

Konstrukce přepravního kontejneru typu ABROLL

Petr Viceník

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Petr Viceník
Osobní číslo:	T17654
Studijní program:	B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Technologická zařízení
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Konstrukce přepravního kontejneru typu ABROLL

Zásady pro vypracování

- 1) Vypracujte literární rešerši na dané téma.
- 2) Vyhodnoťte stávající stav navrženého kontejneru.
- 3) Navrhněte nové konstrukční řešení kontejneru.
- 4) Vypracujte 3D vizualizaci včetně výrobní dokumentace.

Forma zpracování bakalářské práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. LAMBERT, Douglas M., Lisa M. ELLRAM a James R. STOCK. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. Praha: Computer Press, 2000, xviii, 589 s. Business books. ISBN 8072262211.
2. NOVÁK, Jaroslav, Václav CEMPÍREK, Ivan NOVÁK a Jaromír ŠIROKÝ. Kombinovaná přeprava. Vydání páté rozšířené. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015, 339 s. ISBN 978-80-7395-948-7.
3. VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů I. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Adam Škrobák, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

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

Ve Zlíně dne 11. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá inovací konstrukce přepravního kontejneru typu Abroll. Ten slouží pro přepravu odpadů. V teoretické části jsou popsány druhy dopravy pro kontejnery, rozdělení kontejnerů dle normy ISO, návrh kontejneru Abroll dle normy DIN a v neposlední řadě srovnání plechů, které jsou součástí inovace. Práce obsahuje zhodnocení původního stavu, návrh nového konstrukčního řešení a ekonomické zhodnocení inovace.

Klíčová slova: kontejner, doprava, úspora, Abroll

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with an innovation of transport container type Abroll which is used for transportation of waste. The theoretical part describes the means of transportation for containers, the distribution of containers according to the ISO standard, and last but not least the comparison of sheets that are part of the innovation. This thesis includes an evaluation of the original state, a proposal of a new construction solution and an economic evaluation of the innovation.

Keywords: container, transport, saving, Abroll

Děkuji Ing. Adamu Škrobákovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a poskytnutý čas, který ochotně věnoval při psaní mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval firmě Podhoran Lukov a.s. za umožnění tohoto projektu. Zejména pak Janu Plškovi za odborné rady.

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Dále prohlašuji, že odevzdaná bakalářská práce a elektronická verze nahraná do IS/STAG je totožná.

Ve Zlíně dne.....

.....

(podpis)

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 CHARAKTERISTIKA DOPRAVNÍCH SLUŽEB.....	11
1.1 SILNIČNÍ DOPRAVA.....	11
1.2 KOLEJOVÁ/ŽELEZNIČNÍ DOPRAVA.....	11
1.3 LETECKÁ DOPRAVA.....	12
1.4 LODNÍ DOPRAVA.....	12
1.5 POTRUBNÍ DOPRAVA.....	13
2 ROZDĚLENÍ ISO KONTEJNERŮ.....	14
2.1 KONTEJNERY ŘADY 1.....	14
2.2 KONTEJNERY ŘADY 2.....	16
2.3 KONTEJNERY ŘADY 3.....	16
2.4 DALŠÍ VÝVOJ.....	17
3 ROZDĚLENÍ KONTEJNERŮ DLE ISO ŘAD 1.....	18
3.1 KONTEJNERY PRO VŠEOBECNÉ POUŽITÍ (UNIVERZÁLNÍ).....	18
3.2 VENTILOVANÉ KONTEJNERY.....	19
3.3 CHLADÍCÍ PŘEPRAVNÍ KONTEJNER.....	20
3.4 PŘEPRAVNÍ KONTEJNER PLOŠINOVÝ SE SKLOPNÝMI ČELY.....	21
3.5 KONTEJNER S OTEVŘENOU HORNÍ ČÁSTÍ.....	21
3.6 KONTEJNERY NÁDRŽKOVÉ.....	22
4 KONTEJNERY TYPU ABROLL.....	24
4.1 NORMA DIN 30722-1.....	25
4.1.1 Abrollový kontejner.....	25
4.1.2 Označení.....	30
5 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH PLECHŮ.....	31
5.1 S235JR A S355J2.....	31
5.2 DOMEX 700.....	31
5.3 HARDOX 400.....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	33
6 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	34
7 POUŽITÝ SOFTWARE.....	35
7.1 AUTODESK AUTOCAD LT 2020.....	35
7.2 AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2018.....	35
8 KONSTUKCE KONTEJNERU.....	36

8.1	PŮVODNÍ KONTEJNER	36
8.2	SROVNÁNÍ PLECHŮ	37
8.3	NOVÉ PŘEVODNÍ KONTEJNERU	39
8.4	VÝROBNÍ POSTUP	41
8.5	KALKULACE INOVACE	49
ZÁVĚR		50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		51
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		52
SEZNAM OBRÁZKŮ		53
SEZNAM TABULEK.....		55
SEZNAM PŘÍLOH.....		56

ÚVOD

Tato práce je součástí společnosti Podhoran Lukov a.s., která mimo jiné navrhuje a vyrábí kontejnery. Mezi přepravními jednotkami je dnes nejvíce využívaný právě kontejner, který slouží pro uskladnění přepravních jednotek a v případě většího množství menších přepravních jednotek pro rychlejší, mnohdy i snazší manipulaci. V závislosti na daném způsobu přepravy jednotky se zvolí vhodný typ kontejneru. Používá se především v dopravě, ale může také sloužit jako sklad pro materiál, zboží až po zahradní techniku. Jeho velkou výhodou je technické uzpůsobení na stohování do několika vrstev nad sebou, což ušetří hodně prostoru, zvláště při lodní dopravě. Jedná se o ocelovou, plechovou konstrukci, která je většinou tvořena z pěti hlavních částí: plošina, bočnice, čelo, dveře a střecha. V moderní kontejnerizaci se klade důraz na zhotovení co nejlehčího kontejneru, ten lze vyrobit za použití pevnější a tenčí oceli a odstranění výztuh (části výztuh) pro úsporu hmotnosti.

Tento specifický typ kontejneru je dodáván společností zabývající se každodennímu svozu směsných a tříděných odpadů. Spočívá ve výměně původní konstrukční oceli za vysokopevnostní konstrukční ocel, která díky své vysoké pevnosti v tahu potřebuje rapidně menší vyztužení, čímž se sníží celková hmotnost kontejneru. Zvýšením ložné plochy kontejneru, která se dosáhne zapuštěním natahovacího oka a snížením podlahy na ližiny. Nižší hmotností se ušetří na pohonných hmotách.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA DOPRAVNÍCH SLUŽEB

Pro přepravu výrobků lze využít jeden z pěti základních druhů dopravy, nebo jejich kombinaci. Patří do nich doprava silniční, kolejová, letecká, lodní a potrubní. Také je možné použití intermodální kombinace: kolejová – silniční, silniční – letecká, silniční – lodní, kolejová – lodní. Intermodální kombinace se využívá pro levnější nebo specializované služby, které nejsou jednotlivým druhem dopravy dostupné. [4]

1.1 Silniční doprava

Silniční doprava je nejpoužívanější druh dopravy. Autodopraci přepravují více než 75 % tonáže zemědělských produktů. I valná většina průmyslových výrobků se přepravuje silniční dopravou. Silniční doprava je hojně využívána pro přepravu spotřebitelského zboží a nabízí spolehlivé a rychlé služby s nízkou pravděpodobností ztrát, či poškození zboží v průběhu přepravy. Velkou výhodou je dopravování „z místa na místo“, tomu se rozumí použití jednoho druhu dopravy pro vyzvednutí zboží v místě původu a pro jeho přepravu až do místa určení, žádný další druh dopravy není zapotřebí. Autodopraci jsou také velmi univerzální, protože mohou přepravovat výrobky nejrůznějších velikostí, hmotností a na jakoukoliv vzdálenost. Průměrná přepravní vzdálenost (délka jedné jízdy) činí u silniční dopravy cca 800 km. U celostátně působících dopravců mohou být průměrné přepravní vzdálenosti podstatně delší, zatímco u městských dopravců, kteří jsou drobnými dopravovateli, to mohou být řádově pouze kilometry. Vnitrostátně si autodopraci konkurují v oblasti větších zásilek s železniční dopravou a s menšími zásilkami s leteckou dopravou. [4]

1.2 Kolejová/železniční doprava

Železniční doprava má však největší díl na meziměstském dopravním výkonu měřeném v tunokilometru, který v roce 1995 činil cca 2050 miliard tunokilometrů, což obnášelo náklad 18,29 milionů železničních vozů. U železniční dopravy činí průměrná přepravní vzdálenost cca 1200 km. I když je železniční doprava dostupná téměř ve všech větších městech a mnohdy i menších obcích, není ani zdaleka tak rozsáhlá jako silniční síť. Železniční doprava patří mezi nejlevnější přepravu (v přepočtu na hmotnost přepravovaného nákladu), ale postrádá pružnost a univerzálnost, neboť se omezuje na pevně dané tratě.

Přeprava tedy spadá do typu terminál-terminál. V dnešní době železniční dopravu postupně přebírají ostatní druhy, zejména silniční a lodní. [4]

1.3 Letecká doprava

Přestože je letecká doprava využívána stále pravidelnější, převážná část přepravců ji považuje za nadstandardní vzhledem k jejím vysokým nákladům. V případě, že je nutno zboží dodat na nějaké vzdálené místo určené a velmi rychle, je letecká doprava nejrychlejší druh přepravy. Také se využívá u produktů vysoké hodnoty, jelikož je letecká doprava nejbezpečnější druh přepravy. Moderní letadla dosahují rychlosti 800-1000 km za hodinu a jsou schopna cestovat mezinárodně. Průměrná přepravní vzdálenost v rámci mezinárodní přepravy dosahuje řádově až tisíce kilometrů, vnitrostátně je tato přeprava využívána jen zřídka. Pro většinu komerčních leteckých společností představuje přeprava zboží pouze vedlejší činnost k přepravě osob a je omezena nákladním prostorem, který má dané letadlo k dispozici. Vnitrostátně si letecká doprava přímo konkuruje se silniční dopravou, a v mnohem menší míře se železniční dopravou. Pokud jsou od sebe země geograficky odděleny velkými vodními plochami, jsou hlavní konkurencí lodní dopravci. [4]

1.4 Lodní doprava

Lodní dopravu můžeme rozdělit na několik odlišných kategorií: doprava po vnitrozemských vodních cestách, lodní doprava po jezerech, příbřežní námořní doprava a mezinárodní námořní doprava. Pro lodní dopravu ve Spojených státech je hlavním konkurentem především doprava potrubní a železniční, jelikož větší část zboží transportovaného lodní dopravou jsou polozpracované materiály nebo suroviny, které se převážně ve velkém množství. Lodní přeprava se zaměřuje na produkty, kde rychlost není stěžejním faktorem a na produkty s převážně nízkou hodnotou. Využití lodní přepravy záleží na geografické poloze konkrétního území, jelikož vnitrostátně jsou zapotřebí splavné vodní cesty. Obecně lze tedy říci, že u lodní dopravy převládá mezinárodní přeprava. Průměrná přepravní vzdálenost se v závislosti na typu lodní dopravy velmi liší. U zaoceánské mezinárodní dopravy se délka přepravovaných tras pohybuje v tisících kilometrů. [4]

1.5 Potrubní doprava

Potrubní dopravou lze přepravovat pouze omezený počet produktů – zemní plyn, ropu, ropné produkty, chemikálie, vodu, zkapalněné produkty (což jsou obvykle myšleny pevné produkty, které se rozpustí v kapalině, často ve vodě, kterou pak lze snadněji přepravovat). Převážně se však potrubní doprava týká zemního plynu a ropy. Průměrná přepravní vzdálenost je kratší než 800 km. Potrubní přeprava přepravcům zajišťuje velkou spolehlivost servisu při nízkých nákladech. Potrubní doprava dodává produkty včas, díky těmto faktorům: tok produktů uvnitř potrubního systému je řízen počítači, poškození a ztráty kvůli prasklinám nebo trhlinám potrubí nastává jen velmi zřídka, klimatické podmínky téměř nemají vliv na přepravu produktu, přeprava není náročná na pracovní síly. Výhoda příznivých nákladů a spolehlivosti, podporuje zájem i u dalších produktů. Z důvodu růstu nákladů u jiných druhů dopravy, začínají přepravci věnovat potrubní dopravě větší pozornost a začínají se přepravovat produkty, které se tradičně potrubní dopravou netransportovaly. [4]

2 ROZDĚLENÍ ISO KONTEJNERŮ

Kontejner spadá pod technické prostředky, které jsou určeny na přepravu zboží, kterým se říká přepravní prostředky. Vyznačují se manipulačními jednotkami, které jsou určeny k usnadnění nakládání, vykládání, umístění a ochrany při přepravě. Kontejner je standardizovaný prostředek tvořící zcela nebo z části uzavřený prostor, který je stanovený k vícenásobnému využití a je přizpůsoben stohování několika vrstev nad sebou. Dle normy ISO 1496-3 může být v jednom stohu až devět kontejnerů, a současně nesmí překročit váhu 24 000 kg. Kontejnery mají pět standardizovaných délek: 6,1 metru; 12,2 metru; 13,7 metru; 14,6 metru a 16,2 metru. Přičemž první tři jmenované délky se nejvíce používají k pozemní a námořní dopravě v Evropě a zbylé dva spíše v silniční a železniční dopravě v USA. Použitím kontejnerů v intermodální logistice se minimalizují poškození a ztráty během přepravy, snižují se požadavky na pracovní síly a snižuje se doba přepravy vzhledem k lepší manipulaci v přístavech a přepravci mohou využívat výhodnějších sazeb za přepravu velkých objemů. Jakmile se začaly kontejnery vyrábět, bylo zapotřebí jejich rozměry normalizovat. ISO tedy vytvořila rozměrové normy (na základě již vyrobených a provozovaných kontejnerů) a rozdělila je na základě únosnosti kontejnerů do tří řad: [1,4]

Tab. 1. Rozdělení kontejnerů dle rozměrů a únosnosti [2]

řada 1	kontejnery o celkové hmotnosti od 10 do 30 tun (typy 1E a 1F i méně)
řada 2	kontejnery o celkové hmotnosti od 5 do 7 tun
řada 3	kontejnery s nosností do 5 tun včetně

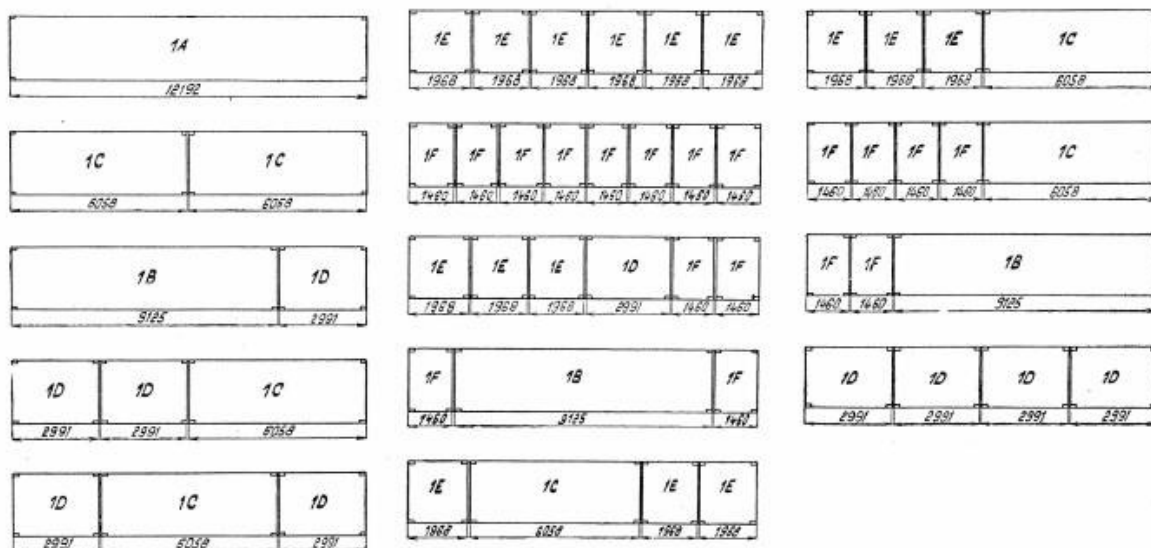
2.1 Kontejnery řady 1

Kontejnery řady 1 byly při vzniku (na přelomu 60. a 70. let) s výjimkou SSSR nejrozšířenější skrz jejich největší kapacitu. Ale i RVHP (Rada vzájemné hospodářské pomoci) je tehdy pokládala za základ budoucího systému, čímž byl jejich nástup zajištěn celosvětově. Nejprve byly navrženy jednotné příčné rozměry se čtvercovým průřezem o šířce a výšce 2438 mm, ale zanedlouho byl mezi ně dodatečně zařazen první ze zvýšených kontejnerů 1AA, jenž připlouval počátkem 70. let i do evropských přístavů. Je možné je v plně loženém stavu stohovat do výšky až šesti vrstev, díky jejímž normalizovaných rohových prvkům, které se nachází ve všech osmi rozích kontejneru. Délky byly voleny v násobcích základního modulu, tudíž kontejnery bylo možné stohovat společně (vždy větší na men-

ších, jelikož vnější síly se mohou přenášet jen rohovými prvky), a také aby se mohla úplně zaplnit ložná plocha vozů (v Evropě běžně v délce dvou nebo tří kontejnerů řady 1C). [2]

Tab. 2. Rozdělení kontejnerů ISO řady 1 [2]

kontejner	výška [mm]	šířka [mm]	délka [mm]	délka [stop]	maximální brutto hmotnost [kg]
1A	2438	2438	12192	40	30480
1AA	2591	2438	12192	40	30480
1AAA	2896	2438	12192	40	30480
1B	2438	2438	9125	30	25400
1C	2438	2438	6058	20	20320
1CC	2591	2438	6058	20	20320
1D	2438	2438	2991		10160
1E	2438	2438	1968		7110
1F	2438	2438	1460		5080



Obr. 1. Možnost kombinace kontejnerů na 12,2 metrovém (40 stopém) podstavci dopravního prostředku [2]

2.2 Kontejnery řady 2

Do řady 2 patří kontejnery střední kapacity s hmotností 5-7 tun. Tyto kontejnery měly společnou výšku 2100 mm. Počátkem 70. let se očekával zánik této řady, jelikož se kapacitně překrývala s kontejnery řady 3 i s kontejnery řady 1 (1E a 1F). Další nevýhodou těchto kontejnerů bylo, že nevyužívaly prostorové možnosti obrysu na silnici ani na železnici. Navíc neměly mezinárodní podporu, tudíž se nikdy nerozšířily celosvětově. Československo s jejich využíváním vůbec nepočítalo.

Tab. 3. Rozdělení kontejnerů ISO řady 2 [2]

kontejner	výška [mm]	šířka [mm]	délka [mm]	maximální brutto hmotnost [kg]
2A	2100	2300	2920	7110
2B	2100	2100	2400	7110
2C	2100	2300	1450	7110

Pro všechny tři typy byla totožná hmotnost 7110 kg, v té době to byla novinka, která měla snahu zvýšit význam řady 2. Zpočátku měly nejspíše kontejnery 2B a 2C nižší nosnost (5 tun). [2]

2.3 Kontejnery řady 3

Řada 3 se nejspíše zavedla pro nahrazení různých přepravních skříní odolnějším a univerzálnějším přepravním prostředkem. Na počátcích 70. let se teprve připravovala norma ISO pro řadu 3, ale kontejnery se již hojně užívaly v SSSR. Také v Československu již existovaly a fungovaly dva typy kontejnerů odpovídající přibližně této řadě. Kontejnery řady 3 měly společnou výšku 2100 mm. Postupně se tato řada také přestala používat. [2]

Tab. 4. Rozdělení kontejnerů ISO řady 3 [2]

kontejner	výška [mm]	šířka [mm]	délka [mm]	maximální brutto hmotnost [kg]
3A	2400	2650	2100	5000
3B	2400	1325	2100	5000
3C	2400	1325	2100	2500

2.4 Další vývoj

Normalizátoři z ISO navrhli širokou škálu kontejnerů, nicméně skutečný vývoj se ubíral jiným směrem. Železnice začaly více přepravovat celovozové zásilky a dopravním prostředkem se pro ně stal automobil přiměřené velikosti. Ve většině případů bylo zbytečné (zejména finančně nevýhodné) s sebou vozit navíc těžkou bednu kontejnerů, splňující mnohé pevnostní požadavky především stohování. Malé kontejnery postupně vymizely, tudíž řada 2 a řada 3, také malé kontejnery z řady 1, konkrétně typy 1D, 1E a 1F.

Pozdější rozvoj kontejnerů určovala zdatnější Amerika, jednak obchodně, ale především pak poměry v námořní dopravě, jež je hlavní doménou kontejnerů. Největší rozšíření dosáhly kontejnery z řady 1, konkrétně typu 1A, včetně zvýšeného typu 1AA a později ještě jednou zvýšená varianta typu 1AAA. Nejmenším kontejnerem běžně v provozu zůstal typ 1C, který se dobře stohuje společně s dvojnásobně dlouhými kontejnery 1A (včetně zvýšených řad) a později se dočkal i zvýšené varianty 1CC (viz Tab. 2). Naopak vymizel typ 1B, který byť byl dostatečně velký, aby se i v současné době uplatnil. Byl výhodou pro Evropské železnice z důvodu, že na obvyklý čtyřnápravový vůz se dali umístit právě dva kontejnery. Jejich rozměry jim ovšem neumožňovali stohování s typy 1A a 1C v terminálech a na lodích. [2]

3 ROZDĚLENÍ KONTEJNERŮ DLE ISO ŘAD 1

Zde jsou uvedeny rozdělení kontejnerů dle ISO řady 1, jelikož řada 2 a 3 se v současné době nevyrábí a jsou používány ojediněle. [3]

3.1 Kontejnery pro všeobecné použití (univerzální)

Univerzální kontejner patří mezi nepoužívanější kontejnery, které se využívají zejména v námořní dopravě. Je zcela uzavřený, odolný, vzduchotěsný a také voděodolný. Konstrukce bývá většinou krychlová nebo kvádrová a má podlahu, stěny, střechu a dveře. Nejsou vybaveny chladicími, nebo větracími systémy. Používá se nejčastěji pro přepravu kusového baleného i nebaleného zboží, polotovarů a surovin. Zboží se může ukládat volně ložené na paletách či svazcích, nicméně musí být dodrženo rovnoměrné rozložení a také nosnost kontejneru. Standardně se vyrábí o délce 45, 40 a 20 stop, přičemž 20 stop pojme až 10 palet, nebo 11 europalet po celé podlaze. [3]



Obr. 2. Univerzální jednodveřový kontejner [3]

3.2 Ventilované kontejnery

Ventilované kontejnery jsou přepravní kontejnery, které nabízí ventilační systém díky svým bočním otvorům, jež umožňují proudění vzduchu a cirkulaci, jinak je konstrukce podobná jako u univerzálních kontejnerů. Tyto vlastnosti ho činí vhodným pro přepravu zboží, které vyžaduje konstantní teplotu a podmínky. Díky ventilačnímu systému, který je ventilován ve výšce 20 stop je možné vypustit horký vzduch a umožnit vstup čerstvému vzduchu, čímž se zabrání změnám kondenzace a vlhkosti, které by mohly poškodit náklad. Jedním z hlavních produktů přepravovaných ve větrané nádobě je káva, což je také důvod, proč může být někdy také znám jako „kávová nádoba“. Standardně se vyrábí v délce 20 stop. [3]



Obr. 3. Ventilovaný kontejner [3]

3.3 Chladicí přepravní kontejner

Chladicí přepravní kontejnery jsou vybaveny systémem, který pomáhá udržovat vnitřní teplotu v rozmezí od $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Určité typy jsou schopny udržet teplotu až $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jinak mají konstrukci velmi podobnou univerzálním kontejnerům. Kontejnery teplotu neregulují, mohou ji pouze udržovat. Ačkoli chladicí kontejnery mají integrované systémy, které pomáhají udržovat vnitřní teplotu, musí být nádoba připojena k externímu zdroji energie (např. generátor plavidla, napájení z přístavu). Kontejnery se nejčastěji používají k přepravě čerstvých a mražených potravin jako jsou ryby, maso, ovoce a jiné předměty podléhající možnému zkažení. Pravidelně se také používá k přepravě léčiv a farmaceutických výrobků. Standardně se vyrábí v délce 20 a 40 stop. [3]



Obr. 4. Chladicí kontejner [3]

3.4 Přepravní kontejner plošinový se sklopnými čely

Ploché přepravní kontejnery jsou určeny k přepravě zboží, jejichž celková velikost nebo hmotnost jim brání využívat univerzálních kontejnerů. Tyto kontejnery jsou vyráběny z kovových desek, které zapadají do standardní struktury 20 nebo 40 stop. Jeho strany jsou skládací a nemají střechu ani stěnu. To usnadňuje horní nebo boční nakládání. Díky těmto vlastnostem jsou vhodné pro přepravu těžkého nákladu (stavební materiál, těžké stroje), zboží s vysokou výškou nebo také nepravidelného tvaru (průmyslová vozidla, potrubí). Jelikož nemá horní část, ani boční stojiny, tak zboží není chráněno proti povětrnostním podmínkám, musí se dbát zvýšené opatrnosti při zajištění nákladu (pomocí tažných lan), aby zůstal na svém místě. Vyrábí se také stejná varianta, ale bez čel. [3]



Obr. 5. Plošinový kontejner se sklopnými čely[3]

3.5 Kontejner s otevřenou horní částí

Spadají do kategorie univerzálních kontejnerů, i když nemají střechu. Jsou určeny pro zboží, které je příliš těžké pro ruční manipulaci a musí být zvednuto a naloženo jeřábem, či zboží vyčnívající na vrchol, které se nevejde do standardního 40 stopového kontejneru. Na rozdíl od plošinových kontejnerů, které také nemají střechu, mají tyto kontejnery boční stěny pro ochranu zboží. K zakrytí horní části chrání zboží plachta. Standardně se vyrábí jako 20 a 40 stopové. [3]



Obr. 6. Kontejner s otevřenou horní částí s plachtou[3]

3.6 Kontejnery nádržkové

Jsou speciálně určené pro přepravu kapalin nebo plynů. Mohou skladovat od kapalin podléhajících rychlé zkáze, jako je olej nebo víno, až po nebezpečné látky. Konstrukce se skládá z vodorovně uložené válcové nádoby a plnicího hrdla, jež zajišťuje nasypání substrátu. Při přepravě nebezpečných látek musí být splněny dodatečné ISO požadavky. Jakmile je nádrž označena jako ISO pro nebezpečné látky, nemůže se již používat k přepravě potravin a naopak. ISO nádrž je podepřena na konstrukci, která je zhotovena dle rozměrů nádrže a také je potažena izolačním materiálem, který jej chrání před nákladem, který přepravuje. ISO nádrže nabízejí jednu z nejúčinnějších metod intermodální přepravy sypkých nákladů. Jsou bezpečnější, nabízejí větší flexibilitu, jsou šetrnější k životnímu prostředí a relativně levnější než jiné možnosti, jako jsou tankové vozy OTR. Nejvíce používané ISO tanky se vyrábí jako 20 nebo 40 stopé, ale jsou také 10 a 30 stopé. Jsou známé jako ISO kontejnery, nebo cisternové kontejnery. [3]



Obr. 7. Nádržkový kontejner[3]

4 KONTEJNERY TYPU ABROLL

Valníkové kontejnery byly standardizovány roku 1993 Německou normou DIN 30722 výborem pro standardy komunálních služeb, která se stala nezbytnou, kvůli novým znalostem o připojovacích možnostech, na základě nových poznatků, že odborný svět pro Abrolly upřednostňuje celkovou délku kontejneru, namísto světlé délky. Používají se jako výměnné nástavby vozidel vybavené hákovým natahovacím mechanismem. Využívají se zejména pro ukládání, manipulaci a převoz sypkých a volně ložených materiálů. Vyrobeny jsou z ocelových profilů a hraněných plechů s tloušťkou dle využití kontejneru. K základním charakteristikám valníkových kontejnerů patří zejména rám kontejneru s natahovacím okem, který se dělí dle požadovaných vlastností, jehož specifikaci najdeme ve třech dílech normy DIN 30722. Pojezdové rolny, které mývají zpravidla pojezdové odvalovací válečky vyrobené z oceli, zřídka se vyskytují polyamidové. Norma DIN 30722 – Vozidla pro sklápění Abrollů, Abrollové kontejnery se sestává z:

- Část 1: Vozidla pro sklápění Abrollů do 26 t, ocelový Abrollový kontejner systém 1570.
- Část 2: Vozidla pro sklápění Abrollů do 32 t, ocelový Abrollový kontejner systém 1570.
- Část 3: Vozidla pro sklápění Abrollů do 12 t, ocelový Abrollový kontejner systém 900.
- Část 4: Abroll kontejner pro přepravu na silnici a na kolejích.

Ve své bakalářské práci definuji normu 30722-1, konkrétně požadavky na Abrollové kontejnery, dle které je kontejner navržen. [11]

4.1 Norma DIN 30722-1

V první části normy definuje vozidla pro sklápění Abrollů do 26 t, ocelový abrollový kontejner systém 1570. Tato norma platí pro vyklápěcí vozidla-sklápění kontejnerů maximálně 26 t, výměnné nakládací zařízení a Abroll nádoba. Výška natahovacího zařízení je 1570 mm (Systém 1570).

Tato norma stanovuje:

- Požadavky (vč. přejímky) vozidel pro sklápění kontejnerů
- Požadavky na výměnné nakládací zařízení
- Požadavky na abrollové kontejnery

[11]

4.1.1 Abrollový kontejner

1. Abrollová nádoba může být jako výměnná plošina, kontejner atd.
2. Připojovací rozměry Abrollu musí odpovídat obrázku 1 (jsou možné kombinace s obrázkem 2 a 3) tak jako v tabulce 1 a k tomu použité materiály.
3. Na Abrollu musí být dvě, z vnějšku ležící rolny (pojezdové válce), které musí odpovídat obrázku 1. Nosnost každé rolny musí být minimálně 10 t. V případě, že se dohodne dodatečný pár rolen na předním konci kontejneru, musí forma odpovídat obrázku 4.
4. Nakládací zařízení musí odolat zatížení 150 kN.
5. Kontejner musí být výměnný, sklopný a přemístitelný.

Tab. 5. Rozměry Abrollů[11]

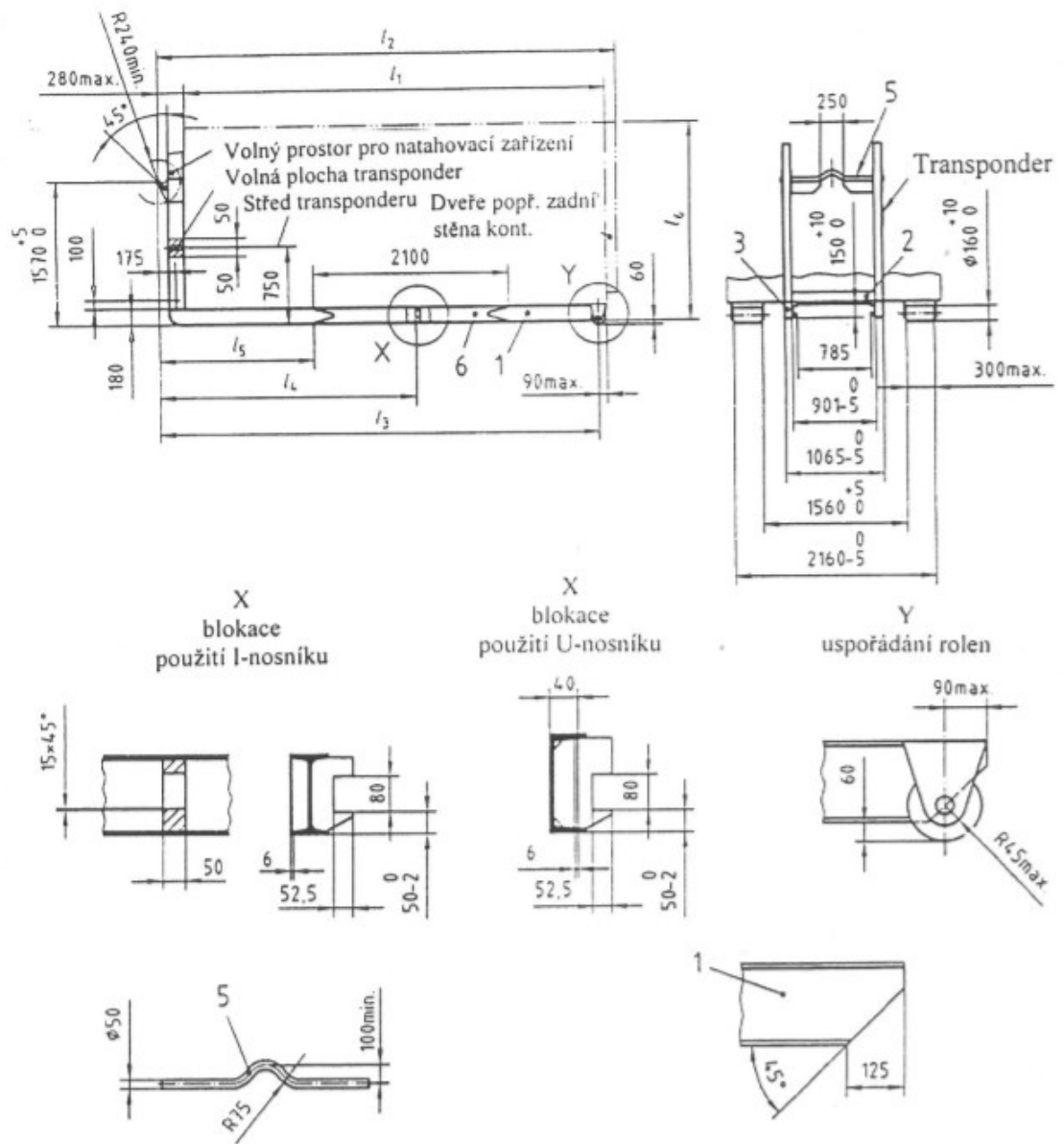
Délka vnější (přes vše)	Světlá délka kontejne- ru	Délka od středu nata- hovacího zařízení do středu rolny	Blokace kontejne- ru	Začátek vyztuže- ní	Celková výška (přes vše)	Rozměr blokace u lanového natahování	Rozměr u vloženého háku mezi středem háku a přední hranou kontejneru (vč. všech nástaveb jako např. stupaček)
L ₂	L ₁	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈
4400	4000	4280	2640	1550	Je udá- no vý- robce	Dohodne se mezi výrobce nástavby a zákazní- kem	Dohodne se mezi výrobce nástavby a zákazní- kem
4650	4250	4530	2765	1675			
4900	4500	4780	2890	1800			
5150	4750	4930	3015	1925			
5400	5000	5280	3140	2050			
5650	5250	5530	3265	2175			
5900	5500	5780	3390	2475			
6150	5750	5930	3515	2600			
6400	6000	6280	3640	2725			
6650	6250	6530	3765	2850			
6900	6500	6780	3890 ^a	2975			
7150	6750	6930	4015 ^a	3100			
7400	7000	7280	4140 ^a	3225			
7600	-	7370	4140	3225			20
7800	-	7370	4140	3225	220		

^a Od toho odchylný rozměr se zvlášť dohodne při objednávce

Tab. 6. Minimální požadavky na Abroll[11]

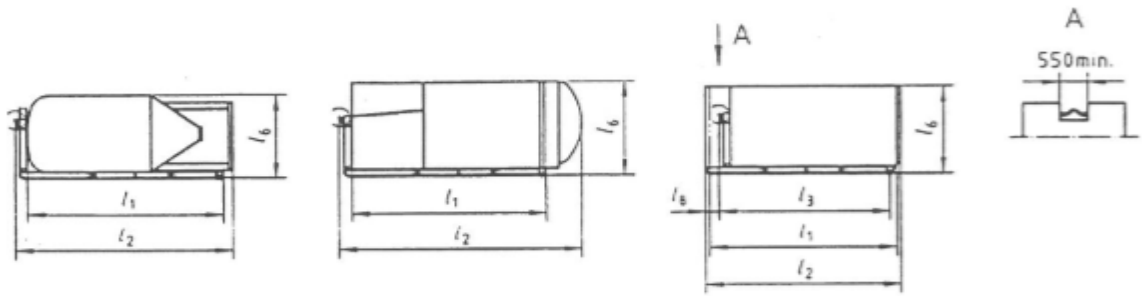
Poz.-Č.	Název	Materiál (polotovár)
1.	Podélník	I-nosník 180 dle DIN 1025-1 z S235JR podle DIN EN 10025 nebo U-ocel 220 podle DIN 1026-1 a DIN EN 10279 z S235JR dle DIN EN 10025
2.	Doraz (a)	U-ocel 100 dle DIN 1026-1 a DIN EN 10279 z S235JR dle DIN EN 10025
3.	Natahovací oko	S335J2G3 dle DIN EN 10025
4.	Lanový hák	
5.	Nakládací zařízení (b,c)	S335J2G3 dle DIN EN 10025
6.	Plech vyztužení	Minimálně S235JR dle DIN EN 10025
7.	Dorazový a aretovací úhelník	L-ocel 100x10 dle DIN EN 10056-1 z S235JR dle DIN EN 10025

(a) Šířka dorazu se dohodne zvlášť při objednávce
(b) Viz také 4.1.1 4)
(c) Natahovací zařízení nemusí odpovídat vyobrazení, rozměry obr. 8 musí být dodrženy



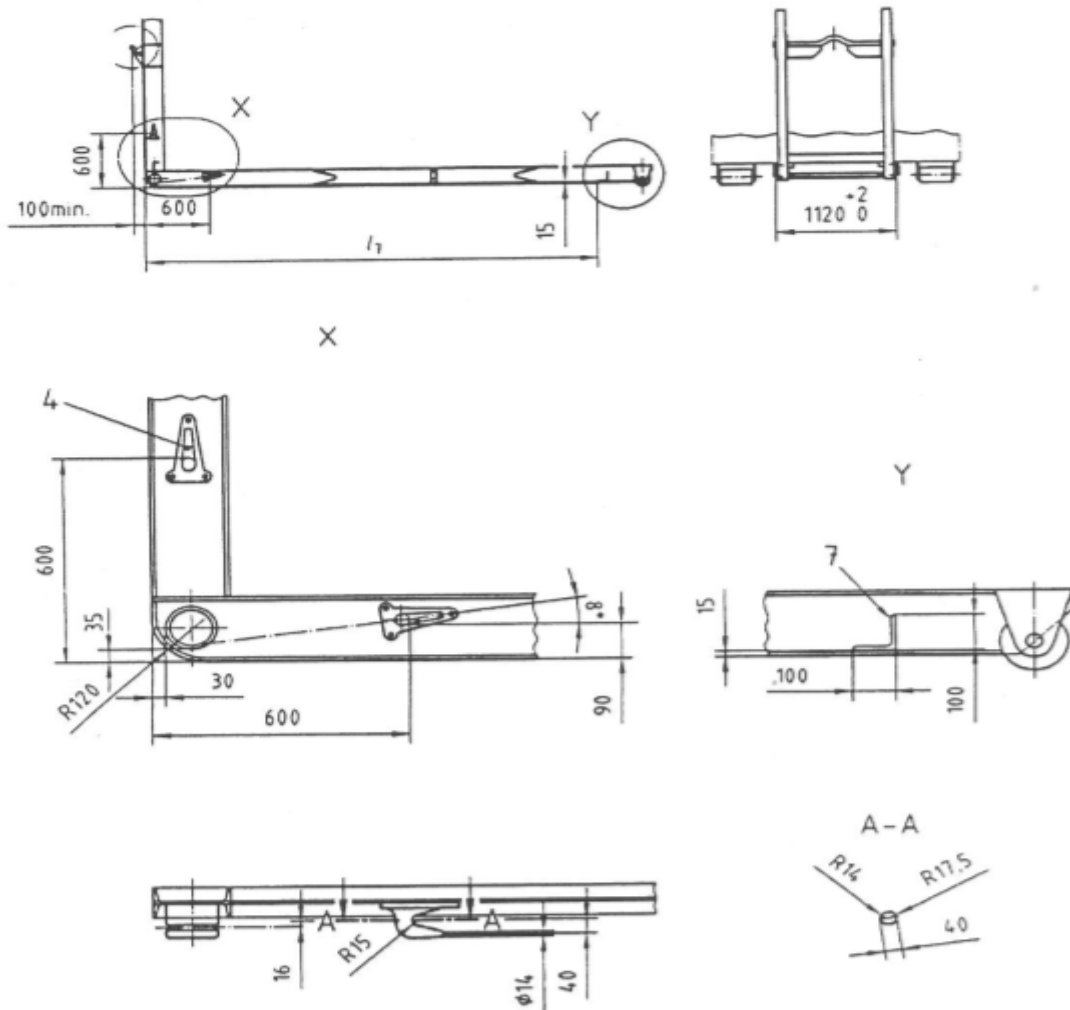
Obr. 8. Všeobecné tolerance: ISO 2768 C[11]

- Pozice č. 1 až 3,5 a 6 viz Tab. 6.



Obr. 9. Připojovací rozměry pro natahování hákem[11]

Abroll se zapuštěným hákem (Tunnelung) může s namontovanými díly na vozidlo pro sklápění kontejnerů kolidovat s výfukem, sáním vzduchu atd.



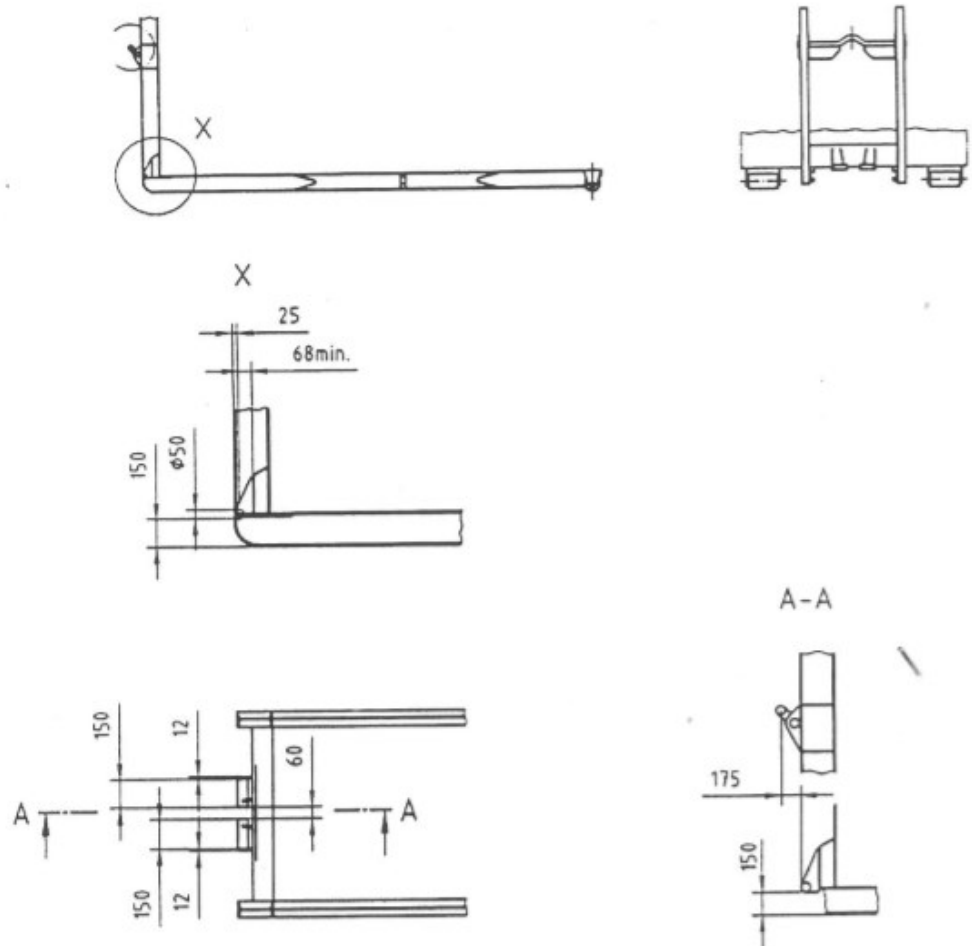
Obr. 10. Připojovací rozměry pro lanové natahování[11]

Dodatečné vybavení k provedení natahování hákem viz Obr. 8

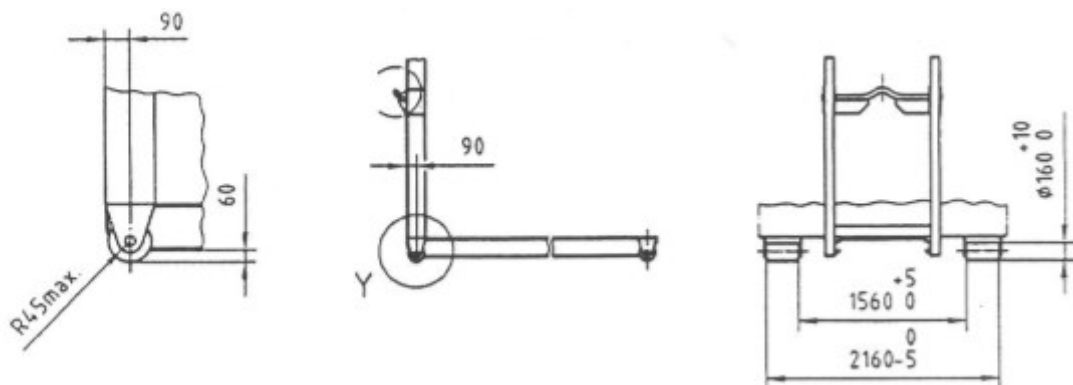
- Pozice č. 4 a 7 viz Tab. 6

Dodatečné vybavení k provedení natahování hákem viz obr. 8

Zohlednění zvláštních podmínek pro kombinaci provozu silnice/koleje.[11]



Obr. 11. Připojovací rozměry pro řetězové natahování



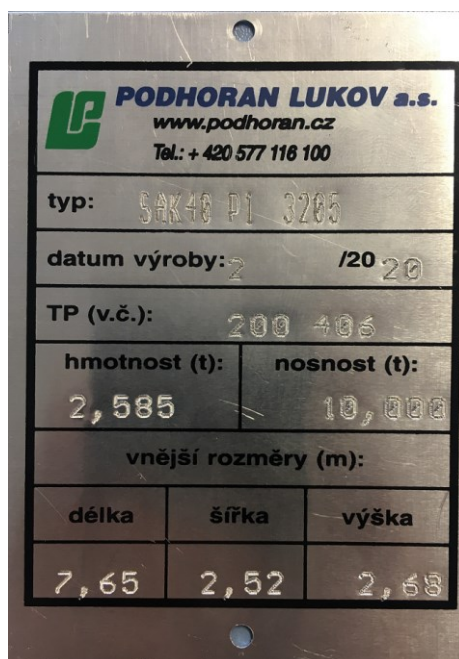
Obr. 12. Volná místa pro přední dvojici rolen[11]

4.1.2 Označení

Vozidla pro sklápění kontejnerů, nakládací zařízení a Abrollly, které těmto požadavkům vyhovují, smějí být na vlastní odpovědnost výrobce jednotným označením DIN označené. Předpokladem pro použití tohoto označení DIN jako značení je registrace u DIN CERTO. Na Abrollu musí být umístěn typový štítek nad volnou plochou transpondéru, musí obsahovat minimálně následující údaje:

- Výrobce
- Typ Abrollu
- Rok výroby
- Výrobní číslo
- Hmotnost prázdného abrollu v kg
- Maximální celková hmotnost kontejneru v kg
- Jmenovitý objem v m³
- Délka přes vše l₂ v mm/ Blokování kontejneru l₄ v mm
- Celková délka l₆ v mm

[11]



Obr. 13. Typový štítek inovovaného Abroll kontejneru

5 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH PLECHŮ

Plech je kovová deska vyráběná tvářením. Nejčastěji tedy válcováním za tepla, či za studena, ale také tažením a kováním. Vyrábí se v různých tloušťkách. Slouží jako polotovar, který se následně využívá pro zpracování výrobku. Nejčastěji je využíván ocelový plech, který se využívá na karosérii strojů pro jeho snadnou tvarovatelnost a přitom je pevný. Nevýhodou je, že uhlíková ocel podléhá korozi, tudíž se plech musí dále opracovávat ochrannými nátěry nebo pokovením, nejčastěji zinkem, cínem, niklem, chromem nebo hliníkem. Také se používají plechy měděné, ve stavebnictví pro jejich korozivzdornost pro rozvod vody a krytin střech. Dále také mosazné plechy, které se využívají na výrobu hudebních nástrojů a také v elektrotechnice pro výrobu kabelových ok a spojek. [6]

5.1 S235JR a S355J2

Jsou ocelové plechy z konstrukčních ocelí válcované za tepla. Neobsahuje legující prvky. Jsou to velmi podobné plechy, liší se v mezi kluzu, čímž se liší jejich fyzikální vlastnost, konkrétně mez v tahu. S235JR má mez pevnosti v tahu (360÷510) MPa, přičemž S355JR (470÷630) MPa dle ČSN EN ISO 6506-1. Materiál se vyznačuje dobrou tvářitelností za tepla i za studena. Mají vlastnost zaručující svařitelnost, tudíž jsou vhodné pro svařované konstrukce se statickým i dynamickým namáháním. Také pro výrobu součástí energetického zařízení a tlakových nádob a na výrobu ohýbaných profilů a trubek. Běžně se vyrábí v tloušťkách 2-20 mm v tabulích (1000÷2000) mm x (2000÷6000) mm. [7]

5.2 Domex 700

Domex je vysokopevnostní ocel tvářená za studena s minimální pevností v kluzu 700 MPa. Obsahuje řadu legujících prvků: C, Si, Mn, P, S, Al, Nb, V, Ti. Vysoko pevnostní plech Domex se díky jeho dobrým fyzikálním vlastnostem využívá v konstrukcích se středně velkým opotřebením např. v motorsportu ke konstrukci držáků agregátů, bezpečnostních prvků, ochranných rámců a dílů podvozku. Pro tloušťky plechu 2-3mm má mez kluzu $R_{eh} = 700$ MPa a pevnost v tahu $R_m = 750 - 950$ MPa. Minimální rázové vlastnosti $KCV = 40J$. Používá se na konstrukci dílů, které vyžadují vysokou pevnost a ošetrivost. Jeho obvyklý uhlíkový ekvivalent při tloušťce 2-10 mm je $CET (CEV) = 0,25 (0,39)^*$. Vyrábí se v tloušťkách 2 až 10 mm o šířce 800 až 1600 mm. [8]

5.3 Hardox 400

Hardox 400 je vysokopevnostní výkonnostní ořezuvzdorná ocel. Hardox 400 je obchodní označení oceli, která má nominální tvrdost 400 HBW proti abrazivnímu opotřebení. Obsahuje řadu legujících prvků: C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo. Materiál je velmi houževnatý a vykazuje dobré vlastnosti při ohýbání za studena i svařování, lze jej využívat v konstrukcích se středně velkým opotřebením, kde je potřeba kombinovat dobré mechanické vlastnosti s odolností proti abrazivnímu opotřebení. Lze svařovat různými metodami do tloušťky 50 mm, při silnějším materiálu je třeba předehřát, aby při velkém rozdílu teplot nedošlo k velkému vnitřnímu pnutí a materiál by tak ztratil své vlastnosti. Materiál není vhodné předehřívát na vyšší teplotu než 250 °C. Materiál lze dále tepelně zpracovávat pouze popoštění a to do teploty 250 °C. Pro tloušťky plechu 2-8mm má pevnost v kluzu $R_e = 1100$ MPa a pevnost v tahu $R_m = 750 - 950$ MPa. Minimální rázové vlastnosti KCV= 45J. Jeho obvyklý uhlíkový ekvivalent při tloušťce 2 až 8 mm je CET (CEV) = 0,26 (0,39)*. Běžně se vyrábí v tloušťkách 2 až 8 mm o šířce až 3350 mm a délce až 14630 mm. [5]

*) Určení hodnoty uhlíkového ekvivalentu

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V této práci byly stanoveny tyto cíle:

- Vyhodnotit stávající stav navrženého kontejneru.
- Navrhnout nové řešení kontejneru.
- Vypracovat 3D vizualizaci včetně výkresové dokumentace.

Cílem bakalářské práce je inovace původního kontejneru, vysokopevnostními plechy, které kontejner odlehčí, díky čemuž se ušetří na pohonných hmotách.

V první části se věnuji zhodnocení původního kontejneru, jeho konstrukcí a návrhu nového řešení. V druhé části ekonomického zhodnocení inovace.

Výkresová dokumentace je vypracovaná pomocí programu AutoCAD LT 2020.

7 POUŽITÝ SOFTWARE

V praktické části bylo využito programu Autodesk AutoCAD LT 2020 ke kompletní výkresové dokumentaci. Program je vhodný na konstruování kontejnerů skrz funkce, které tento program nabízí pro rychlé a efektivní kreslení vzhledem k výrobku a kvůli rozmanitosti databáze, kterou firma Podhoran Lukov a.s. nasbírala za 20. letou tradici výroby kontejnerů na trhu. Pro 3D vizualizaci byl použit Autodesk Inventor Professional 2018.

7.1 Autodesk AutoCAD LT 2020

AutoCAD je software pro 2D konstruování výkresové dokumentace v oblasti strojírenské konstrukce, stavební projekce a architektury. Výhodou AutoCADu je jeho přehlednost a možnost opakování příkazu. Další velkou výhodou je funkce do výkresového prostředí vložení obrázků ve formátu jpg., která uživateli ušetří čas při překreslování již zhotovených konstrukčních výrobků.

Autodesk LT 2020 je limitovaná verze AutoCADu, která je omezena o práce ve 3D. Jedná se o levnější verzi AutoCADu, která stojí 20% ceny plné verze. Nemá integrované žádné programovací rozhraní, nepodporuje ani aplikační nadstavby, které však nejsou potřeba skrz vlastní databázi s kontejnery Podhoranu Lukov a.s.

7.2 Autodesk Inventor Professional 2018

Software Autodesk Inventor obsahuje kompletní funkce nástrojů k produkci a dokumentaci konstruovaných výrobků. Inventor je 3D adaptivní modelář, který zahrnuje simulace a analýzy, díky nimž si uživatel nasimuluje návrh v reálných podmínkách. Autodesk Inventor nabízí obsahové centrum, ve kterém nalezneme většinu normalizovaných součástí, které následně využijeme ke konstrukci výrobku.

8 KONSTRUKCE KONTEJNERU

Abrollový kontejner byl použit zejména skrz svou mobilitu. Dají se plně naložené přesouvat z bodu A do bodu B bez předchozí finančně, nebo časově náročné vykládky. Přesun se provádí pomocí auta s nástavbou, která natáhne kontejner pomocí háku za natahovací oko. Lze využít i jeřáb, pokud je kontejner vybaven jeřábovými oky. S kontejnerem lze také manipulovat na místě za pomoci jeho odvalovacích válečků. Náklad lze vyklápat, když je kontejner umístěn na nákladním automobilu pomocí naklonění hákového nosiče, což je zejména časově efektivní.

Požadavek na rozměry kontejneru je maximální ložná plocha. Tu však limituje vyhláška 209 o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel. Maximální vnější šířka vozidla včetně soupravy nesmí překročit šířku 2,55 m a výšku 4 m. Délka kontejneru je limitována délkou nosiče – nástavba by měla končit zároveň s nosičem vzhledem na vyklápění přepravované jednotky ložené v kontejneru. Vnitřní rozměry konstrukce kontejneru jsou navrženy na 2400 x 2300 x 7100 mm (výška x šířka x délka). Požadavek na konstrukci je jako u univerzálního kontejneru s otevřenou vrchní částí. Tedy plošina, bočnice, dveře, a čelo. Otevřená vrchní část bude zakryta plachtou. Abrollový rám, který slouží pro pojezd kontejneru s automobilem vybaveným zdvihacím mechanismem a je zapuštěný pro zvýšení ložné plochy. Dále je vybaven sklopnou obslužnou lávkou pro manipulaci s plachtou. Celková hmotnost i s obsahem v kontejneru nesmí přesahovat 12 tun skrz maximální zatížení hákového nosiče vozidla.

8.1 Původní kontejner

Původní kontejner má nosný plech 11 373 (S235), který má nižší mez pevnosti v tahu. Je tak zapotřebí větší tloušťky plechu bočnic a také více výztuh, které se užívají pro zvýšení pevnosti. Provedení Abrollového rámu má kontejner standardní dle norem bez zapuštění háku (Tunnelung). Na kontejner je zapotřebí velké množství materiálu a mnoho času zabere svařování, což se promítne do celkové hmotnosti kontejneru, která činí 3508 kg. Ložná plocha kontejneru činí 39 m³. Nosnost kontejneru je stanovena na 10 tun. Stávající řešení kontejneru není vhodné pro každodenní svoz materiálu zejména vůči jeho vysoké hmotnosti a velikosti ložné plochy.



Obr. 14. Původní kontejner, při pohledu na bočnici

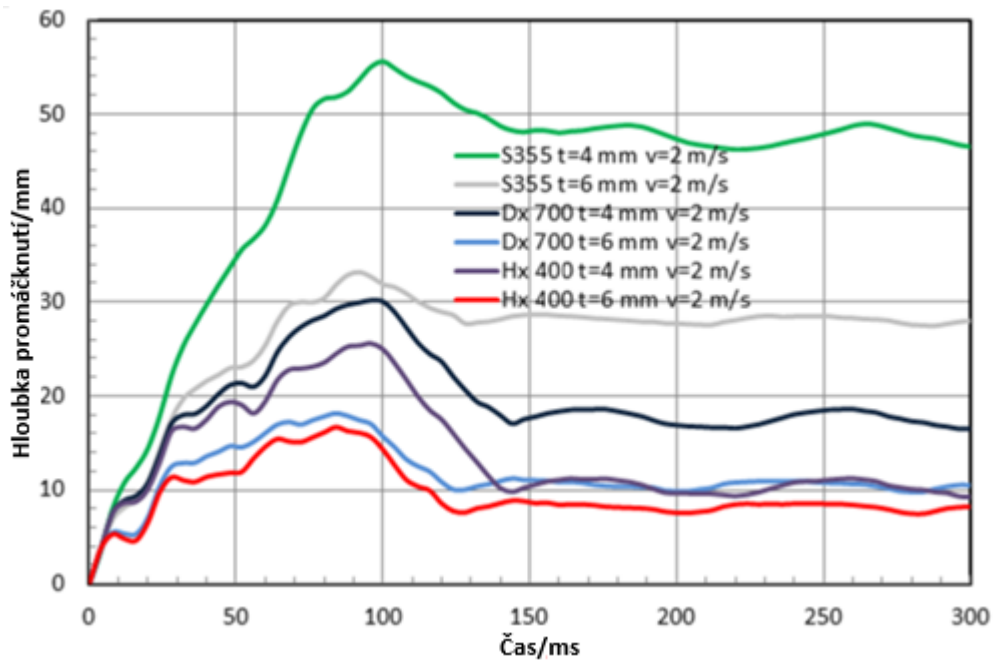
8.2 Srovnání plechů

Zde je srovnání mezi pevnosti plechů, které jsou použité při inovaci, aby splňovaly ČSN EN ISO 6506-1.

Tab. 7. Meze pevnosti srovnávacích plechů

S235	S335	Domex 700	Hardox 400
275 MPa	390 MPa	780 MPa	1000 MPa
120 HBW	160 HBW	290 HBW	400 HBW

Při simulaci pro výpočet metody konečných prvků, kterou mi poskytla firma Podhoran Lukov a.s. se definuje odolnost proti plastické deformaci při rázu. V grafu (Obr. 15) jsou demonstrovány výsledky dynamické simulace. Velikost deformace je zde vyjádřena v závislosti na době od okamžiku rázu. V levé části grafu vykazuje elastickou a plastickou složku deformace, v pravé části kde jsou křivky spíše horizontální, pouze plastické deformace.



Obr. 15. Odolnost srovnávacích plechů vůči rázům při rychlosti $v = 2 \text{ m/s}$

Dx – Domex, Hx – Hardox

V níže uvedené tabulce jsou uvedeny tloušťky různých jakostí oceli, které vykazují stejnou odolnost proti plastické deformaci při přípustné deformaci 5 mm, při rázu 400 J pro tři různé hmotnosti.

Tab. 8. Srovnání plechů při ekvivalentní hmotnosti

Ocel	Re [MPa]	Tloušťka [mm]	
S235	300	8	
S355	400	6,8	
Domex 700	750	4,5	
Hardox 400	1000	3,6	20 kg, 2,8 m, 8 mm

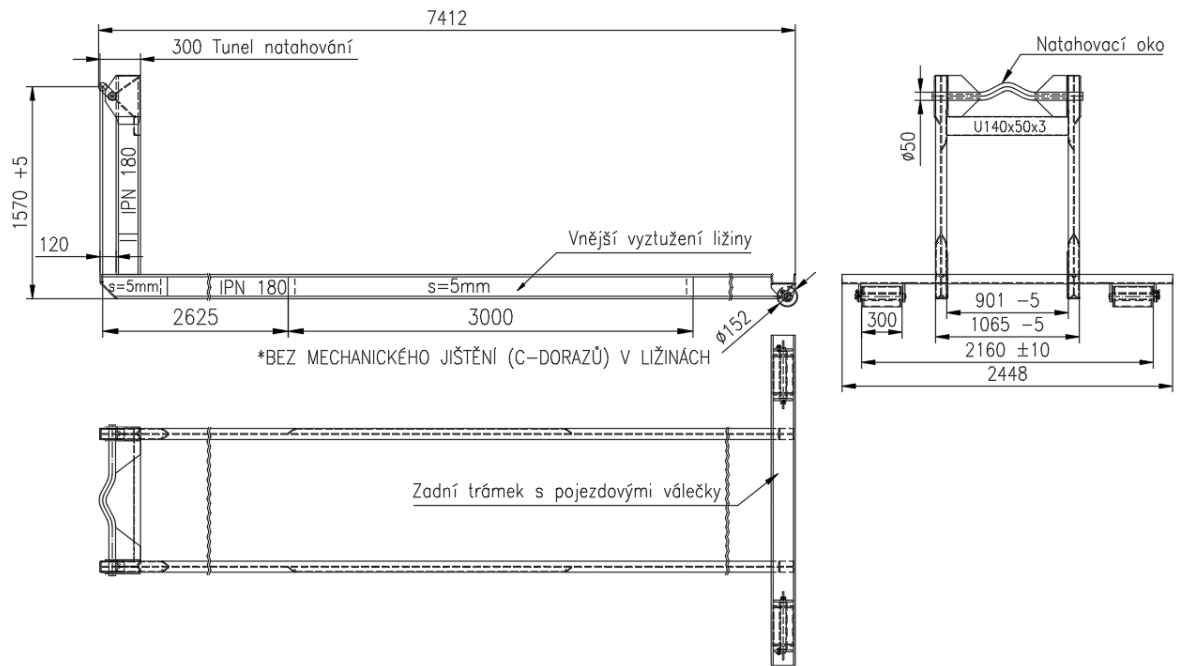
Ocel	Re [MPa]	Tloušťka [mm]	
S235	300	5,7	
S355	400	4,8	
Domex 700	750	3,2	
Hardox 400	1000	2,2	6,5 kg, 2,8 m, 5,3 mm

Ocel	Re [MPa]	Tloušťka [mm]	
S235	300	10,1	
S355	400	8,5	
Domex 700	750	5,4	
Hardox 400	1000	4,6	50 kg, 2,8 m, 12 mm

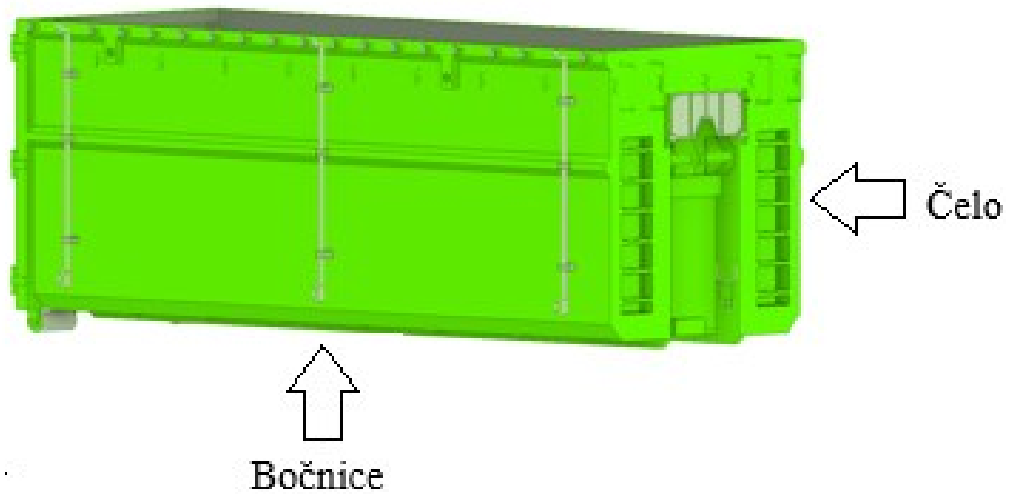
8.3 Nové provedení kontejneru

Z důvodů dosažení nižších celkových nákladů, se musí vyrobit lehčí kontejner. Odlehčení kontejneru se dosáhne tím, že se použije pevnější a tenčí ocel. Pevnější plech nezvyšuje stabilitu/tuhost, tudíž nesmí být odstraněny všechny výztuhy, jen část výztuh. Při konstrukci, výrobě a používání kontejnerů z vysokopevnostní oceli se věnuje pozornost stabilitě/tuhosti, svařování – tenčí plech zapříčiňuje větší deformace. Výztuhy oslabují odolnost proti deformaci při rázu, ale mohou být nutné pro zajištění stability, tuhosti kontejneru zejména při natahování.

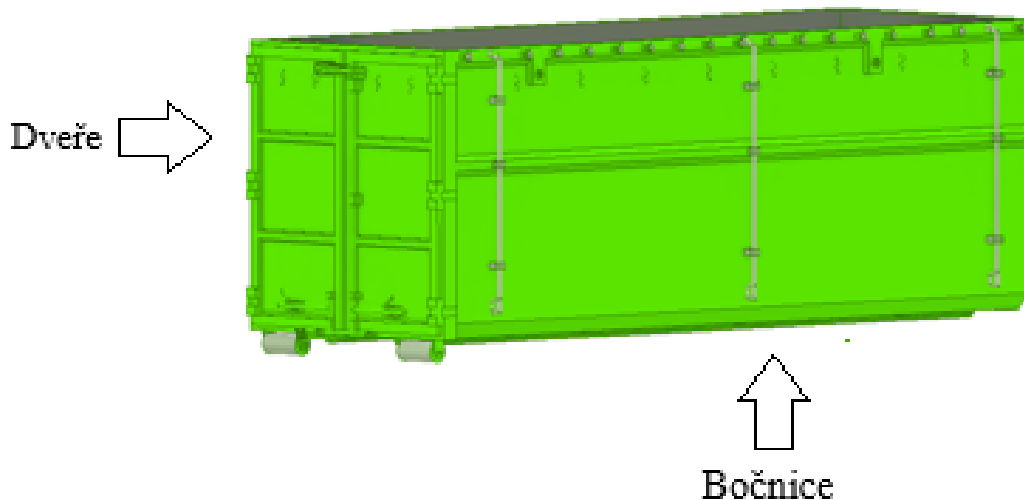
Inovovaný kontejner má základní nosné plechy, vyměněné za vysokopevnostní plechy. U plošiny se jedná o pozici 001-005 a 001-006, kde je nahrazen původní plech S235 v síle $s = 5$ mm za Hardox 400 v síle $s = 3$ mm. Výztuhy v podlaze nelze odstranit úplně, skrz tuhost/stabilitu kontejneru zvláště, když je naložený a je natahován na nosič. Zahřátím Hardoxu na vysokou teplotu zhoršujeme jeho pevnostní vlastnosti, proto výztuhy v podlaze jsou k hlavnímu plechu svařovány stehem. Na čele, bočnici a dveřích byly nahrazeny hlavní plechy (002-001, 002-002, 003-001, 003-002, 004-001) v síle $s=3$ mm plechem Domex 700 v síle $s = 2$ mm. Bočnici, která není příliš namáhaná na tuhost a je nahrazena pevnější plechem, lze zaměnit výztuhy na bočnicích, které byly v původním řešení 8 příčných U-profilů a 2 podélné řady rakviček (Obr. 8) za jednu podélnou výztuhu uprostřed bočnice (Obr. 9), která je vyprofilovaná z nosného plechu. Při natahování kontejneru na nosič se materiál volně ložený v kontejneru nahrne na zadní čelo, čímž je namáhaný na stabilitu/tuhost a je třeba jej vyztužit pomocí U profilů. Nové řešení kontejneru má nižší hmotnost 2528 kg a větší ložný prostor, který činí 40 m^3 (jmenovitý objem) skrz zapuštěné natahovací oko (Tunnelung). Nosnost je stanovena na 10 tun.



Obr. 16. Abroll rám inovovaného kontejneru se zapuštěným natahovacím okem ve 2D



Obr. 17. 3D Vizualizace inovovaného kontejneru při pohledu ze dveří a boku



Obr. 18. 3D Vizualizace inovovaného kontejneru při pohledu ze dveří a boku

8.4 Výrobní postup

Výroba kontejneru začíná dělením materiálu na pracovní hale. Materiál je dělen dle kusovníku a výkresové dokumentace. Materiál se dopravuje pomocí mostového jeřábu. Hraněné plechy se dělí na tabulových nůžkách. Ve firmě Podhoran Lukov a.s. je možné ohýbat i stříhat plechy do tloušťky $T = 10$ mm při rozměrech šířky až 2000 mm a délky až 6000 mm. Je třeba dbát zvýšené pozornosti na otřep a zkroucení plechu, to lze předejít správným nastavením lisovacího stroje a správně naostřenými noži. Tyto nadělené plechy se dle výkresové dokumentace ohnou na ohýbacím lisu.



Obr. 19. Stříhání a ohýbaní plechů na hydraulických lisech

Firma Podhoran Lukov a.s. nedisponuje technologií, která je potřeba pro zpracování vysokopevnostních plechů, proto se plechy Hardox 400 a Domex 700 objednají ve firmě zabývající se zpracováním a dělbou vysokopevnostních plechů, kde se provedou i potřebné další operace (pálení, ohýbání) dle výkresové dokumentace.

Dále je potřeba zpracovat válcovaný materiál za tepla, který byl dle normy DIN 30722-1 použitý na rám kontejneru. Materiál díky jeho tvaru a pevnosti nelze dělit na hydraulických lisech, lze ho však nadělit pomocí řezání nebo pálení. Zvolil jsem řezání na kotoučové pile, která je určena pro kusovou i sériovou výrobu, a dělení materiálu do délky 14 m, kde se materiál odvaluje na kuličkových ložiskách. Řezání profilů je efektivní z důvodu přesnosti výroby a ekonomicky výhodného dělení materiálu.



Obr. 20. Řezání válcovaných profilů na kotoučové pile

V případě náročnější konstrukce, jako je třeba hák pro zavírání dveří, se využije laserové pálení plechů, k dispozici je CNC zařízení pro pálení plazmou ALFATEC, které je vhodné pro řezání materiálu do tloušťky 20 mm a CNC zařízení pro řezání plamenem VANAD, které je vhodné pro řezání materiálu do tloušťky 100 mm. Vhodnost zde však určuje kvalita hořákových trysek.



Obr. 21. Hák pro zavírání dveří



Obr. 22. Vypalování na plasmě

Do nadělených profilů a hraněných plechů se dle výkresové dokumentace navrtají díry a závity. Následně se začistí otřep a zaoblí hrany.



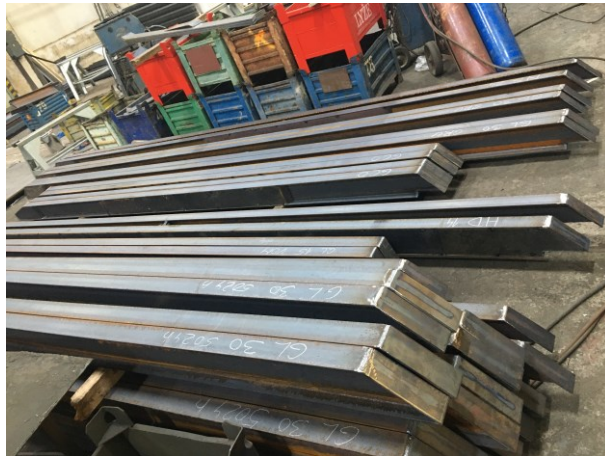
Obr. 23. Vrtání děr do součástí

Po vyrobení všech pozic, dle podsestav v kusovníku a objednání ostatních součástí potřebných pro výrobu (plachta dle výkresu, turnikety, šrouby atd.), se tento předchystaný materiál převezde na jednotlivá pracoviště, která jsou určena pro předchystání jednotlivých podsestav dle výkresové dokumentace, kde se materiál nejprve ošetří ochranným sprejem pro svařování. Sprejem se nanese průhledný film, který chrání nadělený materiál a hubici svářečky před usazením strusky a kuliček kovu.



Obr. 24. Kuličky kovu vytvořené při svařování metodou MAG

Nejprve se zhotoví Abrollový rám kontejneru, který je rozdělený na dvě části, na podélný nosník kontejneru (ližinu), při které je potřeba dbát na správné umístění vyztužení a blokaci kontejneru dle normy DIN 30722. Nové provedení kontejneru je navrženo na již zhotovený podvozek, který je vybaven hydraulickým jištěním nástavby.



Obr. 25. Podélný nosník rámu Abroll

Druhou část Abroll rámu tvoří stojina, kde je umístěno natahovací oko. Stojina má „H“-tvar, je zde potřeba dbát zvýšené opatrnosti na výšku háku a natočení 45° natahovacího oka, které je umístěno mezi válcovanými profily.



Obr. 26. Stojina s natahovacím okem rámu Abroll

Výroba dále pokračuje zhotovením zadního nosníku s odvalovacími válečky, jež jsou popsány v normě DIN 30722.



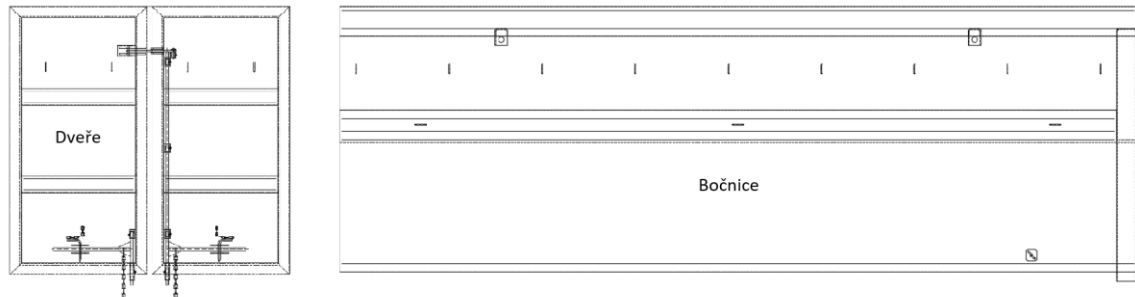
Obr. 27. Zadní trámek s odvalovacími válečky

Po vytvoření ližiny a zadního trámku se začne s výrobou plošiny, která se naboduje dle výkresové dokumentace, ta pak tvoří spodní část kontejneru a je součástí Abrollového rámu.



Obr. 28. Plošina kontejneru

Paralelně se již pracuje na předchystání (nabodování) dveří a bočnic kontejneru. Je zapotřebí sledovat teploty při svařování, aby nepřekročily kritickou teplotu a nezhoršily se tak fyzikální vlastnosti vysokopevnostního plechu.



Obr. 29. Bočnice a dveře v 2D

Zhotovené podestavy se převezou na pracoviště určené k dovařování, kde se kontejner postupně sestavuje do konečné podoby a následně se dovaří metodou MAG dle výkresové dokumentace. Vychází se z plošiny, ke které se navaří stojina s natahovacím okem a za něj se dovaří čelo. Na plošinu se umístí bočnice pomocí rozpěrek a mostového jeřábu, nakonec se navaří dveře. Zbylé detaily se dovaří dle výkresové dokumentace. Sváry se začistí společně s kuličkami, které se vytváří při svařování touto metodou a jsou nežádoucí.



Obr. 30. Dovařování kontejneru

Kontejner následně putuje do lakovny, kde je potřeba nejprve zatmelit místa, na kterých nebylo použito průběžné svařování, pomocí polyuretanového tmelu. Následují dva základové nátěry, poté je kontejner lakován barvou RAL 6017 (zelená), kterou si určil zákazník. Po zaschnutí nátěru je třeba na kontejner namontovat šroubovaný materiál včetně plachty a štítku kontejneru.



Obr. 31. Inovovaný kontejneru při pohledu z čela a boku



Obr. 32. Inovovaný kontejneru při pohledu ze dveří a boku

8.5 Kalkulace inovace

Tab. 9. Finanční zhodnocení návrhu

Původní kontejner			Inovovaný kontejner		
Mzdy	[Kč]	Odvody	Mzdy	[Kč]	Odvody
		[Kč]			[Kč]
Montáž	6606		Montáž	3112	
Dělrna	908		Dělrna	1684	
Konstrukce	200		Konstrukce	125	
Nakládka	126		Nakládka	32	
Celkem	7840	2599	Celkem	4953	1642
Réžie	20476		Réžie	13725	
Materiál	[Kg]	[Kč]	Materiál	[Kg]	[Kč]
Barvy	50	3453	Barvy	51	2661
Profil U,I,L	670	9180	Profil U,I,L	446	5667
Kulatina	68	1029	Kulatina	74	1032
Pásovina	74	927	Pásovina	43	490
Jackel	37	564	Jackel	168	3354
Trubka	51	1082	Trubka	29	625
Svařovací drát	34	1149	Svařovací drát	31	937
Plech	2526	34317	Plech	1687	64176
Ostatní		6420	Ostatní		7249
Celkem	3508	58120	Celkem	2528	86189
Celkem náklady na kontejner		89034	Celkem náklady na kontejner		106508

- Úspora hmotnosti činí téměř 1 000 kg.
- 70 000 km ročně
- Úspora nafty při přepravě 1 000 kg je 0,5 l/100 km
- Cena za přepravu 1 000 kg je 1 Kč/km
- Úspora na paliva ročně při ceně 1 l dieselu 28 Kč je 9 800 Kč
- Vyšší užitná hmotnost činí 70 000 kg ročně. Při kombinaci vytížený 35 000 km a nevytížený kontejner je 35 000 Kč + 4 900 Kč = 39 900 Kč ročně.

Inovovaný kontejner je dražší o 17 474 Kč. Při předpokladu, že najede 70 000 km ročně, ušetří 49 700 Kč. Za rok je na sebe kontejner schopen vydělat 32 226 Kč, každý další rok funkce 49 700 Kč.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout inovativní řešení konstrukce kontejneru vzhledem k hmotnosti, objemu a ceně kontejneru se všemi příslušnostmi, jako je výkresová dokumentace, sestava a 3D vizualizace kontejneru.

V úvodní části byla nastíněna doprava. V další části jsou rozebrány ISO kontejnery, jejich rozdělení a rozebrán další vývoj. Bylo popsáno typové rozdělení ISO kontejnerů řady 1, které mají největší využití v současné době. Blíže byl také popsán kontejner typu Abroll, jehož rozměry musí splňovat normu DIN. Na rozdíl od ISO kontejnerů nejsou kontejnery typu Abroll vybaveny rohovými kostkami pro aretaci, ale jsou vybaveny natahovacím rámem s hákem a pojezdovými válečky. Dále byl zhodnocen původní stav kontejneru a navrženo inovativní řešení za použití vysokopevnostních plechů Hardox, díky kterým kontejner výrazně sníží svojí hmotnost.

Konstrukce a následná realizace nového kontejneru vznikla pod záštitou firmy Podhoran Lukov a.s. Konstrukční návrh byl proveden v programu Autodesk AutoCAD LT 2020 včetně výkresové dokumentace. Program je vhodný pro konstrukce kontejnerů vzhledem k široké nabídce, kterou firma nabízí a databázi dílů, kterou má k dispozici.

Konstrukce nového kontejneru se také odvíjí od požadavků zákazníka. Jaký největší možný jmenovitý objem kontejneru můžeme vytvořit, vzhledem k již vlastněnému nosiči kontejnerů o nosnosti 10 tun. Zároveň musí splňovat vyhlášku 209 o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel a technickou normu DIN 30722-1.

Původní kontejner váží 3 508 kg, jeho celkové náklady na výrobu činí 89 034 Kč. Nový návrh kontejneru váží 2 528 kg s celkovými náklady na výrobu 106 508 Kč. Tento typ je vhodný pro firmy, které mají zaručenou každodenní trasu. Výrobek je dodáván firmě pro svoz odpadu, která jezdí každodenně trasu Brno – Ostrava – Brno. Při předpokladu najetí 70 000 km ročně je návratnost investice do pěti měsíců.

Další postup je výroba jednoho kusu pro odzkoušení návrhu zákazníkem a odstranění možných vad při běžném provozu kontejneru. Výroba proběhla bez komplikací a kontejner splňuje všechny požadavky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LACHNIT. *Kontejnery* [online]. [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: http://sszplana.cz/dumy/os/Kontejnery_Lachnit.pdf
- [2] LITOMYSKÝ. *Rozměry kontejnerů* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <http://www.litomysky.cz/drahy/kontrozm.htm>
- [3] ICONTAINERS. *Ocean freight & instant container shipping rates* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.icontainers.com/>
- [4] LAMBER, Douglas M., Lisa M. ELLRAM a James R. STOCK. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Praha: Computer Press, 2000, xvii, 589 s. Business books. ISBN 8072262211.
- [5] SSAB. *High - strength steel – sheet, plate, coil, tube, profile – SSAB* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.ssab.cz/>
- [6] MACHEK, Václav. *Zpracování tenkých plechů*. Praha: SNTL, 1983, 266 s.
- [7] NYPROHUTNI. *Ocelové plechy válcované za tepla* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://nyprohutni.cz/valcovane-za-tepla>
- [8] CHALOUPKA. *Vysokopevnostní plechy* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: http://chaloupka-cz.eu/domex_cz.html
- [9] NOVÁK, Jaroslav, Václav CEMPÍREK, Ivan NOVÁK a Jaromír ŠIROKÝ. *Kombinovaná přeprava*. Vydání páté rozšířené. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015, 339 s. ISBN 987-80-7395-948-7.
- [10] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8.
- [11] DIN [online]. [cit. 2020-06-05]. Din.de Dostupné z: <https://www.din.de/en>
- [12] SSAB. *Materiálové listy Hardox 450*. [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.ssab.com/products/brands/hardox/products/hardox-450>
- [13] MIKA, Ivan. *Hardox – otěruvzdorný plech. STAVEBNÍ TECHNIKA*. [online]. [cit. 2017-3-15]. Dostupné z: <https://www.stavebnitechnika.cz/clanky/hardox-oteruvzdorny-plech>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ISO	International Organisation for Standardisation
km	Kilometr
m	metr
mm	Milimetr
C	Uhlík
Si	Křemík
Mn	Mangan
S	Síra
Al	Hliník
Nb	Niob
V	Vanad
Ti	Titan
Cr	Chrom
Ni	Nikl
Mo	Molybden
T	Tuna
Kg	Kilo
2D	Dvojměrný prostor
3D	Trojměrný prostor
DIN	Deutsche Industrie-Norm
CNC	Computer Numeric Control
ČSN	České technické normy
Dx	Domex
Hx	Hardox
HBW	Jednotka tvrdosti dle Brinella

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Možnost kombinace kontejnerů na 12,2 metrovém (40 stopém) podstavci dopravního prostředku [2]</i>	15
<i>Obr. 2. Univerzální jednodveřový kontejner [3]</i>	18
<i>Obr. 3. Ventilovaný kontejner [3]</i>	19
<i>Obr. 4. Chladicí kontejner [3]</i>	20
<i>Obr. 5. Plošinový kontejner se sklopnými čely[3]</i>	21
<i>Obr. 6. Kontejner s otevřenou horní částí s plachtou[3].....</i>	22
<i>Obr. 7. Nádržkový kontejner[3].....</i>	23
<i>Obr. 8. Všeobecné tolerance: ISO 2768 C[11]</i>	27
<i>Obr. 9. Připojovací rozměry pro natahování hákem[11]</i>	28
<i>Obr. 10. Připojovací rozměry pro lanové natahování[11].....</i>	28
<i>Obr. 11. Připojovací rozměry pro řetězové natahování</i>	29
<i>Obr. 12. Volná místa pro přední dvojici rolen[11]</i>	29
<i>Obr. 13. Typový štítek inovovaného Abroll kontejneru</i>	30
<i>Obr. 14. Původní kontejner, při pohledu na bočnici</i>	37
<i>Obr. 15. Odolnost srovnávacích plechů vůči rázům při rychlosti $v = 2$ m/s</i>	38
<i>Obr. 16. Abroll rám inovovaného kontejneru se zapuštěným natahovacím okem ve 2D</i>	40
<i>Obr. 17. 3D Vizualizace inovovaného kontejneru při pohledu ze dveří a boku</i>	40
<i>Obr. 18. 3D Vizualizace inovovaného kontejneru při pohledu ze dveří a boku</i>	41
<i>Obr. 19. Stříhání a ohýbání plechů na hydraulických lisech.....</i>	41
<i>Obr. 20. Řezání válcovaných profilů na kotoučové pile</i>	42
<i>Obr. 21. Háček pro zavírání dveří</i>	43
<i>Obr. 22. Vypalování na plasmě</i>	43
<i>Obr. 23. Vrtání děr do součástí</i>	44
<i>Obr. 24. Kuličky kovu vytvořené při svařování metodou MAG.....</i>	44
<i>Obr. 25. Podélný nosník rámu Abroll.....</i>	45
<i>Obr. 26. Stojina s natahovacím okem rámu Abroll</i>	45
<i>Obr. 27. Zadní trámek s odvalovacími válečky</i>	46
<i>Obr. 28. Plošina kontejneru.....</i>	46
<i>Obr. 29. Bočnice a dveře v 2D.....</i>	47
<i>Obr. 30. Dovařování kontejneru.....</i>	47

<i>Obr. 31. Inovovaný kontejneru při pohledu z čela a boku.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 32. Inovovaný kontejneru při pohledu ze dveří a boku</i>	<i>48</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Rozdělení kontejnerů dle rozměrů a únosnosti [2].....</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 2. Rozdělení kontejnerů ISO řady 1 [2].....</i>	<i>15</i>
<i>Tab. 3. Rozdělení kontejnerů ISO řady 2 [2].....</i>	<i>16</i>
<i>Tab. 4. Rozdělení kontejnerů ISO řady 3 [2].....</i>	<i>16</i>
<i>Tab. 5. Rozměry Abrollů[11].....</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 6. Minimální požadavky na Abroll[11].....</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 7. Meze pevnosti srovnávacích plechů.....</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 8. Srovnání plechů při ekvivalentní hmotnosti.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 9. Finanční zhodnocení návrhu.....</i>	<i>49</i>

SEZNAM PŘÍLOH

P I. Výkresová dokumentace

- výkresy sestav včetně kusovníku,
- výkresy dílčích součástí.

P III. CD disk

- Textová část bakalářské práce
- Výkresová dokumentace
- 3D vizualizace