

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Struktura a množství pozemního paliva
humusem obohacených stanovišť
smrkových porostů**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Renáta Hanušová

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

2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Renáta Hanušová

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Struktura a množství pozemního paliva humusem obohacených stanovišť smrkových porostů

Název anglicky

Structure and volume of ground fuel in spruce forest on habitats enriched with humus

Cíle práce

Porovnat strukturu a množství pozemního paliva smrkových porostů v rámci humusem obohacených stanovišť se stanovišti bohatými

Metodika

V oblastech 3. a 4. lesního vegetačního stupně budou vytipovány porosty, ve kterých bude kvantifikováno pozemní palivo. Vybrané porosty se budou nacházet na humusem obohacených stanovištích a bohatých stanovištích se zastoupením smrku 70 % a více a minimální rozlohou 0,5 ha. Budou rozděleny do několika kategorií v závislosti na věku a stavbě porostu. V každé kombinaci bude minimálně pět opakování. Samotná kvantifikace pozemního paliva bude probíhat vždy minimálně 15 metrů od nejbližšího okraje porostu, na ploše 1 m² bude pečlivě odebrány a zváženy jednotlivé části pozemního paliva (drobné dřevní materiál, byliny, hrabanka, humus). 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 zaznamenány do databáze a vhodnými statistickými metodami vyhodnoceny.

Doporučený rozsah práce

40 stran včetně příloh

Klíčová slova

spruce forests, fuel, 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., Oberheuer 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 požiarmi. 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

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Konzultant

ing. Roman Berčák

Elektronicky schváleno dne 24. 10. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 17. 03. 2020

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Struktura a množství pozemního paliva humusem obohacených stanovišť smrkových porostů“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 14. 6. 2020

Autor: Bc. Renáta Hanušová

Podpis autora:

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala prof. Ing. Jaroslavu Holušovi, Ph.D. za jeho čas, poskytnuté studijní materiály a připomínky při psaní této práce. Dále bych připojila poděkování Ing. Romanu Berčákovi za ukázkou měření v terénu a za pomoc při zpracování statistických výsledků, za předání zkušených rad a užitečných informací z problematiky požárů. Za poskytnutí vstupních materiálů a podkladů ke zpracování této práce děkuji mému kolegovi z LČR, s. p. Ing. Lubomíru Chmelíčkoví a kamarádovi Ing. Ivovi Koláčkoví z Lesů města Olomouce. Za podporu a spolupráci při psaní této práce patří dík i spolužákovi Bc. Stanislavu Ošťádalovi.

V Praze dne 14. 6. 2020

ABSTRAKT A KLÍČOVÁ SLOVA

Množství pozemního paliva v lesních porostech je jedním ze základních faktorů ovlivňujících vznik a šíření lesního požáru. Tato diplomová práce byla zaměřena na porovnání struktury a množství pozemního paliva ve smrkových porostech v oblastech 3. a 4. lesního vegetačního stupně na humusem obohacených stanovištích a stanovištích bohatých. V literární rešerši bylo rozebráno palivo jako zdroj hoření, jeho kategorizace a chemické vlastnosti související s procesem hoření.

Při terénním měření bylo založeno 60 zkusných ploch v nadefinovaných porostech zahrnujících 4 věkové kategorie, na dvou půdně odlišných stanovištích. Z těchto byly odebrány vzorky jednotlivých vrstev paliva. Laboratorním měřením vlhkosti odebraných vzorků paliva byla stanovena jejich vlhkost a hmotnost sušiny. Zjištěné množství sušiny se porovnávalo mezi stanovišti bohatými a humusem obohacenými, a rovněž mezi jednotlivými věkovými kategoriemi porostů.

Pro statistické zpracování byl použit Liliforsův test normality, Kruskal – Walisův test rozdílu mezi hladinou pravděpodobnosti a Mann-Whitneyův test k porovnání paliv mezi typy stanovišť. Zpracováním statistické analýzy bylo zjištěno, že rozdíly v množství paliva nejsou v závislosti na typu edafické kategorie nikterak výrazné. Naopak porovnáním věkových kategorií byl rozdíl sledovaných aspektů paliva zaznamenán.

Klíčová slova: smrkové lesy, palivo, lesní požáry

ABSTRACT AND KEYWORDS

The amount of surface fuel in forest stands is one of the basic factors influencing the outbreak and spread of forest fires. This dissertation compares the structure and amount of surface fuel in spruce stands in areas with 3rd- and 4th-forest altitudinal zone in humus-enriched habitats and rich habitats. In the source research, fuel as a source of combustion, its categorisation and chemical properties related to the combustion process are discussed.

During field measurements, 60 experimental plots were established in defined stands encompassing four age categories, in two habitats with distinct soil conditions. Samples of the individual layers of fuel were collected from these plots. The moisture level of the collected fuel and the weight of dry matter were measured in the laboratory. The determined amounts of dry matter were compared between the rich habitats and humus-enriched habitats, as well as between the individual age categories of the stands.

Statistical processing made use of the Lilliefors normality test, the Kruskal–Wallis test for differences in the level of probability and Mann-Whitney test for compare fuels between habitat types. The statistical analyses demonstrated that differences in the amount of fuel in connection with the edaphic category are not significant. In contrast, differences were recorded in the studied fuel aspects when the age categories were compared.

Key words: spruce forests, fuel, forest fires

OBSAH

Zadání.....	1
Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Abstrakt a klíčová slova	5
Abstract and keywords.....	6
Obsah	7
Seznam obrázků.....	10
Seznam tabulek	11
Seznam grafů.....	12
1 Úvod	13
2 Cíle práce	14
3 Literární přehled.....	15
3.1 Les	15
3.2 Rozdělení lesa podle taxonomie	16
3.2.1 Lesní vegetační stupně	16
3.2.2 Ekologické řady	18
3.2.3 Edafické (půdní) kategorie	19
3.3 Hospodářství ve smrkových porostech	20
3.4 Lesní požár	22
3.5 Druhy lesního požáru.....	23
3.5.1 Pozemní Požár.....	23
3.5.2 Korunový požár	23
3.5.3 Podzemní požár	24
3.5.4 Kombinace a přechody pozemního a korunového požáru ...	24

3.5.5	Požár kalamitní plochy	25
3.6	Hoření, trojúhelník hoření	25
3.6.1	Proces hoření	25
3.6.2	Části lesního požáru.....	26
3.6.3	Pásma požáru	27
3.6.4	Fáze požáru	29
3.6.5	Trojúhelník hoření	29
3.7	Palivo	31
3.7.1	Rozdělení paliva do pater.....	32
3.7.2	Vlastnosti paliv	35
4	Metodika	38
4.1	Výběr porostů pro měření v terénu	38
4.1.1	Výběr porostů	38
4.2	Měření v terénu.....	38
4.2.1	Vyhledání cílového porostu	38
4.2.2	Vytvoření zkusné plochy	38
4.2.3	Popis zkusné plochy.....	39
4.2.4	Kvantifikace pozemního paliva	40
4.2.5	Pomůcky potřebné k měření.....	41
4.3	Laboratorní zpracování zjištěných měření	42
4.4	Statistické zpracování	42
5	Výsledky práce	43
5.1	Test normálního rozdělení	43
5.2	Výsledky měření na bohatých stanovištích	46
5.3	Výsledky měření na humusem obohacených stanovištích.....	47

5.4	Výsledky porovnání kvantifikace paliva podle věkových kategorií porostů.....	49
5.4.1	Skupina paliva – byliny.....	49
5.4.2	Skupina paliv – dřevo.....	50
5.4.3	Skupina paliv – hrabanka.....	52
5.4.4	Skupina paliv – humus.....	53
5.5	Porovnání kvantifikace paliv mezi humusem obohacených a bohatých edafických řad stanovišť.....	55
6	Diskuze.....	59
7	Závěr.....	62
8	Seznam použitých zdrojů.....	63
9	Přílohy.....	67

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Popis pásem a částí lesního požáru.....	28
Obrázek 2 Trojúhelník hoření.....	30
Obrázek 3 Rozdělení paliva do pater.....	34
Obrázek 4 Vytýčení a označení zkusné plochy.....	39
Obrázek 5 Odebrané označené vzorky ze zkusné plochy.....	41
Obrázek 6 Krok 1. - vytýčení a označení zkusné plochy.....	67
Obrázek 7 příklad Struktury bylinného materiálu.....	67
Obrázek 8 Krok 2. - odebraný veškerý materiál drobného dřeva.....	68
Obrázek 9 Struktura materiálu drobného dřeva.....	68
Obrázek 10 Krok 3. - Zkusná plocha po odebrání vrstvy hrabanky.....	69
Obrázek 11 Struktura hrabanky.....	69
Obrázek 12 Odebraná vrstva humusu z 1/4 zkusné plochy.....	70
Obrázek 13 Struktura materiálu humusového horizontu.....	70

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Podíl zastoupení smrku ztepilého z celkové plochy porostní půdy	21
Tabulka 2 Střední plošný věk smrku ztepilého.....	21
Tabulka 3 Popisné statistiky skupin paliv na bohatých stanovištích.....	46
Tabulka 4 Popisné statistiky skupin paliv na humusem obohacených stanovištích	47
Tabulka 5 Porovnání sušiny bylin pomocí Kruskal-Wallisova testu.....	49
Tabulka 6 Porovnání sušiny drobného dřeva pomocí Kruskal-Wallisova testu	51
Tabulka 7 Porovnání sušiny hrabanky pomocí Kruskal-Wallisova testu ..	52
Tabulka 8 Porovnání sušiny humusu pomocí Kruskal-Wallisova testu	54

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Histogram sušiny bylin	43
Graf 2 Histogram sušiny dřeva.....	44
Graf 3 Histogram sušiny hrabanky.....	44
Graf 4 Histogram sušiny humusu.....	45
Graf 5 Sušina bylin dle věkových kategorií porostů	49
Graf 6 Sušina dřeva dle věkových kategorií porostů.....	50
Graf 7 Sušina hrabanky dle věkových kategorií porostů	52
Graf 8 Sušina humusu dle věkových kategorií porostů.....	53
Graf 9 Sušina bylin v edafických kategoriích.....	55
Graf 10 Sušina dřeva v edafických kategoriích.....	56
Graf 11 Sušina hrabanky v edafických kategoriích	57
Graf 12 Sušina humusu v edafických kategoriích	58

Úvod

Problémem, který v dnešní době čím dál více souvisí s tématem lesního hospodářství, jsou lesní požáry. Ještě počátkem 20. století ohrožovaly lesní požáry svým rozsahem a nebezpečím hlavně oblasti Austrálie, Severní Ameriky a jižní Evropy (Řecko, Španělsko, Portugalsko). Vlivem globálního oteplování a s ním souvisejících klimatických změn se riziko lesních požárů zvyšuje už i u nás v Česku. V minulosti byl lesní požár používán jako nejlevnější a nejjednodušší prostředek k nabývání úrodné půdy na úkor lesa. Tím, jak se města postupně rozrůstají do krajiny, se lesní požár začíná stávat jedním z nejnebezpečnějších přírodních živlů, ať už vznikl samovolně podporován suchem nebo v důsledku lidské činnosti (Hlaváč, 2016).

Lesní požár však není pouze současným problémem, ve vztahu k rostoucímu riziku v důsledku probíhajících globálních klimatických změn. Jedná se rovněž o škodlivý činitel přírodního charakteru, který ovlivňoval rozlohu, skladbu a funkci lesa ve všech etapách vývoje člověka na Zemi (Hlaváč, 2016).

Z technického hlediska lze lesní požár charakterizovat jako náhlou, částečně anebo zcela neovládanou mimořádnou událost s časovým i prostorovým ohraničením, jenž představuje negativní dopad na všechny společenské funkce lesa (Hlaváč, 2016).

Přestože lesní požár představuje jeden z nejnebezpečnějších škodlivých činitelů, narušující celé lesní ekosystémy, produkční i mimoprodukční funkce lesa, jsou lesní požáry v našich zeměpisných šířkách klasifikovány jako mimořádné události, které však mají výhodu, že jsme schopni jejich vznik, průběh a šíření do určité míry ovlivnit a regulovat (Stolina, 1985). Také z tohoto důvodu je důležité se lesními požáry do budoucna více zabývat a naučit společnost alespoň základním návykům souvisejícím s problematikou při pobytu v přírodě – nerozdělávat oheň, neodhazovat nedopalky cigaret a pokud dojde k lesnímu požáru umět jednat – přivolat pomoc HZS a případná pomoc při hašení požáru.

CÍLE PRÁCE

Cílem mé diplomové práce bylo posoudit množství a strukturu pozemního paliva ve smrkových porostech 3. a 4. lesního vegetačního stupně v závislosti na věku a struktuře porostu a porovnat je v souvislosti na půdní stanoviště humusem obohacená se stanovišti bohatými. Zjištění vlhkosti z odebraných vzorků paliva bude sloužit jako podklad ke zpracování hodnot sušiny a statistické analýzy k vyhodnocení rizik lesních požárů v zaměřených lokalitách lesních porostů.

Cílem práce bylo potvrzení hypotézy, že kvantifikace palivových skupin se mezi vybranými typy stanovišť významně neliší.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

1.1 LES

Les je národní bohatství celého lidstva. Trvale udržitelné, stanovišti odpovídající, hospodaření v lesích je definováno (Helsinská konference 1993) jako „Správa a využívání lesů a lesní půdy takovým způsobem a v takovém rozsahu, které zachovávají jejich biodiverzitu, produkční schopnost, regenerační kapacitu, vitalitu a schopnost plnit v současnosti i budoucnosti odpovídající ekologické, ekonomické a sociální funkce, které tím nepoškozují ostatní ekosystémy“ (Zezula, 2000).

Les nejsou jen stromy a pozemky s půdou, na kterých rostou. Mezi dva základní pilíře podmíněné existencí lesa jsou produkční a mimoprodukční funkce lesa. V daných podmínkách plní funkci lesa lesní porosty, jimiž se rozumí stromy a keře lesních dřevin. Lesní porosty plní produkci v souvislosti se správným hospodařením, čímž je obnova, ochrana, výchova a těžba lesních porostů a ostatní činnosti, které zabezpečují plnění funkcí lesa.

Omezení vlivu škodlivých činitelů, do kterých řadíme škodlivé organismy, nepříznivé povětrnostní vlivy, imise nebo fyzikální či chemické faktory působící na poškození lesa, ochranná opatření proti nim nebo zmírňování následků jejich působení, vede k ochraně lesa. I přes velké snažení jsou porosty napadány rostlinnými nebo živočišnými škůdci lesních dřevin, kteří jsou původci chorob lesních porostů.

Každé takové poškození porostu nás vede k zamyšlení nad správně mířenou těžbou stromů, následným zalesňováním či souborem opatření vedoucích ke vzniku nového lesního porostu. Těžbu je třeba chápat buďto jako nástroj výchovy porostu, která nám ovlivní druhovou a prostorovou skladbu, růst, vývoj, zdravotní stav, odolnost a kvalitu lesního porostu, nebo je cílem obnovy porostu.

Hospodaření v lesích musí být stanovené v rámci přírodních lesních oblastí charakterizované funkčním zaměřením, přírodními podmínkami a stavem

lesních porostů. Tímto les řadíme do tzv. hospodářských souborů (Sequens, 2007).

Konkrétní hospodářský soubor má svoje přírodní a hospodářské podmínky a dle nich je ve vyhlášce (č. 83/1996 Sb.) určena cílová porostní skladba dřevin. Jedná se o optimální zastoupení dřevin v mýtném věku porostu v souladu s ekonomikou a biologií funkčního celku v rámci cílového hospodářského souboru (Sequens, 2007).

1.2 ROZDĚLENÍ LESA PODLE TAXONOMIE

Průkopníkem zásad opírajících se o poznání přírodních podmínek přirozených ekosystémů lesa byla typologie lesů. Základní aspekty ekosystému lesa jsou sukcese (zvýrazňující vývoj), ekologická stabilita a produkce (Plíva, 2000).

Lesní vegetační stupně jsou v ekologické síti typologického systému tvořeny vztahem mezi klimatem a biocenózou. Klima skupiny lesních typů a soubor typů se shoduje. Hlavní důraz pro určení stupně je dáván na složení dřevin, jejich skladbu (Plíva, 1987).

Typologický systém je založen na horizontálním a vertikálním členění přírodních podmínek: Vertikální členění udává lesní vegetační stupně – vztah klimatu a biocenózy. Horizontální členění popisuje edafické řady a kategorie – rozdílné půdní vlastnosti.

1.2.1 LESNÍ VEGETAČNÍ STUPNĚ

1.2.1.1 Dubový LVS

Zastupuje 8,3 % plochy ČR, nachází se v nadmořské výšce 350 m n.m., s průměrnou teplotou 8 °C a úhrnem 600 mm ročních srážek. Vegetační doba trvá v tomto stupni 165 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.2 Bukodubový LVS

Zastupuje 14,89 % plochy ČR, jeho stanoviště je v nadmořské výšce 350–400 m n.m., průměrná teplota se tam pohybuje mezi 7,5 – 8,0 °C. Naprší za rok 600–650 mm srážek s vegetační dobou 160–165 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.3 Dubobukový LVS

Zastupuje 18,41 % plochy ČR, nachází se v nadmořské výšce 400–550 m n.m., s průměrnou teplotou 6,5 – 7,5 °C a úhrnem 650–700 mm ročních srážek. Vegetační doba trvá v tomto stupni 150–160 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.4 Bukový LVS

Zastupuje 5,69 % plochy ČR, nachází se v nadmořské výšce 550–600 m n.m., s průměrnou teplotou 6,5 – 7,5 °C a úhrnem 690–800 mm ročních srážek. Vegetační doba trvá v tomto stupni 140–150 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.5 Jedlobukový LVS

Zastupuje 30,04 % plochy ČR, nachází se v nadmořské výšce 600–700 m n.m., s průměrnou teplotou 5,5 – 6,5 °C a úhrnem 800–980 mm ročních srážek. Vegetační doba trvá v tomto stupni 130–140 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.6 Smrkobukový LVS

Zastupuje 11,95 % plochy ČR, najdeme jej v nadmořské výšce 700–900 m n.m., kdy průměrná roční teplota dosahuje 4,5 – 5,5 °C. Roční srážky tvoří 900–1050 mm s vegetační dobou 115–130 dní (Plíva, 1987).

1.2.1.7 Bukosmrkový LVS

Zastupuje 5,00 % plochy ČR, jeho stanoviště je v nadmořské výšce 900–1050 m n.m., průměrná teplota se tam pohybuje mezi 4,0 – 4,5 °C. Naprší za rok 1050–1200 mm srážek s vegetační dobou 100–115 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.8 Smrkový LVS

Zastupuje 1,69 % plochy ČR, jeho stanoviště je v nadmořské výšce 1050–1350 m n.m., průměrná teplota se tam pohybuje mezi 2,5 – 4,0 °C. Naprší za rok 1200–1500 mm srážek s vegetační dobou 60–100 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.9 Klečový LVS

Zastupuje 0,29 % plochy ČR, nachází se v nadmořské výšce 1350 m n.m., s průměrnou teplotou 2,5 °C a úhrnem 1500 mm ročních srážek. Vegetační doba je krátká a to pouze 60 dní v roce (Plíva, 1987).

1.2.1.10 Bory

Zastoupení plochy v ČR 3,73 % (Plíva, 1987).

1.2.2 EKOLOGICKÉ ŘADY

Pro ekologické řady je charakterizující podoba chemismu matečných hornin a režimu půdní vody, která je spojená s určitým druhem podrostu. Ekologické řady se člení na extrémní, živné, oglejené, podmáčené, rašelinné, obohacené vodou, obohacené humusem a exponované (Sequens, 2007).

Ve své práci se zabývám ekologickou řadou živnou a obohacenou humusem.

Živná ekologická řada se udává jako klimaxová s mezomorfními druhy bylinného patra, „S“ – středně bohatá, půda svěží s přechodem ke kyselé řadě (Viewegh, 1999).

4S - svěží bučina (*Fagetum mesotrophicum*)

Tato řada je přechodem mezi živnou a kyselou řadou, čemuž odpovídají i edafické poměry mezotrofní a oligotrofní kambizemě s humusem moderové formy, s přechody do humusoželezitého podzolu se surovým humusem vázanými na nejvyšší polohy. Svěží bučiny mají funkci lesa produkční, ve většině případech s mírně nadprůměrnou bonitou dřevin a s infiltračními ekologickými účinky porostů. V ochuzených a v „holých“ typech je nadějná

přirozená obnova smrku ztepilého a silně zde také zmlazuje buk lesní. Borovice lesní přirozeně zmlazuje jen v 1S. Jelikož se v kategorii S druhová kombinace často neliší od porostních stádií smrku ztepilého v kategorii B, je v zde rekonstrukce přirozeného stavu náročná.

Výskyt kategorie je vázán na plošiny, svahy, úžlabiny, vyšší pahorkatiny a vrchoviny. Nacházejí se na různých horninách, s hlubokou půdou, čerstvě vlhkou, nejčastěji hlinitou, písčitohlinitou a hlinitopísčitou, někdy slabě štěrkovitou (Viewegh, 1999).

Humusem obohacená ekologická řada v sobě zahrnuje půdy bohaté na humus s nitrofilními druhy bylinného patra, „A“ – kamenitá, zahliněné sutě s „acerosním“ společenstvem (Viewegh, 1999).

Na zahliněných sutích a kamenitých půdách méně extrémních poloh, je přechodem k živné řadě. Lesy zde proto již patří k hospodářským, výjimečně k ochranným.

Pro kategorii jsou příznačné svahy, často i hřebeny, méně pak rokliny a strže. Charakteristický půdní typ je rankerová kambizem mezotrofní nebo eutrická kambizem, kambický ranker nebo rendzina.

Funkce lesů humusem obohacené ekologické řady je produkční a zčásti i půdoochranná. Mimo okrajových lesních vegetačních stupňů je zde produkce nadprůměrná. Porostní ekologické účinky bývají infiltrační a protierozní. Při mírném zástínu je přirozená obnova listnáčů dobrá, avšak v případě silného zabuřnění ustává (Viewegh, 1999).

1.2.3 EDAFICKÉ (PŮDNÍ) KATEGORIE

Jedná se o část ekologické řady lišící se půdními fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Součástí charakteristik edafických kategorií se společně s ekologickými vlastnostmi hodnotí i předpoklady a orientace lesního hospodaření. V případě kategorií se jedná o funkční zaměření lesa a ekologické účinky porostů. Tyto jsou definovány jako infiltrační, protierozní, vodoochranné anebo jako srážkotvorné.

U souborů lesních typů tvoří hodnotícími aspekty průměrné údaje o přirozené a cílové skladbě, hodnotě produkce, bonitě dřevin a ohrožení lesních porostů i půdy. Podle zařazení souboru lesních typů do celku hospodářského souboru, jsou odvozeny zásady hospodaření (Viewegh, 1999).

1.3 HOSPODÁŘSTVÍ VE SMRKOVÝCH POROSTECH

Jak stoupá nadmořská výška a ochlazuje se vnitrozemské klima, tak slábne ve skladbě lesa podíl jedle a buku a vládu přebírá smrk. Smrkové lesy jsou proslulé velkou délkou vývojových fází, stadií i celostním vývojovým cyklem, a to je povyšuje na dřevinu, která má dlouhou živostnost. Podle nadmořské výšky se smrkový vývojový cyklus pohybuje mezi 300–400 lety. Přírodní smrkový les se vyvíjí jako nepravidelný v závislosti na věku. To vše vychází ze značného přerušování jeho obnovy – stadium optima trvá 70–160 let. Jako příčina přerušování plynulého střídání vývojových fází v nižších polohách se uvádí přírodní katastrofy (Plíva, 2000).

Nejdůležitější zásadou při pěstování smrků je dbát na odolnost proti abiotickým a biotickým činitelům. Toho dosáhneme intenzivním zásahem prořezávek, aby byla vytvořena dlouhá koruna a při uvolnění jedinců zajištěno kvalitní zakořenění hlavně na podmáčených a mokřých stanovištích. Při uvolňování redukuje počet jedinců v porostu a zůstávají nejvyšší smrky v úrovni a nadúrovni. Mladý porost s volným korunovým zápojem a štíhlostním koeficientem 80–100 ve věku přibližně 25 let je cílem pěstování mladých smrků (Zezula, 2000).

Při probírkách postupujeme obdobným způsobem jako u prořezávek. Stabilita, biodiverzita a následná kvalita je cíl probírkových zásahů ve smrkových porostech s podporou přimíšených melioračních a zpevňujících dřevin. Těží se stromy nemocné, poškozené, netvárné a úrovňové tak, aby nebránily růstu korun cílových vybraných stromů v porostech smrku starších 40 let. Jedná se o úrovňovou probírku s průměrným počtem budoucích mýtních stromů 400 stromů na jeden hektar. Podúrovňové zásahy se dělají

jen v nejnútnejších prípadech, a to při nutném zpřístupnění porostu nebo jako ochrana před biotickými škůdci. Stále platí zásada zásahu, že nesmí být sníženo zakmenění porostu o více než dva stupně. To vše v souladu se stavem lesa a podmínkách daných lokalit. Pro výchovu smrkových porostů se ve značné míře uplatňuje podpora melioračních a zpevňujících dřevin a dřevin s krátkou dobou obmýti. Ty jsou postupně z porostu vytěženy při dosažení své mýtní zralosti.

TABULKA 1 PODÍL ZASTOUPENÍ SMRKU ZTEPILÉHO Z CELKOVÉ PLOCHY POROSTNÍ PŮDY

Zdroj: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018

Smrk ztepilý (Picea abies)							
rok		2000	2010	2015	2016	2017	2018
Plocha porostní půdy	[ha]	1397012	1347239	1315487	1312204	1308432	1302136
podíl z celkové plochy porostní půdy	[%]	54,1	51,9	50,6	50,5	50,3	50,0

TABULKA 2 STŘEDNÍ PLOŠNÝ VĚK SMRKU ZTEPILÉHO

Zdroj: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018

Smrk ztepilý (Picea abies)							
rok		1970	1980	1990	2000	2010	2018
Střední plošný věk	[rok]	54	58	60	61	63	63

1.4 LESNÍ POŽÁR

Požár lesních porostů, jako nežádoucí událost, je zapříčiněn působením klimatických jevů nebo činností člověka (Machander, 2016).

Lesní požáry jsou charakteristické rychlým šířením na velkých plochách a poté může nastat i uzavření nasazených lidí a strojů, případně návštěvníků lesa (MV ČR, 2017).

Vznik a průběh lesních požárů je ovlivněn:

- a) klimatickými podmínkami – relativní vlhkost vzduchu, množství srážek (dlouhotrvající sucho), směr, síla a rychlost větru, délka a intenzita slunečního záření a venkovní teplota.
- b) hořlavostí lesních porostů – druhem dřeviny a stáří dřeviny.
- c) půdním krytem – členitost terénu, případné přírodní překážky.
- d) přístupovou dostupností a vzdáleností zdroje vody – pro požární techniku (MV ČR, 2017).

Klimatické a topografické podmínky ovlivňují zonaci vegetačního krytu a mikroklima na svazích. Vlivem klimatických změn a globálního oteplování se zvyšují extrémní počasí, hlavně sucho, které primárně fyziologicky oslabují stromy a snižují jejich odolnost vůči sekundárním škodlivým činitelům. V tomto případě je nutno více než obvykle, počítat s výskytem požárů (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Výskyt požárů primárně závisí na počasí, a to buďto přímo prostřednictvím meteorologických podmínek, které vznik a vývoj požárů umožňují, nebo nepřímo, a to v souvislosti se stavem vegetace potřebné na šíření požárů (vlhkost paliva) (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Pro vznik požáru je důležitý zdroj vzplanutí požáru, který může mít přírodní, antropogenní původ, ale smutná je hlavně skutečnost, že člověk svojí činností zapříčiní vznik až 90 % všech požárů (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Limitní faktory požárního režimu se v suché Středomořské oblasti uvádí množství paliva a ve vlhké oblasti střední a severní Evropy je hlavním

faktorem suché počasí. Ke vzniku požáru dochází jen tehdy, když má zdroj dostatečné množství energie a paliva v prostoru vzniku požáru a je zde hlavně přítomen vzduch. Nedostatek jednoho z uvedených souborů snižuje možnost vzniku požáru a aby k požáru došlo musí jednotlivé prvky navzájem mezi sebou působit (Riziko požiarov v krajine, 2016).

1.5 DRUHY LESNÍHO POŽÁRU

1.5.1 POZEMNÍ POŽÁR

Nejčastěji se vyskytující požár ve střední Evropě (Krakovský, 2004). Při něm dochází k zapálení půdního krytu v lese (Pfeffer, 1961) a jako zdroj požáru je nejčastěji opadané listí a suché jehličí, suchá tráva a dřevo, kůra a větve na zemi (Krakovský, 2004). Podle toho, jaký organický materiál je zdrojem hoření, tak plamen dosahuje určité výšky. Výška plamene 5-50 cm – hoří hrabanka bez přítomnosti klestu, výška plamene od 60 do 150 cm – hoří borůvčí nebo brusinka. V případě výšky plamene 2-4 m obsáhl požár velké množství dřevních zbytků po těžbě nebo jehličnatý podrost (Nesterov, 1949). Tento druh požáru není pro přírodu ani člověka příliš nebezpečný, protože suchá tráva nedává dostatečné množství materiálu pro vznik velkého požáru (Pfeffer, 1961).

1.5.2 KORUNOVÝ POŽÁR

Těžká ovladatelnost a rychlé šíření korunového požáru ho povyšují na nejvyšší příčku nebezpečnosti mezi lesními požáry (Krakovský, 2004). Již podle názvu jeho místo vzniku je v korunách stromů, kde mu svědčí husté větve, v dolních etážích porostů pak keře, podrost a mlaziny. Postihuje i lokality s přirozenou obnovou hlavně v okrajových částech porostů (Berčák, 2017).

Pfeffer (1961) popisuje ohňový val jako důsledek napadení ohněm v koruně stromů malých větví. Val se postupně rozhořívá a opaluje kůru stromů, ale silné větve zůstávají až ze stromu zbyde pouze zuhelnatělý kus. Rozšiřování tohoto požáru je pomalé a přechází mezi korunami stromů

(Pfeffer, 1961). Rychlost, jakým požár postupuje, se udává 5 až 8 km/hod (Nesterov, 1949). Odolávají je obrovské stromy s vysokou korunou a s hodně silnou kůrou (Berčák, 2017).

Překážky pro šíření korunového požáru jsou tzv. proluky, které se tvoří dostatečně dopředu podle výšky okolních porostů. Dostačující je vykácení stromů korunami směrem od ohně. Nejčastěji je dobré pro využití proluk použít lesní cesty, průseky, pole, louky, paseky, vodní toky, silnice a železnice (MV ČR, 2017).

Korunovým požárem bývají hlavně postižené málo obydlené oblasti s extenzivním hospodařením lesa (Pfeffer, 1961).

1.5.3 PODZEMNÍ POŽÁR

Vysychavé paseky, rašeliniště a bahnitě půdy jsou nejčastějším místem pro výskyt podzemního požáru (Krakovský, 2004). Tento požár uhasne sám v případě, když narazí na mokré vrstvy, podzemní prameny, písky, jíly, zemité nebo skalnaté podloží (MV ČR, 2017). Pokud nenarazí na mokrou vrstvu prohořívá se kolem kořenů a je schopen upálit i zdravé kořeny stromu, který následně padá k zemi a uhynie (Berčák, 2017). Objevuje se sporadicky převážně v období suchého léta. Pokud se vyskytne, doutná a hoří i týdny velmi malou rychlostí 2 až 5 metrů za den a často dokáže přecházet až do pozemního požáru (Krakovský, 2004).

1.5.4 KOMBINACE A PŘECHODY POZEMNÍHO A KORUNOVÉHO POŽÁRU

Často se nedá určit o jaký druh požáru se jedná. Při vzniku jednoho požáru se plynule přechází do druhého požáru, a dokonce jsou případy, že hoří oba současně. Podrosty jehličnatých dřevin se pozemní požár rychle šíří, je schopen přeskočit do korun mladších věkových tříd porostů a poté do korun starších věkových tříd porostů až se z pozemního požáru stane požár korunový ve vyšších etážích už dospělých stromů s velkou plochou postiženého místa požárem (Berčák, 2017). V průběhu hoření požáru se mohou tvořit různé kombinace a přechody požárů: z korunového na pozemní nebo další korunový, z pozemního na podzemní požár (Pfeffer, 1961).

1.5.5 POŽÁR KALAMITNÍ PLOCHY

Jedná se o nový typ požáru, který vznikl na Slovensku při likvidaci požárů na kalamitních plochách po větrné kalamitě v roce 2004. Plocha požáru je tvořená ze zlomů, vývrátů, stojících stromů, zbytky rozkládajících se stromů (mrtvé dřevo), bylinným patrem a hrabankou. Velká rozloha kalamitní plochy a velké množství vysoko hořlavého materiálu jsou hlavní příčinou tohoto požáru. Na kalamitní ploše zůstává po těžbě velké množství dřevního odpadu, který s sebou nese velké riziko vzniku a šíření požáru velmi často v nedostupném terénu z důvodu dočasného uzavření lesní dopravní sítě. Přístup k hořícím plochám bývá možný zpravidla jen leteckou technikou (Hlaváč a kol., 2005).

1.6 HOŘENÍ, TROJÚHELNÍK HOŘENÍ

1.6.1 PROCES HOŘENÍ

Vůči běžným výkyvům teploty tvoří kůra izolační vrstvu. Při lesním požáru na dřeviny působí vyšší teploty, a jelikož živé buňky v lýku vyšší teplotu než 54 °C nesnesou, může dojít k částečnému nebo celkovému odumření pletiv pod kůrou nebo i celého stromu. Dřevo ztrácí vodu při teplotě 40-80 °C a při těchto teplotách se u jehličnatých dřevin částečně vylučuje pryskyřice. Při dalším zvýšení teploty na 80-150 °C dochází k úplné ztrátě vody v pletivech i ve dřevě. Při delším působení plamene o teplotě 250 °C začínají z dřeva unikat hořlavé plyny. Při teplotě kolem 300 °C se dřevo zapálí (samovznícení dřeva). Hořlavé plyny unikající z dřeva se při teplotě vyšší než 450 °C vznítí již při kontaktu s okolním vzduchem. Dřevo se samo stává zdrojem hoření při teplotě nad 600°C. Teplota plamene hořícího dřeva může dosahovat 700-800°C. Během hoření, mimo unikajících plynů, vzniká na povrchu dřeva vrstva nespáleného uhlíku (dřevěné uhlí), která zpomaluje jeho rozklad, neboť zabraňuje přenosu tepla do dřeva. Tím se se snižuje únik spalných plynů, což vede k pozvolnému zmenšování plamene (Krakovský, 2004).

1.6.2 ČÁSTI LESNÍHO POŽÁRU

1. **Ohnisko lesního požáru** – místo vzniku a šíření požáru. Může vznikat kdekoliv, jak v zastavěných částech měst, tak v odlehlých nebo nedostupných místech (Chromek, 2006).
2. **Čelo požáru** – nachází se na opačné straně, než fouká vítr, hoří intenzivně a šíří se nejrychleji po směru větru. Hlavním úkolem je kontrola čela požáru, abychom zabránili vzniku nového čela požáru (Chromek, 2006).
3. **Týl požáru** – je na opačném konci požáru a hoří proti větru nebo z kopce dolů v daleko menší intenzitě a pomaleji než čelo požáru (Chromek, 2006).
4. **Křídla požáru** – jde o boční strany požáru. Pravé a levé křídlo od sebe odděluje čelo a týl požáru. Křídla požáru se vlivem větru mohou změnit čelo a týl požáru (Chromek, 2006).
5. **Pásky požáru** – jedná se o rozpínající se, od hlavního požáru, dlouhé pásky ohně ve směru větru. Vlivem větru mohou vytvořit i nová čela požáru (Chromek, 2006).
6. **Obvod** – neboli okraj požáru. Při požáru se obvod zvětšuje až do doby začátku zásahu hasičů (Chromek, 2006).
7. **Ostrovy** – jedná se o místa uvnitř plochy požáru, která nejsou zasažena ohněm. Musí se kontrolovat, aby nezačaly hořet a nerozšířily požár dál (Chromek, 2006).
8. **Body požáru** – nacházejí se mimo plochu požáru. Jsou způsobeny odletujícími jiskrami nebo žhavým popelem a tím se mohou spojit s hlavním požárem a uzavřít osoby a techniku, která zasahuje v hlavním požáru. Z toho důvodu musí být co nejrychleji uhašeny (Chromek, 2006).

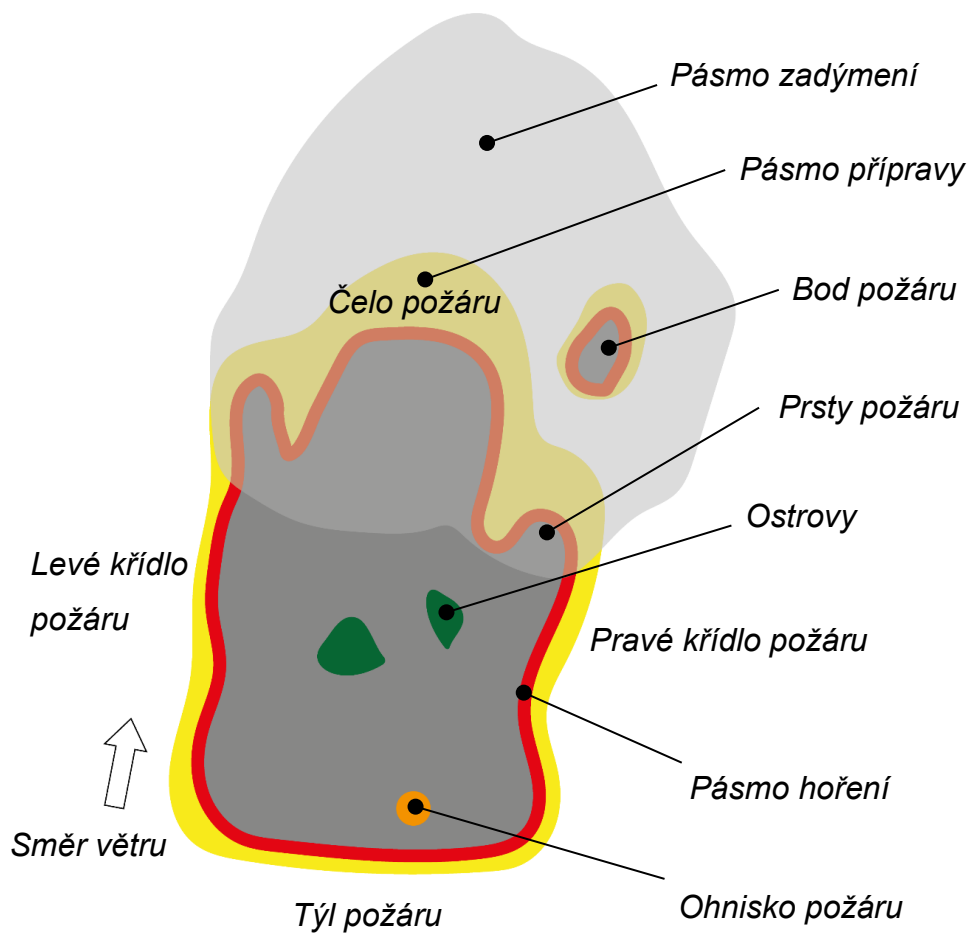
1.6.3 PÁSMA POŽÁRU

Společný znak rozvoje a šíření plamene požáru se udává ve směru větru.

Místo, kde se požár vyskytuje, rozdělujeme na tři pásma:

1. **Pásma hoření** – prostor kde probíhá vlastní hoření, teplota dosahuje nejvyšších hodnot – u dřeva mluvíme až o teplotě 1000 stupňů Celsia (Vilímek, 2008). Pásma hoření vzniká v místě vlastního hoření, kde se uvolňují teplem hořlavé plyny (Chromek, 2006).
2. **Pásma přípravy** – navazuje na pásma hoření, vnější hranice vymezuje působnost sálavého tepla – radiace (Vilímek, 2008). V pásma přípravy probíhá zahřívání materiálů, v důsledku toho dochází k odpařování vody, rozkladu materiálu a následnému hoření. Bez přípravy materiálu k hoření nedojde. Hořlavé látky je nutné v tomto pásma ochlazovat, abychom zabránili šíření požáru (Chromek, 2006)
3. **Pásma zakouření** – v blízkosti pásma hoření, kde probíhá pohyb kouřových plynů v takových koncentracích, která ohrožují život či zdraví. Je závislé na podmínkách výměny plynů na požářišti a může urychlovat šíření požáru (Vilímek, 2008). Pásma zadýmení je pohyblivé a hodně závisí na síle a směru větru. Dochází v něm k pohybu nejmenších částic plynů a par, které se tvoří při hoření a rozkládání látek (Chromek, 2006).

Pásma mohou být prostorově shodná nebo se můžou překrývat, případně může určité pásma i někdy chybět (Vilímek, 2008).



OBRÁZEK 1 POPIS PÁSEM A ČÁSTÍ LESNÍHO POŽÁRU

Zdroj: Vlastní, podle Berčáka (2017)

1.6.4 FÁZE POŽÁRU

Když není požár hašen je doba rozvoje požáru definována čtyřmi fázemi. Fáze jsou různě dlouhé v závislosti na množství hořlavých látek a podmínkách ovlivňujících šíření požáru (Vilímek, 2008).

I. Fáze – trvá 4-10 minut a je to čas od vzniku požáru po rozhoření hořlavé látky. V této fázi pomalu roste plocha požáru, je nízká teplota a intenzita výměny plynů. Hašení požáru je méně náročné a nepůsobí velké škody (Chromek, 2006).

II. Fáze – s rychle rostoucí teplotou a intenzitou výměny plynů se rychle zvětšuje plocha požáru a od takto hořících látek se rychle zapalují jiné hořlavé předměty. Na lokalizaci a likvidaci požáru je nutné použití většího množství techniky a hasičů (Chromek, 2006).

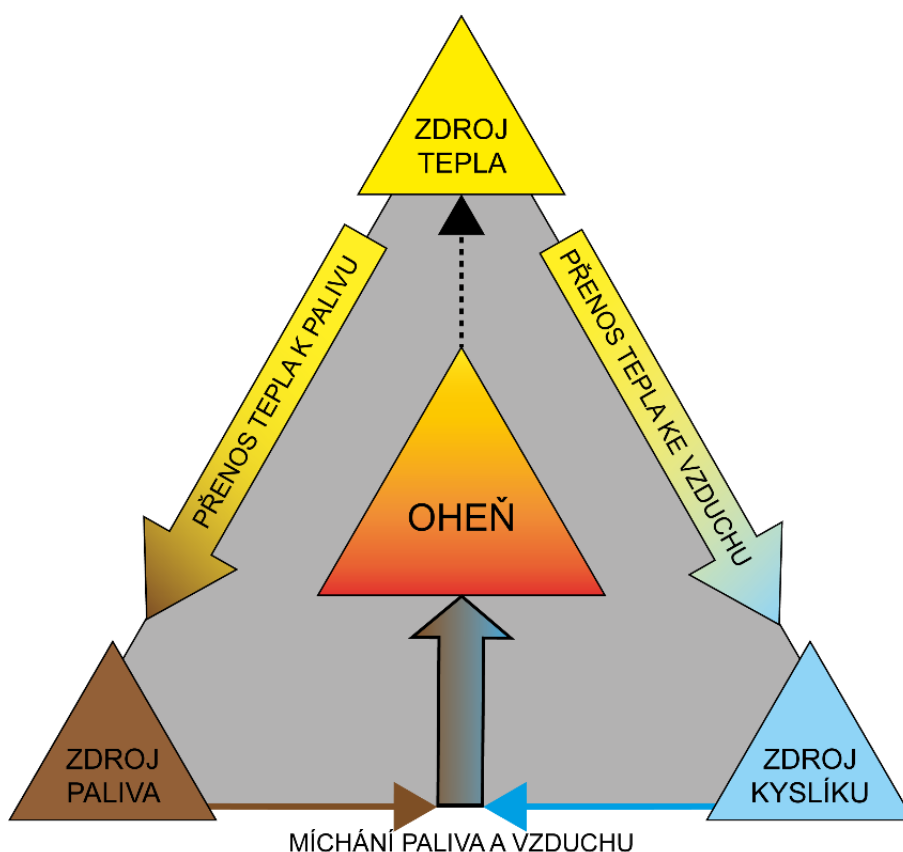
III. Fáze – hodně intenzivní požár. Intenzita hoření všech hořlavých látek je velká, ale postupně začíná docházet k poklesu teploty a zmenšuje se plocha hoření. Na likvidaci požáru v této fázi je potřeba nasadit maximální množství pozemní hasící techniky spojený často i s leteckým zásahem (Chromek, 2006).

IV. Fáze – závěrečné dohořívání látek, které úplně ustane (Chromek, 2006).

1.6.5 TROJÚHELNÍK HOŘENÍ

Hoření lze z fyzikálně chemického hlediska vnímat jako exotermní reakci, při níž rozkladem materiálu vzniká teplo, světlo a uvolňují se zplodiny hoření. Vznik této reakce je podmíněn třemi základními předpoklady; První podmínkou hoření je přítomnost hořlavé látky – hořlaviny. Pokud na hořlavinu působí teplo, začnou se z ní postupně uvolňovat hořlavé plyny a páry. Při dosažení potřebné koncentrace a smísení s oxidačním činidlem v prostředí, jehož přítomnost je druhou podmínkou hoření, vzniká hořlavá směs. Při lesních požárech je nejběžnějším oxidačním činidlem vzdušný kyslík. K zahájení procesu hoření dojde při naplnění třetí podmínky, a tou je přísun dostatečného množství energie, která je zdrojem zapálení hořlavé

směsi. Soubor těchto tří podmínek (přítomnost paliva, oxidačního činidla a zdroje zapálení) souhrnně nazýváme jako trojúhelník hoření. Jestliže nejsou všechny tři podmínky splněny, k potřebné reakci nedojde, a tedy nedojde ani k samotnému hoření. Tuto zásadu při likvidaci požáru uplatňují i jednotky požární ochrany, které se snaží jednu z těchto tří podmínek hoření eliminovat (Chromek, 2006; Berčák, 2018; Riziko požiarov v krajine, 2016).



OBRÁZEK 2 TROJÚHELNÍK HOŘENÍ
Zdroj: Vlastní, podle Berčáka (2017)

1.7 PALIVO

Palivo nazýváme jako médium a dělíme ho do několika skupin:

- živé palivo,
- mrtvé palivo,
- hrubé palivo,
- jemné palivo,
- stojící palivo,
- ležící palivo (Brown, 1982).

Hlavní roli při šíření a vzniku požáru sehrává jemné palivo a vlhkost jemného paliva. Právě chemické složení a druh paliva má největší vliv a důraz na vlhkost paliva. Vznik a šíření lesních požárů závisí hodně na počasí, ale bez přítomnosti vhodného paliva by k požáru jen velmi těžko došlo, vlastně nedošlo vůbec. Požár se nedokáže šířit, když nemá dostatek paliva správného druhu (Hines, 2010).

Nejdůležitější úlohu v počátečních fázích rozvoje požáru hraje menší palivo jako je suchá tráva, odumřelé listí a větvičky ale i živé listy, jehličí bohaté na pryskyřici (5-6 mm), protože jsou lehko zapalitelné a slouží jako prostředek přenosu plamene na větší palivo - 2,5 cm v průměru: velké větve, lesní opad, kmeny a stromy (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Lesní palivo dělíme do třech palivových vrstev:

- podzemní palivo (ground fuel),
- povrchové palivo (surface fuel),
- korunové palivo (canopy fuel).

1.7.1 ROZDĚLENÍ PALIVA DO PATER

Palivo vyskytující se v lesích lze rozdělit do pěti vrstev (pater) podle jeho polohy ve vegetačním profilu.

I. Korunové palivo – tato skupina zahrnuje palivo nacházející se v nejvyšší vrstvě vysokých stromů, v korunách. Korunové palivo je tvořeno velkými stromy a keři, které dosahují výšku koruny stromů. Za určitých podmínek hrají tato paliva významnou roli v chování a šíření lesního požáru (Hines, 2010).

II. Palivo vyššího/středního patra – v této vrstvě jsou paliva orientována především ve svislé poloze. Zahrnujeme zde paliva, která jsou mezerou oddělena od paliv povrchových. Obsahuje především živé ale i zaschlé asimilační orgány dřevin, větvičky, kůru apod. V případě požáru s nízkou intenzitou a s plameny nepřesahujícími 50 cm, může tento proběhnout pod touto vrstvou s minimálním spotřebováním ve vrstvě nacházejících se paliv. Tato vrstva ovlivňuje výšku plamene a rychlost šíření požáru. Vrstva představuje zvýšené nebezpečí, pokud v ní obsažené listy, větvičky a další palivové části jsou velmi jemné (1–2 mm), když obsahuje vysoký podíl mrtvého (nezeleného) materiálu, pokud je tato vrstva příliš hustá, tedy pokud má vrstva vysokou horizontální a vertikální kontinuitu, která podporuje šíření požáru, pokud má vrstva celkově nižší obsah vlhkosti paliva (Hines, 2010).

III. Palivo blízké povrchu – jedná se o živé ale i odumřelé části rostlin, které jsou v kontaktu se zemí, ale přímo na ni neleží. Tato paliva se ve vrstvě nachází ve svislé i horizontální poloze. Největší objem paliv je v této vrstvě orientován blíže zemi, případně je rozložen vrstvou rovnoměrně odspoda k horní hranici vrstvy. Palivo v této vrstvě bude vždy zapáleno, když dojde ke shoření pozemní (povrchové) palivové vrstvy, tudíž jsou zásoby tohoto paliva spotřebována ve větší míře nebo dokonce celá i při požáru s nízkou intenzitou a s plameny menšími než 50 cm. Paliva v této vrstvě mají vliv na rychlost šíření ohně a ovlivňují také výšku plamene požáru. Mezi posuzované vlastnosti ovlivňující případný požár opět patří

množství a struktura jemných palivových částí, podíl nezeleného paliva, horizontální i vertikální kontinuita a samozřejmě vlhkost paliva (Hines, 2010).

IV. pozemní (povrchové) palivo – představuje veškeré části živých i odumřelých rostlinných částí ležících na zemi (opad, větvičky, kůru, suché plody, ale i rostliny náletu, mechy, lišejníky, obaly semen atd.) Hlavní součást této vrstvy tvoří opadané listí, jehličí, živé a mrtvé části bylinné etáže, keře a malé stromy. Převažující orientace těchto paliv je horizontální a ovlivňují především rychlost šíření požáru. U povrchového paliva posuzujeme strukturu a souvislost vrstvy, množství holých míst půdy bez hořlavého materiálu a její mocnost (Hines, 2010).

V. podzemní paliva – do této vrstvy zahrnujeme veškerou složku rozkládajících se částí vegetace, kořeny apod., nacházející se pod povrchovou vrstvou paliv. Podzemní palivo je tvořeno rozkládající se vegetací (mrtvé kořeny a pařezy), nachází se mezi opadankou a samotnou půdou, která již nemá dostatečné množství organického materiálu. Tato vrstva hraje roli především při podzemním typu požáru (Hines, 2010).

Kůra – jako samostatnou skupinu paliv můžeme specifikovat kůru na kmenech a silných větvích stromů, nacházející se od úrovně terénu po korunovou část. Tato vertikálně orientovaná palivová složka může sloužit jako přemostění mezi jednotlivými palivovými etážemi. U kůry má vliv její druh dřeviny, tloušťka, tvar a její stav. Kůra se sama stává palivem, ale současně chrání kmene stromů před zapálením. Opadnutá kůra nebo její části ležící na zemi nebo v její blízkosti se řadí již do příslušné palivové vrstvy (Hines, 2010).

Jednotlivé vrstvy lze na základě definovaných atributů posoudit a vyhodnotit z pohledu nebezpečnosti.

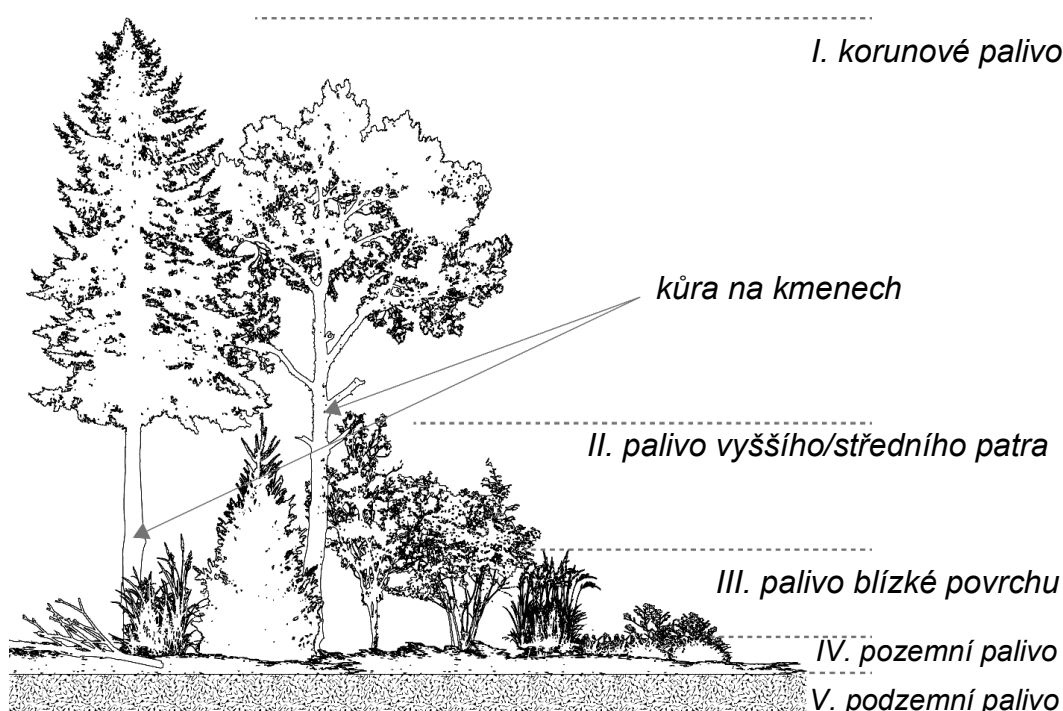
Horizontální kontinuita vrstvy – hovořit zde můžeme o vodorovném zápoji jednotlivých složek v této vrstvě. Tato vlastnost nám určuje, jak snadno může hořící palivo přenést plameny a zapálit palivo vedle něj (Hines, 2010).

Vertikální kontinuita vrstvy – tento parametr posuzuje vlastnosti palivové vrstvy obdobně jako v předcházejícím případě kontinuity horizontální, pouze tedy ve vertikálním směru – určuje tedy, jak snadno může hořící část paliva vznítit palivo ležící nad ním (Hines, 2010).

Množství mrtvého materiálu ve vrstvě – posouzení množství nezeleného materiálu, které je lehce zapalitelné a napomáhá se zapálením živých (zelených) paliv ve vrstvě nebo ve vrstvách sousedících (Hines, 2010).

Mocnost paliv vrstvy – důležitý parametr pro posouzení chování a působení paliva při hoření během požáru (Hines, 2010).

Hmotnost jemného paliva – zjišťujeme hmotnost jemného paliva ovlivňující a přispívající z hoření v čele (frontu) požáru (Hines, 2010).



OBRÁZEK 3 ROZDĚLENÍ PALIVA DO PATER

Zdroj: Vlastní, podle Hinese (2010)

1.7.2 VLASTNOSTI PALIV

Aby vznikl oheň musí být přítomen suchý vhodný materiál. Zdravý strom hořet nezačne. Materiály rozlišujeme na snadno-zápalné a těžce-zápalné. Při odborném rozlišení vlastností paliva hodnotíme na jedné straně zápalnost a na druhé hořlavost paliv. Zápalná teplota je určena tím, když se vznítí určitá látka při průměrné vlhkosti vzduchu bez dalšího zdroje tepla. Zápalnost je odvozena od vnitřních vlastností paliv a vnějších podmínek (Stolina, 1985).

Zápalnost materiálu závisí na druhu rostliny a na procházejícím ročním obdobím. Nejnižší bod zápalnosti má na jaře suchá tráva. Vše ale závisí na vlhkosti rostliny a na přírodních inhibitech, kteří zpomalují proces hoření (Stolina, 1985).

Mrtvý rozkládající se půdní kryt a hrabanka si díky dešťům zachovávají vlhkost, proto je jejich zápalnost nízká. Mechy a lišejníky si také dlouho drží svoji vlhkost, ale po vyschnutí jsou rychle zápalné. Jehličnaté stromy jsou snáze zápalné díky lehké hořlavé pryskyřici. V smíšených porostech se požár objevuje méně často, neboť se v jejich podmínkách pomalu šíří (Stolina, 1985).

Co se týče věkové struktury lesního porostu, nejvíce požárem je ohrožen první věkový stupeň z důvodu přítomnosti suché trávy a buřeně. Naopak střední věk – tyčkoviny a budoucí kmenoviny jsou nezápalné díky dobrému zápoji, který neumožňuje růst trav (Stolina, 1985).

Vlastnost se dokonale okysličit po zapálení za určitý čas při dobrém přístupu vzduchu se nazývá hořlavost. Velmi záleží na struktuře lesa a na vlhkosti ovzduší (Pfeffer, 1961b)

Mezi další významné vlastnosti paliv patří:

Množství paliva – je určeno hmotností materiálu po vysušení na jednotku plochy [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ nebo $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$] (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Velikost a tvar paliva – vysoký poměr povrchu k objemu hoří podstatně snáze než ty s hodnotou menší (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Rozložení paliva – jedná se způsob uspořádání – průměrná výška všech povrchových paliv. Podle způsobu přenosu plamene se jedná o palivo (Krakovský, 2004) nebo keře. Horizontální nosiči plamene jsou polomy a paseky a lesní odpad (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Vlhkost paliva – je nejdůležitější parametr, který ovlivňuje chování požáru a určuje zápalnost paliva. Obsah vlhkosti udává, zda se bude palivo chovat jako zdroj tepla nebo jako chladič. Lišejníky, coby jemné palivo, reagují na změnu relativní vlhkosti vzduchu velmi rychle. Přesně opačně, než je tomu u hrubých objemných paliv. Ta potřebují intenzivní déšť nebo naopak dlouhotrvající sucho, aby se změna vlhkosti u nich projevila (Riziko požiarov v krajine, 2016).

Zápalná teplota – je taková teplota, při které se vznítí určitá látka při průměrné vlhkosti vzduchu bez vlivu dalšího zdroje tepla. Pro posuzování zápalnosti organického materiálu bereme na zřetel druh rostliny a roční období. Na jaře je nejzápalnější složkou organického materiálu suchá tráva, naopak nízkou zápalnost vykazuje mrtvý, rozkládající se půdní kryt. Při porovnávání jehličnatých a listnatých dřevin, jsou jehličnaté dřeviny více zápalné v důsledku přítomnosti lehké hořlavé pryskyřice. Při posuzování zápalnosti lesa podle věkových tříd nebo růstových fází lesa, proto nejzápalnější je první věkový stupeň – přítomnost trávy a buřiny.

Výhřevnost – jedná se o množství tepla na jednotku hmotnosti, které vznikne při dokonalém spálení látky a které se může v průběhu požáru uvolnit. Více vody na uhašení potřebujeme, když je látka výhřevnější.

Výhřevnost se uvádí v jednotkách MJ.kg⁻¹. U dřeva se uvádí hodnoty od 4 – dřevo syrové, přes desky dřevotřískové – 17, až po dřevo jehličnaté – 17 a listnaté – 20 (Pecl, 1999).

Fáze hoření dřeva: tlení, vylučování dýmu, hoření a fáze vyhasínání.

Při teplotě 200 °C začíná rozklad dřeva. Teplota hořícího dřeva se pohybuje v intervale 800-1000 °C. Na teplotě hořícího vzduchu mezi plameny závisí šíření požáru. K hlavním faktorům, které ovlivňují šíření požáru patří:

skladba dřevin, půdní a povrchová vrstva, členitost lesního terénu a klimatické podmínky (Chromek, 2006).

Právě klimatické podmínky, které vedou k dlouhodobému oteplování, ve spojení s činností člověka, mají velký vliv na vznik lesních požárů.

METODIKA

1.8 VÝBĚR POROSTŮ PRO MĚŘENÍ V TERÉNU

1.8.1 VÝBĚR POROSTŮ

Na základě metodiky byly vybrány porosty s minimálním zastoupením dřeviny smrku 70 % a více, s minimální rozlohou 0,5 ha. V oblastech 3. a 4. lesního vegetačního stupně bylo kvantifikováno pozemní palivo, a byly porovnávány dvě ekologické řady. Porosty byly vybrány na humusem obohacených stanovištích a bohatých stanovištích a rozděleny do několika kategorií v závislosti na věku a stavbě porostu. V každé růstové fázi bylo provedeno 6 opakování. Měření bylo lokalizováno u podniku LČR, s. p., na lesní správě Šternberk a u městských lesů Města Olomouce.

Rozdělení kategorií v závislosti na věku bylo následující:

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1. Kategorie (0-5 let) | - nárost |
| 2. Kategorie (6-20let) | - mlazina |
| 3. Kategorie (21-60let) | - tyčkovina, tyčovina |
| 4. Kategorie (61 a více let) | - kmenovina |

1.9 MĚŘENÍ V TERÉNU

1.9.1 VYHLEDÁNÍ CÍLOVÉHO POROSTU

Na základě zadání práce byly vybrány vhodné porosty v terénu dle porostní mapy.

1.9.2 VYTVOŘENÍ ZKUSNÉ PLOCHY

Pro vytvoření zkusné plochy bylo zvoleno místo v porostu, které co nejvíce charakterizovalo strukturu celé porostní skupiny a přitom terén nesměl obsahovat velké množství kořenů, kvůli obtížnému kopání.

Zkusná plocha byla vybrána alespoň 15 m od okraje vedlejší porostní skupiny, lesní cesty, svážnic, průseků apod.

Místo zkusné plochy nebylo vybíráno ve svahu, pod svahem, v prohlubních či jiných, přírodou upravených, terénech.

Pro přesné a rychlé vytyčení měřené čtvercové plochy byla použita předem připravená dřevěná šablona z latí o rozměrech 1x1 m, která byla umísťována na dané místo v porostu. Kolem dřevěné šablony – zkusné plochy, byla odkopána nadzemní biomasa. Každá měřená zkusná plocha musela být očíslována. Každé číslo měření bylo položeno dovnitř pravého rohu šablony, aby bylo zřejmé, o jaké měření se jednalo. Byl pořízen fotografický záznam každého měření.



OBRÁZEK 4 VYTÝČENÍ A OZNAČENÍ ZKUSNÉ PLOCHY

Zdroj: *Vlastní*

1.9.3 POPIS ZKUSNÉ PLOCHY

Ke každému měření byl vyplněn formulář a v něm uváděna následující data:

- v úvodní části: LHC, lokalita, porost, lesní typ, věk, GPS souřadnice, číslo zkusné plochy.

V prostřední části formuláře bylo charakterizováno bylinné patro podle druhu byliny, měřena její výška, případně odhadnuto procentuální zastoupení každé byliny vyskytující se na ploše.

Další část formuláře sloužila k zaznamenání váhy v kg a vlhkosti v %, případně sušiny v kg měřených pater, jako jsou bylinné patro, drobné dřevo, hrabanka, humus.

1.9.4 KVANTIFIKACE POZEMNÍHO PALIVA

Zkusná plocha byla očištěna od veškerého dřevěného materiálu. Odebrány byly větve, větvičky, šišky a dány do příručního kbelíku, obsah byl zvážen a zjištěná hmotnost zapsána do předepsaného formuláře. Poté byl odebrán malý vzorek tohoto materiálu a uložen do tzv. zipovacího sáčku pro uchování vlhkosti a pro následné laboratorní zpracování.

Jestliže se na zkusné ploše vyskytovalo bylinné nebo mechové patro, byla změřena výška bylin případně mechu, bylo odebráno z plochy do kbelíku a opět zváženo. O váze byl proveden záznam do archu a opět byl odebrán malý vzorek pro zjištění vlhkosti v laboratoři.

Další v pořadí zkoumané vrstvy následovala hrabanka. Odebrána byla z celé plochy, zvážena, zapsána do záznamového listu a opět bylo odebráno malé množství o objemu polévkové lžice do uzavíratelného sáčku k laboratornímu šetření vlhkosti.

Na hrabanku navazuje humusový horizont A. Tento byl odstraněn z $\frac{1}{4}$ zkusné plochy do kbelíku, zvážen a naměřené množství bylo vynásobeno 4x, abychom dostali skutečnou váhu humusu na zkoumanou plochu. Výsledek byl zapsán do záznamového archu a byl odebrán malý vzorek do sáčku a v něm uzavřen proti unikání vlhkosti.

Na závěr všech prací byla studijní plocha upravena a zahrnuta do původního stavu.

Každý sáček s odebraným vzorkem materiálu byl číselně označen, polepen samolepícím štítkem s číslem zkusné plochy a číslem vrstvy. Například 3/4 značí: zkusná plocha číslo 3, vzorek humusu. V laboratoři nám toto značení umožnilo přehlednou orientaci při měření a evidenci záznamů.

V terénu odebrané vzorky byly uchovány v temnu a chladnu, po návratu z terénního měření byly uloženy do lednice, aby nedocházelo k jejich nežádoucímu vysychání. Naším cílem potom bylo co nejrychleji zpracovat měření vlhkosti v laboratoři.



OBRÁZEK 5 ODEBRANÉ OZNAČENÉ VZORKY ZE ZKUSNÉ PLOCHY

Zdroj: Vlastní

1.9.5 POMŮCKY POTŘEBNÉ K MĚŘENÍ

- Dřevěný rám na vytyčení zkusné plochy 1x1 m
- Rýč
- Lopatka
- Kbelík nebo nádoba na materiál k vážení
- Závěsná váha
- Záznamové formuláře
- Rukavice
- Sáčky se systémem „ZIP“
- Sekera
- Samolepící štítky
- Obyčejná tužka
- Mobilní telefon, případně GPS navigace

1.10 LABORATORNÍ ZPRACOVÁNÍ ZJIŠTĚNÝCH MĚŘENÍ

Další navazující část práce probíhala v laboratoři. Pomocí analyzátoru vlhkosti byla z odebraných vzorků zjištěna vlhkost. Na Petriho misku byl vysypán obsah sáčku se vzorkem paliva a pinzetou jeho malá část přenesena na misku hliníkovou, která po zahřátí analyzátoru na požadovanou provozní teplotu a provedení aretace, byla umístěna do přístroje. Každý jednotlivý vzorek pozemního paliva byl zahříván na 150 °C v analyzátoru vlhkosti a udržován na konstantní teplotě až do úplného vysušení. Po 2–3 minutách bylo zjištěno procento vlhkosti k dopočítání hmotnosti sušiny jednotlivých částí pozemního paliva v monitorovaných plochách. Hliníková miska byla vyndána, bylo odstraněno vysušené palivo bokem a celý proces byl takto opakován s každým dalším vzorkem paliva. Získané údaje byly zapisovány do předem vytvořeného excelovského souboru podle číselného značení. Z naměřených výsledků se potom vycházelo při statistickém zpracování práce.

1.11 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Pro statistické zpracování naměřených dat byl použit program Statistica 12.0. Normalita dat byla testována pomocí Lillieforsova testu normality, a na základě jeho výstupů byly pro další analýzy použity neparametrické statistické metody. Porovnání složek pozemního paliva ve věkových kategoriích monitorovaných porostů bylo provedeno pomocí Kruskal-Wallisova testu. V dalším kroku byly statisticky porovnávány složky pozemního paliva mezi humusem obohacenou a bohatou edafickou řadou s použitím Mann-Whitneyho testu.

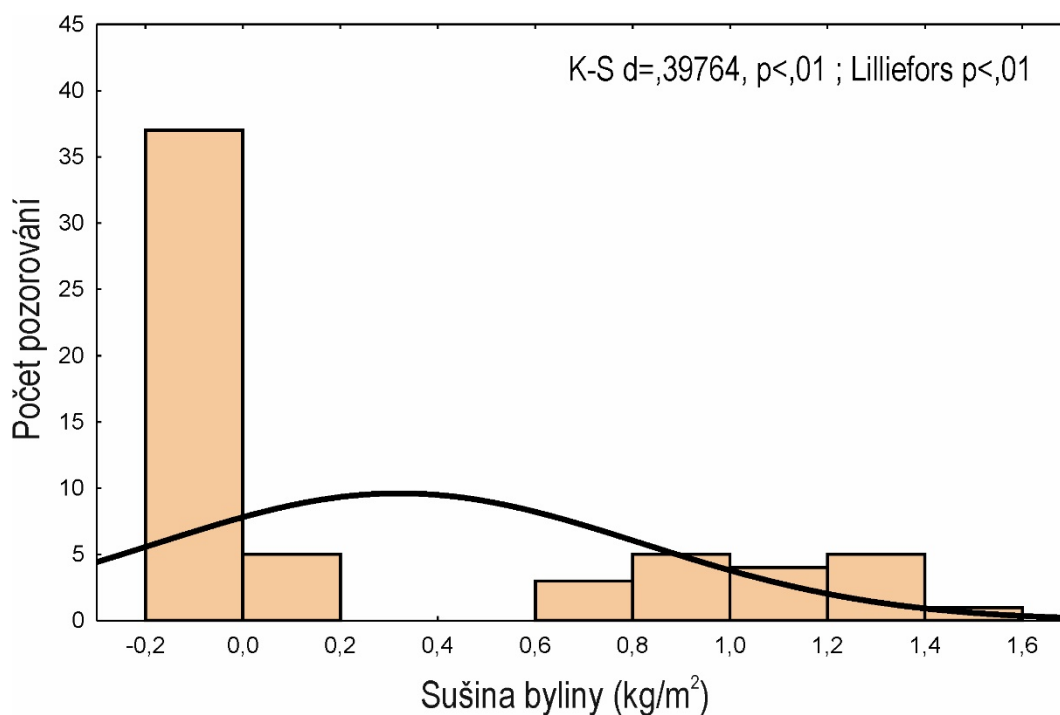
Výsledky statistického zpracování dat a jejich grafické výstupy byly popsány ve výsledcích této práce.

VÝSLEDKY PRÁCE

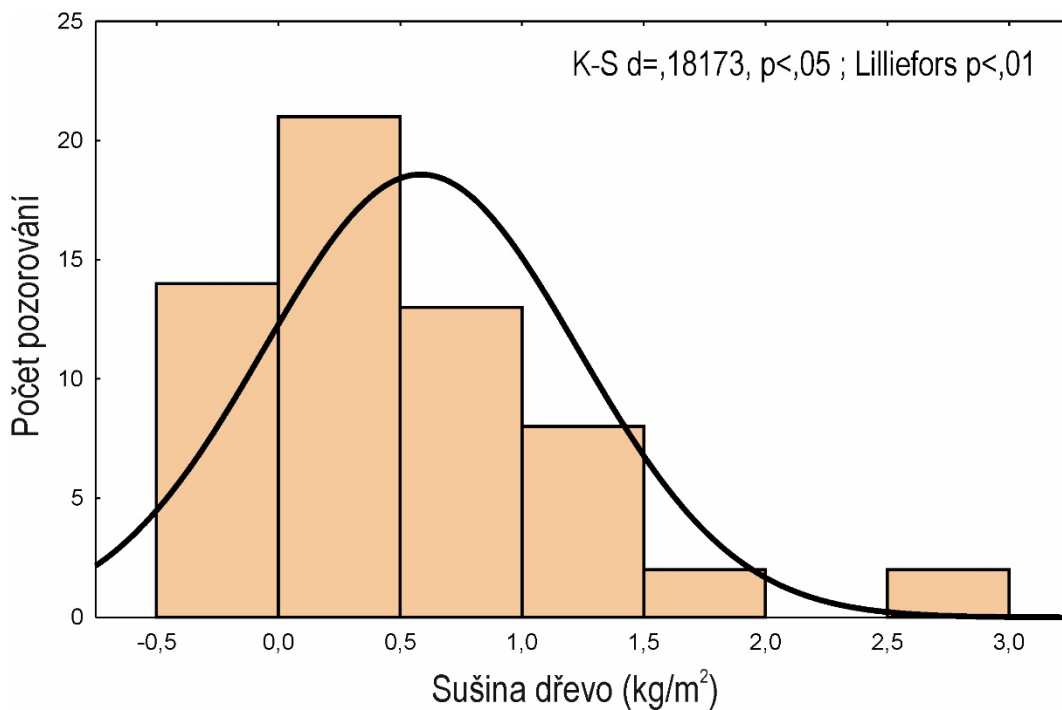
1.12 TEST NORMÁLNÍHO ROZDĚLENÍ

V prvním kroku bylo pomocí Lillieforsova testu prověřeno, zda je rozdělení naměřených dat normální. Výstupem tohoto testu jsou histogramy vytvořené pro každou skupinu paliv, byliny (Graf č.1), dřevo (Graf č.2), hrabanka (Graf č.3) a humus (Graf č.4).

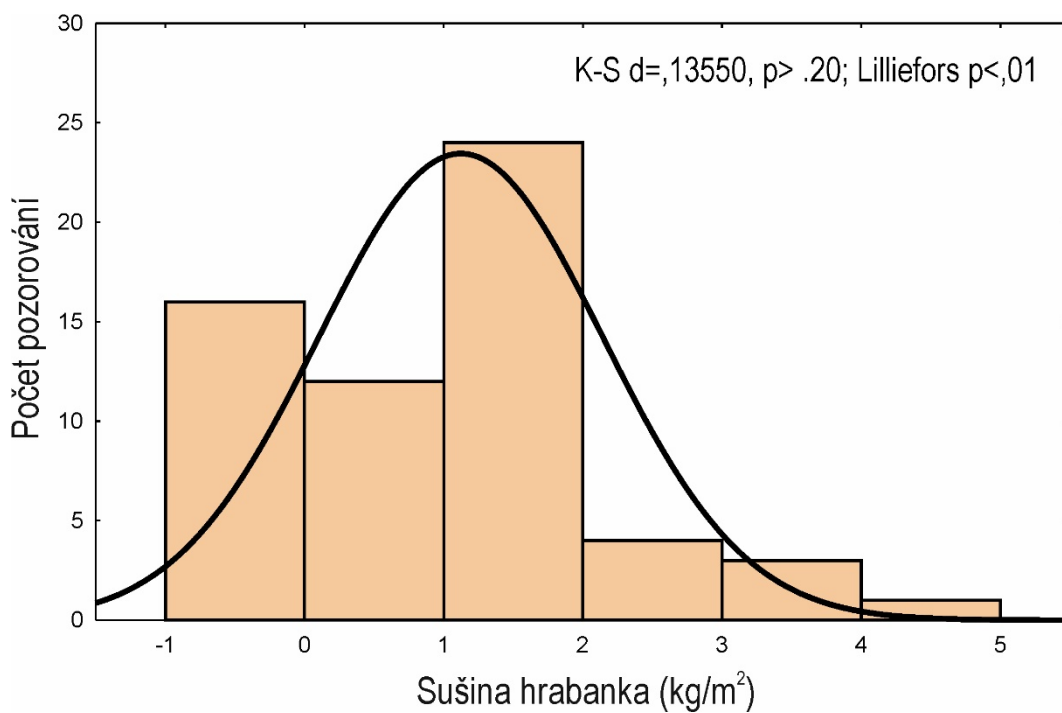
Na základě zhodnocení výstupů testu normality, kde byla hodnota $p < 0,01$, je zřejmý závěr, že se ve výsledcích měření normalita neprokázala, a to u všech palivových skupin a proto budou pro další vyhodnocování dat použity neparametrické statistické metody.



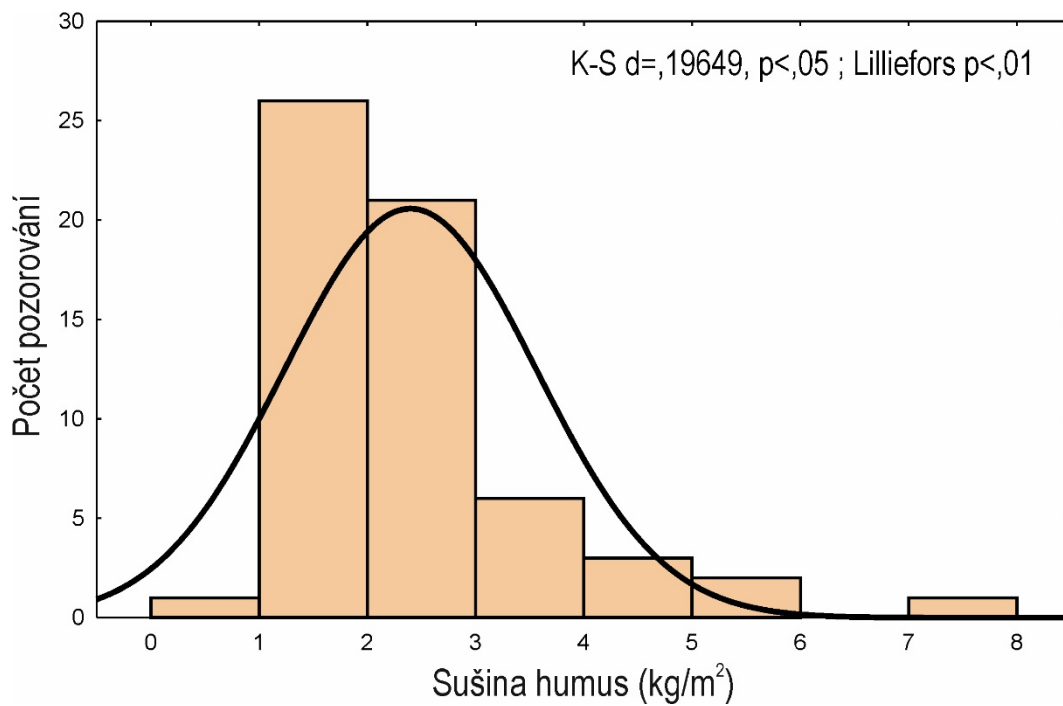
GRAF 1 HISTOGRAM SUŠINY BYLIN



GRAF 2 HISTOGRAM SUŠINY DŘEVA



GRAF 3 HISTOGRAM SUŠINY HRABANKY



GRAF 4 HISTOGRAM SUŠINY HUMUSU

1.13 VÝSLEDKY MĚŘENÍ NA BOHATÝCH STANOVIŠTÍCH

TABULKA 3 POPISNÉ STATISTIKY SKUPIN PALIV NA BOHATÝCH STANOVIŠTÍCH

Popisné statistiky hmotnosti sušiny na svěžích stanovištích								
Kategorie	Segment paliva	Edafická kategorie	N - počet měření	průměr	Min. hodnota	Max. hodnota	Směrodatná odchylka	
1.	nárost	byliny	S	6	1,01	0,87	1,34	0,17
		dřevo	S	6	0,04	0,00	0,24	0,10
		hrabanka	S	6	0,00	0,00	0,00	0,00
		humus	S	6	2,25	1,92	2,41	0,18
2.	mlazina	byliny	S	6	0,77	0,00	1,34	0,62
		dřevo	S	6	0,30	0,00	1,73	0,70
		hrabanka	S	6	0,20	0,00	0,70	0,31
		humus	S	6	1,57	0,91	2,15	0,48
3.	tyčovina	byliny	S	6	0,00	0,00	0,02	0,01
		dřevo	S	6	0,62	0,16	1,09	0,38
		hrabanka	S	6	1,64	1,10	3,74	1,04
		humus	S	6	2,67	1,68	5,68	1,49
4.	kmenovina	byliny	S	12	0,07	0,00	0,77	0,22
		dřevo	S	12	1,02	0,12	2,98	0,95
		hrabanka	S	12	1,24	0,11	2,38	0,64
		humus	S	12	2,72	1,12	5,96	1,40

Popisné statistiky hmotnosti sušiny na svěžích stanovištích vykazují nejvyšší průměrnou hodnotu v případě humusu, který množstvím výrazně převyšuje ostatní palivové složky napříč všemi věkovými kategoriemi.

U bylin byla nejvyšší průměrná hmotnost zaznamenána v 1. věkové kategorii, kde dosáhla 1,01 kg/m². Nejnižší průměrná hmotnost byla naopak zjištěna u kmenoviny a to 0,07 kg/m² a v případě tyčoviny byla vrstva bylin dokonce hodnocena jako nulová. Maximální hodnota se pohybovala v rozmezí od 0,02 kg/m² v tyčovíně do 1,34 kg/m² shodně naměřené v nárostu i v mlazině. Nejvyšší směrodatná odchylka 0,62 kg je ve 2. věkové kategorii.

Nejvyšší průměrná hmotnost u drobného dřeva byla zjištěna ve 4. věkové kategorii, tedy v kmenovině, 1,02 kg/m² a nejnižší hodnota 0,04 kg/m² v 1. věkové kategorii. Maximální naměřená hodnota 2,98 kg/m² byla určena ve

4. věkové kategorii a nejnižší maximální hodnota v nárůstu dosáhla 0,24 kg/m². V nárůstu byla také vykázána nejnižší minimální hodnota ve smyslu úplné absence této palivové skupiny. 0,95 kg je hodnota nejvyšší směrodatné odchylky zjištěné v kmenovině.

Humusová vrstva s nejvyšší průměrnou hmotností byla zjištěna ve 4. věkové kategorii, kde dosáhla hodnoty 2,72 kg/m². Hodnota maximální se pohybuje mezi 5,96 kg/m² v kmenovině a 2,41 kg/m² v nárůstu. Nejnižší minimální hodnota 0,91 kg/m² byla naměřena v tyčovíně. Nejvyšší směrodatná odchylka je ve 3. věkové kategorii 1,49 kg, a naopak nejnižší v 1. věkové kategorii s hodnotou 0,18 kg.

1.14 VÝSLEDKY MĚŘENÍ NA HUMUSEM OBOHACENÝCH STANOVIŠTÍCH

TABULKA 4 POPOPISNÉ STATISTIKY SKUPIN PALIV NA HUMUSEM OBOHACENÝCH STANOVIŠTÍCH

Popisné statistiky hmotnosti sušiny na humusem obohacených stanovištích								
Kategorie	Segment paliva	Edafická kategorie	N - počet měření	průměr	Min. hodnota	Max. hodnota	Směrodatná odchylka	
1.	nárůst	byliny	A	6	1,04	0,75	1,46	0,27
		dřevo	A	6	0,01	0,00	0,07	0,03
		hrabanka	A	6	0,00	0,00	0,00	0,00
		humus	A	6	1,73	1,01	2,39	0,52
2.	mlazina	byliny	A	6	0,00	0,00	0,02	0,01
		dřevo	A	6	0,31	0,20	0,45	0,11
		hrabanka	A	6	1,12	0,88	1,60	0,31
		humus	A	6	2,07	1,39	2,82	0,53
3.	tyčovina	byliny	A	6	0,21	0,00	1,23	0,50
		dřevo	A	6	0,74	0,33	1,32	0,42
		hrabanka	A	6	2,74	1,45	4,56	1,29
		humus	A	6	4,16	2,77	7,06	1,56
4.	kmenovina	byliny	A	12	0,01	0,00	0,18	0,05
		dřevo	A	12	0,90	0,24	1,85	0,44
		hrabanka	A	12	1,53	0,77	2,41	0,49
		humus	A	12	2,05	1,54	2,76	0,39

Na humusem obohacených stanovištích popisné statistiky ukazují ve všech věkových kategoriích nejvyšší průměrnou hodnotu u vrstvy humusu. Následuje hrabanka a po ní vrstva drobného dřeva. Výjimkou je 1. věková kategorie, kde za nejvyšší průměrnou hodnotou humusu následuje jako druhá nejvyšší hodnota zjištěná u bylinného patra. Za pozornost stojí také nepřítomnost hrabanky v 1. věkové kategorii.

Bylinné patro bylo s nejvyšší průměrnou hodnotou $1,04 \text{ kg/m}^2$ zjištěno v nárostu. Naopak nejnižší průměrná hodnota v podobě absence bylinného patra je zjištěna ve 2. věkové kategorii. Maximální hodnota $1,46 \text{ kg/m}^2$ byla naměřena v nárostu a nejnižší maximální hodnota byla zaznamenána v mlazině. Nejvyšší směrodatná odchylka byla $0,5 \text{ kg}$ v tyčovině.

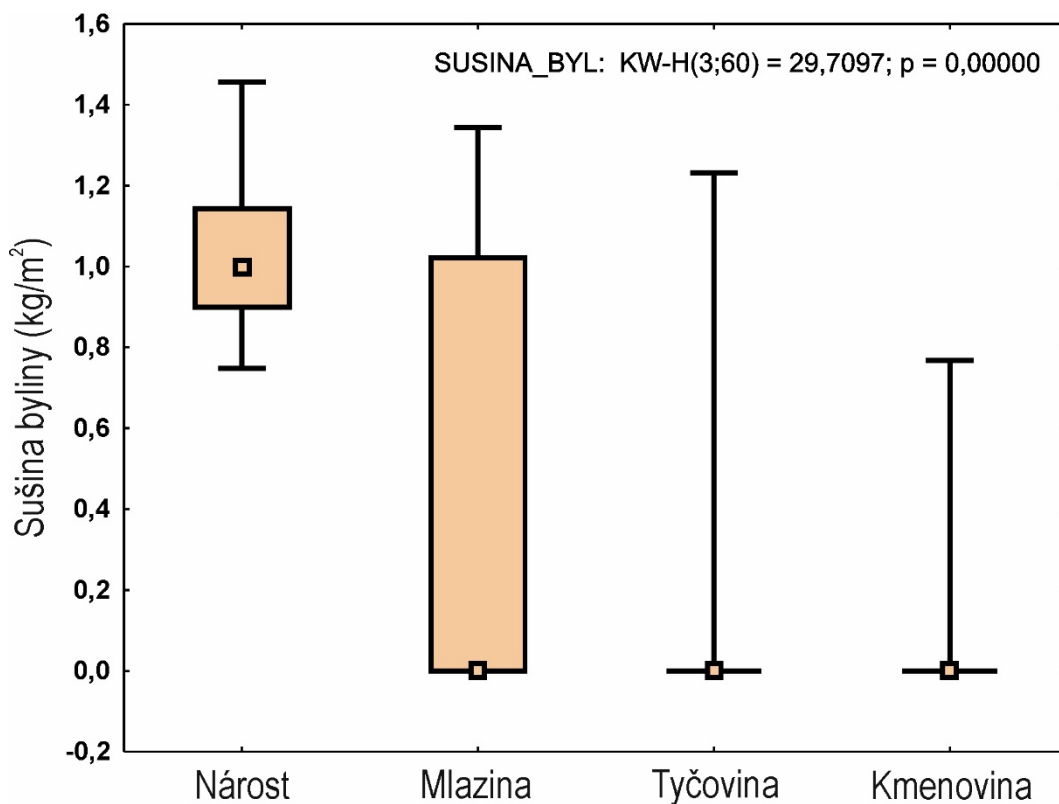
U drobného dřeva byla nejvyšší průměrná hodnota $0,9 \text{ kg/m}^2$ ve 4. věkové kategorii. Nejnižší průměrná hmotnost drobného dřeva byla $0,01 \text{ kg/m}^2$ v nárostu. Maximální hodnota se pohybuje od $0,07 \text{ kg/m}^2$ v nárostu do $1,85 \text{ kg/m}^2$ v kmenovině. Nejnižší minimální hodnota v podobě úplné absence drobného dřeva je popisována v 1. věkové kategorii. Nejvyšší směrodatná odchylka $0,44 \text{ kg}$ je ve 4. věkové kategorii.

Nejvyšší průměrná hodnota hrabanky byla $2,74 \text{ kg/m}^2$ v tyčovině. Nejnižší průměrná hodnota hrabanky je navázána na nepřítomnost této palivové složky v 1. věkové kategorii. Maximální hodnota hrabanky se pohybovala v rozmezí 0 kg/m^2 v nárostu a $4,56 \text{ kg/m}^2$ v tyčovině. Nejvyšší směrodatná odchylka $1,56 \text{ kg}$ byla prokázána ve 3. věkové kategorii.

Vrstva humusu měla nejvyšší průměrnou hodnotu $4,16 \text{ kg/m}^2$ v tyčovině a nejnižší $1,73 \text{ kg/m}^2$ v nárostu. Minimální hodnota se pohybovala v rozmezí $1,01 \text{ kg/m}^2$ v nárostu a $2,77 \text{ kg/m}^2$ v tyčovině. Maximální hodnota vrstvy humusu byla v rozmezí $2,39 \text{ kg/m}^2$ v nárostu a $7,06 \text{ kg/m}^2$ v tyčovině. Směrodatná odchylka s nejvyšší hodnotou $1,56 \text{ kg}$ byla zjištěna také ve 3. věkové kategorii.

1.15 VÝSLEDKY POROVNÁNÍ KVANTIFIKACE PALIVA PODLE VĚKOVÝCH KATEGORIÍ POROSTŮ

1.15.1 SKUPINA PALIVA – BYLINY



GRAF 5 SUŠINA BYLIN DLE VĚKOVÝCH KATEGORIÍ POROSTŮ

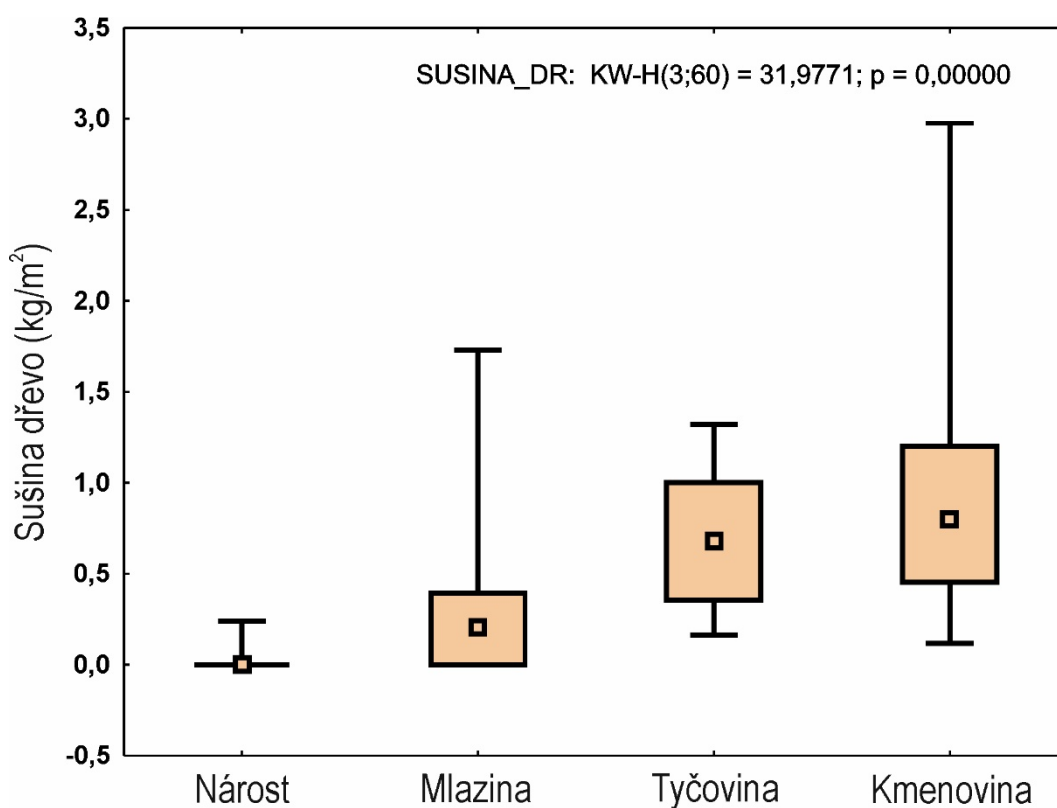
Medián
 Horní kvantil 75 %, dolní kvantil 25 %
 Maximální hodnota
 Minimální hodnota

TABULKA 5 POROVNÁNÍ SUŠINY BYLIN POMOCÍ KRUSKAL-WALLISOVA TESTU

Kruskal-Wallisův test: H (3, N=60) = 29,70968 p = ,0000					
Sušina byliny		1	2	3	4
		R:50,792	R:32,292	R:23,750	R:22,833
1	Nárost		0,056794	0,000894	0,000036
2	Mlázina	0,056794		1,0	0,753391
3	Tyčovina	0,0000894	1,0		1,0
4	Kmenovina	0,000036	0,753391	1,0	

Pomocí Kruskal – Wallisova testu byly porovnány hmotnosti sušiny bylinného materiálu v jednotlivých věkových kategoriích. Výsledkem testu je hodnota $H(3;60)=29,7097$ a hodnota $p=0,00000$, z čehož plyne, že mezi věkovými kategoriemi je statisticky významný rozdíl. Medián má nejvyšší hodnotu v kategorii nárostu, ve zbylých věkových kategoriích se blíží nulové hodnotě. V kategorii nárostu byla také změřena nejvyšší maximální hodnota $1,46 \text{ kg/m}^2$. Hodnota minimální zde činila $0,75 \text{ kg/m}^2$. Statisticky významný rozdíl byl prokázán v případě nárostu vůči tyčovině a kmenovině. Mezi ostatními věkovými kategoriemi statisticky významný rozdíl prokázán nebyl.

1.15.2 SKUPINA PALIV – DŘEVO



GRAF 6 SUŠINA DŘEVA DLE VĚKOVÝCH KATEGORIÍ POROSTŮ

Medián
 Horní kvantil 75 %, dolní kvantil 25 %

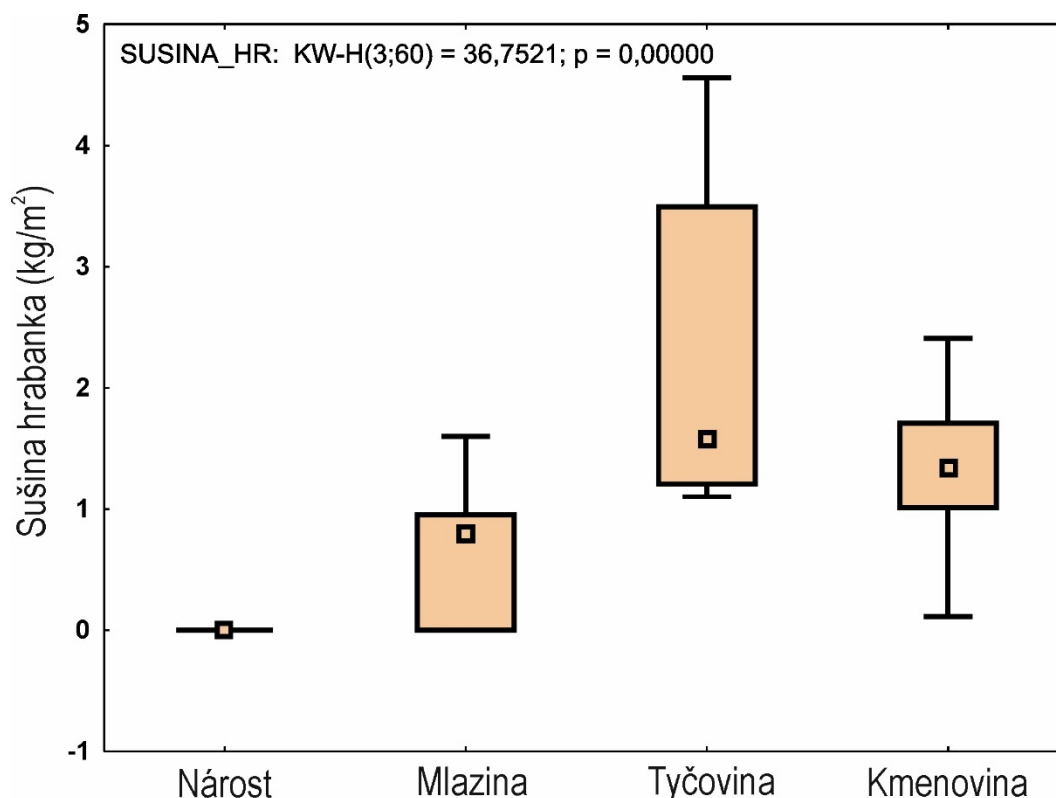
Maximální hodnota
 Minimální hodnota

TABULKA 6 POROVNÁNÍ SUŠINY DROBNÉHO DŘEVA POMOCÍ KRUSKAL-WALLISOVA TESTU

Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=60) = 31,97712$ $p = ,0000$					
Sušina drobné dřev		1	2	3	4
		R:9,6667	R:22,083	R:37,375	R:41,688
1	Nárost		0,489545	0,000611	0,000001
2	Mlazina	0,489545		0,191828	0,008990
3	Tyčovina	0,000611	0,191828		1,0
4	Kmenovina	0,000001	0,008990	1,0	

Výsledkem Kruskal – Wallisova testu v případě drobného dřeva je hodnota $H(3;60)=31,9771$ a hodnota $p=0,00000$, který prokazuje signifikantní rozdíl mezi věkovými kategoriemi. Nejnižší hodnota téměř nulového mediánu byla zjištěna v 1. věkové kategorii. Hodnota mediánu se postupně zvyšovala s přibývajícím věkem porostu. Statisticky signifikantní rozdíl byl zjištěn mezi kategorií nárostu a tyčovinou a také mezi nárostem a kmenovinou. Maximální změřená hodnota sušiny drobného dřeva byla zjištěna v kmenovině, kde její hmotnost dosáhla $2,98 \text{ kg/m}^2$.

1.15.3 SKUPINA PALIV – HRABANKA



GRAF 7 SUŠINA HRABANKY DLE VĚKOVÝCH KATEGORIÍ POROSTŮ

Medián
 Horní kvantil 75 %, dolní kvantil 25 %
 Maximální hodnota
 Minimální hodnota

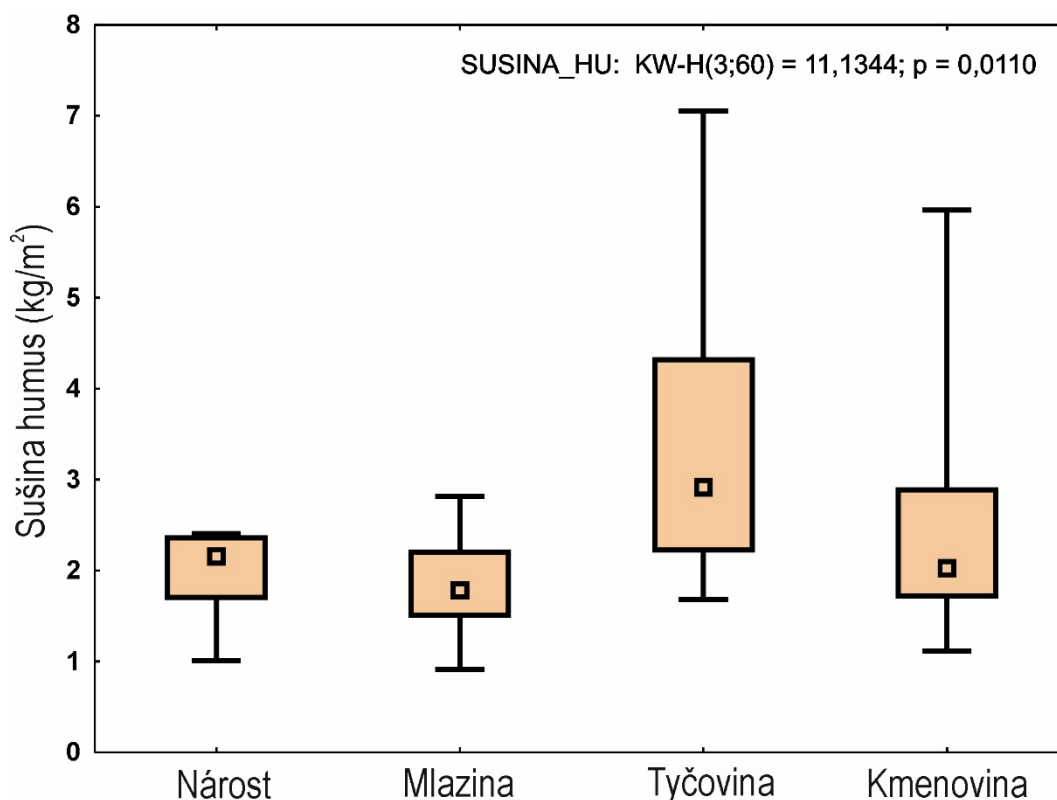
TABULKA 7 POROVNÁNÍ SUŠINY HRABANKY POMOCÍ KRUSKAL-WALLISOVA TESTU

Kruskal-Wallisův test: H (3, N=60) = 36,75208 p = ,0000					
Sušina hrabanka		1	2	3	4
		R:8,5000	R:21,750	R:45,958	R:38,146
1	Nárost		0,378665	0,000001	0,000009
2	Mlazina	0,378665		0,004112	0,047530
3	Tyčovina	0,000001	0,004112		1,0
4	Kmenovina	0,000009	0,047530	1,0	

V případě testování hrabanky byl zjištěn výsledek $H(3;60)=36,7521$ a $p=0,00000$, což ukazuje na statisticky významný rozdíl mezi věkovými kategoriemi porostů. Stejně jako v případě drobného dřeva, také u hrabanky byla nejnižší hodnota mediánu zjištěna v kategorii nárostu. Hodnota

mediánu se postupně zvyšovala až do kategorie tyčoviny. Ve 4. věkové kategorii se hodnota mediánu téměř shoduje s hodnotou 3. věkové kategorie. Statisticky významný rozdíl byl prokázán u 1. věkové kategorie vůči 3. a 4. věkové kategorii a dále také mezi 3. a 4. věkovou kategorií. Maximální hodnota sušiny 4,56 kg/m² byla změřena v tyčovíně. V kategorii nárostu nebyla hrabanka zjištěna, a proto je zde vykazována s nulovou hodnotou.

1.15.4 SKUPINA PALIV – HUMUS



GRAF 8 SUŠINA HUMUSU DLE VĚKOVÝCH KATEGORIÍ POROSTŮ

Medián
 Horní kvantil 75 %, dolní kvantil 25 %

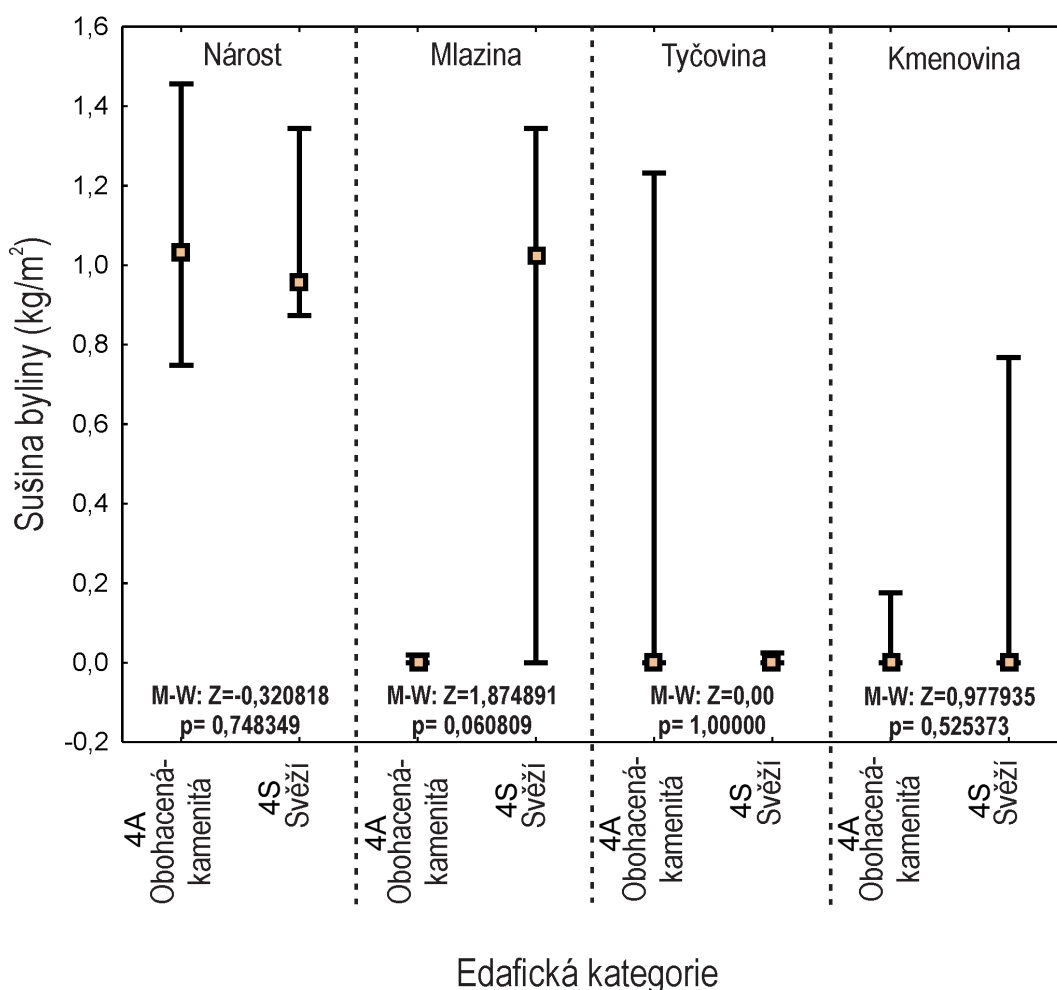
Maximální hodnota
 Minimální hodnota

TABULKA 8 POROVNÁNÍ SUŠINY HUMUSU POMOCÍ KRUSKAL-WALLISOVA TESTU

Kruskal-Wallisův test: $H(3, N=60) = 11,13440$ $p = ,0110$					
Sušina humus		1	2	3	4
		R:26,625	R:20,833	R:43,708	R:30,667
1	Nárost		1,0	0,099433	1,0
2	Mlázina	1,0		0,008009	0,667553
3	Tyčovina	0,099433	0,008009		0,208033
4	Kmenovina	1,0	0,667553	0,208033	

Kruskal – Wallisův test provedený u humusu poskytl výsledek hodnoty $H(3;60)=11,1344$ a hodnoty $p=0,0110$, prokazující statisticky signifikantní rozdíl mezi věkovými kategoriemi. Hodnoty mediánu v tomto případě vykazují nejmenší rozptyl a jsou nejvíce vyrovnané ze všech studovaných palivových skupin. Největší rozdíl mezi minimem a maximem byl zaznamenán ve 3. věkové kategorii, kde minimální hodnota sušiny humusu činila $1,68 \text{ kg/m}^2$ a maximální dosáhla $7,06 \text{ kg/m}^2$. Statisticky signifikantní rozdíl byl zjištěn mezi 2. a 3. věkovou kategorií.

1.16 POROVNÁNÍ KVANTIFIKACE PALIV MEZI HUMUSEM OBOHACENÝCH A BOHATÝCH EDAFICKÝCH ŘAD STANOVIŠŤ

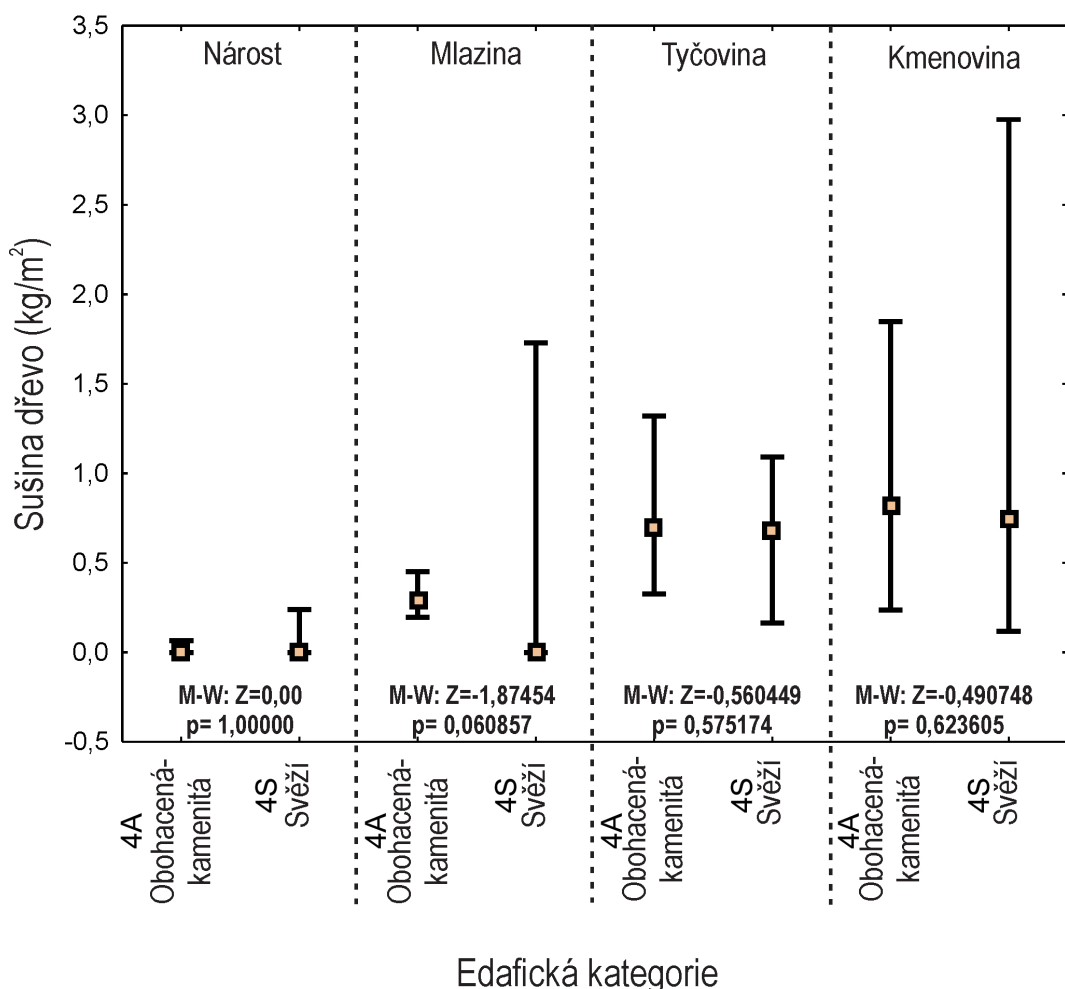


GRAF 9 SUŠINA BYLIN V EDAFICKÝCH KATEGORIÍCH

Mann-Whitneyovým testem byly testovány rozdíly sušiny jednotlivých palivových skupin na studovaných stanovištních typech.

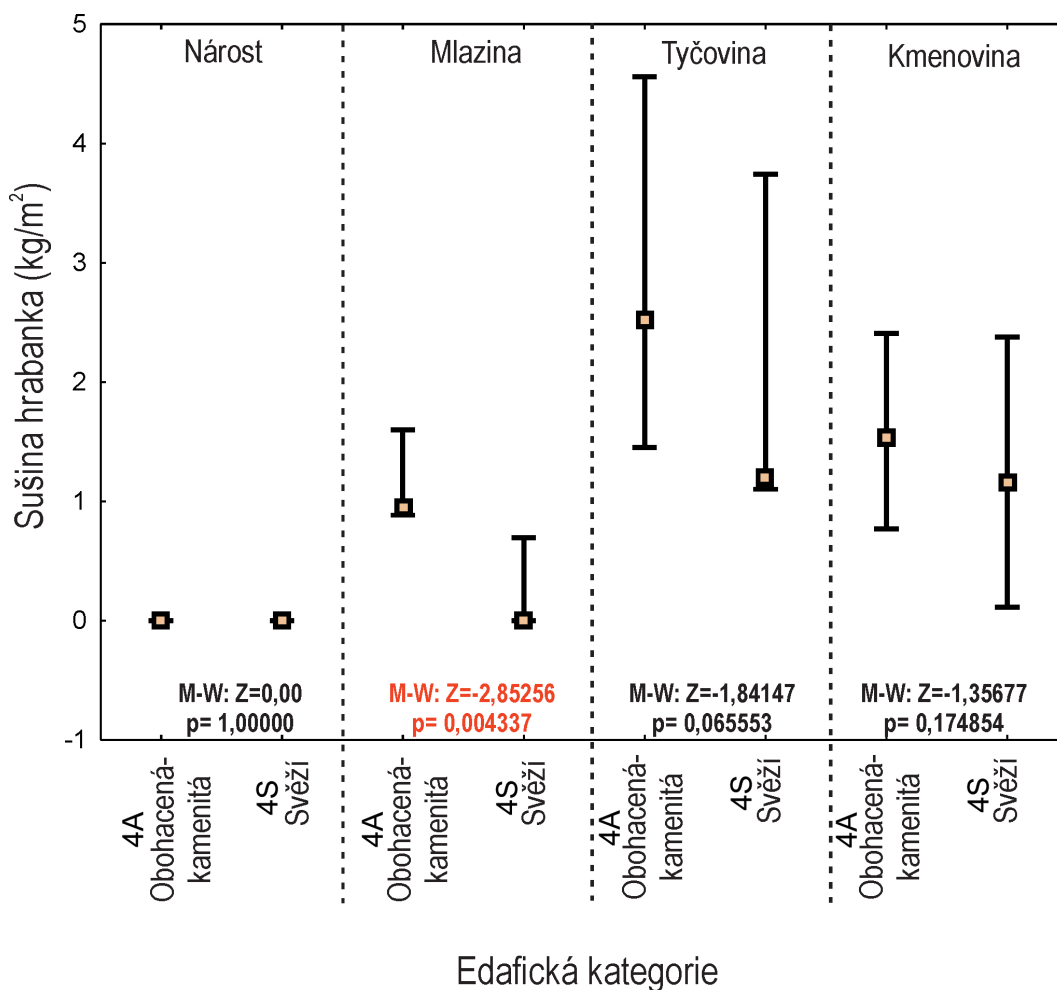
V případě bylinného materiálu nebyl mezi obohacenými – kamenitými a svěžími stanovišti prokázán statisticky významný rozdíl. Hodnota Z se pohybovala od -0,320818 do 1,874891 a hodnota p od 0,060809 do 1,0. V kategorii nárůstu byla zjištěna nejvyšší maximální hodnota na obohaceném stanovišti 1,46 kg/m² a minimální 0,75 kg/m² rovněž na stanovišti obohaceném. V kategorii mlaziny byla na obou typech minimální hodnota nulová a nejvyšší maximální byla naměřena na svěžím stanovišti 1,34

kg/m². V tyčovínách byly minimální hodnoty opět nulové a nejvyšší maximální byla naměřena na obohaceném stanovišti 1,23 kg/m². Také v kmenovině jsou minimální hodnoty hmotnosti sušiny bylin nulové. Nejvyšší maximální hodnota hmotnosti sušiny byla zjištěna v kmenovině na svěžím stanovišti 0,77 kg/m².



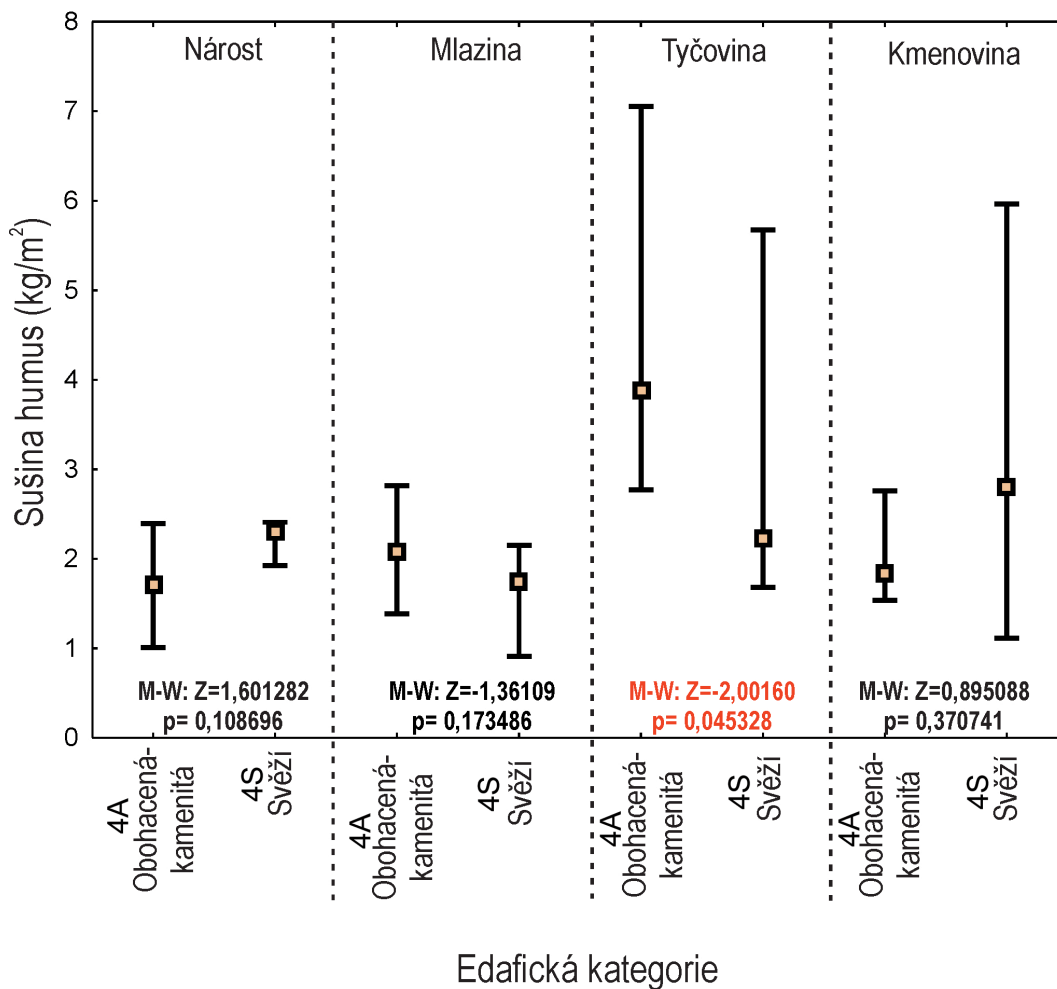
GRAF 10 SUŠINA DŘEVA V EDAFICKÝCH KATEGORIÍCH

Testem provedené porovnání naměřených hmotností sušiny drobného dřeva neprokázalo žádné statisticky signifikantní rozdíly mezi studovanými typy stanovišť. Hodnota Z byla v rozmezí -1,87454 až 0. Hodnota p od 0,060857 do 1,0. Nejnižší hodnoty byly naměřeny v kategorii nárostu a nejvyšší pak v kmenovině na svěžím stanovišti, kde hmotnost sušiny drobného dřeva dosáhla hodnoty 2,98 kg/m².



GRAF 11 SUŠINA HRABANKY V EDAFICKÝCH KATEGORIÍCH

Mann-Whitneyův test prokázal statisticky významný rozdíl v množství hrabanky v mlazinách na obohacených a svěžích stanovištích. Zde byla hodnota $Z=-2,85256$ a $p=0,004337$. V ostatních věkových kategoriích statisticky významný rozdíl prokázán nebyl. Nejnižší hodnoty byly naměřeny na obou typech stanovišť v kategorii nárostu. Nejvyšší maximum bylo $4,56 \text{ kg/m}^2$ ve 3. věkové kategorii na obohaceném stanovišti.



GRAF 12 SUŠINA HUMUSU V EDAFICKÝCH KATEGORIÍCH

Ve vrstvě humusu byl pomocí Mann-Whitneyova testu prokázán statisticky významný rozdíl mezi stanovišti pouze ve 3. věkové kategorii. Hodnota Z byla v rozmezí od -2,00160 do 1,601282 a hodnota p od 0,045328 do 0,370741. Nejnižší hodnota humusu byla zjištěna na svěžím stanovišti v kategorii mlaziny 0,91 kg/m² a nejvyšší maximální na obohaceném stanovišti ve 3. věkové kategorii, kde hmotnost sušiny humusu dosáhla hodnoty 7,06 kg/m².

DISKUZE

Pro Českou republiku je ve vztahu k množství a struktuře pozemního paliva monitorování lesních porostů důležité. Zjištěné výstupy této problematiky slouží jako podklad při modelovém zobrazení možných požárů a předpoklad při ohrožení a případné zdolávání požárů v lesních porostech. Zhotovení podrobných palivových map s výskytem jednotlivých složek a struktury paliva je důležitý bod pro předpověď možného šíření a síly požáru. V této práci se příliš rozdílné výsledky ve 3. a 4. lesním vegetačním stupni nepotvrdily a ani rozdíly ve dvou odlišných půdních typech nebyly nikterak výrazné. Z výsledků této práce vyplývá zcela jednoznačně rozdílnost jednotlivých složek paliv v různých věkových kategoriích a struktuře porostu. Také Majlingová (2014) ve své disertační práci píše o více ohrožených lokalitách k požáru s výskytem suchého travního porostu v mladých věkových třídách. Více bylinného patra, které vykazuje největší míru sušiny, je zjištěno v porostech 1. a 2. věkových tříd, a to ve spojitosti s nezapojením těchto mladých porostů. K tomuto stavu dochází především vlivem většího přístupu slunečního světla, které ustupuje spolu s postupným zapojením starších porostů. Sedliak (2013) popisuje výskyt většího množství bylinného patra v souvislosti s opadem, přičemž uvádí, že nejvyšší hmotnost bylin a travin byla naměřená na hřebenech. Tento jev ve spojitosti s menší vrstvou opadu uvádí také Mailingová (2013), což je právě pro typ krajinného reliéfu na hřebenech charakteristické.

Drobné dřevo má nejmenší zastoupení ve věkové kategorii nárůstů. V zapojených starších porostech je v důsledku opadu větvíček a šišek množství paliva ve skupině drobného dřeva více, což jsme v hypotéze definované pro tuto práci přepokládali. Ve starších porostech věkové třídy tyčovin a kmenovin dochází k nárůstu drobného dřeva ve formě větvíček, šišek a opadu, které postupně přechází v palivové patro hrabanky, což opět potvrzuje další předpoklad, že hrabanka je větším podílem zastoupena u starších věkových tříd. Zjištění většího výskytu hrabanky ve starších porostech uvádí ve své práci i Majlingová (2014).

Výsledky této diplomové práce budou sloužit jako podklad k doplnění dat pro rozšíření map monitorujících smrkové kultury z pohledu možného výskytu rizika požáru. Podobný přístup k využití popisu paliv při řešení požáru rozepisuje ve své studii i Fernandes (2009).

Lesní požáry jsou v přímém vztahu s dlouhodobými atmosférickými anomáliemi (Chu, 2002; Hoinka, 2009; Swetman, 1990; Skinner, 2002). Riziko požáru v naší republice se tedy stává významné téma, a to právě v souvislosti s měnícím se klimatem, provázené zvyšujícím se suchem. Pozemní palivo bude s rostoucím suchem postupně snižovat svoji vlhkost a tím se riziko vzniku požárů bude zvyšovat. Také podle Gisborna (1928) je vlhkost paliva považována za hlavního činitele ovlivňující vznícení a rychlost postupu lesního požáru. S klesající hodnotou vlhkosti paliva roste jeho hořlavost a stává se z pohledu lesního požáru více nebezpečné (Anderson, 1985). V případě bezvětřného počasí se s rostoucí vlhkostí paliva lineárně snižuje rychlost šíření lesního požáru (Rothermel, 1966). V zápalnosti prostředí má pouze okrajovou roli vlhkost živého paliva, ale jelikož množství vody v palivu má přímý vliv na rychlost šíření lesního požáru, je tato vlhkost rozhodující právě v ohledu rychlosti šíření. Mnohem nebezpečnější je mrtvé na zemi ležící palivo, jako například spadené větve či opad asimilačních orgánů dřevin. V případě bezesrážkového počasí je toto mrtvé palivo sušší než palivo živé. Jemné části paliva (trávy, mech, listy a jehlice, drobné větvičky) jsou nejvímavější skupinou ke změnám vlhkosti (Viegas, 1998; Carlson, 2003; Sneeuwjagt, 1985). Stolina (1985) rovněž potvrzuje, že vlhkost a přírodní inhibitory zpomalují proces hoření, tudíž riziko požáru v oblasti střední Evropy bude vlivem zvyšujícího se podílu období sucha během roku stoupat. Vznik a šíření požáru je ovlivněn kolísavostí klimatu a proměnlivostí počasí. Aspekty, kterými je sucho a rostoucí teploty, se podílejí na vznícení a šíření lesního požáru a mají vliv také na závažnost požárů v různých časových měřítcích, neboť prodlužují požární sezónu (Liu, 2010).

Přestože podle Webera a Flannigana (1997), je možné lesní požár považovat za součást lesního ekosystému, jedná se o primární proces

ovlivňující složení a strukturu vegetace na veškerém území (Flannigan, 2000) a v lesích na našem území jsou požáry považovány za negativní jev, způsobující škody na dřevní hmotě a přírůstu, na stanovišti a další škody (Kunt, 1967).

Za několik posledních desetiletí se lesní požáry staly také v rámci Evropy opakujícím se jevem, v jehož důsledku vznikají významné ekonomické ztráty a bohužel i ztráty na lidských životech. Do budoucna je proto nepochybně důležité zamyslet se nad otázkou nových možností zadržování vody v krajině a s tím související změnou krajinného rázu, budováním či obnovou mokřadů nebo tůní, a to především v oblastech, kde bude prostřednictvím projektů monitorujících rizika propuknutí lesních požárů prokázáno zvýšené nebezpečí jejich vzniku.

ZÁVĚR

Podle naměřených dat v terénu a navazujících laboratorních výstupů byla statisticky potvrzena hypotéza předpokládající, že mezi obohacenými a svěžími stanovišti není kvantifikace studovaných skupin pozemního paliva významně rozdílná, tedy že se struktura paliva mezi 3. a 4. lesním vegetačním stupněm neliší.

Ze získaných hodnot bylo prokázáno, že na množství paliva má výrazný vliv stáří porostu. V mladých nezapojených porostech převažuje palivo tvořené bylinami a travinami, které se zvyšujícím se stářím porostu postupně ustupuje a jeho množství ubývá. S rostoucím věkem, kdy se zvyšuje stupeň zápoje porostu, zvedá se i podíl množství skupiny pozemního paliva v podobě drobného dřeva a současně s ním se zvyšuje také množství hrabanky. Pokud jde o mocnost humusové vrstvy, tato jako jediná ze všech sledovaných palivových skupin vykazovala v rámci studovaných věkových kategorií nejméně rozkolísané, resp. nejvíce vyrovnané hodnoty.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

BERČÁK, R., 2017. *Ohrožení lesních porostů požáry na území České republiky*. Praha. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

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. *Zprávy lesnického výzkumu*. (63), 184-194.

BROWN, J.; OBERHEU, R. D.; JOHNSTON, C. M., 1982. *Handbook for Inventorying Surface Fuels and Biomass in Interior West. General Technical Report INT-129*. Forest Service, 50 s.

CARLSON, J. D.; BURGAN, R. E., 2003. Review of users' needs in operational fire danger estimation: The Oklahoma example. *International Journal of Remote Sensing*.

FERNANDES, P. M., 2009. Combining forest structure data and fuel modelling to classify fire hazard in Portugal. *Annals of Forest Science* [online]. 66(4), 415-415 [cit. 2020-06-07]. DOI: 10.1051/forest/2009013. ISSN1286-4560. Dostupné z:<http://link.springer.com/10.1051/forest/2009013>

FLANNIGAN, M. D.; STOCKS, B. J.; WOTTON, B. M., 2000. *Climate change and forest fires*. Science of the total environment.

GISBORNE, H. T., 1928. *Measuring forest fire danger in northern Idaho*. U.S. Dep. Agr. Misc. Pub.

HINES, F.; TOLHURST, K. G.; WILSON, A.; MCCARTHY, G. J., 2010. Overall fuel hazard assessment guide. *Overall fuel hazard assessment guide: Fire and adaptive management* [online]. Melbourne [cit. 2020-04-12]. ISBN 978-1-74242-676-1.

HLAVÁČ A KOL., 2005. *Projekt protipožiarnej ochrany lesa na území Vysokých Tatier po vetrovej kalamite*.

HLAVÁČ, P.; CHROMEK, I., 2016. *Lesné požiare a integrovaný systém ochrany lesov pred požiarimi*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-2930-4.

HOINKA, K. P.; CARVALHO, A.; MIRANDA, A. I., 2009. *Regional-scale weather patterns and wildland fires in central Portugal*. International Journal of Wildland Fire.

CHROMEK, I.; HLAVÁČ, P. 2006. *Lesné požiare aktuálne nebezpečenstvo v jarých a letných mesiacoch: Zborník referátov z odborného seminára*. I - 2006. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 80-228-1579-9.

CHU, P.; YAN, W.; FUJIOKA, F., 2002. *Fire-climate relationships and long-lead seasonal wildfire prediction for Hawaii*. International Journal of Wildland Fire.

KRAKOVSKÝ, A., 2004. *Lesné požiare*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 78 s. ISBN 80-228-1301-X.

KUNT, A., 1967. *Lesní požáry*. Praha: Československý svaz požární ochrany.

LIU, Y.; STANTURF, J.; GOODRICK, S., 2010. *Trends in global wildfire potential in a changing climate*. Forest Ecology and Management.

MACHANDER, V., 2016. *Požáry lesných porostů a jejich prevence*. Zpravodaj ochrany lesa. (192016), 51-56. ISSN 1211-9342.

MAJLINGOVA, A., 2014. *Informačné systémy efektívneho nasadenia hasičských jednotiek pri lesných požiaroch na vybranom území SR*. Žilina. Disertační práce. Žilinská univerzita v Žiline fakulta bezpečnostného inžinierstva.

MV ČR, 2017. *Lesní požáry: Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu*. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky.

NESTEROV, V., 1949. *Ochrana lesa proti požiarom*. Bratislava: Oráč.

PECL, J., 1999. *Rozdělení hořlavých látek a jejich požárně technické charakteristiky: Základy požární taktiky*. 1. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě. ISBN 80-86111-46-6.

PFEFFER, A., 1961. *Ochrana lesů*. Vyd. 1. Praha: SZN - Státní zemědělské nakladatelství, 838 s.

PLÍVA, K., 1987. *Typologický klasifikační systém ÚHÚL*. ÚHÚL Brandýs n. L.

PLÍVA, K., 2000. *Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů*. ÚHÚL Brandýs nad Labem.

Riziko požiarov v krajine, 2016. *Bioclio: Vzdělávací portál o problematike bioklimatológie a krajiny* [online]. Zvolen: TU ve Zvolene [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://bioclio.com/riziko-poziarov-v-krajine/>

ROTHERMEL, R. C.; ANDERSON, H. E., 1966. *Fire spread characteristics determined in the laboratory*.

SEDLIAK, M.; MAJLINGOVÁ, A. 2013. *Kvantifikácia pozemného paliva v lese. GIS Ostrava*. Zvolen: Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene,.

SEQUENS, 2007. *Hospodářská úprava lesů*. Praha.

SKINNER, W. R.; FLANNIGAN, M. D.; STOCKS, B. J., 2002. *A 500hPa synoptic wildland fire climatology for large Canadian forest fires, 1959–1996*. Theoretical and Applied Climatology.

SNEEUWJAGT, R. J.; PEET, G. B., 1985. *Forest fire behaviour tables for Western Australia*. Perth: Western Australian Department of Conservation and Land Management.

STOLINA, M., 1985. *Ochrana lesa: Celoštát. vysokošk. učeb. pre les. fak. vys. šk.* Vyd. 1. Bratislava, 473 s.

SWETMAN, T. W. a BETANCOURT, J. L., 1990. *El Nino-Southern Oscillation (ENSO) phenomena and forest fires in the southwestern United States: In: Betancourt, J. L.; Mackay, A. M., eds. Proceedings of the sixth*

annual Pacific Climate (PACCLIM) workshop. California Department of Water Resources, Interagency Ecological Studies Program Technical Report.

VIEGAS, D. X., 1998. *Fuel moisture evaluation for fire behaviour assessment*. In G. Eftichidis, P. Balabaris, & A. Ghazi (Eds.), *Advanced study course on wildfire management.: Final Report, Marathon*. Athens: European Union.

VIEWEGH, J., 1999. *Klasifikace lesních rostlinných společenstev*. Praha.

VILÍMEK, M., 2008. *Nežádoucí hoření - požár: Základy požární taktiky. 2*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě. ISBN 80-86111-46-6.

WEBER, M. G.; FLANNIGAN, M. D., 1997. *Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: impact on fire regimes*. Environ. Rev.

ZEZULA, J., 2000. *Program trvale udržitelného hospodaření v lesích*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 80-863-8603-1.

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1 FOTOGRAFIE POSTUPU TERÉNNÍHO MĚŘENÍ



OBRÁZEK 6 KROK 1. - VYTÝČENÍ A OZNAČENÍ ZKUSNÉ PLOCHY

Zdroj: *Vlastní*



OBRÁZEK 7 PŘÍKLAD STRUKTURY BYLINNÉHO MATERIÁLU

Zdroj: *Vlastní*



OBRÁZEK 8 KROK 2. - ODEBRANÝ VEŠKERÝ MATERIÁL DROBÉHO DŘEVA

Zdroj: Vlastní



OBRÁZEK 9 STRUKTURA MATERIÁLU DROBNÉHO DŘEVA

Zdroj: Vlastní



OBRÁZEK 10 KROK 3. - ZKUSNÁ PLOCHA PO ODEBRÁNÍ VRSTVY HRABANKY

Zdroj: *Vlastní*



OBRÁZEK 11 STRUKTURA HRABANKY

Zdroj: *Vlastní*



OBRÁZEK 12 ODEBRANÁ VRSTVA HUMUSU Z 1/4 ZKUSNÉ PLOCHY

Zdroj: Vlastní



OBRÁZEK 13 STRUKTURA MATERIÁLU HUMUSOVÉHO HORIZONTU

Zdroj: Vlastní