

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

MAREK HABEŠ

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Upevňování zásilek v kontejnerech

Marek Habeš

Bakalářská práce  
2016

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek Habeš**  
Osobní číslo: **D12920**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Logistické technologie**  
Název tématu: **Upevňování zásilek v kontejnerech**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Analýza dopravních prostředků používaných pro přepravu kontejnerů
2. Konstrukce kontejnerů a technické normy
3. Analýza přepravních prostředků kombinované přepravy - členění kontejnerů
4. Technologie přepravy zásilek v kontejnerech
5. Konkrétní přeprava, nakládání a uložení zboží v přepravní jednotce

Závěr

---

Rozsah grafických prací: 3 - 4

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

(1)KREJCAR, Jaroslav. Přepravní balení zboží, uložení a zajištění nákladu v dopravních prostředcích a kontejnerech. 1. vyd. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., 2009. ISBN 978-80-86530-56-7.

(2)KREJCAR, Jaroslav. Přepravní balení zboží, ložení a fixace zboží. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, o.p.s., 1998. ISBN 80-7194-142-X.

(3)ROŽEK, Petr. Námořní doprava. 1. vyd. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., 2007. ISBN 80-86530-39-6.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: 1. února 2016  
Termín odevzdání bakalářské práce: 3. června 2016



doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.  
děkan

L.S.



doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2016

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající se zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o poskytnutí jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 3. 6. 2016

Marek Habeš

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Václavu Cempírkovi, Ph.D. za jeho rady a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky. Mé poděkování patří také Ing. Lukáši Tomkovi ze společnosti DEKRA CZ a.s. za ochotné jednání, poskytnutí informací a v neposlední řadě za pozvání na mezinárodní konferenci o zajištění a uložení nákladu na vozidlech. V neposlední řadě také děkuji všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace.

Velké poděkování náleží celé mé rodině za podporu, trpělivost a povzbuzování po dobu mého studia.

## **ANOTACE**

Autor se ve své bakalářské práci zabývá problematikou upevňování zásilek v námořních kontejnerech. V první části je uvedena analýza sil působících na dopravní a přepravní prostředek během přepravy. Část druhá se zabývá přepravními prostředky v kombinované přepravě respektive členěním námořních kontejnerů. Část třetí je věnována konstrukci a technickým normám kontejnerů. Ve čtvrté kapitole je zpracován popis technologie přepravy zásilek v kontejnerech. V poslední páté kapitole je navržena a popsána konkrétní ukázková přeprava v námořním kontejneru.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Fixace, kombinovaná přeprava, ložení, námořní kontejnery, zásilky

## **TITTLE**

Consolidation of shipments in containers

## **ANNOTATION**

The author, in his bachelor thesis deals with the consolidation of shipments in shipping containers. The first part is an analysis of the forces acting on the transporting vehicle and the means of transportation during transport. The second part deals with the means of transport in combined transportation or also the breakdown of shipping containers. Part three is dedicated to the construction and the technical standards of the containers. Part four the author discusses the technology of shipment in containers. In the last part is proposed and described a specific of transportation in the shipping container.

## **KEYWORDS**

Fixation, multimodal transport, loading, shipping containers, shipments

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK .....	11
SEZNAM ZKRATEK .....	12
ÚVOD.....	11
1 ANALÝZA DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ POUŽÍVANÝCH PRO PŘEPRAVU KONTEJNERŮ .....	12
1.1 Mechanické vlivy.....	12
1.1.1 Železniční nákladní přeprava.....	13
1.1.2 Silniční nákladní přeprava .....	15
1.1.3 Námořní nákladní přeprava .....	16
1.2 Klimatické vlivy.....	17
2 ANALÝZA PŘEPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ KOMBINOVANÉ PŘEPRAVY – ČLENĚNÍ KONTEJNERŮ .....	19
2.1 Základní pojmy .....	19
2.1.1 Celková nosnost .....	19
2.1.2 Hmotnost kontejneru.....	19
2.1.3 Kapacita kontejneru .....	19
2.1.4 Základní určující vnější rozměry .....	20
2.1.5 Převodová jednotka TEU .....	20
2.2 Značení kontejnerů .....	21
2.3 Členění kontejnerů.....	21
2.3.1 20' a 40' kontejner pro všeobecné použití .....	22
2.3.2 20' a 40' kontejner s odnímatelnou střechou.....	24
2.3.3 20' a 40' kontejner s otevřeným vrchem.....	26
2.3.4 20' a 40' plošinový kontejner se sklopnými čely .....	27
2.3.5 20' a 40' nádržkový kontejner .....	28
2.3.6 20' a 40' izotermický kontejner .....	29
2.3.7 20' a 40' chladicí kontejner.....	30
2.3.8 High cube kontejnery .....	31
2.3.9 Poznámky autora k členění kontejnerů .....	32
3 KONSTRUKCE KONTEJNERŮ A TECHNICKÉ NORMY .....	33
3.1 Konstrukce kontejnerů.....	33
3.2 Technické normy.....	33



4	TECHNOLOGIE PŘEPRAVY ZÁSILEK V KONTEJNERECH .....	35
4.1	Výběr kontejneru k nákladce .....	35
4.2	Převážení ložení zásilek v kontejnerech .....	36
4.3	Prostředky k zajištění zásilek v kontejnerech.....	37
4.3.1	Podložky .....	39
4.3.2	Dřevo .....	39
4.3.3	Ocelové profily .....	39
4.3.4	Dráty.....	39
4.3.5	Polyesterové a nylonové pásy .....	39
4.3.6	Upínací popruhy .....	40
4.3.7	Přepážky .....	40
4.3.8	Pružné fixační vaky.....	40
5	KONKRÉTNÍ PŘEPRAVA, NAKLÁDÁNÍ A ULOŽENÍ ZBOŽÍ V PŘEPRAVNÍ JEDNOTCE .....	41
5.1	Specifikace nákladu.....	41
5.2	Návrh uložení nákladu v kontejneru, určení těžiště .....	42
5.2.1	Výpočet těžiště nákladu .....	44
5.2.2	Určení těžiště kontejneru s nákladem .....	46
5.3	Propočet silového působení na náklad během přepravy.....	48
5.4	Návrh zajištění nákladu v kontejneru.....	52
5.4.1	Určení počtu upínacích pásů – varianta 1 .....	53
5.4.2	Určení počtu upínacích pásů – varianta 2 .....	62
5.4.3	Určení počtu a umístění zajišťovacích dřev a vodících dřev .....	65
5.5	Shrnutí navržené přepravy.....	67
	ZÁVĚR .....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71
	PŘÍLOHY .....	72

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Graficky znázorněné síly působící na náklad v železniční přepravě .....	14
Obrázek 2: Graficky znázorněné síly působící na náklad v silniční přepravě.....	16
Obrázek 3: Graficky znázorněné síly působící na náklad v námořní přepravě .....	17
Obrázek 4: 20' kontejner pro všeobecné využití .....	23
Obrázek 5: 40' kontejner pro všeobecné využití .....	24
Obrázek 6: 20' hard top .....	25
Obrázek 7: 40' hard top .....	25
Obrázek 8: 20' open top.....	26
Obrázek 9: 40' open top.....	27
Obrázek 10: 20' plošinový kontejner se sklopnými čely.....	28
Obrázek 11: plošinový kontejner s pevnými čely.....	28
Obrázek 12: 20' nádržkový kontejner .....	29
Obrázek 13: 20' chladicí kontejner.....	30
Obrázek 14: 40' HC chladicí kontejner .....	31
Obrázek 15: 40' HC kontejner pro všeobecné použití.....	31
Obrázek 16: Transportní překližková bedna.....	41
Obrázek 17: Značka fyto-sanitární ochrany detail .....	42
Obrázek 18: Souřadnice těžiště nákladu .....	45
Obrázek 19: Souřadnice těžiště kontejneru s nákladem .....	46
Obrázek 20: Příklad zajištění nákladu přivázáním .....	52
Obrázek 21: Kotevní prvek v podlaze kontejneru .....	53
Obrázek 22: Určení fixačního úhlu $\alpha$ .....	54
Obrázek 23: Páskovač CT 40.....	58
Obrázek 24: Dvojná smyčka příklad .....	58
Obrázek 25: Návrh umístění fixačních a vodících dřev .....	66
Obrázek 26: Vodící dřevo.....	67

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Technické parametry 20' a 40' kontejneru pro všeobecné použití.....	23
Tabulka 2: Technické parametry 20' a 40' HT kontejneru .....	25
Tabulka 3: Technické parametry 20' a 40' open top kontejneru .....	26
Tabulka 4: Technické parametry 20' a 40' flat kontejneru .....	27
Tabulka 5: Technické parametry 20' nádržkový kontejner .....	29
Tabulka 6: technické parametry 20' a 40' chladicí kontejner .....	30
Tabulka 7: Hodnoty zatížení na metr podlahy kontejneru.....	37
Tabulka 8: Specifikace nákladu.....	41
Tabulka 9: Výpočet souřadnice těžiště nákladu - vstupní hodnoty .....	44
Tabulka 10: Souřadnice těžišť transportních beden.....	45
Tabulka 11: Souřadnice .....	47
Tabulka 12: Hodnoty faktoru zrychlení ve směrech působení .....	48
Tabulka 13: Velikosti setrvačných sil pro navrhovanou přepravu .....	49
Tabulka 14: Hodnoty třecí síly ( $\mu = 0,20$ ) .....	49
Tabulka 15: Hodnoty třecí síly ( $\mu = 0,50$ ) .....	50
Tabulka 16: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,20$ .....	51
Tabulka 17: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,50$ .....	51
Tabulka 18: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,20$ .....	51
Tabulka 19: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,50$ .....	51
Tabulka 20: Velikost $F_{\text{CPSVP}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,20$ .....	55
Tabulka 21: Velikost $F_{\text{CPSVP}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,50$ .....	55
Tabulka 22: Velikost $F_{\text{CPSVP}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,20$ .....	56
Tabulka 23: Velikost $F_{\text{CPSVP}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,50$ .....	56
Tabulka 24: Srovnání $F_{\text{CPSVP}}$ a $F_{\text{F}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,20$ .....	56
Tabulka 25: Srovnání $F_{\text{CPSVP}}$ a $F_{\text{F}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,50$ .....	56
Tabulka 26: Srovnání $F_{\text{CPSVP}}$ a $F_{\text{F}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,20$ .....	57
Tabulka 27: Srovnání $F_{\text{CPSVP}}$ a $F_{\text{F}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,50$ .....	57
Tabulka 28: Velikost $F_{\text{CPSVP}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 5000 \text{ kg}$ , $\mu = 0,88$ .....	60
Tabulka 29: Velikost $F_{\text{CPSVP}}$ ve sledovaných směrech pro: $m = 1500 \text{ kg}$ , $\mu = 0,60$ .....	62
Tabulka 30: Hodnoty faktoru zrychlení dle ČSN EN 12195 – 1 .....	63
Tabulka 31: Shrnutí .....	67

## SEZNAM ZKRATEK

$\alpha$	fixační úhel
cm	jednotka délky centimetr
daN	jednotka síly dekanewton
EURO	paleta určená pro silniční nákladní přepravu
$F_{\text{CPSVP}}$	celková předepínací síla upínacího pásu
$F_{\text{Č}}$	síla, kterou je schopna absorbovat čelní stěna kontejneru
$F_{\text{F}}$	fixační síla
$F_{\text{od}}$	odstředivá síla
$F_{\text{př}}$	síla působící v příčném směru
$F_{\text{ps}}$	síla působící v podélném směru
$F_{\text{PSVP}}$	předepínací síla jednoho upínacího pásu
$F_{\text{S}}$	setrvačná síla
$F_{\text{sv}}$	síla působící ve svislém směru
$F_{\text{T}}$	třecí síla
$F_{\text{zp}}$	zpomalující síla
$f_z$	faktor zrychlení
$F_{\text{zr}}$	zrychlující síla
G	tíhové zrychlení
HC	high cube kontejner
HT	hard top kontejner
in	palec
ISO	norma pro kontejnery
kg	jednotka hmotnosti kilogram
kN	jednotka síly kilonewton
m	jednotka délky metr
$\text{m}^3$	jednotka objemu kubický metr
mm	jednotka délky milimetr
$\mu$	součinitel tření
N	jednotka síly newton
n	počet upínacích pásů
OT	open top
t	jednotka hmotnosti tuna

TEU	ekvivalent 20' kontejneru
$X_T$	souřadnice těžiště

# ÚVOD

**Cílem práce je shrnout problematiku námořních kontejnerů podléhajících normě ISO se zaměřením na upevňování zásilek v jejich ložném prostoru a na základě teoretických podkladů navrhnout konkrétní kontejnerovou přepravu tak, aby byla bezpečná po celou dobu přepravy pro všechny druhy dopravy, které se využívají při přepravě námořních kontejnerů.**

První část práce se zabývá analýzou sil, které působí na dopravní a přepravní prostředky (v tomto případě na kontejnerové dopravní prostředky a přepravní prostředky – kontejnery) v různých druzích dopravy. Dále se práce věnuje analýze přepravních prostředků kombinované přepravy, to znamená členěním kontejnerů dle typů a základních rozměrů užívaných v kombinované přepravě. K typovému rozdělení kontejnerů je nutné nadefinovat základní pojmy, které s kontejnery souvisí. Jednotlivé typy kontejnerů jsou vyobrazeny přehlednými obrázky. Základní technické specifikace jednotlivých typů kontejnerů jsou uvedeny v přehledných tabulkách. Bakalářská práce se také zabývá tím, jak správně zvolit kontejner pro přepravu, a jak správně ukládat zásilky v kontejnerech. Čtvrtá část práce je věnována fixaci zboží v kontejnerech. To znamená, jakými způsoby se zásilky v kontejnerech zajišťují a také prostřednictvím jakých fixačních pomůcek.

Poslední hlavní kapitola práce se zabývá návrhem a ukázkou konkrétní kontejnerové přepravy. Konkrétní ukázková přeprava je zaměřena na přepravu překližkových transportních beden ve 40' univerzálním kontejneru. V kapitole je popsán charakter přepravovaného nákladu, způsob uložení na ložné ploše kontejneru a také způsob fixace nákladu. Stěžejní v této kapitole je vyčíslení počtu potřebných upínacích pásů, určení těžiště nákladu a těžiště kontejneru s nákladem. Poslední kapitola shrnuje poznatky z teoretické části práce a snaží se je aplikovat v ukázkové přepravě. Celá práce je shrnuta v závěru.

# 1 ANALÝZA DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ POUŽÍVANÝCH PRO PŘEPRAVU KONTEJNERŮ

Pro přepravu námořních kontejnerů lze využít námořní respektive vodní, železniční a silniční dopravu. Během přepravy je zboží vystaveno přepravním vlivům, které pro zboží představují nebezpečí. Toto nebezpečí může na zboží během přepravy způsobit vážné škody. Vlivy, které na zboží působí, se dělí následovně:

- vlivy mechanické,
- vlivy klimatické,
- vlivy plynoucí z charakteru přepravovaného zboží. (1)

Každé zboží má určitou schopnost přepravním vlivům odolat. Tato schopnost se nazývá přirozená odolnost zboží. Jakmile je ale přirozená odolnost překročena, nastává riziko, kdy se zboží během přepravy může poškodit. Poškození během přepravy se předchází volbou správného druhu obalu a správným ložením zboží v kontejneru.

## 1.1 Mechanické vlivy

Každé zboží v jakémkoliv dopravním prostředku je během přepravy vystaveno mechanickému namáhání. Mechanické namáhání je nejvýznamnější v železniční dopravě, ale objevuje se i při jízdě silničního nákladního automobilu, při plavbách lodí nebo při letu letadel. Vliv působení namáhání na zboží je ve všech druzích dopravy stejný, liší se pouze různou intenzitou. Účinky mechanického namáhání nelze zcela eliminovat ve smyslu jejich úplného vymezení, ale prostřednictvím vhodného způsobu ložení zboží do dopravního prostředku a správně zvoleným přepravním balením lze účinky mechanického namáhání zmírnit do takové míry, že riziko poškození nákladu je velmi malé. To ovšem za předpokladu správného naložení a jeho zafixování.

### 1. 1. 1 Železniční nákladní přeprava

Jak již bylo zmíněno, zboží v železniční dopravě je vystaveno největšímu mechanickému namáhání. Mechanické namáhání v železniční dopravě se může projevit dvěma způsoby. První forma jsou takzvané jednotlivé rázy, druhá forma vibrace. Mechanické namáhání tedy vzniká:

- při posunu (jednotlivé rázy),
- při jízdě vlaku (vibrace – opakované rázy). (1)

Mechanické namáhání vznikající při posunu se nazývá jako jednotlivé rázy. Řazení vlaků probíhá jak v nácestných, tak v seřadovacích stanicích se svážným pahrbkem. Jednotlivé rázy se mohou projevovat nejenom při vlakovorbě, ale také v průběhu jízdy vlaku. Tyto situace nejsou ale příliš časté, jelikož se jedná o situace, kdy je vlak přetržen nebo byla použita rychlobrzda. Ve všech zmíněných případech působí na dopravní i přepravní prostředek setrvačné síly o určité velikosti. Velikost setrvačných sil je závislá hlavně na:

- okamžité nárazové rychlosti vozu,
- hmotnosti nákladu,
- konstrukci vozu a schopnosti nárazníků absorbovat nárazy. (1)

Při jízdě vlaku působí na železniční vůz takzvané opakované rázy. Tyto opakované rázy bývají častěji označovány jako vibrace. Vibrace lze na voze pozorovat jako krátkodobé zpomalování a zrychlování vozu během jízdy. Oproti jednotlivým rázům mají vibrace intenzitu mnohem nižší a závisí na:

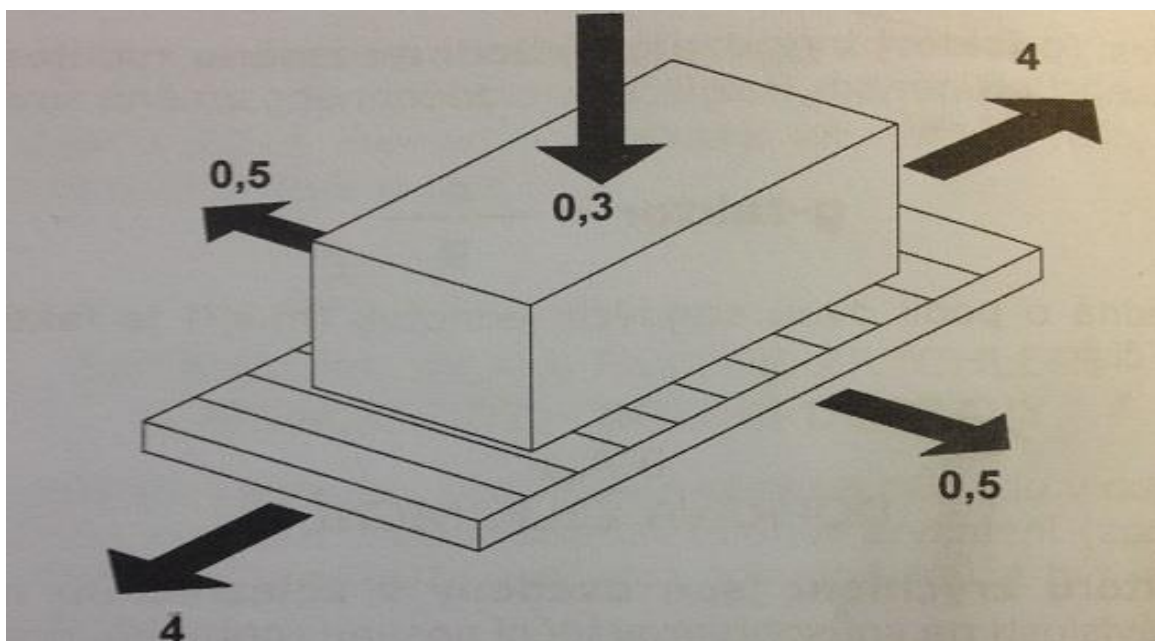
- stavu železničního svršku,
- konstrukci železničního vozu,
- technickém stavu železničního vozu,
- rychlosti jízdy vlaku,
- způsobu brždění vlaku
- a charakteru trati. (1)

Působením jednotlivých a opakovaných rázů vznikají setrvačné síly. Tyto síly působí na železniční vůz, kontejner a jeho náklad v různých intenzitách a mají rozhodný vliv na způsob ložení zboží a způsob fixace. Setrvačné síly působí:



- v podélném směru,
- příčném směru a
- svislém směru. (1)

Na obrázku 1 jsou názorně vyobrazeny setrvačné síly působící na náklad, který je ložený na dopravním prostředku. Nejvyšších hodnot nabývají síly v podélném směru a to až 4 násobku tíhy zásilky, jak ukazuje tento vzorec:  $F_{ps} = 4 G$ , kde  $F_{ps}$  je síla působící v podélném směru ( $F_{ps} = [N]$ ). Tato hodnota se týká vozů, nebo skupiny vozů při normálním posunu. Jedná se tedy o jednotlivé rázy. Síly v příčném směru nabývají až 0,5 násobku tíhy zásilky dle vzorce:  $F_{př} = 0,5 G$ , kde  $F_{př}$  je síla působící v příčném směru ( $F_{př} = [N]$ ). Síly ve svislém směru mají na náklad nejmenší vliv, protože nabývají hodnot kolem 0,3 násobku tíhy zásilky. Síly ve svislém směru vystihuje vzorec:  $F_{sv} = 0,3 G$ , kde  $F_{sv}$  je síla působící na náklad ve svislém směru ( $F_{sv} = [N]$ ). Jsou-li však železniční vozy přepravovány prostřednictvím vodní dopravy (trajektem), tak mohou hodnoty sil v příčném a svislém směru nabýt vyšších hodnot. Konkrétně pro příčnou sílu se jedná o 0,8 násobek tíhy zásilky a pro svisle působící sílu o 0,6 násobek tíhy zásilky. (2)



**Obrázek 1: Graficky znázorněné síly působící na náklad v železniční přepravě**

Zdroj (2)

Na závěr lze říci, že při přepravě po železnici má na náklad ložený v kontejneru nebo v železničním voze největší vliv podélná síla, která vzniká hlavně při vlakotvorbě respektive posunu vozů. Podélné síly vznikají i při jízdě vlaku a to prostřednictvím vibrací. Vibrace jsou

důsledkem opakovaného krátkodobého zrychlování a zpomalování železničního vozu během jízdy. Tato podélná síla lze eliminovat správným ložením a zajištěním zboží do kontejneru. Správným ložením a správnou fixací zboží lze tuto síla eliminovat do takové míry, že ve výsledku nemá na zboží téměř žádný vliv, respektive nezpůsobí škody na zboží.

Při přepravě kontejnerů prostřednictvím železniční dopravy je důležité brát na zřetel, že kontejnery se přepravují na speciálních železničních vozech uzpůsobených pro přepravu kontejnerů. Při přepravě kontejnerů na těchto speciálních vozech by hodnota podélné síly neměla přesahovat hodnotu 2 násobku tíhy zásilky z důvodu deformace kontejneru na upevňovacích prvcích (rohových prvcích). (1)

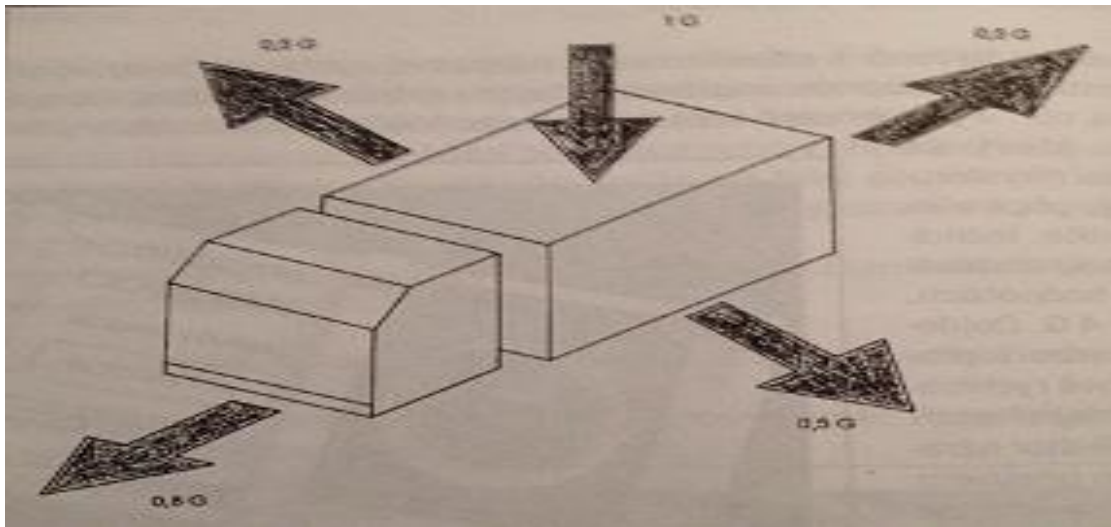
### 1. 1. 2 Silniční nákladní přeprava

Mechanické namáhání v silniční přepravě se od mechanického namáhání v železniční přepravě značně liší. Nedosahuje tak vysokých hodnot jako v přepravě železniční. Při silniční přepravě mají na náklad největší vliv síly v těchto směrech:

- ve směru jízdy vozidla,
- proti směru jízdy vozidla,
- kolmo na směr jízdy vozidla a
- vertikální (svislá) síla. (1)

Ve směru jízdy vozidla působí zrychlující síla ( $F_{zr}$ ). Tato síla vzniká při brždění silničního vozidla. Proti směru jízdy vozidla působí síla zpomalující ( $F_{zp}$ ), která vzniká důsledkem zrychlování vozidla respektive při rozjezdu. Další významná síla je odstředivá síla ( $F_{od}$ ), která působí kolmo na směr jízdy vozidla a vzniká při průjezdu vozidla zatáčkou. Poslední sledovanou silou je síla svislá neboli vertikální, která je způsobena vlastní tíhou přepravovaného nákladu.

Na obrázku 2 jsou vyznačeny všechny již zmíněné síly a hodnoty, kterých mohou nabývat. Zrychlující síla může dosáhnout až 0,5 násobku hmotnosti nákladu dle vzorce  $F_{zr} = 0,5 G$ , kde  $G$  je tíhové zrychlení zásilky v metrech za sekundu na minus druhou ( $G = m \cdot s^{-2}$ ). Proti směru vozidla působí zpomalující síla, která může dosahovat až 0,5 násobku hmotnosti nákladu. Zpomalující sílu vystihuje vzorec  $F_{zp} = 0,5 G$ . Odstředivá síla vznikající při průjezdu zatáčkou může dosáhnout stejně jako zpomalující síla až 0,5 násobku hmotnosti nákladu. Odstředivou sílu lze zapsat jako  $F_{od} = 0,5 G$ . Vertikální síla je přímo úměrná tíze nákladu, proto je na obrázku zakreslena jako 1 násobek hmotnosti nákladu. (2)



**Obrázek 2: Graficky znázorněné síly působící na náklad v silniční přepravě**

Zdroj (2)

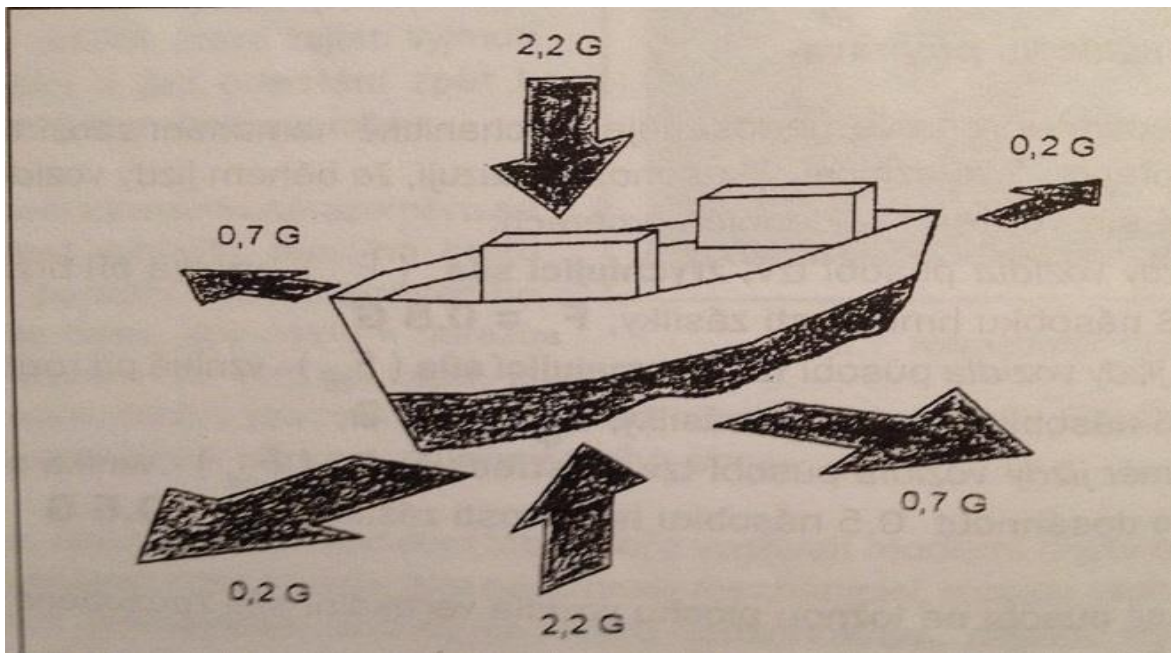
V silniční přepravě oproti přepravě železniční mechanické namáhání nedosahuje tak vysokých hodnot. V železniční přepravě mají největší vliv na přepravovaný náklad síly působící v podélném směru a tyto síly také dosahují nejvyšších hodnot. V přepravě silniční hodnoty podélných sil nedosahují zdaleka takových hodnot, ale síly vznikající při zpomalování a zrychlování mají také velký význam na přepravovaný náklad. Co se týče sil příčných, tak hodnoty jsou shodné u obou druhů přepravy s tím rozdílem, že v silniční přepravě se hovoří o odstředivé síle vznikající při průjezdu zatáčkou. Naopak svislé síly v silniční přepravě nabývají hodnot vyšších než v přepravě železniční.

### 1. 1. 3 Námořní nákladní přeprava

Námořní přeprava je od železniční a silniční přepravy velice odlišná, co se týče hodnot setrvačných sil, které při její realizaci vznikají. Síly působí obdobně jako například u železniční přepravy v těchto směrech:

- podélný směr,
- příčný směr,
- svislý směr. (1)

V námořní přepravě je nejvýznamnější síla působící ve svislém směru ( $F_{sv}$ ). Síla může nabývat hodnot až 2,2 násobku hmotnosti zásilky a lze to vyjádřit následující rovnicí:  $F_{sv} = 2,2 G$ , kde  $G$  je hodnota tíhového zrychlení nákladu v metrech za sekundu na minus druhou ( $G = [m \times s^{-2}]$ ). Síla působící v podélném směru ( $F_{po}$ ) může nabývat až 0,2 násobku hmotnosti zásilky,  $F_{po} = 0,2 G$ . Síla působící v příčném směru ( $F_{př}$ ) může nabývat hodnot až 0,7 násobku hmotnosti nákladu,  $F_{př} = 0,7 G$ . Síly a jejich hodnoty jsou graficky znázorněny na obrázku 3. (2)



**Obrázek 3: Graficky znázorněné síly působící na náklad v námořní přepravě**

Zdroj (2)

Námořní přeprava je od ostatních druhů dopravy dost odlišná. Nejvyšší hodnoty setrvačných sil se projevují ve svislém směru. To je způsobeno tím, že plavidlo musí při své plavbě překonávat nerovnosti ve vodní hladině (vlny). Při takovém překonávání pak hodnota svislé síly může být až dvojnásobná, což je oproti ostatním druhům dopravy ojedinělé. Z toho plyne, že zboží v přepravním prostředku musí být velice rovnoměrně rozloženo a kvalitně upevněno. V námořní přepravě je také důležité, aby přepravní jednotky byly kvalitně zafixovány a rovnoměrně rozloženy po celém plavidle, aby se nenarušilo těžiště plavidla.

## 1. 2 Klimatické vlivy

Na zboží přepravované v kontejnerech nehledě na druhu dopravy bezesporu působí klimatické vlivy. I přesto že kontejner lze brát jako druh obalu, i tak na něj mohou klimatické vlivy působit, respektive mohou působit na zboží, které je uvnitř přepravováno. Za klimatické

vlivy tedy se považuje déšť, mráz, extrémně vysoké teploty, vítr a vlhkost. Každé zboží dle jeho charakteru vyžaduje ochranu proti jiným vlivům. Působení klimatických vlivů je dáno trasou přepravy, tím je myšleno, že při dlouhých přepravách se můžou razantně změnit klimatické podmínky. Vítr pro přepravy v kontejneru nemá zásadní vliv, protože kontejner plní ochrannou funkci plně uzavřeného obalu. To ovšem neplatí pro otevřený kontejner. V případě otevřeného kontejneru je nutné chránit zboží jak proti větru tak dešti. Proti větru a dešti se zboží chrání pomocí krycích plachet a uzavazovacích prostředků. Zboží se v kontejneru může spíše zapařit nebo může být náchylné na změny teploty. Proti těmto vlivům je nutné volit vhodný obal zboží a vhodné ochranné prostředky, které jsou umístěny uvnitř kontejneru. Proti vlhkosti se umísťují vysoušecí prostředky, které svým charakterem stahují vlhkost do sebe. Jestliže je zboží náchylné na výkyvy teplot nebo je nutné během přepravy udržovat konstantní teplotu, je nutné zvolit správný kontejner. Existují kontejnery, které jsou vybaveny izolovanými stěnami nebo nezávislým či závislým agregátem, který je schopný udržovat požadovanou teplotu dle charakteru zboží.

Obecně lze prostředky k ochraně proti klimatickým vlivům rozdělit následovně:

- plachty,
- ochranné sítě,
- vysoušecí prostředky,
- obaly zboží (fólie z umělé hmoty a další). (1)

## 2 ANALÝZA PŘEPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ KOMBINOVANÉ PŘEPRAVY – ČLENĚNÍ KONTEJNERŮ

Tato kapitola se zabývá členěním námořních kontejnerů užívaných v kombinované přepravě. Jelikož stále roste okruh zboží, které je nutno prostřednictvím kontejnerů přepravit, roste i počet druhů kontejnerů. Dřívějším standardem byly kontejnery základních rozměrů 20' a 40'. V nynější době ve snaze uspokojit většinu požadavků zákazníka na flexibilní, levnou, rychlou a bezpečnou přepravu se využívají nové druhy kontejnerů pro různé druhy zboží. Kapitola nebude věnována pouze základním druhům kontejnerů nynější doby, ale také základním pojmům s kontejnery souvisejícími, které jsou nezbytné k parametrům jednotlivých kontejnerů.

### 2.1 Základní pojmy

Mezi základní pojmy v oblasti kontejnerů a jejich specifikace patří tyto pojmy: celková nosnost, hmotnost kontejneru, kapacita kontejneru, základní určující rozměry a převodová jednotka TEU. (8)

#### 2.1.1 Celková nosnost

Celková nosnost někdy také jako „maximum payload“ se liší dle typové řady kontejneru, jeho konstrukce a rozměrů. (8)

#### 2.1.2 Hmotnost kontejneru

Hmotnost kontejneru neboli „tára“ je také dána konstrukcí, rozměry a typovou řadou. Hmotnost kontejneru se často zaokrouhluje z důvodu zjednodušení výpočtů, ve kterých tento údaj figuruje. (8)

#### 2.1.3 Kapacita kontejneru

Kapacita kontejneru je dána jeho rozměry a konstrukcí. Udává se obvykle v kubických metrech. Kapacita námořních kontejnerů se pohybuje od 33 m<sup>3</sup> (20' kontejnery) po 80 m<sup>3</sup> (40' High Cube kontejner). Hodnoty kapacit jsou uvedeny orientačně, závisí na typové řadě kontejneru. (4)

#### 2. 1. 4 Základní určující vnější rozměry

Kontejnery jakožto normované přepravní jednotky kombinované přepravy mají pevně dané své rozměry. Kontejnery ISO řady 1 se dělí dle délky následovně:

- ISO 1 D (délka 10' - 3 metry),
- ISO 1 C (délka 20' - 6 metrů),
- ISO 1 B (délka 30' - 9 metrů),
- ISO 1 A (délka 40' - 12 metrů). (4)

Uvedené rozměry se v praxi mohou lišit, jelikož vždy závisí na jednotlivé sérii a výrobci kontejneru. Odchylka však musí splňovat požadavky ISO norem, protože kontejner bývá přepravován po vodě, železnici a prostřednictvím nákladní silniční dopravy a musí být kompatibilní svými rozměry se všemi dopravními prostředky určenými k přepravě námořních ISO kontejnerů. V dnešní době je možné se setkat i se 45' kontejnerem, který bude měřit na délku cca 13,5 metru.

Co se týče šířky kontejnerů ISO řady 1, tak ta musí být vždy 8'. Šířka u těchto kontejnerů je pevně dána z přepravních důvodů. Každý kontejner je opatřen rohovými prvky, které slouží k uchycení kontejneru na dopravní prostředek a také ke stohování kontejnerů na sebe. Pokud by tento šířkový předpoklad nebyl splněn, tak by ani kontejner nesplňoval požadavky na univerzální přepravní jednotku kombinované přepravy.

Stejně tak jako šířka tak i výška kontejnerů je pevně dána. Výška kontejnerů je 8 stop a 6 palců, to je 2 590 mm. S trendem moderní doby se také vyskytují takzvané High Cube (HC) kontejnery. HC jsou kontejnery se zvětšenou výškou z původních 8 stop na 9 stop a 6 palců (2 900mm). (3)

#### 2. 1. 5 Převodová jednotka TEU

Jednotka TEU slouží k určování objemů kontejnerové přepravy. Jedno TEU je ekvivalentem jednoho 20' kontejneru. Dvě TEU tedy mohou znamenat dva 20' kontejnery nebo také jeden 40' kontejner.

## 2. 2 Značení kontejnerů

Kontejnery ISO jsou označeny dvěma druhy kódů:

- čtyřmístným písmenným kódem.
- sedmimístným, neopakovatelným číselným kódem.

Čtyřmístný písmenný kód určuje pomocí prvních tří písmen vlastníka a řadu kontejneru. Poslední písmeno je písmeno „U“, to značí, že se jedná o ISO kontejner. Prvních šest číslic v sedmimístném číselném kódu určuje v logické kombinaci pořadové číslo kontejneru. Poslední sedmá číselná pozice je kontrolní a vypočítává se z šesti předchozích čísel v kódu. Bývá oddělena od prvních šesti číslic pomlčkou nebo je postavena v rámečku. Kontejnery se také značí ISO kódem pro typovou skupinu. (3)

Identifikační značení kontejneru je vždy uvedeno na všech stranách kontejneru a uvnitř kontejneru. Jestliže má kontejner pevnou střechu, tak je uvedeno i na ní.

## 2. 3 Členění kontejnerů

Podkapitola 2.3 se věnuje základním typům a velikostem kontejnerů. U každého kontejneru, kterým se kapitola zabývá, jsou v tabulce uvedeny základní údaje o kontejneru. U každého typu kontejneru je také popsáno možné uplatnění kontejneru a údaje o konstrukci.

Kontejnery ISO řady 1 lze rozdělit podle typu na:

- kontejner pro všeobecné použití,
- kontejner s odnímatelnou střechou,
- kontejner s otevřeným vrchem,
- plošinový kontejner se sklopnými čely,
- plošinový kontejner bez čel,
- nádržkový (cisternový) kontejner,
- kontejner pro sypký suchý materiál,
- izotermický kontejner,
- chladič kontejner. (4)



Podrobně jsou popsány kontejnery ISO řady 1, které jsou v praxi nejčastěji využívány. Jedná se o kontejnery o rozměrech 20' a 40' na délku. Uvedeny a popsány jsou také kontejnery těchto délek v provedení high cube (HC) tedy kontejnery zvýšené (vyšší světlá výška). HC kontejnery mají bezesporu své výhody, ale co se týče dopravy, tak jsou vhodné hlavně pro přepravu po vodě. To znamená hlavně pro námořní a někdy i pro vnitrozemskou dopravu. V kombinované přepravě nastává problém u železniční přepravy respektive u vnitrozemské přepravy obecně kvůli vyšší světlé výšce. Například v železniční přepravě může nastat omezení nebo úplný zákaz přepravy z důvodu omezení průjezdního průřezu. Toto lze řešit pouze použitím speciálních nízkoložných vozů.

### 2. 3. 1 20' a 40' kontejner pro všeobecné použití

Kontejner pro všeobecné použití je univerzální kontejner, který je plně uzavřený, odolný proti povětrnostním vlivům a také vodotěsný. Splňuje všechny podmínky normy ISO pro kontejnery.

Konstrukce kontejneru je tvořena ocelovým rámem. V každém rohu nahoře i dole je opatřen rohovými prvky. Střecha je u tohoto typu pevná, stejně tak stěny. Stěny jsou plechové se svislými prolisy. Kontejner má z čelní strany dvoukřídlé vodotěsné dveře. Existuje i varianta, kdy má tento typ kontejneru dveře na jedné z čelních stěn a na obou bočních stěnách. Čelní dveře lze otevírat v úhlu až 270°. Jestliže je kontejner vybaven bočními dveřmi, tak ty je možné otevírat maximálně pod úhlem 180°. Zavírání dveří je zajištěno tyčovými uzávěry, které umožňují zabezpečení plombami. Větrání je vždy na obou bočních stranách nahoře v rozích. Větrání je řešeno velice důmyslně, aby byla zajištěna vodotěsnost kontejneru. Podlahy jsou obvykle dřevěné nebo z překližky. Uvnitř je kontejner vybaven kovovými upevňovacími prvky (na podélných dolních i horních nosnících a v rozích), určenými k zajišťování nákladu. Tato vysoká využitelnost z tohoto typu kontejneru činí nejčastější kontejner u nás i ve světě. Využívá se pro přepravu všech druhů komodit (balené zboží, nebalené zboží, kusové zboží, polotovary a suroviny). Kontejner pro všeobecné použití je vyobrazen na obrázku 4 (20' kontejner) a na obrázku 5 (40' kontejner). (4)

**Tabulka 1: Technické parametry 20' a 40' kontejneru pro všeobecné použití**

Technické parametry	20' kontejner	40' kontejner
Vnější rozměry	20' × 8' × 8'	40' × 8' × 8'
Vnitřní rozměry (mm)	5890 × 2350 × 2390	12030 × 2350 × 2390
Tára (kg)	2000	4000
Maximum payload (kg)	25000 - 28000	27000
Kapacita – ložný objem (m <sup>3</sup> )	33	67
Ložná plocha (m <sup>2</sup> )	14	28
Rozměry rámu dveří	2340 × 2290	2340 × 2290
Ekvivalent	1 TEU	2 TEU

Zdroj (3), upraveno autorem

Obrázek 4 vyobrazuje 20' kontejner pro všeobecné použití. Na obrázku kontejneru jsou vidět upevňovací a manipulační prvky umístěné v rozích (rohové prvky), dvojdílné dveře (na dveřích tyčové uzávěry) a svisle prolisované plechové stěny.



Zdroj (4)

**Obrázek 4: 20' kontejner pro všeobecné využití**

Na obrázku 5 je 40' kontejner pro všeobecné využití. Popis pro obrázek 5 není nutný, jelikož pro něj platí stejný popis jako pro 20' kontejner. Liší se pouze v délce.



**Obrázek 5: 40' kontejner pro všeobecné využití**

Zdroj (5)

### 2.3.2 20' a 40' kontejner s odnímatelnou střechou

Kontejner s odnímatelnou střechou neboli hard top (HT) je kontejner určený pro dlouhé a nadrozměrné zboží, které svým charakterem vyžaduje vertikální nakládku jeřábem. Aby bylo možné provádět nakládku jeřábem shora, má HT odnímatelnou střechu. Střecha nemusí být nutně použita, proto je kontejner vybaven plachtou a ocelovým lankem pro zajištění plachty. Snazší nakládku umožňuje i možnost bočního sklopení stěny a odejmutí horního příčnicku dveří. Konstrukce je celokovová s klasickými bočními prolisy. Kontejner je stejně jako univerzální kontejner vybaven pevnými kovovými úvazníky sloužícími k zajištění nákladu.

**Tabulka 2: Technické parametry 20' a 40' HT kontejneru**

Technické parametry	20' kontejner	40' kontejner
Vnější rozměry	20' × 8' × 8' 6 in	40' × 8' × 8'
Vnitřní rozměry (mm)	5890 × 2340 × 2390	12020 × 2340 × 2390
Tára (kg)	2700	4700
Maximum payload (kg)	27800	25800
Kapacita – ložný objem (m <sup>3</sup> )	32	67
Rozměry rámu dveří	2340 × 2200	2340 × 2200
Ekvivalent	1 TEU	2 TEU

Zdroj (3), upraveno autorem

Na obrázku 6 je ukázka 20' HT kontejneru. Na čelní straně je vidět odnímatelný horní nosník dveří a na něm rohové prvky.



**Obrázek 6: 20' hard top**

Zdroj (5)

Na obrázku 7 je 40' hard top kontejner. Na tomto obrázku je vidět zadní stěna kontejneru, která není opatřena dveřmi.



**Obrázek 7: 40' hard top**

Zdroj (5)

### 2. 3. 3 20' a 40' kontejner s otevřeným vrchem

Kontejner s otevřeným vrchem také nazývaný jako open top (OT) je kontejner, který je svou konstrukcí podobný hard top kontejneru. Rozdíl je v tom, že open top kontejner nemá kovovou střechu, ale střecha je nahrazena plachtou. Tára OT je tedy menší oproti HT kontejneru. Fixační prostředky uvnitř kontejneru jsou stejné jako u všech ISO kontejnerů (pevné kovové úvazníky). Kontejner se stejně jako HT využívá k přepravě nadrozměrných zásilek, jejichž tvar neumožňuje horizontální nakládku, ale je nutné využít nakládku vertikální pomocí jeřábu.

**Tabulka 3: Technické parametry 20' a 40' open top kontejneru**

Technické parametry	20' kontejner	40' kontejner
Vnější rozměry	20' × 8' × 8' 6 in	40' × 8' × 8' 6 in
Vnitřní rozměry (mm)	5890 × 2340 × 2360	12030 × 2340 × 2380
Tára (kg)	2200	4000
Maximum payload (kg)	28000	26700
Kapacita – ložný objem (m <sup>3</sup> )	32	66
Rozměry rámu dveří	2340 × 2200	2340 × 2200
Ekvivalent	1 TEU	2 TEU

Zdroj (3), upraveno autorem

Na obrázku 8 je 20' open top kontejner opatřený plachtou místo střechy. Plachta je k hornímu podélníku upevněna kovovým lankem.



**Obrázek 8: 20' open top**

Zdroj (5)

Na obrázku 9 je 40' open top.



**Obrázek 9: 40' open top**

Zdroj (5)

#### 2. 3. 4 20' a 40' plošinový kontejner se sklopnými čely

Plošinový kontejner se sklopnými čely též se nazývá jako flat. Jako každý ISO kontejner je vybaven rohovými prvky v rozích podlahy a také v rozích sklopných čel. Kontejner je v základní výbavě vybaven klanicemi, které se umísťují do otvorů pro klanice v podlaze. Kontejnery typu flat se používají pro přepravy takových zásilek, které není možné bezproblémově přepravit v kontejnerech pro běžné použití, hard nebo open top kontejnerech. Kontejnery jsou vybaveny podélnými úvazníky k zajištění nákladu. Flat kontejnerů existuje mnoho typů s různou výbavou.

**Tabulka 4: Technické parametry 20' a 40' flat kontejneru**

Technické parametry	20' kontejner	40' kontejner
Vnější rozměry	20' × 8' × 8' 6 in	40' × 8' × 8' 6 in
Vnitřní rozměry (mm)	5980 × 2230 × 2260	12010 × 2330 × 1980
Tára (kg)	2500	4200
Maximum payload (kg)	21500	40800
Ekvivalent	1 TEU	2 TEU

Zdroj (3), upraveno autorem

Na obrázku 10 je 20' kontejner typu flat se sklopnými čely. Ke sklopení čela je třeba dvou pracovníků. Na obrázku 10 jsou vidět úvazníky na dolní podélné straně podlahy.



**Obrázek 10: 20' plošinový kontejner se sklopnými čely**

Zdroj (5)

Na obrázku 11 je 40' kontejner s pevnými čely.



**Obrázek 11: plošinový kontejner s pevnými čely**

Zdroj (5)

### 2.3.5 20' a 40' nádržkový kontejner

Nádržkový kontejner je tvořen rámovou konstrukcí opatřenou rohovými prvky. Uvnitř konstrukce je osazena nádrž válcovitého tvaru. Technické parametry nádrže závisí na výrobci a určení nádrže. Kontejner je vybaven pouze vrchním utěsněným víkem, které slouží jak k naplnění kontejneru, tak k jeho vyprázdnění. Kontejner se plní i vyprazdňuje tlakem, tak není třeba spodní výpust'. Nádržkové kontejnery slouží k přepravě tekutých látek (alkoholické nápoje, šťávy a koncentráty, oleje a chemické produkty). Lze v něm přepravit



v podstatě jakoukoliv kapalnou látku. Závisí pouze na technických parametrech konkrétního kontejneru, zda je vhodný k použití pro určitou přepravu.

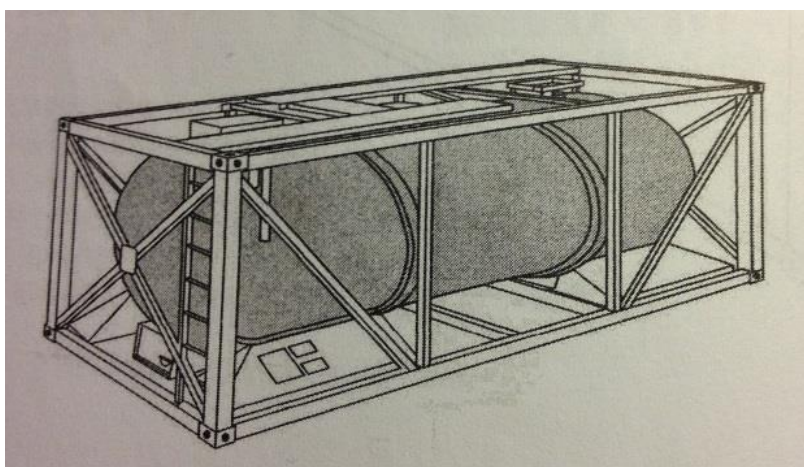
Tára kontejneru závisí na použité nádrži a velikosti nosné konstrukce. Tyto kontejnery mohou být doplněny i zařízením pro řízení teploty během přepravy.

**Tabulka 5: Technické parametry 20' nádržkový kontejner**

Technické parametry	20' kontejner
Vnější rozměry	20' × 8' × 8' 6 in
Vnitřní rozměry (mm)	Dle velikosti nádrže
Tára (kg)	2000
Maximum payload (kg)	28000
Kapacita – ložný objem (m <sup>3</sup> )	Dle velikosti nádrže
Ekvivalent	1 TEU

Zdroj (3), upraveno autorem

Na obrázku 12 je 20' nádržkový kontejner. Z obrázku je patrně vidět kovová konstrukce nesoucí nádrž na kapalnou látku.



**Obrázek 12: 20' nádržkový kontejner**

Zdroj (3)

### 2. 3. 6 20' a 40' izotermický kontejner

Izotermický kontejner je v podstatě kontejner pro všeobecné použití s tím rozdílem, že plášť kontejneru je vyplněn izolační hmotou. Jako izolační hmota se často používá polyuretan. Dveře jsou vybaveny gumovým těsněním s izolační hmotou. Vnitřní rozměry kontejneru jsou nižší, protože stěny jsou obaleny izolačním materiálem. Větrání je zajištěno dvěma ventily, které jsou umístěny v jedné z čelních stěn. Izotermický kontejner je určen



k přepravě předem zmraženého nebo předchlazeného zboží. Nejčastěji se v něm přepravují potraviny, ovoce, zelenina, nápoje nebo květiny.

### 2.3.7 20' a 40' chladicí kontejner

Chladicí kontejner je obdoba izotermického kontejneru. Oproti izotermickému kontejneru je chladicí kontejner vybaven chladicím zařízením. Chladicí zařízení mohou pracovat buď pomocí diesel agregátu, nebo na elektrický proud. Součástí chladicího zařízení je také zásuvka sloužící k připojení zařízení ke zdroji elektrického proudu. Rozsah nastavitelných teplot je v rozmezí - 25° / + 25° Celsia. (3)

**Tabulka 6: technické parametry 20' a 40' chladicí kontejner**

Technické parametry	20' kontejner	40' kontejner
Vnější rozměry	20' × 8' × 8' 6 in	40' × 8' × 8' 6 in
Vnitřní rozměry (mm)	5460 × 2280 × 2160	11580 × 2290 × 2260
Tára (kg)	3000	4600
Maximum payload (kg)	27400	29400
Kapacita – ložný objem (m <sup>3</sup> )	29	60
Rozměry rámu dveří	2290 × 2220	2290 × 2190
Ekvivalent	1 TEU	2 TEU

Zdroj (3), upraveno autorem

Na obrázku 13 je 20' chladicí kontejner. Na obrázku je vidět, že stěny kontejneru jsou potažené izolační vrstvou. Izolační vrstva je i uvnitř kontejneru.



**Obrázek 13: 20' chladicí kontejner**

Zdroj (5)

Na obrázku 14 je 40' chladicí kontejner. Tento kontejner je ovšem takzvaný high cube, tedy má zvýšenou světlou výšku. Obrázek ale patrně ukazuje čelní stěnu kontejneru, v které je zabudováno chladicí zařízení.



**Obrázek 14: 40' HC chladicí kontejner**

Zdroj (5)

### 2. 3. 8 High cube kontejnery

High cube kontejnery, jak už bylo řečeno, jsou kontejnery ze zvýšenou světlou výškou. V provedení high cube (HC) může být vyroben de facto každý kontejner (chladicí, izotermický, kontejner pro všeobecné použití, a tak dále). HC kontejnery se vyrábí ve všech klasických délkách (například 20' HC, 40' HC nebo i 45' HC). HC kontejnery mají své největší uplatnění především pro lehčí, objemné zboží s velkou světlou výškou, kde oproti open top kontejneru jsou kryté plnohodnotnou střechou. Nevýhody, jak už bylo zmíněno, jsou například při železniční přepravě, kdy může nastat problém s omezením průjezdného průřezu například v tunelech. Řeší se to využitím nízkoložných vozů. Při silniční přepravě může nastat problém obdobný.



**Obrázek 15: 40' HC kontejner pro všeobecné použití**

Zdroj (5)

### 2. 3. 9 Poznámky autora k členění kontejnerů

Všechny uvedené a popsané typy kontejnerů jsou v souladu s normou ISO pro kontejnery. Základní technické údaje uvedené v tabulkách jsou čerpány z věrohodných zdrojů, ale konkrétní hodnoty jsou udávány orientačně. U všech hodnot jsou tolerovány určité odchylky. Rozměry a tára kontejneru závisí na výrobcí. To znamená na materiálech použitých k výrobě kontejneru a technologii výroby.

## 3 KONSTRUKCE KONTEJNERŮ A TECHNICKÉ NORMY

Kapitola třetí je zaměřena na konstrukci a technické normy kontejnerů.

### 3.1 Konstrukce kontejnerů

Základní a nejdůležitější konstrukční částí kontejneru je ocelový rám. Rám má vždy pevně dané rozměry (délka, šířka, výška). Tolerance rozměrů je obvykle maximálně +/- 2 centimetry. Každý kontejner musí být osazen rohovými prvky. Rohové prvky slouží k manipulaci s kontejnery. V rohových prvcích jsou kruhové otvory, do kterých zapadnou čepy manipulačních zařízení (překladištní rámy a sprédry). Stěny kontejneru jsou plechové s vertikálními prolisy. Podlahový rám je vždy zesílený, a to umožňuje nakládku velmi těžkých kusů zboží. Podlaha je obvykle dřevěná. Dřevěná podlaha je tvořena buď podlahovými překližkovými deskami, nebo je prkenná. Zatížení podlahy je dle normy dáno přesně hodnotou v tunách na metr čtverečný. Uvnitř je kontejner opatřen ocelovými upevňovacími prvky, které slouží k zajištění nákladu proti nežádoucímu pohybu nákladu při přepravě. Obvykle jsou po celém obvodu kontejneru u podlahy a také u stropu. Vstup do kontejneru zajišťují obvykle jedny dveře na jedné z čelních stran. U kontejnerů pro všeobecné použití může kontejner mít až troje dveře. Dveře jsou vždy dvoukřídlé. Maximální úhel otevření u dveří na čelní straně je 270 °. Křídla dveří jsou opatřena zpravidla gumovým těsněním. Zavírání dveří je většinou řešeno 4 tyčemi (pákami) se zámky. V zámkách jsou otvory pro zajištění zámků prostřednictvím visacích plomb. Větrání je řešeno několika ventilačními otvory, které jsou chráněny krycím plechem, aby byla zajištěna voděodolnost. Větrací otvory bývají na bočních stranách kontejneru. (3, 7, 8)

### 3.2 Technické normy

Nejdůležitější směrodatnou normou pro námořní kontejnery je norma ISO. Norma ISO má základní čtyři části:

- názvosloví,
- všeobecné požadavky na kontejner,
- technické požadavky na kontejner,
- zkoušení kontejneru. (4)

V části názvosloví jsou nadefinovány základní pojmy, které už byly v této práci zmíněny. Jsou to pojmy tára, brutto hmotnost, nosnost kontejneru a síly působící na kontejner.

Mezi všeobecné požadavky na kontejner dle ISO normy patří:

- rohové prvky,
- konstrukce spodku,
- místa určená k přenášení zatížení,
- dveřní otvor,
- úprava spodku pro manipulaci bočními chapadly nebo podobnými zařízeními,
- vybrání pro zvýšenou přední část návěsu. (7)

## 4 TECHNOLOGIE PŘEPRAVY ZÁSILEK V KONTEJNERECH

Kapitola čtvrtá je zaměřena na technologii přepravy zásilek v kontejnerech. To znamená vše od výběru typu kontejneru, samotného nakládání zboží do kontejneru, následného zajištění zboží v kontejneru pomocí správně zvolených fixačních prostředků. Právě jedna z podkapitol je věnována v praxi využívaným zajišťovacím prostředkům.

### 4.1 Výběr kontejneru k nakládce

Výběr kontejneru k nakládce je první a velice zásadní věc, kterou musí odesílatel zboží provést. Dle charakteru zboží musí odesílatel vybrat nejvhodnější typ kontejneru. Nejčastěji jsou využívány univerzální kontejnery pro všeobecné použití, které lze využít pro většinu přeprav. Pro obtížně manipulovatelné zboží je vhodné volit kontejnery typu hard top nebo open top, protože umožňují snazší nakládku (lze nakládat vertikálně jeřábem). U kontejneru open top ovšem musí odesílatel počítat s tím, že kontejner není vybaven střechou, tudíž vrch kontejneru kryje pouze plachta. Pro nadgabaritní zásilky lze využít kontejnery se sklopnými čely nebo kontejnery bez čel takzvané platform kontejnery. Flat kontejnery se ovšem nejčastěji využívají pouze pro námořní přepravu. Zboží, které podléhá rychlé zkáze nebo zboží náchylné na výkyvy teploty (zboží vyžadující konstantní teplotu), je výhodné přepravovat v izotermických či chladících kontejnerech. Kapalně látky ve větších objemech je vhodné přepravovat v nádržkových kontejnerech. V dnešní době není problém pro jakékoliv zboží najít správný typ kontejneru.

Jakmile odesílatel správně zvolí vhodný typ kontejneru pro přepravované zboží, tak musí provést podrobnou prohlídku. Během prohlídky musí ověřit několik základních faktů. Je nutné ověřit, zda kontejner nenese zjevné známky poškození. Poškození kontejneru by mohlo vést ke krádeži zboží a poškození zásilky. Kontejner by mohl mít poškozený plášť, tudíž by do kontejneru mohlo zatékat, dveře by mohly mít špatné pryžové těsnění a další. Tato kontrola se nejlépe provede tak, když je pracovník uvnitř kontejneru se zavřenými dveřmi a zkoumá, zda do kontejneru neproniká denní světlo. Důležité pro přepravu také je, aby byl kontejner správně vyčištěn po předchozích přepravách. To znamená zbytky předešlého nákladu, škodlivý zápach způsobený předchozí přepravou a také zbytky fixačních prostředků.

Jakmile kontejner splňuje všechny tyto zmíněné předpoklady, může odesílatel přistoupit k samotné nakládce a zajišťování zboží v kontejneru. Jestliže kontejner tyto

předpoklady nesplňuje, tak musí odesílatel kontaktovat dopravce a ten musí nedostatky odstranit, případně přistavit jiný kontejner se stejnými vlastnostmi.

## 4.2 Přepravní ložení zásilek v kontejnerech

V dnešní době, co se týče přepravního ložení zásilek do kontejnerů, existuje mnoho sofistikovaných informačních systémů. Tyto informační systémy usnadňují pracovníkům práci tím, že dokážou rychle a efektivně propočítat optimální využití ložné plochy kontejneru, pracují s hmotností zboží, takže dokážou zjistit správné rozložení nákladu tak, aby nebylo narušeno těžiště kontejneru. Zachování správného těžiště je například důležité ve vodní přepravě, ale také v silniční. Tyto informační systémy vypracují takzvaný plán uložení zboží. Vstupními daty pro výpočet a určení optimálního plánu ložení jsou tyto údaje:

- maximum payload,
- hmotnost každého kusu zboží,
- rozměry každého kusu zboží včetně použitých obalů,
- vnitřní rozměry kontejneru. (3)

Jakmile jsou k dispozici tyto vstupní údaje, lze zjistit, zda vybraný typ kontejneru splňuje požadavky zboží a zda pro určitou přepravu vyhovuje velikost kontejneru. Pomocí plánu pak lze dosáhnout efektivního využití ložného prostoru, zjednodušení a zrychlení nakládky a vykládky a dokonce i jaký zajišťovací materiál a prostředky je vhodné zvolit.

Při nakládání zboží do kontejneru je velice důležité správně rozložit hmotnost nákladu na podlaze kontejneru. Omezení týkající se hmotnosti jsou dána typem a velikostí kontejnerů. Technické údaje o jednotlivých typech kontejnerů jsou uvedeny v druhé kapitole. Hmotnostní omezení jsou také dána místními limity v jednotlivých státech.

Základními nosnými prvky kontejneru jsou příčné nosníky v podlaze kontejneru. Obecně platí, že by náklad měl být rozložen rovnoměrně po celé ploše kontejneru. Jestliže charakter zásilky nedovoluje rovnoměrné rozložení a náklad je těžký, potom je nutné se řídit hodnotami hmotnosti na jeden metr podlahy. Hodnoty zatížení na metr podlahy v kontejneru jsou zaznamenány v následující tabulce.

**Tabulka 7: Hodnoty zatížení na metr podlahy kontejneru**

Velikost kontejneru	Zatížení na metr podlahy
20'	4,5 tuny
40'	3 tuny

Zdroj: (3), upraveno autorem

V případě velmi těžkých kusů se využívají pomocné materiály (dřevěné trámy), na které se uloží náklad z důvodu rozložení hmotnosti. Jestliže ani toto řešení nestačí k dosažení příznivých hodnot zatížení podlahy, tak je nutné sestavit například dřevěný rám, který pomůže váhu lépe rozložit.

Při nakládce zboží je důležité dbát na správném zachování těžiště kontejneru. To znamená, že zboží by nemělo být naloženo pouze k jedné straně. To by pak mohlo mít za následek problémy při manipulaci s kontejnerem nebo při přepravě prostřednictvím silniční dopravy. To platí obecně, protože pak může nastat přetížení povolených hodnot na kolo nebo nápravu a podobně.

Obecně by se společně neměly nakládat tyto druhy zboží:

- zboží vylučující vlhkost a zboží citlivé na vlhkost,
- prášivé zboží a zboží citlivé na prach,
- zboží s ostrými hranami a zboží v měkkých obalech,
- vlhké a suché zboží,
- těžké zboží na lehké a křehké zboží. (3)

V některých případech se nelze těmito zásadami zcela řídit, proto je nutné udělat potřebná opatření. Zboží v kontejneru například rozdělit pomocí dělicích stěn.

### 4.3 Prostředky k zajištění zásilek v kontejnerech

Kontejner jakožto přepravní prostředek kombinované přepravy se staví do role jakéhosi obalu. Svou konstrukcí dokáže poskytnout základní mechanickou a klimatickou ochranu přepravovaného zboží, ale tato ochrana u většiny přepravovaných zásilek není zcela dostačující. Většina zásilek má svou povahou zdaleka vyšší nároky na bezpečnost proti poškození během přepravy, proto je důležité dbát na zásady správné nakládky, uložení a také dodatečného zajištění nákladu prostřednictvím zajišťovacích prostředků. Tato kapitola



se proto věnuje nejčastěji využívaným zajišťovacím prostředkům, které jsou hojně využívány v kontejnerech.

Jak popisuje první kapitola, tak na dopravní i přepravní prostředek působí během přepravy mnoho negativních sil. Tyto síly přináší riziko poškození nákladu a proto je nutné je eliminovat do takové míry, aby byly téměř zanedbatelné. Toho lze docílit za prvé správně vybraným typem kontejneru, správným uložením zboží a hlavně správně zvolenými zajišťovacími prostředky. V železniční a silniční přepravě jsou nejrizikovější podélné síly. Největších hodnot podélné síly dosahují v železniční přepravě. V námořní přepravě jsou naopak výrazné vertikální síly. Přeprava nenesou pouze riziko mechanického poškození, ale také klimatického. Tím jsou například myšleny rizika spojená s vlhkostí a kondenzací vodních par uvnitř kontejneru.

Každý kontejner je z výroby vybaven prostředky k zajištění nákladu. Těmito prostředky se rozumí ocelové zajišťovací prvky (oka), která jsou v kontejneru umístěna na podélných nosnících střechy kontejneru a na podélných nosnících podlahy. Také bývají umístěny v rozích. K fixaci zboží v kontejneru lze také využít dřevěnou podlahu, do které je možno nabít hřebíky a díky nim fixovat další zajišťovací prostředky jako jsou dřevěné hranoly. V některých případech také lze využít prolisů na stěnách kontejneru.

V kontejnerové přepravě se k zajišťování zásilek nejčastěji využívají tyto fixační prostředky:

- podložky,
- dřevo (dřevěné hranoly a lišty, klíny),
- ocelové profily,
- lana a provazy,
- dráty,
- polyesterové a nylonové pásy,
- ocelové pásy,
- upínací popruhy,
- řetězy,
- přepážky,

- pružné fixační vaky. (1, 3)

#### 4. 3. 1 Podložky

Podložky se v kontejnerech používají hlavně z důvodu, aby se zboží nepoškodilo při styku s podlahou. Při použití podložky nebude poškozena ani podlaha kontejneru. Jako podložky se nejčastěji používají kartónové desky. Zvláštním typem podložky mohou být dřevěné hranoly, které zajistí, že se zboží nebude dotýkat podlahy. Také slouží k rozložení hmotnosti zásilky. (1,3)

#### 4. 3. 2 Dřevo

Dřevo se používá k fixaci ve formě hranolů a dřevěných lišt. Hranoly se umísťují na podlahu jak podélně tak příčně. Rozmístění závisí na charakteru zboží a typu kontejneru. Rozměry těchto dřevěných lišt a hranolů se mohou různit. Záleží na hmotnosti a charakteru nákladu. Hranoly mohou také posloužit k zamezení nežádoucího posunu. (1,3)

#### 4. 3. 3 Ocelové profily

Ocelové profily se používají obdobně jako dřevěné hranoly k vytvoření nosné, podložné konstrukce. Využívají se především pro zboží s vysokou hmotností. Jestliže se ocelové profily umísťují na kov, tak je nutné je zajistit gumovými podložkami, aby nedošlo ke skluzu. (1,3)

#### 4. 3. 4 Dráty

Dráty se používají k zajišťování velmi často. Pomocí drátů se zajišťují těžké nebalené kusy zboží. Pro balené zboží nejsou příliš vhodné, protože by mohly poškodit obal. Dráty jsou schopny udržet velkou sílu a výhodou také je nízká pružnost. (1,3)

#### 4. 3. 5 Polyesterové a nylonové pásky

Nylonové a polyesterové pásky jsou nejčastějším fixačním prostředkem. Jejich cena je nízká a využití vysoké. Vykazují velkou pevnost a snadno se používají. Rozsah povoleného zatížení je velmi vysoký. Stejně jako u fixace drátem hrozí nebezpečí prodření obalu na rozích, proto je nutné rohy obalů, kde vede páska, doplnit ochranným prostředkem, který brání prodření. Pásky se nesmí vázat do uzlů, jelikož by mohlo hrozit riziko prasknutí. Pásky se zajišťují speciální sponou, viz příloha B a předepínají se pomocí páskovačů, viz příloha E. (1, 10, 11)

#### 4. 3. 6 Upínací popruhy

Upínací popruhy mají též širokou škálu využití. Lze s nimi zajišťovat takřka jakékoliv zboží. Avšak v kontejnerových přepravách nejsou příliš často využívány z toho důvodu, že jejich pořizovací cena je značně vyšší oproti páskám polyesterovým a nylonovým. Vyšší cena plyne z faktu, že upínací popruhy lze využít vícekrát. Proto jsou vhodnější například pro přepravu zboží silničními návěsy, kde si popruhy řidič po přepravě uklidí a může je použít při další nakládce zboží. To ovšem u kontejnerových přeprav není možné a náklady na zpětnou logistiku by byly zbytečně vysoké. Proto je výhodnější využít polyesterové a nylonové pásky, které jsou levnější, a není tolik ztrátové je po přepravě vyřadit. Upínací popruhy tvoří upínací pás z tkaného polyesteru, k němuž je připevněno napínací zařízení. Na konci upínacího pásu je vždy závěsný hák. Háků je na trhu též široká škála dle využití. (1, 9)

#### 4. 3. 7 Přepážky

Přepážky jsou prostředky chránící zboží proti nežádoucímu posuvu v místech, kde vznikají prázdné prostory. Je důležité dbát na dostatečnou pevnost přepážek. Přepážky lze též využít jako rozdělovací stěny u více druhů přepravovaných komodit, u kterých by nemělo docházet k vzájemnému kontaktu.(1)

#### 4. 3. 8 Pružné fixační vaky

Fixační vaky slouží k vyplnění prázdných prostorů, které někdy při naložení kontejneru vznikají. Tato situace často nastává při nakládce EURO palet. Tyto palety jsou navrženy pro optimální využití nákladového prostoru silničního nákladního dopravního prostředku, ne však kontejnerů. Rozeznáváme fixační vaky na jednorázové a mnohonásobné použití. Existují také vaky, které jsou naplněny vzduchem. Tyto vaky se plní kompresorem. U takovýchto vaků je nutné dbát na to, aby při přepravě nedošlo k protržení. Vaky lze vkládat i nahoru na palety, aby bylo zamezeno nežádoucím vertikálním pohybům zboží. K těmto případům také často dochází v případech přepravy palet, kdy do kontejneru nelze zboží na paletách optimálně stohovat. (1)

## 5 KONKRÉTNÍ PŘEPRAVA, NAKLÁDÁNÍ A ULOŽENÍ ZBOŽÍ V PŘEPRAVNÍ JEDNOTCE

Poslední kapitola práce se zabývá návrhem konkrétní přepravy zboží ve 40' univerzálním kontejneru.

### 5.1 Specifikace nákladu

Předmětem přepravy je zboží balené v šesti překližkových transportních bednách. Tyto bedny lze rozdělit do dvou skupin dle hmotnosti a rozměrů (bližší specifikace viz tabulka 8).

**Tabulka 8: Specifikace nákladu**

	Rozměry (mm)	Hmotnost (kg)	Počet kusů
Skupina 1	3160 x 1700 x 2100	5000	2
Skupina 2	1260 x 1700 x 2100	1500	4

Zdroj: autor

Z tabulky 8 vyplývá, že celkový objem přepravy činí 6 kusů transportních beden o celkové hmotnosti 16 tun.



**Obrázek 16: Transportní překližková bedna**

Zdroj: autor

Na obrázku 16 je vyobrazena překližková transportní bedna (viz příloha A). Každá bedna je ze dvou stran uzpůsobena k manipulaci vysokozdvíhými manipulačními vozíky. Z obrázku je patrné, že každá bedna určená k přepravě musí být označena určitými piktogramy. Tyto značky poskytují informace o způsobu manipulace s nákladem a také o povaze nákladu. V levém horním rohu bedny je patrná skupina tří znaků. Symboly zleva značí: tímto směrem nahoru, křehké a chránit před deštěm. Symbol pod touto skupinou tří znaků znamená nestohovat. Symbol terče uprostřed transportní bedny určuje její těžiště. V pravém dolním rohu je vidět poslední značka, která je potvrzením toho, že dřevo použité k výrobě transportního obalu splňuje požadavky fyto-sanitární ochrany dřevěných obalů.



**Obrázek 17: Značka fyto-sanitární ochrany detail**

Zdroj: autor

Na obrázku 17 je vidět detail značky fyto-sanitární ochrany na fixačním trámu. Fyto-sanitárnímu ošetření musí být podroben každý dřevěný obal nebo fixačního prostředek, který je podroben exportu do zemí, které toto ošetření vyžadují (Kanada, Čína, Mexiko a další).

## 5.2 Návrh uložení nákladu v kontejneru, určení těžiště

Jak je uvedeno v kapitole 5.1, tak předmětem přepravy je šest kusů transportních beden. Nakládka zásilky do 40' univerzálního kontejneru se provede pomocí vysokozdvíhného manipulačního vozíku, a to přímo na silničním návěsu bez nutnosti manipulace s kontejnerem.

Pro tuto konkrétní přepravu byl vybrán nepohyblivý způsob uložení nákladu na ložné ploše kontejneru. Nepohyblivý způsob uložení se dělí na dva druhy:

- kompaktní způsob uložení,

- tuhý způsob uložení. (1)

Při uložení transportních beden na ložné ploše kontejneru se využije kombinace obou způsobů, protože uložení vykazuje charakteristické znaky obou způsobů. Kompaktní způsob uložení je vhodný využít v případě, kdy ložné jednotky vykazují stejný charakter, což v případě přepravy transportních beden tato podmínka splněna je. Zamezení pohybu nákladu se dociluje skladbou ložných jednotek mezi sebou s využitím stěn dopravního prostředku (kontejneru). Ložné jednotky se tedy nakládají od čela kontejneru k jeho konci těsně vedle sebe, bez mezer, aby se zamezilo posunu v podélném a příčném směru. Ovšem v případě této ukázkové přepravy nelze docílit plně kompaktního naložení po celé ložné délce a šířce kontejneru, což znamená, že se transportní bedny nakládají bez mezer od čela kontejneru na podélné středové ose kontejneru tak, aby vznikl po obou stranách, pokud možno, stejně velký prostor. Avšak tento vzniklý prostor po stranách může mít za následek pohyb nákladu v příčném směru. Pokud jsou mezery mezi nákladem do tří centimetrů, tak náklad není třeba nijak dodatečně fixovat, případně mezery vyplňovat, což ale v tomto případě splněno není. Náklad tedy bude muset být proti působení setrvačných sil zajištěn v příčném směru a na konci kontejneru v podélném směru dalším jiným způsobem. Úplné zajištění nákladu v podélném směru směrem dopředu se provede opřením nákladu o čelní stěnu kontejneru a v podélném směru ve směru dozadu opřením o opěrný rám z dřevěných trámů. Tento způsob se nazývá tuhý způsob uložení. Zamezení pohybu do stran (příčný směr) se předejde použitím fixačních pásek a použitím fixačních dřev u podlahy kontejneru (viz kapitola 5.4.2).

Z důvodu, aby se těžiště nacházelo co nejbližší středu kontejneru, je nutné hmotnost nákladu rovnoměrně rozložit, proto se první nakládá 5 tunová transportní bedna přímo na čelo kontejneru. Přímou na ni se natěsno (bez mezer) naloží čtyři kusy 1,5 tunových transportních beden. Na závěr se opět natěsno naloží poslední 5 tunová transportní bedna. I z pohledu těžiště je ideální transportní bedny nakládat v podélném směru také na střed kontejneru. V praxi to však není příliš reálné, aby byl náklad naložen přesně na podélné středové ose kontejneru, ale pro zjednodušení se uvažuje, že náklad je naložen přesně na podélné středové ose.

Vnitřní rozměry kontejneru jsou  $12030 \times 2350 \times 2390$  milimetrů (mm), (délka  $\times$  šířka  $\times$  výška). Rozměry transportních beden jsou: 5 tunová bedna:  $3160 \times 1700 \times 2100$  milimetrů a 1,5 tunová bedna:  $1260 \times 1700 \times 2100$  mm. Za předpokladu, že transportní bedny jsou brány jako homogenní tělesa, lze si je představit jako hmotný bod,

takže se jejich těžiště nachází v jejich geometrickém středu. Aby bylo možné předpokládat, že transportní bedny jsou homogenní tělesa, musí se vycházet z toho, že náklad v nich uložený je uložen rovnoměrně po celém objemu bedny. Pro účely této práce se počítá s tím, že transportní bedny lze brát jako homogenní tělesa a pak lze obecně polohu těžiště určit dle vzorce:

$$X_T = \frac{\sum_i m_i \cdot x_i}{\sum_i m_i} \quad (12)$$

kde:

$X_T$ .....souřadnice těžiště,

$m_i$ .....hmotnost i-tého tělesa,

$x_i$ .....souřadnice i-tého tělesa.

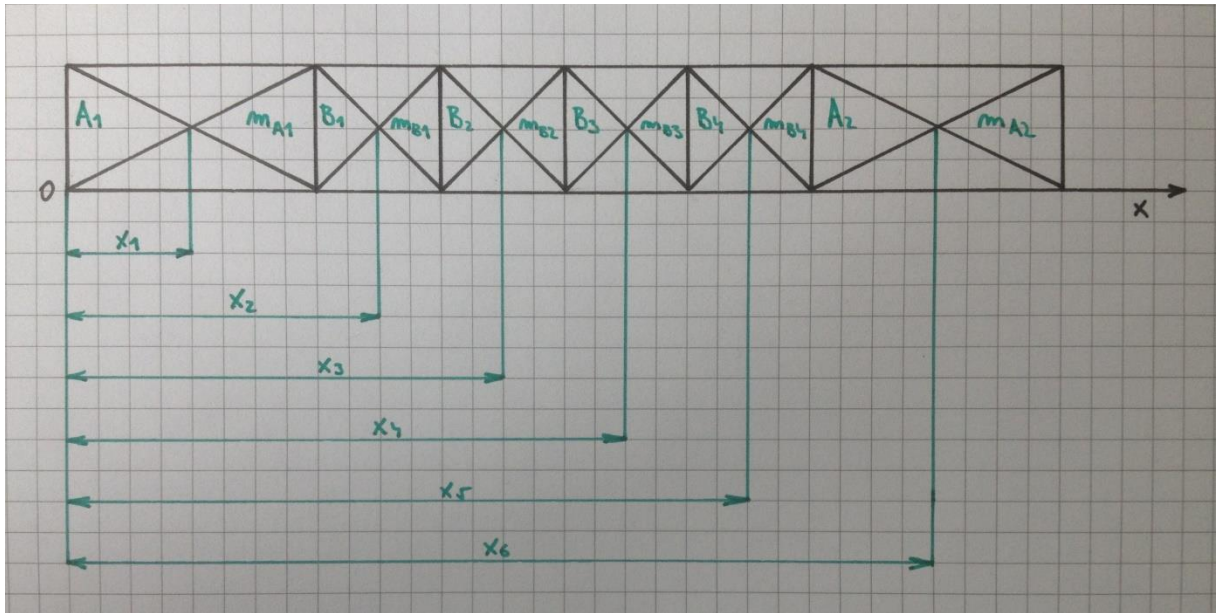
### 5. 2. 1 Výpočet těžiště nákladu

Souřadnice těžiště nákladu se vypočítá dle výše uvedeného obecného vzorce. K výpočtu souřadnice těžiště je nutné znát délku v ose x a hmotnost transportních beden. Těžiště jednotlivých beden leží v jejich geometrickém středu. Vstupní hodnoty nezbytné k výpočtu jsou uvedeny v tabulce.

**Tabulka 9: Výpočet souřadnice těžiště nákladu - vstupní hodnoty**

Transportní bedna	Délka na ose x [m]	Hmotnost m [kg]
$A_1 - A_2$	3,16	5000
$B_1 - B_4$	1,26	1500

Zdroj: autor



**Obrázek 18: Souřadnice těžiště nákladu**

Zdroj: autor

Na obrázku 18 jsou vyznačeny souřadnice těžišť ( $x_1 - x_6$ ) jednotlivých transportních beden ( $A_1, A_2$  a  $B_1 - B_4$ ). Pomocí výchozích hodnot uvedených v tabulce 9 lze dopočítat konkrétní číselné souřadnice těžišť jednotlivých transportních beden, které jsou uvedeny v tabulce 10. Z tabulky 10 a 9 poté dosazením do obecného vzorce lze spočítat souřadnici těžiště nákladu.

**Tabulka 10: Souřadnice těžišť transportních beden**

Souřadnice	Hodnota	Souřadnice	Hodnota
$x_1$	1,58	$x_4$	6,31
$x_2$	3,79	$x_5$	7,57
$x_3$	5,05	$x_6$	9,78

Zdroj: autor

Souřadnice těžiště ( $X_T$ ) nákladu pak dle vzorce:

$$X_T = \frac{m_{A1} \cdot x_1 + m_{B1} \cdot x_2 + m_{B2} \cdot x_3 + m_{B3} \cdot x_4 + m_{B4} \cdot x_5 + m_{A2} \cdot x_6}{m_{A1} + m_{B1} + m_{B2} + m_{B3} + m_{B4} + m_{A2}} = \frac{90880}{16000} = 5,68 .$$

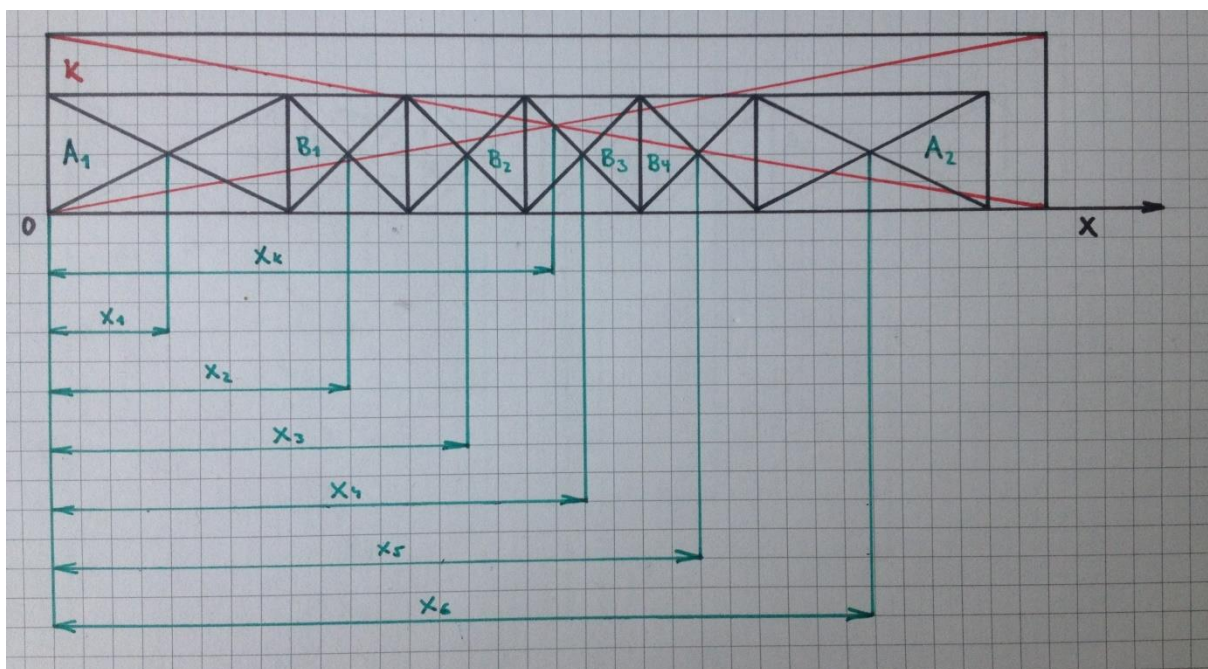
Z výpočtu vyplývá, že těžiště nákladu s celkovou hmotností 16 tun a o celkové délce 11,36 metrů leží v jeho středu se souřadnicí  $x_T = 5,68$  metrů.



## 5. 2. 2 Určení těžiště kontejneru s nákladem

Souřadnice těžiště kontejneru s nákladem se určí obdobným způsobem jako těžiště nákladu s tím rozdílem, že se navíc uvažuje samotná hmotnost kontejneru neboli tára kontejneru a rozměry a hmotnost fixačních dřevěných trámů. Jelikož jsou ale hmotnosti fixačních dřev v porovnání s hmotností nákladu a tárou kontejneru velmi malé, tak nebudou v následujícím výpočtu zohledněny. Pro názornost je celková hmotnost nákladu včetně hmotnosti 40' prázdného univerzálního kontejneru 20 tun. Hmotnost použitých vymežovacích fixačních dřev je zaokrouhleně 31 kilogramů, z čehož plyne, že hmotnost fixačních dřev lze skutečně zanedbat, protože na souřadnici těžiště kontejneru nebude mít rozhodující vliv. Tára zvoleného univerzálního kontejneru jsou 4 tuny a délka 12,192 metrů.

Na obrázku 19 jsou vyznačeny souřadnice těžišť ( $x_1 - x_6$ ) jednotlivých transportních beden ( $A_1, A_2$  a  $B_1 - B_4$ ) a souřadnice těžiště prázdného kontejneru (K) o souřadnici  $x_k$ . Hmotnosti a délky transportních beden na ose x jsou uvedeny v tabulce 9. Souřadnice  $x_1 - x_6$  a  $x_k$  jsou uvedeny v tabulce 11.



Obrázek 19: Souřadnice těžiště kontejneru s nákladem

Zdroj: autor

**Tabulka 11: Souřadnice**

Souřadnice	Hodnota	Souřadnice	Hodnota
$x_K$	6,096	$x_4$	6,31
$x_1$	1,58	$x_5$	7,57
$x_2$	3,79	$x_6$	9,78
$x_3$	5,05		

Zdroj: autor

Souřadnice těžiště kontejneru s nákladem se vypočte:

$$X_T = \frac{m_{A1} \cdot x_1 + m_{B1} \cdot x_2 + m_{B2} \cdot x_3 + m_{B3} \cdot x_4 + m_{B4} \cdot x_5 + m_{A2} \cdot x_6 + m_K \cdot x_K}{m_{A1} + m_{B1} + m_{B2} + m_{B3} + m_{B4} + m_{A2} + m_K} = \frac{115264}{20000} = 5,76.$$

Výpočtem bylo zjištěno, že těžiště kontejneru s nákladem má souřadnici  $x_T = 5,76$  metrů od zvoleného počátku osy  $x$ . Počátek osy  $x$  u kontejneru s nákladem byl zvolen do čela kontejneru. Jestliže výpočet udává, že těžiště má souřadnici 5,76 metrů na ose  $x$ , tak to znamená, že je posunuto o 0,672 metrů od středu kontejneru na ose  $x$ .

### 5.3 Propočet silového působení na náklad během přepravy

Na kontejner a na náklad v něm uložený působí během přepravy setrvačné síly ve třech hlavních směrech (podélný, příčný a svislý). Setrvačná síla se spočte dle vzorce:

$$F_S = f_z \cdot m \cdot g$$

kde:

(1)

$F_S$ .....setrvačná síla,  $F_S = [N]$

$f_z$ .....faktor zrychlení,

$m$ .....hmotnost,  $[m] = kg$ ,

$g$ .....tíhové zrychlení,  $[g] = m \cdot s^{-2}$ .

**Tabulka 12: Hodnoty faktoru zrychlení ve směrech působení**

Druh dopravy	Faktor zrychlení ve směrech působení		
	Podélný	Příčný	Svislý
Železniční	4 (1)	0,5	0,3
Silniční	0,5	0,5	1
Vodní	0,4	0,8	2,2
Kombinovaná	4 (1)	0,8	2,2

Zdroj: (1), upraveno autorem

V tabulce 12 jsou uvedeny hodnoty faktoru zrychlení pro jednotlivé druhy dopravy. Tyto hodnoty jsou nezbytné pro výpočty setrvačných sil v jednotlivých směrech působení. Je nutné se pozastavit u železniční dopravy z důvodu hodnoty faktoru zrychlení v podélném směru. V tabulce je uvedena hodnota faktoru zrychlení  $f_z = 4$ . V závorce je ovšem také uvedena hodnota  $f_z = 1$ . Tato hodnota platí za předpokladu, že je železniční vůz zařazený do uceleného vlaku. Tato hodnota lépe koresponduje s kontejnerovou přepravou realizovanou po železnici, protože kontejnerové vlaky jsou řazeny jako vlaky ucelené. Dále je tato hodnota také uváděna ve stěžejním dokumentu zabývajícím se problematikou upevnování nákladu a to v normě ČSN EN 12195 - 1. Ve výpočtech setrvačných sil jsou zohledněny maximální hodnoty faktoru zrychlení. (1, 7)

**Tabulka 13: Velikosti setrvačných sil pro navrhovanou přepravu**

Transportní bedna s hmotností v kg	Velikost setrvačných sil v jednotlivých směrech působení v kN		
	Podélný	Příčný	Svislý
1500	60	12	33
5000	200	40	110

Zdroj: autor

V tabulce 13 jsou uvedeny hodnoty setrvačných sil působících v podélném, příčném a svislém směru. Hodnoty jsou spočítány pro dvě různé transportní bedny o hmotnostech 1,5 tuny a 5 tun. Ve výpočtech bylo počítáno se zaokrouhlenou hodnotou tíhového zrychlení o velikosti  $10 \text{ m/s}^{-2}$ .

Při přepravě také vzniká mezi nákladem a podlahou kontejneru třecí síla. Třecí síla lze vypočítat dle následujícího vztahu:

$$F_T = \mu \cdot m \cdot g$$

kde: (1)

$F_T$ .....třecí síla,  $F_T = [\text{N}]$ ,

$\mu$  .....součinitel tření,

$m$ .....hmotnost,  $[m] = \text{kg}$ ,

$g$ .....tíhové zrychlení,  $[g] = \text{m.s}^{-2}$ .

Pro navrhovanou přepravu je nutné určit hodnotu součinitele tření. Součinitel tření je tabulková hodnota, která pro případ výpočtu třecí síly mezi dřevěnou ložnou plochou kontejneru a dřevěnou transportní bednou dosahuje rozmezí hodnot 0,20 – 0,50 (předpokládá se suchý povrch ložné plochy kontejneru a podstavy transportní bedny). (1)

**Tabulka 14: Hodnoty třecí síly (  $\mu = 0,20$  )**

	Hmotnost v kilogramech	
	1500	5000
Třecí síla v kN	3	10

Zdroj: autor

**Tabulka 15: Hodnoty třecí síly (  $\mu = 0,50$  )**

	Hmotnost v kilogramech	
	1500	5000
Třecí síla v kN	7,5	25

Zdroj: autor

V tabulce 14 a 15 jsou uvedeny hodnoty třecí síly mezi dřevěnou podlahou kontejneru a dřevěnou podstavou transportních beden o hmotnostech 1500 a 5000 kg. Hodnoty jsou spočítány pro mezní hodnoty součinitele tření 0,20 a 0,50. Z výsledků je zřejmé, že největší třecí síla působí na bednu s hmotností 5 tun a to 25 kilonewtonů (kN), ( $\mu = 0,50$ ). Naopak nejmenší třecí síla vzniká mezi transportní bednou o hmotnosti 1,5 tuny a to 3 kN ( $\mu = 0,20$ ). Ze zjištěných hodnot vyplývá, že nejvyšší třecí síly mezi nákladem a podlahou se dosáhne za předpokladu, že součinitel tření se rovná mezní hodnotě 0,50. Tedy čím vyšší je součinitel tření, tím méně musí být náklad zajištěn proti posunutí nebo klouzání. Avšak při dalších výpočtech je nutné uvažovat i s méně příznivými hodnotami součinitele tření nebo zvolit vhodné prostředky pro zvýšení součinitele tření a zároveň i třecí síly.

Poslední zkoumanou silou je síla fixační (zbytková). Je to síla, kterou musí zachytit zajišťovací prostředky, aby byl náklad v kontejneru dostatečně zajištěn proti nežádoucímu pohybu. Fixační síla se spočítá dle vzorce:

$$F_F = F_S - F_T$$

kde:

(1)

$F_F$ .....fixační (zbytková síla),  $F_F = [N]$ ,

$F_S$ .....setrvačná síla,  $[F_S] = N$ ,

$F_T$ .....třecí síla,  $[F_S] = N$ .

Ze vztahu je zřejmé, že čím větší je třecí síla, o to menší je potřeba zbytková fixační síla, respektive o tolik menší sílu musí být schopny udržet zajišťovací prostředky náklad. Nejvyšších hodnot při přepravě dosahuje setrvačná síla a s ohledem na fixaci nákladu má také nejvíce negativní vliv. Fixační síla upevňovacích prostředků tedy musí vyvážit zbytek negativního působení setrvačné síly na náklad, aby se zabránilo nežádoucímu pohybu nákladu.

**Tabulka 16: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,20$** 

	Fixační síla v kN
Podélný směr	57
Příčný směr	9
Svislý směr	30

Zdroj: autor

**Tabulka 17: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,50$** 

	Fixační síla v kN
Podélný směr	52,5
Příčný směr	4,5
Svislý směr	25,5

Zdroj: autor

**Tabulka 18: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,20$** 

	Fixační síla v kN
Podélný směr	190
Příčný směr	30
Svislý směr	100

Zdroj: autor

**Tabulka 19: Velikost fixační síly ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,50$** 

	Fixační síla v kN
Podélný směr	175
Příčný směr	15
Svislý směr	85

Zdroj: autor

Dle provedených výpočtů bylo zjištěno, že nejvyšší hodnoty zbytkové (fixační) síly musí zajišťovací prostředky zachytit v podélném směru. Příčinou takto vysokých hodnot

je extrémně vysoká hodnota faktoru zrychlení, která dosahuje hodnoty až čtyřnásobku tíhové síly. Naopak nejnižších hodnot fixační síla dosahuje v příčném směru.

#### 5. 4 Návrh zajištění nákladu v kontejneru

Tato podkapitola se věnuje návrhu fixace nákladu v univerzálním 40' kontejneru. Konkrétně k fixaci transportních překližkových beden je vhodné zvolit polyesterové vázací pásky, zajišťovací dřeva a také dřevěné rámy. Návrh zajištění a návrh potřebných zajišťovacích prostředků úzce souvisí s kapitolou 5.2 (návrh uložení nákladu), protože také na tom, jak je náklad uložen, závisí výběr a použití fixačních prostředků.

Jelikož zvolený způsob uložení nákladu není plně dostačující a nezaručuje odpovídající ochranu nákladu proti případnému pohybu důsledkem působení setrvačných sil vznikajících během přepravy, je nutné náklad dodatečně zajistit. Existují dva základní způsoby, jak náklad během přepravy zajistit a to:

- silově,
- opřením. (1)

V případě této konkrétní přepravy je nutné využít oba výše uvedené způsoby. Princip silového zajištění spočívá ve vytvoření dostatečné třecí síly mezi ložnou plochou kontejneru a nákladem. Tato síla pak zabrání posunutí nákladu, protože je větší nebo alespoň rovna setrvačným silám vznikajícím během jízdy dopravního prostředku. Zvýšení třecí síly se dosáhne použitím vázacích prostředků a jejich dostatečným předeprnutím. V případě působení velké setrvačné síly lze tření zvýšit pomocí protiskluzových podložek.

Způsob fixace nákladu, kdy se zvyšuje třecí síla mezi nákladem a ložnou plochou kontejneru, se nazývá přivázání.



**Obrázek 20: Příklad zajištění nákladu přivázáním**

Zdroj: autor

Na obrázku 20 je ukázkový příklad přivázání transportní překližkové bedny v univerzálním kontejneru. Polyesterová vázací páska je vedena od pevného kotevního prvku (ocelová oka umístěná na podélných nosnících kontejneru) na jedné straně kontejneru přes náklad k pevnému kotevnímu prvku na opačné straně kontejneru. Tím, že je náklad přivázán, je přitlačován k podlaze kontejneru, čímž dochází ke zvýšení třecí síly a zajištění nákladu. Každá ložná jednotka musí být zajištěna nejméně dvěma přivázáními a jednotlivá přivázání musí být umístěna minimálně 20 centimetrů od konce každé ložné jednotky.



**Obrázek 21: Kotevní prvek v podlaze kontejneru**

Zdroj: autor

Na obrázku 21 je vidět kotevní prvek v podélném nosníku kontejneru sloužící k uchycení fixační pásy.

#### 5. 4. 1 Určení počtu upínacích pásů – varianta 1

Pro určení počtu upevňovacích pásů je ale stěžejní celková předepínací síla potřebná k zajištění nákladu přivázáním. Vzorec je odvozen tak, že uvažuje určitou bezpečnostní rezervu. Vztah pro výpočet celkové předepínací síly je následující:

$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5}$$

kde:

(1)

$F_{CPSVP}$  .....celková předepínací síla, [ $F_{CPSVP}$ ] = N

$f_z$  .....faktor zrychlení v určitém směru,

$\mu$  .....součinitel tření,



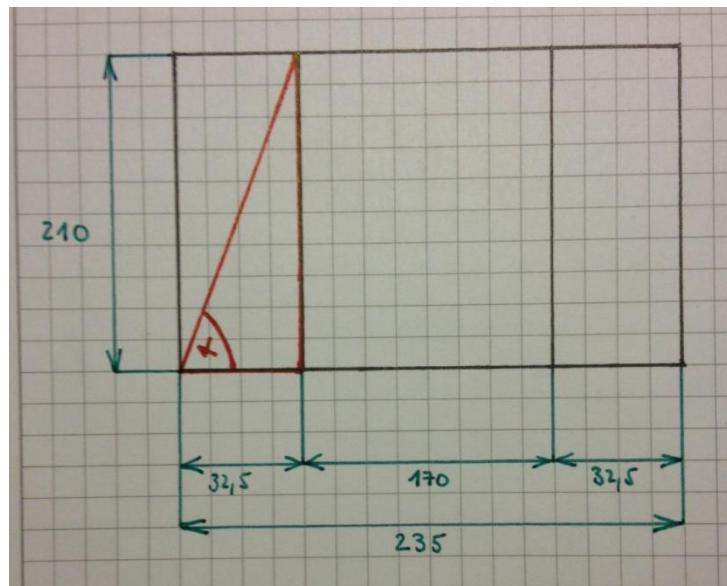
m.....hmotnost nákladu, [m] = kg,

g.....tíhové zrychlení, [g] = m.s<sup>-2</sup>

$\alpha$ .....fixační úhel, [ $\alpha$ ] = °

Fixační úhel  $\alpha$  je důležitý znát z toho důvodu, že na něm závisí velikost přitlačné síly, kterou vytváří předepínací síla vázacího prostředku (upínacího pásu). Čím menší je velikost fixačního úhlu, tím menší je poté účinnost předepínací síly. Ideální je, když se hodnota fixačního úhlu pohybuje v rozmezí od 90° do 83°. To je pak využití předepínací síly takřka 100%. S klesající hodnotou fixačního úhlu klesá přímo úměrně i využití předepínací síly. (1)

Na obrázku 22 je znázorněno schéma sloužící k výpočtu fixačního úhlu v řešené přepravě.



**Obrázek 22: Určení fixačního úhlu  $\alpha$**

Zdroj: autor

Výpočet fixačního úhlu  $\alpha$  dle goniometrické funkce:

$$\operatorname{tg} \alpha \frac{210}{32,5} = 81,20258929$$

$$\alpha = 81^{\circ} 12' 9,32''$$

$$\sin \alpha = 0,988235294 \approx 0,988.$$

Pro výpočty hodnot celkové předepínací síly potřebné k fixaci nákladu přivázáním v navrhované přepravě se uvažuje s fixačním úhlem  $\alpha = 81^{\circ} 12' 9,32''$ . Tato hodnota byla zjištěna výpočtem dle obrázku 22. Hodnota fixačního úhlu se spočte dle známých hodnot:

vnitřní šířka kontejneru 235 centimetrů (cm), šířka transportní bedny 170 cm, výška transportní bedny 210 cm a například dle vzdálenosti mezi levou stěnou kontejneru a levou stěnou transportní bedny za předpokladu, že transportní bedna je uložena na střed kontejneru. Poté tedy v červeně vyznačeném trojúhelníku, jehož přepona znázorňuje fixační pásku lze zjistit úhel  $\alpha$ . Hodnota  $\alpha$  je úhel, který svírá fixační páska s ložnou plochou kontejneru. Pod obrázkem je také vyčíslená hodnota funkce sinus  $\alpha$ , která je nezbytná pro další výpočty celkové předepínací síly. Jelikož spočtený úhel  $\alpha$  nespadá do rozmezí od  $90^\circ$  do  $83^\circ$ , potom nelze uvažovat se 100% využitím předepínací síly vázacího prostředku, která je do vázacího prostředku vnášena páskovačem. Hodnota spadá do intervalu od  $82^\circ$  do  $40^\circ$ , kdy je využití předepínací síly od 99% do 64%. Takže po zaokrouhlení nahoru na  $\alpha = 82^\circ$  lze uvažovat 99% využití předepínací síly vázacího prostředku.

V tabulkách 20 - 23 jsou uvedeny spočtené hodnoty celkové předepínací síly v závislosti na součiniteli tření a faktoru zrychlení, který se liší dle směru působení setrvačné síly. Použité hodnoty faktoru zrychlení viz tabulka 12 (kombinovaná přeprava). Hodnoty jsou uvedeny pro obě přepravované transportní bedny o hmotnostech 1,5 a 5 tun (t).

**Tabulka 20: Velikost  $F_{CPSVP}$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500$  kg,  $\mu = 0,20$**

	$F_{CPSVP}$ v kN
Podélný směr	192,31
Příčný směr	30,4
Svislý směr	101,2

Zdroj: autor

**Tabulka 21: Velikost  $F_{CPSVP}$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500$  kg,  $\mu = 0,50$**

	$F_{CPSVP}$ v kN
Podélný směr	70,9
Příčný směr	6,1
Svislý směr	34,4

Zdroj: autor

**Tabulka 22: Velikost  $F_{CPSVP}$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,20$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN
Podélný směr	641,03
Příčný směr	27
Svislý směr	337,4

Zdroj: autor

**Tabulka 23: Velikost  $F_{CPSVP}$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,50$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN
Podélný směr	236,2
Příčný směr	20,2
Svislý směr	114,7

Zdroj: autor

V tabulkách 24 – 27 jsou názorně porovnány výsledky výpočtů zbytkové (fixační) síly a celkové předepínací síly potřebné k zajištění nákladu přivázáním ve všech třech sledovaných směrech působení.

**Tabulka 24: Srovnání  $F_{CPSVP}$  a  $F_F$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,20$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN	$F_F$ v kN
Podélný směr	192,31	57
Příčný směr	30,4	9
Svislý směr	101,2	30

Zdroj: autor

**Tabulka 25: Srovnání  $F_{CPSVP}$  a  $F_F$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,50$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN	$F_F$ v kN
Podélný směr	70,9	52,5
Příčný směr	6,1	4,5
Svislý směr	34,4	25,5

Zdroj: autor

**Tabulka 26: Srovnání  $F_{CPSVP}$  a  $F_F$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,20$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN	$F_F$ v kN
Podélný směr	641,03	190
Příčný směr	27	30
Svislý směr	337,4	100

Zdroj: autor

**Tabulka 27: Srovnání  $F_{CPSVP}$  a  $F_F$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,50$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN	$F_F$ v kN
Podélný směr	236,2	175
Příčný směr	20,2	15
Svislý směr	114,7	85

Zdroj: autor

Z výpočtů je zřejmé, že při hodnotě součinitele tření 0,2 dosahují hodnoty fixační a celkové předepínací síly velmi vysokých hodnot, obzvláště pak v podélném směru. Výrobce fixačních pásů a páskovačů Cordstrap však ve svých materiálech uvádí tabulku s hodnotami součinitele tření v závislosti na různých stykových materiálech, kde uvádí, že se součinitel tření dřevěná paleta – dřevo/překližka rovná hodnotě 0,5. V dalších výpočtech množství upínacích pásů potřebných k zajištění nákladu přivázáním se tedy bude uvažovat horní mez součinitele tření  $\mu = 0,50$ . Ostatní hodnoty součinitele tření viz příloha C.

Další nezbytnou hodnotou k výpočtu množství upínacích pásů je hodnota předepínací síly jednoho upínacího pásu. Hodnota předepínací síly jednoho upínacího pásu závisí na síle, která je vnášena do upínacího pásu prostřednictvím napínacího zařízení (páskovače). Hodnoty předepínacích sil se liší v závislosti na druhu páskovačů. Na zvoleném druhu páskovače poté závisí i typ fixační pásky. Pásky se dělí dle pevnosti v tahu, která ovšem pro fixaci přivázáním není rozhodující.

Po výpočtu celkové předepínací síly lze zjistit konkrétní potřebné množství upínacích pásů k zajištění nákladu přivázáním podle následujícího vzorce:

$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}}$$

kde: (1)

$n$ .....počet upínacích pásů,

$F_{CPSVP}$  .....celková předepínací síla,  $[F_{CPSVP}] = N$ ,

$F_{PSVP}$  .....předepínací síla jednoho upínacího pásu,  $[F_{PSVP}] = N$ .

Na obrázku 23 je vidět páskovač CT 40, který dokáže upínací pásy předepnout až na sílu 800 dekanewtonů (daN). Při použití takzvané dvojné smyčky lze uvažovat, že se předepínací síla jednoho upínacího pásu předepnutého za použití dvojné smyčky dokáže až zdvojnásobit. (10, 11)



Obrázek 23: Páskovač CT 40

Zdroj: autor



Obrázek 24: Dvojná smyčka příklad

Zdroj (10)

Na obrázku 23 jsou vyobrazeny dva způsoby uvázání dvojné smyčky. Na obrázku vlevo je vidět způsob spojení jednou sponou a na obrázku vpravo způsob spojení dvěma sponami po bocích. Tento způsob spojení za pomoci dvou fixačních spon bude využit i v navrhované přepravě.

Dosažením již dříve vypočtené hodnoty celkové předepínací síly do obecného vzorce pro výpočet počtu upínacích pásů přivázáním spočtené pro hmotnost  $m = 5000 \text{ kg}$

a pro součinitel tření  $\mu = 0,50$  a předepínací sílu páskovače je počet fixačních pásek ve třech sledovaných směrech následující:

$$\text{Podélný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{236200}{8000} = 29,525 \text{ kusů,}$$

$$\text{Příčný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{20200}{8000} = 2,525 \text{ kusů,}$$

$$\text{Svislý směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{114700}{8000} = 14,3375 \text{ kusů.}$$

Z výsledků je zřejmé, že vysoké hodnoty faktoru zrychlení ve sledovaných směrech zapříčiní extrémně vysoké počty potřebných upevňovacích pásů. Ve výpočtech byla zohledněna předepínací síla upínacího pásu 800 daN, což odpovídá jednoduché smyčce. Použitím dvojitě smyčky se zvýší předepínací síla a počty upínacích pásů jsou následující:

$$\text{Podélný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{236200}{16000} = 14,7625 \text{ kusů,}$$

$$\text{Příčný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{20200}{16000} = 1,2625 \text{ kusů,}$$

$$\text{Svislý směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{114700}{16000} = 7,16875 \text{ kusů.}$$

Předepnutím pásů pomocí dvojně smyčky se dosáhlo přijatelného množství pásů k zajištění transportní bedny v příčném směru, ovšem výsledné množství upínacích pásů v podélném a svislém směru není přijatelné a proveditelné. K dosažení přijatelných počtů upevňovacích pásů se využívá tuhého způsobu uložení nákladu v kontejneru popsaného v kapitole 5. 2. Dle normy ČSN 26 9340: “každá čelní stěna kontejneru musí odolat namáhání dynamickým zatížením způsobeným nákladem. Toto zatížení odpovídá účinku zrychlení 2 g.” (7). Z tohoto předpokladu poté lze vycházet a díky němu lze setrvačnou sílu zmenšit o hodnotu síly  $F_{\check{c}}$  kde:

$$F_{\check{c}} = 2 \cdot m \cdot g = 2 \cdot 5000 \cdot 10 = 100 \text{ kN,}$$

kde:

(7, upraveno autorem)

$F_{\check{c}}$ .....síla, kterou dle normy pohltí čelní stěna kontejneru, [ $F_{\check{c}}$ ] = N,

$m$ .....hmotnost, [m] = kg,

$g$ .....tíhové zrychlení, [g] =  $\text{m/s}^{-2}$ .

Počet potřebných upínacích pásů v podélném směru s ohledem na opření nákladu o čelní stěnu kontejneru poté dle vzorce:

$$n = \frac{F_{CPSVP} - F_{\check{c}}}{F_{PSVP}} = \frac{236200 - 100000}{16000} = 8,5125 \text{ kusů.}$$

Využitím čelní stěny při fixaci nákladu se poté docílí snížení počtu upínacích pásů v podélném směru o 6,25 kusů. Posledním možným řešením ke snížení počtu upínacích prostředků je použití protiskluzových podložek ke zvýšení koeficientu tření, který má výraznou roli při výpočtu celkových předepínacích sil ve sledovaných směrech. V tomto případě je vhodné využít protiskluzovou podložku bitPlus, která garantuje hodnotu součinitele tření  $\mu = 0,88$  při suchém a čistém povrchu ložné plochy kontejneru. (9)

Při použití protiskluzových podložek s koeficientem  $\mu = 0,88$  a hmotností  $m = 5000$  kg jsou poté hodnoty celkové předepínací síly ve sledovaných směrech uvedeny v tabulce 28.

**Tabulka 28: Velikost  $F_{CPSVP}$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 5000$  kg,  $\mu = 0,88$**

	$F_{CPSVP}$ v kN
Podélný směr	119,6
Příčný směr	-0,69
Svislý směr	50,6

Zdroj: autor

Protiskluzová podložka výrazně ovlivní výsledné hodnoty celkové předepínací síly. V příčném směru dokonce zapříčiní, že celková předepínací síla je záporná, což znamená, že v příčném směru není nutné náklad s takovýmto koeficientem tření fixovat. V praxi je ovšem možné, že se vyskytne nějaká vlhkost nebo znečištění a koeficient tření nebude vyšší než faktor zrychlení v příčném směru, což zapříčiní, že síla nebude záporná a vyjde nezáporný výsledek počtu upínacích pásů. Tato hodnota ovšem není důležitá, protože pro silovou fixaci je rozhodující nejvyšší hodnota počtu upínacích pásů potřebných k zajištění nákladu, která zcela jistě vyjde pro podélný směr.

Podélný směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{119600}{16000} = 7,475 \text{ kusů,}$$

$$n = \frac{F_{CPSVP} - F_{\check{c}}}{F_{PSVP}} = \frac{119600 - 100000}{16000} = 1,225 \text{ kusů}$$

Svislý směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{50600}{16000} = 3,1625 \text{ kusů.}$$

Transportní bedna o hmotnosti  $m = 5000$  kg je nutná fixovat 4 kusy zajišťovacích pásek. V případě, že se nebude brát v potaz námořní přeprava, tak postačí pouze 2 kusy

zajišťovacích pásek, protože za použití protiskluzových podložek a využití čelní stěny kontejneru se setrvačné síly v podélném směru eliminují na potřebu pouze dvou fixačních pásek.

Obdobně jako u 5 tunové transportní bedny dosazením již dříve vypočtené hodnoty celkové předepínací síly do obecného vzorce pro výpočet počtu upínacích pásů přivázáním spočtené pro hmotnost  $m = 1500$  kg a pro součinitel tření  $\mu = 0,50$  a předepínací sílu páskovače je počet fixačních pásek ve třech sledovaných směrech následující:

$$\text{Podélný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{70900}{8000} = 8,8625 \text{ kusů,}$$

$$\text{Příčný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{6100}{8000} = 0,7625 \text{ kusů,}$$

$$\text{Svislý směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{34400}{8000} = 4,3 \text{ kusů.}$$

Při použití jednoduché smyčky předepínací síle 800 daN jsou výsledné počty upínacích pásů ve sledovaných směrech přijatelné, ovšem v podélném směru je počet 9 potřebných fixačních pásů stále vysoký, proto se v dalších výpočtech zohlední využití dvojnásobné smyčky a zdvojnásobení předepínací síly.

$$\text{Podélný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{70900}{16000} = 4,43125 \text{ kusů,}$$

$$\text{Příčný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{6100}{16000} = 0,38125 \text{ kusů,}$$

$$\text{Svislý směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{34400}{16000} = 2,15 \text{ kusů.}$$

Při použití dvojnásobné smyčky při fixaci 1,5 tunové transportní bedny přivázáním při součiniteli tření  $\mu = 0,50$  jsou výsledné hodnoty přijatelné a v kontejneru lze tuto fixaci realizovat. Při snaze ještě více snížit počet upínacích pásů lze opět použít protiskluzové podložky. V tomto případě stačí zvolit protiskluzovou podložku GEWAgum, která garantuje součinitel tření při suchém a čistém povrchu  $\mu = 0,60$ . (9)

Při použití protiskluzových podložek s koeficientem tření  $\mu = 0,60$  a hmotností  $m = 1500$ kg jsou poté hodnoty celkové předepínací síly potřebné k upevnění nákladu přivázáním ve sledovaných směrech uvedeny v tabulce 29.



**Tabulka 29: Velikost  $F_{CPSVP}$  ve sledovaných směrech pro:  $m = 1500 \text{ kg}$ ,  $\mu = 0,60$** 

	$F_{CPSVP}$ v kN
Podélný směr	57,4
Příčný směr	3,4
Svislý směr	27

Zdroj: autor

Počet upínacích pásů pro transportní bednu o hmotnosti  $m = 1500 \text{ kg}$ , při celkových předepínacích silách dle tabulky 29 a při využití dvojně smyčky jsou počty následující:

$$\text{Podélný směr: } n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{57400}{16000} = 3,5875 \text{ kusů,}$$

$$\text{Příčný směr: } n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{3400}{16000} = 0,2125 \text{ kusů,}$$

$$\text{Svislý směr: } n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{27000}{16000} = 1,6875 \text{ kusů.}$$

Transportní bedna o hmotnosti  $m = 1500 \text{ kg}$  je nutná fixovat 4 kusy zajišťovacích pásek. Výsledný počet lze ještě snížit při použití protiskluzové podložky s koeficientem tření  $\mu = 0,88$ . Při hmotnosti transportní bedny 1,5 tuny to ale není nezbytně nutné z důvodu minimalizace setrvačné síly v podélném směru.

Z výpočtů plyne, že při celkovém objemu přepravy 2 kusů transportních beden o celkové hmotnosti 10 tun a 4 kusů transportních beden o celkové hmotnosti 6 tun je celkem potřeba využít 24 kusů fixačních pásek pro upevnění nákladu přivázáním. V případě, když by se nebrala v úvahu námořní přeprava, tak by bylo třeba pouze 20 kusů upevňovacích pásek. V obou případech se uvažuje využití dvojně smyčky.

#### 5. 4. 2 Určení počtu upínacích pásů – varianta 2

Druhá řešená varianta upevnění 6 transportních beden na ložné ploše 40'kontejneru se liší v uvažovaných hodnotách faktoru zrychlení. Hodnoty faktoru zrychlení jsou čerpány z mezinárodně platné a uznávané normy ČSN EN 12195 – 1. Na základě účasti na druhé mezinárodní konferenci o zajištění a uložení nákladu na vozidlech bylo zjištěno a potvrzeno, že hodnoty faktoru zrychlení, které jsou uvedeny v normě, jsou zcela postačující a platné i pro kombinovanou přepravu prováděnou prostřednictvím kontejnerů. Zásadní změna je ve faktorech zrychlení v železniční a námořní dopravě. V železniční dopravě dle normy

ČSN EN 12195 – 1 je faktor zrychlení v podélném směru přímo úměrný tíze nákladu namísto čtyřnásobku tíhy nákladu. V kontejnerové přepravě to potvrzuje navíc ještě fakt, že vlaky kontejnerové přepravy jsou řazeny jako vlaky ucelené, kde hodnota faktoru zrychlení v podélném směru dosahuje maximálně jedna násobku tíhy zásilky. Na konferenci bylo také zjištěno, že kontejnerové vlaky se nesmí řadit ze svážného páhrbku, což znamená, že ani v tomto případě nebude dosaženo tak velké hodnoty faktoru zrychlení v podélném směru.

V námořní přepravě norma ČSN EN 12195 – 1 rozděluje faktory zrychlení do tří kategorií dle povahy mořského prostoru. Ovšem ani pro bezpečnost nákladu v nejrizikovější kategorii C nedosahuje faktor zrychlení ve svislém směru hodnoty 2,2 násobku tíhy zásilky. Norma pro kategorii C uvádí maximální hodnotu faktoru zrychlení ve svislém směru, která je rovna tíze zásilky.

Hodnoty faktoru zrychlení ve zkoumaných směrech pro druhy dopravy dle normy ČSN EN 12195 – 1 jsou uvedeny v tabulce 30. V kolonce kombinovaná jsou uvedeny maximální možné hodnoty.

**Tabulka 30: Hodnoty faktoru zrychlení dle ČSN EN 12195 – 1**

Druh dopravy	Faktor zrychlení ve směrech působení		
	Podélný	Příčný	Svislý
Železniční	1	0,5	1
Silniční	0,8	0,5	1
Vodní	0,4	0,8	1
Kombinovaná	1	0,8	1

Zdroj (6)

Dosazením do vzorce pro výpočet celkové předepínací síly pro zajištění nákladu přivázáním se zjistí konkrétní hodnoty celkové předepínací síly potřebné pro zajištění ve sledovaných směrech při  $m = 5000 \text{ kg}$  a  $\mu = 0,50$ :

$$\text{Podélný směr: } F_{CPSVP} = \frac{f_Z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{1 - 0,5}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{5000 \cdot 10}{1,5} = 33,7 \text{ kN},$$

$$\text{Příčný směr: } F_{CPSVP} = \frac{f_Z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{0,8 - 0,5}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{5000 \cdot 10}{1,5} = 20,2 \text{ kN},$$

Svislý směr: 
$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{1 - 0,5}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{5000 \cdot 10}{1,5} = 33,7 \text{ kN}.$$

Z hodnot celkové předepínací síly poté počty potřebných upínacích pásů ve sledovaných směrech při použití jednoduché smyčky a předepínací síly jednoho upínacího pásu 800 daN:

Podélný směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{33700}{8000} = 4,2125 \text{ kusů},$$

Příčný směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{20200}{8000} = 2,525 \text{ kusů},$$

Svislý směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{33700}{8000} = 4,2125 \text{ kusů}.$$

Při použití protiskluzové podložky GEWAgum se součinitelem tření  $\mu = 0,60$  jsou celkové předepínací síly pro  $m = 5000 \text{ kg}$  ve sledovaných směrech následující:

Podélný směr: 
$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{1 - 0,6}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{5000 \cdot 10}{1,5} = 22,5 \text{ kN},$$

Příčný směr: 
$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{0,8 - 0,6}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{5000 \cdot 10}{1,5} = 11,2 \text{ kN},$$

Svislý směr: 
$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{1 - 0,6}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{5000 \cdot 10}{1,5} = 22,5 \text{ kN}.$$

Z hodnot celkové předepínací síly poté počty potřebných upínacích pásů ve sledovaných směrech při použití dvojné smyčky:

Podélný směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{22500}{16000} = 1,4 \text{ kusů},$$

Příčný směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{11200}{16000} = 0,7 \text{ kusů},$$

Svislý směr: 
$$n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{22500}{16000} = 1,4 \text{ kusů}.$$

Transportní bedna o hmotnosti  $m = 5000 \text{ kg}$  je nutná fixovat 2 kusy zajišťovacích pásek při použití dvojné smyčky a protiskluzové podložky se součinitelem tření  $\mu = 0,60$ .

Obdobně dosazením do vzorce pro výpočet celkové předepínací síly pro zajištění nákladu přivázáním se zjistí konkrétní hodnoty celkové předepínací síly potřebné pro zajištění ve sledovaných směrech při  $m = 1500 \text{ kg}$  a  $\mu = 0,50$ :

Podélný směr: 
$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{1 - 0,5}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{1500 \cdot 10}{1,5} = 10,1 \text{ kN},$$

Příčný směr: 
$$F_{CPSVP} = \frac{f_z - \mu}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{0,8 - 0,5}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{1500 \cdot 10}{1,5} = 6,1 \text{ kN},$$

$$\text{Svislý směr:} \quad F_{CPSVP} = \frac{f_{z-\mu}}{\mu \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{m \cdot g}{1,5} = \frac{1-0,5}{0,5 \cdot 0,988} \cdot \frac{1500 \cdot 10}{1,5} = 10,1 \text{ kN.}$$

Z hodnot celkové předepínací síly poté počty potřebných upínacích pásů ve sledovaných směrech při použití jednoduché smyčky a předepínací síly jednoho upínacího pásu 800 daN:

$$\text{Podélný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{10100}{8000} = 1,2625 \text{ kusů,}$$

$$\text{Příčný směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{6100}{8000} = 0,7625 \text{ kusů,}$$

$$\text{Svislý směr:} \quad n = \frac{F_{CPSVP}}{F_{PSVP}} = \frac{10100}{8000} = 1,2625 \text{ kusů.}$$

Transportní bedna o hmotnosti  $m = 1500 \text{ kg}$  je nutná fixovat 2 kusy zajišťovacích pásek. Z výsledků je zřejmé, že počet potřebných upínacích pásů je přijatelný a proveditelný, z čehož plyne, že není třeba využívat dvojné smyčky ani protiskluzových podložek.

Z výpočtů plyne, že při celkovém objemu přepravy 2 kusů transportních beden o celkové hmotnosti 10 tun a 4 kusů transportních beden o celkové hmotnosti 6 tun je celkem potřeba využít 8 kusů fixačních pásek pro upevnění nákladu přivázáním. Berou-li se v úvahu faktory zrychlení dle normy ČSN EN 12195 – 1 a použijí-li se vhodné fixační prostředky (upínací pásy a protiskluzové podložky) je nutné použít 8 kusů upínacích pásů oproti nutným 24 kusům ve variantě jedna.

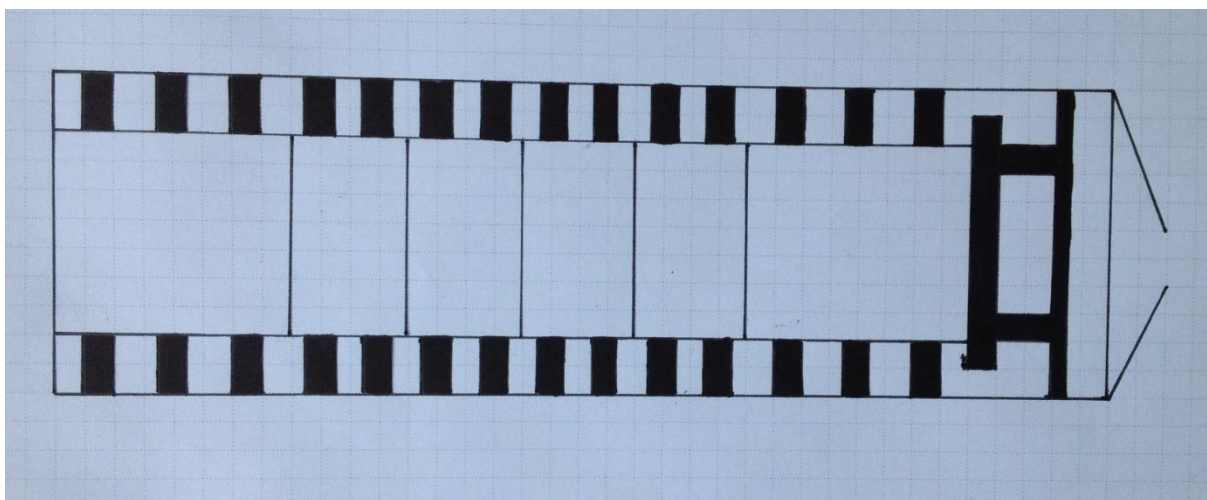
#### 5. 4. 3 Určení počtu a umístění zajišťovacích dřev a vodících dřev

V navrhované přepravě zajišťovací a vodící dřeva slouží k zajištění transportních beden v podélném a v příčném směru (viz příloha D). V podélném směru vymezují zbytek volného prostoru na konci kontejneru u dveří. V příčném směru vymezují volný prostor po obou stranách nákladu. V kontejneru je způsob zajištění nákladu pomocí zajišťovacích a vodících dřev možný, protože kontejner má dřevěnou podlahu, která lze využít k fixaci dřev samotných pomocí hřebíků. Jako zajišťovací dřeva se využijí dřeva čtvercového průřezu z měkkého zdravého dřeva. Každé zajišťovací dřevo musí být zbaveno kůry a musí být tepelně zpracováno a označeno značkou fytosanitární ochrany. Každé dřevo musí být minimálně 50 milimetrů tlusté, aby byla fixace účinná. Rozměry dřev pro tuto přepravu jsou 10 x 10 cm. Při umísťování dřev se využívají vertikální prolisy kontejneru. (1)

K fixaci nákladu v příčném směru se využijí vodící dřeva. Každá ze čtyř 1,5 tunových transportních beden musí být na každé straně fixována dvěma kusy vodících dřev. Obě dvě

5 tunové bedny musí být na každé straně fixovány třemi kusy vodících dřev. Na fixaci nákladu v příčném směru po obou stranách je tedy nutné celkem využít 28 kusů vodících dřev o rozměrech 10 x 10 cm.

K fixaci nákladu v podélném směru se využijí zajišťovací dřeva de facto dřevěný rám složený ze čtyř kusů dřev. Přímo bez mezery se příčně za poslední naloženou transportní bednu k podlaze hřebíky připevní trám o rozměrech 1900 x 100 x 100 milimetrů. Kolmo na tento trám se podélně po obou stranách připevní další dva trámy, které se také na pevno zafixují k podlaze hřebíky tak, aby mezi příčným trámem a na něj kolmými trámy nevznikal žádný volný prostor. Poslední krok je umístění dalšího příčného trámu přímo bez mezery na dva kolmé trámy. Každý kontejner má na konci u dveří v bočních stěnách, na každé straně jeden, otvor o šířce 50 milimetrů. Tyto otvory slouží k umístění příčného fixačního trámu tak, aby nebylo nutné přenášet účinky setrvačných sil na dveřní otvor. Z toho pak vyplývá, že rozměry koncového příčného trámu jsou 1900 x 50 x 50 milimetrů plus délky otvorů na každé straně, aby tam fixační dřevo správně drželo.



**Obrázek 25: Návrh umístění fixačních a vodících dřev**

Zdroj: autor

Na obrázku 25 je vidět rozmístění zajišťovacích a vodících dřev. V příčném směru náklad zajišťuje 14 vodících dřev na každé straně kontejneru. Dřeva jsou vložena mezi náklad a stěny kontejneru bez mezer.

V podélném směru náklad na konci kontejneru zajišťuje dřevěný rám složený ze 4 kusů dřevěných trámů tak, aby byl náklad uložen tuhým způsobem a zároveň aby se náklad nedotýkal dveří kontejneru. To zajistí koncový trám, který je ukotven do otvorů ve stěnách kontejneru.

Na obrázku 26 je vidět vodící dřevo vymežující prostor po straně kontejneru a zamezuje pohybu nákladu v příčném směru.



**Obrázek 26: Vodící dřevo**

Zdroj: autor

## 5.5 Shrnutí navržené přepravy

V tabulce 31 jsou porovnány obě varianty, které se liší v pohledu na faktory zrychlení v jednotlivých směrech působení setrvačných sil.

**Tabulka 31: Shrnutí**

	Varianta 1	Varianta 2
Množství upínacích pásů	24	12
Množství vodících dřev	28	28
Množství zajišťovacích dřev	4	4

Zdroj: autor

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zpracovat téma „Upevňování zásilek v kontejnerech“. Řešenou problematikou je analýza sil působících na kontejner a na zásilku v něm uloženou. Po provedení analýzy sil bylo zjištěno, že kontejner a zásilka v něm ložená je během přepravy vystavena velkému silovému působení. Z toho plyne, aby přeprava byla efektivní, rychlá a hlavně bezpečná, tak je nutné správně zvolit vhodný typ kontejneru pro určitý druh nákladu. Analýza námořních kontejnerů splňujících normy ISO byla provedena ve druhé kapitole. K dosažení kýžené bezpečné přepravy lze dosáhnout jen za předpokladu, že se zboží v kontejneru správně uloží a zafixuje. K fixaci zásilek dnes existuje mnoho pomůcek, jimiž se zabývá čtvrtá kapitola. K fixaci nákladu v kontejnerech se jako nejvhodnější jeví polyesterové fixační pásy, protože jsou relativně levné, šetrné k obsluze, snadno manipulovatelné, přizpůsobivé a spolehlivé. Velkou výhodou je pohlcování rázů a vibrací, které vznikají v průběhu dopravního procesu. Důležité je také zmínit, že při pohlcování rázů pásy vykazují velmi nízké procento protažení. Další velkou výhodou je také možnost, že úvazy lze opětovně dopnout. Pásy jsou také vysoce odolné vůči klimatickým výkyvům.

Pátá hlavní kapitola se zabývá návrhem konkrétní přepravy ve 40' univerzálním kontejneru. Předmětem přepravy je 6 kusů transportních beden o hmotnostech 2 x 5 tun a 4 x 1,5 tuny. Volba balení zboží do transportních beden odpovídá charakteru přepravované zásilky. Obecně jsou ale transportní bedny velmi vhodný přepravní obal pro přepravu v kontejneru, protože zboží musí být fixováno v bedně samotné a bedna je současně fixována i v kontejneru. Z toho plyne, že zboží je dvojnásobně jištěno proti negativním přepravním vlivům. Pro uložení transportních beden v ložném prostoru kontejneru byla zvolena kombinace tuhého a kompaktního typu uložení. Fakt, že transportní bedny jsou v kontejneru uloženy na pevně pomocí zajišťovacích a vodících dřev má dvě výhody. První výhodou je, že tuhý způsob zamezuje nežádoucímu pohybu nákladu, který je způsobený vlivem setrvačných sil vznikajících pohybem dopravního prostředku. Druhou výhodou je to, že zajišťovací a vodící dřeva dokáží přenášet část účinků negativních setrvačných sil na stěny a nosníky kontejneru. Další výhodou zvoleného způsobu ložení je skutečnost, že náklad je uložen bez mezer na čelo kontejneru, což má také za následek přenos části setrvačných sil v podélném směru. K tuhé fixaci pomocí zajišťovacích a vodících dřev bylo použito celkem 32 kusů dřev. Hlavním prostředkem fixace beden jsou ovšem polyesterové vázací pásy, použité silovým způsobem (přivázáním). Silový způsob funguje na principu zvýšení třecí síly mezi ložnou plochou kontejneru a podstavou transportní bedny (charakter palety).

Jelikož ale setrvačné síly v podélném a svislém směru nabývají vysokých hodnot, způsobených vysokým faktorem zrychlení, proto byly zvoleny protiskluzové podložky. Ty jsou vždy umístěny na krajích palet nebo v rozích. Podložky dostatečně zvyšují koeficient tření, který má také velký vliv na výsledný počet použitých upínacích pásů. Důležité je ovšem to, aby byl kontejner po každé přepravě pečlivě uklizen a vyčištěn od nečistot po předešlé přepravě, jelikož tyto nečistoty by razantně snižovaly jejich účinnost. To samé platí i pro protiskluzové podložky samotné, protože je lze používat též opakovaně. Proto by se také měly udržovat čisté. Pásky je vhodné vázat za použití dvojné smyčky, která dokáže zdvojnásobit účinnost páskovacího (předepínacího) zařízení. Na jeden úvaz dvojné smyčky se vždy využijí dvě sedlové spony. Při takto zvolené fixaci je dle varianty 1 potřeba 24 kusů pásek. Dle varianty 2 je nutné využít 8 kusů pásek.

Závěrem lze tedy říci, že transportní balení a fixace nákladu je záležitostí velice individuální. Jednotlivé kroky nelze jednoduše zobecnit a vždy záleží na charakteru nákladu a dispozicích odesílatele, který za správně provedené balení, uložení a fixaci nákladu odpovídá. Vždy se musí předem vytvořit návrh uložení a fixace, který se výpočty ověří, zda odpovídá trase, kterou zásilka v kontejneru urazí. Dle finančních prostředků odesílatele se finálně zvolí fixační prostředky tak, aby byla přeprava bezpečná po celou její dobu. Je rozdíl, zda se uvažuje doprava bimodální, například pouze silniční a námořní doprava kategorie A, anebo doprava multimodální, silniční, železniční, námořní a na závěr opět silniční. Znalost druhů dopravy, kterými bude přeprava realizována, je nejdůležitějším bodem pro správné provedení přepravního balení, ložení a zajištění nákladu v kontejneru. Zásadní jsou totiž hodnoty faktoru zrychlení, které se s každým druhem dopravy mění. Každý, kdo se zabývá přepravním balením, ložením a fixací, a nemá k dispozici sofistikované informační softwary, by se měl řídit výchozím dokumentem a to normou ČSN EN 12195 – 1.

Práce byla zpracována na základě odborné literatury a odborných norem, které poskytly dostatek potřebných informací k vytvoření teoretického pohledu na námořní kontejnery, základy nakládání zboží do kontejnerů a pomůcky zajišťující bezpečnou kombinovanou přepravu. V praktické části bylo využito odborných poznatků z teoretické části rozšířených o poznatky a zkušenosti z praxe a přednášek z mezinárodní konference o upevňování a zajištění nákladu organizovanou nadnárodní společností DEKRA.

Cíl zpracovat teoretické poznatky o námořních kontejnerech z odborných zdrojů a navrhnout ukázkovou přepravu ve 40'kontejneru, kde jsou tyto a mnohé další poznatky využity, byl splněn, proto tedy bylo dosaženo cíle této bakalářské práce.



## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) KREJCAR, Jaroslav. Přepavní balení zboží, uložení a zajištění nákladu v dopravních prostředcích a kontejnerech. 1. vyd. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., 2009. ISBN 978-80-86530-56-7.
- (2) KREJCAR, Jaroslav. Přepavní balení zboží, ložení a fixace zboží. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, o.p.s., 1998. ISBN 80-7194-142-X.
- (3) ROŽEK, Petr. Námořní doprava. 1. vyd. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., 2007. ISBN 80-86530-39-6.
- (4) MOJŽÍŠ, Vlastimil, CEMPÍREK, Václav. Kombinovaná doprava. 1. Vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, o.p.s., 1999, ISBN 80-7194-216-2
- (5) Katalog. Caru containers Praha [online]. [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <http://www.caru.cz/katalog.html>
- (6) ČSN EN 12195 - 1: Výpočet zajišťovacích sil. Praha: ÚNM, 2011.
- (7) ČSN 26 9340: Kontejnery ISO řady 1 technické požadavky a zkoušení. Jihlava: ÚNM, Praha, 1981.
- (8) ČSN ISO 668+Amd.1: Kontejnery řady 1 třídění, rozměry a nosnosti. Praha: ÚNM, Praha, 1995
- (9) WANNER. WANNER [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.wanner.cz>
- (10) Cordstrap. *Cordstrap* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <https://www.cordstrap.com>
- (11) První obalová. *První-obalová* [online]. [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.prvni-obalova.cz/prodej-obalovych-materialu/vazaci-pasky-tezke-naklady/>
- (12) FyzWeb. *FyzWeb* [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/materialy/sily/previs/previs.php>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Manipulační a výstražné značky

Příloha B – Sedlová spona

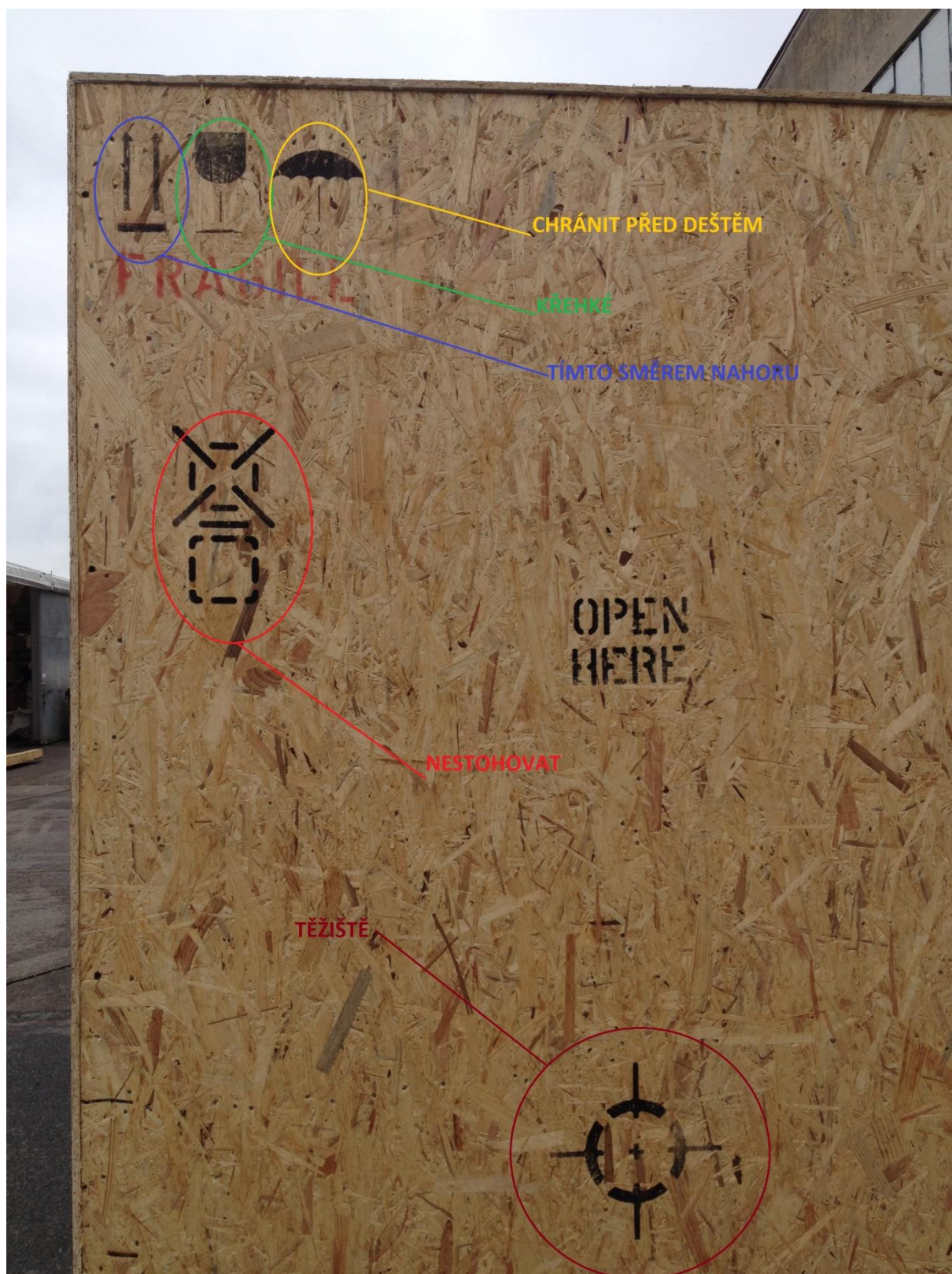
Příloha C – Koeficienty tření dle společnosti Cordstrap

Příloha D – Vodící dřeva a dvojná smyčka uvázaná v dolním kotevním prvku

Příloha E – Předepínací zařízení s ukázkou spojení pásy pomocí spony

# PŘÍLOHY

## Příloha A



Zdroj: autor

Příloha B



Zdroj: autor



## Příloha C

Coefficients of friction	
Material in combination with contact area	$\mu$
<b>SAWN TIMBER/WOODEN PALLET</b>	
Sawn timber against plywood/plyfa/wood	0.5
Sawn timber against grooved aluminium	0.4
Sawn timber against steel metal	0.4
Sawn timber against shrink film	0.3
<b>SHRINK FILM</b>	
Shrink film against plyfa	0.3
Shrink film against grooved aluminium	0.3
Shrink film against steel metal	0.3
Shrink film against shrink film	0.3
<b>CARDBOARD (UNTREATED)</b>	
Cardboard against cardboard	0.5
Cardboard against wooden pallet	0.5
<b>BIG BAG</b>	
Big bag against wooden pallet	0.4
<b>STEEL AND SHEET METAL</b>	
Flat steel against sawn timber	0.5
Unpainted rough sheet metal against sawn timber	0.5
Painted rough sheet metal against sawn timber	0.5
Unpainted rough sheet metal against unpainted rough sheet metal	0.4
Painted rough sheet metal against painted rough sheet metal	0.3
Painted metal barrel against painted metal barrel	0.2

Zdroj: (10)

Příloha D



Zdroj: autor



Příloha E



Zdroj: autor