

Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích



*Dřeviny v kosené louce: analýza morfologie, stáří, růstu a
přežívání náletových dřevin na druhově bohatých loukách
v Bílých Karpatech*

Bakalářská práce

Petr Mazůrek

Školitel: Dr. Jiří Doležal

2008

Mazurek P. (2008): Dřeviny v kosené louce: analýza morfologie, stáří, růstu a přežívání náletových dřevin na druhově bohatých loukách v Bílých Karpatech. [The wood plants in the mown meadow: the analysis of morphology, age, growth and surviving of woody plants on species-rich meadows in the White Carpathian. Bc. Thesis, in Czech.] –54 pp., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

ANNOTATION:

This study deals with the presence of woody species in species-rich, savanna-like meadows (with scattered *Quercus* spp. trees) in National Nature Reserve of Čertoryje, Bílé Karpaty Mts., SE Czech Republic. The first part is a community-oriented study of variation of woody species composition on meadows with different land-use management (regularly mown, recultivated, abandoned etc.). Indirect ordination analysis (DCA) was used to relate woody species composition to land-use history (seven meadow types) and species composition of the surrounding vegetation. Further, attempts were made to explain the occurrence and survival of woody species by their life-history traits (root:shoot ratio, regeneration ability after mowing etc). The second part of the thesis tries to identify the most prominent climatic factors affecting the growth of two common oak species in Čertoryje (1) by establishing the mean relationships between tree ring residual chronology and climate through bootstrap moving correlation and response-function analysis, and (2) by distinguishing “pointer years”, which correspond to abrupt changes in growth pattern and reveal the tree-growth response to extreme climatic events, such as summer drought. Since the oaks are ring porous species with abrupt transition between earlywood and latewood, both parameters were measured and used to obtain subseasonal climatic information.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

30.4. 2008 v Českých Budějovicích

.....
Petr Mazůrek

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto způsobem poděkoval školiteli Jiřímu Doležalovi bez kterého by tato práce nikdy nevznikla, za jeho kladný přístup, vedení a rady. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří se nějakým způsobem podíleli na vzniku této práce, jmenovitě Tomáši Kolářovi, Vojtovi, Honzovi Altmanovi a Honzovi Čapkovi, Martině Bátovcové, Jimejnovi, Jankovi a technikům na PřF. Velké poděkování patří rodičům za umožnění dojíždění na lokalitu a pomoci se zpracováním vzorků, také děkuji Evičce za pomoc.

Tato práce je součástí vědeckého projektu Botanického ústavu Akademie věd České republiky GAČR 526/06/0723.

Obsah:

1. Úvod	5
2. Studované území	8
2.1. Bílé Karpaty – NPR Čertoryje.....	8
3. Studované druhy	10
4. Sběr dat.....	12
4.1. Dřeviny v kosené louce	12
4.2. Růstová analýza.....	13
4.3. Klimatická data.....	15
5. Výsledky:.....	17
5.1. Dřeviny v kosené louce	17
5.2. Letokruhová analýza	24
5.2.1. Dlouhodobé klimatické podmínky	24
5.2.2. Vliv klimatu na růst dubů.....	26
5.2.3. Významné roky	32
5.3. Napadení ochmetem a obsah vody v listech u dubu letního a dubu zimního	33
6. Diskuze	37
6.1 Dřeviny v kosené louce	37
6.2 Letokruhová analýza	38
7. Závěr pro ochranu přírody.....	41
8. Literatura:	42
9. Příloha	46

1. Úvod

Dub letní (*Quercus robur* L.) a dub zimní (*Quercus petraea* L.) jsou široce rozšířené druhy v Evropě, kde tvoří významnou komponentu přirozených listnatých lesů (Dimopoulos et al. 2005). Ve střední Evropě jsou duby v centru zájmu z ekologických a ekonomických důvodů. V současné době patří duby po jilmech k nejvíce ohroženým dřevinám v důsledku tracheomykóz onemocnění a špatné regenerace ze semen (Nef et Perrin 1999, Kavková et al. 2003). Současné lesní hospodaření v mnoha středoevropských zemích upřednostňuje listnaté dřeviny před monokulturami jehličnanů, které negativně ovlivňují stanovištní, především půdní poměry. Tyto a mnohé další důvody stimulovaly výzkum dubových porostů v Evropě. Studovány jsou především faktory, které ovlivňují regeneraci a růst stromů a dynamiku celých lesních porostů (Zhang et al. 1994, Lebourgeois et al. 2004).

V posledních třech desetiletích došlo k výraznému poškození dubových porostů v mnoha regionech Evropy. Především v 70. a 80. letech minulého století došlo k většímu výskytu odumírání dubů, a to zejména v zemích střední Evropy (Polsko, Česko, Slovensko, Německo). V některých případech byly symptomy poškození či odumření zapříčiněné dobře identifikovatelnými faktory jako jsou houbové infekce, přemnožení hmyzích škůdců, invaze ochmetu, či nedostatek živin (Butin 1995). Zvýšené odumírání dubů se také dávalo do souvislosti s oteplováním se klimatem a častějším výskytem extrémních klimatických události (letní sucha) v posledních dekádách. Stále zůstává velmi málo studií, které by se vlivem klimatických faktorů na růst dubů zabývaly a většina dostupných informací pochází ze západní Evropy (Lebourgeois et al. 2004).

Přirozené rozšíření dubu letního a zimního v Evropě odpovídá nížinným a středním polohám, kde tvoří čisté či smíšené porosty na poměrně široké škále stanovištních podmínek. Ačkoli stanovištní podmínky obou druhů jsou srovnatelné, dub letní je typický pro živinami bohatší, vlhká stanoviště v nížinách, zatímco dub zimní tvoří své charakteristické populace na méně bohatých a sušších stanovištích. Poměrně časté jsou smíšené porosty obou druhů, především na stanovištích s mozaikou vlhkých a suchých půd (a často zahrnují určitý podíl kříženců, Kleinschmit et al. 1995). Takovéto porosty najdeme v Bílých Karpatech, kopcovité krajině v jihovýchodní části České republiky, známé svou vysokou diverzitou rostlin a bezobratlých, která je spojená s výskytem rozsáhlých lučních porostů s roztroušenými duby, připomínajícími savanu, které jsou tradičně obhospodařované jednoročním kosením s následnou podzimní pastvou (Klimeš 1995).

Přírodu Bílých Karpat začala ovlivňovat a tvarovat zemědělská činnost s expanzí osídlení na sklonku středověku a na počátku novověku. Rozsáhlá historická odlesnění v Bílých Karpatech měla velmi často charakter krajinářských úprav citlivě využívajících zdejších přírodních podmínek (CHKO Bílé Karpaty 1997). Tradičním využíváním pozemků se vytvořila a udržela mozaika luk, pastvin, malých políček a lesních ploch (Konvička et al. 2007). V druhé polovině 20. století však bylo vinou kolektivizace mnoho lučních porostů zničeno, nejen orbou nebo nadměrným hnojením, ale také nedostatečným managementem a opouštěním (Jongepierová et al. 2007). V tomto období zanikla drobná políčka sloučením do rozsáhlých lánů a došlo k odstranění většiny rozptýlené zeleně (CHKO Bílé Karpaty 1997). Místa dostupná pro těžkou techniku byla hnojena a obhospodařována a tímto způsobem byly např. zničeny kavylové stepi a Vojšické louky v ochranném pásmu studovaného území. Místa, která se nedala obhospodařovat těžkou technikou, byla opuštěna a začala postupně zarůstat náletovými dřevinami a podléhat sukcesním změnám (Konvička et al. 2007).

V Bílých Karpatech vedly obavy o vzácné rostliny, zejména orchideje, během 80. let k založení několika rezervací, včetně Národní přírodní rezervace Čertoryje, která byla vyhlášena v roce 1987 s výměrou 326 ha. Počátkem roku 1986 se začaly uvolňovat dlouho nekosené části rezervace ve svahových polohách od náletu hlohů a dubů (Bezděčka et al. 2002). Obnovování ploch zahrnovalo sekání keřů a jejich následné pálení (Bravencová et al. 2004).

Pro NPR Čertoryje je charakteristický výskyt solitérních stromů, především dubů. Ten je dán jednak historicky, kdy osamocených stromů využívali pastevci k odpočinku a ochraně před nepřízní počasí, jednak hluboké kořenové systémy dubů měly pozitivní vliv na stabilizaci půd a jejich ochranu před erozí, a v neposlední řadě dodávají solitérní duby celému území neopakovatelný krajinný ráz, který je také předmětem ochrany. Mnoho vzácných druhů rostlin přežívá seč a je schopno dokončit životní cyklus pod ochranou solitérních stromů, které působí jako refugia a zvyšují celkovou diverzitu. Tradiční management pravidelných sečí na loukách v Bílých Karpatech zabraňuje převládnutí několika málo kompetičně silných druhů a postupné sukcesi k lesu. Opakovaná seč má význam zejména pro udržení nebo navrácení druhového bohatství a zamezení zarůstání luk náletovými dřevinami. Od tradičního mozaikovitého způsobu kosení se dosti liší současný intenzivní management aplikovaný na bělokarpatských loukách v posledních 10-15 letech, při kterém se během několika dní posečou stovky hektarů, což vede k uniformitě celého území, následkem čehož jsou ohrožena společenstva zejména bezobratlých živočichů (Konvička et al. 2007, Bravencová et al. 2004). Proto byl v plánu péče na roky 2005-2014 změněn management a každoročně budou ponechávány na ploše NPR i ochranného pásma

nekosené plochy (Bravencová et al. 2004). Duby a obecně všechny druhy dřevin které se na lokalitě vyskytují, představují bohatý zdroj diaspor. Na loukách proto dochází k opakované ecesi dřevin, které jsou mnohdy schopné přežít i několik desetiletí při pravidelné seči, což v případě opuštění představuje nebezpečí opětovného zarůstání.

Jak již bylo uvedeno výše, duby mají na tomto území několik významných funkcí, proto je nezbytné zajišťovat jejich ochranu. Značnou část ale tvoří staří a odumírající jedinci, kteří trpí tracheomykozními nemocemi a ochmetem. Dalším významným činitelem, který se může podílet na odumírání dubů jsou měnící se klimatické podmínky, obecně zvyšující se teploty a úbytek srážek. Proto se v této práci zabývám vlivem pravidelné seče na přežívání semenáčků náletových dřevin a vlivu klimatických podmínek na růst dubů.

Pro vypracování předkládané bakalářské práce byly stanoveny následující cíle:

- sběr a vyhodnocení dat o druhové skladbě náletových dřevin na různě obhospodařovaných loukách,
- zodpovězení otázek, jaké druhy dřevin jsou schopny přežít v kosené louce, jaká je jejich morfologie a stáří a jak jsou na loukách hojné,
- stanovení biomasy, morfologická a letokruhová analýza růstu.

2. Studované území

2.1. Bílé Karpaty – NPR Čertoryje

Nejzápadnější část Karpatského pohoří, Bílé Karpaty, představuje mozaiku kopců a údolí táhnoucí se přes 80 km podél hranice mezi Českou a Slovenskou republikou s rozmezím nadmořské výšky od 175 do 970 m (Jongepier et Jongepierova 2001). Pro západní část Bílých Karpat jsou charakteristické rozsáhlé komplexy květnatých luk s rozptýlenými soliterními stromy (Bezděčka et al. 2002), kde se nachází studovaná lokalita. Národní přírodní rezervace Čertoryje je součástí vymezeného krajinného celku Dolňácké lučinaté vrchoviny. Oblast vykazuje malé výškové rozdíly v rozmezí 310 – 450 m a slabou členitost reliéfu (CHKO Bílé Karpaty 1997). Jako národní přírodní rezervace byla vyhlášena v roce 1987 s výměrou 326 ha a spolu s ochranným pásmem se tato plocha téměř zdvojnásobí.

Bílé Karpaty náleží geologicky k Vnějších Západním Karpatům, které jsou součástí středoevropských alpid. Geologická stavba Západních Karpat je výsledkem horotvorných pohybů v druhohorách a třetihorách (Kuča et al. 1992). Jejich podklad tvoří horniny dílčí bělokarpatské jednotky magurského flyšového příkrovu, zastoupené převážně pískovci střídanými jílovcí, méně často slínovci (Bezděčka et al. 2002). Nepropustné jílové vrstvy jsou příčinou rychlého povrchového odtoku vody, což se projevuje v menší akumulaci podzemní vody a výskytem množství pramenů (Jongepier et Jongepierova 2001). Na lokalitě je patrný erozně-denudační reliéf, který v údolních dnech přechází na reliéf akumulací. Horninovým složením a geologickou stavbou území jsou podmíněny hydrogeologické poměry (Kuča et al. 1992). Na území Čertoryjí se vyskytují mnohá luční prameniště a to zejména na jihozápadním a severovýchodním svahu. Převládajícím půdním typem jsou nepříliš úrodné hnědé půdy (kambizemě), méně časté jsou pararendziny, černozemě a černice (Kuča et al. 1992).

Území Bílých Karpat se dělí na tři klimatické oblasti (Quitt 1971). NPR Čertoryje patří do mírně teplé oblasti, které je charakterizováno dlouhým létem, s krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká, mírně teplá a velmi suchá zima s krátkým trváním sněhové pokrývky (50-60 dnů).



Obrázek 1: Solitérní dřeviny vytvářejí v NPR Čertoryje jedinečný krajinný ráz (západní pohled).

Nejcharakterističtějším nelesním typem vegetace Bílých Karpat jsou květnaté orchidejové louky, které patří k druhově nejbohatším typům lučních porostů ve střední Evropě (Bezděčka et al. 2002) (**obr.1**). Tyto louky zabírají více než 4 000 ha, což odpovídá 5,6% celkové plochy (Klimeš et Klimešová 2002). Někteří autoři tyto louky klasifikují jako stepní, protože jejich flóra zahrnuje množství xerothermních druhů (Jongepier et Jongepierova 2001). Najdeme zde i druhově početně nejbohatší zastoupení vstavačovitých rostlin v rámci České republiky – vyskytuje se zde 41 z celkového počtu 56 druhů doložených na území ČR. V CHKO Bílé Karpaty se vyskytuje celkem 103 chráněných druhů cévnatých rostlin, z toho 27 kriticky ohrožených, 37 silně ohrožených a 39 mezi ohroženými druhy (Bezděčka et al. 2002). Předmětem ochrany na Čertoryjích jsou typická semixerothermní až mezofilní luční společenstva, podmíněna pravidelným sečením (Petříček et al. 1989). Převažujícím typem vegetace jsou druhově velmi bohaté louky svazu *Cirsio – Brachypodium pinnati*, v němž dominuje válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*) a sveřep vzpřímený (*Bromus erectus*). Celkem bylo na tomto území zaznamenáno téměř 500 druhů rostlin (Bezděčka et al. 2002).

3. Studované druhy

Mezi náletové dřeviny luk na Čertoryjích patří dub letní, dub zimní, hloh jednosemenný, růže šípková a bříza bělokorá.

Dub letní je strom velkých rozměrů se silným kmenem a košatou korunou (Chmelař 1987), patřící k našim nejmohutnějším dřevinám a dožívající se přes 500 let (Úradníček et al. 2001), ovšem výjimečně může růst i v keřové formě. Dub letní řadíme mezi světlomilné dřeviny a je o něco náročnější na světlo než dub zimní (Chmelař 1987). Přítomnost mnoha spících pupenů zajišťuje snadnou regeneraci při poškození (Úradníček et al. 2001). Dub letní se vyskytuje téměř v celé Evropě s výjimkou nejnižších a nejsevernějších oblastí. Na našem území roste všude v nižších polohách a kromě oblastí lužního lesa se vyskytuje i na teplých výslunných stráních na živnějších podkladech spolu s dalšími lesostepními druhy, mj. i s dubem zimním (Chmelař 1987), kde má nízký a křivý vzrůst (Úradníček et al. 2001).

Dub zimní je stromem středních rozměrů s poněkud zprohýbaným kmenem a protáhlou, nepravidelně utvářenou korunou. Má výbornou pařezovou výmladnost, obráží také snadno na kmeni a různá poškození snadno napravuje ze spících pupenů (Úradníček et al. 2001). Je evropsky rozšířen, chybí však na chladném severu celé východní kontinentální Evropy (Chmelař 1987). Je důležitým stromem nižších horských poloh a pahorkatin a jeho horní hranice se prolíná se spodní hranicí buku. Roste i v podmínkách značného nedostatku vláhy a vydrží na silně vysychavých podkladech a suchých lesostepních stanovištích na spraších nebo skalnatých podkladech (Úradníček et al. 2001).

Hloh jednosemenný je trnitý keř až strom dorůstající i 12m výšky. Hloh patří k světlomilným a teplomilným dřevinám odolným suchu. Roste většinou na neutrálních až bazických půdách (Úradníček et al. 2001) a je častou složkou pasekových a pastvinných společenstev, teplých strání a šípákových doubrav téměř v celé Evropě (Větvička 2005).

Růže šípková je statný keř až 3m vysoký, někdy jako opíravá liána až 10m dlouhá s ostnatými větvemi. Květy má bílé, světle až sytě růžové s dobou květu v červnu a červenci, šípky dozrávají od září. Růže šípková je světlobytná, sucho a teplo snášející dřevina s nepatrnými nároky na kvalitu půdy. Roste na výslunných svazích, křovinatých stráních, mezích, zarůstajících pastvinách i na okraji mokřin (Úradníček et al. 2001). V České republice je obecně rozšířený druh od nížin do horských poloh, u nás s maximální nadmořskou výškou 1 050m.

Bříza bělokorá je středně velký strom s bílým kmenem, v mládí rovným, později zprohýbaným s vejcovitou, řídkou a nepravidelně utvářenou korunou. Bříza je krátkověká

dřevina, dožívající se maximálně 150 let, silně světlomilná. Je typickou pionýrskou dřevinou osídlující holé plochy náletem lehkých, větrem daleko se šířících semen. Vyskytuje se i na extrémních stanovištích (Úradníček et al. 2001), je zřejmě ekologicky nejplastičtější a nejpřizpůsobivějším stromem (Větvička 2005). Bříza bělokorá má rozsáhlý eurasijský areál výskytu, patří mezi dřeviny jejichž zastoupení s činností člověka a s hospodařením v lesích výrazně stouplo (Úradníček et al. 2001).

4. Sběr dat

4.1. Dřeviny v kosené louce

Na jaře roku 2006 bylo na zkoumaném území vybráno 7 lokalit (mapka viz příloha). Tyto lokality byly vybrány s ohledem na způsob obhospodařování luk. Na každé z těchto 7 lokalit (S1 – kosená louka (ohniště), S2 – kosená louka, S3 – louka 20 let po odstranění dřevin, S4 – 1 rok nekoseno, S5 – obnovované louky – mladé, S6 – obnovované louky – mladé (Výzkum), S7 – obnovované louky – staré) byly založeny 4 plochy o velikosti 9 m² v liniovém transektu 10 m od sebe. Výjimku tvořily plochy 20 let po odstranění dřevin, kde bylo sledováno 6 ploch (S 3), dále ohniště v kosené louce, kde bylo sledováno 5 ploch (S 1) a mladé rekultivované louky, kde bylo založeno taktéž 5 ploch (S 5). Celkem bylo sledováno 32 ploch. Všechny plochy byly rozděleny do čtyř menších čtverců (sektor A, B, C, D). Na každé ploše se kromě počtu dřevin zjišťovaly morfologické parametry dřevin – průměr kmínku, počet výhonů, počet větví, celková délka dřeviny a délka poslední nejdelší větve. Jednotlivé dřeviny byly označeny štítkem.

Takto zmapované dřeviny byly odebírány ve dvou fázích – v červnu a říjnu. Dřeviny ze sektorů A a D se odebíraly v červnu a byly rozříděny do kategorií: nové a staré listy, nové a staré letorosty. Při druhém odběru v říjnu sektorů B a C byly navíc odebírány i kořeny dřevin a také se sbírala z rohů sektorů A a D nadzemní biomasa spolu s opadem (litr) v kruzích o průměru 20 cm. Tato biomasa byla rozříděna na mrtvou a živou složku. Živá složka byla dále tříděna do druhů. Veškeré odebrané vzorky byly sušeny po dobu 24 hodin při teplotě 80°C. Na digitálních analytických vahách (Kern) byla stanovena hmotnost sušiny.

Data o druhovém složení vegetace, vyjádřená nadzemní biomasou jednotlivých druhů odebraných z kruhových ploch o velikosti 314 cm², byla zhodnocena nepřímou ordinační metodou DCA (Detrended Correspondence Analysis) v programu CANOCO (ter Braak et Šmilauer 1998). Použití této ordinační metody je založené na předpokladu unimodální druhové odpovědi (beta-diverzita vyjádřená délkou první a druhé osy DCA byla 4,6 a 3,9, což dovoluje použití unimodálních metod). Kvůli přítomnosti mnoha druhů s malou frekvencí a biomasou, byla použita volba 'downweighting of rare species'. Ordinační osy DCA korespondují s dominantními gradienty v druhové skladbě. Z výsledků analýzy DCA byly vytvořeny ordinační diagramy, které znázorňují podobnost mezi snímky na základě druhové skladby a dále vyjadřují

vztahy dominantních vegetačních gradientů k faktorům prostředí, kterými jsou v tomto případě různé typy lučních porostů a k početnosti jednotlivých druhů náletových dřevin.

4.2. Růstová analýza

V sezoně 2007 jsem se zaměřil na stejném území na růst dospělých jedinců dubu letního a dubu zimního. Ke každému druhu byli náhodně vybráni jedinci a rozděleni do skupin podle výskytu na solitérně, rozvolněně a v zástinu rostoucí (**tab.1**).

Tabulka 1: Celkové počty dubů dle druhu a místa výskytu.

Dub letní			Dub zimní		
solitér	rozvolněný	v zástinu	solitér	rozvolněný	v zástinu
34	17	15	10	20	11
celkem	66		celkem	41	

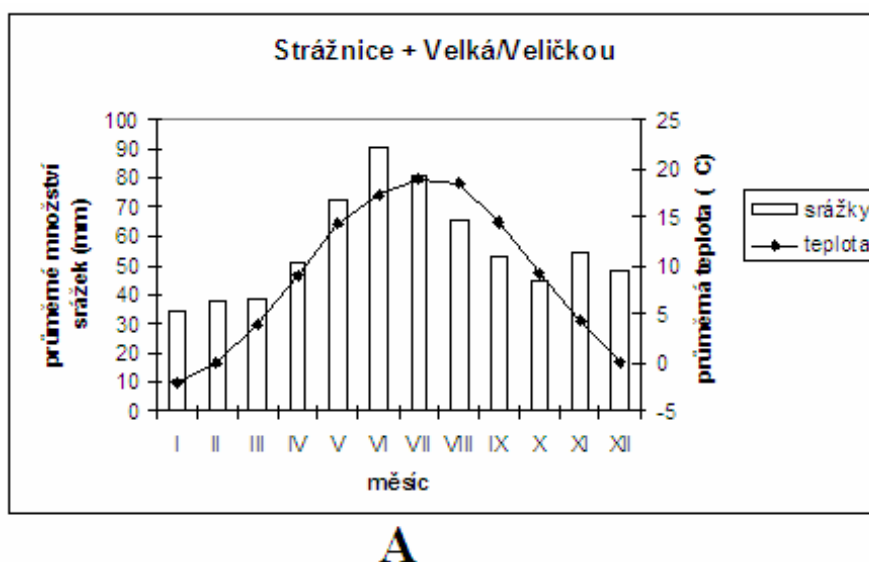
Duby byly dále rozděleny podle polohy růstu a to zda rostly v horní, méně strmé či spodní, strmější části západního svahu v lučním komplexu Čertoryjí. U vybraných jedinců byl odebrán vývrt Preslerovým nebozezem (MORA, Sweden) v prsní výšce (DBH: diameter at breast height, 130 cm nad bází kmene) pro zjištění stáří stromů a průběhu radiálního růstu na základě počtu a šířek letokruhů. Většina jedinců na studovaném svahu byla odvrtna rovnoběžně s vrstevnicí kvůli minimalizaci vlivu reakčního dřeva (Sheweingruber 1996). U každého jedince byl dále zjišťován obsah vody v listech, a to koncem srpna 2007, v nejsušším období vegetační sezony. Testovány byly druhové rozdíly a rozdíly podmíněné typem stanoviště (duby solitérní, rozvolněné, a ze zapojených porostů) a jejich interakce pomocí analýzy variance. Obsah vody v listech byl vyjádřen poměrem suché a živé váhy listů (LDMC – leaf dry matter content (mg/g)); listy s vysokými hodnotami mají malý obsah vody v listech. Listy byly odebírány na východní a západní straně stromu a váženy ihned v terénu po odebrání na přenosných váhách Kern a potom jako sušina po 24 hodinovém sušení při 80°C.

Odebrané vývrty se lepily na dřevěné lišty. Po mechanickém seřezání bylo pro zlepšení čitelnosti použito i ručního řezání žiletkou. Dále bylo použito bílé křídly ke zvýraznění přechodu

mezi letokruhy. Jelikož duby mají kruhovitě pórovité letokruhy s poměrně ostrým přechodem mezi jarním a letním dřevem, oba parametry růstu jsou snadno měřitelné a můžou být použité k získání informace o vlivu klimatických faktorů v různé části růstové sezóny. Z těchto důvodů byla měřena jak celková šířka ročního přírůstu, tak i šířka jarního a letního dřeva. Letokruhy byly počítány od středu k borce a jejich šířky měřeny s přesností 0,01 mm s pomocí měřicího přístroje (digitalpositionimeter, L. Kutschereiter, Vídeň) a mikroskopu napojeného na počítač. Ke křížovému datování a kontrole kvality naměřených dat byl použit program PAST 4 (www.sciem.com). Program ARSTAN (Cook 1985) byl použit pro vytvoření tří typů chronologií na základě vícefázového detrendování (Cook et Kairiukstis 1990). Jako první chronologie byla vytvořena chronologie standardní. Ta vznikla jako průměr indexu šířek letokruhu po detrendování (odstranění růstového trendu pomocí exponenciální křivky). Druhá chronologie je residuální. U té byla navíc odstraněna autokorelace (většinou 2 – 3 roky zpátky) z jednotlivých letokruhových řad. Třetí tzv. arstan chronologie vznikla zpětným zahrnutím autoregresivního modelu do residuální chronologie. Teoreticky by měla být shodná s chronologií standardní. Je to v podstatě ověření autoregresivního modelu použitého pro odstranění autokorelace. Pro vztah mezi klimatickými parametry a přírůstem byla použita residuální chronologie (Cook et Kairiukstis 1990). Vliv klimatických faktorů na šířku jarního dřeva (earlywood, EW), letního dřeva (latewood, LW) a celkovou šířku letokruhů (total ring, TR) byl testován pomocí tří metod: (1) jednoduché korelační analýzy (bootstrap correlation) (2) postupné korelace (bootstrap moving correlation) a (3) analýzou odpovědi (response-function analysis) v programu DENDROCLIM (Biondi et Waikul 2004). Pomocí postupné korelace (bootstrap moving correlation) s fixním intervalem 70 let jsem zkoumal časovou stabilitu klimatických signálů. Například pokud reziduální chronologie začíná rokem 1890, tak první korelační koeficient je počítán pro období 1890-1960. V dalším kroku pro období 1891-1961 atd. až do roku 2006 a to pro každý klimatický parametr zvlášť. Celkem bylo testováno 28 klimatických parametrů: průměrné teploty a sumy srážek pro 14 měsíců, včetně 6 měsíců předchozího roku (červenec – prosinec) a 8 měsíců v daném roce růstu (leden – srpen). Důležité klimatické faktory ovlivňující růst dubů byly dále studovány pomocí analýzy významných let (pointer years, Schweingruber 1996). Významný rok byl v této práci definován pro každou složku letokruhu v daném kalendářním roce, kde alespoň 75% z měřených vzorků mělo letokruh minimálně o 10% širší nebo užší než letokruh v předchozím roce (Lebourgeois et al. 2004).

4.3. Klimatická data

Průměrné měsíční teploty byly získány z meteorologické stanice ve Strážnici (48° 53' 45,909" N, 17° 31' 22,032" E). Záznamy jsou vedeny v rozmezí let 1940 – 2007. Stanice se nachází 10 km západně od studovaného území v nadmořské výšce cca 200 m.n.m.. Měsíční průměrné úhrny srážek pocházejí z meteorologické stanice z Velké nad Veličkou (48° 53' 51,234" N, 17° 19' 0,205" E) a jsou pro období 1961 – 2007. Stanice se nachází 7,5 km na východ od studované lokality v nadmořské výšce 250 m.n.m. (**obr.2**).



Obrázek 2: Průměrné množství srážek bylo počítáno z dat měřených od roku 1961 (Velká nad Veličkou) a průměrná teplota byla spočtena z dat měřených od roku 1940 (Strážnice).

Protože je teplotní a srážková řada z těchto stanic relativně krátká, použil jsem pro její rozšíření údaje z jiných meteorologických stanic. Pro dopočet průměrných teplot od roku 1886 – 1939 byly použity data z Vídně, a pro dopočet průměrných srážek od roku 1898 – 1960 byly použity průměrné úhrny srážek pro jižní Moravu (Brazdil et al. 2002). V **tab. 2** jsou uvedeny výsledky lineární regresní analýzy pro teploty a srážky, která naznačují velmi těsný vztah (průměrné R^2 z regrese teplot je 0,89, průměrné R^2 z regrese srážek je 0,52) a možnost extrapolace dat ze vzdálenějších stanic pro naše zájmové území.

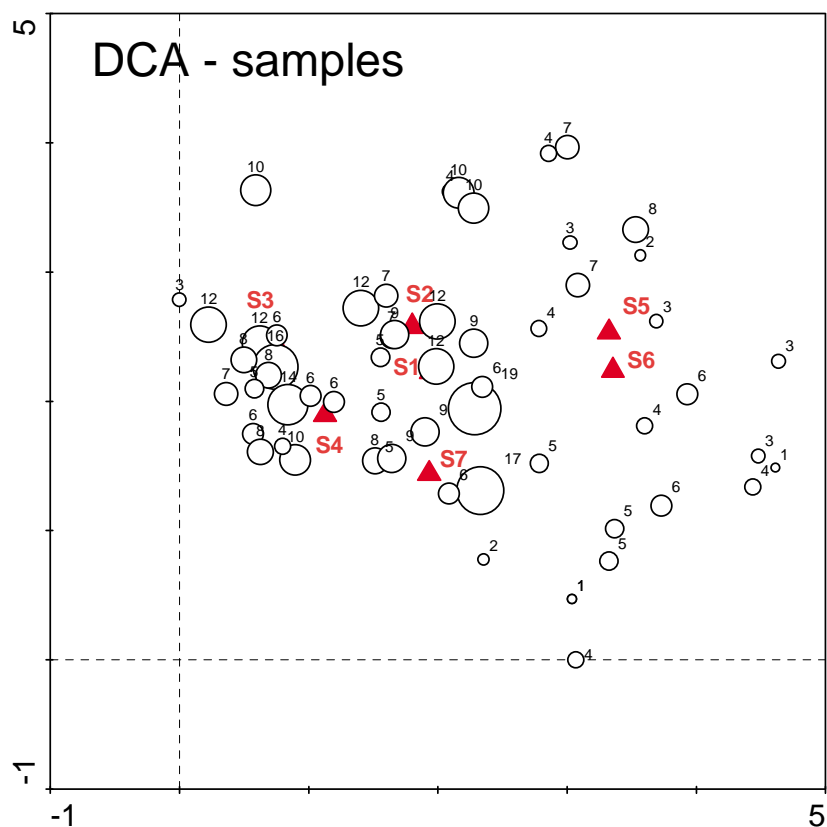
Tabulka 2: Rovnice spojnice trendu

měsíc	Strážnice – Vídeň		Velká nad Veličkou – jižní Morava	
	y =	R ²	y =	R ²
I	1,107x – 11,184	0,9555	1,1096x + 6,2168	0,6322
II	1,0385x – 11,409	0,9601	0,881x + 13,176	0,5566
III	0,952 x – 8,8203	0,9391	0,8616x + 11,593	0,5123
IV	1,0633x – 15,699	0,9224	0,9535x + 18,007	0,5875
V	1,0097x – 7,5095	0,9395	1,1444x + 10,093	0,5008
VI	1,0157x – 10,41	0,9028	1,473X + 5,5074	0,4754
VII	0,8824x + 11,811	0,874	0,7302x + 28,341	0,2675
VIII	0,8876x + 11,359	0,8402	0,7889x + 23,518	0,42
IX	1,0221x + 13,354	0,8086	0,751x + 18,216	0,5849
X	1,1824x + 25,358	0,8516	1,2366x + 5,1087	0,64
XI	0,9873x + 4,0475	0,8422	1,2964x + 6,6277	0,7295
XII	1,1011x + 9,0154	0,9035	1,5492x + 5,8372	0,5882

5. Výsledky:

5.1. Dřeviny v kosené louce

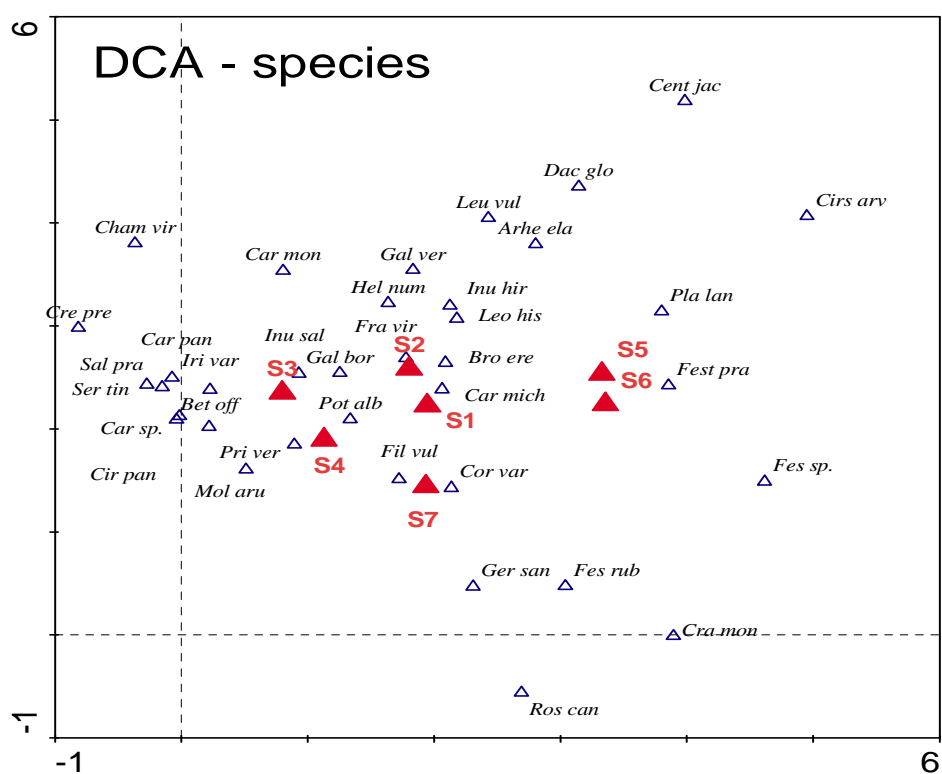
Z výsledků studie vyplývá, že porosty náletových dřevin se vyskytují na celém území rezervace, jejíž jednotlivé části se dosti liší druhovou skladbou rostlin, v závislosti na historickém způsobu obhospodařování. Hlavní gradienty v druhové skladbě nám znázorňuje ordinační diagram DCA (obr. 3).



Obrázek 3: Ordinační diagram vegetačních snímků s jejich druhovou bohatostí (počet druhů na ploše 314 cm²) na sedmi zkoumaných loukách. Jednotlivé typy lučních stanovišť (S1-S7, červený trojúhelník) byly pasivně promítnuté do DCA diagramu.

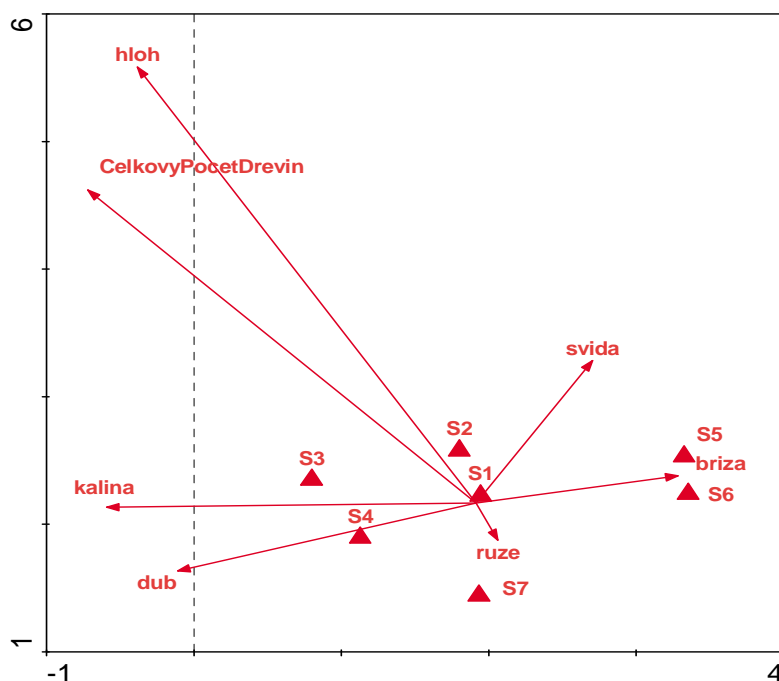
První dvě ordinační osy vysvětlují 7,8 a 4,9% variability v druhových datech. První osa je dobře korelována se zvolenými faktory prostředí, tedy sedmi typy lučních porostů ($r = 0,85\%$). V případě přímých ordinačních analýz by tyto faktory prostředí vysvětlily 38,6% variability

v druhových datech. Plochy s nejmenší druhovou rozmanitostí jsou na mladých obnovovaných loukách na opuštěné orné půdě (S5 a S6), se zastoupením druhů (**obr. 4**) jako *Festuca pratensis*, *Plantago lanceolata*, ale také ruderalními druhy *Agropyron repens*, *Cirsium arvense* nebo *Convolvulus arvensis*. *Molinia arundinacea* nebo *Primula veris* je dominantní na relativně druhově bohatých, jeden rok nekosených loukách (S4). K druhově nejvíce bohatým plochám patří dlouhodobě a pravidelně kosené louky (S1 a S2) s dominancí druhů jako *Bromus erectus*, *Inula salicina*, *Potentilla alba*, *Helianthemum nummularium* a *Inula hirta*.



Obrázek 4: Ordinační diagram se zastoupením lučních druhů - *Arrhenatherum elatius* - Arhe ela, *Betonica officinalis* - Bet off, *Bromus erectus* - Bro ere, *Carex michelii* - Car mich, *Carex montana* - Car mon, *Carex panicea* - Car pan, *Carex sp.* - Car sp, *Centaurea jacea* - Cent jac, *Cirsium arvense* - Cirs arv, *Cirsium pannonicum* - Cir pan, *Coronilla varia* - Cor var, *Crataegus monogyna* - Cra mon, *Crepis preamorsa* - Cre pre, *Dactylis glomerata* - Dac glo, *Festuca pratensis* - Fest pra, *Festuca rubra* - Fes rub, *Festuca sp.* - Fest sp, *Filipendula vulgaris* - Fil vul, *Fragaria viridis* - Fra vir, *Galium boreale* - Gal bor, *Galium verum* - Gal ver, *Geranium sanguineum* - Ger san, *Helianthemum nummularium* - Hel num, *Chamaecytisus virescens* - Cham vir, *Inula hirta* - Inu hir, *Inula salicina* - Inu sal, *Iris variegata* - Iri var, *Leontodon hispidus* - Leo his, *Leucanthemum vulgare* - Leu vul, *Molinia arundinacea* - Mol aru, *Plantago lanceolata* - Pla lan, *Potentilla alba* - Pot alb, *Primula veris* - Pri ver, *Rosa canina* - Ros can, *Salvia pratensis* - Sal pra, *Serratula tinctoria* - Ser tin.

Nekosené luční porosty (S4) taktéž zarůstají náletovými dřevinami, převážně hlohem jednosemenným. Z ordinačního diagramu, kde je promítnuta početnost náletových dřevin (**obr.5**) vyplývá, že celkový počet náletových dřevin a také počet hlohů je vyšší v těch částech Čertoryjí, kde je vyšší počet stromů a keřů v okolí sledovaných ploch (S3).



Obrázek 5: Ordinační diagram celkové početnosti dřevin.

Důsledkem nekosení je zvýšení dominance druhu *Molinia arundinacea*. Druhově bohaté porosty, kde probíhá pravidelná seč (S1), osídlují převážně duby. K ecesi břízy dochází častěji na obnovovaných loukách na bývalé orné půdě (S5, S6). Průměrné počty dřevin na jednotlivých plochách jsou v **tab. 3**.

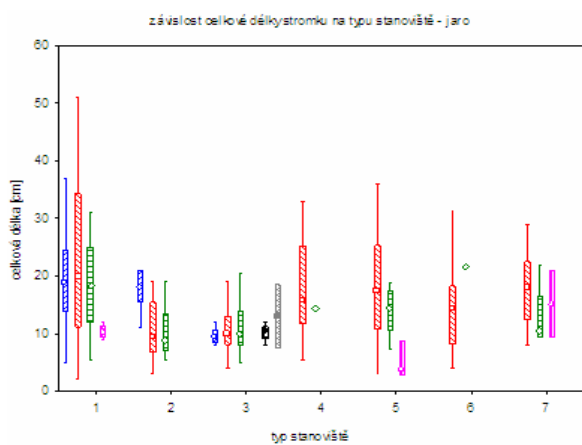
Tabulka 3: Průměrný počet jedinců (na ploše 3 x 3 m) jednotlivých dřevin na jednotlivých typech lučních porostů (S1 - S7).

	bříza	brslen	dub	hloh	javor	kalina	růže	svída	Celkový součet
S1	0.8	0	13	7.8	0	0	2.4	0	24
S2	0	0	3	7.5	0	0	5	0	15.5
S3	0.16	0.66	1.83	26.7	0.5	0.16	5.2	0	35.2
S4	0	0	0	4	0	0	0.25	0	4.25
S5	0.6	0	0	7.2	0	0	4	0.2	12
S6	0	0	0	8.75	0	0	0.25	0	9
S7	0.5	0	0	7.25	0	0	3.25	0	11

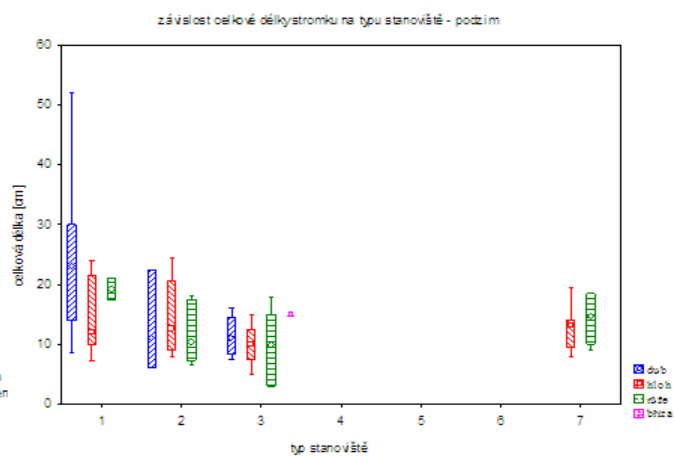
Plochy můžeme také charakterizovat podle závislosti naměřených parametrů na lučních typech. Hloh dosahuje v porovnání s ostatními dřevinami nejvyššího vzrůstu (**obr.6a**) na stanovišti S1, S4, S5 a S6. V říjnu (**obr.6b**) je zřejmý nárůst u dubu oproti jarnímu růstu na S1 vůči ostatním dřevinám, jejichž vzrůst je do cca 22 cm. Pokud budeme sledovat pouze nejdelší letorost (**obr.7a**), zjistíme, že hloh dosahuje opět nejdelších hodnot na S4, S1, S7, S5, a S2. Dlouhé jarní letorosty má i růže a to na S1, S5, S7. Při měření v říjnu (**obr.7b**) vykazovaly dřeviny vyrovnaných hodnot. Nejvíce větví u nejdelšího výhonu (**obr.8a**) má dub na S1 v červnu a také v říjnu (**obr.8b**). Hloh na S5, S6 a S7 dosahuje největšího počtu větví v červnu, v říjnu dosahuje většího počtu pouze na S1. Na stanovišti S3 je na jaře zastoupen brslen spolu s javorem.

Zajímavým ukazatelem jsou také alometrické vztahy (**obr. 9**) sledovaných parametrů a poměr nadzemní a pozemní biomasy (**tab.4**). Pokud budeme srovnávat dub a hloh jako dva nejhojnější druhy, zjistíme že podzemní biomasa kořenů je v průměru asi 3,5-krát větší než nadzemní biomasa u dubu a hloh má v průměru dokonce až 4,07-krát větší podzemní biomasu.

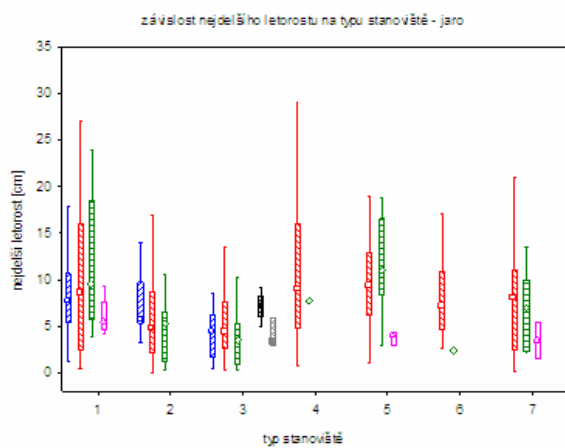
Nálety dubu jsou zastoupeny jak dubem letním, tak i dubem zimním. Z celkového množství dubů byl dub zimní zastoupen pouze z necelých 20% (a to v maximálním počtu na jedné ploše třemi jedinci) a zbytek tvořil dub letní.



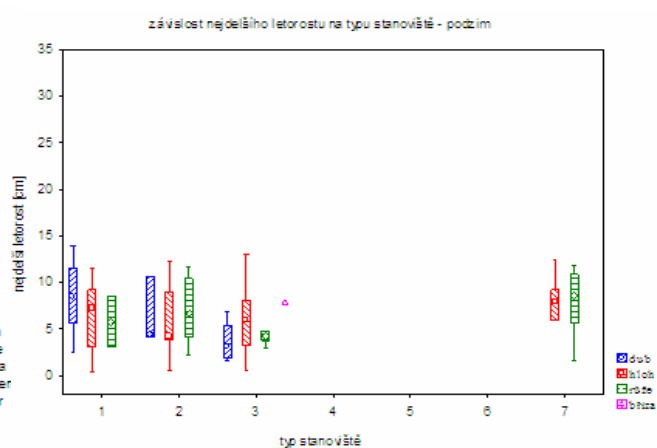
Obrázek 6a: Závislost celkové délky na typu stanoviště –červen



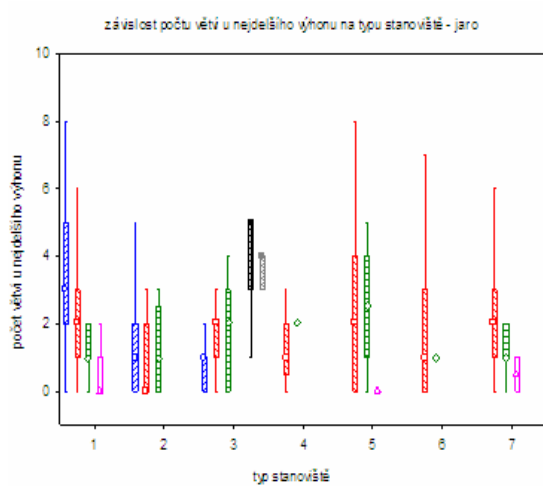
Obrázek 6b: Závislost celkové délky na typu stanoviště – říjen



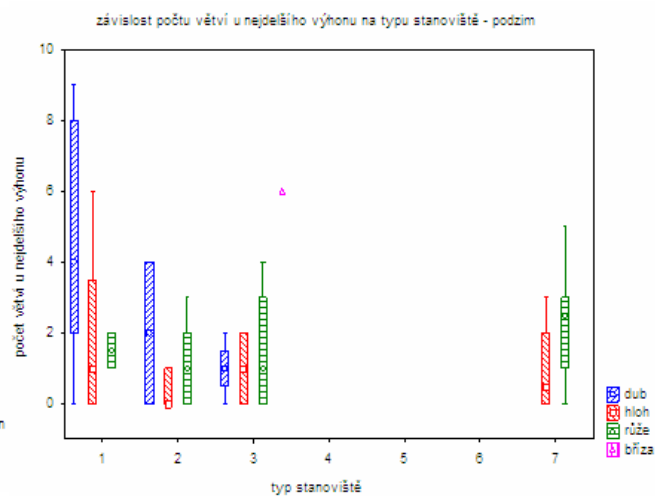
Obrázek 7a.: Závislost nejdelšího letorostu na typu stanoviště-červen



Obrázek 7b.: Závislost nejdelšího letorostu na typu stanoviště - říjen



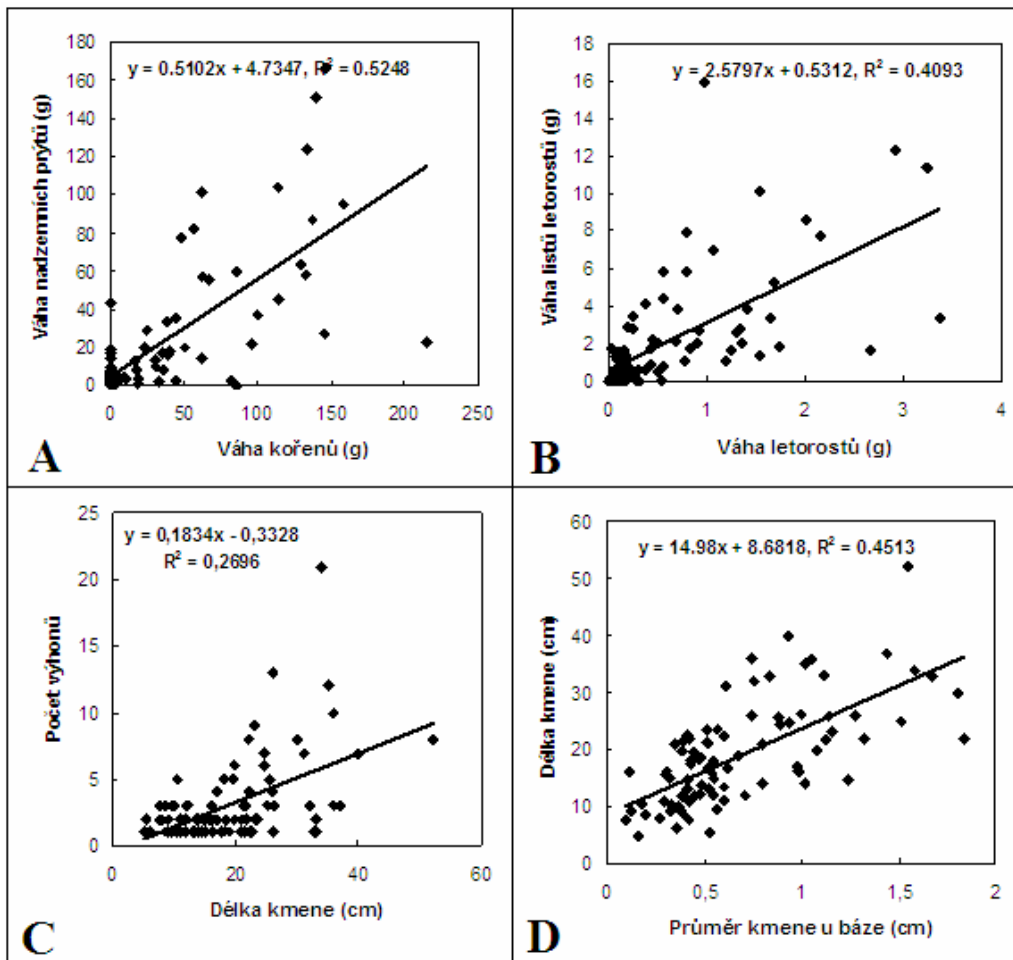
Obrázek 8a.: Závislost počtu větví u nejdelšího výhonu na typu stanoviště – červen



Obrázek 8b.: Závislost počtu větví u nejdelšího výhonu na typu stanoviště – říjen

Tabulka 4 : Poměr nadzemní a podzemní biomasy u dubu a hlohu.

	Mean	Max	Min	Median
dub	3.5	32.92	0.07	1.93
hloh	4.07	93.14	0.24	2.12



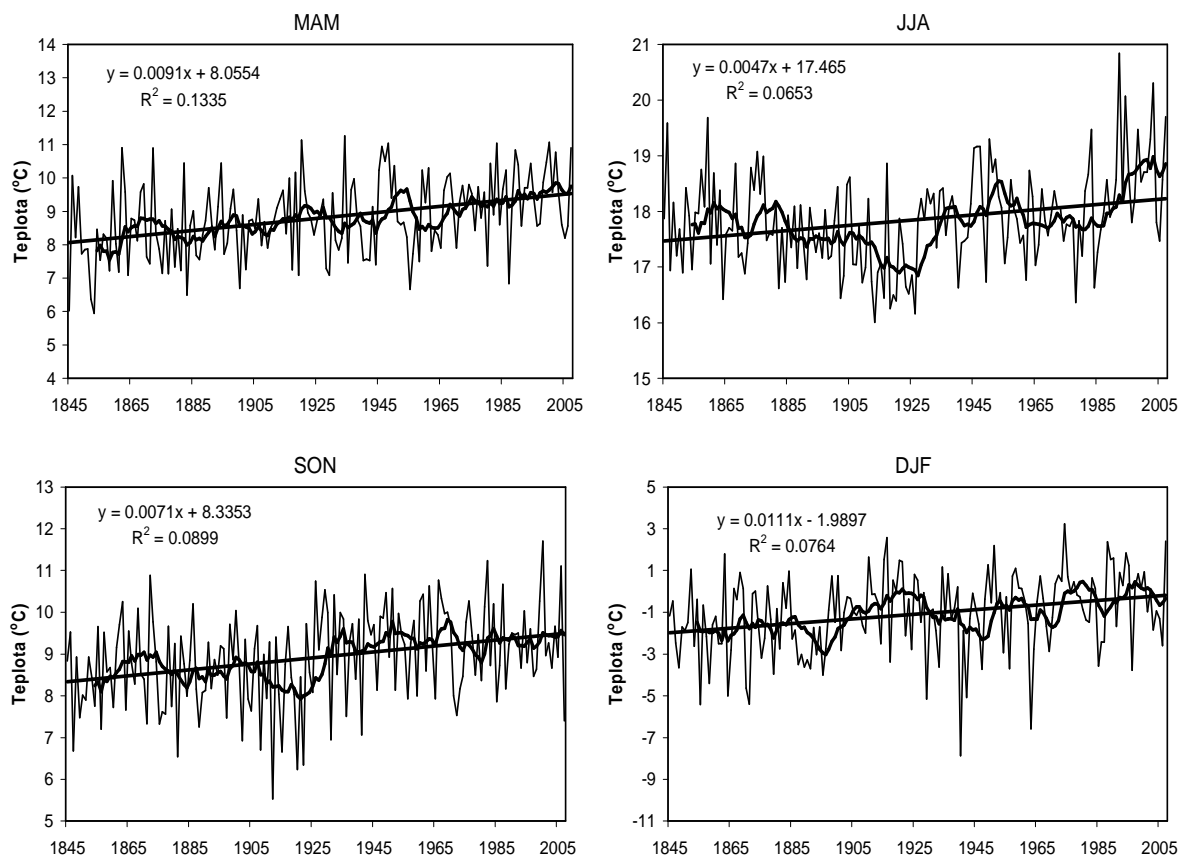
Obrázek 9: Závislosti vybraných parametrů mezi sebou: A – závislost nadzemních prýtů na váze kořenů, B – závislost váhy listů letorostů na váze letorostů, C – závislost počtu výhonů na délce kmene, D – závislost délky kmene na průměru kmene u báze.

5.2. Letokruhová analýza

5.2.1. Dlouhodobé klimatické podmínky

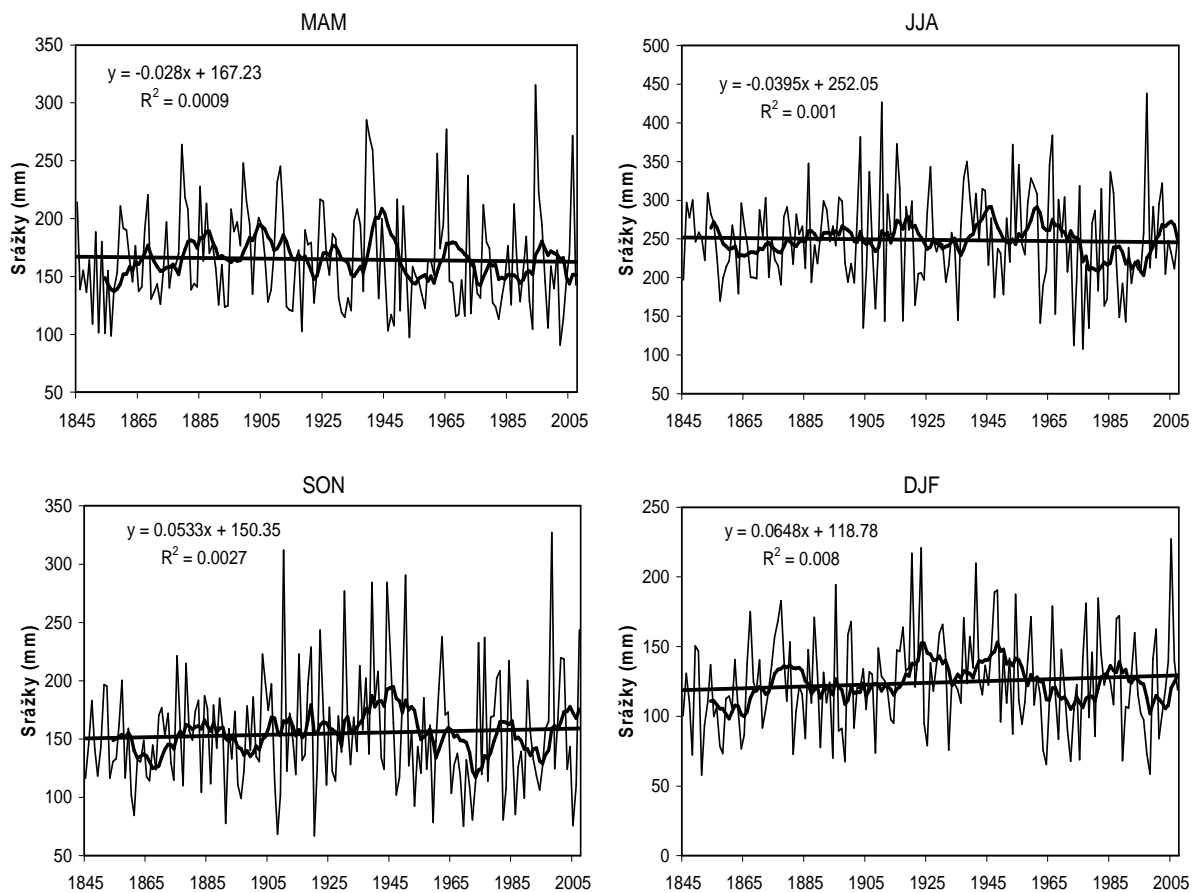
Z dlouhodobých klimatických údajů lze pozorovat, že v oblasti studovaného území dochází k pozvolnému zvyšování průměrných teplot od druhé poloviny 19. století (**obr.10a**) a naopak snižování množství srážek (**obr.10b**). Průměrné teploty se zvyšují především v jarním období. U teploty v letních měsících dochází k výraznějšímu nárůstu od 80. let minulého století. 70. až 90. léta 20. století patří také k nejsušším období za posledních 150 let, přičemž úbytek je nejvyšší v letním období.

A



Obrázek 10a: Průměrné teploty; MAM – březen, duben, květen; JJA – červen, červenec, srpen; SON – září, říjen, listopad; DJF – prosinec, leden, únor.

B



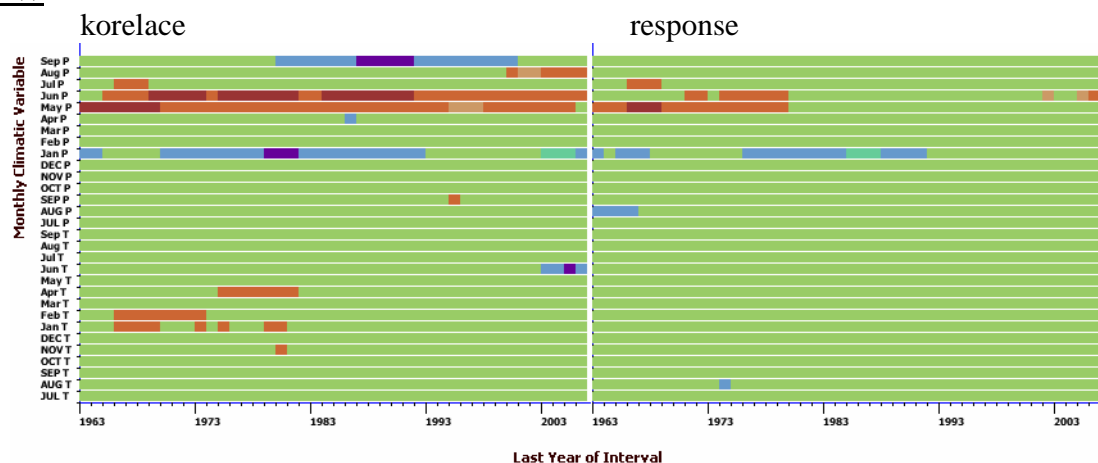
Obrázek 10b: Průměrné množství srážek; MAM – březen, duben, květen; JJA – červen, červenec, srpen; SON – září, říjen, listopad; DJF – prosinec, leden, únor.

5.2.2. Vliv klimatu na růst dubů

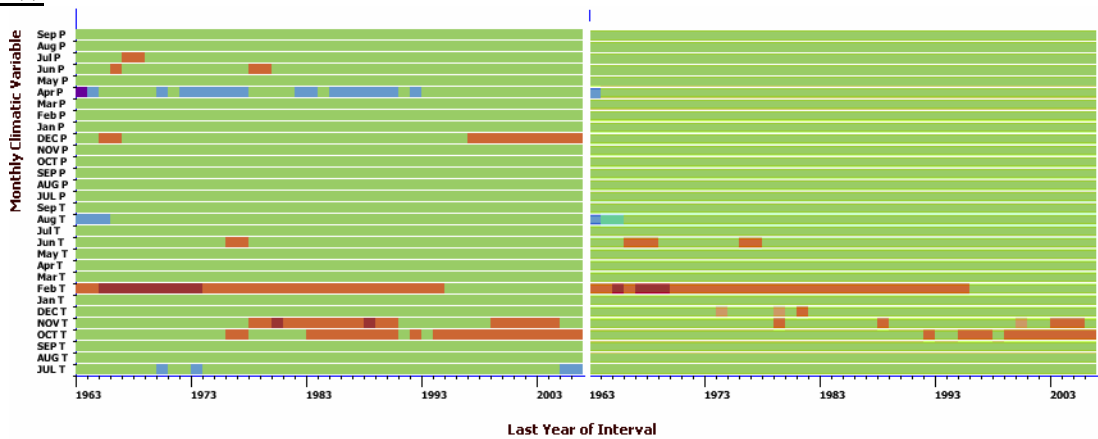
Změny růstu v závislosti na klimatu byly testovány pomocí programu DendroClim, který nám graficky znázornil, v kterém měsíci daného roku jsou srážky nebo teploty průkazné. Principem výpočtu je, že si stanovíme délku řady (v našem případě 70 let), která se vždy posouvá o jeden rok a ke každému období se z indexu šířky letokruhu a z průměrných srážek nebo teplot počítá korelace nebo odpověď (response na bázi mnohonásobné regrese) a signifikance takto získaných korelačních a regresních koeficientů je stanovena randomizačním testem.

Růst **letního dřeva u dubu zimního** vykazuje pozitivní korelaci ke srážkám v měsících květen a červen, k teplotám v lednu, únoru a dubnu. Pozitivní odpověď je v květnu a červnu. Negativní korelace vychází ke srážkám v lednu a září, negativní odpověď je v lednu. **Jarní dřevo** má naopak negativní korelaci se srážkami v dubnu. Pozitivní je potom korelace s teplotami v říjnu a listopadu předchozího roku a v únoru, kde je pozitivní také odpověď. Pozitivní korelace se srážkami je u **celkového letokruhu** v březnu, květnu, červnu a červenci, pozitivní odpověď je zejména v březnu a červnu. Negativní korelace je v září. Pozitivní korelace s teplotou je v lednu a únoru, negativní je v červenci předchozího roku a v květnu (**obr.11**).

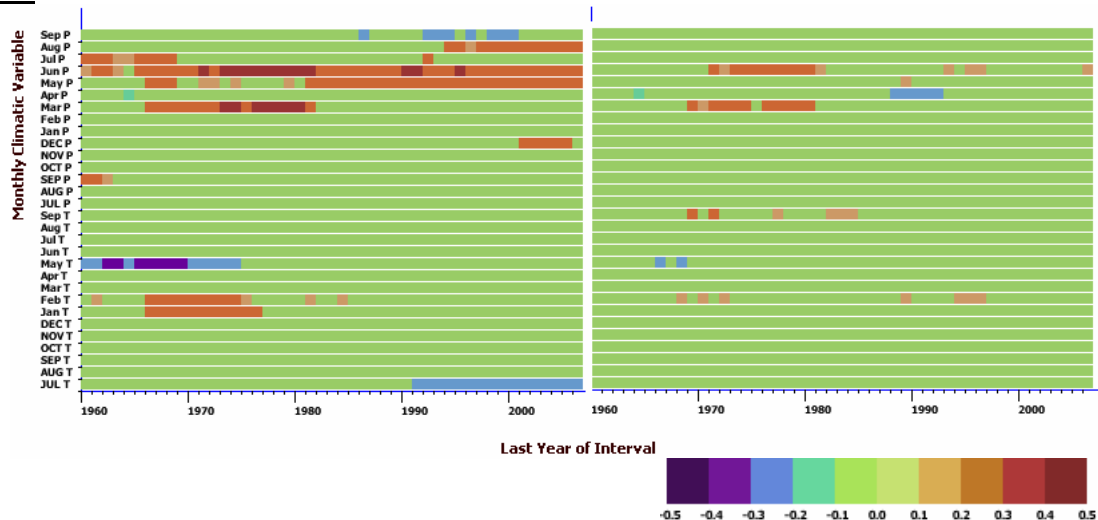
DZLW



DZEW



DZTR

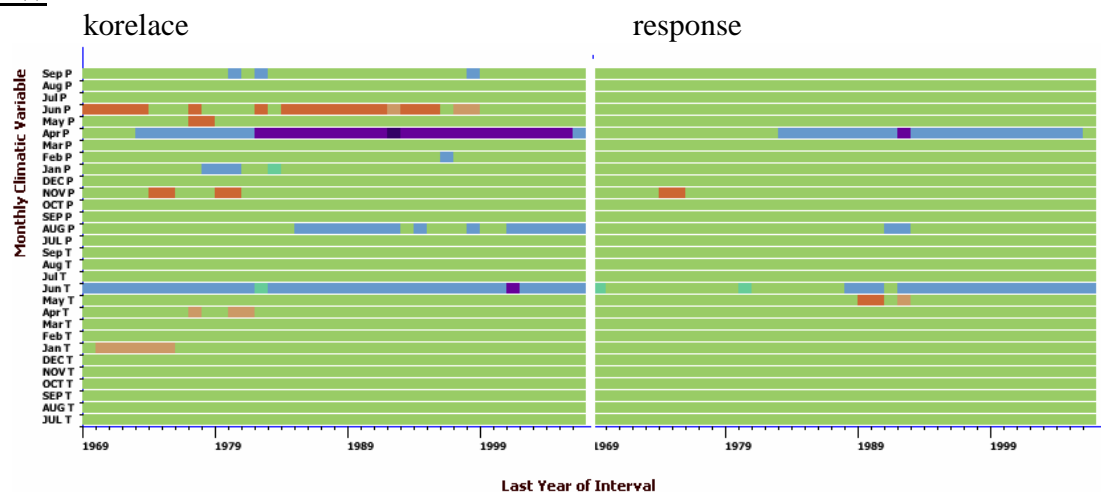


Obr.11.: Obrázek z programu DendroClim znázorňující korelace (levá část) a odpověď – mnohonásobná regrese (pravá část) růstu k průměrným srážkám (P) a teplotám (T). Prvním měsícem je červenec (JUL) předchozího roku a posledním je září (SEP) současného roku. DZ/LW/EW/TR – dub zimní/letní dřevo/jarní dřevo/celkový letokruh. Barevná škála je od negativní průkaznosti (tmavě modrá) k pozitivní průkaznosti (tmavě červená).

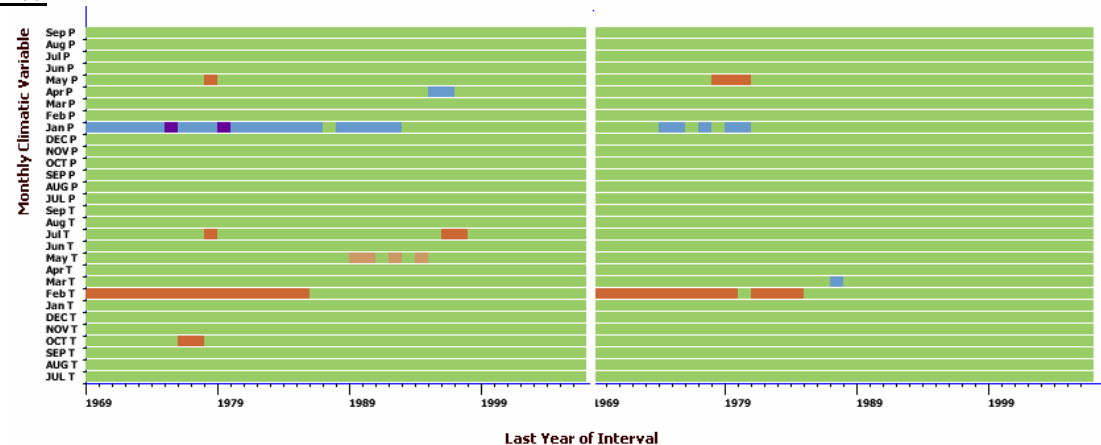
U **dubu letního (obr.12)** je růst letního dřeva pozitivně korelován se srážkami v červnu. Negativní korelace a odpověď je na dubnové srážky a červnové teploty. Růst **jarního dřeva** dubu zimního negativně koreluje s lednovými srážkami a pozitivně koreluje s teplotami v únoru, kde je i pozitivní odpověď. **Celkový letokruh** pozitivně koreluje se srážkami v květnu, červnu a červenci, negativní korelace se srážkami je zjevná v dubnu a srpnu předchozího roku. Únorové teploty pozitivně korelují s růstem a mají i pozitivní odpověď.

Z výsledků analýzy postupné korelace v programu DendoClimu je možné sledovat, jak se závislost ročních přírůstků na klimatických podmínkách mění v průběhu sledovaného období. Například celková šířka letokruhů dubu zimního je pozitivně korelována s množstvím srážek v květnu a tato korelace se zvyšuje od 80. let minulého století. Tento jev by mohl být důsledkem celkového úbytku srážek na lokalitě, popsany již v podkapitole dlouhodobé klimatické podmínky (**obr. 10b**). Další trend, kterým je růst průměrných teplot na lokalitě (**obr. 10a**) může být důvodem negativní korelace a odpovědi celkové šířky letokruhů dubu letního na červnové teploty zhruba od půlky 90. let.

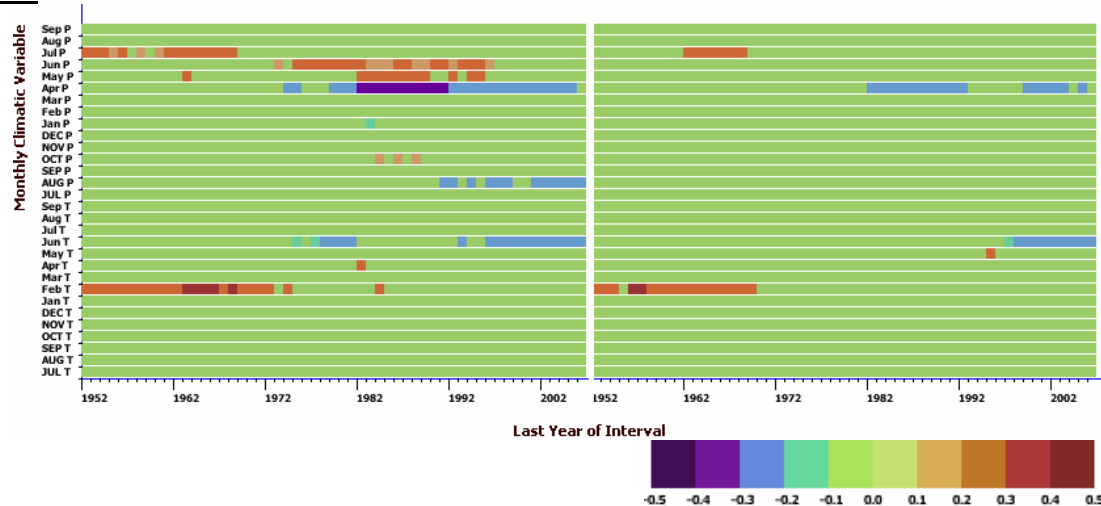
DLW



DLEW

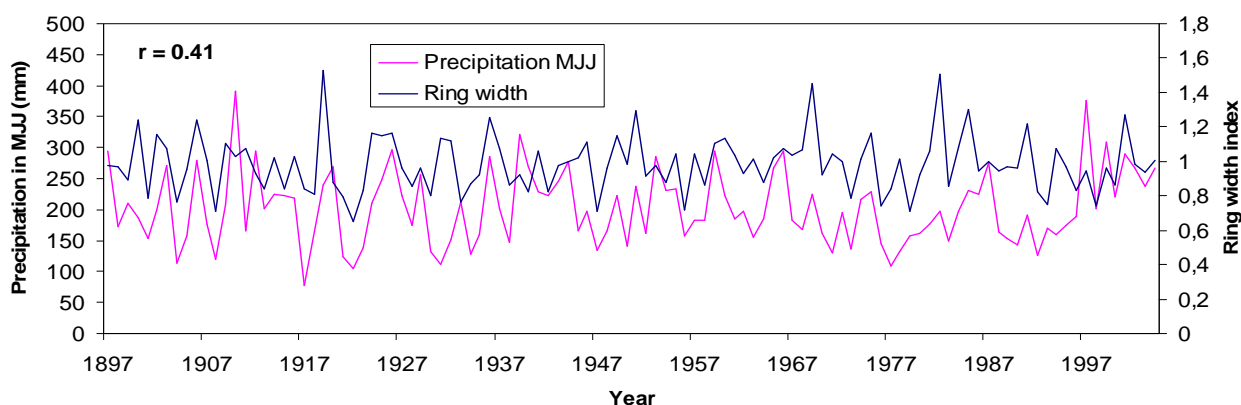


DLTR

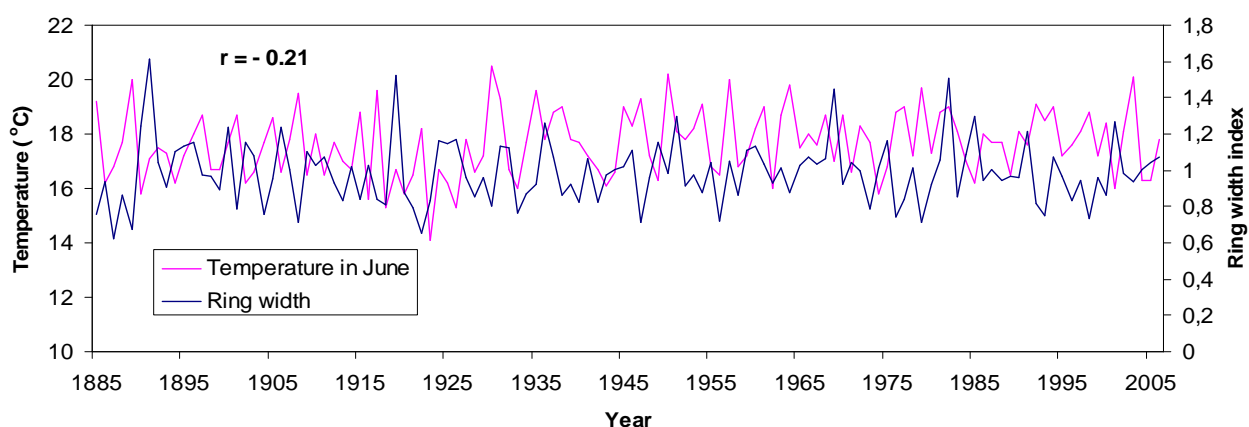


Obrázek 12: Obrázek z programu DendroClim znázorňující korelace (levá část) a odpověď – mnohonásobná regrese (pravá část) růstu k průměrným srážkám (P) a teplotám (T). Prvním měsícem je červenec (JUL) předchozího roku a posledním je září (SEP) současného roku. DL/LW/EW/TR – dub letní/letní dřevo/jarní dřevo/celkový letokruh. Barevná škála je od negativní průkaznosti (tmavě modrá) k pozitivní průkaznosti (tmavě červená).

Jelikož oba druhy dubů ukázaly pozitivní korelaci ke srážkám v květnu, červnu, červenci a negativní korelaci k červnovým teplotám, vytvořil jsem společnou reziduální chronologii ze všech vývrtů a graficky znázornil vztah k významným klimatickým parametrům na **obr. 13**, z kterého je patrné, že se zvyšujícími se srážkami v období od května do července dochází k většímu radiálnímu přírůstu, jako např. v letech 1906, 1936, 1949, 1951 nebo 1975. Na druhou stranu, nedostatek srážek způsobuje inhibici růstů, což dokládají např. roky 1904, 1908, 1922, 1947 nebo 1956. Při korelaci růstu s průměrnou červnovou teplotou (**obr.14**) získáme negativní korelaci, tedy vyšší průměrné teploty se projevují v užším přírůstu, jako v letech 1889, 1908, 1947, 1979. Širší radiální růst při nižších teplotách je patrný např. v letech 1916, 1926 nebo 1985.



Obrázek 13: Pozitivní korelace mezi srážkami (květen, červen, červenec) a šířkou letokruhu.



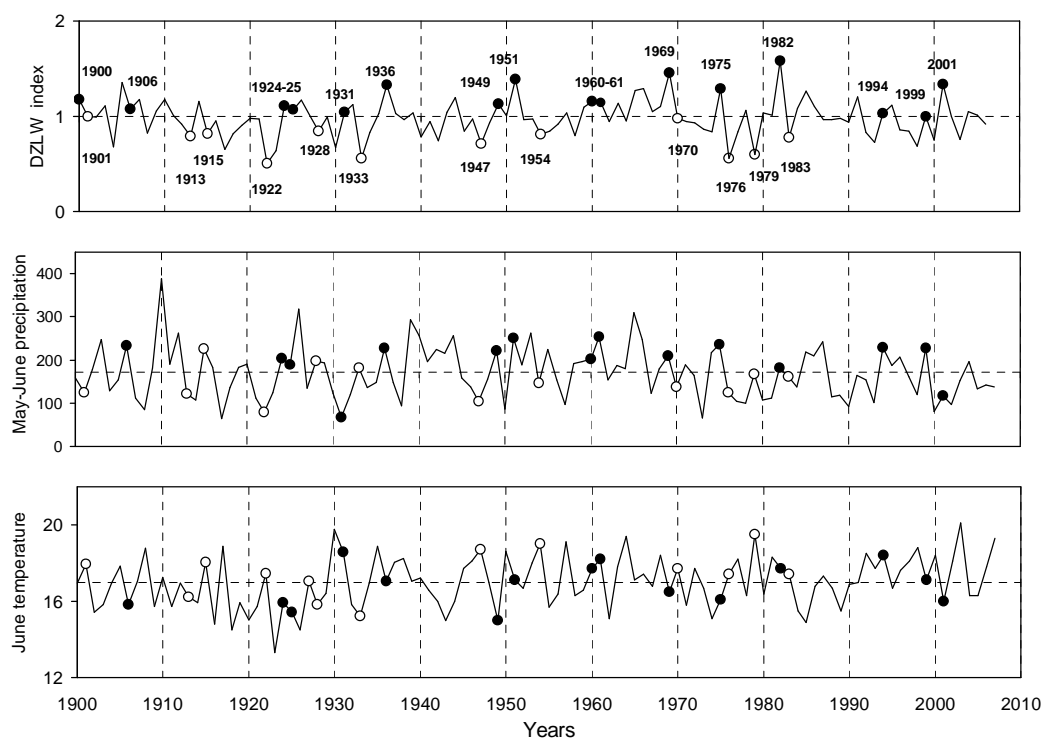
Obrázek 14: Negativní korelace mezi teplotou v červnu a šířkou letokruhu.

Tabulka 5: Tabulka naměřených hodnot z programu DendroClim. V tabulce jsou uvedeny hodnoty korelací (hodnota v závorce) a odpovědí (v případě stejné hodnoty jako korelace je hodnota zvýrazněna tučně, v případě nové hodnoty je psaná kurzivou) mezi růstovým indexem, teplotou (T) a srážkami (P). Údaj před závorkou značí měsíc, p udává měsíc v předchozím roce. DZ/DL – dub zimní/dub letní, EW – jarní dřevo, LW – letní dřevo, TR – celkový letokruh. ALL - hodnoty vypočítané pro celý interval; FH - výpočty v první polovině intervalu; SH - výpočty v druhé polovině intervalu.

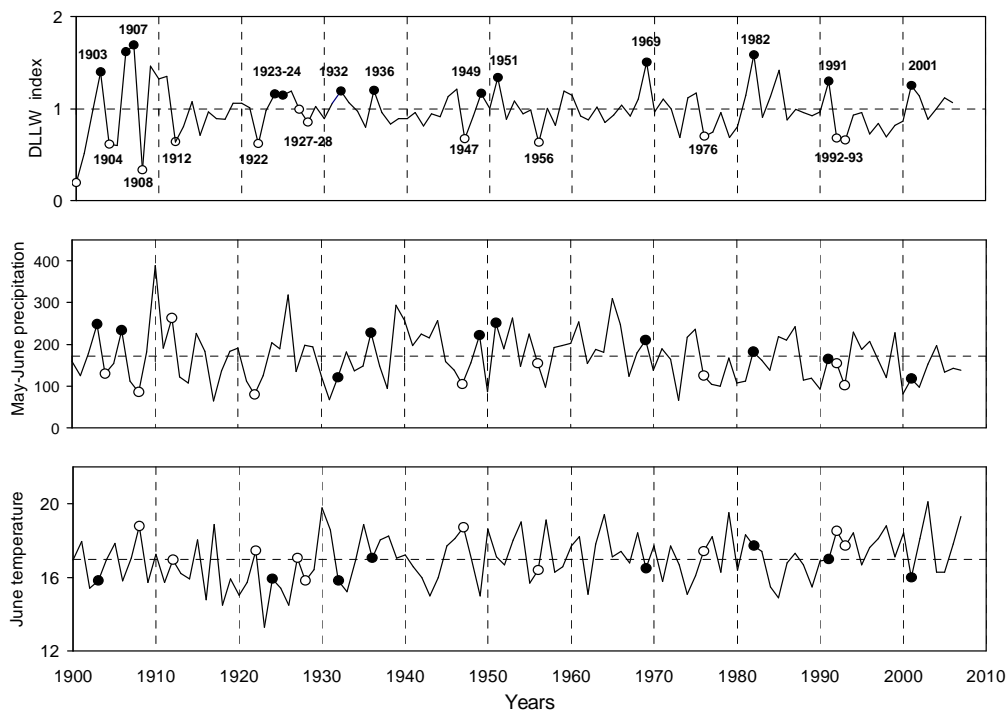
druh	letokruh	ALL		FH		SH		
		T	P	T	P	T	P	
DZ	EW	p 7 (0,14)	4 (-0,21)	2 (0,28)	p 10 (-0,2)	p 7 (-0,27)	p 8 (0,27)	
		2 (0,18)		8 (-0,21)	4 (-0,3)	p 10 (0,26)	p 12 (0,24)	
		8 (0,16)		9 (-0,25)			5 (0,38)	
	LW		1 (-0,2)		5 (0,27)	6 (-0,31)	5 (0,23)	
			5 (0,24)		7 (0,24)		6 (0,28)	
			6 (0,24)				8 (0,26)	
	TR	5 (-0,22)	5 (0,18)		p 9 (0,2)	p 7 (-0,28)	p 12 (0,23)	
			6 (0,25)		6 (0,19)	5 (-0,31)	5 (0,32)	
			8 (0,15)		7 (0,29)		6 (0,32)	
							8 (0,3)	
	DL	EW	p 10 (0,22)		2 (0,27)	1 (-0,27)		p 12 (0,24)
								5 (0,33)
LW		6 (-0,32)	4 (-0,18)	1 (0,17)	1 (-0,27)		p 12 (0,24)	
			5 (0,17)	6 (-0,29)			5 (0,33)	
TR			6 (0,22)					
		6 (-0,19)	5 (0,17)		7 (0,23)	6 (-0,28)	5 (0,27)	
						8 (0,27)		

5.2.3. Významné roky

Na křivce jsou vyznačeny pozitivní (černý bod) a negativní (bílý bod) významné roky letního dřeva u dubu zimního (**obr.15**). Korelace jsou prováděny se srážkami v období května a června a červnovou průměrnou teplotou. Významné roky nevykazují zcela jednotnou odpověď ke srážkám nebo teplotám, přesto můžeme konstatovat, že převážná většina úzkých letokruhů byla vytvořena v letech s podprůměrným množstvím srážek v květnu a červnu a nadprůměrnými teplotami v červnu. Naopak pozitivní významné roky korespondují s nadbytkem srážek a nižšími teplotami v těchto měsících. Významné roky u dubu letního korelují se srážkami obdobně jako u dubu zimního, více ale korelují se zvyšující se teplotou (**obr.16**).



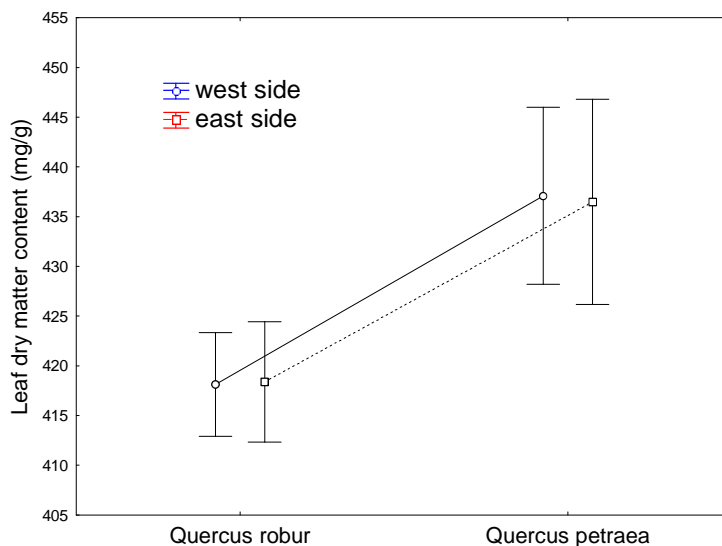
Obrázek 15: Významné roky letního dřeva u dubu zimního. Srážky jsou v měsících květen a červen (May, June) a teplota v červnu (June).



Obrázek 16: Významné roky letního dřeva u dubu letního. Srážky jsou v měsících květen a červen (May, June) a teplota v červnu (June).

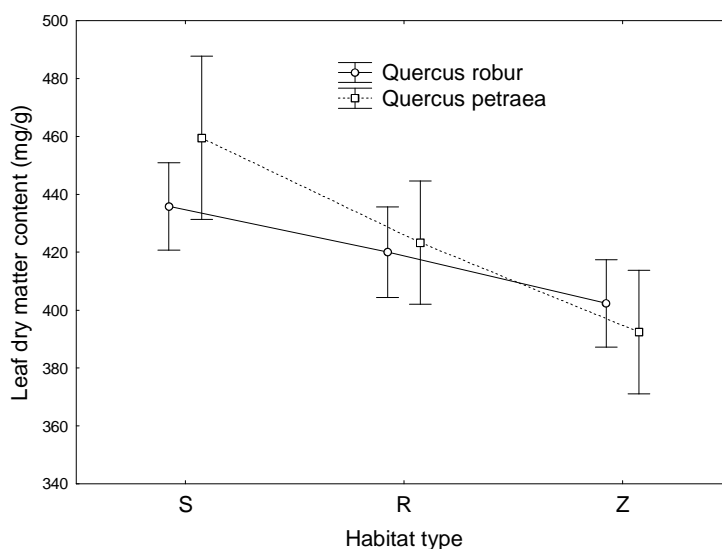
5.3. Napadení ochmetem a obsah vody v listech u dubu letního a dubu zimního

Z nasbíraných listů jsme se snažili vyvodit, zda-li jsou mezi oběma druhy dubů rozdíly v obsahu vody v listech. Při testování rozdílů mezi západní a východní stranou (**obr.17**) není průkazných rozdílů; dub letní má ale tendenci k vyššímu obsahu vody v listech ($p = 0,078$). Pokud budeme sledovat obsah vody v listech v závislosti na typu stanoviště (**obr.18**) zjistíme, že obsah vody se snižuje od zapojených stromů k solitérním.



Effect	SS	DF	MS	F	p
LDMC	6139	1	6139.	3.260	0.078
Species	1	1	1.	0.002	0.969
Side*species	3	1	3.	0.010	0.921

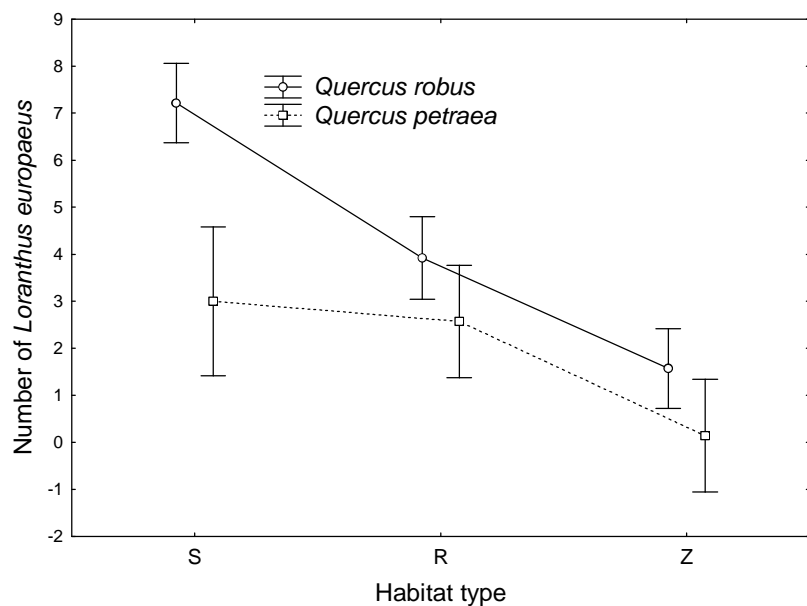
Obrázek 17: Na ose x je dub letní (*Q. robur*) a dub zimní (*Q. petraea*), na ose y je poměr sušiny listů k živé váze listů (leaf dry matter content, LDMC). Západní strana je značena modře, východní červeně. V tabulce jsou výsledky testu analýzy variance.



Effect	SS	DF	MS	F	p
Tree status	191E2	2	9547	12.07	0.000
Species	382	1	382	048	0.490
TS*species	2108	2	1054	1.33	0.273

Obrázek 18: S-soliterní, R-rozvolněné a Z-zastíněné stromy na ose x. Osa y značí sušinu v gramech. Modrá barva představuje dub letní, červená dub zimní. Výsledky z faktoriální analýzy variance jsou v tabulce.

Protože duby na Čertoryjích značně trpí ochmetem, snažili jsme se vyjádřit, jestli je průkazný rozdíl v množství ochmetů u obou druhů a v závislosti na typu stanoviště (**obr.19**). Stromy, které rostou v zástínu a rozvolněně, nevykazují průkazné mezidruhové rozdíly v napadení ochmetem. Nejvíce jsou ochmetem napadené stromy, které rostou soliterně, výrazně však převyšují napadením jedinci dubu letního.



Effect	SS	DF	MS	F	p
Tree status	140.3	2	70.17	7.000	0.002
Species	64.8	1	64.76	6.460	0.014
TS*species	18.6	2	9.28	.926	0.403

Obrázek 19: Graf znázorňující výskyt dubů (osa x), kde S-je solitérní, R-rozvolnění a Z-zastínění jedinci. Na ose y je vyneseno počet ochmetů. Modrá barva představuje dub letní, červená dub zimní. V tabulce jsou výsledky z faktoriální analýzy variance.

6. Diskuze

6.1 Dřeviny v kosené louce

Ze získaných hodnot vyplývá, že porosty náletových dřevin se vyskytují na celém území rezervace a všechny sledované druhy jsou schopny seč opakovaně přežívat. Nicméně kosení způsobuje u dřevin nejen morfologické, ale také fyziologické změny. Při kosení je dřevina úplně, nebo alespoň z velké části defoliována. Hilton et al. (1987) při sledování efektu defoliace u dubu letního zjistili, že jako nejvíce znatelný efekt defoliace je snížení rychlosti růstu a vliv na anatomii dřeva. Při porovnání nedefoliovaného stromu, jehož struktura dřeva je normální, tj. jarní dřevo tvořeno velkými buňkami a letní malými (Jane 1962), tvořili defoliované stromy velké buňky po celém letokruhu a jarní letokruhy byly často potlačeny a obtížně rozlišitelné (Hilton et al. 1987). Seč může být tedy jednou z příčin, proč se nám nepovedlo analyzovat letokruhy u semenáčků, další příčinou může být napadení houbami – *ceratocystis* či *ophiostoma*. Přišli jsme tak o porovnání, jakým způsobem reagují dospělé stromy a semenáčky na klimatické faktory. Dalším zřejmým následkem defoliace je zvýšení počtu růstových zón, dřevina vytváří více malých listů a tvoří více postranních větví (Hilton et al. 1987).

Duby se nejvíce vyskytují na starých loukách (S1) kde se nacházejí ohniště, vzniklé odstraňováním drnu a pálením biomasy. Tyto ohniště vytvářejí terénní sníženiny a pro duby mohou být prospěšné ze dvou hledisek. Zaprvé, v těchto „d'olíkách“ se mohou lépe uchycovat semena dubů, a zadruhé, slouží jako ochrana malých semenáčků před sečí. Tím získávají výhodu vůči ostatním dřevinám a lépe mohou seč také přežívat.

Nekosené luční porosty (S4) zarůstají převážně hlohem jednosemenným, u něžž můžeme z naměřených hodnot usuzovat, že má vysokou regenerační schopnost a tedy je i velmi kompetičně silný. Bříza se hlavně uplatňuje na obnovovaných loukách na bývalé orné půdě (S5, S6), kde vysévané luční druhy netvoří souvislý porost a zbývá zde dost místa k uchycení dřevin s lehkými semeny. Proto je většina dubů limitována schopností šířit se, která je způsobena velkými a těžkými žaludy (Goméz et al. 2003). To je důvod, proč se dub na obnovovaných loukách (S5, S6) nevyskytuje.

Po opuštění pole se pod vlivem kosení začínají vytvářet cenózy svou strukturou obdobné lučním porostům se zastoupením druhů *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Plantago lanceolata*, *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, nebo *Convolvulus arvensis*.

Se stoupajícím sukcesním stářím vzrůstá prostorová diferenciace ekosystémů i rostlinných společenstev, vytvářejí se zde složitější vztahy. Změny sukcese jsou mnohem pomalejší na nekosených stanovištích, než na kosených stanovištích (Rychnovská 1993).

6.2 Letokruhová analýza

V temperátním regionu, jako je střední Evropa, stromy vytvářejí roční letokruhy. Tyto letokruhy uchovávají informace o klimatu, stavu znečištění ovzduší a vlivu lidské civilizace (Weigl 2006). Opadavé dřeviny se vyznačují tvorbou tzv. kruhovitě pórovitého dřeva (dub, jasan, akát, jilm) nebo dřeva difusně pórovitého (buk, habr, bříza, olše, topol, lípa). Pro kruhovitě pórovité dřevo je charakteristická tvorba širších cév na začátku vegetační sezóny a úzkých cév ke konci sezóny. Takto diferenciovaný růst se projevuje ve zřetelném rozlišení letokruhů a jejich dobrou čitelností. Oproti tomu difusně porézní dřeviny vytvářejí cévy s různým průměrem náhodně, což má za následek, že letokruhy jsou nezřetelné, pouhým okem nerozeznatelné a špatně čitelné.

Letokruhy se skládají z jarního a letního dřeva a plní tři funkce: vedou vodu, mechanicky stabilizují strom a jsou zásobárnou živin (Weigl 2006). Letokruh vykazuje poměrně dobře měřitelný vztah klimatu a radiálního (tloušťkového) růstu. Radiální růst může být chápán jako roční přírůst kompletní pletivové vrstvy uložené na svrchní části kmene stromu (Weigl 2006). Průměrná tloušťka letokruhu u temperátních dřevin je asi 0,1 – 5 mm v lesních porostech. Když jsou růstové podmínky méně příznivé, letokruh je úzký, často pro většinu stromů které jsou vystaveny těmto podmínkám (Romagnoli et al. 1996). Tento jev se v dendrochronologii označuje jako významný rok, což je rok s výrazným poklesem nebo zvýšením růstu (Schweingruber 1996).

Snahou předložené práce bylo posoudit vliv klimatických činitelů, teplot a srážek u dubu letního a dubu zimního, které tvoří důležitou složku druhově bohatých lučních porostů v oblasti Bílých Karpat. Duby byly od sebe rozeznávány na základě morfologických odlišností, které jsou mezi jednotlivými jedinci patrné. Je ovšem velmi pravděpodobné, že se tyto druhy mezi sebou kříží a že jeden nebo několik kříženců se mohli stát zkoumaným jedincem. Proto jsme se snažili vybírat ty jedince, kteří měli morfologické znaky zřetelně rozeznatelné. Pokud by jsme chtěli s jistotou vyloučit křížence z výběru, museli by být podrobeni genetické analýze, což vzhledem k zaměření práce a možnostem nebylo uskutečnitelné.

V sušších oblastech temperátní zóny ovlivňuje nedostatek půdní vlhkosti uprostřed růstové sezony proces tvorby dřeva v dané a následující sezoně. Růst dřevin může být limitován především nedostatkem vody (Barnes et al. 1998), v součinnosti s půdními a topografickými faktory (Becker et al. 1994). Ze získaných dat vyplývá, že radiální růst letního dřeva a celková šířka letokruhu u dubu zimního je nejvíce limitována srážkami v květnu a červnu, méně již v červenci. K obdobným závěrům dospěl Lebourgeois et al. (2004), který uvádí, že radiální růst dubu zimního je ovlivňován vodním režimem na jaře (květen, červen) v roce kdy se utváří letokruh, a podmínkami na podzim předchozího roku. Tardif et al. (2006) pozorovali, že dub bílý a dub červený pozitivně koreluje s radiálním růstem v červnu a červenci v roce utváření letokruhu. Naopak Misson et al. (2004) zjistil pozitivní vliv květnových teplot u dubu zimního.

Letní dřevo se jeví jako více citlivé k současnému kolísání klimatu než jarní dřevo (Lebourgeois et al. 2004) a korelace letního dřeva je více podobná celkové délce letokruhu. Jako překvapující údaj se může zdát pozitivní odpověď jarního dřeva dubu zimního ke srážkám v prosinci (Weber et al. 2007). Tuto závislost je možné vysvětlit dvěma způsoby. Zprv, zimní srážky jsou potřeba k nasycení půdy vodou pro nadcházející růstovou sezónu. Tento efekt dostupnosti vláhy v zimě by mohl být nepřímý, protože opadavé stromy nepřijímají mnoho vody, dokud nezačnou být na jaře fotosynteticky aktivní. Zadruhé, vlhkost v zimních měsících může mít přímý, pozitivní efekt na růst kořenů. V zimě může být růst kořenů výhodný v podmínkách se suchým letním klimatem (Cherubini et al. 2003). U dubu byl pozorován růst kořenů při teplotě půdy lehce nad 0°C (Hoffmann 1974, Teskey et Hinckley 1981). Jelikož průměrná teplota v prosinci je cca 0,1°C, není růst kořenů vyloučen.

Skutečnost, že dub zimní v porovnání s dubem letním odpovídá pozitivněji (kromě jarního letorostu dubu zimního) ke srážkám, potvrzuje jeho ekologické nároky, tj. růst při nedostatku vláhy na silně vysychavých půdách (Úředníček et al. 2001). Adaptace dubů (letního i zimního) na letní sucha zřejmě spočívá ve schopnosti zastavit kambiální růst uprostřed léta (Weber et al. 2007). Použitím „pinning“ metody Burger et al. (2006) zjistili, že radiální růst byl téměř ukončen v červnu a kompletně ukončen na konci července. Nardini et al. (1999) a Tyree et al. (1996) se domnívají, že rychlý růst na jaře a zastavení kambiálního růstu v červenci je pravděpodobně způsobeno schopností dubů vyhnout se kavitaci cév. Dub, jako druh s kruhovitě porézním dřevem, utváří jarní dřevo několik týdnů před rašením listů, ještě v časném předjaří, zatímco letní dřevo je utvářeno během vegetačního období (Bre´da et Granier 1996). Jelikož utváření začíná ještě před rašením listů, mělo by být jarní dřevo řízeno endogenními faktory (Zasada et Zahner

1969) zatímco letní dřevo by mělo být více citlivé k exogenním faktorům, jako je klima nebo vlastnosti půdy (Bergés et al. 2008).

Další faktor, který může pozitivně ovlivnit růst dubů je množství uhlíku, které je mobilizováno na jaře. Tato remobilizace uhlíkových zásob je důležitá pro rozvoj listů a kořenů a následně celkový roční přírůst (Misson et al. 2004). Množství uhlíku, které může být na jaře mobilizováno a investováno do růstu, je úzce spojeno se zásobami uhlíku z předchozích let, jejichž tvorba závisí na klimatických podmínkách, jak naznačuje průkazný pozitivní vztah mezi šířkou jarního dřeva a průměrnými teplotami v podzimních měsících předchozího roku (říjen-listopad u dubu zimního).

Mnoho dendroklimatických studií ukázalo, že klima většinou vysvětlí relativně velkou část variability v šířce letokruhů (Fritts 1976), přestože klimatické faktory nemají vždy shodný efekt na radiální růst (Bergés et al. 2008). Nicméně procesů, které mohou kromě klimatu ovlivnit růst, může být celá řada. Odpověď na klimatické změny je často velmi druhově specifická, tedy odpovídá autekologii daného druhu, a může být do velké míry modifikována lokálními faktory prostředí. Například u dubu letního byl zjištěn vyšší obsah vody v listech, z čehož můžeme usuzovat, že potřebuje být více zásobován vodou. Celkový úbytek srážek na lokalitě ho může činit tedy více citlivým k vnějším faktorům, jakými mohou být tracheomykózy a ochmet. To je také v souladu s našimi dalšími výsledky, že ochmetem jsou nejvíce napadeni solitérní jedinci dubu letního; vyskytuje se tedy na místech, kde nejsou stíněni dalšími stromy a mohou nejvíce trpět suchem. Nicméně předpoklad, že jedinci kteří jsou výrazně napadeni ochmetem budou vykazovat abnormality na radiálním přírůstu se nám zatím nepodařilo prokázat.

7. Závěr pro ochranu přírody

Na kosených loukách Čertoryjí v Bílých Karpatech přežívají následující dřevinné druhy: dub letní a dub zimní, hloh jednosemenný, růže šípková, bříza bělokorá, brslen evropsky a svída jarní. Ze sledovaných ploch je zřejmé, že dřeviny jsou schopny přežít i dlouhá léta pravidelnou seč. Tento fakt by spolu s velkou semennou bankou představovanou dospělými jedinci znamenal, že v případě že by se přestal vykonávat současný management kosení luk zajišťovaný správou CHKO Bílé Karpaty, vedlo by to k zarůstání NPR Čertoryje dřevinami. Z tohoto hlediska je nutné nadále vykonávat pravidelné kosení luk.

Značným problémem je výskyt odumřelých, nebo odumírajících jedinců dubů, na kterých je patrné velké množství ochmetu. Nepodařilo se nicméně zjistit, jestli ochmet má přímý vliv na odumírání, ale naše výsledky jasně poukazují, že nejvíce jsou ochmetem postiženi solitérní jedinci dubu letního. Proto je nezbytné pro zachování krajinného rázu tolik typického pro Čertoryje vysazovat mladé duby, zejména však dub zimní.

8. Literatura:

- Barnes B.V., Zak D.R., Denton S.R., et Spurr S.H.** (1998): Forest ecology. 4th edition. J. Wiley & Sons, New York, pp. 774.
- Becker M., Nieminen T.M., Ge'ré'mia F.** (1994): Short-term variations and longterm changes in oak productivity in northeastern France. The role of climate and atmospheric CO₂. *Ann. Sci. For.* 51: 477–492.
- Bergés L., Nepveu G., Franc A.** (2008): Effects of ecological factors on radial growth and wood density components of sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.) in Northern France. *Forest. Ecol. Manag.* 255: 567-579.
- Bezděčka P., Jongepier J.W. et al.** (2002): Chráněná území CHKO Bílé Karpaty. In: Mackovič P., Jatiová M. et al. (2002), Chráněná území ČR – Zlínsko, svazek II. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Eko Centrum Brno, Praha, pp. 92.
- Biondi F. et Waikul K.** (2004): DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Compt. Geosci-UK.* 30: 303-311.
- Bravencová et al.** (2004): Botanický inventarizační průzkum Národní přírodní rezervace Čertoryje. 3 – 9; 74 – 76.
- Brazdil R., Stepankova P., Kyncl T., Kyncl J.** (2002): Fir tree-ring reconstruction of March-July precipitation in southern Moravia (Czech Republic), 1376-1996. *Climate Res.* 20: 223-239.
- Bre'da N., Granier A.** (1996): Intra and inter-annual variation of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand. *Ann. Sci. For.* 53: 521–536.
- Burger M. et Truniger P.** (2006): Das intra-annuelle Wachstum von Waldföhre und Flaumeiche im Pfywald (Wallis). Eine holzanatomische und dendrochronologische Untersuchung. M.Sc. Thesis. ETH Zürich, Zürich, CH.
- Butin H.** (1995): Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest amenity trees. Oxford University Press, Oxford.
- Cook E.R., Kairiukstis L.A.** (1990): Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences. Dordrecht: Kluwer.
- Cook E.R.**, (1985): A Time Series Analysis Approach to Tree-Ring Standardization, Ph.D. Thesis, University of Arizona, Tucson.
- Dimopoulos P., Bergmeier E., Chytrý M., Rodwell J., Schaminée J., Sýkora K.** (eds.) (2005): European oak woodlands: past, present and future. *Bot. Chron.* 18: 1–316.

- Fritts H.C.** (1976): Tree rings and climate. Academic Press, London, UK.
- Gómez J.M., García D., Zamora R.** (2003): Impact of vertebrate acor- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. Forest. Ecol. Manag. 180: 125–134.
- Hilton G.M., Packham J.R., Willis A.J.** (1987): Effects of experimental defoliation on a population of pedunculate oak (*Quercus robur l.*). New. Phytol. 107: 603-612.
- Hoffmann G.** (1974): Beendigung des Wurzelwachstums in der Vegetationsperiode und Zuwachs von Wurzeln im Winter. Beitr. Forstw. 3: 38-41.
- Cherubini P., Gartner B.L., Tognetti R., Bräker O.U., Schoch W. et Innes J.L.** (2003): Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from mediterranean climates. Biol. Rev. 78: 119-148.
- CHKO Bílé Karpaty** (1997): Plán péče o CHKO Bílé Karpaty pro období 1.1.1998-31.12.2007. www. bílékarpaty.ochrana.prirody.cz
- Chmelař J.** (1987): Dendrologie s ekologií lesních dřevin. 2. část. Hospodářsky významné listnáče. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, pp. 132.
- Jane W.F.** (1962): The Structure of Wood. A.& C. Black, London.
- Jongepier J.W., Jongepierova I.** (2001): Flowering meadows of the czech White Carpathians: reviving a symbiosis between nature and humans. Open Count. 3: 37-44.
- Jongepierova I., Mitchley J., Tzanopoulos J.** (2007): A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures. Biol. Conserv. 139: 297-305.
- Kavková M., Čurn V., Endrychová V.** (2003): Species composition and significance of mycorrhizas in young oak plantations of *Q.petraea* and *Q.robur*. ICOM4, Conference abstract No.184, 4th International Conference on Mycorrhizae 10-15 August 2003, Montreal, Canada.
- Kleinschmit J.R.G., Bacilieri R., Kremer A., Roloff A.** (1995): Comparison of morphological and genetic traits of pedunculate oak (*Quercus robur L.*) and sessile oak (*Q. petraea (Matt.) Liebl.*). Silvae Genet. 44: 256-269.
- Klimes L.** (1995): Small-scale distribution of species richness in a grassland (Bile Karpaty Mts, Czech Republic). Folia Geobot. Phytotx. 30: 499-510.
- Klimeš L., Klimešová J.** (2002): The effects of mowing and fertilization on carbohydrate reserves and regrowth of grasses: do they promote plant coexistence in species-rich meadows? Evol. Ecol. 15: 363-382.
- Konvicka M., Benes J., Cizek O., Kopecek F., Konvicka O., Vitaz L.** (2007): How too much care kills species: Grassland reserves, agrienvironmental schemes and extinction of *Colias myrmidone* (Lepidoptera: Pieridae) from its former stronghold. J. Insect. Conserv.

- Kuča P., Majský J., Kopeček F. et Jongepierová I.** (eds.) (1992): Chráněná krajinná oblast Biele/Bílé Karpaty. Ekológia, Bratislava, pp. 380.
- Lebourgeois F., Cousseau G., Ducos Y.** (2004): Climate-tree-growth of *Quercus petraea* Mill. stand in the Forest of Bercé („Futaie des Clos“, Sarthe, France). *Ann. For. Sci.* 61: 361-372.
- Misson L., Rathgeber C., Guiot J.** (2004): Dendroecological analysis of climatic effects on *Quercus petraea* and *Pinus halepensis* radial growth using the process-based MAIDEN model. *Can. J. For. Res.* 34: 888-898.
- Nardini A., Pitt F.** (1999): Drought resistance of *Quercus pubescens* as a function of root hydraulic conductance, xylem embolism and hydraulic architecture. *New Phytol.* 143:485-493.
- Nef L., Perrin R.** (1999): Damaging agents in European forest nurseries. Practical handbook. European Communities, Italy.
- Petříček V., Pecina P.** (1989): Chráněná krajinná oblast Bílé Karpaty a Biele Karpaty. Praha, pp. 83 – 358.
- Quitt E.** (1971): Klimatické oblasti Československa. *Stud. Geogr.*, Brno, 16: 1 – 79.
- Romagnoli M., Codipietro G.** (1996): Pointer years and growth in Turkey oak (*Quercus cerris*L.) in Latium (Central Italy). A dendroclimatic approach. *Ann. Sci. For.* 53: 671–684.
- Rychnovská M.** (1993): Structure and functioning of seminatural meadows. Academia, Praha, pp. 386.
- Schweingruber F.H.** (1996): Tree Rings and Environment. Dendroecology. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt, pp. 609.
- Tardif J.C., Conciatori F., Nantel P., Dagnon D.** (2006): Radial growth and climate responses of white oak (*Quercus alba*) and northern red oak (*Quercus rubra*) at the northern distribution limit of white oak in Quebec, Canada. *J. Biogeogr.* 33: 1657-1669.
- TER BRAAK C.J.F., ŠMILAUER P.** (1998): Canoco reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination. – Microcomputer Power, Ithaca.
- Teskey R.O. et Hinckley T.M.** (1981): Influence of temperature and water potential on root growth of white oak. *Physiol. Plant.* 52: 363-369.
- Tyree M.T., Cochard H.** (1996): Summer and winter embolism in oak: Impact on water relations. *Ann. Sci. For.* 53: 173-1.
- Úřednáček L., Maděra P. et al.** (2001): Dřeviny České republiky. Matice Lesnická, Písek, pp. 333.

- Větvicka V.** (2005): Stromy a keře. Aventinum, Praha, pp. 288.
- Weber P., Burgmann H. et Andreas R.** (2007): Radial growth to drought of *Pinus sylvestris* and *Quercus Pubescens* in an inner-Alpine dry valley. *J. Veg. Sci.* 18: 777-792.
- Weigl M.** (2006): Annual and intra-annual variations of ring-widths and stable isotopes in sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Universität für Bodenkultur, Wien, pp. 50.
- Zasada J.C., Zahner R.** (1969): Vessel element development in the earlywood of red oak (*Quercus rubra*). *Can. J. Bot.* 47: 1965–1971.
- Zhang S.Y., Nepveu G., Owoundi R.E.** (1994): Intratree and intertree variation in selected wood quality characteristics of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*), *Can. J. For. Res.* 24 1818–1823.

9. Příloha

Obr.1.: Závislost průměru kmene u báze na typu stanoviště

Tab.1.: Negativní a pozitivní významné roky dubu letního a zimního

Tab.2.: Významné roky dubu letního s pěti a více ochmety

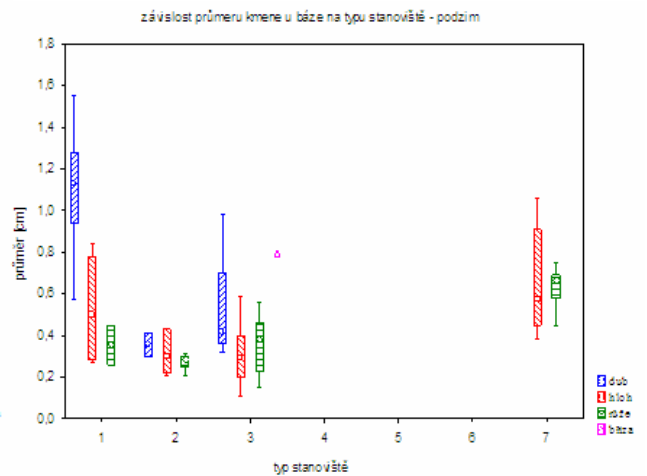
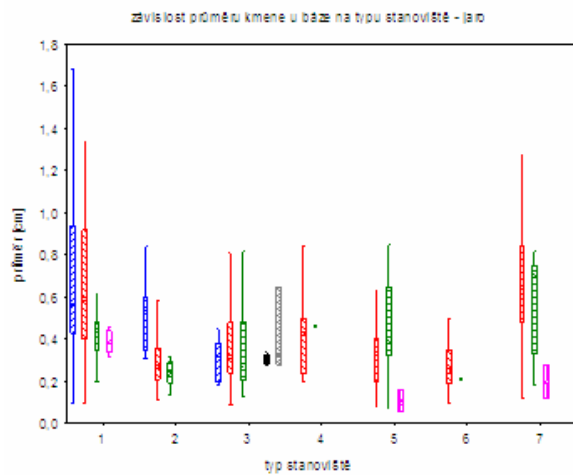
Tab.3.: Významné roky dubu letního se čtyřmi a méně ochmety

Foto 1: Mapka studovaného území s vyznačenými plochami

Foto 2: Ukázka odumřelých stromů

Foto 3, 4: Práce v terénu, při sběru listí a vykopávání dubů

Foto 5, 6: Ukázka vykopaných dubů



Obrázek 1: závislost průměru kmene u báze na typu stanoviště-červen na

závislost průměru kmene u báze na typu stanoviště-říjen

Graf nám ukazuje, že největšího průměru dosahuje dub na louce č.1 a to jak před sečí, tak i po seči. Hloh dosahuje největších průměrů před sečí a po seči na stanovišti č. 1 a 7. Velké průměry kmene má i růže na stanovišti č. 3, 5, 7 před sečí, po seči kromě stanoviště 7 již tak velkých průměrů nedosahuje.

Tabulka 1: Pozitivní a negativní významné roky u dubu zimního a dubu letního. T.W.: celkový letokruh, E.W.: jarní dřevo, L.W.: letní dřevo. O významném roku hovoříme, když přírůstek letokruhu v daném roce je o 10% větší (pozitivní) či menší (negativní) než letokruh vytvořený v předchozím roce. Tuto podmínku musí splňovat alespoň 75% stromů.

Teplota-průměrná teplota v měsících květen, červen, červenec

Srážky-suma srážek v měsících květen, červen, červenec

HM – 100-letý průměr

DM – rozdíl od předchozího roku

Dub zimní

pozitivní významné roky						průměry srážek	
rok	T.W.	E.W.	L.W.	teplota (°C)	srážky (mm)	HM	DM
2001	63,06		63,06	17	289	15	31,7
1999	20,48		20,48	17,3	307	22	53,2
1994	35,76	27,21	35,76	18,2	263	5	44,3
1982	58,46		58,46	17,2	307	22	50,5
1980	44,93		44,93	15,3	211	-16	-9,7
1975	46,14		46,14	16,6	305	21	7,3
1969	25,79	20,20	25,79	17,5	225	-11	-7,7
1961	22,70	32,35	22,70	15,8	361	43	26,8
1960	31,81		31,81	16	285	13	-15,4
1951	39,06		39,06	16,4	315	25	84,8
1949	22,40		22,40	16	284	13	27,5
1936	34,45		34,45	16,7	337	34	62,9
1935	37,27	46,81	37,27	16,5	207	-18	10,5
1931	35,53		35,53	18,2	142	-44	-22,9
1925	38,33		38,33	16	294	17	8,8
1924	59,58		59,58	16,2	270	7	43,6
1921	30,56		30,56	16,7	170	-33	-45,8
1914		20,39		15,4	243	-3	4,6
1909	3,42		3,42	14,8	263	4	72,6
1906	25,66		25,66	16	344	36	60,9
1900	28,45	43,22	28,45	16,1	237	-6	-7,5
celkem	20	6	20				

negativní významné roky						průměry srážek	
rok	T.W.	E.W.	L.W.	teplota (°C)	srážky (mm)	HM	DM
1983	-19,18		-19,18	18,1	201	-20	-34,4
1979	-24,42		-24,42	17,1	234	-7	54,8
1976	-27,24		-27,24	17,2	176	-30	-42,4
1970	-13,95		-13,95	16,2	275	9	22
1954	-23,02		-23,02	16,6	264	5	-28
1947	-26,94		-26,94	18,4	177	-30	-25,4
1934		-6,29		17,5	187	-26	-30,1
1933	-32,37		-32,37	15,6	268	6	38
1928	-13,60		-13,60	15,7	245	-3	-4,1
1922	-47,43	-33,53	-47,43	16,5	145	-43	-14,9
1915	-14,35		-14,35	16,4	306	21	25,6
1913	-18,78		-18,78	14,9	233	-8	-35,8
1901	-39,53	-47,10	-39,53	17,2	198	-22	-16,6
1899	-16,01		-16,01	15,6	256	2	11,2
1897	-28,73	-37,92	-28,73	16,0	340	35	33
celkem	14	4	14				

Dub letní

pozitivní významné roky						průměry srážek	
rok	T.W.	E.W.	L.W.	teplota (°C)	srážky (mm)	HM	DM
2001	52,65	44,54	52,65	17	289	15	31,7
1991	23,60		23,60	16,1	278	10	63,5
1982	63,45	44,40	63,45	17,2	307	22	50,5
1969	39,37		39,37	17,5	225	-11	-7,7
1951	28,91		28,91	16,4	315	25	84,8
1949	35,11		35,11	16	284	13	27,5
1945	33,73		33,73	17,7	223	-11	-36,2
1936	73,27		73,27	16,7	337	34	62,9
1932	31,57		31,57	16,7	194	-23	36,7
1925	39,80	92,40	39,80	16,0	294	17	8,8
1924	94,56		94,56	16,2	270	7	43,6
1919	60,06	57,64	60,06	14,1	289	15	31,8
1908		55,58		17,7	152	-40	-27,7
1907	37,75	30,15	37,75	16,2	211	-16	-38,7
1906	101,55		101,55	16	344	36	60,9
1903	18,11		18,11	15,7	345	37	32,8
celkem	15	6	15				

pozitivní významné roky						průměry srážek	
rok	T.W.	E.W.	L.W.	teplota (°C)	srážky (mm)	HM	DM
1993	-23,15		-23,15	17,5	183	-28	-10,2
1992	-18,87		-18,87	18	203	-19	-26,9
1976	-17,88		-17,88	17,2	176	-30	-42,4
1956	-32,03		-32,03	16,1	219	-13	-28,3
1947	-29,18		-29,18	18,4	177	-30	-25,4
1928	-15,02		-15,02	15,7	245	-3	-41
1927	-17,27		-17,27	16	256	2	-35,3
1922	-28,62		-28,62	16,5	145	-43	-14,9
1915	-22,99	-17,94	-22,99	16,4	306	21	25,6
1912	-41,46		-41,46	15,9	362	44	60,5
1909		-43,66		14,8	263	4	72,6
1908	-34,65		-34,65	17,7	152	-40	-27,7
1904	-23,33		-23,33	16,7	169	-33	-51,1
1901	-31,03	-20,45	-31,03	17,2	198	-22	-16,6
1900	-32,78	-13,73	-32,78	16,1	237	-6	-7,5
1899	-21,35	-21,54	-21,35	15,6	256	2	11,2
celkem	15	5	15				

Tabulka 2: Významné roky dubu letního s ochmetem. V tabulce jsou uvedeny stromy, na kterých se vyskytovalo pět a více jedinců ochmetu.

Pozitivní růst dubu letního s ochmetem (5 a více)			Negativní růst dubu letního s ochmetem (5 a více)		
rok	E.W.	L.W.	rok	E.W.	L.W.
2001	40,61	45,47	1998	-20,86	-19,73
1982	51,2	87,88	1993		-23,78
1969		38,85	1980		-18,47
1959		46,71	1973		-27,03
1943		37,65	1956		-37,97
1936	114,83	54,5	1947		-25,99
1933	19,98		1935		-29,61
1925	157,49	90,79	1923	-34,96	-26,18
1924	27,95	135,24	1921	-26,73	-18,96
1916	37,15	35,26	1918	-38,02	-20,01
1909		97,58	1915	-30,22	-30,22
1908	22,58		1912	-31,96	-35,5
1907	25,68	26,73	1909		-40,35
1906	57,45	101,44	1908	-47,08	
1905	11,9		celkem	7	13
celkem	11	12			

Tabulka 3: V tabulce jsou uvedeny stromy, na kterých se vyskytovalo čtyři a méně jedinců ochmetu.

Pozitivní růst dubu letního s ochmetem (4 a méně)			Negativní růst dubu letního s ochmetem (4 a méně)		
Rok	E.W.	L.W.	Rok	E.W.	L.W.
2001	46,51	56,24	1993		-22,84
1994		29,39	1992		-22,19
1991		25,07	1986		-17,69
1982		50,78	1983		-9,6
1981		49,72	1976		-22,21
1969		39,67	1956		-28,36
1951		28,43	1947		-30,77
1949		42,85	1928		-19,56
1945		39,81	1927	-28,92	-20,82
1936		85,79	1922		-37,36
1932		32,15	1913	-32,2	-29,71
1931		23,99	1912		-53,36
1925	49,01		1909	-46,97	
1924		67,45	1908		-22,22
1919	89,82	93,13	1905	-28,57	-47,83
1918	28,01		1904		-23,33
1911	51,43	23,32	1901	-20,45	-31,03
1910		33,1	1900	-13,73	-32,78
1908	88,57		1899	-21,54	-21,35
1907	34,62	48,76	Celkem	7	18
1906		101,67			
1903		18,11			
Celkem	7	19			



foto 1



foto 2



foto 3



foto 4



foto 5



foto 6