

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a bio materiálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Optimalizace technologického zařízení pilařského
provozu**

Bakalářská práce

Matěj Beneš

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Matěj Beneš

Lesnictví

Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu

Název anglicky

Optimization of technological equipment of sawmill operation

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je charakteristika dřevozpracujícího provozu. Syntéza činnosti tohoto podniku s cílem zvýšení množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny. Součástí cíle je taky navrhnout optimální řešení technologického zařízení pilařského provozu s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny.

Metodika

Charakteristika dřevozpracujícího podniku a stručný popis jeho genezi a výroby. Souhrn znaků strojního zařízení a soupis strojního vybavení provozu. Na základě získaných dat bude vypracovaný návrh optimalizace výroby s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny.

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

1/ červenec – srpen 2021: literární rešerše – zpracování podkladů, literatury a dalších informačních zdrojů, utřídění poznámek a námětů, kdy bude precizována osnova práce a základní členění tematických celků do kapitol,

2/ září – říjen 2021: seznámení se s pilařským provozem, přiblížení uzlů výroby,

3/ listopad – prosinec 2021: vypracování návrhu optimalizace technologického zařízení pilařského provozu s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny,

4/ leden – březen 2022: sepisování výsledků a dokončení závěrečné práce,

5/ duben 2022: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

35 – 50 stránek

Klíčová slova

pilařský provoz, technologie, zařízení, surovina

Doporučené zdroje informací

BARTŮNĚK, J., KELBLOVÁ, H. Obchodování se dřívím. Písek: Matice lesnická spol. s r.o., 1999. 167 s., ISBN 80-86271-01-3.

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.

GOODSELL, A. Woodworking Basics: The Principles and Skills of Good Joinery. United Kingdom: GMC Publications. 2018. 160 s., ISBN 978-1784944087.

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

KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J. Pilařské zpracování dřeva – technologie pořezu rámovou pilou. 1. vyd. Powerprint Praha. 2013. 242 s., ISBN 978-80-87415-79-5.

PALOVIČ, J. Technológia piliarskej výroby. Vysokoškolská učebnice. 1 vydání. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene. 1981. 230 s.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 1. 5. 2021

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 1. 3. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 03.04.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní doc. Ing. Monice Sarvašové Kviťkové, PhD., za její odborné vedení, trpělivost, důvěru a cenné rady v počátku i průběhu vypracovávání mé závěrečné práce. Mé díky patří panu Ing. BcA. Jindřichu Benešovi za jeho pečlivou kontrolu, poskytnutí hodnotných informací o dřevařském provozu a jeho připomínek k praktické části této práce. Velké díky si zaslouží také Kamil Truschka, za jeho vyčerpávající představení provozu, které mi poskytlo důležité praktické poznatky. Nakonec bych chtěl poděkovat vedení a všem pracovníkům společnosti K-Dast, za možnost vypracovat svou závěrečnou práci v jejich provozu, což mi umožnilo získat neocenitelné zkušenosti.

Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá optimalizací dřevozpracujícího provozu společnosti K-Dast, s cílem zlepšit efektivitu skladování a využití jeho mechanizací. První část práce obsahuje literární rešerši, která představuje základní charakteristiku pilařství, jeho historii a metodiku skladování surového materiálu, za použití různých mechanizací. Druhá část popisuje vývoj podniku K-Dast, jeho současné technologie a metody skladování. Ve třetí, klíčové části, jsou představeny návrhy na optimalizace. První navrhovaná optimalizace se zaměřuje na řešení aktuálního problému provozu, zatímco druhá se zabývá implementací nové skladovací mechanizace a reorganizací skladových prostor pro jejich maximální využití. Tato práce přispívá k pochopení problematiky optimalizace technologického zařízení v pilařském provozu a poskytuje metodiku pro její praktickou realizaci na podniku K-Dast.

Klíčová slova: pilařský provoz, technologie, zařízení, surovina

Optimization of technological equipment of sawmill operation

Summary

This bachelor's thesis is dedicated to the optimization of the K-Dast wood-processing operation, aiming to improve the efficiency of storage and the utilization of mechanizations. The first part of the thesis includes a literature review that introduces the fundamental characteristics of sawmilling, its history, and the methodology of storing raw materials using various mechanizations. The second part describing the development of the K-Dast company, its current technologies, and storage methods. In the third, crucial part, proposals for optimizations are presented. The first proposed optimization focuses on addressing a current operational issue, while the second deals with the implementation of new storage mechanization and the reorganization of storage spaces for their maximum utilization. The goal of the thesis is to provide specific proposals on how to increase the efficiency and productivity of the K-Dast wood-processing operation.

Keywords: sawmill operation, technology, equipment, raw material

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Pilařský provoz.....	10
3.1 Charakteristika pilařského provozu.....	10
3.2 Historie a vývoj pilařského provozu	12
3.3 Technologie pilařského provozu.....	15
3.3.1 Sklad surovin.....	17
3.3.2 Mechanizace v pilařských provozech	24
4 Metodika a výsledky práce	30
4.1 Představení provozu.....	31
4.2 Možnosti optimalizace	36
5 Diskuze.....	45
5.1 Přínos pro vědu a praxi	46
6 Závěr	47
7 Seznam literatury a internetových zdrojů.....	49

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Pilařský provoz společnosti K-DAST	31
Obrázek 2 "Hlavní" pásová pila (WRAWOR).....	33
Obrázek 3 "Pomocná" pásová pila.....	33
Obrázek 4 Univerzální čelní nakladač (BT-CBD 5.0).....	34
Obrázek 5 Rozmístění pilařského zařízení.....	36
Obrázek 6 Manipulační sklad kulatin	38
Obrázek 7 Koncept integrace třídícího kolejového vozíku	39
Obrázek 8 Třídící kolejový vozík (Baljer-Zembrod)	41
Obrázek 9 - Pozemky 362/23 a 362/64 jsou možné v budoucnosti odkoupit.....	43

1 Úvod

Lesní hospodářství spolu s dřevařským průmyslem tvoří komplexní řetězec, který zahrnuje ochranu a správu lesních zdrojů, těžbu dřeva a jeho následné zpracování, a představuje zásadní odvětví založené na obnovitelném zdroji. S postupným vývojem lidstvo našlo pro dřevo širokou škálu využití, jak ve stavebnictví, tak pro chemické zpracování nebo ve výrobě různých materiálů na bázi dřeva. I přesto, že dřevo je obnovitelným zdrojem, je nutné s ním zacházet ohleduplně, šetrně a hospodárně, abychom minimalizovali ztráty a vyhnuli se zbytečnému plýtvání, jak se dřevem, tak s ostatními neobnovitelnými surovinami. Veškeré procesy, jak u pilařství nebo dalších průmyslových zařízení, by měly směřovat k trvale udržitelnému rozvoji. Ačkoliv se první zmínky o pilách datují již od 4. století, byly pily podstatně modernizovány a technologicky zdokonaleny. Technologický dřevařský průmysl je souborem automatizovaných, nebo poloautomatizovaných procesů, které dávají vzniku produktů, a to nejen ve formě řeziva.

V českém dřevozpracujícím průmyslu lze závody rozdělit do dvou skupin. Na jedné straně jsou technologicky pokročilé podniky, které vyrábějí produkty s vysokou efektivitou a maximálním využitím zpracovaného dřeva. Na druhé straně jsou střední a malé provozy, které jsou technologicky zastaralé a méně automatizované. Pro malé podniky je důležité, aby co nejvíce zhodnocovaly finální produkt. Zároveň musí technologickou inovaci provádět obezřetně, po částech, s ohledem na finanční zátěž. V podnicích tohoto typu existuje mnoho dílčích možností optimalizace. Jednou z nich je právě způsob skladování za použití různé mechanizace. U skladování dřeva, z pohledu lesního hospodářství, je primárním cílem minimalizovat ztráty, jak v množství, tak i v kvalitě uloženého materiálu. Ve dřevozpracujícím průmysle hraje důležitou roli i správné rozvržení a uspořádání skladovacích prostor, což může vést k úsporám nákladů a zvýšení zisků pro podnik. Optimalizované skladovací prostory se správně zvolenou manipulační technologií mohou podniku přinést významné úspory.

2 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je charakteristika dřevozpracujícího provozu. Syntéza činnosti tohoto podniku s cílem zvýšení množství a kvality zpracovávané dřevní suroviny. Součástí cíle je navrhnout optimální řešení technologického zařízení pilařského provozu s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny. Cílem navržené optimalizace je účinně pomoci firmě zvýšit produktivitu práce, minimalizovat ztráty na objemu produkce, a potenciálně zvýšit příjmy firmy prostřednictvím optimalizace stávajících procesů nebo integrace alternativních technologií. K dosažení těchto cílů bylo nutné podrobně prozkoumat danou problematiku, vybrat vhodný podnik a posoudit jeho slabá místa. Tento postup umožnil vypracovat adekvátní návrh, který je přizpůsoben specifickým potřebám a možnostem daného podniku.

3 Pilařský provoz

3.1 Charakteristika pilařského provozu

Pilařský provoz je důležitou součástí dřevařského průmyslu. Jako svůj vstup využívá heterogenní přírodní materiál (kulatinu). Díky mechanickým technologiím dělí kulatinu různými způsoby řezání jak podélně, tak příčně. Odstraňuje z ní nežádoucí části a zařazuje ji do kategorií dle specifických kritérií. Výsledkem je technicky specifikovaný produkt, tj. řezivo. Zařízení provozů by mělo usilovat o zpracování odpadu tak, aby byl připraven pro jeho následné využití. Dřevěné výrobky vznikají podélným rozdělením výřezu na jednotlivé části a příčným řezem pro dosažení specifických segmentů. Vedlejší produkty lze získat i jinými metodami, jako je frézování, štípání a podobně (Friess 2004). Rozeznáváme dva druhy řezání: beztrískové (loupání dýh aj.), nebo s oddělením třísky (řezání, hoblování apod.) (Trávník 1996). Zařízení využívaná pilařským provozem jsou navržena tak, aby umožňovala různé druhy řezů a mohla se co nejlépe přizpůsobit požadavkům zákazníků. Jeho ekonomický význam vzrůstal s rozvojem intenzivní těžby a nárůstu poptávky po dřevě.

V technologickém pilařském provozu probíhá několik fází, které jsou nezbytné pro zpracování dřeva. To zahrnuje přípravu surového dřeva, jeho rozřezání na požadované rozměry, sušení, následné úpravy jako hoblování či broušení, třídění podle kvality, impregnaci pro ochranu, a nakonec balení pro distribuci. Kromě technologických postupů, mezi které patří převážně příčné a podélné řezání kulatin a řeziva, tvoří nezbytnou část procesu pilařské výroby přepravní činnost. Přesné nastavení mechanismů pro přísun, mezioperační přepravu a odvoz materiálu, je pro efektivní provoz stejně klíčové jako výkonnost hlavního stroje. Prostorové rozmístění může mít na kapacitu významnější vliv než samotné technické parametry aktivních prvků (Friess 2006). Každá fáze procesu je při výrobě důležitá, protože zajišťují plynulý chod provozu.

Skladování kulatin je počáteční fází zpracování dřeva a plní významnou úlohu v celém provozu. Na skladech kulatin se rozhoduje, jakým způsobem a k jakým účelům bude dřevo použito. Probíhá zde evidence a měření přijatého materiálu a je nezbytné, aby se zabránilo znehodnocení dřeva. Uspořádání skladu suroviny v pilařských provozech je formováno především podle technologických procesů, velikosti provozních ploch a charakteru zpracovávaného dřeva. To znamená, že sklady

pilařských provozů, obzvláště těch menších, mohou být odlišné. Organizace a uspořádání skladovacích prostor pilařských provozů jsou formovány specifickými potřebami a dostupnými zdroji každého provozu.

Další součástí pilařského provozu je pilnice, budova, která tvoří hlavní důležitý technologický celek pilařské výroby. V této budově jsou umístěny pilařské stroje, které v určité posloupnosti realizují pořez¹ kulatiny na řezivo – tedy výsledný produkt – a na zbytkový odpad ve formě pilin, štěpky a dalších vedlejších produktů. V pilnici se nachází i pomocné stroje, určené pro úpravu řeziva k dalšímu zpracování (např. omítání² aj.) (Kvietková a Bomba 2013). Vzhledem k různým velikostem provozů není možné generalizovat, že každý z nich má halu obsahující veškerou potřebnou technologii. U menších provozů mohou být pomocné stroje umístěny i mimo hlavní provozní halu, anebo nemusí být vůbec.

Hlavní produkt pilařské výroby je řezivo, které zahrnuje prkna, latě, hranoly a další možné produkty. Odpad vznikající během výrobního procesu najde široké využití hlavně v jiných průmyslových odvětvích. Zpracované řezivo z pilařských provozů se používá pro výrobu stavebního materiálu, nábytku, palet a dalších produktů, přičemž využití závisí na kvalitě³ použité suroviny. Vedlejší produkty jako piliny, štěpka a kůra nacházejí uplatnění v produkci dřevotřísky, briket, pelet, slouží jako biopalivo v energetice nebo jako surovina v průmyslových odvětvích vyrábějících dřevěné produkty.

Pilařské zpracování dřeva má v České republice dlouhou historii a tradici. Stav a rozvoj výrobních kapacit v tomto odvětví byl historicky ovlivněn množstvím lesů na daném území a dostupností dřevní suroviny. Dalšími klíčovými faktory, které ovlivňovaly vývoj pilařského průmyslu, bylo organizační a odvětvové uspořádání v rámci průmyslu České republiky, investice do technologií a vybavenosti, a také samotná výrobní činnost dřevařských podniků (Kupčák 2002b). S ohledem na historické a regionální odlišnosti se pilařské provozy rozdělují podle různých kritérií velikosti: například podle počtu zaměstnanců, podle objemu zpracovávané suroviny nebo podle objemu výstupního produktu (Friess 2006). Nejběžnějším kritériem v Česku je definování z technologického hlediska na základě množství zpracované kulatiny (Pražan 2010). Nejnovější klasifikace od Schmithüsen (2009) rozděluje

¹ Řezání kmenů na určité délky nebo tvary (podle potřeby).

² Odstranění oblin (prkna, fošny apod.).

³ Například pro výrobu kvalitního nábytku nebo hudebních nástrojů se využívá dřeva vyšší jakosti.

závody na velmi velké s ročním pořezem přes 500 tisíc m³ kulatiny, střední podniky s pořezem mezi 30 tisíci a 200 tisíci m³ a malé podniky s ročním pořezem pod 5000 m³, které bylo použito i pro potřeby této práce.

Malé a střední podniky hrají klíčovou roli v České republice, nejen pro regionální ekonomiku a malé vlastníky lesů, ale také pro navazující dřevozpracující průmysl. Jak tvrdí Pražan (2010): "*V České republice je kvalifikovaně odhadováno, že se zpracovává přes 7 milionů krychlových metrů jehličnatého dřeva. Z toho střední a malé pily zpracovávají až přibližně 40 %, což je stále zásadní podíl na zpracování této suroviny*" (Pražan 2010). Střední a menší pily čelí zásadním problémům spojeným s podkapitalizací, což jim brání v investicích do zvyšování produktivity práce, například nákupem nových technologií. Dále se potýkají s nedostatkem technologií přizpůsobených jejich potřebám, kvůli omezeným finančním zdrojům pro vývoj. Regionální pily často čelí náročnějším obchodním a technickým podmínkám ve srovnání s velkokapacitní pilou, což zvyšuje náklady na suroviny a cenu finálního produktu. Tyto menší a střední podniky se musí zaměřit především na specializované produkty. Ačkoliv není jisté, jak se bude dřevařský průmysl vyvíjet, malé a střední pily mají stále své místo ve zpracování dřeva. Ovšem jejich konkurenceschopnost bude záviset na schopnosti inovovat a adaptovat se na tržní potřeby (Pražan 2010).

Vzhledem k tomu, že menší a střední podniky často bojují se zastaralou technologií a omezenými finančními prostředky, optimalizace skladování představuje klíčový krok ke zlepšení. Optimalizace skladovacích procesů a efektivní využití skladových prostor jsou relativně nízkonákladová opatření, která by každý podnik měl zavést, pro dosažení maximální plynulosti a efektivity operací. Správná organizace skladů, dobře zaškolený personál a výběr vhodné skladovací techniky přispívají k výraznému snížení provozních nákladů.

3.2 Historie a vývoj pilařského provozu

Dřevo hrálo zásadní roli v historii lidstva jako zdroj materiálu pro výrobu nástrojů, zbraní, obydlí a také jako primární zdroj tepla. Od pradávna lidé využívali dřevo pro své denní potřeby, protože bylo snadno dostupné a snadno se s ním manipulovalo. S rostoucím technickým pokrokem a nástupem průmyslové revoluce došlo k významným změnám v energetickém hospodářství. Dřevo bylo méně využíváno jako palivo pro běžné potřeby a jeho využití nabývalo na přidané hodnotě. Postupně docházelo k přechodu k alternativním zdrojům energie, jako je uhlí, zemní plyn a ropa (Bartůněk a

Kelbová 1999). S postupným rozvojem lidské civilizace se dřevo stalo nezastupitelným materiálem pro výrobu lodí, nábytku, nástrojů a staveb. Tento vývoj přispěl k vzniku pilařství. Rostoucí poptávka po dřevě vedla k rozvoji metod jeho zpracování, včetně technik spojených s využitím pily. Jedno z prvních známých vyobrazení mechanické pily pochází od Villarda de Honnecourta ze 13. století. Zásadní pokrok v technologii pilových strojů byl učiněn kolem roku 1480, kdy došlo k technickým inovacím, jako je zajištění posunu výřezu⁴ během řezu a vylepšení pohonu dřevěného rámu. Klikový mechanismus se samočinným přerušovaným podáváním, který je připisován Leonardu da Vinci a Francesco di Giorgio Martinimu, si zaslouží zvláštní pozornost. Jedná se o klasickou jedno-ojniční pilu, která se rozšířila po celé střední Evropě (Kvietkova a Bomba 2013). První mechanicky poháněné pily jsou spojeny s vodními mlýny, které se na naše území rozšířily z Malé Asie. Tyto pily umožnily zpracování klád na desky, fošny a hranoly. Rámové jednolisté pily představovaly hlavní technologické vybavení. Vodní pily byly v průběhu roku nepravidelně v provozu vlivem výkyvů dostupnosti množství vody. Vodní pily umístěné u mlýnů obvykle nevyžadovaly velké prostory pro skladování dřeva, protože pro jejich provoz postačovaly standardní prostory hospodářského dvora. Na druhé straně specializované vodní pily, zaměřené na komerční řez dřeva, potřebovaly větší plochu pro svou činnost. Vzhledem k tomu, že pily často sdílely prostor s obilnými mlýny, byl jejich provoz v případě potřeby regulován ve prospěch chodu mlýnského zařízení. V pilách bylo řezáno výhradně na konci zimy a na jaře, během tání sněhu a po intenzivních deštích, kdy provozy často pracovaly nepřetržitě. Vodní pily byly pro nízkou efektivitu provozu od druhé poloviny 19. století, stále častěji nahrazovány parními pilami s vícero pilovými listy v rámech. Vzniká tak mnoho malých podniků. (Bomba 2009).

Před válkou se výroba v pilařském odvětví rozpadala na menší podniky, které byly z velké části zaměřeny na řemeslnou a malovýrobní činnost. Existoval jen omezený počet větších a průmyslově orientovaných společností (Sprock 1950). *"Po roce 1948 kvůli znárodnění průmyslu v naší zemi, byla výroba v pilách oddělena od vývoje v západní Evropě. Dlouho nebyly v České republice založeny žádné velké pilařské závody s kapacitou větší než 200000 m³ řeziva ročně a většina produkce byla zaměřena na pilování v rozmezí 20000 až 50000 m³ řeziva ročně (Pražan 2011)."* V historii České republiky se vývoj pilařského průmyslu vyvíjel různě. Pilařská výroba

⁴ Příčně rozdělený kmen různých délek (standardní délky jsou 3 až 5 metrů).

byla již před vznikem Československa jedním z rozvinutých odvětví. Změna vlastnických poměrů v Československém lesním hospodářství, spolu s nástupem mechanizovaných těžebních technologií, vedla k obecnému zrychlení procesu a vytvoření nových požadavků na lesnický provoz. Kalamitní roky ukázaly nadměrnou nabídku dřeva, což vedlo k rozvoji nových technologií skladování a posílení spolupráce mezi producenty dřeva a konečnými odběrateli v této oblasti. Tím se zdůraznila důležitost skladování dřeva nejen pro odbornou veřejnost a lesnický provoz, ale také pro dřevařský průmysl (Komárková 2011). Než lidé vynalezli zemědělství, bylo na zemi 6 miliard hektarů lesa. Nyní lesy pokrývají plochu 4 miliardy hektarů. Polovina tohoto úbytku nastala v letech 1950-1990 (Meadows 1995). Tento fakt naznačuje, jak rychlý rozkvět, nejen dřevařského průmyslu, v těchto letech byl. Díky dostatku surovin, stabilnímu odbytů a solidnímu technologickému zázemí, vznikly příznivé podmínky pro fungování pilařských firem. Tento pozitivní trend byl přerušena druhou světovou válkou a poté nástupem řízeného plánovitého hospodářství (Pražan 2010). Po znárodnění byla většina pil zavřena kvůli přebytečným kapacitám nebo převedena na jinou formu výroby. Na samotném počátku padesátých let u nás fungovalo do 500 pilařských provozů. Během války byla většina podniků zničena nebo čelila finanční krizi, což v mnoha případech vedlo k jejich trvalému zániku. Následně se začalo upřednostňovat vytváření velkokapacitních kombinátů (Klein a kol. 1986). V počátcích devadesátých let proběhla první fáze rozdělení státních podniků na menší jednotky, které se musely přizpůsobovat měnícím se ekonomickým podmínkám. Postupně se tyto jednotky osamostatňovaly, docházelo k restitucím a privatizaci. Bez ohledu na dlouhodobé vyhlídky na přežití bylo každému podniku, který požádal o oddělení od mateřského podniku vyhověno. Důsledky tohoto rozhodnutí, které bylo pravděpodobně motivováno spíše politicky, se brzy projeví a většina těchto státních podniků zanikla ještě předtím, než došlo k jejich privatizaci (Hrubec 2002). Pilařství se stávalo atraktivním odvětvím. Objevily se pily, které byly v minulosti uzavřeny, ale také pily nové, zejména podniky menších kapacit. Někteří podnikatelé byli motivováni výhodností zpracování kulatin z vlastních lesů, nebo nákupem kulatin a následným prodejem řeziva. Druhou skupinu představovali podnikatelé, kteří se v tomto odvětví zaměřovali pouze na rychlý a levný zisk. Hlavně v letech 1990-1993 podniky často trpěly nízkou, až primitivní, technickou a technologickou úrovní, a to i přesto, že šlo o nově zřízené provozy. Tato zařízení často vlastnili a provozovali jedinci bez příslušného odborného vzdělání, zkušeností, či smyslu pro tento obor. V některých případech dokonce nejevili ani zájem o jakékoliv

zlepšení nebo změnu (Kvietková a Bomba 2013). V druhé polovině roku 1992 začal útlum obchodu se dřevem a jeho výrobky i v západní Evropě. Levnější exportní řezivo od našich dodavatelů nějakou dobu odolávalo, avšak v roce 1993 došlo k poklesu cen a snížení objemu exportu i u něj. V důsledku omezení výroby a krátkodobých odstávek provozů docházelo ke snižování cen kulatiny, které mezi léty 1992 a 1993 dosahovaly ztrát v průměru až 30 %. Některé pilařské provozy ukončily činnost, zatímco jiné uměle udržovaly výrobu a postupně se zadlužovaly vůči finančním ústavům a dodavatelům suroviny, avšak nakonec i tyto provozy byly nuceny ukončit svou výrobou. Malé a střední podniky, stejně jako podniky s jednostranným zaměřením, se ocitly v horší situaci, protože nebyly schopny nahradit propad prodeje jednoho produktu jiným, s lepším odbytem. Závody byly prodávány pod cenou, často novým věřitelům. V mnoha případech do této problematiky vstupovali zahraniční investoři, pro které se podniky s relativně levnou pracovní silou stávaly lukrativní investicí. Hlavní výhodou malých a středních podniků zůstávají nízké provozní náklady, avšak nevýhodou je jejich omezená pružnost zpracovat větší zakázky. Nejčastěji opakující se problémy jsou spojené s nespolehlivostí zaměstnanců, nepravidelností dodávek, kvality a cen kulatin a samozřejmě i problémy se starým vybavením. V případě investic by pily nejvíce investovaly do mechanizace pilnice, do skladových prostor, do nákupu návazných strojů a sušáren (Bomba 2009).

3.3 Technologie pilařského provozu

Technologie řeší a určuje výrobní způsoby s ohledem na využití konkrétních materiálů, stanovení postupů za předpokladu ekonomického růstu a zvýšení produktivity práce (Trávník 1996). Základním prvkem při úpravě dřeva v pilařském provozu, ať už ručně či pomocí strojů, je proces řezání. Tímto způsobem se odděluje část dřeva s využitím řezného nástroje, jako jsou pily, sekery nebo jiné mechanické přístroje. V procesu řezání vzniká dřevní odpad ve formě pilin. Technika řezání, neboli pořez kulatiny, spočívá v individuálním (použitím jednoho pilového nástroje) nebo skupinovém (použití více pilových nástrojů zároveň) řezání (Detvaj 2003). Původní pořez byl individuální. Kulatina byla postupně rozdělena na tolik kusů řeziva, kolik bylo potřeba vyrobit. V období 16. století vznikl první stroj, který díky kovovému rámu s více pilovými listy umožňoval jedním pracovním postupem zpracovat kulatinu na určitý počet kusů řeziva. Rámová pila byla dominantním pilařským strojem až do 18. století, kdy byla podrobena různým inovacím. V tomto století byl také patentován princip

kotoučové pily. V 19. století následovalo patentování principu pásové pily. Ve 20. století, byl vynalezen agregát, spojující štěpkovací hlavy spolu s pásovými a okružními pilami do jednoho stroje (Kvietková 2015). Pořez vznikne podélným dělením výřezu hlavním pilařským strojem⁵. Výsledkem pořezu je surové, neopracované řezivo, piliny, kusový odpad, případně štěpky. Mezi tradiční pořezy se řadí pořez na ostro, pořez prismováním a segmentový pořez (odvíjí se na strategii provozu). Pořez na ostro je proces dělení, při kterém vznikne řezivo neomítané nebo dodatečně omítané, vedené rovnoběžnými řezy. Středové řezivo tvoří fošny, boční řezivo jsou prkna. Tento typ pořezu se obvykle uplatňuje, když je řezivo určeno pro další zpracování a není konečným výrobkem. Je často využíván u listnatých dřevin, kde se sbíhavá část řeziva využívá k maximalizaci výtěžnosti. Příkladem využití jsou podlahové nebo nábytkové přířezy a stavebně-truhlářská výroba (Detvaj 2003). Pořez prismováním umožňuje dělení dřeva, dvěma až šesti rovnoběžnými řezy na boční neomítané řezivo a středovou prisma. Po položení na ložnou plochu se středová prisma opět řeže kolmo k původnímu směru. Tento způsob je nejrozšířenějším typem pořezu na rámových a pásových pilách. Pořez prismováním je vhodný pro obecné použití, přičemž je nejběžnějším způsobem pořezu jehličnatých dřevin. Segmentování rozděluje výřez rovnoběžnými řezy na neomítané středové a boční části, které se dále dělí. Tento proces se používá pro výrobu řeziva mimořádných šířek a pro omezení specifických vad u listnatého dřeva, zejména buku (Kvietková a Bomba 2013). TSP (2023) tvrdí, že pro Švédsko je typický čtvrtkový způsob pořezu. Tento způsob dává maximální počet radiálního dřeva a používá se hlavně u oddenkových kvalitních výřezů (Kvietková a Bomba 2013). Technologie zpracování dřeva je rozsáhlá oblast, přičemž jednou z prvních a základních technologií je mechanické zpracování. Tato technologie obnáší různé postupy, jako je řezání, broušení, frézování a další mechanické metody. Mechanické zpracování umožňuje měnit tvar, ale i rozměry dřeva tak, aniž by došlo ke změně jeho základní podstaty a chemického složení. V současné době hraje kvalita výrobků důležitou roli a často rozhoduje o výběru mezi srovnatelnými produkty. Tento trend vyvolává zvýšenou konkurenci na trhu (Varkoček a kol. 1996).

Centrálním bodem technologického pilařského provozu je pilnice, kde jsou pilařské stroje uspořádány v technologické posloupnosti. Tato organizace zajišťuje efektivní a systémový průběh výrobního procesu. Pilnice rovněž zprostředkovává

⁵ U menších podniků to jsou převážně kmenové pásové pily nebo rámové pily (nebo jejich kombinace).

spojení mezi skladem surovin a výrobními stroji, což zaručuje nepřetržitý přísun materiálu pro jeho další zpracování (Sarvašová Kvietková 2020). Hlavními stroji v pilnici jsou rámové pily, kmenové pásové pily, kmenové kotoučové pily a agregátní linky, které provádějí proces zkracování. Tyto stroje hrají důležitou roli při stanovování technologických postupů, organizaci práce a dalších procesů v pilnici. Zpracovatelská technologie je podstatně ovlivněna hlavním pilařským strojem, jak při manipulaci se surovinou ve skladu, tak při úpravě řeziva po pilování a v přířezovně. Navazující na hlavní pořezové stroje jsou stroje vedlejší. Vedlejšími pilařskými stroji jsou zkracovací, omítací a rozmítací pily a zařízení na úpravu odpadu, které rozšiřují funkčnost hlavních pilařských strojů z technologického hlediska a přispívají k zefektivnění výroby (Kvietková a Bomba 2013). Výsledkem těchto strojů jsou finální produkty připravené k expedici nebo polotovary připravené na další zpracování. Na skladě s řezivem se lze setkat se zařízením na sušení řeziva, impregnační vanou apod. Rozdíl mezi malými a středními pilařskými podniky a velkokapacitními podniky, lze nalézt v míře využívání technologií a automatizace, jakož i v rozsahu výrobních prostorů. Malé a střední podniky obvykle disponují menší výrobní kapacitou, přiklání se k použití tradičních pil s méně výraznou automatizací procesů. Naopak velkokapacitní podniky se zaměřují na investice do moderních technologií a automatizace, což jim umožňuje zrychlit a efektivně zvládnout výrobní proces.

3.3.1 Sklad surovin

Dříve než se dřevo dostane do pilařského provozu, projde několika důležitými operacemi. První je těžba, při které se stromy těžebně zpracovávají, odvětvují motorovou pilou nebo těžší technikou (například harvestorovými uzly). Poté následuje přibližování, kdy je surové dřevo přeneseno pomocí kolových traktorů nebo vývozních traktorů na odvozní místo. Odtud je dřevní hmota pomocí odvozních souprav převezena buď na manipulační sklady (v případě odvozu dřeva v celých délkách), nebo přímo k odběratelům, jako jsou pily a ostatní dřezpracující provozy. Na manipulačních skladech nebo přímo v pilách je finální činností druhování, které zahrnuje krácení, třídění a přípravu materiálu pro výřez podle požadavků jednotlivých typů výroby (Janák 2008).

"Obecně platí, že skladování dříví je uložení sortimentů dříví na konkrétní lokalitě s požadavkem na plynulost výrobního procesu a na maximální zachování kvality i

kvantity, kterou sortimenty dříví vykazovaly při zahájení skladování (Komárková 2011)
". Toto pravidlo se vztahuje jak na lesnické sklady, tak na pilařské podniky.

"Manipulačně – expediční, centrální, odběratelský, dodavatelský sklad – účelně zařízené a vybavené místo mimo les. Dříví zde může být tříděno, druhováno, expedováno i dlouhodobě skladováno (Komárková 2011)".

Manipulačně expediční sklady jsou lokality, které mají prostor přizpůsobený na výrobu sortimentu a manipulaci se dřevem. V těchto skladech se vyrábějí zkrácené, upravené a připravené dřevařské výrobky pro další distribuci a expedici. Sklad v dřevařském průmyslu slouží k řadě důležitých funkcí. Účelem je uchování a příprava surového dřeva pro další zpracování, což zahrnuje vykládku, skladování a případnou úpravu, jako je redukce kořenových náběhů nebo odkorňování. Dále slouží k organizaci, třídění výřezů podle požadovaných vlastností a k zajištění dostatečných zásob pro udržení plynulosti výrobního procesu. Sklad poskytuje prostor pro ochranu dřeva před poškozením a představuje místo, kde se provádí kontrola kvality, měření a evidence výřezů. Sklad slouží k řízení a optimalizaci výrobního procesu v dřevařském průmyslu. Organizace skladu závisí na využití mechanizaci a na druhu zpracovávané dřeviny. Výřezy z jehličnatých stromů (například smrků a jedlí) se na skladě uchovávají až několik měsíců, zatímco závody zpracovávající listnaté dřeviny se musí připravit na nárazový přísun začátkem vegetačního období (Kvietková 2015). Surové kmeny by měly být umístěny v blízkosti vstupu do pily, aby se minimalizovaly přepravní vzdálenosti. Povrch by měl být vyčištěn a očištěn od veškeré ornice, pařezů a velkých kořenů. Na povrch by měla být nanесena vrstva šterku a písku, která by byla zhutněna na hloubku přibližně 200 mm, což by sloužilo jako základ pro cesty a pomáhalo by zabraňovat opětovnému růstu plevele (FAO 1981). Objem zásoby surovin by měl pokrývat alespoň 14 dní výroby. V závodech lze snížit objem skladovaných zásob v případě, že je velký počet stabilních dodavatelů. V opačném případě je potřeba udržovat vyšší zásoby surovin. Výřezy se ukládají na podklady, které mohou být kovové nebo dřevěné, přičemž délka a materiál se volí podle kapacity a druhu skládky. Sklon skládky je navržen tak, aby se kusy materiálu neuvolňovaly samovolně. Skládka a její skladování se liší vlastnostmi pro její využití. Husté skladování bez prokladů, obvykle provedené ve vrstvách, je vhodné pro udržení suroviny v mokřém stavu a pro ochranu před vyschnutím. Tento způsob skladování dosahuje vysokého stupně zaplnění skládky, což znamená, že poměr objemu suroviny k ploše skladu je vysoký.

Druhou možností je husté skladování s proklady, buď v kůře nebo odkorněné. Řídké skladování s proklady je vhodné pro suroviny (obvykle odkorněné), které vyžadují suchou ochranu, zejména v oblastech s nízkou vlhkostí, a to na delší období. Tento typ skladování má nižší koeficient zaplnění skládky, protože objem suroviny je rozložen na větší ploše (Janák 2008). V zájmu bezpečnosti práce musí sklad splňovat předepsané požadavky. Rozmístění čerpadel a hydrantů je povinné každých 200 metrů. Šířka hromady musí být rovna délce sortimentu plus 1 metr kvůli nerovnostem při skladování. Každých 100-120 metrů musí být hromada přerušena 10 metrů širokou cestou. Konce hromad a cest musí směřovat k protipožárním cestám. Výška hromady se řídí manipulačním zařízením, a může být maximálně 12 metrů (Kvietková 2015).

Vykládka

Přeprava do skladů může probíhat pomocí automobilů, vlakových souprav nebo lodí (zejména v zahraničí), přičemž způsoby vykládky a skladování závisí na vybavení konkrétního závodu. V malých podnicích, které jsou zásobovány pouze automobily, se často využívají hydraulické ruce odvozních souprav. Tento způsob vykládky používají zejména malé a střední závody. Hydraulické ruce (statické nebo pohyblivé) jsou cenově dostupné. Univerzální využití má čelní nakladač, který je svým vyměnitelným náradím vhodný pro různé velikosti závodů. Pro tyto stroje je vhodný větší manipulační prostor a zpevněná plocha. Vykládka pomocí jeřábu je preferována ve velkých a středních závodech. Jeřáb využívá větší plochu, ale je vymezeným prostorem a má vyšší pořizovací cenou. Ovšem oproti čelním nakladačům má nižší provozní náklady a nepotřebuje zpevnění povrchu. (Janák 2008).

Přejímka

Je první operace na skladě kulatin. Zahrnuje kvantitativní a kvalitativní hodnocení přijatého zboží, s cílem ověřit jakost a množství zásob. Přejímka probíhá na základě dohodnutých dodavatelsko-odběratelských vztahů. Přejímá se na základě dodacích listů. Při přejímce se začíná kontrolou kvality a kvantity. Během kontroly se sleduje počet kusů, středová tloušťka, délka, objem, jakost, značení a doba těžby suroviny. Tloušťka suroviny se udává v celých centimetrech ve středu délky výřezu, buď s kůrou nebo bez (Janák 2008).

Délka výřezu se měří v metrech s přesností na 1 centimetr. Jmenovitá délka se zaokrouhluje dolů na nejbližší stupeň (obvykle 1 m). Pro výřezy do 20 cm tloušťky (bez

kůry). Po dohodě mezi dodavatelem a odběratelem, může být délka zaokrouhlena na celé metry dolů. Příklad k délce činí 2 % jmenovité délky, který se nepočítá do délky výřezu a jeho použití musí být dohodnuto mezi oběma stranami. Při měření výřezu se zásekem je do celkové délky započítána polovina výšky záseku, maximálně však 0,05 metru (Doporučená pravidla 2008).

Objem suroviny se často měří pomocí Hubertovy metody (vzorec 1 a 2):

$$V_{bk} = \frac{d_{bk}^2 \cdot \pi \cdot l}{40000} \quad \text{měření tloušťky bez kůry} \quad (1)$$

$$V_{bk} = \frac{(d_{sk} - 2k)^2 \cdot \pi \cdot l}{40000} \quad \text{měření s kůrou} \quad (2)$$

v_{bk} = objem kulatiny bez kůry, udaný v [m³]

$d_{bk} + d_{sk}$ = středová tloušťka kulatiny bez kůry, udaný v [cm]

l = délka kulatiny bez přídavku, udaný v [m]

k = tloušťka kůry v [cm]; je dána v tabulkách hodnotou a vztahem podle druhu dřeviny

Tato metoda je užívána po celé Evropě. V případech, kdy není možné provést měření podle Hubertovy metody (například u kusů uložených ve skládce), se měří tloušťka výřezu na čepu a objem se určuje podle tabulek sestavených pro různé druhy dřevin. To je stanoveno normou ČSN 48009 (Janák 2008).

Kontrola suroviny zahrnuje posouzení kvality dřeva a odhalení vad výřezů. Zároveň se zkoumá stupeň odkornění, úroveň opracování a doba těžby. Zimní období (do 500m n.m. od 1.10.-30.4., ve vyšších 1.9.-15.5.) je vhodné pro těžbu většiny dřevin. Letní období obvykle omezuje těžbu u citlivých dřevin, zejména buky a borovice. Menší podniky často upřednostňují přejímku náhodným výběrem, při které se 10-15 % vybere náhodně ke kontrole. Kusová přejímka, při které se kontroluje každý kus, je pro malé podniky náročná. Střední a větší podniky využívají elektronickou přejímku, která je sice horší z hlediska organizačního uspořádání, avšak umožňuje efektivnější kontrolu průběžným měřením délky a tvaru kmene všech kusů dodávky. Zařízení, kterým kulatina projíždí vyobrazí její tvar ve 2D nebo 3D a zaznamená vady. Prostorovou

přejímkou se měří rozměry nákladu, nebo skládky, a objem suroviny se stanovuje pomocí koeficientu zaplnění. Nevýhodou této metody je, že nezohledňuje tloušťky jednotlivých kusů, a proto se spíše nevyužívá (Janák 2008).

Poslední dobou se uskutečňuje přejímka na dohodnuté hmotnosti dřeva, kdy se kvalita a rozměry obvykle nekontrolují. Uplatňují se zejména při přejímce vlákniny a podobných sortimentů, které jsou určeny k výrobě materiálů na bázi dřeva, papíru nebo celulózy. Ve velkokapacitních pilách a středních pilách se provádí úplná elektronická přejímka se současným měřením. Kulatina projíždí měřicím zařízením a systém vyobrazí kulatinu buď ve 2D nebo 3Da zaznamená její vady. (Kvietková a Bomba 2013).

Měření kulatiny

Tloušťka se měří ve středu délky výřezu pro účely výpočtu objemu, zatímco pro třídění před pořezem se tloušťka zjišťuje na konci (čepu) výřezu. Měření délky se využívá pro potřeby krácení a výpočtu objemu. Ruční měření tloušťky se provádí průměrkou, délka se měří měřicím pásmem. Tento způsob měření nachází uplatnění jak v malých, tak ve středních závodech (Janák 2008). Podniky, které disponují nákladnější technologií, využívají snímání výřezů různými metodami. Snímání pomocí 1D měření se využívá převážně pro měření orientační, měří se v jednom směru na specifickém místě. Snímání ve 2D je nejrozšířenější metodou, vhodná je pro všechny druhy použití, probíhá ve dvou směrech – svisle a vodorovně. Snímání celých obvodových křivek příčného řezu pomocí 3D měření, je vhodné pro komplexní zjištění rozměrů, snímá se buď v konkrétním bodě nebo průběžně. Při průběžném snímání tloušťky se navíc zaznamenává délka a poloha, z níž se následně vypočítává křivost (udávaná v cm). Cílem měření je získat přesné rozměry suroviny pro potřeby přejímky, krácení, třídění a evidenci (Fronius 1989).

Krácení kulatiny

Nebereme-li v úvahu zkracování kulatin při těžbě, tak zkracování kulatin na skladě je první výrobní operace a je jedním z nejdůležitějších procesů. Efektivnost následujících procesů se odvíjí od správného průběhu zkracování a jeho příslušném třídění. Zabezpečení prostoru pro dostatečné zásoby, vytvoření vhodného manipulačního prostoru, zajištění optimální technicko-technologické úrovně zkracující pily a kvalifikace operátorů, jsou požadavky pro hospodární využití kulatin.

Nesprávným krácením kulatiny můžeme získat podřadný, méně kvalitní sortiment, nebo při může vznikne více nežádoucího odpadu (Detvaj 2003).

Zkracovací pily se dělí na kotoučové a řetězové, přičemž pro menší provozy s omezenou mechanizací jsou ideální ruční motorové pily. Dvoumužné pily se používají jen výjimečně, a pily převozná najdou své místo převážně v menších dýhárnách, díky své mobilitě. Ve větších výrobních zařízeních hrají klíčovou roli stabilní řetězové a kotoučové pily, které jsou součástí zkracovacích stanic v manipulačně třídících linkách. Typy pil jsou přizpůsobeny pro specifické účely: kotoučové pily se vyznačují předností pro jehličnaté dřeviny různých tloušťek, zatímco řetězové pily jsou vhodné pro zpracování středních a velkých tloušťek kulatiny až do 1,8 metru, které se preferují u listnatých dřevin. Krátící stanice, které jsou součástí manipulačních třídících linek, jsou vybaveny pro přesné zkracování dlouhé kulatiny na výřezy a jen zřídka tvoří samostatnou technologickou část (Janák 2008).

Třídění výřezů

Procesem třídění se připravují podmínky pro plynulou výrobu, za předpokladu nejvyšší možné výtěže řeziva. Výřezy požadovaných rozměrů a množství je ovlivněno mnoha faktory: objemem zpracované kulatiny, sortimentem, technologickým vybavením skladů kulatiny i pilnice, plochou, druhem mechanizace apod. Čepová tloušťka je základní parametr, podle kterého se výřezy třídí téměř vždy. Délka výřezů je důležitá zejména ve stavebnictví, v ostatní výrobě se na ni klade menší důraz. Jakost řeziva se užívá jako kritérium třídění jen zřídka, ale vyřazování nevhodných výřezů a výřezů obsahující kov se provádí téměř vždy. Mezi hlavní druhy mechanizace určené pro třídění patří ruční kolejové vozíky, elektrické kolejové třídící vozíky, čelní nakladače, manipulačně třídící kolejové vozíky a manipulačně třídící linky (Janák 2008).

Odbornou manipulací se připravují jednotlivé druhy výřezů nejen dle rozměrů, ale také podle jakosti. Ačkoliv jsou rozměry výřezů předem určené, je nutné brát v úvahu všechna kritéria jakosti, které rozhodují o kvalitě konečného výrobku. Jsou to převážně suky, vady způsobené biotickými nebo abiotickými činiteli nebo vadami růstu. Růstem se rozumí průběh vláken zakřivenost, sbíhavost apod. Silné zakřivení, vyhnílé místa, náhle změněná tloušťka, sbíhavost nebo nadměrná sukovitost, tvoří primární body, od kterých se provádí sekundární dělení. Tyto vady určují postup manipulace.

Základní dělení se obvykle provádí v manipulačních skladech nebo lesních skladech, aby se zamezilo nákaze (Kvietková a Bomba 2013).

Zjišťování kovových předmětu

Je důležitá nevýrobní operace, pomocí které se zjišťuje přítomnost železných i neželezných předmětů. Nejčastější předměty uvnitř suroviny jsou projektily střelných zbraní nebo střepiny z výbušnin. Na povrchu dřeviny mohou být také háky, kterými se zabezpečují čela suroviny proti praskání. Kovy mohou zcela zničit ostří pilových zubů nebo ho značně znehodnotit. Následkem kovů dochází ke snížení kvality řezných ploch řeziva, protože nástroj neudrží rovinu řezu, zabíhá a výrobek nemá požadované rozměry (Detvaj 2003).

Princip zjišťování přítomnosti kovových předmětů je založen na změně parametrů elektromagnetického pole vytvořené cívkovým systémem. Přerušení magnetického pole je indikované světelnou či zvukovou signalizací. Suroviny s kovovými předměty se v pilařském procese zpracovávají méně hodnotnými stroji s rizikem, že nástroj na předmět narazí. Kdyby nedošlo k jeho odstranění mohla by se ve vyrobeném řezivu objevit tmavá oxidační skvrna. Kusy surového dřeva s kovovým předmětem se zpracovávají menšími kusy a identifikuje se místo kovového předmětu. Vyhovující štěpka se přenesse na další zpracování či na výrobu aglomerovaných materiálů (Detvaj 2003).

Odkorňování

Odstanění kůry z povrchu výřezu je důležité pro další průmyslové zpracování. Odkorňování je efektivní pro využití pilařského odpadu. Neodkornění může mít negativní vliv na technologii při pořezu. Kůra se odstraňuje v kambiální vrstvě. Odkorňování přímo na skladě je pro pilařské provozy vhodnější. Pro odkorňování se využívají otloukácí, odírací, hydraulické, frézovací nebo škrabací (nejvyužívanější) stroje (Kvietková 2015).

Ochrana surovin

Ochrana surovin v pilařském provozu je nezbytná, aby se zabránilo poklesu jejich kvality způsobenému škůdci nebo výsušným trhlinám během skladování. Mezi škodlivé činitele patří zejména houby a hmyz, které vyžadují pro svůj rozvoj vzduch, potravu a optimální teplotu (15–35 stupňů Celsia) (Janák 2008). Při příznivých

podmínkách pro rozvoj biotických činitelů nastanou degradační procesy dřeva. Dřevo ztrácí své původní vlastnosti jak estetické, tak fyzikálně mechanické. Při poškození dřeva trhlinami nebo požitky hmyzu si dřevo uchovává své původní vlastnosti (Svatoň 2000). Mokrý ochrana surovin pomocí udržování vlastní vlhkosti spočívá v ukládání výřezů do hustých skladeb bez prokladu, což je běžná praxe v pilařských závodech, avšak poskytuje pouze krátkodobou ochranu. Během teplých období je důležité zavlažovat dřevo, aby se zabránilo jeho poškození modráním, hmyzem nebo praskáním způsobené vysycháním (TSP 2023). Alternativní metodou je dodávání vody, buď skladováním ve vodě (například jezera), postřikem nebo mlžením, vhodným pro krátkodobou i dlouhodobou ochranu všech druhů dřevin. Nevýhodou je nutnost blízkosti zdroje vody. V pilařských závodech se ochrana pomocí postřiku a mlžení využívá jen zřídka. Tato metoda se využívá převážně pro dlouhodobou ochranu kulatiny po kalamitních těžbách (Janák 2008). Suchá ochrana spočívá v ukládání výřezů do řídkých skládek s proklady, čímž se usnadňuje výměna vzduchu a dosahuje se rychlého poklesu vlhkosti. Tato metoda se v pilařských závodech využívá jen zřídka, kvůli pracnosti ukládání, větším nárokům na plochu a nebezpečí výsušných trhlin. Ochrana za pomoci sníženého obsahu kyslíku spočívá v balení výřezů do neprodyšné folie, to vede ke snížení obsahu kyslíku ve vzduchu pod 1 %. Tento proces zastavuje biologickou aktivitu a zároveň dřevu umožňuje udržet původní vlhkost, čímž se zabrání vzniku prasklin. Tato metoda je často využívána při dlouhodobém skladování výřezů, zejména u lesních společností (Janák 2008). Přestože tato metoda umožňuje efektivní ochranu, je spojena s vysokými náklady na obalový materiál, vyžaduje pracnou údržbu neprodyšnosti obalů včetně pravidelných kontrol. Jak již bylo řečeno, nejlepší ochrana je rychlé zpracování kulatiny a snížení času skladování.

3.3.2 Mechanizace v pilařských provozech

Mechanizace v pilařských provozech představuje klíčový prvek pro zvýšení efektivity, produktivity a bezpečnosti výrobního procesu.

Čelní nakladače

Čelní nakladače jsou univerzální prostředky schopné manipulace s různými materiály včetně výřezů, pilin, štěpky, kůry nebo řeziva. Výběr příslušenství, jako jsou drapáky, lopaty nebo vidle, rozhoduje o typu materiálu, se kterým mohou pracovat.

Orientace drapáku se přizpůsobuje pohybu nakladače, což umožňuje flexibilní práci, bez závislosti na pevně určené trase. To poskytuje volnost ve výběru velikosti skladu a umožňuje jednoduchou výměnu opotřebovaného či poškozeného vybavení. Materiál se nabírá postupným vjezdem, což nese riziko jeho poškození, ale proces nevyžaduje dodatečnou obsluhu pro uchycení, uvolnění drapáku nebo jiného nástroje (Sarvašová Kvietková 2020). Malé a velmi malé pilařské provozy s výkonem do 10 000 až 12 000 m³ kulatiny ročně, pracují v jedné nebo ve dvou směnách. Tyto provozy jsou zaměřené hlavně na uspokojení místní poptávky a charakterizuje je široký sortiment produkce, malé výrobní dávky a obzvláště, jsou-li vybavené pásovými pilami. Umožňuje také výrobu dlouhých stavebních sortimentů, uspořádání skladu a výrobní tok (Janák 2008).

Způsob skladování čelím nakladačem

Dlouhá kulatina se vykládá pomocí hydraulické ruky odvozní soupravy, v celých délkách, stejně jako předem připravené výřezy. Pro výřezy standardních délek od 3 do 6 metrů je rychlejší a efektivnější vykládání čelním nakladačem. Přejímka materiálu může být kusová nebo statistická, založená na ručním měření a evidenci. Pro skladování je vhodné mít větší počet skládek, kde už při vykládce dovezené suroviny, může dojít k základnímu třídění. Jedna skládka zůstává obvykle volná pro manipulační účely. Zde probíhá ruční měření a manuální krácení motorovou pilou u vybraných kusů, společně s odstraněním kořenových náběhů a jiných možných výrobních vad (například špatně odvětvené větve). Skládky mohou být přístupné z obou stran nebo opatřeny opěrou. Skládky jsou opatřeny pevným povrchem alespoň v místech, kde se pohybuje nakladač. Třídění probíhá obvykle hrubě, přibližně po 5 cm, aby nedocházelo k poklesu výkonu nakladače. Třídění se adaptuje podle aktuálních potřeb výroby. Dopravu materiálu do pilnice provádí opět nakladač, což zajišťuje rychlost procesu. Šířka cest musí odpovídat délce přepravovaného materiálu, což pro standardní výřezy do 6 metrů, činí přibližně 7 metrů. Čelní nakladač se stal hlavním a často výlučným prostředkem pro manipulaci s materiálem malých a středních provozů. (Janák 2008).

Toto skladové uspořádání nabízí jednoduchost, efektivitu a nízkou potřebou fyzické práce, která je omezena převážně na měření a krácení dřeva. Výhody tvoří převážně možnost malé plochy skladu a univerzálnost využití, což může být přínosem pro provozy s omezeným prostorem. Naopak omezené možnosti třídění často znamenají vyšší náklady a nižší efektivitu. Pro toto uspořádání je nejvhodnější pro provozy s pásovou pilou, kde detailní třídění není prioritou. Přesto je třeba počítat s

nutností zpevnění skladovací plochy, které představuje další investici. Tato investice se v delším časovém horizontu zhodnotí, absencí vody a bláta, nedohází ke znečištění vstupní dřevní hmoty před vstupem do výroby (vlastním pořezem). Znečištění blátem způsobuje rychlejší opotřebení řezacích (sekacích) segmentů dochází ke ztrátě kvality skladované suroviny.

Třídící kolejové vozíky

Třídící kolejové vozíky najdou uplatnění převážně v malých a velmi malých pilařských provozech, s ročním objemem zpracování kulatiny od 3000 do 5000 m³. Tyto podniky fungují často pouze sezónně nebo příležitostně, nikoli celoročně. Pily tohoto typu nabízejí v malých sériích široký sortiment produktů, včetně dlouhých stavebních materiálů a orientují se většinou pouze na místní trh. Sklady kulatiny těchto provozů disponují nižší úrovní mechanizace. Tato skutečnost omezuje provoz pouze na provádění základních operací. Napříč těmito skutečnostem musí být schopné, v relativně krátkém čase, připravit výřezy požadovaných rozměrech. Tyto provozy jsou typicky zásobovány dlouhou kulatinou (Janák 2008).

Způsob skladování třídícími kolejovými vozíky

Vykládka kulatiny probíhá obvykle pomocí hydraulické ruky nebo jeřábem (zřídka). Přejímka je většinou kusová, měření se provádí ručně. U zakázkových řezů se přejímka někdy i vynechává. Pro efektivní skladování je vhodné disponovat větším počtem menších, předem tříděných, skládek. Měření a příprava materiálu, včetně krácení a odstraňování kořenových náběhů, se provádí ručně v přední části skládek ruční motorovou pilou. Třídění výřezů se uskutečňuje s využitím ručně tlačených nebo elektrických vozíků, podle aktuálních potřeb výroby a možností skladu. Skládky výřezů jsou nízké a rovné, což usnadňuje ruční manipulaci z obou stran. Materiál se do pilnice transportuje stejným nebo jiným vozíkem (Janák 2008).

Hlavní předností je jednoduchost, nízké náklady na vybavení, minimální požadavky na údržbu, nízké provozní náklady. Pro sklad třídících vozíků není potřeba veliké plochy skladu. Sklad nepotřebuje pevný povrch ani přístupové komunikace. Nevýhodou jsou omezené možnosti třídění. Omezení na základní operace, vysoký podíl fyzicky náročné práce, nízká produktivita a omezení ve vykládce vagónů.

Manipulačně třídící vozíky

Manipulačně třídící vozíky se využívají v skladech pilařských závodů s objemem výroby od přibližně 10 000 do 30 000 m³ kulatiny ročně, které se zaměřují na zpracování různých druhů dřevin a produkují široký sortiment rozměrů řeziva. Tyto vozíky jsou vybaveny hydraulickou rukou pro manipulaci s kulatinou, snímacím systémem pro měření tloušťky a délky, řetězovou pilou pro krácení a řídicím počítačem pro optimalizaci procesu. Vybavení může zahrnovat i odsávací zařízení pilin. Mechanizace tohoto typu umožňují provádět všechny základní operace jedním člověkem (Janák 2008).

Způsob skladování manipulačně-třídícími vozíky

Vykládka probíhá buď rukou vozíku, čelním nakladačem, avšak nejčastěji se provádí hydraulickou rukou odvozní soupravy. Přejímka bývá kusová nebo statistická, během nebo po vykládce, kde se měří rozměry a vizuálně hodnotí kvalita. Elektronická přejímka je možná s 2D snímači, ovšem je využívána pouze výjimečně, kvůli vysokým nákladům a nízkému výkonu. Následně se kulatina ukládá na odvodněné plochy skládek, přizpůsobené pro manipulaci rukou vozíku nebo čelními nakladači. Měření a krácení kulatiny probíhá na pracovním stole, kde se pomocí snímacího zařízení a řídicího počítače určují optimální rozměry výřezů, spolu s redukcí kořenových náběhů frézovací hlavou na vozíku nebo reduktorem. Ten může být umístěn za pracovním stolem. Výsledné výřezy jsou tříděny do boxů podle různých parametrů, jako jsou čepové tloušťky, délky a druhy dřevin. Operátor píše hodnoty čepových tlouštěk na čela výřezů, kvůli třídění nebo evidenci. Odkorňování a hledání kovů se provádí pouze před pořezem, pokud touto mechanizací provoz disponuje. Výřezy se mohou do pilnice transportovat buď přímo manipulačně třídícím vozíkem nebo čelním nakladačem. To závisí na možnostech provozu nebo objemu výroby.

Mezi hlavní výhody vozíků patří: vysoká produktivita práce, schopnost jednoho pracovníka obsluhovat celý sklad, nízké nároky na plochu, jednoduché zpracování kulatiny různých rozměrů a jakosti, vysoká variabilita prováděných operací, zejména třídění. Nicméně, nevýhodou je pokles výkonu při zpracování suroviny menších tlouštěk nebo krátkých výřezů, omezení na integraci zařízení pro hledání kovů, komplikace s odkorňováním, které může výrazně snížit výkon a také nutnost dražších snímacích systémů pro 2D měření při elektronické přejímce suroviny (Janák 2008).

Sklady kulatiny s manipulačně-třídícími linkami

Manipulačně třídící linky využívají velké závody o ročním objemu výroby od 40 000 do 50 000 m³ a jsou obvykle orientovány na zahraniční trh. Rozsah výroby je omezen druhem dřevin a délkou řeziva. Sortiment je stálý, mění se poměrně zřídka. Sklady těchto závodů musí být schopny připravit odpovídající objem tříděných výřezů. Tyto provozy jsou zásobovány především výřezy požadovaných délek, pouze výjimečně kulatinou v celých délkách. To zrychluje celý proces a efektivitu. Tyto pily mají obvykle velmi moderní vybavení, což umožňuje provádět všechny operace, od elektronické přejímky kulatiny po podrobné třídění výřezů. Manipulačně-třídící linky mohou obsahovat tyto části: mechanizované skládky se zásobníkem, rozebíračem a dávkovačem, 2D/3D snímací systémy pro měření rozměrů kulatiny, řídicí počítač pro zpracování dat a řízení procesů, krátící stanice s pilou, odstraňovač kořenových náběhů a odkorňovač pro úpravu výřezů apod. Specifika linek se liší dle potřeb a vybavení (Janák 2008)

Způsob skladování manipulačně-třídících linek

Kulatina je vykládána z odvozních souprav (vagonů) na mechanizované skládky. Na mechanizovaných skládkách je kulatina rozebrána a jednotlivé kusy projíždějí na podélném dopravníku snímacím zařízením, kde jsou rozměry jednotlivých kusů zaznamenávány. Poté jsou podle návrhu způsobu kráceny a přesunuty na souběžný dopravník před zkracovací pilu. Nakrácené výřezy jsou vyhozeny z podélného dopravníku za pilou na příčný dopravník. Pokračují k třídíči. Výřezy jsou dávkovány z příčného dopravníku na podélný, procházející cívkou hledače kovů, kde jsou tříděny do jednotlivých boxů. Skládky vytríděných výřezů jsou po obou stranách třídíče. Výřezy jsou k pilnici dováženy čelním nakladačem. Manipulačně-třídící a třídící linky umožňují flexibilní zpracování výřezů podle kapacity, vybavení a místních potřeb pilařských závodů. Operace a jejich pořadí se liší podle specifických podmínek (Janák 2008).

Manipulačně-třídící a třídící linky jsou ideální pro pilařské závody s ročním zpracováním 50 000 až 1 000 000 m³ kulatiny, typicky se specializací na omezený počet druhů dřevin a disponují stabilní rozměrovou škálou řeziva. Obsluha na jednu směnu provozu těchto skladů vyžaduje tým skládající se z jeřábníka nebo řidiče čelního nakladače, dvou operátorů linky, dalšího řidiče čelního nakladače nebo

vysokozdvížených vozíků pro vyprazdňování boxů a vedoucího směny. Tyto linky nabízejí širokou škálu výkonů, kompletní zpracování materiálu, vysokou flexibilitu a produktivitu. Hlavní nevýhodou jsou vyšší náklady na vybavení a nutnost prostorově rozsáhlého prostoru. Tyto nevýhody jsou relevantní hlavně u menších provozů. Větší provozové tyto nevýhody překonávají díky své vyšší výrobní efektivitě (Janák 2008).

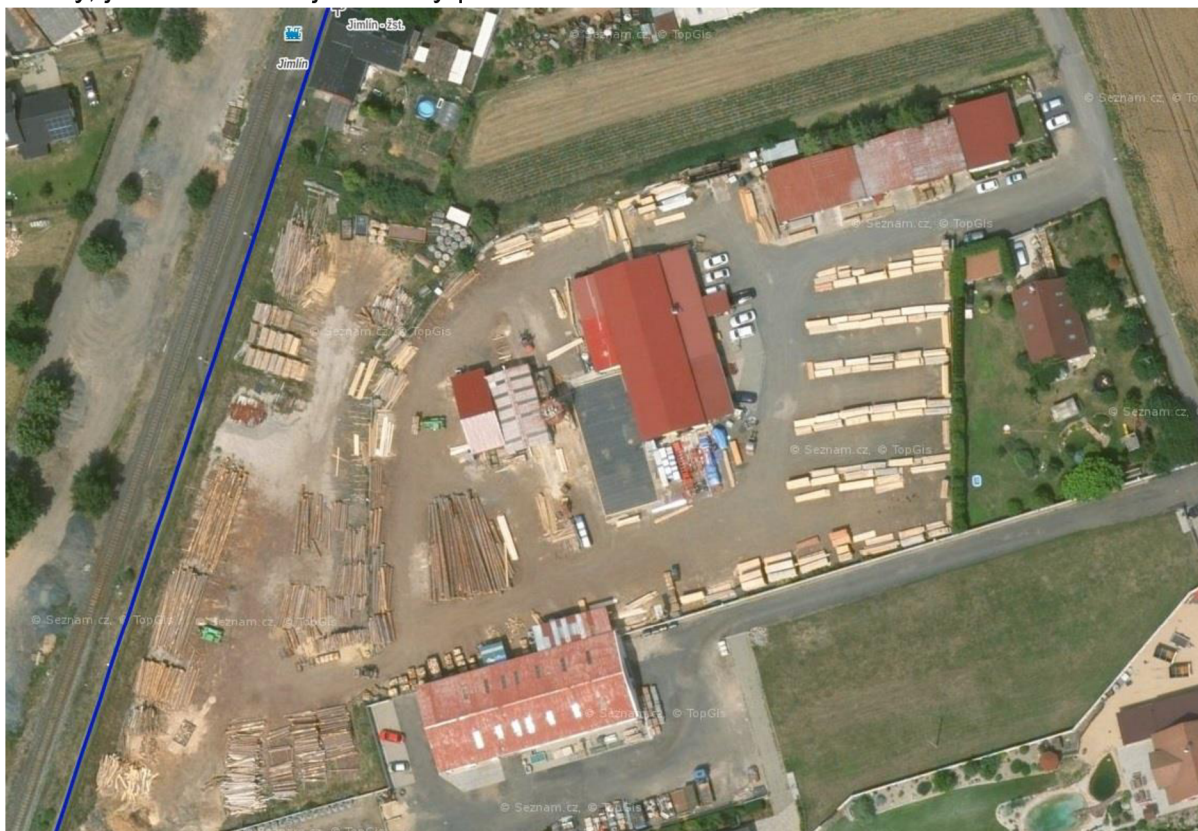
4 Metodika a výsledky práce

Prvním krokem zpracování této bakalářské práce, byl výběr vhodného podniku. Podnik, který je otevřený inovacím, ochoten investovat a usilující o zlepšení kvality svého provozu. Jako neocenitelný zdroj informací, pro zhotovení této práce, byl vedoucí pracovník Kamil Trunschka, který odhalil důležité informace o provozu, včetně budoucích plánů, výzev i nedostatků, se kterými se podnik v současnosti potýká. Dalším krokem bylo seznámení s provozem, shromáždění potřebné literatury a zdrojů, které pokrývají zkoumanou problematiku. Tyto informace byly základem pro literární rešerši, jež představuje teoretický základ práce. Na základě získaných poznatků byla provedena analýza možných úprav a optimalizací skladových prostor, které byly podrobně konzultovány, s ohledem na další plány podniku. Úvodem praktické části je popsán vybraný podnik, jeho vybavení a celková strategie na trhu. Následně pokračuje stručným popisem historie provozu. Součástí historie tvoří i optimalizace, které se v posledních letech uskutečnily. Pro zpřehlednění práce provozu K-Dast se nabízí modelový popis procesu pořezu a jeho rozmístění jednotlivých zařízení v provozu. V průběhu práce se odhalují různé nedostatky, kterým podnik čelí, avšak práce řeší pouze některé. Vybrané nedostatky byly zhodnoceny jako nezbytné pro další rozvoj provozu. Jedním z navržených opatření bylo odvodnění a úprava terénu. Byla pečlivě zvolena vhodná firma a následně vykalkulovaná předběžná cena. Očekávaný výstup tohoto návrhu je snížení nákladů na provoz techniky a zvýšení kvality zpracovávaného materiálu. Dále byla navržena integrace třídícího kolejového vozíku, jehož začlenění by mělo vést k efektivnější práci, snížení provozních nákladů, zvýšení výkonu čelních nakladačů a potenciálně i k zrychlení i zvýšení objemu produkce. Tento návrh byl jednoduše znázorněn na satelitním snímku provozu. Návrh integrace kolejového vozíku zohledňuje finanční možnosti provozu, jeho prostor a zájmy na udržení konkurenceschopnosti. Tyto strategické změny jsou prezentovány jako komplexní řešení, které by mohlo vést k výraznému zlepšení efektivity a produktivity podniku, snížení nákladů a posílení jeho konkurenceschopnosti na trhu. V průběhu práce se odhalují i další možnosti na zvýšení efektivity provozu K-Dast. Práce zmiňuje některé z dlouhodobých cílů i vizí provozu, které by mohly vést k vyššímu objemu zpracovávané suroviny. Ovšem všechny tyto plány jsou hluboce vzdálené a pro tuto chvíli pouze spekulativní. V poslední části této práce se provádí porovnání s některými, již existujícími pracemi na obdobné téma. Hodnotí se možnost aplikace postupů,

uvedených v těchto pracích, v rámci této práce. Závěrem se shrnují opatření pro optimalizaci a zefektivnění operací podniku K-Dast. Jsou zde diskutovány další možné strategie pro snížení nákladů.

4.1 Představení provozu

Pilařský provoz společnosti K-Dast (Obr.1), který se nachází v Jimlíně v okrese Louny, je klasifikován jako malý podnik.



Obrázek 1 – Pilařský provoz společnosti K-DAST

Zajišťuje dobrou dostupnost, a to jak pro zaměstnance bez vlastního vozidla, tak pro dopravce. Ročně zpracuje přibližně 7 000 m³ kulatiny, což představuje průměr 600 m³ měsíčně. Řezivo tvoří přibližně 300 m³ ostrohranného materiálu a dalších 80 m³ prken. Zbytek produkce se rozděluje mezi palivové dříví a piliny. Zásoby, které se na skladě pohybují jsou okolo 200 m³, lze konstatovat, že podnik disponuje vyhovující zásobou kulatiny. Kulatina je dovážena jak z Německa, tak z okolních lesů. Podnik zpracovává převážně smrk (třetí jakostní třídy v kvalitě B), tvoří 90 % veškerého zpracovaného materiálu s průměrnou cenou 2 200 Kč za 1 m³ kulatiny bez dopravy. V menším množství se zpracovává modřín a zřídka i dub. Jednou ze slabin podniku je napadení dřeva škůdci (tesařici, dřevokaz), ovšem ve větší míře se setkává s hnilobami, které tvoří až 15% přejímané kulatiny. Tyto suroviny jsou znehodnocené

a nemůžou být použity k původně zamýšleným účelům, a tak je vynuceně zpracováno na palivové dřevo. Hlavními odběrateli jsou soukromé osoby a živnostníci a podnik se soustředí výhradně na výrobu stavebního řeziva. Nabídka společnosti zahrnuje široký sortiment produktů, od stavebního řeziva po deskové materiály a palivové dřevo. Společnost disponuje i vlastním skladem řeziva v Měcholupech nedaleko Žatce. Součástí provozu je obchod s železářstvím a potřebami pro truhláře. Rozmanitost nabídky podniku, odráží snahu uspokojovat různorodé segmenty trhu a udržet si konkurenceschopnost, v rychle se vyvíjejícím odvětví. Celková rozloha areálu se odhaduje na 13 000 m², z čehož 3 000 m² zaujímá manipulační sklad. Podnik zaměstnává celkem 26 pracovníků, včetně druhé pobočky, která slouží pouze jako sklad řeziva. Míra fluktuace zaměstnanců obsluhujících stroje, je v tomto podniku na úrovni dvou pracovníků ročně. Pilařský provoz zaměstnává 17⁶ lidí na hlavní pracovní poměr, přičemž sezónně jsou zaměstnáváni i brigádníci. Podle vedení je podnik v tuto chvíli personálně plně obsazen. Podnik funguje v jednosměnném režimu, s pracovní dobou od 7:30 do 15:30. Během směny mají pracovníci nárok na obědovou pauzu od 10:30 do 11:00, během které je provoz dočasně pozastaven.

Vybavení pily

Podnik je vybaven rozsáhlou mechanizací⁷. Univerzální čelní nakladač s vyměnitelným nářadím (Obr. 4). Na skladě s kulatinou zásobuje primárně nejvýkonnější pásovou pilu (Obr. 3). Pro méně náročné úkoly slouží menší čelní nakladač, který je určen hlavně pro dodávání výřezů druhé pásové pily (Obr. 2). K manipulaci, zejména s polotovary nebo dokončenými produkty, jsou k dispozici tři vysokozdvizné vozíky. Hlavní stroje podniku představují pásové pily, zatímco rámová pila a další zařízení, jako jsou omítací, rozmítací a zkracovací pily, doplňují hlavní technologie pro zpracování řeziva. Odpad z rozmítací pily ve formě pilin se

⁶Na méně výkonné pásové pile (zpracování výřezu slabších průměrů), jsou zaměstnáni dva pracovníci, zatímco hlavní pásovou pilu, obsluhují pracovníci tři. U rozmítací pily se střídají 2 až 3 lidé, přičemž jeden z nich obsluhuje vysokozdvizný vozík a zásobuje rozmítací pilu polotovary. Nejzkušenější pracovník je na čelním nakladači, který obsluhuje stroj, ale také měří, krátí, třídí a dopravuje výřezy do pilnice. Podnik brigádně zaměstnává dva pracovníky, kteří podle potřeb provozu obsluhují štípačku, rámovou pilu, nebo zbylé ještěřky na skladě řeziva. Podnik zaměstnává i prodejce v maloobchodní části areálu (Obr.5 – větší budova s červenou střechou), jednoho vedoucího pracovníka a tři řidiče kamionů. Přerozdělení pracovníků je podřízeno zakázkám a potřebám provozu.

⁷2 čelní nakladače, 3 vysokozdvizné vozíky, 1 štípačka, 2 pásové pily, 1 rámovou pilu, 3 zkracovací pily, 1 rozmítací pilu a polo – automatizovanou brusku.

shromažďují v kontejneru vedle stroje. Piliny z hlavních strojů (pásová pily), jsou transportovány do sila vedle nich.

Podnik disponuje poloautomatickou bruskou na pilové listy, impregnační vanou a třemi nákladními auty pro přepravu řeziva, včetně jednoho víceúčelového vozidla s hydraulickou rukou. K efektivnímu zásobování pohonných hmot mechanizace, je k dispozici vlastní maloobjemová čerpací stanice.



Obrázek 2 "Hlavní" pásová pila (WRAWOR)



Obrázek 3 "Pomocná" pásová pila



Obrázek 4 Univerzální čelní nakladač (BT-CBD 5.0)

Historie pilařského provozu K-Dast, Jimlín

Pila, která byla založena na přelomu let 1992 a 1993, původně disponovala jen omezeným vybavením: rámovou, rozmítací a formátovací pilou. Podnik se dříve definoval jako malý, díky svému sezónnímu charakteru, malému objemu zpracované kulatiny a svou specializací na zpracování různých druhů dřevin. I přesto tuto skutečnost byly založeny pevné základy pro budoucí rozvoj. S hlavním strojem v podobě rámové pily a přibližně šesti zaměstnanci včetně majitele, čelil podnik obtížím, způsobeným nedostatkem finančních prostředků. To ohrožovalo podnik v jeho další existenci. V roce 2019 nastal zlom, když provoz přešel pod nového vlastníka. Tato změna nejenže přinesla obměnu vedení, ale také otevřela cestu novému strategickému a vizionářskému směřování. Díky investicím do nákupu pásových pil a dalším zařízením, došlo k čtyřnásobnému nárůstu objemu výroby. To představovalo zásadní obrat v operacích a celkové výkonnosti podniku. S příchodem nového majitele, bylo prvním krokem zaměstnat kvalifikovaného vedoucího pracovníka. Následně podnik začal v rámci finančních možností nového majitele investovat do nákupu výkonnějších strojů. Cílem těchto investic bylo přizpůsobit podnik aktuálním tržním požadavkům a zvýšit jeho konkurenceschopnost. V roce 2023 došlo k významnému kroku v procesu modernizace podniku, kdy bylo zařízení rozšířeno o další výkonnější pásovou pilu a doplněno o pomocný stroj – rozmítací pilu. Tato

modernizace přinesla významné zvýšení kapacity pro zpracování dřeva, což vedlo k výraznější efektivitě produkce. Následně, v roce 2024, bylo motivací pro pořízení moderní štípačky na palivové dřevo rostoucí poptávka po udržitelných, ekologicky šetrných a cenově přístupných zdrojích vytápění. Tato investice umožňuje podniku lépe reagovat na tržní trend, směrem k udržitelnosti a ekologické odpovědnosti. Proces modernizace a rozšíření nejen posílil postavení pily na trhu, ale také umožnil diverzifikaci nabízených služeb a produktů. Pila se dnes prezentuje nejen jako dodavatel tradičních dřevařských výrobků, ale také jako podnik, který nabízí inovativní řešení v rámci svého odvětví. Závazek k udržitelné výrobě a ekologické odpovědnosti přitom zůstává v centru jejich podnikatelských aktivit a strategie pro budoucnost.

Modelový popis procesu pořezu sledovaného subjektu

Kulatina je do skladu surovin dopravována po příjezdové cestě, která stejně jako povrch skladu, není zpevněná. Toto omezuje dopravu, zejména za nepříznivého počasí, a značně limituje výkon čelního nakladače, který je hlavním prostředkem pro manipulaci s kulatinou ve skladu. Přejímka kulatiny se řídí metodou prostorové přejímky a je založena na předchozích pozitivních zkušenostech a pevně stanovených obchodních a dodavatelských vztazích. Kulatina je obvykle dovážena v celých délkách. Vykládka se provádí téměř vždy pomocí hydraulické ruky odvozní soupravy. Po vyložení se dřevo skládá na dřevěné podklady, buď podle průměrů nebo v celých délkách, bez sklonu a bez použití prokladů.

Skládky kulatiny, situované po obvodu pozemku, jsou přístupné pouze z jedné strany, přičemž zadní část skládky tvoří val zabraňující sesuvu dřeva. Měření kulatiny se provádí ručně pomocí průměrky a měřicího pásma. Krácení na požadovanou délku se realizuje ruční motorovou pilou, přičemž obě tyto činnosti vykonává operátor čelního nakladače, dlouholetý pracovník provozu, který detailně zná požadavky výroby. Následně je dřevo rozděleno podle požadavků výroby jednotlivých zakázek a transportováno k příslušnému technologickému uzlu.

V areálu se nachází čtyři zastřešené objekty, tři z nich jsou umístěny v centru (Obr. 5), obsahují pilařskou technologii. Nejbližší manipulačnímu skladu se nachází první, méně výkonná, pásová pila (Obr. 5, číslo 2). Za ní se nachází objekt s rámovou a zkracovací pilou (Obr. 5, číslo 3). Rámová pila se využívá sporadicky, v závislosti na dostupnosti personálu a požadavků zakázky. Hlavní roli v procesu tedy hrají pásové



1. h. Pásová pila
2. p. Pásová pila
3. rámová pila
4. Rozmítací pila
5. Brusírna
6. Silo na piliny
7. Štípací pila

Obrázek 5 Rozmístění pilařského zařízení

pily. Za tímto objektem se nachází silo (Obr. 5, číslo 6), které centrálně shromažďuje piliny z hlavní pásové pily (Obr. 5, číslo 1).

V pilnici s hlavní pásovou pilou, je dřevo nejprve položeno na kolejový dopravník, odkud je manuálně posouváno podél pásové pily. Vysokozdvizný vozík převezme potřebný svazek s polotovary a převáží jej k rozmítací pile (Obr. 5 číslo 4), která se nachází na opačné straně cesty. Zde se z polotovarů vyrábějí konečné výrobky (v závislosti na zakázce, řezivo může podléhat i sušení nebo impregnaci). V objektu s rozmítací pilou se nachází i štípací agregát (Obr. 5 číslo 7) pro výrobu palivového dřeva nebo oplocenek. V přední části areálu je situován sklad řeziva (Obr. 5 pravá strana snímku), který disponuje impregnační vanou.

4.2 Možnosti optimalizace

Práce se zaměřuje na optimalizaci skladových prostor (Obr. 6) s cílem snížit provozní náklady a zvýšit tak provozní zisk. Sklad suroviny, jak vyplývá z literární rešerše a přiložených fotografií, je v současném stavu nevyhovující. Prvním problémem skladu je nedostatečně zpevněný povrch, což vede k propadání čelních nakladačů a vysokozdvizných vozíků, a tím nejen k vyšší spotřebě pohonných hmot, ale také vyšší míře opotřebení pneumatik a celkově vyššímu namáhání mechanizace. V extrémních případech mohou tyto obtíže vést až k poškození různých částí

podvozku. V neposlední řadě dochází i ke znečištění dřevní hmoty na vstupní surovině a práce personálu, v těchto podmínkách, je občas na hraně požadavků bezpečnostních opatření. Návrh, na kompletní zpevnění plochy manipulačního skladu asfaltem, byl pro tuto chvíli vedením provozu zamítnut. Zpevnění prostorů se ovšem zvažuje, ale představuje pro provoz značnou výzvu, jak z úředního hlediska, tak z hlediska finančních zdrojů, kterými podnik v současné době nedisponuje. Odhadovaná cena projektu je v řádu milionů. Cena je ovlivněna různými proměnnými faktory, jako jsou náklady na přípravné práce, tloušťka asfaltové vrstvy, ale také vzniklé ztráty při zastavení provozu. Vedením provozu byl vyjádřen souhlas s nezbytností vývozu přebytečné zeminy s příměsí dřevního odpadu, úpravy vyspádování a částečného zpevnění plochy skladu štěrkem a zhutněnou kamennou drtí.

Během dalších diskuzí s vedením se pozornost směřuje k dalším možným krokům v oblasti optimalizace. Podnik v plánuje v dohledné době zpevnění plochy skladu řeziva, u kterého se nyní čeká pouze na vydání stavebního povolení. V krátkodobém horizontu se jeví jako rozumné, zvážit zavedení již zakoupeného třídícího kolejového vozíku, vyrobeného firmou Baljer-Zembrod a spolu s ním zreorganizovat strukturu celého manipulačního skladu.

Návrh zařazení kolejového třídícího vozíku linky B-Z

V současné době sklad (Obr. 6) čelí významným omezením v plném využívání svých kapacit, což je částečně zapříčiněno přítomností valu uprostřed skladu a skládkami s výřezy podél něj. Tato situace výrazně komplikuje efektivní manipulaci, prodlužuje trasu v důsledku nutnosti objíždění a výrazně snižuje plynulost provozu. Většina skládek je umístěna na zadním konci areálu, což nutí nakladač pravidelně cestovat až na hranici prostoru.



Obrázek 6 Manipulační sklad kulatin

Měření i krácení materiálu probíhá přímo v místech, kde se skládá vstupní surovina. Je vhodné zřídit alespoň jednu vyhrazenou skládku pro tyto účely, což by přispělo ke zvýšení bezpečnosti práce. Nevhodné rozmístění skládek, které jsou vzdálené od pilnice, hrubě tříděné a vyžadující větší prostorovou náročnost, než by bylo potřebné. Toto je nedostatkem zvláště ve srovnání kolejových vozíků. Čelní nakladače musí překonávat delší vzdálenosti, než by bylo nutné v optimálně zorganizovaném skladu. Dále, skládky palivového dřeva a plotovek připravených k expedici zabírají značnou část skladového prostoru, zvláště v případě pomalého odbytu. Dalším významným nedostatkem je existence pouze jedné přístupové cesty, která není efektivně propojena s interními cestami mezi skládkami, což vede k neefektivnímu využití dostupného prostoru. Integrace cest určených pro skladovou techniku a cestami pro příjezd souprav se surovinou, by zlepšila využití prostoru a organizaci skladu. To by usnadnilo hrubé třídění materiálu již při vykládce a celkově zefektivnilo práci. Tyto skutečnosti by přímo přispěly k vyššímu objemu produkce a snížení nákladů. Klíčovým krokem pro zlepšení této situace je navržené vyrovnání celé plochy skladu do jedné roviny. Tato optimalizace by vylepšila logistiku a umožnila efektivnější využití dostupného prostoru.

V rámci návrhu na reorganizaci skládek byl vypracován koncept (Obr. 7), který se zaměřuje na maximalizaci využití dostupného prostoru.

Klíčovým prvkem je nově navržená příjezdová cesta (Obr. 7, číslo 1 – šipky znázorňují směr jízdy), vedoucí podél vnitřního obvodu areálu, tvořící přirozenou točnu. Toto řešení umožní kamionům plynulý průjezd areálem, bez nutnosti otáčení. Řidičům se umožní lepší manipulace s vozidly, což v porovnání s aktuálním stavem, výrazně zjednoduší logistické procesy. V zadní části areálu jsou plánovány skládky pro vstupní suroviny (Obr.7, číslo 2), jež budou systematicky tříděny dle typu dřevin, délek a tloušťek. Tímto způsobem dojde ke zvýšení efektivity a usnadnění další manipulace s materiálem. Pro tříděné výřezy budou specifické boxy (Obr. 7, číslo 3), umístěné na opačné straně kolejí (Obr. 7, číslo 4).

1. Příjezdová cesta
2. Sklad surových kmenů
3. Sklad výřezů
4. Dráha kolejového vozíku



Obrázek 7 Koncept integrace třídícího kolejového vozíku

Tímto způsobem umožní čelním nakladačům zkrátit cestu k pilnici. Důležité je zavedení většího počtu menších skládek tříděných výřezů, což přispěje k lepší organizaci a efektivitě práce.

Ačkoliv zpevnění povrchu skladu není nutné, je doporučeno jeho budoucí zpevnění zvážit, alespoň v místech, kde se bude pohybovat kolová technika. Nezpevněné a neodvodněné plochy mohou vést k rychlejšímu opotřebení mechanizace a zvyšování souvisejících nákladů. Navíc, znečištění surovin může přispět k otupení pilových listů, čímž se snižuje kvalita řeziva a dochází k menšímu zhodnocení výstupního produktu.

Navrhované změny přinesou skladu zlepšení v různých oblastech, nejen ve zvýšení logistické efektivity, ale také v lepším využití zdrojů, snížení nákladů, zlepšení kvality výstupů a zvýšení objemu produkce. Reorganizace poskytne podniku řadu klíčových přínosů: od zvýšení provozní efektivity prostřednictvím maximálního využití dostupného prostoru, přes zlepšení bezpečnosti, přehlednosti díky detailnějšímu třídění, až po snížení výdajů a úsporu nákladů na pohonné hmoty. Lepší organizací skladu dojde k zvýšení celkové efektivity výroby a efektivnějšímu využití pracovní síly.

Integrace třídícího vozíku (Obr. 8), přináší nejen efektivnější a bezpečnější třídění, které je nezávislé na počasí, ale zároveň zvyšuje flexibilitu v manipulaci s materiálem. Možnost vozíku otáčet se o 360 stupňů a s dosahem jeřábu až 15 m (zaleží na typu vozíku), může vozík efektivně zpracovávat suroviny dle aktuálních potřeb. To představuje výrazný kontrast oproti čelním nakladačům, jejichž možnosti jsou omezené a zaměřují se převážně na manipulaci s výřezy umístěnými v přední části boxů.



Obrázek 8 Třídící kolejový vozík (Baljer-Zembrod)

Díky optimalizaci procesů, vylepšení logistiky a přepracování struktury se očekává zrychlení obratu materiálu a snížení časové náročnosti operací. To by mohlo podniku umožnit rozšířit objem výroby. Tato strategická opatření jsou zaměřena na zvýšení efektivity a produktivity, což by mělo podniku zajistit výraznější konkurenční výhodu na trhu. Pro zavedení navržených opatření bude klíčové nejen získat stavební povolení, ale i provést pečlivé strategické plánování i přípravu, přičemž bude kladen důraz na optimální využití dostupného skladového prostoru. Předběžná konzultace s firmou Baljer-Zembrod, ohledně nákladů spojených s instalací kolejové trati odhalila, že počáteční investice může být vysoká (1000 EUR za 1m dráhy). Ovšem, nabízí se využití alternativy v podobě repasované kolejové dráhy. Toto řešení je finančně efektivnější a mohlo by podstatně snížit celkové výdaje projektu.

Centralizace všech pilařských strojů do jedné haly je vřele doporučována. Současné rozmístění strojů se jeví jako neefektivní, protože zbytečně zabírá cenný prostor. Tento prostor by mohl být efektivněji využit, jak pro rozšiřování skladovacích možností, tak pro implementaci nových pilařských technologií, například pořízením odkorňovače. Takové zařízení by nejen zvýšilo životnost řezných nástrojů, ale umožnilo by i komerční využití kůry jako vedlejšího produktu, což přináší další přidanou hodnotu. Kromě toho by centralizace značně zefektivnila pracovní procesy a zjednodušila přístup k nezbytným strojům a zařízením. Přestože by tato reorganizace výrazně přispěla k zvýšení produktivity a efektivity práce, její realizace by vyžadovala rozsáhlé stavební úpravy a významné finanční investice. Ty představují pro podnik v současnosti významnou překážku, jelikož disponuje omezenými finančními zdroji.

Navrhované úpravy mají potenciál podstatně posílit efektivitu a produktivitu ve dřevozpracujícím provozu společnosti K-Dast. Zavedení těchto úprav by vedlo k výraznému snížení nákladů, optimálnějšímu využití dostupných kapacit a posílení konkurenční pozice podniku na trhu.

V rámci dlouhodobých strategických plánů zvažuje provoz možnost rozšíření svého areálu o sousední pozemky (Obr. 9, pozemek 362/21 znázorňuje provoz K-DAST). Jeden z těchto pozemků je momentálně nevyužit (Obr.9, pozemek 362/23), zatímco na druhém se nachází železárna (Obr.9, pozemek 362/64). Předběžný průzkum naznačil ochotu majitelů je za určitých okolností prodat.



Obrázek 9 - Pozemky 362/23 a 362/64 jsou možné v budoucnosti odkoupit

Realizace vývozu zeminy z areálu pilařského provozu K-Dast, Jimlín

V současnosti bylo nutné provést vývoz přebytečné zeminy s dřevním odpadem, což představovalo významný krok v rámci provozu. Výběr firmy pro odvoz zeminy a odhadovaná cena, se odvíjela od mnoha faktorů. Zahrnovala vzdálenosti skládek, ceny za odvoz zeminy, její kvalitu a další aspekty jako náročnost pracovního procesu. Přesná kalkulace byla komplikovaná, kvůli těmto proměnným. Předběžná kalkulace předpokládala, že vývoz jedné nákladní Tatry (10 tun), by při vzdálenosti nejbližší skládky 15 kilometrů a výkupní ceně zeminy 70 Kč za tunu, vyšel orientačně na 3000 Kč, nezapočítáváje další náklady spojené s úpravou povrchu, dovozu techniky, či náklady na pracovní sílu. Rozpočet, který byl vedoucím provozu

poskytnout, byl omezen na 100 000 Kč. Po konzultaci s firmou Martiny Lešákové, bylo zjištěno, že nebyla schopna splnit požadavky této zakázky. Tato firma se specializuje na menší zakázky. Jako vhodnější kandidát se ukázal Petr Jung z obce Jimlín, s vozovým parkem pouze 8 km od provozu, který zakázku přijal. Celková „zaokrouhlená“ cena byla stanovena na 90 000 Kč. Po rozhodnutí o výběru vhodné firmy pro odvoz zeminy a vypracování kalkulace nákladů, byl tento návrh předložen vedení a následně bylo přistoupeno k jeho realizaci.

Očekává se, že tyto akce přinesou snížení nákladů na provoz techniky až o 10 %. Přesné provozní náklady čelních nakladačů a vysokozdvížných vozíků nelze stanovit, protože jejich využití se řídí aktuálními potřebami provozu. Návratnost investice bude odhadnuta na základě dlouhodobé spotřeby.

5 Diskuze

Optimalizace konkrétního pilařského provozu je vysoce specifickou úlohou, která vyžaduje přizpůsobení se charakteristikám a požadavkům daného podniku. To znamená, že přístupy a metody musí být pečlivě vybrány a upraveny tak, aby co nejlepším způsobem vyhovovaly konkrétním potřebám podniku. Ve veřejně dostupných zdrojích nejsou k dispozici žádné informace specifické pro podnik K-Dast, což zdůrazňuje individualitu a unikátnost každého přístupu k optimalizaci v rámci této práce. Ačkoli se mnoho autorů věnuje tématu optimalizace pilařských provozů, konkrétní data nebo studie pro K-Dast chybí.

Fiala (2016) nabízí cenné vhledy do obecných principů a metodik, které lze aplikovat i v jiných kontextech. Autorova studie se zaměřuje na komplexní zlepšení technologických zařízení a procesů v pilařském provozu, využívá přitom inovativní technologie a strategie, které vedou ke zvýšení efektivnosti a ekonomické výkonnosti na širší úrovni. Autor své optimalizace zaměřuje převážně na inovaci v technologických zařízeních, které jsou pro K – Dast v současnosti nemožné. Ovšem jeden z návrhů, je implementace třídícího kolejového vozíku. Tato optimalizace je aplikovatelná a navrhovaná i v rámci této práce. Kolejovým vozíkem by došlo ke zlepšení toku výřezů do pilnice, což by mělo za následek zpřehlednění situace na manipulačním skladě, plynulejší přípravu požezových dávek a lepší evidenci suroviny.

Naopak Vorel (2022) se zaměřuje na optimalizaci pilařského provozu přiblížením skladových prostor směrem k pilnici a dokoupením omítací pily. Tímto způsobem se zvýší objem výtěže, a přispěje tak k zefektivnění výroby. Ačkoliv se zaměřuje na jiný pilařský závod, s menším objemem zpracovávané suroviny, jsou autorovy myšlenky obdobné. Zvýšit efektivitu podniku lepší organizovaností provozu a zlepšení výtěže přikoupením technologie. Tato optimalizace by rozšířila sortiment výroby, a přesto nebyla příliš nákladná.

Kaš (2020) je dalším autorem, který řeší optimalizaci dřevozpracujícího podniku. Autor se zaměřil na optimalizaci koupí odkorňovače. Myšlenka pro zlepšení efektivnosti pomocí odkorňovače není v zásadě špatná, ale v rámci autorem popsaného podniku se jeví neefektivní. Podnik, který popisuje, má roční objem zpracovávané kulatiny do 500 m³. Jeho podnik není sezonního charakteru. Doporučení pro podnik, a zároveň zachování myšlenky koupě odkorňovače, by se dalo realizovat pořízením

odkorňovače na motorovou pilu. Ten by byl efektivní a zároveň méně nákladný. Koupě odkorňovače je ovšem zmíněn i v této práci, avšak zatím pouze spekulativně.

Autoři zaměřující se na tuto problematiku volí různé způsoby optimalizací, v závislosti na možnostech podniku. Všichni zmínění autoři se shodují, že k dalšímu rozvoji lze dosáhnout správnou implementací vhodně zvoleného zařízení. Tím zvýšit produktivitu svého provozu a zároveň neohrozit jeho další existenci.

Předmětem dalších diskusí může být, zda existuje nějaký univerzální nízkonákladový způsob zvýšení produkce, který by byl aplikovatelný u všech provozů o různých výrobních kapacit. Závěrem lze říct, že jejich způsoby nejsou možné aplikovat v rámci podniku řešeného touto prací, stejně tak, jako postup této práce nelze aplikovat u jejich.

5.1 Přínos pro vědu a praxi

Výsledky práce zdůrazňují význam správně organizovaných skladovacích prostor a poukazují na důležitost vhodně zvolené mechanizace pro manipulaci s kulatinou na skladě. Práce poskytuje čtenářům vhled do dané problematiky a pomáhá jim porozumět důležitosti správného skladování. Informace, spolu s řešením nedostatků, jsou přizpůsobeny potřebám podniku K-Dast. Avšak vhodné jsou i pro čtenáře zabývající se obdobnou tematikou

6 Závěr

Společnost K-Dast představuje perspektivní podnik s širokým spektrem optimalizačních opatření. V současnosti podnik čelí omezeným finančním zdrojům, což je úzce spojeno s globální ekonomickou situací. Tato skutečnost značně omezuje podnik v provádění rozsáhlejších investic. Jako řešení jednoho z klíčových problémů, byl vybrán vývoz zeminy, spojený s odvodněním a úpravou terénu. Tento nedostatek byl již od samého počátku identifikován jako nevyhovující. Tato optimalizace, provedená v době vypracovávání závěrečné práce, by měla podniku ušetřit minimálně 10 % nákladů na pohonné hmoty. Navíc byl předložen návrh na integraci třídícího kolejového vozíku Bajler-Zembrod, který by mohl významně pozvednout produktivitu podniku. Tento návrh však podléhá dalším, nikoli však zanedbatelným, investicím.

Z práce také vyplývá, že podnik čelí mírné míře odchodů zaměstnanců, což zahrnuje i propouštění. Klíčem k řešení tohoto problému může být nalezení správného způsobu ohodnocení pracovníků, zvýšení zájmu o vzdělávání nebo zavedení motivačních metod odměňování. To by mohlo firmě v určitém časovém horizontu pomoci ušetřit náklady a současně zvýšit kvalitu produktů. V neposlední řadě stojí za zmínku, že pořízení jiné mechanizace na sklad s řezivem, například bočního vysokozdvizného vozíku, by se na skladě s řezivem vytvořilo více místa. Toto by přispělo k dalšímu zefektivnění skladování a rozšíření prostor. Mezi doporučení také patří zaměřit se na celkové zlepšení organizace práce, která navazuje na navržené optimalizace. Nabízí se i možnost zefektivnění způsobu přejímky, protože podnik údajně čelí ztrátám na dřevě způsobené biotickými činiteli. Tyto ztráty poukazují na pravděpodobnost zanedbávané kontroly kvality při přejímce. Tato skutečnost poukazuje na zanedbávání kontroly kvality. Tím se nabízí možnost zavedení systému pro evidenci a měření, který by mohl podnik výrazně pozdvihnout. Tyto okolnosti ukazují, že podnik musí postupně řešit mnohé nedostatky, které budou muset být postupně odstraňovány.

Při vypracovávání této bakalářské práce jsem se dostal do odlišných pracovních prostředí, což bylo pro mě, vzhledem k mému akademickému zaměření, velmi obohacující. Chtěl bych vyjádřit svůj vděk všem, kteří se na mé práci přímo či nepřímo podíleli, především pak zaměstnancům a vedoucím pracovníkům podniku K-Dast. Tento podnik, i když nebyl první, který byl navštíven, se ukázal jako ten pravý.

Během mého výzkumu jsem navštívil několik pil, kde jsem se setkal s menší mírou pochopení ze strany jejich majitelů. Podniky se sezónním charakterem, které jsem nevhodně zvolil, byly spokojené se svým současným stavem a nevykazovaly zájem o spolupráci nebo jakékoli změny. Tato zkušenost mi odhalila, že ne všechna má rozhodnutí byla zpočátku správná. To mi však umožnilo lépe pochopit, jak důležitý je správný výběr spolupracujícího partnera.

Ačkoliv diskuse o rozšiřování areálu, dlouhodobém zpevnění povrchů, reorganizaci a modernizaci technologií, zůstává aktuální, podrobnosti o jejich realizaci zatím nebyly definitivně stanoveny. V konečném důsledku lze říci, že implementace navrhovaných opatření nabízí významný potenciál pro zefektivnění operací a snížení operativních nákladů v pilařském sektoru. Toto by mohlo výrazně přispět k zvýšení konkurenceschopnosti a ziskovosti podniku v této náročné průmyslové oblasti.

Díky spolupráci se společnostmi K-Dast a jejich ochotě otevřeně konzultovat všechny navrhované způsoby optimalizace jsem získal cenné poznatky a zkušenosti. Za to bych rád vyjádřil své upřímné poděkování.

7 Seznam literatury a internetových zdrojů

BARTŮNĚK, J. & KELBLOVÁ, H. (1999). *Obchodování se dřívím*. Písek: Matice lesnická spol. s r.o. 167 s. ISBN 80-86271-01-3.

BOMBA, J. (2009). *Hodnocení stavu strojně technologického vybavení pro malé a střední pilařské podniky v České republice*. S. 159. Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská.

DETVAJ, J. (2003). *Technológia piliarskej výroby*. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 232 s. ISBN 80-228-1248-X.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1981). *Small and medium sawmills in developing countries: A guide for their planning and establishment*. [online] Rome: FAO Forestry Paper 2E. s.149. [cit. 03.24.2024]. ISBN 92-5-101155-9. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/an773e/an773e.pdf>

FRIESS, F. (2004). *Pilařské zpracování dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-1149-5.

FRIESS, F. (2006). *Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-1533-4.

FRONIUS, K. (1989). *Der Rundholzplatz: Arbeiten und Anlagen im Sägewerk*. Band 1. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart. 284 s. ISBN 3-87181-331-1.

HRUBEC, T. (2002). *Vývoj dřevozpracujícího průmyslu po roce 1989*. Lesnicko-dřevařský sektor ČR a zemí EU, Sborník referátů z konference, Brno, 23.5.2002.

JANÁK, K. (2008). *Sklady dřevní suroviny*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-214-9.

KLEIN J. a kol. (1986). *Organizácia a riadenie výroby v drevozpracujúcom priemysle, časť I.* Edičné stredisko VŠLD Zvolen – SK. 258 stran.

KOMÁRKOVÁ, V. (2011). *Skladování dříví*. [online] Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce Prof. Ing. Ivan Roček, CScS. 122 s., [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://www.fld.czu.cz/dl/48069?lang=cs>

KUPČÁK, V. (2002 b.). *Vývoj dřevozpracujícího průmyslu ČR v období 1945-1981*. Sborník referátů z konference Lesnicko-dřevařský sektor České republiky a zemí Evropské unie, Brno 23.5.2002.

KVIETKOVÁ, M. (2015). *Obrábění dřeva*. Praha: CARTER. s. 295. ISBN 978-80-213-2604-0.

- KVIETKOVÁ, M. & BOMBA, J.** (2013). *Pilařské zpracování dřeva – technologie pořezu rámovou pilou*. 1. vyd. Praha: Powerprint. 242 s. ISBN 978-80-87415-79-5.
- MEADOWS, D. H. & MEADOWS, D. L.** (1995). *Překročení mezí: konfrontace globálního kolapsu s představou trvale udržitelné budoucnosti*. Praha: Argo. ISBN 80-85794-83-7.
- PRAŽAN, P.** (2010). *Analýza faktorů možností vývoje malých a středních pilařských provozů v ČR*. [online] Disertační práce. Praha: ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce Prof. Ing. Ivan Roček, CSc [cit. 2024.02.21]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/pdkzkn/12921572>
- PRAŽAN, P.** (2011). *Sawing capacities in the Czech Republic*. [online] In: *Drvna Industrija*. 62(3), s. 229-233. [cit. 2024.03.10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/274047404_Sawing_Capacities_in_the_Czech_Republic
- SARVAŠOVÁ KVIETKOVÁ, M.** (2020). *Dřevařské komodity II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-3035-1.
- SCHMITHÜSEN, F., WEISER, B., MELLINGHOFF, S. & KAMMERHOFFER, A.** (2009). *Unternehmerisches Handeln in dem Wald und Holzwirtschaft*. Základy podnikové ekonomiky a řízení. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-1945-5.
- SPROCK, V.** (1950). *Vývin novodobého drevopriemyslu*. Praha: Průmyslové vydavatelství.
- SVATOŇ, J.** (2000). *Ochrana dřeva*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-435-x.
- TRÁVNÍK, A.** (1996). *Výroba dřevěného nábytku*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-203-9.
- VARKOČEK, J., HOLOPÍREK, J. & ROUSEK, M.** (1996). *Dělení, obrábění a tváření materiálů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-230-6.

Internetové zdroje

BALJER-ZEMBROD. (2024) Třídící a rozvážecí vozík kulatiny. In: Baljer-Zembrod.cz [online]. [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://www.baljer-zembrod.cz/tridici-vozik>

Čúzk.cz. Nahlížení do katastru nemovitostí. In: Čúzk.cz [online]. [cit. 2024-03-10]. Dostupné z: [Marushka - 0s :31ms, 1 prvků. \(cuzk.cz\)](http://Marushka-0s:31ms,1prvků.(cuzk.cz))

DaiBau.cz. Asfaltování dvorku a okolí domu, cena a výhody. In: DaiBau.cz [online]. [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.daibau.cz/clanek/317/asfaltovani-dvora-a-okoli-domu-cena-a-vyhody>

DemolicePlus. Zemní práce, deponie, demolice ceník. In: DemolicePlus.cz [online]. [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.demoliceplus.cz/cenik/>

Hobbytec. Odvoz zeminy. In: Hobbytec.cz [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.hobbytec.cz/odvoz-zeminy/>

JANÁK, K. (1999). Stav pilařství v českých zemích. In: Lesnická práce [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-78-1999/lesnicka-prace-c-5-99/stav-pilarstvi-v-ceskych-zemich>

JUNG, P. Služby, které poskytujeme. In: AutodopravaJung.cz [online]. [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.autodopravajung.cz/>

KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. (2002). Materiály na bázi dřeva. In: Lesnická práce [online]. [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-81-2002/lesnicka-prace-c-6-02/materialy-na-bazi-dreva>

LEŠÁKOVÁ, M. Zemní a výkopové práce. In: ZemniPraceZatec.cz [online]. [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.zemni pracezatec.cz/>

Mapy.cz. Píla Jimlín. In: Mapy.cz [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?q=Jiml%C3%ADn%20242&source=addr&id=13828903&ds=1&x=13.7522119&y=50.3257726&z=17&ovl=5>

Obec Jimlín. Místní skládka Zeměchy – Stavební suť, výkopovou zeminu a biologický odpad ze zahrádek. In: Jimlin.cz [online]. [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.jimlin.cz/odpadove-hospodarstvi/stavebni-sut-vykopovou-zeminu-a-biologicky-odpad-ze-zahradek>

PRAŽAN, P. (2003). Vývoj pilařského průmyslu v ČR a jeho vliv na ceny dříví. In: Lesnická práce [online]. [cit. 2024-02-26]. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace->

[archiv/rocnik-82-2003/lesnicka-prace-c-09-03/vyvoj-pilarskeho-prumyslu-v-cr-a-jeho-vliv-na-ceny-drivi](#)

StopyUmu.cz. Pila na vodní pohon. In: StopyUmu.cz [online]. [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: <https://stopyumu.cz/pamatky-a-technologie/pily/>

THE SAWMILL PROCESS. (2023). In: WoodCampus.co.uk [online]. [cit. 2024-03-27]. Dostupné z: <https://woodcampus.co.uk/wp-content/uploads/2023/10/STTF-TSP.pdf>

Wikipedia. Villard de Honnecourt. In: Wikipedia.org [online]. [cit. 2024-02-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Villard_de_Honnecourt