

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva

SROVNÁNÍ HUSTOTY DŘEVA DUBU ČERVENÉHO A DUBU LETNÍHO Z ANTROPOGENNĚ OVLIVNĚNÝCH STANOVIŠŤ

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Zeidler Aleš, Ing., Ph.D.

Autor: Vojtěch Rozkošný

PRAHA 2014

PROHLÁŠENÍ

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou / diplomovou práci na téma Srovnání hustoty dřeva dubu červeného s dubem letním z antropogenně ovlivněných stanovišť vypracoval/a samostatně pod vedením Ing. Aleše Zeidlera, Ph.D. a použil/a jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom/a že zveřejněním bakalářské / diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne 25. 4. 2014

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji rodině, která mě podporuje jak psychicky tak materiálně v mém studiu. Děkuji kolegům z dílny, kteří mi pomohli při přípravě vzorků. Děkuji i Janu Webersinkemu za pomoc při měřeních. A především děkuji Ing. Aleši Zeidlerovi, Ph.D., za jeho vedení a rady při zpracovávání tématu bakalářské práce.

ABSTRAKT:

Cílem této práce bylo experimentálně zjistit hustotu dřeva dubu červeného a dubu letního z výsypky ze severu Čech. Dosažené výsledky byly mezi sebou porovnány a bylo zjištěno, že dřevo dubu letního má nepatrně vyšší hustotu než dřevo dubu červeného. Dále byly hodnoty porovnány s údaji v literatuře.

Práce se zároveň zabývá průběhem hustoty dřeva po poloměru kmene. U obou dřevin bylo zjištěno, že hustota nepatrně roste až do tří čtvrtin poloměru kmene směrem ke kambiu. Pomocí grafů jsme tento vývoj hustoty porovnali s vývojem šířky letokruhů v kmeni. U dubu červeného byla zjištěna korelace hustoty a šířky letokruhů, u dubu letního tato korelace zjištěna nebyla.

KLÍČOVÁ SLOVA: dřevo, hustota, dub letní, dub červený, výsypky

ABSTRACT:

The objective of this study was to experimentally measure wood densities of red oak and of pedunculate oak, both from a mine dump located in the north of Bohemia. The achieved results were compared with each other and it was found that the pedunculate oak wood has slightly higher density than the red oak wood. The results were also compared to data in the literature.

The study also concentrates on the trend of density along the tree trunk radius. It was found that in direction to the cambium the wood density slightly increases towards three quarters of the tree trunk radius for both trees. The density trend was compared to the trend of width of growth rings of trunk using graphs. There was correlation between wood density and width of growth rings of red oak, no such correlation was found in case of pedunculate oak.

KEY WORDS: wood, density, pedunculate oak, red oak, dumps

Obsah:

1. ÚVOD	6
2. CÍLE	7
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
3.1. POPIS ZKOUMANÝCH DŘEVIN	8
3.1.1. <i>Dub – Quercus</i>	8
3.1.2. <i>Dub letní – Quercus robur L.</i>	10
3.1.3. <i>Dub červený – Quercus rubra L.</i>	12
3.2. VÝSYPKA	14
3.2.1. <i>Výsypka Větrák</i>	14
3.3. VLASTNOSTI DŘEVA	15
3.3.1. <i>Vlhkost</i>	15
3.3.2. <i>Hustota dřeva</i>	16
3.3.3. <i>Proměnlivost hustoty dřeva v kmeni</i>	18
4. MATERIÁL A METODIKA	19
4.1. POPIS VZORNÍKŮ	19
4.2. VÝROBA ZKUŠEBNÍCH TĚLES	19
4.3. ZJIŠTĚNÍ HUSTOT	20
4.4. MĚŘENÍ ŠÍŘKY LETOKRUHŮ	21
4.5. SOFTWARE POUŽITÝ PRO ZPRACOVÁVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	21
5. VÝSLEDKY	22
5.1. HUSTOTA DŘEVA DUBŮ	22
5.1.1. <i>Dub červený a dub letní při 0 % a 12% vlhkosti</i>	22
5.2. PROMĚNLIVOST HUSTOTY DUBU PO POLOMĚRU KMENE	25
5.2.1. <i>Dub červený při 12% vlhkosti</i>	25
5.2.2. <i>Dub letní při 12% vlhkosti</i>	27
5.2.3. <i>Vývoj šířky letokruhu v závislosti na pozici od dřeně</i>	28
6. DISKUZE	29
6.1. POROVNÁNÍ HUSTOT JEDNOTLIVÝCH DŘEVIN	29
6.2. POROVNÁNÍ HUSTOT ZKOUMANÝCH DŘEVIN S LITERATUROU	29
6.3. PRŮBĚH HUSTOTY PO POLOMĚRU KMENE V POROVNÁNÍ S PRŮBĚHEM ŠÍŘKY LETOKRUHŮ PO POLOMĚRU KMENE	30
7. ZÁVĚR	31
8. LITERATURA	33
9. PŘÍLOHA	35

1. ÚVOD

Dřevo doprovází člověka už od nepaměti a i přes nástup moderních nedřevěných materiálů je v mnohých průmyslových odvětvích nenahraditelné. V dnešní době, která si tolik zakládá na obnovitelných zdrojích, má dřevo obrovskou přednost, že je přírodní surovinou, která je při správném hospodaření dobře obnovitelná, a její zásoby jsou téměř nevyčerpatelné. Neméně ceněnou vlastností dřeva jsou velice dobré mechanické vlastnosti (pevnost, pružnost), o to více přihlédneme-li k jeho hustotě, která je oproti jiným materiálům s podobnými mechanickými vlastnostmi velmi nízká. I právě kvůli tomu se dřevo využívá jako stavební materiál už po staletí a s moderními materiály na bázi dřeva, bude dřevo žádanou surovinou i v budoucnu. Dřevo je také ceněno pro svou relativně snadnou obrobitelnost a chemickou odolnost a v neposlední řadě pak pro svůj velmi příjemný a estetický vzhled.

To, že je dřevo přírodní materiál, s sebou přináší i negativní vlastnosti. Jednou z nejzásadnějších je heterogenita (nehomogenita) dřeva. Ta se projevuje, jak na mikroskopické, tak i na makroskopické úrovni. Je způsobena především podmínkami, ve kterých dřevina roste, podíl na ni má i věk stromu. Heterogenitu lze pak vidět např. na zastoupení jarního a letního dřeva, šířce letokruhů, podílu běle a jádra, ale i různých druhů vad atd. Díky tomu existuje velká různorodost fyzikálních i mechanických vlastností nejen mezi druhy dřevin nebo stromy, ale i podle umístění v kmeni. Dalšími činiteli, na které musíme dávat při používání dřeva pozor, jsou hygroskopicitá, anizotropie a pórovitost.

Jedním ze zásadních faktorů ovlivňující mechanické vlastnosti dřeva je hustota. Jen na základě její znalosti je možné odhadnout, jaké bude mít dřevina mechanické vlastnosti. Musíme také znát vlhkost, při které daná hustota uváděna, protože ta má velký vliv na mechanické i fyzikální vlastnosti.

Hned po buku je dub pro náš dřevařský průmysl druhou nejvýznamnější dřevinou. Jeho užití má velkou škálu od vodních staveb, pražce, přes sudy až po nábytkářství, dýhárenství a řezbářství. U nás je nejrozšířenější dub letní a dub zimní. Teprve před pár stoletími se k nám dostaly i některé jiné druhy, které u nás nejsou původní, například dub červený.

2. CÍLE

Cílem této práce je zjištění hustoty dubu červeného (*Quercus rubra* L.) a dubu letního (*Quercus robur* L.) získaných z výsypky Větrák u Bíliny. Díky stejnému stanovišti, na kterém dřeviny rostly, máme ideální příležitost porovnat výsledné hustoty mezi sebou navzájem. Dalším cílem bakalářské práce je zjistit, jaký vliv na hustotu dřeva má pozice v kmeni v příčném profilu.

Námi zjištěné hodnoty také porovnáme s hodnotami uvedenými v literatuře. Zjistíme tak, zdali hustota dřeva z natolik specifických míst, jako jsou výsypky, vykazuje zásadní rozdíl oproti klasickým stanovištím.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. POPIS ZKOUMANÝCH DŘEVIN

3.1.1. Dub – *Quercus*

Duby jsou listnaté stromy, zřídka kdy keře, často křivolakého vzrůstu, patřící do řádu Fagales, čeledi Fagaceae. Listy dubů jsou opadavé nebo vřdyzelené (často jen polovřdyzelené) s jednoduchou čepelí mnohdy laločnatou. Jejich prašnickové jehnědy jsou koncově umístěné, štíhlé a převislé. Pestíkové květy jednotlivě nebo po několika v krátkých, koncových klasech. Plodem je ořechovité semeno s tenkou slupkou (žalud), sedící v šupinaté nebo vláknité číšce. Někdy šupiny na číšce srůstají do soustředných kruhů. Žaludy dozrávají v prvním nebo druhém roce (ÚRADNÍČEK & CHMELÁŘ, 1995).

Rod je velmi rozmanitý, čítá nejméně 200 druhů. Jeho rozšíření je především na severní polokouli. V Severní Americe a Asii je zastoupen ve větším hojnosti než v Evropě. Důvodem je, že v době ledové posun ledovců od severu vytlačoval rostliny na jih. Zde ale narazily na pohoří Alp, které bránilo dalšímu ústupu. Na rozdíl tomu v Americe se mohl rod rozšiřovat volně jižním směrem.

Na území České republiky jsou nejvíce rozšířeny druhy dub letní (*Quercus robur*) a dub zimní (*Quercus petraea*). Tyto dva druhy jsou také nejvíce hospodářsky využívány. Méně už jsou zastoupeny dub cer (*Quercus ceres*) a dub pýřitý (*Quercus pubescent*). Z introdukovaných druhů je u nás nejvíce zastoupen dub červený (*Quercus rubra*), dále se občas vysazuje dub uherský (*Quercus frainetto*), dub bahenní (*Quercus palustris*). Další duby jsou spíše vzácností.

Rok	1950	1970	1980	1990	2000	2010	2012
věk	52	54	59	62	68	70	71

Rok	2000	2004	2008	2010	2011	2012
ha	163 761	169 150	175 495	178 466	180 597	182 327
%	6,3	6,5	6,8	6,9	7,0	7,0

3.1.1.1. Makroskopická stavba dřeva (*Quercus L.*)

Dubové dřevo se řadí mezi jádrové dřeviny. Jádro má světlou až tmavohnědou barvu, běl je úzká (1-3 cm) s nažloutlou až světlehnědou barvu. Dub je charakteristickou kruhovitě pórovitou dřevinou, u které je jasně patrná hranice mezi letokruhy. Velice dobře zřetelná je i hranice mezi jarním a letním dřevem. V pásmu jarního dřeva se nacházejí široké jarní cévy, které jsou na příčném řezu velice dobře vidět jako veliké póry a na podélných řezech jako hluboké rýhy. V pásmu jarního dřeva jsou pak letní cévy, které se shlukují do jasně viditelných světlých radiálně seskupených cév, které na příčném řezu připomínají plamínky. Dřeňové paprsky prostupují kolmo na letokruhy a jsou dobře viditelné na všech řezech. Při pohledu na příčný řez je lze vidět, jako jasně viditelné pruhy pronikající skrze letokruhy. Na radiálním řezu pak jako šikmé, lesklé hladké plochy takzvaná zrcátka. A na tangenciálním řezu jsou viditelná jako vysoké tmavě hnědé čárky. Díky velkému obsahu tříslovin patří dub mezi naše nejtrvanlivější dřeviny.

Dřevo dubu letního a dubu červeného jde od sebe na první pohled velmi těžce rozpoznat. Nejvíce nám při rozlišování těchto dřevin může napovědět barva, kde u dubu červeného je bělové dřevo téměř bílé a jádrové je hnědé s nádechem červené na rozdíl.

Obr. 1 Makroskopická stavba dubu letního (příčný, tangenciální a radiální řez), zdroj Lexikon dřev Mendelu Brno



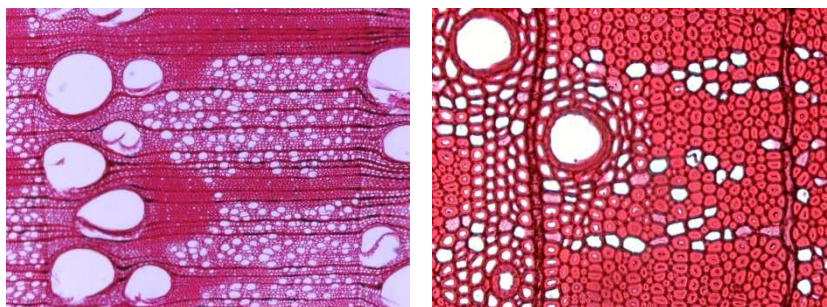
3.1.1.2. Mikroskopická stavba dřeva (*Quercus L.*)

Pro mikroskopickou stavbu dubu v příčném řezu jsou příznačné především dobře viditelné shluky letních cév v radiálním seskupení, několika násobně větší jarní cévy na hranicích letokruhů, ve kterých jsou viditelné thyly a dále mnohvrstevné

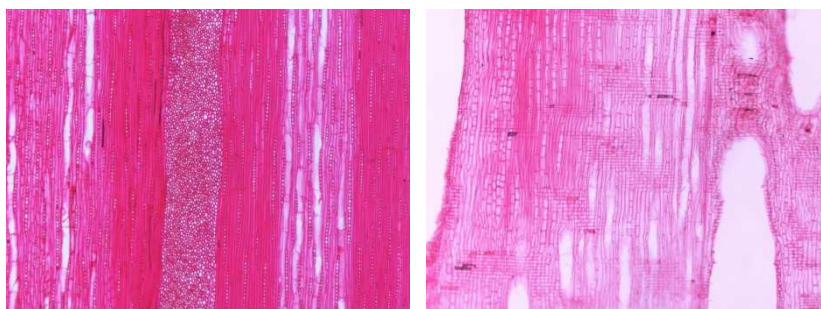
parenchymatické buňky tvořící dřevňové paprsky. Je zde spatřit i axiální apotracheální parenchym. Na radiálním řezu jsou opět patrné thyly vrostlé do cév, dále tvarově stejný (homogenní) typ dřevních paprsků a kolmé obdélníkové buňky dřevního parenchymu. Na tangenciálním řezu jsou vidět thyly, jedno a mnohovrstevné dřevňové paprsky a početný podélný dřevní parenchym.

Dub červený může být od dubu letního odlišen především díky thylám, které u dubu červeného v cévách chybí. To má za následek, že se dub červený nedá používat na výrobu sudů (Wood handbook, 2010)

Obr. 2 Mikroskopická stavba příčný řez (dub letní vlevo, dub červené vpravo) zdroj Url 1 a Url 2



Obr. 3 Mikroskopická stavba pouze dub letní(tangenciální a radiální řez)



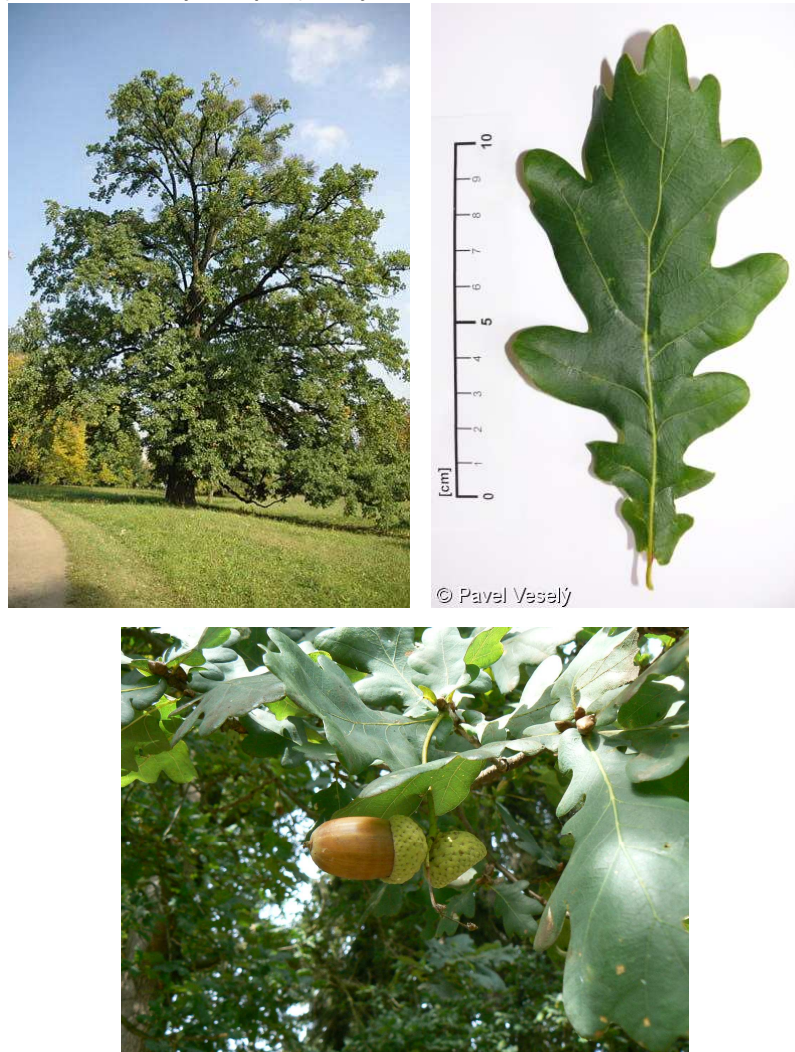
3.1.2. Dub letní – *Quercus robur* L.

Strom velkých rozměrů se silným kmenem a košatou korunou. V porostu dosahuje výšek až 40 m, průměr kmene 1,5 m, dožívá se 400 – 500 let. Největší stromy dosahují objemu až 40 m³. O některých starých, vysázených dubech letních se tvrdí, že mají přes 1000 let. Poněvadž dobře odolávají hnilobě a přirůstají do tloušťky i ve vysokém věku, dosahují průměru kmene až 4 m a patří tak k našim domácím dřevinám s nejmohutnějším kmenem vůbec (ÚRADNÍČEK, CHMELÁŘ, 1998).

Kmen je často již nízko nad zemí rozvětven. Nelze jej proto sledovat až do střední části koruny. Obvykle též poněkud sukovitý a nepravidelný. Větve několikrát zakřivené

nebo zkroucené, velmi masivní. Listy 10 – 12 cm dlouhé, asi 8 cm široké, obvejčité, na špičce zaokrouhlené a na bázi zřetelně ouškaté, po obou stranách s přibližně 5 – 7 široce eliptickými laloky, vykrojené asi do poloviny čepele a nikoliv přesně proti sobě postavené. Na líci matně tmavozelené, na rubu světlejší, na obvodu často poněkud zvlňené. Žaludy podlouhlé vejcovité (1,5 cm dlouhé), v mělké číšce, většinou po 2 – 3 na 4 – 6 cm dlouhé stopce (KREMER, 1995).

Obr. 5 Dub letní (zleva habitus, listy, dole plod), zdroj Url 3



3.1.2.1. Rozšíření dubu letního

Dub letní je dřevina s evropským areálem, rozšířená téměř po celém kontinentu s výjimkou chladného severu a severovýchodu.

Uvnitř tohoto areálu je rozšíření dubu letního výrazně závislé na nadmořské výšce. Roste především v nížinách podél toků velkých řek, v rovinách a pahorkatinách. Chybí všude v pohořích, ve Střední Evropě není zastoupen zejména v celém Alpském areálu,

v Hercynských pohořích a vyšších pohořích Karpat. Nejčastěji tvoří směs s jasanem a jilmem. Zbytky přirozených porostů s dubem letním v lužních lesích jsou velmi vzácné, neboť snadno přístupná rovinatá krajina byla dávno přeměněna na zemědělskou půdu, a pokud zde zůstaly lesy, jsou to nejčastěji výsadby topolů.

Na našem území roste dub letní všude v nižších polohách. Přirozeně byl zastoupen v lužních lesích úvalů větších řek. V Čechách je to zejména střední a dolní Polabí a Poohří; na Moravě úvaly Hornomoravský, Dolnomoravský a Dyjsko-svratecký. Přirozené rozšíření dubu letního má tedy na našem území pásovitý charakter, daný průběhem toků větších řek. Kromě oblastí lužního lesa se dub letní v malé míře vyskytuje i v docela odlišných podmínkách - na teplých slunných stránkách na živnějších podkladech spolu s dalšími lesostepními druhy. V takovýchto podmínkách má nízký a křivý vzrůst a je tedy z lesnického hlediska bez významu (ÚRADNÍČEK, CHMELÁŘ, 1998).

3.1.2.2. Využití dubu letního

Dub letní má v našem lesním hospodářství (spolu s dubem zimním) velmi významné postavení a představuje po buku nejvýznamnější listnatou dřevinu našich lesů. Dubové dřevo má mnohostranné použití při výrobě dýh, jako stavební dříví, v lodním stavitelství, k výrobě pražců, parket, sudů a nábytku.

Dubové dřevo je pro velký obsah tříslovin trvanlivé pod vodou a má proto dobré využití ve vodním stavitelství. Dlouhým uložením ve vodě dřevo černá, aniž by však ztratilo na svých vlastnostech. Kůra z mladších stromů se používá k výrobě tříslovin.

V parkovnictví má z našich domácích druhů významné postavení právě dub letní, který se dříve s oblibou vysazoval v zámeckých zahradách. Staré exempláře dubů letních bývají opravdovou ozdobou sbírek. Nejen v parcích, ale i v naší krajině představují duby letní významný krajinný prvek (ÚRADNÍČEK, CHMELÁŘ, 1998).

3.1.3. Dub červený – *Quercus rubra* L.

Strom velkých rozměrů s košatou korunou. Vyrůstá do výše až 50 m s kmenem o průměru až 1,5 m. Dožívá se až 450 let (ÚRADNÍČEK, CHMELÁŘ, 1998).

Větve obloukovitě posazené nebo příkře vztyčené, ve střední a horní koruně často přeslenitě a paprscitě uspořádány. Listy 10 – 25 cm dlouhé a asi 10 cm široké, oválné nebo obvejčité, při bázi klínovitě zúžené, vpředu úzce zašpičatělé, po obou stranách

členěné do 3 až 4 (až 5) laloků, zářezy mezi nimi asi 4 – 5 cm hluboké, takže čepel listu dělí skoro až do poloviny. Každý lalok vybíhá do tří poměrně úzkých špiček nebo cípů, zakončených malou štětinkou. Na líci nelesklé, tmavozelené. Žaludy široce vejcovité, na asi 1 cm dlouhé stopce (KREMER, 1995).

Obr. 5 Dub červený (zleva habitus, listy), zdroj Wiki



3.1.3.1. Rozšíření dubu červeného

Dub červený je severoamerická dřevina, rozšířená ve východní části kontinentu. Jeho areál dosahuje velkého rozpětí od severu k jihu a také daleko do vnitrozemí. Na severu zasahuje až do atlantické části Kanady v Novém Skotsku, odkud se areál rozprostírá k jihozápadu do oblasti velkých jezer. K jihu postupuje územím USA přes Apalačské pohoří až do Georgie a Alabamy. Do vnitrozemí postupuje až do povodí řeky Missouri ve státě Kansas. Nejhojněji je zastoupen na pomezí Kanady a Spojených států v provinciích Quebec a Ontario.

Proměnlivost uvnitř areálu je značná, ale zatím nebyla pro naše lesnické poměry vůbec vyhodnocena.

Introdukce tohoto druhu do Evropy se uskutečnila již počátkem 18. století a později byl také zaváděn do lesních kultur (ÚRADNÍČEK, CHMELÁŘ, 1998).

3.1.3.2. Využití dubu červeného

V USA a v Kanadě je dub červený významnou hospodářskou dřevinou, používanou i mimo oblast přirozeného rozšíření. Dřevo má všestranné využití, podobně jako u našich

dubů; stavební dříví, dýhy, pražce, parkety, nábytek apod. Pro značnou pórovitost se nehodí např. na sudy. Místy získal dub červený i v evropských zemích pevné postavení v lesním hospodářství. Dřevo se však hodnotí jako méně kvalitní než u dubu letního či zimního. Ačkoliv dává větší výnosy než domácí duby, jeho zavádění do kultury se u nás neprosadilo. Vinu na tom má zřejmě chybná volba stanovišť.

Dub červený má pevné místo v zahradnickém použití. Je to cenný parkový strom, uplatňující se jako solitér všude tam, kde je dostatek místa. V parkovnictví se cení zejména nápadné podzimní vybarvení (ÚRADNÍČEK, CHMELÁŘ, 1998).

3.2. VÝSYPKA

Výsypky jsou hromady hlušiny, odpadního materiálu vzniklého při získávání nerostů z povrchových dolů (např. hnědé uhlí). Po ukončení navážení hlušiny, se tato místa rekultivují. Vznikají tak specifické krajiny se specifickým půdním složením.

3.2.1. Výsypka Větrák

Převýšená výsypka navazující plynule na rostlý svah asi 2 km západně od města Bíliny. Sypání výsypky bylo ukončeno koncem padesátých let minulého století. V roce 1964 byl lesnický rekultivován okrajový svah s východní až jihovýchodní expozicí. Půdotvorný substrát tvoří heterogenní substrát zemin terciérního i kvartérního původu jílovce, porcelanity, sprašové hlíny, uhelné příměsi.

Petrograficky lze substrát hodnotit jako jílovce s převažujícím zastoupením jílového minerálu kaolinitu (55-68%) a montmorillonitu (8-27%), illit se vyskytuje cca pouze do 2% a další významnější součástí je i křemen (3-9%) a siderit (5-7%). Podle Nováka lze substrát hodnotit jako jílový a podle NRSCS USDA trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd jako jílu. Z přijatelných živin má substrát velmi nízké zásoby fosforu, vyhovující zásoby vápníku a velmi vysoké zásoby draslíku a hořčíku (BAŽANT, 2011).

Obr. 5 Mapka výsypka Větrák, zdroj Mapy.cz



3.3. VLASTNOSTI DŘEVA

3.3.1. Vlhkost

Dřevo je hyroskopický materiál, který do sebe váže vzdušnou vlhkost podle prostředí a mění tak svou vlhkost a tím i své fyzikální a mechanické vlastnosti. Pro účely zjišťování vlastností dřeva se používá absolutní vlhkost dřeva, kterou definuje následující vztah:

$$W_{abs} = \frac{m_w - m_0}{m_0} \cdot 100 (\%)$$

U všech veličiny, popisujících fyzikální a mechanické vlastnosti, se proto tyto hodnoty vždy uvádí při 0% nebo 12% vlhkost dřeva. Aby tak šly mezi sebou porovnávat. Pakliže zkoušky vlastností měřeny při jiné vlhkosti, je třeba tyto vlhkosti dřeva přepočítat podle vzorců pracujících s opravnými koeficienty specifických pro jednotlivé fyzikální a mechanické vlastnosti (Požgaj et al., 1993)

3.3.2. Hustota dřeva

Hustota dřeva je charakterizována podílem hmotnosti dřeva a jeho objemu, jednotkou je $kg \cdot m^{-3}$ nebo $g \cdot cm^{-3}$. Ve srovnání s jinými materiály je určení hustoty dřeva poměrně obtížné vzhledem k hygroskopicitě dřeva. Jak hmotnost, tak i objem dřeva, jsou velmi ovlivněny vlhkostí dřeva. (GANDELOVÁ, HORÁČEK, ŠLEZINGEROVÁ, 2009)

Hustota dřeva byla předmětem výzkumu mnoha prací, protože jde o charakteristiku, která značně ovlivňuje fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a dá se tak odhadovat, že například těžké dřevo je pevnější, tvrdší a odolnější proti opotřebování než dřevo lehké.

Hustota dřeva nabývá na významu při jeho mechanickém a chemickém zpracování, kde se klade důraz na hmotnostní množství dřevní hmoty a kde je potřeba vědět, kolik dřevěné hmoty obsahuje konkrétní objemová jednotka. Dále je ukazatelem vhodnosti použití dřeva na takové účely, kde se vyžaduje například nízká hmotnost při vysoké pevnosti anebo pružnosti (stavebnictví), při použití dřeva na výrobu hudebních nástrojů a další. Z uvedeného vyplývá, že poznatky o hustotě dřeva mají nejen teoretický, ale i praktický význam.

(POŽGAJ ET AL, 1997)

3.3.2.1. Hustota dřevní substance

Dřevní substancí nazýváme hmotu buněčných stěn bez submikroskopických dutin. Hustota dřevní substance ρ_s je vyjádřena tímto vztahem:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} (kg \cdot m^{-3})$$

kde m_s –hmotnost dřevní substance, V_s –objem dřevní substance

Hustota dřevní substance je téměř stálá hodnota, která se mění jen natolik, na kolik se mění chemické složení dřeva. Pohybuje se v rozmezí 1490–1560 $kg \cdot m^{-3}$ při průměrné hodnotě 1540 $kg \cdot m^{-3}$ (POŽGAJ ET AL., 1997)

Jiný zdroj GANDELOVÁ A HORÁČEK A ŠLEZINGEROVÁ (2009) zas udávají tyto údaje: 1460–1570 $kg \cdot m^{-3}$ při průměrné hodnotě 1530 $kg \cdot m^{-3}$

3.3.2.2. Hustota dřeva při dané vlhkosti

Pro charakteristiku hustoty dřeva používáme nejčastěji následující vlhkostní stavy:

- a) hustota dřeva v suchém stavu ($w = 0\%$)
- b) hustota dřeva vlhkého ($w > 0\%$)
- c) hustota dřeva při vlhkosti 12%

Pro možnost porovnání výsledků a použití při teoretických výpočtech používáme **hustotu v absolutně suchém stavu** ρ_0 . Hustotu absolutně suchého vzorku vypočítáme:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$$

kde m_0 – hmotnost absolutně suchého dřeva, V_0 – objem absolutně suchého dřeva

Hustota vlhkého dřeva ρ_w je charakterizována tímto vztahem:

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$$

kde m_w – hmotnost vlhkého dřeva, V_w – objem vlhkého dřeva

Speciálním příkladem ρ_w je **hustota dřeva při 12 % vlhkosti** ρ_{12} . Tuto hustotu udávají platné normy, protože 12% vlhkosti je dosaženo dlouhodobějším vystavením dřeva běžným podmínkám temperované místnosti ($t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 65\%$) (Gandelová, Horáček, Šlezingerová, 2009)

3.3.2.3. Redukovaná hustota dřeva při dané vlhkosti

Redukovaná hustota dřeva je definována podílem hmotnosti dřeva v absolutně suchém stavu m_0 a jeho objemu při určité vlhkosti V_w

$$\rho_{rw} = \frac{m_0}{V_w} \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$$

Pokud se při pěstování, těžbě i v dodavatelsko-odběratelských vztazích pracuje s objemem dřeva v čerstvém stavu, nabývá na významu redukovaná hustota dřeva v čerstvém stavu.

3.3.3. Proměnlivost hustoty dřeva v kmeni

Jak bylo v úvodu již řečeno, hustota dřeva v kmeni silně kolísá, což má za následek proměnlivost mechanických vlastností v kmeni. Proto je důležité se tímto jevem zabývat. Je ale velmi těžké tento jev celkově popsat, jelikož se na něm podílí příliš mnoho vlivů.

Lexa uvádí hned několik příkladů, na kterých je proměnlivost hustoty jasně vidět. Toť jest vztah mezi šířkou letokruhu, podílem letního dřeva a hustotou, rozdíly v hustotě podél osy kmene a kolmo na ni, vliv věku stromu na hustotu, lišící se hustota v tlakovém a tahovém dřevě.

V práci se zabývám především rozdíly v hustotě v příčném směru a ve vlivu šířky letokruhu na ni. V dřevařství je obecně platná teze, že hustota jehličnatého dřeva je tím větší, čím jsou užší letokruhy a naopak v listnatém dřevě je vliv opačný, tedy že váha stoupá se zvětšujícími se letokruhy.

Je ovšem nutné říci, že vliv letokruhů na hustotu nebude tak jednoznačný, jako to vyjadřuje výše uvedené hledisko. Šířka letokruhu sama o sobě není směrodatným ukazatelem hustoty a přesto u jehličnatých a kruhovitě pórovitých listnatých dřevin nelze tento vliv oddělit od vlivů ostatních, zejména od vlivů podílu letního dřeva a stáří. (LEXA ET AL, 1952).

Studie prokázaly existenci tří charakteristických typů průběhu hustotního profilu ve směru od dřeně ke kambiu (Pashin, de Zeeuw, 1980 v Vavrčík et al., 2008):

Typ I – Nárůst od dřeně ke kambiu. Průměrná hustota dřeva vzrůstá od dřeně ke kambiu. Křivka reprezentující změny průměrné hustoty může být buď lineární rostoucí, nebo konstantní v zóně vyvrátého dřeva a vykazuje pokles ve vnějších částech kmene starých stromů.

Typ II – Pokles ve směru od dřeně, pak růst ke kambiu. Průměrná hustota dřeva klesá ve směru od dřeně, pak ke kambiu roste. V blízkosti kambia pak může být hodnota hustoty o něco vyšší nebo nižší než byla v blízkosti dřeně.

Typ III – Pokles od dřeně ke kambiu. Průměrná hustota dřeva je vyšší u dřeně než v blízkosti kambia. Pokles je lineární nebo po křivce.

U listnatých dřevin s kruhovitě pórovitou stavbou jsou změny hustoty dřeva ovlivňovány zastoupením jarního a letního dřeva v letokruzích. Se změnou šířky

letokruhů lze zaznamenat daleko větší změny v procentu letního dřeva ve srovnání s procentem jarního dřeva. Pokles šířky letokruhu má pak za následek pokles procenta mechanického pletiva (libriformní vlákna, resp. vláknité tracheidy). Důsledkem toho je i pokles hustoty dřeva. Nárůst procentického zastoupení vodivých elementů dřeva (cévy, resp. vazicentrické a cévovité tracheidy) snižuje hustotu dřeva (Taylor, Wooten 1973, Panshin, de Zeeuw, 1980 ve Vavrčík et al., 2008).

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. POPIS VZORNÍKŮ

K experimentálnímu zjištění vybraných vlastností dřeva dubu červeného a dubu letního, bylo vyhrazeno šest stromů, od obou dřevin po třech kusech. Kácení tří dubů červených a jednoho dubu letního proběhlo na výsypce Větrák 21. 4. 2010. Zbylé dva duby letní byly káceny 28. 4. 2010 ve stejné lokalitě. Z každého stromu byla použita oddenková sekce. Délka sekce činila 110–120 cm. Pro výrobu zkušebních těles byla použita středová fošna o výšce cca 6 cm.

	Quercus rubra L.			Quercus robur L.		
sekce	I	II	III	IV	V	VI
průměr kmene (cm)	21,4	24,8	24,5	27,3	23,2	24,2

4.2. VÝROBA ZKUŠEBNÍCH TĚLES

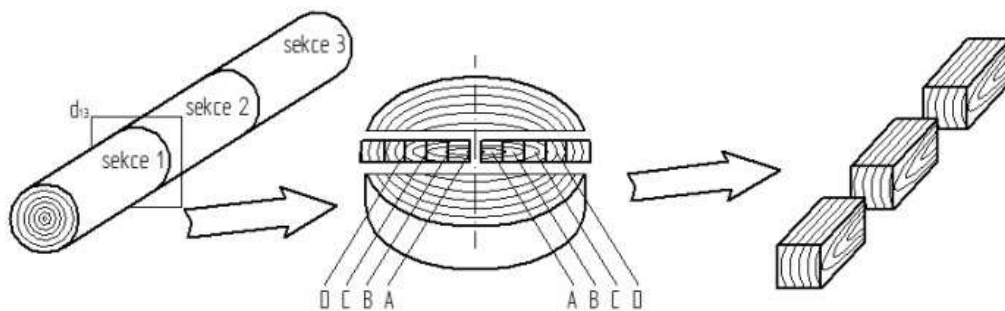
Každý vzorník byl dřeni rozříznut pomocí kotoučové pily na dvě části, pravou a levou polovinu. Každá část se poté nařezala podél vláken na několik hranolů, které byly postupně označovány od písmene A až po písmeno B (některé sekce měly i písmeno D), podle toho, jakou pozici měly vzhledem ke dřeni. Písmenem A byly označeny hranoly umístěné nejbližší dřeni, písmenem D pak hranoly ležící nejbližší kambiu. Hranoly na sobě měly také číselné označení, které v sobě neslo údaj o jakou dřevinu, strom se jedná a zdali je to pravá či levá část.

Hranoly se poté pomocí tloušťkovací frézy ofrézovaly na rozměr 20 x 20 mm, aby se poté pomocí formátovací pily napříč dřevních vláken rozmanipulovány na zkušební

tělesa o konečných rozměrech 20 x 20 x 30 mm. Zkušební tělesa byla poté umístěna do označených pytlů, které byly vždy nezaměnitelně označeny, tak aby nedošlo k proházení zkušebních těles mezi jednotlivými sekce.

Z celkového množství těles se poté vybralo dvacet kvalitativně nejlepších vzorků bez vad od každého označení. Ta byla označena tak, že každé těleso neslo svoje jedinečné číslo a tím nemohlo být v měřeních zaměněno.

Při výrobě byly dodržovány normy ČSN 49 0101



4.3. ZJIŠTĚNÍ HUSTOT

Ke stanovení hustoty vzorků při 12 % vlhkosti byla zkušební tělesa uložena v klimatizované laboratoři. Pro změření přesných rozměrů zkušebních těles v podélném, tangenciálním a radiálním směru bylo použito digitálního posuvného měřítka, měřícího

s přesností na 0,01 mm. Hmotnost zkušebních těles byla zvážena na digitálních laboratorních vahách, měřících s přesností na 0,01 g.

Ke stanovení hustoty vzorků při 0 % vlhkosti byla všechna zkušební tělesa vložena do klimatizační komory, a při 103 ± 2 °C sušena až se jejich vlhkost ustálila na nulu. Poté byla, po málo početných skupinkách, vytažena ze sušárny a následně změřena tak, aby se jejich nulová vlhkost, díky vlhkosti prostředí klimatizované laboratoře, zvýšila co nejméně, a tak nedošlo k hmotnostním a rozměrovým změnám. Tělesa byla opět změřena a zvážena, jak tomu bylo při 12 % vlhkosti.

Hustota zkušebních vzorků byla vypočtena pomocí vzorce:

$$\rho = \frac{m}{a \times t \times r} \times 10^6 \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

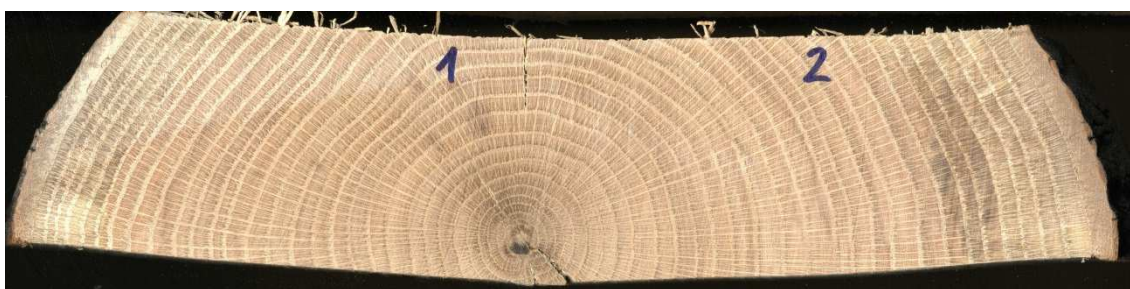
kde m – hmotnost zkušebního vzorku; a – rozměr v podélném směru; t – rozměr v tangenciálním směru; r – rozměr v radiálním směru

Hustota byla zjišťována v souladu s normami ČSN 49 0108

4.4. MĚŘENÍ ŠÍŘKY LETOKRUHŮ

K měření letokruhů bylo uříznuto přední čelo z každého vzorníku ještě před rozřezáním na zkušební tělesa. Ta byla poté naskenována a uložena ve formátu JPG o rozlišení 800 dpi (obr.). A na těchto obrázcích byla poté naměřena šířka letokruhů pomocí obrazově analytického programu NIS Elements, firmy Laboratory Imaging.

Z každého čela byly měřeny letokruhy od na levou i pravou stranu.



4.5. SOFTWARE POUŽITÝ PRO ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Text byl psán v textovém editoru Microsoft Office Word 2007. Data byla vkládána do tabulkového programu Microsoft Office Excel 2007. Pomocí tohoto programu byly provedeny i základní výpočty. Statistické výpočty a jejich znázornění pomocí grafů byly zpracovány pomocí programu Statistica 10.

5. VÝSLEDKY

U všech hodnot získaných měření, byly pomocí statistického programu, vypočteny základní statistické hodnoty: \bar{x} – aritmetický průměr; med – medián; min a max – minimální a maximální hodnota; s – směrodatná odchylka; v – variační koeficient a n – počet platných

5.1. HUSTOTA DŘEVA DUBŮ

5.1.1. Dub červený a dub letní při 0 % a 12% vlhkosti

Celkem bylo k zjištění hodnot použito 400 vzorků dubu červeného a 380 vzorků dubu letního. Jako průměrná hodnota absolutně suchého dřeva dubu červeného byla zjištěna $702,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, jako minimální hodnota $636,82 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, maximální hodnota $787,93 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient je 3,91%. Dub letní měl tyto hodnoty v absolutně suchém stavu, průměrnou hustotu $726,65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, minimální hodnotu $633,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, maximální hodnotu $822,29 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient 6,17 % (Tab 1.). V tabulce (Tab. 2.) jsou data uvedena pro duby při 12 % vlhkosti.

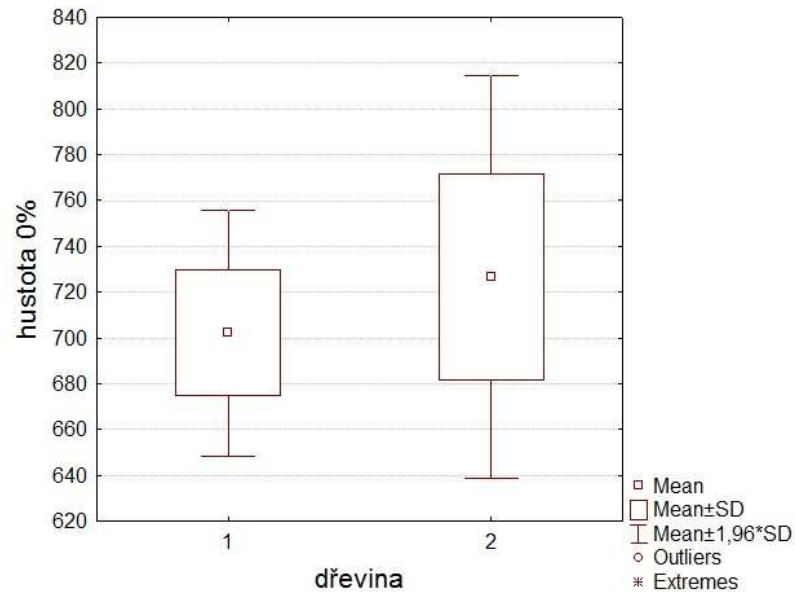
Tab. 1 Popisná statistika hustoty dřeva dubu červeného a dubu letního při 0% a 12% vlhkosti

dřevina	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
		kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	%
dub červený 0%	400	702,11	701,10	636,82	787,93	27,45	3,91
dub letní 0%	380	726,65	722,55	633,5	822,29	44,86	6,17

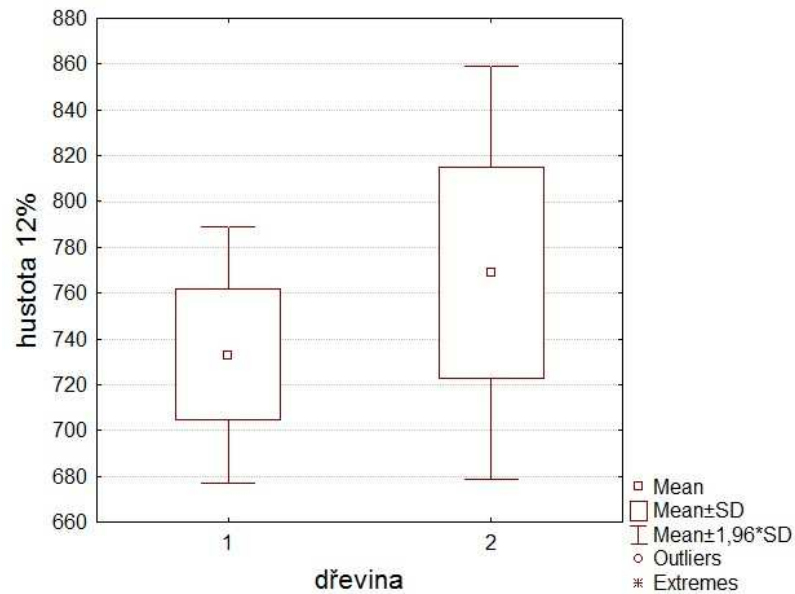
dřevina	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
		kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3	%
dub červený 12%	400	733,00	730,70	666,64	819,14	28,53	3,89
dub letní 12%	380	769,03	770,12	670,42	875,46	46,07	5,99

Z uvedených hodnot a přiložených krabicových grafů (Obr. 3 a Obr. 4) je patrné, že dub červený má naměřené hodnoty hustoty rovnoměrně rozložené a jeho směrodatná odchylka ukazuje, že rozdíly v naměřených hodnotách jsou poměrně malé. Dub letní má o trochu větší různorodost, jeho směrodatná odchylka ukazuje, že rozdíly naměřených hodnot jsou větší než u dubu červeného.

Obr. 1 Hustota dřeva pro obě dřeviny při 0% vlhkosti (dub červený – 1, dub letní – 2)



Obr. 2 Hustota dřeva pro obě dřeviny při 12% vlhkosti (dub červený – 1, dub letní – 2)



Přikládám i tabulky (Tab. 2 a Tab. 3), na kterých jsou hodnoty pro jednotlivé stromy, kde stromy 1 až 3 jsou duby červené a stromy 4 až 6 jsou duby letní. Lze si tak

lépe představit, proč má dub letní směrodatnou odchylku celkové hustoty větší než tomu tak má dub červený.

Tab. 2 Popisná statistika hustoty jednotlivých stromů při 0% vlhkosti (dub červený – 1, dub letní – 2)

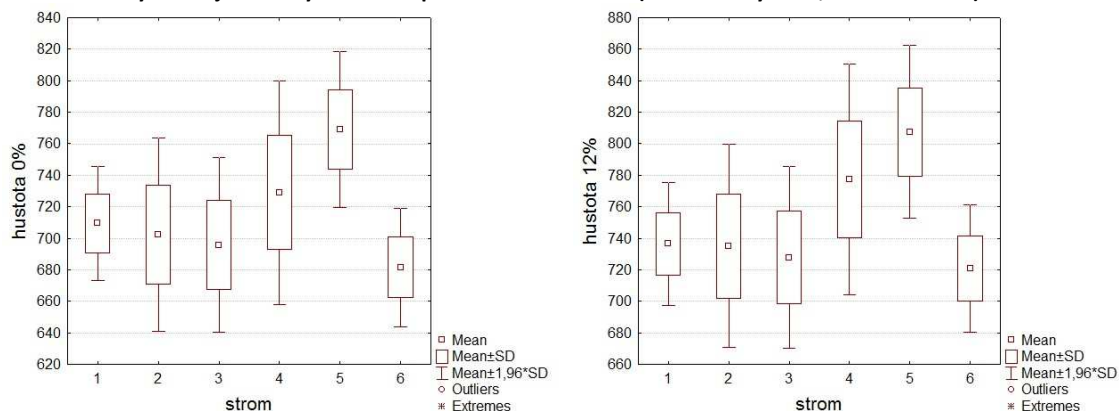
dřevina 0%	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
		kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%
strom 1	120	709,43	704,31	675,84	749,76	18,58	2,62
strom 2	140	702,21	699,78	645,71	787,93	31,29	4,46
strom 3	140	695,74	697,80	636,82	771,91	28,32	4,07
strom 4	140	729,00	725,12	656,08	822,29	36,17	4,96
strom 5	120	769,07	773,45	702,46	809,79	25,20	3,28
strom 6	120	681,48	681,89	633,50	732,29	19,17	2,81

Tab. 3 Popisná statistika hustoty jednotlivých stromů při 12% vlhkosti (dub červený – 1, dub letní – 2)

dřevina 12%	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
		(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(%)
strom 1	120	736,5	729,33	694,21	778,58	19,84	2,69
strom 2	140	735,12	732,46	676,11	819,14	32,97	4,48
strom 3	140	727,88	730,81	666,64	804,71	29,53	4,06
strom 4	140	777,4	774,21	703,86	875,46	37,27	4,79
strom 5	120	807,54	812,02	736,65	860,68	28	3,47
strom 6	120	720,74	720,66	670,42	775,91	20,55	2,85

Při pohledu na krabicový graf (obr. 5) je zřejmé, že hodnoty hustoty u jednotlivých stromů dubu červeného jsou si velmi podobné. Na rozdíl od toho vykazují hodnoty hustoty u stromů dubu letního výrazné rozdíly. Nejpatrnější je to na stromu 5 a 6.

Obr. 3 Hustoty dřeva jednotlivých stromů při 0% a 12% vlhkosti (dub červený 1 – 3, dub letní 4 – 6)



5.2. PROMĚNLIVOST HUSTOTY DUBU PO POLOMĚRU KMENE

5.2.1. Dub červený při 12% vlhkosti

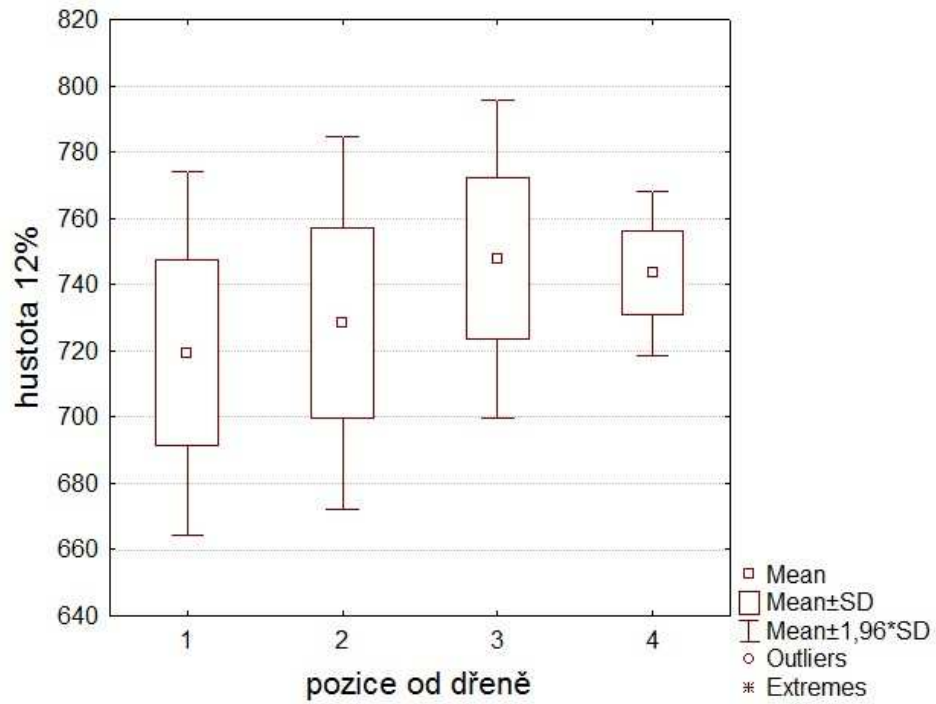
Bylo zjištěno, že hustota dřeva dubu červeného po poloměru kmene do tří čtvrtin od dřeně směrem ke kambiu stoupá a pak mírně klesá (obr. 6). Sekce s nejvyšší hustotou má aritmetický průměr $747,85 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, minimální hodnota je $703,33 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, maximální hodnota činí $804,71 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient je 3,27 %.

Tab. 4 Hustota dřeva dubu červeného při vlhkosti 12% po poloměru kmene

Dub Č. w=12%	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
		kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%
1	120	719,30	723,12	671,07	819,14	28,01	3,89
2	120	728,39	729,21	666,64	799,49	28,73	3,94
3	120	747,85	753,37	703,33	804,71	24,46	3,27
4	40	743,42	742,08	717,50	769,90	12,61	1,70

sekce 1 – nejbliže dřeně; sekce 4 – nejdále od dřeně

Obr. 4 Proměnlivost hustoty po poloměru kmene (dub červený)



sekce 1 – nejbliže dřeni; sekce 4 – nejdále od dřene

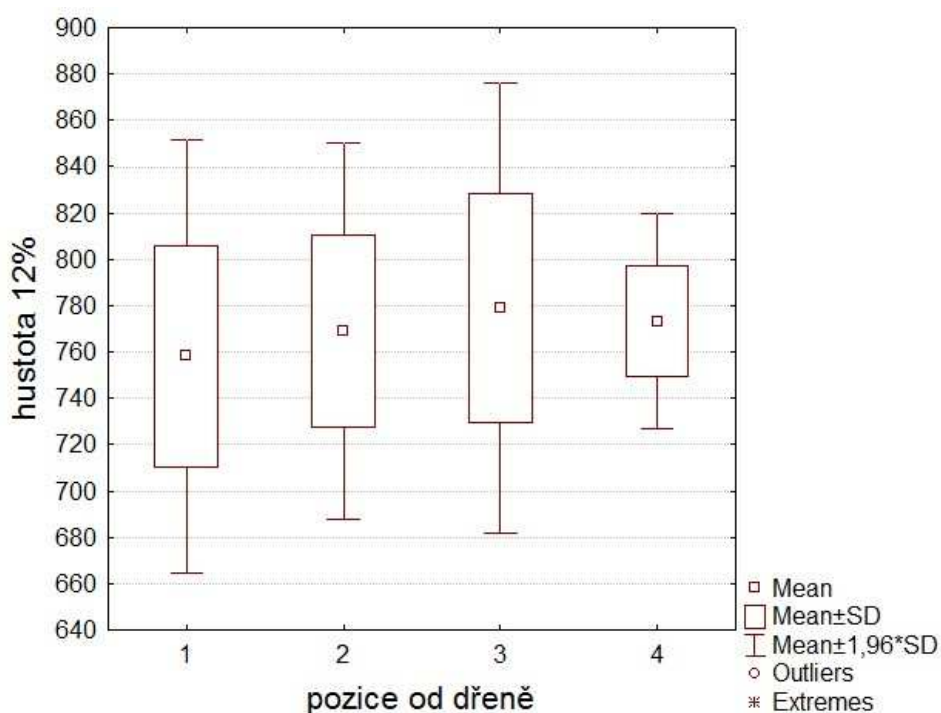
5.2.2. Dub letní při 12% vlhkosti

Bylo zjištěno, že hustota dřeva dubu letního po poloměru kmene do tří čtvrtin od dřeně směrem ke kambiu stoupá a pak mírně klesá (obr. 7). Sekce s nejvyšší hustotou má aritmetický průměr 778,97 kg·m⁻³, minimální hodnota je 670,42 kg·m⁻³, maximální hodnota činí 875,46 kg·m⁻³ a variační koeficient je 6,36 %.

Tab. 5 Hustota dřeva dubu letního při vlhkosti 12% po poloměru kmene

Dub L. 12%	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
		kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%
1	120	758,18	746,44	693,54	860,68	47,71	6,29
2	120	769,20	772,74	702,48	854,66	41,41	5,38
3	120	778,97	792,67	670,42	875,46	49,56	6,36
4	20	773,39	775,51	734,99	826,04	23,76	3,07

sekce 1 – nejbliže dřeně; sekce 4 – nejdále od dřeně



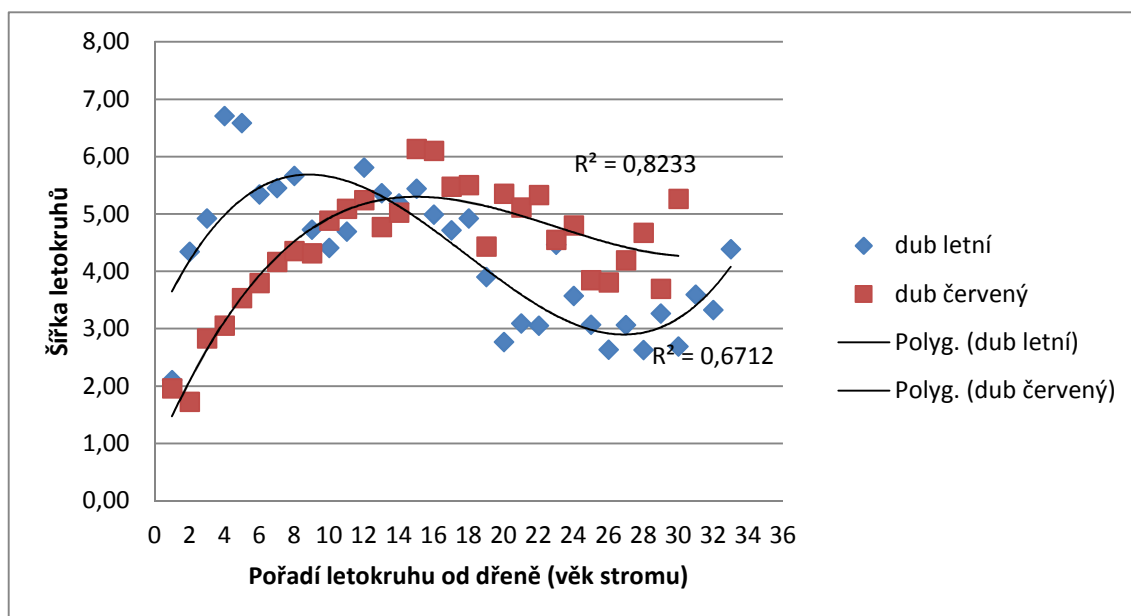
Obr. 5 Proměnlivost hustoty po poloměru kmene (dub letní)

sekce 1 – nejbliže dřeně; sekce 4 – nejdále od dřeně

5.2.3. Vývoj šířky letokruhu v závislosti na pozici od dřene

5.2.2.1. Obě dřeviny dohromady

Graf. Vývoj šířky letokruhů v kmeni v závislosti na věku dřevin



Z grafu (obr. 8) lze vyčíst, jak se mění šířka letokruhu v závislosti na stáří dřeviny. Zatímco dub červený má relativně pozvolné zvětšování šířky letokruhu až do přibližně 15 roku života, kde šířka kulminuje a poté pozvolna klesá. Dub letní vykazuje do 5 roku života strmý nárůst šířky letokruhů a poté hodnota nerovnoměrně klesá.

6. DISKUZE

6.1. POROVNÁNÍ HUSTOT JEDNOTLIVÝCH DŘEVIN

Průměrná hodnota dubu červeného byla v absolutně suchém stavu $702,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient byl 3,91%. Dub letní měl aritmetický průměr $726,65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient 6,17 %. Z porovnání těchto výsledků je zřejmé, že dub letní má o $24,54 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší hustotu než dub červený. Variační koeficient dubu letního je při porovnání s variačním koeficientem dubu červeného téměř dvojnásobný. Z toho vyplývá, že hustota dubu letního nabývala mnohem větších rozdílů. To může být způsobeno odlišnými podmínkami na stanovištích, na kterých duby letní rostly, přestože všechny pocházejí ze stejné oblasti a byly přibližně stejně staré.

Průměrná hodnota dubu červeného byla při 12 % vlhkosti $733,00 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient byl 3,89 %. Dub letní měl aritmetický průměr $769,03 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a variační koeficient 5,99 %. Z porovnání těchto údajů vyplývá, že dub letní má o $36,03 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší hustotu než dub červený. Čímž se potvrdily výsledky při 0% vlhkosti.

6.2. POROVNÁNÍ HUSTOT ZKOUMANÝCH DŘEVIN S LITERATUROU

Při porovnání výsledků s jinými autory zjistíme, že námi získané hustoty dosahují výrazně vyšších hodnot. Například Wagenführ (2000) uvádí průměrnou hodnotu hustoty dubu červeného $660 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ u absolutně suchých vzorků a $700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ při 12% vlhkosti vzorků. To je až o $42,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ méně při 0% vlhkosti a o $26,65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ méně při 12% vlhkosti vzorků než vyšlo při našich měřeních.

U dubu letního Wagenführ (2000) uvádí $650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ při 0 % vlhkosti a $690 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ při 12% vlhkosti. To se od našich výsledků liší ještě výrazněji. Při 0 % vlhkosti činí rozdíl $83 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a při 12% vlhkosti je to o $79,03 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Dá se tak říct, že námi pozorované stromy rostly na kvalitním stanovišti, co se týče světla i potřebných živin.

Zajímavé je, že variační koeficienty obou dřevin jsou velice nízké oproti hodnotám, které uvádí literatura. V ní se uvádí hodnoty mezi 10-14%. To by mohlo naznačovat, že stromy na výsypce větrák mají velice podobné podmínky pro růst.

	hustota při 0% (kg/m ³)			hustota při 12% (kg/m ³)			autor
	min	průměr	max	min	průměr	max	
dub červený	480	660	870	550	700	980	Wagenführ
	-	620	-	-	650	-	Trávník
dub letní	390	650	930	430	690	960	Wagenführ
	390	650	930	420	680	960	Trávník
	-	696	-	-	-	-	Požgaj
	384	618	864	-	-	-	Vavrčík

6.3. PRŮBĚH HUSTOTY PO POLOMĚRU KMENE V POROVNÁNÍ S PRŮBĚHEM ŠÍŘKY LETOKRUHŮ PO POLOMĚRU KMENE

Při porovnání krabicových grafů dubu červeného (obr. 6) a dubu letního (obr. 7) s grafem ukazující vývoj šířky letokruhu v závislosti na věku dřeviny (obr. 8), jsme zjistili, že u dubu letního s větší šířkou letokruhů roste i hustota. To odpovídá i předpokladům, že u kruhovitě pórovitých se zvětšující se šířkou letokruhů se zvětšuje i podíl letního dřeva, které má větší hustotu oproti dřevu jarnímu.

Na rozdíl od toho u dubu letního našeho měření tento vztah nepotvrdila. Zde to může být způsobeno větší různorodostí vzorníků dubů letních.

Toto porovnání není úplně vypovídající, protože porovnááme hustotu dřeva zjištěnou ze zkušebních těles s šířkou letokruhů získanou ze středových výřezů, ještě před rozmanipulováním na zkušební tělesa. Abychom tuto tezi mohli potvrdit, potřebovali bychom změřit šířky letokruhů na jednotlivých zkušebních tělesech.

7. ZÁVĚR

V práci je porovnána hustota dubu červeného s dubem letním a zhodnocení průběhu hustoty po poloměru kmene. Tento průběh hustoty je porovnán s vývojem šířky letokruhů. Dřevo je velmi variabilní materiál a jeho hustotu ovlivňuje mnoho faktorů. Tato práce využívá podobných růstových podmínek, které měl dub červený a dub letní na stanovišti výsypka Větrák u Bíliny, a snaží se je tak mezi sebou porovnat.

Za tímto cílem byla z oddenkové části tří stromů dubu červeného a tří stromů dubu letního, odebrána středová fošna. Z fošen bylo dohromady vyrobeno 780 vzorků, z toho 400 vzorků tvořil dub červený a 380 vzorků dub letní.

Zkušební vzorky byly měřeny na dvakrát. Poprvé za vlhkosti, kterou měly v podmínkách laboratoře. Podruhé byly vysušeny do absolutně suchého stavu. Z těchto údajů byla získána hustota při 0% vlhkosti dřeva a při 12% vlhkosti dřeva. Z měření vyplynulo, že průměrná hodnota hustoty dubu červeného při 0% vlhkosti je $702,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a při vlhkosti 12% je $733,00 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Hustota dubu letního při 0% vlhkosti je $726,65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a při 12% vlhkosti je $769,03 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Z těchto hodnot se dá vyčíst, že dub červený má v průměru menší hustotu než dub letní na této výsypce. Obě měřené dřeviny, při srovnání s hodnotami z literatury, vykazují značně větší hustotu. To může znamenat, že výsypky těmto dřevinám svědčí. V praxi k tomu můžeme přihlídnout při další rekultivaci výsypek. Ovšem, hustotu a růst dřeviny ovlivňuje mnohem více faktorů, a proto by bylo dobré nadále pozorovat vývoj dřevin v podobných lokalitách.

Při zkoumání vývoje hustoty po poloměru kmene je možné pozorovat, že jak u dubu červeného, tak u dubu letního dochází k pozvolnému růstu hustoty do tří čtvrtin poloměru kmene ve směru od dřeně ke kambiu, pak hustota lehce klesá. Tento poznatek se příliš neshoduje s tím, jak problematiku popisuje literatura. Ta uvádí, že hustota sice pozvolna roste po skoro celém poloměru kmene a pak mírně klesá, ale v opačném směru, tudíž od kambia ke dřeni.

Díky skeneru a grafickému programu bylo také možno porovnat vývoj šířky letokruhů a s ním vývoj hustoty v poloměru kmene. U dubu červeného se dá vypořádat, že růst hustoty kopíruje i šířku letokruhů. V tomto poznatku se shodujeme s literaturou. Ovšem z porovnání grafů u dubu letního takováto korelace nevyplývá. Zde se letokruhy prudce rozšiřují hned blízko dřeně a pak pozvolna klesají.

Pro praxi tato práce ukazuje, že je nutné při použití dřeviny zvážit nejen druh a stanoviště, ale také je nutné brát zřetel na pozici v kmeni, z které je daný materiál odbírán.

Dalším zajímavým parametrem zkoumání by mohlo být zjišťování závislosti hustoty dřeva na výšce v kmeni.

8. LITERATURA

Bažant V., 2010: Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve), Disertační práce, Česká zemědělská universita v Praze, 118s

Gandelová L.; Šlezingerová J. Horáček P., *Nauka o dřevě*. 2., nezměn. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002c1996, 176 s. ISBN 978-80-7157-577-12008.

Kolektiv autorů, *Dřevařská technická příručka*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1970, 743 s.

Kolektiv autorů, 2012: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství v ČR 2012, Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha 135 s

Kremer B. P. *Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy*. Praha: Ikar, 1995, 287 s

Lexa, J. a kol. *Mechanické a fyzikálne vlastnosti dreva, I. Svazok technologie dreva*. Bratislava: Práca, 1952. 436 s

POŽGAJ, Alexander et al. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Příroda, a. s., 1997. ISBN 80-07-00960-4.

VAVRČÍK, Hanuš, Vladimír GRÝC a Michal RYBNÍČEK. *Variabilita vybraných fyzikálních a mechanických vlastností dřeva dubu letního - vliv věku, poloměru kmene a výšky*. Vyd. 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2008, 52 s. Folia Lignaea Bohemica. ISBN 978-80-87154-18-2

ÚRADNÍČEK, Luboš a Jindřich CHMELARŠ. *Dendrologie lesnická*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. ISBN 80-715-7169-5.

Wagenführ, R. *Holz atlas*. Leipzig: Fachbuchverlag, 2000, 707 s.

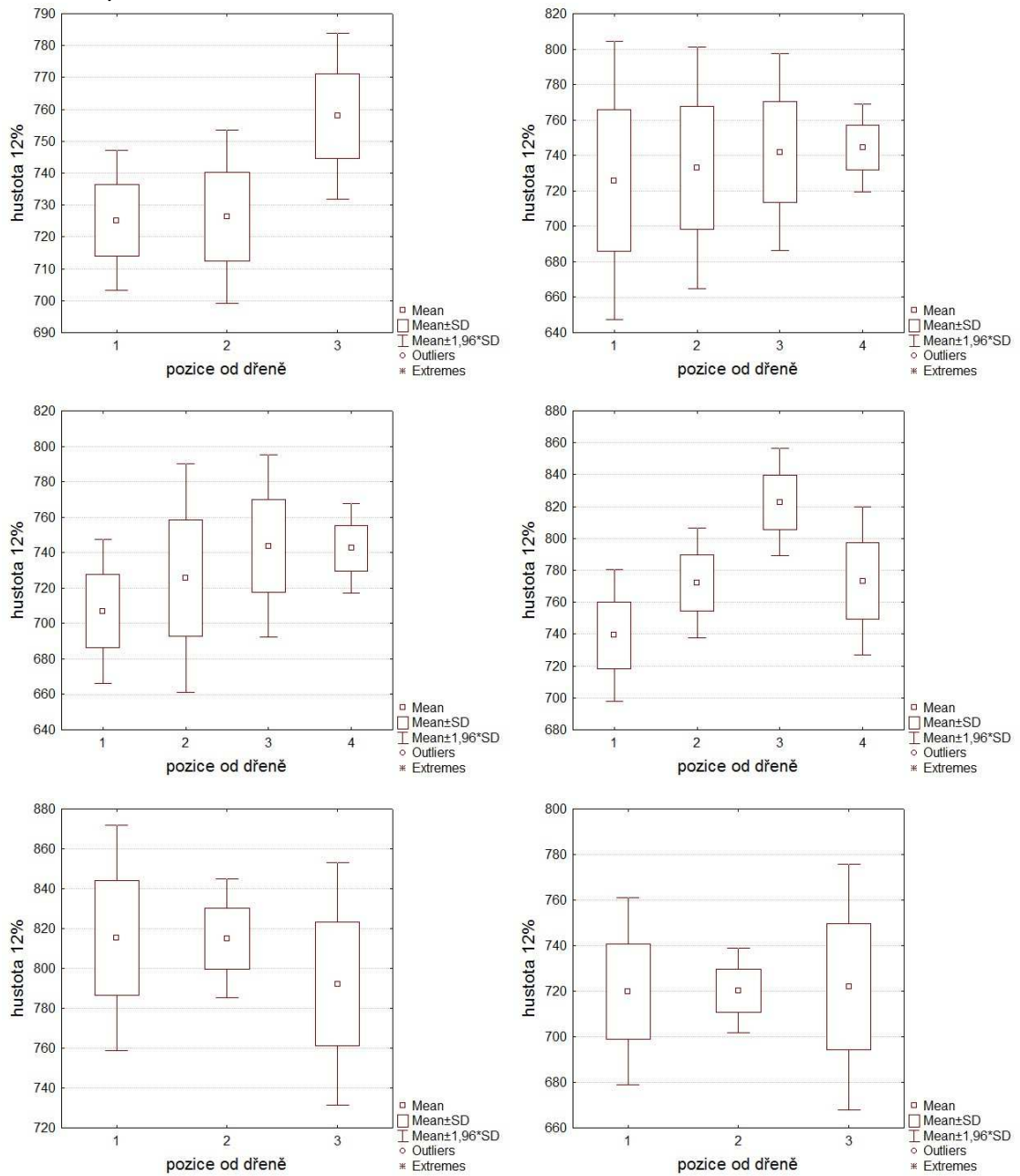
ČSN 49 0101. *Drevo: Všeobecné požiadavky na fyzikálne a mechanické skúšky*. 1980. vyd.
Praha: ÚNM, 1980.

ČSN 49 0108. *Drevo: Zisťovanie hustoty*. vyd. Praha: ÚNM, 1993.

9. PŘÍLOHA

Příloha 1. Vývoj Proměnlivost hustoty po poloměru kmene (obr. 8 – 10. dub červený; obr. 11 –

13 dub letní)



Příloha. 2 Hustota dřeva při vlhkosti 12% po poloměru kmene všechny stromy (strom 1 – 3 dub červený; strom 4 – 5 dub letní)

Strom	pozice	n	\bar{x}	Med.	Min.	Max.	s	v
			kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%
1	pozice 1	40	725,17	725,29	694,21	753,20	11,19	1,54
	pozice 2	40	726,41	725,63	706,44	771,01	13,86	1,91
	pozice 3	40	757,93	761,53	727,50	778,58	13,30	1,75
2	pozice 1	40	725,81	721,08	676,11	819,14	40,03	5,51
	pozice 2	40	733,09	730,47	676,24	799,49	34,75	4,74
	pozice 3	40	741,86	730,92	703,33	794,08	28,37	3,82
	pozice 4	20	744,31	742,21	728,23	769,90	12,58	1,69
3	pozice 1	40	706,92	704,88	671,07	753,89	20,76	2,94
	pozice 2	40	725,65	741,81	666,64	764,24	32,93	4,54
	pozice 3	40	743,76	748,44	705,47	804,71	26,19	3,52
	pozice 4	20	742,53	740,50	717,50	767,03	12,91	1,74
4	pozice 1	40	739,27	736,88	703,86	782,63	21,04	2,85
	pozice 2	40	772,26	772,74	723,46	807,68	17,52	2,27
	pozice 3	40	822,69	821,09	789,29	875,46	17,18	2,09
	pozice 4	20	773,39	775,51	734,99	826,04	23,76	3,07
5	pozice 1	40	815,39	816,48	744,60	860,68	28,89	3,54
	pozice 2	40	814,98	816,19	788,56	854,66	15,18	1,86
	pozice 3	40	792,26	795,78	736,65	850,28	31,10	3,93
6	pozice 1	40	719,88	717,77	693,54	775,91	20,96	2,91
	pozice 2	40	720,36	720,01	702,48	753,34	9,46	1,31
	pozice 3	40	721,97	730,99	670,42	774,73	27,51	3,81