

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Fakulta lesnická  
a dřevařská

**Vliv kvality borovicové suroviny na její výtěžnost a  
ekonomické zhodnocení**

Bakalářská práce

**Anna Chodovská**

**Doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.**

2023

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anna Chodovská

Dřevařství

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

Vliv kvality borovicové suroviny na výtěžnost a její ekonomické zhodnocení

Název anglicky

Influence of pine raw material quality on yield and its economic evaluation

---

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení vlivu okolí na růst a následně na kvalitu suroviny vybrané dřeviny. Následně zhodnocení jak velká četnost výtěžnosti bude ve sledovaných časových intervalech. Na základě získaných dat můžeme pak hlouběji pohlédnout do problematiky různých vlivů a množství kterým působí na dřeviny.

Metodika

Popsání kvalitativních tříd dříví. Rozdělení výtěžnosti a popsání vlivu.

Přiblížení ekonomického zhodnocení vlivu kvality na výtěž. Dále si pomocí statistických a ekonomických metod a grafů přiblížíme následky a dopady vlivů na výtěž a ekonomiku.

Časový harmonogram zpracování závěrečné práce bude probíhat v základních a metodologicky odlišných etapách:

- 1/ červenec – srpen 2022: literární rešerše – analýza literatury s přehledem dosavadních poznatků o řešeném problému a vymezení základních pojmů, které budou používány v práci,
- 2/ září – říjen 2022: získání a uspořádání informací,
- 3/ listopad – prosinec 2022: provedený návrh – zrovnání vlivu kvality na výtěžnost,
- 4/ leden – březen 2023: vyhodnocení a dokončení závěrečné práce,
- 5/ duben 2023: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

35 – 50 stránek

Klíčová slova

zhodnocení kvality, výtež, provoz, surovina

---

Doporučené zdroje informací

ALTMAN, E. I. Bankruptcy, credit risk, and high yield junk bonds. Malden, MA: Blackwell Publishers. 2002. 576 s., ISBN 978-0-631-22563-8.

BLAHA, Z. & JINDŘICHOVSKÁ, I. Jak posoudit finanční zdraví firmy. 3. rozšířené vydání, Praha: Management Press. 2006. 193 s., ISBN 80-7261-145-3.

EICHLER, H., WATZKE, H. Taschenbuch der Holztechnologie. Zweite Buchausgabe. Dresden: Fachbuchverlag. 1976. 966 s.

FRIESS, F. Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 2006. 53 s., ISBN 80-213-1533-4.

JANÁK, K. Sklady dřevní suroviny. První vydání. Brno: MZLU v Brně. 2008. 133 s., ISBN 978-80-7375-214-9.

KLEMENT, I., DETVAJ, J. Technológia prvostupňového spracovania dreva. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 2007. 325 s., ISBN 978-80-228-1811-7.

SARVAŠOVÁ KVIETKOVÁ, M. & SEDLECKÝ, M. Stroje a zařízení pro zpracování dřeva I. CARTER Praha. 2019. 98 s., ISBN 978-80-213-2982-9.

---

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

---

Elektronicky schváleno dne 30. 5. 2022

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Vedoucí ústavu

---

Elektronicky schváleno dne 7. 7. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2023

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv kvality borovicové suroviny na výtěžnost a její ekonomické zhodnocení" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4.2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. Za všechny věcné připomínky, cenné rady, odbornou pomoc, trpělivost, ochotu a čas strávený při řešení této práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině za velkou podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

# Vliv kvality borovicové suroviny na výtěžnost a její ekonomické zhodnocení

## Souhrn

Kvalita borovicové suroviny může mít významný vliv na její výtěžnost a ekonomické zhodnocení. Níže je uveden stručný popis toho, jak kvalita suroviny ovlivňuje tyto faktory.

**Výtěžnost:** Kvalita borovicové suroviny ovlivňuje její výtěžnost vzhledem k tomu, že se jedná o důležitý faktor při určování množství dřeva, které lze z jednoho kusu suroviny získat. Vyšší kvalita suroviny obvykle znamená menší množství odpadu a větší množství použitelného dřeva, což vede k větší výtěžnosti. Na druhé straně nižší kvalita suroviny obvykle vede k většímu množství odpadu a menší výtěžnosti.

**Ekonomické zhodnocení:** Kvalita borovicové suroviny také ovlivňuje její ekonomické zhodnocení vzhledem k tomu, že se jedná o klíčový faktor při stanovení ceny dřeva na trhu. Vyšší kvalita suroviny obvykle znamená vyšší cenu, protože je vhodnější pro použití v různých aplikacích a má větší odolnost vůči poškození. Nižší kvalita suroviny obvykle vede k nižší ceně, protože má omezenou použitelnost a menší odolnost vůči poškození.

Celkově lze tedy říci, že kvalita borovicové suroviny má významný vliv na její výtěžnost a ekonomické zhodnocení. Vyšší kvalita suroviny zpravidla znamená vyšší výtěžnost a vyšší cenu, zatímco nižší kvalita suroviny vede k menší výtěžnosti a nižší ceně.

Vliv kvality borovicové suroviny na její výtěžnost a ekonomické zhodnocení závisí na mnoha faktorech, které budou v práci více přiblíženy. Obecně platí, že vyšší kvalita borovicového dřeva vede k vyšší výtěžnosti, protože takové dřevo má lepší vlastnosti pro zpracování a použití. Vysoká kvalita dřeva znamená také, že se sníží počet vadných částí a odpadu během výrobního procesu. Kromě toho může mít vyšší kvalita dřeva také pozitivní vliv na ekonomické zhodnocení, protože se zvyšuje hodnota produktu. Kvalitní borovicové dřevo může být použito na výrobu široké škály výrobků, jako jsou nábytek, podlahy, dveře, okna, střešní krytiny a mnoho dalšího. Tyto produkty mají obvykle vyšší cenu než ty vyrobené z méně kvalitního dřeva. Zároveň je však důležité brát v úvahu náklady na získání kvalitní borovicové suroviny. Kvalitní dřevo může být získáno pouze z dospělých stromů, což znamená, že může být nákladnější vypěstovat a sklízet. Navíc je třeba brát v úvahu i náklady na zpracování a dopravu dřeva.

Vzhledem k tomu, že cena borovicového dřeva se může výrazně lišit v závislosti na jeho kvalitě, je důležité najít optimální rovnováhu mezi výnosy a náklady. To zahrnuje nejen zvážení nákladů na produkci, ale také zvážení poptávky na trhu a konkurence s jinými výrobci dřeva.

**Klíčová slova:** zhodnocení kvality, výtež, provoz, surovina

# **Influence of pine raw material quality on yield and its economic evaluation**

## **Summary**

The quality of pine raw material can have a significant impact on its yield and economic value. Below is a brief description of how the quality of the raw material affects these factors.

**Yield:** The quality of pine raw material affects its yield, as it is an important factor in determining the amount of wood that can be obtained from a piece of raw material. Higher quality raw material usually means less waste and more usable wood, which leads to higher yields. On the other hand, lower quality raw material usually leads to more waste and lower yield.  
**Economic value:** The quality of pine raw material also affects its economic value, given that it is a key factor in determining the price of timber on the market. Higher quality raw material usually means a higher price because it is more suitable for use in different applications and has greater resistance to damage. A lower quality raw material usually results in a lower price because it has limited usability and less resistance to damage.

Overall, therefore, the quality of pine raw material has a significant impact on its yield and economic value. Higher quality raw material generally means higher yield and higher price, while lower quality raw material leads to lower yield and lower price.

The impact of pine raw material quality on its yield and economic value depends on many factors, which we will discuss in this paper. In general, higher quality pine wood leads to higher yields because such wood has better processing and use properties. High quality wood also means that the number of defective parts and waste during the production process is reduced. In addition, higher quality timber can also have a positive effect on the economic evaluation as the value of the product increases. High quality pine wood can be used to manufacture a wide range of products such as furniture, flooring, doors, windows, roofing and much more. These products usually have a higher price than those made from lower quality wood. At the same time, however, it is important to take into account the cost of obtaining quality pine raw material. Quality wood can only be obtained from mature trees, which means it can be more expensive to grow and harvest. In addition, the cost of processing and transporting the wood must also be taken into account.

Since the price of pine timber can vary considerably depending on its quality, it is important to find the optimal balance between yield and cost. This involves not only considering



the cost of production, but also considering market demand and competition with other timber producers.

**Keywords:** quality assessment, yield, traffic, raw material

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Charakteristika dřeviny Borovice lesní .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Makroskopická stavba .....</b>	<b>17</b>
3.1.1	Roční kruh .....	17
<b>3.2</b>	<b>Mikroskopická stavba .....</b>	<b>17</b>
3.2.1	Tracheidy .....	17
3.2.2	Parenchymatické buňky .....	18
3.2.3	Dřeňové paprsky .....	18
3.2.4	Pryskyřičné kanálky .....	18
<b>3.3</b>	<b>Fyzikální vlastnosti Borovice lesní.....</b>	<b>18</b>
3.3.1	Hustota dřeva .....	18
3.3.2	Zvuková vodivost dřeva .....	19
3.3.3	Tepelní vodivost dřeva .....	19
<b>3.4</b>	<b>Mechanické vlastnosti Borovice lesní .....</b>	<b>19</b>
3.4.1	Tvrdost dřeva .....	19
3.4.2	Pevost dřeva .....	20
3.4.3	Houževnatost .....	20
3.4.4	Ohyb .....	20
<b>3.5</b>	<b>Vady dřeviny Borovice lesní .....</b>	<b>20</b>
3.5.1	Suky.....	21
3.5.2	Trhliny .....	21
3.5.3	Vady tvaru kmene .....	22
3.5.4	Nepravidelnosti struktury dřeva.....	23
<b>3.6</b>	<b>Faktory ovlivňující kvalitu Borovice lesní.....</b>	<b>25</b>
3.6.1	Atmosférické a pěstební vlivy .....	25
3.6.2	Klimatické změny .....	25
3.6.3	Napadení chorobami a škůdci.....	26
3.6.4	Lesní těžba .....	30
3.6.5	Lesnické a těžební zpracování kalamit.....	32
<b>3.7</b>	<b>Kvalita dříví.....</b>	<b>34</b>
3.7.1	Jakostní třídy kulatiny .....	34
<b>3.8</b>	<b>Procesy a manipulace po těžbě .....</b>	<b>38</b>
3.8.1	Manipulace a skladování dříví po těžbě .....	38
3.8.2	Sklady dříví.....	39
3.8.3	Ochrana kulatiny .....	43
<b>3.9</b>	<b>Výtěžnost dřeva .....</b>	<b>45</b>

<b>4</b>	<b>Praktická část práce - metodika.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika zájmového území – Povrly .....</b>	<b>47</b>
4.1.1	Hlavní vlivy pro životnost a kvalitu Borovice lesní .....	48
<b>4.2</b>	<b>Postupy při zpracování dat .....</b>	<b>49</b>
4.2.1	Objemová výtěžnost.....	49
4.2.2	Finanční výtěžnost .....	49
4.2.3	ROI (Return of investment) .....	50
<b>4.3</b>	<b>Porostní sortimentační tabulky.....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>52</b>
<b>5.1</b>	<b>Zhodnocení kvality dřeva dle podílu nahodilé těžby .....</b>	<b>52</b>
5.1.1	Druhy nahodilé těžby .....	53
<b>5.2</b>	<b>Výtěžnost .....</b>	<b>54</b>
5.2.1	Závislost podílu nahodilé těžby na výtěžnost .....	55
<b>5.3</b>	<b>Zhodnocení ekonomického hlediska .....</b>	<b>55</b>
5.3.1	Finanční výtěžnost .....	56
5.3.2	ROI (Return of Investment).....	56
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>58</b>
<b>6.1</b>	<b>Přínos pro vědu a praxi.....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>61</b>

# 1 Úvod

Dřevo je přírodní, obnovitelný materiál, pro život člověka je velmi důležitý, takže nenahraditelný. Používá se každodenně ve všech různých oborech a využívá se především díky svým vlastnostem, které jsou v porovnání s relativně nízkou hmotností velmi dobré. Dřevo se dobře opracovává reznými nástroji a má dobré tepelně-izolační vlastnosti.

Dřevo má ovšem i své negativní vlastnosti a ty jsou z četné části způsobeny anizotropií. Dřevo výrazně mění své vlastnosti při absorpci vody. Je tedy velmi důležité sledovat procentuální zastoupení vlhkosti ve dřevě. Při vysokém (nebo naopak velmi nízkém) obsahu vlhkosti ve dřevě není vždy dřevina schopna v plné síle odolávat různým abiotickým a biotickým činitelům, kteří následně výrazně ovlivňují kvalitu dané dřeviny. Typické druhy poklesů kvality dřevin definujeme jako vady dřeva, ovšem některým můžeme předejít včasnou ochranou a použitím vhodného ochranného prostředku.

Dalo by se říci, že kombinace vlastností určité dřeviny, následný projev vad a pěstební a okolní vlivy dále udávají její kvalitu. Na základě určení kvality dříví řadíme dříví do jakostních tříd, dle kterých je pak možno dříví finančně ohodnotit. Dřevo bývá často použito v řadě náročných konstrukcí. Současné technologie také umožňují použití dřeva jako stavebního materiálu a v poslední době velmi spouští popularita dřevostaveb.

## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení vlivu okolí na růst, vývoj a kvalitu Borovice lesní pomocí sledování základních environmentálních a pěstebních faktorů, které budou v praktické části vyhodnocovány pomocí sledovaných ukazatelů ve sledovaném časovém období (2012-2022). Díky tomu bude možné proniknout hlouběji do problematiky těchto vzájemných souvislostí a definovat hlavní faktory, které ovlivňují kvalitu Borovice lesní.

Dalším cílem práce je zhodnotit výtěžnost, jak ve smyslu kvality dřeva a vlivu závislosti určených faktorů na kvalitu a objem výtěžnosti, tak ve smyslu finančního zhodnocení výtěžnosti a ziskovosti pomocí uvedených vzorců a metod.

### 3 Charakteristika dřeviny Borovice lesní

Borovice lesní je statný strom s válcovitým kmenem o průměru zhruba 1 metr, dosahující až výšky 45 metrů. Má hlubokou kořenovou soustavu s dlouhým silným křovitým kořenem, na mělkých či zabahněných půdách se kořenová soustava přizpůsobuje a je složena z mělkých povrchových kořenů.

Borovice lesní roste v mládí velmi rychle, výškový růst vrcholí kolem 15 až 25 roku (Obr. 1). Maximálního stáří dosahuje ve věku 600 let. Roste na suchých půdách, ale také na rašeliništích a mokřích půdách.

Byla nejrozšířenější dřevinou na počátku postglaciálu, kde byly borové porosty hlavní dřevinou, později byla zatlačena dubem, smrkem, bukem a jedlí. Dnešní zastoupení je výsledkem antropogenní silné lesnické činnosti, zejména v minulém a předminulém století (Fér, Rohon 1944; Musil, Hamerník, 2007).

Borovicové dříví má specifické zbarvení. Běl je u borovice širší a má žlutobílé až narůžovělé tóny, hnědočervené jádro, s tím, že tmavne až několik dnů po skácení. V letokruzích v bělu jasně poznáme ostrý přechod mezi jarním a letním dřevem. Je to měkké, poměrně lehké dřevo.

Jelikož borovice obsahuje velký podíl pryskyřice, nese i její příjemnou vůni a pryskyřičné kanálky můžeme unikátně vidět pouhým okem. Kůru má borovice zprvu tenkou, jemnou a odlupčivou. Na starých stromech je však šedohnědé až červenohnědé barvy, často s rozbrázděnou borkou. Je snadno štípatelná, ale nedosahuje v tomto ohledu smrku, jedle nebo modřínu. Díky vysokému obsahu pryskyřice, je trvanlivá ve vodě, poněkud méně již na suchu a při střídání sucha a vlhka (<https://drevo.celyden.cz/charakteristiky-drevin/borovice-lesni/index.html> 7.3.2023).

Pružné, lehké a měkké dřevo Borovice lesní s velmi výraznou kresbou letokruhů je ideální stavební a konstrukční materiál vhodný na venkovní i vodní stavby (mostní konstrukce), v nábytkářství a truhlářství je Borovice lesní často používána na okenní a dveřní rámy či zárubně. Také je pak vhodná pro telegrafní sloupy a pražce. V chemickém průmyslu se používá pro její buničinu a dřevní vlnu. Je nejlepší dřevinou pro stavbu lodí a také je vhodná jako palivo, díky dobrému hoření a velké výhřevnosti. Ve farmaceutickém průmyslu je Borovice lesní ceněná pro své antiseptické, protizánětlivé účinky a pro své obsahové látky je považována za rostlinné antibiotikum. Tradičně se dřívě využívala k léčbě revmatismu, chorob ledvin a

močového ústrojí. Nejčastěji používají pupeny, výhonky, mladé jehličí a šištice. Obsahují silice, pryskyřice, vitaminy i minerály. Uplatní se při léčení respiračních onemocněních a kašle, jako dezinfekce, jsou močopudné a působí proti nespavosti i únavě (<https://www.culinabotanica.cz/herbar/borovice-lesni-69zzg-ns6t9-2rjf2> 10. 1. 2023).



**Obrázek č. 1 Borovice lesní**  
(Leonardi, 2019)



## **3.1 Makroskopická stavba**

Borovice lesní je jádrová dřevina se širokou nažloutlou- narůžovělou barvu běli, často ji hrozí zamodránání běli, díky dřevokazným houbám. Jádro je u čerstvě posekaného dříví světlehnědé, postupnou oxidací víc a víc tmavne a stává se červenohnědým. Jádrové dřevo je oproti běli mnohem tvrdší a odolnější. Prskyřice z praktického hlediska snižuje opracovatelnost povrchů, neboť s velkou intenzitou rychle zanáší dřevoobráběcí nástroje (Galendová, Šlezingerová, 2014).

### **3.1.1 Roční kruh**

Roční kruh je definovaný jako přírůst dřeva za jeden rok, který v mírném klimatickém pásu odpovídá přírůstku dřeva za jedno vegetační období. Tento jev se projevuje vytvořením dvou kvalitativně rozdílných zón, jarního a letního dřeva.

U jehličnatého dřeva, konkrétně u Borovice lesní je zóna jarního dřeva světlejší, pórovitější a měkčí, protože je tvořena ze širokých tenkostěnných vláknitých buněk nazývaných jarní tracheidy. Zóna letního dřeva je tmavší, hustější a tvrdší, neboť ho tvoří pletiva malého radiálního rozměru s hrubými stěnami a menším lumenem. Je třeba zmínit, že existuje úzká souvislost mezi podmínkami pěstování lesa a radiálním růstem dřeva (Galdina, et al. 2021).

## **3.2 Mikroskopická stavba**

Co se týče stavby dřeva Borovice lesní z mikroskopického hlediska, přechod mezi jejím letním a jarním dřevem je jasně viditelný, avšak ne tak ostrý jako u Smrku ztepilého. Vyskutuje se přítomnost prskyřičných kanálků tvořených tenkostěnnými epitelovými buňkami. U Borovice lesní se vyskytuje heterocelulární typ dřevňového paprsku, buněčné stěny příčných tracheid, oknový typ teček v křížovém poli, po jednom až dvou. Borovice lesní má zubatě ztloustlé tracheidy s jednořadým rozmístěním dvojteček.

### **3.2.1 Tracheidy**

Tracheidy u Borovice lesní tvoří 90% celkového objemu dřeva. Můžeme je dělit na jarní a letní tracheidy. Jarní tracheidy jsou tenkostěnné a jejich funkce je především vodivá, zatímco letní tracheidy mají mechanickou funkci ve stavbě dřeva a jsou tlustostěnné. Uložení tracheid je především vertikální, dle osy růstu. Rozdíly ve stavbě jarních a letních tracheid vytváří hranici mezi letokruhy.

### **3.2.2 Parenchymatické buňky**

Parenchymatické buňky uchovávají různě dlouhou dobu v bělovém dřevě buněčný obsah. Mají tvar hranolků nebo zploštělých válců. Buněčné stěny jsou ve většině případů epitelové buňky pryskyřičných kanálků s jednoduchými ztenčeními, tečkami. Jejich funkcemi jsou funkce zásobní, ukládají škrob. Odumřelé parenchymatické buňky tvoří axiální parenchym v podélné poloze. V radiální poloze se podílejí na stavbě dřevových paprsků, dále pak pryskyřičných kanálků.

### **3.2.3 Dřeňové paprsky**

Dřeňové paprsky plní v běli rostoucí Borovice lesní zásobní funkci. Po odumření mají funkci mechanickou a jsou vyplněny vodou či jádrovými látkami. Vedle jednovrstvých dřevových paprsků se vyskytují i vícevrstvé dřeňové paprsky, ve kterých jsou uloženy horizontální pryskyřičné kanálky (<https://www.mezistromy.cz/vlastnosti-dreva-a-drevostaveb/stavba-dreva-cast-2-2/odborny> 13.2.2023).

### **3.2.4 Pryskyřičné kanálky**

Pryskyřičné kanálky tvoří dlouhé kanálky, obklopené buňkami. Dle typu uložení je můžeme dělit na již zmíněné horizontální a vertikální, přičemž jsou vzájemně propojeny a vytvářejí komplex kanálků prostupující dřevem. Když dojde k poranění a poškození kambia je vyvolána intenzivnější tvorba pryskyřičných kanálků a pryskyřicí jsou tak uzavírána poraněná místa ve dřevě. Zastoupení pryskyřičných kanálků u Borovice lesní činí 0,7 % objemu dřeva, u ostatních dřevin je to okolo 0,2% objemu dřeva (Matovič, 1992).

## **3.3 Fyzikální vlastnosti Borovice lesní**

Při určování druhu dřeva a jeho kvalit je někdy potřeba uvažovat i s pomocnými vlastnostmi dřeva, které jsou definovány jako fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. Mezi fyzikální vlastnosti dřeva patří hustota dřeva, zvuková či tepelná vodivost atd.

### **3.3.1 Hustota dřeva**

Jak hmotnost, tak i objem dřeva jsou velmi ovlivněny vlhkostí dřeva. Jedná se o jednu z nejdůležitějších charakteristik dřeva, která významně ovlivňuje většinu mechanických vlastností dřeva. Hustotu dřeva lze považovat za jedno z nejvhodnějších kritérií pro posuzování

vlastností dřeva. Borovice lesní se dle její hustoty řadí mezi lehká dřeva, hodnoty hustoty Borovice lesní jsou uvedeny v tabulce č. 1.

**Tabulka č. 1 hustota Borovice lesní při vlhkosti 0% a 12%**

([https://fraxinus.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba\\_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=bo](https://fraxinus.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=bo) 8.12.2022)

Dřevina	$\rho_0$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{12}$ (kg/m <sup>3</sup> )
Pinus sylvestris	490	510

### 3.3.2 Zvuková vodivost dřeva

Rezonanční schopnost je charakterizována šířením zvuku ve dřevě a je mnohem větší než ve vzduchu.

### 3.3.3 Tepelní vodivost dřeva

Tepelní vodivost dřeva dále určuje jeho izolační a akumulaci schopnosti. Čím vyšší je objemová pevnost a větší pórovitost, tím vyšší je rovněž tepelná vodivost. Obecně je tepelná vodivost menší a závisí na hustotě dřeva, vlhkosti dřeva, teplotě dřeva a směru vláken (Kvietková, 2019).

## 3.4 Mechanické vlastnosti Borovice lesní

Další z pomocných vlastností dřeva jsou mechanické vlastnosti dřeva, jako je tvrdost dřeva, pevnost dřeva, houževnatost či ohyb atd.

### 3.4.1 Tvrdost dřeva

Tvrdost dřeva je odpor, který klade dřevo nástroji při obrábění. Tato vlastnost je velmi klíčová při ručním obrábění. Při makroskopické identifikaci se tvrdost dřeva propojuje v souvislosti s hustotou dřeva. Vrypem nehtu se dá orientačně určit tvrdost dřeva.

### **3.4.2 Pevnost dřeva**

Pevnost dřeva vyjadřuje jeho schopnost odolávat napětí. Největší napětí, které látka snese, aniž se poruší, určuje její pevnost. Podle druhu namáhání lze rozdělit pevnost dřeva na pevnost v tahu, v tlaku, ve smyku, v ohybu a v kroucení (Regináč, 1981).

### **3.4.3 Houževnatost**

Jde o schopnost dřeva odolávat dynamickému namáhání ohybem vlivem vzniklé energie nárazového tělesa. Rázovou houževnatost vypočteme z poměru potřebné energie a příčiných rozměrů zkoumaného tělesa.

### **3.4.4 Ohyb**

Ohyb neboli pružnost je schopnost dřeva vrátit se do původního stavu a rozměru do ukončení působení sil (Kvietková, 2019).

## **3.5 Vady dřeviny Borovice lesní**

Po tom, co byla zmíněna charakteristika a stavba dřeva Borovice lesní se následující kapitola věnuje vadám dřeva Borovice lesní. Kvalita dřeva je jedním z hlavních kritérií, která rozhodují o způsobu využití a hlavně o finančním zhodnocení dřeva. Jedním ze základních ukazatelů kvality dřeva je množství vad a jejich rozsah. Vady dřeva můžeme definovat jako narušení pravidelné struktury stromu a odchylky od klasické stavby dřeva, čímž velmi ovlivňují další účelové využití kulatiny. Jsou tři typy situací, kdy se může taková vada projevit.

### **Vady vznikající již během růstu stromu**

Vada je v tomto případě přirozenou vlastností stromu a mnohdy je i dědičná jako například suky. Rozsah vad je často ovlivněn růstovými podmínkami, tudíž je lze do jisté míry omezit.

### **Vady vznikající v době růstu stromu**

Mohou být způsobené abiotickými (mechanicko-fyzikálními) vlivy či působením biotických činitelů nebo nevhodnou těžební technologií.

## **Vady vzniklé po kácení a při zpracování dřeva- výrobní vady**

Jedná se o houby, hmyz a výrobní vady jako je například umělá točitost (Thomas, 2000). V následujících podkapitolách si přiblížíme některé z různých typů vad.

### **3.5.1 Suky**

Suky se vyskytují téměř ve všech dřevinách a poměrově mezi vadami mají zastoupení až 75%. Příčinou je přirozená vlastnost dřeviny a to je heterogenita suroviny. Suky snižují mechanickou pevnost.

Suky lze dělit na otevřené a zarostlé. Otevřené ještě dělíme na zdravé, nahnilé a shnilé.

### **3.5.2 Trhliny**

Trhliny jsou definovány jako roztržení v podélném směru. Podle příčiny vzniku jsou trhliny rozděleny na tři podskupiny.

Trhliny vzniklé při růstu stromu, do kterých řadíme dřeňové, odlupčivé či mrazové trhliny. Další podskupinou jsou trhliny vzniklé při kácení a řezání a nazýváme je výrobní trhliny. Poslední podskupinou jsou trhliny vzniklé postupným vysycháním, kam řadíme výsušné trhliny.

Trhliny ještě lze dělit podle výskytu na ploše dříví na čelní trhliny – dřeňové a odlupčivé.

Dřeňové trhliny vznikají v radiálním směru během růstu kmene i během kácení. Odlupčivé trhliny naopak kopírují průběh letokruhů v rostoucím stromě. Může se vyskytovat buď částečná či úplná odlupčivost (při 3/4 obvodu). Na obrázku č. 2 lze vidět trhlinou odlupčivou i malé dřeňové trhliny.



**Obrázek č. 2 Odlupčivá trhlina**

([https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon\\_vad/zasusek.htm](https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/zasusek.htm) 31.3.2023)

#### Boční trhliny – mrazová a výsušná

Mrazové trhliny vznikají v živých stromech, převážně u tvrdých listnáčů. Vlivem zmrzlé vody ve dřevě a následného vnitřního pnutí či úderem blesku. Tento typ trhlin je pak ideálním vstupem pro všemožné infekce. Výsušné trhliny se objevují na pokáceném dřevě, narušují celistvost a mechanické vlastnosti, což způsobuje nižší výtěž. Podle hloubky je můžeme dělit na mělké, hluboké a pronikající

([https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon\\_vad/index.htm](https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/index.htm) 10.3.2023).

### **3.5.3 Vady tvaru kmene**

#### Sbíhavost

Sbíhavost se definuje tím, že kmen není ideální válec (příliš rychlý úbytek tloušťky  $>1$  cm/m). Dochází tak k umělé točitosti, která snižuje mechanické vlastnosti a díky takovému tvaru vzniká mnohem více odpadu.

### Zbytnění oddenku

Jde v podstatě o zvětšení bazální části stromu vlivem růstových podmínek jako je relativní povětrnost v okolí, svahovitost, mělké půdy atd. Jedná se však obecně o zdravé dřevo s často zajímavou texturou.

### Křivost

Křivost je odchýlení osy kmene od přímky, opět způsobeno vlivem prostředí. Vyskytuje se především u listnáčů a i u modřínu a borovice. Snižuje výtěž, využití a bývá příčinou točitosti vláken.

## 3.5.4 Nepravidelnosti struktury dřeva

### Točitost

Točitost je odklon dřevních vláken vyskytující se jak u listnáčů, tak u jehličnanů, spíše ve starších porostech. Díky odlišné anatomické stavbě buněk působí na pevnost dřeva a sesychání.

### Křemenitost

Křemenitost nebo též reakční dřevo, kde je ve velké míře podíl letního dřeva je způsobeno sněhem, svahovitostí či větrem. Například v situaci, kdy je strom z nějakého důvodu více nakloněný se postupně na stlačené straně kmene začnou rozšiřovat letní zóny dřeva. U jehličnatého dřeva jde o tlakové dřevo, u listnáčů o tahové dřevo. Má poměrně velký vliv na fyzikální a mechanické vlastnosti.

### Excentrická dřeň

Excentrická dřeň je dřeň vedoucí mimo geometrický střed kmene. Často se objevuje spolu s vadou zploštění nebo reakčním dřevem.

### Zásušek

Jde o odumřelou část kmene vlivem některého druhu poranění a jeho následného zavalování. Projevuje se zakřivením letokruhů a narušením celistvosti. Snižuje výtěž a je zde možnost proniknutí infekce. Zásušek demonstruje obrázek č. 3.



**Obrázek č. 3 Zásušek**

([https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon\\_vad/zasusek.htm](https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/zasusek.htm) 30.3.2023)

### Rakovina

Činností hub a bakterií se na stromech projevují různé výdutě a prohlubně. Často je původcem hniloby. Snižuje mechanické vlastnosti a výtěž.

Mezi ostatní poškození dřeva můžeme určitě zařadit poškození dřeva houbami, plísněmi, hmyzem, ptactvem (zvěří) či mechanickým poškozením (Thomas, 2000).



### **3.6 Faktory ovlivňující kvalitu Borovice lesní**

Následující kapitola navazuje na předchozí v ohledu poškození dřeva a jeho příčin. Vliv kvality borovicové suroviny závisí na mnoho faktorech, jako je stáří stromu, hustota porostů, celkové hospodaření s lesy. Dále mezi významné faktory u Borovice lesní můžeme zařadit abiotické a biotické činitele, pár z nich budou následně představeny.

#### **3.6.1 Atmosférické a pěstební vlivy**

Borovice lesní ovlivňuje hned několik atmosférických vlivů jako je sucho, srážkovitost, teplota, ale i intenzita prořezávek či snaha o obnovu pod mateřským porostem. Jako pionýrská dřevina má poměrně vysoké nároky na světlo. Její přirozená obnova pod korunami jiných dřevin je vzácná (Gaudio a kol. 2011, Vacek, 2016).

Studie zabývající se pevností dřeva Borovice lesní pocházejícího z větrných polomů odkrývá fakt, že se v kmenech i 3 metry od polomu vyskytují průběžné menší či větší trhliny a dřevo má v drtivé většině případů vážně poškozenou strukturu dřeva, a tak ho dále není vhodné používat jako stavební řezivo (Jakubowski, 2006).

Změny v lesnických postupech v několika posledních desetiletích ovlivnily i strukturu borových porostů a mohly tak ovlivnit podmínky pro přirozenou obnovu. Obecně vyšší intenzita prořezávek v borových porostech a pokračující snaha o obnovu borovice pod mateřským porostem vede nejen k lepšímu zdravotnímu stavu těchto porostů, ale také k příznivějším podmínkám pro jejich přirozenou obnovu (Berbeito a kol. 2009, Vacek, 2016).

#### **3.6.2 Klimatické změny**

Studie věnující se vlivu změny klimatu a hospodaření na výnos dřeva podává informace o tom, že postupné zvyšování teploty a srážek při současném zvyšování CO<sub>2</sub> v průběhu sledovaného období zvýšilo přírůst v kmeni v průměru o 22-26 % v závislosti na klimatickém scénáři, což vedlo ke zvýšení výnosu dřeva o 12-13 %.

Ukázala se potřeba přizpůsobit lesní hospodaření v budoucnu tak, aby bylo možné využít zvyšující se přírůst v podmínkách klimatických změn. Dopady scénářů přechodných klimatických změn na stávající lesy byly dosud řešeny jen ve velmi omezené míře, a to obvykle za použití stávajících pravidel lesní hospodaření. Lesní hospodaření by však mělo být upraveno tak, aby správně reagovalo na klimatické změny, a tím pádem zvládlo tuto situaci využít ve svůj prospěch (Gonzalo, 2007).

### 3.6.3 Napadení chorobami a škůdci

#### Sypavky borové (*Lophodermium pinastri*)

Projevy ztráty asimilačního aparátu borovic jsou označovány jako Sypavky borové. Za původce je nejčastěji označována Sypavka borová, neboli Skulinatec borový (*Lophodermium pinastri*).

Prvními symptomy infekce Sypavkou borovou jsou drobné žluté skvrny na jehlicích, které se v našich podmínkách začínají projevovat od září a jsou zjevným znakem infekce až do počátku zimy. Nejvýraznějším projevem je pak náhlé, vesměs masové zhnědnutí jehlic prakticky všech ročníků v předjaří a jarních měsících, tento jev lze vidět na následujícím obrázku č. 4. odumřelé jehlice vytrvávají na větvičkách zhruba do května až června a poté opadávají.

K infekci dochází od června do počátku října uvolněnými askosporami. Doba počátku infekce je závislá na klimatických charakteristikách oblasti. Zatímco ve vyšších polohách je dobou vzniku infekce červenec, resp. polovina července až září, v níže položených a teplejších oblastech dochází ke vzniku infekce již v červnu.

V posledních letech, kdy jsou teplá a suchá jara a pršet začíná koncem května, dochází v červnu k procesu fruktifikace (proces tvorby plodnic, vrchol životního cyklu) viz. obrázek č. 5. Tento proces se posunuje již do počátku léta, kdy jsou hostitelé již citliví na vznik infekce (Kalandra, 1954).



**Obrázek č. 4 Borový porost napadený Sypavkami borovými**

(<https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/houbove-choroby-asimilacnich-organu-jehlicnanu-v-c.pdf> 31.3.2023)



**Obrázek č. 5 Fruktifikace Sypavky borové na jehličí Borovice lesní**

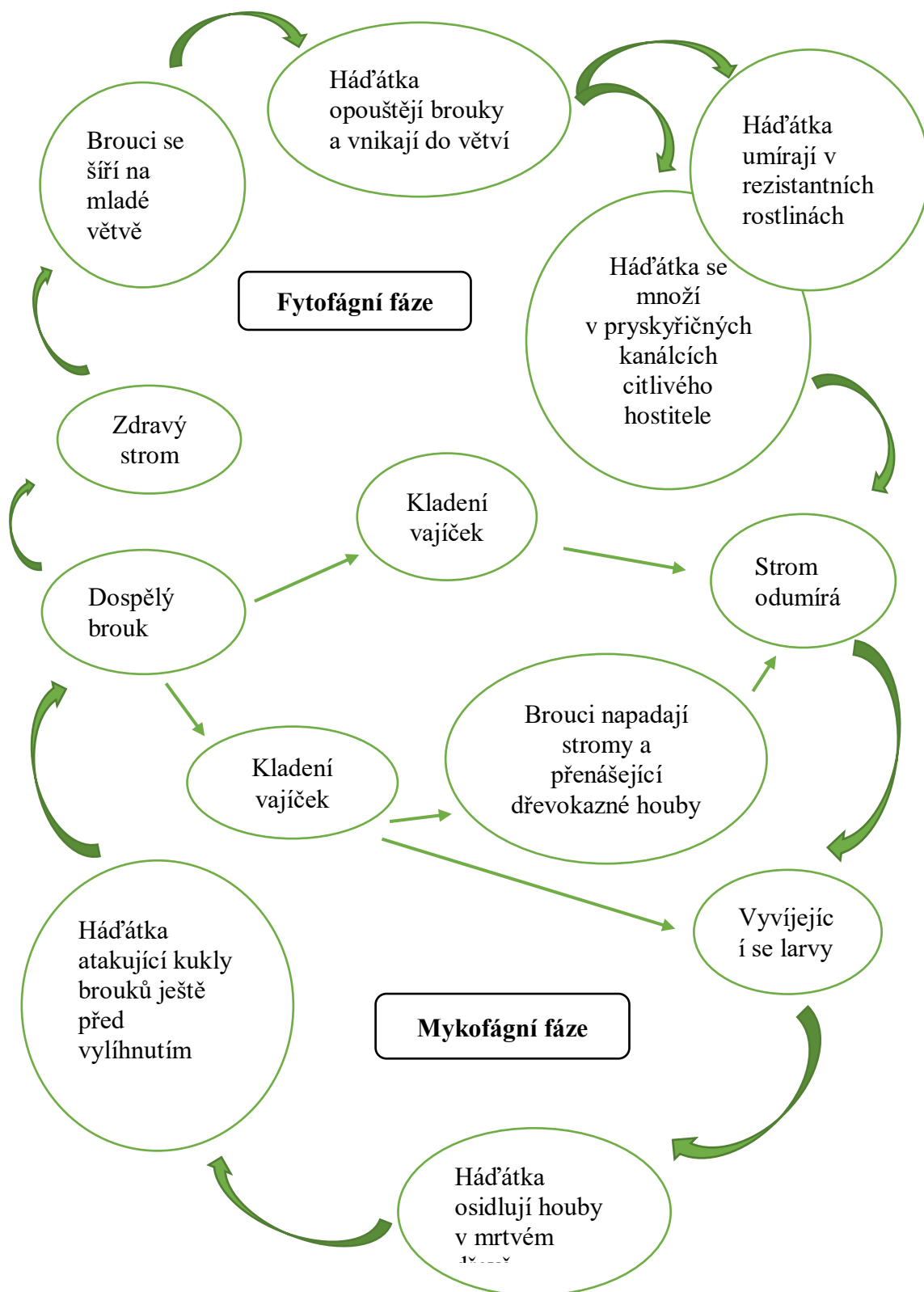
(<https://kudlufotoatlashub.bloguji.cool/2015/04/24/sypavka-borova-lophodermium-pinastri/> 31.3.2023)

### **Hád'átka rodu *Bursaphelenchus xylophilus***

Larvy hád'átka jsou v mykofágním životním cyklu přenášeny na odumřelé nebo odumírající stromy. Zaplňují veškerý životní prostor, který dřevo poskytuje. Těsně před výletem brouků (vektorů) ze zvláštního typu larvy (dauerlarva= semiklidové stádium známý zejména u střevních parazitů drobných přežvýkavců) se shromažďují na vrcholcích perithécií hub, jež pronikají do komůrek s kuklami brouků. Když se mladý brouk vylíhne a o tyto plodnice otře, nabere na sebe kromě nich i hád'átka a ta se poté usazují pod jeho krovkami a ve vzdušnicích.

Borovice lesní jsou hlavními hostiteli i pro druhy tesaříků rodu *Monochamus*, kteří mohou být i v podmínkách ČR vektory těchto hád'átek. Ve fytofágním životním cyklu jsou hád'átka přenášeny mladými brouky na mladé výhonky borovic, kde se množí ve smolných kanálcích. Následně po třech týdnech se začnou projevovat první příznaky, jako sesychání dřeva způsobené velkým úbytkem pryskyřice, čímž se strom stává atraktivní pro ostatní brouky, intenzivně vadne a jeho jehlice žloutnou. Čím větší teploty jsou, tím je proces rychlejší.

Životní cyklus Hád'átek rodu *B. xylophilus* reprezentuje následující Obrázek č. 6.



Obrázek č. 6 Životní cyklus Hád'átek rodu *B. xylophilus*  
(Zouhar a kol., 2007)

Larvy mohou způsobit ekonomické ztráty na poražených stromech vytvářením chodbiček ve dřevě. Zamezit tomu lze, a to tak, že dřevo po poražení nebude dlouho ponecháno v lese. Ovšem i přes velkou snahu o ohraničení místa výskytu každoročně dochází k rozšiřování napadeného území.

Do kategorie škůdců Borovice lesní lze zařadit Lýkožrouta vrcholkového, Krasce borového či Klikoroha borového (Zouhar a kol., 2007).

### **Dřevokaz čárkovaný (*Trypodendron lineatum*)**

Dřevokaz čárkovaný nejčastěji napadá především polámané a pokácené jehličnaté dříví, nejvíce smrk, jedli či borovici. Pokud Dřevokaz čárkovaný napadne živý, rostoucí strom, je bez šance na regeneraci. Přemnožuje se hlavně po větrných a hmyzích kalamitách, jako například po přemnožení Lýkožroutem vrcholkovým

([https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3%22#r|p|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3|popis](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3%22#r|p|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3|popis) 21.3.2023).

### **3.6.4 Lesní těžba**

Lesní těžba je proces, kterým získáváme hlavní sortiment pro dřevozpracující průmysl a to je dříví.

Cílem provádění těžby dříví je zvyšování stability, odolnosti, kvality a druhové rozmanitosti lesa. Dalším důležitým cílem provádění těžby v lesích je odstraňování stromů nemocných, poškozených a napadených různými škůdci a chorobami, aby se nešířili dále na zdravé stromy.

Dobu těžby dříví můžeme rozdělit na zimní a letní. Předmětem snahy lesních hospodářů je to, aby těžba bylo prováděna převážně v zimním období, neboť v zimě je chráněn stromový porost a následně kulatina sněhem před poškozením těžební manipulací a technickými škůdci (Havránek, David, 1994).

Pro různé cíle těžby fungují různé typy těžeb, které budou následně představeny.

### **Výchovná těžba (předmýtní úmyslná)**

Provádí se za účelem zvýšení stability, kvality a druhové pestrosti lesních porostů v mladém věku. Dělí se dle zaměření na stáří lesních porostů. Mladé porosty z probírek do 40 let a pak starší porosty z probírek nad 40 let.

### **Obnovní těžba (mýtní úmyslná)**

Obnovní těžba se stejně jako výchovná specifikuje na dva poddruhy. A to je obnovní soustředěná těžba, která je určená k obnově lesních porostů starších 80 let, které nepřesahují velikost těžené plochy stanovené zákonem o lesích, a nový lesní porost vzniká obvykle vedle obnovovaného porostu.

Druhý typ je obnovní podrostní a výběrná těžba, která je určena k obnově lesních porostů starších 80 let clonným a výběrným postupem, kdy nový lesní porost vzniká pod ochranou obnovovaného mateřského porostu.

### **Nahodilá těžba**

Nahodilá těžba vzniká v lesích v důsledku působení škodlivých abiotických i biotických činitelů jako je vítr, sníh, námraza, hmyzí škůdci, houbové choroby. Do celkového rozsahu se zahrnují též souše, ojedinělé polomy, vývraty, veškerá lapáková hmota položená za účelem zachycení kůrovců a jedinců, ve kterých zimuje škodlivý hmyz, například Dřevokaz čárkovaný.

### **Hroubí z prořezávek**

Tento typ těžby je v podstatě výchovný zásah v mladých porostech prováděný zejména za účelem snížení hustoty porostu a úpravu zdravotního i jakostního stavu porostu. Hroubí zahrnuje dřevní hmotu nadzemní části stromu v průměru od 7 cm s kůrou.

### **Mimořádná těžba**

Tato těžba je realizována v lesních porostech v důsledku rozhodnutí orgánů státní správy a odlesnění pro výstavbu liniových či jiných staveb.

### **Těžba z rekonstrukcí porostů**

Tento typ slouží k těžbě pro postupnou obnovu porostů v souvislosti se snahou o přetvoření lesního porostu „přes holinu“ tudíž je nutností odstranit stávající poškozené stromy

a vysadit místo nich nové. Vytěžené dřevo z takto obnovovaných porostů je buď ponecháno na místě, nebo je zpracováno jako těžební zbytky (Lysý, 1963; Celjak, 2000).

### **3.6.5 Lesnické a těžební zpracování kalamit**

Kalamity mohou vznikat z důvodu napadení biotickými škůdci, jako napadení stromu podkorním hmyzem, zvěří, dřevokaznými houbami či z důvodu abiotických příčin vlivem působení větru, mrazu, sucha, vysokých teplot, záplav, nebo i poškození stromů použitím nevhodné těžební techniky, například harvestory při samotné těžbě dřeva. Z pohledu klimatu České republiky jsou nejčastějším typem lesních kalamit, kalamity způsobené silným větrem. Následkem takových kalamit jsou pak například polámané stromy či vývraty.

Vývraty jsou takové stromy, které většinou leží korunou na zemi a mají kmen spojený s kořenovou částí, jak lze vidět na obrázku č. 7.

Polovývraty je možno si představit jako strom, jehož kořenový koláč byl z části vytržen ze země a celý strom se naklonil do určitého směru s tím, že často dochází k závěsu nebo opření o sousední stromy, dále pak polomy si lze představit dle obrázku č. 8.

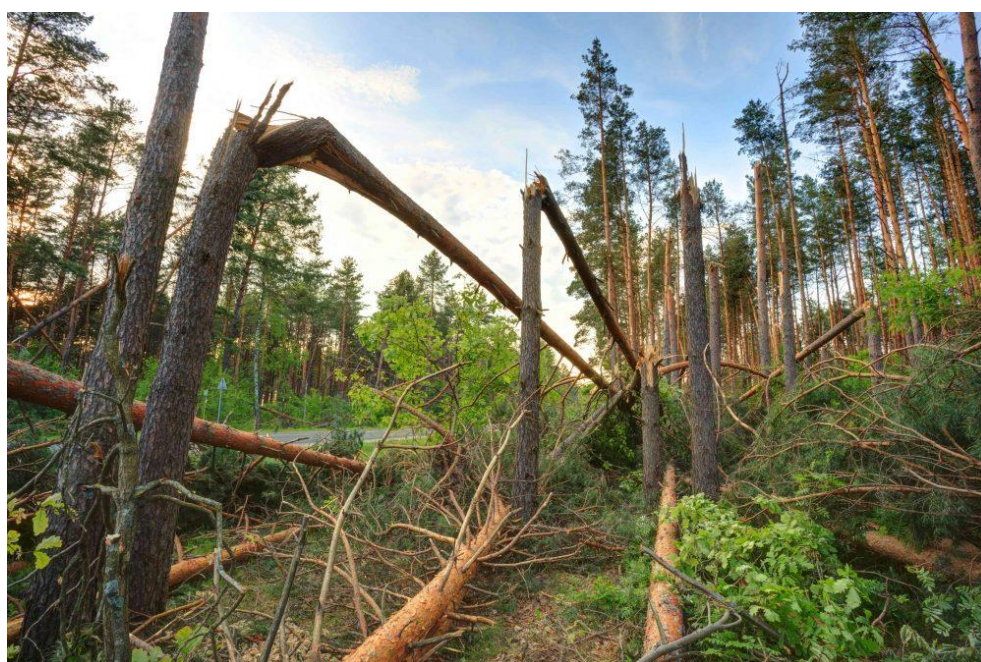
Je nutno zmínit, že v těchto případech při odstraňování takto poničených stromů je více než nutné dbát zásad bezpečnosti práce a řídit se podle jasných kroků a pravidel, jinak může docházet i ke smrtelným pracovním úrazům.

V případě vzniku kalamity díky abiotickým škůdcům je nutné v co největší míře zabránit ještě větším škodám, které by mohly být napáchány. Jedná se především o rychlé zpracování poškozených stromů, které jsou napadeny podkorním hmyzem (Holub, 1957).





**Obrázek č. 7 Porost s vývraty a polovývraty na Českomoravské vrchovině**  
(<https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/index.php/poskozeni-vetrem-2/20.3.2023>)



**Obrázek č. 8 Borovicový porost polámaný větrem**  
(autorské právo:[https://cz.123rf.com/profile\\_grigory\\_bruev](https://cz.123rf.com/profile_grigory_bruev), <https://www.vulhm.cz/sucho-a-vitr-rozvraceji-lesy-spolecne-s-kurovcem/1.4.2023>)

## **3.7 Kvalita dříví**

Jak bylo zmíněno výše, vady dřeva jsou úzce definovány proto, aby mohla být dřevu přisouzena náležitá kvalita a následné zatřídění do jasně definovaných jakostních tříd, podle kterých se s ním bude dál nakládat.

### **3.7.1 Jakostní třídy kulatiny**

Sortiment surového dříví a jeho specifické určení vyhovuje požadavkům technických norem, toto určení se dále stává i nástrojem odběratelů k vytvoření popisu dříví, který se pak uvádí v obchodních smlouvách.

Jakostní třídění surového dříví na sortimenty upravuje ČSN 48 0050 a dokument Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR a dále ho doplňuje přesnější specifikace pro kulatinu Borovice lesní ČSN EN 1927-2 (Ondráček, 2003).

Jakostní třídy lze rozdělit na 6 tříd.

#### **I. třída jakosti**

Zahrnuje surovinu pro výrobu hubedních nástrojů, krájených nábytkářských dých a speciálních technických potřeb. Dodávají se neodkorněné a rezonanční výřezy mohou být dodány jen ze zimní těžby.

#### **II. třída jakosti**

Zahrnuje surovinu pro výrobu překližovaných dých loupáním, výrobu zápalek, sportovních, zdravotnických potřeb a sudů. Dodávají se výhradně neodkorněné.

#### **III. třída jakosti**

Tato třída je především určena pro výrobu řeziva. U jehličnatých dřevin se zde zařazují i sloupové výřezy, vzpěry a výřezy pro stavební účely používané již bez rozřezání. Pilařské výřezy III. jakosti se dělí na 4 jakostní stupně A, B, C, D, které jsou uvedeny v následující tabulce č. 2 a 3. U vyšších jakostních tříd nejsou přípustné příznaky hnilob a výskyt suků je korigovaně omezen. Nyní budou specifikovány jednotlivé kvalitativní stupně třetí třídy (ČSN 48 0050).

#### Třída A

Prvotřídní dříví výjimečné jakosti. Obecně odpovídá dříví z odennkového výřezu, dřevu bez suků a dalších vad či jen s malými vadami a s malým omezením, pokud se týká jeho využití.

#### Třída B

Dříví je běžné, standartní až prvotřídní jakosti, bez specifických požadavků na výskyt suků, které jsou dovoleny do takového rozsahu, jenž odpovídá jejich běžnému výskytu u jednotlivé dřeviny.

#### Třída C

Dříví je standartní jakosti až méně hodnotné. Dovoleny jsou všechny vady, které výrazně nesnižují přirozené vlastnosti dřeva.

#### Třída D

Dříví, které může být vydruhováno na využitelné sortimenty a které vzhledem k jeho vadám nelze zařadit do žádné z předchozích tříd.

Následující tabulka specifikuje jakostní třídu III. na kvalitativní třídy A, B, C, D pro Borovici lesní.

**Tabulka č. 2 Kvalitativní třídy u III. Jakostní třídy pro Borovici lesní 1. část**  
(ČSN EN 1927-2)

		A	B
Suky	zdravé, srostlé	nedovolují se	≤ 5 cm
	nesrostlé	nedovolují se	≤ 4 cm
	nezdravé	nedovolují se	nedovolují se
	boule	nedovolují se	dovolují se
Smolník		nedovoluje se	1 na příčný průřez
Šířka letokruhu		≤ 4 mm	≤ 7 mm
Vady růstu	točitost	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m
	excentrická dřeň	≤ 10 %	≤ 20 %
	reakční dřevo	nedovoluje se	≤ 10 %
	křivost	≤ 1 cm/ m	≤ 1,5 cm/ m
	sbíhavost < 35 cm	bez omezení	≤ 1,5 cm/ m
	sbíhavost ≥ 35 cm	bez omezení	≤ 2 cm/ m
Trhliny	dřeňové < 35 cm	nedovoluje se	nedovoluje se
	dřeňové ≤ 35 cm	≤ 1/4 ∅	≤ 1/3 ∅
	odlupčivé < 35 cm	nedovoluje se	nedovoluje se
	odlupčivé ≤ 35 cm	nedovoluje se	≤ 1/4
Napadení hmyzem	< 2 mm (Trypodendron lineatum)	nedovoluje se	nedovoluje se
	≥ 2 mm (Sirex, Cerambycidae)	nedovoluje se	nedovoluje se
Hniloba		nedovoluje se	nedovoluje se
Zbarvení		nedovoluje se	nedovoluje se

**Tabulka č. 3 Kvalitativní třídy u III. Jakostní třídy pro Borovici lesní 2. část**  
(ČSN EN 1927-2)

		C	D
Suky	zdravé, srostlé	≤ 8 cm	dovolují se
	nesrostlé	≤ 7 cm	dovolují se
	nezdravé	≤ 4 cm	dovolují se
	boule	dovolují se	dovolují se
Smolník		dovoluje se	dovoluje se
Šířka letokruhu		bez omezení	bez omezení
Vady růstu	točitost	≤ 10 cm/m	bez omezení
	excentrická dřeň	bez omezení	bez omezení
	reakční dřevo	≤ 33 %	bez omezení
	křivost	≤ 3 cm	≤ 4,5cm/m
	sbíhavost < 35 cm	≤ 2,5 cm	bez omezení
	sbíhavost ≥ 35 cm	≤ 4 cm	bez omezení
Trhliny	dřeňové < 35 cm	≤ 1/2 ∅	dovoluje se
	dřeňové ≤ 35 cm	≤ 1/2 ∅	dovoluje se
	odlupčivé < 35 cm	nedovoluje se	≤ 1/2 ∅
	odlupčivé ≤ 35 cm	≤ 1/3 ∅	≤ 1/2 ∅
Napadení hmyzem	< 2 mm (Trypodendron lineatum)	nedovoluje se	dovoluje se
	≥ 2 mm (Sirex, Cerambycidae)	nedovoluje se	menší napadení se dovoluje
Hniloba		nedovoluje se	dovoluje se
Zbarvení		dovoluje se na bělovém dřevě	dovoluje se

#### IV. třída jakosti

Sdružuje nesourodé sortimenty, jako jsou důlní výřezy, tyčovina a výřezy na výrobu dřevoviny.

#### V. třída jakosti

Sdružuje sortimenty určené k výrobě celulózy, dřevotřískových a dřevovláknitých desek a drobných dřevěných předětů jako hračky.

#### VI. třída jakosti

Do poslední třídy spadá dřevo nejnižší technologické jakosti, využitelné jen jako palivo (ČSN 48 0050).

### **3.8 Procesy a manipulace po těžbě**

Následující kapitola se zabývá postupně jdoucími procesy a manipulacemi po těžbě dříví, zejména z technického a praktického hlediska. Tato část práce je důležitou složkou pro uchopení vzájemných souvislostí v prvovýrobě.

#### **3.8.1 Manipulace a skladování dříví po těžbě**

Surovina je připravována pro různé druhy výroby podle potřebné či požadované jakosti a rozměrů. Probíhají zde operace jako je těžba, přibližování a druhování.

##### **Těžba**

Hlavními operacemi je zde kácení a odvětvození stromů. Většinou je provedena jednonožnými řetězovými motorovými pilami.

##### **Přibližování**

Hlavním cílem je transport surového dříví k odvozním místům u lesních cest. Lze ho provádět traktory při všeobecném užití. V náročných, hornatých terénech je surovina přibližována pomocí lanovek.

##### **Druhování**

Pod pojmem druhování se rozumí krácení, třídění a příprava výřezů podle potřeb jednotlivých druhů následné výroby. Tento proces zahrnuje též štípání a sekání dříví nižší jakosti. Surovina je připravována na odvozních místech v lese, v lesnických manipulačních skladech a ve výjimečných případech i na zpracovatelských závodech.

Příprava suroviny na druhování se provádí podle výše uvedených norem (ČSN, EN), které udávají vlastnosti suroviny pro jednotlivé druhy následného použití pro jednotlivé dřeviny.

Nezbytné operace při přípravě suroviny jsou měření, stanovení jakosti, krácení na požadované rozměry, třídění dle jakosti a rozměrů, značení (číslo kusu, středová tloušťka, délka, jakost). Patří sem i odstraňování kořenových náběhů či odkorňování.

Do zpracovatelských pilařských provozů je dopravována surovina ve formě výřezů nebo sdružených délek požadované jakosti, rozměrů, objemu a v dohodnutých termínech (Vsevolod a kol., 1984; Janák, 2008).

### 3.8.2 Sklady dříví

Dříví se skladuje ve skladech pilařských provozů pro přípravu na pořez a zajištění plynulé výroby v pilnici.

Sklady v pilařských provozech provází celá řada operací, mezi které můžeme zařadit- vykládku, přejímku suroviny, následné skladování a ochranu suroviny (redukce kořenových náběhů- odkorňování- měření rozměrů- zjišťování přítomnosti kovů- krácení- třídění výřezů- skladování výřezů- ochrana výřezů).

#### Vykládka

Dřevní surovinu lze do závodů doprovodit pomocí automobilů či odvozními nápravami, železnicí či vodní cestou. Formou vybavení provozu může být hydraulická ruka, jeřáb, čelní nakladač nebo také nemusí být žádné.

#### Hydraulická ruka

Pro malé či střední podniky, zásobované automobily i po železnici je hydraulická ruka optimální.

Stabilní hydraulická ruka je nízkorozpočtové zařízení, které je vhodnější pro malý pracovní prostor.

Pohyblivá hydraulická ruka se může pohybovat po kolejích či po zpevněném povrchu pomocí kovového podvozku.

Pro hydraulickou ruku je typická délka ramene 8 až 15 m, nosnost 1 až 3,5 t podle typu a použité délky ramene, spolu s doplňujícím vybavením jako drapák a rotátor.

#### Jeřáb

Pro střední či větší provozy je ideální použití jeřábu. Jeřáb může být věžový, portálový a mostový.

#### Čelní nakladač

Čelní nakladač na obrázku č. 9 je možné použít v provozech všech výkonů a díky jeho univerzálnímu použití je na něm i rychlá práce. Má nosnost 3- 8 tun. Je pro něj nutností větší manipulační prostor. Na rozdíl od jeřábu čelní nakladač naopak potřebuje zpevněný povrch celé plochy skladu (Celjak, 2000).





**Obrázek č. 9 Čelní nakladač**

([https://bagry.cz/clanky/recenze/nakladac\\_kulatiny\\_liebherr\\_l\\_580\\_2plus2\\_loghandler\\_volvo\\_s\\_hydrostatem](https://bagry.cz/clanky/recenze/nakladac_kulatiny_liebherr_l_580_2plus2_loghandler_volvo_s_hydrostatem)  
27.3.2023)

#### Přejímka

Účelem tohoto procesu je ověřit správnost dodávek suroviny na pilařský provoz a následné řádné zanesení dodávky suroviny do prvotní evidence provozu. Provádí se u každé dodávky nebo její části dle dodacího listu. Kontrolována je středová tloušťka, délka, objem, jakost, stupeň odkornění, opracování a doba těžby.

#### Tloušťka

Udává se uprostřed délky kusu a měří se bez kůry nebo v kůře.

#### Délka

Měří standardní délky a přídavky. Přídavky jsou definované do 6 metrů délky.



## Objem

Pokud se tloušťka měří bez kůry.

$$V_{bk} = \frac{d_{bk}^2 \cdot \pi \cdot l}{40000} m^3 \quad (1)$$

$V_{bk}$ - objem kulatiny bez kůry, udaný v ( $m^3$ )

$d_{bk}$ - středová tloušťka kulatiny bez kůry, udaná v (cm)

$l$ - délka kulatiny bez přídavku, udaná v (m)

Pokud se tloušťka měří v kůře.

$$v_{bk} = \frac{(d_{sk} - 2k)^2 \cdot \pi \cdot l}{40000} m^3 \quad (2)$$

$V_{bk}$ - objem kulatiny bez kůry, udaný v ( $m^3$ )

$d_{sk}$ - středová tloušťka kulatiny bez kůry, (udaná v cm)

$k$ - tloušťka kůry v (cm)

## Jakost

Pod kontrolu jakosti spadají: suky, trhliny, praskliny, vady tvaru kmene, vady struktury dřeva, napadení škůdci a ostatní poškození, která jsou více specifikovány výše.

## Stupeň odkornění

Stupeň odkornění hodnotí, zda je kulatina s kůrou, pokud ano hodnotíme dále barvu kůry: do hněda, do polohněda- běla.

## Stupeň opracování

Spadají sem zbytky větví, kolmost koncových výřezů, zbytky kořenových náběhů, boulí atd.

## **Provádění přejímky**

### Náhodným výběrem

10 - 15% dodaných kusů je obvykle kontrolováno vizuálně a měřením. 95% zkontrolovaných kusů musí být v pořádku. Metoda je často používána u středních provozů, které nemají vybavení pro elektronické měření, ale pro které je kusová přejímka příliš náročná.

### Kusová přejímka

Měření a kontrola jakosti každého kusu, obvykle je přítomen zástupce dodavatele. Tento typ přejímky je obvykle přesný, ale náročný na pracovníky, čas a plochu. Používána je u malých provozů nebo pro kontrolu vybraných dodávek.

### Elektronická přejímka

Průběžné měření průměru a délky (případně i tvaru) všech kusů elektronickým zařízením, jakost je posuzována vizuálně. Přejímka je přesná, rychlá, ale vyžaduje odlišné uspořádání skladu a organizaci práce. Užívána je hlavně u velkých provozů, vybavených třídícími linkami.

### Hmotnostní přejímka

Vážením dopravních prostředků před a po vyložení nebo nákladu (jednotlivých úvazků) během vykládky (jeřáb, nakladač). Na pilách se neužívá pro kolísající vlhkost dodávek, je často užívána u výrobců papíru a celulózy.

### Prostorová přejímka

Měření rozměrů nákladu nebo skládky, stanovení objemu suroviny pomocí koeficientu zaplnění. Přejímka je rychlá, ale nezohledňuje rozměry jednotlivých kusů. Je užívána zřídka (Klement, Detvaj, 2007).

## **Skladování suroviny**

Cílem je zajistit plynulý provoz na pilnici. Komunikací jsou cesty pro odvozní soupravy, případně mechanizační prostředky, koleje pro dodávky na železnici a kanál nebo-li přístaviště pro vodní dopravu, jak již bylo uvedeno u vykládky, manipulaci provádí – jeřáb, hydraulická ruka či čelní nakladače.

### **3.8.3 Ochrana kulatiny**

Ochrana kulatiny je důležitým prvkem celého procesu po těžbě. Cílem ochrany suroviny je v co nejvíce možné míře zamezit snižování její jakosti působením škůdců nebo vysycháním během skladování. Nyní budou uvedeny možnosti ochrany a její způsoby.

#### **Mokrá ochrana (udržování vlhkosti nad 80%)**

##### Udržování vlastní vlhkosti

Výřezy jsou při tomto způsobu ukládány v hustých skládkách bez prokladů, aby neprobíhala příliš velká výměna vzduchu a tím i vlhkosti blízko sebe. Jasnou výhodou je praktické využití skladovací plochy a nepotřebnost zdroje vody, její svod a čištění. Nevýhodou je, že jde spíše jen o krátkodobější ochranu, ovšem obecně se jedná o nejčastěji používaný způsob ochrany.

##### S dodáním vody

Kulatina se skladuje ve vodě nebo v hustých skládkách blízko sebe a je zde možné dlouhodobější skladování. Surovinu lze skladovat ve sladké vodě jako v jezerech či rybnících, většinou také ve slepých ramenech řek, tento způsob byl užíván dříve ve větší míře.

##### Postřik

Jde o jednoduchý a nenáročný proces, který si nežadá převratné speciální drahé vybavení viz. obrázek č. 10. Tato technika je často užívána pro citlivé dřeviny, za kterou je v určitých případech považována i Borovice lesní (Janák, 2008).



**Obrázek č. 10 Ochrana kulatiny postřikem**

(<http://hydro-x.cz/sluzby/les-a-drevo/zkrapeni-mokrych-skladek-kulatiny/27.3.2023>)

### **Suchá ochrana (snížení vlhkosti pod 30%)**

Přirozené sušení- do hráně

Pokud možno odkorněné výřezy se ukládají do řídkých skládek s proklady. Výška skládek by neměla přesahovat  $\approx 2,5$  m. Vše přispívá snadné výměně vzduchu, a tím i více méně rychlému poklesu vlhkosti. Čela výřezů je vhodné stínit, případně natírat nebo zpevnit „S“ háky, čímž lze částečně předejít tvorbě čelních prasklin.

Výhodami je nepotřebnost vody ani zvláštního vybavení skladu a nižší nároky na zpevněné plochy. Naopak častou nevýhodou bývá pracnější ukládání, větší nároky na plochu, nebezpečí vzniku výsušných trhlin. Na skladech pilařských závodů se suchá ochrana užívá jen zřídka.

## Umělé sušení

Umělé sušení dřeva je takový typ sušení, při němž působí námi dodané teplo a vlhkost obsažená ve dřevě se vlivem tepla změní v páru a na povrchu dřeva se odpaří. Podle druhu vybavení sušárny se rozdělují na komorové sušení, které je v podstatě nejčastější, kondenzační sušení, vysokofrekvenční sušení a vakuové sušení (Hulinský, Bittmann, 2009).

### **Ochrana pomocí sníženého obsahu kyslíku**

Ochrana je založena na spotřebě kyslíku při biologické aktivitě čerstvě vytěžené kulatiny včetně případných škůdců. Skládky nahusto uložených výřezů se balí do neprodyšné fólie. Během 2-3 dnů klesne obsah kyslíku ve vzduchu uvnitř skládky pod 1%, tím pádem činnost biologických škůdců ustává. Současně se ve skládce udržuje původní vlhkost, zamezující vzniku prasklin.

Mezi výhody určitě patří dlouhodobost a vysoká kvalita ochrany kulatiny, nepotřebnost vody, nepotřebnost vybavení skladu, nízké nároky na zpevněné plochy. Nevýhodou jsou náklady na obalový materiál, pracnost pokrytí skládky, zajištění neprodyšnosti obalu a nutnost pravidelné kontroly stavu obalu měřením obsahu kyslíku.

Používá se při dlouhodobém skladování výřezů, převážně u lesních společností. V našich nynějších podmínkách se teprve začíná uplatňovat. Nejlepší ochrana je rychlé zpracování suroviny (Janák, 2008).

## **3.9 Výtěžnost dřeva**

Obecně o výtěžnosti platí, že udává objem získané suroviny a celkový objem dřeva, které bylo zpracováno. V případě, že se jedná o těžbu dřeva na výrobu celulózy a buničiny, bývá výtěžnost nižší a pohybuje se okolo 50% celkové hmotnosti dřeva. Pokud se ovšem jedná o těžbu dřeva pro pilařské zpracování (stavební řezivo), pak se je výtěžnost vyšší, zhruba 65-80% celkové hmotnosti dřeva. Je třeba podotknout, že výtěžnost závisí na mnoha faktorech, jako je věk a druh stromů, způsob zpracování a další faktory, kterým se práce v následujících kapitolách bude z části věnovat.

Vzorec pro výpočet výtěžnosti dřeva je přiblížen v metodické části práce. V případě borovicové suroviny se výtěžnost může lišit v závislosti na druhu borovice a stáří stromu. Starší stromy mají obvykle větší výtěžnost než ty mladší.

Výtěžnost dřeva lze zlepšit pomocí vhodného lesního hospodaření, výběrem adekvátní těžby, použitím vhodných technologií a metod pro zpracování dřeva a dalších faktorů jako je ochrana lesů před škůdci a nemocemi.

Výtěžnost také v určité míře závisí na zeměpisném původu dřeva. Toto tvrzení podporuje studie, která se zabývala, jaký vliv má zeměpisný původ a typ kulatiny Borovice lesní na mechanické vlastnosti řeziva z ní vyrobeného. Analýza vzorků ukázala, že byl pozorován statisticky významný rozptyl testovaných vlastností borového dřeva v závislosti na jeho zeměpisném původu. Výsledkem byly rozdílné hodnoty u finského dřeva Borovice lesní a u německého dřeva Borovice lesní. Lze tedy konstatovat, že zeměpisný původ má vliv na podíl výtěžnosti, ovšem nebyl však zjištěn jednoznačný vztah, který by tuto problematiku definoval více podrobně. Ovšem je jasné, že velké procento vlivu je způsobeno stanovištními podmínkami, jako jsou odlišné podmínky růstu stromů, odlišná půda a odlišný přístup lesního hospodaření (Krzosek, 2020).

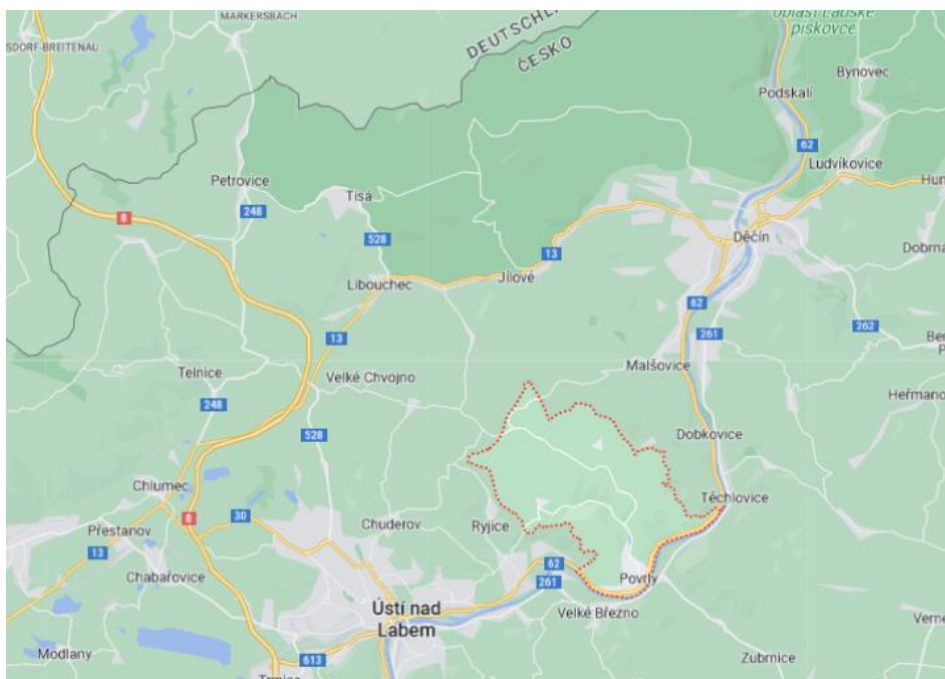
## 4 Praktická část práce - metodika

Tato část práce se věnuje zejména problematice hodnocení kvality Borovice lesní z různých hledisek a zařazení do obecného kontextu dané problematiky s kvalitou dříví. Získaná data o Borovici lesní jsou ukazatelem zejména pro posouzení budoucí kvality dřeviny dle dané těžby, dále pro posouzení hypotézy zda-li funguje vliv závislosti vybrané těžby na výtěžnost a v neposlední řadě i pro ekonomické zhodnocení formou zhodnocení finanční výtěžnosti a metodou výnosnosti investic ROI.

### 4.1 Charakteristika zájmového území – Povrly

Získaná data, která byla vyhodnocována, jsou z Ústeckého kraje, konkrétně z obce Povrly, tudíž se nyní bude představena stručná charakteristika této lokality, která je pro představu umístění na mapě uvedena na obrázku č. 11.

Obec Povrly se nachází kousek od Ústí nad Labem a je součástí CHKO České středohoří. Lesnatost v této oblasti je poměrně malá, jedná se o necelých 30%. Malou lesnatost plně ekologicky vyvažuje mozaikovitě uspořádání drobnějších porostů s dlouhým a komplikovaným průběhem hranice vzhledem k ostatním ekosystémům. Zastoupeny jsou především listnaté stromy, zejména buky, javory, jasany, duby a částečně borovice. V původním složení převažovaly dubohabrové háje, květnaté bučiny a doubravy. Dnešní porosty si zachovaly do jisté míry přirozenou druhovou skladbu, která do značné míry uchránila středohorské lesy před ničujícím účinkem donedávna působícího imisního zatížení a kalamitami škůdců. V minulosti však došlo i k výsadbám smrkových monokultur, které nedokáží čelit dopadům klimatických změn a postupně hynou. CHKO má zhruba 120 chráněných stromů (<https://ceskestredohori.nature.cz/lesy> a <http://www.ceskestredohori.cz/publikace/chko-ceske-stredohori-pruvodce-chronena-uzemi.pdf> 27.3.2023).



**Obrázek č. 11** Mapa České republiky se zaměřením na sledovanou oblast

[https://www.google.com/maps/place/Povrly/@50.6988053,14.1408876,13z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x47099d7f9b17aa27:0x9287f2912204170b!8m2!3d50.6727657!4d14.1603446!16s%2Fm%2F07k9p\\_8](https://www.google.com/maps/place/Povrly/@50.6988053,14.1408876,13z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x47099d7f9b17aa27:0x9287f2912204170b!8m2!3d50.6727657!4d14.1603446!16s%2Fm%2F07k9p_8) 27.3.2023)

#### 4.1.1 Hlavní vlivy pro životnost a kvalitu Borovice lesní

Ve sledovaném časovém období si lesy a jeho sortimenty prošly mnoha markantními výkyvy, ať už v podobě kalamitního kůrovce (*Scolytinae*, *Ipinae*) nebo situacemi vzniklými klimatickou změnou. V podstatě věci by se dalo říci, že i extrémní přemnožení kůrovce je důsledkem klimatické změny. Díky vyšším teplotám, ubývajícím srážkám a stoupající intenzitě větru pro něj vzniká mnohem výhodnější prostředí pro množení a napadání.

Pro Borovici lesní byl a možná stále je kůrovec také jistým problémem, avšak mnohem zásadnější je již zmíněné samotné klima a jeho změny. V následujících grafech si již této problematiky lze všimnout. Jak již bylo uvedeno v rešerši hlavním stresorem Borovice lesní je absence srážek, vysoké teploty a tím pádem sucho. Obzvláště právě u Borovice lesní je sucho velkým problémem, protože její kořeny sahají do velkých hloubek a tím pádem není schopna kořeny přebrat vláhu z povrchu. Pokud je Borovice lesní, vystavena takovému stresu příliš dlouho, stává se snadno zranitelnou, čehož můžou často využít techničtí škůdci, nebo může zasáhnout, v poslední době častější a častější, silný vítr, který tvoří vývraty a polomy ([https://www.irozhlas.cz/ekonomika/cena-dreva-les-lesy-cr\\_2201130500\\_jab](https://www.irozhlas.cz/ekonomika/cena-dreva-les-lesy-cr_2201130500_jab) 1.4.2023)



## 4.2 Postupy při zpracování dat

Další kapitola se věnuje získaným vyhodnoceným datům. Tato data se skládala z četnosti jednotlivých druhů těžeb provedených v daném roce, objemu vytěžené kulatiny Borovice lesní a její ceny na  $m^3$  a dále řeziva vyrobeného z kulatiny a jeho ceny za  $m^3$ . Většina těchto údajů je sledována v časové rovině 2012-2022. Jde o celkem velké rozpětí sledovaných let, avšak je tomu tak záměrně, neboť díky tomu lze pohlédnout do problematiky z většího hlediska. Pro jejich následné lepší uchopení budou definovány dva důležité vzorce.

### 4.2.1 Objemová výtěžnost

Výtěžnost charakterizuje množství objemu řeziva, které jsme schopni vyrobit z daného množství objemu kulatiny. Tato veličina je velmi důležitá pro zhodnocení produkce a dále tato míra ovlivňuje cenové zhodnocení a cenu na všech úrovních zájmů.

$$\varphi = \frac{\sum V_x}{\sum V_{kul}} \times 100 \quad (3)$$

$\sum V_x$  - Objem řeziva, udaný v ( $m^3$ )

$\sum V_{kul}$  - Objem kulatiny, udaný v ( $m^3$ )

100 - Koeficient pro přepočet na %

### 4.2.2 Finanční výtěžnost

Finanční výtěžnost lze také nazvat zpeněžením. Vyjadřuje, jakého zisku je možné dosáhnout při dané ceně kulatiny a ceně výrobku, v tomto případě řeziva.

$$\varphi = \frac{\text{cena výrobku}}{\text{cena řeziva}} \quad (4)$$

### 4.2.3 ROI (Return of investment)

ROI neboli metoda výnosnosti investic je metodou, která v praxi poukazuje, kolik peněžních jednotek zisku podniku přinese každá 1 investovaná peněžní jednotka. Dle této metody se dají porovnávat projekty s různou dobou životnosti, výší investičních nákladů a objemu výroby, protože je ve vzorci použit průměrný roční zisk (Mařík, Maříková, 2005).

Vzorec pro ROI zní:

$$ROI = \frac{Z_r}{IN} \quad (5)$$

$Z_r$ - průměrný roční zisk, plynoucí z investice

$IN$ - náklady na investici

## 4.3 Porostní sortimentační tabulky

Tyto tabulky jsou určitou obdobou pro růstové či objemové tabulky, s tím, že objem stromu nebo porostu se následně rozčlení do předpokládaných nejvýhodnějších sortimentů. Porostní sortimentační tabulky by měli pomoci zařadit dřevo do příslušných tříd s jasnými podíly pro kůru, palivový odpad a podíl vlákniny. Na následujícím příkladu si přiblížíme jejich funkci.

U následujícího příkladu lze nadefinovat, že je v borovém porostu určenému k těžbě byla zjištěna zásoba hroubí s kůrou ve výši  $2000 \text{ m}^3$  se střední tloušťkou porostu zhruba 28 cm. Dále bylo stanoveno, že se v tomto porostu nachází 50% stromů, které považujeme za zdravé a nepoškozené a dalších 50%, které mají v horní polovině kmene různé deformace jako třeba velkou křivost nebo vyšší sukatost. Dle uvedených deformací se uvedená část kmene nehodí pro výrobu výřezů I.- IV. třídy jakosti, ale po vytřídění paliva je však vhodná pro výrobu výřezů V. třídy jakosti (vlákniny).

Pro ujasnění, tabulka pracuje s kombinacemi středové tloušťky a jakosti. Ve sloupcích – Objem hroubí bez kůry a bez paliva – (dříví I.- IV. Třídy jakosti u kulatiny) Tloušťkové třídy se nejedná o jednotlivé jakostní třídy, jak by se mohlo na první pohled zdát, ovšem jedná se o tloušťkové třídy a jen hrubé nastínění škály jakostních tříd (I-IV.).

**Tabulka č. 4 Příklad z porostních sortimentačních tabulek**

Označení kvality stromu	Zastoupe- ní stromů různé kvality	Objem hroubí (m <sup>3</sup> )		Objem hroubí bez kůry a bez paliva						Objem VI. Třídy jakosti (palivo)
		s kůrou včetně paliva	s kůrou bez paliva	celkem	(dříví I.- IV. Třídy jakosti u kulatiny) Tloušťkové třídy				V. Třída jakosti (vlákni- na)	
					4	3	2	1		
	%	$m^3$								
BO (N)	50	908	908	1000	18	196	460	187	139	-
BO (3)	50	1868	907	1000	16	186	495	62	241	961
Celkem	100	2776	1815	2000	34	382	955	249	380	961

Pro zjištění skladby sortimentů u skupiny zdravých a nepoškozených borovicových stromů bylo užito porostních sortimentačních tabulek PST: BO-N, pro stromy s deformacemi a suky tabulek PST: BO-3.

Pro zjištění zásoby hroubí s kůrou bez paliva bylo použito koeficientu pro srážku paliva uvedených v příslušných sortimentačních tabulkách.

Pro zjištění zásoby hroubí bez kůry bylo použito koeficientu pro srážku kůry uvedených pro konkrétní střední tloušťku v PST (Pařez, 1987).

Příklad v tabulce č. 4 ukazuje na problematiku, kterou jsou vady vznikající v době růstu stromu, jako již uvedená křivost. Jedná se o vady způsobené buď mechanicko-fyzikálními vlivy či působením abiotických a biotických činitelů nebo nevhodnou těžební technologií. V příkladu jde vidět, že velká četnost objemu borovicové suroviny nese tyto typy vad a je dále vidět jak celkem razantně ovlivňují následné využití, a zpracování.

## 5 Výsledky

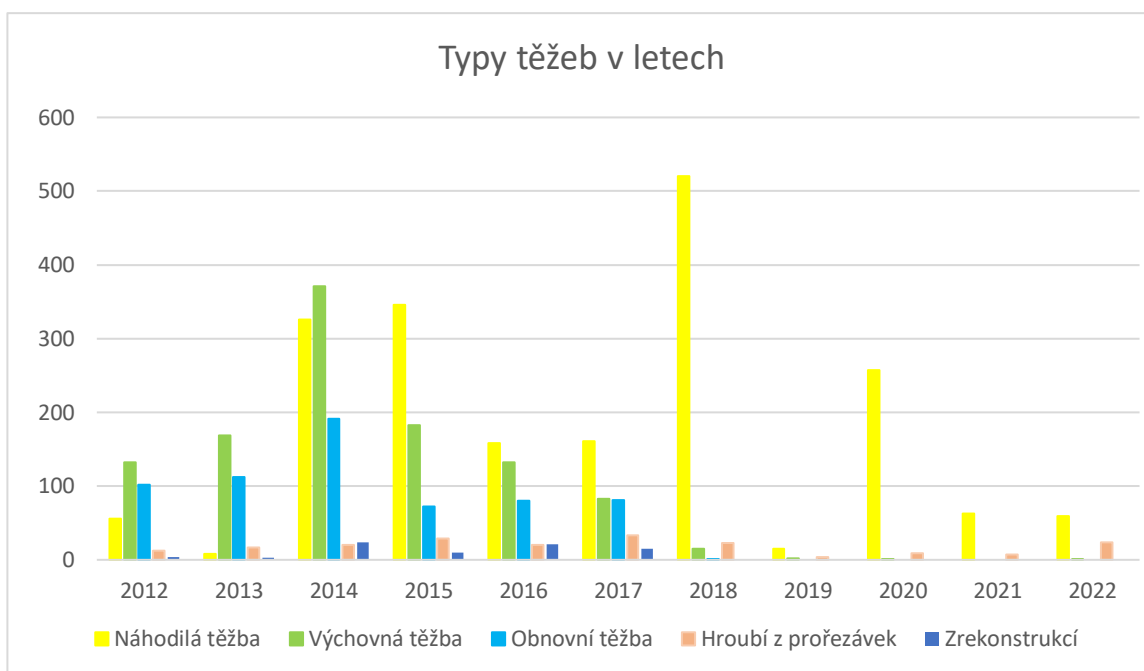
Po představení postupů vyhodnocování dat a přiblížení některých bližších zákonitostí je možné přejít k výsledkům vyhodnocených ze získaných dat.

### 5.1 Zhodnocení kvality dřeva dle podílu nahodilé těžby

Jak již bylo výše uvedeno, funguje hned několik druhů těžeb, které lze uvést jako těžbu výchovnou, obnovní, nahodilou, mimořádnou či těžbu z rekonstrukcí porostu. Jak je již známo, každá těžba má svůj specifický účel.

Pokud jde o kvalitu dřeviny, konkrétně Borovice lesní, související s typem provedené těžby, pak je zřejmě nejvíce rozhodující nahodilá těžba. Nahodilou těžbou se těží dřeviny, které jsou více či méně poškozené v důsledku působení abiotických či biotických škůdců. Lze sem zahrnout činitele jako vítr, námraza, hmyzí škůdci, houbové choroby, též souše, ojedinělé polomy a vývraty.

Mnoha z těchto činitelů zapříčiňují vznik vad dřeva nebo přímo rozsáhlejší vážné nemoce, které mnohdy výrazně ovlivňují kvalitu a mnoho z uvedených příčin poškození je podobných jako při sledování kvality výřezů a jejich třídění. Proto je to v tuto chvíli, kdy je sledována souvislost typu těžby a kvality dřívím získané těžbou důležitým údajem. V podstatě lze pracovat s předpokladem, že čím četnější je nahodilá těžba, tím spíše kvalita dřeviny upadá.

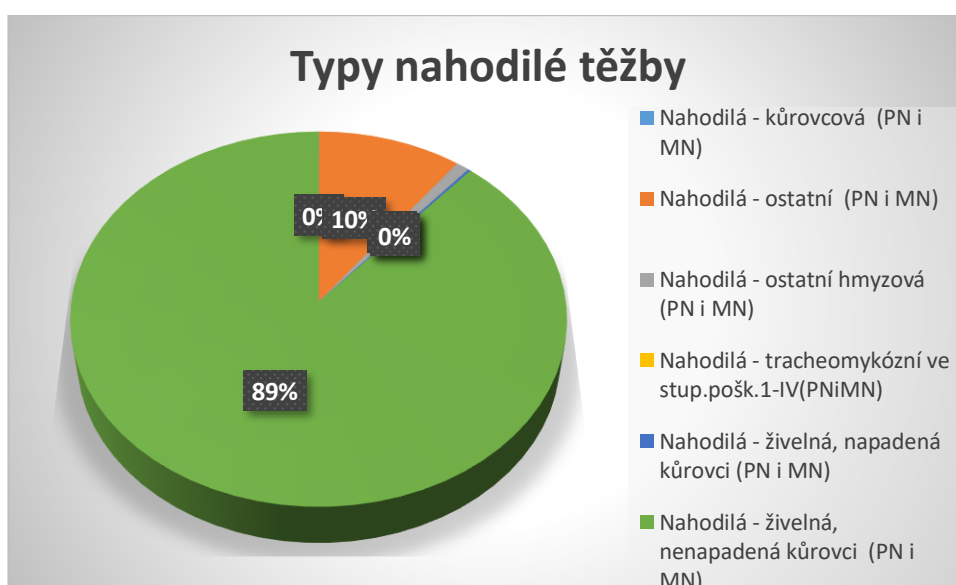


Graf č. 1 Četnost jednotlivých druhů těžeb pro borovici lesní v letech 2012-2022

Hodnoty v grafu č. 1 vykazují velmi vysoký podíl nahodilé těžby ve většině případů, zejména od roku 2015 jasně převažuje na ostatními a s tímto faktem se nadále pracuje.

### 5.1.1 Druhy nahodilé těžby

Vzhledem k tomu, že je v tuto chvíli nahodilá těžba celkem zásadním ukazatelem nyní bude představen podíl jednotlivých typů nahodilých v celku.



Graf č. 2 Procentuelní vyjádření podílu jednotlivých druhů nahodilé těžby

V grafu č. 2 lze vidět poměrové zastoupení jednotlivých druhů nahodilé těžby kůrovcové, ostatní hmyzové, tracheomykózní a živelné v procentuálních údajích. Na první pohled je zřejmé, že jedna oproti ostatním jasně převažuje a to při celých 89%. Jedná se o těžbu nahodilou živelnou – nenapadenou kůrovci. Touto těžbou se převážně těží dříví poškozené činností větru (vývraty, zlomy) a také suchem.

## 5.2 Výtěžnost

Jak již bylo zmíněno výše v rešerši i metodice, pojem výtěžnost je pro nás stěžejním ukazatelem. Proto budou následně představeny vypočítané hodnoty objemové výtěžnosti a bude se s nimi nadále pracovat.

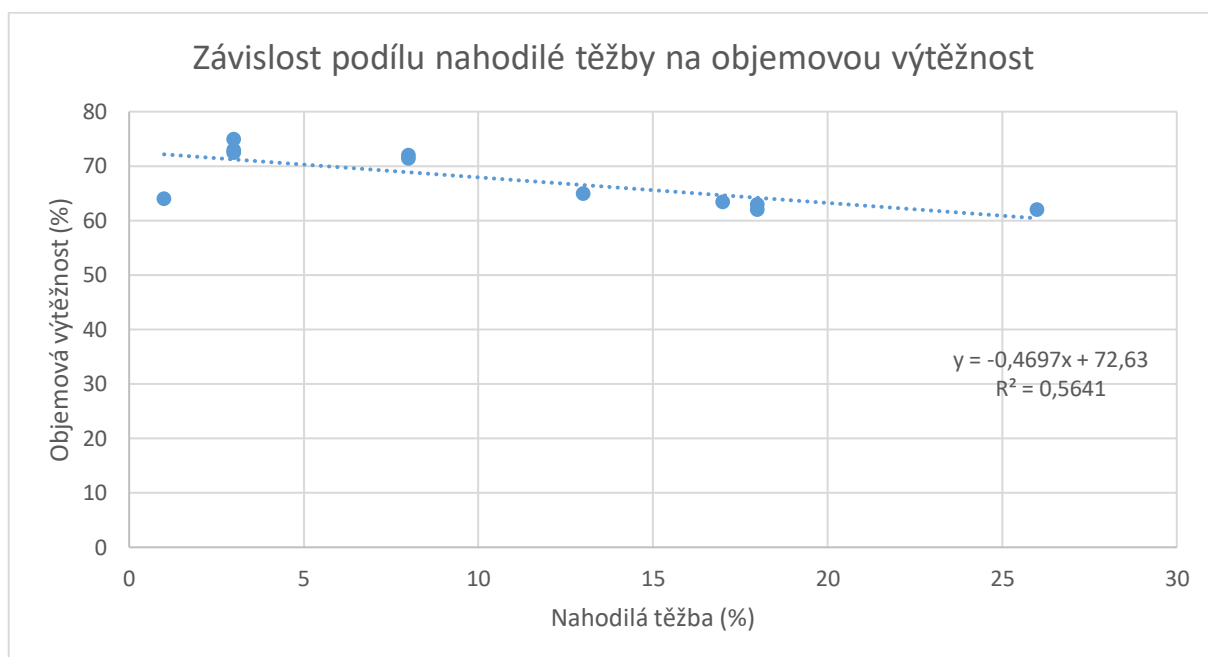
**Tabulka č. 5 Objemová výtěžnost ve sledovaném období**

Rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Objem řeziva	2142,32	7762,7	7125,9	3561,88	4605,85	2593,95	487,5	604,05	342,9	383,54	1524,2
Objem výřezů	3455,36	10350	11222	5653,79	6397,01	3627,9	786,3	943,82	527,6	529,02	2088
Výtěžnost	62%	75%	63,50%	63%	72%	71,50%	62%	64%	65%	72,50%	73%

Dle hodnot z tabulky č. 5 lze vyvodit, že výtěžnost se pohybuje v rozmezí od 60% do 75%. Vypočítáním průměrné hodnoty výtěžnosti vyjde hodnota 67,5%, tudíž lze jako průměrnou objemovou výtěžnost definovat hodnotu 67,5%.

### 5.2.1 Závislost podílu nahodilé těžby na výtěžnost

Pro zhodnocení kvality a výtěžnosti byla zvolena korelační analýza závislosti dvou proměnných.



Graf č. 3 Korelační analýza závislosti podílu nahodilé těžby na objemovou výtěžnost

Jelikož je v grafu č. 3 sklon křivky klesající (s hodnotou  $-0,751$ ), pak je jasné, že se jedná o nepřímou lineární závislost mezi proměnnými  $x$  (nahodilá těžba) a  $y$  (objemová výtěžnost),  $r < 0$ . Vzhledem k tomu, že naší výchozí hypotézou bylo: Čím větší podíl nahodilé těžby bude, tím menší výtěžnost bude. Graf znázorňuje nepřímou úměrnost, čímž se naše hypotéza potvrzuje. Vzhledem k tomu že korelační koeficient nabývá hodnot od  $+1$  do  $-1$ , a v našem grafu to je  $-0,751$ , lze říct, že negativní závislost je poměrně silná.

### 5.3 Zhodnocení ekonomického hlediska

Pro tuto část výsledků byla zvolena metoda vyjádření finanční výtěžností a dále metoda návratnosti investice ROI. Výsledky v této části jsou vyhodnoceny v užší časové řadě (2017-2022), kvůli aktuálnosti.

### 5.3.1 Finanční výtěžnost

Finanční výtěžnost je obdobou objemové výtěžnosti, avšak se s ní nedá zaměnit, protože má svůj specifický význam. Finanční výtěžnost vyjadřuje podílem ceny výrobku- řeziva a ceny suroviny- kulatiny vzniklý zisk. Jak ceny řeziva, tak ceny výřezů z kulatiny počítáme v jednotkách Kč/m<sup>3</sup>.



Graf č. 4 Sloupcový graf finanční výtěžnosti

Graf č. 4 reprezentuje přehled cenových hladin a jejich vývoj v časové řadě.

### 5.3.2 ROI (Return of Investment)

Metoda ROI označuje poměr částky vydělané k částce vynaložené do určitého druhu podnikání. ROI tedy udává zisk v procentech z utracené částky. ROI je definován jako ukazatel produktivity investic.

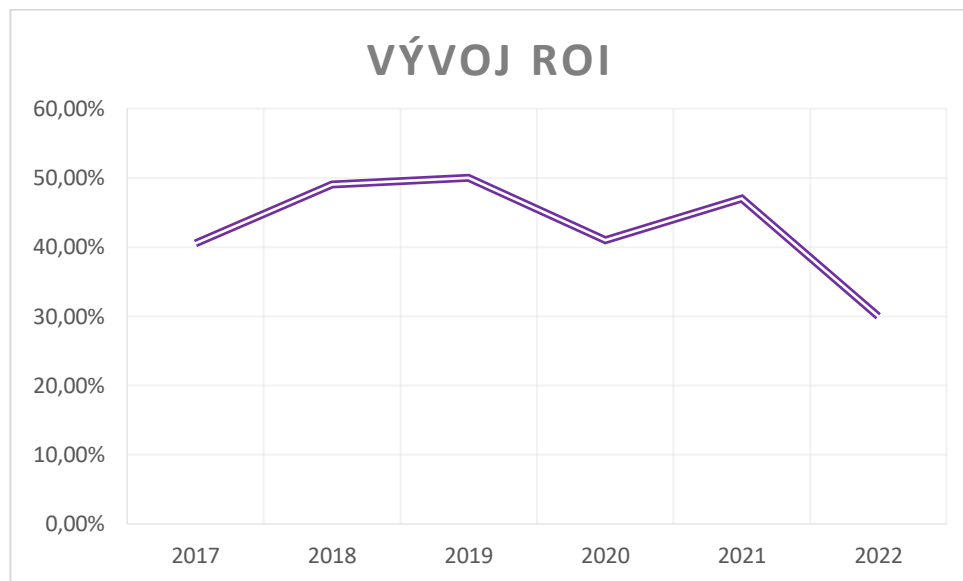
Tabulka č. 6 Procentuální vyjádření návratnosti investic

2017	2018	2019	2020	2021	2022
40,50%	49%	50%	41%	47%	30%

Ve výše uvedené tabulce č. 6 jsou uvedeny výsledky vypočítané ze vzorce uvedeného v metodice. Rozmezí hodnot se pohybuje mezi 30-50%, což nejsou zcela vysoké hodnoty, avšak jsou adekvátní k finanční výtěžnosti a vzhledem k tomu, že zde hrají celkové náklady důležitou roli, je jejich rozptyl poměrně velký. Větší výkyv nastal především v posledním roce,



neboť souvisí právě s celkovými náklady, na které mají vliv ceny energií a ceny pohonných hmot.



**Graf č. 5 Spojnicový graf vývoje ROI**

Sklon křivky v Grafu č. 5 ukazuje výše zmíněnou problematiku ohledně enormně stoupajících nákladů, která se bude muset do budoucna řešit vhodnými opatřeními.

## 6 Diskuze

Výsledky této práce zhodnotily vliv kvality borovicové suroviny na její výtěžnost a dále její finanční zhodnocení. Tato práce poukazovala na skutečnost několika událostí, vzniklých ve sledovaném časovém intervalu, které významně ovlivnily dříve v podstatě přirozený tok procesů při těžbě a zpracování kulatiny na řezivo. Mezi takové významné události lze zařadit v první řadě asi nejvýznamnější vliv a tím je změna klimatu spojená s přibývajícím suchem.

Vlivem razantních změn klimatu ubývá průběžných srážek a sucho tím pádem převažuje. Tato skutečnost hraje zásadní roli v mnoha aspektech, například proces fruktifikace Sypakvy borové se posouvá z jara do léta, kdy jsou hostitelské dřeviny ještě citlivější, a tím pádem jim mohou uškodit ve větší míře. U problematiky s háďátky rodu *B. xylophilus* dochází rovněž vlivem této změny k určitému problému a to tím, že se proces napadení jimi s teplem zrychluje.

Z vyhodnocených výsledků lze usoudit, že je sucho pro Borovici lesní kamenem úrazu. Díky suchu je Borovice lesní při silných větrech náchylná pro vývraty a polomy, což je příznivá okolnost pro napadení biotickými činiteli, nebo je Borovice lesní na tolik znehodnocená, že ji již není možné využít pro pilařské zpracování pro výrobu řeziva. Této problematice se již věnovalo několik prací a studií, jako například studie zabývající se pevností a kvalitou dřeva Borovice lesní pocházející z větrných polomů, kde bylo závěrem, že má dřevo z takovýchto podmínek poměrně rozsáhle poškozenou strukturu dřeva a nehodí se ho tak nadále použít jako stavební řezivo (Jakubowski, 2006). Další studie zabývající se podobnou problematikou došla k podobným výsledkům, avšak také též představila skryté potenciální možnosti využití této situace ve prospěch. Jde konkrétně o to, že když se hospodaření s lesy patřičně přizpůsobí změnám klimatických podmínek, pak je možné využít zvyšujícíseho přírůstu kmene v průměru a tím pádem zvýšit výtěžnost a výnosnost (Gonzalo, 2007).

Během několika období vývoje klimatických změn využil kůrovec svou příležitost a došlo ke kůrovcové kalamitě, kterou též Borovice lesní částečně utrpěla. Problematiku přírodních kalamit jsem sledovala formou podílu nahodilé těžby, konkrétně nahodilé živelné těžby specifikovanou pro abiotické vlivy, v kontrastu celkové těžby s přesvědčením, že druh vybrané těžby může do jisté míry specifikovat kvalitu dřeva. Je nutno vzít v úvahu, že je třeba se v situaci přírodních kalamit o lesní porosty náležitě a s porozuměním starat o to více. Právě i přístup k lesnímu hospodaření či stanovištní podmínky jsou jedním z klíčových faktorů pro budoucí výtěžnost dřeva, toto tvrzení podporuje studie zabývající se vlivem zeměpisného

původu, stanovištních podmínek a lesnických prací na výtěžnost dřeva Borovice lesní (Krzosek, 2020).

Mezi další významný vliv, avšak již z ekonomického hlediska, patří enormní nárůst nákladů v posledním roce- roce a půl. Jedná se o provozní náklady, konkrétně jde o ceny energií a pohonných hmot. Tento faktor se pojí s globálními problémy, které si nebudeme blíže přibližovat, avšak je nutno tuto skutečnost vzpomenout. Neboť jak je vidět ve výsledcích finančního zhodnocení, faktor vysokých nákladů má velký vliv na ziskovost. Problémem je najít vhodné opatření a řešení k tomuto těžko řešitelnému problému.

## **6.1 Přínos pro vědu a praxi**

Tato práce zabývající se vlivem kvality borovicové suroviny na její výtěžnost a její ekonomické zhodnocení podporuje a v některých případech specifikuje tvrzení z několika vybraných studií blíže uvedených výše v diskuzi.

Přínos práce pro praxi spočívá hlavně v poznatcích a myšlenkách, které prací rezonují a rozvněž poukazuje na nově vznikající potenciální hrozby nad kterými je nutno přemýšlet o možném optimálním řešení do budoucna, konkrétně se jedná o nejvhodnější a nejšetrnější přizpůsobení stále měnícím se klimatickým podmínkám a dále o potřebu snižovat expanzivně vzrostlé provozních náklady.

Výsledky této práce mohou být i určitým přínosem pro budoucí vědecké výzkumy v oblastech zkoumání okolních vlivů a stále měnících se podmínek působících na Borovici lesní či hodnocení vlivu kvality stromu Borovice lesní na její následnou výtěžnost.

## 7 Závěr

Je důležité si uvědomit, že borovicová surovina se používá v mnoha různých oblastech, včetně stavebnictví, výroby papíru, farmacie a potravinářského průmyslu. Borovicové dřevo se využívá především ve stavebnictví a nábytkářství a kvalita dřeva může mít vliv na jeho cenu a tržní hodnotu. V každé oblasti se mohou lišit požadavky na kvalitu a vlastnosti suroviny, což může ovlivnit i výtěžnost suroviny z jednoho stromu.

Vysoká kvalita borovicového dřeva znamená, že má jednotnou strukturu, je méně náchylné k defektům a má nižší obsah pryskyřice. To může vést k větší výtěžnosti, protože kvalitní dřevo se snadněji zpracovává a může mít vyšší cenu na trhu. Na druhé straně, nižší kvalita dřeva může vést k větší ztrátě během zpracování a nižší tržní hodnotě.

Ekonomické zhodnocení borovicové suroviny závisí na mnoha faktorech, jako jsou množství dostupné suroviny, náklady na těžbu a zpracování, poptávka na trhu a celkové ekonomické podmínky. Pokud je borovicová surovina vysoce kvalitní a vyskytuje se v dostatečném množství, může mít vysokou ekonomickou hodnotu. Avšak pokud je surovina nižší kvality a/nebo se vyskytuje v malém množství, může být její ekonomické zhodnocení nižší.

V souhrnu lze tedy říci, že kvalita borovicové suroviny má významný vliv na její výtěžnost a ekonomické zhodnocení, a že investice do kvalitní suroviny může být v dlouhodobém horizontu výhodná pro výrobce dřevařských produktů.

V každém případě je důležité provádět kvalitní řízení lesů a těžbu dřeva tak, aby byla zachována udržitelnost lesů a aby byla zajištěna vysoká kvalita dřeva pro budoucí generace.

## 8 Literatura

- CELJAK, Ivo. Stroje pro zemní a lesní práce II. JČU v Českých Budějovicích, 2000.
- FÉR, František, Pavel ROHON. Základy biologie, botaniky a dendrologie. Vyd.1. České vysoké učení technické v Praze, 1944. ISBN 80-01-01165-8.
- GANDELOVÁ, Libuše, Jarmila ŠLEZINGEROVÁ. Stavba dřeva. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7375-966-7.
- HAVRÁNEK, Karel, Stanislav DAVID. Nauka o materiálu. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964.
- HOLUB, František. Bezpečnost práce při těžbě dřeva. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1995. ISB 978-80-86973-92-0.
- HULINSKÝ, Pavel, Roman BITTMANN. Učební text pro obor Truhlář 2. ročník. Brno: Publi, 2009. ISBN 978-80-88058-38-0.
- JANÁK, Karel. Sklady dřevní suroviny. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN: 978-80-7375-214-9.
- KALANDRA, Augustin. Sypavka borová – lophodermiosa borovice lesní- a boj proti ní. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1954.
- KLEMENT, Ivan, Juraj DETVAJ. Technológia prvostupňového spracovania dreva. Vyd. 1. Technická univerzita vo Zvolene, 2007. ISBN 978-80-228-1811-7.
- KVIETKOVÁ, Monika. Dřevařské komodity I. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2019. ISBN 978-80-213-2951.
- LYSÝ, František. Lesní Těžba. Praha: Statní zemědělské nakladatelství, 1963.
- LEONARDI, Cesare, Franca STAGI. The architecture of trees. Hudson, New York: Princeton Architectural Press, 2019. ISBN 978-1-61689-806-9.
- MATOVIČ, Anton. Stavba dřeva (cvičení). Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1992. ISBN 80-7157-019-2.
- MAŘÍK, Miloš, Petra MAŘÍKOVÁ. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. Praha: Ekopress, 2005. ISBN 8086119610.
- MUSIL, Ivan, Jan HAMERNÍK. Lesnická dendrologie přehled nahosemenných i výtrusných dřevin. 1 Jehličnaté dřeviny. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1567-9.
- ONDRÁČEK, Karel. Základy lesního hospodářství. Brno: Mendelova univerzita, 2003. ISBN 80-7157-666-2.

- PAŘEZ, Jan. Sortimentální tabulky pro smrkové a borové porosty různé kvality. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště- Strnady, 1985.
- REGINÁČ, Ladislav. Náuka o dreve II. Zvolen: Vysoká škola lesnicka a drevárska vo Zvolene, 1981.
- THOMAS, Peter. Threes their natural history. Vyd. 2. Cambridge University press, 2000. ISBN 978-0-521-13358-6.
- VSEVOLOD, Petříček a kol. Mechanizační prostředky v lesnictví. Praha: SZN Praha, 1984.
- ZOUHAR, Miloslav a kol. Diagnostika významných háďátek rodu Bursaphelenchus. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. ISBN: 978-80-213-1613-3.
- ČSN EN 1927-2. 1999. Jehličnatá kulatina- Třídění podle jakosti- Část 2: Borovice, Třídící znak 48 0064
- ČSN 48 0050. 1992. Surové dříví. Základní a společná ustanovení. Praha: Český normalizační institut

<https://www.silvafennica.fi/article/1564/author/470>

[doi.org/10.14214/sf.1564](https://doi.org/10.14214/sf.1564)

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/875/1/012005/meta>

[doi 10.1088/1755-1315/875/1/012005](https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012005)

<https://www.mdpi.com/1999-4907/11/12/1257>

[doi 10.3390/f11121257](https://doi.org/10.3390/f11121257)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380007003390>

Dostupné z: <http://taxonweb.cz/t/1574>

Dostupné z: <https://www.culinabotanica.cz/herbar/borovice-lesni-69zzg-ns6t9-2rjf2>

Dostupné z: [https://fraxinus.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba\\_dreva/lexikon/mikro/index.html?drevina=bo](https://fraxinus.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba_dreva/lexikon/mikro/index.html?drevina=bo)

[https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon\\_vad/index.htm](https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/index.htm)

Dostupné z:

[https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD\\_BC/Povinne\\_predmety/Produkce\\_drevni\\_suroviny/PDS\\_Druhov%C3%A1n%C3%AD.pdf](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Produkce_drevni_suroviny/PDS_Druhov%C3%A1n%C3%AD.pdf)

Dostupné z:

[https://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3%22#r|p|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3|popis](https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3%22#r|p|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6f3cf3|popis)

[https://fraxinus.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba\\_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=bo](https://fraxinus.mendelu.cz/unod/multimedia/stavba_dreva/lexikon/makro/index.html?drevina=bo)

[https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon\\_vad/zasusek.htm](https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/zasusek.htm)

[https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon\\_vad/zasusek.htm](https://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/zasusek.htm)

<https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/houbove-choroby-asimilacnich-organu-jehlicnanu-v-c.pdf>

<https://kudlufotoatlashub.bloguji.cool/2015/04/24/sypavka-borova-lophodermium-pinastri/>

<https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/index.php/poskozeni-vetrem-2/>

autorské právo:[https://cz.123rf.com/profile\\_grigory\\_bruev](https://cz.123rf.com/profile_grigory_bruev)

<https://www.vulhm.cz/sucho-a-vitr-rozvraceji-lesy-spolecne-s-kurovcem/>

[https://bagry.cz/clanky/recenze/nakladac\\_kulatiny\\_liebherr\\_1\\_580\\_2plus2\\_loghandler\\_volvo\\_s\\_hydrostatem](https://bagry.cz/clanky/recenze/nakladac_kulatiny_liebherr_1_580_2plus2_loghandler_volvo_s_hydrostatem)

<http://hydro-x.cz/sluzby/les-a-drevo/zkrapeni-mokrych-skladek-kulatiny/>

[https://www.google.com/maps/place/Povrly/@50.6988053,14.1408876,13z/data=!3m1!4m6!3m5!1s0x47099d7f9b17aa27:0x9287f2912204170b!8m2!3d50.6727657!4d14.1603446!16s%2Fm%2F07k9p\\_](https://www.google.com/maps/place/Povrly/@50.6988053,14.1408876,13z/data=!3m1!4m6!3m5!1s0x47099d7f9b17aa27:0x9287f2912204170b!8m2!3d50.6727657!4d14.1603446!16s%2Fm%2F07k9p_)

## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek č. 1 Borovice lesní.....	15
Obrázek č. 2 Odlupčivá trhlina .....	22
Obrázek č. 3 Zásušek.....	24
Obrázek č. 4 Borový porost napadený Sypavkami borovými .....	27
Obrázek č. 5 Fruktifikace Sypavky borové na jehličí Borovice lesní .....	27
Obrázek č. 6 Životní cyklus Hád'átek rodu B.xylophilus .....	29
Obrázek č. 7 Porost s vývraty a polovývraty na Českomoravské vrchovině.....	33
Obrázek č. 8 Borovicový porost polámaný větrem.....	33
Obrázek č. 9 Čelní nakladač .....	40
Obrázek č. 10 Ochrana kulatiny postřikem .....	44
Obrázek č. 11 Mapa České republiky se zaměřením na sledovanou oblast .....	48
Tabulka č. 1 Hustota dřeviny .....	19
Tabulka č. 2 Kvalitativní třídy u III. Jakostní třídy pro Borovici lesní 1. část .....	36
Tabulka č. 3 Kvalitativní třídy u III. Jakostní třídy pro Borovici lesní 2. část.....	37
Tabulka č. 4 Příklad z porostních sortimentačních tabulek .....	51
Tabulka č. 5 Objemová výtěžnost ve sledovaném období .....	54
Tabulka č. 6 Procentuální vyjádření návratnosti investic .....	56
Graf č. 1 Četnost jednotlivých druhů těžeb pro Borovici lesní v letech 2012-2022.....	53
Graf č. 2 Procentuelní vyjádření podílu jednotlivých druhů nahodilé těžby .....	53
Graf č. 3 Korelační analýza závislosti podílu nahodilé těžby na objemovou výtěžnost .	54
Graf č. 4 Sloupcový graf finanční výtěžnosti .....	55
Graf č. 5 Spojnicový graf vývoje ROI .....	56