

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Vliv bohatosti stanoviště na množství pozemního paliva  
smrkových lesů**

Bakalářská práce

Autor: Jan Polách

Vedoucí práce: prof. Ing. Bc. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2019

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Polách

Lesnictví

Název práce

Vliv bohatosti stanoviště na množství pozemního paliva smrkových lesů

Název anglicky

Impact of habitat richness on amount of ground fuel in spruce forests

---

Cíle práce

Porovnat strukturu a množství pozemního paliva smrkových porostů v rámci živné a kyselé ekologické řady ve 3. lesním vegetačním stupni

Metodika

V oblastech 3. lesního vegetačního stupně budou vytipovány porosty, ve kterých bude kvantifikováno pozemní palivo. Vybrané porosty se budou nacházet v kyselé a živné ekologické řadě (ideálně se zastoupením co nejvíce edafických kategorií) se zastoupením smrku 70 % a více a minimální rozlohou 0,5 ha a budou rozděleny do několika kategorií v závislosti na věku a stavbě porostu. Samotná kvantifikace pozemního paliva bude probíhat vždy minimálně 15 metrů od nejbližšího okraje porostu, na ploše 1 m<sup>2</sup> bude pečlivě odebrány a zváženy jednotlivé části pozemního paliva (drobné dřevní materiál, byliny, hrabanka, humus) a hodnoty zaznamenány do terénního formuláře. Budou odebrány vzorky jednotlivých segmentů paliva pro laboratorní zjištění vlhkosti. Následně bude dle zjištěné vlhkosti dopočítána váha sušiny. Součástí terénních měření bude i přesné zaměření GPS souřadnice daných kvantifikovaných ploch a fotografický záznam zkusné plochy. Výsledky budou implementovány do databáze a vhodnými statistickými metodami vyhodnoceny. Hypotézou práce je, že struktura pozemního paliva kyselé a živné řady se ve 3. LVS příliš neliší, větší rozdílnost se očekává mezi jednotlivými kategoriemi, které se odvíjí od věku a skladby porostu.

**Doporučený rozsah práce**

30 stran včetně příloh

**Klíčová slova**

spruce forests, biomasa, forest fires

---

**Doporučené zdroje informací**

- Berčák R., Holuša J., Lukášová K., Hanuška Z., Agh P., Vaněk J., Kula E., Chromek I. 2018. Lesní požáry v České republice – charakteristika, prevence a hašení: review. Zprávy lesnického výzkumu, 63: 184-194.
- Brown J.K., Oberheu R.D., Johnston C.M. 1982. Handbook for Inventorying Surface Fuels and Biomass in Interior West. General Technical Report INT-129. Forest Service.
- Hlaváč P., Chromek I. 2016. Lesné požiare a integrovaný systém ochrany lesov pred požiarimi. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene.
- Holuša J., Berčák R., Lukášová K., Hanuška Z., Agh P., Vaněk J., Kula E., Chromek I. 2018. Lesní požáry v České republice – definice a rozdělení: review. Zprávy lesnického výzkumu, 63: 102–111.
- Krakovský A. 2004. Lesné požiare. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 78 s.
- Pfeffer A. et al. 1961. Ochrana lesů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 838 s.
- Sedliak M., Majlingová A. 2013. Kvantifikácia pozemného paliva v lese. GIS Ostrava, Ostrava.
- Thomas E.A., McAlpine R.S. 2010. Fire in the forest. Cambridge, Cambridge University Press. 225 s.
- Vida T., Tuček J. 2006. Metodika identifikácie a kvantifikácie palivových modelov pre simulovanie lesných požiarov, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FLD

**Vedoucí práce**

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ochrany lesa a entomologie

**Konzultant**

ing. Roman Berčák

---

Elektronicky schváleno dne 13. 2. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 04. 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Vliv bohatosti stanoviště na množství pozemního paliva smrkových porostů“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Bc. Jaroslava Holuši, Ph.D. a Ing. Romana Berčáka a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne .....

Jan Polách

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Bc. Jaroslavu Holušovi, Ph.D. za poskytnutí užitečných rad, připomínek a pomoc při psaní této práce. Dále bych chtěl mnohokrát poděkovat Ing. Romanu Berčákovi za spolupráci, poskytnutí materiálů, informací a za vstřícnost, kterou mi při zhotovování této práce věnoval.

V Praze dne 17.4.2019

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá strukturou a množstvím pozemního paliva ve smrkových porostech v rámci živné a kyselé ekologické řady ve třetím lesním vegetačním stupni, a to vše v závislosti na lesních požárech. Lesní požár je antropogenní škodlivý činitel, který dokáže ovlivnit veškeré funkce lesa. Jeho studování a poznávání nám může pomoci k větší efektivitě při boji proti tomuto škodlivému činiteli.

Výzkum probíhal v obecních lesích v lokalitě kolem obce Pavlov na Šumpersku. Byl proveden terénní výzkum na 30 plochách, které musely splňovat určitá kritéria. Měřilo se množství pozemního paliva a popisovaly se jeho charakteristiky jako je výška, hmotnost, plošné zastoupení, mocnost. Z každého segmentu (bylinné patro, drobné dřevo, hrabanka a humus) byl odebrán vzorek pro následné laboratorní měření, kdy byla měřena vlhkost a ta následně byla přepočítána na váhu sušiny.

Dle statistických výsledků, kdy se porovnávala rozdílnost mezi kyselou a živnou řadou lze říci, že rozdíl mezi těmito řadami je minimální, větší rozdílnost je mezi jednotlivými věkovými kategoriemi, což se odvíjí od věku a skladby porostu.

**Klíčová slova:** lesní požáry, kvantifikace, hoření, palivo

## **Abstract**

Bachelor thesis deals with differences of the structure and quantity of forest ground fuel in spruce stands on nutrient and acid soils, in relationship with forest fires. Forest fire is an anthropogenic harmful factor that can affect all forest functions. Further study and exploration of this phenomenon can help us in fighting it more effectively.

The research took place in municipal forests of village Pavlov which is in area close to city Šumperk. Outdoor research contained measuring of 30 research plots. The quantity of forest ground fuel was measured and its characteristics such as height, weight, description of area, depth were described. For measuring the moisture of each segment of forest fuel were take samples from every single research plot. In laboratory were measure the moisture of samples for calculating dry weight of each segment of forest fuel.

The differences between acid and nutrient soils was compared. Results showed that there are no statistical differences in forest fuel between acid soils and nutrient soils. However, results showed statistical significant differences between categories which depends on the age and stand structure.

**Keywords:** forest fires, quantification, combustion, fuel

## **Obsah**

<b>1 Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Cíle práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Literární rešerše .....</b>	<b>11</b>
3.1 Definice lesního požáru .....	11
3.2 Charakteristika lesního požáru .....	12
3.3 Druhy lesních požárů .....	13
3.3.1 Pozemní požár .....	14
3.3.2 Korunový požár .....	15
3.3.3 Podzemní požár .....	16
3.4 Části lesního požáru .....	17
3.5 Přenos tepla .....	19
3.6 Lesní vegetační stupně .....	21
3.7 Lesnická typologie .....	22
<b>4 Metodika .....</b>	<b>26</b>
4.1 Orografické, hydrologické, geologické a pedologické poměry .....	26
4.2 Klimatické podmínky .....	26
4.3 Výběr zkusných ploch .....	27
4.3.1 Terénní měření .....	28
4.3.2 Laboratorní měření .....	28
4.3.3 Vyhodnocení dat .....	29
<b>5 Výsledky .....</b>	<b>30</b>
5.1 Vyhodnocení výsledků živné řady .....	30
5.2 Vyhodnocení výsledků kyselé řady .....	32
5.3 Vyhodnocení struktury pozemního paliva dle kategorií .....	35
5.4 Vyhodnocení rozdílnosti struktury mezi kyselou a živnou řadou .....	39
<b>6 Diskuse .....</b>	<b>43</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>46</b>
<b>8 Seznam použité literatury .....</b>	<b>47</b>
<b>9 Seznam příloh .....</b>	<b>51</b>
<b>10 Přílohy .....</b>	<b>52</b>



## 1 Úvod

V současnosti v podmínkách změny klimatu se stále více do popředí dostává otázka vzniku mimořádných událostí a působení škodlivých činitelů, které mají velký vliv na lesní ekosystémy a hospodaření v nich. Jelikož je lesní požár antropogenní škodlivý činitel, nepatří k významným škodlivým činitelům v lese, ale škody, které způsobuje, jsou značné (Suchomel a kol. 2011).

Lesní požár je soubor fyzikálně-chemických jevů, jejichž základem je proces hoření s výměnou plynů a přenosu tepla v závislosti na prostoru a čase. Lesní požár lze také charakterizovat jako hoření celého komplexu organických materiálů, ze kterých se les skládá. (Berčák et al. 2018). Lesní požáry mohou v závislosti na rozsahu a místních podmínkách negativně ovlivnit a narušit stabilitu lesního ekosystému. U postižených oblastí se vyskytují změny ve vodním režimu, v obsahu a množství živin a jejich koloběhu a patrné jsou i změny ve fyzikálních a chemických vlastnostech půdy (Boerner, 1982; Kubíček a Šomšák, 1982; Certini, 2005).

Lesní požáry dokáží způsobit značné škody a z toho důvodu i významné finanční ztráty v lesním hospodářství. Způsobuje přímé škody související se znehodnocením dřevní hmoty, tzn. ohoření kmenů či úplné shoření stromů. Nepřímé škody jsou například ztráty přírůstu či kvality dřevní hmoty, ale i náklady na odstranění následků požáru, případně opětovné zalesnění (Krakovský 2004). Proto je velmi důležité se lesním požárům věnovat, pochopit jejich chování a dělat vše proto, abychom minimalizovali vznik lesních požárů. Abychom lesní požár pochopili a dokázali proti němu efektivněji bojovat je vhodné znát strukturu, hořlavost, množství paliva, způsob a rychlost jak určité typy pozemního paliva hoří. Pokud tyto aspekty lesního požáru budeme znát a budou je znát i hasební a záchranné složky, bude snadnější lesní požáry předvídat a efektivně proti nim bojovat.

## **2 Cíle práce**

Cílem bakalářské práce je porovnat strukturu a množství pozemního paliva ve smrkových porostech v rámci živné a kyselé ekologické řady ve 3. lesním vegetačním stupni.

### 3 Literární řešerše

#### 3.1 Definice lesního požáru

Oficiální definici požáru na území České republiky nám popisuje vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., která definuje požár jako každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob či zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí ohroženy.

Pokud se budeme snažit popsat lesní požár na evropské úrovni můžeme jej definovat dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 2152/2003 ze dne 17. listopadu 2003 následovně: „Lesním požárem se rozumí požár, který vypukne a šíří se v lese nebo na jiné zalesněné ploše, nebo který vznikne na jiné ploše a šíří se do lesa nebo na jinou zalesněnou plochu. Tato definice nezahrnuje předepsané nebo kontrolované vypalování, obvykle s cílem redukce nebo eliminace nashromážděného paliva na lesní půdě.“ (Nařízení EP 2152/2003). Tato definice vznikla doslovným překladem z angličtiny: *„Forest fire means fire which breaks out and spreads on forest and other wooded land or which breaks out on other land and spreads to forest and other wooded land. The definition of 'forest fire' excludes: prescribed or controlled burning, usually with the aim of reducing or eliminating the quantity of accumulated fuel on the ground“* (Nařízení ES 2152/2003).

Další definice se objevuje v práci Holuša et al. 2018, kteří definují lesní požár jako nežádoucí a nekontrolované hoření, které se šíří a vznikne v lese, nebo vznikne mimo les a do lesa se rozšíří. Minimální plochá je 0,5 ha a korunový zápoj tvoří alespoň 10 %, resp. 5 %.

Motto

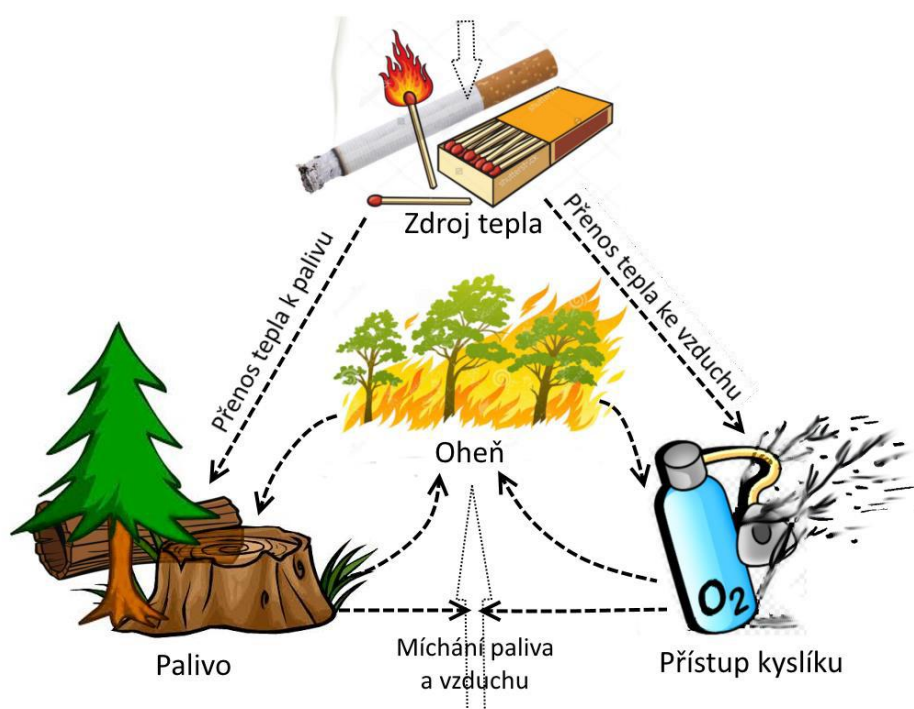
*„...lesní požáry jsou tím častější, čím sušší je klima, čím skalnatější je stanoviště, čím je půda poréznější struktury, čím více převládají jehličnany, čím je porost stejnotvárnější, čím více se v lese neb jeho okolí pase a čím je menší porozumění obyvatelstva. Všechny tyto podmínky platí pro celý svět....!“*

*Knuchel in Pfeffer, 1938*

### 3.2 Charakteristika lesního požáru

Lesní požár je soubor fyzikálně-chemických jevů, jejichž základem je proces hoření s výměnou plynů a přenosu tepla v závislosti na prostoru a čase. Lesní požár lze také charakterizovat jako hoření celého komplexu organických materiálů, ze kterých se les skládá. (Berčák et al. 2018).

Pro pochopení lesního požáru jako celku si charakterizujeme hoření jednotlivých částí a vliv teploty na organickou hmotu, v tomto případě strom.



Obrázek 1: Trojúhelník hoření (Berčák et al. 2018)

Pro hoření je nevyhnutelnou podmínkou interakce tří základních zdrojů hoření, dvou materiálových (hořlavé látky a kyslík) a jednoho energetického (tepelného) (Zachar, 2009). Tyto tři základní zdroje hoření nazýváme trojúhelník hoření. Pokud jeden z těchto prvků chybí požár nevznikne. Zejména z tohoto důvodu se vyhlašuje v některých oblastech a obdobích zákaz vstupu do lesa, což je snaha co nejvíce eliminovat v porostech iniciátora hoření, a to člověka (Balog a Kvarčák, 1999).

Živé buňky, které se nacházejí v lýku dřevin nejsou schopny snést teplotu vyšší než 54 °C (Baker, 1929). Ochrannou funkci těchto buněk plní borka a kůra, jakožto ochranná a izolační vrstva proti obvyklým výkyvům teploty

(Krakovský, 2004; Chromek, 2006). Různé druhy dřevin mají různou mocnost borky, a proto dokážou více či méně odolávat lesním požárům. Při teplotě 40-80 °C dřevo začíná ztrácet vodu a u jehličnatých dřevit začne docházet k částečnému vylučování smůly s nízkým bodem varu. Při teplotě 80–150 °C se ve dřevě a v pletivech začne voda ztrácet úplně (Amy, 1961; Shafizadeh, 1984). Při déletrvajícím působení plamene o teplotě 250 °C dochází k unikání hořlavých plynů ze stromu (Gillet a Urlings, 1952; Kollmann, 1960). Při teplotě okolo 300 °C dojde k samovznícení dřeva (Kollmann, 1960; Marcok et al., 1997). Při teplotě nad 450 °C dojde ke vznícení plynů, které unikají ze dřeva a při teplotě nad 600 °C se dřevo stane samo zdrojem hoření (Kollmann, 1960). Plamen při hoření dřeva má teplotu okolo 700–800 °C (Pfeffer, 1961; Stolina, 1985; Osvald a Chovanec, 1992; Krakovský, 2004, Chromek, 2006).

### **3.3 Druhy lesních požárů**

Lesní požáry na území České republiky a Slovenska byly dlouhodobě specifikované do čtyř kategorií (Pfeffer 1961; Kunt 1967; Forst et al. 1970; Stolina 1985, 2001; Krakovský 2004; Chromek 2006; Kula, Jankovská 2013; Hlaváč, Chromek 2016), a to na požáry pozemní, podzemní, korunové a požár dutého stromu.

Bylo dokázáno, že řadit požár dutého stromu mezi lesní požáry je dále neudržitelné (Chromek et al. 2018). Také hasičský záchranný sbor České republiky rozlišuje pouze tři základní druhy lesních požárů a to pozemní, podzemní a korunový (Metodický list 21P 2001).

Podle databáze lesních požárů za období 2006-2015 bylo zaznamenáno 7255 lesních požárů. Z toho u 2438 požárů (33,60 %) byla iniciátorem zápalka, nedopalek od cigarety, nebo rozdělání ohně v porostu. U 96 (1,32 %) lesních požárů byl jako příčina označen atmosférický výboj, Padesát dva (0,71 %) lesních požárů způsobila jiskra z motorových vozidel. Požárů, kde se nepodařilo objasnit příčinu bylo 1729 (23,83 %) a v 2382 (32,83 %) případech požár nebyl došetřován. Zbývajících 7,71 % patřilo požárům způsobených různými iniciačními zdroji (elektrický výboj, pyrotechnika, povrchové teplo, sálavé teplo, tekutý kov apod.); některé z těchto případů byly označeny jako „jiný“ iniciátor (Berčák et al. 2018)

### 3.3.1 Pozemní požár

Při pozemním požáru dochází k zapálení půdního krytu v lese (Pfeffer 1961; Alexander, De Groot 1988; Franci 2007; Thomas, McAlpine 2010). Tento druh požáru se ve střední Evropě objevuje nejčastěji (Krakovský 2004). Podle Thomas, McAlpine (2010) pozemním požárem začíná a končí většina lesních požárů.

Mezi základní zdroje, respektive látky vstupující do procesu hoření, patří nejčastěji suchá tráva, suché jehličí, opadané listí a kůra, těžební zbytky, keře, podrost, suché dřevo a kmeny (Roy 2003; Krakovský 2004; Franci 2007; Thomas, MsAlpine 2010).

Výška plamene při pozemním požáru se odvíjí od zdroje hoření. Pokud hoří hustá tráva (smilka *Nardus* sp., kostřava *Festuca* sp.) nebo jen hrabanka bez přítomnosti klestu, výška plamene může dosahovat od 0,005-0,5 m, je-li přítomno borůvčí, brusinka nebo třtina, jsou plameny vysoké přibližně 0,6-1,5 m. Pokud začne hořet podrost v jehličnaté kmenovině, nebo nahromaděné těžební zbytky plameny můžou dosahovat výšky 2-4 m (Nesterov 1949). Dalším a velmi důležitým faktorem při lesním požáru je rychlost větru (Roy 2003). Pozemní požáry dělíme do dvou kategorií:

- letný pozemní požár
- vytrvalý pozemní požár

Letný pozemní požár se vyskytuje především v jarních a letních měsících, rychlost šíření nepřesahuje 0,5 m. min.<sup>-1</sup>. Požáry lze rozdělit podle rychlosti šíření, a to na slabé (rychlost <1 m.min<sup>-1</sup>), střední (1-3 m.min<sup>-1</sup>) a silné (> 3 m.min<sup>-1</sup>). Pozemní požáry můžeme charakterizovat také podle výšky plamene, a to na požáry slabé (plamen <0,5 m), střední (0,5-1,5) a silné > 1,5 m (Krakovský 2004). Pro člověka a přírodu pozemní požáry nejsou tak významným nebezpečím za předpokladu, že suchá tráva a spodní části kmenů neposkytují dostatečné množství materiálu pro vytvoření velkého požáru (Pfeffer 1961). Podle databáze HSZ České republiky v letech 2006–2015, pozemní požáry jasně dominovali a to 99,57 % (Holuša et al. 2018)

### 3.3.2 Korunový požár

Tento požár je nejnebezpečnějším druhem lesních požárů (Metodický list 21P 2001). Jeho nebezpečnost spočívá v jeho velice rychlém šíření a těžké zvládnutelnosti (Alexander, De Groot 1988; Krakovský 2004). Ke vzniku tohoto typu požáru dochází v porostech s hluboko zavětvenými stromy a v porostech, kde se nachází vysoká buřeň, keře, nárost či mlazina. U toho druhu požáru závisí na složení porostu a intenzitě hoření. Při vzplanutí drobných větví v korunách, dochází k vytvoření ohňového valu, jehož výška přesahuje 30 m (= vysoký požár) (metodický list 21P 2001). Požár se šíří vysokou rychlostí ( $> 10 \text{ km.hod}^{-1}$ ), a tudíž se stává velice nebezpečným. Tento typ požáru je zpravidla označován jako náhlý korunový požár s velmi krátkým trváním (Thomas, McAlpine 2010). Zajímavým faktem je, že i za přítomnosti vysoké tepelné energie dochází k hoření pouze olistění a větví velmi malých rozměrů (Pfeffer 1961; Thomas; McAlpine 2010).

Vytrvalý korunový požár vzniká ve starších prořídých porostech, kdy hoří drobné větvičky, ale i silnější větve a ze zasažených stromů zůstávají pouze ohořelé pahýly se zuhelnatělou borkou. Postup tohoto požáru je pomalý ( $5-8 \text{ km.hod}^{-1}$ ) (Nesterov 1949).

Korunový požár je závislý na dvou faktorech. Jedním z nich je intenzita pozemního požáru a množství vyprodukovaného tepla, které vysouší olistění a vytváří tak další potencionální hořlavý materiál. Druhým faktorem je výška, ve které se olistění nachází. V porostech, kde se výška nasazené koruny nachází poměrně nízko, může dojít ke vznícení dostatečně vysušeného materiálu to zapříčiní vznik náhlého korunového požáru (Thomas, McAlpine 2010).

Tomuto typu požáru však mohou odolávat staré, vzrostlé stromy s vysoko nasazenou korunou a dostatečně silnou borkou (např. porosty borovice lesní na Bzenecku o stáří 90 a více let) (Mařáková 2012).

Korunové požáry v České republice nejsou příliš časté a dochází k nim pouze výjimečně, postihují však velké plochy. Za posledních patnáct let se tento typ požáru vyskytnul u Bzence 24. května 2012 (Mařáková 2012; HZS Jihomoravský kraj 2012) a u Jetřichovic 22. července 2006 (Požáry 2006), mluvíme tedy o 0,04 % lesních požárů v letech 2006-2015. Tento typ požáru je

nejnebezpečnější v oblastech s řídkým osídlením a s extrémním lesním hospodářstvím (Pfeffer 1961). Velmi složitým úkolem je korunový požár eliminovat normální hasičskou technikou, proto je hašení nejčastěji odkázáno na změnu počasí, množství hořlavé hmoty či topografii požářiště (Thomas, McAlpine 2010).

### **3.3.3 Podzemní požár**

Tento typ požáru se vyskytuje především v místech, kde došlo k akumulaci surového humusu, v ložiscích rašeliny, aktivního vápence apod. (Krakovský 2004; Thomas, McAlpine 2010). V případě podzemního požáru na rašelinách dochází k prohoření až do spodních vrstev (Francl 2007), a to až na hranici minerálního podloží (Thomas, McAlpine 2010). V takovýchto případech rašelina dosahuje takových teplot, že dochází k poškození kořenů zdravých stromů, u nichž se zvyšuje labilita, možnost vývratu až úhynu.

Podzemní požár nevytváří prakticky žádné plameny (Roy 2003). U tohoto typu požáru teplota vystupuje přibližně na 300 °C, čímž se odlišuje od ostatních druhů lesních požárů. Je velmi složité tento požár lokalizovat. Lze jej identifikovat pomocí nepříliš hustého dýmu vycházejícího od kořenů a pařezů. V dnešní době se k detekci využívají termokamery (Calle et al. 2006).

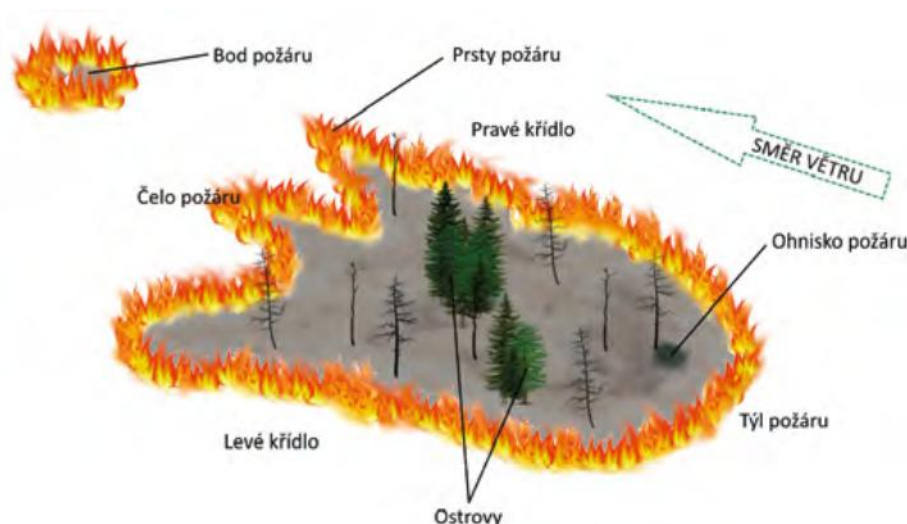
Tento typ požáru nebývá příliš častý, ani příliš rozsáhlý. Výskyt bývá podmíněn suchým letním počasím, kdy vrstvy rašeliny dostatečně proschnou (Francl 2007). Bývá poměrně velmi vytrvalý a může hořet týdny, někdy i měsíce (Kunt 1967) a ve špatně přístupných oblastech i roky (McAlpine, Thomas 2010). Nebezpečí podzemního požáru spočívá v tom, že může snadno přejít do požáru pozemního, kdy se přes kořeny či kmen dostane nad povrch, kde dochází k zapálení povrchu půdy.

Šíří se velmi pomalu v řádech několika milimetrů až centimetrů za hodinu (Zanon et al. 2008). Jeho rychlost nepřesahuje 2-5 m za den (Krakovský 2004). Thomas, McAlpine (2010) zjistili, že se podzemní požár dokáže šířit a hořet i pod vrstvou sněhu.



### 3.4 Části lesního požáru

Každý lesní požár jako takový je specifický svou anatomíí. Skládá se z ohniska, čela, týlu, pásů požáru, obvodu, ostrovů a bodu požáru (Thomas, McAlpina 2010) (obr. 2). Není pravidlem, že se v každém lesním požáru musí vyskytnout všechny tyto části, například při bezvětří a určitých terénních podmínkách se nemusí vytvořit čelo požáru. Dalším takovýmto příkladem je tzv. bod požáru, který je závislý na velikosti požáru a povětrnostních podmínkách. Znalost a správné rozeznání jednotlivých částí lesního požáru je důležité především pro úspěšné zdolávání požáru, a to při optimálně zvolené požární taktice. Mezi hlavní části lesních požárů řadíme (Krakovský 2004, Chromek 2006):



Obrázek 2: Anatomie lesního požáru (Berčák et al. 2018)

**Ohnisko požáru** je místo, kde požár vznikl, nebo odkud se lesní požár začal šířit. Toto místo se může nacházet v blízkosti komunikací, zástaveb, ale také v těžce přístupných či nepřístupných oblastech.

**Čelo požáru** jinými slovy také označováno jako fronta požáru je hořící část lesa, která se nachází na opačné straně směru, ze kterého fouká vítr, v jehož důsledku se oheň šíří nejrychleji, intenzivně hoří a způsobuje tak největší škody.

**Týl požáru** najdeme na opačné straně fronty požáru. Což znamená, že vanoucí vítr na týl působí směrem do ohniska požáru, kde již požár hoří, nedochází tu tak k masivnímu šíření jako na frontě požáru.

**Křídla požáru** se nachází na bočních stranách požáru a vedou přibližně rovnoběžně se směrem, kterým se lesní požár šíří a oddělují frontu od týlu požáru.

**Prsty (pásky) požáru** jsou dlouhé úzké pásy vybíhající z hlavního požáru ve směru větru. Při silném větru mohou pásy požáru vytvářet i nové fronty požáru. Prsty (pásky) požáru vznikají, protože v porostu je palivo nerovnoměrně rozprostřeno a také z důvodu, že například vlhký mech hoří pomaleji než suché těžební zbytky, proto se požár šíří nerovnoměrně a různě rychle.

**Obvod (okraj) požáru** je venkovní hranice pásma požáru včetně prostoru, kde dochází díky sálajícímu teplu k přípravě dalšího materiálu k hoření. Postupně se tento prostor zvětšuje.

**Ostrovky** jsou neshořelé místa, které se nacházejí uvnitř plochy požáru. Je důležité mít tyto místa pod kontrolou, protože se v nich nachází potencionální hořlavé látky, které mohou být zdrojem dalšího hoření.

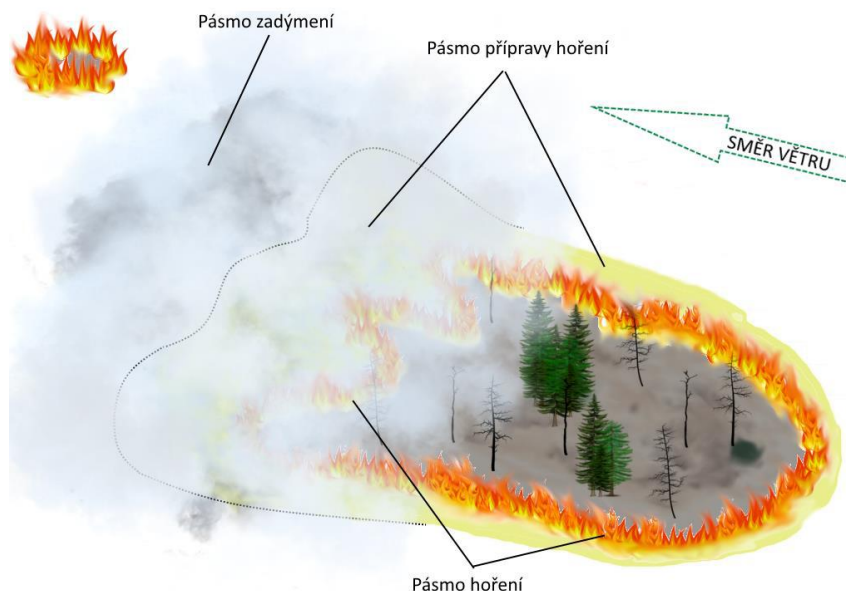
**Bod požáru** je místa mimo plochu lesního požáru, kde vlivem odlítajících jisker, uhlíků či žhavého popela dojde ke vzniku nového ohniska požáru. Je velmi důležité tyto nová ohniska lokalizovat co nejdříve, neboť může dojít ke spojení s hlavním požárem a obklíčení zasahujících složek či hasící techniky (Krakovský, 2004).

Lesní požár lze také rozdělit na tři pásma. Tyto tři pásma spolu navzájem souvisejí a mohou se i prolínat.

**Pásmo hoření** je oblast, kde dochází vlivem sálajícího tepla k uvolňování plynů z materiálů, které zapříčiňují další hoření.

**Pásmo přípravy** je území nacházející se nejbližší k pásmu hoření. Hořlavé materiály se zde zahřívají, dochází také k odpařování velkého množství vody, k rozkladu a poté k následnému vznícení. Bez této přípravy materiálu k hoření nedochází, proto se ochlazováním hořlavých látek v pásmu přípravy předchází a zabraňuje dalšímu šíření lesního požáru.

**Pásma zadýmení** je oblast, ve které se pohybují dýmové produkty, složené z plynů a par, vznikajících při hoření a rozkladu látek. U lesních požárů je toto pásmo pohyblivé a přímo vázané na sílu a směr větru (Chromek 2010).



Obrázek 3: Pásma lesního požáru (Berčák et. al 2018)

### 3.5 Přenos tepla

Abychom pochopili, jak se oheň šíří prostorem, je potřeba znát proces přenosu tepla. Aby hoření mohlo postupovat musí se z kusu dřeva či jiného hořlavého materiálu, který je aktuálně spalován převést teplo na další části hořlavého materiálu. Teplo z hořícího materiálu na jiný nehořící materiál může být přeneseno třemi způsoby a to kondukcí (vedením), konvekcí a radiací (sáláním). Každý tento proces má své specifikace (Thomas, McAlpine 2010).

#### **Kondukcce (vedení)**

V případě, že se jednotlivé části paliva vzájemně dotýkají (hořící a nehořící), může se teplo přenést z kusu na kus. Dřevo a obecně rostlinný materiál je velmi špatným vodičem tepla, a proto je kondukcce tak důležitá při pronikání tepla do objemnějšího kusu paliva a také při pozemních požárech.

V okamžiku, kdy dojde k hoření shnilého dřeva, které má velmi nízkou hustotu a vede teplo ještě méně než zdravé dřevo, dojde k tomu, že teplo produkované hořením setrvává na jednom místě a produkuje velmi malé

množství hořlavých plynů v okolí dřeva. Tím pádem plameny rychle zhasínají a shnilé dřevo podlého žhnoucímu spalování. Tato skutečnost podporuje vznik bodových požárů, protože žhavé kousky (uhlíky) dopadají do okolí na hrabanku či jiný hořlavý materiál a nemají příliš velkou šanci tento materiál zapálit, neboť se teplo rychle rozptýlí. Avšak v případě dřeva shnilého se teplo uvolňuje a koncentruje delší dobu na jednom místě a dochází tak ke snadnějšímu zapálení (Thomas, McAlpine 2010)

### ***Konvekce (proudění)***

Konvekci můžeme jinými slovy popsat také jako pohyb horkého vzduchu, který se zvedá a je unášen ve směru větru. Je to důležitý způsob, jak dochází k ohřívání nových části paliva nad plamenem, v korunách stromů nebo na příkrém podkladu. (Thomas, McAlpine 2010).

### ***Radiace (sálání)***

Sálání je třetím a posledním hlavním způsobem přenosu tepla. Tento jev lze jednoduše popsat, a to jako pocit, který člověk cítí na obličeji, když stojí u ohně. Radiace působí ve všech směrech od zóny spalování a účinnost přenosu tepla sáláním roste podle toho, jak se lesní požár vyvíjí. Množství přeneseného tepla (přijaté energie) závisí na vzdálenosti od zóny spalování (zdroje). Vztah mezi vzdáleností od zdroje hoření a přijatou energií je rozdílný podle toho, jak velký požár je. V případě, že hoří v jednom bodě a vzdálenost od zdroje zdvojnásobíme, množství přijaté energie klesne na čtvrtinu. U liniového požáru se množství přijaté energie lineárně snižuje, tedy pokud zdvojnásobíme vzdálenost bude sálat poloviční energie. Radiace se považuje za velmi významný prvek při šíření lesního požáru. Důvod je prostý. Za zhoršených povětrnostních podmínek vítr „ohýbá“ plameny z jejich přirozeného, svislého úhlu a množství sálavé energie přijaté palivem ve směru převládajícího větru je mnohonásobně větší, dochází k rychlejšímu předeřívání materiálů a rychlejšímu šíření požáru.

Teplo může být v některých případech také přenášeno pohybem hořícího materiálu, například hořícím kusem kmene valícím se z kopce dolů, nebo hořící nečistoty unášené větrem, někdy i na velké vzdálenosti. Při této situaci dochází k zakládání již zmiňovaných bodových požárů (Thomas, McAlpine 2010).

Lesní vegetační stupně tvoří vertikální členění typologického systému na základně vztahu mezi klimatem a biocenózou. Podkladem pro vymezení lesních vegetačních stupňů bylo především Zlatníkovovo rozdělení a rozhodující váha pro určení stupně se klade na dřevinnou složku.

### 3.6 Lesní vegetační stupně

1. dubový
2. bukodubový
3. dubobukový
4. bukový
5. jedlobukový
6. smrkobukový
7. bukosmrkový
8. smrkový
9. klečový
0. bory

**1. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 8,3 %, nadmořská výška 350 m. n. m., průměrná teplota 8 °C, roční úhrn srážek 600 mm a vegetační doba 165 dní (Plíva, 1987).

**2. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 14,89 %, nadmořská výška 350–400 m. n. m., průměrná teplota 7,5 - 8 °C, roční úhrn srážek 600–650 mm a vegetační doba 160–165 dní (Plíva, 1987).

**3. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 18,41 %, nadmořská výška 400-550 m. n. m., průměrná teplota 6,5 – 7,5 °C, roční úhrn srážek 650-700 mm a vegetační doba zde trvá 150–160 dní (Plíva, 1987).

**4. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 5,69 %, nadmořská výška 550-600 m. n. m., průměrná teplota 6,5 – 7,5 °C, roční úhrn srážek činí 690-800 mm a vegetační doba trvá 140–150 dní (Plíva, 1987).

**5. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 30,04 %, nadmořská výška 600-700 m. n. m., průměrná roční teplota 5,5 – 6,5 °C, roční úhrn srážek 800-980 mm a vegetační doba trvá 130–140 dní (Plíva, 1987).

**6. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 11,95 %, nadmořská výška 700-900 m. n. m., průměrná roční teplota 4,5 – 5,5 °C, roční úhrn srážek 900-1050 mm a vegetační doba trvá 115–130 dní (Plíva, 1987).

**7. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 5,00 %, nadmořská výška 900-1050 m. n. m., průměrná roční teplota 4,0 – 4,5 °C, roční úhrn srážek 1050–1200 mm a vegetační doba trvá 100–115 dní (Plíva, 1987).

**8. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 1,69 %, nadmořská výška 1050-1350 m. n. m., průměrná roční teplota 2,5 – 4,0 °C, roční úhrn srážek 1200–1500 mm a vegetační doba trvá 60–100 dní (Plíva, 1987).

**9. lesní vegetační stupeň:** zastoupení 0,29 %, nadmořská výška 1350 m. n. m., průměrná roční teplota 2,5 °C, roční úhrn srážek 1500 mm a vegetační doba trvá 60 dní (Plíva, 1987).

**0. bory:** zastoupení 3,73 % (Plíva, 1987).

### **3.7 Lesnická typologie**

V České republice máme celkem osm ekologických řad. V horizontálním členění ekologické sítě typologického systému se diferencují růstové podmínky především podle trvalých půdních vlastností. Základem tohoto rozdělení jsou edafické kategorie, které jsou sestaveny do širších rámců, a to do ekologických řad (Plíva, 1987).

Kategorie, které nejsou ovlivněné vodou tvoří řady, jejichž ekologická povaha je vyjádřena charakterem jejich lesních společenstev (fytocenóz). Řada kyselá, živná a obohacená jsou vymezené fytoecenologicky a tvoří základ celého systému. U extrémní řady jsou lesní společenstva (fytocenózy) jednotlivých kategorií překryty výraznějším znakem extrémního stanoviště. Na stanovištích ovlivněných vodou je pro vytvoření řad nejdůležitější ovlivnění vodou a její vlastnosti (Plíva, 1987).

**Řada živná 25,82 %** - tato řada sdružuje soubory lesních typů na minerálně středně až velmi bohatých půdách. Jedná se většinou o půdy geneticky plně vyvinuté, dobře provzdušněné, převážně s dobrou humifikací a příznivou vlhkostí. V bylinném patru převažují druhy mezofilní, ve velmi omezeném množství druhy acidofilní, kalcifilní a nitrofilní. Základ tvoří

*Galium odoratum* L., *Dentaria bulbifera* L., *Carex digitata* L., *Oxalis acetosela* L., *Senecio nemorensis* Wallr. a další. Jako významným hospodářským znakem této řady je vysoká produkce, velmi silné zabuřenění a stabilita smrkových (jedlových) porostů je velmi malá (nepoměr koruny a kořenů) (Plíva, 1987).

**Řada kyselá 43,21 %** - tato ekologická řada je nejvýznamnější řada na minerálně chudých kyselých půdách, geneticky vyvinutá, ve většině případech dobře provzdušněná, se zhoršenou humifikací. Zhoršený je i vodní režim, který se projevuje menším vázáním vody a tím i snažším vysýcháním. Naprosto převládají acidofilní druhy, například *Luzula luzuloides* Lam. *Calamagrostis villosa* Chaix. a kyselé měchy. Hospodářskými znaky oproti řadě (B) je snížená produkce (průměrná až podprůměrná), slabší zabuřenění a tím i větší možnost pro přirozenou obnovu. Vzhledem k vyvinutějšímu kořenovému systému v poměru ke koruně je zde i stabilita porostu vyšší ve srovnání s řadou (B) (Plíva, 1987).

**Řada extrémní 2,28 %** - v této ekologické řadě došlo vlivem extrémních stanovišť, silně exponovaným polohám (hřebeny, vrcholy, svahy), nepříznivým půdním (mělké „kamenité“ půdy) a klimatickým podmínkám k zakrsání a přirozenému rozvolňování porostů, které mají charakter lesů ochranných (Plíva, 1987).

**Řada obohacená humusem 5,42 %** - pro tuto řadu je charakteristické obohacení humusem, které jsou typické velmi dobrou nitrifikací. Toto tvrzení je také dokázáno výskytem nitrofilních a heminitrofilních druhů vegetace a velmi příznivou humifikací. Vyskytuje se na sutích a v roklinách. V případě, že se tato řada nachází na geologicky vyvinutějších půdách dochází k vytváření společenstev, které mohou mít přechodný ráz řady (B). Jádro druhového složení tvoří druhy náročné na humózní půdu (jasan, jilm horský, javory, lípa velkolistá atp.). V bylinném patře se nejčastěji objevuje *Geranium robertianum* L., *Geum urbanum* L., *Dentaria enneaphyllos* L., *Festuca gigantea* L., *Chelidonium majus* L., časté jsou i vysoké kapradiny a mechy pokrývající balvany. Jarní aspekt bývá obvykle dobře vyvinutý (Plíva, 1987).

**Řada obohacená vodou 5,51 %** - tato řada spojuje lužní společenstva na náplavech potoků a řek, občas nebo pravidelně zaplavována,

a společenstva obohacená podzemní vodou. Podobně jako řada (J) disponuje dobrou nitrifikací a příznivou humifikací. Charakteristické jsou také nitrofilní druhy. Dle reliéfových celků se společenstva této řady mohou dělit na: úvalové luhy v širokých aluviích, údolní luhy v údolních nivách od nížinných až po montánní stupně, úžlabní společenstva (v nichž aluvium kryje pouze část dna), úpatí svahových hlín a pramenišní obvody obohacené podzemní vodou. Druhové kombinace se zde objevují podobné jako u řady (J) hojně však *Urtica dioica* L., *Impatiens noli tangere* L., *Chaerophyllum hirsutum* L., *Stellaria nemorum* L., *Aegopodium podagraria* L., *Carex remota* L., *Stachys sylvatica* L. Hlavními dřevinami jsou dub letní, jasan ztepilý, jilm horský a habr (Plíva, 1987).

**Řada oglejená 14,00 %** - je naprosto limitována režimem půdní vody. V tomto rámci jsou rozlišeny různé kategorie dle bohatosti. Základní vlastností je střídavé zamokření půdy (v jarním měsících) a naopak v létě dochází k vyschnutí a ztvrdnutí. Jsou špatně propustné, nedostatečně provzdušněné, „studené“. Celou tuto řadu reprezentují druhy indikující střídavě zamokřené půdy např. *Luzula pilosa* L., *Carex brizoides* L., *Potentilla erecta* L. Jelikož je buk na těchto střídavě zamokřovaných stanovištích jen v omezené míře, tak jako silná v přirození dřevinné skladbě se ukázala jedle, v nižších stupních i dub letní, bříza a ve vyšších stupních smrk (Plíva, 1987).

**Řada podmáčená 2,78 %** - Na rozdíl od řady oglejené je tato řada trvale pod vlivem podzemní vody. Tento vysoký stav podzemní vody má za následek vytvoření glejových horizontů, které jsou hlavním znakem pro tuto řadu. Pedologický vývoj, který je ovlivněn bohatostí půdy a klimatem zapříčinil vznik různých typů gleje, z nichž bohatší převládají v kategorii G a chudší, včetně glejového podzolu, v kategorii T. Proto jsou i rozdíly v humifikaci, fytoocenóze a produkci dřevin v této kategorii. Výrazně se zde vyskytují vlhkomilné a mokřadní druhy. Společenstva zde navazují na předchozí oglejenou řadu podmáčenými variantami „jedlových“ společenstev. Samostatné vymezení těchto podmáčených půd má praktický význam pro lesnické meliorace. Dřevinou složku tvoří vedle smrku, bříza pýřitá a jeřáb a okrajově jedle. Bylinné patro je zde redukováno ve prospěch mechu. Ve vyšších polohách Homogyne



alpina L., *Luzula sylvatica* Huds., *Blechnum spicant* L. a často velmi dominantně *Calamagrostis villosa* Chaix. (Plíva, 1987).

**Řada rašelinná 0,98 %** - Tato řada je vymezená pro přechodné a vrchovištní rašelinné půdy s vrstvou rašeliny o mocnosti minimálně 0,50 m. Přirozenými společenstvy jsou smrčiny, rašelinné bory a kleč. Díky příbuznosti ekologických podmínek patří tato řada do širšího okruhu podmáčených půd. Společenstva rašelin zachycují různorodá vývojová stadia v submontánních, montánních a subalpínských podmínkách. Patří sem rašelinné bory, reliktní smrčiny, rašelinné smrčiny, vrchovištní kleč a vrchovištní smrčiny. V bylinném patru převažují mechy, *Vaccinium vitis idaea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* L. (Plíva, 1987).

## 4 Metodika

### 4.1 Orografické, hydrologické, geologické a pedologické poměry

Lesní majetek obce Pavlov je tvořen jedním větším komplexem lesa, který leží severně od obce Vacetín a izolovanými lesíky, které jsou roztroušeny mezi obcemi Líšnice na severu a Bězděkovem na jihu.

Dle biogeografického členění České republiky (Culek, 1996) je území LHC řazeno do celku Zábřežská vrchovina, podcelku Mírovská vrchovina, okrsku Žádlovická pahorkatina. Jedná se o pahorkatinu s povrchem stupňovitě klesajícím, složenou ze spodnokarbonských zvrásněných usazenin s pruhem rul.

Převládající hnědé půdy mezotrofní jsou středně bohaté. Ve spodních částech svahů a rovinatých terénech vznikaly pseudogleje až gleje a jejich přechody k hnědým půdám. Zrnitostně dávají kulmské horniny v průměrných podmínkách převážně hlinitopísčité půdy s příměsí ostrohranných drobných úlomků. Eluvia v extrémnějších podmínkách jsou značně kamenité. Vyskytují-li se v podloží pískovce, vznikají chudší typy písčitých půd. Přemístěné půdy, různě mocné pokryvy sprašných a deluviálních hlín, jsou jílovitohlinité, ulehlé.

### 4.2 Klimatické podmínky

Klimatické poměry jsou charakterizovány především klimatickými oblastmi. Severozápadní část území LHC se nachází v klimatické oblasti MT7. Převážná část území leží v klimatické oblasti MT9. Pouze několik drobných lesíků tohoto LHC náleží do klimatické oblasti MT10 (Quitt, 1975).

**MT7 – Mírně teplá oblast:** normálně dlouhé, mírné, mírně suché léto, přechodné období je krátké, s mírným jarem a mírně teplým podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt, 1975).

**MT9 – Mírně teplá oblast:** dlouhé léto, teplé, suché až mírně suché, přechodné období je krátké, s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt, 1975).

**MT10 – Mírně teplá oblast:** dlouhé léto, teplé a mírně suché, krátké přechodné období s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, krátká zima, mírně teplá a velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt, 1975).

Území tohoto LHC se rozkládá v přírodní lesní oblasti 31 Českomoravské mezihorí. Nacházejí se zde tři lesní vegetační stupně a to konkrétně 2. bukodubový (3,01 %), 3. dubobukový (88,28 %) a 4. bukový (8,71 %).

### 4.3 Výběr zkusných ploch

Od majitele LHC Pavlov byla získána porostní mapa a hospodářskou kniha. Tyto podklady sloužily k vytipování porostů, ve kterých byl prováděn výzkum. Byly vybrány porosty nacházející se ve 3. lesním vegetačním stupni, kde bylo následně pozemní palivo kvantifikováno. Porosty musely splňovat tři základní kritéria, a to: plocha porostu větší než 0,5 ha, zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies* L.) minimálně 70 % a zkusné plochy, na kterých probíhal odběr vzorků musely být situovány minimálně 15 m od hranice s jiným porostem. Dle zadání bylo vybráno 30 porostů. Z toho 15 porostů v rámci živné ekologické řady a 15 porostů v rámci kyselé ekologické řady. Následně byly tyto porosty rozděleny do pěti kategorií dle věku a struktury porostu (u každé kategorie musely být zastoupeny 3 porosty):

- a) 1. kategorie (0-5 let) - Nárůst
- b) 2. kategorie (6-20 let) - Mlázina
- c) 3. kategorie (21-60 let) – Tyčkovina, tyčovina
- d) 4. kategorie (61-100 let) – Kmenovina nastávající
- e) 5. kategorie (101 a více let) – Kmenovina vyspělá

Rozdělení do těchto pěti tříd bylo zvoleno tak, aby u měřených porostů byly zastoupeny všechny věkové třídy. V případě první kategorie (0-5 let) jde o porosty, které nejsou zapojeny a předpokládá se, že bude velmi výrazně zastoupeno bylinné patro. Druhá kategorie (6-20 let) zastupuje naopak porosty, kde je silný zápoj a bylinné patro je silně redukováno. U třetí kategorie (21-60 let) se v porostech zápoj začíná snižovat a porost začíná být vzdušnější. Čtvrtá kategorie (61-100 let) charakterizuje porosty v mýtném věku s nižším zakmeněním a v těchto porostech se již začíná opět vyskytovat bylinné patro.

Pátá a poslední kategorie (101 a více let) zahrnuje porosty prosvětlené, často s přirozeným zmlazením a větším výskytem bylinného patra (Lokvenc 1994).

#### **4.3.1 Terénní měření**

V každém porostu byla vytvořena studijní plocha 1 m<sup>2</sup> (1x1 m), která byla pečlivě odkopána od okolní biomasy, aby měření probíhalo skutečně na 1 m<sup>2</sup>. Přiložilo se identifikační číslo studijní plochy a byly pořízeny fotografické snímky. Poté byly odebrány a zváženy jednotlivé části pozemního paliva. Nejprve byly odebrány a zváženy všechny byliny, poté drobný dřevní materiál (větvě, větvičky, šišky atp.), následovala hrabanka a nakonec humus. Z jednotlivých segmentů byly odebrány vzorky pro laboratorní měření vlhkosti. Všechny naměřené hodnoty byly zapsány do terénního formuláře, který obsahoval informace o porostu (lokalita, porost, lesní typ, věk, kód zkusné plochy a GPS souřadnice), základní informace o bylinném patru (druh byliny, výška), váhy jednotlivých segmentů (bylinné patro, drobné dřevo, hrabanka, humus) a nakonec stručná poznámka vystihující porost. Po odebrání všech potřebných vzorků a sepsání dat byla zkusná plocha zpět zahrabána.

#### **4.3.2 Laboratorní měření**

V laboratoři pomocí analyzátoru vlhkosti, kdy se vzorek vložil do vlhkoměru, po vložení se vlhkoměr nahřál na 150 °C a vzorek byl v průměru za 2–3 minuty vyhodnocen, byla změřena vlhkost všech nashromážděných vzorků (bylin, drobného dřeva, hrabanky, humusu) a následně dopsány do terénních zápisníků. Z celkové váhy jednoho segmentu (např. všech bylin, drobného dřeva, hrabanky či humusu) a hodnoty naměřené vlhkosti se následně vypočítala hmotnost sušiny jednotlivých segmentů každé studijní plochy. Tyto výsledky byly zpracovány kompletně do databáze v prostředí MS Excel a statisticky vyhodnoceny v softwaru Statistica 12.0.

### **4.3.3 Vyhodnocení dat**

Po kompletaci databáze z terénního měření, která byla vytvořena v programu MS Excel a dokončení laboratorních prací se přistoupilo ke statistickému vyhodnocení, a to v softwaru Statistika 12.0. K tomuto vyhodnocení byly použity neparametrické metody. Pro vyhodnocení rozdílnosti jednotlivých částí pozemního paliva v kategoriích dle věku a struktury porostu byl použit Kruskal-Wallisův test, výsledky byly graficky znázorněny formou krabicových grafů. Pro porovnání množství jednotlivých segmentů pozemního paliva mezi kyselou a živnou řadou byl použit Mann-Whitneyho test a výsledky byly taktéž graficky znázorněny.

## 5 Výsledky

### 5.1 Vyhodnocení výsledků živné řady

Tabulka 1: Popisné statistiky hmotnosti sušiny různých kategorií v živné řadě.

kategorie		N platných	průměr	Medián	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
1	byliny	3	0,694320	0,815850	0,317100	0,950000	0,333494
	dr. dřevo	3	0,347020	0,364500	0,094650	0,581900	0,244095
	hrabanka	3	2,312930	2,169200	1,640000	3,129600	0,755130
	humus	3	8,543330	4,659600	4,224000	16,746400	7,107405
2	byliny	3	0,011500	0,015500	0,000000	0,019000	0,010115
	dr. dřevo	3	0,295500	0,410000	0,006690	0,469800	0,251895
	hrabanka	3	1,397000	0,976000	0,704000	2,511000	0,974291
	humus	3	4,835200	4,032000	3,040000	7,433600	2,304290
3	byliny	3	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	dr. dřevo	3	1,086450	0,913500	0,546000	1,799850	0,644565
	hrabanka	3	3,407930	2,640000	1,388800	6,195000	2,493428
	humus	3	8,825070	9,385200	7,000400	10,089640	1,618985
4	byliny	3	0,018510	0,022500	0,006040	0,027000	0,011032
	dr. dřevo	3	0,668830	0,693000	0,197500	1,116000	0,459721
	hrabanka	3	1,403630	1,340000	0,858500	2,012400	0,579570
	humus	3	7,125700	6,636000	4,247100	10,494000	3,152110
5	byliny	2	0,015150	0,015150	0,000000	0,030300	0,021425
	dr. dřevo	2	0,568000	0,568000	0,336000	0,800000	0,328095
	hrabanka	2	1,127000	1,127000	0,700000	1,554000	0,603865
	humus	2	2,831100	2,831100	1,419000	4,243200	1,997010

Z popisných statistik nám vyplývá, že hmotnost sušiny bylinného patra byla v průměru nejvyšší u první kategorie (0-5 let), a to 0,694 kg (pokud tuto hodnotu přepočítáme na hektar vyjde nám, že je na nezapojené ploše porostu je v průměru 6 943 kg bylin a travin na hektar (Tab. 4)), zatímco nejnižší, respektive žádné bylinné patro se nacházelo v kategorii třetí (21-60 let). Jednoznačně lze říci, že nejvíce bylin se nacházelo v první kategorii (0-5 let).

V případě drobného dřeva byl nejvyšší průměrná hmotnost sušiny naměřena ve třetí kategorii (21-60 let) 1,086 kg, a naopak nejnižší hodnota byla zjištěna u kategorie číslo dvě (6-20 let) 0,296 kg. Medián se pohybuje mezi hodnotami 0,365 – 0,914 kg, kdy nejnižší hodnota patří kategorii číslo jedna (0-5 let) a nejvyšší hodnota kategorii třetí (21-60 let). Maximální hodnota

u drobného dřeva byla naměřena ve třetí (21-60 let) kategorii s hodnotou 1,780 kg a minimální hodnota 0,007 u kategorie číslo dvě (6-20 let). Směrodatná odchylka je nejvyšší u kategorie číslo tři (21-60 let) a pak postupně klesá.

Nejvyšší průměrná hodnota u hrabanky je 3,408 kg u kategorie číslo tři (21-60 let), nejnižší pak u kategorie číslo pět (101 + let) 1,127 kg. Maximální hodnota byla naměřena opět v kategorii číslo tři a to 6,195 kg, a naopak nejnižší hodnota byla u kategorie číslo pět (101+ let) 0,700 kg. Hodnota mediánu je nejvyšší u kategorie třetí (21-60 let) 2,640 kg a na nejnižší hodnotu klesla u kategorie druhé (6-20 let). Směrodatná odchylka od první do třetí kategorie roste, v této kategorii je hodnota nejvyšší 2,493 kg, pak začne postupně klesat.

U humusu byly naměřeny nejvyšší hodnoty. Nejvyšší průměrná hodnota je znovu u kategorie číslo tři (21-60 let) 8,825 kg, a nejnižší u kategorie pět (101+ let) 2,831 kg. Maximální hodnota humusu 16,746 kg byla naměřena u kategorie číslo jedna (0-5 let), a nejnižší pak u kategorie číslo pět (101+ let) 1,419 kg. Nejvyšší hodnota mediánu byla zjištěna u kategorie číslo tři (21-60 let) a nejnižší klesla u kategorie číslo pět (101+ let) na hodnotu 2,831 kg. Směrodatná odchylka se pohybuje od 1,619 - 7,107 kg, kdy nejnižší hodnota je u kategorie třetí (21-60 let) a nejvyšší u kategorie první (+-5 let).

## 5.2 Vyhodnocení výsledků kyselé řady

Tabulka 2: Popisné statistiky hmotnosti sušiny všech kategorií u kyselé řady.

kategorie		N platných	průměr	Medián	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
1	byliny	3	0,761330	1,014000	0,080500	1,189500	0,596113
	dr. dřevo	3	0,182830	0,188500	0,000000	0,360000	0,180067
	hrabanka	3	0,745730	0,714000	0,576000	0,947200	0,187624
	humus	3	5,925380	6,518430	4,556300	6,701400	1,189179
2	byliny	3	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	dr. dřevo	3	0,219670	0,219000	0,074000	0,366000	0,146001
	hrabanka	3	1,483500	1,248000	0,994500	2,208000	0,640110
	humus	3	4,572070	4,655000	4,032000	5,029200	0,503740
3	byliny	3	0,025330	0,000000	0,000000	0,076000	0,043879
	dr. dřevo	3	0,765130	0,752400	0,528000	1,015000	0,243750
	hrabanka	3	1,087000	1,040000	0,472000	1,749000	0,639790
	humus	3	2,937000	3,450000	0,213000	5,148000	2,507170
4	byliny	3	0,018860	0,010230	0,000000	0,055000	0,025949
	dr. dřevo	3	0,694500	0,679500	0,331500	1,087500	0,393041
	hrabanka	3	2,276850	1,929500	1,711200	3,537200	0,860099
	humus	3	10,400940	10,319000	5,831200	15,134550	4,031320
5	byliny	2	0,361470	0,069400	0,039000	0,976000	0,532415
	dr. dřevo	2	0,926850	1,012500	0,652050	1,116000	0,243545
	hrabanka	2	1,520830	1,675000	1,120000	1,767500	0,350199
	humus	2	4,881070	4,747200	3,560000	6,336000	1,392833

Tyto popisné statistiky nám poukazují na to, že i u kyselé řady průměrná hodnota hmotnosti sušiny bylinného patra je nejvyšší u první kategorie (0-5 let) s hodnotou 0,761 kg (což je o 0,067 kg více jak u řady živné viz Tab. 1), naopak bylinné patro naprosto chybělo ve druhé kategorii (6-20 let). Maximální hodnota u bylinného patra byla naměřena také u první kategorie (0-5 let) konkrétně 1,190 kg. Medián se pohybuje v hodnotách od 0 – 1,014 s tím, že u první kategorie (0-5 let) je hodnota nejvyšší a u kategorií dvě (6-20 let) a tři (21-60 let) je medián nulový. Směrodatná odchylka je v rozptylu 0 – 0,596, kdy nulová je u druhé kategorie (6-20 let) a nejvyšší je u první kategorie (0-5 let).

U drobného dřeva byly nejvyšší průměrné hodnoty hmotnosti sušiny naměřeny u páté skupiny (101+ let) a to 0,927 kg = 9 270 kg/ha, což je o 0,160 kg více jak u řady živné (Tab. 1). Maximální hodnota byla naměřena u kategorie



páté (101+ let) s hodnotou 1,116 kg, ale u kategorií tři (21-60 let) a čtyři (61-100 let) byly hodnoty jen nepatrně nižší. Nejnižší hodnota byla naměřena u první kategorie (0-5 let), jelikož drobné dřevo úplně chybělo. Hodnota mediánu se pohybuje od 0,189 – 1,013 a od první kategorie (0-5 let) postupně roste, jediná výjimka je u kategorie čtvrté (61-100 let), která oproti kategorii třetí (21-60 let) nepatrně klesla pak se opět zvýšila. Směrodatná odchylka kolísá mezi hodnotami 0,146 – 0,393, kdy nejvyšší hodnota je u kategorie druhé (6-20 let) a nejvyšší u kategorie čtvrté (61-100 let)

V případě hrabanky je nejvyšší naměřená průměrná hodnota hmotnosti sušiny u kategorie čtvrté (61-100 let) s hodnotou 2,277 kg, což znamená  $2,277 \times 10\,000 = 22\,769$  kg/ha (Tab. 3), a to je o 11 310 kg/ha méně než u řady živné (tabulka 1). Maximální hodnota byla naměřena u kategorie čtvrté (61-100 let) s hodnotou 3,537 kg a nejnižší hodnota byla naměřena u kategorie třetí (21-60 let) s hodnotou 0,472 kg. Medián se pohybuje od nejnižší hodnoty 0,714 u kategorie první (0-5 let), až po 1,930 u kategorie čtvrté (61-100 let). Hodnota směrodatné odchylky je nejnižší u kategorie první (0-5 let) 0,188, a naopak nejvyšší hodnota byla naměřena u kategorie čtvrté (61-100 let) s hodnotou 0,860.

Maximální naměřená průměrná hmotnost sušiny humusu byla naměřena u kategorie čtvrté (61-100 let) s hodnotou 10,401 kg, což v přepočtu na hektar ( $10,401 \times 10\,000$ ) činí 104 009 kg/ha (Tab. 3), což je nevyšší hodnota, který byla naměřena. Tato hodnota je o 15 760 kg/ha vyšší než u živné řady. Maximální naměřená hodnota byla naměřená také u kategorie čtyři (61-100 let) s hodnotou 15,135 kg a minimální u kategorie třetí s hodnotou 0,213 kg. Medián se pohybuje v rozmezí od 4,655 u druhé kategorie (6-20 let) a 10,319 u čtvrté kategorie (61-100 let). Maximální hodnota směrodatné odchylky byla naměřena u čtvrté kategorie (61-100 let) 4,031 a minimální u druhé kategorie (6-20 let) 0,504.

Tabulka 3: Průměrná hmotnost sušiny kg/ha u živné řady

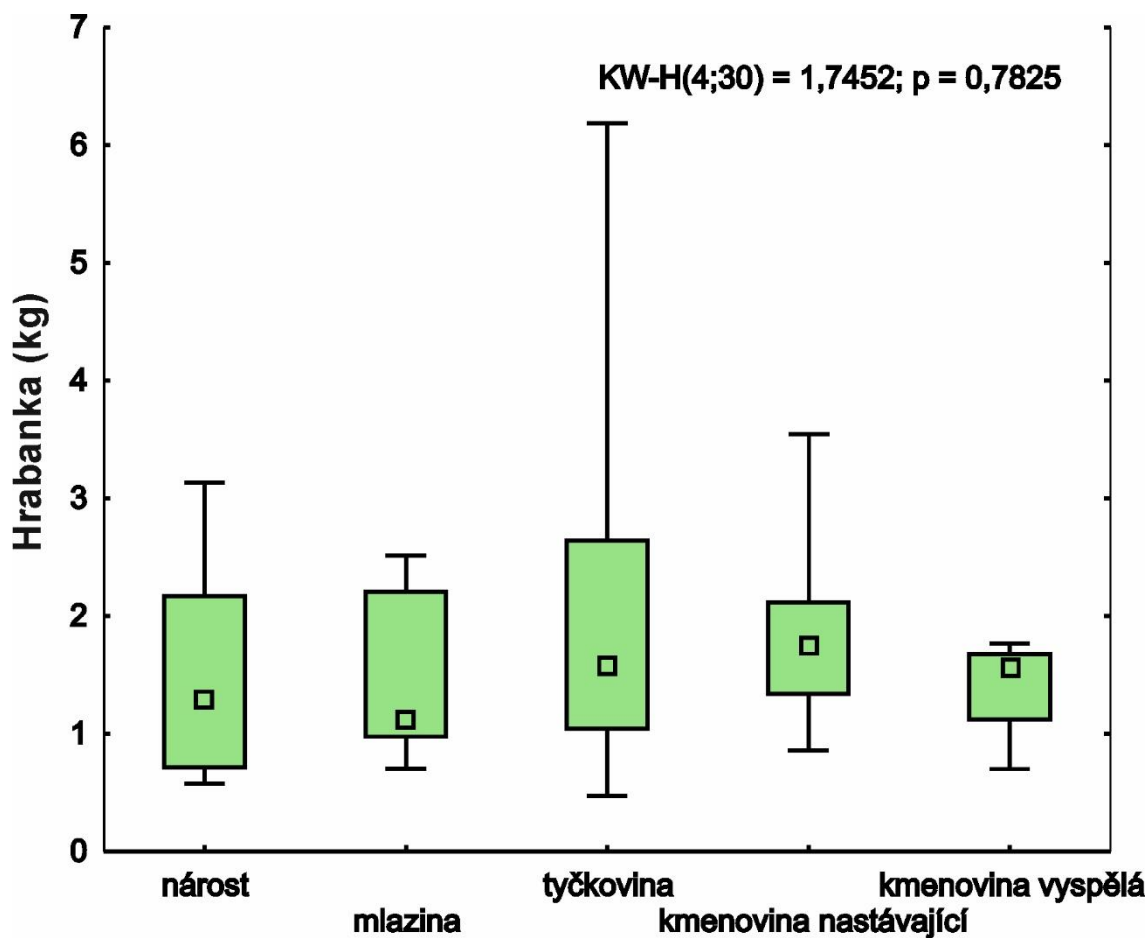
Přepočtená sušina na hektar u kyselých řad (kg/ha)				
kategorie	bylinné patro	drobné dřevo	hrabanka	humus
1	7 613	1 828	7 457	59 254
2	-	2 197	14 835	45 721
3	253	7 651	10 870	29 370
4	189	6 945	22 769	104 009
5	3 615	9 269	15 208	48 811

Tabulka 4: Průměrná hmotnost sušiny kg/ha u kyselých řad

Přepočtená sušina na hektar u kyselých řad (kg/ha)				
kategorie	bylinné patro	drobné dřevo	hrabanka	humus
1	6 943	3 470	23 129	85 433
2	115	2 955	13 970	48 352
3	-	10 865	34 079	88 251
4	185	6 688	14 036	71 257
5	152	5 680	11 270	28 311

### 5.3 Vyhodnocení struktury pozemního paliva dle kategorií

#### Vyhodnocení sušiny hrabanky dle kategorií



Graf: 1 Srovnání hmotnosti sušiny hrabanky u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum)

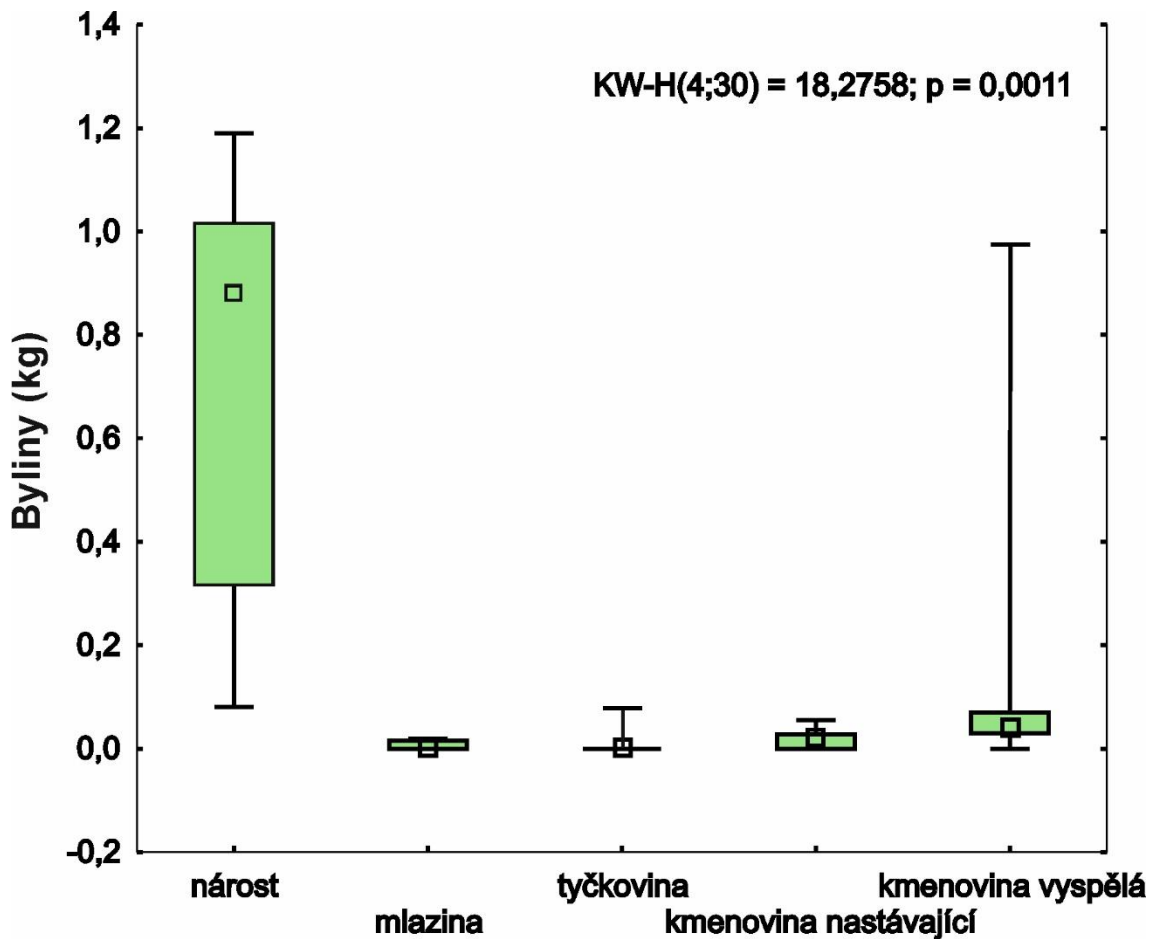
Tabulka 5: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro hrabanku.

Kategorie	Nárost (1)	Mlazina (2)	Tyčovina (3)	Kmenovina nastávající (4)	Kmenovina vyspělá (5)
Nárost (1)		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Mlazina (2)	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
Tyčovina (3)	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
Kmenovina nastávající (4)	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
Kmenovina vyspělá (5)	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Výsledky Kruskal-Wallisova testu ukázaly hodnou  $H(4, N=30) = 1,745192$  a hodnota  $p = 0,7825$ . Byly porovnávány hodnoty sušiny hrabanky všech kategorií a bylo zjištěno, že u hrabanky mezi porovnávanými kategoriemi

není statisticky signifikantní rozdíl. Největší rozdíl mezi minimem a maximem je ve třetí kategorii (21-60 let). Ve čtvrté (61-100 let) a páté (101+ let) kategoriích došlo ke snížení rozdílu minima a maxima. Medián se pohybuje od 1,1 do 1,7.

### Vyhodnocení hmotnosti sušiny bylinného patra

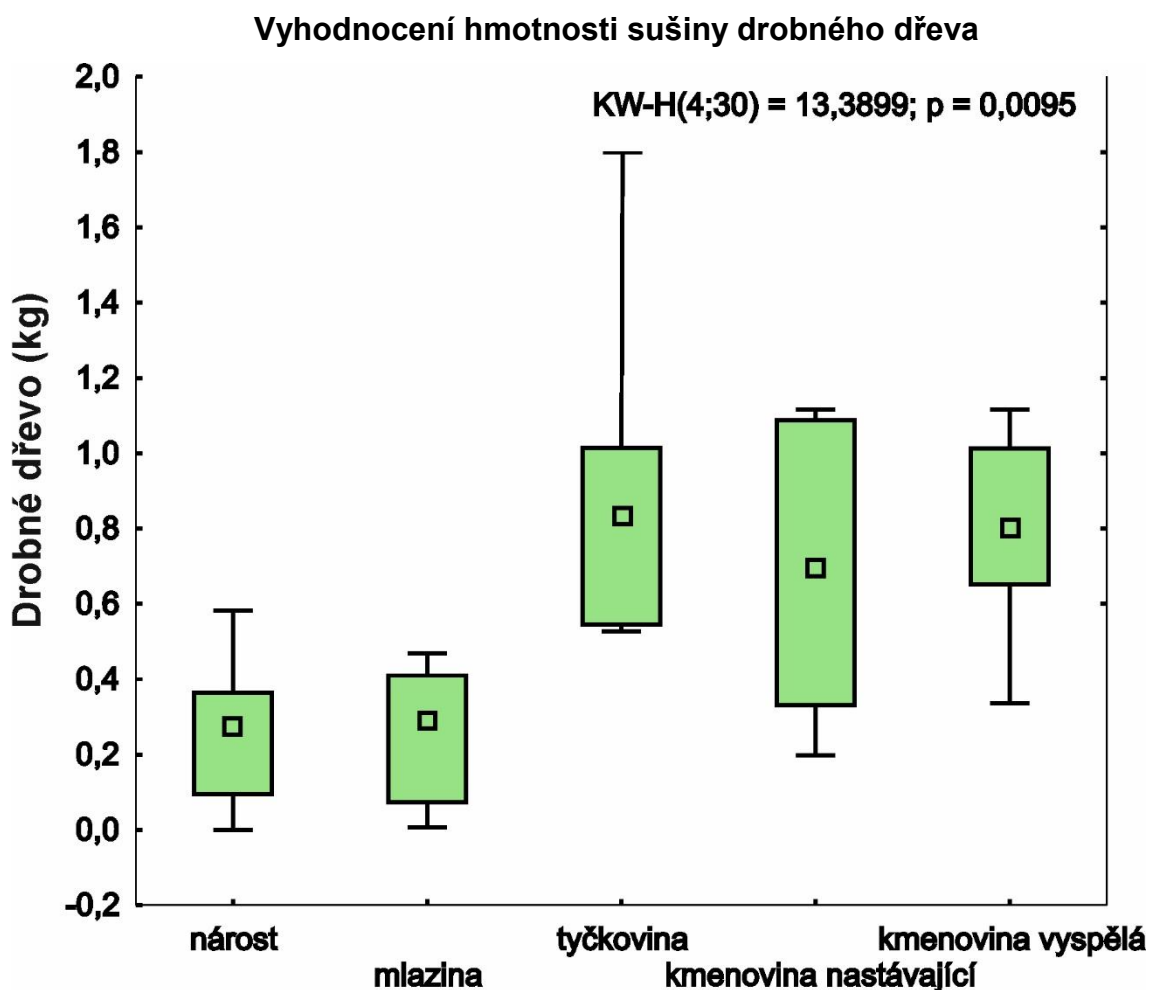


Graf: 2: Srovnání hmotnosti sušiny bylinného patra u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum)

Tabulka 6: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro bylinné patro

Kategorie	Nárost (1)	Mlazina (2)	Tyčovina (3)	Kmenovina nastávající (4)	Kmenovina vyspělá (5)
Nárost (1)		0,005092	0,005412	0,087867	1,000000
Mlazina (2)	0,005092		1,000000	1,000000	0,624046
Tyčovina (3)	0,005412	1,000000		1,000000	0,646345
Kmenovina nastávající (4)	0,087867	1,000000	1,000000		1,000000
Kmenovina vyspělá (5)	1,000000	0,624046	0,646345	1,000000	

V tomto případě vyšla hodnota  $H(4, N=30) = 18,27583$  a hodnota  $p = 0,0011$ . Na základě tohoto testu je statisticky signifikantní rozdíl u kategorie první (0-5 let), a to s kategorií druhou (6-20 let) a třetí (21-60 let). Největší rozdíl mezi minimem a maximem je u kategorie první (0+5 let) a také páté (101+ let) u všech ostatních kategorií se tyto hodnoty rapidně klesly. Medián se pohybuje od 0 – 0,5.

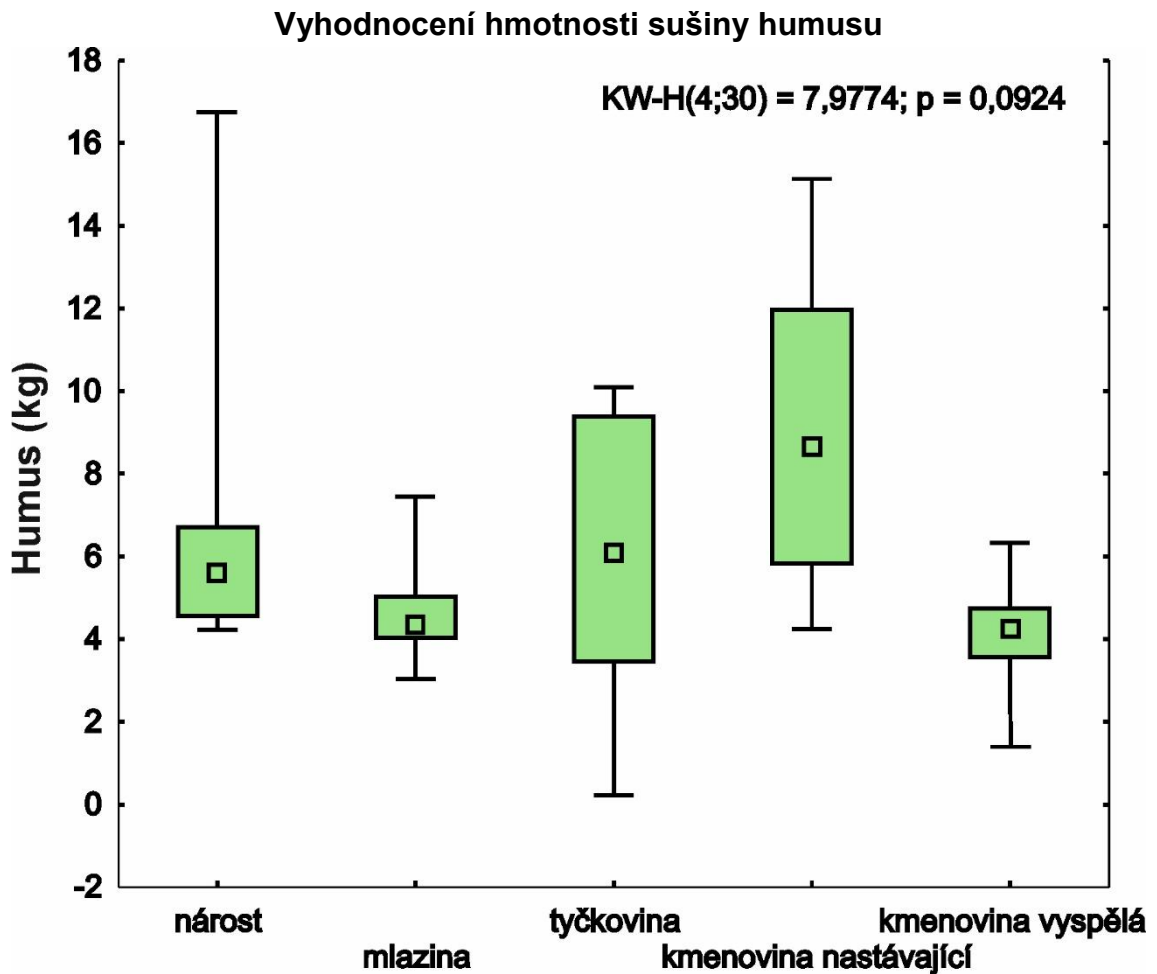


Graf: 3: Srovnání hmotnosti sušiny drobného dřeva u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum)

Tabulka 7: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro drobné dřevo

Kategorie	Nárost (1)	Mlazina (2)	Tyčovina (3)	Kmenovina nastávající (4)	Kmenovina vyspělá (5)
Nárost (1)		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Mlazina (2)	1,000000		1,000000	0,229005	1,000000
Tyčovina (3)	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
Kmenovina nastávající (4)	1,000000	0,229005	1,000000		0,149634
Kmenovina vyspělá (5)	1,000000	1,000000	1,000000	0,149634	

Hodnota H (4, N=30) = 13,38989, p=0,0095. V tomto testu byly porovnávány hodnoty hmotnosti sušiny drobného dřeva v porostech. Dle Kruskal-Wallisova testu bylo zjištěno, že mezi těmito kategoriemi není statisticky významný rozdíl. Z grafického znázornění vyplývá, že největší rozdíl minima a maxima je ve třetí (21-60 let) kategorii. Mezi první a druhou kategorií nejsou nijak výrazné rozdíly. Medián se v tomto případě pohybuje mezi hodnotami 0,3 – 0,81.



Graf: 6: Srovnání hmotnosti sušiny humusu u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum)

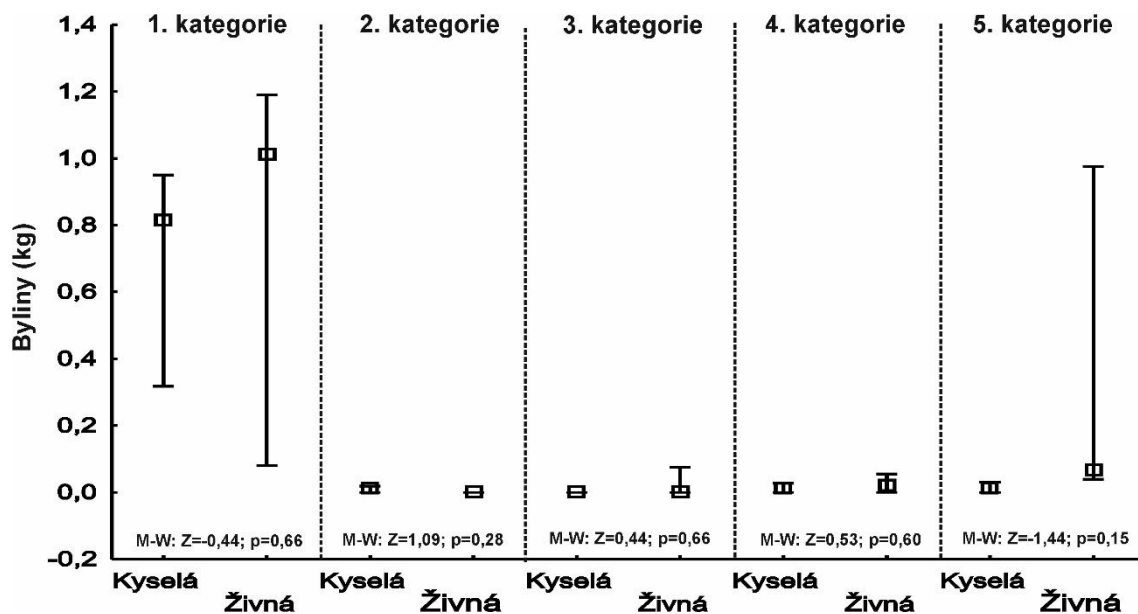
Tabulka 8: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro humus

Kategorie	Nárost (1)	Mlazina (2)	Tyčovina (3)	Kmenovina nastávající (4)	Kmenovina vyspělá (5)
Nárost (1)		1,000000	0,058788	0,431451	0,187156
Mlazina (2)	1,000000		0,087082	0,592699	0,260083
Tyčovina (3)	0,058788	0,087082		1,000000	1,000000
Kmenovina nastávající (4)	0,431451	0,592699	1,000000		1,000000
Kmenovina vyspělá (5)	0,187156	0,260083	1,000000	1,000000	

Při použití Kruskal-Wallisova testu bylo zjištěno, že mezi studovanými kategoriemi není statisticky signifikantní rozdíl. V tomto případě vyšla hodnota  $H(4, N=30) = 7,977381$  a hodnota  $p = 0,0924$ . Největší rozdíl minima a maxima v tomto případě je u kategorie číslo jedna (0-5 let), naopak nejmenší je u kategorie dvě (6-20 let). Medián se pohybuje od 4,3 – 8,7.

#### 5.4 Vyhodnocení rozdílnosti struktury mezi kyselou a živnou řadou

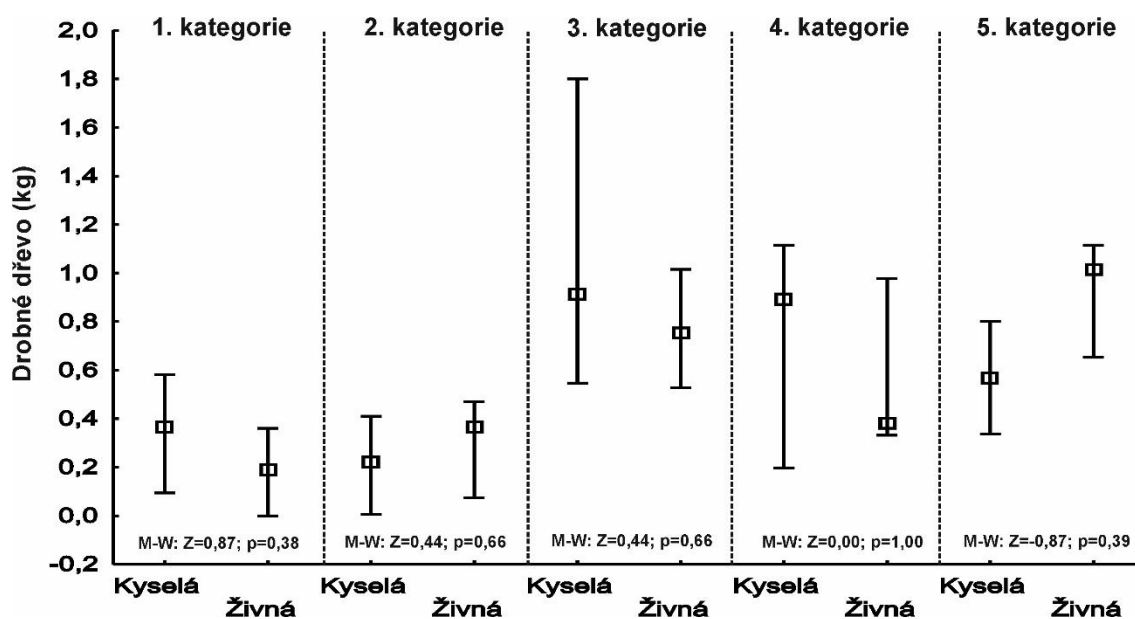
##### Porovnání hmotnosti sušiny bylinného patra mezi kyselou a živnou řadou v jednotlivých kategoriích



Graf: 7: Rozdílnost v hmotnosti sušiny bylinného patra v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum)

K porovnávání rozdílnosti mezi kyselou a živnou řadou byl použit Mann-Whitneyův test. Bylo zjištěno, že rozdíly mezi kyselou a živnou řadou v hodnotách hmotnosti sušiny drobného dřeva nejsou signifikantní neboli mezi hodnotami není statistický rozdíl. Dle databáze maximální naměřená hodnota sušiny v této kategorii činila 1,19 kg a nacházela se v živné řadě, a naopak vůbec žádné bylinné patro nebylo naměřeno nejčastěji ve druhé (6-20 let) a třetí (21-60 let) kategoriích.

## Porovnání hmotnosti sušiny drobného dřeva mezi kyselou a živnou v jednotlivých kategoriích

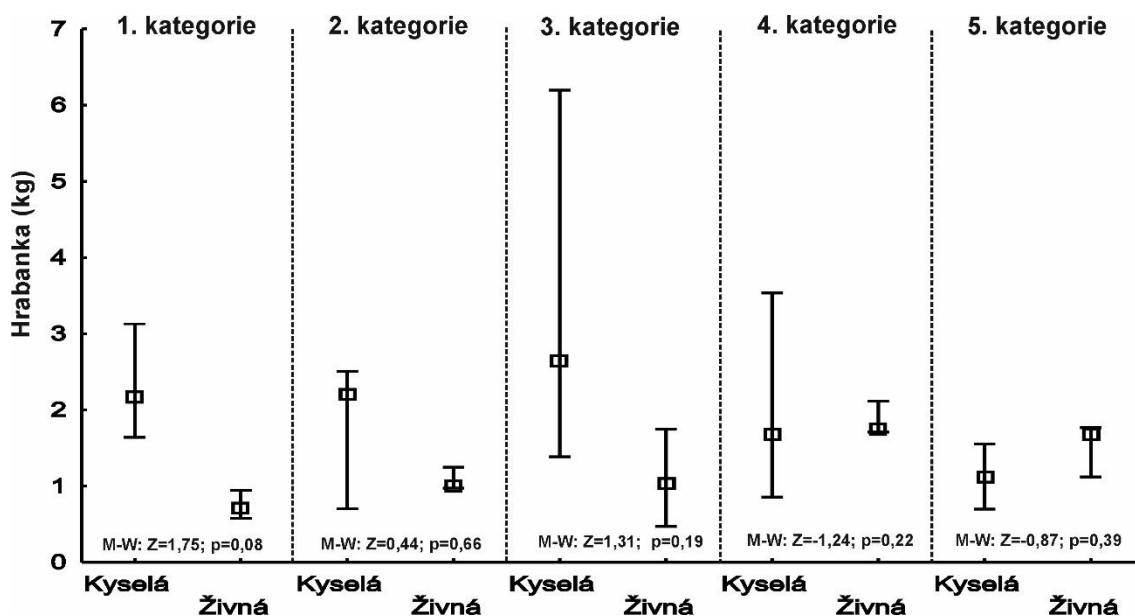


Graf: 8: Rozdílnost v hmotnosti sušiny drobného dřeva v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum)

Při porovnávání hmotnosti drobného dřeva mezi kyselou a živnou řadou byl použit Mann Whitneyův test. Hodnota Z nabývala hodnot od 0,00 – 0,87 a hodnota p se pohybovala od 0,38 – 1,00 z čehož vyplývá, že tyto rozdíly nejsou signifikantní, což znamená, že mezi nimi nejsou statisticky významné rozdíly. Nejvyšší hmotnost segmentu paliva drobné dřeva byla naměřena u třetí (21-60 let) kategorie v kyselé řadě s hodnotou 1,80 kg.



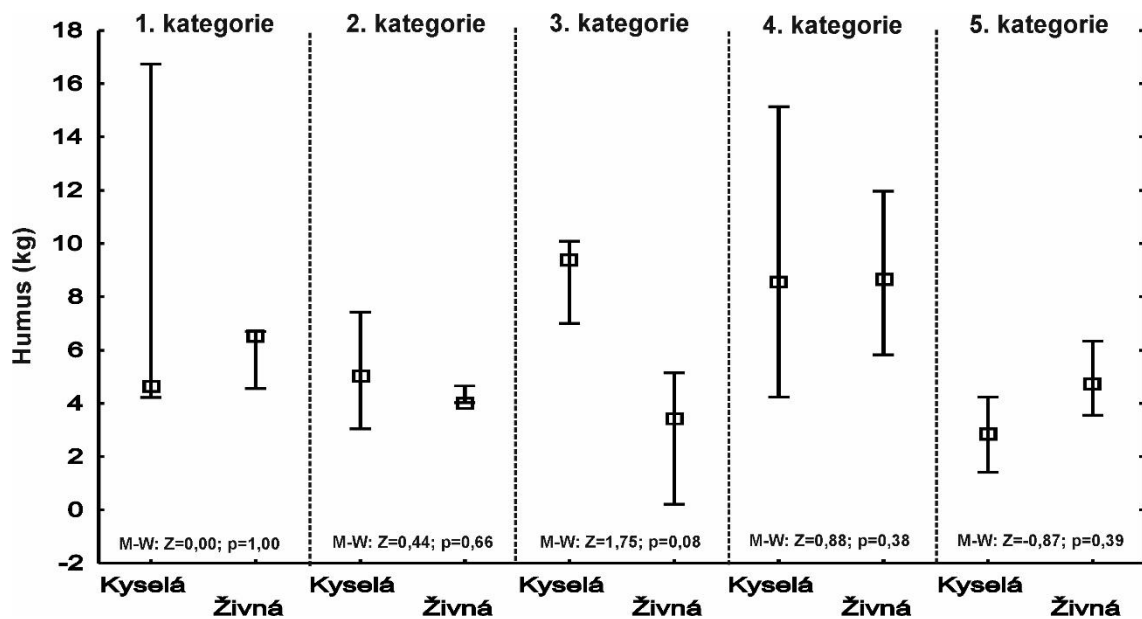
## Porovnávání hmotnosti sušiny hrabanky mezi kyselou a živnou řadou v jednotlivých kategoriích



Graf: 9: Rozdílnost v hmotnosti sušiny hrabanky v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum)

V tomto případě, kdy srovnáváme hmotnost sušiny hrabanky mezi kyselou a živnou řadou se hodnota Z pohybuje od 0,44 – 1,75 a hodnota p se pohybuje od 0,08 – 0,66. V žádném z testů nevyšla hodnota p menší jak 0,05, což znamená, že rozdíly mezi kyselou a živnou řadou nejsou signifikantní neboli mezi nimi nenastal statisticky významný rozdíl. Podle databáze byla maximální hodnota naměřena u kyselé řady ve třetí (21-60 let) kategorii s hodnotou 6,20 kg, a naopak nejnižší hodnota 0,47 kg byla naměřena u živné řady ve třetí (21-60 let) kategorii.

## Porovnávání hmotnosti sušiny humusu mezi kyselou a živnou řadou v jednotlivých kategoriích



Graf: 10: Rozdílnost v hmotnosti sušiny humusu v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum)

Při porovnávání hmotnosti sušiny humusu mezi živnou a kyselou řadou se hodnota Z pohybuje v rozmezí 0,00 – 1,75 a hodnota p 0,08 – 1,00. Hodnota p neklesla pod hranici 0,05, tudíž rozdíly mezi kyselou a živnou řadou nejsou signifikantní neboli není mezi nimi žádný statisticky významný rozdíl. Podle databáze maximální hodnota hmotnosti sušiny humusu činí 16,75 kg v první (0-5 let) kategorii u kyselé řady a nejnižší hodnota byla naměřena u třetí (21-60 let) kategorie v živné řadě s hodnotou 0,21 kg.

## 6 Diskuse

Výsledky výzkumu ukazují, že ve třetím lesním vegetačním stupni je rozdíl mezi živnou a kyselou řadou minimální. Sedliak, Majlingová (2013) mapovali množství pozemního paliva v porostech na odlišných tvarech reliéfu, vycházeli z klasifikace lesních porostů do tzv. palivových modelů podle geobiocenologické klasifikace Slovenska, což je to nejpodrobnější klasifikace lesů, která vychází z vývojových principů podle vlastností prostředí. Palivo charakterizovali na základě metodiky Brown a kol. (1982). Mezi zkoumané druhy paliva patřila tráva, byliny, mech, kořeny a kořínky, semena a plody stromů, opad, hrabanka a humus. Celkem kvantifikovali 21 ploch. Parsons et al. (2010) ve své práci uvádí, že nejdůležitější na charakteristice pozemního paliva je jeho variabilita napříč krajinou. Z jejich výsledků vyplývá, že nejmenší množství pozemního paliva se nachází na území hřebenů, což je poměrně logické, a naopak největší množství pozemního paliva se nachází v dolinách. Tento fakt je způsobený přirozeným pohybem materiálu vlivem gravitace, případně vlivem meteorologických podmínek (vítr, déšť, sníh). Nejvyšší hmotnost trav a bylin byla naměřena na hřebenech. Tento fakt je způsobený větším prostorem pro růst vegetace, vzhledem k menšímu výskytu opadu.

Tato situace je velmi podobná jako u první kategorii (0-5 let), kde má bylinné patro spoustu prostoru, jelikož nárost není zapojen. Z výsledků této práce vyplývá, že se mocnost humusu v ostatních kategoriích nijak rapidně nemění a hmotnost drobného dřeva začíná stoupat od kategorie třetí (21-60 let) a výše, což je logické, protože vlivem růstu stromů dochází k zasychání drobných větvíček ve spodních partiích kmenů a k jejich postupnému odpadávaní. Dle jejich výsledků se na hřebenech mocnost humusové vrstvy výrazně snižuje, což je způsobeno výskytem mateřské horniny v malé hloubce pod povrchem, nebo na povrchu podléhá erozi a transportu ve směru pádu.

Szczygieł, Kwiatkowski (2017) prováděli podobný výzkum v oblastech, které byly zvláště ohroženy lesními požáry. Zaměřili se na porosty, kde v posledním období nebyl prováděn žádný výchovný zásah, zřejmě z důvodu, aby jejich naměřená data nebyla předchozím zásahem zkreslená.

Aby sousední porosty neovlivňovaly stav půdního pokryvu, určili si předpoklad, aby zkoumané porosty měly minimální rozlohu 1 hektar. V našem případě bylo kritérium podobné, tj. 0,5 ha, a zkoumaná plocha musela být situována minimálně 15 m od hranice nejbližšího porostu a troufám si tvrdit, že to byla dostačující vzdálenost. Zajímavý rozdíl oproti našemu výzkumu byl v tom, že biomasa byla v bylinném patru stanovena pouze v případě, že její podíl na povrchu zkoumané plochy byl větší než 10 %. Toto kritérium je dle mého názoru vhodně zvoleno, jelikož v tomto podílu již může hrát svou roli při šíření lesního požáru.

Moriondo et al. (2006) poukazuje na prodloužení délky tzv. ohňové sezóny, také tvrdí, že se prodlužuje období se zvýšeným nebezpečím vzniku lesního požáru a také vzrůstá počet extrémních událostí, které potencionálně zvyšují pravděpodobnost lesního požáru. Anderson (1968) se zaměřil na to, co je to vlastně hořlavost, Autor navrhuje, aby se jednalo o zápalnost, udržitelnost a hořlavost. Definuje zápalnost z hlediska vlastností paliv a intenzity zdroje tepla. Podobné metody a pojmy pro stanovení udržitelnosti a hořlavosti do té doby nebyly vůbec definovány.

Kvantifikace množství pozemního paliva je také velice důležitá pro případný boj s lesním požárem. Jak uvádí ve své práci Reeuves et al. (2006) palivové mapy jsou základními informacemi pro předpoklad šíření a pro odhad intenzity lesního požáru. Keane et al. (2001) na druhou stranu tvrdí, že ve většině případů palivové mapy neobsahují informace o variabilitě a struktuře pozemního paliva, což je velmi důležitá informace. Pro hasiče je dle mého názoru nejdůležitější pro zvládnutí a následné uhašení požáru jeho charakter a vlastnosti, proto informace o množství, struktuře, hořlavosti jsou velmi důležité. Zjištěním například spalného tepla by jednotky HZS mohly mít představu o množství vyprodukované tepelné energie, o rychlosti šíření a charakteru hoření a mohli se díky těmto informacím připravit na boj s daným lesním požárem, například by mohli odhadnout množství vody, která bude potřeba na zastavení šíření, nebo úplné uhašení lesního požáru. Řešením problematiky by mohlo být i budování vodních nádrží v blízkosti oblastí, kde je z různých důvodů zvýšená pravděpodobnost výskytu lesního požáru. Na druhou stranu probíhá změna klimatu, ubývá srážek, zvyšuje se průměrná

teplot a s tím souvisí sucho. Proto je na zvážení, zda by při budování nových vodních zdrojů vůbec došlo k jejich naplnění, a tedy i potenciální využitelnosti pro hašení lesních požárů. I vzhledem k současnému suchu, úbytku vláh v lesních porostech bychom se o lesní požáry měli zajímat a snažit se maximalizovat ochranná opatření vůči tomuto škodlivému činiteli.

## 7 Závěr

Z výsledků vyplývá, že množství a struktura pozemního paliva je stejná, bez statisticky významných rozdílů v rámci ekologických řad kyselá a živná ve smrkových porostech. Potvrdil se předpoklad, že výrazný rozdíl mezi kategoriemi dle věku a struktury porostu je pouze v bylinném patře. Tento jev je způsoben především rozpojením porostu a dopadem slunečního svitu na povrch půdy, což způsobuje vyšší zabuřnění porostů či ve starších porostech vyšší pravděpodobnost uchycení se semenného materiálu. Lze říci, že ve třetím lesním vegetačním stupni ve smrkových porostech v rámci ekologických řad kyselá a živná se nachází srovnatelné množství pozemního paliva, které se liší pouze v závislosti na stáří porostu, popřípadě jeho zakmenění.

## 8 Seznam použité literatury

ALEXANDER, M. E.; DE GROOT, W. J. *Fire Behavior in Jack Pine Stands: As Related to the Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) System*. Northern Forestry Centre, 1988.

AMY, L. The physico-chemical bases of the combustion of cellulose and ligneous materials. *Čah. du. Centre Tech. du Bois*. 1961, 45: 30 s.

ANDERSON, H. E. Flame shape and fire spread. *Fire Technol.* 1968, s. 51-58.

BAKER, F. S. Effect of excessively high temperature on coniferous reproduction. *Journal of For.* 1929, 27: s. 949-975.

BALOG, K.; KVARČÁK, M. *Dynamika požáru*. Ostrava. SPBI. 1999, 96 s. ISBN 80-86111-44-X.

BERČÁK, R., HOLUŠA, J., LUKÁŠOVÁ, K., HANUŠKA, Z., AGP, P., VANĚK, J., KULA, E., CHROMEK, I. 2018. Lesní požáry v České republice – charakteristika, prevence a hašení: review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63: 184-194.

BOERNER, R. E. J. Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. *BioScience*. 1982, 32.3: s. 187-192.

CALLE, A.; CASANOVA, J. L.; ROMO, A. Fire detection and monitoring using MSG Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (SEVIRI) data, *J. Geophys. Res.* 2006, 111 s.

CULEK, M., GRULICH, V., LAŠTŮVKA, Z., DIVISEK, J. *Biogeografické regiony České republiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. 448 s. ISBN 978-80-210-6693-9.

FORST, P. et al. *Ochrana lesů*. 2. vyd. SZN Praha. 1970, 423 s.

- FRANCL, R. 2007. Lesní požáry v České republice z pohledu hasičů. Lesnická práce, 86: 504–506.
- GILLET, A.; URLINGS, J. Comparative pyrolysis of wood, cellulose, lignin, and coal. I. Stepwise pyrolysis of wood. *Chimie & Industrie*. 1952, 67: s. 909-919.
- HLAVÁČ, P.; CHROMEK, I. *Lesné požiare a integrovaný systém ochrany lesov pred požiarmi*. Technická univerzita vo Zvolene. Zvolen, 2016. ISBN 978-80-228-2930-4.
- HOLUŠA, J., BERČÁK, R., LUKÁŠOVÁ, K., HANUŠKA, Z., AGH, P., VANĚK, J., KULA E., CHROMEK, I. 2018. Lesní požáry v České republice – definice a rozdělení: review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63: 102–111. ISSN: 0322-9688.
- CHROMEK, I., LUKÁŠOVÁ, K., BERČÁK, R., VANĚK, J., HOLUŠA, J. 2018. Hollow tree fire is a useless forest fire category. *Central European Forestry Journal*, 64: 67–78.
- CHROMEK, I. *Využitie leteckej techniky pri hasení lesných požiarov*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 2006, 1 elektronický optický disk. ISBN 80-228-1595-0.
- KEANE, R. E., BURGMAN, R. E., WAGTENDONK, J. V. 2001. Mapping wildland fuels for fire management across multiple scales: Integrating remote sensing, GIS, and biophysical modeling. *International Journal of Wildland Fire* 10:301-319.
- KOLLMANN, F. Occurance of exothermic reactions in wood. *Holz al Rohund Werkstoff*. 1960, 18: s. 193-200.
- KRAKOVSKÝ, A. 2004. *Lesné požiare*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene 2004, 78 s. ISBN 80-228-1301-X.
- KULA, E.; JANKOVSKÁ, Z. Forest fires and their causes in the Czech Republic (1992-2004). *Journal of Forest Science*. 2013, 59(2): s. 41-53.
- KUNT, A. *Lesní požáry*. Praha, Československý svaz požární ochrany. 1967, 313 s.



LOKVENC: *Lesnický naučný slovník I*. Praha: Agrospoj, 1994. ISBN 80-7084-111-7.

MAJLINGOVÁ, A., SEDLIAK, M. 2013. Introduction to the complex system of wildland fire risk assessment. In *Delta: vedecko-odborný časopis Katedry protipožiarnej ochrany*. ISSN 1337-0863. Roč. 7, č. 14 (2013), s. 7-10.

MARCOK, M.; REINPRECHT, L.; BENICAK, J. Detection of wood decay with ultrasonic method. *DREVARSKY VYSKUM*. 1997, 42.1: s. 11-22.

MAŘÁKOVÁ, M. 2012. Jak se vypořádáme s následky velkého požáru lesa na lokalitě Moravská Sahara u Bzence. *Lesu zdar*, 11–12: 10–21.

NESTĚROV, V. G. *Ochrana proti požiarom*. Bratislava, 1949, 233 s.

OSVALD, A.; CHOVANEC, D. *Thermal degradation of wood*. Zvolen: TU vo Zvolene. 1992, 59 s. ISBN 80-228-0175-5.

PARSONS, R. A., MELL W. E., MCCAULEY P. 2010. Linking 3D spatial models of fuels and fire: Effects of spatial heterogeneity on fire behavior. *Ecological Modelling* 222:679-691.

PFEFFER A. et al. 1961. *Ochrana lesů*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 838 s.

PLÍVA K., 1987. Typologický klasifikační systém ÚHÚL. Brandýs nad Labem, ÚHÚL: 52.

POŽÁRY. 2006. Rozsáhlý požár lesa v Českém Švýcarsku [online]. *Požáry.cz* ohnisko žhavých zpráv. [cit. 2018-02-01]. Dostupné na/Available on: <https://www.pozary.cz/clanek/5527-rozsahly-pozarlesa-v-ceskem-svycarsku>.

QUITT, E. (1975). *Clirnatic Regions of the Czech Socialist Republic*. Brno: Institute of Geography, Czechoslovak Academy of Sciences [In Czech].

REEYES, M. C., KOST J. R., RYAN K. C. 2006. Fuels products of the LANDFIRE project. Pages 239-249 in *Fuels management—How to measure success*. Proceedings RMRS-P-41, USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Portland, OR.

ROY P.S. 2003. Forest fire and degradation assessment using satellite remote sensing and Geographic Information System. In: Sivakumar, M.V.K. (ed.): Satellite remote sensing and GIS applications in agricultural meteorology. Proceedings of a training workshop. Indie, Dehra Dun, 7–11 July 2003. Geneva, World Meteorological Organisation: 361–400.

SHAFIZADEH, Fred. The chemistry of pyrolysis and combustion. 1984.

STOLINA, M. et al. *Ochrana lesa*. Bratislava: Príroda. 1985, 473 s. ISBN 64-051-85.

SUCHOMEL, J., GEJDOŠ, M., TEČEK, J., JURICA, J. (2011) Analýza náhodných ťažieb dreva na Slovensku. *Vedecká štúdia*. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.

SZCZYGIEL, R., KWIATKOWSKI, M. 2017. Ustalenie zagrożenia pożarowego lasu na poligonach wojskowych. DOI 10.12845/bitp.45.1.2017.2

THOMAS E.A., MCALPINE R.S. 2010. Fire in the forest. Cambridge, Cambridge University Press: 225 s.

ZACHAR, M. *Vplyv ohrevu na termickú degradáciu vybraných druhov dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 2009, 102 s. ISBN 978-80-228-2060-8.

ZANON V., VIVEIROS F., SILVA C., HIPÓLITO A.R., FERREIRA T. 2008. Impact of lightning on organic matter-rich soils: influence of soil grain size and organic matter content on underground fires. *Natural Hazards*, 45: 19–31. DOI: 10.1007/s11069-007-9154-x

Česko. Ministerstvo vnitra. Vyhláška č. 246 ze dne 23. července 2001 o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci). In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, 43 s., 5446-5489. Dostupný také z:

<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=246&r=2001>

Evropská Unie. Evropský Parlament. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2152 ze dne 17. listopadu 2003 o monitorování lesů a

environmentálních interakcí ve Společenství (Forest Focus). In *Uřední věstník Evropské unie*, 2003, 7 s., 285-292. Dostupný také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32003R2152>

### **Webové odkazy**

*HZS Jihomoravského kraje* [online]. Brno, 2012 [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://www.firebrno.cz/hasici-ukoncili-likvidaci-pozaru-lesa-u-bzence>

## **9 Seznam příloh**

Příloha 1: Fotografie z nárostu – první kategorie (0-5 let) .....	52
Příloha 2: Fotografie z tyčoviny – třetí kategorie (21-60 let).....	52
Příloha 3: Fotografie z vyspělé kmenoviny – pátá kategorie (101+ let).....	53

## 10 Přílohy



*Příloha 1: Fotografie z nárostu – první kategorie (0-5 let)*



*Příloha 2: Fotografie z tyčoviny – třetí kategorie (21-60 let)*



*Příloha 3: Fotografie z vyspělé kmenoviny – pátá kategorie (101+ let)*

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Popisné statistiky hmotnosti sušiny různých kategorií v živné řadě.	30
Tabulka 2: Popisné statistiky hmotnosti sušiny všech kategorií u kyselé řady.	32
Tabulka 3: Průměrná hmotnost sušiny kg/ha u živné řady .....	34
Tabulka 4: Průměrná hmotnost sušiny kg/ha u kyselé řady .....	34
Tabulka 5: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro hrabanku.....	35
Tabulka 6: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro bylinné patro .....	36
Tabulka 7: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro drobné dřevo.....	37
Tabulka 8: Výsledky Kruskal-Wallisova testu pro humus .....	38

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1: Trojúhelník hoření (Berčák et al. 2018).....	12
Obrázek 2: Anatomie lesního požáru (Berčák et al. 2018).....	17
Obrázek 3: Pásma lesního požáru (Berčák et. al 2018).....	19

## **Seznam grafů**

Graf: 1 Srovnání hmotnosti sušiny hrabanky u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum).....	35
Graf: 2: Srovnání hmotnosti sušiny bylinného patra u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum) .....	36
Graf: 3: Srovnání hmotnosti sušiny drobného dřeva u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum) .....	37
Graf: 4: Srovnání hmotnosti sušiny humusu u všech kategorií (malý čtvereček – medián, krabice 25 % a 75 % kvantil, svorka – minimum a maximum).....	38

Graf: 5: Rozdílnost v hmotnosti sušiny bylinného patra v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum) .....	39
Graf: 6: Rozdílnost v hmotnosti sušiny drobného dřeva v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum) .....	40
Graf: 7: Rozdílnost v hmotnosti sušiny hrabanky v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum) .....	41
Graf: 8: Rozdílnost v hmotnosti sušiny humusu v jednotlivých kategoriích mezi kyselou a živnou řadou (čtverec – medián, svorka – minimum maximum) .....	42