 14,62 | 2,64 | 18 % | 420,00 | 93,44 | 22 % |
| Z | 12,75 | 4,00 | 31 % | 363,60 | 114,73 | 32 % |
| Za | 13,30 | 3,16 | 24 % | 376,80 | 84,81 | 23 % |
| AA | 12,47 | 2,20 | 18 % | 364,40 | 72,30 | 20 % |
| AB | 13,03 | 2,36 | 18 % | 324,40 | 44,33 | 14 % |
| AC | 15,43 | 2,76 | 18 % | 384,80 | 81,98 | 21 % |
| AD | 15,42 | 3,57 | 23 % | 412,40 | 102,72 | 25 % |
| AE | 14,61 | 4,67 | 32 % | 370,60 | 110,30 | 30 % |
| AF | 12,97 | 5,07 | 39 % | 344,00 | 156,33 | 45 % |
| CELKEM | 13,48 | 3,76 | 28 % | 363,67 | 103,56 | 28 % |

I v tomto případě je zde částečně vyvrácena teorie, že nejvyšších výšek dosahují stromy, kde v jejich okolí některé stromy odumřely, a tím snížily konkurenci na dané ploše. Na této

ploše se nenachází ani jeden mrtvý strom. Jen na místě VW41 roste borovice piniová, která byla nejspíše omylem vysazena při založení zkusných ploch.

Pokud by v budoucnu podprůměrné nebo odumírající stromy odumřely, tak by se plocha 25 ještě více vzdálila v průměrných výškách a tloušťkách od ostatních ploch.

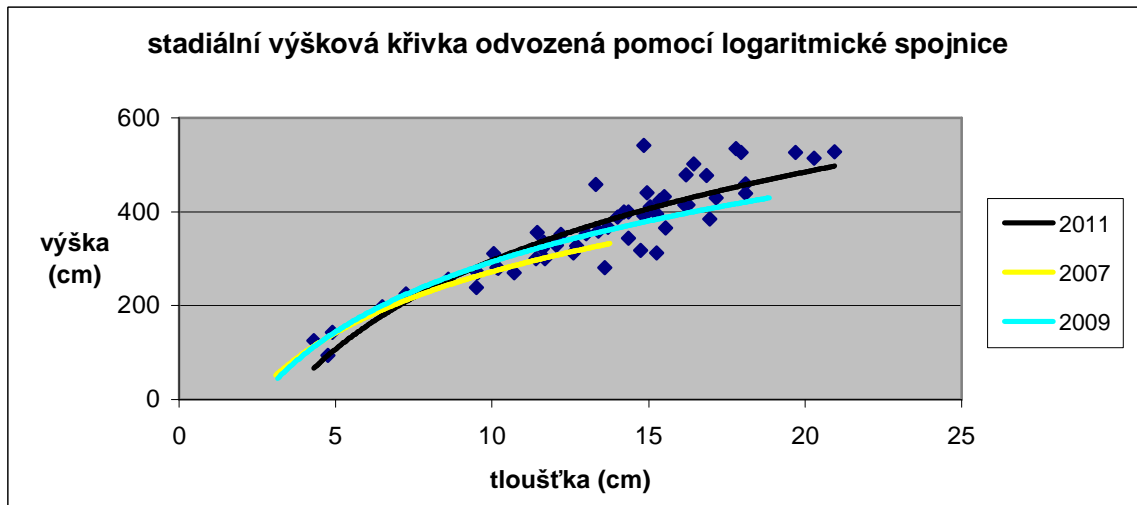
Absence mrtvých stromů má za důsledek větší zastoupení odumírajících stromů a zvyšuje rozkolísanost porostu. A právě absence mrtvých stromů, spolu s největším počtem stromů posledního potažmo předposledního výškového stupně, dělá z plochy 25 plochu s nejlepšími bonitními vlastnostmi, vynechá-li se možnost genetické rozdílnosti stromů na daných plochách.

| | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|----|----|----|----|----|----|
| VW | Q | Q | Q | Q | B |
| X | Q | Q | Q | Q | Q |
| Y | Q | Q | Q | Q | Q |
| Z | Q | Q | Q | Q | Q |
| Za | Q | Q | Q | Q | Q |
| AA | Q | Q | Q | Q | Q |
| AB | Q | Q | Q | Q | Q |
| AC | Q | Q | Q | Q | Q |
| AD | Q | Q | Q | Q | Q |
| AE | Q | Q | Q | Q | Q |
| AF | Q | Q | Q | Q | Q |

| mrtvý strom | M |
|---------------|---|
| h < 200 | |
| h = 201 - 325 | |
| h = 326 - 450 | |
| h > 451 | |

Obrázek 8 – Výškové rozdíly na ploše 25.

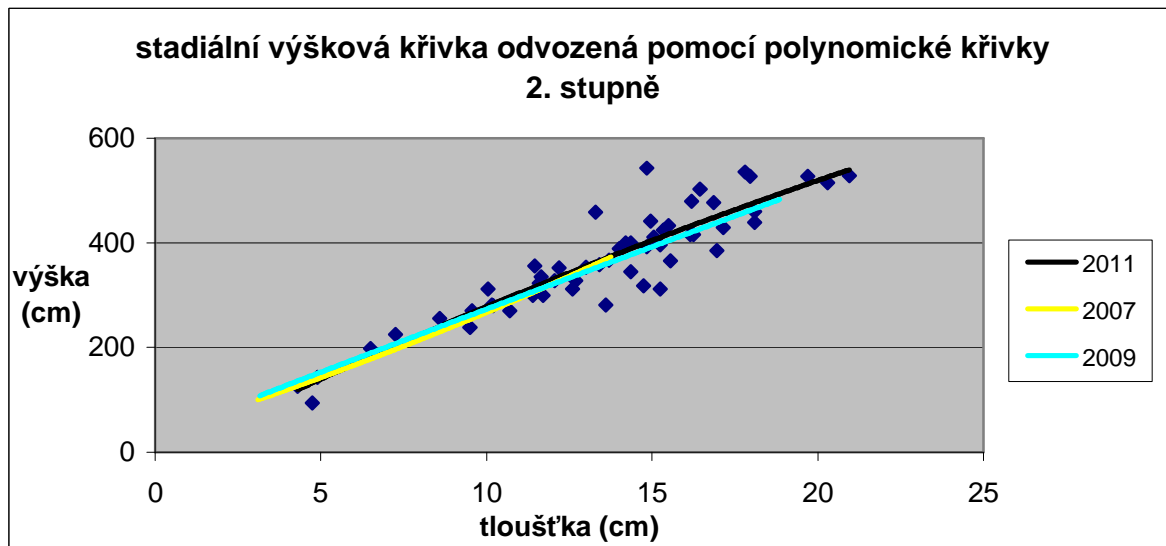
- **Logaritmická spojnice**



Graf 11 – Logaritmické spojnice trendu.

V tomto případě jsou parametry: $A = 271,93$; $B = -330$. Determinační koeficient činí **0,8145**.

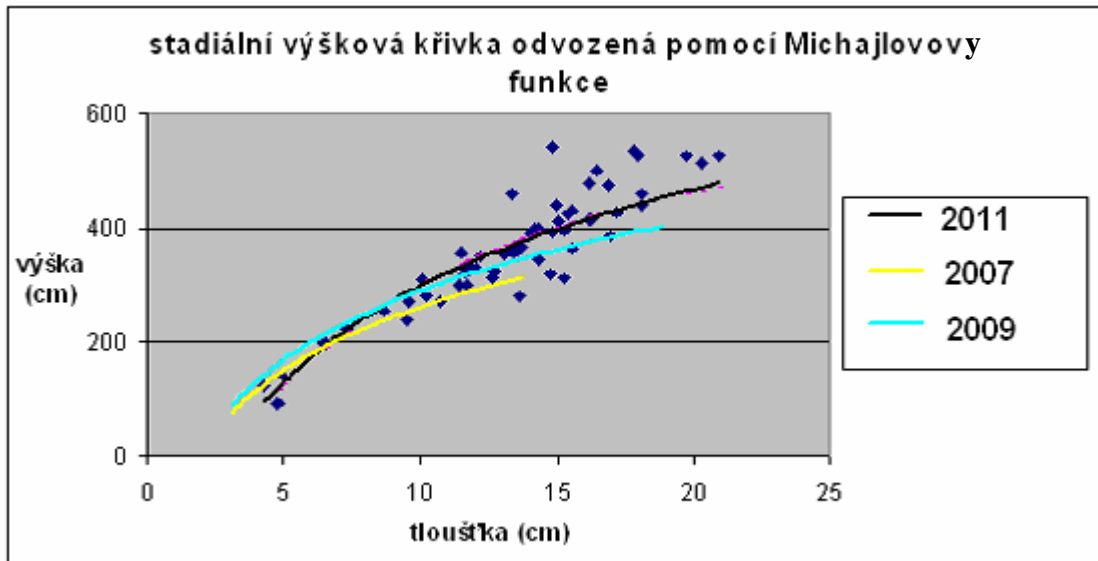
- **Polynomická křivka druhého stupně**



Graf 12 – Polynomické spojnice druhého stupně.

Pro tuto rovnici jsou hodnoty parametrů: $A = -0,2346$; $B = 31,126$; $C = -10,021$. Spolehlivost koeficientu determinace je **0,8417**.

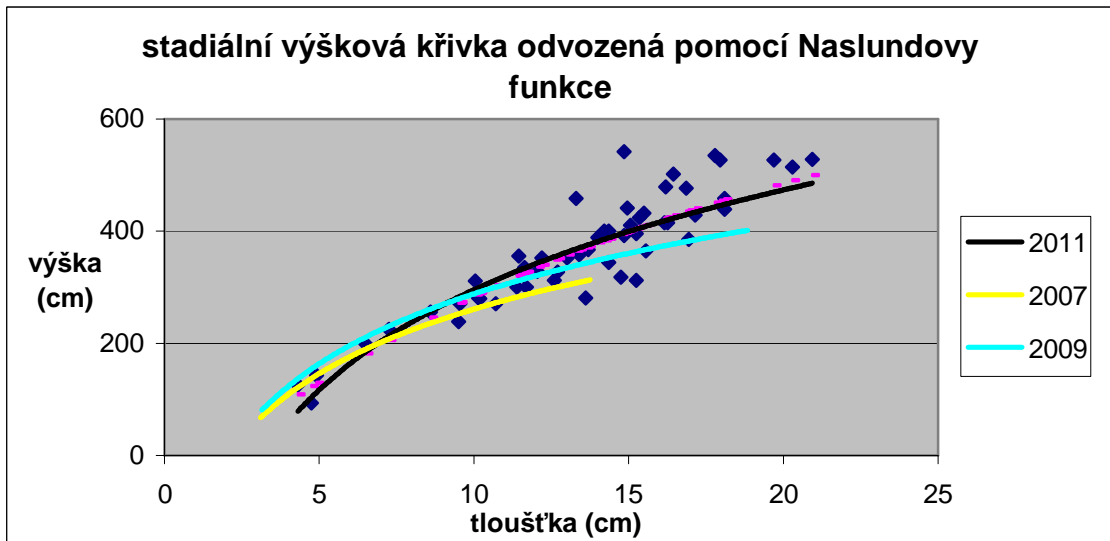
- Michajlovova funkce



Graf 13 – Michajlovovo vyrovnání výšek.

Po lineární regresi x, y jsou získány parametry: $a = 707,174$; $b = -8,56917$. Hodnota determinačního koeficientu je **0,8678**.

- Naslundova funkce



Graf 14 – Naslundovo vyrovnání výšek.

Parametry po lineární regresi x, y dosahují hodnot: $\ln(a) = 0,031453$; $b = 0,278215$. Determinační koeficient je **0,9016**.

- **Vyhodnocení determinačních koeficientů**

1. Naslundova funkce = **0,9016**
2. Michajlovova funkce = **0,8678**
3. Polynomická křivka 2. stupně = **0,8417**
4. Logaritmická spojnice = **0,8145**

Všechny použité funkce na ploše 25 vykazují vysoké hodnoty pravděpodobnosti. Přesto není ideální použít polynomickou křivku 2. stupně vzhledem k jejímu lineárnímu průběhu. Jako nejlepší funkce pro tuto plochu se zde jeví Naslundova funkce, která překonala i pomyslnou hranici 0,9 determinačního koeficientu. Dále lze použít Michajlovovu funkci a jako poslední možnost z použitelných křivek je užití logaritmické spojnice.

Celkově mají determinační koeficienty v průměru vysokou spolehlivost a společně s funkcemi na ploše 5 jsou řádově o desetinu věrohodnější než funkce použité na ploše 19. To je částečně způsobeno větším variačním koeficientem výšek a tloušťek ploch, kde je větší zastoupení ve více tloušťkových a výškových stupních, a proto se zde lépe prokládá zvolená spojnice.

5.5 Zhodnocení determinačních koeficientů

V níže uvedené tabulce lze vidět seřazené hodnoty determinačních koeficientů podle jejich hodnoty od nejvyšších po nejnižší, jsou barevně rozlišeny podle příslušné funkce. Vedle výsledků dosažených pro tuto diplomovou práci jsou pro porovnání použity výsledné hodnoty z let 2007 a 2009, které byly vypočítány v rámci bakalářské práce, jež této diplomové práci předcházela.

Vynechá-li se vzájemné porovnání jednotlivých funkcí, tak je patrný pozitivní trend zvyšování věrohodnosti křivek výškového vyrovnání. Za prvé to lze vyzorovat na nejvyšší hodnotě koeficientů determinace, kde v roce 2007 měl hodnotu 0,8036, poté v roce 2009 činil 0,8343, aby nakonec dosáhl v roce 2011 čísla 0,9016, což je už velice slibná hodnota pro vytvoření rovnice výškového vyrovnání. V druhém případě je zmíněná pozitivní změna ještě markantnější, když se v roce 2011 vyhnuly hodnoty determinačních koeficientů větším extrémům a s nejnižší hodnotou 0,7637 lze tvrdit, že všechny křivky by

se mohly reálně uplatnit pro výškové vyrovnání daných ploch ať už s větší či menší chybou.

Při pohledu na jednotlivé křivky je patrný mírný pokles polynomicke křivky 2. stupně. Nikoliv však v hodnotách, ale v pořadí pomyslného umístění nejvyšších hodnot, což je dáno zvýšením hodnot ostatních funkcí, zejména funkce Naslundovy, která se jeví jako nejlépe použitelná pro plochy měřené v roce 2011. Naopak nejméně vhodná by nejspíše byla Michajlovova funkce, ale je třeba zdůraznit, že se to jen týká porovnání s ostatními funkcemi, ale stále je tato funkce plně použitelná.

| 2007 | 2009 | 2011 |
|--------|--------|--------|
| 0,8036 | 0,8343 | 0,9016 |
| 0,7758 | 0,8337 | 0,8964 |
| 0,7489 | 0,8309 | 0,88 |
| 0,7475 | 0,8305 | 0,8678 |
| 0,7252 | 0,821 | 0,8607 |
| 0,721 | 0,8095 | 0,8553 |
| 0,7125 | 0,7986 | 0,8417 |
| 0,6969 | 0,7722 | 0,8145 |
| 0,6919 | 0,7624 | 0,7855 |
| 0,6714 | 0,6771 | 0,7712 |
| 0,6320 | 0,4125 | 0,769 |
| 0,6231 | 0,4053 | 0,7637 |

| | |
|--|------------------------------|
| | logaritmická spojnice |
| | polynomicke křivka 2. stupně |
| | Michajlovova funkce |
| | Naslundova funkce |

Obrázek 9 – Determinační koeficienty spojnic výškového vyrovnání

Následující tabulka uvádí, jak se měnily koeficienty determinace určitých funkcí na dané ploše v průběhu času. Z této tabulky lze jednoznačně usuzovat, že pro starší porost jsou funkce výškového vyrovnání přesnější.

Pouze ve čtyřech případech z čtyřadvaceti je hodnota determinačních koeficientů určitých funkcí nižší, než hodnota vypočítaná na datech o dva roky mladších. Navíc se tento pokles objevil vždy na ploše 19, která je nejvíce vyrovnaná a celkově má nižší věrohodnost. Navíc jsou v ní zahrnuty determinační koeficienty Michajlovovy a Naslundovy funkce z roku 2009, jež mají hodnotu 0,4, což je velmi nízká spolehlivost, a pro tvorbu výškových křivek by v tomto případě měly být vyřazeny.

Pouze jeden determinační koeficient stejné funkce na stejné ploše z roku 2011 je nižší než před dvěma roky, a to pouze o 0,0131, což je zanedbatelné číslo. V dospělém porostu by hodnoty determinačních koeficientů byly nejspíše ještě vyšší. Otázkou je, jak by je změnila pravidelná těžba korku, protože dospělé panenské korkové duby, natož celé porosty, lze v Portugalsku jen stěží najít.

Tabulka 5: Vývoj hodnot determinačních koeficientů.

| | | 2007 | rozdíl 07/09 | 2009 | rozdíl 09/11 | 2011 |
|-----------|------------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 5 | Logaritmická spojnice | 0,7758 | 0,0452 | 0,821 | 0,059 | 0,88 |
| | Polynomická křivka 2. stupně | 0,8036 | 0,0301 | 0,8337 | 0,0627 | 0,8964 |
| | Michajlovova funkce | 0,7125 | 0,1218 | 0,8343 | 0,021 | 0,8553 |
| | Naslundova funkce | 0,7252 | 0,0958 | 0,821 | 0,0397 | 0,8607 |
| 19 | Logaritmická spojnice | 0,721 | -0,0439 | 0,6771 | 0,0919 | 0,769 |
| | Polynomická křivka 2. stupně | 0,7489 | 0,0497 | 0,7986 | -0,0131 | 0,7855 |
| | Michajlovova funkce | 0,6231 | -0,2178 | 0,4053 | 0,3584 | 0,7637 |
| | Naslundova funkce | 0,632 | -0,2195 | 0,4125 | 0,3587 | 0,7712 |
| 25 | Logaritmická spojnice | 0,6969 | 0,0655 | 0,7624 | 0,0521 | 0,8145 |
| | Polynomická křivka 2. stupně | 0,7475 | 0,062 | 0,8095 | 0,0322 | 0,8417 |
| | Michajlovova funkce | 0,6714 | 0,1008 | 0,7722 | 0,0956 | 0,8678 |
| | Naslundova funkce | 0,7637 | 0,0672 | 0,8309 | 0,0707 | 0,9016 |

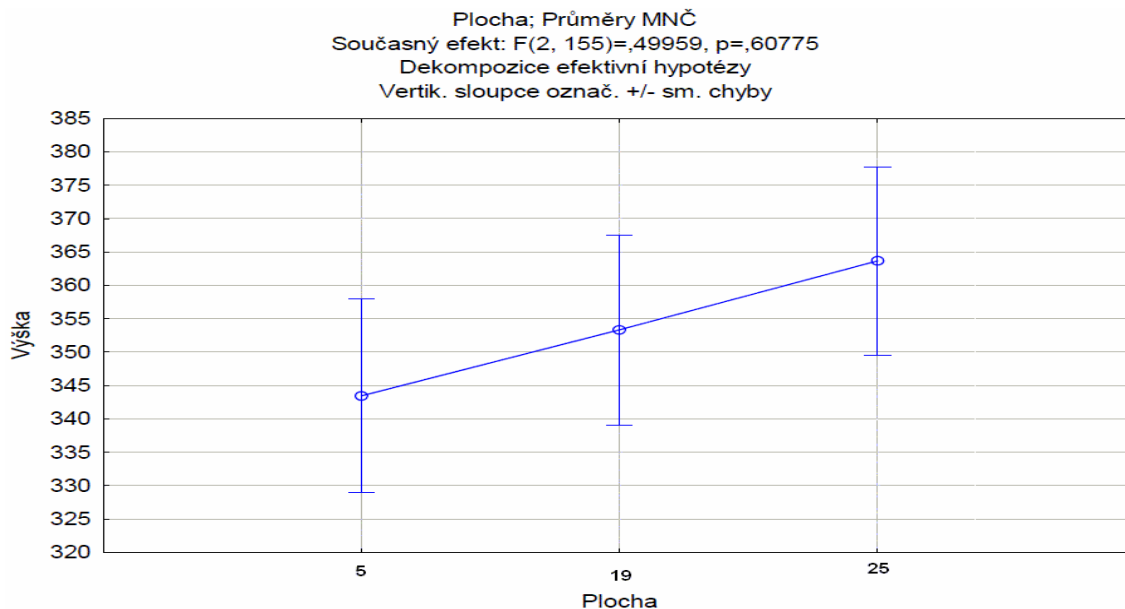
5.6 Test homogeneity

Na závěr byla testována hladina významnosti mezi jednotlivými plochami. Testovala se zde tzv. nulová hypotéza (zda jsou plochy navzájem homogenní) proti alternativní hypotéze (testované plochy jsou rozdílné). Nulová hypotéza se zamítá na pětiprocentní hladině významnosti, když neshoda mezi daty a nulovou hypotézou je tak velká, že může vzniknout náhodou jen v 5 %.

Homogenita ploch 5, 19 a 25 byla v prvním případě testována na základě výšky a ve druhém případě na základě tloušťky. Výpočty byly provedeny v softwarovém programu Statistika.

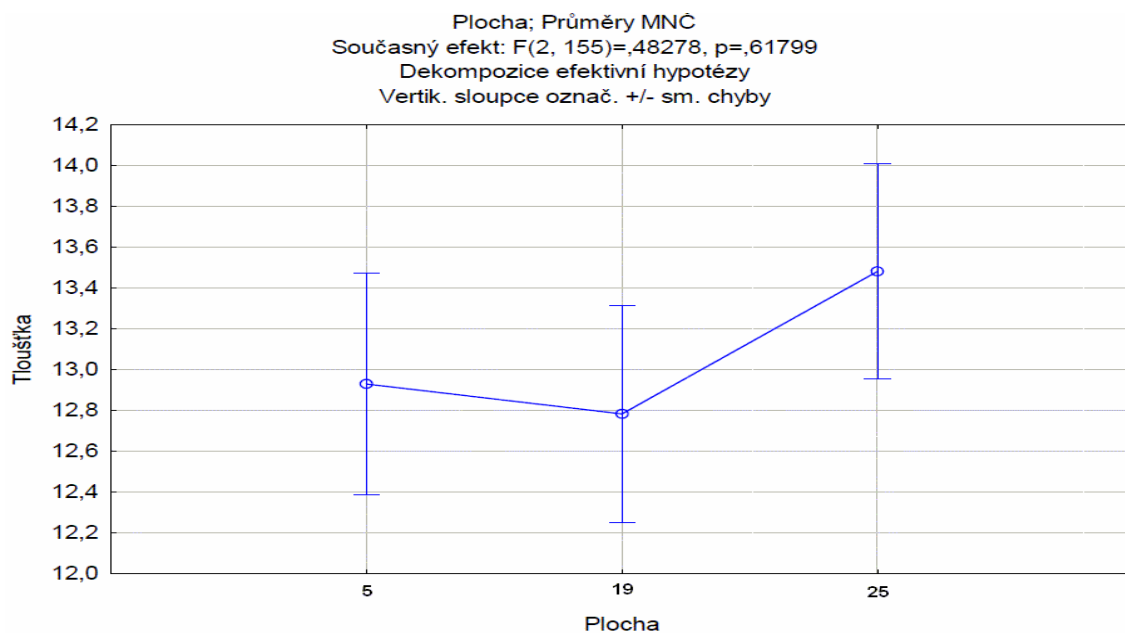
Na níže zmíněném grafu jsou vidět průměrné výšky všech tří ploch včetně jejich směrodatných chyb. Plochy by mezi sebou přestaly být homogenní, pokud by parametr p klesl po 0,05. V případě výšek má parametr p hodnotu 0,60775 a tudíž na hladině

významnosti 5 % je možno tvrdit, že všechny testované plochy jsou stejnorodé z hlediska výšek.



Graf 15 – Test homogenity na základě výšky.

Druhý graf je obdobný, avšak místo homogenity výšek se testovala stejnorodost tloušťek. Hodnota parametru p činí 0,61799 a i v případě tloušťek lze plochy považovat za homogenní.



Graf 16 – Test homogenity na základě tloušťky.

6 Přírůst

6.1 Oblast dat

Dalším cílem této práce je zjištění přírůstu korkového dubu. Znovu se vychází z dat naměřených v letech 2007, 2009 a 2011. Lze sledovat dvouleté přírůsty, a to v období 2007 – 2009 a 2009 – 2011 nebo přírůsty za čtyřleté v období 2007 – 2011. Přírůsty jsou sledovány na základě změny tloušťky, výšky a kruhové základny v určitém období. Tímto rozdělením je sledován přírůst tloušťkový, výškový a na kruhové základně.

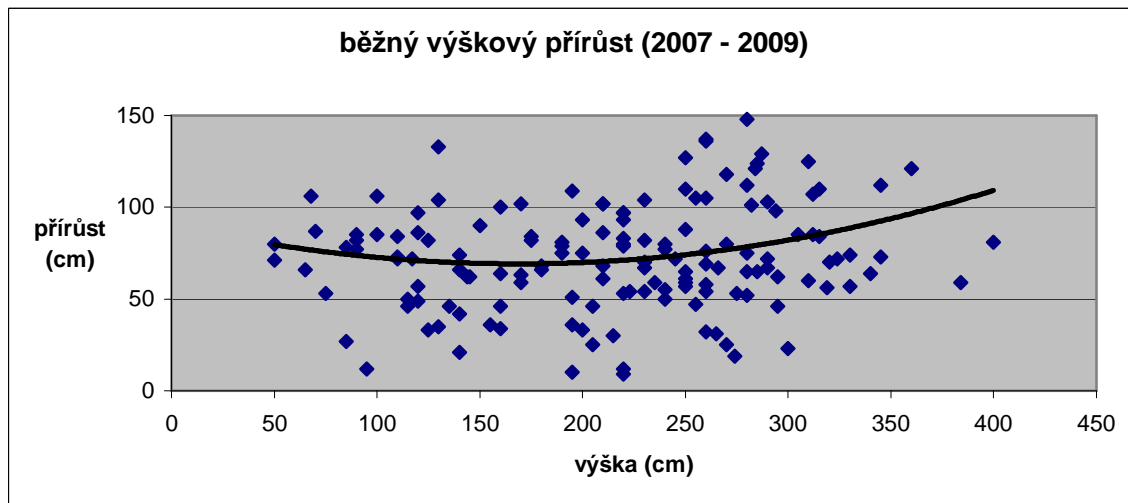
Přírůsty byly zjišťovány pomocí grafu, kde se na ose x vyskytuje daná veličina a na ose y je její běžný přírůst, případně relativní přírůst.

Pro každou plochu jsou vypočteny přírůsty z období 2007 – 2009; 2009 – 2011; 2007 – 2011, tudíž se $\Delta t = 2$ nebo se $\Delta t = 4$. Vzhledem k tomu, že se analyzují tři plochy, tak vznikne devět grafů. Vzhledem k tomu že se zjišťuje přírůst tří veličin (výška, tloušťka a kruhová základna), tak výstupem kompletní analýzy je sedmadvacet grafů, a to pouze pro běžný přírůst. Z tohoto důvodu jsou všechny tyto grafy uvedeny v přílohách (příloha č. 7 - 18) a v textu se rozebírají pouze dvouleté běžné přírůsty všech tří zkoumaných ploch dohromady, a to jak v období 2007 – 2009, tak i v letech 2009 – 2011 ($\Delta t = 2$). Tento postup je také proveden u relativního přírůstu měřeného k počáteční hodnotě sledovaného období (2007) a navíc je znázorněn čtyřletý přírůst vztahující se ke střední hodnotě měřeného období (2009). Vzniklé grafy jsou proloženy křivkou. Jako nejvhodnější se u běžného přírůstu projevila spojnice polynomické křivky 2. stupně, která vykazovala nejvyšší koeficienty determinace. Oproti tomu u přírůstu relativního vykazovala nejvyšší hodnoty spolehlivosti logaritmická křivka.

6.2 Běžný přírůst

6.2.1 Výškový přírůst

6.2.1.1 Výškový přírůst 2007 – 2009



Graf 17 – Závislost výšky a běžného přírůstu 2007 - 2009.

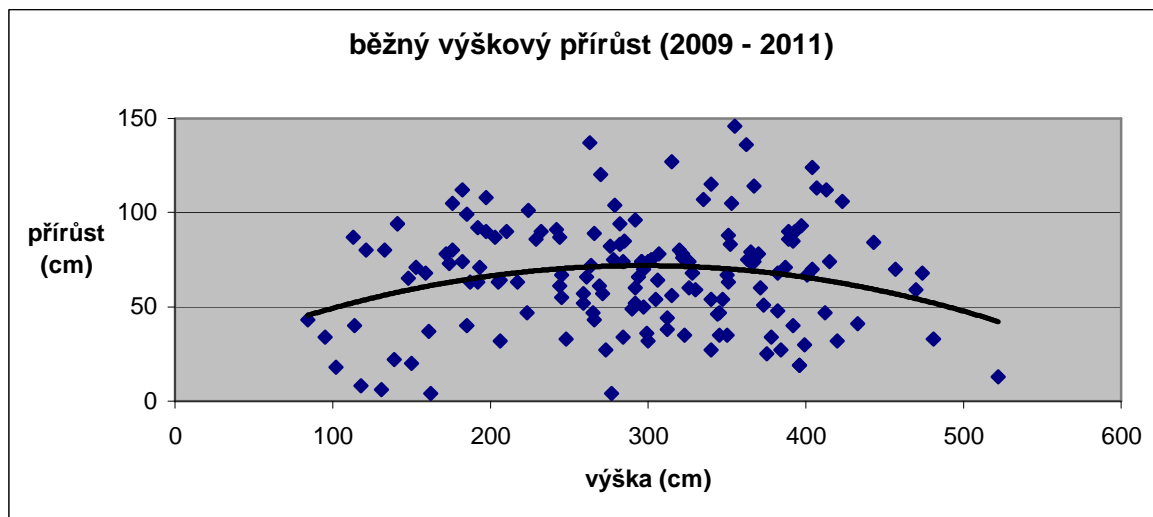
Na grafu je vidět závislost výšky korkových dubů na jejich běžné přírůstky. Jsou tu zahrnuty stromy ze všech tří zkusných ploch kromě několika výjimek. Nejprve bylo třeba z výpočtů a následné tvorby grafu odstranit stromy U12, V11, AA39, jež vykazovaly záporný přírůst. Ten by mohl nastat při odumírání nebo ohýbání stromu, ale v tomto případě je zaznamenána poznámka do měřičského archu a ta se zde nevyskytovala. U stromů U12 a V11 se s největší pravděpodobností jedná o měřičskou chybu buď v roce 2007 nebo v roce 2009. Strom AA39 má negativní hodnoty nejen v tomto případě, ale i při hodnocení dalších přírůstů. Pravděpodobně došlo k záměně s jiným stromem, anebo došlo k určité softwarové chybě, a data obdržená z Portugalska pro strom AA39 byla zaměněna s jiným stromem.

V období 2007 – 2009 se výškový přírůst korkového dubu na všech plochách pohyboval od 9 cm do 162 cm. Průměrně činil přírůst 73,8 cm a jeho směrodatná odchylka je 33,3 cm.

Z grafu nelze vyčíst žádnou závislost mezi výškou a jejím přírůstem. Křivka má takový charakter, že nepatrně více přirůstají stromy hodně vysoké nebo nízké oproti stromům průměrným. Avšak koeficient regrese s hodnotou 0,0477 pouze potvrzuje, že zde není žádná závislost. Výjimkou v tomto sledovaném období je plocha 5, kde je zřetelná

závislost mezi výškou a jejím běžným přírůstem. To dokládá také její koeficient determinace s hodnotou 0,5219 (příloha č. 7).

6.2.1.2 Výškový přírůst 2009 – 2011



Graf 18 – Závislost výšky a běžného přírůstu 2009 - 2011.

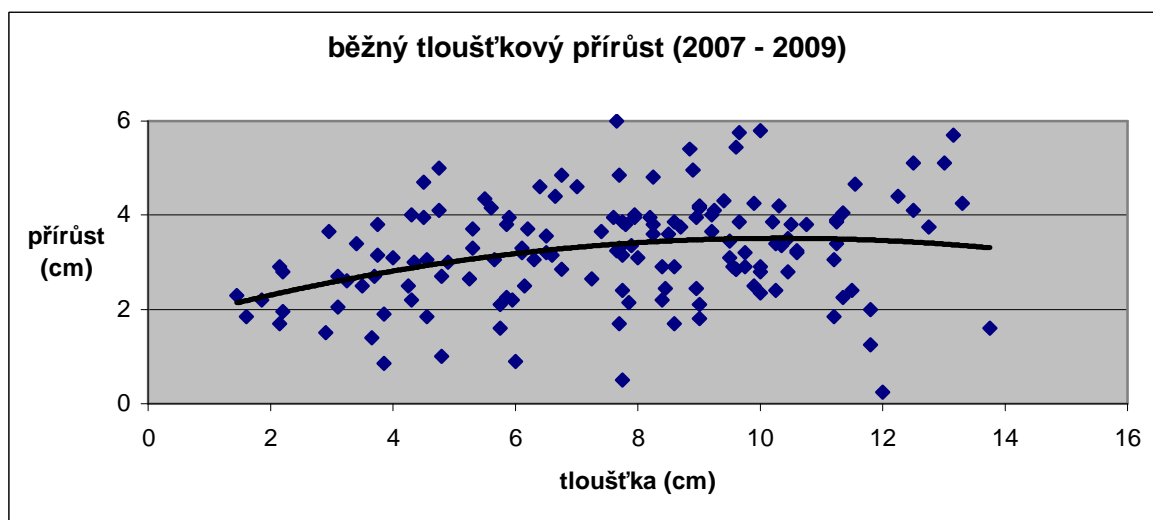
Graf znázorňuje výškový přírůst na stejných plochách, ale v období 2009 – 2011. I zde bylo třeba odstranit určité stromy s negativním výškovým přírůstem. Konkrétně se jedná o duby s označením Y39 a AF38. Rovněž v tomto případě nastala chyba v důsledku nepřesnosti při měření. Ačkoliv v tomto grafu neexistuje žádná závislost, tak je třeba odstranit nejextrémnější stromy, jež se v něm vyskytují. Tím je zde strom P11, který se svojí výškou 59 cm má přírůst 61 cm. Pro získání spolehlivější křivky pro proložení grafem bude z výpočtů a následného grafu také vyjmut.

Od roku 2009 do roku 2011 byl výškový přírůst v rozmezí od 8 cm do 148 cm. Průměrný přírůst měl hodnotu 65,8 cm a jeho směrodatná odchylka je 29,5 cm. Z toho vyplývá, že oproti minulému období se běžný přírůst mírně snižuje i vyrovnává.

Také v tomto případě nelze nalézt žádnou závislost. Změnou oproti minulému měření je, že nejvyšších přírůstů dosahují stromy průměrné výšky, zatímco nejvyšší stromy mají gradaci přírůstu za sebou, což také dokládá změna tvaru spojnice z konkávního na konvexní. Ovšem při hodnotě 0,0452 koeficientu regrese to nelze podložit žádným relevantním faktem.

6.2.2 Tloušťkový přírůst

6.2.2.1 Tloušťkový přírůst 2007 – 2009



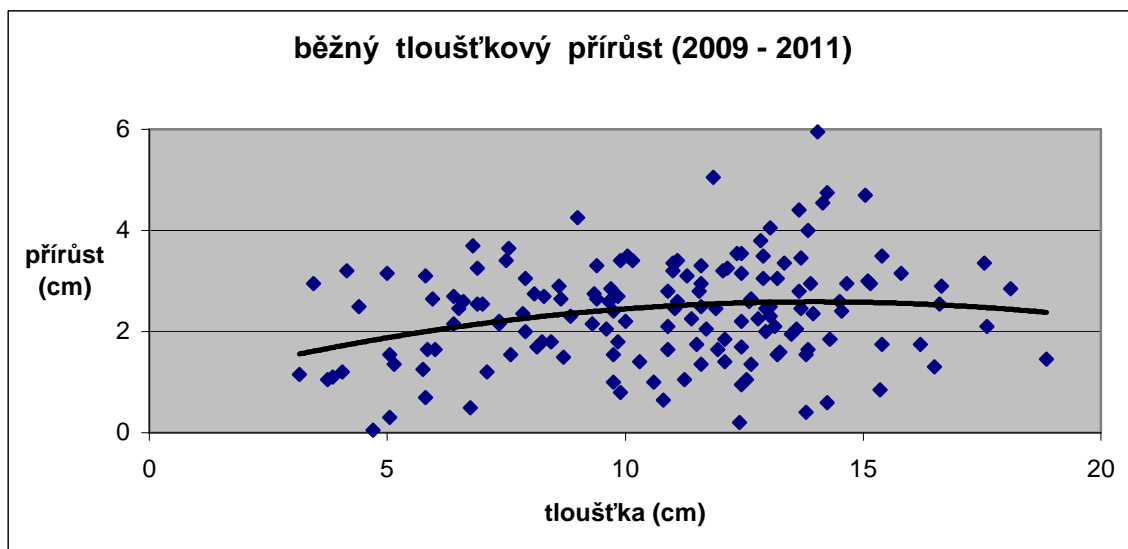
Graf 19 – Závislost tloušťky a běžného přírůstu 2007 - 2009.

V grafu je znázorněn tloušťkový přírůst a to v letech 2007 – 2009. Duby s negativním přírůstem byly opět vyřazeny. Stromy VW40, X40, AB38. Také zde byly dva duby, které ke své tloušťce z roku 2007 měly nepřírozený přírůst. Jedná se o duby s označením U11, Z26. Strom U11 měl tloušťku 5,75 cm a jeho dvouletý přírůst činil 6,35 cm. Dub Z26 s tloušťkou 5,2 cm a přírůstem 6,5 cm má obdobné hodnoty. Oba tyto jedinci s nereálnými hodnotami byly z výpočtů vyřazeny.

Ve sledovaném období byl tloušťkový přírůst v rozmezí od 0,25 cm do 6 cm. Průměrně se přírůst rovnal hodnotě 3,21 cm a měl směrodatnou odchylku 1,2 cm.

V porovnání s výškovými přírůsty jsou běžné přírůstky na tloušťce více spolehlivé. Avšak závislost mezi tloušťkou a přírůstem lze jen těžkou prokázat. To dokazuje i koeficient determinace jež je s hodnotou 0,0925 stále velice nízký, a tudíž nepoukazuje na žádnou závislost. Částečně je tato nezávislost způsobena několika nejsilnějšími duby, kteří v posledních dvou letech vykazovaly minimální přírůst. I po jejich odstranění se žádná závislost neprokázala, dokonce se koeficient determinace ještě více snížil.

6.2.2.2 Tloušťkový přírůst 2009 – 2011



Graf 20 – Závislost tloušťky a běžného přírůstu 2009 - 2011.

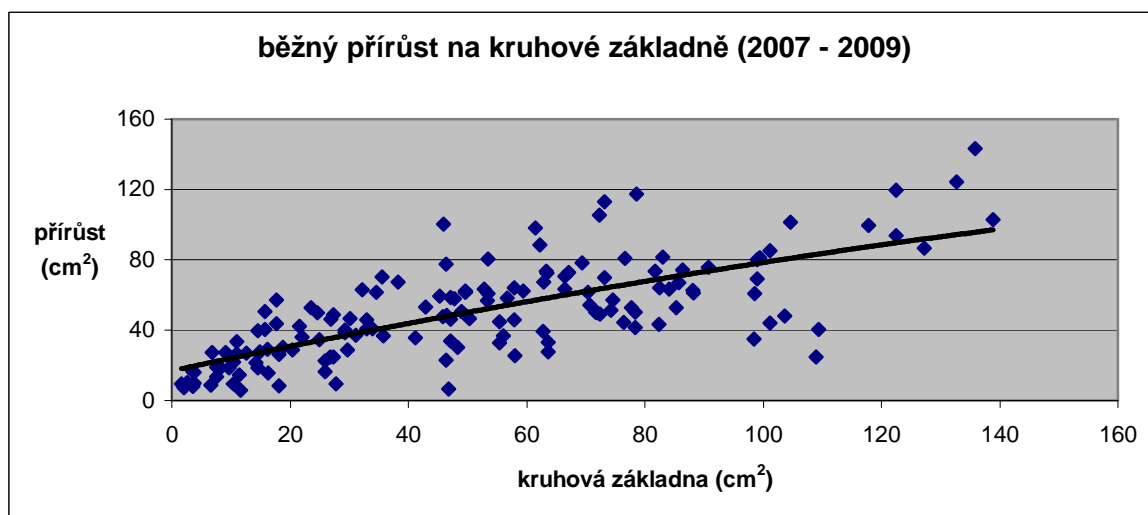
Pro tento tloušťkový přírůst bylo třeba vyřadit stromy V11, AA39, a to znovu kvůli negativnímu tloušťkovému přírůstu.

Přírůst na tloušťce se v letech 2009 – 2011 pohyboval rozmezí 0,05 cm – 5,95 cm. Průměrně přirostlo 2,36 cm se směrodatnou odchylkou 1,1 cm. Stejně jako v případě výškových přírůstů klesá hodnota průměrného přírůstu. To by poukazovalo, že porost má svojí růstovou gradaci za sebou. Jedná se však o hodně hrubý odhad. Tento argument by bylo třeba podložit měřeními z více let po sobě.

Také v tomto případě nepanuje žádná závislost, jež by se dala vyjádřit matematickou funkcí. Determinační koeficient 0,059 u polynomicke funkce 2. stupně je jednoznačným důkazem pro toto tvrzení. Výjimku zde znovu tvoří plocha 5, kde lze v letech 2007 - 2009 nalézt částečnou závislost s determinačním koeficientem kolem 0,27 (příloha č. 10).

6.2.3 Přírůst na kruhové základně

6.2.3.1 Přírůst na kruhové základně 2007 – 2009



Graf 21 – Závislost kruhové základny a běžného přírůstu 2007 - 2009.

Graf uvádí závislost kruhové základny a jejího přírůstu v letech 2007 – 2009. Vzhledem k tomu, že se při sběru dat měřily dvě tloušťky na sebe kolmé, tak se při výpočtu kruhové základny použily obě. Ta se vypočítala podle vzorce obsahu elipsy, tzn. vynásobení poloměrů a Ludolfova čísla.

$$S = r_1 * r_2 * \pi. \quad (28)$$

r_1 = poloměr tloušťky č. 1 (cm)

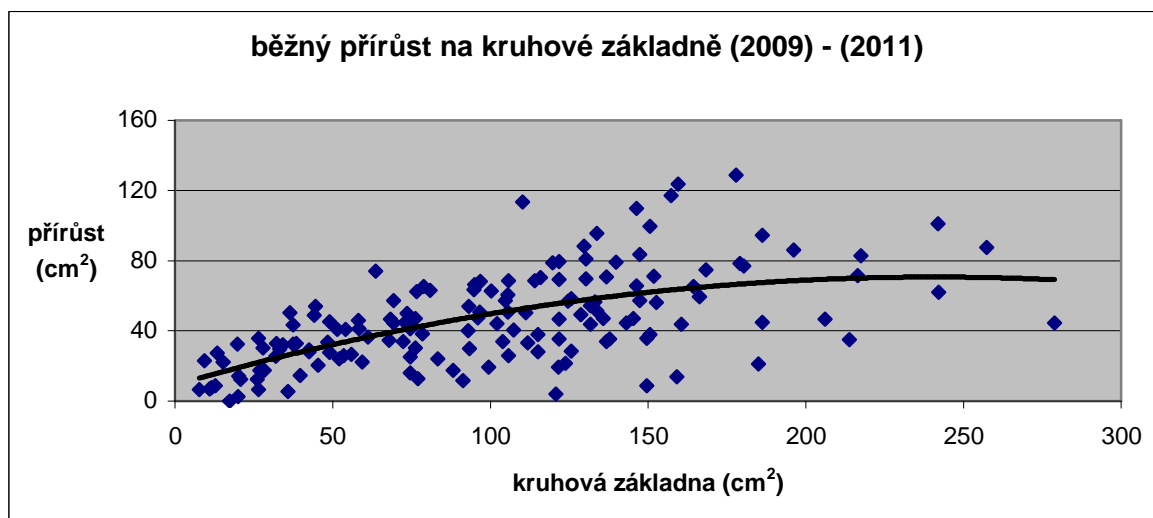
r_2 = poloměr tloušťky č. 2 (cm)

I v tomto případě bylo třeba z výpočtů vynechat stromy s negativním přírůstem. Ty byly samozřejmě stejné jako vyškrtnuté stromy v případě tloušťkového přírůstu, tj. stromy VW40, X40, AB38. Dále byly z výpočtů odebrány duby, jež svým extrémně nízkým nebo vysokým přírůstem v rámci svojí kruhové základny, a kazily závislost kruhové základny a jejího běžného přírůstu. Mezi tyto stromy patří U11 (tloušťka 25,92 cm; přírůst 89,04 cm), Z26 (tloušťka 20,11 cm; přírůst 87,21 cm), Za37, (tloušťka 148,44 cm; přírůst 36,52 cm), AA39 (tloušťka 113,1 cm; přírůst 4,52 cm). Odstraněním těchto čtyř stromů se determinační koeficient zvednul cca o 0,1. To je pro zajímavost přibližně hodnota celkového koeficientu determinace v závislosti na tloušťce a jejím přírůstu.

Minimální přírůst na kruhové základně činil $5,69 \text{ cm}^2$ a maximální měl hodnotu $143,12 \text{ cm}^2$. Průměrný přírůst byl $49,85 \text{ cm}^2$ se směrodatnou odchylkou $27,3 \text{ cm}^2$.

Na první pohled je zřejmé, že oproti předchozím grafům, lze na grafu přírůstu na kruhové základně nalézt určitou závislost. To také potvrzuje determinační koeficient s hodnotou $0,5384$, což je přibližně pětinašobek koeficientu determinace u tloušťkových přírůstů a dokonce desetinásobek u výškových přírůstů.

6.2.3.2 Přírůst na kruhové základně 2009 – 2011



Graf 22 – Závislost kruhové základny a běžného přírůstu 2009 – 2011.

Také zde jsou stromy s negativním přírůstem kruhové základny stejné jako u přírůstu tloušťkového, tzn. V11, AA39. Navíc byl vyřazen strom R15 s kruhovou základnou $155,04 \text{ cm}^2$ a přírůstem 159 cm^2 .

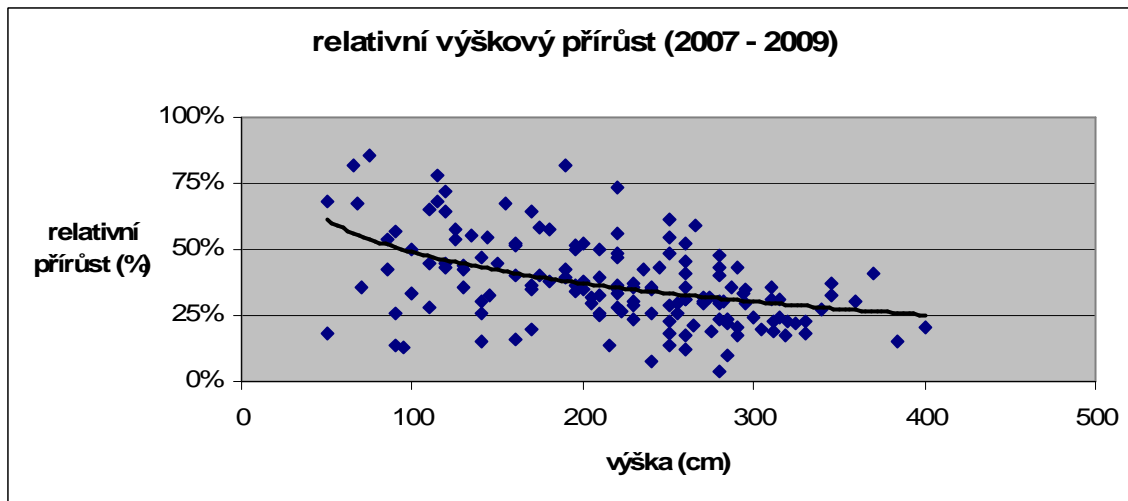
Přírůsty se pohybovaly v rozmezí od $0,2 \text{ cm}^2$ do $128,6 \text{ cm}^2$. Průměrný přírůst měl hodnotu $46,31 \text{ cm}^2$ se směrodatnou odchylkou $26,3 \text{ cm}^2$, což jsou přibližně stejné hodnoty jako v předchozích dvou letech.

I zde je patrná určitá závislost. Obecně se dá tvrdit, že strom s větší kruhovou základnou má i větší její přírůst. Koeficient determinace je $0,3679$, což není reprezentativní číslo, ale v porovnání se závislostmi přírůstu na tloušťce nebo výšce je několikanásobně hodnověrnější. Při porovnání jednotlivých ploch lze opět nejvyšší závislost nalézt na ploše 5 (příloha č. 13).

6.3 Relativní přírůst

6.3.1 Výškový přírůst

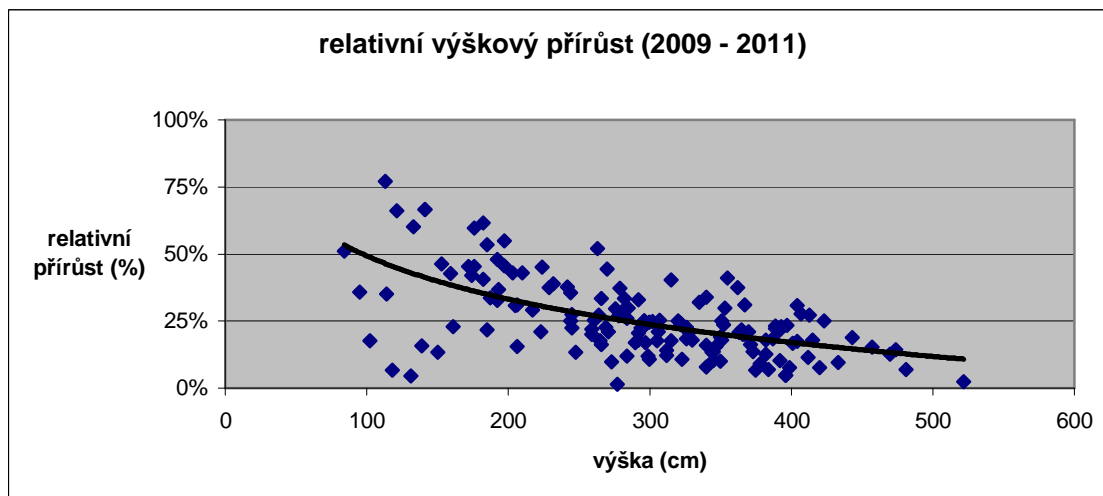
6.3.1.1 Výškový přírůst 2007 – 2009



Graf 23 – Závislost výšky a jejího relativního přírůstu 2007 – 2009.

S hodnotou koeficientu determinace 0,2064 je zřejmé, že u relativního výškového přírůstu panuje sice malá, ale oproti běžnému výškovému přírůstu alespoň částečná závislost mezi výškou a přírůstem. Potvrzuje se předpoklad, že nejmenší výšky stromů by měly dosahovat nejvyšších relativních přírůstů. Maximální přírůst dosahuje 85 % své výšky a průměrně stromy vyrostly o 37 %.

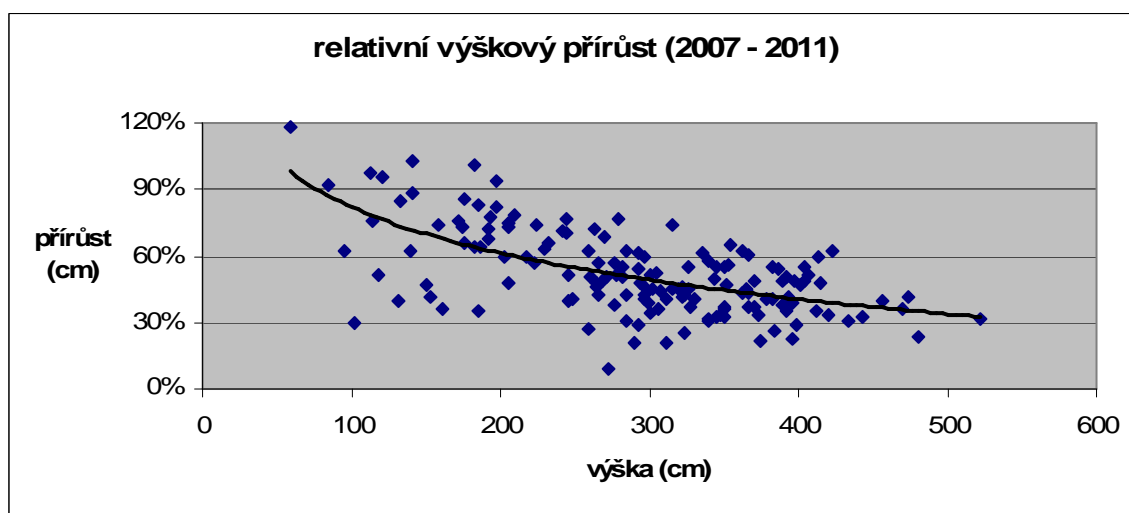
6.3.1.2 Výškový přírůst 2009 – 2011



Graf 24 – Závislost výšky a jejího relativního přírůstu 2009 – 2011.

Zde je závislost mezi výškou a relativní přírůstem více průkaznější než v předchozím případě a determinální koeficient logaritmické křivky dosahující hodnoty 0,3484 se již blíží k hodnotám potvrzující toto tvrzení. S maximálním relativním přírůstem 77 % a průměrným přírůstem 26 % se také potvrzuje, že s přibývajícím věkem a výškou by měly hodnoty relativních přírůstů klesat.

6.3.1.3 Výškový přírůst 2007 – 2011



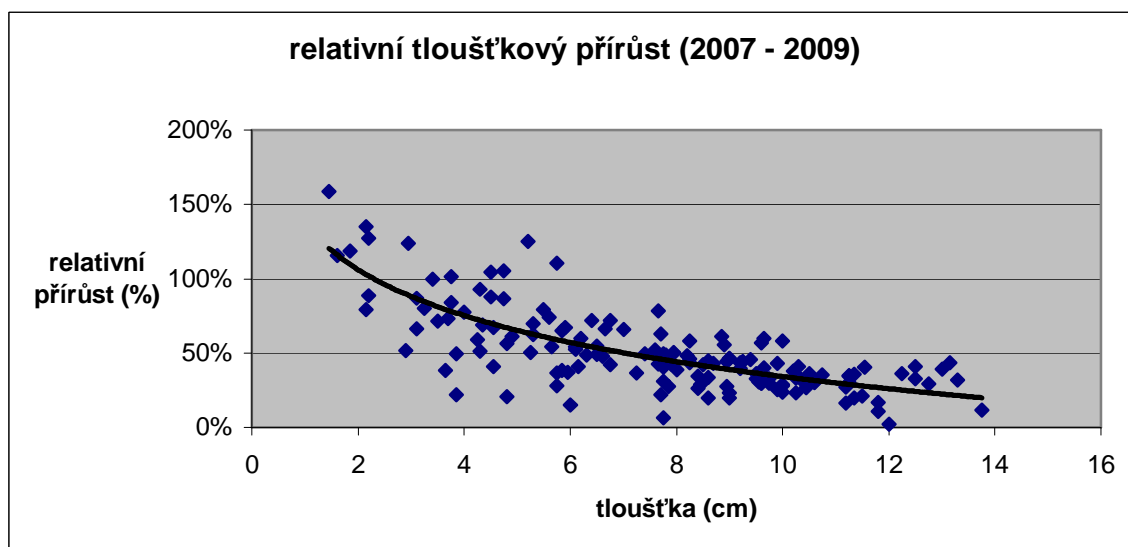
Graf 25 – Závislost výšky a jejího relativního přírůstu 2007 – 2011.

Relativní přírůsty s $\Delta t = 4$ byly vztaženy ke střední hodnotě měřeného období (2009). Z hlediska závislosti výšek a jejich přírůstů dosahuje tento čtyřletý přírůst nejvyšších hodnot, a to s koeficientem determinace 0,3791. Zajímavé je, že nejvyšší spolehlivost mají všechny tři plochy dohromady, než když se hodnotí závislost na každé zvlášť (příloha č. 16). Výjimkou, kde nelze vidět žádnou závislost mezi výškou a přírůstem, je plocha 19 s hodnotou determinálního koeficientu 0,0912.

Za čtyřleté období v několika případech přesahuje přírůst hranici 100% s maximem v 119 %. Průměrný přírůst je také vyšší, a to 52 % ačkoliv jsou hodnoty směřovány ke středu hodnocené periody.

6.3.2 Tloušťkový přírůst

6.3.2.1 Tloušťkový přírůst 2007 – 2009

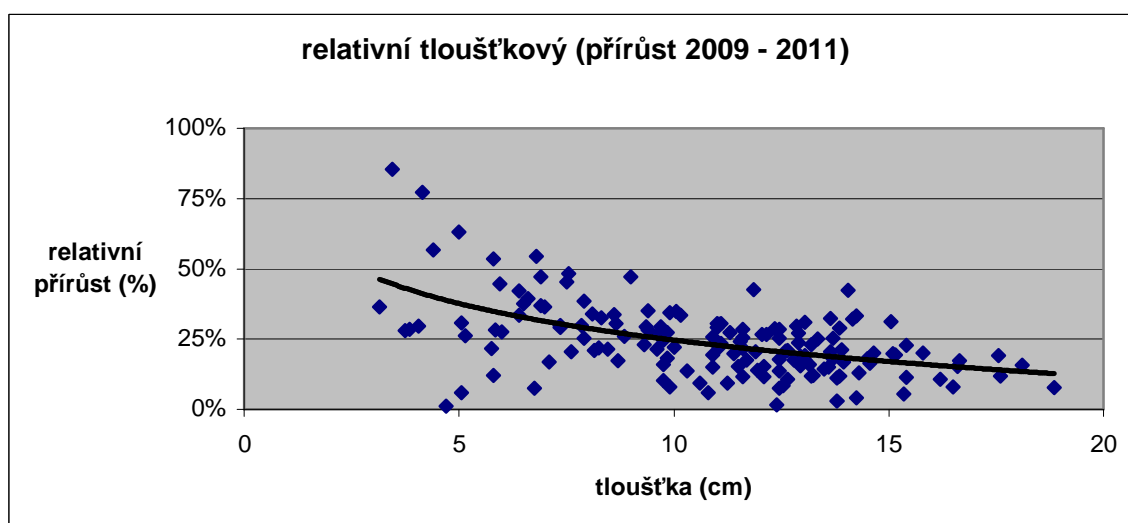


Graf 26 – Závislost tloušťky a jejího relativního přírůstu 2007 – 2009.

Pokud bylo v případě závislosti výšky a jejího relativního přírůstu uvedeno, že tam existuje určitá závislost, tak v tomto případě je to zřejmé již při pohledu na graf závislosti tloušťky a relativního přírůstu. Koeficient determinace s hodnotou 0,5876 je pro tento případ více než dostačující.

Maximální přírůst byl 159 % a průměrně přirostl o 49 % své tloušťky za dva roky.

6.3.2.2 Tloušťkový přírůst 2009 – 2011

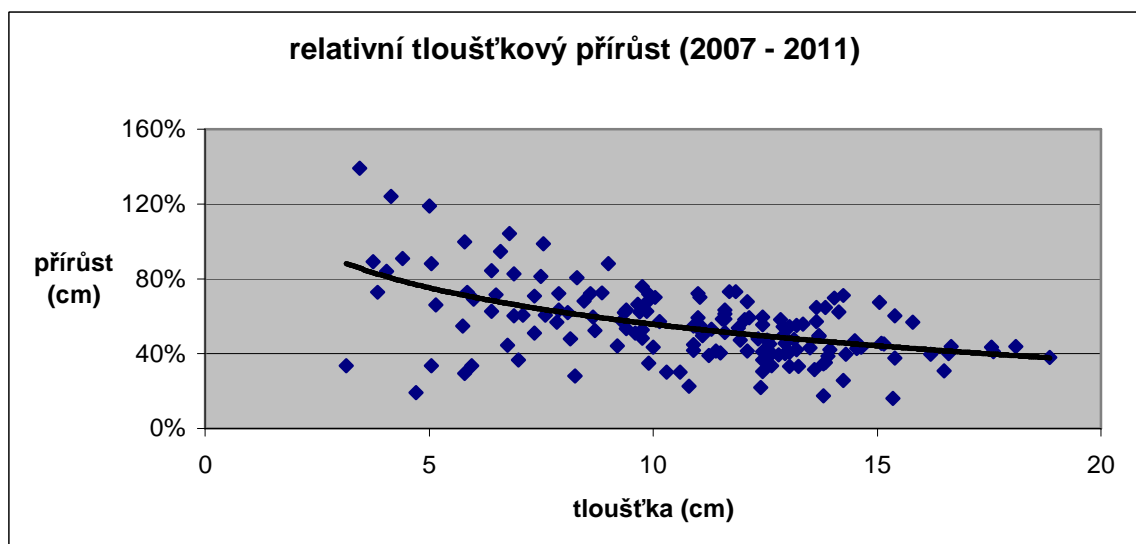


Graf 27 – Závislost tloušťky a jejího relativního přírůstu 2009 – 2011.

Na stejných plochách, v periodě posunutě o dva roky, se závislost mezi tloušťkou a relativním přírůstem zmenšila, ačkoliv je stále patrná. To také prokazuje determinační hodnota 0,2849.

Maximální přírůst činil 86 % své tloušťky, což je téměř o polovinu menší číslo než v případě přírůstů z let 2007 - 2009. Také průměrný přírůst s hodnotou 24 % je značně nižší. Tímto se zde ještě jasněji než v případě výškových přírůstů potvrzuje předpoklad, že se stoupajícím věkem a hodnotou dendrometrické veličiny (v tomto případě tloušťky) se procento relativního přírůstu značně snižuje.

6.3.2.3 Tloušťkový přírůst 2007 – 2011



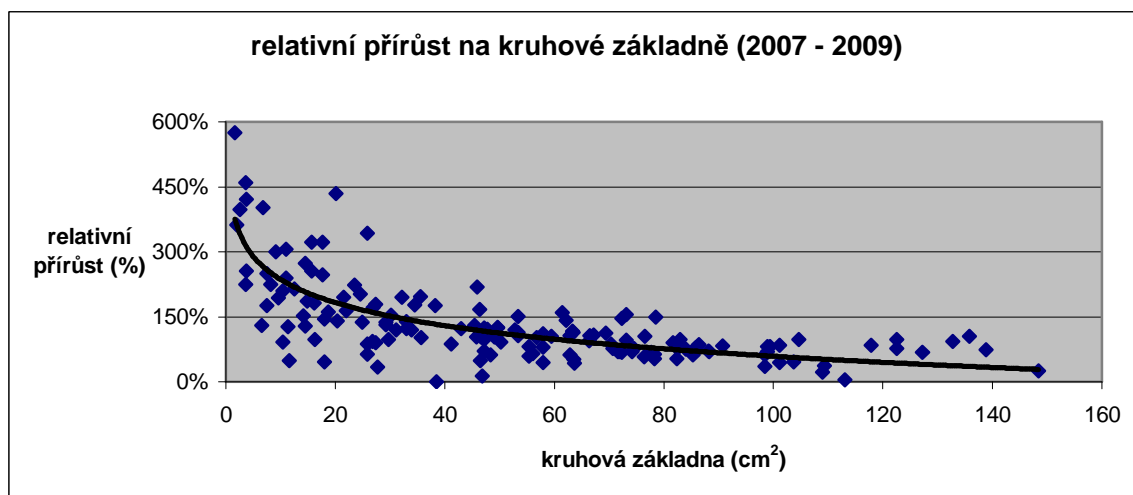
Graf 28 – Závislost výšky a jejího relativního přírůstu 2007 – 2011.

V případě výšek a relativních přírůstů byla zpozorována nejvyšší závislost právě na čtyřletých přírostech vztahujících se ke středu periody. V případě tloušťek je tomu právě naopak a lze sledovat závislost s determinací 0,2738. To není jediný kontrast s výškami a jejich relativními přírůstky. U výšek byla plocha 19 hodnocena jako jediná, kde se neprojevila žádná závislost. Ale v případě tloušťek právě tato plocha vykazuje nejvyšší hodnoty spolehlivosti a s hodnotou determinace 0,5115 má jasnou závislost mezi tloušťkami a jejich relativními přírůstky. Naopak zcela bez závislosti je v tomto případě plocha 25 s determinačním koeficientem 0,0503 (příloha č. 17).

Průměrný přírůst činil 55 % a jedinec s maximální hodnotou přírůstu se zvětšil o 139 % své výšky.

6.3.3 Přírůst na kruhové základně

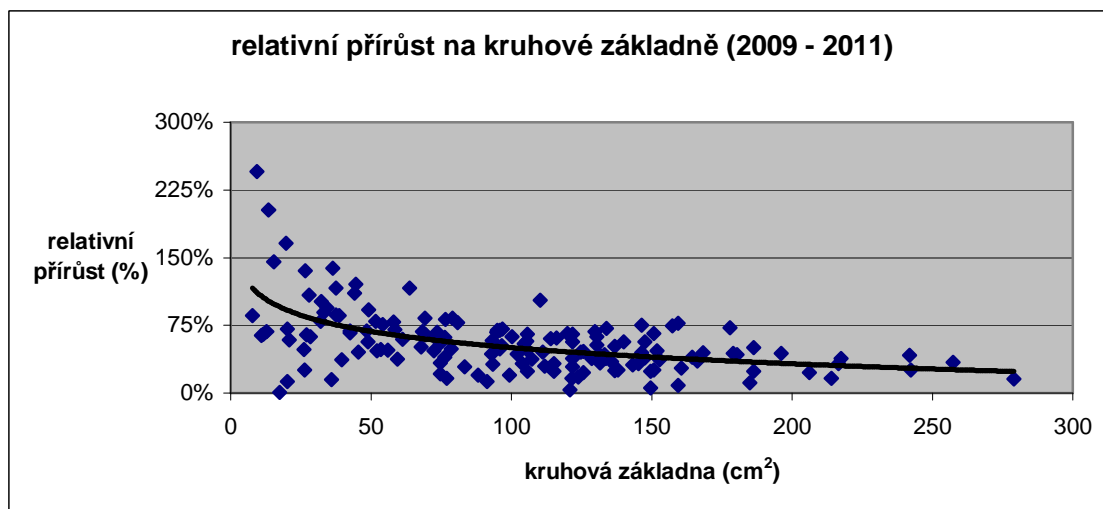
6.3.3.1 Přírůst na kruhové základně 2007 – 2009



Graf 29 – Závislost kruhové základny a jejího relativního přírůstu 2007 – 2009.

Hodnoty vztažené k výpočtu kruhové základny vycházejí z výpočtu průměrných tloušťek, nebo se jim alespoň hodně přibližují. Proto by měly být obdobné s výsledky ohledně závislosti tloušťek. A tak je tomu i v tomto případě, kde je závislost zřejmá při pohledu na graf a determinační koeficient s hodnotou 0,5805 se také velmi přibližuje závislosti tloušťek na relativním přírůstu v letech 2007 – 2009. Průměrně se kruhová základna zvětšila v tomto období o 132 % a maximální přírůst činil 575 %.

6.3.3.2 Přírůst na kruhové základně 2009 – 2011

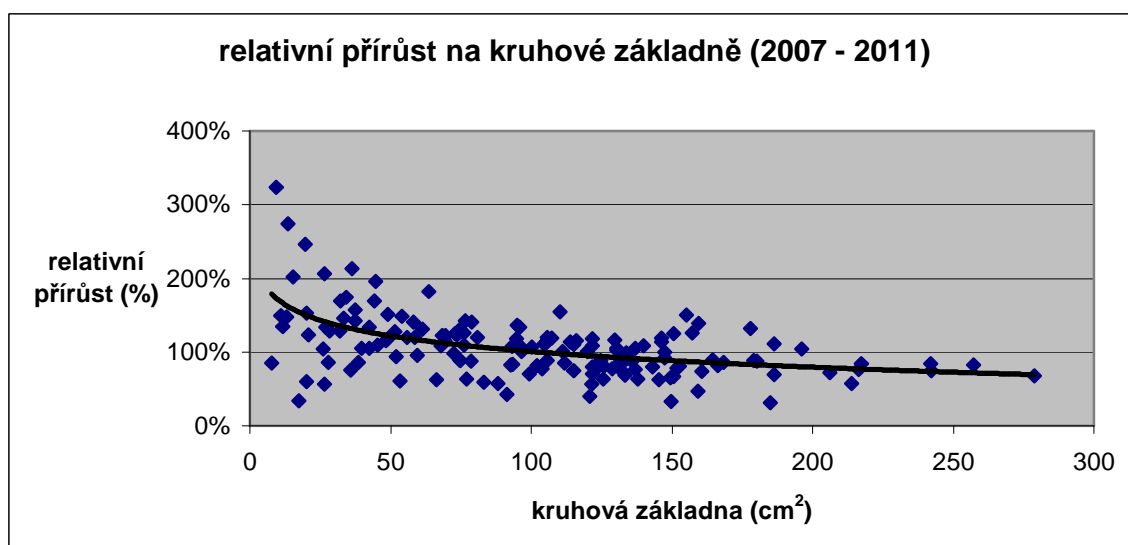


Graf 30 – Závislost kruhové základny a jejího relativního přírůstu 2009 – 2011.

Stejně jako v případě tloušťek ve stejném období, tak i v tomto případě poklesnul determinační koeficient, a to na hodnotu 0,3062.

Maximální přírůst činil 246 % a průměrný byl 55 %. Je vidět, že s přibývajícím věkem a dendrometrickou veličinou se relativní přírůst zmenšuje. Obzvláště u závislosti mezi kruhovou základnou a relativním přírůstem v roce 2007 - 2009 dostává křivka obecně platný tvar, kde má své maximum v minimální kruhové základně a s přibývajícím kruhovou základnou začíná prudce klesat až se nakonec blíží asymptoticky k nule.

6.3.3.3 Přírůst na kruhové základně 2007 – 2011



Graf 31 – Závislost kruhové základny a jejího relativního přírůstu 2007 – 2011.

Také v případě čtyřletých relativních přírůstů korelují hodnoty spolehlivosti v porovnání mezi kruhovou základnou a tloušťkou. Zde činí hodnota koeficientů determinace 0,2861. Výsledky při hodnocení jednotlivých ploch jsou si velice podobné. Stejně jako v případě tloušťky, tak i v případě kruhové základny, má plocha 19 velkou závislost na jejím relativní přírůstu, a to 0,5041 a opět má plocha 25 mizivé spojení mezi její kruhovou základnou a relativním přírůstem s determinačním koeficientem 0,1184 (příloha č. 18). Průměrně všechny plochy za čtyři roky přirostly o 106 % a maximálního přírůstu dosáhl dub, jež zvětšil svojí kruhovou základnu o 324 %.

6.4 Zhodnocení přírůstů

V případě běžných přírůstů na tloušťce nebo výšce se nepodařilo prokázat žádnou závislost. To neplatí u kruhové základny, kde se závislost mezi jejím přírůstem dá doložit funkcí s relativně použitelným determinačním koeficientem kolem 0,4. Není to potvrzení závislosti jako například u tvorby křivek výškového vyrovnání vytvořené v této práci, ale určitá závislost se zde může předpokládat. Výjimkou, kde lze pozorovat alespoň částečnou závislost mezi běžným přírůstem a jakoukoliv dendrometrickou veličinou, je plocha 5. Proto by mohla být vybrána jako reprezentativní plocha pro další pozorování.

Nízké determinační koeficienty u běžných přírůstů jsou částečně způsobeny vysokým množstvím extrémních jedinců s malou tloušťkou potažmo výškou nebo kruhovou základnou a zároveň s nepřírozně obrovským přírůstem k této veličině. Opačným případem jsou stromy vysoké či stromy s nadprůměrnou tloušťkou a zároveň se stagnujícím přírůstem. V tomto případě není možné odstranit tyto jedince jako extrémní hodnoty, neboť jejich počet je tak vysoký, že by výsledek ztratil jakoukoliv relevantní hodnotu.

Mnohem lépe vyšlo hodnocení závislostí pomocí relativního přírůstu, kde vykryštovala závislost mezi dendrometrickými veličinami a jejich relativním přírůstem. Hodnoty koeficientů determinace se pohybují v rozmezí přibližně od 0,2 do 0,6. Tím se podařilo prokázat alespoň minimální závislost u všech zkoumaných veličin a jejich relativním přírůstem. Pro všechny křivky platí, že maximum na ose y mají v nejnižších hodnotách dané dendrometrické veličiny a s jejich růstem křivka klesá. Zároveň je křivka konvexní vůči ose x .

7 Korfova růstová funkce

Pro využití Korfovy růstové funkce byly z každé plochy vybrány tři stromy podle středního kmene. Ten byl posouzen na základě průměrné kruhové základny jež měla hodnotu 146,8 cm. Tím se zvolily stromy, které se této hodnotě blížily nejvíce. Z plochy 5 se vybraly stromy U11, U12, W11, na ploše 19 se jedná o duby s označením Y26, Za27, AC27 a plochu 25 zastupují X41, Za39, AC40.

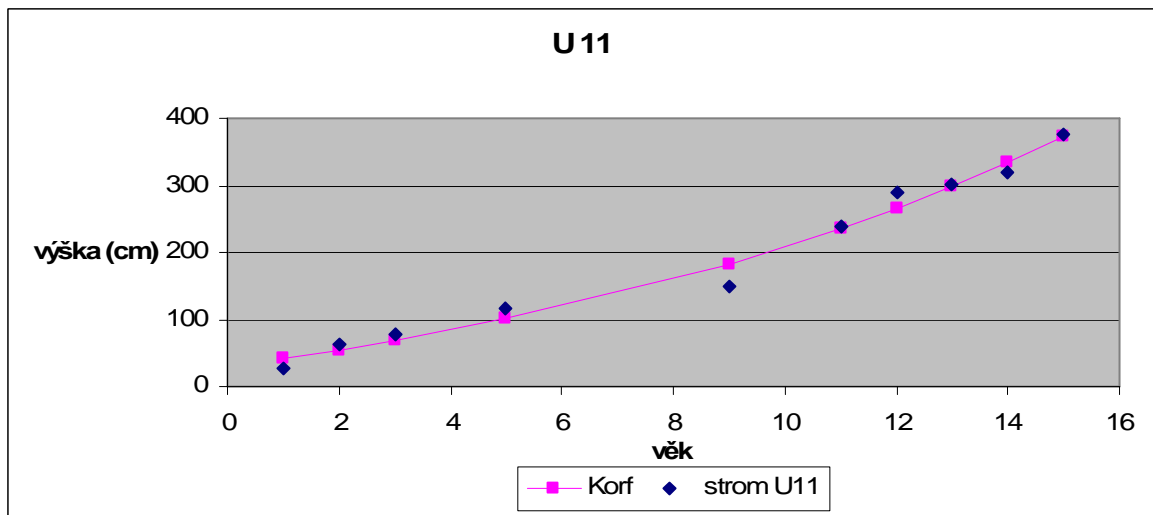
Po zvolení daných stromů jsem z Univerzity v Evoře obdržel data, která byla naměřena od založení porostu do roku 2011.

Tabulka 6: Výšky vybraných stromů ve všech letech měření.

| | věk | U 11 | U 12 | W 11 | Y 26 | X 41 | Za 27 | Za 39 | AC 27 | AC 40 |
|------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1997 | 1 | 26 | 30 | 20 | 4 | 9 | 14 | 9 | 16 | 2 |
| 1998 | 2 | 63 | 72 | 43 | 21 | 23 | 24 | 55 | 34 | 45 |
| 1999 | 3 | 77 | 83 | 60 | 48 | 59 | 37 | 63 | 78 | 69 |
| 2001 | 5 | 115 | 109 | 77 | 82 | 101 | 59 | 105 | 106 | 122 |
| 2005 | 9 | 150 | 170 | 170 | 145 | 135 | 112 | 180 | 120 | 110 |
| 2007 | 11 | 240 | 280 | 220 | 230 | 220 | 210 | 260 | 210 | 180 |
| 2008 | 12 | 291 | 327 | 275 | 280 | 280 | 253 | 330 | 260 | 228 |
| 2009 | 13 | 302 | 365 | 282 | 315 | 323 | 292 | 340 | 263 | 248 |
| 2010 | 14 | 318 | 372 | 315 | 308 | 345 | 319 | 349 | 308 | 265 |
| 2011 | 15 | 377 | 444 | 376 | 371 | 358 | 388 | 455 | 400 | 281 |

V uvedené tabulce jsou všechny naměřené hodnoty výšek, které kdy byly zaznamenány na zkušných plochách v Evoře. Problém nastává u stromu Y26, kde byl zaznamenán negativní přírůst v letech 2009 – 2010. Stejná situace je také u dubu AC40, a to v období 2001 – 2005. Tyto chyby byly odstraněny interpolací negativních přírůstků.

Dále byly pomocí všech výšek a věků k nim náležitým vypočteny parametry Korfovy růstové funkce. Výpočet byl proveden pomocí softwarového programu Statistika. Ten nedokázal sestrojít parametry Korfovy růstové funkce pro strom AC27. Pomocí zjištěných parametrů se již mohla sestrojít Korfova růstová funkce.



Graf 32 – Korfova růstová funkce využítá na stromu U11.

Na grafu lze vidět výšky stromu U11 přiřazené k věku naměření a jsou zde výšky vzniklé pomocí Korfovy růstové funkce. Grafy ostatních stromů, kde byla sestrojena Korfova růstová funkce, jsou obdobné a nacházejí se v přílohách (příloha č. 19).

Ačkoliv je na grafu růst stromu vyrovnán dobře pomocí Korfovy růstové funkce, tak ji pro tento případ nelze plnohodnotně využít. Problém je v hodnotách získaných parametrů, které mají zcela jiné hodnoty, než by se očekávalo. To platí zejména pro hodnotu parametru A (asymptoty). Příčinou tohoto problému je mladost zkusných ploch. Z grafu lze vidět, že funkce nabývá spíše exponenciálního tvaru, než klasického tvaru písmene „S“. Tvar této funkce s chybějícím inflexním bodem, který mění konkávní funkci na konvexní, by mohl prokazovat, že zkusné plochy ještě nedosáhly kulminace běžného výškového přírůstu.

8 Závěr

8.1 Výškové křivky

Při vzájemném porovnání logaritmické spojnice, polynomické křivky druhého stupně, Michajlovovy funkce a Naslundovy funkce je de facto jedno, která je využita pro sestrojení výškového vyrovnání porostu korkových dubů. Všechny tyto funkce mají obdobné determinační koeficienty. To platí alespoň pro křivky výškového vyrovnání, které byly sestrojeny na podkladech dat z měření na zkusných plochách náležících Univerzitě v Evoře v roce 2011. Při hlubším prozkoumání je třeba dávat pozor na lineární průběh polynomické

křivky druhého stupně. Také při hodnocení dat z měření v roce 2009 vykazovala Naslundova a Michajlovova funkce v jednom případě extrémně nízkou hodnotu koeficientu determinace. Protože se jedná o ojedinělý případ, tak není důvod, aby nebyly tyto funkce použity pro sestrojení výškového grafikonu. Je ale vždy třeba zkontrolovat, hodnoty koeficientů determinace a zda mají funkce reálný průběh. Toto opatření ovšem platí pro všechny funkce stejně.

Touto prací se potvrdilo, že se věruhodnější křivky výškového vyrovnání sestrojí ve více diverzifikovaných porostech. Také na starších plochách bylo dosaženo lepších výsledků při konstrukci výškových křivek, než při jejich tvorbě na mladších porostech. To je nejspíše zapříčiněno tím, že právě starší porosty jsou více diverzifikované a lépe se na nich projevuje vnitrodruhová, popřípadě mezidruhová konkurence.

8.2 Přírůst

Ve většině případů nebyla prokázána žádná závislost mezi výškou nebo tloušťkou a jejich běžným přírůstem. Výjimku lze najít v případě kruhové základny a jejího běžného přírůstu, kde se koeficienty determinace pohybují kolem hodnoty 0,4 což je v tomto případě vypovídající číslo. Po zhodnocení všech posuzovaných dendrometrických veličin na zkušných plochách lze tvrdit, že běžný přírůst v letech 2007 – 2009 je nepatrně větší než přírůst v období 2009 – 2011. To by znamenalo, že běžný přírůst začal klesat, a tím pádem již v minulosti dosáhl přírůstové kulminace.

Jiná je situace při posouzení výše zmíněných dendrometrických veličin a jejich relativních přírůstů. Hodnoty determinačních koeficientů se zde pohybují v rozmezí 0,2 – 0,6, a tím zde byla prokázána alespoň minimální závislost u všech případů přírůstu.

Všechny tyto přírůsty byly hodnoceny na plochách 5, 19 a 25. Mezi jednotlivými plochami byly zaznamenány drobné nuance. Zejména výsledky získané na ploše 19 se částečně liší od ostatních. Například na ní nelze dokázat žádnou závislost mezi výškou a jejím relativním přírůstem, ale oproti tomu v případě tloušťky a jejího relativního přírůstu panuje nejvyšší závislost právě na této ploše. Všechny plochy byly také navzájem testovány v rámci své homogenity. Výsledky potvrdili, že plochy jsou výškově i tloušťkově stejnorodé.

8.3 Korfova funkce

Při aplikaci Korfovy růstové funkce na vybrané korkové duby ze zkusných ploch je dosaženo křivky exponenciálního tvaru. Ta se zcela liší od tradiční růstové křivky v podobě písmene „S“. Také parametry dosažené funkce jsou zcela odlišné, než by se očekávalo. Exponenciální tvar by vypovídal, že stromy ještě nedosáhly své růstové kulminace. Oproti tomu je při hodnocení běžného přírůstu zaznamenán drobný pokles. To pravděpodobně znamená, že se porost nachází právě v době kulminace běžného přírůstu, anebo jej již dosáhl a jeho přírůsty začínají mírně klesat. Nepochybně je však toto období moc časně pro aplikaci Korfovy růstové funkce, která sice dobře vyrovnala hodnoty výšek a věků k nim náležícím, ale ještě zde nedokáže zaznamenat inflexní bod. Pro potvrzení této hypotézy budou třeba získat data z roku 2013 aby se potvrdilo, zda běžný přírůst opravdu klesá a porost má už svojí výškovou kulminaci za sebou.

Citace:

Bertalanffy L. V., (1951): *Theoretische Biologie*; Zutích, Bd. 2.

Brabenec V., Šařecová P., Hošková P., Procházková R., Louda Z., (2004): *Statistika a Biometrika*; ČZU v Praze, 272 stran

Carrión J. S., et. al. (2000): *Past distribution and ecology of the cork oak (Quercus suber) in the Iberian Peninsula: a pollen-analytical approach*; Diversity and Distributions, s. 29 – 44

Deslandes L., (2007): *History of using Cork oaks (Quercus suber L.) from the view of its improvement, harvesting and rotations cycles*; Technical support 800.345.6202, Lisboa, Portugal

Drápela K., (2005): *Statistické hodnocení růstových funkcí používaných v lesnických růstových modelech*; in Korfova růstová funkce a její užití v lesnictví a ohlas ve světě: sborník referátů : Kostelec nad Černými lesy, Pavla Neuhöferová (ed.), s. 29 - 38

Garcia-Plazaola J.I., et. al. (1997): *Seasonal changes in xanthophyll composition and photosynthesis of cork oak (Quercus suber L.) leaves under mediterranean climate*; Journal of Experimental Botany, Zaragoza, s. 1667 - 1674

Holmgren M., Acacio, V., Jansen P. A., Schrotter, O., (2007): *Multiple recruitment limitation cause arrested succession in Mediterranean Cork oak system*; Ecosystems, Lisboa, s. 1220 - 1230

Fonseca A., (2004): *O Montado no Alentejo*; Ministério da Agricultura e Pescas, Lisboa

Jankovský L., Černý L., (1997): *Pěstování dubu korkového ve středomoří*; Lesnická práce, s. 330 - 331

Lopez A., et. al., (2005): *Characterization of cork oak (Quercus suber L.) genetic resources for tree improvement*; The Role of biotechnology, Madrid, s. 159 – 163

Kolejka J., (2004): *Aktuální změny v portugalském lesnictví*; Lesnická práce, s. 22 – 23

Korf V., (1972): *Dendrometrie*; Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 371 stran

Kouba J., Zahradník D., (2005): *Korfova růstová funkce z roku 1939 – užití v lesnické vědě, její ohlas a postavení ve světě*; in *Korfova růstová funkce a její užití v lesnictví a ohlas ve světě: sborník referátů* : Kostelec nad Černými lesy, Pavla Neuhöferová (ed.), s. 7 - 28

Král E., (2006): *Portugalsko – zelená brána do Evropy*; Lesnická práce, s. 81 – 83

Pausas, Juli G., (1997): *Resprouting of Quercus suber in NE Spain after fire*; Journal of Vegetation Science, Sweden, s. 703-706

Pinto-Correia T., (1993): *Threatened landscape in Alentejo, Portugal: the 'Montado' and other 'agro-silvopastoral' systems*; Landscape and Urban Planning, s. 43–48.

Plieninger, T., Modolell y Mainou, J. & Konold, W. (2004): *Land manager attitude toward management, regeneration and conservation of Spanish holm oak savannas (dehesas)*; Landscape and Urban Planning, s. 185–198.

Surová D., Pinto-Correia T., (2008), *Landscape Preferences in the Cork Oak Montado Region of Alentejo, Southern Portugal: Searching for Valuable Landscape Characteristics for Different User Groups*; Landscape Research, s. 311 – 330

Šmelko Š., Wenk G., Antanaitis V., (1992): *Rast štruktúra a produkcia lesa. Príroda a. s.* Bratislava, 342 stran

Šmelko Š., 2000: *Dendrometria*. TV vo Zvoleně, 399 stran

Zelený V., (1996): *Dub korkový – bohatství Portugalska*; Živa, s. 151-154

Zeman M., (2005): *Využití růstových funkcí v inventarizaci lesů*; in *Korfova růstová funkce a její užití v lesnictví a ohlas ve světě: sborník referátů* : Kostelec nad Černými lesy, Pavla Neuhöferová (ed.), s. 39 -45

Internetové odkazy:

URL 1 [online] 2011, poslední revize 22.07.2011, dostupné z: <

<http://www.cork.pt/cork-oak.html>

URL 2 [online] 2011 , poslední revize 24. 07. 2011, dostupné z: <

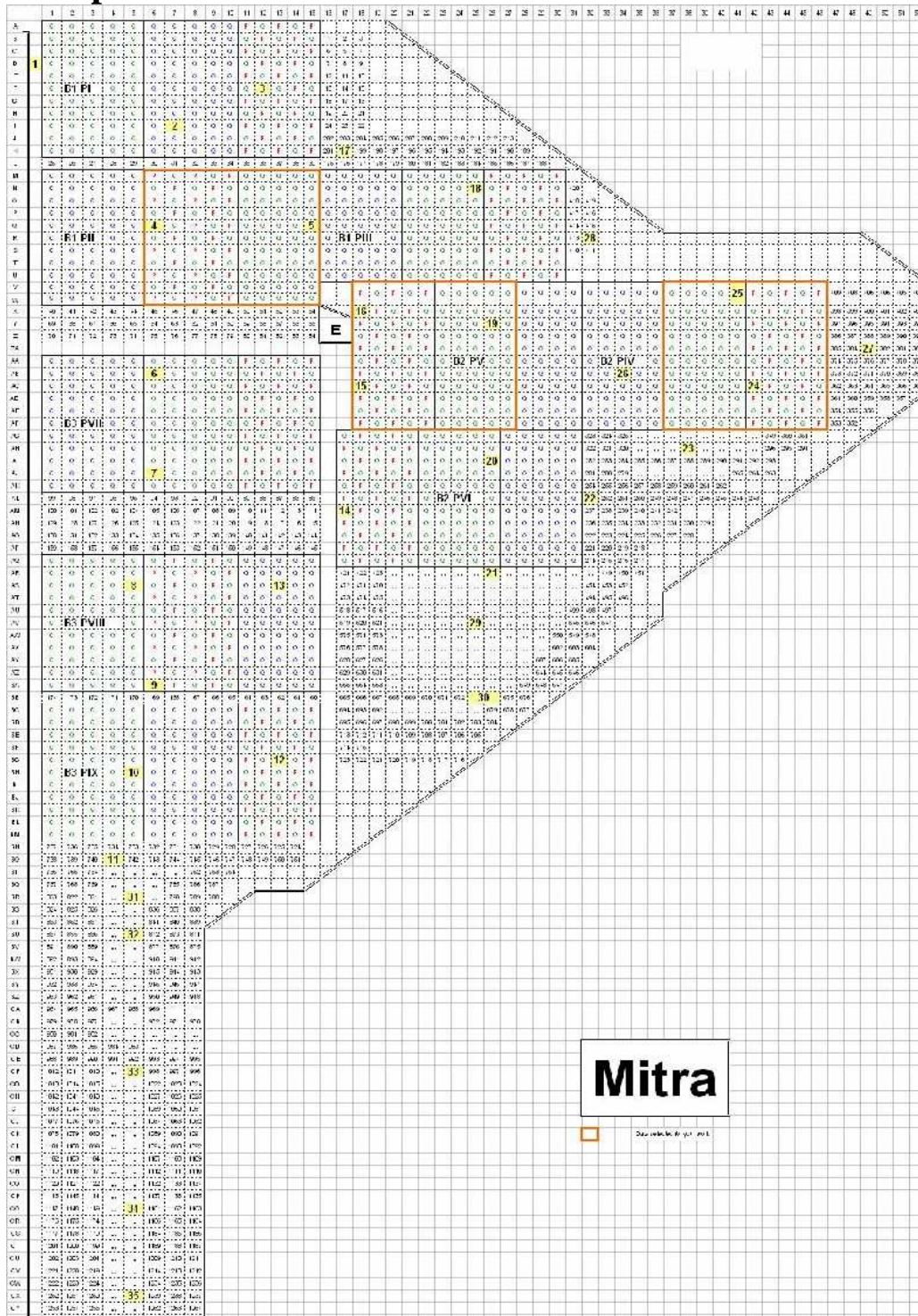
http://okhelp.cz/images/botanika/kohler/img/index.php?img=quercus_suber.jpg&txt=%0ADub+korkov%C3%BD+Quercus+suber+%28Fagaceae%29

URL 3 [online] 2011 , poslední revize 02. 08. 2011, dostupné z: <

<http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>

9. Přílohy

P.1 Mapa



Příloha 1 – Mapa výzkumné plochy, kde má každý strom své označení v kombinaci čísla a písmene. V červeném rámu jsou označeny tři zkoumané plochy.

P.2 Mapa plochy 5

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| Q | Q | P | Q | P | Q | P | 201 | 17 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | 5 | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | B1 PI |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | | |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | | |
| 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | | |

Příloha 2 – Mapa plochy 5 a jejího okolí. Q je značka pro dub korkový a P pro borovici piniovou. Nad plochou jsou čísla sloupců

P.3 Mapa plochy 19

| | | | | | | | |
|----|----|----|-------|----|----|----|----|
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | P | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | P | Q | P |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | 19 | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | B2 PV | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| P | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | P | Q | Q | Q | Q | Q | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q |

Příloha 3 – Mapa plochy 19 a jejího okolí. Q je značka pro dub korkový a P pro borovici piniovou.

P.4 Mapa plochy 25 a jejího okolí.

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| Q | Q | Q | Q | Q | 25 | P | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | P |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | P | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | P |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | P | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | P |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | P | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | P |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | P | Q |
| Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | P |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 349 |

Příloha 4 – Mapa plochy 25 a jejího okolí. Q je značka pro dub korkový a P pro borovici piniovou.

P.5 Ukázka obdržených dat

| ST1 | CODIGO_NEW | X_COORD | Y_COORD | CODIGO | HT_09 | HC_09 | ... |
|-----|------------|------------|-----------|--------------|-------|-------|-----|
| PIN | T 7 | 983,23042 | 973,21206 | 112122114001 | 576 | 142 | ... |
| SOB | T 8 | 985,77700 | 970,16600 | 112121113001 | 0 | 0 | ... |
| PIN | T 9 | 988,42042 | 967,00306 | 112122112001 | 480 | 132 | ... |
| SOB | T 10 | 991,17800 | 963,82400 | 112121111001 | 394 | 140 | ... |
| SOB | T 11 | 994,14600 | 960,36300 | 112111110001 | 133 | 50 | ... |
| SOB | T 12 | 996,56600 | 957,89400 | 112111109001 | 276 | 48 | ... |
| SOB | T 13 | 999,24200 | 955,12000 | 112111108001 | 141 | 75 | ... |
| SOB | T 14 | 1002,02900 | 951,99100 | 112111107001 | 335 | 132 | ... |
| SOB | T 15 | 1004,83100 | 948,95900 | 112111106001 | 355 | 147 | ... |

| ... | HC_09 | R1_09 | R2_09 | R3_09 | R4_09 | D1_09 | D2_09 | CAP_09 | HCAP_09 | ... |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-----|
| ... | 142 | 189 | 142 | 136 | 156 | 26,7 | 28,6 | 60,5 | 100 | ... |
| ... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... |
| ... | 132 | 180 | 172 | 190 | 176 | 31,2 | 29,1 | 70 | 100 | ... |
| ... | 140 | 53 | 73 | 46 | 59 | 10,5 | 10 | 23 | 90 | ... |
| ... | 50 | 28 | 27 | 31 | 30 | 5,1 | 5 | | | ... |
| ... | 48 | 28 | 16 | 20 | 31 | 8,2 | 8 | 20 | 70 | ... |
| ... | 75 | 27 | 37 | 26 | 21 | 6,9 | 5,9 | 13 | 70 | ... |
| ... | 132 | 88 | 67 | 101 | 38 | 11,5 | 12,2 | 30,5 | 90 | ... |
| ... | 147 | 130 | 117 | 80 | 83 | 15,4 | 14,7 | 34 | 90 | ... |

| | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----------|---------|----------|--------|
| ... | HCAP_09 | CAPsub_09 | HCAPsu_09 | CAP3_09 | HCAP3_09 | OBS_09 |
| ... | 100 | 56 | 130 | | | |
| ... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | morto |
| ... | 100 | 64,5 | 130 | | | |
| ... | 90 | 20 | 130 | | | |
| ... | | | | | | |
| ... | 70 | 17,5 | 110 | | | |
| ... | 70 | | | | | |
| ... | 90 | 26 | 130 | | | |
| ... | 90 | 32,5 | 110 | 31,5 | 130 | |

Příloha 5 – V této formě byla pbržena data z Portugalska (řádek T z plochy 5 z roku 2009).

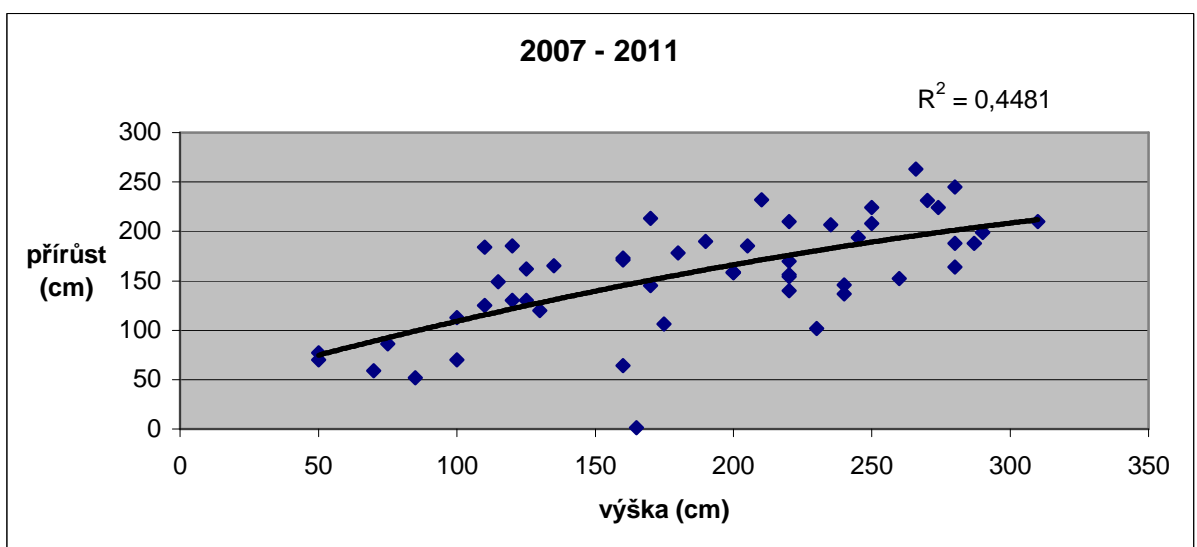
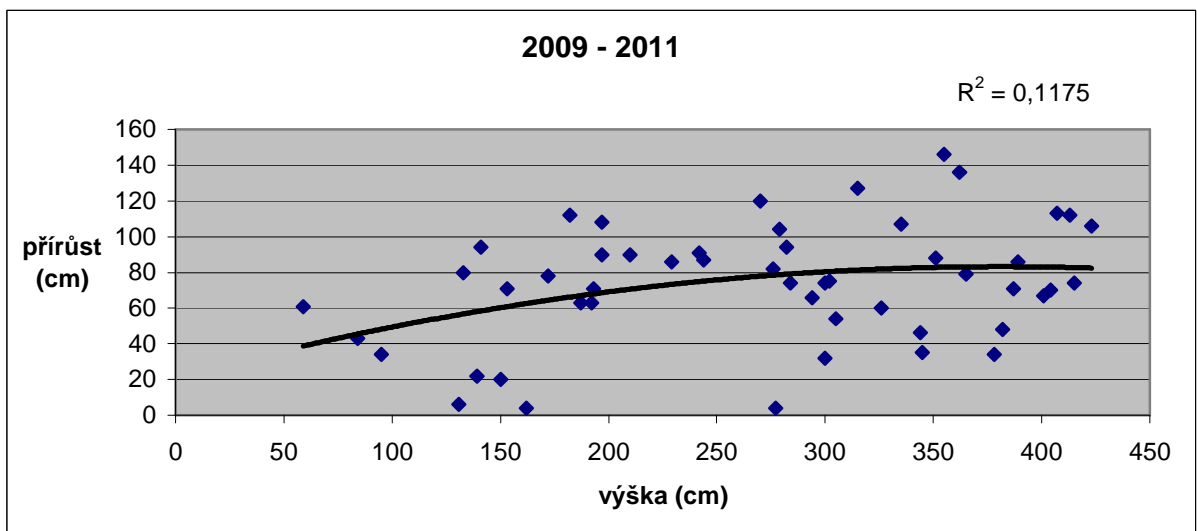
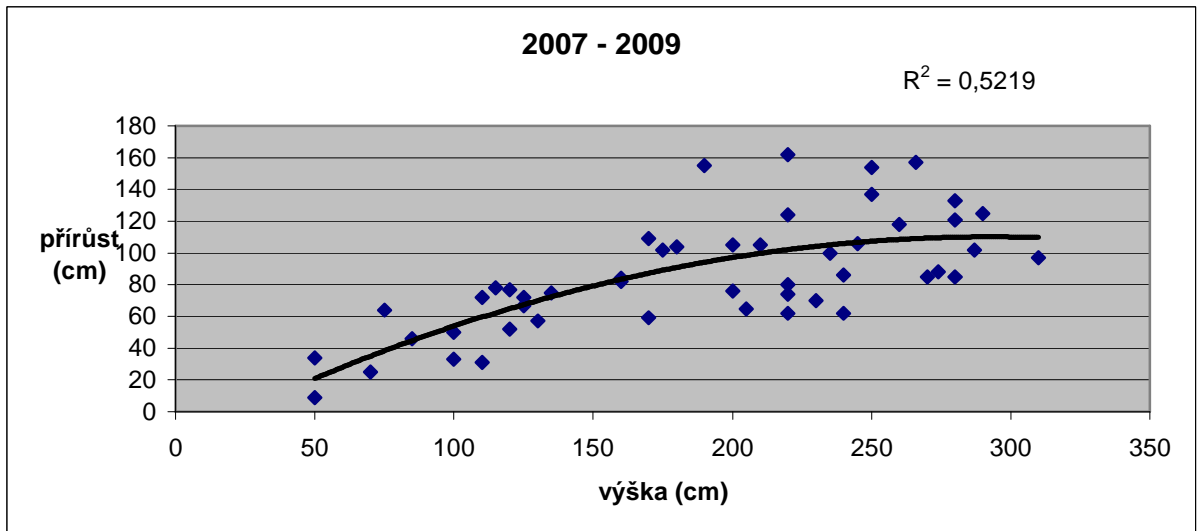
- **ST1** – druh dřeviny
- **CODIGO_NEW** – číslo daného stromu
- **X_COORD** – souřadnice X
- **Y_COORD** – souřadnice Y
- **HT_09** – výška
- **HC_09** – výška nasazení koruny
- **R1_09** – šířka koruny v 1. směru
- **R2_09** – šířka koruny ve 2. směru
- **R3_09** – šířka koruny ve 3. směru
- **R4_09** – šířka koruny ve 4. směru
- **D1_09** – tloušťka paty kmene v 1. směru
- **D2_09** – tloušťka paty kmene ve 2. směru
- **CAP_09** – 1. obvod kmene
- **HCAP_09** – výška měření 1. obvodu kmene
- **CAPsub_09** – případný 2. obvod kmene
- **HCAPsu_09** - výška měření 2. obvodu kmene
- **CAP3_09**- případný 3. obvod kmene
- **HCAP3_09** - výška měření 3. obvodu kmene
- **OBS_09**- poznámky

P.6 Ukázka zpracování dat (plocha 5; 2011)

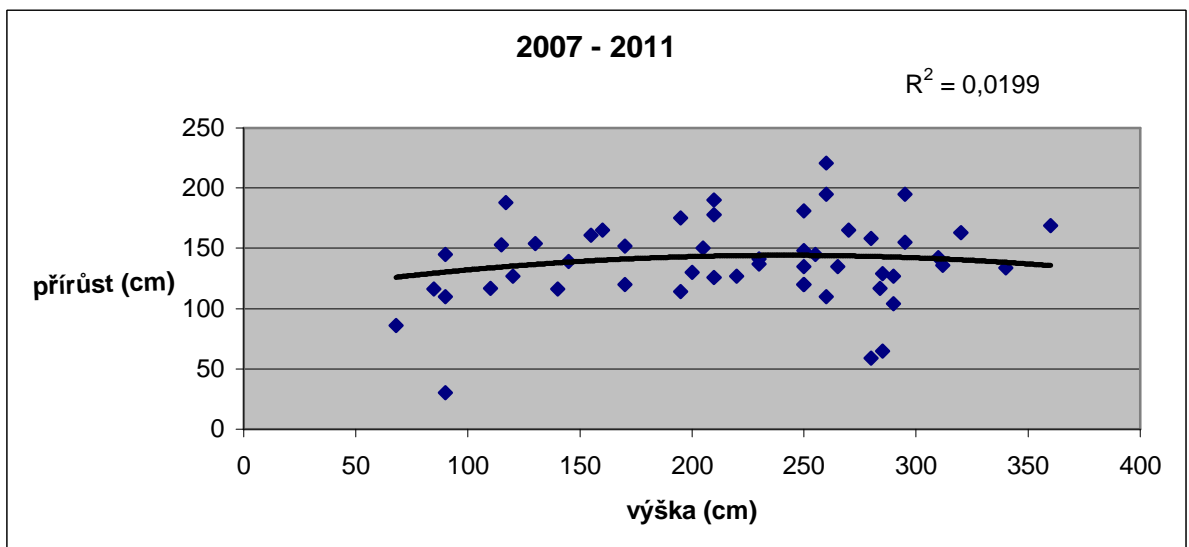
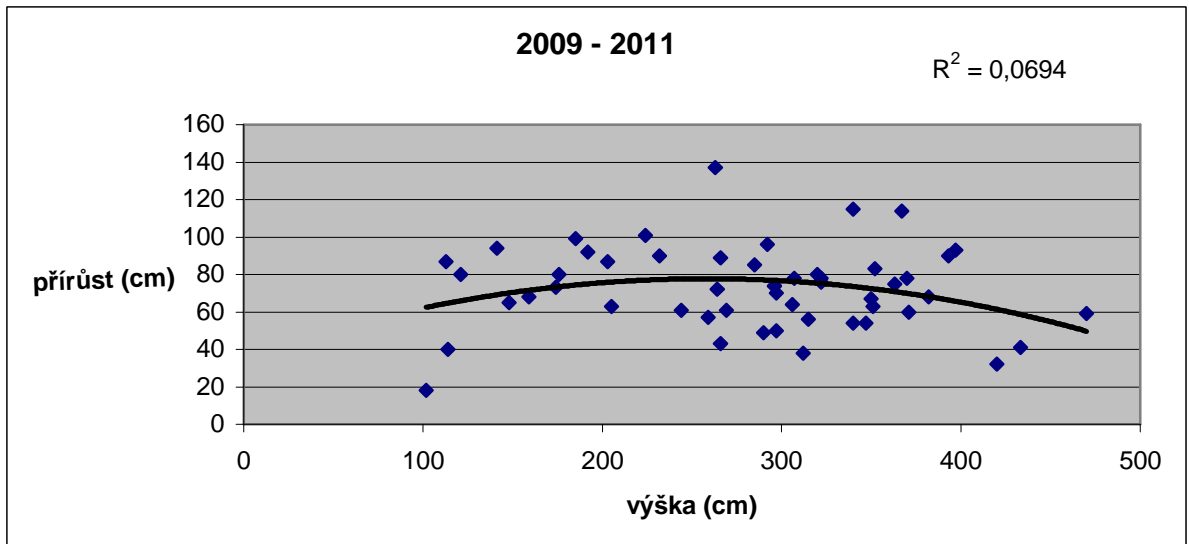
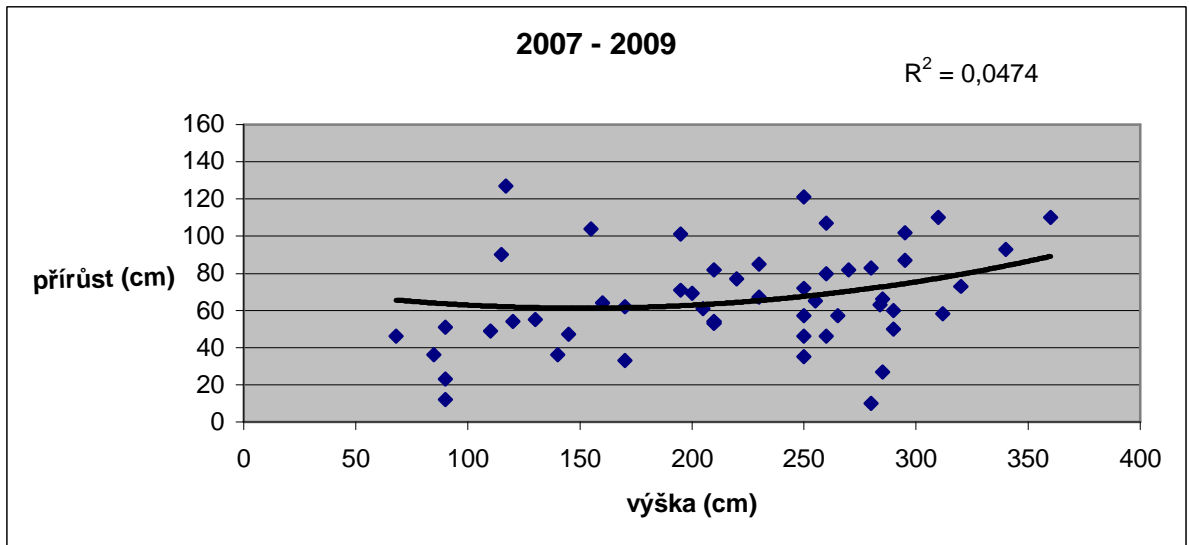
| | | | | | | | |
|----------|-------------|-------------|------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------------|
| | d1 | d2 | h | d | | | |
| M | 11,7 | 10,1 | 300 | 10,90 | dM | hM | |
| | 5,9 | 8,8 | 127 | 7,35 | 11,813 | 276,500 | |
| | 13,2 | 11,9 | 305 | 12,55 | 3,271 | 91,133 | směrodatná odchylka |
| | 17,2 | 15,7 | 374 | 16,45 | 28% | 33% | variační koeficient |

Příloha 6 – Naměřené hodnoty na ploše 5 (2007) d₁, d₂, h. Vypočítaná byla průměrná tloušťka. K výšce a k průměrné tloušťce byly vypočteny směrodatné odchylky a variační koeficienty.

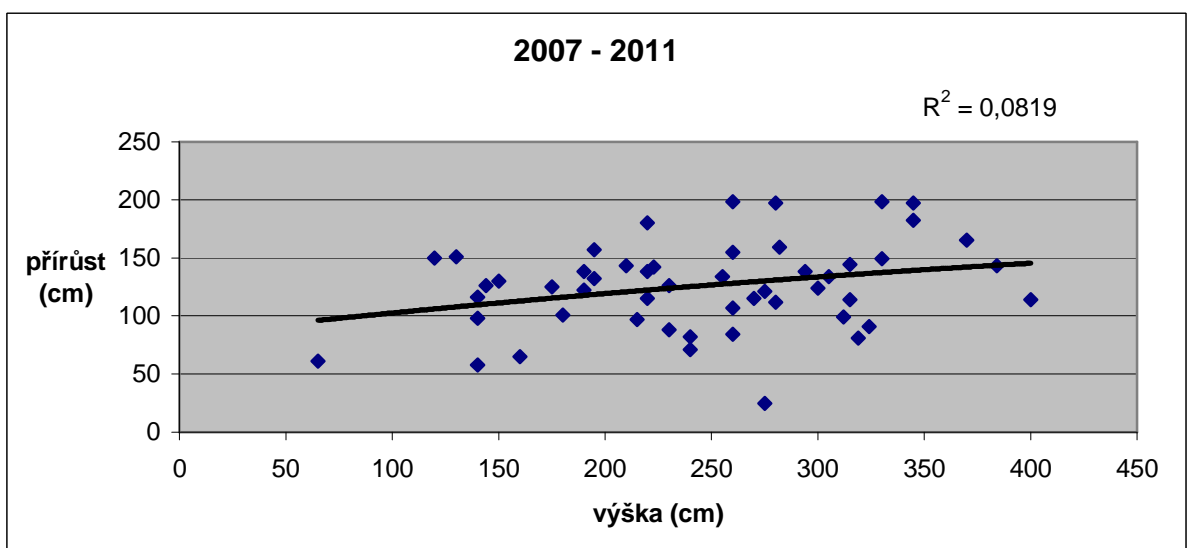
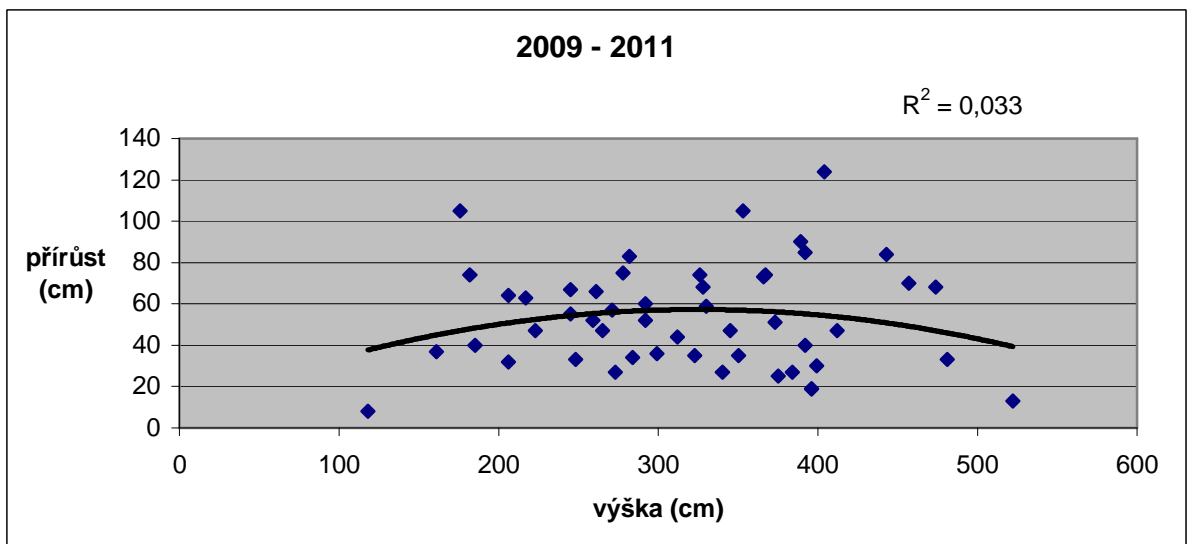
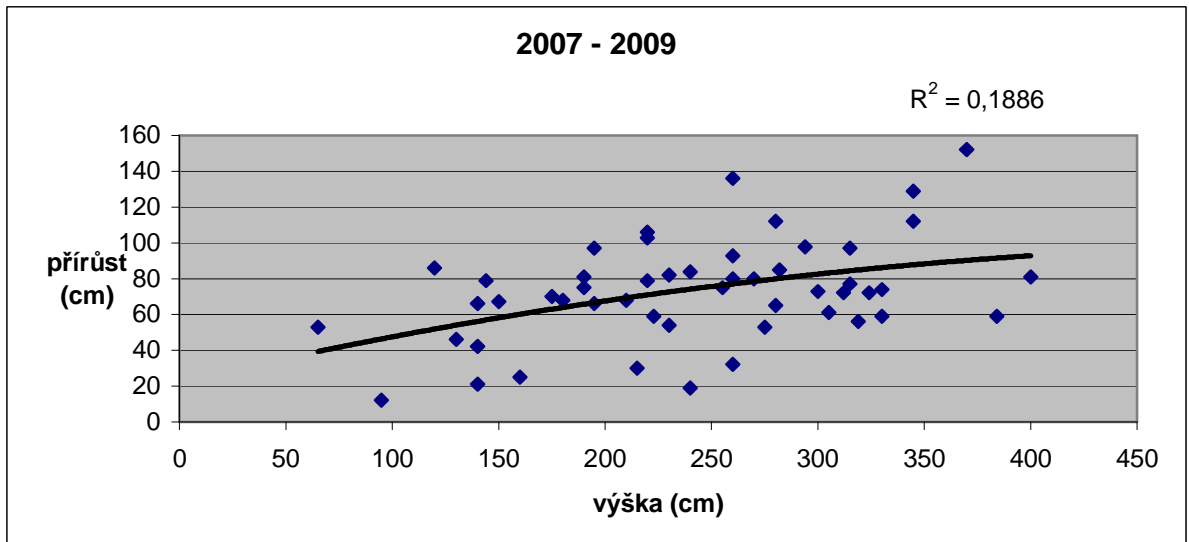
P.7 Běžný výškový přírůst, plocha 5



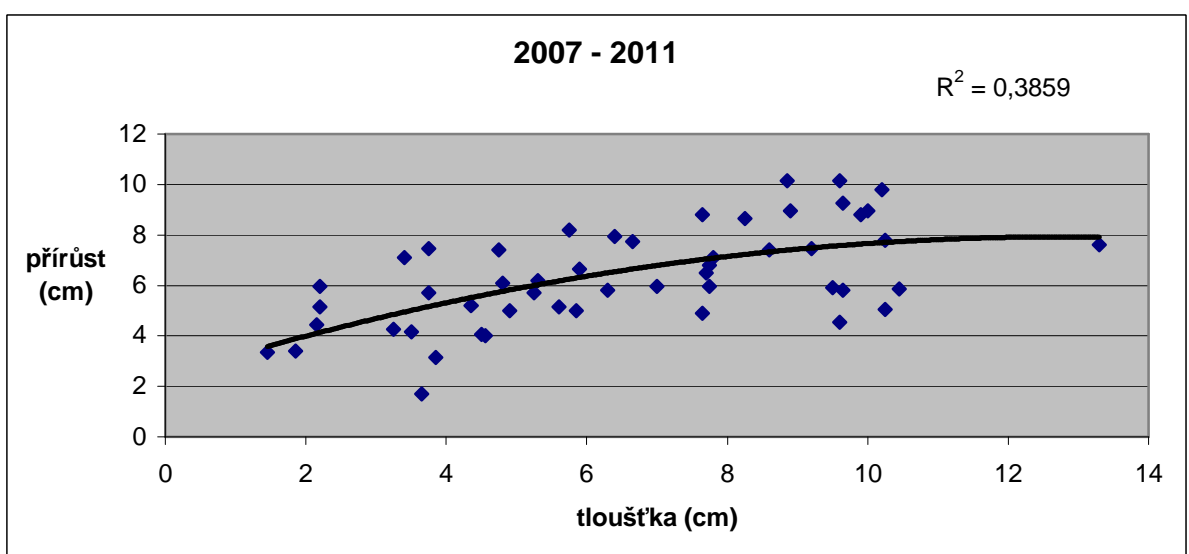
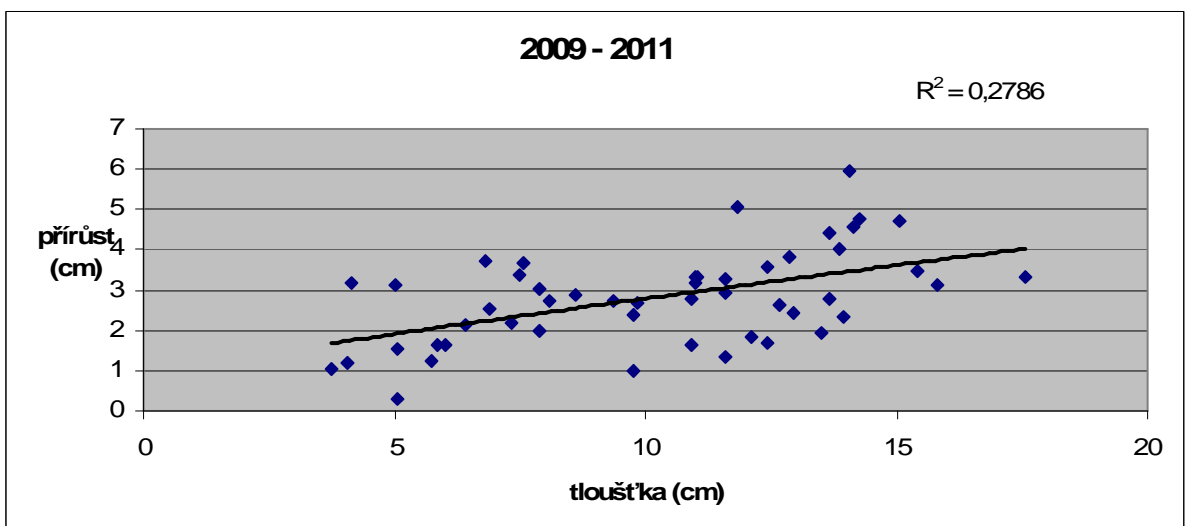
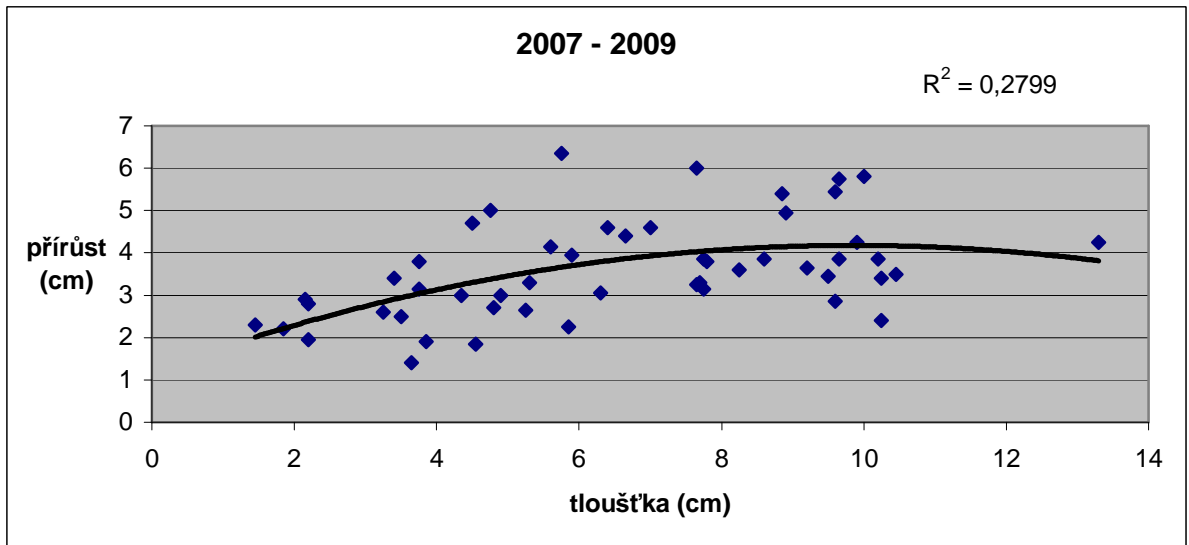
P.8 Běžný výškový přírůst, plocha 19



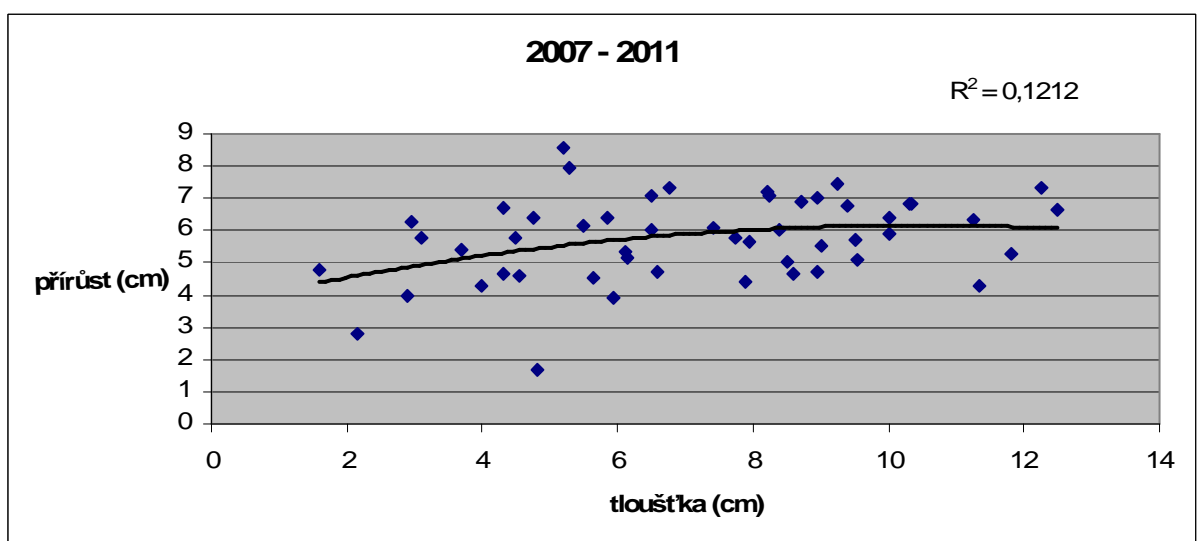
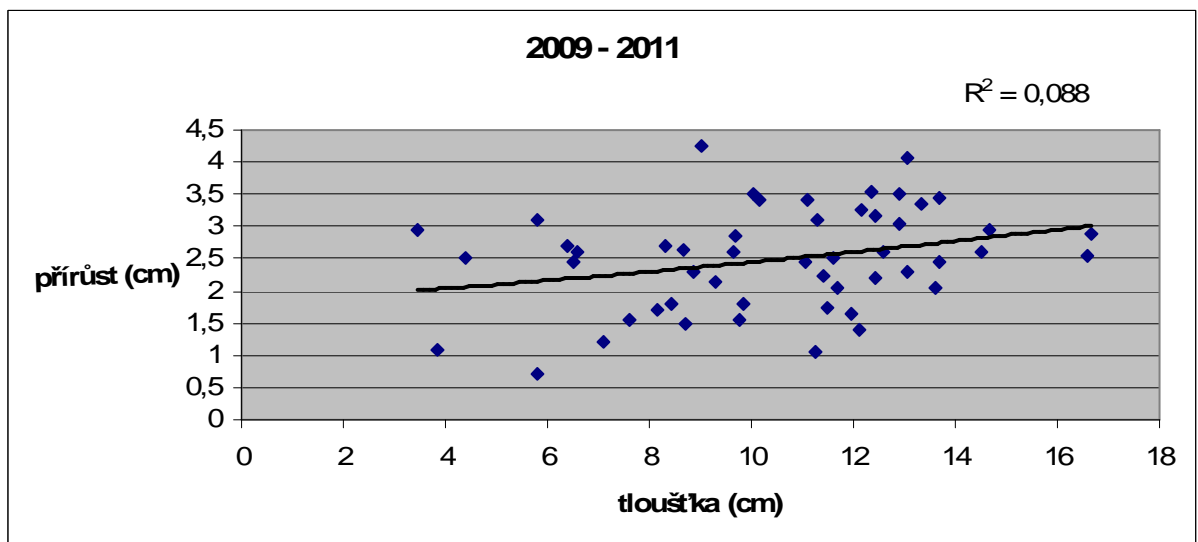
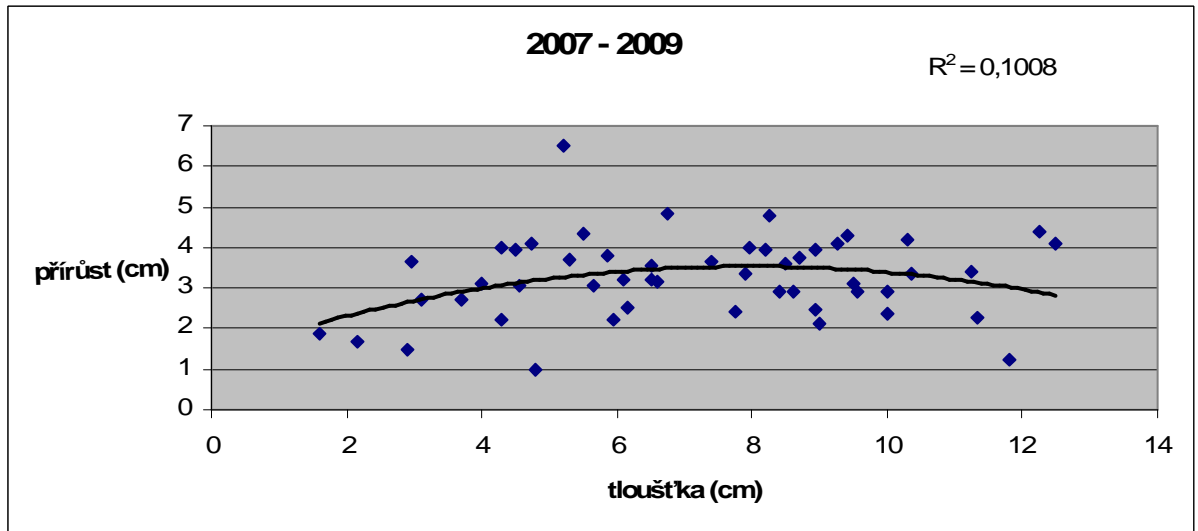
P.9 Běžný výškový přírůst, plocha 25



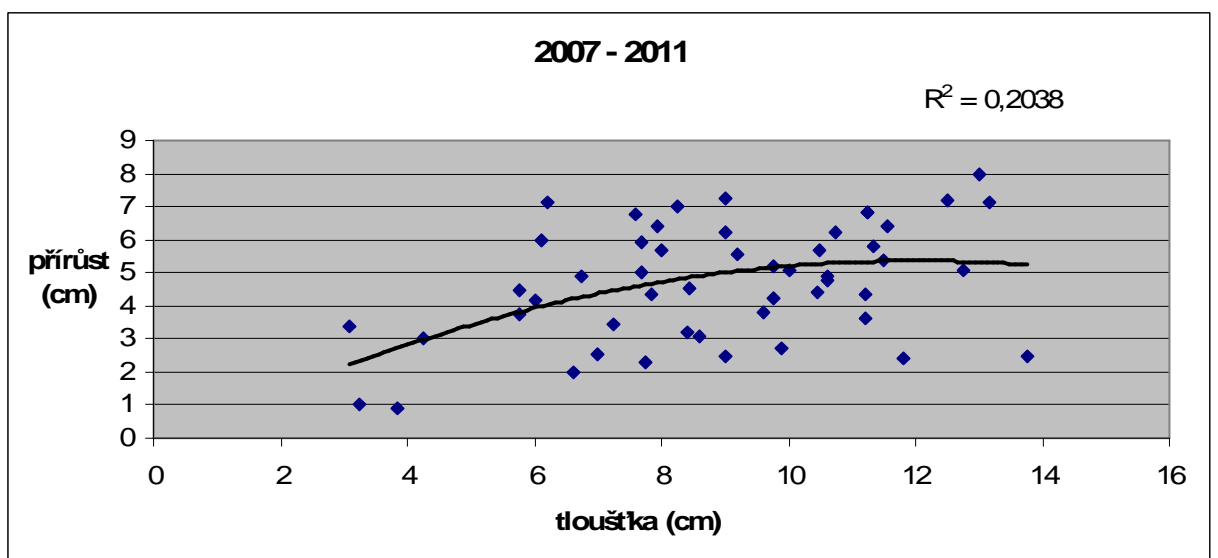
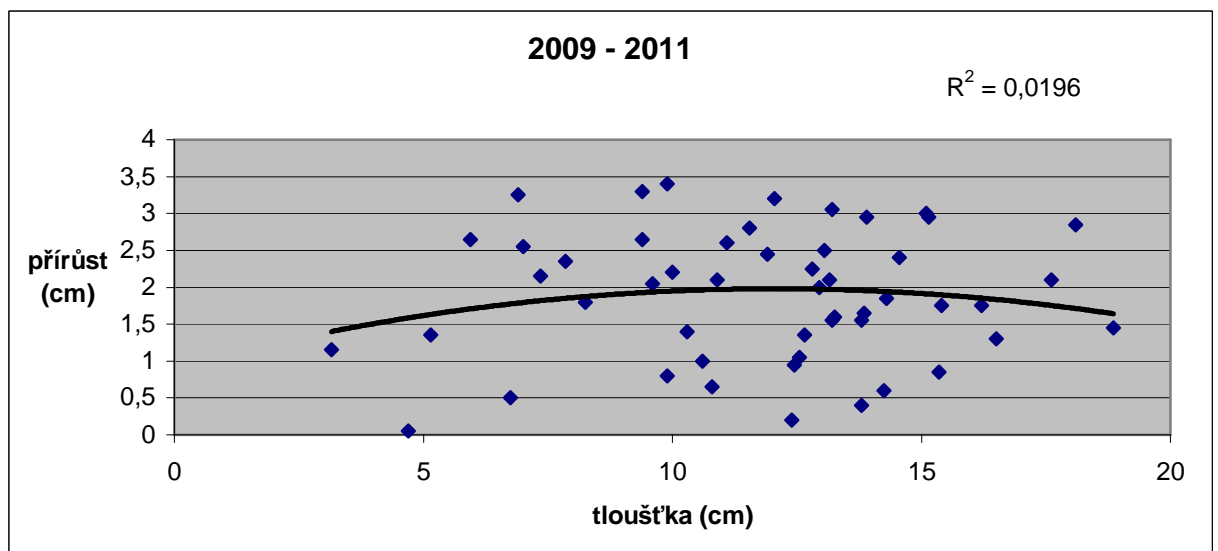
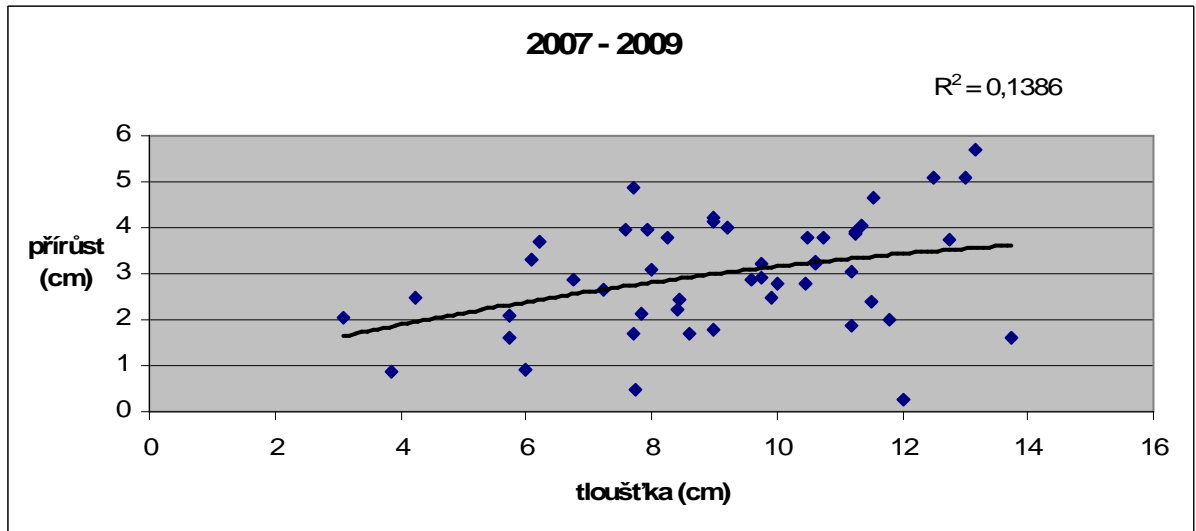
P.10 Běžný tloušťkový přírůst, plocha 5



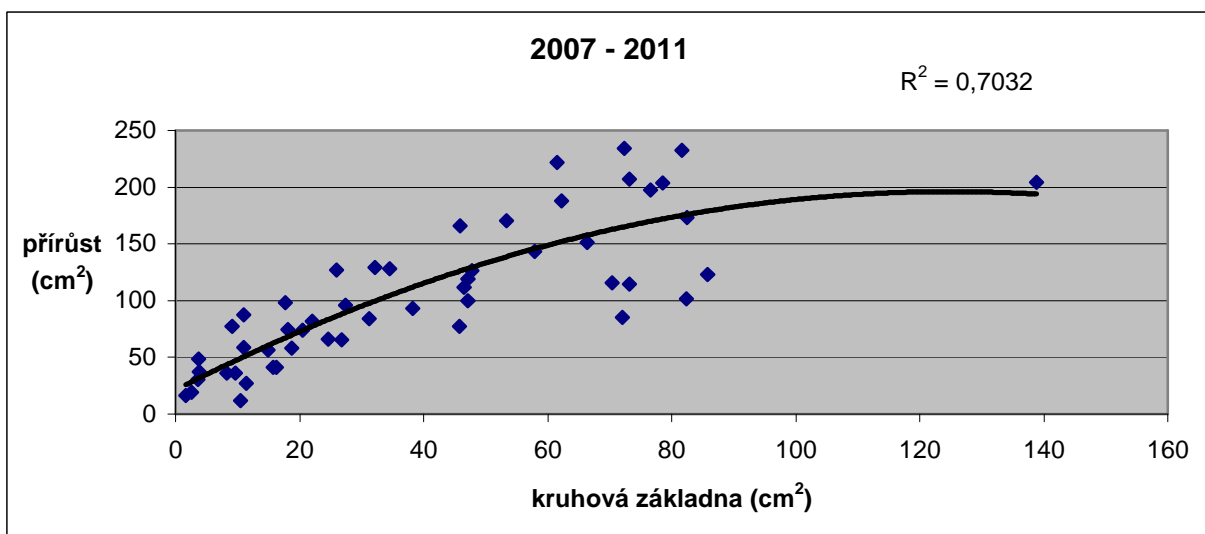
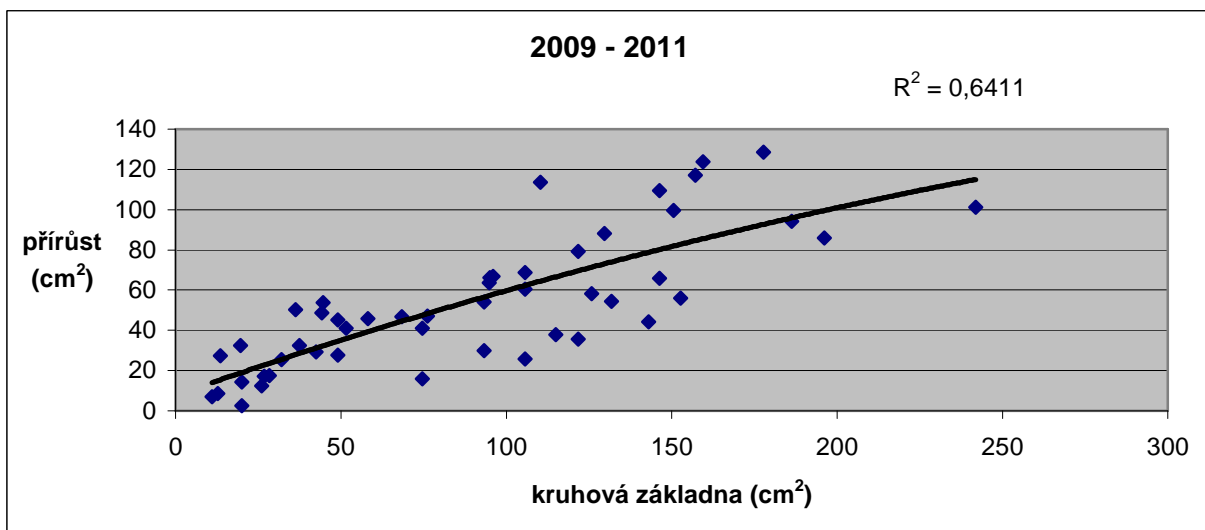
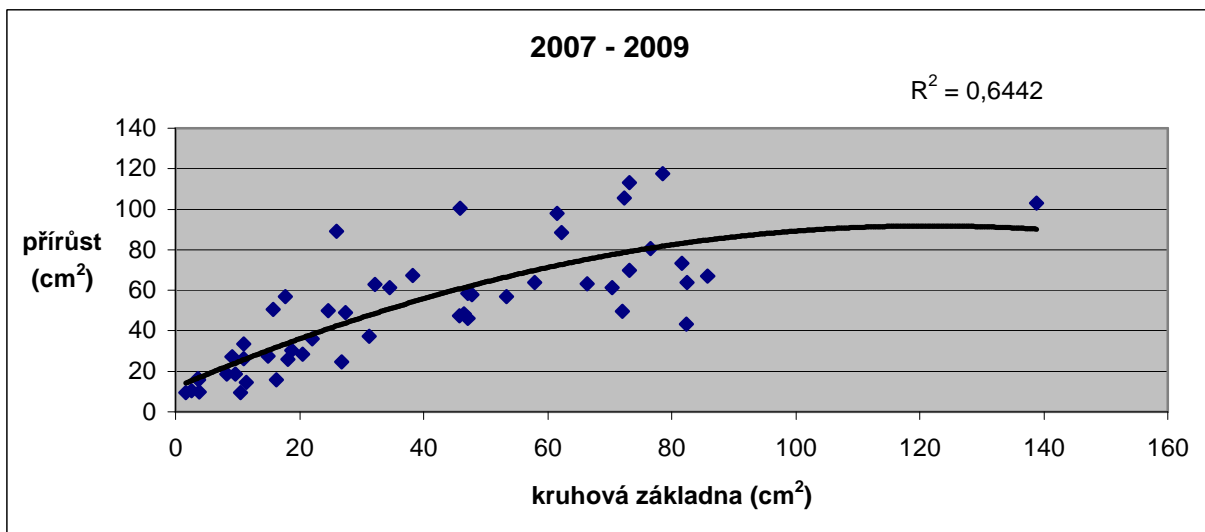
P.11 Běžný tloušťkový přírůst, plocha 19



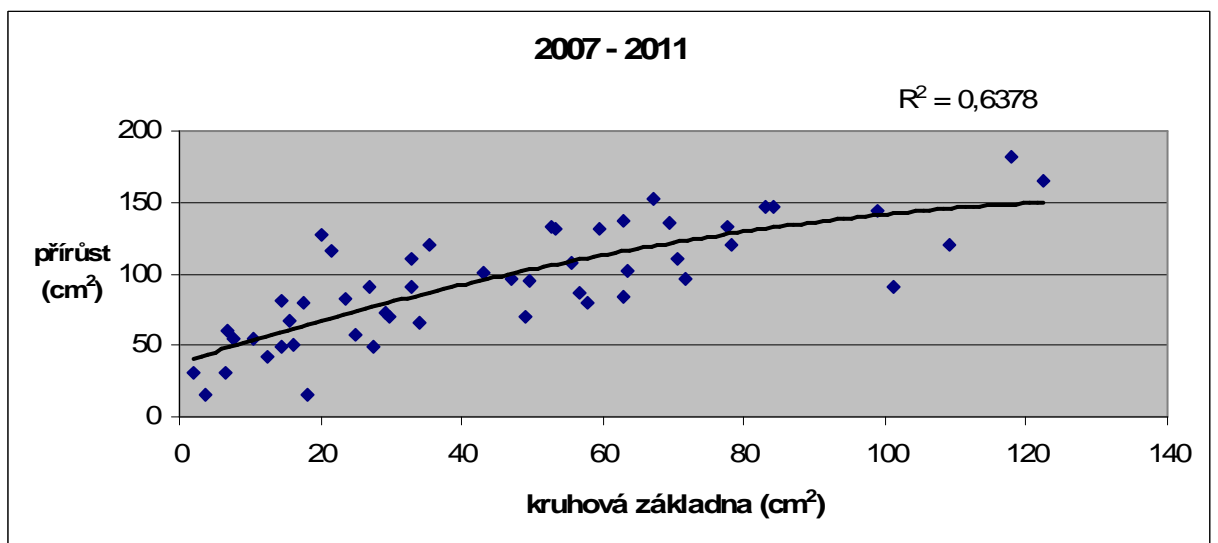
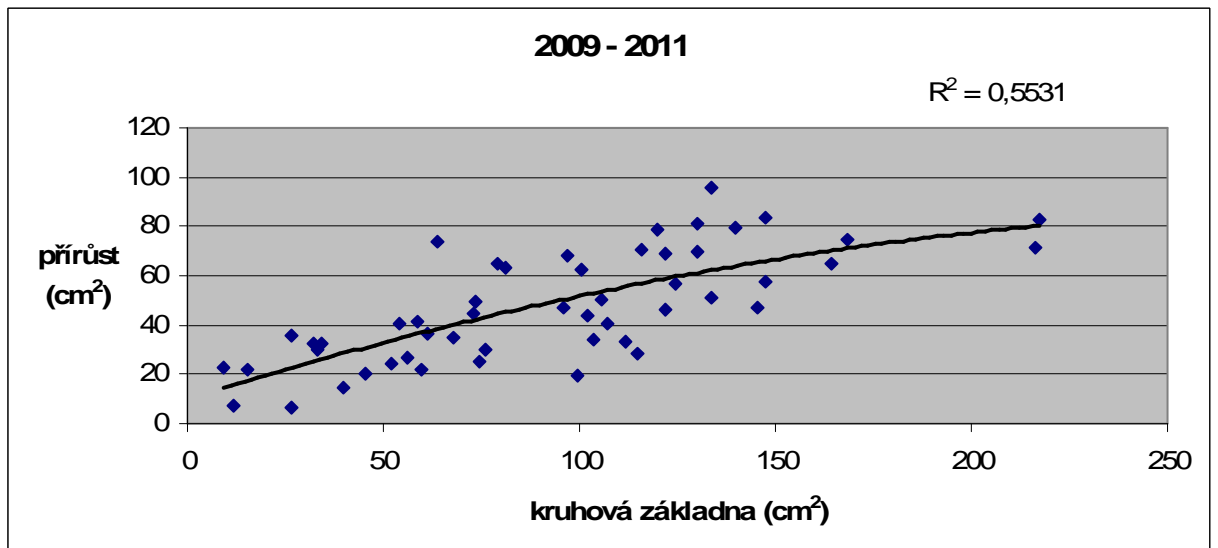
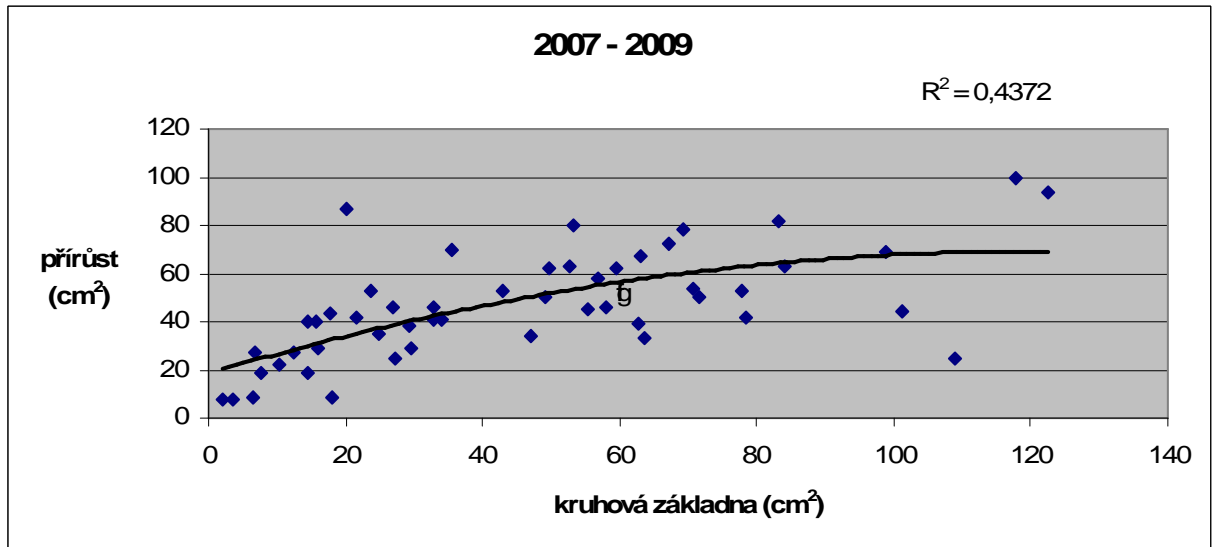
P.12 Běžný tloušťkový přírůst, plocha 25



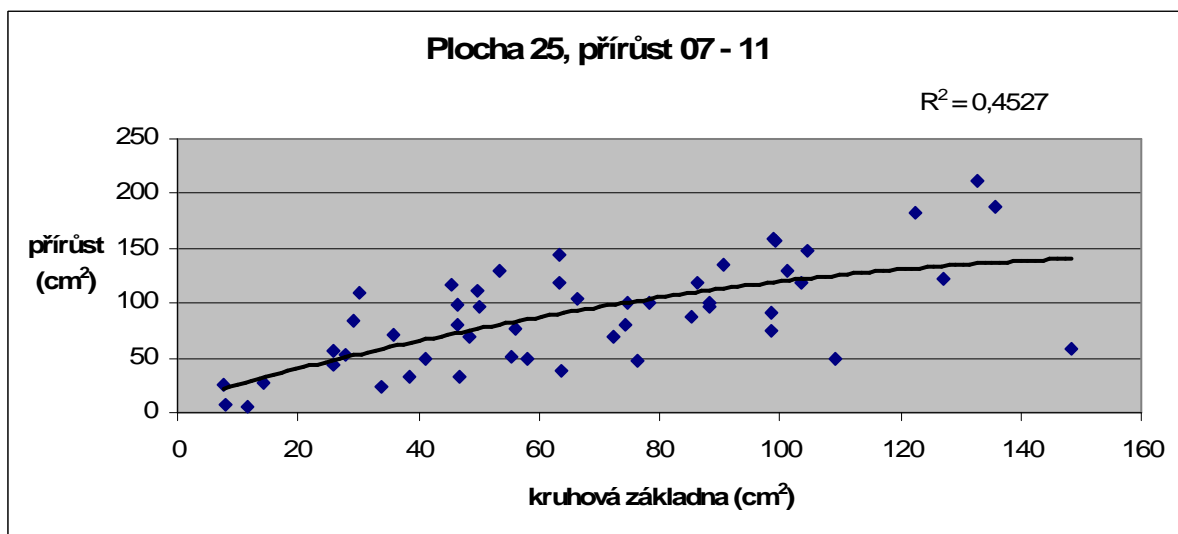
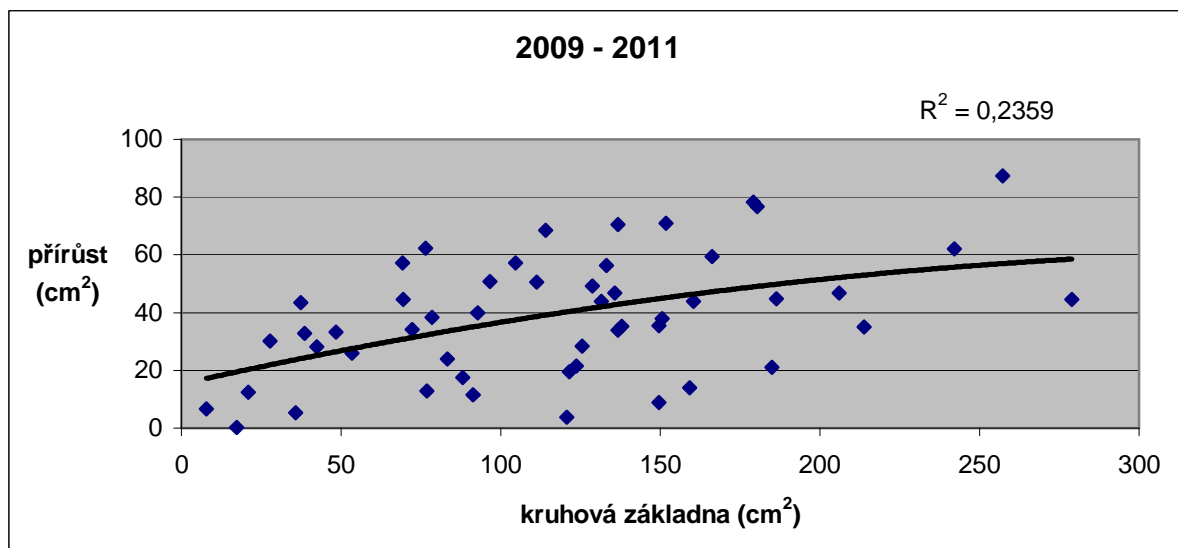
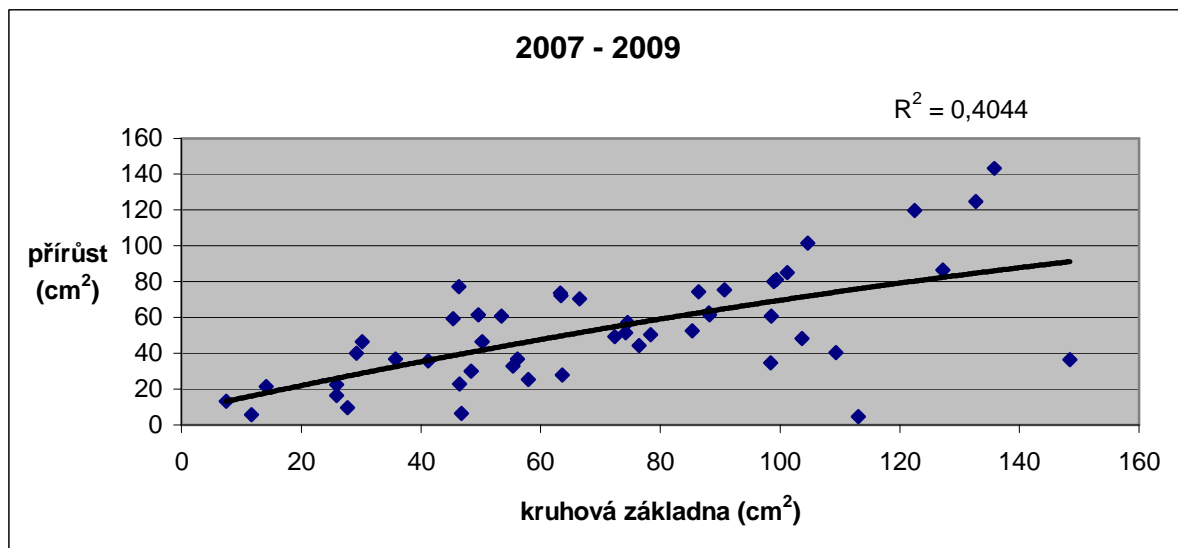
P.13 Běžný přírůst na kruhové základně, plocha 5



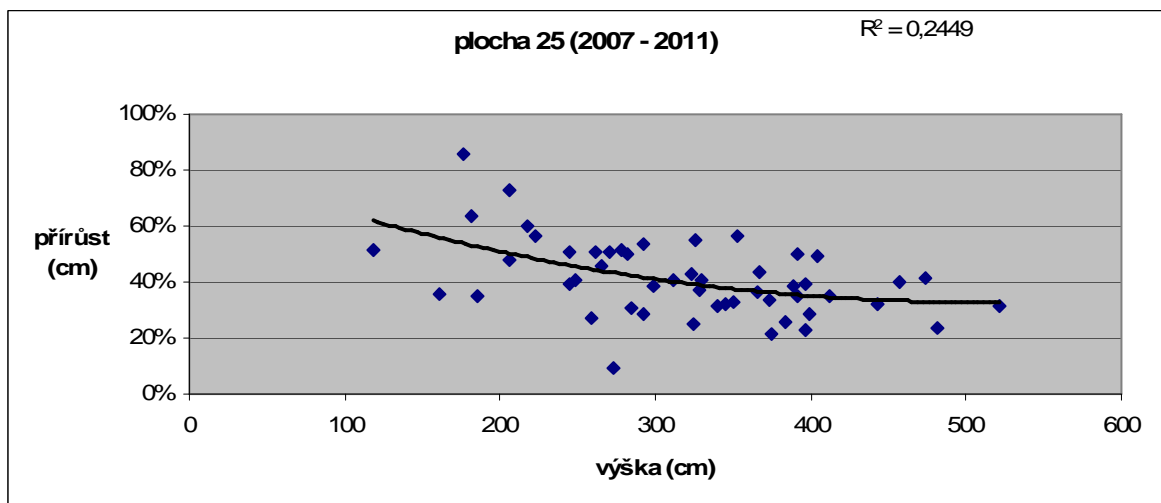
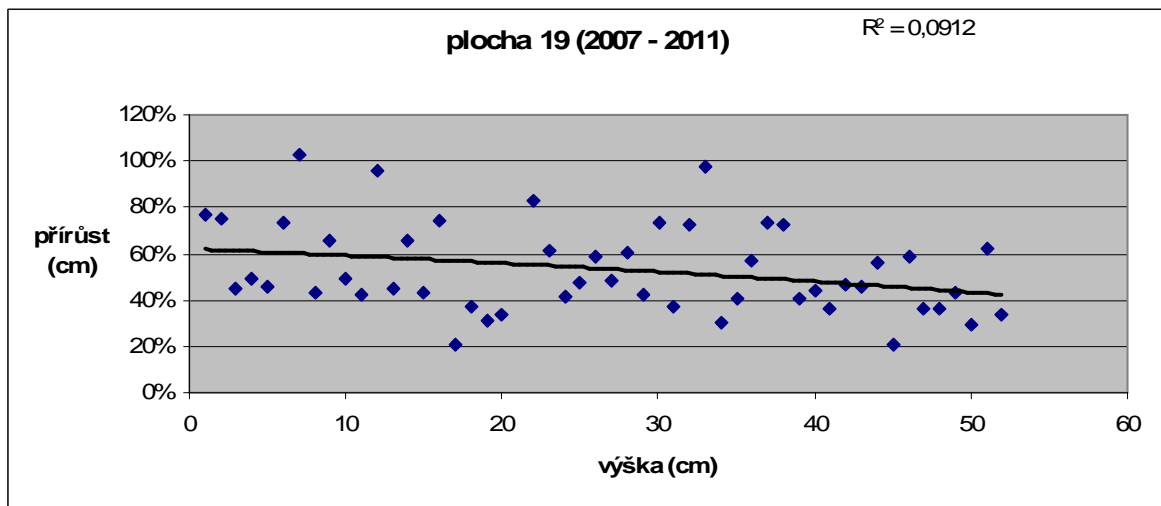
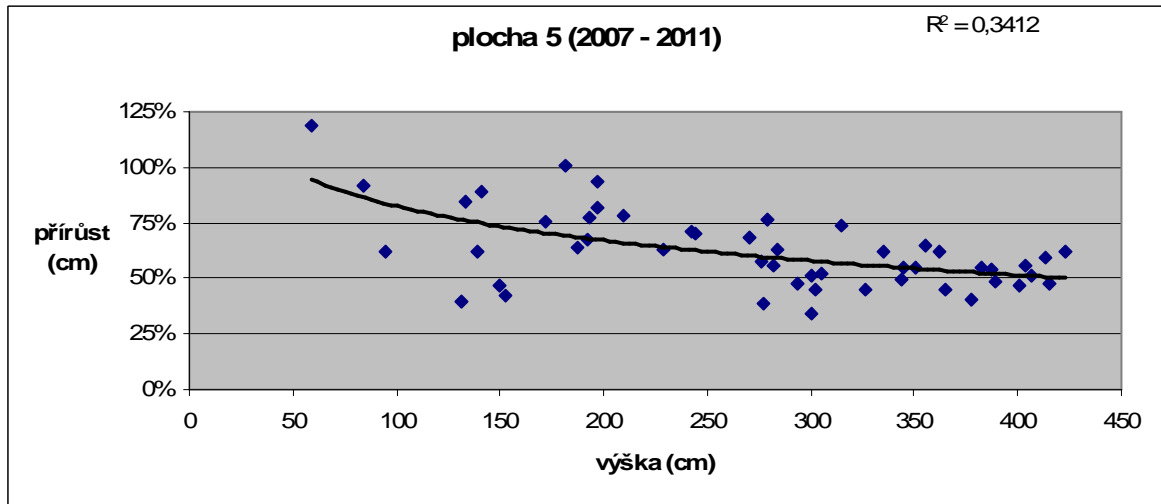
P.14 Běžný přírůst na kruhové základně, plocha 19



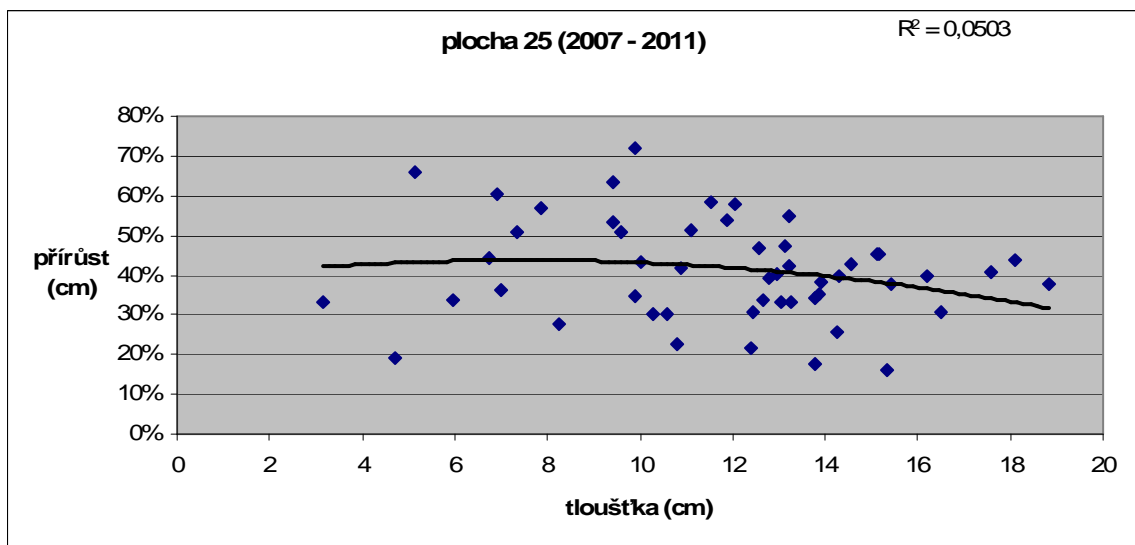
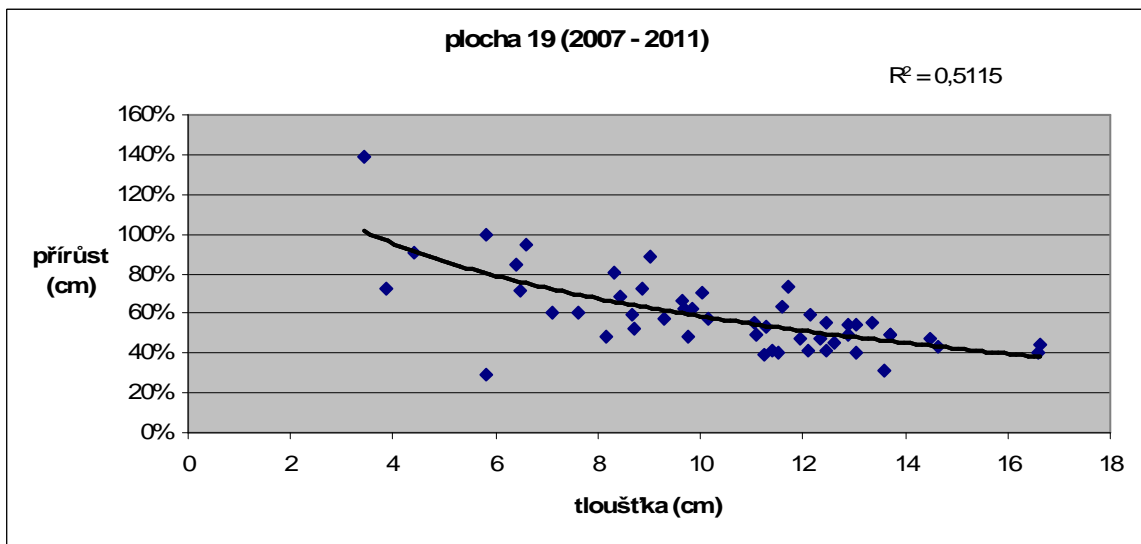
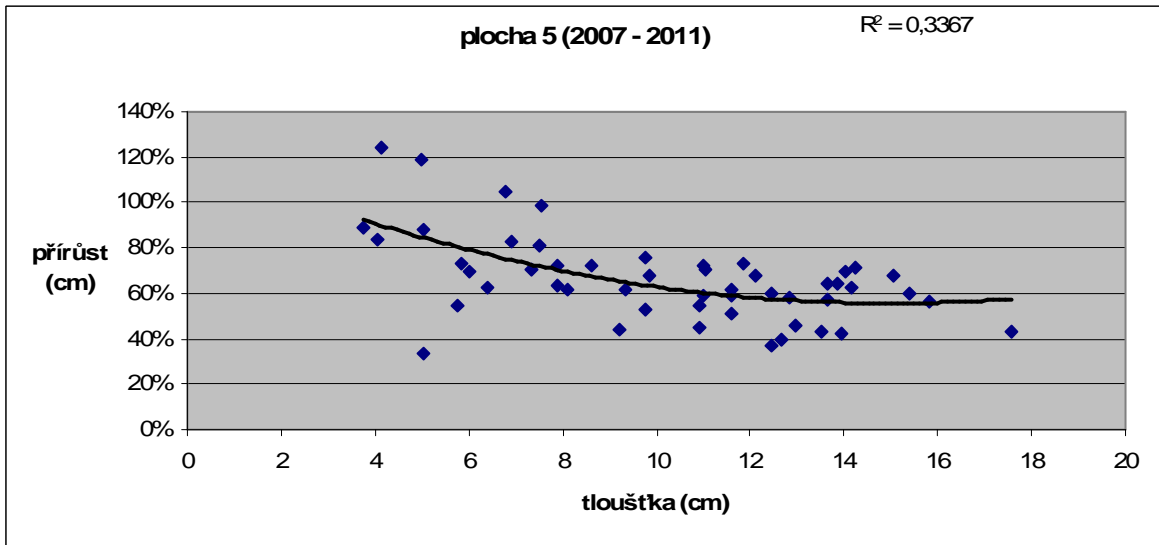
P.15 Běžný přírůst na kruhové základně, plocha 25



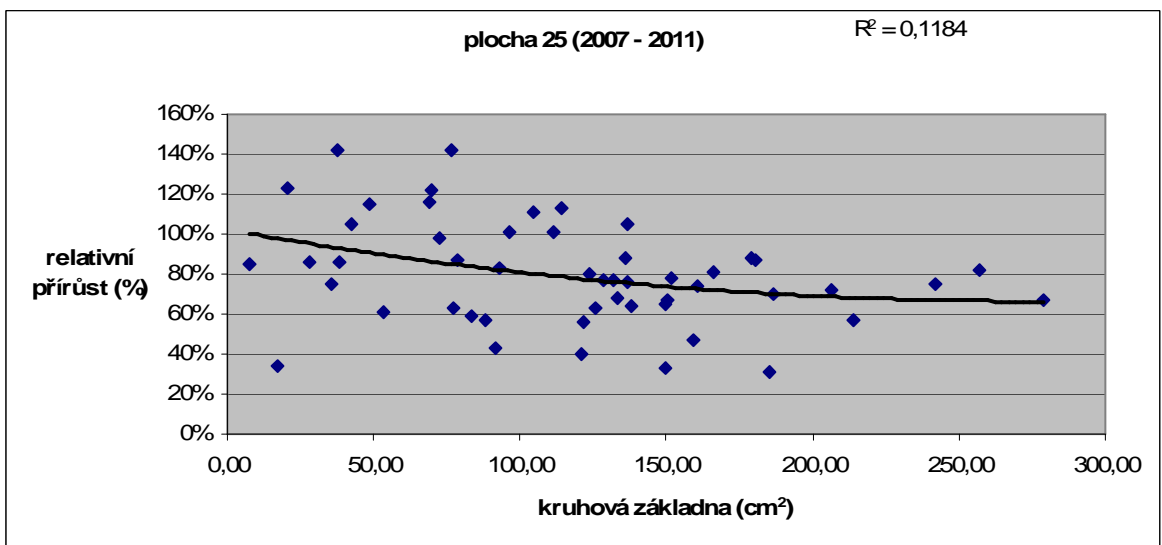
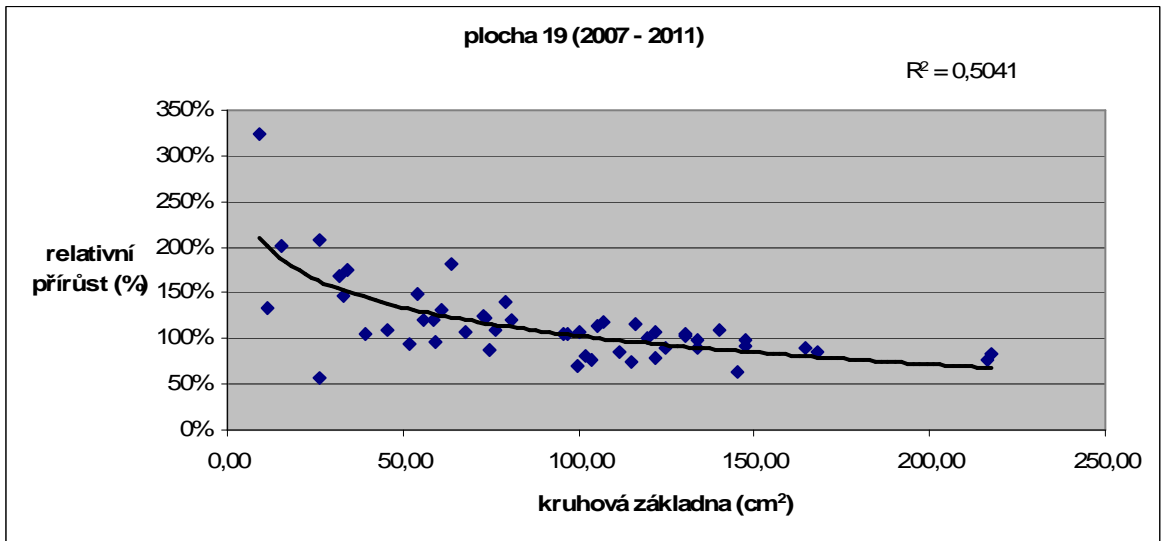
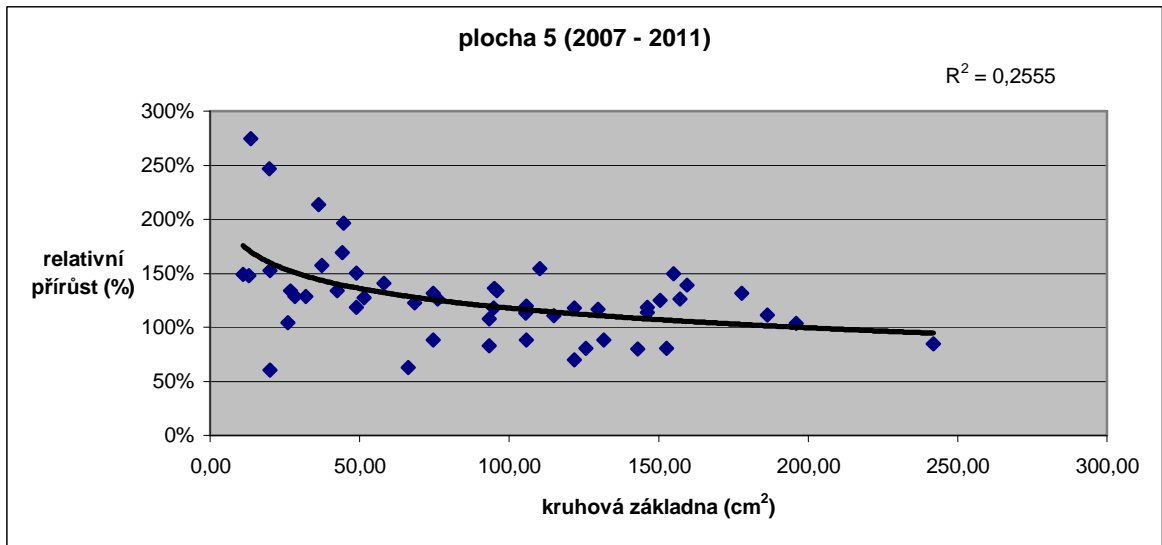
P.16 Relativní výškový přírůst



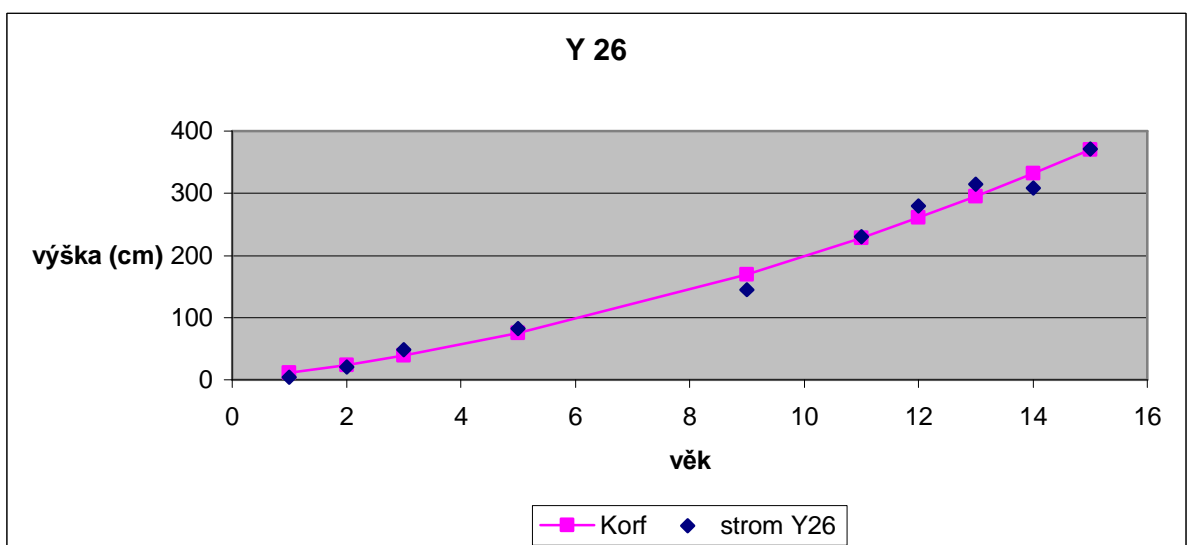
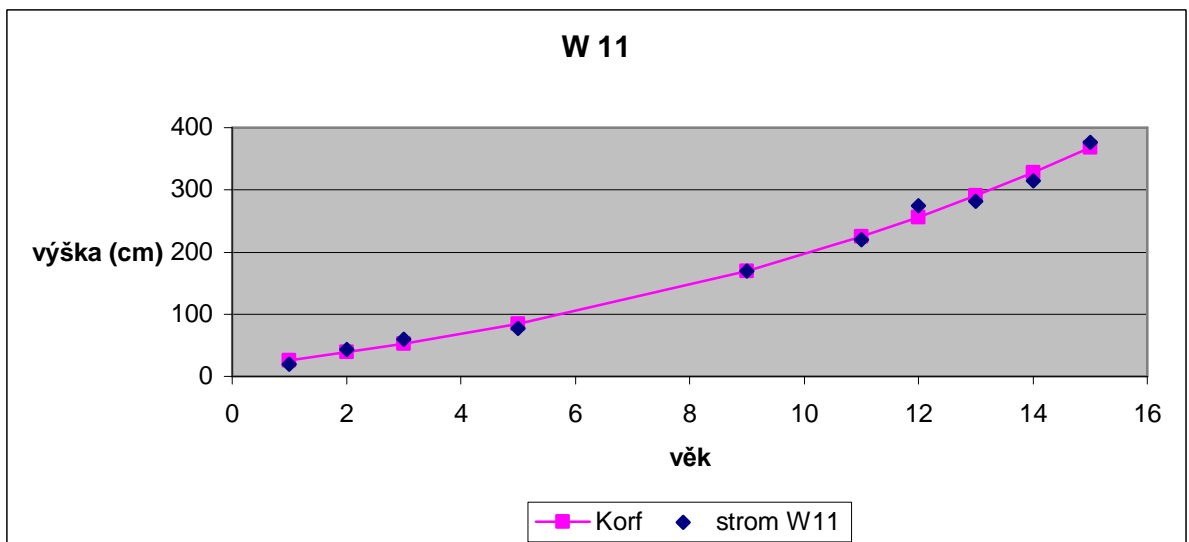
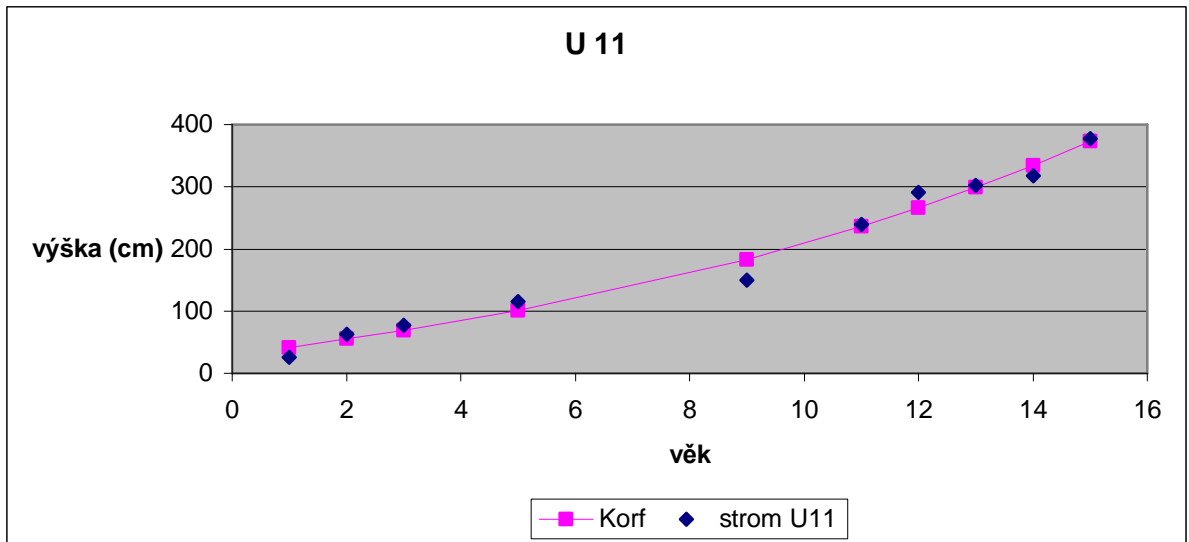
P.17 Relativní tloušťkový přírůst

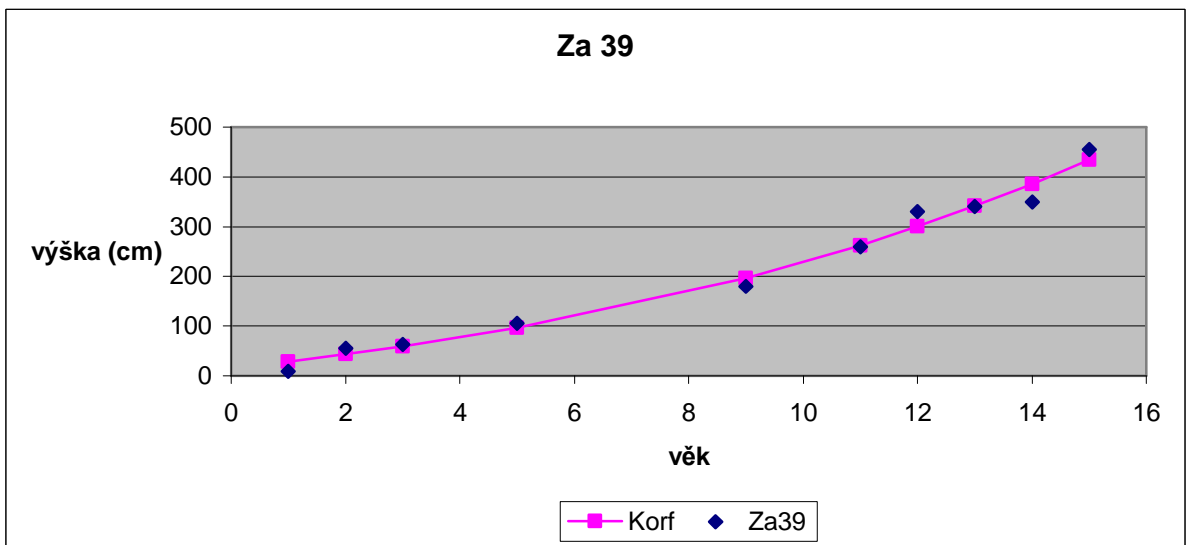
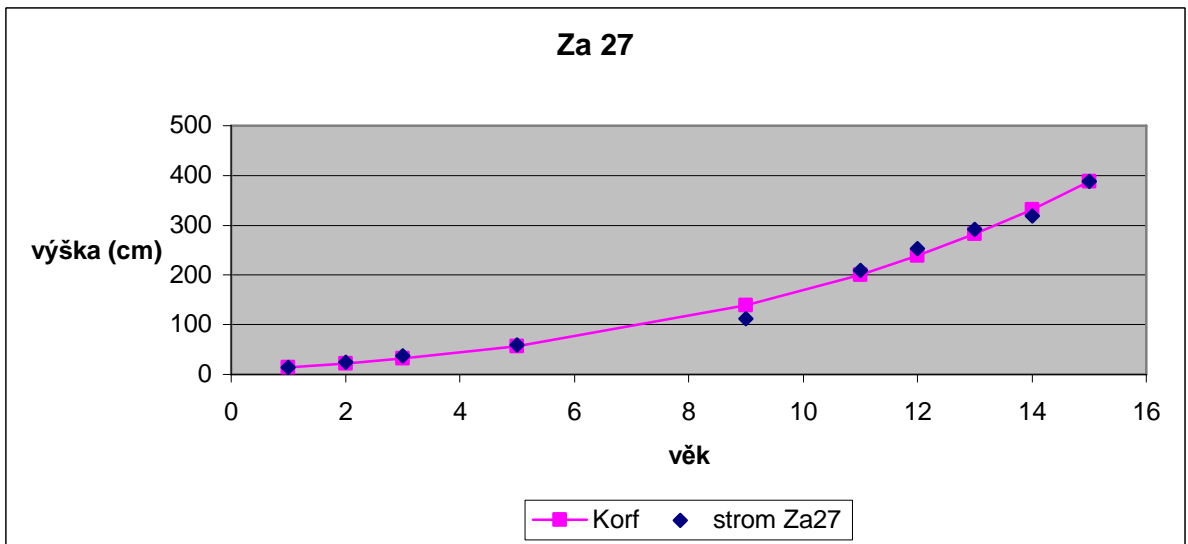
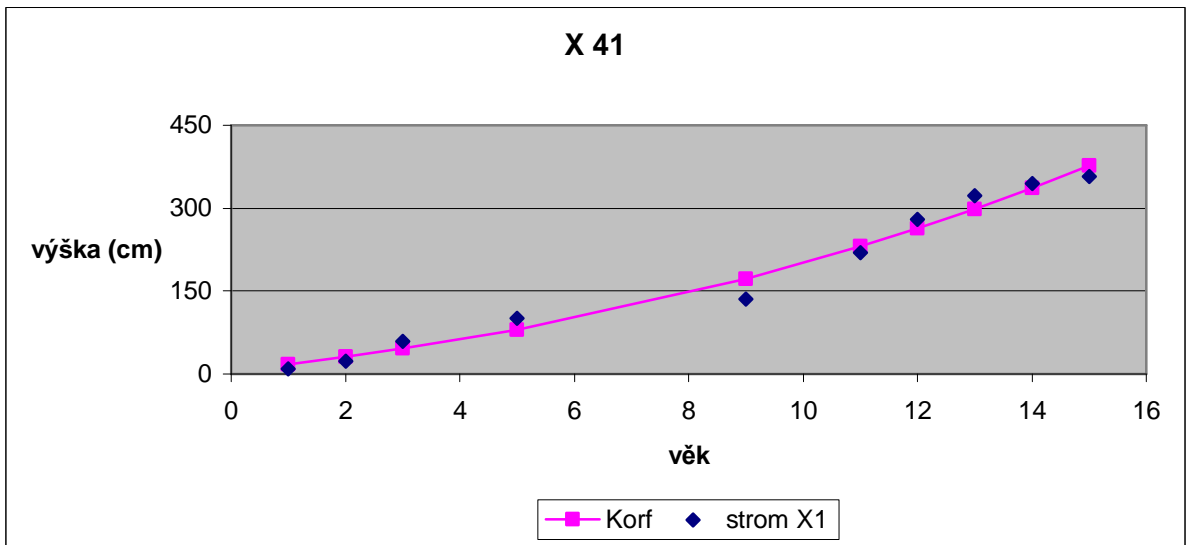


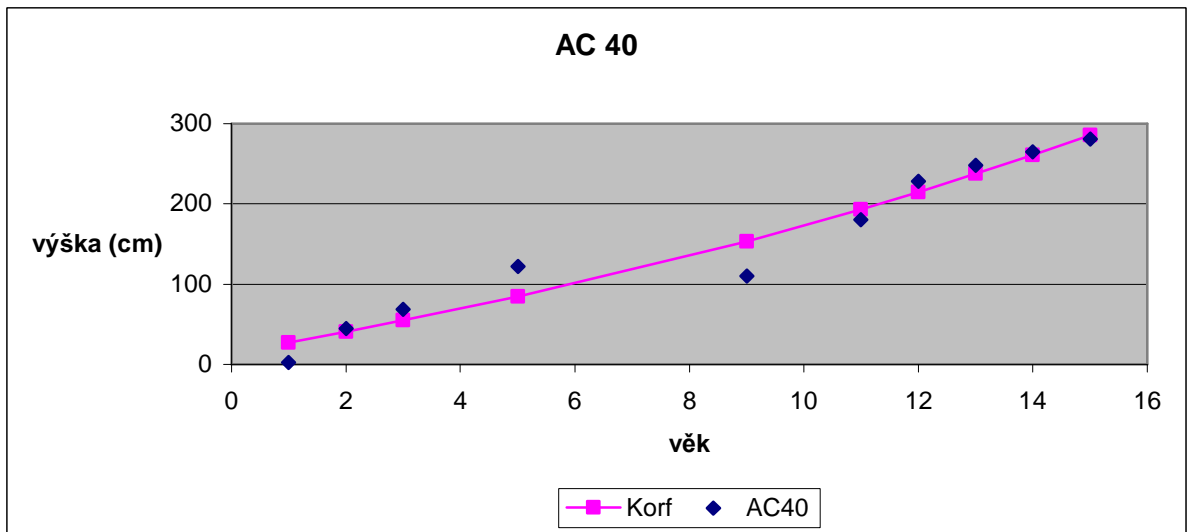
P.18 Relativní přírůst na kruhové základně



P.19 Korfova růstová funkce na jednotlivých stromech







P.20 Měření šířky korony u *Pinus pinea* ve skupině o třech pracovnících



P.21 Měření tloušťky u *Quercus suber*



P.22 Práce zapisovatele



P.23 Měření výšky u *Quercus suber*



P.24 Zkusná plocha v Mitře



P.25 Prostor mezi dvěma řádky na zkusné ploše v Mitře



P.26 *Quercus suber* na zkusně ploše v Mitře



P.27 Typický krajinný ráz ekosystému *Montado*



P.28 Detail korkového dubu po těžbě korku

