

**Mendelova univerzita v Brně**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

**Ústav lesnické botaniky, dendrologie  
a geobiocenologie**

**Vliv porostní struktury a druhové skladby na produkci dřevní  
biomasy výmladků v nízkém a středním lese**

**Diplomová práce**

**2016/2017**

**Bc. Martin Procházka**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce: Bc. Martin Procházka

Studijní program: Lesní inženýrství

Obor: Lesní inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Radim Matula, Ph.D.

Konzultant: Ing. Martin Šrámek, Ph.D.

Název práce: **Vliv porostní struktury a druhové skladby na produkci dřevní biomasy výmladků v nízkém a středním lese**

Jazyková varianta: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Na experimentální ploše nízkého a středního lesa TARMAG Hády změřte velikost výmladků u všech jedinců, kteří byli v minulosti polohově zaměřeni. K měření použijte doporučenou metodiku dle Matula et al. (2015).
2. Získané parametry výmladků přepočítejte na hmotnost biomasy výmladků (na jedince) dle k tomu určených alometrických rovnic. Tyto údaje následně přepočítejte na celkovou hmotnost (produkci) na každý z 16 čtverců, na které je experimentální plocha rozdělena.
3. Statisticky otestujte vliv hustoty a kruhové výčetní základny výstavků a hustoty jedinců výmladkového původu na celkovou produkci dřevní biomasy výmladků. Stejně tak otestujte vliv rozdílného zastoupení hlavních druhů dřevin na tuto produkci.
4. Na základě získaných výsledků navrhnete optimální strukturu a druhovou skladbu pro maximalizaci produkce biomasy výmladků v dané lokalitě.

Rozsah práce: minimálně 40 stran

Literatura:

1. SVÁTEK, M. -- MATULA, R. Fine-scale spatial patterns in oak sprouting and mortality in a newly restored coppice. *Forest ecology and management*. 2015. sv. 348, s. 117--123. ISSN 0378-1127. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112715001887>
2. MATULA, R. -- DAMBORSKÁ, L. -- NEČASOVÁ, M. -- GERŠL, M. -- ŠRÁMEK, M. Measuring biomass and carbon stock in resprouting woody plants. *PLoS One*. 2015. sv. 10, č. 2, s. 1--14. ISSN 1932-6203.
3. MATULA, R. -- SVÁTEK, M. -- KŮROVÁ, J. -- ÚRADNÍČEK, L. -- KADAVÝ, J. -- KNEIFL, M. The sprouting ability of the main tree species in Central European coppices: implications for coppice restoration. *European journal of forest research*. 2012. sv. 131, č. 5, s. 1501--1511. ISSN 1612-4669. URL: <http://rd.springer.com/article/10.1007/s10342-012-5>

4. CRAWLEY, M J. *The R book*. 2. vyd. Chichester: John Wiley & sons, 2013. 1051 s. ISBN 978-0-470-97392-9.

Datum zadání: listopad 2015

Datum odevzdání: duben 2017

**Bc. Martin Procházka**

Autor práce

**Ing. Radim Matula, Ph.D.**

Vedoucí práce

**doc. Ing. Luboš Úradníček, CSc.**

Vedoucí ústavu

**doc. Ing. Radomír Klvač, Ph.D.**

Děkan LDF MENDELU

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv porostní struktury a druhové skladby na produkci dřevní biomasy výmladků v nízkém a středním lese vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V .....dne .....

Podpis.....

## **Poděkování**

Tato práce by nevznikla bez podpory mého vedoucího Ing. Radima Matuly, Ph.D., který mi byl vždy nápomocný a byl ochotný se mnou konzultovat veškeré problémy. Velký dík patří Ing. Jan Šebestovi, Ph.D., za pomoc při zpracování dat. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří se účastnili terénního měření, bez jejich pomoci by bylo velmi obtížné zinventarizovat celou plochu. V neposlední řadě děkuji své rodině, která mi zajistila zázemí pro zpracování mé diplomové práce.

Práce byla vytvořena s finanční podporou IGA projektu LDF\_PSV\_2016005 "Dynamika růstu dřevin a vývoje bylinné vegetace v nízkém a středním lese v závislosti na porostní struktuře a vodním režimu půd".

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Martin Procházka

**Název diplomové práce:** Vliv porostní struktury a druhové skladby na produkci dřevní biomasy výmladků v nízkém a středním lese.

**Název v angličtině:** The influence of the forest stand structure and woody species structure on production woody biomass sprout in a coppice forest and coppice-with-standards forest.

### **Abstrakt**

V minulém století, došlo k výraznému ústupu od tradičního výmladkového způsobu obhospodařování lesů. V současné době dochází ke zvyšování zájmu o opětovné zavedení tohoto způsobu hospodaření, ať už jsou důvody produkce dřeva či ochrana přírody.

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit produkci biomasy výmladků, v závislosti na dřevině a intenzitě provedeného těžebního zásahu při převodu lesa vysokého na les nízký a les střední.

Měření probíhala na experimentální ploše nízkého a středního lesa TARMAG Hády v roce 2014 a v roce 2016. Byly měřeny pařezové výmladky. Pro každého jedince s vegetativním zmlazením byla vypočtena hodnota biomasy výmladků v roce 2016.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že vliv na produkci biomasy výmladků má kruhová výčetní základna původního porostu. Dále byl prokázán vliv počtu výstavků na produkci biomasy výmladků. Největší přírůst biomasy na jedince, nezávisle na intenzitě těžebního zásahu, vykazovala *Tilia* sp.. Výchovné zásahy se zatím nejeví jako nezbytné.

**Klíčová slova:** biomasa, les nízký, les střední, výmladnost, výstavek, struktura

### **Abstract**

In the last century, many coppice forests were transformed into high forests. Nowadays we can see the increase of interest in coppice forests and their management for wood production and nature conservation. The aim of this thesis was to provide the data from the experimental plot TARMAG Hády where the high forest was transformed into the coppice and coppice with standards. The goal was to study the sprouting capacity of different woody species and the production of biomass in those species. It was studying the dependence of biomass production on wood species. It was also surveyed if the number of standards affected the production of biomass. The research plot was measured twice, in 2014 and 2016. Biomass for each stump with sprouts in 2016 was found.

The results of the experiment show that the woody biomass was affected by stand basal area previous forest stand. The biomass production was affected by the number of standards. The biggest production of biomass per individual was found in *Tilia* sp. Implementation of selective thinning is not necessary.

**Key words:** biomass, coppice, coppice with standards, sprouting capacity, standard, structure

# Obsah práce

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Definování základních pojmů</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Zájmové území</b> .....	<b>14</b>
3.2.1	Lokalizace zájmového území .....	14
3.2.2	Klimatické poměry.....	15
3.2.3	Geomorfologické poměry.....	16
3.2.4	Geologické poměry .....	16
3.2.5	Pedologické poměry.....	17
<b>3.3</b>	<b>Experimentální plocha nízkého a středního lesa TARMAG Hády</b> .....	<b>17</b>
3.3.1	Cíl projektu .....	17
3.3.2	Historie experimentální plochy (převzato z Kadavý et al. 2009) .....	17
3.3.3	Založení experimentální plochy projektu (převzato z Kadavý et al. 2009) .....	19
3.3.3.1	Stav porostu v roce 2008 dle LHP (převzato z Kadavý et al. 2009).....	19
3.3.4	Metodika založení a sběru základních informací (převzato z Kadavý et al. 2009) .....	20
3.3.5	Charakteristika intenzit těžebních zásahů, (převzato z Kadavý et al. 2009).....	21
<b>4</b>	<b>ZÁSADY HOSPODAŘENÍ V NÍZKÉM A STŘEDNÍM LESE</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Obecné zásady hospodaření v nízkém lese (převzato z Knott 2011)</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Obecné zásady hospodaření ve středním lese (převzato z Knott 2011)</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Charakteristika hodnocených druhů dřevin (převzato z Úradníček et al. 2009)</b> .....	<b>24</b>
4.3.1	Dub zimní – ( <i>Quercus petraea</i> Matt., Liebl.) .....	24
4.3.2	Habr obecný – ( <i>Carpinus betulus</i> L.).....	24
4.3.3	Jeřáb břek – ( <i>Sorbus torminalis</i> L., Crantz.) .....	24
4.3.4	Javor babyka – ( <i>Acer campestre</i> L.) .....	25
4.3.5	Lípa srdčitá – ( <i>Tilia cordata</i> Mill.) .....	25
4.3.6	Lípa velkolistá – ( <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.) .....	25
<b>5</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Terénní práce</b> .....	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Zpracování dat</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>29</b>
<b>6.1</b>	<b>Hodnocení výmladnosti</b> .....	<b>29</b>
<b>6.2</b>	<b>Vlivy na produkci biomasy výmladků</b> .....	<b>29</b>
<b>6.3</b>	<b>Rozdělení dle intenzit provedeného těžebních zásahů</b> .....	<b>35</b>

<b>7</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>40</b>
7.1	Hodnocení vegetativní obnovy .....	40
7.2	Faktory ovlivňující produkci biomasy výmladků .....	40
7.2.1	Vliv kruhové výčetní základny původního porostu na celkovou produkci biomasy .....	40
7.2.2	Vliv počtu vytěžených jedinců na ploše na průměrnou biomasu výmladků v roce 2016....	41
7.2.3	Vliv počtu pařezů s vegetativním zmlazením na průměrnou biomasu výmladků dle intenzity zásahu.....	41
7.2.4	Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků v roce 2016 .....	42
7.3	Rozdělení dle dřevin a intenzit provedeného těžebních zásahů .....	43
<b>8</b>	<b>POTENCIÁLNÍ LESNICKÝ MANAGEMENT S OHLEDEM NA PRODUKCI BIOMASY VÝMLADKŮ .....</b>	<b>45</b>
8.1	Návrh struktury pro maximální produkci biomasy výmladků.....	45
8.2	Návrh druhové skladby pro maximální produkci biomasy .....	45
8.3	Návrh zásahů .....	46
8.3.1	Les nízký .....	46
8.3.2	Les střední .....	46
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ.....</b>	<b>55</b>
12.1	Seznam tabulek .....	55
12.2	Seznam obrázků .....	56
<b>13</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>57</b>
13.1	Letecké snímky experimentální plochy TARMAG Hády z let (2006, 2009, 2012 a 2014) výška pohledu 829 m. ....	57
13.2	Fotodokumentace .....	58



# 1 Úvod

Výmladkové hospodaření, nejstarší způsob lesnického obhospodařování, je známé ve většině zemí na světě (Matthews 1991). V průběhu druhé poloviny 19. století, vlivem socioekonomických změn a poklesu zájmu trhu o produkty výmladkového lesa, dochází k opuštění této tradiční metody obhospodařování lesů v Evropě (Buckley 1992). Na území našeho státu byl tento postup urychlen politickým názorem, že se hospodaření v nízkém lese podobá kapitalistickému způsobu života, neboť tímto způsobem hospodaření les vykořisťujeme, je to tudíž nepřijatelné (Sigotský et al. 1953). Velké oblasti výmladkových lesů byly převedeny na hospodářský tvar lesa vysokého, a to především v centrální a severovýchodní Evropě (Hédl et al. 2010).

V současné době dochází k opětovnému zvyšování zájmu o možnosti využití výmladkového hospodaření, a to především u drobných vlastníků lesů, u kterých je předpoklad zajištění samozásobení dřevní hmotou. Výmladkové hospodaření se může stát ekonomicky zajímavým pro menší vlastníky lesa (Kadavý et al. 2011).

Hospodaření v nízkém a středním lese může přispět k záchraně některých kriticky ohrožených organismů. Hédl et al. (2010) uvádějí, že na 46 sledovaných výzkumných plochách od roku 1953, kdy zde došlo k opuštění výmladkového hospodaření, došlo k prudkému poklesu druhů typických pro teplomilná lesní společenstva. Jako žádoucí bývá uváděn návrat ke střednímu a nízkému lesu, přičemž v současné době je rozloha lesů zařazených do těchto hospodářských tvarů v České republice minimální a ve většině případů nejsou tyto lesy ani aktivně obhospodařovány. Velmi často jsou za nízké lesy označovány předržené nepravé kmenoviny (Kadavý et al. 2011). Hédl et al. (2010) uvádějí, že uvolněný zápoj může v nížinách vytvořit vhodné podmínky pro druhovou diverzitu druhů Holocénu. O nutnosti stálého managementu v nízkém lese, v případě snahy udržet světlomilné a teplomilné druhy svědčí práce od Mason a Macdonald (2002), která uvádí, že musíme v současné době klasicky obhospodařované nízké lesy považovat za lesy tmavé, neboť cca 80 % z rostlinných druhů v nich se vyskytujících bylo zařazeno do kategorie druhů stinných až polostinných (stín snášejících). Z výsledků dále vyplývá, že opuštění tohoto způsobu hospodaření, případně jeho opětovné znovuzavádění, může být spojováno s výskytem druhů poloslunných až slunných, díky kterým můžeme tyto lesy označit za lesy světlé.

V současné době je pro vlastníky, kteří se rozhodnou hospodařit v nízkém či středním lese, mimo jiné obtížné stanovit optimální druhovou a prostorovou skladbu, tak aby dosahovali maximální výtěže (rentability). Pevně věřím, že tato práce bude jedním z pomyslných střípků, které nám umožní lépe pochopit a nastavit lepší management výmladkových lesů.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce bylo s pomocí dat získaných na experimentální ploše nízkého a středního lesa TARMAG Hády zjistit, jak struktura vysokého lesa a jeho druhové složení před i po převodu na les nízký a les střední ovlivňují produkci dřevní biomasy výmladků a na základě těchto výsledků navrhnout případné výchovné zásahy.

### 3 Současný stav řešené problematiky

#### 3.1 Definování základních pojmů

**Biomasa:** celková hmota organismů jednotlivých druhů, nebo celého společenstva, vztažená na jednotku plochy (MZe ČR 1994). Rozlišení na dřevní biomasu, (dendromasu), biomasu rostlin a zemědělských plodin (fytomasu) a biomasu živočišného původu (zoomasu) (Benda et al. 2012).

**Dorostek:** jedinec zpravidla generativního původu záměrně ponechaný na porostní ploše po mýtní těžbě, který vytváří nejmladší horní etáž středního lesa (MZe ČR 1994).

**Hospodářský tvar lesa:** je výsledkem způsobu hospodaření, zejména způsob vzniku lesních porostů. Rozlišují se hospodářské tvary lesa:

1. vysoký (vysokokmenný), vzniklý ze semen nebo sazenic,
2. nízký (pařezina), vzniklý výmladností,
3. střední (sdružený), vzniklý jako kombinace výmladkové složky a jedinců semenného původu (vyhláška Mze ČR č. 83/1996 Sb.).

**Kmenovina:** ve smyslu pěstebním má dva významy. Jednak je poslední růstovou fází lesa, kdy porost dozrává, plně plodí, vlastnosti jedinců jsou téměř ustáleny a rozměry stromů se blíží zralostním hodnotám. Je vymezena střední výčetní tloušťkou od 20 cm výše a většinou i věkem nad 50 let. Rozlišujeme tenkou (výčetní tloušťka 20–27 cm), střední (28–35 cm), tlustou (36–43 cm) a velmi tlustou kmenovinu (nad 44 cm).

Ve druhém významu je kmenovina les vzniklý ze semene (vysoký, vysokokmenný les) na rozdíl od lesa výmladkového (pařeziny) (MZe ČR 1994).

**Nepravá kmenovina:** porost vzniklý především vegetativním způsobem, který se svým vzrůstem i kvalitou podobá dospívajícímu nebo dospělému porostu původu generativního. Vzniká předržením kvalitního výmladkového lesa nad jeho běžné obmýetí (MZe ČR 1994).

**Les nízký:** v užším slova smyslu pařezina, hospodářský tvar lesa založený na systematicky opakované vegetativní obnově výmladky, pařezovými, popřípadě i kořenovými, při které je zároveň nutno zabezpečit určitý podíl jedinců generativního původu (Polanský et al. 1956). Obmýetí je určeno především optimální výmladností,

druhem a výší očekávané produkce a je vázáno i na úrodnost stanoviště; pohybuje se v rozmezí 5 (vrbové prutníky) až 40 (dub, habr, buk). Jedinci výmladného původu rostou díky možnosti čerpat živiny z živých kořenových systémů zpočátku velmi rychle, takže výškový i tloušťkový přírůst dřevin kulminuje podle úrodnosti stanoviště o 20 až 30 let dříve než v semenném lese (Kadavý et al. 2011).

**Les nízký s výstavky:** umožňuje pěstovat užitkové dříví silnějších dimenzí. Z pohledu struktury se jedná o dvouetážové porosty, kde je spodní etáž tvořena lesem nízkým a horní etáž tvoří výstavky, které se od výstavků lesa středního liší věkem, jenž maximálně odpovídá dvojnásobku obmýti etáže spodní (lesa nízkého). Jsou-li tyto stromy starší, je možno usuzovat na převod na les střední (MZe ČR 1994).

**Les střední (sdružený):** etážový hospodářský tvar lesa, v němž je spodní etáž tvořena lesem výmladkovým, horní etáž pak různě starým stromovým inventářem semenného původu. Střední les vznikl tím, že se při každém smýcení výmladkové etáže v obvyklém obmýti 30 až 50 let ponechal nebo vysadil určitý počet jedinců semenného původu. Tím vznikaly nad výmladkovou etáží 3 až 4 postupné generace výstavků, každá věkově víceméně stejná (MZe ČR 1994).

**Nepravý les střední:** vznikl ponecháním nejkvalitnějších jedinců z výmladkové etáže nebo z nepravé kmenoviny, a ty pak tvoří horní etáž přibližně stejně starou. (MZe ČR 1994).

**Les výmladkový:** v širším smyslu se jedná o les nízký nebo pařezinu (Hurt 2010). Polanský et al. (1956) uvádějí, že správně je možno za les výmladkový považovat pouze porost obnovený pouze jedinci vegetativního původu (z pařezových a kořenových výmladků). Pojem výmladkový les zahrnuje porosty vzniklé nebo udržované hřížením, výmladností pařezovou, kořenovou či kmenovou.

**Pařezina:** v užším smyslu se jedná o starší označení hospodářského tvaru lesa nízkého. Obnova lesa se uskutečňuje převážně z pařezových výmladků. V pařezinách (lese nízkém) je samozřejmostí výskyt jistého podílu jedinců generativního původu (MZe ČR 1995).

## 3.2 Zájmové území

### 3.2.1 Lokalizace zájmového území

Experimentální plocha TARMAG se nachází v nejjižnějším cípu CHKO Moravský kras na lokalitě Hádecká plošina (Obr. 1). Tato oblast spadá do katastrálního území obce Kanice, okres Brno venkov v Jihomoravském kraji. V těsné blízkosti výzkumné lokality se nachází NPR Hádecká planinka. Hospodaření s místními lesy spadá do kompetence Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny, polesí Bílovice, lesní úsek Klajdovka (AOPK ČR 2012). Z hlediska zařazení do kategorií přírodních lesních oblastí se sledovaná oblast nachází v oblasti 30 - Dražanská vrchovina (Culek et al. 1996). Lokalita je přístupná ze silnice č. 373 ve směru z Brna na Ochoz u Brna (Damborská 2013).



Obr. 1 Orientální umístění lokality, podkladová mapa ortofoto ČR (ČUZK 2016), vytvořeno v (Esri 2016).

### 3.2.2 Klimatické poměry

Zájmové území podle Quitt (1984) je řazeno do teplé oblasti A, podoblasti A3 okresek teplý, mírně suchý, s mírnou zimou a lednovou teplotou nad  $-3^{\circ}\text{C}$ .

Tab. 1 Charakteristika klimatické oblasti T2 (Quitt 1971).

Klimatické charakteristiky	Klimatická oblast T2
Počet letních dnů	50–60
Počet dnů s průměrnou teplotou $10^{\circ}\text{C}$ a více	160–170
Počet mrazových dnů	100–110
Počet ledových dnů	30–40
Průměrná teplota v lednu ( $^{\circ}\text{C}$ )	-2 – -3
Průměrná teplota v červenci ( $^{\circ}\text{C}$ )	18–19
Průměrná teplota v dubnu ( $^{\circ}\text{C}$ )	8–9
Průměrná teplota v říjnu ( $^{\circ}\text{C}$ )	7–9
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90–100
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	350–400
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	200–300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40–50
Počet dnů zamračených	120–140
Počet dnů jasných	40–50

Nejbližší meteorologická stanice Brno udává následující dlouhodobé průměrné hodnoty.

Tab. 2 Průměrné měsíční teploty a průměrná roční teplota ve ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Vesecký 1961).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
-2,1	-0,7	3,6	8,5	13,8	16,7	18,4	17,4	13,8	8,6	3,5	-0,2	8,4

Tab. 3 Průměrné měsíční a roční úhrny srážek (mm) (Vesecký 1961).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
25	23	25	34	52	74	75	61	42	43	40	37	531

### 3.2.3 Geomorfologické poměry

Tab. 4 Geomorfologické členění (Demek et al. 2006).

Provincie	Česká vysočina
Soustava	Česko – Moravská soustava
Podsoustava	Brněnská vrchovina
Celek	Drahanská vrchovina
Podcelek	Moravský kras
Okrsek	Ochozské plošiny

Reliéf Moravského krasu je na jihu ukončen návrším zvaným Hády (432,9 m n. m.). Tato lokalita je důležitá nejen z hlediska geomorfologického, ale i biogeografického, rozšířením květeny a zvířeny (Štefka et al. 2001).

Devonské vápence v prostoru Hády jsou znivelovány v rozsahu k jihovýchodu mírně nakloněnou plošinou, která plynule přechází z vápenců na horniny spodnokarbonské a mladotřetihorní. Plošina je severozápadně výrazně omezena příkrým a vysokým údolním svahem řeky Svitavy (Štefka et al. 2001).

### 3.2.4 Geologické poměry

Podle regionálního členění reliéfu České republiky jsou Hády součástí Moravského krasu budovaného především devonskými vápenci (Kalvoda a Ondráčková 2000).

Krystalinické podloží širšího okolí studované lokality je tvořeno brunovistulikem, které na povrchu vystupuje jako brněnský masiv. Brněnský masiv je kadomského stáří a v širším okolí Hádu je tvořen granodioritem typu Královo Pole (Dvořáková 2009).

Ve spodním devonu se na zvětralý povrch granodioritu uložily hrubozrnné petromiktní slepence, které reprezentují devonské bazální klastické souvrství. V jejich nadloží se během mořské transgrese uložilo macošské souvrství. Je tvořeno tmavými nebo světle šedými karbonáty, které reprezentují útesový komplex s hojnou, většinou bentózní faunou stratigrafického rozpětí středního až raného svrchního devonu (Dvořáková 2009).



### **3.2.5 Pedologické poměry**

Na území NPR Hádecká planinka Horák (1998) udává výskyt těchto půdních typů: hnědá lesní půda, vápnitá hnědá lesní půda, mullová rendzina, hnědá rendzina, šedohnědá rendzina, rendzina terra-calcis, illimerizovaná lesní půda, illimerizovaná vápnitá hnědá lesní půda, illimerizovaná rendzina terra-calcis.

Na experimentální ploše TARMAG Hády se dle mapového serveru Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny nachází luvizem typická, která je zde převažujícím půdním typem, v menší části plochy je zastoupena luvizem typická varieta oglejená. V severozápadní části plochy se vyskytuje rendzina kambická (MapServer TFE Křtiny).

## **3.3 Experimentální plocha nízkého a středního lesa TARMAG Hády**

V rámci projektu TARMAG (Biodiverzita a cílový management ohrožených a chráněných druhů organismů v nízkých a středních lesích v soustavě NATURA 2000 projekt MŽP ČR na léta 2007–2011) byla v roce 2008 na polesí Bílovice, ŠLP „Masarykův les“ Křtiny v porostní skupině 380C10 založena experimentální výzkumná plocha. Smyslem založení bylo poskytnout jednotlivým dílčím výzkumným týmům projektu společnou „výzkumnou terénní laboratoř“, umožnit tak koncentraci velkého spektra specializovaných analýz do jednoho prostoru, času a dle jednotného schématu (Kadavý et al. 2009).

### **3.3.1 Cíl projektu**

Cílem projektu bylo vyvinout systém doporučení pro zamýšlené zachování biodiverzity v krajině skrze podporu nízkých a středních lesů, v kontextu ekonomických podmínek lesnického hospodaření a cílů ochrany přírody v soustavě Natura 2000 (Kadavý et al. 2011).

### **3.3.2 Historie experimentální plochy (převzato z Kadavý et al. 2009)**

Člověk ovlivňoval vápencový povrch Hádecké plošiny již v dávné minulosti. Na území byly těženy vápence, lesní porosty byly ovlivněny těžbou dřeva a pastvou dobytka (Štefka 2001).

Kolem roku 1846 byla na celém analyzovaném oddělení (odd. č. 3) dubová pařezina promísená habrem, dále javorem, osikou, lípou, borovicí, jilmem a dřínovými a lískovými keři. V oddělení se vyskytovaly 50–60leté dubové a borové výstavky. Tato

pařezina byla smýcena kolem roku 1865 (tj. ve věku 33–36 let) a vznikla pařezina nová. Převod této pařeziny na les vysoký byl plánován a též započat v desetiletí 1898 – 1907.

Na počátku převodu (tj. v roce 1902) byla pařezina 34letá a měla následující dřevinnou skladbu: DB 7, HB 3, BR a OS. Zakmenění bylo odhadnuto na 0,9 a hmota hroubí na 61 plm na 1 ha. V roce 1910 byla pařezina vyprůměrkována a byla zjištěna zásoba ve výši 67 plm na 1 ha, přičemž zakmenění porostu bylo odhadnuto na 0,6.

V dalším desetiletí (1911 až 1920) byla pařezina dokácena a na celé ploše byly ponechány pouze výstavky, převod tak trval prakticky pouze cca 20 let. Následný porost vytvářený v průběhu tohoto přímého převodu byl v roce 1910 v JZ větší polovině (tehdejší porost 3a1) 4letý a měl následující skladbu: SM 9, MD 1, DB, JS, zakmenění bylo stanoveny na 0,4.

Zastoupení smrku doznalo změny až po velkém suchu v letech 1947 – 1948, kdy smrk (ve věku 32–44 let) v SZ třetině skoro vyhynul. Pro celé oddělení byla v roce 1951 navrhována následující tzv. „ideální porostní skladba“: DB 4, HB +, LP 2, BK 1, BO 2, MD 1 a BRK. Celkem pochopitelně se v ní již vůbec neuvažuje se smrkem.

**Tab. 5** Vývoj dřevinné skladby v rámci oddělení č. 3 (Kadavý et al. 2009).

Rok	DB	HB	BR	OS	JS	LP	BRK	SM	BO	MD	JD	Celkem (%)
1902	70	30	+	+								100
1910_3a <sub>1</sub>	+				+			90		10		100
1951_3a <sub>1</sub>	10	20	+	+		+	+	60	+	10		100
1910_3a <sub>2</sub>	20							60	20		+	100
1951_3a <sub>2</sub>	60	30	+	+	+	+	+	10	+	+		100
1951	27	23						43		7		100

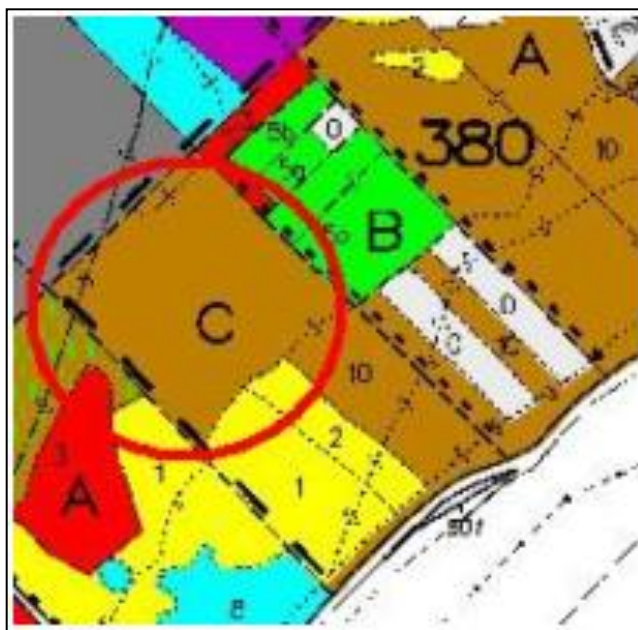
Výsledkem realizovaného přímého převodu čistě listnatého lesa byl vznik lesa tvořeného cca z 50 % jehličnany (s dominantním zastoupením smrku) a cca z 50 % listnáči. Oproti počátku sledovaného období (rok 1902) došlo k rapidnímu nárůstu v zastoupení habru, jehož hodnota z listnáčů představuje téměř 50 % a je jí dosaženo na úkor zastoupení dubu.

**Tab. 6** Relativní redukované plošné podíly dřevin v rozmezí let 1951–2003 (v %) (Kadavý et al. 2009).

Rok	DB	HB	BR	OS	LP	BB	BRK	OR	OL	KR	SM	BO	MD	Celkem (%)
1951	27	23									43		7	100
1963	24	21	6	6				1	1		34		8	100
1973	30	14	6	6	2	1	2	1	1		27	3	7	100
1983	28	15	5	8	4		4				24		7	100
1993	46	8	7	6	1		1			1	17	4	13	100
2003	48	10	9	7	1	1	1				14	1	7	100

### 3.3.3 Založení experimentální plochy projektu (převzato z Kadavý et al. 2009)

V roce 2008 byla na polesí Bílovice, ŠLP „Masarykův les“ Křtiny v porostní skupině 380C10 založena experimentální výzkumná plocha projektu. Objekt je 4 ha velký.



**Obr. 2** Lokalizace zkusné plochy projektu (380C10) (Kadavý et al. 2009).

#### 3.3.3.1 Stav porostu v roce 2008 dle LHP (převzato z Kadavý et al. 2009)

Porost je 98letý a je podle v současné době platného (LHP 2003 – 2012) popsán jako porost jednoetážový a plně zakmeněný. Převážně se vyskytuje na lesním typu 2H2 (hlinitá buková doubrava s ostřicí chlupatou na plošinách a mírných svazích), menší část je pak rozšířena na lesním typu 2X2 (dřínová doubrava s bukem na rendzině).

Je zařazen do hospodářského souboru 245 (Účelová dubová stanoviště nižších poloh) s obmýtím 150 let a obnovní dobou 30 let.

**Tab. 7 Zastoupení dřevin porostní skupiny 380C10 (v %) dle (LHP 2003 – 2012).**

Dřevina	DBZ	SM	HB	MD	BRK	BO	Celkem
Zastoupení	54	18	15	10	2	1	100

### **3.3.4 Metodika založení a sběru základních informací (převzato z Kadavý et al. 2009)**

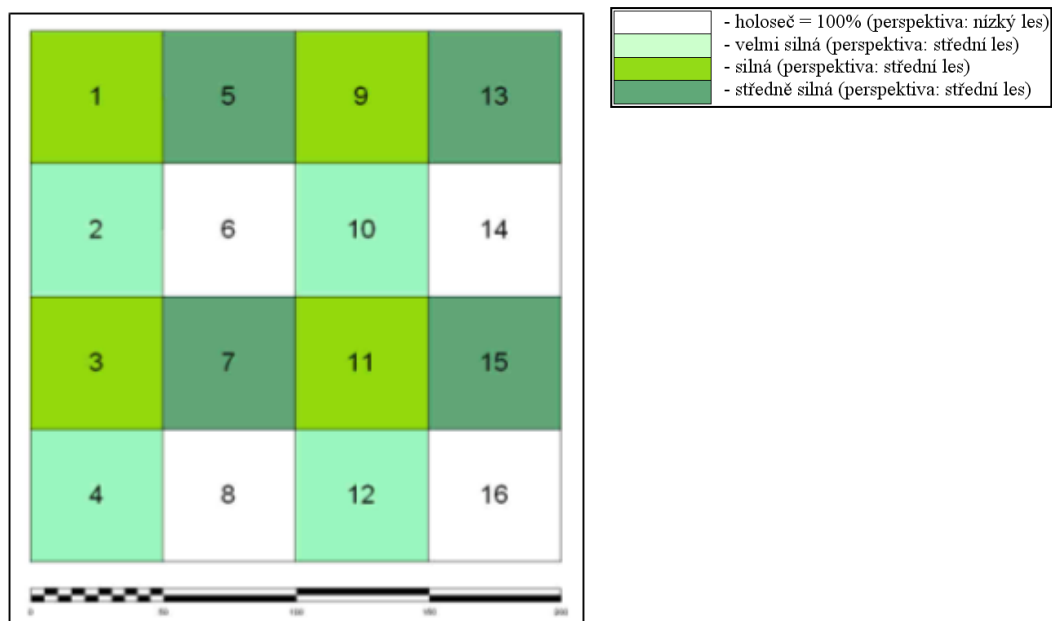
Objekt byl založen na ploše 200 x 200 m v porostní skupině 380C10. Předpokladem byla předchozí stabilizace sítě geodeticky zaměřených bodů v pravidelné síti 50 x 50 m. Každý bod v terénu je stabilizován geodetickým mezníkem (harponem) a souřadnicově připojen v systému S-JTSK.

Stromové patro a keřovitá vegetace byla zaměřena systémem Field-Map v ortogonálním georeferenčním systému S-JTSK. Každý žijící strom byl polohově zaměřen od výčetní tloušťky 7 cm s kůrou a zanesen do databáze projektu společně s označením druhu dřeviny, výčetní tloušťky, výšky stromu a výšky nasazení živé koruny.

Na základě venkovní pochůzky a analýzy databáze projektu (stav a umístění jednotlivých stromů v pracovním poli) bylo provedeno vyznačení těžebního zásahu tak, že byly označeny potenciální výstavkové stromy. Za výstavkové stromy byly přednostně vybírány DBZ a BRK, jednotlivě byly jako potencionální výstavkové stromy vybrány LP, JV, JS a TR. Všechny neoznačené stromy a keře na pracovním poli byly následně vytěženy na přelomu roku 2008/2009. Každý potenciální výstavkový strom zároveň na kmeni nese své označení (pořadové číslo) a určené místo pro následná měření tloušťek ve výčetní výšce. Celá výzkumná plocha (po provedené těžbě) je oplocena díky finanční podpoře (dotaci) ze strany vedení Správy CHKO Moravský kras.

Velikost buňky je 50 x 50 m. Převážná kompaktní část plochy porostní skupiny je tak rozdělena do 16 buněk, přičemž v každé čtveřici těchto buněk, tvořící dohromady plochu 100 x 100 m, se vyskytují 4 varianty intenzity počátečního těžebního zásahu.

### 3.3.5 Charakteristika intenzit těžebních zásahů, (převzato z Kadavý et al. 2009)



Obr. 3 Schéma rozmístění jednotlivých variant intenzity těžebního zásahu (Kadavý et al. 2009).

Plánovanými těžebními zásahy s perspektivou středního lesa byly těženy jednak silné, zralé stromy horní etáže, jednak všichni jedinci stromového i keřového charakteru, kteří nebyli vybráni jako výstavek, schéma rozdělení variant těžebních intenzit je patrné z (Obr. 3).

Průměrná intenzita těžebního zásahu na dílčích plochách se středně silným zásahem (č. 5, 7, 13 a 15) je 54 % z objemu. Průměrně zůstává stát na dílčí ploše (50 x 50 m) 46 ks potenciálních výstavkových stromů.

Na plochách se silnou intenzitou zásahu (č. 1, 3, 9 a 11) bylo vytěženo průměrně 63 % z objemu. V průměru zůstává na dílčím čtverci stát 35 ks potenciálních výstavkových stromů.

Na dílčích plochách s velmi silnou intenzitou zásahu (č. 2, 4, 10 a 12) bylo vytěženo průměrně 77 % z objemu. Na dílčí ploše tak průměrně zůstává stát 24 ks potenciálních výstavkových stromů.

Dílčí plochy č. 6, 8, 14 a 16 jsou vytěženy kompletně.

## 4 Zásady hospodaření v nízkém a středním lese

### 4.1 Obecné zásady hospodaření v nízkém lese (převzato z Knott 2011)

Hospodaření v nízkém lese bude v současné době převážně směřovat z hospodářského hlediska k produkci paliva. Požadavky na kvalitu sortimentů jsou zpravidla nižší, a proto bývá voleno kratší obmýetí a neprovádějí se téměř žádné zásahy. Řídíme se zásadou udržet co nejvíce jedinců na ploše, výchova se provádí minimální a porosty se sklízí holosečně v krátkém obmýetí (20 až 30 let), přičemž se nebere ohled na kvalitu.

Vlastník může nechat růst porosty po dobu celého obmýetí bez zásahu v případě, že se spokojí s produkcí palivového dříví. Plusem tohoto způsobu je minimalizace nákladů na výchovu. V případě požadavku na kvalitu sortimentů se obmýetí prodlužuje a je potřeba přistoupit k výchovným zásahům.

Vzhledem k tomu, že výmladky vyrostlé z pařezů jsou uspořádány v trsech, je třeba při pročistce (6 až 8 let od obnovy) odstranit negativním výběrem netvárné, odumírající a zcela potlačené výmladky. Zároveň se uplatňuje i pozitivní výběr, nejlepší výmladky tvarem i vzrůstem v trsu se podpoří odstraněním nejvíce škodícího výmladku. Při dalším výchovném zásahu (zpravidla již probírka) přibližně v polovině obmýetí se opět pozitivním výběrem podpoří nejkvalitnější jedinci v trsu. Na konci doby obmýetí by tak mělo být v trsu od jednoho do tří jedinců. Přestože bude tímto způsobem pěstovaný nízký les poskytovat z větší míry palivové dříví, lze tímto způsobem produkovat i vlákninu.

Výše zmíněné postupy obhospodařování jsou založeny na holosečném hospodářském způsobu – celý porost se sklízí najednou holosečně nebo se na ploše ponechá jistý počet výstavků v počtu cca 50 ks na ha (především z důvodu podpory přirozené obnovy) a založí se tzv. nízký les s výstavky. Tyto výstavky jsou vytěženy až při následujícím obmýetí nízkého lesa a jsou ponechány opět výstavky nové. Celý cyklus se opakuje. V pařezině však můžeme postupovat také výběrným způsobem, kdy se těží z trsu vždy výmladky, které dosáhly stanovené cílové tloušťky. Těžba se provádí v krátkých intervalech okolo 5 let, přičemž nositeli příští produkce se stávají výmladky, které jsou v trsech ponechány. Výhodou výběrného způsobu je plynulost produkce i na malé výměře pozemku.

## 4.2 Obecné zásady hospodaření ve středním lese (převzato z Knott 2011)

Střední les dává jako spojení lesa výmladkového s různě starými výstavky semenného původu v horní etáži předpoklad k produkci řady různých sortimentů. V porovnání s pařezinou má střední les nespornou výhodu v předpokládané produkci cenných sortimentů. Zároveň les střední produkuje ve spodní výmladkové etáži a nejenom tam značný podíl tenkého dříví, které je zpravidla využitelné jako palivo. Spodní etáž porostu tvoří listnaté dřeviny s bohatou výmladností, kterou si ponechávají i při zastínění jako vhodné dřeviny se doporučují habr, lípa, javor, jilm, kaštanovník setý, méně vhodná je pak olše černá, líska a keře. Dub a jasan se v této porostní vrstvě mohou využívat jen při menším počtu výstavků.

Výchova spodní etáže středního lesa je podobná jako u lesa nízkého s tím rozdílem, že jsou již dopředu vybíráni jedinci semenného původu, kteří budou časem uvolňováni a budou dorůstat na místa průběžně těžných výstavků.

Spodní část porostu (pařezina) má funkci výchovnou, krycí a pro její existenci je důležité zachovávat správný poměr výstavkových tříd. Při čtyřech třídách je možno doporučit následující poměr: 55 % nejmladších výstavků první třídy, druhé třídy 33 %, třetí 12 % a čtvrté 3 %. Pro tři třídy se pak doporučuje použít následující strukturu porostu: u nejmladších jedinců 65 %, u druhé třídy 25 %, třetí pak bude obsahovat 10 % (Konšel 1931).

Pro výstavkovou etáž jsou vhodnější hospodářsky hodnotné slunné dřeviny, které snášejí volné postavení, jsou odolné vůči klimatickým faktorům a mají rychlý růst. Tomuto požadavku vyhovuje z našich dřevin nejlépe dub (využívá se i jasan, javor a topol), který má vysoce hodnotné dříví (Poleno et al. 2009).

### **4.3 Charakteristika hodnocených druhů dřevin (převzato z Úradníček et al. 2009)**

#### **4.3.1 Dub zimní – (*Quercus petraea* Matt., Liebl.)**

Strom středních rozměrů s poněkud zprohýbaným kmenem a protáhlou, nepravidelně utvářenou korunou. V příhodných podmínkách dosahuje výšky až 30 m a průměru kmene 1 m. Dosahuje stáří několika set let. Kořenová soustava je všestranně rozvinutá bez výrazného křivého kořene. Má výbornou pařezovou výmladnost, obráží také snadno na kmeni.

Dub zimní je dřevina světlomilná, s nároky o něco nižšími než dub letní. Dub zimní roste většinou v podmínkách značného nedostatku vláhy a vydrží na podkladech v létě silně vysýchavých, až po výrazně suchá stanoviště lesostepní na spraších nebo skalnatých podkladech. Nároky na půdu jsou skromné. Roste i na chudých kyselých a mělkých půdách krystalinika nebo štěrkových teras, ale vyskytuje se i na andezitech nebo vápencích. Snáší skalnaté podklady. Vzdůst závisí spíše na množství přístupné vody než na živnosti půdy.

#### **4.3.2 Habr obecný – (*Carpinus betulus* L.)**

Strom středních rozměrů se štíhlou korunou a nápadně hladkou, šedě mramorovanou borkou na svalcovitém kmeni. Dosahuje až 25 m výšky a průměru kmene až 1 m. Kořenový systém je v hlubší půdě srdčitý nebo panohovitý, silné kořeny postupují nejdříve při povrchu, pak se obracejí dolů do půdy. Výmladková schopnost je velmi vydatná, habr je v tomto ohledu na předním místě mezi dřevinami.

Habr obecný je dřevina snášející zástin. Vydrží růst v druhém patru doubrav. Pokud jde o vláhu, jsou zde rozdíly. Většinou dává habr přednost vlhčím stanovištím, jako jsou dna údolí, okraje luhů a stinné svahy, nicméně nechybí ale ani na suchých, slunných a v létě vysýchavých podkladech. Má střední nároky na půdu a roste na rozmanitých horninách. Vyhýbá se chudým a kyselým podkladům, nesnese rašelinu.

#### **4.3.3 Jeřáb břek – (*Sorbus torminalis* L., Crantz.)**

Středně velký strom s dosti rovným kmenem a košatou korunou. Na typických stanovištích dosahuje výšky 15–25 m a průměru kmene do 1 m. Dožívá se 100–150 let. Nápadná je borka, buď výrazně šupinovitě odlupčivá, nebo tmavá, kopečkovitě rozbrázděná.



Břek je stín snášejší dřevina, schopná v mládí vydržet dlouho pod porostem. Pozdější nároky na světlo stoupají. Roste na půdách v letním období vysychajících, spokojí se s nízkými srážkami. Dává přednost živným horninám, jako je vápenec, čedič a andezit.

#### **4.3.4 Javor babyka – (*Acer campestre* L.)**

Keř až středně velký strom s křivým kmenem a košatou, nepravidelnou korunou. Dosahuje výšky 15–25 m a průměr kmene může být až 1 m. Dožívá se věku 100 let, na volném prostranství až 200 let. Kmen bývá svalcovitý. Kořeny jsou všestranně vyvinuty a silně se větví. Výmladnost je dobrá.

Babyka je dřevina snášejší zástin a je v tom ohledu nejprizpůsobivější z našich javorů. Je i v dospělém věku typickou dřevinou druhého patra. Nároky na vláhu nejsou jednoznačné a lze pozorovat dvě optima: na jedné straně lužní les s vysokou hladinou spodní vody (lužní babyka), na druhé straně suché typy doubrav s břekem nebo šípákem s nedostatkem vláhy v létě (stepní babyka). Roste na živných podkladech, často na vápencích nebo i suťových půdách.

#### **4.3.5 Lípa srdčitá – (*Tilia cordata* Mill.)**

Strom středních rozměrů, často s křivým kmenem a košatou, nepravidelnou korunou. Dosahuje v zápoji výšek 25–30 m a průměru kmene až 1 m a věku 150 let. Lípa malolistá nedorůstá takových rozměrů a nedožívá se takového věku jako lípa velkolistá. Má vynikající pařezovou výmladnost.

Lípa srdčitá patří mezi stín snášejší dřeviny našich lesů. Vyskytuje se proto typicky ve spodních patrech smíšených porostů, často i jen v křovité formě. Stanoviště lípy srdčité jsou vlhkostně příznivá. Druh má na půdu střední nároky. U nás převládají skeletovité, dusíkem obohacené půdy, středně hluboké až mělké, na různě strmých svazích.

#### **4.3.6 Lípa velkolistá – (*Tilia platyphyllos* Scop.)**

Strom velkých rozměrů s dosti přímým válcovitým kmenem a košatou korunou. Dosahuje v zápoji výšek přes 30 m, průměru kmene 1,5 m a věku 200 let.

Lípa velkolistá dobře snáší zastínění, udrží se proto snadno ve spodní etáži pod jednotlivými dřevinami alespoň jako keř. Lípa velkolistá je středně náročná na půdu. Nejlépe se jí daří na hlubokých živných půdách bází svahů menších údolí či na skeletovitých rankerových půdách a rendzinách na svazích pahorkatin.

## 5 Metodika

### 5.1 Terénní práce

Měření probíhalo na experimentální ploše TARMAG Hády v roce 2016. Cílem bylo zinventarizovat pařezovou výmladnost a produkci výmladků na celé výzkumné ploše u dříve polohově zaměřených a změřených jedinců. Měření probíhalo před začátkem vegetačního období. Práce v terénu byla zahájena 26. 2. 2016 a dokončena 31. 3. 2016. Na ploše byly za pomoci předešlého označení štítky s čísly jednotlivých jedinců (Obr. 4) a Field-Map počítače s GPS dohledání jednotliví jedinci. Samotné měření jedinců probíhalo dle metodiky Matula et al. (2015), kde bylo prokázáno, že nejlepší odhad o množství biomasy všech výmladků lze získat měřením tloušťky na bázi u 2 až 5 největších výmladků. Dále bylo zjištěno, že zvýšením počtu měřených výmladků nebo i měřením všech výmladků nedochází k výraznému zvýšení přesnosti. Při samotném měření jedince bylo hodnoceno, zda má výmladky. Pokud ano, tak byl měřen průměr na bázi u pěti největších výmladků. K měření se používalo posuvné měřítko, měřeno bylo s přesností na milimetry. Údaje byly zapisovány do Field-Map počítače. Celkem bylo změřeno 2 543 jedinců.

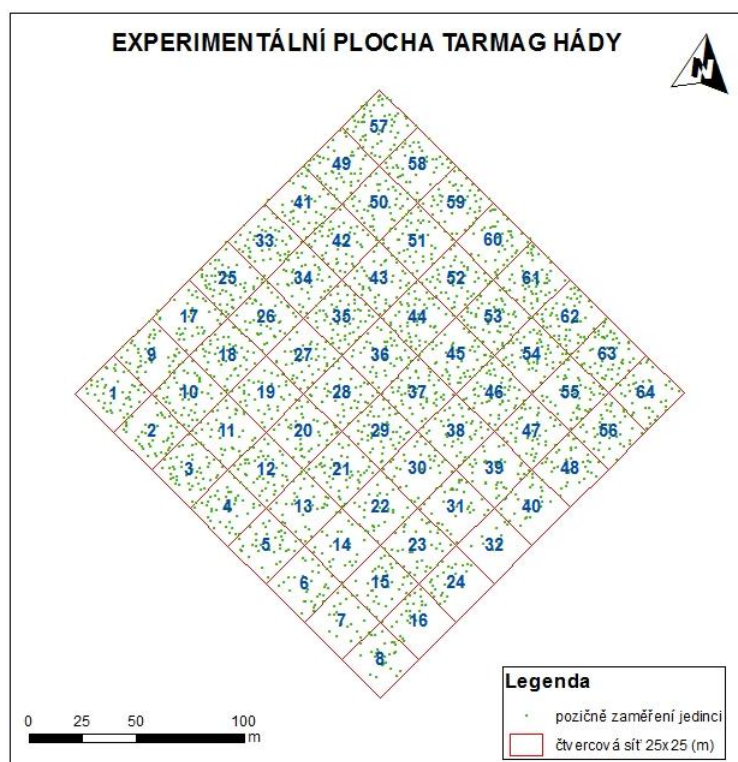


Obr. 4 Číselného označení jednotlivých jedinců.

## 5.2 Zpracování dat

Data, která byla zaznamenána v terénu v programu Field-Map, byla vyexportována v podobě tabulky do programu Microsoft Excel. Na základě předchozího pozičního zaměření jednotlivých jedinců provedeného v roce 2008 skupinou ve složení: Ing. M. Šrámek, Ph.D., Ing. P. Šťastný, Ing. P. Konečný a Ing. V. Hurt, Ph.D. a v roce 2011 doplněno a opraveno Ing. M. Svátkem, Ph.D. a Ing. R. Matulou, Ph.D., byla vytvořena mapa pozic jednotlivých jedinců v počítačovém programu ArcGIS (Esri 2016). Pro zpřesnění byly původní čtverce s délkou strany 50 metrů rozděleny na menší čtverce o velikosti strany 25 metrů. Vzniklo tak 64 čtverců, se kterými je dále pracováno (Obr. 5). Vzniklá síť byla datově spojena s naměřenými hodnotami a připojena do databáze poskytnuté vedoucím práce Ing. Radimem Matulou, Ph.D, tato databáze zahrnuje měření původního stojícího porostu v roce 2008 a měření výmladků v roce 2014.

Pro všechny stromy zaměřené v roce 2008 byla z výčetní tloušťky vypočtena kruhová základna, data byla sečtena pro jednotlivé čtverce a jednotlivé druhy dřevin. Dále byl pro jednotlivé čtverce a dřeviny zjištěn počet výstavků a počet pařezů, u kterých došlo k vegetativní obnově.



Obr. 5 Rozdělení experimentální plochy sítí na 64 čtverců zpracováno v (Esri 2016).

Z naměřených průměrů pěti největších výmladků byla vypočtena kruhová plocha pro každého jedince (pařez). Takto získané kruhové plochy byly sečteny v rámci jednotlivých čtverců a v rámci hlavních dřevin *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Sorbus torminalis*, *Acer campestre* a *Tilia sp.*. Na základě těchto výsledků bylo možné zjistit změnu kruhové plochy a přírůst výmladků za dvě vegetační období. Pro rok 2016 byla z kruhových ploch jednotlivých dřevin vypočtena biomasa v gramech pro jednotlivé jedince. Pro výpočet byly použity alometrické rovnice dle Matula et al. (2015).

Vztahy biomasy a proměnných, které na její produkci mohly mít vliv (hustota před i po těžbě, počet výstavků) byly testovány pomocí lineární regrese. Pro každý vztah byla získána regresní rovnice, koeficient determinace ( $R^2$ ) a hodnota P (hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ ).

**Tab. 8** Seznam použitých zkratk dřevin

DB	<i>Quercus petraea</i>
HB	<i>Carpinus betulus</i>
JRb	<i>Sorbus torminalis</i>
JVb	<i>Acer campestre</i>
LP	<i>Tilia sp.</i>

## 6 Výsledky

### 6.1 Hodnocení výmladnosti

Na ploše bylo celkem zinventarizováno 2 543 jedinců, z čehož bylo 424 jedinců výstavků, u 1 575 jedinců bylo zaznamenáno a změřeno vegetativní zmlazení u 544 jedinců nedošlo k pařezovému vegetativnímu zmlazení, tyto jedinci byli vedeni jako mrtví.

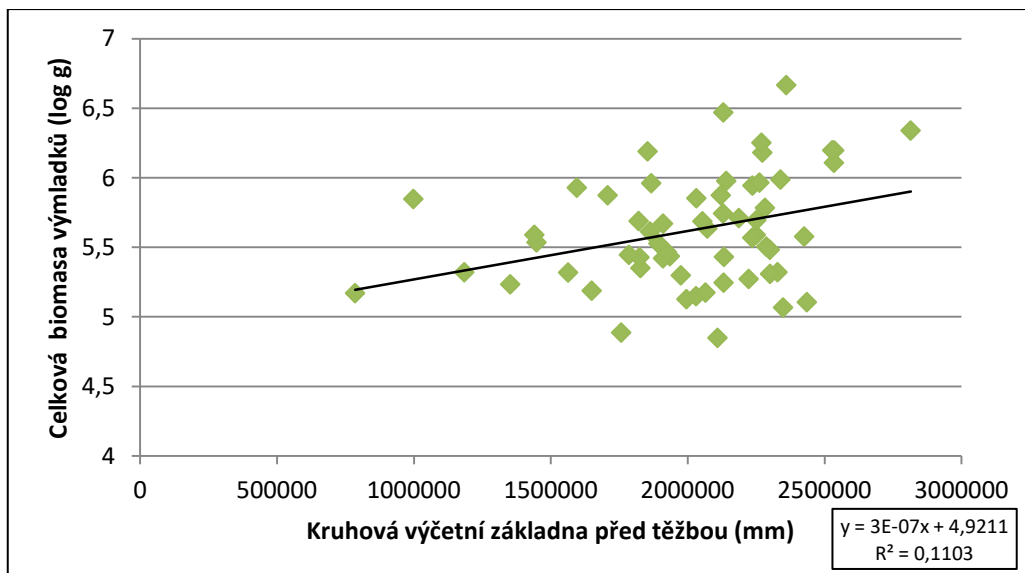
Tab. 9 Procentuální vyjádření pařezové výmladnosti v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.

Intenzita těžebního zásahu	DB	HB	JRb	JVb	LP
Holosečný zásah	56 %	92 %	39 %	82 %	96 %
Velmi silný zásah	62 %	98 %	26 %	85 %	100 %
Silný zásah	66 %	91 %	16 %	93 %	99 %
Středně silný	59 %	96 %	29 %	90 %	100 %

Z Tabulky 9 je patrné, že je vegetativní pařezová výmladnost více ovlivněna druhem dřeviny než intenzitou předešlého těžebního zásahu ovlivňujícího podmínky v porostu. Nejnižší hodnoty vykazuje jeřáb břek.

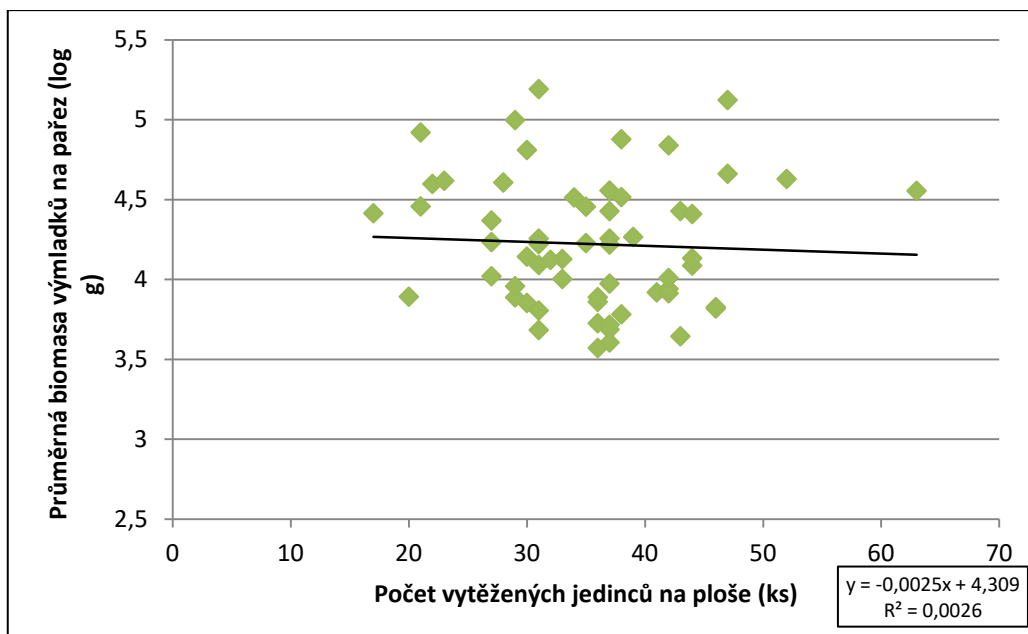
### 6.2 Vlivy na produkci biomasy výmladků

Výsledky v této kapitole jsou vztaheny k síti 64 čtverců, na které je výzkumná plocha rozdělena.



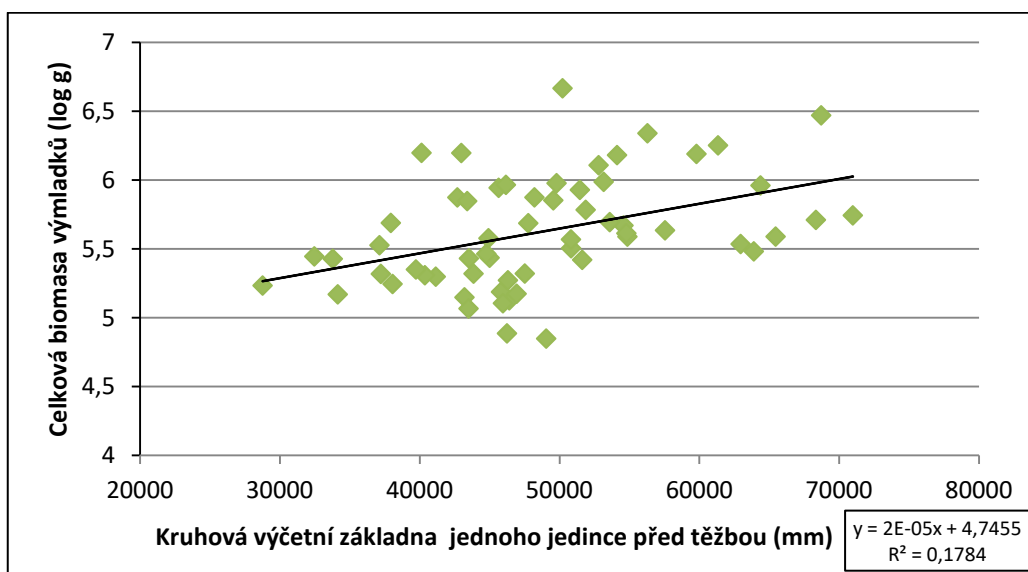
Obr. 6 Vliv kruhové výčetní základny původního porostu na biomasu výmladků v roce 2016.

Byla prokázána statisticky významná závislost vlivu celkové kruhové výčetní základny původního porostu na produkci biomasy výmladků v rámci studovaných čtverců ( $P < 0.05$ ; Obr. 6). S rostoucí celkovou kruhovou základnou původního porostu se zvyšovala celková produkce biomasy výmladků.



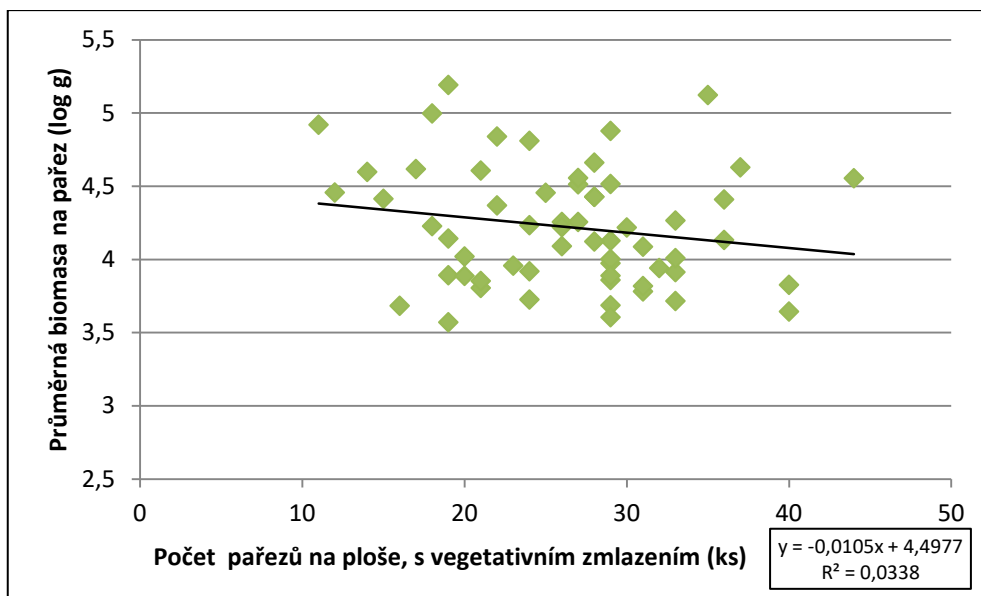
Obr. 7 Průměrná biomasa výmladků v závislosti na počtu vytěžených jedinců na ploše.

Analýza dat neprokázala statisticky významnou závislost mezi počtem vytěžených jedinců na ploše a průměrnou biomasou výmladků na jednoho jedince (pařez), ( $P > 0.05$ ; Obr. 7).



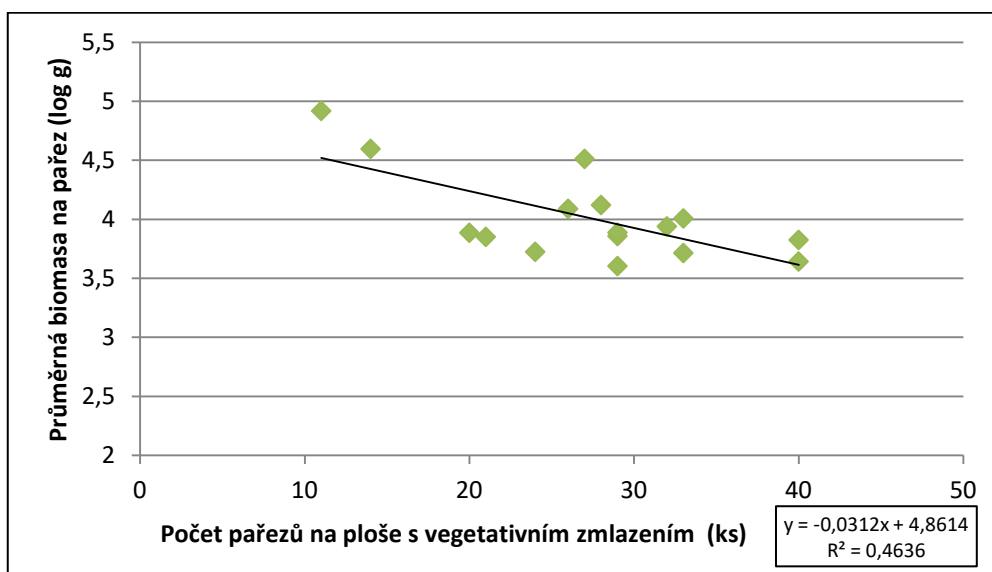
Obr. 8 Vliv kruhové výčetní základny průměrného jedince před těžbou ve čtverci, na celkovou biomasu výmladků v roce 2016.

Analýza dat prokázala statisticky významnou závislost vlivu kruhové výčetní základny průměrného jedince původního porostu ve čtverci na celkovou biomasu výmladků v roce 2016 ( $P < 0.05$ ; Obr. 8). S rostoucí průměrnou kruhovou základnou jedince původního porostu ve čtverci se zvyšovala celková produkce biomasy výmladků ve čtverci.



Obr. 9 Vliv hustoty pařezů s vegetativním zmlazením na ploše, na průměrnou biomasu výmladků.

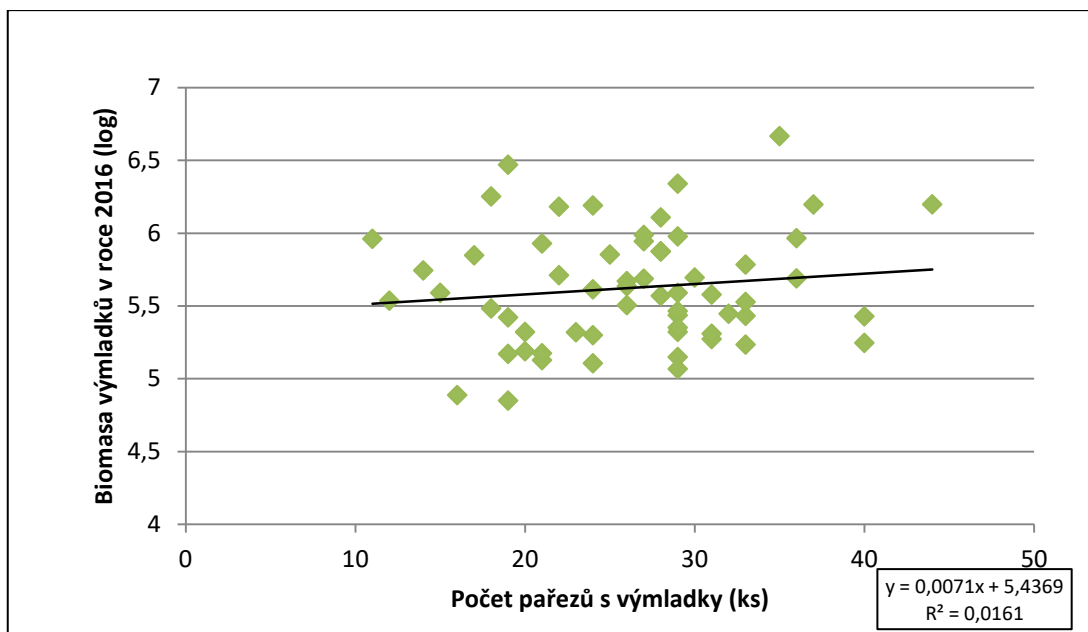
Analýza dat neprokázala statisticky významnou závislost mezi hustotou pařezů s výmladky v jednotlivých čtvercích a průměrnou biomasou jednoho jedince ve čtverci pro celou experimentální plochu ( $P > 0.05$ ; Obr. 9).



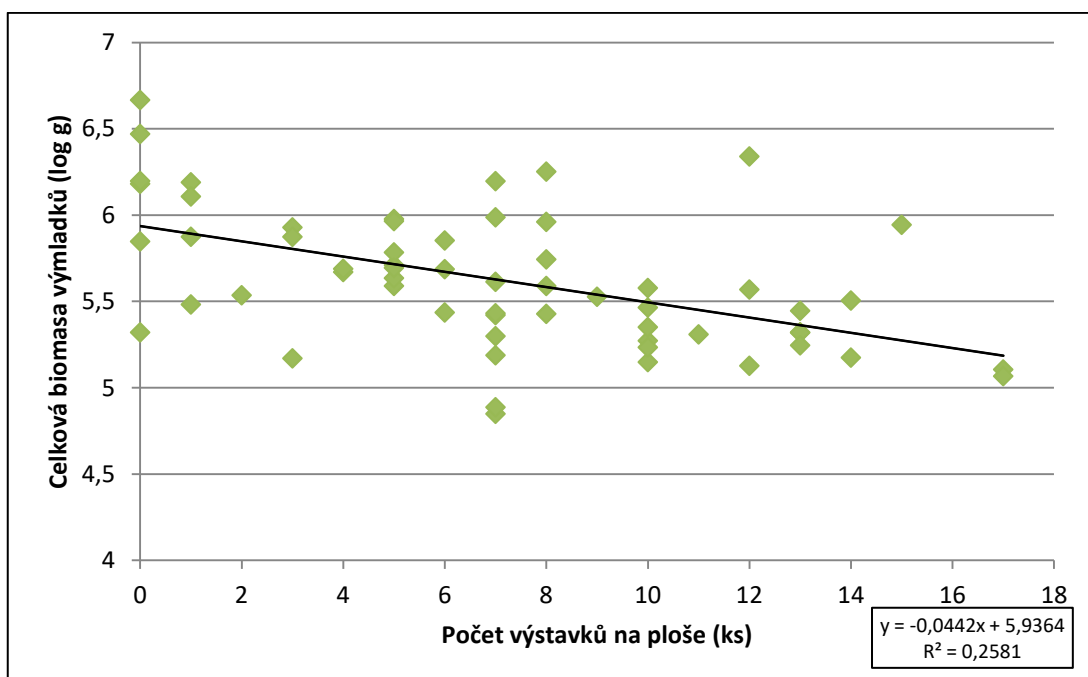
Obr. 10 Vliv hustoty pařezů s vegetativním zmlazením ve čtverci na průměrnou biomasu výmladků ve středně silném zásahu.

Analýza dat prokázala statisticky významnou závislost mezi hustotou pařezů s vegetativním zmlazením a průměrnou biomasou výmladků ve středně silném zásahu. S rostoucím počtem pařezů ve čtverci došlo k poklesu průměrné biomasy na jedince (pařez), ( $P > 0.05$ ; Obr. 10). U zbylých intenzit zásahů (holosečném, velmi silném a silném) nebyla prokázána statisticky významná závislost mezi hustotou pařezů s vegetativním zmlazením ve čtverci a průměrnou biomasou výmladků.





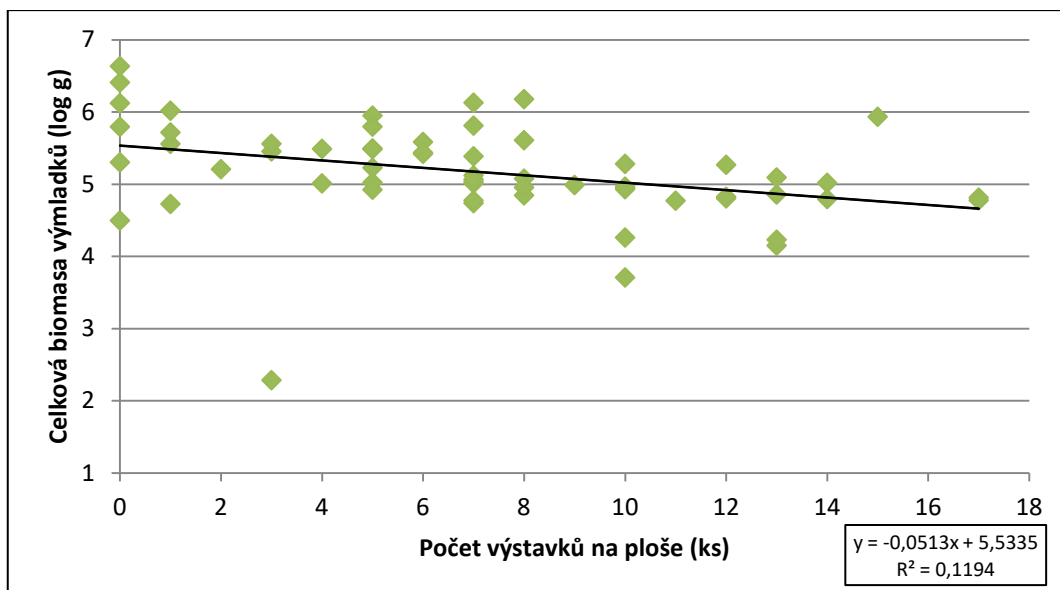
**Obr. 11** Vliv počtu pařezů s vegetativním zmlazením, na celkovou biomasu výmladků v jednotlivých čtvercích. Závislost mezi počtem pařezů s vegetativním zmlazením a celkovou biomasou výmladků bez zohlednění počtu výstavek nebyla významná ( $P > 0.05$ ; Obr. 11).



**Obr. 12** Vliv počtu výstavek na celkovou produkci biomasy výmladků v roce 2016.

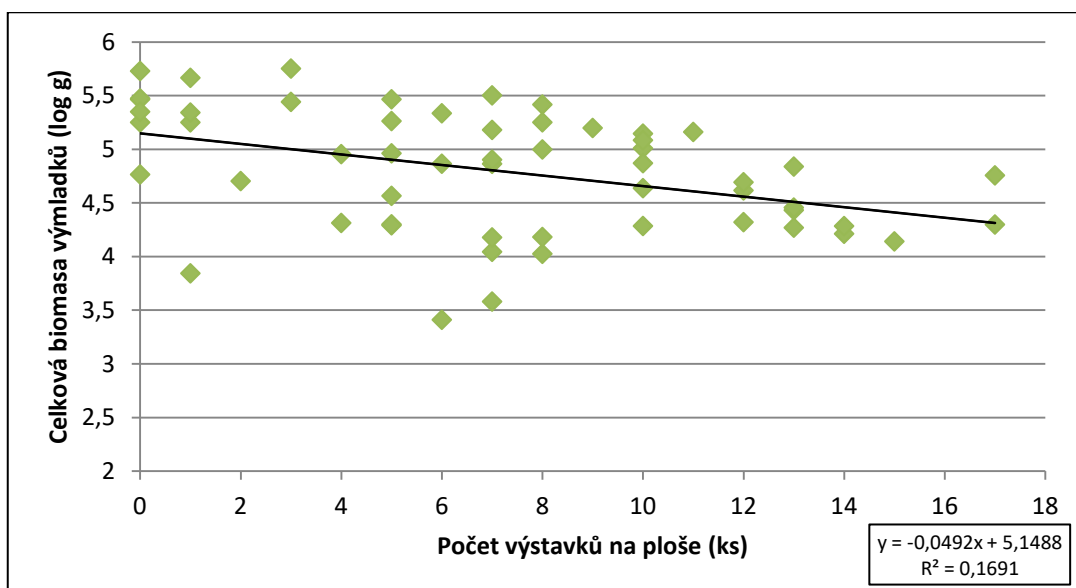
Počet výstavek významně ovlivňoval celkovou biomasu výmladků v jednotlivých čtvercích. Největší produkce biomasy výmladků bylo dosahováno na plochách bez výstavek. S rostoucím počtem výstavek klesalo celkové množství biomasy výmladků ( $P < 0.05$ ; Obr. 12).





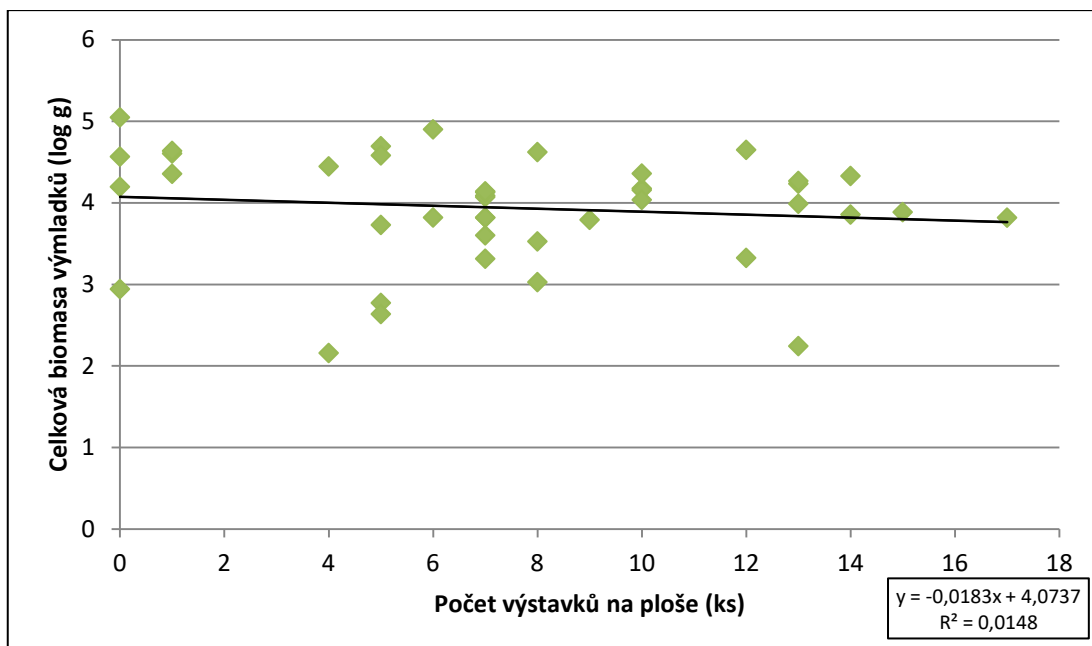
**Obr. 13** Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků DB v roce 2016.

Analýza dat prokázala statisticky významnou závislost mezi počtem výstavků na jednotlivých plochách a celkovou produkcí biomasy výmladků dubu ve čtverci. S rostoucím počtem výstavků došlo ke snížení celkové produkce biomasy dubových výmladků na ploše ( $P < 0.05$ ; Obr. 13).



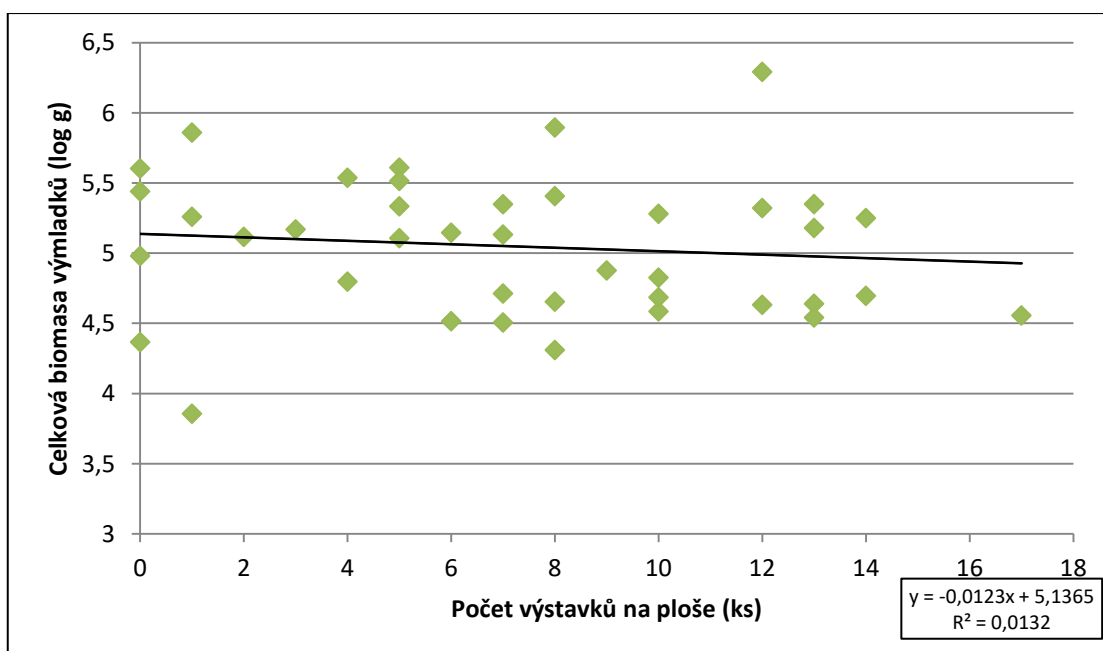
**Obr. 14** Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků HB v roce 2016.

Analýza dat prokázala statisticky významnou závislost mezi počtem výstavků na jednotlivých plochách a celkovou produkcí biomasy výmladků habru ve čtverci. S rostoucím počtem výstavků došlo ke snižování celkové biomasy habrových výmladků na ploše ( $P < 0.05$ ; Obr. 14).



Obr. 15 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků JVb v roce 2016.

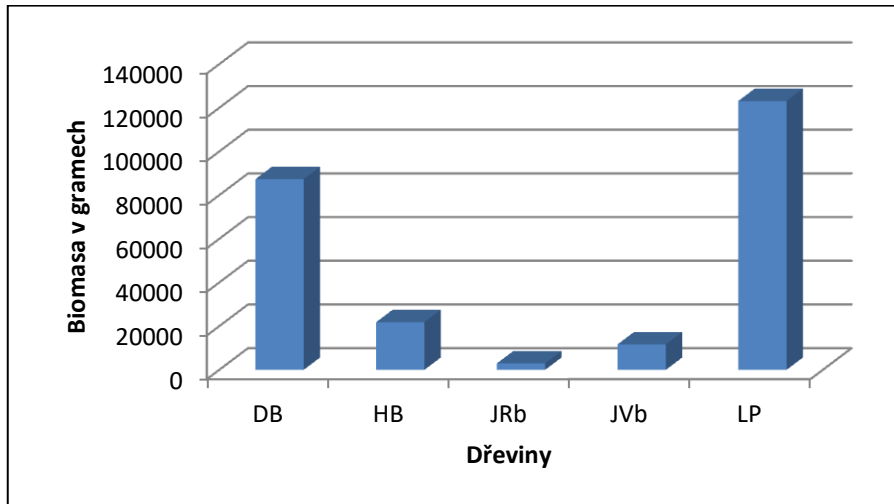
Analýza dat neprokázala statisticky významnou závislost mezi počtem výstavků na jednotlivých plochách a celkovou produkcí biomasy výmladků javoru babyky na ploše ( $P > 0,05$ ; Obr. 15).



Obr. 16 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků LP v roce 2016.

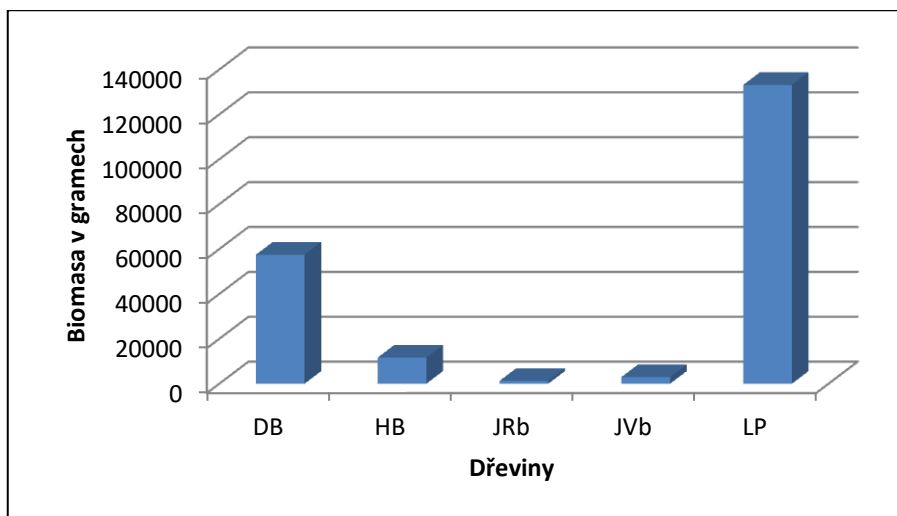
Analýza dat neprokázala statisticky významnou závislost mezi počtem výstavků na jednotlivých plochách a celkovou produkcí biomasy výmladků lípy ve čtverci ( $P > 0,05$ ; Obr. 16).

### 6.3 Rozdělení dle intenzit provedeného těžebních zásahů



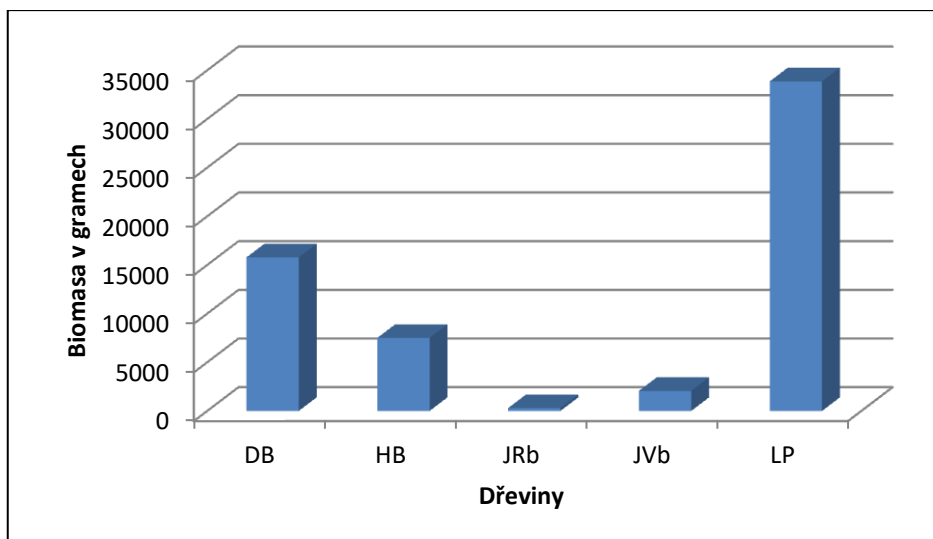
Obr. 17 Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince v holosečném zásahu.

Graficky znázorněné porovnání průměrných hodnot biomasy výmladků na jednoho jedince pro jednotlivé druhy v části, ve které byl uplatněn holosečný zásah (Obr. 17).



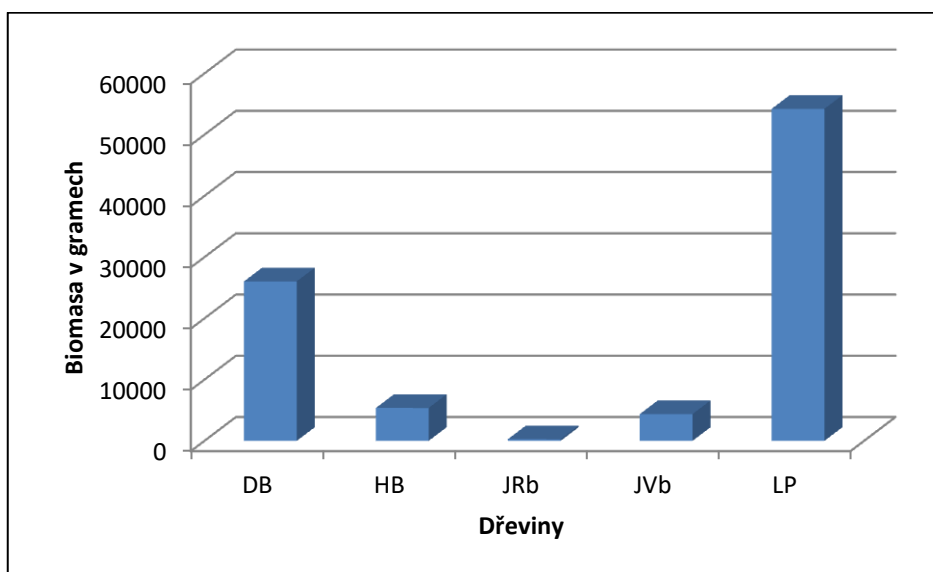
Obr. 18 Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince ve velmi silném zásahu.

Graficky znázorněné porovnání průměrných hodnot biomasy výmladků na jednoho jedince pro jednotlivé druhy v části, ve které byl uplatněn velmi silný zásah (Obr. 18).



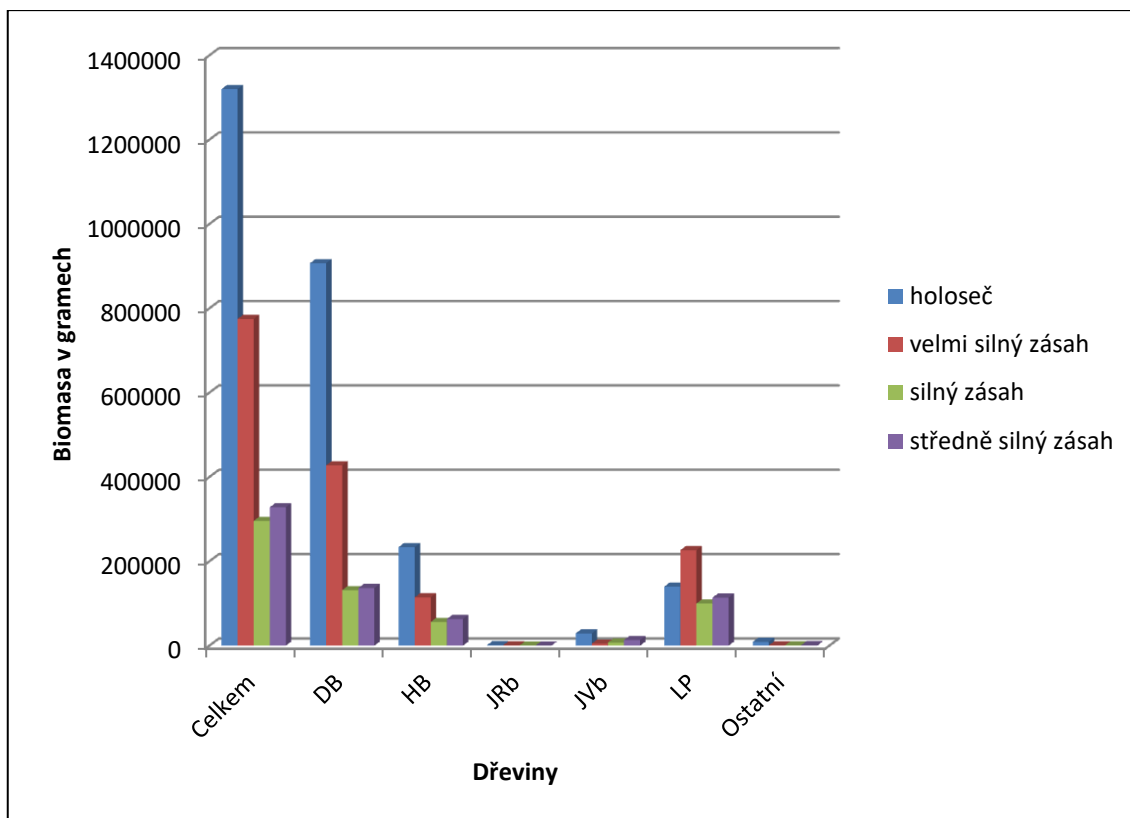
**Obr. 19** Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince v silném zásahu.

Graficky znázorněné porovnání průměrných hodnot biomasy výmladků na jednoho jedince pro jednotlivé druhy v části, ve které byl uplatněn silný zásah (Obr. 19).



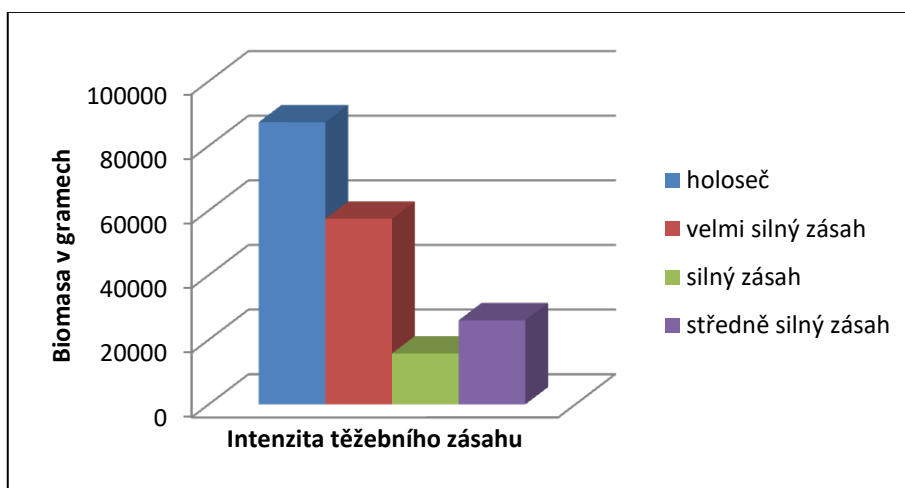
**Obr. 20** Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince ve středně silném zásahu.

Graficky znázorněné porovnání průměrných hodnot biomasy výmladků na jednoho jedince pro jednotlivé druhy v části, ve které byl uplatněn středně silný zásah (Obr. 20).



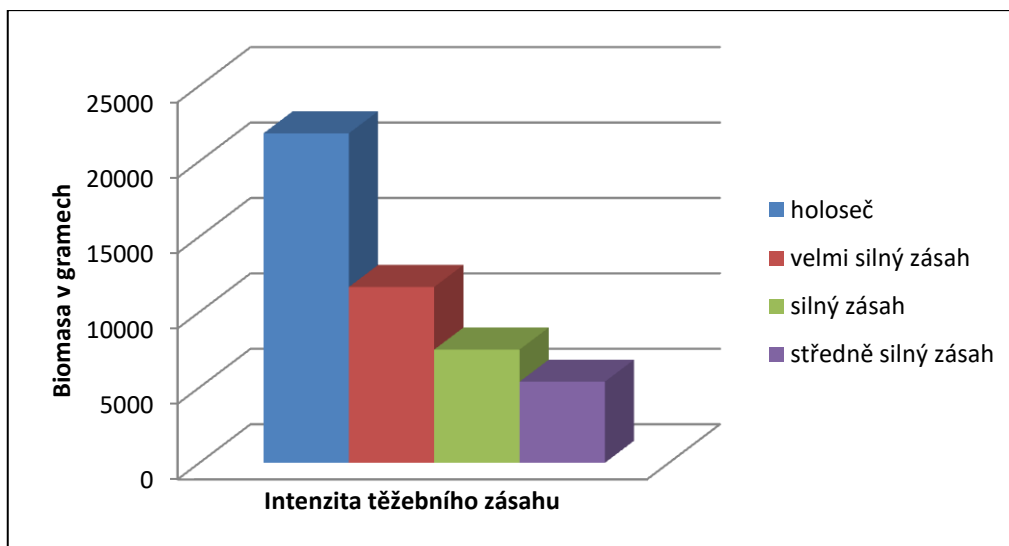
Obr. 21 Průměrné množství biomasy výmladků v jednom z 64 čtverců, dle intenzity těžebního zásahu.

Vyjádření rozdílu průměrného množství biomasy výmladků jednotlivých druhů dřevin ve čtverci na základě intenzity těžebního zásahu (Obr. 21).



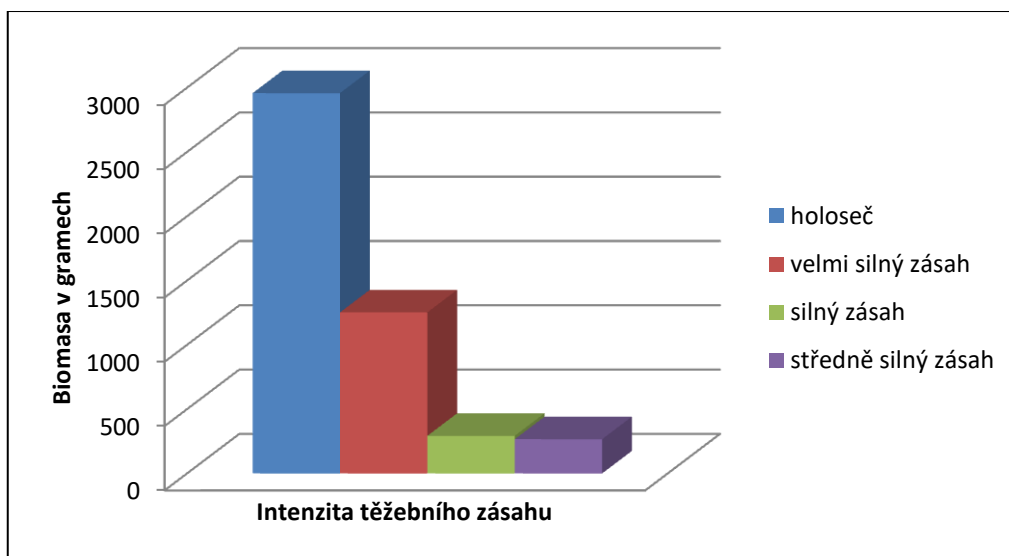
Obr. 22 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince DB, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.

Zjištěný vliv intenzity těžebního zásahu na průměrnou produkci biomasy výmladků jednoho jedince dubu (Obr. 22). Největší průměrné množství biomasy na jednoho jedince bylo zjištěno v holosečném zásahu, nejmenší naopak v silném zásahu.



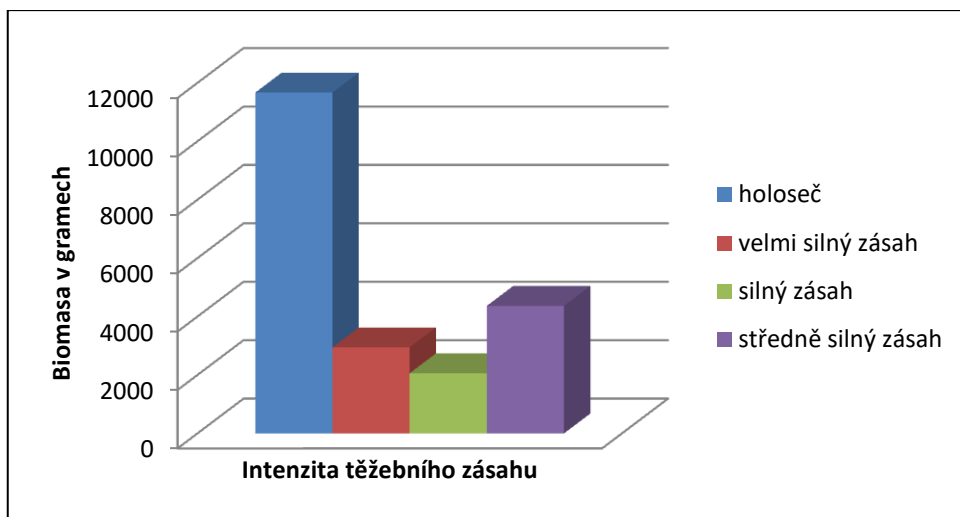
**Obr. 23** Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince HB, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.

Zjištěný vliv intenzity těžebního zásahu na průměrnou produkci biomasy výmladků jednoho jedince habru (Obr. 23). Největší průměrné množství biomasy na jednoho jedince bylo zjištěno v holosečném zásahu, nejmenší naopak ve středně silném zásahu.



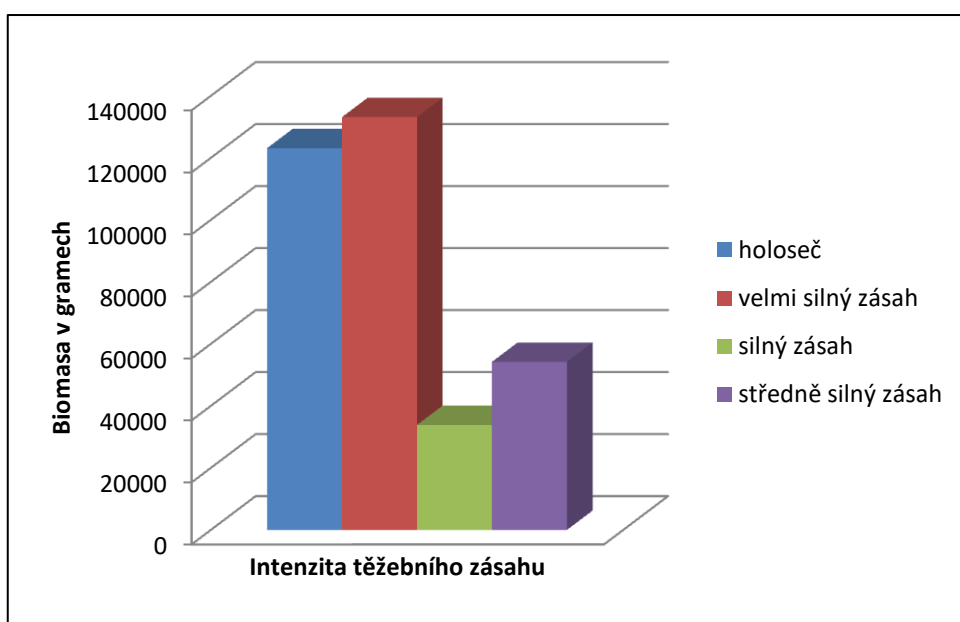
**Obr. 24** Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince JRb, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.

Zjištěný vliv intenzity těžebního zásahu na průměrnou produkci biomasy výmladků jednoho jedince jeřábu břeku (Obr. 24). Největší průměrné množství biomasy na jednoho jedince bylo zjištěno v holosečném zásahu, nejmenší naopak v silném a středně silném zásahu.



Obr. 25 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince JVb, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.

Zjištěný vliv intenzity těžebního zásahu na průměrnou produkci biomasy výmladků jednoho jedince javoru babyky (Obr. 25). Největší průměrné množství biomasy na jednoho jedince bylo zjištěno v holosečném zásahu, nejmenší naopak v silném zásahu.



Obr. 26 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince LP, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.

Zjištěný vliv intenzity těžebního zásahu na průměrnou produkci biomasy výmladků jednoho jedince lípy (Obr. 26). Největší průměrné množství biomasy na jednoho jedince bylo zjištěno ve velmi silném zásahu, nejmenší naopak v silném zásahu.

## 7 Diskuze

### 7.1 Hodnocení vegetativní obnovy

Při hodnocení pařezové výmladnosti jednotlivých druhů (Tab. 9) bylo zjištěno, že největší procento jedinců, u kterých nedošlo k úspěšné vegetativní pařezové obnově výmladnosti, je u jeřábu břeku, což mohlo být zapříčiněno selektivním okusem jeho výmladků hlodavci, který byl pozorován v prvním roce po převodu (Radim Matula ústní, sdělení).

U dubu v závislosti na intenzitě těžebního zásahu nedošlo k pařezové vegetativní obnově u 34–44 % jedinců. Při srovnání těchto dat s prací od Pyttel et al. (2013) kteří uvádějí, že pouze u 16 % jedinců dubu zimního na jimi sledovaných výzkumných plochách nízkého lesa po dobu dvou let nedošlo k pařezové výmladnosti, je pařezová obnova výmladností na experimentální ploše Hády nízká. Nízké procento výmladnosti mohlo být způsobeno rozdílným věkem, pařezy starších duby hůře obrážejí (Matula et al. 2012).

Nejlepší pařezovou vegetativní obnovu na experimentální ploše vykazovala lípa, u které nedošlo k obnově pouze 0–4 % jedinců v závislosti na intenzitě těžebního zásahu. Ke stejnému závěru došli Matula et al. (2012).

Na lokalitě Hády prováděl hodnocení pařezové výmladnosti Novák (2006) šetření, které proběhlo mimo současnou experimentální plochu s výsledky: u dubových pařezů došlo k vegetativní obnově u 65 % pařezů. Výmladnost pařezů habru a lípy dosahovala 96 %, resp. 100 %. Tyto hodnoty se shodují s daty v (Tab. 9).

### 7.2 Faktory ovlivňující produkci biomasy výmladků

#### 7.2.1 Vliv kruhové výčetní základny původního porostu na celkovou produkci biomasy

Jako statisticky významný byl prokázán vliv kruhové výčetní základny původního porostu na celkovou produkci biomasy v roce 2016 (Obr. 6). Čím byla výčetní kruhová plocha původního porostu větší, tím s danou statistickou pravděpodobností rostlo i celkové množství biomasy výmladků v jednotlivých čtvercích v roce 2016. Jako možná interpretace se nabízí, že na větším počtu pařezů dochází k větší produkci biomasy ve čtverci. Tato teorie je však vyvrácena, jelikož se vztah počtu pařezů s vegetativním zmlazením na celkovou biomasu výmladků v jednotlivých čtvercích ukázal statisticky nevýznamný (Obr. 11). Jako statisticky významný se



projevil vliv kruhové výčetní základny průměrného jedince původního porostu ve čtverci, na celkovou biomasu výmladků (Obr. 8). Se zvyšující se kruhovou základnou průměrného jedince před těžbou ve čtverci došlo ke zvýšení celkové biomasy výmladků ve čtverci v roce 2016. Tyto výsledky se shodují s Kůrovou (2010), která uvádí, že s narůstající tloušťkou pařezu narůstá také počet výmladků.

Na základě těchto dat je možné říci, že na sledovaných plochách měla v roce 2016 větší vliv na celkovou produkci biomasy výmladků průměrná kruhová výčetní základna jedince původního porostu než hustota pařezů, u kterých došlo k vegetativní obnově.

### **7.2.2 Vliv počtu vytěžených jedinců na ploše na průměrnou biomasu výmladků v roce 2016**

Nebyla prokázána statisticky významná závislost počtu vytěžených jedinců na ploše na průměrnou biomasu výmladků v roce 2016 (Obr. 7). Nepotvrdil se předpoklad, že více vytěžených stromů znamená pravděpodobně více pařezů s výmladky po těžbě, tím i více biomasy na čtverec. Vysvětlením by mohla být menší úspěšnost tvorby výmladků v hustších porostech (Svátek a Matula 2015). V jednotlivých čtvercích nebyl počet jedinců před těžbou stejný, proto bylo možné, že ve čtverci, který byl těžen holosečně, došlo k odstranění menšího počtu jedinců než v jiném čtverci, v němž byl proveden například silný zásah.

### **7.2.3 Vliv počtu pařezů s vegetativním zmlazením na průměrnou biomasu výmladků dle intenzity zásahu**

Nebyla prokázána statisticky významná závislost vlivu počtu pařezů s vegetativním zmlazením ve čtverci na průměrnou biomasu výmladků (Obr. 9). Nepotvrdil se předpoklad, že se zvyšujícím se počtem jedinců bude docházet ke snižování průměrné hodnoty biomasy, což mohlo být způsobeno rozdílnými růstovými vlastnostmi u jednotlivých druhů, případně fází růstu, ve které nedochází k výrazné kompetici mezi jednotlivými jedinci (pařezy). V budoucnu lze předpokládat, že na plochách s větším počtem jedinců s vegetativním zmlazením, bude nižší průměrná hodnota biomasy výmladků na jedince, tak jak to naznačuje lineární spojnice trendů v grafu (Obr. 9). Znalost optimálního počtu jedinců na ploše v závislosti na maximalizaci přírůstu je jedním z klíčových ukazatelů pro vlastníka proto, aby byl schopný vhodně naplánovat výchovné zásahy. Současný stav porostu zatím nenaznačuje potřebu zásahu na daném stanovišti.

Dále byla prokázána statisticky významná závislost vlivu počtu pařezů s vegetativním zmlazením na průměrnou biomasu výmladků na jedince ve středně silném zásahu (Obr. 10). S rostoucí hustotou pařezů s vegetativním zmlazením ve čtverci docházelo ke snižování průměrné biomasy výmladků. Ve čtvercích se středně silným zásahem byl proveden nejméně intenzivní těžební zásah, bylo zde ponecháno největší množství výstavků. Je pravděpodobné, že na této ploše bude největší kompetice mezi výstavky a výmladky o živiny, vodu a především světlo.

U zbylých intenzit zásahů (holosečném, velmi silném a silném) nebyla prokázána statisticky významná závislost počtu pařezů s vegetativním zmlazením ve čtvercích a průměrnou biomasou výmladků. V těchto čtvercích se neprojevila kompetice o světlo výrazně. Je otázkou, zda se při příští inventarizaci projeví např. u silného zásahu.

#### **7.2.4 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků v roce 2016**

Při hodnocení vlivu počtu výstavků na produkci biomasy výmladků, byla prokázána statisticky významná závislost vlivu počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků v roce 2016 (Obr. 12). Největší množství biomasy bylo dosaženo ve čtvercích bez výstavků. S narůstajícím počtem výstavků docházelo ke snížení celkové hodnoty biomasy výmladků. Pro vybrané, v porostu nejvíce zastoupené dřeviny, byl zjištěn vliv výstavků na produkci biomasy výmladků konkrétního druhu.

U dubu byla prokázána statisticky významná závislost vlivu počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků (Obr. 13). Největší množství biomasy výmladků bylo dosaženo ve čtvercích bez výstavků. S narůstajícím počtem výstavků docházelo ke snížení celkové hodnoty biomasy výmladků. Zjištěné závěry odpovídají práci Dudy (2013) který uvádí, že tloušťkový a výškový přírůst dubových výmladků byl výrazně vyšší u výmladků rostoucích na ploše, jež byla vytěžena holosečně.

U habru byla prokázána statisticky významná závislost vlivu počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků (Obr. 14). Největší množství biomasy výmladků bylo dosaženo ve čtvercích bez výstavků. S narůstajícím počtem výstavků docházelo ke snížení celkové hodnoty biomasy výmladků. U habru, který je dle Úradníčka a Maděry (2001) označován jako dřevina snášející zástin byl překvapivě vliv výstavků na produkci výmladků podobný jako u dubu, který je označován jako dřevina světlomilná dle Úradníčka a Maděry (2001).

U javoru babyky nebyla prokázána statisticky významná závislost vlivu počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků v roce 2016 (Obr. 15). Dle zjištěných výsledků je možné říci, že počet výstavků neměl na sledované ploše statisticky významný vliv na produkci biomasy výmladků v jednotlivých čtvercích, což je pravděpodobně proto, že javor babyka je dřevina snázející zástin a je v tom ohledu nejpřizpůsobivější z našich javorů (Úradníček a Maděra 2001).

U lípy byl vztah mezi počtem výstavků a produkcí biomasy podobný jako u javoru babyky, tj. výstavky neměly statisticky významný vliv na tuto produkci. Lípa dle Úradníčka a Maděry (2001) dobře snáší zastínění, vyskytuje se proto typicky ve spodních patrech smíšených porostů, často i jen v křovité formě, takže je dobře adaptována na zástin.

### **7.3 Rozdělení dle dřevin a intenzit provedeného těžebních zásahů**

Jak už bylo zmíněno výše, na experimentální ploše Hády byla provedena obnovní těžba s různou intenzitou zásahu (holosečná, velmi silná, silná a středně silná). Pro jednotlivé intenzity zásahů byla hodnocena produkce biomasy výmladků zastoupených dřevin. Toto hodnocení bylo zařazeno z důvodu porovnání produkce biomasy jednotlivých druhů zastoupených na ploše v závislosti na intenzitě zásahu. Z důvodu různé početnosti jedinců byla srovnávána průměrná biomasa na jedince.

Průměrná biomasa výmladků jedince u dubu vykazovala na všech plochách ve srovnání s ostatními dřevinami druhé nejvyšší hodnoty po lípě (Obr. 17 – 20). Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince dubu klesala se stoupajícím počtem výstavků (Obr. 22). Největší hodnoty průměrné biomasy dubových výmladků bylo dosaženo u holosečného těžebního prvku. Nejnižší průměrné hodnoty biomasy dubových výmladků bylo dosaženo u silného těžebního zásahu. Nárůst průměrné hodnoty biomasy jedince u středně silného těžebního zásahu byl proti trendu vývoje.

Průměrná biomasa výmladků na jedince u habru (Obr. 23) klesala, se stoupajícím počtem výstavků ve čtverci. Nejvyšší průměrné hodnoty biomasy habrových výmladků bylo dosaženo u holosečného těžebního prvku. Nejnižší průměrné hodnoty biomasy habrových výmladků bylo dosaženo u středně silného těžebního zásahu. Při srovnání s dubem a především lípou byla průměrná produkce biomasy na jedince u habru nízká, jak je patrné z obrázků 17 – 20 a to u všech těžebních intenzit.

Průměrná biomasa výmladků na jedince u jeřábu břeku vykazuje sestupnou tendenci v závislosti na počtu výstavků (Obr. 24). Největší množství biomasy výmladků

na jedince bylo dosaženo na holé ploše. Se zvyšujícím se počtem výstavků došlo ke snížení hodnoty průměrného množství biomasy. Vzhledem k nízkému procentu vegetativní obnovy u jeřábu břeku, jak je patrné z (Tab. 9), se ve většině čtverců nevyskytovala vegetativní obnova jeřábu břeku.

Průměrná biomasa výmladků jedince u lípy byla, ve srovnání s ostatními dřevinami na ploše, na všech plochách nezávisle na intenzitě provedeného těžebního zásahu největší (Obr. 17 – 20). Největší průměrné biomasy výmladků jedince lípy, v závislosti na intenzitě provedeného těžebního zásahu, bylo dosaženo u velmi silného těžebního zásahu, čímž se lípa vylišuje oproti ostatním druhům na ploše. Nejnížší průměrné biomasy výmladků v závislosti na intenzitě provedeného těžebního zásahu bylo dosaženo u silného těžebního zásahu.

## **8 Potenciální lesnický management s ohledem na produkci biomasy výmladků**

Návrh vychází z dat za sedm let od založení experimentální plochy, růstové vlastnosti výmladků jednotlivých druhů dřevin se mohou v průběhu růstu měnit.

### **8.1 Návrh struktury pro maximální produkci biomasy výmladků**

V případě, že by pěstebním cílem vlastníka či správce lesa bylo maximalizovat produkci biomasy výmladků, tak by bylo pro sledovanou lokalitu Hády nejvhodnějším způsobem realizace takového cíle využití hospodářského tvaru nízkého lesa bez výstavků tak jak je patrné z (Obr. 21). Je třeba vzít v potaz, že tento návrh nepočítá s produkcí biomasy, která přirůstá na výstavkových jedincích, kteří jsou s různou početností dle intenzity provedeného zásahu na třech čtvrtinách experimentální plochy a u kterých lze předpokládat světlostní přírůst.

### **8.2 Návrh druhové skladby pro maximální produkci biomasy**

Jako nejproduktivnější dřevina se projevila lípa, která měla nejvyšší produkci biomasy výmladků, a to jak na holé ploše, tak i v podrostu výstavků, z hlediska produkce dřevní biomasy je jasně nejlepším druhem. Při hodnocení finančních výnosů by se vzhledem k lepší kvalitě a zpeněžitelnosti dřeva jako vhodná dřevina jevil dub, který má relativně vysokou produkci biomasy a navíc by z něj teoreticky šly vypěstovat kvalitnější sortimenty (Johnson et al. 2009). Nevýhodou dubu je jeho světlomilnost, tudíž neroste dobře v zástínu, je tedy ideální dřevinou nízkého lesa.

Nejlepší produkce biomasy výmladků na jedince (Obr. 17) a (Obr. 18) dosahuje lípa a dub tyto druhy by měly tvořit kostru výmladkového porostu. Ve výstavkovém patře je vhodné preferovat dub.

S rostoucím počtem výstavků na ploše klesá uplatnění dubu a habru ve spodním patře porostu. Jako vhodná dřevinná skladba spodního patra porostu se jeví lípa a javor babyka. Ve výstavkovém patře je vhodné preferovat dub. Poleno et al. (2009) uvádějí jako vhodné dřeviny pro výstavkovou etáž hospodářsky hodnotné slunné dřeviny, které snášejí volné postavení, jsou odolné vůči klimatickým faktorům a mají rychlý růst, konkrétně dub, jasan, javor a topol.

## 8.3 Návrh zásahů

### 8.3.1 Les nízký

Knott (2011) uvádí, že je při hospodaření v nízkém lese možné nechat porost po celé obmýtí bez zásahu. Pokud má vlastník vyšší nároky na kvalitu produkovaných sortimentů, prodlužuje se obmýtí a využívají se výchovné zásahy, pročistka 6 až 8 let od obnovy a probírka v polovině doby obmýtí.

V roce 2016 nebyl prokázán vliv počtu pařezů na průměrnou biomasu výmladků jednoho pařezu (Obr. 9), ale ani na celkovou biomasu ve čtverci (Obr. 11). Na základě těchto výsledků je zřejmé, že případný zásah do počtu pařezů nezvýší produkci biomasy výmladků. Cílem zásahu tedy není zvýšení přírůstu, ale jeho usměrnění do potencionálně nejlepších výmladků na pařezu. Tento zásah se finančně vyplatí pouze za předpokladu lepšího zpeněžení budoucích sortimentů.

Na experimentální ploše, která byla rozdělena pro každou intenzitu zásahu na čtyři čtverce, se nabízí provést zásah dle modelu Knott (2011). Znamená to odstranit netvárné, odumírající a zcela potlačené výmladky a zároveň uplatnit i pozitivní výběr, nejlepší výmladky tvarem i vzrůstem v trsu se podpoří odstraněním nejvíce škodícího výmladku. Provedením zásahu ve dvou ze čtyř čtverců s tím že by zbylé dva čtverce zůstaly bez zásahu, by umožnilo v budoucnu vyhodnotit vhodnost a finanční výhodnost zásahu.

### 8.3.2 Les střední

Poleno et al. (2009) uvádějí, že ve středním lese musí být pozornost prioritně zaměřena na hodnotovou produkci v horní etáži. Při uplatnění tohoto tvrzení má spodní výmladková etáž především funkci výchovnou, její funkce dřevoprodukční je limitována. Knott (2011) rozlišuje obhospodařování středního lesa s uvolňováním dorostků a bez výchovy.

Vhodným zásahem na experimentální ploše středního lesa, který lze do budoucna doporučit, je vyhledání vhodných jedinců generativního původu (dorostků) a podpoření jejich růstu na úkor okolních výmladkových jedinců. Dále je doporučeno při provádění zásahu na ploše snížit počet jedinců výmladků na pařez, a to především u středně silného zásahu, u kterého se projevila kompetice snížením přírůstu (Obr. 10). Rozdělení experimentální plochy na čtverce, stejně jako u varianty nízkého lesa, nabízí možnost provést zásah pouze na vybraných čtvercích a následně porovnat a vyhodnotit vhodnost zásahu.

## 9 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala vlivem porostní struktury a druhové skladby v nízkém a středním lese na produkci dřevní biomasy výmladků na experimentální ploše TARMAG Hády.

Cílem práce bylo s pomocí dat získaných na experimentální ploše nízkého a středního lesa TARMAG Hády zjistit, jak struktura vysokého lesa a jeho druhové složení před i po převodu na les nízký a les střední ovlivňují produkci dřevní biomasy výmladků a na základě těchto výsledků navrhnout případné výchovné zásahy.

Inventarizace plochy proběhla v roce 2014 a následně v roce 2016 vždy před začátkem vegetačního období. Měření výmladků bylo prováděno za pomoci posuvného měřítka a změřené hodnoty byly zapisovány do terénního počítače s Field-Map softwarem. Měření bylo prováděno dle metodiky (Matula et al. 2015). Na ploše bylo zinventarizováno 2 543 jedinců, z čehož bylo 424 jedinců výstavek, u 1 575 jedinců bylo zaznamenáno a změřeno vegetativní zmlazení u 544 jedinců nedošlo k pařezovému vegetativnímu zmlazení.

Vyhodnocení dat bylo založeno na vytvoření mapy měřených jedinců v programu ArcGIS, v němž byla celá plocha rozdělena na 64 čtverců s rozměry 25x25 m, čímž bylo získáno 16 čtverců pro každou ze 4 intenzit původně provedeného těžebního zásahu. Pro jednotlivé jedince byla vypočtena kruhová základna a pro data z roku 2016 bylo dle lokálních alometrických rovnic Matula et al. (2015) vypočteno množství biomasy. Sečtením biomasy jedinců ve čtverci byla vypočtena celková dřevní biomasa pro jednotlivé čtverce a v nich zastoupené dřeviny (dub, habr, jeřáb břek, javor babyku a lípu).

Ukázalo se, že na produkci biomasy výmladků má vliv kruhová výčetní základna původního porostu. S rostoucí kruhovou výčetní základnou původního porostu, rostlo i celkové množství biomasy výmladků ve čtverci. Dále byl prokázán vliv počtu výstavek na celkovou produkci biomasy výmladků, jejichž rostoucí počet snižoval produkci biomasy výmladků. Vliv počtu výstavek na celkovou produkci výmladků se potvrdil u dřevin dubu a habru, naopak nebyl prokázán u javoru babyky a lípy. Největší přírůst biomasy na jedince, nezávisle na intenzitě těžebního zásahu, vykazovala lípa.

Práce tak ukázala, že pro produkci dřevní biomasy jsou lípa a dub nejvhodnější dřeviny. Zjištění, že malý nebo žádný vliv hustoty porostu na produkci výmladků na

pařez, ukazuje, že v této fázi vývoje nejsou nutné žádné výchovné zásahy čistě pro produkci biomasy. Nicméně pro zvýšení kvality budoucích sortimentů by bylo vhodné zvážit pročistku výmladků v rámci pařezu.



## 10 Summary

This thesis deals with the influence of forest stand structure and wood species composition on the production of biomass by sprouts on the permanent research plot TARMAG Hády.

The aim of this study was to determine, how the structure of high forest and its wood species composition affected biomass in sprouts after transformation to coppice and coppice with standards.

The sprouts were measured on the permanent research plot Hády twice, first in 2014 and after two vegetation periods in 2016. The measuring was finished before the start of the vegetation season. For each stump, five sprouts with thickest basal diameter were measured using the methodology proposed by (Matula et al. 2015). Caliper was used for measuring and data were entered in a Field-Map computer, 2 543 individuals were measured on the research plot: 424 standards, 1 575 stumps with shoots and 544 stumps without regeneration. The data from Field-Map computer were exported to Microsoft Excel and connected with data from the ArcGIS map where is the localization for each individual on the research plot. The research plot was divided into 64 squares (25x25 m) based on a previous cutting intensity. For each stump, with regeneration, the volume of biomass was calculated for the year 2016 by methodology proposed by (Matula et al. 2015). The biomass was calculated for each square and for wood species, (sessile oak, European hornbeam, wild service, field maple, lime-tree).

The results have shown that the value of the diameter at the breast height (d.b.h.) previous forest stand affected the production biomass by coppice. It was discovered that with increasing value of (d.b.h.) in a square, the value of the coppice biomass in the same square increased as well.

The number of standards in a square affected the production biomass by coppice in the square. Lower production of biomass was discovered in squares where there were more standards. The effect of standards was significant for species sessile oak and European hornbeam. The effect of standards was not significant for field maple and lime-tree. The best production biomass for one stump on the research plot was found for lime-tree.

The thesis showed oak and lime-tree are the best woody species for production biomass in a coppice and coppice with standards forest. The detection of low influence of forest stand density to production biomass showed that selective thinning do not

affect the volume of biomass, it is not necessary to make selective thinning. For production better assortment, it will be good to consider selective thinning within stumps.

## 11 Seznam použité literatury

AOPK ČR, 2012. Plán péče pro NPR Hádecká planinka na období 2012 – 2021, schválen MŽP ČR dne 20.1.2012. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 51 s.

BENDA, V. et al., 2012. Obnovitelné zdroje energie. Praha, ProfiPress s.r.o., 203 s. ISBN 978-80-86726-48-9.

BUCKLEY, P., 1992. Ecology and Management of Coppice Woodlands. London, Chapman&Hall, 323 s. ISBN 978-94-010-5042-5.

CULEK, M., GRULICH, V., POVOLNÝ, D., 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma, 347 s. ISBN 80-85368-80-3.

DAMBORSKÁ, L., 2013. Metody zjišťování biomasy dubu zimního (*Quercus petraea*) a javoru babyky (*Acer campestre*) ve výmladkovém lese. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie, 78 s.

DEMEK, J. et al. 2006. Zeměpisný lexikon ČR. 2.upravené vydání: Hory a nížiny, Brno, MŽP ČR 2006, 582 s. ISBN 80-86064-99-9.

DUDA, J., 2013. Pařezová výmladnost dubu zimního (*Quercus petraea* agg.) na výzkumné ploše Soběšice Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie, 64 s.

DVOŘÁKOVÁ, Z., 2009. Paleontologie miocenních sedimentů na lokalitě Hády u Brna. Bakalářská Brno: Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, 29 s.

HÉDL, R., KOPECKÝ, M., KOMÁREK, J., 2010. Half a century of succession in a temperate oakwood: From species-rich community to mesic forest. A Journal of Conservation Biogeography Diversity, 16(2), 267–276.

HORÁK, J., 1998. Národní přírodní rezervace Hádecká planinka. MS Správa CHKO Moravský kras Blansko, 12 s.

JOHNSON, S., SHIFLEY, R., ROGERS, R., 2009. The ecology and silviculture of oaks 2 and Edition, UK Bodmin MPG Books Group, 597 s. ISBN 978-1-84593-474-3.

- KADAVÝ, J. et al., 2011. Nízký a střední les plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa: obecná východiska. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 294 s. ISBN 978-80-87154-96-0.
- KONŠEL, J., 1931. Stručný nástin tvorby a pěstění lesů., Písek, Česká matice lesnická, 552 s.
- KUROVÁ, J., 2010. Výmladná schopnost vybraných druhů dřevin na Hádecké plošině. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie, 112 s.
- LESPROJEKT BRNO, 2003. Lesní hospodářský plán platný pro období od 1. 1. 2003 do 31. 12. 2012 pro LHC ŠLP „Masarykův les“ Křtiny, Lesprojekt Brno, a.s.
- MASON, F., MACDONALD, M., 2002. Responses of ground flora to coppice management in an English woodland. *Biodiversity and Conservation*, 11(10), pp.1773–1789. ISBN 0960-3115.
- MATTHEWS, J., 1991. *Silvicultural Systems*. Oxford, Clarendon Press, 285 s. ISBN 0-19-854670.
- MATULA, R. et al., 2015. Measuring biomass and carbon stock in resprouting woody plants. *PLOS ONE* 10(2): Academic, 10(2), pp.12–15.
- MATULA, R. et al., 2012. The sprouting ability of the main tree species in Central European coppices: Implications for coppice restoration. *European Journal of Forest Research*, 131(5), pp.1501–1511.
- MZE ČR., 1994. *Lesnický naučný slovník*. 1. díl A - O. Praha, Ministerstvo zemědělství v Agrospoj, 743 s. ISBN 80-7084-111-7.
- MZE ČR., 1995. *Lesnický naučný slovník*. 2. díl P - Ž. Praha, Ministerstvo zemědělství v Agrospoj, 683 s. ISBN 80-7084-131-1.
- NOVÁK, K., 2006. Vyhodnocení vegetativní přirozené obnovy dubu zimního na Hádecké planině. Diplomová práce. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů, 49 s.
- POLANSKÝ, B. et al., 1956. *Pěstění lesů*. III., *Speciální pěstění lesů*. Praha, SZN, 1956, 595 s.

- POLENO, Z., VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- PYTTEL, L. et al., 2013. The effect of harvesting on stump mortality and re-sprouting in aged oak coppice forests. *Forest Ecology and Management*, 289, pp.18–27.
- QUITT, E., 1984. Klima Jihomoravského kraje, Brno. Kabinet zeměpisu KPÚ, 164 s.
- QUITT, E., 1971. Klimatické oblasti Československa. Praha, Academia, 73 s.
- SCHMIDTS, M., 2013. Esri ArcGIS desktop associate: certification study guide, Redlands: ESRI Press.
- SIGOTSKÝ, F., 1953. Prevody nízkých lesov. Bratislava, ŠPN, 142 s.
- SVÁTEK, M., MATULA, R., 2015. Fine-scale spatial patterns in oak sprouting and mortality in a newly restored coppice. *Forest Ecology and Management*, 348, pp.117–123.
- ŠTEFKA, L., 2001. Plán péče pro NPR Hádecká planinka na období 2002–2011, Praha. schválen MŽP ČR dne 15. 2. 2002, č. j. 557/02 – OOP/1167/02. Blansko.
- ÚRADNÍČEK, L., et al., 2009. Dřeviny České republiky 2., přeprac. vyd., Kostelec nad Černými lesy. Lesnická práce, 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická, 333 s. ISBN 80-86271-09-9.
- VESECKÝ, A., 1961. Podnebí Československé socialistické republiky. Praha, Hydrometeorologický ústav, 379 s.
- VYHLÁŠKA č.83/1996 Sb. O zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů, ve znění pozdějších předpisů.

## Webové stránky:

ČUZK, Ortofoto České republiky [online] citováno 5. dubna 2017. Dostupné na World Wide Web: <[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ORTOFOTO\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx)>.

GEODIS, Letecký snímkování 2004. [online] citováno 16. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<https://geodis.sluzby.cz/>>.

HURT, V., (2010) Nízký a střední les: Slovníček pojmů [online] citováno 3. dubna 2017. Dostupné na World Wide Web: <[http://www.nizkyles.cz/component/option,com\\_glossary/func,display/letter,L/Itemid,74/catid,44/page,1/](http://www.nizkyles.cz/component/option,com_glossary/func,display/letter,L/Itemid,74/catid,44/page,1/)>.

KADAVÝ, J., KNEIFL, M., KNOTT, R., (2009). Nízký a střední les: Založení experimentální plochy nízkého a středního lesa projektu TARMAG na území ŠLP Masarykův les Křtiny [online] citováno 12. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.nizkyles.cz/content/view/82/91/lang,czech1250/>>.

KALVODA, J., ONDRÁČKOVÁ, L., (2000). Geologický vývoj širšího okolí Hádů. [online] citováno 15. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.geology.webzdarma.cz/Hady.html>>.

KNOTT, R., (2011). Nízký a střední les: Modelová schémata obhospodařování nízkých a středních lesů [online] citováno 15. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.nizkyles.cz/content/view/96/91/lang,czech1250/>>.

LANDSAT COPERNICUS, Google Earths letecký snímek 2009 [online] citováno 25. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<https://www.google.cz/maps/>>.

LANDSAT COPERNICUS, Google Earths letecký snímek 2012 [online] citováno 25. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<https://www.google.cz/maps/>>.

LANDSAT COPERNICUS, Google Earths letecký snímek 2014 [online] citováno 25. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<https://www.google.cz/maps/>>.

MAPSERVER TFE KRTINY, (Masaryk Forest) [online] citováno 14. března 2017. Dostupné na World Wide Web: <<http://mapserver-slp.mendelu.cz/map.phtml?config=slp>>.

## 12 Seznam tabulek a obrázků

### 12.1 Seznam tabulek

Tab. 1 Charakteristika klimatické oblasti T2 (Quitt 1971). .....	15
Tab. 2 Průměrné měsíční teploty a průměrná roční teplota ve (°C) (Vesecký 1961). ....	15
Tab. 3 Průměrné měsíční a roční úhrny srážek (mm) (Vesecký 1961). .....	15
Tab. 4 Geomorfologické členění dle (Demek et al. 2006). .....	16
Tab. 5 Vývoj dřevinné skladby v rámci oddělení č. 3 (Kadavý et al. 2009). .....	18
Tab. 6 Relativní redukované plošné podíly dřevin v rozmezí let 1951–2003 (v %) .....	19
Tab. 7 Zastoupení dřevin porostní skupiny 380C10 (v %) dle (LHP 2003 – 2012). .....	20
Tab. 8 Seznam použitých zkratk .....	28
Tab. 9 Procentuální vyjádření pařezové výmladnosti v závislosti na intenzitě těžebního zásahu. ....	29

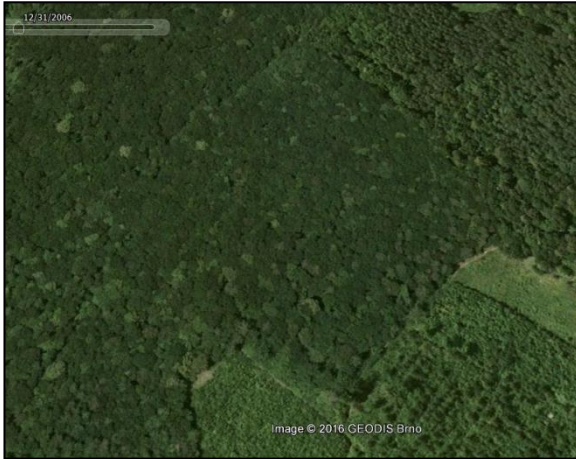
## 12.2 Seznam obrázků

Obr. 1 Orientační umístění lokality, podkladová mapa ortofoto ČR (ČUZK 2016), vytvořeno v (Esri 2016).	14
Obr. 2 Lokalizace zkusné plochy projektu (380C10) (Kadavý et al. 2009).	19
Obr. 3 Schéma rozmístění jednotlivých variant intenzity těžebního zásahu (Kadavý et al. 2009).	21
Obr. 4 Číselného označení jednotlivých jedinců.	26
Obr. 5 Rozdělení experimentální plochy sítí na 64 čtverců zpracováno v (Esri 2016).	27
Obr. 6 Vliv kruhové výčetní základny původního porostu na biomasu výmladků v roce 2016.	29
Obr. 7 Průměrná biomasa výmladků v závislosti na počtu vytěžených jedinců na ploše.	30
Obr. 8 Vliv kruhové výčetní základny průměrného jedince před těžbou ve čtverci, na celkovou biomasu výmladků v roce 2016.	30
Obr. 9 Vliv hustoty pařezů s vegetativním zmlazením na ploše, na průměrnou biomasu výmladků.	31
Obr. 10 Vliv hustoty pařezů s vegetativním zmlazením ve čtverci na průměrnou biomasu výmladků ve středně silném zásahu.	31
Obr. 11 Vliv počtu pařezů s vegetativním zmlazením, na celkovou biomasu výmladků v jednotlivých čtvercích.	32
Obr. 12 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků v roce 2016.	32
Obr. 13 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků DB v roce 2016.	33
Obr. 14 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků HB v roce 2016.	33
Obr. 15 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků JVb v roce 2016.	34
Obr. 16 Vliv počtu výstavků na celkovou produkci biomasy výmladků LP v roce 2016.	34
Obr. 17 Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince v holosečném zásahu.	35
Obr. 18 Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince ve velmi silném zásahu.	35
Obr. 19 Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince v silném zásahu.	36
Obr. 20 Průměrná biomasa výmladků na jednoho jedince ve středně silném zásahu.	36
Obr. 21 Průměrné množství biomasy výmladků v jednom z 64 čtverců, dle intenzity těžebního zásahu.	37
Obr. 22 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince DB, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.	37
Obr. 23 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince HB, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.	38
Obr. 24 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince JRb, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.	38
Obr. 25 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince JVb, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.	39
Obr. 26 Průměrná biomasa výmladků jednoho jedince LP, v závislosti na intenzitě těžebního zásahu.	39
Obr. 27 Terénní počítač s Field-Map softwarem.	58
Obr. 28 Pohled na část porostu, kde byl provedena, středně silná intenzita těžebního zásahu.	58
Obr. 29 Číselné označení výstavkových stromů.	59
Obr. 30 Vegetativní obnova lípy.	59
Obr. 31 Oplocení experimentální plochy Hády, pozbylo účinnosti.	60
Obr. 32 Měření obvodového přírůstu na vybraných výstavkových jedincích.	60
Obr. 33 Dřín obecný, na experimentální ploše.	61
Obr. 34 Lýkovec jedovatý, na experimentální ploše.	61



## 13 Přílohy

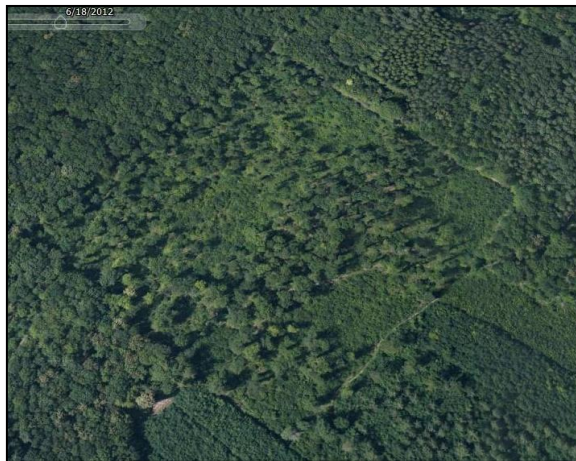
### 13.1 Letecké snímky experimentální plochy TARMAG Hády z let (2006, 2009, 2012 a 2014) výška pohledu 829 m.



Obr. 5 Letecká fotografie plochy z roku 2006 (GEODIS 2004)



Obr. 6 Letecká fotografie plochy z roku (Landsat 2009)



Obr. 7 Letecká fotografie plochy z roku 2012 (Landsat 2012)



Obr. 8 Letecká fotografie plochy z roku 2014 (Landsat 2014)



## 13.2 Fotodokumentace



Obr. 27 Terénní počítač s Field-Map softwarem.



Obr. 28 Pohled na část porostu, kde byl provedena, středně silná intenzita těžebního zásahu.





Obr. 29 Číselné označení výstavkových stromů.



Obr. 30 Vegetativní obnova lípy.





**Obr. 31** Oplocení experimentální plochy Hády.



**Obr. 32** Měření obvodového přírůstu na vybraných výstavkových jedincích.





**Obr. 33 Dřín obecný, na experimentální ploše.**



**Obr. 34 Lýkovec jedovatý, na experimentální ploše.**