



Bakalářská práce

Cisterny pro převoz pohonných hmot  
(The tankers for transport of fuels)

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava

Forma studia: Prezenční

Školní rok: 2011/2012

Vypracoval: Petr Nemrava

Vedoucí bakalářské práce: Ing. František Dvořák, CSc.

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nemrava Petr

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Cisterny pro převoz pohonných hmot**

Anglický název

**The tankers for transport of fuels**

### Cíle práce

Analýza vývoje cisteren pro převoz pohonných hmot, přehled současné produkce, porovnání a posouzení technických parametrů a užitných vlastností a posouzení změn a vývojových trendů.

### Metodika

Na základě shromážděných materiálů provést hodnocení z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického, environmentálního a posouzení předpokládaných vývojových trendů.

### Osnova práce

1. Úvod
2. Legislativa v oblasti přepravy a manipulace s pohonnými hmotami
3. Konstrukční řešení cisteren a technologické příslušenství cisteren
4. Přehled produkce a předpokládaný vývoj a vize budoucnosti
5. Závěr

## Rozsah textové části

30 stran

## Klíčová slova

cisterna, pohonné hmoty, bezpečnost

---

## Doporučené zdroje informací

Svoboda, J. Teorie dopravních prostředků-vozidla silniční a terénní. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80 01 03005 9.

First, J. a kol. Zkoušení automobilů a motocyklů. Praha: ČVUT, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

Vlk, F. Podvozky motorových vozidel. Brno: Nakl. Vlk, 2006. ISBN 80 239 6464 X.

Hudec, P. Motorové vozidlá III. Projektovanie vozidiel. Bratislava: SVŠT, 1989.

Vlk, F. Stavba motorových vozidel. Brno: Nakladatelství Vlk, 2003. ISBN 80 238 8757 2.

---

## Vedoucí práce

Dvořák František, Ing., CSc.

## Termín zadání

listopad 2010

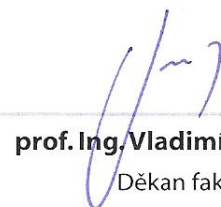
## Termín odevzdání

duben 2012



**doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.**

Vedoucí katedry



**prof. Ing. Vladimír Jurča**

Děkan fakulty

### **Čestné prohlášení**

Místopřísežně prohlašuji, že bakalářskou práci na téma "Cisterny pro převoz pohonných hmot" jsem vypracoval samostatně s použitím literatury, kterou uvádím v příloženém seznamu.

V Praze dne ..... Podpis.....

### **Poděkování**

Chtěl bych touto cestou poděkovat svému vedoucímu, panu Ing.Františku Dvořákovi, CSc. za jeho vstřícný přístup a ochotu při zpracovávání bakalářské práce. Dále bych poděkoval firmě Schwarzmüller s.r.o. za poskytnutí materiálů, rodině, známým a přátelům za jejich pomoc, trpělivost a podporu.

## **Abstrakt**

### **Cisterny pro převoz pohonných hmot**

Hlavním cílem bakalářské práce je především seznámení čtenáře s problematikou převozu pohonných hmot. První kapitola je zaměřena na legislativu v oblasti převozu a manipulace s pohonnými hmotami. Druhá kapitola se zabývá konstrukčním řešením cisteren, třetí kapitola technologickým příslušenstvím. Čtvrtá kapitola je věnována bezpečnosti v oblasti přepravy pohonných hmot. Pátá kapitola pojednává o rozsahu produkce, předpokládanému vývoji a vizím budoucnosti v oblasti přepravy a manipulace s pohonnými hmotami.

### **Klíčová slova**

Cisterna, pohonné hmoty, legislativa, ADR, bezpečnost

## **Summary**

### **The tankers for transport of fuel**

The main aim of thesis is introduce reader with issues about transport fuel. First chapter is about legislativ in tankers for transport of fuel. Second chapter focus on construction of tankers and third charter is about technical accessories. Fourth chapter is about safety. Fifth charter i about production, expected development and future tankers for transport of fuel.

### **Keywords**

Tankers, fuel, legislativ, ADR, safety

## Obsah:

|  |    |
|--|----|
| Úvod .....   | 1  |
| 1. Legislativa v oblasti přepravy a manipulace s pohonnými hmotami ..... | 3  |
| 1.1. Historie ADR .....  | 3  |
| 1.2. Členění Dohody ADR .....  | 4  |
| 1.3. Třída 3.....  | 4  |
| 1.4. Označení vozidla .....  | 4  |
| 1.4.1. Identifikační číslo nebezpečnosti .....                           | 5  |
| 1.4.2. UN kód .....  | 5  |
| 1.5. Průvodní doklady .....  | 5  |
| 1.6. Povinná výbava .....  | 5  |
| 1.7. Konstrukce cisternového vozidla dle ADR.....                        | 6  |
| 1.7.1. Vozidlo AT.....   | 6  |
| 1.7.2. Vozidlo FL .....  | 6  |
| 1.7.3. Podmínky na konstrukci vozidla FL .....                           | 7  |
| 1.8. Ustanovení o manipulaci .....                                       | 9  |
| 2. Konstrukční řešení cisteren.....                                      | 10 |
| 2.1. Nastavby na podvozky nákladních vozidel.....                        | 10 |
| 2.2. Nastavby na podvozky přívěsů.....                                   | 12 |
| 2.3. Návěsy.....   | 13 |
| 3. Technologické příslušenství cisternových vozů .....                   | 14 |
| 3.1. Nádrž .....   | 14 |
| 3.1.1. Příklad návrhu tloušťky stěny nádrže.....                         | 15 |
| 3.2. Stáčecí systémy.....  | 17 |
| 3.3. Rekuperace .....  | 18 |
| 3.4. Potrubí, kolektor, ruční, výpustní a patní ventil.....              | 18 |
| 3.5. Čerpací zařízení pro výdej produktu.....                            | 19 |
| 3.6. Průtokové měřiče stáčecích systémů .....                            | 19 |
| 3.6.1. Teplotní roztažnost pohonných hmot:.....                          | 20 |
| 3.6.2. Příklad teplotní objemové roztažnosti (Natural 95) [17]:.....     | 20 |
| 3.6.3. Měřicí systémy s průtokovými objemovými měřidly.....              | 21 |
| 3.6.4. Měřicí systémy s elektronickými měrnými tyčemi .....              | 21 |
| 3.6.5. Měřicí systém s elektronickými měrnými tyčemi Dezi Data:.....     | 22 |
| 3.6.6. Měřicí systém s elektronickými měrnými tyčemi Bartec: .....       | 22 |
| 3.6.7 Měřicí systémy s turbínovými měřidly.....                          | 22 |
| 3.7. Plnicí systémy.....   | 22 |

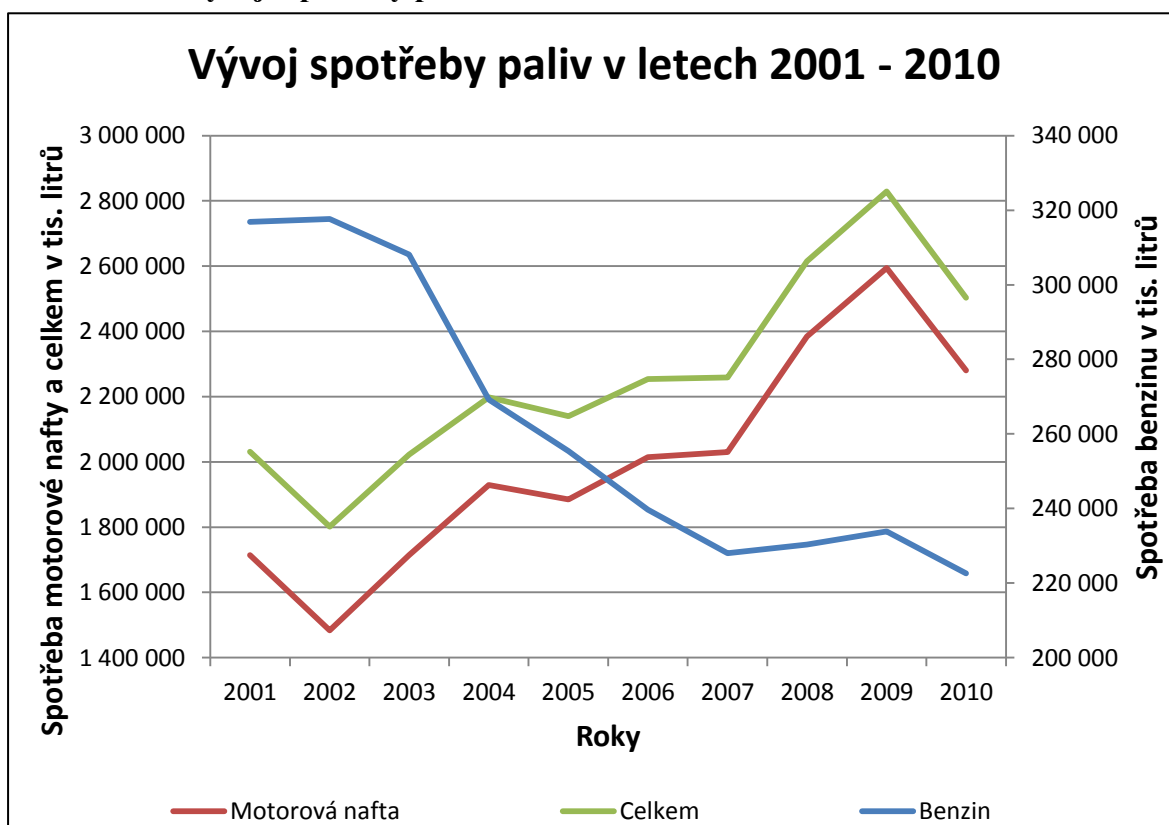
|  |    |
|--|----|
| 3.7.1 Spodní plnění .....  | 23 |
| 4. Bezpečnostní prvky cisternových vozů .....  | 24 |
| 4.1. Aktivní bezpečnostní prvky .....  | 24 |
| 4.1.1. Elektronický brzdý systém EBS (Electronically controlled braking systém) .... | 24 |
| 4.1.2. Systém příčné stability .....   | 25 |
| 4.1.3. Systém monitorování tlaku v pneumatikách IVTM.....                            | 25 |
| 4.1.4. Odlehčovací brzdy .....   | 25 |
| 4.1.5. Kotoučové brzdy .....   | 26 |
| 4.1.6. Signalizace stavu opotřeby brzdových destiček .....                           | 27 |
| 4.1.7. Vzduchové odpružení .....   | 27 |
| 4.2. Pasivní bezpečnostní prvky .....  | 28 |
| 4.2.1. Odpojovač akumulátoru .....   | 28 |
| 4.2.2. Pojistný ventil Rekuperace .....  | 28 |
| 4.2.3. Deformační zóny .....   | 28 |
| 5. Přehled produkce, předpokládaný vývoj a vize budoucnosti .....                    | 28 |
| 5.1. Přehled produkce.....   | 28 |
| 5.1.1. Schwarzmüller.....  | 29 |
| 5.1.2. LAG .....   | 29 |
| 5.1.3. Willig, s.r.o.....  | 30 |
| 5.2. Předpokládaný vývoj a vize budoucnosti.....                                     | 30 |
| 6. Závěr .....   | 31 |
| 7. Seznam obrázků.....   | 33 |
| 8. Seznam použité literatury .....   | 34 |
| Příloha A.....   | 34 |
| Příloha B.....   | 35 |



## Úvod

V České republice je registrováno 6 359 517 motorových vozidel, z toho 4 552 158 tvoří osobní automobily, 591 101 nákladní automobily a 19 995 autobusy (údaje k 30. 6. 2011). Od 1. 1. 2001 narostl počet registrovaných motorových vozidel o 912 041 vozidel, to je nárůst v průměru o 1,67 % za rok. Spotřebu paliva lze vidět na přiloženém grafu. Zatímco spotřeba benzínu klesá, spotřeba motorové nafty se zvyšuje. Průměrný roční nárůst spotřeby paliv mezi roky 2001 a 2010 je 1,29 %. Roční spotřeba benzínu v České republice je 222 586 000 litrů a 2 339 790 000 litrů motorové nafty, to je 2 562 376 000 litrů paliva. Denní spotřeba paliva v České republice je tedy 7 020 208 litrů. Při průměrném objemu naplnění jedné cisterny 35 000 litrů by toto množství muselo přepravovat 201 cisteren. [6]

Obr 1. Graf vývoje spotřeby paliva [9]



Benzín a motorová nafta jsou nebezpečné látky, proto každá z těchto 201 cisteren, které každý den zásobují čerpací stanice, představuje velké nebezpečí pro životní prostředí. To je hlavní důvod vývoje v oblasti nákladní dopravy a zavedení podmínek, které musí vozidla převážející nebezpečné látky splňovat.

Podmínky pro převoz nebezpečných látek po silničních komunikacích udává Evropská dohoda o mezinárodní silniční dopravě nebezpečných věcí ADR. Definuje podmínky na vybavenost cisternového vozu z hlediska technologického vybavení, bezpečnostních prvků a pravidelnosti zkoušek daných zařízení, požadavky na vyškolení řidiče a manipulaci s nebezpečnými látkami.

Vzhledem k vlivu dopravních nehod na životní prostředí a ekonomickým ztrátám při dopravních nehodách, v nichž figurují nákladní vozidla, je bezpečnost podnětem pro vývoj bezpečnostních prvků nákladních automobilů. Kotoučové brzdy, ABS, stabilizace podvozku či sledování tlaku v pneumatikách již není jen výsada osobních automobilů, ale už jsou tyto systémy použity i v nákladních automobilech. Některé bezpečnostní prvky dokonce ve vozidle musí být instalovány, jinak nesplňuje podmínky dohody ADR a nesmí být použito k převozu dané nebezpečné látky.

## 1. Legislativa v oblasti přepravy a manipulace s pohonnými hmotami

Evropská dohoda o mezinárodní silniční dopravě nebezpečných věcí ADR definuje podmínky přepravy a manipulace s nebezpečnými věcmi. Dále udává podmínky na konstrukční řešení, společně s předpisem EHK111, vybavení a označení vozidel pro převoz dané nebezpečné věci. Dohoda ADR určuje intervaly zkoušek, kterými musí dané vozidlo projít, aby bylo způsobilé pro převoz nebezpečných věcí, a spoustu dalších podmínek, které musí být splněny, aby mohla být látka přepravována. Autor se zabývá přepravou pohonných hmot, a proto se věnuje pouze podmínkám přepravy motorové nafty a benzínu. *Nebezpečné věci jsou vymezeny v zákoně č.111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění jeho novelizací, jako látky a předměty, pro jejichž povahu, vlastnost nebo stav může být v souvislosti s jejich přepravou ohrožena bezpečnost osob, zvířat a věcí nebo ohroženo životní prostředí. Sama Dohoda ADR definuje nebezpečné věci jako látky a předměty, jejichž přeprava je Dohodou ADR zakázána nebo dovolena, a to pouze za podmínek v ní předepsaných.* V podstatě představuje látky, které mají nebezpečné vlastnosti, jako jsou výbušnost, hořlavost, toxicita, samovznícení, radioaktivita, rakovinotvornost a další. Nebezpečná látka může být i vzduch. Pokud je v uzavřené tlakové lahvi, už se jedná o nebezpečnou věc Třídou 2 (plyn v tlakové lahvi) a v určitém množství už její přeprava podléhá podmínkám dohody ADR. [4]

### 1.1. Historie ADR

Dohoda ADR vznikla za účelem zajištění bezpečnosti v oblasti mezinárodní nákladní dopravy. Proto byly definovány podmínky pro převoz nebezpečných věcí, které musí každé vozidlo přepravující určité množství splňovat, pokud se pohybuje po území státu, který Dohodu ADR přijal. Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (originálním názvem L'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par rout) vznikla roku 1957 v Ženevě. Československo ji přijalo v roce 1986 a Česká republika, jakožto nástupnický stát, zůstává vázána Dohodou ADR. Dohoda ADR byla vypracována výborem expertů pro přepravu nebezpečných věcí OSN na základě předpisů „UN – Model Regulations“. [9]

## 1.2. Členění Dohody ADR

Dohoda ADR je členěna do devíti částí a obsahuje dvě přílohy – A a B. Prvních 7 částí rozepisuje a vysvětluje zkratky a názvy použité v příloze A. Ta pojednává o charakteristice a ustanoveních o balení, manipulaci a značení nebezpečných věcí. Poslední dvě části jsou věnovány příloze B, v níž se pojednává o požadavcích na vyškolení obsluhy, její výbavu a potřebných dokladech, požadavcích na konstrukci a schvalování vozidel. Dohoda ADR dělí nebezpečné látky a předměty do 9 tříd. Autor se zabývá pouze Třídou 3. Třída 3 označuje hořlavé kapaliny, u nichž jsou nebezpečné vlastnosti - hořlavost, toxicita a žíravost. [4]

## 1.3. Třída 3

Hlavní kritériem posuzovaným u látek patřících do Třídy 3 je bod vzplanutí. Bod vzplanutí označuje teplotu, při které se začnou zapalovat výpary dané látky. Podle bodu vzplanutí se látky dělí na hořlavé a velmi hořlavé. Velmi hořlavé látky mají bod vzplanutí menší než 23°C, je to například Benzin (UN kód 1203) a má identifikační číslo nebezpečnosti 33. Hořlavé látky mají bod vzplanutí od 23° do 60° a to je například Motorová nafta (UN kód 1202) s identifikačním číslem nebezpečnosti 30. [3]

## 1.4. Označení vozidla

Vozidlo převážející nebezpečnou látku musí být příslušně označeno. V případě cisternového vozu musí být vozidlo označeno oranžovou tabulkou a bezpečnostní značkou. Bezpečnostní značka má tvar kosočtverce o minimální délce strany 250mm. V horní polovině bezpečnostní značky je uveden obrázek vyjadřující nebezpečnou vlastnost, v dolní polovině je číslo třídy. Oranžová tabulka má tvar obdélníku o minimálních rozměrech 300 x 400mm. Na oranžové tabulce jsou dvě čísla. V horní polovině je uvedeno identifikační číslo nebezpečnosti a v dolní polovině je identifikační číslo látky (UN kód). Vozidlo musí být těmito značkami označeno zepředu, zezadu a z boku. V případě vícekomorové cisterny by měla být každá komora z boku označena vlastními značkami,

**Obr 2. Bezpečnostní značka - Třída 3 [4]**



ale pro látky 1202 a 1203 (Motorová nafta a Benzin) existuje výjimka a vozidlo je označeno jednou bezpečnostní značkou a jednou oranžovou tabulkou zezadu, zepředu a z boku, přičemž na oranžové tabulce je uvedeno identifikační číslo látky a identifikační číslo nebezpečnosti té nebezpečnější látky. V případě převozu benzinu a motorové nafty by na oranžové tabulce byl uveden UN kód a identifikační číslo nebezpečnosti benzinu. [4]

**Obr 3. Oranžová tabulka – Benzin [4]**



#### **1.4.1. Identifikační číslo nebezpečnosti**

Identifikační číslo nebezpečnosti je dvoj až trojčíferné číslo, které udává nebezpečné vlastnosti látky. Je napsáno na oranžové tabulce. V praxi toto číslo slouží především k odhadnutí vlastností převážené látky a zajištění bezpečnostních opatření v případě nehody. Záchranáři se nemusí zdržovat hledáním dokladů o látce, ale hned vědí, jaké opatření musí provést. [3]

#### **1.4.2. UN kód**

UN kód neboli Identifikační číslo látky je číselné označení látky podle Přílohy A Dohody ADR. [3]

### **1.5. Průvodní doklady**

Průvodní doklady obsahují informace o nákladu, osvědčení o splnění zkoušek vozidla daných Dohodu ADR, vyškolení obsluhy a pokyny pro výjimečné situace jako je například dopravní nehoda. V případě cisternové dopravy musí mít řidič tyto doklady [3]:

- Průkaz totožnosti každého člena obsluhy
- Osvědčení o proškolení obsluhy – ADR průkaz
- Osvědčení o schválení vozidla
- Přepavní doklad
- Písemné pokyny

### **1.6. Povinná výbava**

Dohoda ADR udává požadavky na výbavu každého vozidla převážející nebezpečnou věc. Do této výbavy patří:

- zakládací klín
- dva kusy výstražných prostředků (např. trojúhelník)
- výstražná vesta a ruční svítilna pro každého člena obsluhy vozidla
- ochranné rukavice
- brýle
- kapalina pro výplach očí
- hasicí přístroj

Pro látky Třídy 3 je dále předepsána jako povinná výbava lopata, kryt kanalizace a sběrná nádoba. [4]

## **1.7. Konstrukce cisternového vozidla dle ADR**

Pro dopravu motorové nafty a benzínu se používají vozidla označená FL a AT. Požadavky na konstrukci vozidel jsou rozepsány v 9 části Dohody ADR. Pro převoz benzínu je nutno použít vozidlo typu FL. Na vozidlo typu FL jsou kladeny vyšší nároky na výbavu, protože benzin je nebezpečnější látka než motorová nafta. Vozidlo FL má tedy více výbavových prvků než vozidlo AT. Vozidlo AT je určeno pro převoz motorové nafty. Pokud je převážen najednou benzin i motorová nafta ve vícekomorovém cisternovém voze, musí vozidlo z hlediska výbavy odpovídat vozidlu FL. [4]

### **1.7.1. Vozidlo AT**

Vozidlo, kromě vozidla FL nebo OX, určené pro přepravu ostatních nebezpečných věcí v cisternových kontejnerech, přemístitelných cisternách nebo MEGC s vnitřním objemem větším než 3 m<sup>3</sup>, v nesnímatelných cisternách nebo snímatelných cisternách s vnitřním objemem větším než 1 m<sup>3</sup>, nebo v bateriových vozidlech s vnitřním objemem větším než 1 m<sup>3</sup>. [3]

### **1.7.2. Vozidlo FL**

Vozidlo určené pro přepravu kapalin s bodem vzplanutí nejvýše 60°C (kromě Motorové nafty, odpovídající normě EN 590:2004, plynového oleje a lehkého topného oleje – UN 1202 – s bodem vzplanutí stanoveným v evropské normě EN 590:2004), nebo hořlavých plynů v cisternových kontejnerech, přenosných cisternách nebo MEGC s vnitřním objemem větším než 3 m<sup>3</sup>, v nesnímatelných cisternách nebo snímatelných

cisternách s vnitřním objemem větším než 1 m<sup>3</sup>, nebo v bateriových vozidlech s vnitřním objemem větším než 1 m<sup>3</sup> určených pro přepravu hořlavých plynů. [3]

### **1.7.3. Podmínky na konstrukci vozidla FL**

#### ***Požadavky na elektrické příslušenství***

**Elektrické vedení** – Vodiče musí být dostatečně dimenzovány, aby nedocházelo k přehřívání vodiče. Všechny okruhy musí být chráněny pojistkami nebo automatickými pojistkami, s výjimkou těchto okruhů:

- Od akumulátoru ke spínači studeného startu a vypínač chodu motoru
- Od akumulátoru k alternátoru
- Od akumulátoru k pojistkové skřínce nebo skřínce jističů
- Od akumulátoru ke spouštěči
- Od akumulátoru k ovládací skřínce zpomalovacího brzdového systému pokud je tento systém elektronický nebo elektromagnetický
- Od akumulátoru k elektrickému systému zdvihání zadní nápravy

Výše uvedené nechráněné obvody by měly být co nejkratší.

#### **Odpojovač akumulátoru**

Měl by být umístěn co možná nejbližší akumulátoru, v případě jednopólového odpojovače musí být odpojovač umístěn na přívodovém vedení.

Ovládací zařízení systému odpojovače akumulátoru musí být umístěno v kabině řidiče. Musí být dostupné, dobře označené a chráněné proti nechtěnému spuštění. Dodatečné ovládání může být montováno, pokud je dobře chráněno před nechtěným spuštěním a musí splňovat podmínky příslušenství pod stálým napětím:

- Spínač musí být umístěn ve skřínce ochranného stupně IP 65 podle normy IEC 529
- Kabelové konektory systému musí mít ochranu stupně IP 54. Tento požadavek se nevztahuje na konektory v pouzdře.

**Akumulátory** – svorky akumulátoru musí být elektricky izolované nebo zakryty izolovaným víkem akumulátoru. Pokud akumulátor není umístěn pod kapotou motoru, musí být pevně usazen v odvětrávaném boxu.

**Příslušenství pod stálým napětím** – Jsou to části elektrického příslušenství, které jsou pod napětím i při vypnutém odpojovači akumulátoru. Musí splňovat všeobecné požadavky normy IEC 60079.

**Elektronická zařízení za kabinou řidiče** – Veškerá instalace musí být konstruována tak, aby nedošlo ke vznícení nebo zkratu, při normálním používání vozidla a minimalizovat v případě nehody.

#### ***Požadavky na brzdový systém***

**Všeobecná ustanovení** – Motorová a přípojná vozidla používaná pro převoz nebezpečných látek musí splňovat všechny platné požadavky podle předpisu EHK č. 13 nebo Směrnice 71/320/EHS včetně posledních změn.

Vozidla musí být vybavena ABS (antiblokovací brzdový systém) a zpomalovacím brzdovým systémem.

#### ***Požadavky na prevence nebezpečí požáru***

**Palivové nádrže** – nádrže na palivo pro motor vozidla musí splňovat:

V případě jakékoli netěsnosti musí palivo stékat na zem, aniž by se dotklo jakékoli horké části vozidla nebo nákladu.

Palivová nádrž obsahující benzin musí obsahovat pojistku proti šlehnutí plamene v plnicím otvoru nádrže nebo uzávěrem, který zajistí hermetické (vzduchotěsné) uzavření plnicího otvoru.

**Motor** – motor musí být vybaven a umístěn tak aby se zamezilo ohrožení nákladu zahřáním od motoru.

**Výfukový systém** – výfukový systém musí být umístěný a chráněný takovým způsobem, aby nedošlo k ohrožení nákladu zahřáním nebo vznícením. Část výfukového potrubí, která vede kolem palivové nádrže (motorová nafta) od ní musí být vzdálena aspoň 100 mm anebo musí být použitý tepelný štít.

**Zpomalovací brzdový systém vozidla** – vozidla vybavená tímto systémem vytváří velké množství tepla za kabinou řidiče, musí být vybaveny tepelným štítem, který zajistí odstínění tepla, aby nedošlo k zahřátí cisterny nebo jiného nákladu. Tepelný štít má také za úkol odvádět veškeré kapaliny, které by mohly přijít do styku se zpomalovacím brzdovým systémem. Za uspokojivou ochranu je považován dvojitý tepelný štít.

**Vytápěcí systém s vnitřním spalováním:**

Musí odpovídat požadavkům podle předpisu EHK č. 122 a Směrnice 2001/56/ES



Vnitřní spalování s výfukovým potrubím vytápěcího systému musí být umístěno a konstruováno tak aby nedošlo k zapálení či přehřátí nákladu. Tyto požadavky se pokládají za splněné, pokud odpovídají stejným požadavkům, jako jsou na palivové nádrže a výfukové potrubí.

Musí být vypínáno alespoň jedním z těchto způsobů:

- Úmyslné vypnutí ovladačem z kabiny řidiče.
- Zastavením chodu motoru vozidla, zařízení může být opětovně uvedeno do provozu ručně řidičem. a)
- Zapnutím sacího čerpadla přepravovaných nebezpečných látek motorového vozidla. b)

Doběh vytápění po jeho vypnutí je dovolen. Při vypnutí způsobem a) nebo b) musí být do vnitřního spalování zavřen přívod vzduchu do 40s od vypnutí systému. Smějí být používány pouze systémy vybavené výměníkem tepla, který je odolný proti sníženému doběhovému cyklu 40s.

Zařízení musí být zapínáno ručně. Programovatelná zařízení jsou zakázána.

Systémy vybavené spalovači plynu jsou zakázané.

### ***Požadavky na omezovač rychlosti***

Motorové vozidla s největší povolenou hmotností převyšující 3,5 tuny musí mít omezovač rychlosti, který nedovolí překročit rychlost 90km/h

## **1.8. Ustanovení o manipulaci**

Před nakládkou nebezpečných věcí se musí provést prohlídka vozidla, zda splňuje požadavky na vybavenost, čistotu, bezpečnost, správnou činnost zařízení. Řidič si musí zkontrolovat všechny potřebné doklady předepsané Dohodou ADR. Pokud není splněna jen jedna z těchto podmínek nesmí dojít k manipulaci.

Při nakládce nebo vykládce musí obsluha dodržet tyto podmínky:

- V blízkosti cisternového vozu nesmí kouřit.
- Motor musí být zastaven, pokud není používán k pohonu čerpadel nebo jiných zařízení nutných k vykládce.
- Žádná vozidla přepravující nebezpečné věci nesmí stát bez spuštěných parkovacích brzd.

- V případě kapalin s bodem vzplanutí 60°C nebo nižším musí být před plněním nebo vyprazdňováním cisteren zajištěno dobré elektrické spojení mezi podvozkem vozidla a zemí.

## 2. Konstrukční řešení cisteren

Konstrukční řešení cisterny závisí především na charakteru přepravované látky. Práce se zabývá pouze přepravou pohonných hmot, takže se soustředí na konstrukční řešení cisteren pro přepravu látek třídy 3, kterou definuje Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných látek ADR, o níž se pojednává výše. Konstrukční řešení se dále dělí podle umístění nástavby na [2]:

- nástavby na podvozky nákladních vozidel
- nástavby na podvozky přívěsů
- návěsy

### 2.1. Nástavby na podvozky nákladních vozidel

Nástavba nemůže být namontována na jakýkoliv podvozek. Nákladní vozidlo, na kterém je nástavba namontována, musí splňovat požadavky na výbavu podle Evropské dohody ADR. Na podvozek nákladního vozidla je nejprve namontován pomocný rám, to je konstrukční

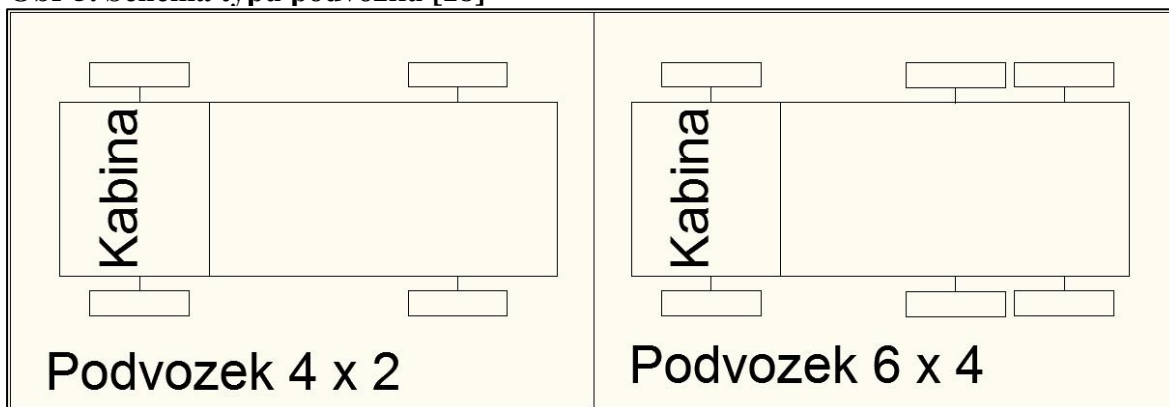
**Obr 4. Nákladní vozidlo s cisternovou nástavbou [14]**



člen mezi podvozkem nákladního vozidla a základnou nástavby. Základna nástavby je s pomocným rámem spojena pomocí šroubových spojů přes pryžové segmenty, které mají za úkol tlumit rázy od podvozku a absorbovat napětí vzniklá při provozu vozidla. Nejčastěji se používají podvozky nákladních vozidel 6x2 se zdvihatelnou zadní nápravou.

Hlavním důvodem je ministerstvem dopravy ČR stanovené dovolené zatížení nápravy. Podvozkovou konstrukcí 6x2 lze zvýšit užitečnou hmotnost až o 12 tun oproti konstrukci 4x2, což představuje rozdíl až 15 000 litrů paliva. Zdvíhatelná zadní náprava se používá z ekonomických důvodů. Když je cisternové vozidlo prázdné nebo není - li plně naložené, tak je zdvihatelná náprava zvednutá a neopotřebovávají se její prvky a zároveň klesne valivý odpor pneumatik. To má za následek snížení spotřeby paliva, produkce emisí, delší životnost pneumatik a brzdového obložení. Vozidla jsou dále vybaveny převodovky s vedlejšími pohony, které jsou vyvedeny k hydraulickým čerpadlům. Ty jsou zdrojem tlakového oleje pro čerpací zařízení nástavby. Nákladní vozidla s cisternovou nástavbou mají vysokou torzní tuhost, to znamená, že nedochází ke kroucení podvozku.

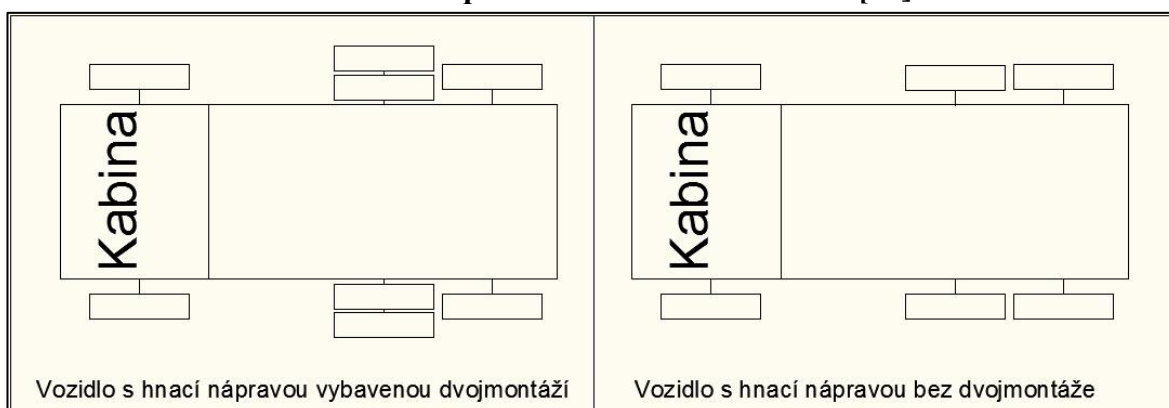
**Obr 5. Schéma typů podvozků [18]**



Tyto vozidla jsou používána k zásobování špatně přístupných stanic, kam se nedostane tahač s návěsem, například horské oblasti. Takovéto vozidla mohou být vybaveny čerpacím zařízením, díky kterým jsou schopny čerpat palivo přímo do osobních nebo nákladních vozidel.

Jsou tedy schopny dočasně nahradit funkci čerpací stanice. Maximální hmotnost vozidla je 26 tun, když je hnací náprava vybavena dvoumontáží a vzduchovým pérováním.

**Obr 6. Schéma vozidla s hnací nápravou s a bez dvoumontáže [18]**



Maximální rozměry [1,2,5]:

- výška: 4 metry
- šířka: 2,55 metru
- délka: 12 metrů

## 2.2. Nástavby na podvozky přívěsů

Přívěsy jsou nemotorová vozidla, která se připojují za motorová vozidla ojí a jsou řízeny pomocí točnice. Připojné cisternové vozidlo se vyrábí buďto se samonosnou nádrží anebo s rámem. Ačkoliv by se mohlo zdát, že u konstrukce se

**Obr 7. Cisternová nástavba skříňového tvaru na podvozku přívěsu [14]**



samonosnou nádrží dochází ke krutu, tak opak je pravdou. Protože modul průřezu v krutu je přímo úměrný třetí mocnině průměru a stoupá vzdáleností materiálu od osy krutu s druhou mocninou, tak má tato konstrukce vyšší torzní tuhost než např. valníková nebo tandemová. Konstrukce se samonosnou nádrží má přední točnicovou část podvozku a rám zadního nápravového agregátu. Tato konstrukce má zásadní výhodu, a tou je její podstatně menší váha. Konstrukce s rámem má po celé délce nádrže rám, který nijak zvlášť nezvyšuje tuhost celé konstrukce, ale znatelně zvyšuje hmotnost, a proto se už od této konstrukce upustilo a používají se pouze konstrukce se samonosnou nádrží. Přívěsy nemívají nucené stáčení pomocí čerpadel, často se používá jen gravitační stáčení. Tento typ konstrukce se nejčastěji používá ve spojení s výše uvedeným cisternovým vozem, ale dá se zapojit za jakýkoli, k tomuto účelu uzpůsobený nákladní automobil nebo traktor.

Celková hmotnost jízdní soupravy nesmí převýšit 48 tun a maximální rozměry jízdní soupravy jsou [1,2]:

- výška: 4 metry
- šířka: 2,55 metru
- délka: 18,75 metru v případě soupravy s jedním přívěsem
- 22 metrů v případě soupravy se dvěma přívěsy nebo jedním přívěsem a návěsem.

### 2.3. Návěsy

Návěsy jsou nemotorová přípojná silniční vozidla. Část celkové hmotnosti návěsu spočívá na točnici tahače a část na nápravách návěsu. Po odpojení tahače stojí přední část návěsu na vysouvateľných podpěrách. Konstrukce návěsu je řešena stejně jako u přívěsů se

**Obr 8. Cisternový návěs LAG [19]**



samonosnou nádrží, také z hmotnostních důvodů. Podvozek návěsu se skládá pouze z rámu nápravového agregátu, ke kterému je pomocí šroubových spojů namontován třínápravový podvozek. Třínápravový podvozek se používá kvůli předepsanému zatížení na jednu nápravu. Více náprav = větší možná hmotnost návěsu. Odpružení náprav návěsu je uskutečněno prostřednictvím listových pružin nebo vzduchových vaků. Listové pružiny se už dnes nepoužívají. Pneumatické odpružení umožňuje nastavení různých vlastností při rozdílném zatížení, což je velká výhoda vzhledem k tomu, že prázdný návěs je až o 40 tun lehčí než plně naložený. V přední části návěsu je přivařena deska točnice s návěsným čepem. Návěsné čepy přenášejí všechny horizontální síly mezi návěsem a tahačem a současně jsou pojistkou proti nadzvednutí. Čep je na desku točnice přišroubován, protože je vystaven velkému namáhání a proto musí být po určitém opotřebení vyměněn.

Novinkou výrobního postupu je zvýšení rozvoru náprav z 2 x 1 310 mm na 2 x 1 410 mm, což ještě v kombinaci s 4 až 5 - ti komorovou nádrží umožňuje zvýšit zatížení o 3 tuny. To umožňuje přepravit až o 3 800 litrů víc. Souprava tahače a návěsu je nejpoužívanější kombinace pro přepravu pohonných hmot. Přepraví největší množství paliva na jednu trasu ze všech představených konstrukcí a je tak nejekonomičtější řešením v přepravě pohonných hmot po silničních komunikacích. Je možnost sestavit jízdní soupravu Tahač + návěs nebo Tahač + návěs + přívěs. Řešení Tahač + návěs + přívěs se nepoužívá, souprava je neobratná a výrobci nenabízejí vhodné návěsy a přívěsy pro takové použití. Maximální hmotnost jízdní soupravy je 48 tun. Maximální rozměry jízdní soupravy jsou [1,2]:

- výška: 4 metry
- šířka: 2,55 metru
- délka: 16,5 metru

### 3. Technologické příslušenství cisternových vozů

#### 3.1. Nádrž

Nádrže se vyrábí zásadně cylindrického nebo skříňového tvaru. Skříňový tvar se používá především pro nástavby na podvozky nákladních vozidel a podvozky přívěsů.

Nádrže se vyrábí ze slitin hliníku. Jsou lehké a chemicky nereagují s pohonnými hmotami.

Nádrž je rozdělena na několik komor. Více komor

umožňuje převést více různých produktů nebo malé množství, kterým se naplní jedna komora do plna a produkt se nepřelévá jako by to bylo ve velké nádrži bez komor. Každá komora musí být naplněna buď na 0 – 20 % nebo 80 – 100 %. Protože mají cisternové vozy vysoko umístěné těžiště, tak se přeléváním produktu vytvoří tlak na stěnu nádrže a tím se vytvoří silový moment, který se snaží cisternový vůz převrátit. Z tohoto důvodu jsou

Obr 9. Cylindrická nádrž návěsu [13]



v komorách umístěny technické přepážky v podélném směru, které brání masivnímu přelévání kapaliny. Nádrže se vyrábí v beztlakovém nebo tlakovém provedení. Tlakové provedení slouží k urychlení vypouštění produktu. Zespodu je nádrž zesílena příčnými výztuhami. Mezi nimi se nacházejí tzv. patní ventily. Každá komora má svůj patní ventil. Horní část nádrže je vybavena přepadovými vanami a

**Obr 10. Cisternová nástavba skříňového tvaru na podvozku DAF [8]**



odtokovými trubkami pro odvod dešťové vody, plošinami pro obsluhu, lávkou se sklopným zábradlím po celé délce nádrže a žebříkem pro výstup obsluhy. Nádrže cisternového vozidla musí každé 3 roky na zkoušku těsnosti a každých 6 let na tlakovou zkoušku. Tyto zkoušky provádí státem pověřená instituce TÜV Süd Czech, s.r.o. V cisternách pro převoz pohonných hmot je pracovní přetlak menší, maximálně však roven 10kPa. Z bezpečnostních důvodů jsou navrhovány a zároveň zkoušeny pro přetlak 50kPa. [5,10]

### 3.1.1. Příklad návrhu tloušťky stěny nádrže

Pevnostní parametry materiálu nádrže a zkušební tlak převzat z inspekční zprávy cisternového návěsu Schwarzmüller, jež prováděla společnost akreditovaná TÜV CZ, s.r.o.

Cylindrická nádrž

Průměr nádrže  $D = 2\,430\text{ mm}$

Výpočtový přetlak  $p_v = 50\text{ kPa}$

Provozní přetlak  $p_p = 10\text{ kPa}$

Vlastnosti použitého materiálu:

Tabulka vlastností materiálu [10]

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Mez kluzu- $R_e$                 | 125 MPa   |
| Mez pevnosti - $R_m$             | 275 MPa   |
| Dovolené napětí v tlaku $\sigma$ | 93,75 MPa |

Výpočet tloušťky stěny [17]:

a) pláště:

$$\sigma_t = \frac{p_v \cdot D}{2 \cdot t} \quad \text{kde } t \text{ je tloušťka stěny}$$

- nejprve si vyjádřím neznámou  $\rightarrow$  tloušťku stěny

$$t = \frac{p_v \cdot D}{2 \cdot \sigma_t}$$

- dosadím

$$t = \frac{50000 \cdot 2,43}{2 \cdot 93750000} = 0,648 \text{ mm}$$

b) dna:

$$\sigma_t = \frac{p_v \cdot D}{4 \cdot t}$$

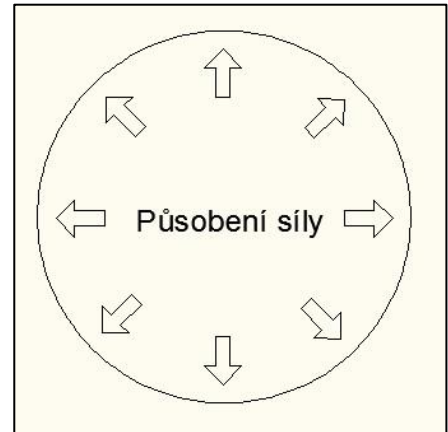
- vyjádřím neznámou

$$t = \frac{p_v \cdot D}{4 \cdot \sigma_t}$$

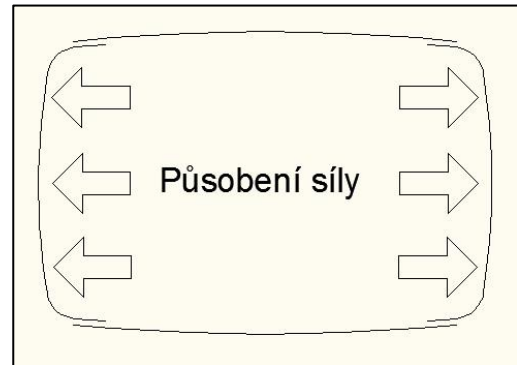
- dosadím

$$t = \frac{50000 \cdot 2,43}{4 \cdot 93750000} = 0,324 \text{ mm}$$

**Obr 11. Znázornění působící síly [14]**



**Obr 12. Znázornění působící síly [14]**



Při zohlednění výpočtů navrhuji tloušťku stěny  $t_n = 0,7 \text{ mm}$ .

Nyní vypočítám redukované napětí podle hypotézy HMM (nazvaná podle autorů metody: Huber, Mises, Hencky) [15]:

a) pro výpočtový přetlak:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{p_v \cdot D}{2 \cdot t_n}\right)^2 + \left(\frac{p_v \cdot D}{4 \cdot t_n}\right)^2 - \left(\frac{p_v \cdot D}{2 \cdot t_n}\right) \cdot \left(\frac{p_v \cdot D}{4 \cdot t_n}\right)}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{50000 \cdot 2,43}{2 \cdot 0,0007}\right)^2 + \left(\frac{50000 \cdot 2,43}{4 \cdot 0,0007}\right)^2 - \left(\frac{50000 \cdot 2,43}{2 \cdot 0,0007}\right) \cdot \left(\frac{50000 \cdot 2,43}{4 \cdot 0,0007}\right)}$$

$$\sigma_{red} = 75,2 \text{ MPa}$$



b) pro provozní přetlak:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{p_p \cdot D}{2 \cdot t_n}\right)^2 + \left(\frac{p_p \cdot D}{4 \cdot t_n}\right)^2 - \left(\frac{p_p \cdot D}{2 \cdot t_n}\right) \cdot \left(\frac{p_p \cdot D}{4 \cdot t_n}\right)}$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{10000 \cdot 2,43}{2 \cdot 0,0007}\right)^2 + \left(\frac{10000 \cdot 2,43}{4 \cdot 0,0007}\right)^2 - \left(\frac{10000 \cdot 2,43}{2 \cdot 0,0007}\right) \cdot \left(\frac{10000 \cdot 2,43}{4 \cdot 0,0007}\right)}$$

$$\sigma_{red} = 15 \text{MPa}$$

Výpočet bezpečnosti K [13]:

$$K = \frac{\sigma_t}{\sigma_{red}} = \frac{93,75}{15} = 6,25 \quad [-]$$

### 3.2. Stáčecí systémy

Stáčecí systémy mají za úkol co nejrychleji dopravit přesné množství paliva z nádrže cisternového vozu do nádrže čerpací stanice. Stáčecí systém se skládá z potrubí, průtokových měřičů, ručních, výpustních a patních ventilů a čerpadla. Každá komora nádrže cisternového vozu má vlastní potrubí, ruční, výpustní a patní ventil, měřicí přístroj a čerpadlo, protože

nesmí dojít ke smíchání motorové nafty s benzinem. Každá komora má svůj vlastní měřič jen v případě použití měrných tyčí. V případě průtokových měřičů jsou ve vozidle dva – jeden pro stáčení motorových naft a druhý pro stáčení

**Obr 13. Stáčecí systém cisterny L.A.G., s 5 komory a tyčovými měřicími přístroji Bartec [19]**



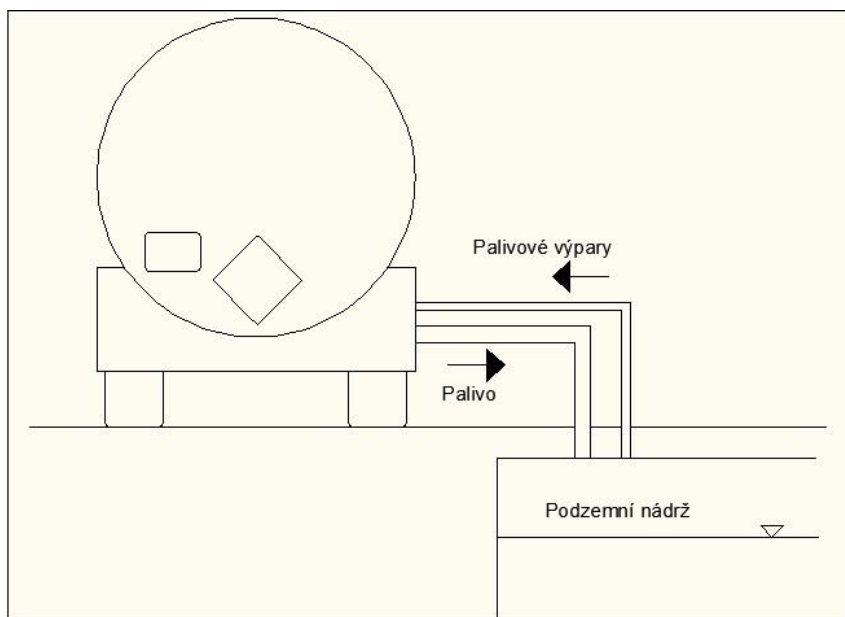
benzinu. Smícháním dojde k znehodnocení paliva a nesmí být prodáváno, protože nesplňuje normu! Nároky na kvalitu benzinů udává norma ČSN EN 228, motorové nafty ČSN EN 590. Stáček systém má také za úkol tzv. rekuperaci. [5]

### 3.3. Rekuperace

Pojem

rekuperace označuje přepouštění par z nádrže čerpací stanice do nádrže cisternového vozu. Výpary benzínu jsou hořlavé, proto nemůžou unikat do atmosféry, ale při plnění nádrže benzinové pumpy se výpary přepouští do

Obr 14. Schéma Rekuperace [18]



nádrže cisternového vozu. Objem stočeného paliva se rovná objemu přepuštěných výparů. Rekuperace je propojena mezi nádržemi pomocí spojek. [5]

### 3.4. Potrubí, kolektor, ruční, výpustní a patní ventil

Potrubí musí splňovat podmínky rychlého stočení paliva z nádrže cisternového vozu do nádrže čerpací stanice, musí mít nízkou hmotnost a nesmí chemicky reagovat s převážnými palivy. Nízkou hmotnost musí mít z prostého důvodu, norma udává určité maximální zatížení nápravy a maximální hmotnost soupravy, takže čím nižší hmotnost má potrubí, i ostatní komponenty cisternového vozu, o to víc může převážet paliva a je produktivnější. Tyto požadavky splňuje slitina hliníku.

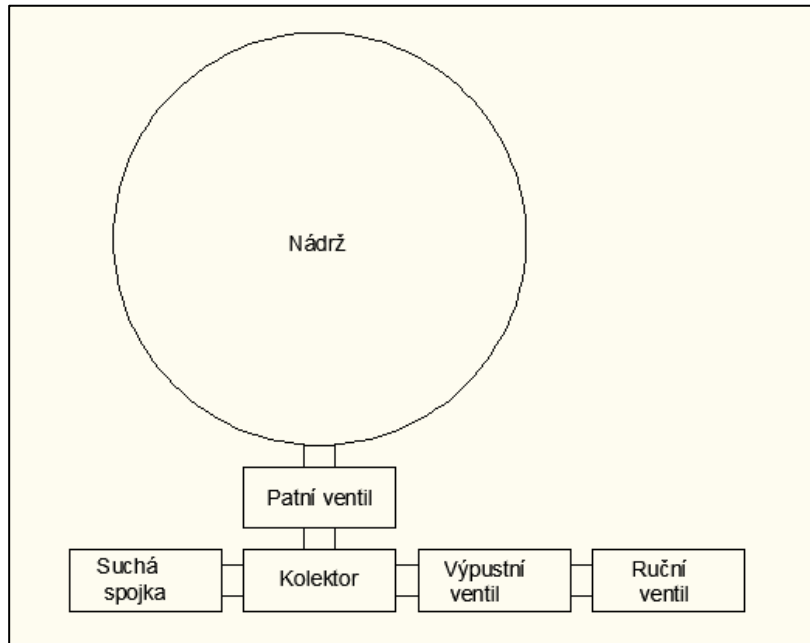
Kolektor spojuje plnicí a stáček potrubí nádrží s měřicí jednotkou. Musí být použit na vozidlech s průtokovými měřicími zařízeními. Vozidlo musí mít dvě měřidla, jedno na motorovou naftu, druhé pro benziny. V cisternových vozech s nejnovějšími měřicími systémy, měrnými tyčemi, už se kolektor nepoužívá a plnicí potrubí je přímo spojeno s patním ventilem nádrže.

Ruční a výpustní ventil slouží ke stáčení paliva. Ruční ventil je ovládán ručně a je umístěn za výpustním ventilem. Slouží jako jisticí ventil, při poruše výpustního ventilu.

Výpustní ventil je **Obr 15. Schéma posloupnosti uzavíracích prvků [18]**

ovládán elektricky, uzavře ho počítač po stočení daného množství paliva.

Patní ventil je umístěn vždy ve dně nádrže a je určen jak pro plnění, tak pro stáčení paliva z komory. Je ovládán pneumaticky. Nejčastěji se používají ventily s přítlačnými disky. [5]



### 3.5. Čerpací zařízení pro výdej produktu

Čerpací zařízení musí zvýšit rychlost proudění, což vede ke zvýšení efektivity, umožnit různé práce (stáčení bez měření, s měřením, stáčení pistolí o malé světlosti, sání produktu z externích nádrží) a odlučovat vzduchové bubliny. Nejčastěji se používají lopatková čerpadla, která jsou schopna stáčet produkt rychlostí až 1000 l/min. Produkt může být vydán i pomocí gravitačního výdeje. Jak název napovídá, jedná se o stáčení pomocí gravitační síly, kdy produkt není zrychlován čerpadlem. [5]

### 3.6. Průtokové měřiče stáčecích systémů

Hlavní problematikou průtokoměrů stáčecích systémů je teplotní objemová roztažnost a smrštivost přepravované látky. Při převozu pohonných hmot se látka dokáže ohřát až na teplotu o několik stupňů vyšší (až 30°C v našich klimatických podmínkách) než je teplota při skladování. Starší stáčení systémy byly vybavovány pouze mechanickými měřiči průtoku. Takový průtokoměr ukáže pouze objem, který skrz něj protekl, tedy objem, který byl odčerpán z nádrže a ten se vlivem teplotní objemové roztažnosti a smrštivosti nerovná objemu stočeného v nádrži benzinové pumpy, která je umístěna pod zemí a je v ní

nižší teplota. Nejnovější systémy již tuto problematiku vyřešily. Objem převážené látky přepočítávají na objem při teplotě 15°C. Tedy požadovaný objem je objem látky při teplotě 15°C a tento objem se přepočítá na objem látky při teplotě v nádrži cisternového vozu a tento přepočítaný objem se stáčí do nádrže benzinové pumpy. Odporové snímače teploty paliva jsou umístěny u výpustí, aby byl přepočet co nejpřesnější, protože teplota paliv v cisterně nemusí být ve všech komorách stejná. Nejvyšší teplotní objemovou roztažnost má Natural 95, naopak nejmenší má motorová nafta. V tabulce jsou pro představu uvedeny koeficienty teplotní objemové roztažnosti pohonných hmot používaných v České republice. [5]

### 3.6.1. Teplotní roztažnost pohonných hmot:

Tabulka teplotní objemové roztažnosti a hustoty [7]

| Pohonné hmoty  | $\alpha$ (teplotní objemová roztažnost)  | P (hustota)                         |
|----------------|--|-------------------------------------|
| Natural 95     | $0,001203356 \left[ \frac{1}{K} \right]$ | $749 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ |
| Natural 98     | $0,001196102 \left[ \frac{1}{K} \right]$ | $752 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ |
| Super 95       | $0,001200929 \left[ \frac{1}{K} \right]$ | $750 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ |
| Motorová nafta | $0,000848656 \left[ \frac{1}{K} \right]$ | $837 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ |

### 3.6.2. Příklad teplotní objemové roztažnosti (Natural 95) [17]:

**Starší průtokové měřidlo bez přepočtu objemu na objem při teplotě 15°C:**

Objem v nádrži cisternového vozidla při teplotě 30°C je 30 000 litrů. Celý objem nádrže se stočí do nádrže benzinové pumpy, kde je teplota 10°C.

Podle vzorce pro výpočet smrštění:

$$V = V_0 \cdot (1 - \alpha \cdot \Delta t) = 30000 \cdot (1 - 0,001203356 \cdot 20) = 29278 \text{ litrů}$$

V nádrži benzinové pumpy se benzin smrští na 29 260 litrů. Tím vznikne spor mezi dopravcem a přepravcem. Dopravce stočil 30 000 litrů benzínu, ale přepravci se v nádrži objevilo jen 29 260 litrů.

### **Současné průtokové systémy s přepočtem objemu v nádrži na objem při teplotě 15°C:**

Přepravce si objedná 30 000 litrů Naturalu 91. Při takové objednávce je myšleno objem 30 000 litrů při teplotě 15°C. Teplota v nádrži cisternového vozu je 30°C. Počítač musí přepočítat objem při 30°C na objem při 15°C a takový objem stočit do nádrže benzinové pumpy.

Podle vzorce pro výpočet roztažení:

$$V = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t) = 30000 \cdot (1 + 0,001203356 \cdot 20) = 30722 \text{ litrů}$$

Dopravce musí do nádrže benzinové pumpy stočit 30 740 litrů Naturalu 91, což se rovná 30 000 litrů při teplotě 15°C. Tímto je vyřešen spor mezi Dopravcem a Přepravcem.

### **3.6.3. Měřicí systémy s průtokovými objemovými měřidly**

Měří objem tekutiny přímo rozdělením objemu do malých samostatných odměrných prostor se známým objemem. Výsledný objem tekutiny, který protekl měřidlem, získáme snadno vynásobením objemu odměrného prostoru počtem naplnění. Nejčastěji se používají lopatková objemová měřidla, která mají na rotoru lopatky, které spolu se stěnami rotoru tvoří odměrný prostor. Vynásobením počtu otáček odměrným prostorem získáme objem tekutiny, který protekl měřidlem. Otáčky jsou snímány impulsními snímači otáček. Systém je v nevýhodě proti elektronickým měrným tyčím, protože není schopen změřit zbytkové množství produktu v nádrži. [5]

### **3.6.4. Měřicí systémy s elektronickými měrnými tyčemi**

Měřicí systémy s elektronickými měrnými tyčemi jsou v současné době nejpoužívanější průtokoměry stáčecích systémů, protože splňují nejpřísnější požadavky jak přepravce, tak dopravce. [5]

### **3.6.5. Měřicí systém s elektronickými měrnými tyčemi Dezi Data:**

Spočívá v měření výšky hladiny pomocí ultrazvukového impulzu. Ultrazvukové čidlo je umístěno na dně každé komory. Zvukové impulsy jsou vysílány v sondážní trubici, která je naplněna měřeným produktem až do výšky hladiny paliva v komoře. Na hladině se impulz odráží zpět do čidla. Dle doby impulzu je změřena výška hladiny a jednoduchým přepočtem, který provádí počítač i objem produktu v komoře. Hlavními výhodami tohoto systému je nízko položené těžiště a hmotnost až o 400 kg nižší než u ostatních průtokoměrů. V současné době je to nejpoužívanější systém měření průtoku. [5]

### **3.6.6. Měřicí systém s elektronickými měrnými tyčemi Bartec:**

Je to systém fungující na principech magnetického pole. Skládá se z plováku a duté měrné tyče vyrobené z nerezové oceli, která je upevněna kolmo ke dnu nádrže. Plovák obsahuje dva permanentní magnety umístěny proti sobě. Krátkým proudovým impulsem zavedeným do vlnovodu se vytvoří kruhové magnetické pole kolem vlnovodu. Vlnovod je tenká dutá trubice vyrobená ze slitiny niklu, skrz kterou prochází tenký měděný drát. V místě kde se protne elektromagnetické pole vlnovodu s magnetickým polem plováku, vznikne vlivem magnetostrikčního jevu elastická deformace v řádu mikrometrů šířící se vlnovodem na obě strany ve formě mechanické vlny. Část vlny, která přijde do signálového konvertoru umístěného na dně nádrže je přeměněna na elektrický signál. Doba přechodu vlny od plováku k signálovému konvertoru je přímo úměrná vzdálenosti a z té už lze jednoduchým přepočtem získat objem paliva v nádrži. [5,11]

### **3.6.7 Měřicí systémy s turbínovými měřidly**

Turbínové měřidlo funguje na podobném principu jako průtokové objemové měřidlo. Ve válcovém těle turbínového měřidla se vlivem silových účinků proudící kapaliny otáčí rotor, jehož otáčky jsou snímány. [5]

## **3.7. Plnicí systémy**

Plnicí systémy slouží k plnění nádrží cisternového vozu. Jsou dva základní plnicí systémy. Horní plnění a dolní plnění. Horní plnění se již nepoužívá a to hlavně z důvodu vydání vyhlášky ministerstva životního prostředí č. 355/2002 sb., která udává požadavky na skladovací zařízení v terminálech, plnění mobilních kontejnerů v terminálech, mobilní kontejnery, plnění skladovacích zařízení čerpacích stanic, na provoz čerpacích stanic a

další. Protože podle vyhlášky musí být cisternové vozidlo vybaveno spodním plněním, tak se autor horním plněním zabývat nebude. [5,3]

### 3.7.1 Spodní plnění

Tento potrubní systém vede od tzv. suchých spojek, nacházejících se vždy na levé straně cisternového vozu, přímo k patním ventilům každé komory. Suché spojky chrání proti úkapu a úniku produktových par. Systémy spodního plnění musí obsahovat pneumatické snímače úrovně hladiny produktu a to i cisternové vozy vybavené měrnými tyčemi. Tyto snímače slouží jako pojistky a svou funkcí jsou nadřazeny měrným tyčím. V případě přeplnění pneumaticky uzavřou patní ventily a pomocí desetipólové elektrické zásuvky pošlou signál do plnicího zařízení. [5]

**Obr 16. Spodní plnění cisternového návěsu L.A.G. , s 5 komory a tyčovým měřicím zařízením Bartec [19]**



## 4. Bezpečnostní prvky cisternových vozů

Dopravní nehody v nákladní dopravě jsou velmi nákladné a závažné. Ekonomické ztráty dopravního podniku při autonehodě jsou v řádech milionů. To je ovšem minimum ve srovnání s vlivem nehody na životní prostředí. V nákladním automobilu je asi 13 litrů motorového oleje a až 500 litrů nafty. Pokud by takové vozidlo havarovalo a tyto kapaliny se dostaly do vody, tak znečistí 513 000 000 litrů vody. Ano, 1 litr nafty znečistí 1 000 000 litrů vody! V cisternovém návěsu je kolem 40 000 litrů nafty, tak si představte tu škodu, když by takové množství vyteklo do spodních vod. Proto je v poslední době kladen tak vysoký nárok na bezpečnostní vybavení vozidla. Bezpečnostní prvky se dělí na aktivní a pasivní. Aktivní bezpečnostní prvky se snaží zabránit vzniku nehody. Do této skupiny patří obecně např. výhled z vozidla, osvětlení, pohodlí řidiče, tudíž klimatizace, pohodlí sedadla, atd. Pasivní bezpečnostní prvky se snaží zmírnit následky již vzniklé dopravní nehody, sem patří např. bezpečnostní pásy, airbagy, deformační zóny vozidla, atd. [12, 17]

### 4.1. Aktivní bezpečnostní prvky

#### 4.1.1. Elektronický brzdový systém EBS (Electronically controlled braking systém)

Pracuje na základě elektronických impulsů generovaných řídicí elektronicko – pneumatickou jednotkou, tzv. modulátorem, a v současnosti komunikuje se stejným systémem, jako je vybaveno tažné vozidlo. Zdrojem signálů pro modulátor jsou [5]:

#### *Opticko-elektrická čidla automatického protiblokovacího systému ABS*

Systém ABS zabraňuje zablokování kol při prudkém brzdění nebo na kluzkém povrchu. V krajním případě, když už hrozí zablokování kol, systém dokáže až 16x za sekundu snížit a zvýšit tlak v brzdové soustavě. Modulátor neustále sleduje signály ze snímače otáček. V případě náhlé změny otáček kola modulátor vyšle pneumatický signál, příkaz, k odbrzdění kola a kolo se začne opět odvalovat. Tento proces je velmi rychlý, řádově v setinách sekundy.

#### *Snímač tlaku v brzdové soustavě vozidla*

Snímače tlaku vysílají signál do modulátoru a ten na základě signálu automaticky reguluje brzdovou sílu podle zatížení. Modulátor je elektricky spojen s obdobnou jednotkou v tažném vozidle, aby byl sladěn brzdový účinek návěsu s tahačem.



#### 4.1.2. Systém příčné stability

Je to systém zabráňující převrácení vozidla na bok. Modulátor je osazen speciálním senzorem, který sleduje příčný náklon, když dojde k náklonu do stanoveného, nebezpečného, úhlu, tak systém vydá pneumatický signál k zabrzdění příslušných kol, aby nedošlo k převrácení. [5]

Obr 17. Škola smyku



*Příklad maximální rychlosti při průjezdu zatáčkou [17]:*

Rozvor kol  $d = 2 \text{ m}$

Výška těžiště  $h = 2 \text{ m}$

Poloměr zatáčky  $r = 30 \text{ m}$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{g \cdot r \cdot d}{2 \cdot h}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 30 \cdot 2}{2 \cdot 2}} = 12,13 \text{ m/s} = 43,7 \text{ km/h}$$

V ideálním případě, kdy nepočítáme s třením mezi vozovkou a pneumatikou, ani nebereme v úvahu pérování vozidla, tak se vozidlo při průjezdu zatáčkou o poloměru 30 m převrátí po překročení rychlosti 43,7 km/h.

#### 4.1.3. Systém monitorování tlaku v pneumatikách IVTM

(Integrated vehicle tire pressure monitoring) Systém pomocí senzorů sleduje výšku pneumatiky, z čehož je schopen odvodit tlak v pneumatice a ten zobrazuje na displeji v kabině tažného vozidla. [5]

#### 4.1.4. Odlehčovací brzdy

Odlehčovací brzdy jsou povinným vybavením těžkých nákladních vozidel. Slouží ke zpomalování nebo udržování konstantní rychlosti při jízdě z kopce, nikoli k zastavení. Odlehčovací brzda musí být schopna vozidlo zastavit, ale není k tomuto účelu primárně navržena. U odlehčovacích brzd na rozdíl od třecích, provozních, nedochází k opotřebení. [1]

### **Typy odlehčovacích brzd:**

- Motor – při zařazeném převodovém stupni vozidlo zpomaluje naprázdno běžící motor, protože musí překonávat kompresi.
- Motorová brzda – buď pomocí škrcení výfukových plynů na výstupu z motoru, změnou časování ventilového rozvodu nebo snížením dodávky paliva se zpomaluje motor, proto i v tomto případě musí být při zpomalování zařazen převodový stupeň.
- Hydrodynamická brzda – zpomalování probíhá třením v kapalině, v uzavřeném prostoru. Rotor dává kinetickou energii kapalině a ta se zpomaluje o pevný (neotáčející se) stator. Kapalina se vlivem tření ohřívá, a proto musí být chlazená pomocí vhodného výměníku.
- Elektromagnetická brzda – ke zpomalování dochází vlivem magnetického pole působícího na kotouč. Na pevném, neotáčejícím se, statoru jsou umístěny budící cívky, které vytváří magnetické pole. V rotoru (kotouči) se indukují vířivé proudy, ty vyvolají magnetickou sílu a spolu s magnetickým polem statoru dochází k brzdění. Velikost brzdného momentu závisí na velikosti budícího proudu v cívkách statoru.

#### **4.1.5. Kotoučové brzdy**

Kotoučové brzdy fungují na principu tření rotačního prvku s nepohyblivým prvkem, brzdového kotouče a destičky. Vyrábí se ve dvou variacích – s pevným nebo plovoucím třmenem. V současné době se nejčastěji používá řešení s plovoucím třmenem, protože brzdová kapalina se nachází pouze v jedné části brzdového třmenu a to umožňuje jednodušší konstrukci. Vůle mezi brzdovým kotoučem a destičkou se po odbrzdění vymezuje samočinně. Parkovací brzda na zadní nápravě nákladního automobilu je řešena mechanicky. [1]

K nahrazení bubnových brzd kotoučovými došlo hlavně z těchto důvodů:

- menší citlivost na změnu součinitele tření, což vede k lepší stabilitě brzdného účinku
- menší slábnutí brzdného účinku při dlouhém nebo opakovaném brzdění vlivem lepšího odvodu tepla od brzdného kotouče
- snadná a rychlá údržba

- automatické seřizování vůlí
- menší hmotnost – snažíme se o co nejnižší hmotnost neodpérováných součástí

Nevýhodou kotoučových brzd je složitější a nákladnější výroba, nutnost použití posilovače a větší místní ohřátí kotouče až na 500°C. Největší nevýhodou kotoučových brzd je složitě řešení parkovací brzdy.

#### **4.1.6. Signalizace stavu opotřebení brzdových destiček**

Po opotřebení brzdových destiček za danou mez se aktivuje elektrický obvod a na palubní desce tažného vozidla se rozsvítí kontrolka signalizující nutnou výměnu destiček. [17]

#### **4.1.7. Vzduchové odpružení**

Hlavním důvodem nahrazení listových pružin vzduchovým pérováním je zajištění velmi podobných pružících vlastností při nezátíženém a zatíženém vozidle. To se provádí změnou tlaku ve vzduchové soustavě. Při zatíženém vozidle je tlak ve vzduchové soustavě vyšší než při nezátíženém vozidle. Tuto funkci automaticky zajišťuje regulační ventil, tzv. výškový ventil. Změnou tlaku se dá také regulovat světlá výška vozidla, což u listových per nebylo možné. Vzduchové (pneumatické) odpružení tedy funguje na principu tlaku vzduchu, respektive změně tlaků mezi atmosférickým tlakem a tlakem v pružině. Samotné pružení je realizováno buď vlnovcovou pružinou, nebo vakovou pružinou. Vlnovcová pružina je velmi pevná, pružná a je zpevněna kordovými vložkami. Vlnovcová pružina má velmi dlouhou životnost, až 500 000 km. V případě vakové pružiny se pryžový vak odvaluje po pístu, vak je tedy namáhán značnou deformací oproti pryžovému vlnovci, u nějž se pryžová stěna vlnovce pouze ohýbá. [1]

#### ***Princip funkce vzduchového odpružení***

Kompresorem se přes regulační ventil a odlučovač vody dodává stlačený vzduch do tlakového zásobníku. Ze zásobníků jde vzduch přes vzduchové ventily do měchů. Vzduchové ventily řídí tlak v pružinách a tedy i konstantní, nastavenou, výšku nástavby od nápravy. Ventily jsou upevněny na rámu vozidla a jsou ovládány ventilovou pákou, která je spojena s nápravou. Pokud je vozidlo výš nebo níž z výchozí polohy, tak je páka vychýlena z výchozí polohy. Dokud je páka vychýlena, tak vzduchový ventil buď upouští,

nebo vpouští vzduch do měchů. Změnou polohy rámu vůči nápravě do výchozí polohy se i ventilová páka dostane do výchozí polohy a vzduchový ventil se uzavře.

## **4.2. Pasivní bezpečnostní prvky**

### **4.2.1. Odpojovač akumulátoru**

Odpojovač akumulátoru slouží k odpojení elektrických zařízení od akumulátoru, což předchází vzniku požáru v případě nehody. Je umístěn v kabině řidiče a z vnějšku na tažném vozidle. V případě nehody se musí mechanicky spustit, není automatický. [3]

### **4.2.2. Pojistný ventil Rekuperace**

Pojistný ventil Rekuperace slouží k uzavření rekuperačního potrubí v případě převržení cisternového vozu, aby jím nevytékalo palivo ven nádrže. Ventil pracuje automaticky. [5]

### **4.2.3. Deformační zóny**

Deformační zóny slouží k absorbování energie při nehodě. Snaží se o zamezení styku nádrže cisternového vozu s předmětem nárazu. Nachází se v zadní a boční části cisternového přívěsu nebo návěsu. [17]

## **5. Přehled produkce, předpokládaný vývoj a vize budoucnosti**

### **5.1. Přehled produkce**

V České republice se nenachází jediná česká společnost zabývající se výrobou cisternových vozů. Všechny firmy, které v České republice distribuují nebo vyrábějí cisternová vozidla, jsou zahraniční. Vybral jsem 3 firmy, které mají největší zastoupení prodeje cisternových vozů pro převoz pohonných hmot. Výběr se uskutečnil na základě informací od jedné z největších firem zabývajících se přepravou pohonných hmot. Jsou to firmy, Schwarmüller, LAG, Willig.

### 5.1.1. Schwarzmüller

Firma Schwarzmüller byla založena roku 1870 v německém Passově. Po krátké době se přesunula do Rakouska. Od roku 2002 firma vyrábí cisternová vozidla i v České republice. Firma se do roku 2009 chlubila prvenstvím v prodeji cisternových vozů na českém trhu. Výstavba

dvou výrobních hal v České republice posunula výrobní kapacitu firmy na 1600 vozidlových jednotek za rok. Firma Schwarzmüller se soustředí na prodej jak nových, tak použitých cisternových vozů, pronájem, opravy, rekonstrukce a modernizace, dále provádí těsnostní a tlakové zkoušky nádrží. Vyrábí cisternové návěsy, přívěsy i nástavby na nákladní vozidla. Firma Schwarzmüller vyrábí více druhů přípojných vozidel, nejen cisternová. Tabulka vyráběných cisternových návěsů, přívěsů a nástaveb na nákladní vozidla pro převoz pohonných hmot se nachází v Příloze A. [14]

Obr 18. Cisternový návěs Schwarzmüller [14]



### 5.1.2. LAG

Společnost LAG byla založena v Belgii v roce 1947. Firma LAG je součástí nadnárodní společnosti Burg Industries se sídlem v Nizozemí. Česká pobočka firmy LAG se soustředí na distribuci, servis a mobilní servis tyčových měřících systémů BARTEC. Belgický výrobní závod dokáže vyrobit kolem 2600 návěsů

ročně. Firma LAG se chlubí cisternovým návěsem LAG eliptic, což je podle jejich tvrzení velmi úspěšná cisterna pro převoz pohonných hmot v České republice. Firma LAG stejně jako Schwarzmüller vyrábí více druhů přípojných vozidel. Přehled vozidel pro převoz pohonných hmot vyráběných firmou LAG je zobrazen v Příloze B. [15]

Obr 19. Cisternový návěs LAG [15]



### 5.1.3. Willig, s.r.o.

Firma Willig, s.r.o. byla v České republice založena jako samostatný subjekt roku 1994 jako podpora prodeje cisternových vozů firmy WILLIG GmbH.u.Co KG,D-Straubing působící v Německu. Firma se specializuje především na servisní činnost, ale i na prodej. Firma provádí opravy, rekonstrukce, opravy a dostavby plášťů. Dále se soustředí na opravy, dostavby a

rekonstrukce elektronických a hydraulických systémů cisternových vozů. Firma provádí zkoušky dané Dohodou ADR. Firma WILLIG založila v roce 2001 tradici Mezinárodních školení řidičů cisternových vozidel ADR, tzv. " Letiště Brno". Firma Willig, s.r.o. vyrábí na přání zákazníka mnoho produktů, od cisternových nástaveb na nákladní vozidla přes přívěsy, až k návěsům. S různým počtem komor, různým měřicím zařízením. [16]

**Obr 20. Oprava pláště cisterny [16]**



## 5.2. Předpokládaný vývoj a vize budoucnosti

Stejně jak se ubírá vývoj osobních automobilů – bezpečnost, pohodlí, vliv na životní prostředí, se ubírá i vývoj v oblasti nákladních vozidel. Stále se vyvíjejí nové systémy, které mají za úkol zvýšit bezpečnost a tedy i pohodlí řidiče a snížit emise. Při vývoji aktivních bezpečnostních prvků se čím dál tím méně spoléhá na zkušenosti a dovednosti řidiče. Člověk je tvor omylný, leccos přehlédne a se zvyšující se únavou stále hůře vnímá, což je nebezpečné hlavně v nákladní dopravě. Z těchto důvodů se aktivní bezpečnostní prvky snaží vyřadit řidiče z řízení. V současné době už i nákladní vozidla mají systémy jako je adaptivní tempomat, kontrolu vybočení z jízdního pruhu, atd. Ve vozidle s takovými systémy už opravdu stačí, aby jenom „někdo točil volantem“. Ale kde se tyto systémy objevily jako první? V BMW řady 7, Mercedes Benz třídy S, ano, objevily se ve vozidlech patřících jedněch z nejbohatších automobilek. Vývoj nových systémů je velmi nákladný a výrobci osobních automobilů jsou mnohem bohatší než výrobci nákladních automobilů. Na to poukazuje i to, že první tahač, který použil adaptivní tempomat, a kontrolu vybočení z jízdního pruhu vyrobila firma Mercedes Benz. Pokud se budu jednotlivých výrobců ptát, kudy se bude ubírat vývoj nákladních vozidel, všichni

odpovědi stejně. Momentálně máme nejdokonalejší systémy a vkládáme finance do vývoje. Pokud ovšem zhodnotím vývoj a postupné uplatňování nejnovějších prvků, mohu říci, že prvky výbavy, které dnes nalezneme v Mercedesu Benz třídy S nebo BMW řady 7, se časem stanou i výbavovými prvky nákladních vozidel. O vývoj spalovacích motorů vozidel se do jisté míry stará legislativa, protože určuje požadavky na emise.

## **6. Závěr**

V bakalářské práci autor čtenáře seznámil s problematikou konstrukce a převozu pohonných hmot. Vysvětlil legislativní podmínky na převoz a manipulaci s pohonnými látkami, a podmínky na konstrukci vozidla. Představil různé konstrukce cisternového vozidla, technologické příslušenství cisternového vozidla, tedy konstrukci nádrže, stáčecích systémů a plnicích systémů. Poukázal na bezpečnost v nákladní dopravě, podrobněji rozebral bezpečnostní prvky nákladních vozidel, znázornil přehled produkce a předpokládaný vývoj v oblasti přepravy pohonných hmot.

V legislativních podmínkách na konstrukci cisternového vozidla autor uvedl veškeré podmínky, které musí splňovat nejčastěji používané cisternové vozidlo. Vozidlo, které může naráz převážet motorovou naftu i benzin, tzv. vozidlo FL. Dále autor poukázal na nejčastěji používané konstrukce cisternových vozů, a uvedl rozsah jejich použití.

Při rozboru technologického příslušenství cisternového vozidla se autor soustředil především na konstrukci nádrže a způsoby měření množství stočeného paliva. Pro názornější představu konstrukce nádrže, u cisternových vozů, uvedl autor praktický příklad na výpočet tloušťky stěny nádrže cisternového vozu. Vypočítal minimální tloušťku stěny, s ohledem na předešlý výpočet zvolil tloušťku stěny, vypočítal redukované napětí a bezpečnost K. V oblasti měření stočeného množství paliva byla největším problémem tepelná roztažnost a smrštitivost paliva. Proto autor sepsal tuto problematiku, a uvedl výpočet podle starého měřicího přístroje, a podle nového, který již tuto problematiku vyřešil.

Nebezpečnost pohonných látek v nákladní dopravě autor znázornil při styku provozních kapalin s vodou, vysvětlil rozdělení bezpečnosti, a poukázal na jednotlivé bezpečnostní prvky.

Autor vybral 3 firmy na základě získaných informací od jedné z největších firem zabývajících se přepravou pohonných hmot, seznámil čtenáře s jejich specializací, a vytvořil tabulky vlastností jejich cisternových vozidel.

V poslední řadě se věnoval vizi budoucnosti, vývoji, kde podle získaných poznatků dospěl autor k závěru, že dnešní nadstandardní vybavení v osobních automobilech se v budoucnu stane základním vybavením pro nákladní vozidla.



## 7. Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obr 1. Graf vývoje spotřeby paliva [9].....  | 1  |
| Obr 2. Oranžová tabulka – Benzin [4].....  | 5  |
| Obr 3. Bezpečnostní značka - Třída 3 [4] .....   | 4  |
| Obr 4. Nákladní vozidlo s cisternovou nástavbou [14].....  | 10 |
| Obr 5. Schéma typů podvozků [18].....  | 11 |
| Obr 6. Schéma vozidla s hnací nápravou s a bez dvoumontáže [18].....                                       | 11 |
| Obr 7. Cisternová nástavba skříňového tvaru na podvozku přívěsu [14] .....                                 | 12 |
| Obr 8. Cisternový návěs LAG [19] .....   | 13 |
| Obr 9. Cylindrická nádrž návěsu [13].....  | 14 |
| Obr 10. Cisternová nástavba skříňového tvaru na podvozku DAF [8].....                                      | 15 |
| Obr 11. Znázornění působící síly [14].....   | 16 |
| Obr 12. Znázornění působící síly [14].....   | 16 |
| Obr 13. Stáčecí systém cisterny L.A.G., s 5 komory a tyčovými měřicími přístroji Bartec [19] .....         | 17 |
| Obr 14. Schéma Rekuperace [18].....  | 18 |
| Obr 15. Schéma posloupnosti uzavíracích prvků [18] .....   | 19 |
| Obr 16. Spodní plnění cisternového návěsu L.A.G. , s 5 komory a tyčovým měřicím zařízením Bartec [19]..... | 23 |
| Obr 17. Škola smyku .....  | 25 |
| Obr 18. Cisternový návěs Schwarzmuller .....   | 29 |
| Obr 19. Cisternový návěs LAG .....   | 29 |
| Obr 20. Oprava pláště cisterny .....   | 30 |

## 8. Seznam použité literatury

- [1] VLK, Prof. Ing. František. *Podvozky motorových vozidel*. 3.přepřacované. Brno: František Vlk, Mokrohorská 34, 644 00 Brno, 2006. ISBN 80-239-6464-X
- [2] VLK, Prof. Ing. František. *Stavba motorových vozidel*. Brno: František Vlk, Mokrohorská 34, 644 00 Brno, 2006. ISBN 80-238-8757-2.
- [3] Česká republika. Evropská dohoda o mezinárodní silniční dopravě nebezpečných věcí ADR. In: *www.mdcz.cz*. 1957, roč. 2010.
- [4] MILETÍN, Ing. Jiří. *ADR 2011*. Praha: 2011 M KONZULT s.r.o., 2011. ISBN 978 80 902202-1-8.
- [5] SCHWARZMÜLLER. *Současné trendy v oblasti stavby a provozu cisternových vozidel určených k přepravě nebezpečných látek*. Žebrák, 2010.
- [6] Český statistický úřad [*www.czso.cz*]. 1969, 2011 [cit. 2012-01-06].
- [7] Český metrologický institut [*www.cmi.cz*]. 1993, 2011 [cit. 2011-11-26]. Dostupné z: <http://www.cmi.cz/index.php?lang=1&wdc=914>
- [8] *Daf truck trade* [online]. Brno, 2009, 2012 [cit. 2012-02-27]. Dostupné z: <http://www.trucktrade.cz/images/09fotogal/lf55e18cisterna.jpg>
- [9] *Dopravní informační systém DOK* [<http://cep.mdcz.cz/dok2/DokPub/dok.asp>]. 2003 [cit. 2012-03-03].
- [10] *Inspekční zpráva: cisternový návěs Schwarzmüller, 5 komor, měřící tyčový systém*. W. Schwarzmüller, Hanzig 11, A - 4785 Haibach, 4.7.2006.
- [11] *Bartec holding GmbH* [*www.bartec.de*]. rockenstein AG Ohmstraße 12 D-97076 Wuerzburg Germany, 2012 [cit. 2012-03-03].
- [12] ŠOCH, Jan. *Ekologie a ochrana životního prostředí*. Ostrava: Ostravská univerzita, 1998. ISBN 80-7042-140-1.
- [13] *PROTANK Slaný, výhradní dovozce do ČR* [*www.stokota.cz*]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://www.stokota.cz/images/petrotrans-s.jpg>
- [14] *Schwarzmüller s.r.o.* [<http://www.schwarzmueller.cz>]. 2012 [cit. 2012-03-03].
- [15] *LAG* [*www.lag.cz*]. Praha, 2012 [cit. 2012-03-18].
- [16] *Willig, s.r.o.* [*www.willig.cz*]. 1994, 2012 [cit. 2012-03-18].
- [17] *Přednášky z předmětu Pružnost a Pevnost, Fyzika, Meteorologie, bezpečnost a ITS v dopravě, Vozidlové mechanismy*
- [18] *Vlastní nákres schéma podle konkrétního předmětu*
- [19] *Vlastní fotografie*

## Příloha A

| Konstrukční řešení   | Objem nádrží | Počet komor | Měřicí zařízení | Čerpací zařízení | Gravitační výdej |
|--|--------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1. Cisternová nástavba na podvozek nákladního vozidla  | 21 800 litrů | 3 komory    | Ano             | Ano              | Ano              |
| 2. Cisternová nástavba na podvozek nákladního vozidla  | 19 500 litrů | 3 komory    | Ano             | Ano              | Ne               |
| 3. Cisternová nástavba na podvozek nákladního vozidla pro převoz motorové nafty                    | 4 600 litrů  | 1 komora    | Ano             | Ano              | Ne               |
| 4. Cisternová nástavba na podvozek nákladního vozidla  | 12 500 litrů | 2 komory    | Ano             | Ano              | Ne               |
| 4. Cisternová nástavba na podvozek nákladního vozidla  | 7 300 litrů  | 1 komora    | Ano             | Ano              | Ne               |
| Cisternový přívěs  | 19 000 litrů | 3 komory    | Ne              | Ne               | Ano              |
| 1. Cisternový návěs  | 48 000 litrů | 5 komor     | Bartec          | Ano              | -                |
| 2. Cisternový návěs  | 43 500 litrů | 5 komor     | Bartec          | Ano              | -                |
| 3. Cisternový návěs  | 40 000 litrů | 5 komor     | Ano             | Ano              | Ano              |
| 1. Cisternový návěs pro provoz na letištích  | 35 000 litrů | 1 komora    | Ano             | Ano*             | Ne               |
| 2. Cisternový návěs pro provoz na letištích  | 38 000 litrů | 1 komora    | Ano             | Ano*             | Ne               |
| 1. Cisternová nástavba na nákladní vozidla určená pro provoz na letištích                          | 12 000 litrů | 1 komora    | Ano             | Ano*             | Ne               |
| 2. Cisternová nástavba na nákladní vozidla určená pro provoz na letištích a pozemních komunikacích | 12 000 litrů | 1 komora    | Ano             | Ano*             | Ne               |
| Cisternová nástavba na armádní vozidlo určená pro provoz na polních letištích                      | 22 000 litrů | 3 komory    | Ano             | Ano              | -                |

Bartec – tyčový měřicí systém

\* - čerpací zařízení tlakové, určené pro tankování letadel nad a pod křídlem

## Příloha B

| Konstrukční řešení              | Objem nádrží | Počet komor | Měřicí zařízení      | Čerpací zařízení | Gravitační výdej |
|---------------------------------|--------------|-------------|----------------------|------------------|------------------|
| 1. Cisternový návěs LAG Eliptic | 48 000 litrů | 5 komor     | Bartec,<br>Dezi-data | Ano              | -                |
| 2. Cisternový návěs             | 38 000 litrů | 4 komory    | Bartec,<br>Dezi-data | Ano              | Ano              |

Bartec, Dezi-data – tyčový měřicí systém

### ***Cisternový návěs LAG Eliptic***

Cisternový návěs LAG Eliptic je přední výrobek firmy LAG. Chlubí se tím, že to je v současné době velmi úspěšná cisterna pro převoz pohonných hmot v České republice. Má nižší hmotnost díky rámu, nádržím a kolům ze slitiny hliníku. Nádrž má výjimečný eliptický tvar což zaručuje nižší těžiště a tím i menší nebezpečí převrácení cisternového návěsu na bok. Nádrž se montuje na nejmodernější podvozek disponující např. brzdovým asistentem nebo protiblokovacím brzdovým systémem. Pro měření se používají nejmodernější měřicí systémy Dezi-data a Bartec. Návěs disponuje třemi nápravami, z toho jedna je zvedací.