

Distribuční logistika expedice obráběcích strojů

Stanislav Loužil

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Stanislav Loužil
Osobní číslo:	T18039
Studijní program:	B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Technologická zařízení
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Distribuční logistika expedice obráběcích strojů

Zásady pro vypracování

- Literární studie k tématu práce
- Analýza současného stavu distribuce obráběcích strojů v dané firmě
- Návrh distribučních procesů, vyhodnocení přínosů

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

ZIJM, Henk, Matthias KLUMPP, Alberto REGATTIERI a Sunderesh HERAGU. *Operations, logistics and supply chain management*. Cham, Switzerland: Springer, [2019], 1 online zdroj. Lecture notes in logistics. DOI: 9783319924472. Dostupné také z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1881242&authtype=ip,shib&custid=s3936755>
DUPAL, Andrej. *Logistika*. Bratislava: Sprint 2, 2018, 287 s. Economics. ISBN 9788089710447.
Technické normy (ČSN EN 15552)
LUKOSZOVÁ, Xenie et al. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2012, 121 s. ISBN 978-80-86929-89-7.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ondřej Bílek, Ph.D.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: 5. ledna 2021
Termín odevzdání bakalářské práce: 21. května 2021

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 1. dubna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- 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 (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta: Stanislav Loužil

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na sledování funkcí logistických a distribučních řetězců a snížení nákladů spojených s expedicí obráběcích strojů ve firmě TOSHULIN a.s. V teoretické části jsou popsány metody a nástroje logistických systémů, činností a distribuce. Praktická část zkoumá možnosti optimalizace stávajících expedičních obalů a plného využití distribuce ve vybraném distribučním řetězci.

Klíčová slova: Logistika, Distribuce, Balení, Expedice

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on monitoring the functions of logistics and distribution chains and reducing the costs associated with the dispatch of machine tools in the company TOSHULIN a.s. The theoretical part describes the methods and tools of logistic systems, activities and distribution. The practical part examines the possibilities of optimizing existing shipping packaging and full use of distribution in a selected distribution chain.

Keywords: Logistics, Distribution, Packaging, Expedition

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce, doc. Ing. Ondřeji Bílkovi, Ph.D., za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady a soustavnou pozornost, kterou mi věnoval při vypracování této práce. Velké dík patří Ing. Pavlovi Janíkovi, za poskytnuté informace a čas věnovaný konzultaci k této bakalářské práci.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SYSTÉMY LOGISTIKY V PODNICÍCH	11
1.1 ŘETĚZCE LOGISTIKY V PODNIKU.....	11
1.2 PRODEJNÍ AKTIVITY DODAVATELE	11
1.2.1 Formulování vztahu dodavatel - zákazník	12
1.3.1 Distribuční řetězec	13
2 SYSTÉM DISTRIBUCE	15
2.1 MANIPULAČNÍ A PŘEPRAVNÍ JEDNOTKY	15
2.1.1 Druhy manipulačních jednotek podle využití v logistickém procesu	15
2.1.2 Přepravní jednotky pro obráběcí stroje	16
2.2 BALENÍ.....	20
2.2.1 Ošetřování dřevěného obalového materiál.....	22
2.2.2 Aplikace protokolu IPPC ISPM č. 15 v praxi dodavatele dřevěných obalů.....	23
3 LOGISTICKÉ ČINNOSTI	25
3.1 DODACÍ DOLOŽKY INCOTERMS	25
3.1.1 Příklady dodacích podmínek dle INCOTERMS.....	25
4 SHRUTÍ TEORETICKÉ A CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI PRÁCE	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI TOSHULIN, A.S.	28
5.1 VÝROBNÍ PROGRAM	29
6 DIMENZOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH NOSNÝCH OBALŮ	30
6.1 DRUHY VÝROBKŮ Z HLEDISKA NÁROKŮ NA NOSNOST OBALU	30
6.2 POPIS STÁVAJÍCÍ POUŽÍVANÉ KONSTRUKCE PODSTAV OBALŮ	31
6.3 ŘEŠENÍ KONSTRUKCE OBALŮ PRO JEDNOTLIVÉ DRUHY VÝROBKŮ	33
6.3.1 Konstrukce obalu pro výrobky nesoudržné, tvořené více částmi	35
6.3.2 Konstrukce pro výrobky nesamonosné, vyžadující podporu v ploše.....	37
6.3.3 Meze dovoleného průhybu	39
6.4 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ VÝPOČTŮ V OPTIMALIZACI STÁVAJÍCÍCH OBALŮ	40
6.4.1 Nosná podesta pro stojan stroje BT 1600 C	40
6.5 ZMĚNA ZPŮSOBU LOŽENÍ ČÁSTÍ STROJŮ S NIŽŠÍ HMOTNOSTÍ	43
7 VYHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ	47
7.1 PŘEDSTAVENÍ STROJŮ PRODUKTOVÉ ŘADY BASICTURN	47
7.2 VYHODNOCENÍ STROJE BT 1600 C.....	48

7.3	VYHODNOCENÍ STROJE BT 4000 S	49
ZÁVĚR		51
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		52
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		55
SEZNAM OBRÁZKŮ		56

ÚVOD

Chce - li firma uspět na trhu mezi konkurenty, musí o své zákazníky bojovat nejen na úrovni kvality produktu. V současné době je zákazníkem vyvíjen stále větší tlak i na snižování ceny produktu. Je tedy nutné hledat možnosti snižování nákladů na všech úrovních podniku.

Problematice spojené s logistikou se klade stále větší pozornost. Ovlivňuje spokojenost zákazníka a má zásadní vliv pro úspěch podniku. Logistika jako vědní obor se stále rozvíjí. Vyznačuje se především v řízení zásob a materiálu, balením, skladováním, distribucí a dopravou.

Firma TOSHULIN a.s., vyrábí obráběcí stroje s vysokou mírou zákaznických úprav a nabízí řešení pro splnění specifickým požadavkům zákazníka. Je proto nutné navrhovat proces expedice přímo na míru aktuálním potřebám exportu a zabývat se optimalizací logistického řízení ve vybraném distribučním řetězci.

Hlavním úkolem je zajistit, aby požadovaný materiál byl v daný čas na správném místě, v požadované kvalitě a s optimálními náklady. Distribuční řetězec je cesta, která vede od konce výroby až ke konečnému zákazníkovi. Jde o pružný proces, který musí být schopen reagovat na náhlé změny. Expediční náklady se nemalou částí podílejí na celkových nákladech firmy. Důležité tedy je, tyto náklady, které se objevují v distribuci, v balení i v přepravě, efektivně snižovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

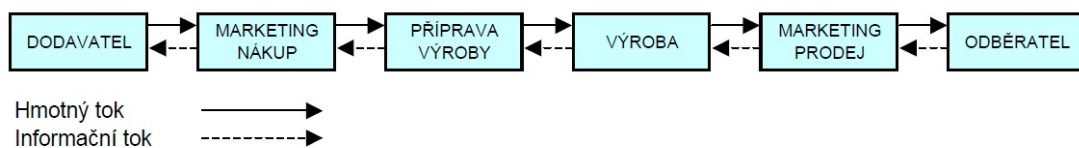
1 SYSTÉMY LOGISTIKY V PODNICÍCH

Představení základních pojmů v logistickém řetězci a seznámení s funkcemi, které může plnit distribuční řetězec při toku materiálu v podniku i mimo něj.

1.1 Řetězce logistiky v podniku

Spolupráce obchodních partnerů je založena na vzájemných obchodních vztazích. Obchodní vztahy jsou vždy minimálně bilaterálního charakteru. V těchto vztazích dochází jak k toku informací mezi dodavateli a odběrateli, tak k toku materiálu, respektive zboží. S navazováním vzájemných vztahů odběratele s dodavatelem úzce souvisí využití marketingu. Dodavatel svou marketingovou strategií cílí na potenciálního odběratele, odběratel svým marketingem cílí dále na své zákazníky. Navázáním vztahů vzniká vzájemná spolupráce nazývaná termínem podnikový obchodní řetězec [1].

Schéma podnikového obchodního řetězce je zobrazeno na (Obr.1)



Obrázek 1 Podnikový logistický řetězec, zpracováno dle 4 s. [1]

1.2 Prodejní aktivity dodavatele

Aby dodavatel mohl efektivně využívat marketingových nástrojů, musí znát podmínky trhu, na kterém chce uplatit své aktivity. Podmínky na trhu analyzuje na základě běžně dostupných dat v například databázích firem či obchodním rejstříku. Velmi důležitým faktorem na trhu je poptávka, na niž chce dodavatel odpovědět nabídkou. Na základě získaných dat je získána znalost množiny potenciálních zákazníků, na jaké následně cílí své aktivity. Vzhledem k charakteru činnosti dodavatele je důležité zvolit způsob a formu marketingu tak, aby byl co možná nejvíce efektivní. V případě prostředí, ve kterém se předmět činnosti této práce nachází, se jedná výlučně o cílený marketing. Množina

zákazníků je zde úzká a je proto velmi vhodné cílit na jednotlivé zákazníky individuálně. Zákazníky jsou nejčastěji jen velké výrobní firmy.

1.2.1 Formulování vztahu dodavatel - zákazník

Budování vztahů postavených na úspěšném marketingu je založeno na intenzivní komunikaci, při které je nutno tvořit nabídku na míru v korelaci s potřebami dodavatele. Tato a další činnosti jsou velmi důležité zejména pro dodavatele, neboť ovlivňují výši nákladů, které je třeba vynaložit k úspěšnému odbytu jeho zboží či služeb. Nákladnějším procesem je vždy získání nového zákazníka, než udržení toho stávajícího. Postupy formování spolupráce se vyvíjejí přes jednotlivé úrovně, při nichž vznikají jednotlivé hmatatelné výsledky činnosti a zisk. V této práci již vycházíme z fungujícího podnikového obchodního řetězce a zaměřujeme se na procesy expedice, distribuce a logistiky. Expedice je stěžejní činností práce, je jí proto věnována další část práce.

1.3 Provoz, logistika a distribuční řetězce

Provoz a logistika jsou základními kameny moderních dodavatelských řetězců. Jsou zásadní v globálním podnikání a ekonomice. Složení, charakter a význam dodavatelských řetězců se rychle mění kvůli technologickým inovacím, jako jsou komunikační a informační technologie, robotika, internet věcí, aditivní výroba (např. 3D tisk) a kybernetické fyzikální systémy (často označované jako Průmysl 4.0).

Pro schopnost konkurence a udržitelnosti na trhu je nezbytné těmto základním systémům provozu, logistiky a dodavatelského řetězce porozumět [17].

Distribuce a logistika

Distribucí rozumíme proces přesunu materiálu, respektive zboží od dodavatele k zákazníkovi. Aby distribuce fungovala správně, opírá se o principy logistiky. Tyto principy přímo navazují na expedici a obnáší zejména:

- příprava materiálu v expedici,
- administrativní činnost,
- nakládka, transport a vykládka materiálu,
- celní služby,

- zpětná vazba a kontrola [2].

Aby celý proces distribuce fungoval správně, je nutno dosáhnout dodání materiálu ve stanovené kvalitě a množství na správné místo. Velmi důležitým faktorem je včasné dodání [3].

Včasné dodání často klade požadavky na dodání ve stanoveném čase tak, aby byla eliminována potřeba skladování a zároveň se předešlo prostojům v případě zpožděné dodávky.

Výsledek správné činnosti distribuce a logistiky je založen na správně vyjednaných podmínkách spolupráce a zejména schopnosti dodavatele zajistit odpovídající zákaznický servis. Zákaznický servis je určen schopnostmi dodavatele reagovat na požadavky zákazníka v čase, přičemž ceněna je nejvíce schopnost pružné reakce. Úroveň zákaznického servisu je v souhrnu s know-how dodavatele odrazem jeho míry konkurenceschopnosti.

1.3.1 Distribuční řetězec

Distribuční řetězec zahrnuje všechny činnosti potřebné k převodu surovin a materiálů do konečných produktů. Od zdrojů přes výrobu komponentů a finální montáž až po distribuci ke koncovému zákazníkovi. Včetně všech potřebných manipulačních a skladovacích činností. Stále častěji zahrnuje i vyřizování zpětných toků produktů a možné opětovné použití materiálů a komponent nebo vratných obalů [17].

Distribuční řetězec má počátek u dodavatele surovin, kdy cílem je zajistit včasnou dostupnost v požadovaném množství materiálu pro výrobce a pokračuje až ke konečnému zákazníkovi na jimi určená místa.

Řízení dodavatelského řetězce zahrnuje plánování a řízení všech činností dodavatelského řetězce. Logistické řízení je ta část řízení dodavatelského řetězce, která plánuje a řídí efektivní tok materiálu do výroby a posléze samotných výrobků ke konečnému zákazníkovi. Logistické řízení je integrační funkce, silně závislá na informační infrastruktuře a v ideálním případě synchronizována s ostatními funkcemi včetně marketingu, prodeje, výroby a financí. Tato provázanost jednotlivých funkcí v distribučním řetězci jasně naznačuje, že logistika není jen synonymem pro dopravu [17].

Logistika by měla poskytnout dodat odpovídající zboží dle objednávky a to:

- v požadovaném množství,
- v požadované kvalitě,
- v požadovaný čas,
- na požadovaném místě,
- za optimální náklady,
- s ohledem na ekologickou stopu [17].

2 SYSTÉM DISTRIBUCE

Důležitým procesem v logistice je systém distribuce. Tato kapitola je zaměřena na vhodnou volbu manipulační a přepravní jednotky a ošetření dřevěného obalového materiálu.

2.1 Manipulační a přepravní jednotky

Každý výrobek vyžaduje specifické způsoby nakládání a manipulace. Aby bylo možno s výrobkem bezpečně manipulovat, je nutno jej uložit ve vhodné přepravní jednotce. Následná manipulace a transport výrobku v přepravní jednotce umožňuje využití unifikovaných způsobů přepravy. Přepravní jednotkou rozumíme obalový systém zajišťující možnost manipulovat s výrobkem běžnými způsoby, bez nutnosti znát konstrukci výrobku, povolené a zakázané manipulace s výrobkem samotným. S přepravní jednotkou tím může být manipulováno ve všech částech logistického řetězce běžnými způsoby. Běžnými způsoby jsou standardní manipulační procesy využívající manipulační techniky, jakou jsou například paletové vozíky, vysokozdvížné vozíky, jeřáby. Přepravní jednotky se podle využití v logistickém procesu dělí do kategorií a jsou typově a rozměrově vymezeny standardy ISO [7].

2.1.1 Druhy manipulačních jednotek podle využití v logistickém procesu

Manipulační jednotky I. Řádu - jsou nejmenšími druhy obalů umožňujících uložení a transport dílčích částí výrobků či malých celků. Povaha těchto jednotek určuje základní nedělitelné množství přepravovaného zboží. To znamená, že obal postupuje logistickým řetězcem z jednoho místa do druhého, přičemž nedochází k zastávkám za účelem doklázky či částečné vykládky zboží. Typickým druhem této jednotky je krabice nebo bedna v uzavřeném stavu.

Manipulační jednotky II. Řádu - Jsou přepravní a ukládací systémy, které v logistickém procesu umožňují standardní manipulaci způsobem, který je obecně shodný pro všechny provozy. Příkladem jsou malé kontejnery nebo palety.

Manipulační jednotky III. Řádu - Jsou standardizované přepravní a případně i skladovací prostředky pro přepravu zboží uloženého v jednotkách I. a II. řádu. Umožňují manipulaci velkého množství materiálu univerzálním způsobem. Slouží zejména pro

mezikontinentální přepravu zboží. Je možno je přepravovat silniční kamionovou, železniční, leteckou a lodní dopravou. Příkladem jsou námořní kontejnery, což jsou nerozebíratelné celky určenými pro opakované použití.

2.1.2 Přepravní jednotky pro obráběcí stroje

Pro expedici obráběcích strojů, které jsou po zabalení připraveny již ve stavu manipulačních jednotek, se používají nejčastěji jako přepravní jednotky výměnné nástavby pro silniční nákladní vozidla nebo kontejnery, které jsou zpravidla využívány pro zámořské destinace.

Při expedici manipulačních jednotek je využíván především mostový jeřáb nebo autojeřáb, v cílové destinaci taktéž. Proto, pokud se jedná o zámořskou destinaci, používají se k přepravě námořní kontejnery typu 40' Open Top (nákladní kontejner s otevřeným stropem) nebo 40' Open Top High Cube (zvýšená verze nákladního kontejneru s otevřeným stropem), pro nadměrné manipulační jednotky pak speciální kontejner typu Flat Rack (kontejner s otevřenou střechou i bočními částmi).

K přepravě silničními nákladními vozidly se používají nejčastěji standardní plachtové návěsy s ložnou plochou 13,60 x 2,48 x 2,67 m nebo 13,60 x 2,47 x 3,0 metrů. Pro nadměrné manipulační jednotky pak návěsy bez plachet a bočnic nebo speciální a hlubinné návěsy.

40' Open Top kontejner má typické charakteristické konstrukční vlastnosti. Střecha se skládá z odnímatelných luků a odnímatelné plachty (Obr.2). Vzpěru dveří lze vyklopit. Stěny kontejneru jsou většinou vyrobeny z vlnité oceli. Podlaha je ze dřeva. Tyto dvě konstrukční funkce výrazně zjednodušují proces balení a vybalení kontejneru. Zejména pomocí jeřábu nebo autojeřábu, když je střecha otevřená a vzpěra dveří je vyklopena ven. Je však třeba poznamenat, že účelem střešních luků Open Top kontejneru není pouze podepření plachty, ale také přispění ke stabilitě kontejneru. Upevňovací kroužky, ke kterým může být náklad připevněn, jsou instalovány v horní a dolní boční kolejnici a v rohových sloupcích. Upevňovací kroužky mohou nést zatížení až 1 000 kg [8].



Obrázek 2 Pohled do kontejneru typu Open Top [14]

40' Open Top High Cube kontejnery mají podobnou konstrukci jako kontejnery Open Top, ale jsou vyšší (Obr.3). Na rozdíl od standardních Open Top kontejnerů, které mají maximální výšku 2591 mm, jsou kontejnery typu Open Top High Cube vysoké 2896 mm [8].



Obrázek 3 Porovnání kontejnerů High Cube vs. standardní velikost [15]

Flat Rack (Obr.4) se skládají z podlahové konstrukce s vysokou nosností složené z ocelového rámu a podlahy z měkkého dřeva a dvou koncových stěn, které mohou být pevné nebo skládací. Koncové stěny jsou dostatečně stabilní, aby umožňovaly připevnění zajišťovacích prostředků nákladu a stohování několika plochých ploch na sebe. Flat Racky jsou k dispozici ve velikostech 20' a 40'. V bočních kolejnicích, rohových sloupcích a podlaze je instalována řada upevňovacích kroužků, ke kterým může být náklad připevněn. Kotevní kroužky mohou být u velikosti 20' zatíženy až 2 000 kg nebo u velikosti 40' až 4 000 kg. Některé typy velikosti 20' mají kapsy na vysokozdvizný vozík. Flat Racky se používají hlavně k přepravě těžkých nebo nadměrných nákladů [8].



Obrázek 4 Flat Rack kontejner [16]

2.2 Balení

Každá manipulační jednotka na sobě nese informace o dovozeném a zakázaném způsobu manipulace, identifikační údaje odesilatele a příjemce [2].

Mimo tyto údaje je manipulační jednotka opatřena informacemi nutnými pro zabezpečení bezpečnosti při manipulaci nakládek a vykládek. Těmito údaji jsou hmotnost celé jednotky a poloha těžiště.

Pro obráběcí stroje se používají dřevěné nosné palety samotné či palety tvořící základnu beden. Materiál na nich umístěn je přikryt antikorozi fólíí. Nosnými paletami se rozumí základny pro uložení nákladu o hmotnostech řádově jednotky až desítky tun. Nákladem je vždy výrobek k exportu k cílovému zákazníkovi. Rozhodující kritéria pro konstrukci dřevěného obalu je aplikace vhodných výpočtů a využití dlouhodobých zkušeností výrobce obalů. Prakticky osvědčené konstrukce a postupy ve výrobě obalů určují oblasti, ve kterých je potřeba aplikovat výpočty na únosnost konstrukce. Hierarchicky se dodavatel dřevěného obalu stává mezičlánkem mezi exportérem a jeho cílovým zákazníkem, kdy exportér je zákazníkem dodavatele dřevěného obalu. Dodavatel dřevěného obalu má za cíl dodat svému zákazníkovi obal, který zajistí bezpečný transport exportovaného výrobku do místa určení při respektování obchodních podmínek s definovanou akceptovatelnou cenou. Záležitost bezpečného transportu se rozkládá na více segmentů, od dopravy, manipulace až po obal samotný. Každý obal je možné konstrukčně naddimenzovat a zajistit tak bezpečné uložení výrobku., tento stav ovšem přispívá k růstu ceny obalu, čímž se jeho dodavateli snižuje konkurenceschopnost. Je proto nutné navrhnout řešení přímo na míru aktuálním potřebám exportu.

Spolupráce mezi výrobcem dřevěných obalů a jeho zákazníkem může být realizována jedním ze tří způsobů.

První způsob je tvorba podkladů pro výrobu obalových materiálů na straně zákazníka. Zákazník má vlastní konstrukční tým zabývající se návrhem obalů a jejich dimenzováním. Problematika provedení obalu je na straně zákazníka a dodavatel může plnit pouze konzultační činnost, která pro spolupráci nemusí být vyžadována, někdy je dokonce i zákazníkem vylučována. Výhodou pro zákazníka je zde snadné porovnání ceny ve výběrových řízeních, nevýhodou pro dodavatele nutnost plnit požadavky podle dokumentace, které mohou být nad jeho možnosti.

Druhý způsob je ponechání záležitosti návrhu a dimenzování obalu na straně dodavatele, který zákazníkovi předkládá dokumentaci a cenu. Předložení dokumentace obalu není v praxi vždy vyžadováno. Výhodou pro zákazníka je kompletní servis bez nutnosti tvorby dokumentace obalu. Problémem může být obtížná porovnatelnost nabídek ve výběrovém řízení. Nevýhoda pro dodavatele je zátěž ve formě tvorby návrhu obalu s nejistým výsledkem budoucí spolupráce.

Nejoptimálnější formou spolupráce je třetí způsob, zahrnující konzultace zákazníka a dodavatele nad dílčími problematikami balení, kdy se obě strany dohodnou na optimálním řešení, které vyhovuje jak po technické stránce, tak i po finanční. Vývoj obalu zde probíhá ve spolupráci obou stran. Výhodou pro obě strany jsou jasné požadavky na konstrukci obalu a pro zákazníka snadná porovnatelnost s konkurencí. Tato úzká forma spolupráce se praktikuje u dlouhodobých obchodních partnerství.

Obal je nutnou součástí logistického procesu. Aby se svou funkcí stal přínosným, je nutné, aby byl vyroben na míru s co nejnižšími náklady. Je-li to možné, měl by obal při transportech na krátké vzdálenosti poskytnout opakované použití. Výhodou je pak možnost využití automatizačních procesů při balení [4].

Z hlediska logistiky je na obal kladeno zajištění těchto aspektů:

- **Mechanická ochrana** – zabezpečení ochrany výrobků proti poškození při manipulaci a transportu. Ať už obal spadá do jakékoli kategorie, musí umožnit efektivní proces nakládky jednak z hlediska nákladů, tak i z bezpečnostního pohledu. Konstrukce obalu by měla zajistit provedení všech druhů manipulace, nejčastěji vysokozdvíhými vozíky a jeřáby. Zejména s ohledem na manipulaci a využití prostoru při logistice je vhodné dimenzovat rozměry obalů alespoň půdorysem podle rozměrů standardních palet, tj. 1200x800 mm. Základní rozměrový parametr je zde 600x400 mm a jeho násobky [2].
- **Chemická ochrana** – zboží je často přepravováno na velké vzdálenosti po moři, kde je vystaveno korozivním účinkům. Obal je proto třeba navrhovat tak, aby dokázal zabránit vniknutí vnějšího prostředí k výrobku. Tuto ochranu poskytují například bariérové fólie, nepřímo pak absorbéry vlhkosti a inhibitory koroze.

2.2.1 Ošetřování dřevěného obalového materiálu

Ošetřování dřevěných obalů podle požadavků normy IPPC ISPM č.15 pro mezinárodní obchod.

Důvodem k ošetřování dřevěných obalů podle protokolu IPPC ISPM č.15 je eliminace zavlékání cizokrajných škůdců vyskytujících se ve dřevě při transportu do zámoří. Jde zejména o dřevokazné škůdce a jejich larvy. Protokol ukládá postup, jakým mají být tyto škůdci zničeni a způsob označení takto ošetřeného dřevěného materiálu.

Celý proces ošetření dřevěných obalů určených pro export býval dříve zastřešen pojmem fumigace, v mnohých případech je tento termín užíván dodnes. Proces fumigace spočíval v aplikaci toxické látky methylbromid CH_3Br na hotové dřevěné výrobky. Použití methylbromidu zajistilo zničení plísní a hub a zabití hmyzu. Ačkoli se jedná o spolehlivý přípravek, díky jeho jedovatosti a negativním dopadům na životní prostředí, bylo jeho užívání pro ošetřování dřevěných obalů v roce 2005 ukončeno.

Stávající ekologickou náhradou pro ošetřování dřevěných obalů je tepelný proces. Celý proces spočívá v zahřátí dřeva určeného pro výrobu obalů, či přímo zahřání hotových obalů. Obaly se rozumí palety a bedny a veškerý další dřevěný fixační a prokladový materiál ze surového dřeva. V tomto procesu je definován bod, ve kterém je snímána teplota, požadovaná teplota a doba trvání expozice dřeva po dosažení této teploty.

Hodnoty definované protokolem IPPC ISPM č. 15 jsou: Teplota měřená v nejširší části dřevěného segmentu, nejdále od zdroje tepla musí být minimálně 56 °C. Dřevo musí být vystaveno působení teploty alespoň 56 °C po dobu minimálně 30 minut [9].

Ošetřování se provádí v tepelně izolované komoře nejčastěji s nucenou konvekci horkého vzduchu. Jednotlivé dřevěné segmenty musí být vzájemně proloženy pro zajištění co nejrychlejšího zahřátí. Teplota dřevní hmoty je v čase kontinuálně měřena a záznam uchován. Po ukončení procesu ošetření je možno hotové výrobky označit nesmazatelnou značkou výrobce (Obr.5). V praxi se značení provádí nejlépe rozpálenou raznicí cejchováním.

2.2.2 Aplikace protokolu IPPC ISPM č. 15 v praxi dodavatele dřevěných obalů

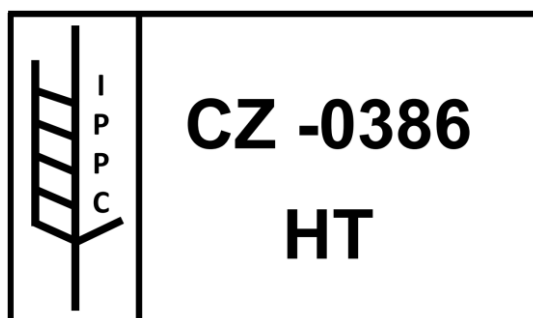
Výrobce dřevěných obalů pro dosažení maximální efektivity výrobního procesu ošetřuje řezivo určené pro výrobu obalů. Sortiment výroby je u výrobce zakázkového a malosériového charakteru, ošetřování hotových výrobků je v tomto případě logisticky složité a neefektivní. Ošetřování řeziva před jeho vstupem do výroby je výhodné zejména z těchto důvodů:

- řezivo je již z pily proloženo, dodatečné prokládání jednotlivých kusů již není třeba,
- řezivo je sestavené rozměrově tak, aby byl maximálně využit použitelný objem komory,
- odpadá nutnost ošetřovat části obalu, u kterých ošetření není vyžadováno.

V posledním bodě jde o konkrétní sestavy dílců obalů. Těmito dílci jsou pláště beden, jejich bočnice, čela a víka sestavená z velkoplošných materiálů typu OSB desek, překližek, dřevotřísek a podobně. Konstrukce těchto dílců musí být vyztužena masívním dřevem, u něhož je nutnost ošetření vyžadována. Naopak u zmíněných velkoplošných materiálu požadavek na ošetření zcela odpadá, neboť technologické procesy výroby všech velkoplošných materiálů na bázi dřeva zcela pokrývají požadavky kladené protokolem IPPC ISPM č. 15. Nedává tedy smysl je následně ošetřovat u výrobce obalů.

Výrobce obalů udržuje proces ohřevu dřeva v komoře v ekonomicky přijatelných hranicích díky využití dřevního odpadu z vlastní výroby, který spaluje. Každá várka ošetřovaného řeziva je identifikovatelná a je možno ji spolehlivě přiřadit ke konkrétní várce výrobků. Ke každé várce je přiřazen protokol se záznamem dat z komory. Zařízení pro sběr dat a uchování dat je autonomní bez možnosti zásahu obsluhy. Ukončení ošetření várky je možno proto provést vždy jedině až po dosažení požadovaných parametrů definovaných pro proces ošetření. Ošetřování dřeva a jeho značení je u výrobce pravidelně kontrolováno státní institucí.

Dřevěný materiál, u něhož byly splněny podmínky pro ošetření, je následně označen cejchováním značkou s přiděleným registračním číslem výrobce.



Obrázek 5 Značka k označení dřeva ošetřeného podle protokolu IPPC ISPM č.15. [9]

3 LOGISTICKÉ ČINNOSTI

Logistika označuje přepravu a skladování materiálů, dílů a výrobků v dodavatelském řetězci. Logistika zahrnuje příchozí a odchozí procesy do a ze skladů, jakož i interní a externí manipulaci s materiálem a přepravní operace. Zahrnuje také provádění služeb a přenos informací mezi různými fázemi dodavatelského řetězce [17].

3.1 Dodací doložky INCOTERMS

Dodací doložky bývají často zakotveny už na začátku spolupráce dodavatele a zákazníka v nabídkovém procesu. Doložky INCOTERMS určují povinnosti a odpovědnosti obou stran při dodávání zboží. Zahrnují určité typy konkrétních a podrobně popsanych podmínek, které jsou mezinárodně uznávány. V podmínkách je definováno, jakým způsobem se pro obě strany dělí například náklady na transport zboží, místo dodání zboží či moment času, kdy zboží i se závazky a povinnostmi přechází z jedné strany na druhou [6].

3.1.1 Příklady dodacích podmínek dle INCOTERMS

- **CPT (Carriage Paid To)** – sjednané místo určení zboží. Dodavatel v tomto případě zajišťuje veškeré záležitosti s transportem a s tím spojenými záležitostmi nutnými pro transport přes ostatní země. Zákazník zajišťuje záležitosti nutné pro import zboží v cílové zemi. Tato podmínka je vhodná pro dodavatele, kteří exportují do rizikových zemí. Riziko nese zákazník, a to v momentě, kdy je zboží na cestě, kdy za zboží už nenese odpovědnost dodavatel.
- **DAP (Delivery At Place)** – dodání do místa určení. Dodavatel zajišťuje dopravu se všemi náležitostmi, nese odpovědnost za zboží až do momentu předání zboží zákazníkovi. Tato podmínka je rizikovější pro dodavatele, proto je vhodné ji z hlediska dodavatele aplikovat u méně rizikových cílových destinací [5].

4 SHRNUTÍ TEORETICKÉ A CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI PRÁCE

Zmapováním logistických funkcí a systémů; a řetězce v podniku a distribuci, se ukazuje, že největší prostor pro reálnou a efektivní úsporu nákladů je v dřevěném obalovém materiálu a v distribuční logistice. Především v dopravním pohybu zboží k zákazníkovi, kde je potřeba maximálně využívat hmotnostní a objemovou kapacitu přepravní jednotky.

Cílem praktické části práce je rozbor stávající používané konstrukce podstav dřevěných nosných obalů a dosáhnout jejich optimalizace při dimenzování. Mírnou, avšak zásadní změnou prošlo i ložení v přepravních jednotkách v mezinárodní kamionové a zámořské dopravě. S tím souvisí vyhodnocení přínosů srovnáním se stavem před a po aplikaci změn.

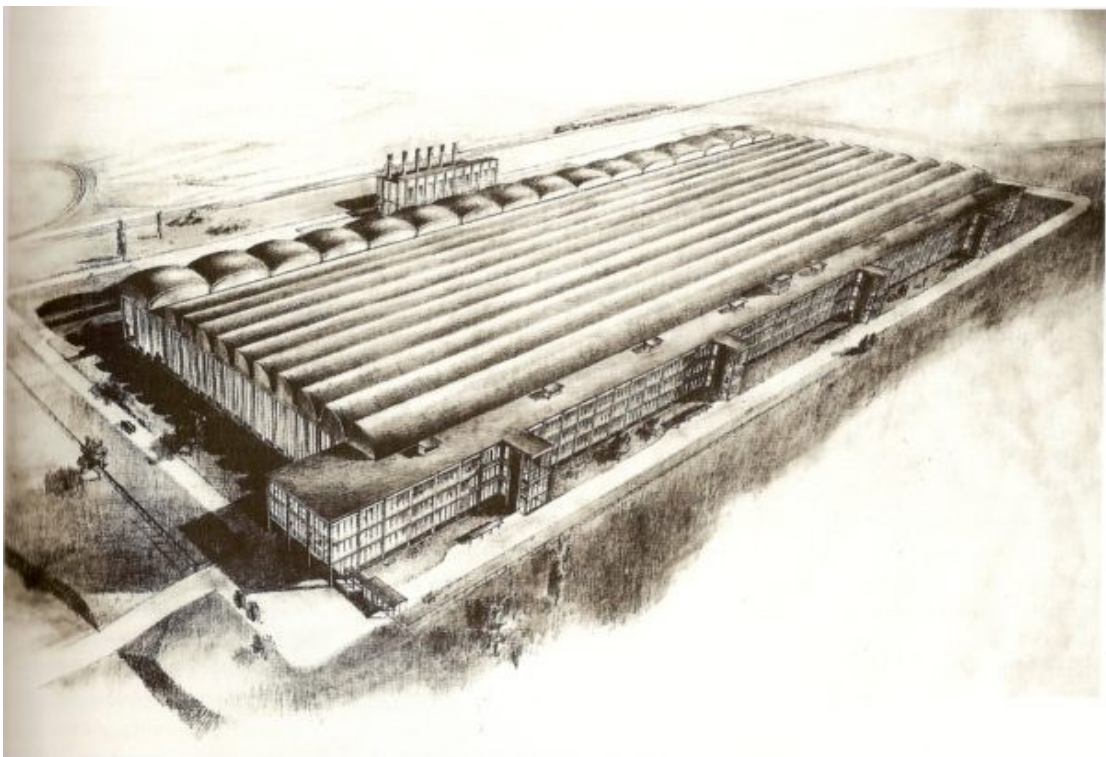
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI TOSHULIN, A.S.

Tradice firmy známé v minulosti jako TOS Hulín (Obr.6) je datována k roku 1949, kdy byla zahájena výstavba strojírenského závodu ve městě Hulín. Firma prošla několika obdobími rozvoje strojírenské výroby a v roce 1951 zaměřila svoji činnost na výrobu obráběcích strojů, zejména svislých soustruhů. V roce 1959 byl na základě vlastní dokumentace vyroben první svislý soustruh s plynulými posuvy, NC pravoúhlým řízením a kopírováním. Firma začala tuto generaci strojů vyrábět jako jedna z prvních na světě. Osvědčené svislé soustruhy s automatickou výměnou nástrojů z patnácti-polohového zásobníku byly vyráběny již v roce 1974.

V následujících letech se stala firma TOSHULIN, a.s. stálým technologickým lídrem ve vertikálních soustruzích.

Za dobu své existence dodala firma přes 13 500 obráběcích strojů do více jak 72 zemí světa a jejím cílem je zůstat v pozici předního českého výrobce a exportéra obráběcích strojů, rozvíjet spolupráci se stávajícími i novými obchodními partnery v České republice i v zahraničí a zůstat v čele technologického vývoje v oblasti obrábění [10].



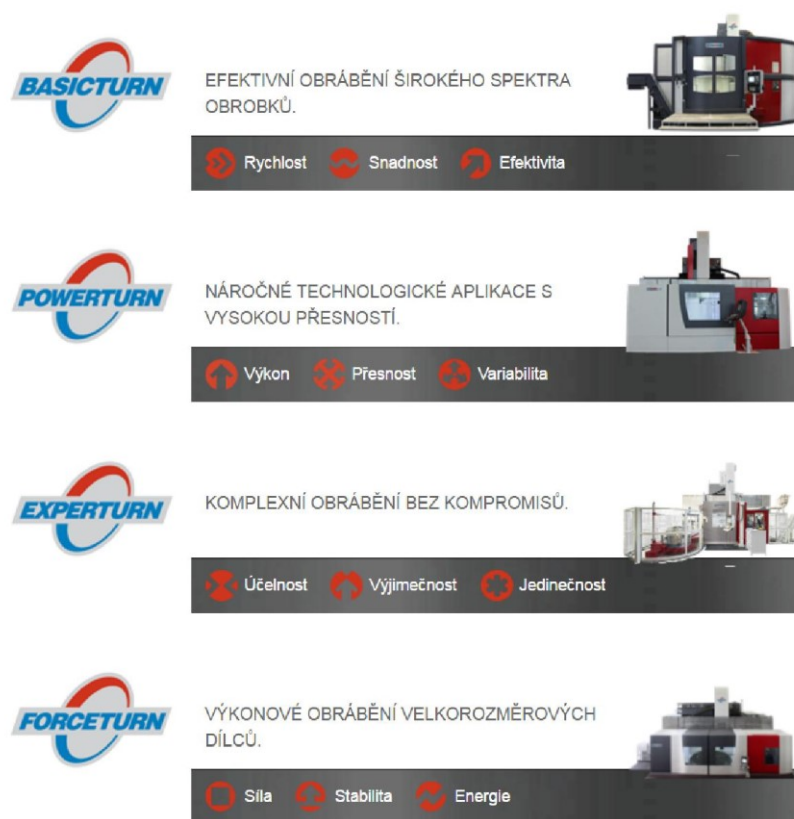
Obrázek 6 Historická kresba budovy společnosti [10]

5.1 Výrobní program

TOSHULIN, a.s. je výrobcem technologicky vyspělých multifunkčních CNC obráběcích strojů a soustruhů se svislou osou pro obrábění středních a velkorozměrových dílců (Obr.7). Vysoká míra zákaznických úprav umožňuje uspokojit specifické požadavky zákazníků a vysoké nároky kladené na dodávané stroje [10].

Svislé soustruhy z TOSHULIN, a.s. jsou nasazeny v těžkých pracovních podmínkách často desítky let.

Konstrukční tým společně s přesnou výrobou realizuje stroje o průměrech desky 800 - 4000 mm dle individuálních potřeb zákazníků v těch nejnáročnějších aplikacích. Stroje TOSHULIN integrují různé technologie třískového obrábění (např. soustružení, frézování, broušení, vrtání a další) a přináší tedy komplexní řešení na nejvyšší úrovni [10].



Obrázek 7 Produktové portfolio TOSHULIN, a.s. [10]

6 DIMENZOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH NOSNÝCH OBALŮ

Úzká spolupráce s dodavatelem dřevěných nosných obalů vychází z již realizovaných projektů a hledání způsobu k optimalizování nových a stávajících konstrukcí. Každý výrobek vyžaduje jiný obal, který jej má chránit před vnějšími vlivy. Druh a provedení obalu je zároveň závislé na způsobu přepravy obalu s výrobkem a svou roli hraje i cílová destinace přepravy.

Při samotném návrhu se zohledňuje charakter výrobku. Stěžejní jsou rozměry a hmotnost. Rozměry zásadně určují, zda je třeba konstruovat speciální obal na míru či zda bude postačovat standardní obal, například běžná paleta. Použití běžných palet je v rámci popisované spolupráce marginální záležitostí, neboť je vyžadováno převážně balení velkých až nadrozměrných celků. Hmotnost výrobků zde také často vylučuje možnost využití běžných palet. Návrh konstrukce, její dimenzování a výroba jsou majoritní součástí stávající spolupráce, tyto procesy budou dále rozvedeny.

Pohybujeme se v rovině speciálních obalů s provedením na míru výrobku. Tyto obaly musí dále vyhovět nárokům na manipulaci a přepravu. Manipulaci je možno v zásadě provádět jeřábem s použitím úvazků nebo vysokozdvížným vozíkem s vyšší tonáží a dlouhými vidlemi. Při expedici obalů s nabaleným zbožím je využíváno výlučně jeřábové manipulace, v cílových destinacích taktéž. Provedení obalu musí být vhodné pro oba výše zmíněné způsoby manipulace. Dlouholetými zkušenostmi v praxi bylo ověřeno, že k nejhoršímu namáhání zde používaných obalů dochází při manipulaci jeřábem. V návrzích se proto zabývá právě faktory, které je třeba uvažovat pro zajištění dostatečné odolnosti obalu při manipulaci jeřábem.

6.1 Druhy výrobků z hlediska nároků na nosnost obalu

Jako kdekoli jinde v praxi mohou nastat různé stavy s určitou pravděpodobností. V zásadě z pohledu neznalého pozorovatele dochází ke stavům, které se svou četností výskytu v praxi jeví jako jediné možné. Tím se rozumí například nakládka zboží v obalu rovnoměrně, nejlépe zboží samonosného, zcela plynulá manipulace a přeprava naloženého obalu. Už jen výrobek samotný se dostává do roviny nestandardních, avšak v praxi běžných, stavů. Jde o to, že je vždy nutné zohlednit všechny vlivy tak, že se najdou jejich

extrémy, což jsou jevy vyskytující se s nízkou pravděpodobností. Z hlediska nároků na nosnost obalu se můžeme setkat s těmito druhy výrobků:

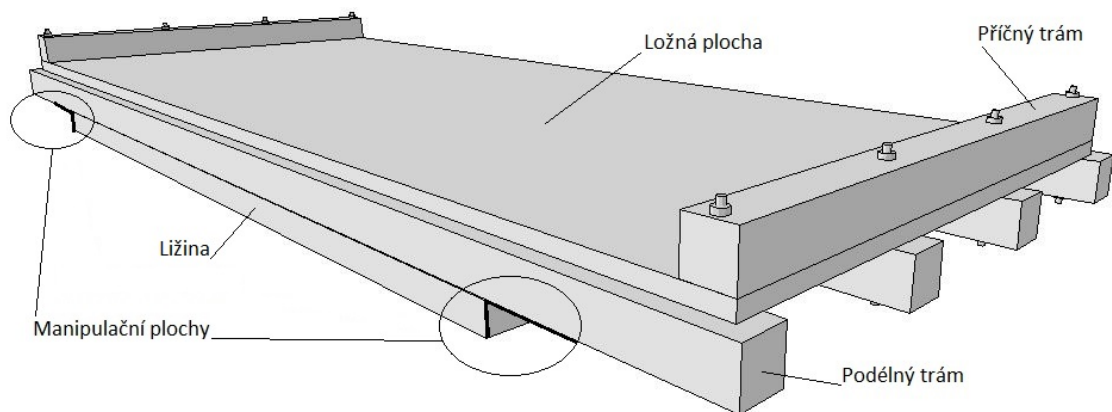
- **výrobky zcela samonosné**, například odlitky. Tyto kladou relativně nejnižší požadavky na obal samotný, konkrétně na jeho základnu, která není namáhána žádným deformováním, slouží pouze jako základ pro zajištění bezpečné manipulace. Dimenzovat je nutno styčné manipulační plochy. Relativnost namáhání je dána hmotností výrobku, jež bývají často velmi robustní a těžké,
- **výrobky nesoudržné, tvořené více částmi**, které se navzájem mohou výškově pohybovat. V těchto případech je třeba definovat mezní stavy podstavy a navrhnout konstrukci tak, abychom se k těmto stavům nedostali,
- **výrobky nesamosné, vyžadující podporu v celé ploše**. Kladou největší nároky na podstavu i plášť obalu. Při manipulaci dochází k největšímu namáhání podstav, které tomuto musí odolat a zároveň zajistit, aby nedošlo k poškození výrobku. Je zde nutno stanovit mezní stavy nikoli podstavy, ale výrobku a vhodným dimenzováním podstavy tyto stavy eliminovat. Tímto je myšleno například uložení výrobku, který svým půdorysem kopíruje podstavu, jeho styčné body jsou ale uprostřed podstavy. Střed podstavy potom nese celou hmotnost výrobku.

Pro všechny tři výše uvedené druhy výrobků je pro konstrukci dále určující druh jejich základny. To znamená, zda je plošná a podstavu obalu namáhá v celé své ploše anebo bodová a k namáhání dochází v definovaných bodech. Pro plošné základny při návrhu se postupuje cestou rovnoměrného rozložení nosných prvků, pro bodové se rozmísťují nosné prvky tak, aby podepřeli nejlépe všechny body zatížení.

6.2 Popis stávající používané konstrukce podstav obalů

Pro expedici výrobků jsou používány dřevěné podstavy tvořené křížovou konstrukcí. Volitelnou součástí obalu je jeho opláštění. Materiálem celé konstrukce je smrkové řezivo. Jakostní a kvalitativní pravidla pro použité řezivo určuje norma ČSN ISO 1611 (Řezivo - vizuální třídění jehličnatého dřeva) [22] a ČSN EN 12246 (Jakostní třídy dřeva na obaly a palety) [20], třída P1 a lepší, bez zamodráání, plísni a jakýchkoli výletových otvorů. Kvalita montáže celých podstav se řídí podle ČSN ISO 18334 (Palety pro manipulaci s materiálem - Kvalita montáže nových dřevěných palet) [21]. Veškeré použité řezivo je ošetřeno dle

platné normy IPPC ISPM č.15. Výrobce disponuje komplexní dřevovýrobou včetně pořezu dřeva, není problém proto vyrobit jakýkoli obal pro potřeby zákazníka. Nejčastěji používanou dřevěnou konstrukcí je varianta se dvěma křížovými trámy na obrázku (Obr.8).



Obrázek 8 Popis stávající konstrukce podstav obalů

Celá podstava na (Obr.8) je tvořena vždy dvěma příčnými trámy a variabilním počtem podélných trámů, všechny o definovaných rozměrech. Vzájemné spojení obou trámů je provedeno závitovými tyčemi s podložkami a maticemi M16 až M20. Ložná plocha je vyskládána z prken o síle 40 až 50 mm přibitých do podélných trámů kroucenými hřebíky 3,1x90 mm nebo 3,8x120 mm. Tyto části tvoří konstrukční prvky podstavy.

Do přímého styku s výrobkem přichází vždy ložná plocha. Ložná plocha roznáší lokální nerovnoměrné rozložení hmotnosti výrobku na celou konstrukci podstavy a umožňuje provádět fixaci částí výrobku hřebíky či vruty.

Fixace výrobků se provádí podle ČSN 77 0130 (Fixace výrobků v obalech. Společná ustanovení) [19] a ČSN 77 0134 (Zásady pro navrhování systémů pevné fixace výrobků v obalech). Pro nejpevnější fixaci dodavatel doporučuje fixovat konstrukčními vruty v místech podélných trámů tak, aby byl vrut hluboko minimálně v jedné polovině výšky profilu podélného trámu. Při použití delších vrutů, než nejkratších možných, nesmí vruty

vyčnívat ze spodních částí trámů. Při uchycení fixace v místech mimo podélné trámy je nutné, aby vrut byl v hloubce minimálně 80 % síly prkna, přičemž z něj nesmí vyčnívat. Vrut je třeba umisťovat minimálně 20 mm od okraje každého prkna. Těmito způsoby je možné za pomoci podpůrných konstrukcí, prováděných na základě dílenské praxe, realizovat body pro uchycení stahovacích pásek a opěrných bodů.

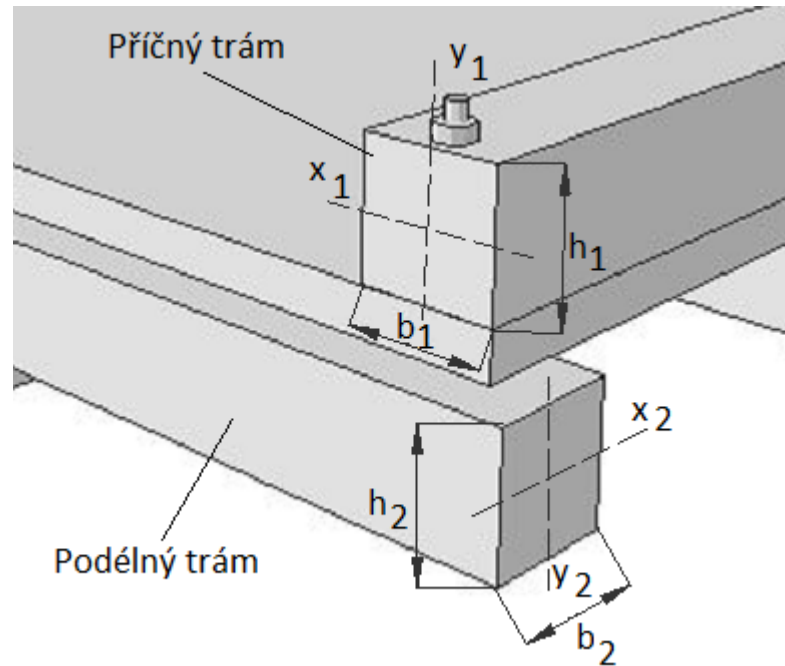
Podélné a příčné trámy plní své majoritní úlohy tím, jak roznáší zátěž z ložné plochy na manipulační body. Jsou tedy namáhány nejvíce při manipulaci. Počtu trámů, jejich rozmístění a jejich profilu je proto kladena největší pozornost při navrhování obalu.

Ližiny slouží pro stacionární podložení celé konstrukce v klidovém stavu, určují místa, která naloženým obalem namáhají zvolený dopravní prostředek, například námořní kontejner nebo kamion. Ližiny zároveň umožňují podvlečení manipulačních úvazů až k vyznačeným manipulačním plochám.

6.3 Řešení konstrukce obalů pro jednotlivé druhy výrobků

Pro teoretické řešení namáhání dřevěných podstav je důležité nejprve stanovit, jaké prvky konstrukce budeme analyzovat. Začneme samotnou ložnou plochou. Význam celé ložné plochy tvořené silnými prkny je samozřejmě důležitý co do tuhosti konstrukce, při analýze ji však využijeme jen jako roznášecí plochu pro síly, kterými náklad působí na konstrukci podstavy. Dále již analyzujeme podélné a příčné části hranolové konstrukce. Uvažuje se stav, kdy veškerá tíhová síla nákladu působí jen na podélné trámy a stav, kdy veškerá tíhová síla působí naopak jen na příčné trámy. To vše ve třech výše uvedených případech, které se následně analyzují.

Pro to, aby mohly být sledovány reakce trámů na působící síly, je potřeba nejprve stanovit směr, ze kterého síly působí a následně sestavit kvadratický moment průřezu daného profilu ve směru působící síly. Předpokládá se, že vlivem působících sil bude docházet k rovinnému průhybu trámů. Rozměry trámů a systém souřadnic, ve kterém se bude kvadratický moment vyjadřovat, jsou na obrázku (Obr.9).



Obrázek 9 Křížová konstrukce se dvěma příčnými trámy

Osy x_1 a x_2 jsou vzájemně rovnoběžné. Osy y_1 a y_2 taktéž. Vyjádří se nejprve obecně rovnice kvadratických momentů dle cvičení_02 [11]:

$$I_x = \int_{\Psi} y^2 dS = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} y^2 b dy = b \left[\frac{y^3}{3} \right]_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} = \frac{bh^3}{12} \quad (1)$$

$$I_y = \int_{\Psi} x^2 dS = \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} x^2 h dx = h \left[\frac{x^3}{3} \right]_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} = \frac{hb^3}{12} \quad (2)$$

Na podélný i příčný trám působí síla ve směru rovnoběžném s osami y_1 a y_2 . Uvažuje se působení síly podélně ve středu hranolu.

Využije se tedy rovnice pro výpočet kvadratického momentu I_y pro příčný trám takto:

$$I_{y1} = \frac{h_1 b_1^3}{12} \quad (3)$$

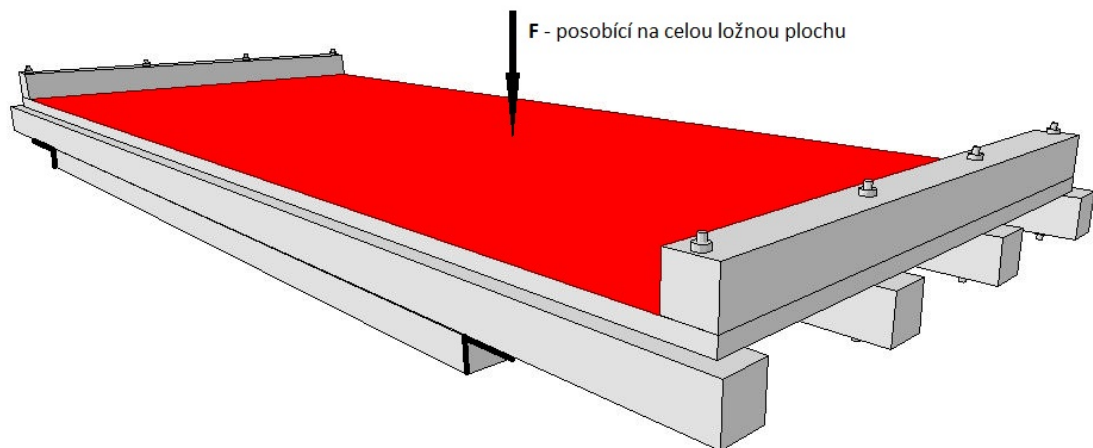
A pro podélný:

$$I_{y2} = \frac{h_2 b_2^3}{12} \quad (4)$$

Kde h_1 je výška a b_1 šířka příčného trámu a h_2 je výška a b_2 šířka podélného trámu. Při dalších výpočtech budou dále vystupovat dvě veličiny, a to délka příčného trámu l_1 a délka podélného trámu l_2 . Délkou l_1 se jednoduše definuje skutečná délka příčného trámu. Délkou l_2 se definuje pouze ta část příčného trámu, na které dochází pro manipulaci s podstavou k průhybu. Touto délkou je vzdálenost manipulačních ploch na jedné straně podstavy, prakticky je tato délka určena délkou ližiny na obrázku (Obr.8).

6.3.1 Konstrukce obalu pro výrobky nesoudržné, tvořené více částmi

Výrobky působí silou rovnoměrně na celou ložnou plochu podstavy. Ložná plocha je označena červeně (Obr.10). Uvažuje se ideální případ, kdy v každém bodě ložné plochy působí stejná síla. Podélné hranoly jsou tedy namáhány stejnou silou, příčné trámy také. Znamená to, že síla působící na podestu se při kalkulaci průhybu podélného trámu rozdělí n_1 -krát, kde n_1 je počet podélných trámů. Stejně se postupuje při výpočtu průhybu příčného trámu. Počet příčných trámů je n_2 .



Obrázek 10 Síla působící na celou ložnou plochu

Hodnota průhybu se vypočítá například dle Pružnost a pevnost, 2011 [12]:

$$w = \frac{5}{384} \frac{fl^4}{nEI_y} \quad (5)$$

Po dosazení vzorce (3) do vzorce (5) vznikne vzorec (6) pro výpočet průhybu příčného trámu:

$$w_1 = \frac{5}{32} \frac{fl_1^4}{n_1 E h_1 b_1^3} \quad (6)$$

A obdobně dosazením vzorce (4) do vzorce (5) vznikne vzorec (7) pro výpočet průhybu podélného trámu:

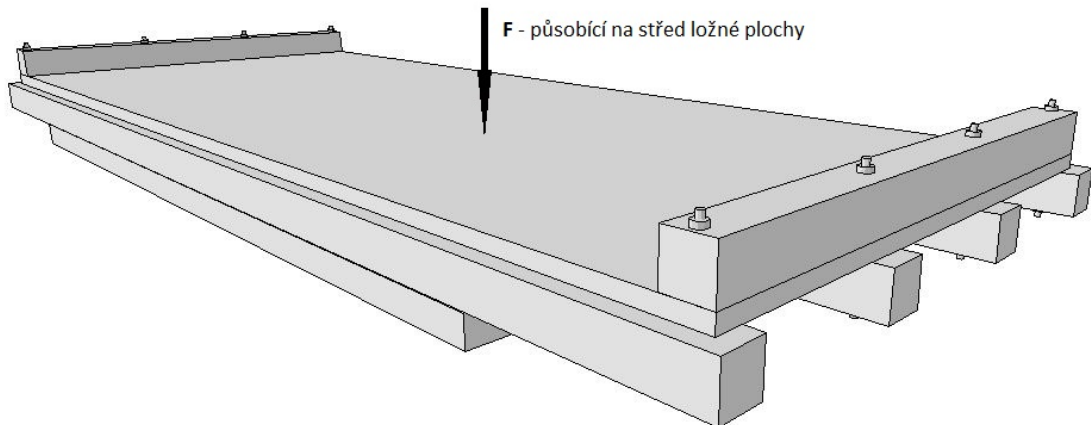
$$w_2 = \frac{5 fl_2^4}{32 n_2 E h_2 b_2^3} \quad (7)$$

Kde :

- f (N) je síla spojitě působící na metr délky podstavy
- l_1 (mm) délka příčného trámu
- l_2 (mm) vzdálenost manipulačních bodů podstavy
- E (Mpa) Youngův modul pružnosti
- h_1 (mm) výška příčného trámu
- b_1 (mm) šířka příčného trámu
- n_1 (ks) počet příčných trámů
- h_2 (mm) výška podélného trámu
- b_2 (mm) šířka podélného trámu
- n_2 (ks) počet podélných trámů

6.3.2 Konstrukce pro výrobky nesamonosné, vyžadující podporu v ploše

Je uvažována situace podle obrázku (Obr.11). Jedná se teoretický případ, jemuž se nejvíce přibližují případy z praxe, kde je rozměrný výrobek spočívající na malé středové ploše uložen na podstavě. K těmto případům dochází ojediněle, avšak z hlediska dimenzování nosných podstav jde o extrémní případ a jako takový je brán jako limit pro dimenzování. Uvažuje se, že ložná plocha podstavy roznese hmotnost výrobku alespoň tak, že budou všechny podélné trámy namáhány stejnou silou. Totéž se předpokládá i pro příčné trámy. Znamená to, jako v předchozím případě, že síla působící na podestu se při kalkulaci průhybu podélného trámu rozdělí n_1 -krát, kde n_1 je počet podélných trámů. Stejně se postupuje při výpočtu průhybu příčného trámu. Počet příčných trámů je n_2 .



Obrázek 11 Síla působící na střed ložné plochy

Hodnota průhybu při namáhání v jednom bodě se vypočítá dle Pružnost a pevnost, 2011 [12]:

$$w = \frac{1}{48} \frac{Fl^3}{nEI_y} \quad (8)$$

Průhyb pro podélný trám potom bude:

$$w_1 = \frac{1}{4} \frac{Fl_1^3}{n_1 E} \frac{1}{h_1 b_1^3} \quad (9)$$

A pro příčný trám:

$$w_2 = \frac{1}{4} \frac{Fl_2^3}{n_1 E} \frac{1}{h_2 b_2^3} \quad (10)$$

kde:

- F (N) je síla spojitě působící do středu podstavy
- l_1 (mm) délka příčného trámu
- l_2 (mm) vzdálenost manipulačních bodů podstavy
- E (MPa) Youngův modul pružnosti
- h_1 (mm) výška příčného trámu
- b_1 (mm) šířka příčného trámu
- n_1 (ks) počet příčných trámů
- h_2 (mm) výška podélného trámu
- b_2 (mm) šířka podélného trámu
- n_2 (ks) počet podélných trámů

6.3.3 Meze dovoleného průhybu

Každá dřevěná konstrukce se vyznačuje svou pružností definovanou mezemi pružnosti. Důležité je, aby konstrukce dřevěného obalu meze pružnosti nepřekročila ani v nejhorším případě, jaký může v praxi nastat. Dle normy ČSN EN 1995-1-1 (Platí pro navrhování pozemních a inženýrských staveb ze dřeva nebo konstrukčních výrobků na bázi dřeva), se dřevěný obal pohybuje v třídách okamžikového zatížení, neboť k namáhání dochází převážně jen při manipulaci naloženého obalu. V praxi to znamená, že není nutno uvažovat dlouhodobý vliv zatížení konstrukce, ale jen vliv okamžitého zatížení.

Parametry použitého smrkového řeziva vychází z procesu kvalitativního třídění materiálu u výrobce, díky čemuž se třídy pevnosti dle ČSN EN 338 (Konstrukční dřevo - třídy pevnosti) pohybují v mezích C24 až C30. Tříde pevnosti smrkového řeziva C30 odpovídá hodnota Youngova modulu pružnosti 12 000 MPa, potřebného pro vedení výpočtů průhybu výše.

Hodnoty dovoleného průhybu dřevěné konstrukce podesty se definují na základě požadavků normy ČS EN 1993-1-1 (Platí pro navrhování ocelových konstrukcí pozemních a inženýrských staveb) takto:

$$w_{max} = \frac{l}{150} \quad (11)$$

6.4 Praktické využití výpočtů v optimalizaci stávajících obalů

Výše popsané metody výpočtu namáhání konstrukcí se používají při používání nových obalů a zároveň i k ověření pevnosti obalů stávajících. V tomto konkrétním případě jsem se zaměřil na analýzu stávajících, běžně používaných transportních obalů s nosnými podestami. Není zcela zřejmé, jakým způsobem byly obaly dimenzovány a zda byly navrhovány s ohledem na konkrétní parametry přepravovaných výrobků.

V této kapitole ukazují, jakým způsobem byly ověřeny všechny dosavadní konstrukce podest a obalů. U každé podesty jsou zkoumány použité profily podélných a příčných hranolů a roznášecí vrstvy podlahy ze silných prken.

6.4.1 Nosná podesta pro stojan stroje BT 1600 C

Požadavky na podestu jsou:

Délka $l_l = 3520$ mm, šířka $l_2 = l_w = 2150$ mm, délka ližiny $l_l = 2820$ mm, počet příčných hranolů $n_l = 2$ ks, počet podélných hranolů $n_2 = 4$ ks, hmotnost výrobku $m_v = 8\,500$ kg. Namáhaná část délky podesty je určena délkou ližiny l_l .

Původní stav

příčný a podélný hranol $h_1 = b_1 = 180$ mm, $h_2 = b_2 = 180$ mm, tloušťka podlahy $t = 50$ mm.

Pro určení relevantního zatížení podesty se nejprve určí její orientační hmotnost z objemu použitého dřeva

$$\begin{aligned} V &= n_1 h_1 b_1 l_l + n_2 h_2 b_2 l_w + l_l l_w t = \\ &= 2 \cdot 0,18 \cdot 0,18 \cdot 2,1 + 4 \cdot 0,18 \cdot 0,18 \cdot 3,52 + 3,52 \cdot 2,1 \cdot 0,05 = 0,96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Hmotnost podesty se určí z objemové hustoty smrkového dřeva [18]

$$m_p = \rho V = 455 \cdot 0,97 = 437 \text{ kg}$$

Celková hmotnost podesty je tedy

$$m = m_v + m_p = 8500 + 441 = 8937 \text{ kg}$$

Analýza příčné konstrukce

Podle vzorce (6) se vypočítá průhyb konstrukce pro příčný směr. Nejprve se spočítá síla f_1 a následně se dosadí do vzorce

$$f_1 = \frac{mg}{l_1} = \frac{8937 \cdot 9,82}{2100} = 41,79 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$w_1 = \frac{5}{32} \frac{f l_1^4}{n_1 E h_1 b_1^3} = \frac{5}{32} \frac{41,79 \cdot 2100^4}{2 \cdot 12000} \frac{1}{180 \cdot 180^3} = 5,07 \text{ mm}$$

Podle vzorce (11) pro hodnotu dovoleného průhybu je určen maximální průhyb

$$w_{max} = \frac{l}{150} = \frac{l_1}{150} = \frac{2100}{150} = 14,00 \text{ mm}$$

Při porovnání výsledků dvou předešlých rovnic je vidět, že stávající podesta je v příčném směru předimenzována o 178%

Analýza podélné konstrukce

Obdobně jako v analýze příčné konstrukce se postupuje i u analýzy konstrukce v podélném směru při využití vzorců (7) a (11), nejprve se spočítá síla f_2 a následně dosazení do vzorce

$$f_2 = \frac{mg}{l_2} = \frac{8937 \cdot 9,82}{2820} = 31,12 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$w_2 = \frac{5 fl_2^4}{32 n_2 E h_2 b_2^3} = \frac{5 \cdot 31,12 \cdot 2820^4}{32 \cdot 4 \cdot 12000 \cdot 180 \cdot 180^3} = 6,10 \text{ mm}$$

Určí se maximální průhyb opět podle vzorce (11)

$$w_{max} = \frac{l}{150} = \frac{l_2}{150} = \frac{2820}{150} = 18,80 \text{ mm}$$

Porovnáním výsledků je zjištěno předdimenzování konstrukce i v podélném směru o 208%

Optimalizace konstrukce

Opakuje se postup analýzy příčné i podélné konstrukce, avšak se změněnými parametry. Délka a šířka konstrukce jsou beze změny, protože se odvíjejí od výrobku, tloušťka podlahy zůstane také nezměněna, změní se pouze profil příčných a podélných hranolů:

$$h_1 = b_1 = 140 \text{ mm}, h_2 = b_2 = 140 \text{ mm}$$

Aplikují se opět stejné výpočty do stejných vzorců, jako v předchozím případě.

Průhyb konstrukce v příčném směru

$$w_1 = \frac{5 fl_1^4}{32 n_1 E h_1 b_1^3} = \frac{5 \cdot 40,84 \cdot 2100^4}{32 \cdot 2 \cdot 12000 \cdot 140 \cdot 140^3} = 13,77 \text{ mm}$$

Průhyb konstrukce v podélném směru

$$w_2 = \frac{5 fl_2^4}{32 n_2 E h_2 b_2^3} = \frac{5 \cdot 31 \cdot 12 \cdot 2820^4}{32 \cdot 4 \cdot 12000 \cdot 140 \cdot 140^3} = 16,68 \text{ mm}$$

Nyní je podesta dimenzována úsporněji, avšak stále v bezpečných mezích. V podélném směru je rezerva průhybu cca 13%, v příčném 2%.

Objem použitého řeziva u optimalizované varianty je

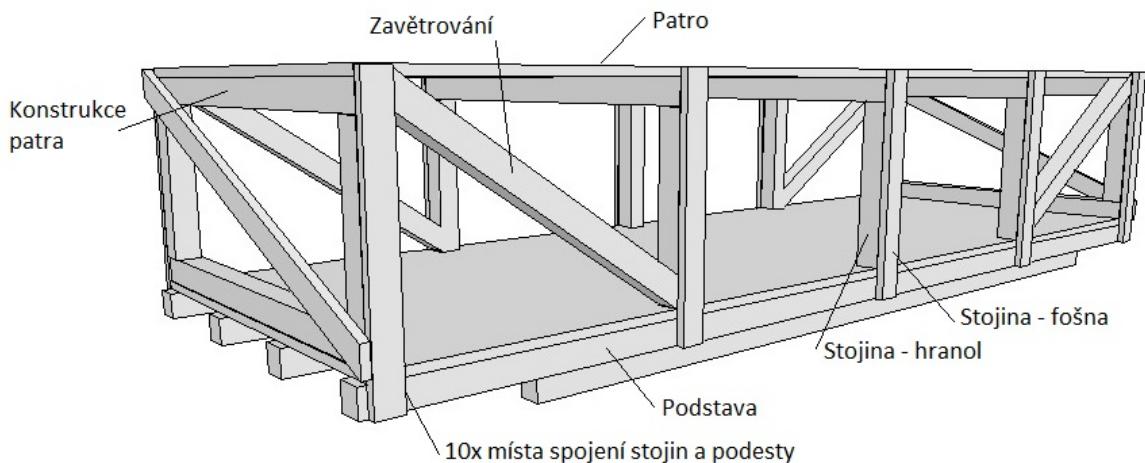
$$\begin{aligned} V &= n_1 h_1 b_1 l_1 + n_2 h_2 b_2 l_w + l_1 l_w t = \\ &= 2 \cdot 0,14 \cdot 0,14 \cdot 2,1 + 4 \cdot 0,14 \cdot 0,14 \cdot 3,52 + 3,52 \cdot 2,1 \cdot 0,05 = 0,73 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Optimalizací konstrukce bylo ušetřeno 0,23 m³ objemu dřeva, což podle kalkulací dodavatele odpovídá částce 2 900 Kč bez DPH.

6.5 Změna způsobu ložení částí strojů s nižší hmotností

Byl navržen a realizován způsob uložení lehkých částí konstrukce na patra. Díky tomu, že část zboží lze naložit tak, že svou finální výškou zabírá méně, než polovinu ložné výšky námořního kontejneru nebo obvyklý plachtový návěs, je možno využít zbývající prostor k uložení dalšího materiálu. K realizaci takového balení je třeba vytvořit konstrukci podesty s patrem (Obr.12).

Konstrukce je řešena na základě běžné výše popsané podesty, od výrobce dodané se stavebnicí patra tak, aby bylo možno po naložení zboží na podestu jednoduše připevnit stojiny a usadit k nim patro. Na patro se následně loží další zboží. Provedení celé konstrukce je opět jen dřevěné, konstrukce zohledňuje požadavky na statickou i dynamickou nosnost. Statická nosnost zahrnuje roznesení hmotnosti patra do podesty svislými stojinami tak, aby celá konstrukce byla i po naložení výrobky stabilní i bez pomocné konstrukce. S takovou konstrukcí musí být možno i manipulovat jeřábem za pomoci úvazů umístěných pod nosnou podestou. Stojiny jsou tvořeny kombinací silných prken a hranolu, kde hranol nese tíhu patra a silné prkno eliminuje výkyvy patra do stran.

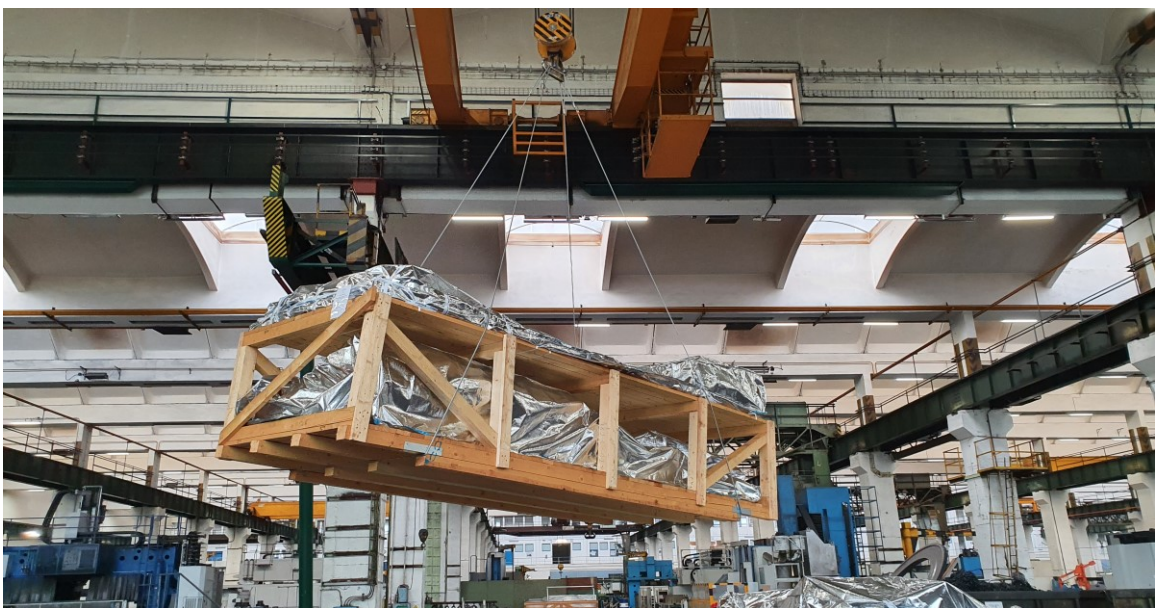


Obrázek 12 Popis konstrukce podesty s patrem

Pro zajištění dynamické stability, nutné pro zajištění bezpečného transportu jsou přidány prvky sloužící pro zavětrování, jsou to silná prkna umístěná diagonálně v polích mezi jednotlivými svislými stojinami.

Podesta je dimenzována na nosnost 3 tuny, patro do jedné tuny. Celková hmotnost celého naloženého kompletu je do 5 tun.

Na obrázcích níže (Obr.13), (Obr.14), (Obr.15) a (Obr.16) je ukázka manipulace konstrukce podesty s patrem a ložení do lodních kontejneru typu Open Top během expedování stroje BT 4000 S.



Obrázek 13 Manipulace s podestou s patrem na expedici mostovým jeřábem [13]



Obrázek 14 Manipulace s patrovými podestami mostovým jeřábem při nakládce [13]



Obrázek 15 Ložení do kontejneru typu Open Top [13]



Obrázek 16 Pohled do kontejneru typu Open Top po naložení [13]

7 VYHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ

Pro vyhodnocení přínosů byly vybrány konkrétní stroje produktové řady BASICTURN firmy TOSHULIN a.s. Byly dodány stejnému zákazníkovi, do stejné destinace, v identické konfiguraci. Proto lze dosáhnout objektivního porovnání nákladů za dřevěný obalový materiál a dopravu.

7.1 Představení strojů produktové řady BASICTURN

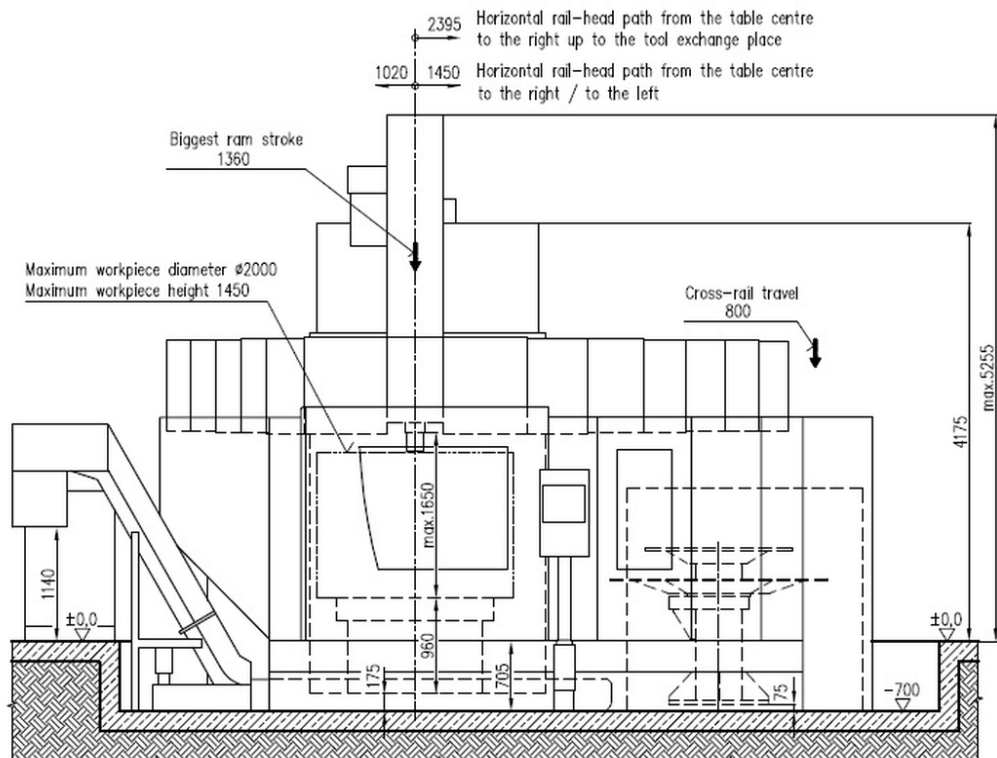
Stroje řady BASICTURN slouží pro efektivní obrábění širokého spektra obrobků. Základním parametrem, který charakterizuje velikost stroje je průměr upínací desky. Stroje jsou určeny k výkonnému soustružení obrobků v kusové i opakované výrobě malých a středních sériích. Mimo běžných soustružnických operací, umožňují soustružení kuželů, závitů, obecných ploch, broušení, osové i mimo-osé vrtání, řezání závitů a frézování obecných ploch [13].

Vyznačují se především:

- rám s vysokou tuhostí a stabilitou
- konstrukce s důrazem na funkčnost a snadnou údržbu
- moderní a uživatelsky přívětivé ovládání
- automatická výměna soustružnických adaptérů a rotačních nástrojů
- smykadlo navržené pro efektivní a přesné obrábění
- variabilní výška pracovního prostoru
- možnost přívodu chlazení středem nástroje
- předdefinované konfigurace umožňující rychlou dodávku stroje
- možnost vybavení stroje polohováním upínací desky (C-osou) a náhonem rotačních nástrojů
- volitelný řídicí systém Siemens nebo Fanuc [10].

7.2 Vyhodnocení stroje BT 1600 C

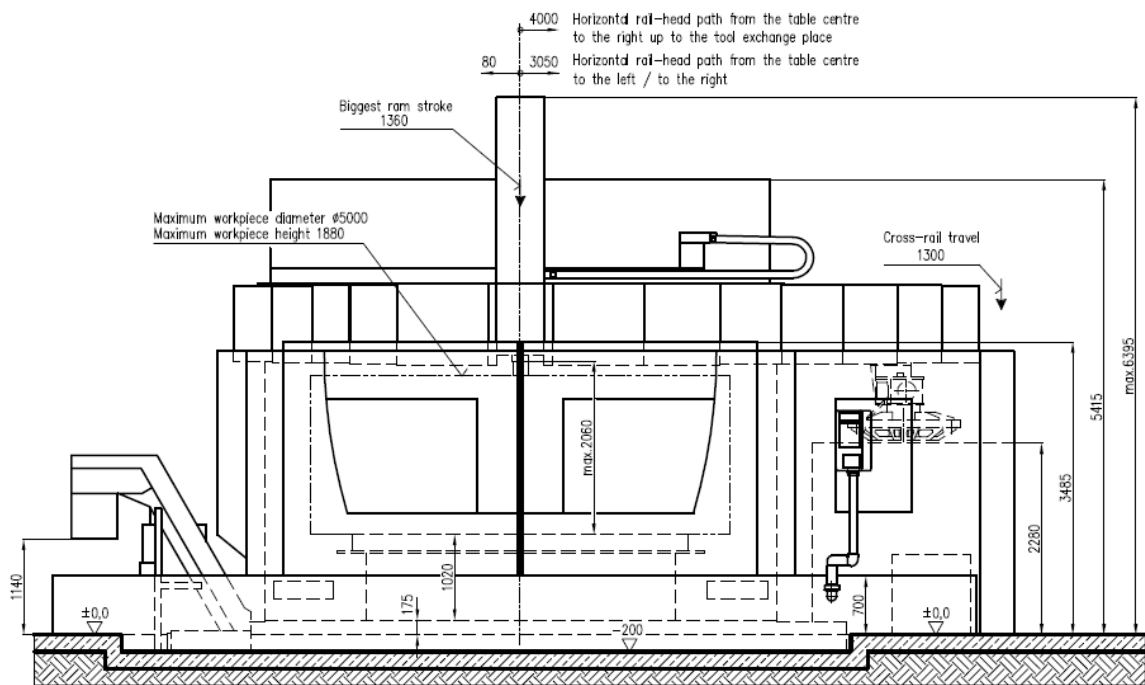
Tento stroj byl dodán zákazníkovi do Finska (Obr.17). K expedici byla využita mezinárodní kamionová přeprava. Změnou konstrukce z hlediska zeslabení podélných a příčných trámů na únosnou mez bylo na materiálu za dřevěné nosné podstavy ušetřeno bezmála deset tisíc korun. Další výraznou úsporou, bylo snížení počtu naložených kamionů ze 4 na 3. Částka ušetřena za jeden kamion do této destinace byla 1 980 euro. Tato změna je trvalá, díky novému způsobu ložení a dá se aplikovat na všechny stroje typu BT s velikostí upínací desky od 800 až do 1600 mm.



Obrázek 17 Základový plán stroje BT 1600 C - čelní pohled [13]

7.3 Vyhodnocení stroje BT 4000 S

Stroj této velikosti byl dodán zákazníkovi do Brazílie (Obr.18 a Obr.19). K expedici byla využita zámořská doprava s ložením do lodních kontejnerů. Optimalizací konstrukce z hlediska zeslabení podélných a příčných trámů na únosnou mez bylo na materiálu za dřevěné nosné podstavy ušetřeno bezmála dvacet tisíc korun. Další úsporou, díky využití konstrukce na patra je snížení počtu lodních kontejnerů typu Open Top z 8 na 6. Náklady za dopravu se tak oproti předchozí expedici stejného stroje snížily o 2 160 euro.



Obrázek 18 Základový plán stroje BT 4000 S - čelní pohled [13]



Obrázek 19 Stroj BT 4000 S u zákazníka v Brazílii [13]

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá problematikou optimalizace logistického systému ve vybraném distribučním řetězci z hlediska materiálových a logistických nákladů v expedování obráběcích strojů. Snahou zefektivnit tento proces se podařilo dosáhnout snížení nákladů na expediční přípravky (přířezy) a bedny používané pro expedici strojů v TOSHULIN a.s.

Jednotlivé konkrétní kusy přířezů byly a jsou vzájemně konzultovány s ohledem na požadavky na ně kladené. To znamená, že každý přířez i bedna byly podrobeny analýze srovnávající nynější technologii konstrukce a dimenzování jejich jednotlivých částí za účelem snížení mírného předdimenzování. Z hlediska technického je vždy posuzována vhodnost zavedené stávající konstrukce s přihlédnutím k alternativním možnostem provedení.

Na základě posouzení mnoha požadavků, jako jsou požadovaná nosnost, manipulovatelnost, charakter výrobku, cílová destinace výrobku, technologie balení a uložení výrobku byly zavedeny jiné typy přířezů, vyznačující se především jednodušší konstrukcí a nižší spotřebou materiálu.

Jednodušší konstrukcí se rozumí použití křížových konstrukcí přířezů, vyznačující se rychlejší montáží, lepším rozložením namáhání jednotlivých prvků konstrukce, díky čemuž je možno tyto prvky použít slabší. Jinou variantou řešení bylo použití vhodně modifikovaného paletového základu. Také u stávající konstrukce přířezů, kde nedošlo ke změně provedení, bylo v některých případech použito slabších konstrukčních prvků s tím, že tyto byly vhodně zeslabeny tak, aby byly zachovány požadované užité vlastnosti přířezů. Došlo také k zavedení způsobu uložení materiálu na patra, což vedlo k výraznějšímu využití kapacit přepravních jednotek. To vše v případech, kde to bylo na základě statických výpočtů v korelaci s požadovanými parametry a bezpečností možné.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAINZOVÁ E. *Řízení obchodních činností*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2001. 144 s. ISBN 80-7082-721-1.
- [2] ČUJAN, Z., MÁLEK, Z. *Výrobní a obchodní logistika*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2008. 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.
- [3] TOOLE, G. JERRY. *Scientific logistical world of logistics*. 1st ed. Plzeň: Logistical English Publications, c2003. 280 s. ISBN 80-903291-0-1.
- [4] PRECLÍK, P. *Průmyslová logistika*. 2. přepracované vyd. Praha: Vydavatelství ČVÚT, 2002. 164 s. ISBN 80-01-02556-X.
- [5] KADLECOVÁ, J. *Nové obchodní podmínky INCOTERMS® 2020 a jejich vliv na účetnictví [online]*. 2020-03-23 [cit. 2021-01-27]. dostupné z: <http://www.drepont.cz/blog/nove-obchodni-podminky-incoterms-2020-a-jejich-vliv-na-ucetnictvi>
- [6] DRAHOTSKÝ, I., ŘEZNÍČEK, B. *Logistika - procesy a jejich řízení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003. 334 s. ISBN 80-7226-521-0.
- [7] SIXTA, J., MAČÁT, V. *Logistika - teorie a praxe*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. 318 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [8] Equipment, c2020. <https://www.searates.com/> [online]. Dubai: SeaRates [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.searates.com/reference/equipment>
- [9] *MEZINÁRODNÍ STANDARDY PRO FYTOSANITÁRNÍ OPATŘENÍ (ISPM): REGULACE DŘEVĚNÉHO OBALOVÉHO MATERIÁLU* [online], 2009. Praha: FAO [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/121888/ISPM_15.pdf
- [10] TOSHULIN: Historie, Výrobní program. <https://www.toshulin.cz/> [online]. Hulín: ImperialMedia [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.toshulin.cz/>
- [11] *SMR2_cviceni_02.pdf: SMR2* [online], 2014. Praha: Hüttner [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: https://mech.fsv.cvut.cz/homeworks/student/SMR2/SMR2_cviceni_02.pdf
- [12] HALAMA, R., ADÁMKOVÁ, L., FOJTÍK, F., FRYDRÝŠEK, K., ŠOFER, M., ROJÍČEK, J., FUSEK, M. *Pružnost a pevnost* [online], 2011. Ostrava: Halama [cit.

- 2021-4-30]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/89425105-Pruznost-a-pevnost-r-halama-l-adamkova-f-fojtik-k-frydrysek-m-sofer-j-rojicek-m-fusek.html>
- [13] *Technická dokumentace*. Hulín: TOSHULIN, a.s.
- [14] Should i use Open Top or Flat Rack for over-height cargo, c2008-2021. <https://www.shippingandfreightresource.com/> [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.shippingandfreightresource.com/should-i-use-open-top-or-flat-rack-for-over-height-cargo/>
- [15] Standard Height Vs High Cube Containers, c2021. <https://georgiastoragecontainers.com> [online]. Georgia [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://georgiastoragecontainers.com/articles/standard-height-vs-high-cube-containers>
- [16] Complete Guide to Ocean Shipping Containers: Types of Ocean Shipping Containers, 2016. <https://www.shiplilly.com/> [online]. Medley, February 1, 2016 [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.shiplilly.com/blog/complete-guide-to-ocean-shipping-containers/>
- [17] ZIJM, H., KLUMPP, M., REGATTIERI, A., HERAGU, S. *Operations, Logistics and Supply Chain Management*. Cham, Schwitterland: Springer, 2019. ISBN 9783319924465. Dostupné také z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=1881242&scope=site>
- [18] Dřevo: Objemová hmotnost dřeva, 2021. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evo>
- [19] ČSN 770130. *Fixace výrobků v obalech. Společná ustanovení*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1990, 10 s. Třídící znak 770130.
- [20] ČSN EN 12246. *Jakostní třídy dřeva na palety a obaly*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2000, 8 s. Třídící znak 491711.
- [21] ČSN ISO 18334. *Palety pro manipulaci s materiálem - Kvalita montáže nových dřevěných prostých palet*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2011, 12 s. Třídící znak 269137.

- [22] ČSN ISO 1611. *Řezivo - Vizuální třídění jehličnatého dřeva - Část 1: Evropské smrky, jedle, borovice, douglasky a modříny*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2000, 12 s. Třídící znak 490019

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BT	Zkratka pro modelovou řadu obráběcích strojů BASICTURN
CNC	Centrálně řízený číslicový stroj
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
INCOTERMS	International Commercial Terms - mezinárodní obchodní pravidla
IPPC	Mezinárodní úmluva o ochraně rostlin
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
ISPM č.15	Mezinárodní standardy pro fyto-sanitární opatření č.15
NC	Číslicově řízený stroj
OSB	Oriented strand board - druh dřevěné desky vytvořené lisováním
P1	Stanovená jakostní třída pro dřevo používané na průmyslové obaly a vratné palety
TOS	Česká zkratka pro podniky s názvem Továrny obráběcích strojů

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Podnikový logistický řetězec, zpracováno dle 4 s. [1]	11
Obrázek 2 Pohled do kontejneru typu Open Top [14].....	17
Obrázek 3 Porovnání kontejnerů High Cube vs. standardní velikost [15]	18
Obrázek 4 Flat Rack kontejner [16].....	19
Obrázek 5 Značka k označení dřeva ošetřeného podle protokolu IPPC ISPM č.15. [9]	24
Obrázek 6 Historická kresba budovy společnosti [10]	28
Obrázek 7 Produktové portfolio TOSHULIN, a.s. [10]	29
Obrázek 8 Popis stávající konstrukce podstav obalů.....	32
Obrázek 9 Křížová konstrukce se dvěma příčnými trámy.....	34
Obrázek 10 Síla působící na celou ložnou plochu.....	36
Obrázek 11 Síla působící na střed ložné plochy	38
Obrázek 12 Popis konstrukce podesty s patrem	43
Obrázek 13 Manipulace s podestou s patrem na expedici mostovým jeřábem [13].....	44
Obrázek 14 Manipulace s patrovými podestami mostovým jeřábem při nakládce [13]	44
Obrázek 15 Ložení do kontejneru typu Open Top [13].....	45
Obrázek 16 Pohled do kontejneru typu Open Top po naložení [13]	46
Obrázek 17 Základový plán stroje BT 1600 C - čelní pohled [13].....	48
Obrázek 18 Základový plán stroje BT 4000 S - čelní pohled [13].....	49
Obrázek 19 Stroj BT 4000 S u zákazníka v Brazílii [13]	50

