

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě

Vliv pozice v kmeni a stanoviště na přirozenou trvanlivost dřeva
douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*)

Diplomová práce

2016/2017

Jakub Dobrovolný

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Vliv pozice v kmeni a stanoviště na přirozenou trvanlivost dřeva douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziessi*) vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....podpis

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Janu Baarovi za odborné vedení mé diplomové práce a cenné rady po dobu jejího vypracování. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Lesy a parky Trutnov s.r.o., školnímu lesnímu podniku Masarykův les Křtiny za poskytnutí dřeva douglasky na zkušební vzorky, a panu Ing. Lukáši Timkovi za jejich následné zpracování. Poděkování patří také mé rodině a přítelkyni za umožnění studia na této škole a jejich podporu během studia.

Abstrakt

Jméno: Jakub Dobrovolný

Název: Vliv pozice v kmeni a stanoviště na přirozenou trvanlivost dřeva douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziessi*)

Tato diplomová práce se zabývá zjištěním existence vztahu mezi přirozenou trvanlivostí dřeva douglasky tisolisté vůči dřevokazným houbám dřevomorce domácí (*Serpula lacrymans*) a pórnatce vaillantové (*Fibroporia vaillantii*) a jeho růstovým stanovištěm a pozicí v kmeni. Trvanlivost dřeva byla stanovena jako procentuální hmotnostní úbytek oproti původnímu vzorku.

V teoretické části je popsána veškerá problematika týkající se tohoto tématu. V další části jsou zpracované naměřené hodnoty statisticky vyhodnoceny a porovnány s odbornou literaturou.

Bylo prokázáno, že na přirozenou trvanlivost má výběr stanoviště poměrně značný vliv. Dále bylo zjištěno, že se přirozená trvanlivost mění po poloměru v kmeni. Přirozená trvanlivost mírně roste od dřeně směrem k vnějšímu okraji kmene (bělová část). Rozdíly jsou i mezi juvenilním a vyzrálým dřevem, kde juvenilní dřevo má nižší přirozenou trvanlivost. V poslední řadě byla stanovena závislost přirozené trvanlivosti na hustotě dřeva. Byla zjištěna nízká závislost, kdy dřevo s vyšší hustotou má větší přirozenou trvanlivost.

Klíčová slova: douglaska tisolistá, dřevomorka domácí, pórnatka vaillantova, přirozená trvanlivost, stanoviště, pozice v kmeni, juvenilní dřevo, hustota

Abstract

Name: Jakub Dobrovolný

Title: Influence of the position in the trunk and the habitats on natural durability of Douglas-fir wood

This thesis deals with a finding off a relationship between natural durability of Douglas fir wood against wood decaying fungi (*Serpula lacrymans* and *Fibroporia vaillantii*) and its habitat growth and position in the trunk. Durability of wood was determined as a percentage of mass loss compared to the original sample.

The theoretical part describes all the problems related to this topic. In second part, the measured values are statistically evaluated and compared with literature.

It has been shown that the site selection has a considerable influence on the wood's natural durability. Furthermore, the natural durability varies with the trunk radius. It has been observed that the natural durability is slightly increasing in the direction from the core of the trunk to the outer surface (softwood). Differences also exist between juvenile and mature wood, where juvenile wood has a lower natural durability. Finally, the relationship between wood's density and natural durability has been established. It was concluded that there is low dependence between these two while the wood that has higher density is more naturally durable.

Key words: Douglas-fir, *Serpula lacrymans*, *Fibroporia vaillantii*, natural durability, habitat, position in trunk, juvenile wood, density

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod..... | 10 |
| 2. Cíl práce..... | 11 |
| 3. Literární přehled | 12 |
| 3.1. Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) | 12 |
| 3.1.1. Makroskopická stavba dřeva | 12 |
| 3.1.2. Mikroskopická stavba dřeva | 13 |
| 3.1.3. Stanovištní nároky | 13 |
| 3.1.4. Chemické složení | 14 |
| 3.1.5. Juvenilní dřevo..... | 15 |
| 3.1.6. Chemické složení juvenilního dřeva..... | 17 |
| 3.2. Edafické kategorie a soubory lesních typů..... | 18 |
| 3.2.1. Kategorie "bohatá" (B) | 18 |
| 3.2.2. Kategorie "kyselá" (K)..... | 18 |
| 3.2.3. Kategorie "kamenitá" (A) | 19 |
| 3.3. Dřevomorka domácí (<i>Serpula lacrymans</i>)..... | 19 |
| 3.3.1. Zařazení | 19 |
| 3.3.2. Dřevomorka domácí (<i>Serpula lacrymans</i> (Wulfen) P. Karst.)..... | 19 |
| 3.4. Pórnatka vaillantova (<i>Fibroporia vaillantii</i> (DC.) Parmasto)..... | 22 |
| 3.4.1. Zařazení | 22 |
| 3.4.2. Pórnatka vaillantova (<i>Fibroporia vaillantii</i> (DC.) Parmasto) | 22 |
| 3.5. Optimální podmínky růstu | 23 |
| 3.6. Způsob degradace dřeva..... | 24 |
| 3.7. Trvanlivost dřeva | 26 |
| 3.7.1. Přirozená trvanlivost a faktory ovlivňující trvanlivost dřeva | 26 |
| 3.7.2. Vliv extraktivních látek na přirozenou trvanlivost dřeva | 27 |
| 3.7.3. Třídy trvanlivosti a zařazení douglasky..... | 28 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.8. | Extraktivní látky dřeva | 29 |
| 4. | Materiál a metodika | 31 |
| 4.1. | Materiál | 31 |
| 4.1.1. | Charakteristika odběrových lokalit | 31 |
| 4.1.2. | Zkušební vzorky | 34 |
| 4.1.3. | Houbová kultura | 36 |
| 4.2. | Metodika | 36 |
| 4.2.1. | Test trvanlivosti | 36 |
| 5. | Výsledky | 38 |
| 5.1. | Hmotnostní úbytky | 38 |
| 5.1.1. | Procentuální hmotnostní úbytky dřeva - vyhodnocení testu přirozené trvanlivosti | 38 |
| 5.1.2. | Hmotnostní úbytky jednotlivých kmenů - dřevomorka domácí | 40 |
| 5.1.3. | Hmotnostní úbytky jednotlivých kmenů - pórnatka vaillantova | 43 |
| 5.1.4. | Variabilita hmotnostních úbytků dle stanovišť - dřevomorka domácí | 46 |
| 5.1.5. | Variabilita hmotnostních úbytků dle stanovišť - pórnatka vaillantova | 49 |
| 5.1.6. | Variabilita hmotnostních úbytků po poloměru kmene ze všech stanovišť - dřevomorka domácí | 52 |
| 5.1.7. | Variabilita hmotnostních úbytků po poloměru kmene ze všech stanovišť - pórnatka vaillantova | 55 |
| 5.1.8. | Srovnání hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva dle stanovišť - dřevomorka domácí | 58 |
| 5.1.9. | Srovnání hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva dle stanovišť - pórnatka vaillantova | 62 |
| 5.2. | Hustota dřeva | 66 |
| 5.2.1. | Hustota dřeva ze všech stanovišť | 66 |
| 5.2.2. | Variabilita hustoty dřeva dle stanovišť | 68 |
| 5.2.3. | Variabilita hustoty dřeva po poloměru kmene ze všech stanovišť | 71 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.3. | Závislost přirozené trvanlivosti na hustotě dřeva..... | 74 |
| 5.3.1. | Dřevomorka domácí | 74 |
| 5.3.2. | Pórnatka vaillantova | 75 |
| 6. | Diskuze | 76 |
| 7. | Závěr | 81 |
| 8. | Summary..... | 82 |
| 9. | Seznam použité literatury | 83 |

1. ÚVOD

Dřevo je po kameni nejstarší používaný materiál. I přes své specifické chemické složení má dřevo vynikající vlastnosti, které se hodí pro rozmanité použití. Je snadno dostupné, opracovatelné, mimořádně pevné vzhledem ke své hmotnosti, je dobrý tepelný izolátor a současně se jedná o obnovitelný a biologicky odbouratelný zdroj.

Má však i své nedostatky, ke kterým řadíme anizotropnost, rozměrové a tvarové změny spojené s příjmem vlhkosti, hořlavost a možnost degradace vlivem abiotickým a biotických činitelů.

Douglaska představuje dřevinu, ke které v současné době značná část lesníků vzhlíží s nadějí. Disponuje poměrně dobrými mechanickými vlastnostmi. Je také považována za značně perspektivní z pohledu produkčního potenciálu. Avšak životnost dřeva je značně limitována jeho přirozenou trvanlivostí.

Přirozená trvanlivost dřeva je dána jeho chemickým a anatomickým složením. Vyskytují se však také rozdíly mezi přirozenou trvanlivostí a stanovištními podmínkami růstu. Množství stanovišť, na kterých douglaska roste, je poměrně široké. Některé studie poukazují na vzájemný vztah přirozené trvanlivosti dřeva a stanoviště.

Vliv pozice dřeva v kmeni na přirozenou trvanlivost je dalším aspektem různých studií. Bylo prokázáno, že vliv zastoupení juvenilního a vyvrátého dřeva může ovlivnit celkovou přirozenou trvanlivost.

V této práci se zaměříme na zkoumání vlivu stanoviště a pozice dřeva v kmeni na přirozenou trvanlivost dřeva douglasky tisolisté. Pokud se tyto vlivy ukážou jako průkazné, mohly by být tyto znalosti o stanovišti a pozici v kmeni jako indikátor stupně přirozené trvanlivosti.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo zjistit, zda stanovištní podmínky růstu dřeva douglasky tisolisté a pozice dřeva v kmeni ovlivňují jeho přirozenou trvanlivost. Trvanlivost bude testována pomocí dvou hub hnědého tlení dřevomorky domácí (*Serpula lacrymans*) a pórnatky vaillantové (*Fibroporia vaillantii*) jako degradačního činitele.

Přirozená trvanlivost bude vyjádřena procentuálním hmotnostním úbytkem oproti původní hmotnosti zkušebních vzorků. Výsledné hodnoty budou použity pro stanovení závislosti hmotnostních úbytků na stanovištních podmínkách růstu dřeva a jeho pozice v kmeni.

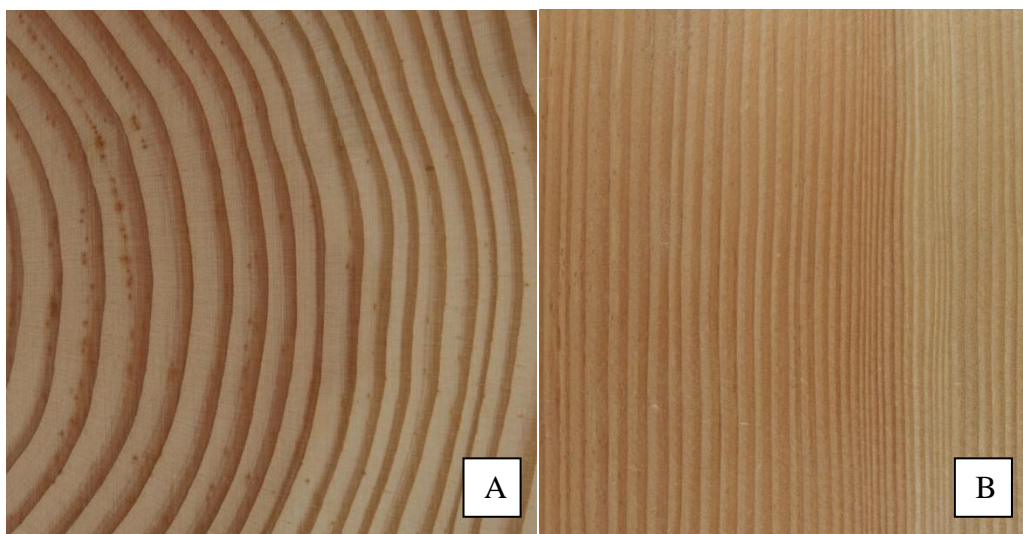
Dalším cílem bude stanovit hustotu dřeva po poloměru kmene na jednotlivých stanovištích. Zjištěné hodnoty budou použity pro stanovení přirozené trvanlivosti dřeva v závislosti na hustotě.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*)

3.1.1. Makroskopická stavba dřeva

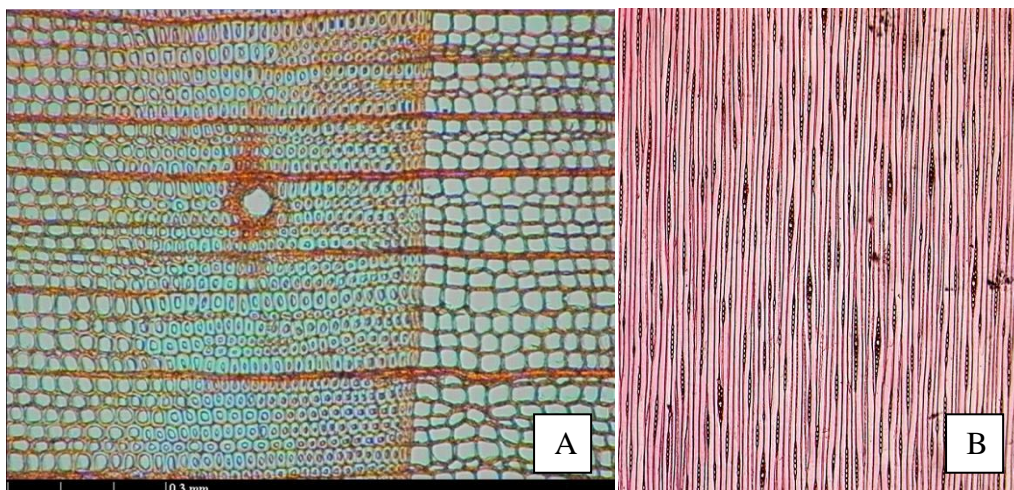
Douglaska je introdukovanou dřevinou ze Severní Ameriky, její zastoupení v našich lesích je malé (často se vyskytuje jako okrasný parkový strom). Dřevo má rozlišeno jádro a běl. Běl je nažloutlá, narůžovělá, jádro světlehnědé až červenohnědé (na vzduchu tmavne). Letokruhy jsou zřetelné a široké. V rámci letokruhu je ostrý přechod mezi vrstvou jarního a širokou zónou letního dřeva. Má zřetelné pryskyřičné kanálky. Dřevo je lehké o hustotě 470 kg.m^{-3} , měkké, trvanlivé, hůře impregnovatelné, dobře se suší i opracovává. Dřevo douglasky se využívá jako stavební a konstrukční dřevo pro vnější i vnitřní prostředí, na stavbu lodí, stožárů (podobně jako dřevo borové a smrkové), na výrobu překližek, dřevovláknitých a dřevotřískových desek (Gandelová, 2002).



Obr. 1. Makroskopická struktura dřeva douglasky na příčném (A) a radiálním řezu (B) (Zeidler, 2012 [online])

3.1.2. Mikroskopická stavba dřeva

Dřevo douglasky má jednoduchou a pravidelnou strukturu. Jako ostatní jehličnatá dřeva tvoří tracheidy a parenchymatické buňky. Na příčném řezu je možno v rámci letokruhu sledovat velmi ostrý přechod mezi jarním a letním dřevem. Vertikální pryskyřičné kanálky tvoří po obvodu obvykle pět až šest tlustostěnných malých epitelových buněk. Výskyt podélného dřevního parenchymu je velmi ojedinělý. Na radiálním řezu u jarních tracheid taxodiodní a u letních tracheid piceoidní typ teček v křížovém poli v počtu 2 – 6, heterocelulární dřevové paprsky tvořené tlustostěnnými parenchymatickými buňkami (Gandelová, 2002). Tracheidy mají jemné šroubovicovité (spirální) ztlustěnění buněčných stěn, způsobené lokalizovaným ukládáním sekundární buněčné stěny. Rozmístění dvojteček na stěnách je jednořadé (párové). Na tangenciálním řezu lze pozorovat tlustostěnné, malé, epitelové buňky na obvodu horizontálních pryskyřičných kanálků a tlustostěnné parenchymatické buňky dřevových paprsků. (Šlezingerová et al. 2008).



Obr. 2. Mikroskopická struktura dřeva douglasky na příčném (A) a tangenciálním řezu (B) (Lexikon domácích dřev, 2004 [online])

3.1.3. Stanovištní nároky

V časném mládí snáší i větší zastínění, přibližně od 10 let však nároky na světlo stoupají. V dospělosti již zástin korun způsobuje ztrátu větví na přírůstu. Má vyšší nároky na světlo než smrk. Protože je stromem víceméně přímořským, vyhovuje jí dostatečná vzdušná vlhkost. Taxon rostoucí na poměrně velkém areálu je značně proměnlivý. Lépe se daří přímořským proveniencím, které jsou však v našich podmínkách dosti choulostivé a v zimních obdobích trpí vysycháním a vytranspirováním jehlic. V tomto období, kdy je půda promrzlá, mají rostliny pocházející z přímořských oblastí problém omezit výdej vody a trpí fyziologickým

suchem. Pletiva jehlic vysychají také při slunečných zimních dnech. Proti suchu je poněkud odolnější než jedle a mnohé smrky (Musil, 2002).

V našich podmínkách je dobře otužilá, ale někdy namrzá (pozdní mrazíky). Dobře se však regeneruje (Hieke, 1978). V chladnějších polohách jsou pro ni vhodné teplejší slunné svahy. Při výsadbě je podstatná volba vhodného termínu, jelikož jarní mrazy mohou poškodit sazenice a při podzimních výsadbách se mohou hůře ujímat (Dolejský 2007). Roste především ve stupních suprakolinním (pahorkatiny a vrchoviny od 200 do 500 m n. m.) a submontánním (úpatní svahy našich hor, vrchoviny od 450 do 800 m n. m.). Horní hranicí jejího rozšíření je začátek 6. lesního vegetačního stupně – smrkobukového, v rozmezí od 650 do 800 m n. m. Kromě toho je obvykle sázena a pěstována v parcích a zahradách jako okrasná dřevina, jelikož velmi dobře snáší městské prostředí. Silněji zakouřené ovzduší snáší většinou špatně (Hieke, 1978).

Douglaska roste na rozmanitých půdách. Nejlépe se jí daří na hlubokých hlinitých, ale dobře provzdušněných půdách lehčího charakteru, dobře zásobených živinami, v oblastech s hojnou vláhou. Nejlépe ji vyhovují průměrné roční srážky v rozmezí od 600 – 800 milimetrů. Snáší i roční srážky v rozmezí od 500 do 550 mm. Trvalejší zamokření nesnáší (Mergl et al., 1984). Optimální pH půdy pro růst je 5 – 6 (Musil, 2007). Roste ale také na těžkých jílovitých nebo naopak chudých štěrkových půdách, ne však moc dobře a krní (Mergl et al., 1984).

Z typologického hlediska se u nás douglaska dobře osvědčila zejména na středně bohatých stanovištích svěžích dubových bučin (3S), svěžích bučin (4S) a svěžích jedlových bučin (5S). Velmi dobře roste také na živných stanovištích bohatých bukových doubrav až bohatých jedlových bučin (2B, 3B, 4B,5B) a svědčí jí i bohatá hlinitá stanoviště dubových bučin až jedlových bučin (3H, 4H, 5H). Dosavadní výsledky pěstování douglasky však dokazují, že její pěstování je ekonomicky výhodné i na normálních kyselých stanovištích, od kyselých bukových doubrav až po kyselé jedlové bučiny (2K, 3K, 4K, 5K) (Šika, 1977).

3.1.4. Chemické složení

Výzkum elementárního složení dřeva rozmanitých druhů ukazuje, že chemické složení je u všech dřevin přibližně stejné, a průměrně se udává jako 49,5 % uhlíku, 44,2 % kyslíku a 6,3 % vodíku. Kromě toho dřevo obsahuje asi 0,12 % dusíku a malé množství minerálních sloučenin, které představují obsah popela ve dřevě. Akát obsahuje popel v rozmezí od 0,1 až 0,6 % (Wagenführ, 2007). Popel se skládá z vodorozpuštěného

podílu, a to uhličitanu sodného a draselného, a nerozpustného podílu, který tvoří až 90 % celkového množství popela. Jsou to soli vápníku, hořčíku, železa především v podobě uhličitanů, křemičitanů a fosforečnanů (Melcer, 1977).

Dřevo převážně tvoří tři základní látky, z kterých jsou dvě sacharidické povahy. Jsou to: celulóza, která tvoří 39,1 – 50,1 % celkové dřevní suroviny akátu, a dále mnoho různých necelulózových polysacharidů, které se nazývají hemicelulózy. Hemicelulózová část tvoří asi 20,8 – 23,7 % dřeva a dalších 20,6 – 29,1 % tvoří třetí vysocepolymerní látka lignin, který má aromatický charakter (Wagenführ, 2007).

3.1.5. Juvenilní dřevo

Juvenilní dřevo je sekundární xylém vytvořený během raného života stromu. Po anatomické stránce je juvenilní dřevo charakteristické postupnou změnou rozměrů a odpovídající změnou formy, struktury a rozmístění buněk v rostoucích letokruzích (Rendle 1959).

Termín juvenilní dřevo může být poněkud matoucí. Svádí totiž k závěru, že se tvoří jen v mladých stromech. Tato myšlenka však není pravdivá, protože juvenilní dřevo se nachází i v kmenech vzrostlých stromů, kde vytváří středový válcovitý útvar. Ten ve vrcholové části vystupuje na povrch a může se stát, že vrcholové sortimenty budou obsahovat výlučně juvenilní dřevo. Z důvodu maximální kulminace zásob auxinu lze považovat dřevo rostlé v živé koruně za juvenilní dřevo (Wellwood, 1962). Z toho vyplývá, že s výškou roste podíl juvenilního dřeva v kmeni. Ve spodních částech je velký podíl vyzrálého dřeva, zato ve vrcholových částech kmene nemusí být přítomno vůbec. Zóna juvenilního dřeva je spřažena s počtem letokruhů od dřeně, se vzdáleností ke koruně a není závislá na stáří stromu. Dostatečně starý strom produkuje ve stejném roce juvenilní i vyzrálé dřevo současně, záleží jen na poloze v kmeni (Zobel et al., 1959).

Juvenilní období se liší podle druhu dřeviny a může být ovlivněno podmínkami prostředí. Loo et al. (1985) uvádí, že zóna juvenilního dřeva závisí na stanovišti, zdroji semen, lokálním podnebí a také na genetické výbavě každého stromu.

Juvenilní dřevo nemůže nikdy být vymezeno přesně, protože jeho vlastnosti závisí na velkém množství veličin, jejichž průběh v radiálním směru se může velmi lišit. Například gradace délky tracheid může být ukončena, zatímco růst hustoty dřeva teprve v polovině svého rozsahu. Většinou je ale možné rozlišit určitý počet letokruhů obklopující dřeň, které vykazují horší technologické vlastnosti juvenilního dřeva. Jasná

hranice mezi juvenilním dřevem a vyzrálým dřevem vlastně neexistuje. Oblast, ve které jeden typ dřeva přechází v druhý, je často nazývána zónou přechodového dřeva. Určení pomyslné hranice tedy závisí na pozorovateli (Harris, 1981).

Tab. 1. Počet letokruhů juvenilního dřeva douglasky tisolisté dle výzkumu různých autorů (Timko, 2015)

| Doba vývoje (počet letokruhů) | Autor | Rok |
|-------------------------------|-----------------------|------|
| 15 (20) | Larson | 1973 |
| 15 (20) | Gonzalez a Richards | 1988 |
| 17 (29) | Di Lucca | 1989 |
| 20 | Wasniewski | 1989 |
| 20 | Maquire et al. | 1991 |
| 12 | Abdel-Gadir a Kraemer | 1993 |
| 10 (15) | Lausberg et al. | 1995 |
| 10 (30) | Jozsa a Middleton | 1995 |

Šířka letokruhů je u juvenilního dřeva z pravidla větší než u vyzrálého dřeva. S rostoucím průměrem kmene je šířka letokruhu menší, aby se zachoval obdobný objemový přírůst. Podíl juvenilního dřeva z hlediska objemu a hmotnosti klesá s rostoucím věkem stromu, protože vzrůstá podíl vyzrálého dřeva (Šlezingerová, Gandelová, Horáček, 2009).

V blízkosti dřene v oblasti juvenilního dřeva se nacházejí nejkratší a nejužší tracheidy s nejtenčí buněčnou stěnou. Proto má juvenilní dřevo tak nízkou hustotu. Pro jehličnatá dřeva obecně platí, že hustota dřeva v juvenilní části nejbliže ke dřeni je nejnižší. Následně roste po poloměru kmene. Nejdříve narůstá rychle a následně se růst ustálí na určité konstantní hodnotě. V 50 let staré však v douglasce našli Abdel-Gadir a Kraemer (1993) vyšší hodnoty hustoty v letokruzích jeden až pět, v porovnání s letokruhy šest až deset a poukázali na to, že tento model je podobný ostatním pracím o douglasce (Kennedy, 1969; Zobel, 1989). Tento rozdíl od obvyklého modelu nízké hustoty poblíž dřene byl také zaznamenán Megrawem (1986), který uvedl, že zóna juvenilního dřeva douglasky je složitá, a ne tak dobře definovatelná jako např. u borovice kadidlové (*Pinus taeda* L.). Průměrná hustota v zóně juvenilního dřeva douglasky tisolisté $395 - 460 \text{ kg.m}^{-3}$ a v zóně zralého dřeva $450 - 500 \text{ kg.m}^{-3}$ (Jozsa,

1995). Bendtsen (1978) uvádí hustotu v zóně juvenilního dřeva 390 kg.m^{-3} a v zóně zralého dřeva 450 kg.m^{-3} .

V juvenilním dřevě se v mnohem větší míře vyskytuje vyšší odklon dřevních vláken od podélného směru kmene. Velikost odklonu je různá v různých částech kmene a liší se i mezi jednotlivými stromy. Nejpravděpodobnější příčinou odklonu dřevních vláken je mírné zúžení vláken na jejich koncích, což má za následek mírný posun vláken k jedné straně během buněčného dělení a následného růstu. Odklon vláken je tedy geneticky podmíněný a tím i dědičný (Panshin a de Zeeuw, 1980). Vyšší odklon dřevních vláken se vyskytuje i v rychle rostoucích stromech. To má za následek deformace dřeva a jeho horší mechanické vlastnosti. Je to způsobeno vysokým úhlem fibril, velkým sklonem dřevních vláken a nakonec i zvýšeným obsahem ligninu. Nestabilní struktura dřeva ze stromů s velkým odklonem vláken společně s velkým délkovým sesycháním v juvenilním dřevě má za následek víceméně špatnou pověst výrobků ze dřeva velmi rychle rostoucích stromů pěstovaných na plantážích (Thörnqvist, 1993).

3.1.6. Chemické složení juvenilního dřeva

Juvenilní a vyzrálé dřevo se liší i svým chemickým složením. Koch (1972) uvádí, že změna v obsahu polysacharidů v rámci poloměru kmene je způsobena přítomností juvenilního dřeva. Shupe et al. (1996) našel v juvenilním dřevě borovice kadidlové (*Pinus taeda* L.) zvýšený obsah alkohol-benzenu a látek extrahovatelných horkou vodou, ale oproti tomu menší obsah ligninu a polysacharidů v porovnání s vyzrálým dřevem. Podle Forana (1984) má juvenilní dřevo severských borovic o 10 % méně tallového oleje a o 20 % méně terpentýnu než vyzrálé dřevo. U borovice montereyské (*Pinus radiata* D. Don) Cown et al. (1991) zpozoroval velký obsah pryskyřice (7 %) v jádrovém dřevě oproti obsahu pryskyřic mimo zónu jádrového dřeva (2 %). Obsah pryskyřic v juvenilním dřevě závisí na faktu, zda je, či není přítomno jádrové dřevo. Dle Dosta (1986) má mladá rychle rostoucí borovice (*Pinus* sp.) malý podíl jádrového dřeva oproti borovici pomalu rostoucí. Obsahuje tedy velmi málo extraktiv (tallový olej), což vede k malé odolnosti vůči biotickým škůdcům. Při srovnání juvenilního a vyzrálého dřeva z hlediska produkce celulózy je na tom vyzrálé dřevo lépe, a to o 7 – 15 %. O stejné množství je v juvenilním dřevě více ligninu.

3.2. Edafické kategorie a soubory lesních typů

Edafické kategorie jsou vymezené hospodářsky významnými vlastnostmi půdy. Soubory lesních typů jsou vymezeny půdními (edafickými) kategoriemi a lesními vegetačními stupni. V charakteristice edafických kategorií i souborů lesních typů se vedle ekologických vlastností uvádějí i předpoklady a zaměření lesního hospodaření. U kategorií je to funkční zaměření lesa a ekologické účinky porostů (infiltrační, protierozní, odčerpávací, vodoochranné a srážkotvorné), u souborů lesních typů průměrné údaje o přirozené a cílové skladbě, bonitě dřevin a hodnotě produkce i ohrožení lesních porostů i půdy (Plíva, 1987).

3.2.1. Kategorie "bohatá" (B)

Jako základní kategorie živné řady odpovídá jejím charakteristickým vlastnostem. K těm patří minerálně bohaté nebo středně bohaté podloží, málo exponovaná poloha (bez příkrých svahů a výrazných terénů) a normálně vyvinutá půda, mírně štěrkovitá, typu mezotrofní až eutrofní hnědé půdy. Jsou to většinou půdy geneticky plně vyvinuté, dobře provzdušněné, převážně s příznivou vlhkostí i dobrou humifikací. Půdy jsou odolné k degradaci. Převažují rostlinné druhy mezofilní, omezeny jsou druhy acidofilní, vysloveně kalcifilní a nitrofilní. Funkce lesa je výrazně hospodářská, ekologické působení porostů infiltrační, výše produkce většinou nadprůměrná. V 2. až 5. lesním vegetačním stupni lze uplatnit douglasku tisolistou – 10 % plochy (Plíva, 1987).

3.2.2. Kategorie "kyselá" (K)

Plošně nejvýznamnější a nejrozšířenější řada lesních stanovišť v ČR na minerálně chudých kyselých půdách, geneticky vyvinutých, většinou dobře provzdušněných, se zhoršenou humifikací (surový moder - surový humus, výjimečně moder). Zhoršený vodní režim se projevuje menším vázáním vody a snazším vysycháním, horší chemické vlastnosti snížením sorpční kapacity a nižším stupněm nasycení půdních koloidů. Zcela převládají acidofilní druhy. Hospodářskými znaky společnými pro celou řadu jsou proti řadě (B) snížená produkce (většinou průměrná až podprůměrná), slabší buření a tím větší možnost přirozené obnovy a větší bezpečnost vzhledem k vyvinutějšímu kořenovému systému v poměru ke koruně. Funkce lesa je produkční, bonita dřevin průměrná až podprůměrná. Ekologické účinky porostů infiltrační. Uplatnění douglasky v 3. až 5. lesním vegetačním stupni (5 – 10% plochy) (Plíva, 1987).

3.2.3. Kategorie "kamenitá" (A)

Je přechodem k živné řadě na zahliněných sutích a kamenitých půdách, většinou již méně extrémních poloh a proto zde lesy patří již k hospodářským (výjimečně k ochranným). Kategorie je typická na svazích, častá na hřebenech, méně častá v roklinách a stržích. Půdním typem je nevyvinutá mezotrofní až mezoeutrofní hnědá půda, kambický ranker nebo rendzina. Funkce lesa je produkční, částečně půdoochranná, ekologické účinky porostů jsou infiltrační i protierozní. Produkce, kromě okrajových lesních vegetačních stupňů, nadprůměrná. Přirozená obnova listnáčů pod mírným zástínem dobrá, při silném zabařenění ustává (Plíva, 1987).

3.3. Dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*)

3.3.1. Zařazení

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Říše: | <i>Fungi</i> |
| Oddělení: | <i>Basidiomycota</i> |
| Třída: | <i>Basidiomycetes</i> |
| Podtřída: | <i>Holobasidiomycetidae</i> |
| Řád: | <i>Aphyllophorales</i> |
| Čeleď: | <i>Coniophoraceae</i> |
| Rod: | <i>Coniophora</i> |
| Druh: | <i>Serpula lacrymans</i> |

3.3.2. Dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans* (Wulfen) P. Karst.)

Dřevomorka domácí je saprofytická celulózožravá dřevokazná houba, vyskytující se především v budovách, zejména ve sklepích, v suterénních bytech, skladištích, chatách apod. Vyskytuje se převážně ve vlhkých prostorách domů v přízemí a ve sklepech nebo i tam, kde je vlhkost způsobená zatékáním dešťové vody, popřípadě i trvale vlhkým ovzduším (Černý, 1976).

Plodnice dřevomorky domácí se tvoří nejčastěji v temných místech bez přímého osvětlení. Nejdříve vyrůstají ve spárách mezi deskami nebo parketami ve formě polokulovitých, vatovitých bílých podušek, které se během několika dní kruhovitě rozrůstají (Černý, 1976). K dřevu (ale i jiným materiálům, např. zdem) přirůstají vrchní stranou klobouku. Plodnice jsou většinou zcela rozlité, 5 - 30 cm veliké většinou kruhovitěho nebo elipsoidního tvaru a někdy splývají dohromady a mají až přes 1 m i

více v průměru (vzácněji vytváří houba na svislém podkladu i kloboučky, 1 - 5 cm široké). Často tvoří celé řady a pásy (Balabán, 1970). Uprostřed plodnice se začne brzy diferencovat hymeniální vrstva (rouško), které je vlnovitě až laločnatě zprohýbané. Zpočátku je šedobílé, a jakmile se začnou na roušku vytvářet bazidiospory (výtrusy), zbarvuje se povrch žlutě oranžově až rezavohnědě, většinou pokrytý kapkami vody. Okraj je ohraničen bílým, hedvábitě plstnatým, 1 - 3 cm širokým a 1 - 2 cm vysokým růstovým valem (Černý, 1976).



Obr. 3. Plodnice dřevomorky domácí (Deml, 2006 [online])

Do okolí se šíří hlavně myceliem (podhoubím), které tvoří okrouhlé, až nepravidelné, rozmanitě veliké, ploché, měkké povlaky, na okraji čistě bílé, ve starších částech našedlé až šedé. Mycelium se skládá z tenkých bezbarvých hyf (vláken), 3 – 6 μm tlustých, které se později splétají v dlouhé šedohnědé provazce, tzv. rhizomorfy, nebo tvoří blanité, tuhé povlaky, tzv. syrrocia (Balabán, 1970).

Pomocí rhizomorf se dřevomorka domácí dokáže rychle a někdy i zálučně rozšířit do vzdálenosti i několika metrů a zároveň tak získává vodu od okolních zdrojů vlhkosti. Vznikají diferenciace z povrchového mycelia. V provazcovitých rhizomorfách se nalézají speciální hyfy se ztlustělými buněčnými stěnami, které tvoří mechanickou výztuhu těchto útvarů. Jde o hyfy sklerenchymatické. Cévvité hyfy o tloušťce 25 – 30 (50) μm v provazci jsou široké, tlustostěnné, s rozpuštěnými přehrádkami a často šroubovitě ztloustlé. Houby jimi rozvádějí vodu a živiny na delší vzdálenosti (Baier, 1996). Tyto provazcovité mycelia přežijí v suchých nepříznivých podmínkách i několik

roků a při opětovném zvýšení vlhkosti dřeva se znovu aktivují. Rhizomorfy mohou prorůst i přes anorganické materiály, například cihlové a kamenné zdi, omítku, lepenku apod. (Reinprecht, 2008). Prorostou-li provazce podhoubí z infikované podlahy zdívkem na vnější část stěny, vytvoří se zde polokruhovitě, bokem přirostlé, často i střechovitě nad sebou umístěné kloboučky (Černý, 1976).



Obr. 4. Rhizomorfy dřevomorky domácí (Kausrud, 2012)

Bazidie (buňky stopkovýtrusných hub vytvářející výtrusy) jsou kyjovité, bezbarvé, $25 - 40 \times 8 - 10 \mu\text{m}$ velké. Bazidiospory (výtrusy) jsou $9 - 12 \times 5 - 7 \mu\text{m}$ velké, živě pomerančově žluté, elipsoidní. Výtrusný prach je červenohnědý. Bazidiospory dřevomorky se šíří vzdušnými proudy i na velké vzdálenosti. Klíčivost bazidiospor trvá velmi dlouho. Rok staré výtrusy v suchu klíčí v příznivých podmínkách všechny, po třech letech jich klíčí ještě 35 %, po 6 letech 8 %. Bazidiospory mohou dlouho přetrvat na suchém dřevě, a jakmile nastanou příznivé podmínky, vyklíčí a nakazí dřevo (Černý, 1976).

3.4. Pórnatka vaillantova (*Fibroporia vaillantii* (DC.) Parmasto)

3.4.1. Zařazení

| | |
|-----------|------------------------------|
| Říše: | <i>Fungi</i> |
| Oddělení: | <i>Basidiomycota</i> |
| Třída: | <i>Agaricomycetes</i> |
| Podtřída: | <i>Agaricomycetidae</i> |
| Řád: | <i>Polyporales</i> |
| Čeleď: | <i>Fomitopsidaceae</i> |
| Rod: | <i>Fibroporia</i> |
| Druh: | <i>Fibroporia vaillantii</i> |

3.4.2. Pórnatka vaillantova (*Fibroporia vaillantii* (DC.) Parmasto)

Pórnatka vaillantova je stejně jako dřevomorka domácí saprofytická celulózovorní dřevokazná houba. Napadá především jehličnaté dřevo. Rozšířená je především v severní a střední Evropě. U nás se krom konstrukčního dřeva v budovách nejčastěji vyskytuje v dolech (říká se jí Bělochoroš důlní), ale i ve sklepech, na stropních konstrukcích vlhkých objektů, ve skladištích, a dokonce i na železničních pražcích. V dolech je považována za jednu z nejškodlivějších dřevokazných hub. Způsobuje škody podobného rozsahu jako dřevomorka domácí (Baier, 1996).

Plodnice jsou terčovité, okrouhlé nebo vějířovité, často se od dřeva odchlipují a na okraji jsou blanité. Dosahují velikosti 10 – 20 cm (při srostlých plodnicích i více), širokých do 1,2 cm. Klobouky plodnic se na povrchu dřeva dokonale rozlívají a obvykle je viditelná jen jejich spodní strana - hymenofor. Hymenofor je vytvořený z okrouhle-hranatých rourek. Rourky jsou zpočátku sněhobílé, později šedožluté, 0,5 – 12 mm dlouhé o průměru 0,2 až 1 mm (Černý, 1976).

Mycelium pórnatky je bílé, vatovité, tvořené hyfami tlustými 5 až 6 μm , s četnými medailonkovitými zduženinami. Na hyfách jsou dobře patrné přezky a přehrádky. Mycelium vytváří bílé, nelámavé, pružné provazce (rhizomorfy), široké 0,5 až 2 mm, kterými se může snadno rozšiřovat na větší vzdálenosti. Myceliové provazce mohou přerůstat i anorganické substráty. V důlních chodbách roste mycelium často na povrchu dřevěných konstrukcí, kde tvoří bílé chuchvalce a krápníkovité a chvostovité útvary (Baier, 1996).

Bazidie jsou zploštělé, $12 - 30 \times 5 - 8 \mu\text{m}$ velké. Bazidiospory jsou bezbarvé, válcovitě vejčité, slabě zašpičatělé, o rozměru $5 - 7 \times 2,5 - 4 \mu\text{m}$ velké. Cystidy zcela chybí (Reinprecht, 2008).



Obr. 5. Rozrostlé mycelium pórnatky vaillantove (Baier, 1996)

3.5. Optimální podmínky růstu

K důležitým podmínkám růstu dřevomorky domácí a pórnatky vaillantové řadíme několik faktorů. Jsou to teplota prostředí, vlhkost dřeva, množství vzduchu a hodnota pH.

Vlhkost – houby napadají pouze dostatečně vlhké dřevo. Vyplyvá to ze skutečnosti, že voda tvoří 90 % těla houby a je chemickou látkou, která se přímo zapojuje do enzymatické depolymerizace polysacharidů a jiných složek dřeva. Dřevokazné houby napadají a poškozují dřevo až při jeho zvýšené vlhkosti v oblasti nad 30 %. Mírnější poškození však není možné vyloučit už při nižší vlhkosti dřeva v oblasti 20 %. Vlhkost dřeva vyplývá z relativní vlhkosti prostředí, ve kterém je dřevo uloženo. Pro naše zvolené houby je minimální vlhkost dřeva 20 %.

Dřevomorka domácí zahajuje vývin a aktivitu už při poměrně nižších vlhkostech dřeva 18 – 20 %. Už v prvních stádiích hniloby rozkládá polysacharidy dřeva na molekuly vody, čímž si zvlhčuje dřevní substrát do oblasti svého vlhkostního optima 30 – 60 %, později až do 140 % (Huckfeldt a Schmidt 2005). Vlhkost si dokáže přivádět i pomocí rhizomorf a intenzivně vytváří kapky, kterými zvlhčuje zdravé dřevo ve svém okolí. Optimální vlhkost dřeva pro růst dřevomorky domácí je 30 % (Reinprecht, 2008).

Pórnatka vaillantova se začíná vyvíjet při minimální vlhkosti kolem 20 %. Dobře se vyvíjí v mokřém dřevě s obsahem volné vody, optimálně při vlhkostech dřeva 35 až 50 %. Později mohou vlhkosti dřeva dosáhnout až do 130 % (Baier, 1996).

Teplota – ovlivňuje enzymatickou aktivitu hub. Teplotní rozmezí růstu dřevomorky domácí od 3 do 27 °C (Baier, 1996). Optimální teplota pro klíčení bazidiospor dřevomorky domácí je 18 - 22 °C (Černý, 1976). Při teplotě nad 37 °C hyne za 30 minut (Bech-Andersen, 1995). Minimální letální teplota pro výtrusy dřevomorky domácí je -70 °C/24 h. Její mycelium hyne při teplotě 50 – 55 °C/1 h (Reinprecht, 2008). Termostabilnější výtrusy ale hynou až po delším čase při 60 °C/32 h, respektive při podstatně vyšší teplotě 100 °C/1 h (Hegarty a kol. 1986).

Teplotní rozmezí růstu pórnatky vaillantové je o trochu vyšší, od 3 do 37 °C, optimální teplota se pohybuje kolem 27 °C (Baier, 1996).

Vzduch (kyslík) – musí být nejen v okolí dřeva, ale i přímo ve dřevě. Dřevokazné houby potřebují ve dřevě alespoň 5 až 20 % objemu vzduchu, to je asi 1 až 4 % kyslíku (Rypáček, 1957). Saprophytické houby, kam patří dřevomorka domácí i pórnatka vaillantova, vyžadují větší objemový podíl vzduchu ve dřevě (až do 20 %) oproti parazitickým houbám.

Hodnota pH – odvíjí se od chemické stavby dřeva. Hodnota pH ovlivňuje klíčení výtrusů, růst mycelia, enzymatickou a degradační schopnost houby. Podhoubí se lépe rozrůstá na dřevě částečně již narušeném jinými houbami díky větší kyselosti (Lesnická fytopatologie, Alois Černý, 1976). Dřevomorka domácí se vyvíjí při hodnotě pH 2,5 – 9, optimální rozmezí je 5 – 7. Pórnatka vaillantova se vyvíjí při hodnotě pH 3 – 9, optimálně kolem 7 pH (Baier, 1996).

3.6. Způsob degradace dřeva

Dřevokazné houby rozkládají dřevo svým specifickým enzymatickým aparátem až na jednotlivé cukry. Pro rozklad dřeva jsou důležité především exoenzymy. Celulózu štěpí enzym celulóza. Celulóza ale neštěpí celulózu a celodextriny až na hexóny. Další štěpení způsobuje enzym celobióza. Dřevokazné houby se rozdělují podle toho, jakým způsobem rozkládají dřevo, na houby celulózovorní a houby lignivorní. Obě skupiny se liší svým enzymatickým aparátem (Černý, 1989).

Houby hnědého tlení, do kterých se zařazují dřevomorka domácí a pórnatka vaillantova, jsou houby celulózovorní. Tyto houby intenzivně degradují polysacharidovou složku dřeva (celulóza a hemicelulózy), lignin minimálně.

Celulózovorní houby produkují enzymy typu hydroláz (endo-glukanázy, endo-exo-glukanáz, 1,4- β -glukozidázy, endo-1,4- β -xylanázy, 1,4- β -D-mananázy), pomocí kterých hydrolýzně depolymerizují polysacharidy dřeva.

Enzymy, které se skládají z bílkovinných makromolekul, jsou prostorově poměrně velké (≈ 6 nm). Tím pádem výrazněji atakují pouze amorfni oblasti celulózy a všechny hemicelulózy.

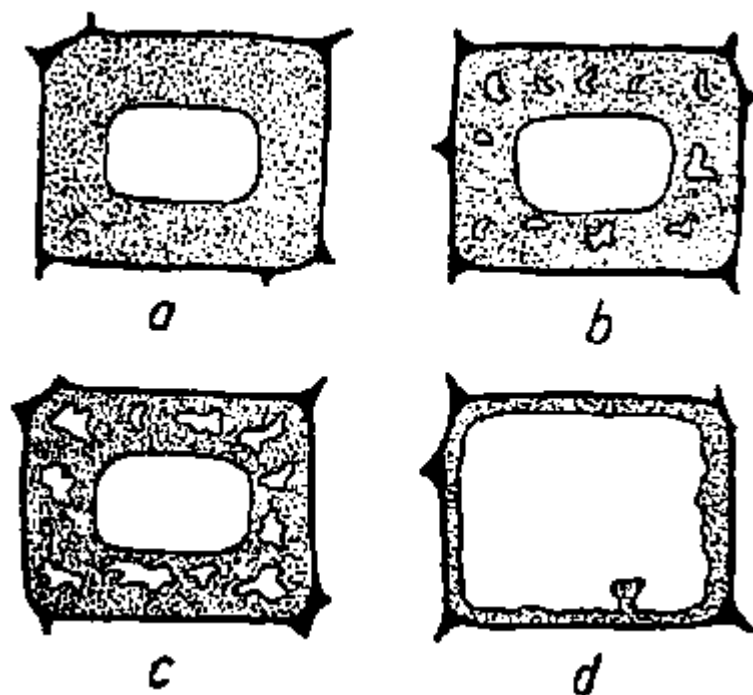
Krystalická celulóza se degraduje především díky aktivitě agresivního oxidačního systému peroxidu vodíku, železnatých iontů a kyseliny šťavelové. Tento nízkomolekulový systém poměrně lehce proniká z hyf hub k fibrilám celulózy a vyvolává v ní radikálové štěpení pyranových kruhů.

Výrazný pokles polymerizačního stupně polysacharidů už v počátečních fázích hniloby se tady spojuje jak s enzymatickými, tak i s neenzymatickými degradačními procesy (Reinprecht, 2008).

Zvýšená nebo snížená produkce enzymů typu glukosidáz i nízkomolekulových agresivních systémů je odrazem i skladby prostředí, ve kterém degradační proces probíhá. Syntéza glukanáz se aktivuje například v přítomnosti celulózy, celobiózy a jiných oligomerů. Naopak, pokud houba rozkladem celulózy vytvořila už dostatek glukózy, stává se tak inhibítoem tvorby dalších hydrolázových enzymů (Eriksson a kol. 1990).

Dřevo s hnědou hnilobou se vyznačuje typickými změnami od molekulární až po geometrickou strukturální hladinu. Substrátové hyfy rostou v lumenech buněk i přes buněčné stěny. Nejintenzivněji se odbourává vrstva S_2 sekundární stěny s vysokým podílem celulózy a hemicelulóz, která v pokročilejších stádiích hniloby zcela mizí. Buněčné stěny se stávají křehkými, smršťují se a vznikají v nich trhliny. Navzdory těmto skutečnostem si buňky dřeva zachovávají celistvost až do pozdějších stádií hniloby, jelikož se nerozkládá silně lignifikovaná střední lamela a primární buněčná stěna (Reinprecht, 2008).

Dřevo v první fázi rozkladu je okrově žluté a postupně hnědne díky zachování ligninu. Později se začínají ve dřevě vytvářet jemné příčné a podélné trhlinky, které se v další fázi zvětšují a často se v nich vytvářejí pláty bílého syrocia. Dřevo značně ubývá na váze i na objemu a kostkovitě se rozpadá. Celulózovorní houby způsobují tzv. destrukční rozklad dřeva. V konečné fázi rozkladu je dřevo červenohnědé nebo hnědé (Černý, 1989).



Obr. 6. Buňky dřeva poškozené houbou hnědého tlení v různém stádiu rozkladu (Rypáček, 1957)

3.7. Trvanlivost dřeva

3.7.1. Přírozená trvanlivost a faktory ovlivňující trvanlivost dřeva

Přírozená trvanlivost dřeva je vlastnost neupraveného přírodně rostlého dřeva odolávat různým vlivům. Na přírozenou trvanlivost mají nejvýznamnější vliv tyto faktory:

- Struktura dřeva a odlišnosti ve struktuře dané především druhem dřeva, ale často i klimatickými, půdními a jinými podmínkami růstu stromu.
- Expoziční zatížení dřeva dané zejména umístěním v interiéru a exteriéru, jako i v různých světových oblastech v závislosti na klimatu a vůbec všem povětrnostním podmínkám, v jakých je dřevo uloženo, jako je teplota, vlhkost, kontakt s terénem a jiné.

Jednotliví dřevoznehodnocující činitelé působí na dřevo mnohdy specificky, což je dáno právě odlišností ve struktuře dřeva a v konkrétních expozicích. Například někteří působí jen na jehličnatém nebo listnatém dřevě, pouze v interiéru či v exteriéru, pouze na severní nebo jižní Evropě, apod.

Je třeba zdůraznit, že odolnost dřeva proti biologickým škůdcům nezávisí pouze na jeho hustotě, jelikož i druhy dřeva s vysokou hustotou bez obsahu jádrových látek typu tříslovin, terpenoidů, apod., jako je například buk nebo habr, patří k nejméně trvanlivým druhům (Reinprecht, 2008).

Důležitým faktorem ovlivňujícím trvanlivost dřeva je jeho samotné chemické složení. Reinprecht (2008) uvádí tyto závislosti:

- Hemicelulózy patří k nejlabilnějším stavebním komponentům dřeva, tj. poměrně nejrychleji se odbourávají enzymy dřevokazných hub.
- Lignin je málo stabilní vůči oxidačním enzymům dřevokazných hub.
- Doprovodné látky ovlivňují odolnost dřeva vůči biologickému poškození. V dřevě se nachází jednak lehce bio-degradovatelné látky typu sacharidů (škrob, pektiny, glykosidy) a tuků, a jednak látky s biocidní účinností vůči dřevokazným houbám, jako například taniny, flavonoidy a stilbeny (obsažené zejména v tříslovinách) nebo terpeny, terpenoidy a pryskyřičné kyseliny (obsažené v dřevních pryskyřicích).

3.7.2. Vliv extraktivních látek na přirozenou trvanlivost dřeva

Vysoká trvanlivost mnoha našich i exotických dřevin vůči biologickým škůdcům je daná hlavně přítomností různých extraktivních látek (Antwi-Boasiako et al., 2004; Kazemi 2003; Yamamoto et al., 2004). Extraktivní látky potlačují vývoj dřevokazných hub a některé z nich mohou být dokonce toxické. V některých dřevinách se nachází více než 10 000 typů extraktivních látek (Duchesne a kol., 1992). Jsou lokalizované převážně v jádrovém dřevě. Těmito potlačujícími látkami proti houbám jsou například fenoly, třísloviny, taniny, flobafeny, flavonoidy a stilbeny. Dřeviny s vysokým podílem těchto látek, jako například douglaska, tis, akát, dub, ořešák nebo kaštanovník, mají poměrně vysokou odolnost vůči dřevokazným houbám.

Na vysoké trvanlivosti jádrového dřeva douglasky se podílejí zejména tyto extraktivní látky:

- Terpeny – jsou charakteristickou skupinou extraktivních látek jehličnanů. Terpeny se ve dřevě nachází v různé formě jako oleje, pryskyřice, gumy, latexy a vosky. Základní stavební jednotkou je 2-methyl-1,3-butadien, jehož polymerizací vznikají mono, seskvi, di, tri až polyterpeny. Tvoří až 2/3 extraktivních látek douglasky. Jsou lokalizované převážně v pryskyřičných

kanálcích, a to pouze v letním dřevě. Tyto látky bývají však poměrně často prchavé (Gandelová, 2002).

- Dřevo jehličnatých dřevin obsahuje celou řadu jednoduchých fenolů (např. vanilin, koniferylaldehyd, ethylfeno aj.), lignanů (pinorezinol, laricirezinol, liovil), flavonoidů, taninů a stilbenů. Stilbény jako pinosylvin, pinosilvín monometyléter nebo resveratrol, které jsou obsažené v jádrovém dřevě, se považují za toxické látky vůči houbám. Polymerizované polyfenoly nacházející se v kůře a jádrovém dřevě jsou další z řady fungicidních látek (Reinprecht, 2008).
- V nejkrajnějším jádrovém dřevě jsou přítomny extraktivní látky v největším počtu a s největší toxicitou pro houby. S přibývajícím výškou kmene směrem ke koruně stromu se snižuje jejich počet i toxicita (Reis, 1973).

Tyto látky se schopností zvýšit trvanlivost dřeva se však mohou postupně vymývat nebo prchat, čímž se jeho přirozená trvanlivost v čase snižuje. Dokumentovali to například Horský a Reinprecht (1986) na 8150 let starém subfossilním dubovém dřevě, které se ukázalo méně odolné vůči hnilobě a plísním jako současný dub.

3.7.3. Třídy trvanlivosti a zařazení douglasky

Na základě poznatků z praxe, jako i z výsledků laboratorních a polních zkoušek, byly vypracovány porovnávací studie o přirozené trvanlivosti dřeva (Rapp a kol. 2000, Van Acker a kol. 2003, Sierra-Alvarez a kol. 1998). Zpracované jsou jednak formou poměrové trvanlivosti vzhledem k dobře známému druhu dřeva nebo formou tříd trvanlivosti, např. v podmínkách působení pouze biologických škůdců dřeva podle EN ČSN 350-2 (Tabulka č. 2). Třídy trvanlivosti platí pouze pro jádrové dřevo, bělové dřevo je obecně považováno za netrvanlivé – třída 5.

Tab. 2. Třídy trvanlivosti vybraných dřevin v kontaktu se zemí – nebezpečí poškození všemi typy hnilob (upraveno dle EN 350-2)

| TRÍDA TRVANLIVOSTI | OBCHODNÍ NÁZEV | TRÍDA TRVANLIVOSTI | OBCHODNÍ NÁZEV |
|---------------------|----------------------------|--------------------|---|
| 1 Velmi trvanlivé | Týk Padouk | 4 Málo trvanlivé | Jilm Jedle Smrk |
| 1 - 2 | Akát | | |
| 2 Trvanlivé | Dub Kaštanovník Túje | 5 Netrvanlivé | Bříza Buk Habr Jasan Javor Topol Lípa |
| 3 Středně trvanlivé | Douglaska Ořešák | | |
| 3 - 4 | Borovice Modřín | | |

3.8. Extraktivní látky dřeva

Extraktivní látky se též nazývají doprovodné látky nebo akcesorické látky, protože je nepovažujeme za podstatné podíly dřeva. Jsou velmi početné a jejich stavba je často velmi komplikovaná. Podíl extraktivních látek dosahuje 5 až 10 % absolutně suchého dřeva. Extraktivní látky jsou součástí buněčných stěn, vyskytují se v lumenech anatomických elementů i mezibuněčných prostorách (Gandelová, 2009). Jejich složení závisí na druhu dřeva, stanovišti, ročním období a je rozdílné v různých částech jednoho stromu. Například sacharidy a zásobní živné látky (škrob, tuky) se nacházejí v bělové části, zatímco látky fenolového charakteru v jádrovém dřevě.

Extraktivní látky ovlivňují chemické, biologické a mechanické vlastnosti dřeva (Kramer, Kozlovskij, 1963). Tyto látky podmiňují vlastnosti mnohých druhů dřev, jako je barva, vůně, jedovatost a trvanlivost (Melcer, 1977). Extraktivní látky jsou ze dřeva extrahovány pomocí různých rozpouštědel, podle čehož je můžeme rozdělit na 3 hlavní skupiny:

1. Prchavé extraktivní látky
2. Extraktivní látky izolované ze dřeva organickými rozpouštědly

3. Extraktivní látky rozpustné ve vodě

Do první skupiny patří monoterpeny, seskviterpeny, diterpeny, různé alifatické a cyklické sloučeniny, deriváty nízkomolekulových terpenů, fenoly, etery, aldehydy, ketony a laktony, atd.

Do druhé skupiny zařazujeme mastné kyseliny, pryskyřičné kyseliny, estery organických kyselin s terpenoidními nebo jinými alkoholy a různé jiné sloučeniny, jako alkoholy, steriny, vosky a tuky, atd.

Třetí skupina zahrnuje monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy, gummy, pektiny, škrob, třísloviny, minerální látky a jiné (Melcer, 1977).

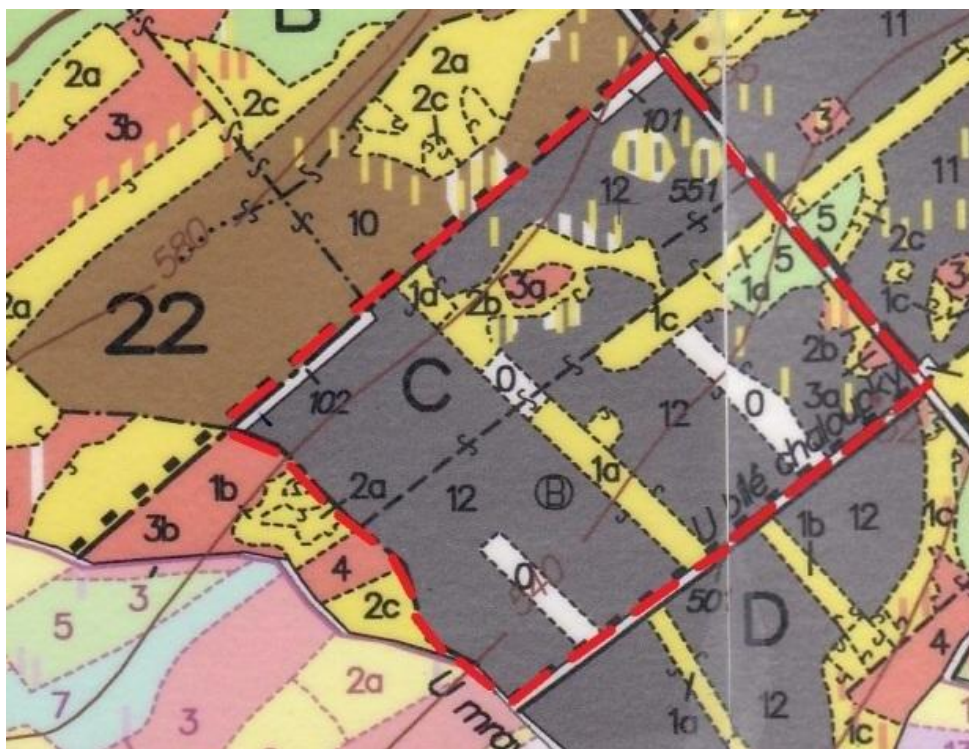
4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. Materiál

4.1.1. Charakteristika odběrových lokalit

Materiál potřebný k přípravě vzorků byl odebrán ze tří lokalit předem vytipovaných dle odlišných souborů lesních typů (SLT) a podobnosti věku lesních porostů. Jednotlivé výřezy byly vybrány bez hniloby, vad tvaru kmene, nepravidelnosti struktury kmene a ostatních poškození.

Z lokality 1 na SLT 3K byly výřezy odvezeny od společnosti Lesy a parky Trutnov s.r.o. v porostu na odvozním místě. Vybráno bylo 5 oddenkových kusů délky 5 metrů vyrobených sortimentní metodou na lokalitě pařez. Odběrová lokalita spadá do přírodní lesní oblasti č. 24 Sudetské mezihorí, LHC Městské lesy Trutnov, katastrální území Markoušovice, revír Čížkovy kameny, porost 22 C 12, 460 m n. m., stáří dle LHP 117 let.



Obr. 7. Porostní mapa lokality 1 (M 1:7500)

Porost se nachází ve svahu s jihovýchodní expozicí. V severní části se nachází značně balvanitý terén. Plocha porostní skupiny činí 8,79 hektarů. Zásoba dřevní hmoty činila 3 723 m³ hroubí bez kůry. Jedná se o les vysoký, hospodářský, cílový hospodářský soubor 53 (hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh), lesní typ 3K1

(kyselá dubová bučina metlicová). Druhovou porostní skladbu tvoří hlavní dřevina smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.) – 64 %, vedlejší přimíšená dřevina modřín (*Larix decidua* Mill.) – 23 % a dále vedlejší vtroušené dřeviny borovice (*Pinus sylvestris* (L.) – 8 %, douglaska (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) – 3 %, jedle (*Abies alba* Mill.) – 1 % a bříza (*Betula pendula* Roth) – 1 %. Z hlediska fenotypové klasifikace náleží všechny dřeviny do fenotypové třídy C s výjimkou právě douglasky, která byla uznaným porostem B, pásmo imisního ohrožení C.

Z lokality 2 na SLT 3B byly vyštípané středové prizmy a odvezeny ze Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny z porostu na odvozním místě. Vybráno bylo 5 kusů délky 0,8 metru (ve výšce od 0,9 metru do 1,7 metru od země pro největší vypovídající hodnotu) vyrobených sortimentní metodou na lokalitě pařez. Odběrová lokalita spadá do přírodní lesní oblasti č. 30 Dražanská vrchovina, LHC ŠLP Křtiny, katastrální území Útěchov u Brna, revír Vranov, porost 41D 9, 460 m n. m., stáří dle platného hospodářského plánu 84 let.

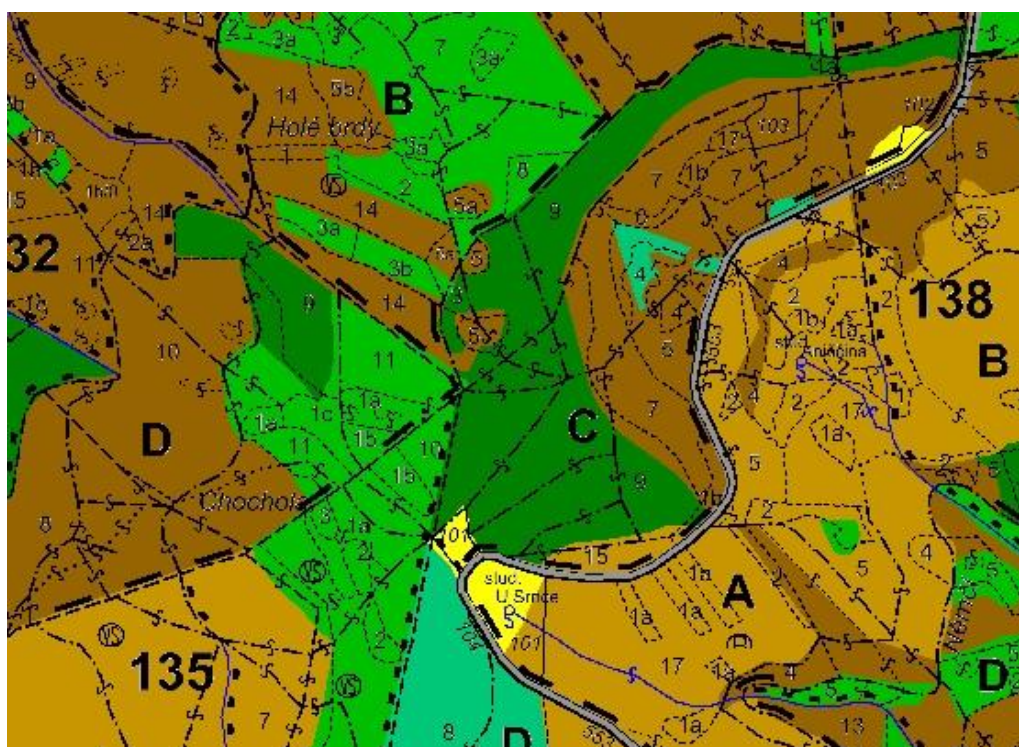


Obr. 8. Porostní mapa lokality 2 (M 1:10000)

Porost se nachází na nakloněné rovině s jihovýchodní expozicí. Plocha porostní skupiny činí 5,79 hektarů. Zásoba dřevní hmoty činila 2 628 m³ hroubí bez kůry. Jedná se o les vysoký, hospodářský, cílový hospodářský soubor 44 (účelové hospodářství

živných stanovišť středních poloh), lesní typ 3B2 (bohatá dubová bučina mářinková). Druhovou porostní skladbu tvoří dřeviny: smrk (*Picea abies* (L.) Karst.) – 6 %, modřín (*Larix decidua* Mill.) – 29 %, borovice (*Pinus sylvestris* L.) – 6 %, douglaska (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) – 22 %, buk (*Fagus sylvatica* L.) – 19 %, lípa (*Tilia cordata* Mill.) – 14 %, dub (*Quercus petraea* Matt., Liebl.) – 3 % a habr (*Carpinus betulus* L.) – 1 %. Z hlediska fenotypové klasifikace náleží všechny dřeviny do fenotypové třídy C.

Z lokality 3 na SLT 3A byly také vyštípané středové prizmy a odvezeny ze Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny z porostu na odvozním místě. Vybráno bylo 5 kusů délky 0,8 metru (ve výšce od 0,9 metru do 1,7 metru od země pro největší vypovídající hodnotu) vyrobených sortimentní metodou na lokalitě pařez. Odběrová lokalita spadá do přírodní lesní oblasti č. 30 Dražanská vrchovina, LHC ŠLP Křtiny, katastrální území Olomučany, revír Habruvka, porost 135C 9, 460 m n. m., stáří dle platného hospodářského plánu 81 let.



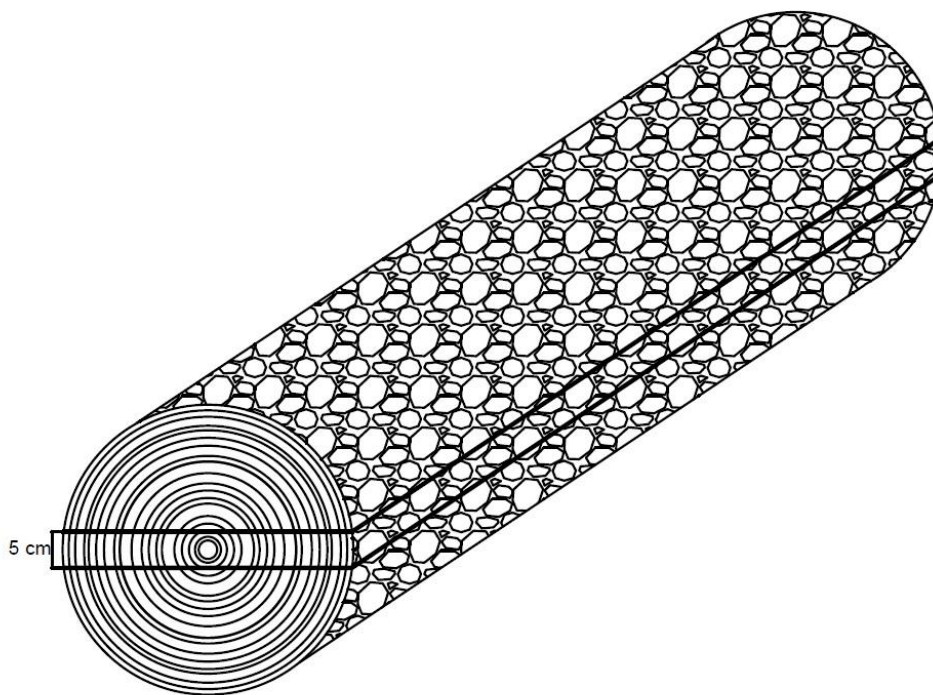
Obr. 9. Porostní mapa lokality 3 (M 1:10000)

Porost se nachází na svahu s jihovýchodní expozicí. Plocha porostní skupiny činí 8,58 hektarů. Zásoba dřevní hmoty činila 3 642 m³ hroubí bez kůry. Jedná se o les vysoký, hospodářský, cílový hospodářský soubor 40 (účelové hospodářství

exponovaných stanovišť středních poloh), lesní typ 3A2 (lipodubová bučina strdivková). Druhovou skladbu tvoří dřeviny: jasan (*Fraxinus excelsior* L.) – 1 %, modřín (*Larix decidua* Mill.) – 30 %, borovice (*Pinus sylvestris* L.) – 6 %, douglaska (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) – 18 %, buk (*Fagus sylvatica* L.) – 26 %, lípa (*Tilia cordata* Mill.) – 14 %, dub (*Quercus petraea* Matt., Liebl.) – 10 % a habr (*Carpinus betulus* L.) – 15 %. Z hlediska fenotypové klasifikace náleží všechny dřeviny do fenotypové třídy C.

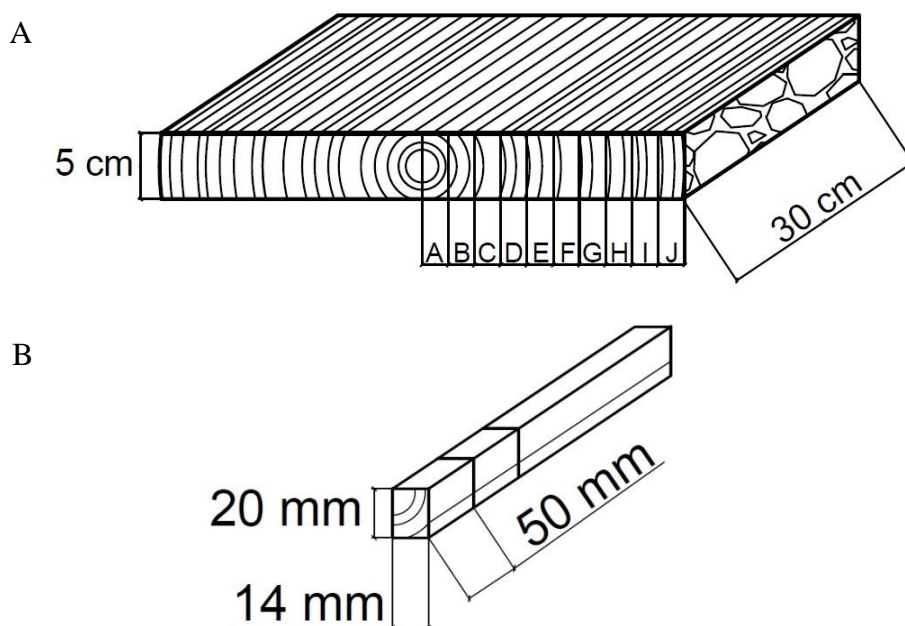
4.1.2. Zkušební vzorky

Při experimentu bylo použito dřevo douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*). V každé lokalitě byly vybrány 3 kmeny, ze kterých pochází prizmy o tloušťce 5 cm. Snahou bylo vyříznout (vyštípnout) středové prizmy s dřevní minimálně 2 cm od spodního a horního okraje, aby každá z nich obsahovala dřev (Obr. 10). Šířky jednotlivých prizem ze stanoviště 1 (SLT 3K) činily 55 cm u výřezu č. 1, 57 cm u výřezu č. 2 a 53 cm u výřezu č. 3. Z lokality 2 (SLT 3B) šířky jednotlivých prizem činily 53 cm u výřezu č. 4, 53 cm u výřezu č. 5 a 43 cm u výřezu č. 6. Z lokality 3 (SLT 3A) šířky jednotlivých prizem činily 49 cm u výřezu č. 7, 38 cm u výřezu č. 8 a 40 cm u výřezu č. 9.



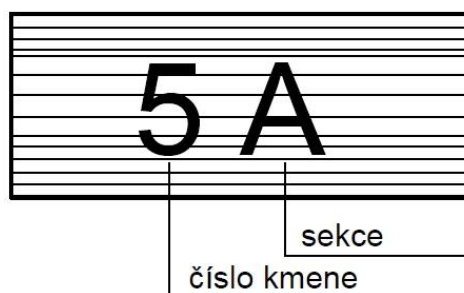
Obr. 10. Pozice středového řeziva ve výřezu

Z jednotlivých středových prizem byla následně vymanipulována vždy dvojice zkušebních vzorků o rozměrech 14×20×50 mm z určených sekcí (Obr. 11 A). Sekce nacházející se nejbližše dřeni byla označena písmenem A, sekce nejbližše ke kambiu písmenem J v závislosti na šířce prizmy. Jednotlivé dvojice vymanipulovaných zkušebních tělísek se v přířezu nacházely v těsné blízkosti z důvodu zachování shodných vlastností (přirozená trvanlivost, hustota) (Obr. 11 B).



Obr. 11. Pozice jednotlivých sekcí (A) a pozice vzorků v sekci (B)

Aby bylo možné všechny zkušební vzorky zpětně dohledat, byly označeny v průběhu výroby identifikačním číselným kódem. Tento kód obsahoval číslo kmene a přesnou polohu zkušebního vzorku v kmeni (Obr. 12).



Obr. 12. Ukázka značení zkušebních vzorků

Dále bylo potřeba vymanipulovat douglaskové vlhkostní vzorky (podle kterých byla zjišťována vlhkost zkušebních vzorků na test trvanlivosti), a dále referenční

zkušební vzorky ze dřeva borovice lesní (*Pinus sylvestris*) pro kontrolu virulence během testu trvanlivosti. Tyto vzorky měly stejné rozměry jako zkušební vzorky.

Materiál neměl žádné mechanické či biotické poškození a neobsahoval žádné vady (suky, dřevň atd.). Celkově bylo tedy vyrobeno 160 zkušebních vzorků na následný test trvanlivosti, 15 vlhkostních vzorků a 80 referenčních zkušebních vzorků.

4.1.3. Houbová kultura

Byly zvoleny houby hnědého tlení dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans* (Wulfen) P. Karst.) a pórnatka vaillantova (*Fibroporia vaillantii* (DC.) Parmasto). Tyto houby jsou dle normy ČSN EN 350-1 doporučeny pro test přirozené trvanlivosti jehličnatého dřeva.

4.2. Metodika

4.2.1. Test trvanlivosti

Celý postup testu trvanlivosti byl proveden dle normy CEN/TS 15083. Všechny připravené zkušební vzorky a vlhkostní vzorky byly klimatizovány ve stejném prostředí ($t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 65\%$). Tyto vzorky byly následně po dosažení rovnovážné vlhkosti zváženy na laboratorních vahách s přesností na 0,001 g pro určení počáteční hmotnosti (m_1). Vlhkostní vzorky byly sušeny při teplotě $103 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dokud nedosáhly na 0% vlhkosti.

Po ochlazení vlhkostních vzorků na pokojovou teplotu byly opět zváženy na laboratorních vahách pro určení hmotnosti v absolutně suchém stavu (m_0). Hmotnost zkušebních vzorků v absolutně suchém stavu (m_i) byla vypočítána podle vzorce:

$$m_i = m_1 \times \frac{100}{100 - (m_1 - m_{i0})}$$

Vysvětlivky vzorce: m_{i0} je průměrná hodnota všech vlhkostních vzorků

Na přípravu živné půdy byl použit přípravek Malt extrakt agar Base m137 se složením: 30 g sladového extraktu, 5 g mykologického peptonu, 15 g agaru. Do skleněné nádoby bylo naváženo 50 g tohoto přípravku, který byl následně rozmíchán v 1000 ml studené destilované vody vyhovující jakosti 3 podle ISO 3696. Tato nádoba naplněná směsí byla vložena do autoklávu ke sterilizaci, kde došlo k úplnému rozpuštění směsi. Každá kultivační nádoba (Kolleho baňka) byla naplněna dostatečným množstvím živného média, aby se docílilo tloušťky 3 mm až 4 mm. Nádoby byly uzavřeny polyuretanovou zátkou a sterilizovány v autoklávu při teplotě $121 \text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu

20 minut. Po sterilizaci se nádoby nechali vychladit ve vodorovné poloze na pokojovou teplotu.

Ve sterilním boxu byla živná půda v kultivačních nádobách naočkována dřevomorkou domácí (*Serpula lacrymans*) a pórnatkou vaillantovou (*Fibroporia vaillantii*), a to na 3 místech nádoby, aby došlo k rovnoměrnějšímu a rychlejšímu růstu houby. Očkování probíhalo za pomoci sterilního skalpelu a pinzety. Kultivační nádoby byly vloženy do inkubátoru na dobu 2 týdnů při teplotě 22 °C a relativní vlhkosti vzduchu 65 %, aby byly zachovány optimální podmínky růstu houby.

Jakmile mycelium houby zcela pokrylo živnou půdu ve všech kultivačních nádobách a nebylo kontaminováno jinými organizmy, bylo provedeno vystavení zkušebních vzorků houbě. Zkušební vzorky byly před vložením do kultivačních nádob sterilizovány v autoklávu při 121 °C po dobu 20 minut.

Ve sterilním boxu byla do každé Kolleho baňky vložena nerezová podložka tvaru U, která bránila přímému kontaktu vzorků s myceliem houby. Na tuto podložku byly následně vloženy dva zkušební vzorky akátového dřeva a jeden referenční zkušební vzorek bukového dřeva sloužící pro kontrolu virulence. Poté byly kultivační nádoby opět uzavřeny polyuretanovou zátkou, označeny datem vložení vzorků a číslem vzorků a následně vloženy zpět do inkubátoru.

Vzorky byly vystaveny degradaci dřevokazné houby po dobu 16 týdnů. Po uplynutí této stanovené doby, byly všechny zkušební vzorky a referenční vzorky vyjmuty z kultivačních nádob a pečlivě očištěny od přichyceného mycelia pomocí skalpelu.

Každý zkušební a referenční zkušební vzorek byl zvážen na laboratorní váze, byly zaznamenány jejich hmotnost (m_2) ve vlhkém stavu a vloženy do horkovzdušné sušárny (103 °C). Po vysušení do konstantní hmotnosti byl každý zkušební vzorek opět zvážen a jejich hmotnost (m_3) zaznamenána.

Pro každý ošetřený zkušební a referenční zkušební vzorek byl vypočítán úbytek hmotnosti jako rozdíl počáteční hmotnosti a hmotnosti vysušených degradovaných těles ($m_i - m_3$). Úbytek hmotnosti byl poté procentuálně vyjádřen.

5. VÝSLEDKY

5.1. Hmotnostní úbytky

5.1.1. Procentuální hmotnostní úbytky dřeva - vyhodnocení testu přirozené trvanlivosti

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení hodnot hmotnostních úbytků zkušebních vzorků douglasky i borovicových referenčních vzorků, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Nacházejí se zde však odlehlé a dokonce i extrémní hodnoty, které by bylo vhodné odstranit k dosažení lepších výsledků. Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních i referenčních vzorků měly poměrně vysokou variabilitu hodnot.

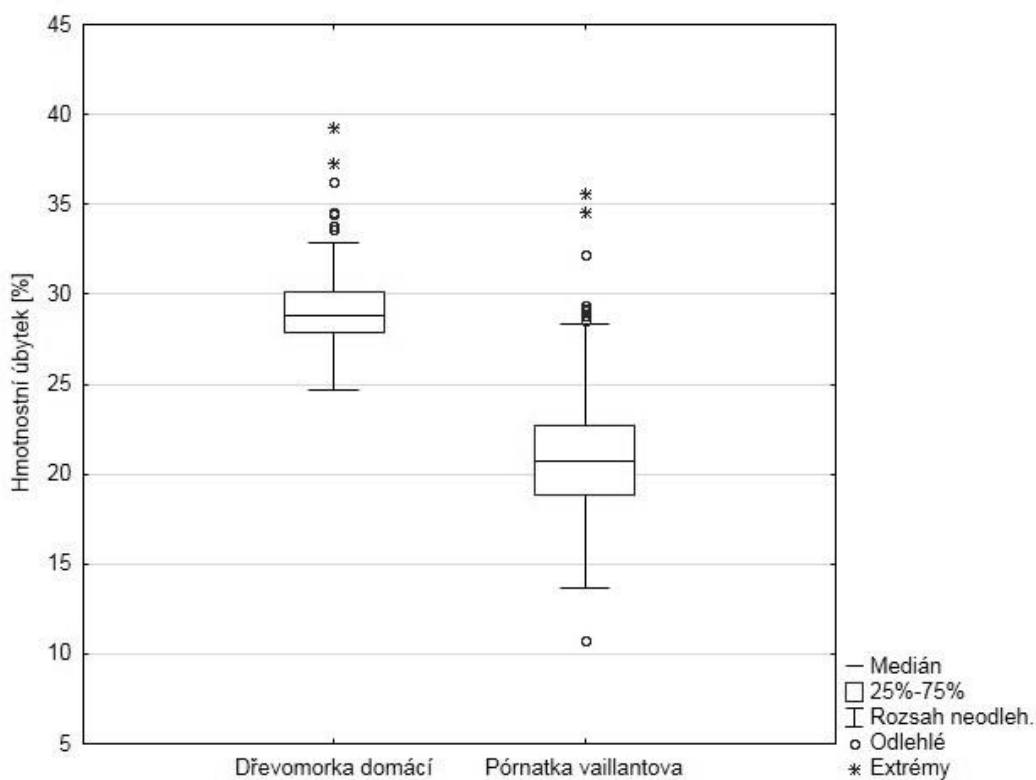
Dle normy ČSN EN 113 je minimální hmotnostní úbytek borovicových referenčních vzorků pro houbu dřevomorku domácí minimálně 20 %. Tato hodnota byla dodržena u většiny borovicových referenčních vzorků, je však 5 dalších, u kterých tato hodnota dodržena nebyla, což je patrné z minimální hodnoty. Zkušební vzorky uložené v baňkách s těmito nevyhovujícími referenčními vzorky musí být z testu trvanlivosti vyřazeny, aby se dal tento test považovat za platný.

Dle normy ČSN EN 113 je minimální hmotnostní úbytek borovicových referenčních vzorků pro houbu pórnatku vaillantovu minimálně 15 %. Tato hodnota byla dodržena u všech borovicových referenčních vzorků, což je zřejmé z minimální hodnoty, a proto považujeme test trvanlivosti za platný.

Popisná statistika (Tab. 3) a s ní související krabicový graf (Obr. 13) jednotlivých hmotnostních úbytků jsou znázorněny níže.

Tab. 3. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků douglasky a borovicových referenčních vzorků

| | Zkušební vzorky | | Referenční vzorky | |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| | Dřevomorka domácí | Pórnatka vaillantova | Dřevomorka domácí | Pórnatka vaillantova |
| Střední hodnota [%] | 29,38 | 21,18 | 33,11 | 23,01 |
| Medián [%] | 28,85 | 20,68 | 33,56 | 22,37 |
| Směrodatná odchylka [%] | 2,63 | 4,47 | 4,64 | 5,13 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 6,90 | 20,12 | 21,62 | 26,32 |
| Variační koeficient [%] | 8,94 | 21,12 | 14,04 | 22,30 |
| Minimum [%] | 24,68 | 10,70 | 26,14 | 16,65 |
| Maximum [%] | 39,30 | 35,56 | 41,64 | 41,26 |
| Počet | 71 | 81 | 36 | 41 |



Obr. 13. Krabicový graf jednotlivých procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků douglasky

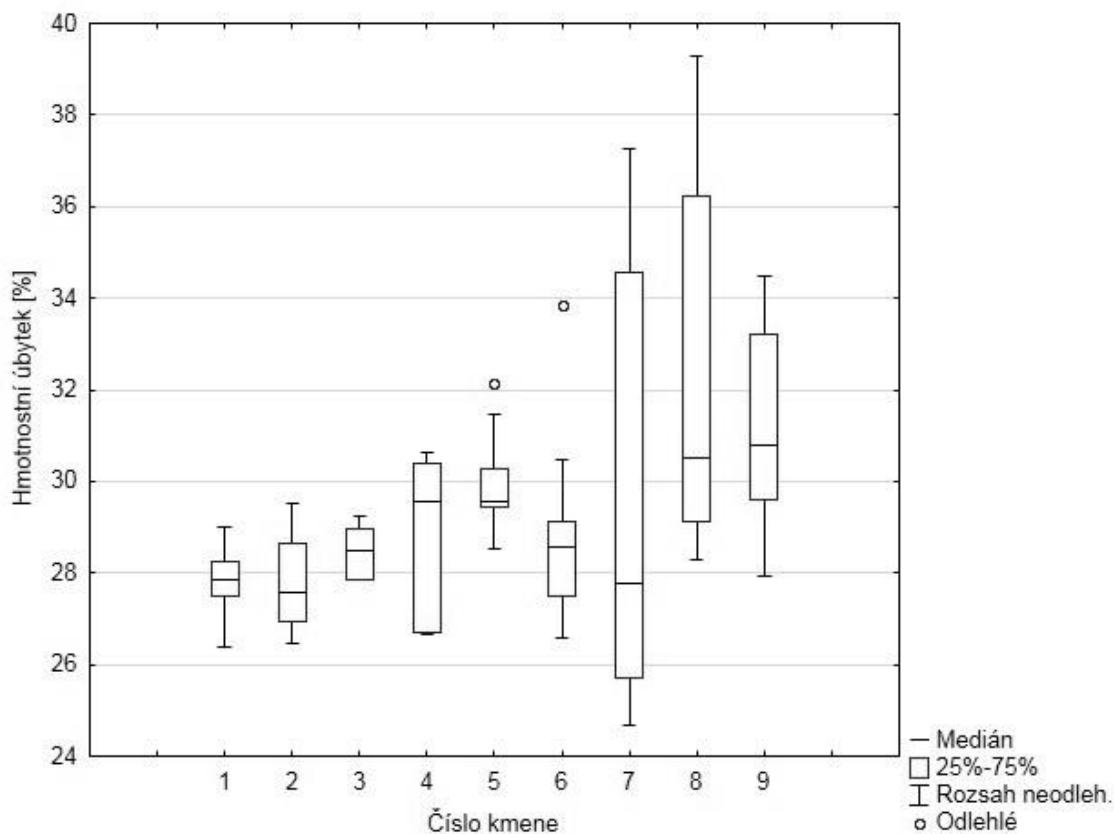
5.1.2. Hmotnostní úbytky jednotlivých kmenů - dřevomorka domácí

Bylo zjištěno poměrně nesouměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků způsobených houbou dřevomorkou domácí na kmenech na stanovišti 2 (LST 3B) a stanovišti 3 (LST 3A). Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků měly poměrně vysokou variabilitu hodnot.

Na stanovišti 1 (SLT 3K) vykazují kmeny téměř totožnou střední hodnotu kolem 27 %. Střední hodnota na stanovišti 2 (SLT 3B) je taktéž velmi podobná, a to kolem 29 %. Na stanovišti 3 (SLT 3A) vykazoval nejvyšší střední hodnotu kmen č. 8 s hodnotou 32,11 %, naopak nejnižší hodnotu vykazoval kmen č. 7 s hodnotou 29,62 %. Popisná statistika (Tab. 4) a s ní související krabicový graf (Obr. 14) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

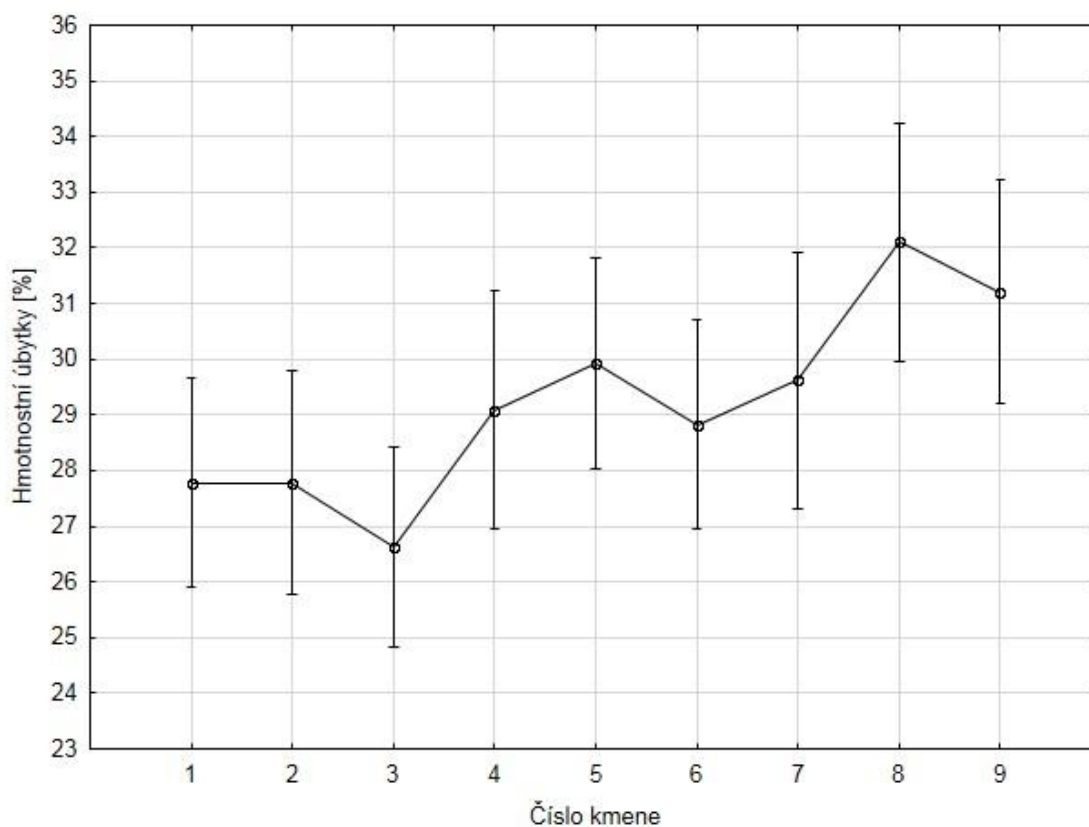
Tab. 4. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých kmenů při degradaci dřevomorkou domácí – všechna stanoviště

| | Stanoviště 1 (SLT 3K) | | | Stanoviště 2 (SLT 3B) | | | Stanoviště 3 (SLT 3A) | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Střední hodnota [%] | 27,78 | 27,78 | 26,63 | 29,08 | 29,93 | 28,82 | 29,62 | 32,11 | 31,21 |
| Medián [%] | 27,86 | 27,56 | 28,49 | 29,57 | 29,56 | 28,56 | 27,78 | 30,53 | 30,81 |
| Směrodatná odchylka [%] | 0,85 | 1,07 | 4,28 | 1,70 | 1,18 | 2,21 | 5,09 | 4,11 | 2,28 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 0,72 | 1,16 | 18,35 | 2,87 | 1,40 | 4,90 | 25,87 | 16,89 | 5,18 |
| Variační koeficient [%] | 3,06 | 3,87 | 16,08 | 5,83 | 3,95 | 7,68 | 17,17 | 12,80 | 7,29 |
| Minimum [%] | 26,39 | 26,46 | 27,86 | 26,65 | 28,54 | 26,56 | 24,68 | 28,30 | 27,93 |
| Maximum [%] | 28,99 | 29,53 | 29,24 | 30,62 | 32,14 | 33,85 | 37,27 | 39,30 | 34,48 |
| Počet | 9 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 | 6 | 7 | 8 |



Obr. 14. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých kmenů při degradaci dřevomorkou domácí – všechna stanoviště

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 15) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma kmeny existují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 5) byly zjištěny následující rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva: staticky významné rozdíly byly zjištěny pouze mezi kmenem 3, který se liší od kmenů 8 a 9, ostatní kmeny se mezi sebou neliší.



Obr. 15. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky jednotlivých kmenů při degradaci dřevomorkou domácí ve všech stanovištích

Tab. 5. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků při degradaci dřevomorkou domácí mezi jednotlivými kmeny

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|-----------------|
| 1 | | 1,000000 | 0,993340 | 0,991403 | 0,795260 | 0,997039 | 0,945274 | 0,078790 | 0,255263 |
| 2 | 1,000000 | | 0,994657 | 0,992784 | 0,820466 | 0,997592 | 0,952218 | 0,095486 | 0,290015 |
| 3 | 0,993340 | 0,994657 | | 0,710274 | 0,236326 | 0,754502 | 0,519399 | 0,006420 | 0,029533 |
| 4 | 0,991403 | 0,992784 | 0,710274 | | 0,999616 | 1,000000 | 0,999994 | 0,551488 | 0,873738 |
| 5 | 0,795260 | 0,820466 | 0,236326 | 0,999616 | | 0,995577 | 1,000000 | 0,839743 | 0,990426 |
| 6 | 0,997039 | 0,997592 | 0,754502 | 1,000000 | 0,995577 | | 0,999818 | 0,357691 | 0,724020 |
| 7 | 0,945274 | 0,952218 | 0,519399 | 0,999994 | 1,000000 | 0,999818 | | 0,814254 | 0,980744 |
| 8 | 0,078790 | 0,095486 | 0,006420 | 0,551488 | 0,839743 | 0,357691 | 0,814254 | | 0,999513 |
| 9 | 0,255263 | 0,290015 | 0,029533 | 0,873738 | 0,990426 | 0,724020 | 0,980744 | 0,999513 | |

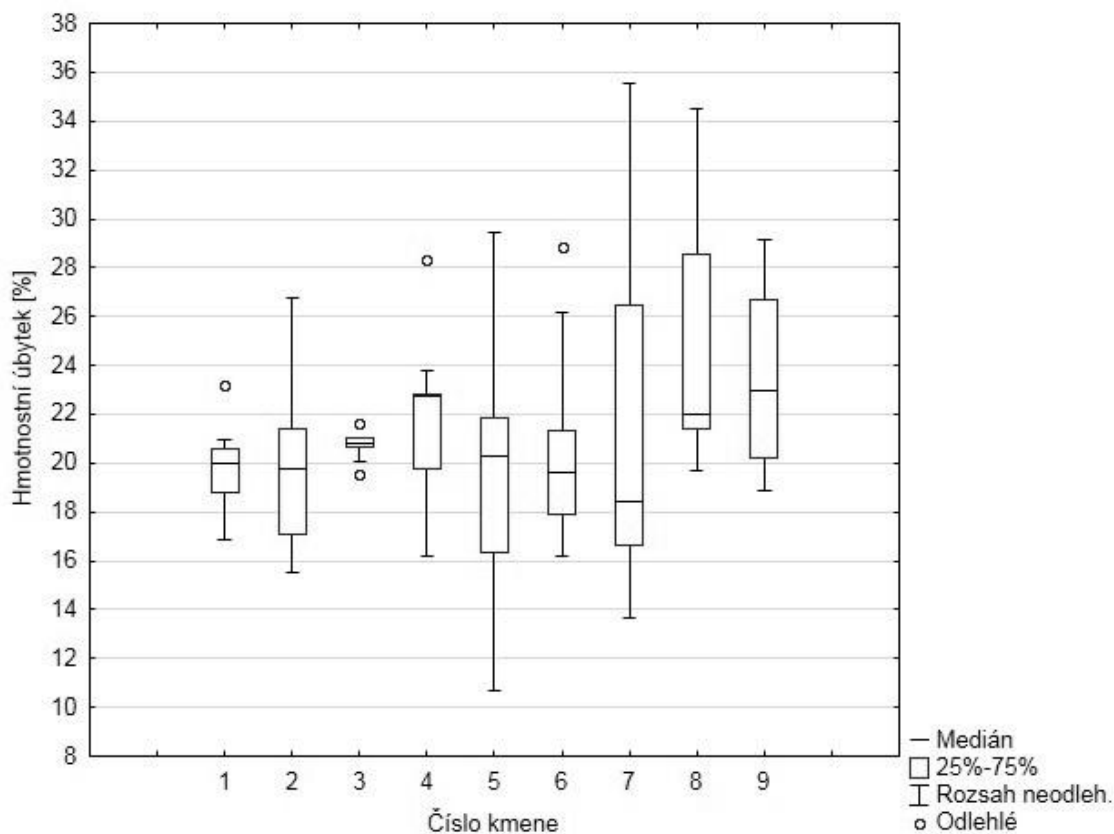
5.1.3. Hmotnostní úbytky jednotlivých kmenů - pórnatka vaillantova

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků jednotlivých kmenů ze všech stanovišť způsobené houbou pórnatkou vaillantovou, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Výjimku tvoří kmeny č. 7 a 8, u kterých byl rozdíl těchto hodnot vyšší. Krom kmeny č. 3 vykazují procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků poměrně vysokou variabilitu hodnot. Kmeny na stanovišti 2 (LST 3B) a stanovišti 3 (SLT 3A) vykazují poměrně výrazně nesouměrné rozdělení hodnot.

Na stanovišti 1 (SLT 3K) vykazují kmeny téměř totožnou střední hodnotu kolem 20 %. Na stanovišti 2 (SLT 3B) vykazoval nejvyšší střední hodnotu kmen č. 4 s hodnotou 21,7 %, naopak nejnižší hodnotu vykazoval kmen č. 5 s hodnotou 19,87 %. Na stanovišti 3 (SLT 3A) vykazoval nejvyšší střední hodnotu kmen č. 8 s hodnotou 24,31 %, naopak nejnižší hodnotu vykazoval kmen č. 7 s hodnotou 24,31 %. Popisná statistika (Tab. 6) a s ní související krabicový graf (Obr. 16) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

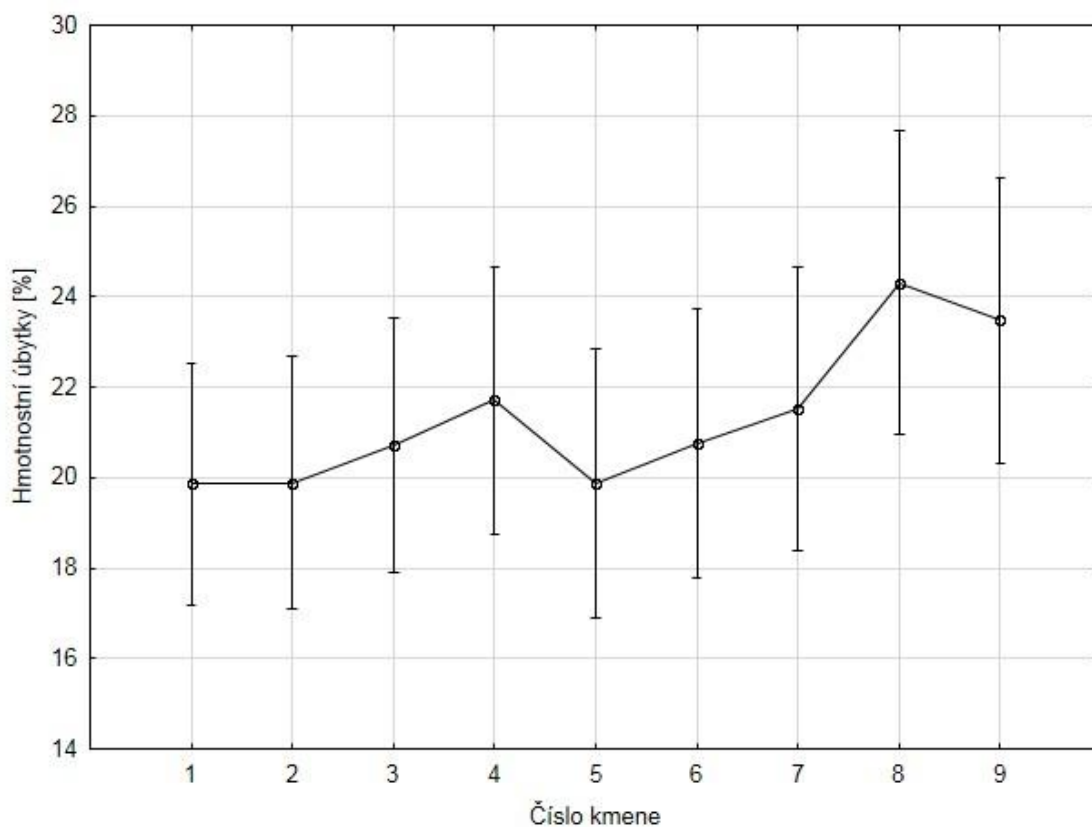
Tab. 6. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých kmenů při degradaci pórnatkou vaillantovou – všechna stanoviště

| | Stanoviště 1 (SLT 3K) | | | Stanoviště 2 (SLT 3B) | | | Stanoviště 3 (SLT 3A) | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Střední hodnota [%] | 19,85 | 19,89 | 20,71 | 21,70 | 19,87 | 20,75 | 21,53 | 24,31 | 23,47 |
| Medián [%] | 19,96 | 19,76 | 20,79 | 22,72 | 20,32 | 19,59 | 18,45 | 22,01 | 22,97 |
| Směrodatná odchylka [%] | 1,59 | 3,45 | 0,58 | 3,81 | 6,41 | 4,20 | 7,95 | 5,30 | 3,76 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 2,54 | 11,93 | 0,34 | 14,50 | 41,08 | 17,66 | 63,23 | 28,10 | 14,16 |
| Variační koeficient [%] | 8,03 | 17,37 | 2,80 | 17,54 | 32,25 | 20,25 | 36,93 | 21,80 | 16,03 |
| Minimum [%] | 16,89 | 15,50 | 19,53 | 16,22 | 10,70 | 16,17 | 13,64 | 19,68 | 18,84 |
| Maximum [%] | 23,18 | 26,73 | 21,65 | 28,31 | 29,41 | 28,86 | 35,56 | 34,52 | 29,12 |
| Počet | 11 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 8 | 7 | 8 |



Obr. 16. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých kmenů při degradaci pórnatkou vaillantovou – všechna stanoviště

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 17) bylo zjištěno, že mezi jednotlivými kmeny neexistují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 7) nebyly zjištěny rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva jednotlivých kmenů.



Obr. 17. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky jednotlivých kmenů při degradaci pórnatkou vaillantovou ve všech stanovištích

Tab. 7. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků při degradaci pórnatkou vaillantovou mezi jednotlivými kmeny

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | | 1,000000 | 0,999959 | 0,990884 | 1,000000 | 0,999953 | 0,996265 | 0,502988 | 0,716494 |
| 2 | 1,000000 | | 0,999975 | 0,993111 | 1,000000 | 0,999971 | 0,997234 | 0,540372 | 0,748817 |
| 3 | 0,999959 | 0,999975 | | 0,999917 | 0,999977 | 1,000000 | 0,999985 | 0,781211 | 0,927201 |
| 4 | 0,990884 | 0,993111 | 0,999917 | | 0,993841 | 0,999950 | 1,000000 | 0,962285 | 0,996122 |
| 5 | 1,000000 | 1,000000 | 0,999977 | 0,993841 | | 0,999973 | 0,997493 | 0,565463 | 0,768050 |
| 6 | 0,999953 | 0,999971 | 1,000000 | 0,999950 | 0,999973 | | 0,999992 | 0,810611 | 0,941036 |
| 7 | 0,996265 | 0,997234 | 0,999985 | 1,000000 | 0,997493 | 0,999992 | | 0,953064 | 0,993942 |
| 8 | 0,502988 | 0,540372 | 0,781211 | 0,962285 | 0,565463 | 0,810611 | 0,953064 | | 0,999991 |
| 9 | 0,716494 | 0,748817 | 0,927201 | 0,996122 | 0,768050 | 0,941036 | 0,993942 | 0,999991 | |

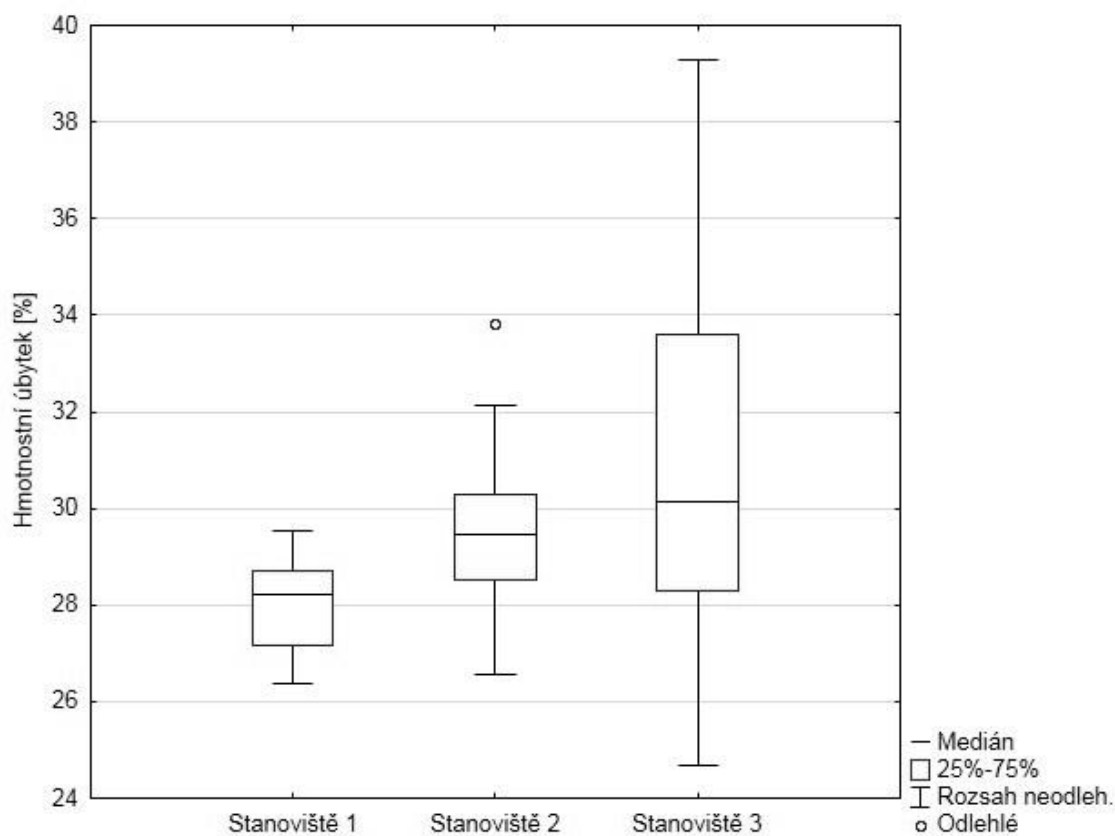
5.1.4. Variabilita hmotnostních úbytků dle stanovišť - dřevomorka domácí

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků na jednotlivých stanovištích způsobené houbou dřevomorkou domácí, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků měly poměrně vysokou variabilitu hodnot.

Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků se na jednotlivých stanovištích příliš neliší. Nejvyšší střední hodnota je na stanovišti 3 na SLT 3A a to 31,06 %, následně na stanovišti 2 na SLT 3B a to 29,29 %. Nejnižší střední hodnota je na stanovišti 1 na SLT 3K a to 27,35 %. Popisná statistika (Tab. 8) a s ní související krabicový graf (Obr. 18) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

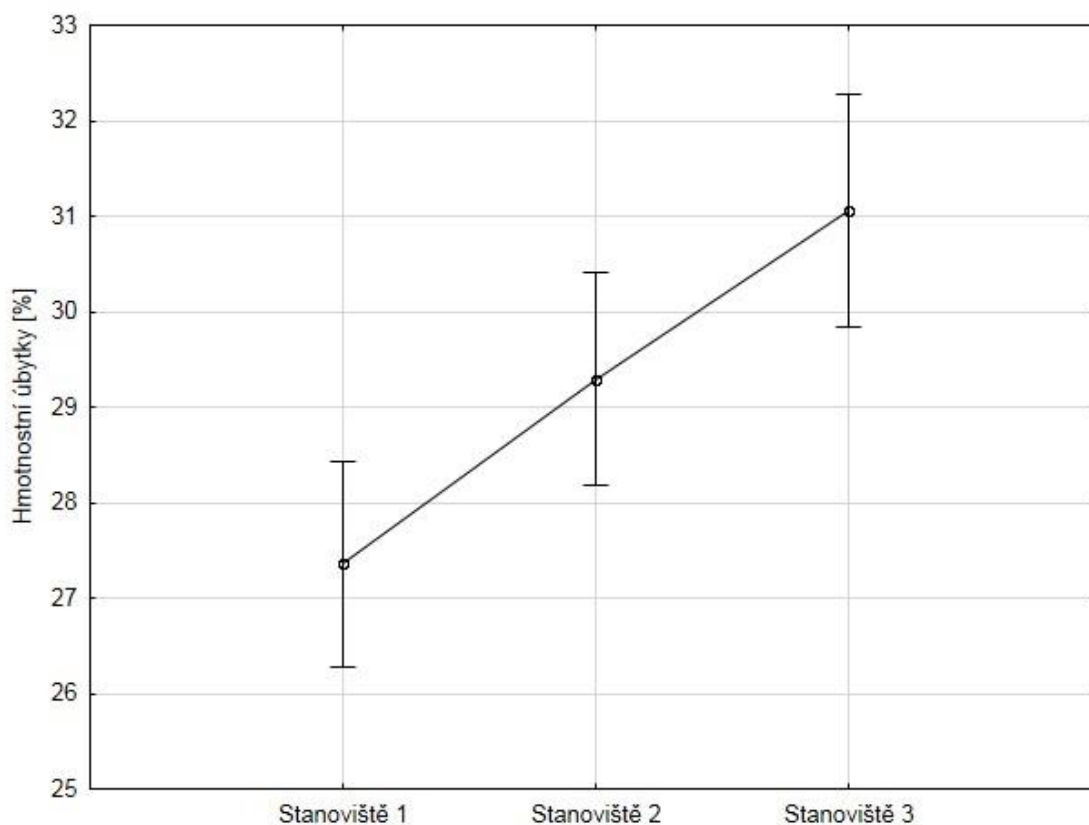
Tab. 8. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých stanovišť při degradaci dřevomorkou domácí

| | Stanoviště 1 (SLT 3K) | Stanoviště 2 (SLT 3B) | Stanoviště 3 (SLT 3A) |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Střední hodnota [%] | 27,35 | 29,29 | 31,06 |
| Medián [%] | 28,22 | 29,46 | 30,14 |
| Směrodatná odchylka [%] | 2,68 | 1,75 | 3,79 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 7,20 | 3,06 | 14,36 |
| Variační koeficient [%] | 9,81 | 5,98 | 12,20 |
| Minimum [%] | 26,46 | 26,56 | 24,68 |
| Maximum [%] | 29,53 | 33,85 | 39,30 |
| Počet | 25 | 25 | 21 |



Obr. 18. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých stanovišť při degradaci dřevomorkou domácí

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 19) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma stanovišti existují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 9) byly zjištěny následující rozdíly: staticky významné rozdíly nebyly zjištěny mezi stanovišti 2 a 3, stanoviště 1 se však liší od předešlých.



Obr. 19. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky jednotlivých stanovišť při degradaci dřevomorkou domácí

Tab. 9. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků jednotlivých stanovišť při degradaci dřevomorkou domácí

| | Stanoviště 1 | Stanoviště 2 | Stanoviště 3 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Stanoviště 1 | | 0,038946 | 0,000170 |
| Stanoviště 2 | 0,038946 | | 0,091989 |
| Stanoviště 3 | 0,000170 | 0,091989 | |

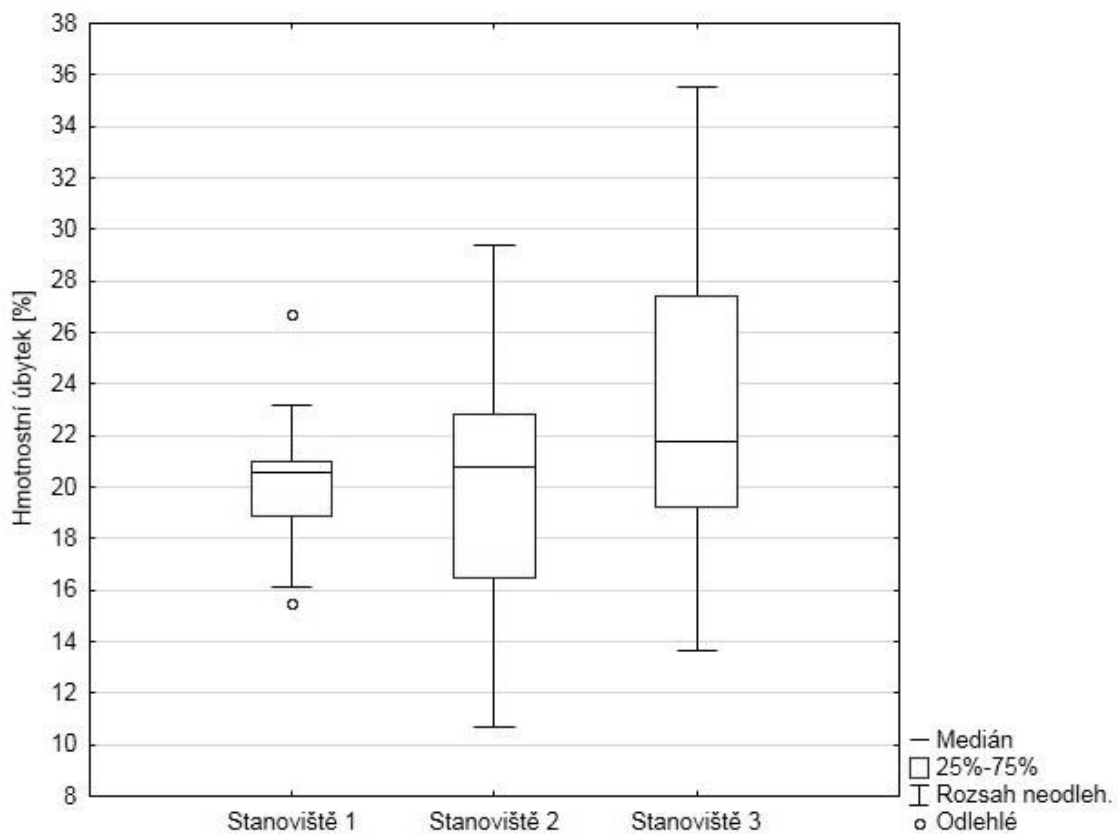
5.1.5. Variabilita hmotnostních úbytků dle stanovišť - pórnatka vaillantova

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků způsobené houbou pórnatkou vaillantovou na stanovišti 1 a 2, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Rozdíl těchto hodnot je však vyšší na stanovišti 3. Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků měly poměrně vysokou variabilitu hodnot.

Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků jsou téměř totožné na stanovištích 1 na SLT 3K a 2 na SLT 3B, a to přibližně 20,5 %. Značně se však liší na stanovišti 3 na SLT 3A, kde dosahují nejvyšší střední hodnoty 23,05 %. Popisná statistika (Tab. 10) a s ní související krabicový graf (Obr. 20) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

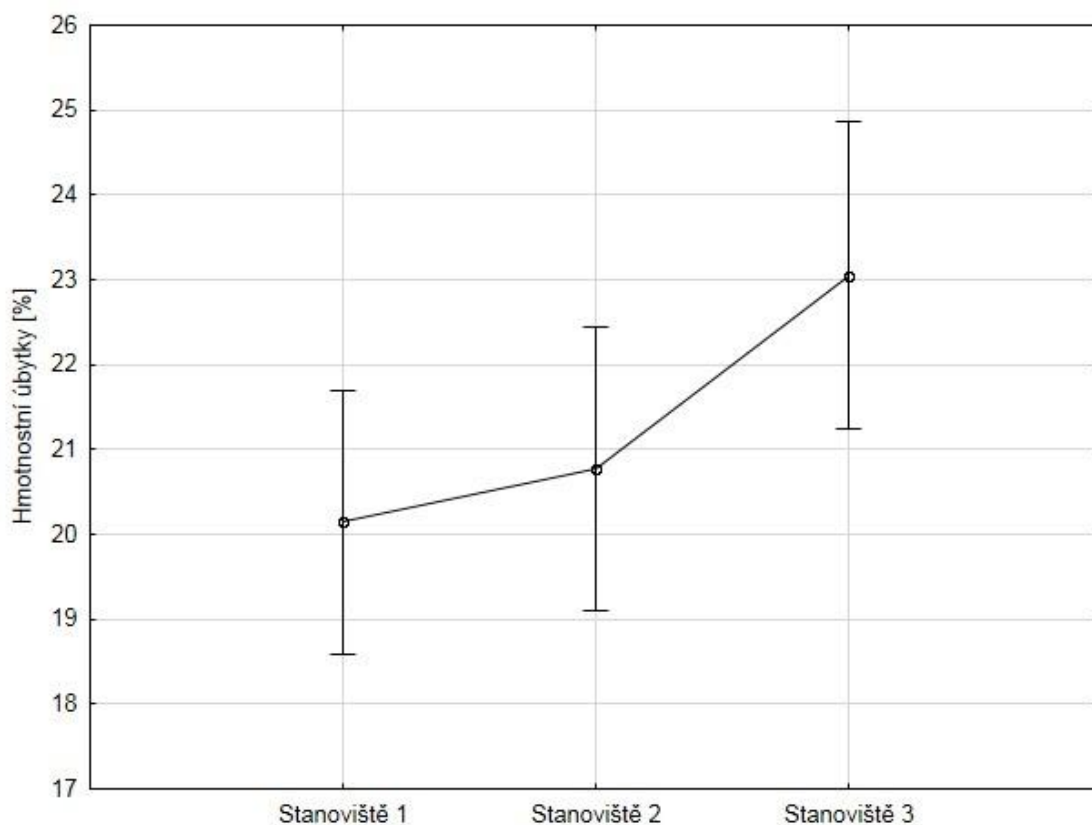
Tab. 10. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých stanovišť při degradaci pórnatkou vaillantovou

| | Stanoviště 1 (SLT 3K) | Stanoviště 2 (SLT 3B) | Stanoviště 3 (SLT 3A) |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Střední hodnota [%] | 20,14 | 20,78 | 23,05 |
| Medián [%] | 20,55 | 20,75 | 21,76 |
| Směrodatná odchylka [%] | 2,17 | 4,81 | 5,80 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 4,69 | 23,12 | 33,70 |
| Variační koeficient [%] | 10,75 | 23,14 | 25,18 |
| Minimum [%] | 15,50 | 10,70 | 13,64 |
| Maximum [%] | 26,73 | 29,41 | 35,56 |
| Počet | 31 | 27 | 23 |



Obr. 20. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků jednotlivých stanovišť při degradaci pórnatkou vaillantovou

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 21) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma stanovišti existují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 11) byly zjištěny následující rozdíly: staticky významné rozdíly nebyly zjištěny mezi stanovišti 1 a 2, stanoviště 1 se však liší od stanoviště 3.



Obr. 21. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky jednotlivých stanovišť při degradaci pórnatkou vaillantovou

Tab. 11. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků jednotlivých stanovišť při degradaci pórnatkou vaillantovou

| | Stanoviště 1 | Stanoviště 2 | Stanoviště 3 |
|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Stanoviště 1 | | 0,845300 | 0,045959 |
| Stanoviště 2 | 0,845300 | | 0,163871 |
| Stanoviště 3 | 0,045959 | 0,163871 | |

5.1.6. Variabilita hmotnostních úbytků po poloměru kmene ze všech stanovišť - dřevomorka domácí

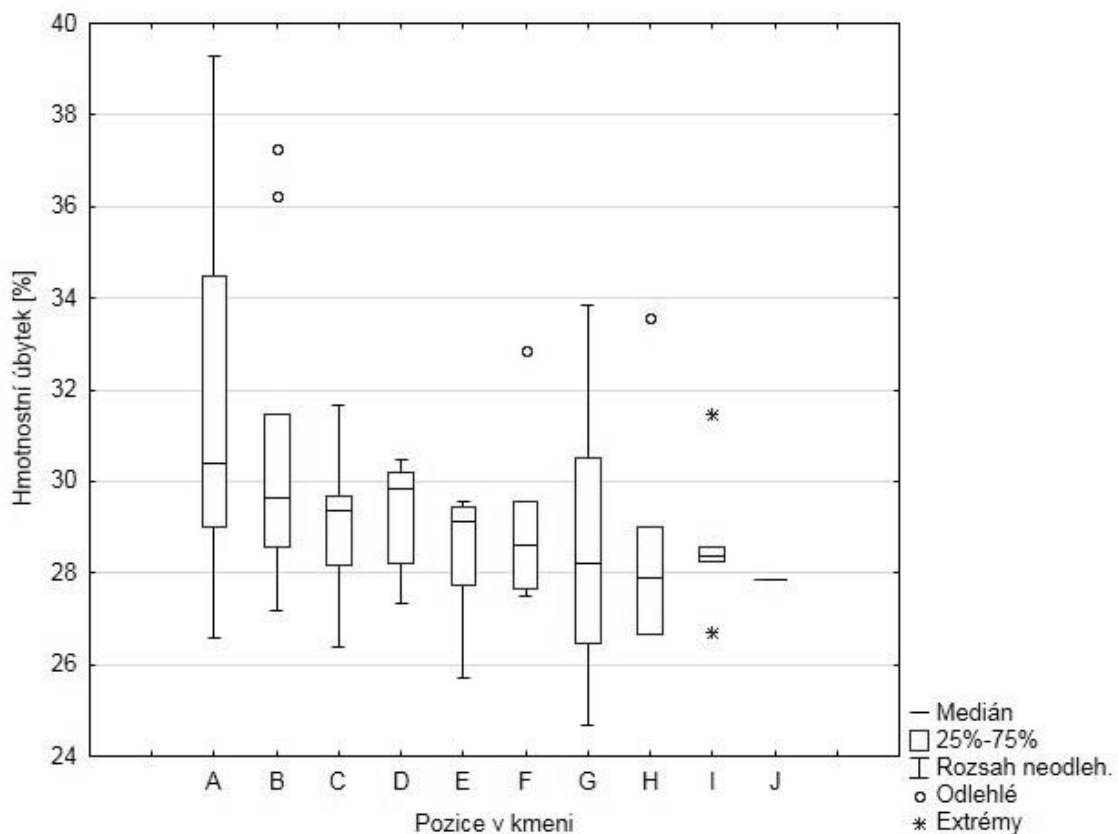
Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků po poloměru kmene ze všech stanovišť způsobené houbou dřevomorkou domácí, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot.

Variabilita hodnot procentuálních hmotnostních úbytků je poměrně vysoká v juvenilní části dřeva (pozice A a B) a pozici G. Pozice C, D a E vykazují poměrně výrazně nesouměrné rozdělení hodnot. Sekci J lze považovat za neobjektivní, protože u ní nebyl proveden dostatečný počet měření.

Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků jednotlivých sekcí vykazují klesající trend v juvenilní části dřeva (pozice A, B a C), poté kolísají kolem střední hodnoty 29 % v zóně zralého dřeva i v zóně bělového dřeva (pozice I, J, na užších kmenech i pozice H). Nejvyšší střední hodnota se vyskytuje v sekci A a to 25,84 %. Popisná statistika (Tab. 12) a s ní související krabicový graf (Obr. 22) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

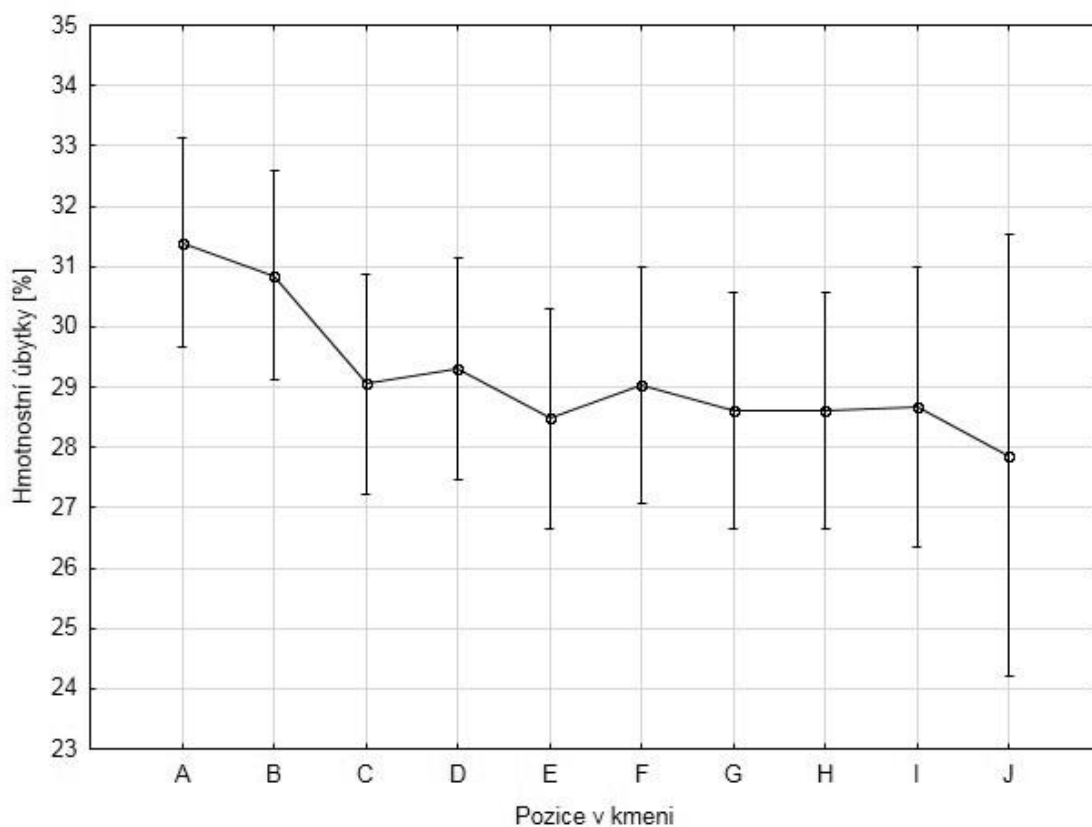
Tab. 12. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků po poloměru kmene při degradaci dřevomorkou domácí – všechna stanoviště

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Střední hodnota [%] | 31,39 | 30,85 | 29,05 | 29,30 | 28,47 | 29,03 | 28,60 | 28,61 | 28,66 | 27,86 |
| Medián [%] | 30,39 | 29,65 | 29,35 | 29,85 | 29,12 | 28,62 | 28,22 | 27,89 | 28,36 | 27,86 |
| Směrodatná odchylka [%] | 4,17 | 3,61 | 1,55 | 1,25 | 1,38 | 1,83 | 2,94 | 2,38 | 1,73 | 0,00 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 17,42 | 13,00 | 2,40 | 1,57 | 1,90 | 3,34 | 8,63 | 5,66 | 3,01 | 0,00 |
| Variační koeficient [%] | 13,29 | 11,69 | 5,34 | 4,28 | 4,84 | 6,30 | 10,27 | 8,32 | 6,05 | 0,00 |
| Minimum [%] | 26,56 | 27,16 | 26,39 | 27,35 | 25,70 | 27,49 | 24,68 | 26,65 | 26,69 | 27,86 |
| Maximum [%] | 39,30 | 37,27 | 31,67 | 30,47 | 29,55 | 32,86 | 33,85 | 33,58 | 31,47 | 27,86 |
| Počet | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 5 | 2 |



Obr. 22. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků po poloměru kmene při degradaci dřevomorkou domácí – všechna stanoviště

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 23) bylo zjištěno, že mezi jednotlivými pozicemi v kmenech neexistují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 13) nebyly zjištěny rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva po poloměru kmene.



Obr. 23. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky po poloměru kmene při degradaci dřevomorkou domácí ve všech stanovištích

Tab. 13. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků po poloměru kmene při degradaci dřevomorkou domácí

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A | | 0,99998 | 0,69337 | 0,80980 | 0,39147 | 0,72326 | 0,50744 | 0,51323 | 0,67522 | 0,76530 |
| B | 0,99998 | | 0,91139 | 0,96312 | 0,67397 | 0,92192 | 0,77547 | 0,78040 | 0,87993 | 0,89511 |
| C | 0,69337 | 0,91139 | | 1,00000 | 0,99998 | 1,00000 | 0,99999 | 0,99999 | 1,00000 | 0,99988 |
| D | 0,80980 | 0,96312 | 1,00000 | | 0,99974 | 1,00000 | 0,99995 | 0,99995 | 0,99999 | 0,99943 |
| E | 0,39147 | 0,67397 | 0,99998 | 0,99974 | | 0,99999 | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 |
| F | 0,72326 | 0,92192 | 1,00000 | 1,00000 | 0,99999 | | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 | 0,99991 |
| G | 0,50744 | 0,77547 | 0,99999 | 0,99995 | 1,00000 | 1,00000 | | 1,00000 | 1,00000 | 0,99999 |
| H | 0,51323 | 0,78040 | 0,99999 | 0,99995 | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 | | 1,00000 | 0,99999 |
| I | 0,67522 | 0,87993 | 1,00000 | 0,99999 | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 | 1,00000 | | 0,99999 |
| J | 0,76530 | 0,89511 | 0,99988 | 0,99943 | 1,00000 | 0,99991 | 0,99999 | 0,99999 | 0,99999 | |

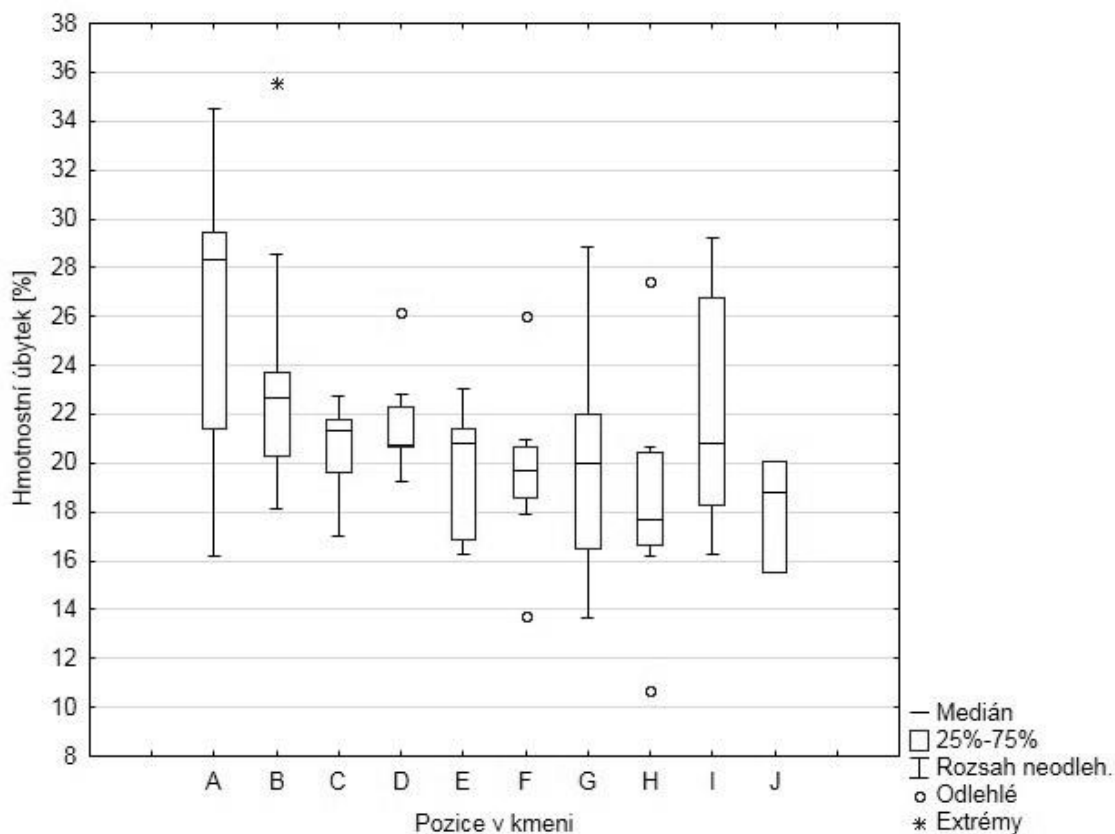
5.1.7. Variabilita hmotnostních úbytků po poloměru kmene ze všech stanovišť - pórnatka vaillantova

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků po poloměru kmene ze všech stanovišť způsobené houbou dřevomorkou domácí, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Výjimku tvoří sekce A a I, u kterých byl rozdíl těchto hodnot vyšší. Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků měly poměrně vysokou variabilitu hodnot. Rozložení hodnot je rovnoměrné u sekcí F, G a I, u ostatních sekcí je značně nesouměrné.

Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků jednotlivých sekcí vykazují klesající trend v juvenilní části dřeva (pozice A, B a C), poté kolísají kolem střední hodnoty 20 % v zóně zralého dřeva i v zóně bělového dřeva (pozice I, J, na užších kmenech i pozice H). Nejvyšší střední hodnota se vyskytuje v sekci A a to 25,84 %. Popisná statistika (Tab. 14) a s ní související krabicový graf (Obr. 24) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

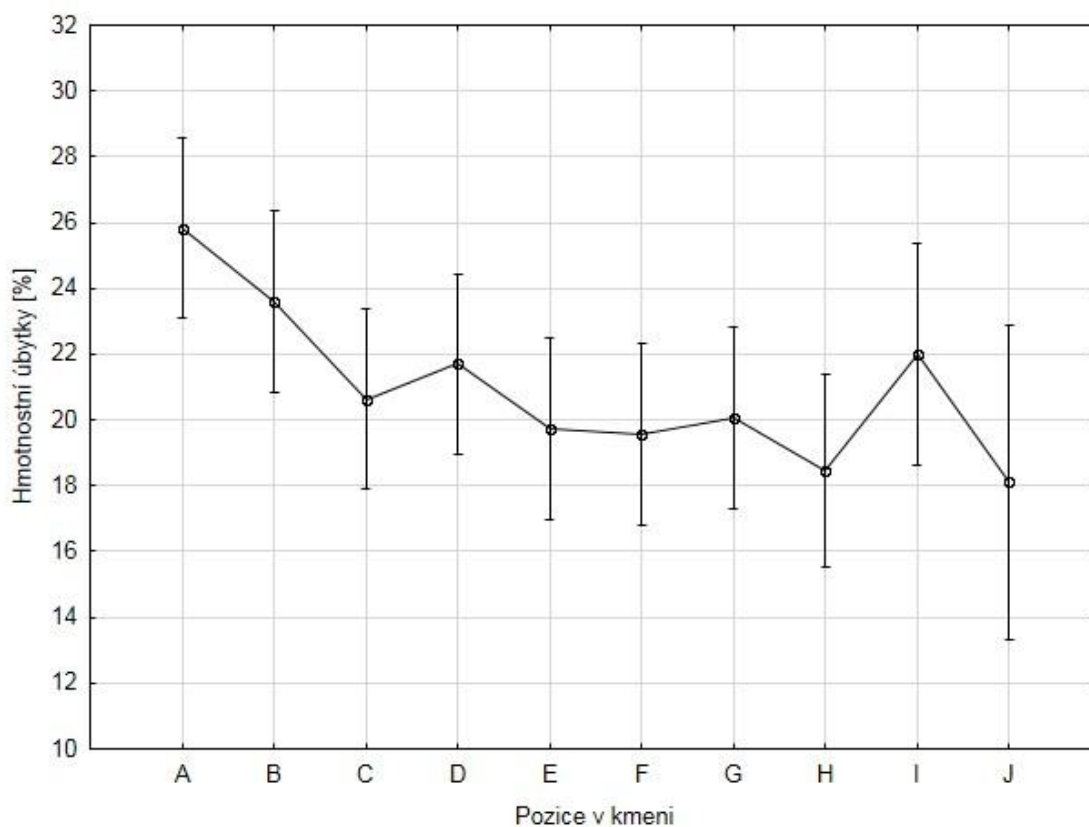
Tab. 14. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků po poloměru kmene při degradaci pórnatkou vaillantovou – všechna stanoviště

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Střední hodnota [%] | 25,84 | 23,61 | 20,64 | 21,70 | 19,75 | 19,57 | 20,06 | 18,45 | 22,02 | 18,12 |
| Medián [%] | 28,31 | 22,70 | 21,33 | 20,75 | 20,79 | 19,68 | 19,96 | 17,69 | 20,81 | 18,81 |
| Směrodatná odchylka [%] | 6,26 | 5,40 | 1,77 | 2,01 | 2,65 | 3,22 | 4,57 | 4,73 | 4,99 | 2,35 |
| Rozptyl výběru [% ²] | 39,24 | 29,17 | 3,14 | 4,04 | 7,03 | 10,34 | 20,87 | 22,36 | 24,94 | 5,52 |
| Variační koeficient [%] | 24,24 | 22,88 | 8,59 | 9,27 | 13,42 | 16,43 | 22,77 | 25,63 | 22,68 | 12,97 |
| Minimum [%] | 16,17 | 18,16 | 17,01 | 19,25 | 16,26 | 13,76 | 13,64 | 10,70 | 16,25 | 15,50 |
| Maximum [%] | 34,52 | 35,56 | 22,76 | 26,17 | 23,03 | 26,01 | 28,86 | 27,44 | 29,24 | 20,05 |
| Počet | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 6 | 3 |



Obr. 24. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků po poloměru kmene při degradaci pórnatkou vaillantovou – všechna stanoviště

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 25) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma pozicemi v kmenech existují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 15) bylo zjištěno, že rozdíly procentuálních hmotnostních úbytků jsou pouze mezi pozicemi A a H, ostatní pozice se mezi sebou neliší.



Obr. 25. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky po poloměru kmene při degradaci pórnatkou vaillantovou ve všech stanovištích

Tab. 15. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků po poloměru kmene při degradaci pórnatkou vaillantovou

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| A | | 0,97873 | 0,21141 | 0,52156 | 0,07443 | 0,05860 | 0,10967 | 0,01613 | 0,76422 | 0,15927 |
| B | 0,97873 | | 0,87990 | 0,99262 | 0,61810 | 0,55481 | 0,72186 | 0,25555 | 0,99926 | 0,61052 |
| C | 0,21141 | 0,87990 | | 0,99993 | 0,99998 | 0,99992 | 1,00000 | 0,98443 | 0,99977 | 0,99558 |
| D | 0,52156 | 0,99262 | 0,99993 | | 0,99156 | 0,98419 | 0,99768 | 0,83783 | 1,00000 | 0,95154 |
| E | 0,07443 | 0,61810 | 0,99998 | 0,99156 | | 1,00000 | 1,00000 | 0,99972 | 0,98874 | 0,99986 |
| F | 0,05860 | 0,55481 | 0,99992 | 0,98419 | 1,00000 | | 1,00000 | 0,99992 | 0,98084 | 0,99995 |
| G | 0,10967 | 0,72186 | 1,00000 | 0,99768 | 1,00000 | 1,00000 | | 0,99844 | 0,99615 | 0,99945 |
| H | 0,01613 | 0,25555 | 0,98443 | 0,83783 | 0,99972 | 0,99992 | 0,99844 | | 0,84691 | 1,00000 |
| I | 0,76422 | 0,99926 | 0,99977 | 1,00000 | 0,98874 | 0,98084 | 0,99615 | 0,84691 | | 0,94307 |
| J | 0,15927 | 0,61052 | 0,99558 | 0,95154 | 0,99986 | 0,99995 | 0,99945 | 1,00000 | 0,94307 | |

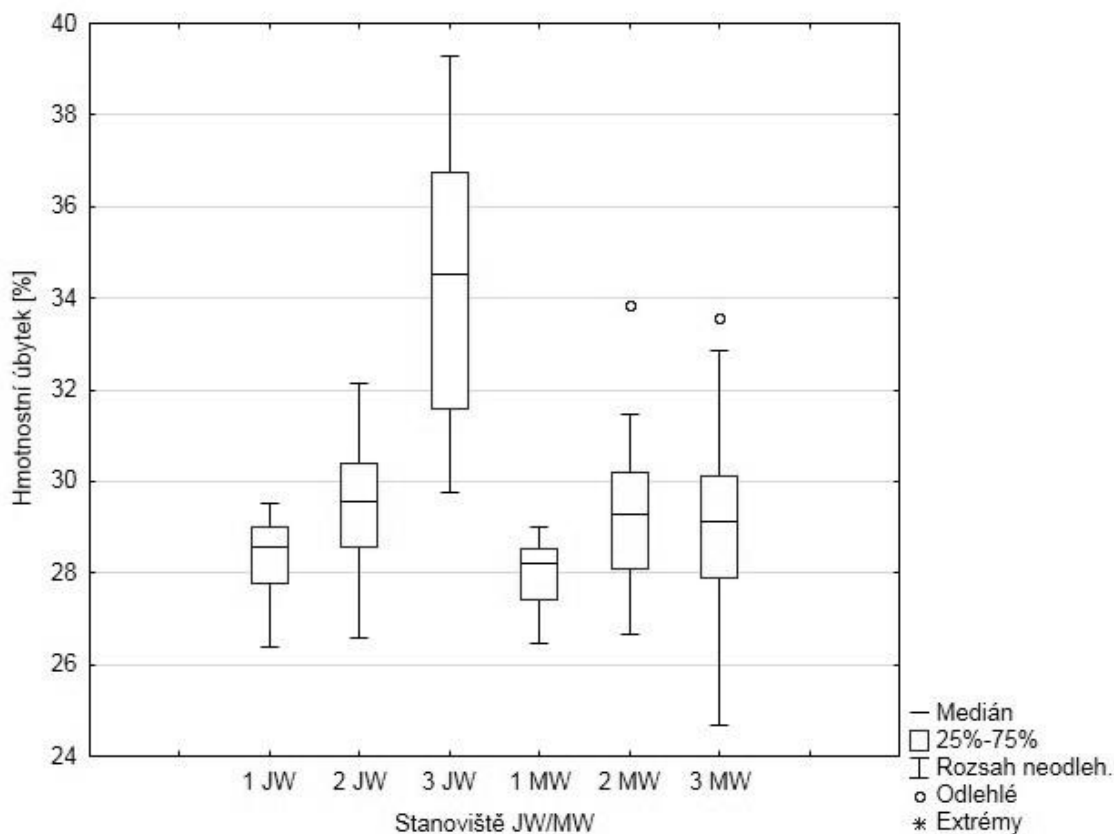
5.1.8. Srovnání hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva dle stanovišť - dřevomorka domácí

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva na jednotlivých stanovištích způsobené houbou dřevomorkou domácí, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků měly poměrně nízkou variabilitu hodnot.

Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva se na jednotlivých stanovištích značně liší. V rámci juvenilního dřeva je nejvyšší střední hodnota na stanovišti 3 na SLT 3A a to 34,34 %, následně na stanovišti 2 na SLT 3B a to 29,35 %. Nejnižší střední hodnota je na stanovišti 1 na SLT 3K a to 28,2 %. Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků v rámci zralého dřeva jsou téměř totožné na stanovištích 2 na SLT 3B a 3 na SLT 3A, a to přibližně 29 %. Nejnižší střední hodnota je na stanovišti 1 na SLT 3K a to 27,98 %. Popisná statistika (Tab. 16) a s ní související krabicový graf (Obr. 26) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

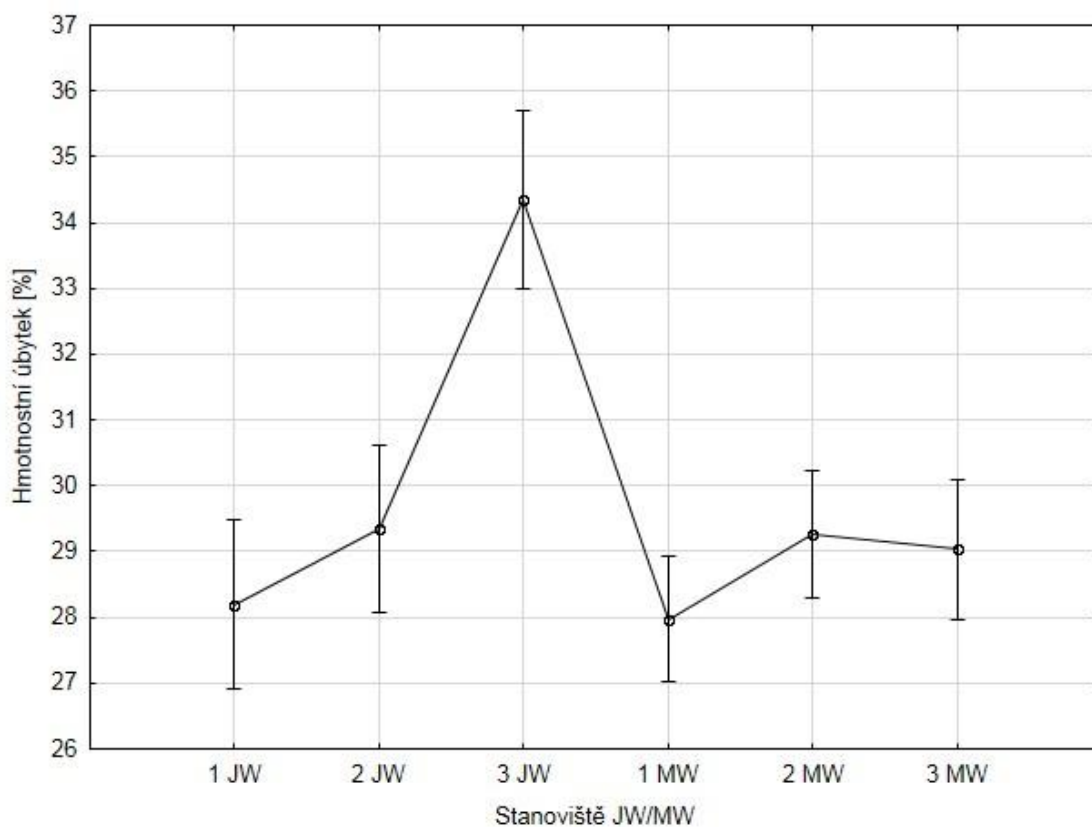
Tab. 16. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků juvenilního a zralého dřeva jednotlivých stanovišť při degradaci dřevomorkou domácí

| | | Stanoviště 1 (SLT 3K) | Stanoviště 2 (SLT 3B) | Stanoviště 3 (SLT 3A) |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Juvenilní dřevo | Střední hodnota [%] | 28,20 | 29,35 | 34,34 |
| | Medián [%] | 28,59 | 29,57 | 34,51 |
| | Směrodatná odchylka [%] | 1,14 | 1,73 | 3,23 |
| | Rozptyl výběru [% ²] | 1,30 | 2,98 | 10,45 |
| | Variační koeficient [%] | 4,04 | 5,88 | 9,41 |
| | Minimum [%] | 26,39 | 26,56 | 29,76 |
| | Maximum [%] | 29,53 | 32,14 | 39,30 |
| | Počet | 9 | 9 | 8 |
| Vyzrálé dřevo | Střední hodnota [%] | 27,98 | 29,27 | 29,03 |
| | Medián [%] | 28,23 | 29,27 | 29,13 |
| | Směrodatná odchylka [%] | 0,77 | 1,82 | 2,49 |
| | Rozptyl výběru [% ²] | 0,59 | 3,31 | 6,19 |
| | Variační koeficient [%] | 2,74 | 6,22 | 8,57 |
| | Minimum [%] | 26,46 | 26,65 | 24,68 |
| | Maximum [%] | 28,99 | 33,85 | 33,58 |
| | Počet | 16 | 16 | 13 |



Obr. 26. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků juvenilního a zralého dřeva v jednotlivých stanovištích při degradaci dřevomorkou domácí

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 27) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma stanovišti existují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích juvenilního a vyztalého dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 17) byly zjištěny následující rozdíly: staticky významné rozdíly byly zjištěny pouze mezi stanovištěm 3 v zóně juvenilního dřeva a všemi ostatními stanovišti v juvenilní i vyztalé zóně.



Obr. 27. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky juvenilního a zralého dřeva jednotlivých stanovišť při degradaci dřevomorkou domácí

Tab. 17. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva v jednotlivých stanovištích při degradaci dřevomorkou domácí

| | 1 JW | 2 JW | 3 JW | 1 MW | 2 MW | 3 MW |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 JW | | 0,801737 | 0,000130 | 0,999796 | 0,764504 | 0,915890 |
| 2 JW | 0,801737 | | 0,000144 | 0,531081 | 0,999999 | 0,999025 |
| 3 JW | 0,000130 | 0,000144 | | 0,000130 | 0,000131 | 0,000131 |
| 1 MW | 0,999796 | 0,531081 | 0,000130 | | 0,412514 | 0,683970 |
| 2 MW | 0,764504 | 0,999999 | 0,000131 | 0,412514 | | 0,999529 |
| 3 MW | 0,915890 | 0,999025 | 0,000131 | 0,683970 | 0,999529 | |

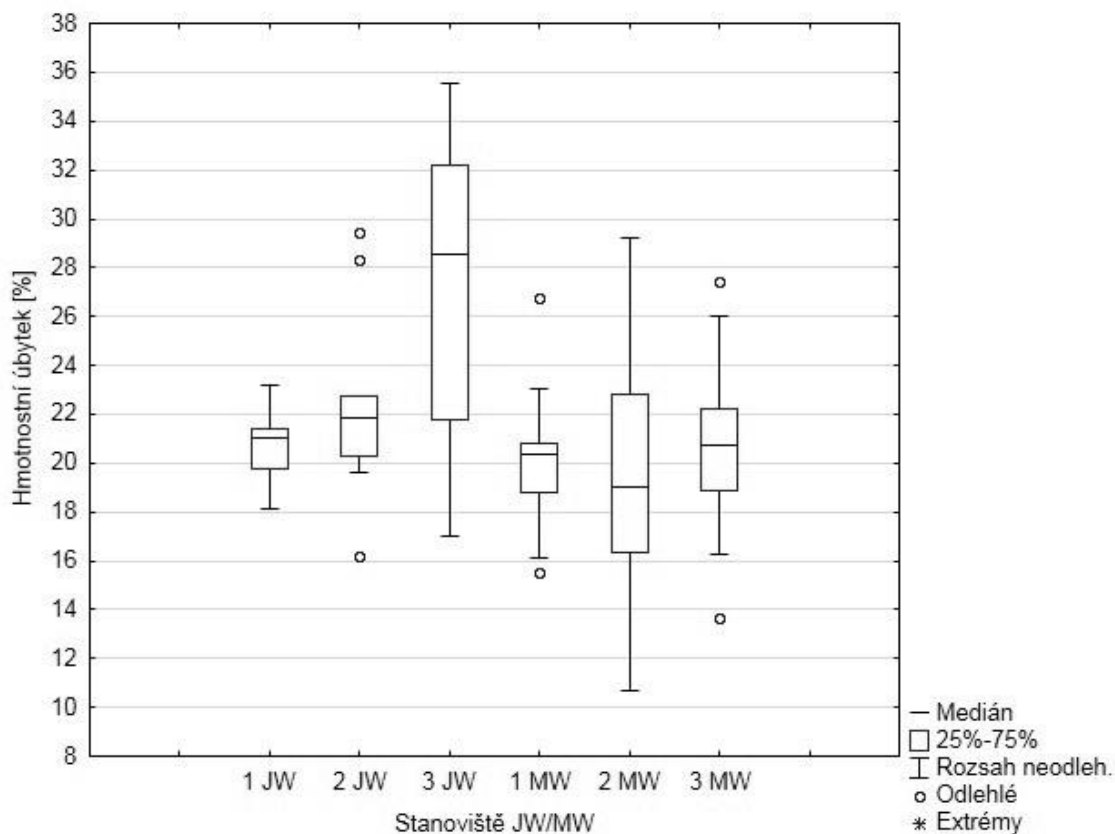
5.1.9. Srovnání hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva dle stanovišť - pórnatka vaillantova

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení procentuálních hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva na jednotlivých stanovištích způsobené houbou dřevomorkou domácí, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Výjimku tvoří stanoviště 3 v juvenilní části, kde byl rozdíl těchto hodnot vyšší. Procentuální hmotnostní úbytky zkušebních vzorků měly poměrně vysokou variabilitu hodnot.

Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva se na jednotlivých stanovištích značně liší. V rámci juvenilního dřeva je nejvyšší střední hodnota na stanovišti 3 na SLT 3A a to 26,9 %, následně na stanovišti 2 na SLT 3B a to 22,49 %. Nejnižší střední hodnota je na stanovišti 1 na SLT 3K a to 20,7 %. Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků v rámci zralého dřeva jsou téměř totožné na všech stanovištích, a to přibližně 20 %. Popisná statistika (Tab. 18) a s ní související krabicový graf (Obr. 28) jednotlivých hustot podle stanovišť jsou znázorněny níže.

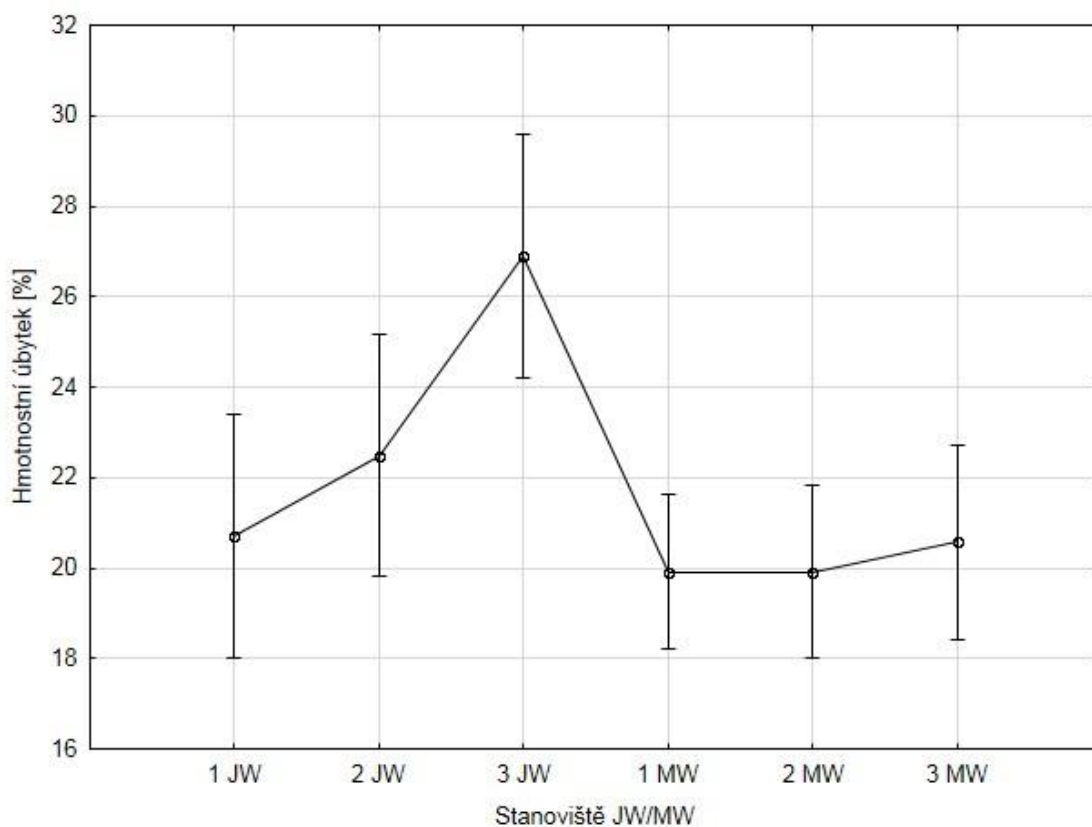
Tab. 18. Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků juvenilního a zralého dřeva jednotlivých stanovišť při degradaci pórnatkou vaillantovou

| | | Stanoviště 1 (SLT 3K) | Stanoviště 2 (SLT 3B) | Stanoviště 3 (SLT 3A) |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Juvenilní dřevo | Střední hodnota [%] | 20,70 | 22,49 | 26,90 |
| | Medián [%] | 21,03 | 21,83 | 28,57 |
| | Směrodatná odchylka [%] | 1,51 | 4,13 | 6,68 |
| | Rozptyl výběru [% ²] | 2,27 | 17,09 | 44,58 |
| | Variační koeficient [%] | 7,27 | 18,38 | 24,82 |
| | Minimum [%] | 18,16 | 16,17 | 17,01 |
| | Maximum [%] | 23,18 | 29,41 | 35,56 |
| | Počet | 9 | 9 | 9 |
| Vyzrálé dřevo | Střední hodnota [%] | 19,91 | 19,92 | 20,58 |
| | Medián [%] | 20,33 | 19,02 | 20,72 |
| | Směrodatná odchylka [%] | 2,38 | 5,00 | 3,57 |
| | Rozptyl výběru [% ²] | 5,64 | 24,98 | 12,75 |
| | Variační koeficient [%] | 11,93 | 25,09 | 17,35 |
| | Minimum [%] | 15,50 | 10,70 | 13,64 |
| | Maximum [%] | 26,73 | 29,24 | 27,44 |
| | Počet | 22 | 18 | 14 |



Obr. 28. Krabicový graf procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků juvenilního a zralého dřeva v jednotlivých stanovištích při degradaci pórnatkou vaillantovou

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (obr. 29) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma stanovišti existují statisticky významné rozdíly v procentuálních hmotnostních úbytcích juvenilního a vyztalého dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (tab. 19) byly zjištěny následující rozdíly: staticky významné rozdíly byly zjištěny mezi stanovištěm 3 v zóně juvenilního dřeva a všemi ostatními stanovišti v juvenilní i vyztalé zóně, krom stanoviště 2 v juvenilní zóně dřeva.



Obr. 29. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – procentuální hmotnostní úbytky juvenilního a zralého dřeva jednotlivých stanovišť při degradaci pórnatkou vaillantovou

Tab. 19. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků juvenilního a zralého dřeva v jednotlivých stanovištích při degradaci pórnatkou vaillantovou

| | 1 JW | 2 JW | 3 JW | 1 MW | 2 MW | 3 MW |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 JW | | 0,934406 | 0,020141 | 0,996320 | 0,996943 | 1,000000 |
| 2 JW | 0,934406 | | 0,199775 | 0,591185 | 0,625848 | 0,875708 |
| 3 JW | 0,020141 | 0,199775 | | 0,000645 | 0,000974 | 0,005961 |
| 1 MW | 0,996320 | 0,591185 | 0,000645 | | 1,000000 | 0,996716 |
| 2 MW | 0,996943 | 0,625848 | 0,000974 | 1,000000 | | 0,997421 |
| 3 MW | 1,000000 | 0,875708 | 0,005961 | 0,996716 | 0,997421 | |

5.2. Hustota dřeva

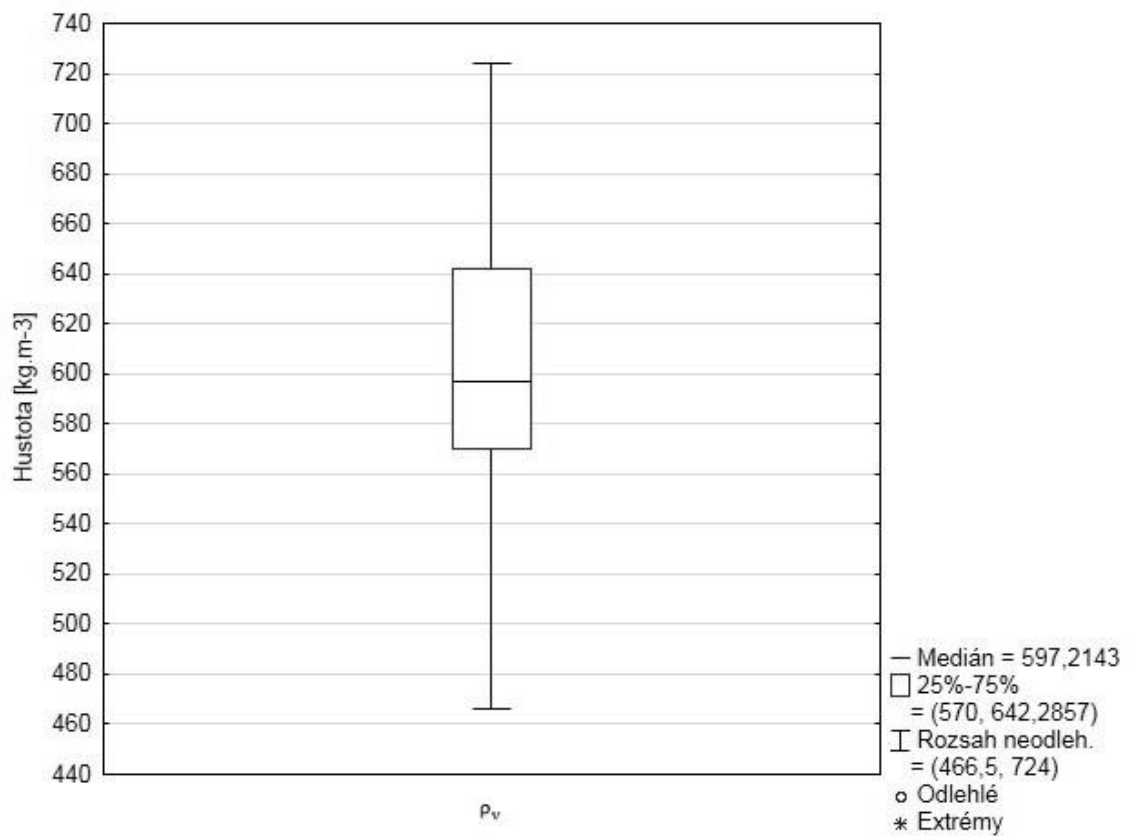
5.2.1. Hustota dřeva ze všech stanovišť

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení hustot, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Taktéž byla zjištěna velmi nízká variabilita hodnot hustoty.

Průměrná hodnota hustoty je $600,85 \text{ kg.m}^{-3}$ po klimatizaci v pokojových podmínkách při 10,5 % vlhkosti (ρ_v). Popisná statistika (Tab. 20) a s ní související krabicový graf (Obr. 30) jednotlivých hustot jsou znázorněny níže.

Tab. 20. Popisná statistika hustoty dřeva douglasky při vlhkosti 10,5 % ze všech stanovišť

| | ρ_v |
|--|----------|
| Střední hodnota [kg.m^{-3}] | 600,85 |
| Medián [kg.m^{-3}] | 597,21 |
| Směrodatná odchylka [kg.m^{-3}] | 56,59 |
| Rozptyl výběru [$\text{kg}^2.\text{m}^{-6}$] | 3202,98 |
| Variační koeficient [%] | 9,42 |
| Minimum [kg.m^{-3}] | 466,50 |
| Maximum [kg.m^{-3}] | 724,00 |
| Počet | 241 |



Obr. 30. Krabicový graf hustoty dřeva douglasky při vlhkosti 10,5 % ze všech stanovišť

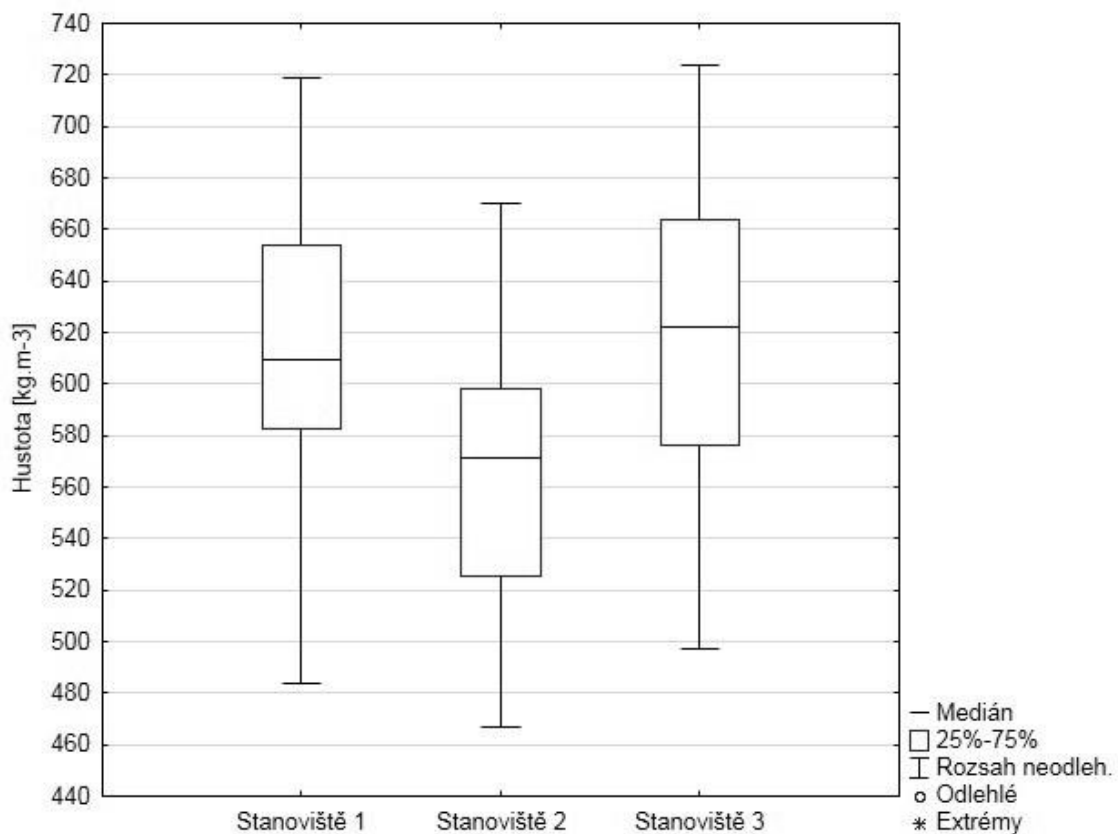
5.2.2. Variabilita hustoty dřeva dle stanovišť

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení hustot po poloměru kmene ze všech stanovišť při vlhkosti dřeva 10,5 %, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Taktéž byla zjištěna velmi nízká variabilita hodnot hustoty v jednotlivých stanovištích.

Je zřejmé, že se střední hodnoty hustoty dřeva douglasky ze stanoviště 1 a 3 se odlišují vyšší hustotou od stanoviště 2. Nejvyšší střední hodnota hustoty dřeva je na stanovišti 3 na SLT 3A a to $619,26 \text{ kg.m}^{-3}$, následně na stanovišti 1 na SLT 3K a to $617,22 \text{ kg.m}^{-3}$. Nejnižší střední hodnota hustoty dřeva je na stanovišti 2 na SLT 3B a to $565,48 \text{ kg.m}^{-3}$. Popisná statistika (Tab. 21) a s ní související krabicový graf (Obr. 31) jednotlivých hustot po poloměru kmene jsou znázorněny níže.

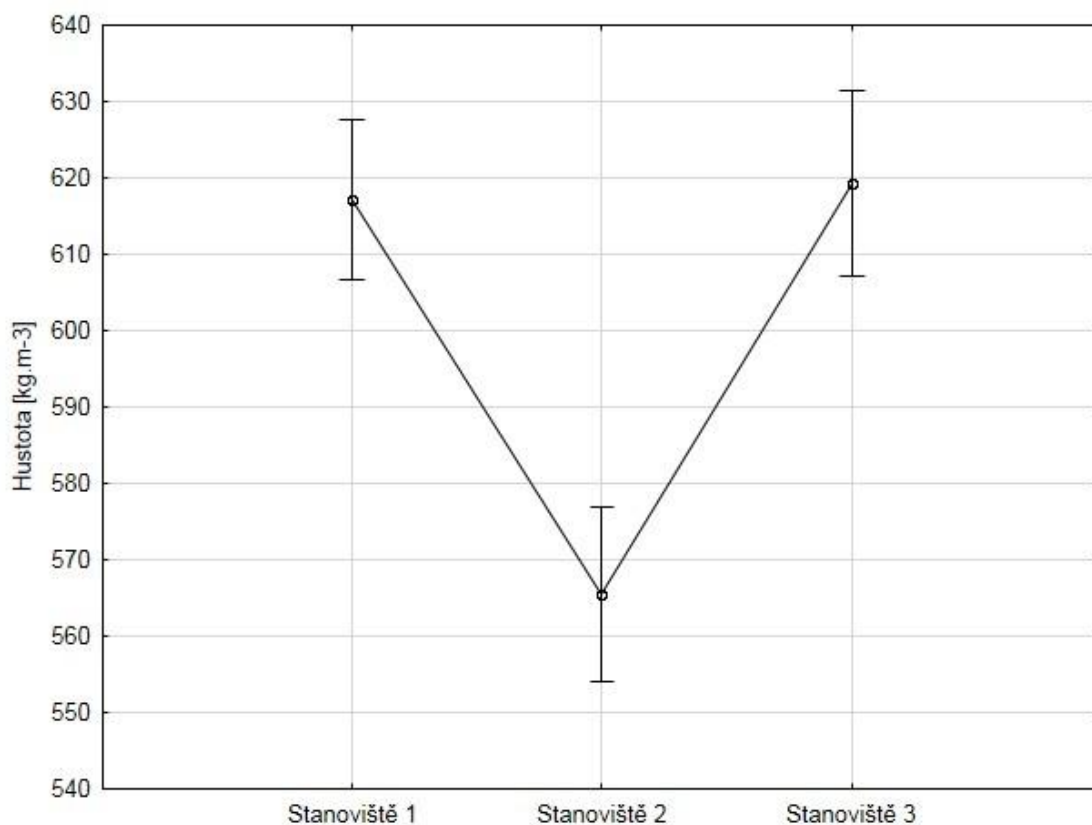
Tab. 21. Popisná statistika hustoty dřeva douglasky jednotlivých stanovišť při vlhkosti 10,5 %

| | Stanoviště 1 (SLT 3K) | Stanoviště 2 (SLT 3B) | Stanoviště 3 (SLT 3A) |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Střední hodnota [kg.m^{-3}] | 617,22 | 565,48 | 619,26 |
| Medián [kg.m^{-3}] | 617,2151 | 565,4864 | 619,264 |
| Směrodatná odchylka [kg.m^{-3}] | 48,67822 | 49,0525 | 56,35199 |
| Rozptyl výběru [$\text{kg}^2.\text{m}^{-6}$] | 2369,569 | 2406,147 | 3175,547 |
| Variační koeficient [%] | 7,886751 | 8,674389 | 9,099834 |
| Minimum [kg.m^{-3}] | 483,7143 | 466,5 | 497,3571 |
| Maximum [kg.m^{-3}] | 718,5714 | 669,9286 | 724 |
| Počet | 93 | 79 | 69 |



Obr. 31. Krabicový graf hustoty dřeva douglasky jednotlivých stanovišť při vlhkosti 10,5 %

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (Obr. 32) bylo zjištěno, že alespoň mezi dvěma stanovišti existují statisticky významné rozdíly v hustotě dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (Tab. 22) byly zjištěny následující rozdíly: statisticky významné rozdíly nebyly zjištěny mezi stanovišti 1 a 3, stanoviště 2 se však liší od předešlých.



Obr. 32. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – hustoty jednotlivých stanovišť při vlhkosti 10,5 %

Tab. 22. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot hustoty při vlhkosti 10,5 % mezi jednotlivými stanovišti

| | Stanoviště 1 | Stanoviště 2 | Stanoviště 3 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Stanoviště 1 | | 0,000022 | 0,965525 |
| Stanoviště 2 | 0,000022 | | 0,000022 |
| Stanoviště 3 | 0,965525 | 0,000022 | |

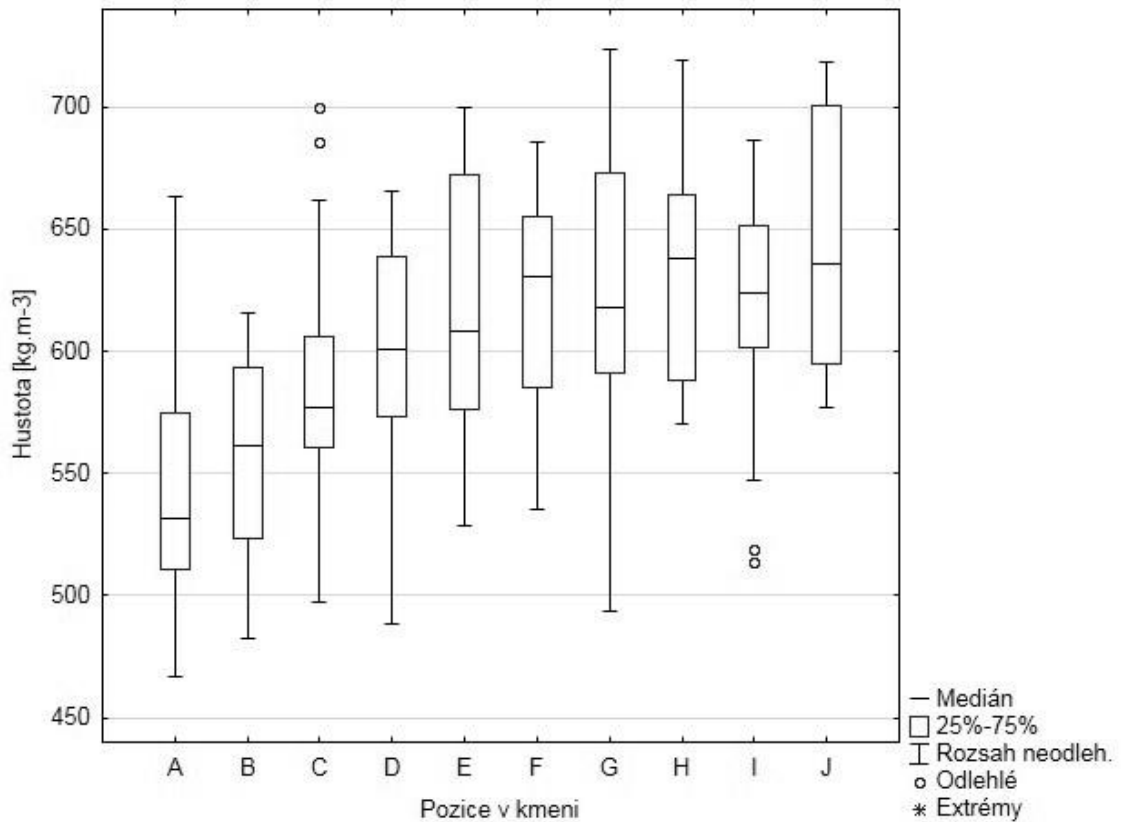
5.2.3. Variabilita hustoty dřeva po poloměru kmene ze všech stanovišť

Bylo zjištěno poměrně rovnoměrné rozložení hustot po poloměru kmene v jednotlivých pozicích ze všech stanovišť při vlhkosti dřeva 10,5 %, čemuž odpovídají podobné hodnoty mediánu a středních hodnot. Nacházejí se zde však odlehle hodnoty, které by bylo vhodné odstranit k dosažení lepších výsledků. Taktéž byla zjištěna velmi nízká variabilita hodnot hustoty v jednotlivých pozicích.

Je zřejmé, že se střední hodnoty hustoty zóny juvenilního dřeva (pozice A, B, případně i C) odlišují nižší hustotou od zóny zralého dřeva a zóny běle (pozice I, J, na užších kmenech i pozice H). Střední hodnoty hustoty dřeva jednotlivých pozic vykazují rostoucí trend až po sekci H, kde dosahují středních hodnot hustoty $618,31 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Následně trend klesá v pozici I a poté opět mírně roste v pozici J, kde dosahuje nejvyšší střední hodnoty hustoty $646,36 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Popisná statistika (Tab. 23) a s ní související krabicový graf (Obr. 33) jednotlivých hustot po poloměru kmene jsou znázorněny níže.

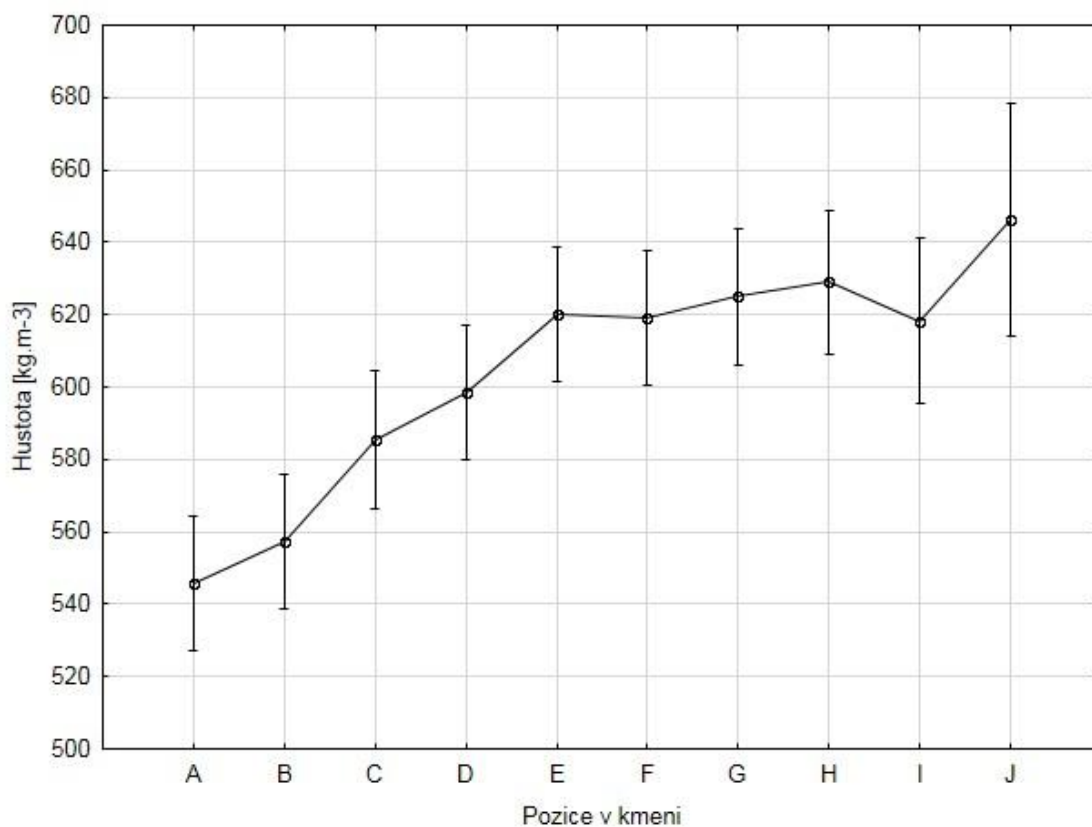
Tab. 23. Popisná statistika hustoty dřeva douglasky po poloměru kmene při vlhkosti 10,5 % – všechna stanoviště

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Střední hodnota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] | 545,64 | 557,35 | 585,49 | 598,66 | 620,05 | 619,03 | 625,03 | 629,01 | 618,31 | 646,36 |
| Medián [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] | 531,36 | 561,07 | 576,93 | 601,00 | 608,00 | 630,64 | 617,61 | 638,21 | 623,96 | 635,79 |
| Směrodatná odchylka [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] | 51,65 | 40,88 | 49,19 | 43,78 | 50,75 | 41,07 | 64,75 | 44,10 | 49,82 | 53,70 |
| Rozptyl výběru [$\text{kg}^2\cdot\text{m}^{-6}$] | 2667,87 | 1671,21 | 2419,36 | 1916,83 | 2575,66 | 1686,71 | 4192,91 | 1944,56 | 2481,56 | 2883,45 |
| Variační koeficient [%] | 9,47 | 7,33 | 8,40 | 7,31 | 8,19 | 6,63 | 10,36 | 7,01 | 8,06 | 8,31 |
| Minimum [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] | 466,50 | 482,43 | 497,36 | 488,43 | 528,86 | 535,43 | 493,57 | 570,64 | 513,43 | 576,64 |
| Maximum [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$] | 663,21 | 615,50 | 699,64 | 665,64 | 699,86 | 685,57 | 724,00 | 719,21 | 686,14 | 718,57 |
| Počet | 27 | 27 | 26 | 27 | 27 | 27 | 26 | 24 | 18 | 9 |



Obr. 33. Krabicový graf hustoty dřeva douglasky po poloměru kmene při vlhkosti 10,5 % – všechna stanoviště

Statistickým šetřením pomocí jednofaktorové ANOVY (Obr. 34) bylo zjištěno, že mezi jednotlivými pozicemi v kmenech existují statisticky významné rozdíly v hustotě dřeva. Aplikací Tukeyho metody mnohonásobného porovnávání (Tab. 24) byly zjištěny následující rozdíly: statisticky významné rozdíly nebyly zjištěny mezi pozicemi A, B a C (zóna juvenilního dřeva), pozice C se liší pouze od pozice J, pozice D se liší pouze od pozice A, pozice E až J se liší od pozic A a B, mezi sebou se však neliší, a pozice J se liší od pozic A až C.



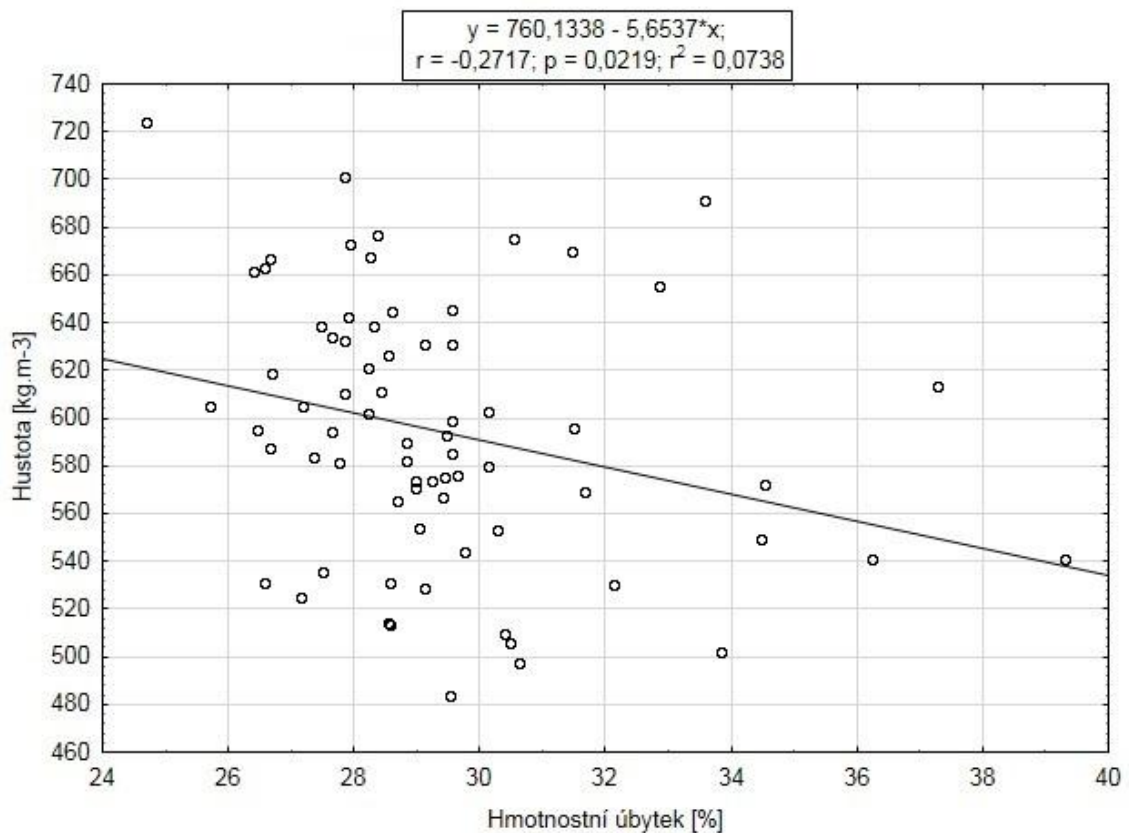
Obr. 34. Grafické vyjádření analýzy rozptylu (ANOVA) – hustoty po poloměru kmene ve všech stanovištích při vlhkosti 10,5 %

Tab. 24. Výsledky Tukeyho metody mnohonásobného porovnání středních hodnot hustoty při vlhkosti 10,5 % mezi jednotlivými sekcemi

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A | | 0,997141 | 0,090650 | 0,002890 | 0,000013 | 0,000014 | 0,000013 | 0,000013 | 0,000059 | 0,000016 |
| B | 0,997141 | | 0,536217 | 0,061561 | 0,000124 | 0,000174 | 0,000034 | 0,000020 | 0,001830 | 0,000114 |
| C | 0,090650 | 0,536217 | | 0,993562 | 0,235257 | 0,274905 | 0,103926 | 0,054780 | 0,469804 | 0,043724 |
| D | 0,002890 | 0,061561 | 0,993562 | | 0,847706 | 0,882244 | 0,630122 | 0,453218 | 0,950273 | 0,254338 |
| E | 0,000013 | 0,000124 | 0,235257 | 0,847706 | | 1,000000 | 0,999998 | 0,999736 | 1,000000 | 0,929672 |
| F | 0,000014 | 0,000174 | 0,274905 | 0,882244 | 1,000000 | | 0,999990 | 0,999364 | 1,000000 | 0,912241 |
| G | 0,000013 | 0,000034 | 0,103926 | 0,630122 | 0,999998 | 0,999990 | | 1,000000 | 0,999989 | 0,982369 |
| H | 0,000013 | 0,000020 | 0,054780 | 0,453218 | 0,999736 | 0,999364 | 1,000000 | | 0,999524 | 0,996366 |
| I | 0,000059 | 0,001830 | 0,469804 | 0,950273 | 1,000000 | 1,000000 | 0,999989 | 0,999524 | | 0,927464 |
| J | 0,000016 | 0,000114 | 0,043724 | 0,254338 | 0,929672 | 0,912241 | 0,982369 | 0,996366 | 0,927464 | |

5.3. Závislost přirozené trvanlivosti na hustotě dřeva

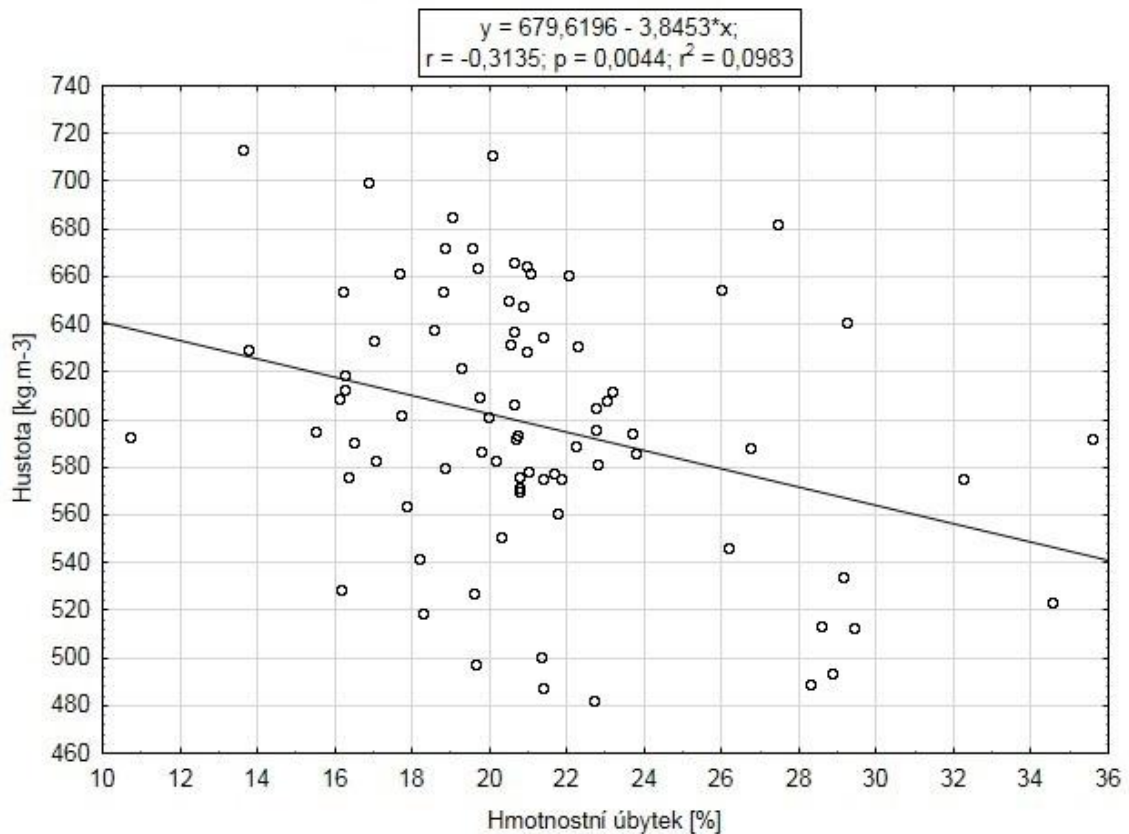
5.3.1. Dřevomorka domácí



Obr. 35. Korelační a regresní analýza mezi hmotnostními úbytky a hustotou dřeva – dřevomorka domácí

Graf korelační analýzy (Obr. 35) ukazuje, že s rostoucí hodnotou hustoty dřeva se zmenšuje jeho hmotnostní úbytek při degradaci houbou dřevomorkou domácí. Korelační koeficient $r = -0,2717$ určuje, že se jedná o nízkou závislost. Koeficient determinace $r^2 = 0,0738$ vyjadřuje, že 7,38 % klesajících hmotnostních úbytků je zapříčiněno rostoucími hodnotami hustoty. Zbýlých 92,62 % hmotnostních úbytků je způsobeno jinými vlivy.

5.3.2. Pórnatka vaillantova



Obr. 36. Korelační a regresní analýza mezi hmotnostními úbytky a hustotou dřeva – pórnatka vaillantova

Graf korelační analýzy (Obr. 36) ukazuje, že s rostoucí hodnotou hustoty dřeva se zmenšuje jeho hmotnostní úbytek při degradaci houbou pórnatkou vaillantovou. Korelační koeficient $r = -0,3135$ určuje, že se jedná o nízkou závislost. Koeficient determinace $r^2 = 0,0983$ vyjadřuje, že 9,83 % klesajících hmotnostních úbytků je zapříčiněno rostoucími hodnotami hustoty. Zbylých 90,17 % hmotnostních úbytků je způsobeno jinými vlivy.

6. DISKUZE

Přirozená trvanlivost

Přirozená trvanlivost dřeva douglasky tisolisté byla hodnocena pomocí procentuálního hmotnostního úbytku dřeva. Jednotlivé vzorky dřeva byly vystaveny působení dvou dřevokazných hub hnědého tlení, dřevomorky domácí (*Serpula lacrymans*) a pórnatky vaillantové (*Fibroporia vaillantii*).

Minimální procentuální hmotnostní úbytek ze všech borovicových referenčních vzorků byl při degradaci dřevomorkou domácí pouze 0,61 %. Dle normy ČSN EN 113 je test trvanlivosti platný, pokud u všech borovicových referenčních vzorků překročí naměřený procentuální hmotnostní úbytek 20 %. Tato podmínka byla ve většině případů splněna, pouze u 5 referenčních vzorků byla nižší. Zkušební vzorky uložené v baňkách s těmito nevyhovujícími referenčními vzorky musí být z testu trvanlivosti vyřazeny, aby se dal tento test považovat za platný.

Minimální procentuální hmotnostní úbytek ze všech borovicových referenčních vzorků byl při degradaci pórnatkou vaillantovou 16,65 %. Dle normy ČSN EN 113 je test trvanlivosti platný, pokud u všech borovicových referenčních vzorků překročí naměřený procentuální hmotnostní úbytek 15 %. Tato podmínka byla v našem případě splněna, tudíž můžeme považovat test za platný.

Střední hodnota zjištěných procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků dřeva douglasky v této práci je 26,49 % při degradaci dřevomorkou domácí a 21,18 % při degradaci pórnatkou vaillantovou. Hastrup et al. (2005) zjistili střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků 27,7 % pro dřevo douglasky při degradaci dřevomorkou domácí. Podobné hodnoty zjistili Acker et al. (2003), a to 25,8 %. Procentuální hmotnostní úbytky při degradaci pórnatkou vaillantovou byly zjištěny 19,1 % (Acker et al., 2003), dále 20,9 % (Pollet et. al, 2013) a 19,8 % (Winandy, 1993). Odchylky procentuálních hmotnostních úbytků dřeva douglasky mohou být zapříčiněny hlavně odlišnou hustotou jednotlivých vzorků a odlišným podílem jarního a letního dřeva napříč letokruhu.

Pro hmotnostní úbytky dřeva douglasky způsobené dřevomorkou domácí bylo statistickým šetřením zjištěno, že procentuální hmotnostní úbytky stanoviště 1 na SLT 3K se liší od obou stanovišť 2 na SLT 3B a 3 na SLT 3A. Na stanovištích 2 a 3 se procentuální hmotnostní úbytky vzájemně neliší. Nejnižší hmotnostní úbytky byly

zjištěny na stanovišti 1 a to 27,35 %. Následně pak byly nejnižší hmotnostní úbytky na stanovišti 2. Podobná závislost procentuálních hmotnostních úbytků na stanovišti byla zjištěna i pro houbu pórnatkou vaillantovou. Nejnižší hmotnostní úbytky byly zjištěny opět na stanovišti 1 a to 20,14 %. Hmotnostní úbytky na stanoviště 2 se od stanoviště 1 příliš neliší. Z hlediska přirozené trvanlivosti vůči oběma houbám vychází nejhůře stanoviště 3.

Z toho lze usuzovat, že nejlepší přirozenou trvanlivost vůči oběma houbám bude mít dřevo rostoucí v podobných podmínkách jako stanoviště 1 na SLT 3K, tedy na kyselých půdách, většinou dobře provzdušněných, se zhoršenou humifikací a zhoršeným vodním režimem. Následují půdy na SLT 3B, které jsou minerálně bohaté, mírně šterkovité, typu mezotrofní až eutrofní hnědé půdy, dobře provzdušněné, převážně s příznivou vlhkostí, dobrou humifikací a bez příkrých svahů a výrazných terénů. Nejhorší přirozenou trvanlivost bude vykazovat dřevo douglasky na SLT 3A, tedy kamenitých půdách a zahliněných sutích. Timko (2015) zjistil, že na SLT 3K má dřevo nejširší letokruhy, následně SLT 3B. Naopak na SLT 3A má letokruhy nejužší. Z toho důvodu se lze domnívat, že SLT 3K a SLT 3B nabízí lepší podmínky růstu dřeva douglasky z hlediska přírůstu. V našich podmínkách jsou pro růst douglasky ideální zejména středně bohatá stanoviště svěžích dubových bučin (3S), svěžích bučin (4S) a svěžích jedlových bučin (5S). Velmi dobře roste také na živných stanovištích bohatých bukových doubrav až bohatých jedlových bučin (2B, 3B, 4B,5B) a svědčí jí i bohatá hlinitá stanoviště dubových bučin až jedlových bučin (3H, 4H, 5H). Na těchto stanovištích je tedy předpoklad dobrého růstu dřeva douglasky s širšími letokruhy.

Vysoká trvanlivost mnoha našich dřevin vůči biologickým škůdcům je daná přítomností různých extraktivních látek (Antwi-Boasiako et al., 2004; Kazemi 2003). Větší zastoupení těchto extraktivních látek pozitivně přispívá k vyšší přirozené trvanlivosti dřeva. Taylor et. al (2003) zjistili, že vyšší podíl extraktivních látek obsahuje dřevo douglasky s širšími letokruhy. Z toho plyne, že dřevo s širšími letokruhy rostoucí na optimálních stanovištích pro růst dřeva douglasky, jak bylo zmíněno výše, poskytuje dřevo s větší přirozenou trvanlivostí než dřevo douglasky rostoucí v horších podmínkách.

Jelikož jsou v jednotlivých lesních vegetačních stupních přibližně stejné klimatické podmínky (nadmořská výška, průměrné roční teploty, srážky, vegetační doba) a půdní složení, nevyskytují se mezi kmeny z jednotlivých stanovišť výrazné rozdíly mezi procentuálními hmotnostními úbytky. To značí, že přirozená trvanlivost dřeva ze stejného

stanoviště bude téměř totožná. Na tento fakt poukazují statistická šetření pomocí ANOVY (Obr. 15 a Obr. 17) a Tukeyho testů (Tab. 5 a Tab. 7).

Vlastnosti dřeva po poloměru kmene se výrazně mění. Výjimkou není ani přirozená trvanlivost. Obecně platí, že bělové dřevo je zpravidla méně odolné oproti jádrovému. Rozdíly však nacházíme i uvnitř jádra. Tuto skutečnost poukazuje na přítomnost juvenilního dřeva uprostřed kmene.

Z výsledků procentuálních hmotnostních úbytků mezi juvenilním a zralým dřevem však nebyla tato závislost zcela průkazná u stanovišť 1 a 2, kde rozdíly středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků mezi zónou juvenilního a zralého dřeva jsou pouze okolo 1 %. Výjimku tvoří stanoviště 3, u kterého byly zjištěny statisticky výraznější rozdíly, na což poukazuje šetření pomocí ANOVY (Obr. 27 a Obr. 29) a Tukeyho testů (Tab. 17 a Tab. 19). U tohoto stanoviště tvoří rozdíl středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků při degradaci dřeva dřevomorkou domácí 5,31 %, při degradaci dřeva pórnatkou vaillantovou 6,32 %.

Podobně je tomu i u jednotlivých pozic po poloměru kmene. Střední hodnoty procentuálních hmotnostních úbytků mají sice tendenci klesat od dřevě směrem k vnějšímu okraji kmene (bělová část), rozdíly jednotlivých pozic však nejsou příliš velké. Jelikož sekce J v zóně běle obsahuje malé množství vzorků, nemůžeme ji tedy brát zcela objektivně. Proto největší rozdíl středních hodnot procentuálních hmotnostních úbytků při degradaci dřevomorkou domácí je pouze 2,97 % mezi sekcí A v juvenilní zóně a sekcí E ve vyvrálé části dřeva. Při degradaci pórnatkou vaillantovou je tento rozdíl 7,39 % mezi sekcí A v juvenilní zóně a sekcí H ve vyvrálé části dřeva. Stejnou závislost procentuálních hmotnostních úbytků na pozici v kmeni zjistili i Pollet et. al (2013). Jejich výzkum prokázal u houby pórnatky vaillantové, že v juvenilní zóně dřeva byl procentuální hmotnostní úbytek 21,2 %, ve vyvrálém dřevě činil tento úbytek 18,8 %.

Hustota dřeva douglasky

Hustota dřeva douglasky tisolisté při vlhkosti 0 % je v literatuře uváděna od 500 kg.m⁻³ (Simpson, 1999) do 530 kg.m⁻³ (Meier, 2015). Zjištěná hustota při vlhkosti 10,5 % činí 600,85 kg.m⁻³. Tyto hodnoty jsou v porovnání se zjištěnou střední hodnotou hustoty v této práci nižší. Důvodem je, že autoři uvádějí hustotu absolutně suchého dřeva při 0 % vlhkosti. Kolman (1951) uvádí hustotu při 12 % vlhkosti dřeva 565 kg.m⁻³. Pro vlhkost 12 % dále uvádí rozmezí hustot Wagenfür (2007) od 350 do

750 kg.m⁻³, se střední hodnotou hustoty 510 kg.m⁻³. Do tohoto rozmezí se naměřené hodnoty zařadí, jsou však vyšší než naměřená střední hodnota hustoty. Důvodem vyšších naměřených hustot může být odlišnost odběrových lokalit vzorků a různé půdní složení a atmosférické podmínky těchto lokalit. Dále mohou být rozdíly způsobené odlišným umístěním vzorků dřeva po poloměru kmene i výškově.

Nejvyšší hodnota hustoty při vlhkosti dřeva 10,5 % byla zjištěna na stanovišti SLT 3A, která činí 619,26 kg.m⁻³. Hustota na stanovišti SLT 3K je velmi podobná, a to 617,22 kg.m⁻³. Průša (2001) zkoumal relativní produkční potenciál na jednotlivých souborech lesních typů, a došel k závěru, že tento produkční potenciál je srovnatelný na SLT 3A a SLT 3K. Toto bylo potvrzeno z našich měření, kde střední hodnoty hustoty obou stanovišť jsou téměř totožné. Rozdíly se však vyskytují mezi těmito dvěma stanovišti a stanovištěm na SLT 3B, které produkuje dřevo o hustotě 565,48 kg.m⁻³, což je přibližně o 50 kg.m⁻³ méně. Důvodem bude pravděpodobně odlišná struktura dřeva na jednotlivých stanovištích, především pak podíl jarního a letního dřeva a šířka letokruhu.

Změny v hustotě dřeva douglasky jsou patrné i po poloměru kmene. Obecně platí, že s rostoucí vzdáleností dřeva od dřeně ke kambiu roste jeho hustota. Tuto závislost uvedl McKimmy (1959) ve své práci a plně tak koresponduje s naměřenými hodnotami napříč poloměrem kmene na jednotlivých stanovištích, což zobrazuje popisná statistika (Tab. 23) a krabicový graf (Obr. 33). Dále bylo zjištěno, že střední hodnota hustoty dřeva je nejnižší v juvenilní části dřeva, tedy v sekcích A, B a C, které jsou rozdílné od ostatních sekcí v kmeni. Podobný závěr měl také Littleford (1961), který uvádí nižší hustoty dřeva v juvenilní části oproti vzorkům pocházející z vyzrálé části dřeva. Víceru autorů potvrzuje, že nejnižších hustot dosahuje dřevo právě v juvenilní části dřeva, např. Horn (2009), Krahmer (1986) a Pearson (1984). Lze to tedy považovat jako obecně platný fakt. Průměrná hustota v juvenilní části dřeva se v literatuře uvádí 395 – 460 kg.m⁻³, v zóně vyzrálého dřeva je hodnota hustoty 450 – 500 kg.m⁻³ (Jozsa, 1995). V porovnání s výsledky hustot juvenilního a zralého dřeva jsou naměřené hodnoty hustoty ze všech stanovišť vyšší a jejich rozdíl je v některých případech o více než 100 kg.m⁻³. Za hlavní příčiny tohoto rozdílu může být považována rozdílná šířka letokruhů, podíl jarního a letního dřeva a odlišné stanovištní podmínky růstu dřeva douglasky měřených vzorků.

Závislost přirozené trvanlivosti na hustotě dřeva

Jednotlivé korelační a regresní analýzy (Obr. 35 a Obr. 36) prokázaly nízkou závislost hustoty na přirozenou trvanlivost dřeva douglasky. Jedná se o přímou úměrnost. Z výsledků je možné předpokládat, že s rostoucí hustotou dřeva douglasky tisolisté se bude zvyšovat i jeho přirozená trvanlivost. Tato závislost však není příliš silná. Ke stejným výsledkům dospěli i Pollet et. al (2013).

Na hustotu má největší vliv šířka letokruhů a podíl letního dřeva v letokruhu. Bylo zjištěno, že s rostoucí šířkou letokruhu klesá hustota dřeva a naopak roste se zvyšujícím se podílem letního dřeva (Timko, 2015). Můžeme tedy předpokládat, že dřevo s širokými letokruhy bude mít menší přirozenou trvanlivost oproti dřevu s úzkými letokruhy. Naproti tomu však dřevo s širokými letokruhy obsahuje vyšší podíl extraktivních látek, které mají na přirozenou trvanlivost značný vliv. Proto je závislost přirozené trvanlivosti na hustotě dřeva poměrně nízká.

7. Závěr

Experimentálně byl stanoven vliv stanoviště na přirozenou trvanlivost dřeva douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*). Bylo prokázáno, že jednotlivá stanoviště mají značný vliv na přirozenou trvanlivost. Pro růst dřeva s nejlepší přirozenou trvanlivostí vůči dřevokazným houbám hnědého tlení bude mít dřevo rostoucí v podobných podmínkách jako stanoviště 1 na SLT 3K, tedy na kyselých půdách, většinou dobře provzdušněných, se zhoršenou humifikací a zhoršeným vodním režimem. Následují půdy na SLT 3B, které jsou minerálně bohaté, mírně šterkovité, typu mezotrofní až eutrofní hnědé půdy, dobře provzdušněné, převážně s příznivou vlhkostí, dobrou humifikací a bez příkrých svahů a výrazných terénů. Nejhorší přirozenou trvanlivost bude vykazovat dřevo na SLT 3A, tedy kamenitých půdách a zahliněných sutích.

V další části byl stanoven vliv pozice v kmeni na přirozenou trvanlivost dřeva. Bylo zjištěno, že přirozená trvanlivost dřeva mírně roste od dřeně směrem k vnějšímu okraji kmene (bělová část). Rozdíly přirozené trvanlivosti mezi jednotlivými pozicemi po poloměru kmene však nejsou příliš velké. Stejná závislost platí i mezi juvenilním a vyzrálým dřevem, kde juvenilní dřevo má mírně menší trvanlivost oproti dřevu vyzrálému.

Dále byla zkoumána hustota dřeva douglasky. Průměrná hustota dřeva douglasky (ρ_v) činí $600,85 \text{ kg.m}^{-3}$. Stanoviště 1 vykazuje průměrnou hodnotu hustoty $617,21 \text{ kg.m}^{-3}$, podobně stanoviště 3 s hustotou $619,29 \text{ kg.m}^{-3}$. Stanoviště 2 vykazuje nižší hodnotu hustoty $565,48 \text{ kg.m}^{-3}$. Rozdíl v hustotě dřeva mezi stanovišti byl vyhodnocen jako statisticky významný, z čehož plyne, že stanovištní podmínky ovlivňují hustotu dřeva douglasky. Hustota po poloměru kmene se značně liší. Hustota dřeva mírně roste od dřeně směrem ke kambiu.

V poslední řadě, byla stanovena závislost mezi hustotou a přirozenou trvanlivostí dřeva. Byla zjištěna nízká závislost, kdy dřevo s vyšší hustotou má větší přirozenou trvanlivost.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že jsme schopni stanovit přirozenou trvanlivost na základě znalostí stanovištních podmínek růstu dřeva douglasky.

8. Summary

The location influence on Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) wood natural durability was determined. It has been shown that all the individual locations have significant impact on the wood's natural durability. The best natural durability against wood-decaying fungi of brown rot was observed at the wood growing at similar conditions as those at the location 1 on SLT 3K, thus in acidic soil, mostly well aerated, with worsened humification and water regime. Followed by soils on SLT 3B that are rich in minerals, slightly gravelly, mesotrophic to eutrophic types of brown soil, well aerated, mostly with appropriate humidity, with good humification and without steep slopes, not on significantly variable terrain. The worst natural durability was observed at the wood on SLT 3A which is on stony soil and earthed debris.

In the next part, the influence on the wood natural durability based on the sample position within the trunk was determined. It has been observed that the natural durability is slightly increasing in the direction from the core of the trunk to the outer surface (softwood), however these differences in durability among each of the sample's position within the radius of the trunk are not very significant. The same trend was observed between juvenile and mature wood, where the juvenile wood has slightly worse durability compared to the mature one.

Next, the Douglas fir wood density was determined. Average density of the Douglas fir wood was $600,85 \text{ kg.m}^{-3}$. The location 1 had the average density of $617,21 \text{ kg.m}^{-3}$, similarly the location 3 with average density of $619,29 \text{ kg.m}^{-3}$. The location 2 exhibited lower value of density of $565,48 \text{ kg.m}^{-3}$. The difference in density among each of the locations was evaluated as statistically significant implying that different locations influence the wood density of the Douglas fir. The density within the radius of the trunk varies greatly. The density rises slightly from the core to the cambium.

In the end, the dependence between the wood density and the natural durability was determined. It was concluded that there is low dependence between these two while the wood that has higher density is more naturally durable.

From these results, we can claim that we are able to determine the natural durability based on the knowledge of the location's growth conditions of the Douglas fir wood.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABDEL-GADIR, A. Y., KRAHMER, R. L. *Estimating the age of demarcation of juvenile and mature wood on Douglas-fir*. Wood and fiber science, 1993, č. 25, s. 242 – 249

ACKER, J., STEVENS, M., CAREY, J., SIERRA-ALVAREZ, R., MILITZ, H., BAYON, I., KLEIST, G., PEEK, R. D. *Biological durability of wood in relation to end-use*. Holz als roh werkstoff 61, Springer-Verlag, 2003, s. 35 –45.

ANTWI-BOASIAKO, C., POTKAN, A., BUCK, M. (2004): *The influence of extractives on natural durability of selected Ghanaian hardwoods*. IRG/WP/04-10530, 21 s.

ATMER, B., THÖRNQVIST, T. *Fiberegenskaper i gran (Picea abies (L.) Karst) och tall (Pinus sylvestris L.)*. Uppsala, Swedish university of Angricultural sciences, Department of wood technology, 1982, č. 134

BAIER, J., TÝN, Z. *Ochrana dřeva*. Praha, Grada Publishing, 1996, 96 s. ISBN 80-7169-275-1

BALABÁN, K., KOTLABA, F. *Atlas dřevokazných hub*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1970, 133 s. ISBN 07-028-70

BECH-ANDERSON, J. *The dry rot fungus and other fungi in houses*. Hussvamp Laboratoriet ApS. Holte Denmark, 1995, 139 s.

BENDTSEN, B. A. *Properties of wood from improved and intensively managed trees*. Forest products journal 28, 1978, s. 61 – 72

COWN, D. J., MCCONCHIE, D. L., YOUNG, G. D. *Radiata pine-wood properties survey*. FRI Bull No 50 Rotorua, New Zealand, 1991, 50 s.

ČERNÝ, A. *Lesnická fytopatologie*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1976, 347 s. ISBN 07-062-76

ČERNÝ, A. *Parazitické dřevokazné houby*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1989, 104 s. ISBN 07-135-89

DI LUCCA, C. M. *Juvenile-mature wood transitiv*. In: Kellog RM s. 23 – 38. Second growth Douglas-fir: Its management and corversion for value. Publ. SP 32 Forintek Canada corporation, Vancouver, British Columbia, 1989

DOLEJSKÝ, V. *Najde douglaska větší uplatnění v našich lesích?* Lesnická práce, roč. 79, 2000, č. 11, s. 492 – 494.

DOST, W. A. *Trends in the use of wood as a construction material in North America*. Proceedings, 18th IUFRO World congress, Yugoslavia, division 5, 1986, s. 1 – 11

DUCHESNE, C., HUBBES, M., JENG, R. *Biochemistry and molecular biology of defense reactions in xylem of angiosperm trees*. Springer Verlag Berlin Heidelberg. 1992, s. 133-146.

ERIKSSON, K-E L., BLANCHETT, R. A., ANDER, P. *Microbial and ezymatic degradation of wood and wood components*. Springer Series in Wood Science, Berlin Heidelberg New York, 1990, 407 s.

FORAN, C.D. *Wood quality, a pulp mill perspective: Case studies of the impact of juvenile wood usage on by-products recovery*. Utilization of the Changing Wood Resource in the Southern United States, Raleigh, North Carolina State University, 1984, s. 231 – 242

GANDELOVÁ, L., ŠLEZINGEROVÁ, J. *Stavba dřeva*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002, 187 s. ISBN 80-7157-636-0.

GANDELOVÁ, J., ŠLEZINGEROVÁ, J., HORÁČEK, P. *Nauka o dřevě*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.

GONZALEZ, J.S., RICHARDS, J.E. *Early selection for wood density in young coastal Douglas-fir trees*. Canadien journal forest research, 1988, č. 18, s. 1182 – 1185

HARRIS, J.M. *Effect of rapid growth on wood processing*. Proceedings, 17th IUFRO world congress, Japan, 1981, division 5, s. 117 – 125

- HASTRUP, A. CH. S., GREEN, F., CLAUSEN, C., JENSEN, B. *Serpula lacrymans, the dry rot fungus and tolerance towards copper-based wood preservatives*. University of Copenhagen, Institute of Biology, 2005. IRG/WP 05-10555, 10 s.
- HEGARTY, B., BUCHWALD, G., CYMOREK, S., WILLEITNER, H. *Der echte hausschwamm – immer noch ein problem?* Mater Org, 21, 1986, s. 87-99.
- HEIKE, K., *Praktická dendrologie*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1978, 533 s. ISBN 07-082-78
- HORN, K. *Stavba a vybrané vlastnosti juvenilního a vyzrálého dřeva vybraných jehličnatých dřevin*. Diplomová práce, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 130 s.
- HORSKÝ, D., REINPRECHT, L. *Štúdiá subfosílného dubového dreva*. Vedecké a pedagogické aktuality, Zvolen, 1986, 70 s.
- HUCKFELDT, T., SCHMIDT, O. *Hausfäule- und bauholzpilze*, Rudolf Müller, Köln, 2005.
- JOZSA, L. A., MIDDLETON G. R. *A discussion of wood quality attributes and their practical implication*. Forintek Canada corporation, 1995, č. 34, 42s. ISSN 0824-2119
- KAUSERUD, H., KNUDSEN H., HÖGBERG N., SKREDE I. *Evolutionary origin, worldwide dispersal, and population genetics of dry rot fungus Serpula lacrymans*. Fungal Biology Reviews. 2012, č. 26, s. 2-3.
- KAZEMI, S. (2003): *Relationship of wood durability and extractives*. IRG/WP/03-10493, 15 s.
- KENNEDY, R. W., WARREN, W. G. *Within-tree variation in physical and chemical properties of Douglas-fir*. 2nd world consultation for tree breeding IUFRO, Washington DC, 1969, 19 s.
- KOCH, P. *Utilization of the southern pines*. US For Ser Agric Handb 420, Washington DC, 1972, 1663 s.

KOLMAN, F. *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1951, 1050 s.

KRAHMER, R. L. *Fundamental anatomy of juvenile and mature wood*. Proc Tech Workshop: Juvenile wood – what does it mean to forest management and forest products. Forest products research society Madison, Wisconsin, 1986, s. 12 – 16

KRAMER, P., KOZLOWSKI, T. *Fiziologia drevesnych rastenij*. 1. vyd. Moskva, 1963

LARSON, P. R. *Evaluating the quality of fast-grown coniferous wood*. Proc 63rd Western forest Conference, Seattle, Washington, 1973, s. 1 – 7

LAUSBER, M. J., COWN, D. J., MCCONCHIE, D. L., SKIPWITH, J.H. *Variation in some wood properties of Pseudotsuga menziesii provenances grown in New Zealand*. New Zealand journal of forest science 25 (2), 1995, s. 133 – 146

LITTLEFORD, T. W. *Variation of strength properties within trees and between trees in stand of rapid-grown Douglas-fir*. Canada, Forest products laboratory, Vancouver, 1961, 20 s.

LOO, J. A., TAUER, C.G., McNEW, R.W. *Genetic variation in the time of transition from juvenile to mature wood in loblolly pine (Pinus taeda)*. Silvae genetica. 1985, č. 34, s. 14 – 19

MAGUIRE, A. M., KERSHAW, J.A., HANN, D.W. *Predicting the effects of silvicultural regime on branch size and crown wood core in Douglas-fir*. Forest science 37, 1991, s. 1409 – 1428

MCKIMMY, M. D. *Factors related to variation in specific gravity in young-growth Douglas-fir*. Oregon, Forest products research centre bull 8, 1959, 52 s.

MEIER, E. *Wood! Identifying and using hundreds of woods worldwide*. The wood database, 2015, 272 s. ISBN 098224603X

MELCER, I., BLAŽEJ, A., ŠUTÝ, L. *Analytická chémia dreva*. Bratislava: Alfa, 1977, 326 s.

- MEGRAW, R. A. *Effect of silvicultural practices on wood quality*. TAPPI, Conferention raleigh, North Carolina, 1986, s. 27 – 34
- MERGL, J., KŘÍŽ, Z., RICHTÁR, V. *Lesnická botanika*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 232 s. ISBN 07-063-84
- MUSIL, I. *Lesnická dendrologie*. Praha, Česká zemědělská univerzita, 2002, 177 s. ISBN 80-213-0992-X
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J. *Jehličnaté dřeviny*. Praha, Nakladatelství Academia, 2007, 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9
- PASSIALIS, C., VOULGARIDIS, E., ADAMOPOULOS, S., MATSOUKA, M. *Extractives, acidity, buffering capacity, ash and inorganic elements of black locust wood and bark of different clones and origin*. Holz als roh werkstoff. 2008, č. 66, s. 395 – 400
- PANSHIN, A. J., DE ZEEUW, C. *Textbook of wood technology*. Vol. 1, 4:Ed, McGraw-Hill book company, New York, 1980
- PEARSON, R. G., ROSS, B. E. *Growth rate and bending properties of selected Loblolly pine*. Wood and fiber science, 1984, č. 16(1), s. 37 – 47
- PLÍVA, K. *Typologický systém ÚHUL*. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 1987, 52 s.
- POLLET, C., HENIN, J. M., HÉBERT, J., JOUREZ, B. *Effect of growth rate on natural durability of Douglas-fir in western Europe*. Canadian Journal of Forest Reasearch, 2013, s. 891 – 896.
- PRŮŠA, E. *Pěstování lesů na typologických základech*. Vydání 1. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 593 s. ISBN 80-86386-10-4
- RAPP, A., PEEK R., SAILER, M. *Modelling the moisture induced risk of decay for treated and untreated wood above ground*. Holzforsch. 2000, 54 s.
- REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6

- RENDLE, B. Juvenile and adult wood. *J Ind Wood Sci.* 1959, č. 1(5), s. 58 – 61
- REIS, G. Variation in decay resistance of four wood species from south eastern Brazil. *Holzforschung.* 1973, č. 27, s. 103 – 111.
- RYPÁČEK, V. *Biologie dřevokazných hub.* Praha, Československá akademie věd, 1957, 209 s.
- SIERRA-ALVAREZ, R. a kol. (1998): Laboratory testing of wood natural durability in soil-bed assay. IRG/WP/98-20141, 15 s.
- SIMPSON, W., TENWOLDE, A. *Wood handbook – wood as an engineering material.* Forest Product laboratory, Madison, 1999, 463 s.
- SHUPE, T. F., CHOONG, E. T., YANG, C. H. *The effect of silvicultural treatments on the chemical composition of plantation-grown loblolly pine wood.* Wood Fiber Sci, 1996, č. 28, s. 295 – 300
- SCHWANNINGER, M., HINTERSTOISSER, B. Comparison of the classical wood extraction method using a Soxhlet apparatus with and advanced extraction method. Holz als roh werkstoff, 2002.
- ŠIKA, A. *Pěstování douglasky tisolisté a jedle obrovské v lesních porostech západních Čech v oblasti PŘSL Plzeň.* Zprávy lesnického výzkumu, 1977, s. 1 – 4
- TAYLOR, A., GARTNER, B. L., MORRELL, J. J. *Co-incident variations in growth rate and extractive concentration in Douglas-fir.* Forest ecology and management 186 (1), Oregon state university, 2003, s. 257 – 260
- TIMKO, L. *Srovnání stavby a vybraných vlastností juvenilního a vyvrátého dřeva douglasky tisolisté.* Bakalářská práce, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2013, 58 s.
- TIMKO, L. *Srovnání stavby a vybraných vlastností dřeva douglasky tisolisté z různých stanovišť.* Diplomová práce, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2015, 120 s.

THÖRNQVIST, T. *Juvenile wood in coniferous trees*. Swedish council for building research, Stockholm, 1993, 110 s.

VAN ACKER, J. a kol. Biological durability of wood in relation to end-use - Part 1. Towards a European Standard for laboratory testing of the biological durability of wood. *Holz als Roh.* 2003, č. 61, s. 35 – 45.

WAGENFÜHR, R. *Holz atlas*. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2007, 816 s. ISBN 978-34-464-0649-0.

WASNIEWSKI, J. L. *Evaluation of juvenile wood and its effect on Douglas-fir structural composite panels*. Composite materials symposium pullman, Washington, 1989, s. 161 – 175

WELLWOOD, R., SMITH, J. G. Variation in some important qualities of wood from young Douglas-fir and hemlock trees, 50. University British Columbia Vancouver, Canada, 1962, 15 s.

WINANDY, J. E. *Relationship between incipient decay, strength, and chemical composition of Douglas-fir heartwood*. Oregon State University, Wood and Fiber science, 25, 1992, s. 278 – 288.

YAMAMOTO, K., TAMURA, A., NAKADA, R. (2004): Variation of natural durability of sugi (*Cryptomeria japonica*) wood in 15 clones examined by decay test - preliminary report. IRG /W P/04-10526, 6 s.

ZOBEL, B. J., WEBB, C., HENSON, F. Core or juvenile wood of loblolly and slash pine. *Tappi*. 1959, č. 42(5), s. 345 – 355

ZOBEL, B. J., VAN BUIJTENEN, J. P. *Wood variation, its causes and control*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1989, 363 s.

Normy:

CEN/TS 15083-1 – Durability of wood and wood-based products. Determination of the natural durability of solid wood against food-destroying fungi, test methods. Basidiomycetes. 2005, ISBN: 0-580-46610-8.

ČSN 49 0103, ISO 490103 – Drevo. Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach.

ČSN EN 113, ISO 490670 – Ochranné prostriedky na drevo – zkušební metody pro stanovení ochranné účinnosti proti dřevokazným houbám Basidiomycetes – stanovení hranice účinnosti

ČSN EN 322, ISO 490143 – Dosky z dreva. Zisťovanie vlhkosti.

ČSN EN 350-2, ISO 490081 – Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi - Přírozená trvanlivost rostlého dřeva - Část 2: Přírozená trvanlivost a impregnovatelnost vybraných dřevin důležitých v Evropě

Internetové zdroje:

DEML, M. Biological library [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/image/id18135/>

Lexikon domácích dřev [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2004 [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/woodanatomy/>

ZEIDLER, A. Lexikon dřeva [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012 [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: http://fld.czu.cz/~zeidler/lexikon_dreva/lexikon_dreva.pdf