

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

ČERNÝ DAVID

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Zajištění a uložení nákladu u vybrané přepravy zboží

David Černý

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David Černý**
Osobní číslo: **D16081**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Logistické technologie**
Název tématu: **Zajištění a uložení nákladu u vybrané přepravy zboží**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

1. Analýza faktorů ovlivňujících výběr uložení a zajištění nákladu
2. Uložení a fixace nákladu
3. Příklad zajištění a uložení nákladu

Závěr

Rozsah grafických prací: **3 - 4**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

KREJCAR, Jaroslav. Přepravní balení zboží, uložení a zajištění nákladu v dopravních prostředcích a kontejnerech. Pardubice: Institut Jana Pernera ve spolupráci se Zkušební laboratoří EXCOLO, 2009. ISBN 978-80-86530-56-7.
NOVÁK, Radek. Mezinárodní silniční nákladní přeprava a zasílatelství. Praha: C.H. Beck, 2018. ISBN 978-80-7400-041-6.
Evropské pokyny k osvědčeným postupům pro zabezpečení nákladu při přepravě v silniční dopravě. Lucemburg: Úřad pro publikace Evropské unie, 2014. s. 96. ISBN 978-92-79-43639-0.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **4. února 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2019**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. února 2019

Prohlašuji:

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

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 5. 2019

David Černý

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jaromíru Širokému Ph.D. za jeho čas, odborné vedení a cenné rady, které mi během psaní této práce poskytl. Rád bych tímto poděkoval panu Marku Váchovi ze společnosti BOŠINA TRANSPORT s.r.o. za informace, poskytnutá data a možnost být přítomen při nakládce nákladního vozidla. Chtěl bych taky poděkovat svému bratrovi Ing. Martinu Černému za kontrolu pravopisu a rady.

ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na zajištění a uložení nákladu v silniční dopravě. První část práce se zabývá analýzou faktorů ovlivňujících výběr uložení a zajištění nákladu v silniční dopravě. Ve druhé části práce jsou uvedeny možnosti zajištění nákladu na ložné ploše vozidla. V poslední části se zabývá praktickým příkladem konkrétního přepravovaného zboží.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zajištění nákladu, uložení nákladu, silniční přeprava, fixační prostředky

TITLE

Securing and storing cargo in selected transportation of goods

ANNOTATION

The bachelor thesis is focused on securing and storing load in road transport. The first part focus on the analysis of factors influencing the choice of securing and storing load in road transport. In the second part of the thesis there are possibilities of securing the load on the loading area of the vehicle. In the third part it focus on a practical example of a particular goods transported.

KEYWORDS

Securing cargo, laying cargo, road transport, fixing materials, transport

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK	11
ÚVOD.....	12
1 ANALÝZA FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH VÝBĚR ULOŽENÍ A ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU	13
1.1 Základní právní předpisy	13
1.2 Nehodovost v nákladní dopravě	17
1.3 Vlivy působící na náklad	20
1.3.1 Mechanické vlivy.....	20
1.3.2 Klimatické vlivy	26
2 ULOŽENÍ A ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU	31
2.1 Uložení nákladu na ložné ploše silničního vozidla	31
2.1.1 Kompaktní způsob uložení	33
2.1.2 Nekompaktní způsob uložení.....	34
2.2 Způsoby zajištění nákladu	35
2.2.1 Blokování.....	35
2.2.2 Přivázání	40
3 PRAKTICKÝ PŘÍKLAD ULOŽENÍ A ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU.....	45
3.1 Parametry nákladu	45
3.2 Naložení, uložení a zajištění nákladu	47
3.3 Kontrola správnosti uložení.....	52
3.4 Kontrola zajištění.....	54
3.5 Návrh vhodného způsobu uložení a zajištění	56
3.5.1 Snížení hmotnosti nákladu na paletě	57
3.5.2 Nový způsob uložení	61
3.6 Shrnutí výsledků a zhodnocení.....	63
ZÁVĚR	65
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	66

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Struktura nákladní dopravy v ČR v roce 2017	18
Obrázek 2	Síly působící na náklad	21
Obrázek 3	Působení setrvačných sil	22
Obrázek 4	Působení tíhové síly	23
Obrázek 5	Odstředivá síla	24
Obrázek 6	Třecí síla	25
Obrázek 7	Skříňové nákladní vozidlo	27
Obrázek 8	Chladicí kontejner	28
Obrázek 9	Uchycení plachty pomocí kroužků	28
Obrázek 10	Plachta opatřena nanýtovanými sponami s kurtami	29
Obrázek 11	Vysoušecí prostředky	30
Obrázek 12	Boční přetížení vozidla	32
Obrázek 13	Přetížení zadní a přední části vozidla	33
Obrázek 14	Kompaktní způsob uložení	34
Obrázek 15	Nekompaktní způsob uložení	35
Obrázek 16	Rozpěrná tyč a zábrana	36
Obrázek 17	Použití blokovacích tyčí	37
Obrázek 18	Základní technické parametry klínu	38
Obrázek 19	Uložení nákladu ve specializovaném voze	38
Obrázek 20	Blokování nákladu pomocí dřevěných konstrukcí	39
Obrázek 21	Způsoby zajištění nákladu blokováním	39
Obrázek 22	Zajištění kabelového bubnu	40
Obrázek 23	Vrchní uvázání nákladu	42
Obrázek 24	Účinnost vrchního uvázání	42
Obrázek 25	Šikmé uvázání	43
Obrázek 26	Úhlopříčné uvázání	43
Obrázek 27	Přichystaný náklad k naložení	45
Obrázek 28	Ocelová stahovací páska	47
Obrázek 29	Zajištění plachty upínací kurtou	48
Obrázek 30	Aretační systém pro uvolnění sloupku	49
Obrázek 31	Návěs připravený k naložení	49
Obrázek 32	Nakládka ocelových forem na návěs	50
Obrázek 33	Identifikační štítek použitého vázacího prostředku	50
Obrázek 34	Ochranný roh a jeho použití	51
Obrázek 35	Uložený a zajištěný náklad na návěsu	52
Obrázek 36	Vyhodnocení maximálního zatížení návěsové soupravy	53
Obrázek 37	Zobrazení svislého úhlu	54
Obrázek 38	Plastová paleta o nosnosti 2500 kg	56
Obrázek 39	Vyhodnocení uloženého nákladu	58
Obrázek 40	Vyhodnocení nového způsobu uložení	61

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy v roce 2017	17
Tabulka 2 Nehody způsobené podle hmotnosti vozidel pro rok 2017	19
Tabulka 3 Počet nehod způsobených nesprávným uložením nákladu.....	20
Tabulka 4 Hodnoty součinitele tření.....	25
Tabulka 5 Součinitel tření a úhel sklonu	25
Tabulka 6 Parametry nákladu	46
Tabulka 7 Upravené parametry nákladu	57
Tabulka 8 Hodnoty svislého úhlu	59
Tabulka 9 Velikost působících sil.....	60
Tabulka 10 Velikost působících sil.....	63

SEZNAM ZKRATEK

ADR	Accord Dangereuses Route (Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí)
ATP	Accord transport perissable (Dohoda o mezinárodních přepravách zkazitelných potravin a specializovaných prostředcích určených pro tyto přepravy)
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
ČSN EN	Česká technická norma
LC	Lashing capacity (přivazovací únosnost)
Sb.	Sbírka

ÚVOD

Správné zajištění a uložení nákladu je v dnešní době velice důležité, a to jak z hlediska bezpečnosti, tak ze zachování kvality přepravovaného zboží k cílovému příjemci. Většina nákladu (za rok 2017 se přepravilo 570 976 000 tun nákladu) se přepravuje pomocí silničních dopravních prostředků, a proto je nutné zajistit a neustále dbát na maximální bezpečnost přepravy. Přepravní objem nákladní dopravy uskutečněný silniční dopravou byl přes 450 000 000 tun nákladu, což činí 70 % z celkové přepravy nákladu. Pro srovnání se železniční dopravou, která za ten samý rok přepravila 96 516 000 tun nákladu, to činí pouze 25 % z celkové přepravy. V České republice je nejvíce využívaná silniční doprava, která je provozována vysokým počtem dopravců. Vysoká konkurence v silniční dopravě nutí tlačít dopravce na snížení cen za přepravu zboží, což se nejčastěji projevuje na snižování provozních nákladů, a to se může promítnout na snížení vynaložených prostředků na zajištění bezpečné přepravy. Nedostatečné zajištění nákladu na dopravním prostředku může vést k dopravním nehodám, které mohou způsobit zranění nebo ztráty na životech a mohou způsobit škody na majetku. K dosažení správného zajištění a ložení nákladu pomáhají zákony, předpisy a normy, které vydává Ministerstvo dopravy nebo je přijímají z Evropské unie.

Na zachování kvality přepravovaného zboží k cílovému příjemci, je nutné samotný náklad chránit před působením sil, které vznikají pohybem dopravního prostředku po dopravní cestě nebo před působením sil vznikajících vlastní tíhou nákladu a jeho rozložením v dopravním prostředku.

Samotný výběr zajištění a uložení nákladu závisí především na vlastnostech a charakteru nákladu. Také na použitém obalu, na přepravní jednotce (paleta, přepravka, sud) a na zvoleném dopravním prostředku. Je dobré zohlednit vlivy, které působí během přepravy na náklad a mohou ovlivnit zajištění, uložení a kvalitu přepravovaného nákladu. Jedná se o vlivy mechanické a klimatické. Mechanickými vlivy mohou být pohyby či rázy během ložných operací a během jízdy vozidla. Klimatickými vlivy se myslí povětrnostní podmínky, sluneční záření, nízké a vysoké teploty, prašnost, déšť a s tím spojená vlhkost. Působením těchto vlivů se dá předejít použitím vhodného obalu, dopravního prostředku nebo správným zařízením k zajištění nákladu.

Cílem této práce je analýza faktorů ovlivňující výběr uložení a zajištění nákladu na vozidle v silniční dopravě a uvedení praktického příkladu, u kterého je provedeno ověření správného uložení a porovnání různých způsobu zajištění.

1 ANALÝZA FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH VÝBĚR ULOŽENÍ A ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU

Zde jsou znázorněny základní právní předpisy, které se uplatňují v silniční nákladní dopravě pro bezpečné zajištění nákladu, přiblížení právních předpisů a norem pro fixační materiály. Další část se zaměřuje na síly působící na náklad během přepravy, které mohou ovlivňovat uložení a zajištění nákladu a vlivy působící na náklad.

1.1 Základní právní předpisy

Základní právní předpisy jsou právně vymahatelná, příslušným orgánem ustanovená a fyzické a právnické osoby se jimi musí řídit, jinak jim hrozí postih. Porušení za nedodržení právních předpisů řeší dle závažnosti Policie ČR formou domluvy nebo uložením pokuty. Řidič musí napravit, chybné zajištění, uložení břemene nebo překročení maximální nosnosti vozidla. Finanční postih udělí Policie ČR dle zákona č. 250/2016 Sb. o odpovědnosti za přestupky a řízení o nich. V právních normách je ustanovena i zodpovědnost odesílatele a dopravce za danou přepravu a zajištění. V České republice je základní normou Občanský zákoník (zákon číslo 89/2012 Sb.), v něm jsou uvedeny základní informace o přepravě. Další právní normy, které se vztahují k zajištění nákladu, jsou uvedeny následovně.

Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích v platném znění

Tento zákon pojednává o uložení a upevnění nákladu a o povinnostech řidiče. Řidič musí zajistit bezpečnou přepravu nákladu a jeho upevnění, aby během přepravy nemohlo dojít k narušení stability samotného nákladu a tím i dopravního prostředku vlivem nedostatečného upevnění. Nejdůležitější části pro uložení a upevnění nákladu jsou zobrazeny v paragrafu 52 přeprava nákladu.

Ten pojednává o předmětech, které jsou umístěné ve vozidle. Tyto předměty nesmí během přepravy omezovat ani ohrožovat řidiče nebo osoby přepravované ve vozidle a nesmí překážet ve výhledu z místa řidiče. Stanovuje maximální přípustné hmotnosti vozidla a maximální přípustné hmotnosti na nápravu, která nesmí být při přepravě překročena. Pokud řidič nedodrží dané maximální přípustné hmotnosti, porušuje tím samotný zákon a svým jednáním poškozují pozemní komunikaci i samotný dopravní prostředek. Zákon dále uvádí, že náklad na vozidle musí být upevněn tak, aby nemohl ovlivňovat ovladatelnost a stabilitu vozidla během přepravy a neohrožoval bezpečnost účastníků silničního provozu na pozemních komunikacích. Stanovuje, jak má být náklad řádně označen, pokud přesahuje svými rozměry dopravní prostředek. Označení se provádí pomocí červeného praporeku

o minimálních rozměrech 300 x 300 milimetrů a při snížené viditelnosti je nutné přesahující náklad označit vpředu neoslňujícím bílým světlem a bílou odrazkou a vzadu červeným světlem a červenou odrazkou (1).

Důležitými právními předpisy jsou také Evropské normy, které platí po celé EU. Definují mezinárodní standard jednotného a řádného zajištění nákladu. Jedná se o pravidla, které určují zajištění a uložení nákladu a Evropské pokyny, které obsahují praktické rady pro všechny osoby, které se podílejí na nakládce a zajištění nákladu na dopravním prostředku. Jedná se o:

- ČSN EN 12195-1 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech: Výpočet přiřazovacích sil,
- ČSN EN 12195-2 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech: Přivazovací popruhy ze syntetických vláken,
- ČSN EN 12195-3 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech: Přivazovací řetězy,
- ČSN EN 12195-4 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech: Přivazovací ocelová drátěná lana,
- ČSN EN 12640 Fixace nákladu na silničních vozidlech – Vázací body na vozidlech pro přepravu zboží – Minimální požadavky a zkoušení,
- ČSN EN 12642 Fixace nákladu na silničních vozidlech – Konstrukce karosérie na užitkových vozidlech – Minimální požadavky,
- Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí.

ČSN EN 12195-1 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech: Výpočet přiřazovacích sil

Tato norma uvádí metody výpočtu zajišťovacích sil působící na břemeno na dopravních prostředcích a různé postupy pro zajištění břemene. V této normě jsou popsány metody pro zajištění břemene pomocí přivazování, blokování a jejich kombinace. Je tedy použitelná pro navržení zajištění břemen pro pozemní dopravu silničními vozidly nebo jejich částmi (valníky, návěsy, kontejnery). K tomuto účelu by měly být použity vhodné dopravní prostředky s příslušnými zařízeními pro blokování, zpevnění a zajištění nákladu, aby byla zajištěna bezpečnost dopravy. Dále norma pojednává o bezpečnosti dopravy, která se dá zaručit dimenzovaným zajištěním břemene. V této normě jsou uvedeny rozsahy nebezpečí, vyplývajících ze sil způsobených břemenem v průběhu dopravy. V normě je uveden koeficient zrychlení v podélném (ve směru a proti směru jízdy) a příčném směru (odstředivá

síla při průjezdu zatáčkou). Tento koeficient zrychlení udává maximální sílu, která může nastat během silniční přepravy (2).

ČSN EN 12195-2 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech:

Přivazovací popruhy ze syntetických vláken

Tato norma upravuje prostředky (přivazovací popruhy ze syntetických vláken) pro zajišťování břemen na silničních vozidlech. Norma pojednává o bezpečnostních požadavcích na přivazovací popruhy, které se vyrábí ze syntetických vláken s plochými tkanými popruhy (kurty) pro bezpečnou pozemní dopravu zboží na silničních vozidlech. Popruhy mohou být použity vícenásobně. Definuje požadavky na použití těchto přivazovacích prostředků a definuje důvody, kdy je nutné tyto přivazovací prostředky vyřadit z používání. Norma také specifikuje zkušební metody pro popruhy pro zajištění břemen, označení popruhu (identifikační štítek), na kterém se nachází maximální přivazovací únosnost (LC – lashing capacity), to je maximální síla pro použití v přímém tahu. V normě jsou zmíněny nebezpečí pro osoby, které mohou být ohroženy při manipulaci v průběhu napínání a odlehčení nákladu. Upozorňuje na možné zasažení převrženým nebo posunutým břemenem, poranění ruky nebo paže sevřením nebo stříhem v průběhu manipulace (3).

ČSN EN 12195-3 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech:

Přivazovací řetězy

Tato norma upravuje prostředky (přivazovací řetězy) pro zajišťování břemen na silničních vozidlech. Norma stanovuje bezpečnostní požadavky pro přivazovací sestavy s řetězy a řetězy samotnými, určeny pro bezpečnou přepravu zboží na silničních vozidlech. Dále jsou zde zmíněny informace na požadavky na testování řetězů a také uvádí, jak předcházet nebezpečím, které lze předpokládat při použití přivazovacích řetězů a při použití přivazovacích sestav s řetězy. Norma se vztahuje pouze na napínací zařízení s maximální ruční silou do 500 N, které je možné napínat ručně. Definuje podmínky pro použití nebo vyřazení těchto přivazovacích prostředků z používání (4).

ČSN EN 12195-4 Prostředky pro zajišťování břemen na silničních vozidlech:

Přivazovací ocelová drátěná lana

Tato norma upravuje prostředky (přivazovací ocelová drátěná lana) pro zajišťování břemen na silničních vozidlech. Norma stanovuje bezpečnostní požadavky na přivazovací plochá ocelová drátěná lana a na přivazovací ocelová drátěná lana, které jsou určeny pro bezpečnou přepravu zboží na silničních vozidlech. Dále jsou zde zmíněny informace na postup pro testování plochých přivazovacích ocelových drátěných lan a přivazovacích

ocelových drátěných lan. Uvádí, jak předcházet nebezpečím, které lze přepokládat při použití přivazovacích ocelových drátěných lan a plochých přivazovacích ocelových drátěných lan a při použití přivazovacích sestav s řetězy. Definiuje požadavky na použití těchto přivazovacích prostředků a definuje důvody, kdy je nutné tyto přivazovací prostředky vyřadit z používání (5).

ČSN EN 12640 Fixace nákladu na silničních vozidlech – Vázací body na vozidlech pro přepravu zboží – Minimální požadavky a zkoušení

Tato norma upravuje fixaci nákladu na silničních vozidlech a vázací body na vozidlech pro přepravu zboží. Norma se zabývá minimálními požadavky a zkušebními metodami pro vázací body (např. nosná síla a uspořádání vázacích bodů na návěsu). Vztahuje se na nákladní vozidla a návěsy s plochou konstrukcí ložné plochy, určené pro všeobecné použití, a o maximální povolené hmotnosti nad 3,5 tun. Norma se nevztahuje na vozidla, která jsou navržena a zkonstruována pro přepravu sypkých materiálů a také se nevztahuje na přepravu specifických nákladů, které vyžadují speciální požadavky na fixaci (6).

ČSN EN 12642 Fixace nákladu na silničních vozidlech – Konstrukce karosérie na užitkových vozidlech – Minimální požadavky

Norma se zabývá minimálními požadavky na karosérie vozidel (čelní a boční stěny) a návěsy nad 3,5 tuny pro přepravu zboží. Stanovuje základní požadavky a specifikuje zkušební metody pro bočnice, čelní a zadní stěnu na vozidlech a návěsech. Norma se nevztahuje na vozidla, která jsou navržena a zkonstruována pro přepravu sypkých materiálů a také se nevztahuje na přepravu specifických nákladů, které vyžadují speciální požadavky na fixaci (7).

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí

Dohoda ADR „přeprava nebezpečných věcí“ řeší další ustanovení o podmínkách nakládky, přepravy, manipulaci s nákladem a upevnění nákladu na vozidle. Dohoda ADR (v části 7, kapitole 7.5 oddílu 7.5.7 Manipulace a ukládání) pojednává o problematice ukládání a zajištění nákladu na vozidle. Náklad (kusové zásilky obsahující nebezpečné věci nebo nebalené nebezpečné předměty) ve vozidle nebo v kontejneru musí být řádně zajištěn vhodnými zajišťovacími prostředky (upínací pásy, posuvné přepážky, stavitelné opěrky). Zajišťovací prostředek musí být vhodně zvolen k zadržení nákladu, aby zamezil pohybu a případnému poškození nákladu během přepravy, a přitom nesmí náklad poškodit. Pokud jsou s nákladem přepravovány nebezpečné věci, musí být veškerý náklad uložen a upevněn

tak, aby se zabránilo uvolnění nebezpečných věcí. Vyplněním volných mezer použitím zakliňovacích nebo blokačních fixačních prostředků se může zamezit pohybu kusů (8).

1.2 Nehodovost v nákladní dopravě

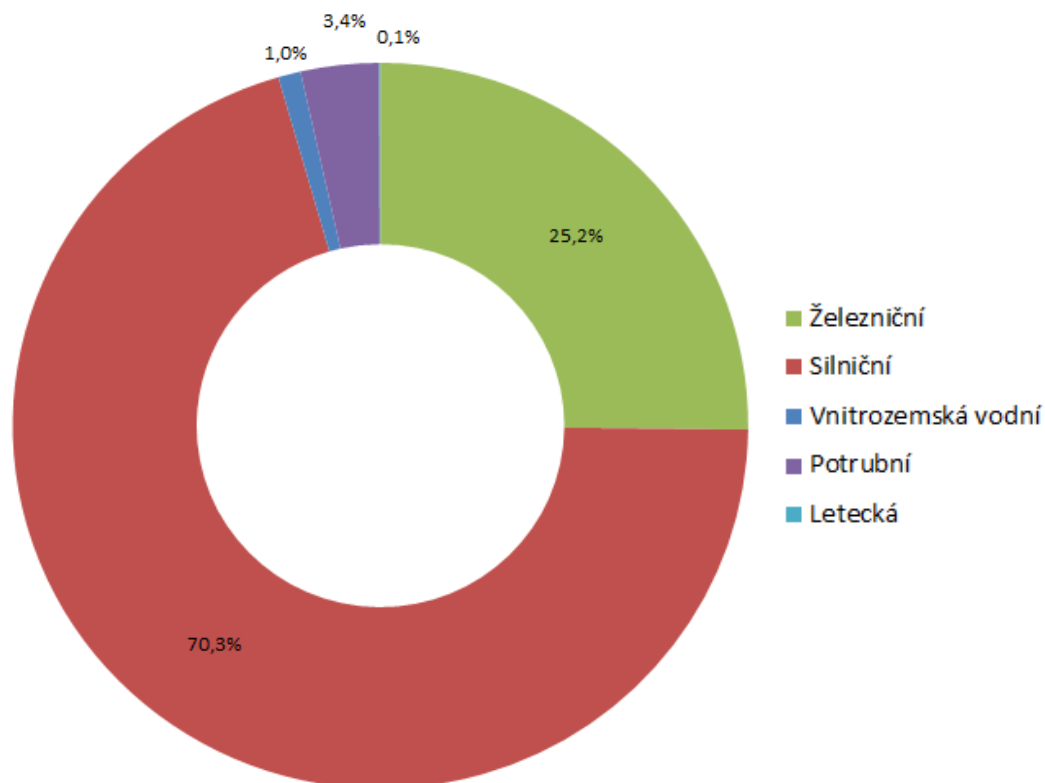
V dnešní době se v České republice většina nákladu přepravuje pomocí silničních dopravních prostředků. Převážný objem nákladní dopravy v ČR v roce 2017 uskutečněný pomocí silniční dopravy byl přes 450 000 000 tun nákladu. Srovnání mezi ostatními druhy dopravy v přepravním objemu a výkonu je znázorněno v tabulce 1 (9).

Tabulka 1 Srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy v roce 2017

Druh dopravy	Přepravní výkony [mil. tkm]	Přepravní objem [tis. tun]	Podíl na přepravních výkonech [%]
Železniční	15 843	96 516	25,2
Silniční	44 274	459 433	70,3
Vnitrozemská vodní	623	1 568	1,0
Potrubní	2 165	13 453	3,4
Letecká	32	6	0,1
Celkem	62 936	570 976	100

Zdroj: Autor na základě podkladů (9)

Jak je z tabulky 1 patrné, nejvíce je využívána pro přepravu nákladu silniční doprava. Podíl každého módu dopravy v celkovém přepravním objemu vystihuje obrázek 1.



Zdroj: Autor na základě podkladů (9)

Obrázek 1 Struktura nákladní dopravy v ČR v roce 2017

Vysoký objem přepravy nákladu uskutečňovaný silniční dopravou zapříčiňuje vysoký výskyt silničních dopravních prostředků na pozemních komunikacích. Kvůli vysokému výskytu silničních vozidel může často docházet k dopravním nehodám. V roce 2017 bylo způsobeno 103 821 dopravních nehod. Většinou jsou dopravní nehody způsobeny jinou příčinou (nevěnování se řízení vozidla, nesprávné otáčení nebo couvání a nedodržování bezpečné vzdálenosti za vozidlem) než špatným upevněním a uložením nákladu. Nehodovost zaviněná špatným upevněním a uložením nákladu, je menší než 1 % z celkového počtu dopravních nehod, jedná se přibližně o 100 nehod způsobených za celý rok. Způsobených nehod v roce 2017 zaviněné řidiči nákladních vozidel bylo 11 811. Porovnáním s rokem 2016 je zaznamenán patřičný nárůst (v roce 2016 jich bylo zaviněno 11 177). Zvýšení počtu nehod neznamená zvýšení počtu usmrcených. V roce 2016 došlo k usmrcení 80 osob, ale v roce 2017 došlo k 74 smrtelným nehodám, které byly zaviněny řidiči nákladních vozidel. Nejvíce dopravních nehod zavinili řidiči nákladních vozidel s hmotností do 3,5 tuny, jak ukazuje tabulka 2 (10).

Tabulka 2 Nehody způsobené podle hmotnosti vozidel pro rok 2017

Hmotnost nákladního vozidlo	Počet nehod
Do 3,5 tun	5 517
Nad 3,5 do 7,5 tun	1 015
Nad 7,5 do 12 tun	1 403
Nad 12 tun	3 798

Zdroj: Autor na základě podkladů (10)

Během přepravy by náklad na ložné ploše měl být dostatečně zabezpečen proti sklouznutí, překlopení a posunutí. Měl by být zabezpečen například uvázáním, blokováním nebo kombinací těchto metod. Bezpečnou přepravu ovlivňuje především vhodný výběr dopravního prostředku. Důležité je určit zatížení ložné plochy (správná poloha těžiště a rozmístění nákladu) a správné upevnění nákladu. Nesmí se opomenout na dostatečné zajištění dveří a bočnic proti samovolnému otevření. Je důležité umístit nejtěžší náklad dolu na ložnou plochu a lehčí části nakládat nahoru (umístit je na těžší části). Zabrání se tím znehodnocení nebo zničení nákladu, který by nemusel unést tíhu na něj uloženou. Správně uložený náklad může zlepšit stabilitu vozidla při jízdě v zatáčce nebo při působení bočního větru.

Pro zajištění bezpečnější přepravy jsou k dispozici školení pro řidiče vozidel, manipulačních pracovníků a všech ostatních subjektů, kteří se podílejí na přepravě. Cílem školení je zvyšovat informovanost o způsobech uložení a zajištění nákladu a manipulaci. Řidič nákladního vozidla nad 3,5 tuny by měl absolvovat školení alespoň jednou za rok. Pro správné zajištění je třeba, aby odesílatel poskytl veškeré informace o nákladu dopravci. Řidič je povinen zajistit náklad podle nařízené legislativy, školení a svých zkušeností. Při nakládání nákladu má řidič dostatek času, a tedy i možnost správného zajištění. Během řízení vozidla řidiči podceňují působící fyzikální síly na náklad při projíždění zatáčkami nebo brzdění. Pokud se k tomu připojí další faktory (chybné zajištění a uložení) může dojít k sesuvu, spadnutí nebo odlétávání přepravovaného nákladu, a to může vést k poškození vozidla, ke smyku vozidla nebo jeho převrácení. Nevhodné způsoby nakládky (11, 12):

- Nástavba vozidla je v nevyhovujícím stavu – vozidlo z důvodů konstrukčního řešení neumožňuje spolehlivé upevnění nákladu,
- Nástavba pro přepravu nákladů bez kotevních úchyťů – týká se to hlavně starších typů vozidel (chybí kotevní úchyty),
- Neupevněný nebo nedostatečně upevněný náklad na otevřených vozidlech,
- Vozidlo je přetížené nesprávně uloženým nákladem,

- Nevhodné užití vrchního uvázání,
- Vázací prostředky jsou v nevyhovujícím stavu.

Tabulka 3 ukazuje počet nehod způsobených nesprávným uložením nákladu. Do číselné hodnoty v tabulce se zahrnuje kromě špatného ukotvení nákladu také ztráta části převáženého nákladu a další položky.

Tabulka 3 Počet nehod způsobených nesprávným uložením nákladu

Rok	Počet nehod
2014	107
2015	122
2016	101
2017	124
ke dni 19. 11. 2018	94

Zdroj: Autor na základě podkladů (10)

1.3 Vlivy působící na náklad

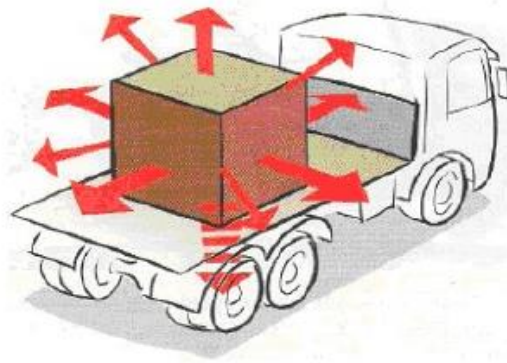
Na náklad působí mnoho vlivů, které mohou způsobit poškození nebo znehodnocení nákladu. Velikost působení vlivů je závislá nejen na druhu a intenzitě působení, ale i na povaze převáženého nákladu a jeho odolnosti proti těmto vlivům. Je velmi důležité věnovat těmto vlivům pozornost, protože většinou působí současně a o to intenzivněji (například současné působení kyslíku, teploty a vlhkosti). Je tedy nutné omezit nebo zmírnit následky, které mohou vlivy způsobit. Vlivy působící na náklad se dají rozdělit na mechanické a klimatické (13).

1.3.1 Mechanické vlivy

V průběhu přepravy je náklad vystaven určitému mechanickému namáhání, které je charakteristické nejen pro silniční přepravu, ale i pro ostatní druhy přepravy. Mechanické namáhání vzniká při jízdě dopravního prostředku, manipulaci (nakládka, překládka, vykládka) a skladování. Patří mezi ně vibrace, tření, nárazy a otřesy a tlak na náklad. Velikost mechanického namáhání při manipulaci je dána druhem použitého technického zařízení pro manipulaci s nákladem. Dále jeho velikost ovlivňuje druh použitého přepravního obalu, četnost přepravních manipulací s nákladem a kvalita práce manipulačních zaměstnanců. Účinky mechanického namáhání lze ovlivnit použitím vhodného obalového materiálu, správného ložení na dopravní prostředek a použitím vhodných a dostatečných zajišťovacích prostředků, které mohou těmto vlivům zamezit (14).

Síly působící na náklad

Úkolem zajišťovacích prostředků je zajištění a zabezpečení nákladu proti silám, které na něj působí a pomáhají tak zabránit pohybu, převrácení nebo pádu. Aby se určil dostatečný počet zajišťovacích prostředků, musí se brát v úvahu síly, které na náklad působí (obrázek 2). Během jízdy silničního vozidla po pozemní komunikaci působí na náklad ve třech základních směrech setrvačné síly. Takto vzniklé síly jsou nebezpečné a mohou ovlivnit chování přepravovaného nákladu během přepravy a tím mohou ovlivnit chování dopravního prostředku (15).



Zdroj: (16)

Obrázek 2 Síly působící na náklad

Setrvačná síla

Jedná se o sílu, která vzniká jako důsledek změny pohybového stavu dopravního prostředku v podélném směru (při rozjíždění, brzdění vozidla), při změně směru jízdy dopravního prostředku (zatačení) a změny vertikální polohy vozidla. Setrvačné síly působí proti těmto změnám. Hmotností nákladu (ložné jednotky) a velikostí zrychlení (zpomalení) je dána setrvačná síla (17), pro kterou platí vztah (1):

$$F_s = m \cdot a \quad [N] \quad (1)$$

kde:

F_s setrvačná síla [N],

m hmotnost [kg],

a zrychlení [$m \cdot s^{-2}$].

Aby náklad byl v dopravním prostředku řádně zajištěn, je potřeba vycházet z maximálních hodnot zrychlení (zpomalení), kterých může být dosaženo v jednotlivých směrech. Pro označení maximálních hodnot zrychlení (zpomalení) se používá faktor zrychlení

(g-faktor), který vyjadřuje výslednou změnu směru a rychlosti vznikající při rozjíždění, brzdění vozidla nebo při změně směru (15). Pro výpočet faktoru zrychlení platí (2):

$$f_z = \frac{a}{g} \quad [-] \quad (2)$$

kde:

f_z faktor zrychlení [-],

a zrychlení [$m \cdot s^{-2}$],

g gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$].

Výsledný tvar vzorce pro výpočet setrvačné síly s použitím faktoru zrychlení bude dle vztahu (3):

$$F_s = f_z \cdot m \cdot g \quad [N] \quad (3)$$

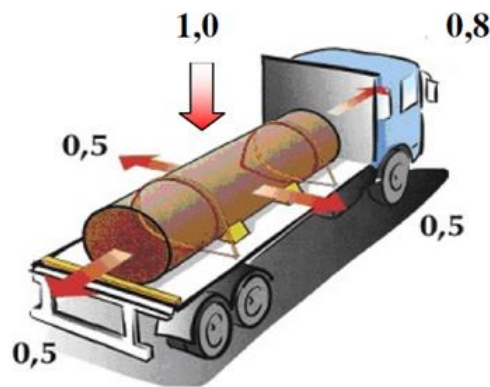
kde:

F_s setrvačná síla [N],

f_z faktor zrychlení [-],

m hmotnost [kg],

g gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$].



Zdroj: (16)

Obrázek 3 Působení setrvačných sil

Obrázek 3 ukazuje působení sil, které působí na silniční dopravní prostředek. V podélném směru působí síla ve směru jízdy, která vzniká při brzdění vozidla, jedná se tedy o sílu zrychlující a může dosáhnout 0,8 násobku hmotnosti nákladu. V podélném směru působí také síla proti směru jízdy, která vzniká při rozjezdu vozidla, jedná se o sílu zpomalující a může dosáhnout 0,5 násobku hmotnosti nákladu. V příčném směru působí síla

odstředivá, která vzniká, když vozidlo projíždí zatáčkou a může dosáhnout 0,5 násobku hmotnosti nákladu (15).

Tíhová síla

Jedná se o sílu, která je způsobena zemskou přitažlivostí. Síla, která působí na náklad vždy směrem dolů na ložnou plochu dopravního prostředku ve svislém směru (obrázek 4). Vzorec (3) pro tíhovou sílu je součin hmotnosti nákladu a tíhového zrychlení. Tíhové zrychlení je na různých místech Země jiné a pro naši zeměpisnou polohu se uvádí hodnota $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (18).

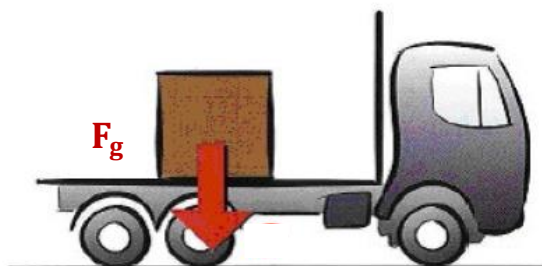
$$F_g = m \cdot g \quad [\text{N}] \quad (3)$$

kde:

F_g tíhová síla [N],

m hmotnost [kg],

g gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$].



Zdroj: (16)

Obrázek 4 Působení tíhové síly

Odstředivá síla

Odstředivá síla je setrvačná síla, která působí na náklad na dopravním prostředku při průjezdu zatáčkou (při křivočarém pohybu, viz obrázek 5). Vzniká tak, že náklad klade odpor při změně pohybu (jízda do zatáčky nebo při vyhýbacím manévru). Náklad si na základě své setrvačnosti snaží zachovat původní směr (snaží setrvat v přímočarém pohybu). Čím větší je rychlost vozidla a hmotnost nákladu a čím menší je poloměr zakřivení, tím větší je odstředivá síla. Velikost síly závisí na hmotnosti nákladu, rychlosti pohybu vozidla a poloměru zakřivení. Odstředivá síla odpovídá maximálně jedné polovině hmotnosti nákladu (17) a pro výpočet odstředivé síly se používá vztah (4):

$$F_o = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad [N] \quad (4)$$

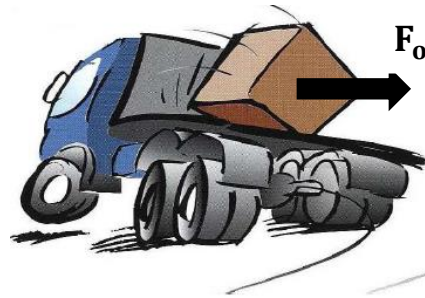
kde:

F_o odstředivá síla [N],

m hmotnost [kg],

v rychlost [$m \cdot s^{-1}$],

r poloměr [m].



Zdroj: (16)

Obrázek 5 Odstředivá síla

Třecí síla

Jedná se o sílu, která působí mezi spodní stranou nákladu a vrchní stranou ložné plochy dopravního prostředku. Vzniká vlivem nerovnosti povrchu při pohybu tělesa. Působí opačným směrem než vnější síly působící na náklad, jak ukazuje obrázek 6. Třecí síla je závislá na velikosti součinitele tření. Čím větší je členitost povrchu, tím větší je součinitel tření a tím méně musí být náklad zajištěn proti posunutí, jeho velikost tedy závisí na členitosti (nerovnosti) a přilnavosti ploch a také závisí na stavu těchto ploch, zda jsou suché, mastné nebo mokré. Součinitel tření je specifikovaný pro různé materiály (15, 19). Výpočet třecí síly se provádí pomocí vztahu (5):

$$F_T = \mu \cdot m \cdot g \quad [N] \quad (5)$$

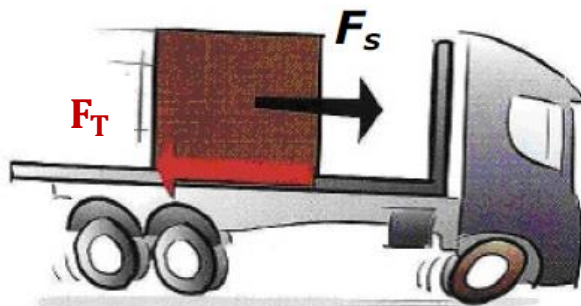
kde:

F_T třecí síla [N],

μ součinitel tření [-],

m hmotnost [kg],

g gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$].



Zdroj: (16)

Obrázek 6 Třecí síla

Tabulka 4 ukazuje hodnoty součinitele tření dvou různých materiálů v určitých podmínkách. Účinky třecí síly se dají zvýšit použitím protiskluzových podložek.

Tabulka 4 Hodnoty součinitele tření

Dvojice materiálů	Suchý	Mokrý	Mastný
Dřevo / dřevo	0,20 – 0,50	0,20 – 0,25	0,05 – 0,15
Kov / dřevo	0,20 – 0,50	0,20 – 0,25	0,02 – 0,10
Kov / kov	0,10 – 0,25	0,10 – 0,20	0,01 – 0,10
Beton / dřevo	0,30 – 0,60	0,30 – 0,50	0,10 – 0,20

Zdroj: (15)

Tabulka 5 ukazuje velikost hodnoty součinitele tření, při kterém náklad začne klouzat dolů z ložné plochy.

Tabulka 5 Součinitel tření a úhel sklonu

Úhel sklonu ložné plochy [°]	Součinitel tření μ [-]
5,7	0,1
11,3	0,2
14	0,25
16,7	0,3
19,2	0,35
21,8	0,4

Zdroj: (20)

Zajišťovací síla

Jedná se o sílu, kterou musí zachytit zajišťovací prostředky nebo musí být zachycena nástavbou dopravního prostředku, aby se náklad nemohl pohybovat v dopravním prostředku. Zajišťovací síla je tedy potřebná pro bezpečné zajištění nákladu na ložné ploše bez nežádoucího pohybu. Minimální zajišťovací síla se vypočítá dle vztahu (6) jako rozdíl setrvačné a třecí síly, která působí mezi ložnou plochou vozidla a nákladu (15).

$$F_z = F_s - F_T \quad [N] \quad (6)$$

kde:

F_z zajišťovací síla [N],

F_s setrvačná síla [N],

F_T třecí síla [N].

Vibrace

Vibrace vznikají při jízdě dopravního prostředku po nerovnostech na pozemní komunikaci. Jedná se o kmitavý pohyb, který se projevuje přerušovaným spojením mezi nákladem a ložnou plochou a dochází tak ke snižování účinků třecí síly. Snižování účinků třecí síly může způsobit posunutí nákladu v nákladovém prostoru. V nejhorším případě mohou vibrace způsobit rozkmitání samotného vozidla a jeho převrácení (15).

1.3.2 Klimatické vlivy

V průběhu přepravy mohou na náklad působit klimatické vlivy. Mezi klimatické vlivy patří voda (déšť) a s tím spojená vlhkost, nízké a vysoké teploty, vítr, sluneční záření a prach. Velikost působení klimatických vlivů zásadně ovlivňuje délka trasy přepravy. Při dlouhých přepravách dochází k delšímu působení klimatických vlivů a mohou se během přepravy razantně změnit klimatické podmínky. Největší vliv na náklad má teplota (hlavně při přepravě rychle zkazitelných věcí), protože ovlivňuje rychlost chemických reakcí (koroze), biochemických procesů (klíčení, zrání) a také množení mikroorganismů (bakterie, plísně). Změnou teploty mohou vzniknout vodní páry, které znehodnocují náklad. Při nízké teplotě může způsobit změnu vlastností nákladu (křehnutí plastů při nízkých teplotách) a mění skupenství látky (tání a tuhnutí). Teplota působí na náklad i nepřímo v důsledku rozdílu mezi teplotou povrchu zboží a vzduchu dochází ke kondenzaci a vzniklá voda může způsobit znehodnocení nákladu. Je nutné chránit náklad proti těmto a dalším klimatickým vlivům, které mohou negativně ovlivnit vlastnosti nákladu nebo mohou náklad poškodit (znehodnotit). Každý náklad podle svých vlastností vyžaduje určitou ochranu proti vlivům, které ho můžou

poškodit. Pro zachování co nejvyšší možné jakosti zboží během celého přepravního procesu ke konečnému zákazníkovi a ochraně proti působení negativních účinků na náklad, lze použít (13, 15, 21):

- Dopravní prostředky,
- Plachty,
- Prostředky proti vlhkosti,
- Obalový materiál.

Dopravní prostředky

Zamezit nebo omezit působení klimatických vlivů na náklad se dá provést za pomoci vhodně zvoleného dopravního a přepravního prostředku. Pro přepravu nákladu existuje veliký výběr prostředků pro různé druhy nákladu, které umožňují dopravcům přepravit náklad v požadované kvalitě k cílovému zákazníkovi, a tedy ochránit náklad před negativními vlivy. Používají se zejména skříňové (kryté) dopravní prostředky (obrázek 7) a kontejnery (obrázek 8), jejímž prostřednictvím se dá zabránit většině klimatickým vlivům na náklad. Pro přepravu nákladu citlivého na změnu teploty (rychle zkazitelné věci jako maso, ryby, ovoce) se používají speciální prostředky, které jsou izotermické nebo mají v sobě zabudované zařízení na udržení teplotních podmínek. Prostředky mohou být vyhřívané, chlazené, chladicí a mrazící pro udržení teplotních podmínek používají strojní zařízení, plyny nebo suchý led.



Zdroj: (22)

Obrázek 7 Skříňové nákladní vozidlo



Zdroj: (23)

Obrázek 8 Chladicí kontejner

Plachty

Dalším prostředkem pro ochranu nákladu před klimatickými vlivy jsou krycí plachty. Slouží hlavně pro přikrytí nákladu. Aby se mohly použít, musí být dopravní prostředek přizpůsoben na uchycení krycích plachet. Plachta musí být z pevného nepromokavého materiálu (nylon, PVC, polyethylen), aby vydržela povětrnostním vlivům a vodě při jízdě dopravního prostředku. Musí být opatřena kroužky, oky (většinou kovové umístěné přímo v plachtě, obrázek 9) nebo jsou na dolní straně plachty nanýtovány spony s kurtami (obrázek 10). Tyto prostředky slouží pro upevnění plachty k dopravnímu prostředku a jejímu řádnému napnutí, aby nedocházelo nadzvednutí větrem a neovlivňovala tak stabilitu vozidla. Pokud se nakládka nebo vykládka provádí z boku nebo z vrchu, kde je upevněna plachta nesmí být k dopravnímu prostředku pevně přidělána a musí její upevnění zajistit snadnou a rychlou manipulaci, popřípadě její odstranění. Náklad musí být řádně zajištěn, protože plachta nenahrazuje zajišťovací prostředky (11, 15).



Zdroj: (24)

Obrázek 9 Uchycení plachty pomocí kroužků



Zdroj: (25)

Obrázek 10 Plachta opatřena nanýtovanými sponami s kurtami

Vysoušecí prostředky

Zboží se během skladování nebo transportu (zejména při lodní přepravě) může zapařit, dochází k tomu hlavně v uzavřených přepravních prostředcích (kontejnerech). Vlivem působení vzdušné vlhkosti na náklad dochází ke korozi, zvlhnutí či vzniku plísní. K ochraně proti těmto vlivům pomůže vhodný obal a k udržení optimálního mikroklimatu uvnitř přepravního prostředku slouží vysoušecí prostředky (obrázek 11), které stahují vlhkost do sebe. Vysoušecí prostředky dokáží pojmout na 1 kg vysoušedla až 30 dkg vody. Mohou být z:

- Přírodních surovin – bentonit neboli aktivní jíl, jedná se o směs různých jílovitých materiálů. Nejdůležitější složkou je minerál montmorillonit,
- Chemických surovin – silikagel jedná se o granulky oxidu křemičitého, které jsou vysoce porézní.

Vysoušecí prostředky mohou být regenerovány silným zahříváním na teplotu v rozmezí 120 – 150 °C. Potřebné množství jednotek vysoušedla se pak určuje podle DIN 55474 (26, 27).



Zdroj: (26)

Obrázek 11 Vysoušecí prostředky

Obalový materiál

Příspěvá k ochraně nákladu proti mechanickým a klimatickým vlivům. Je tedy vhodné před samotnou nakládkou zboží zvolit vhodný typ obalu. Obal by měl především odpovídat povaze nákladu. Chrání zboží před znečištěním, prachem a poškozením při převozu. Existuje velké množství obalového materiálu, které se liší použitím (na určitý druh nákladu), materiálem (z čeho je vyroben) a vlastnostmi (26).

- Balicí papír s vrstvou plastu (polyethylen) zvyšuje odolnost proti vnikání vody a vodních par. Hodí se pro balení strojírenských a potravinářských výrobků,
- Balicí papír opatřen jednostrannou vrstvou parafínu. Poskytuje ochranu proti korozi, prachu a nečistotám během skladování a přepravy. Je vhodný pro balení kovových předmětů,
- Bariérová třívrstvá fólie skládá se z polyesteru (zaručuje fólii pevnost), hliníku (pro mechanickou ochranu), polyetylenu (pro dokonalé svaření fólie). Obal slouží k ochraně zboží proti klimatickým vlivům, agresivním plynům, UV záření, olejům, kyselinám a mikroorganismům při přepravě nebo skladování,
- Polyetylenové fólie zajišťují ochranu proti vlhkosti, prachu a povětrnostním vlivům a také slouží k fixaci zboží na úložných prostředcích (paletách),
- Bublínková fólie z polyetylenu slouží k ochraně zboží (zejména sklo, porcelán a nábytek) před mechanickým poškozením.

2 ULOŽENÍ A ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU

Pro bezpečnou přepravu nákladu je základní podmínkou zvolení vhodného dopravního prostředku pro přepravovaný druh zboží, správné rozložení nákladu na ložné ploše a jeho upevnění a zajištění proti pohybu za jízdy. Tato kapitola ukazuje možné způsoby správného uložení nákladu na dopravním prostředku a jeho zajištění proti nechtěnému samovolnému pohybu. Jsou zde znázorněny druhy zajišťovacích prostředků a jejich použití v silniční dopravě.

2.1 Uložení nákladu na ložné ploše silničního vozidla

Už samotný způsob uložení nákladu na ložné ploše, má podstatný vliv na zajištění a počtu zajišťovacích prostředků a také ovlivňuje jízdní vlastnosti vozidla. Náklad na vozidle musí být rozložen rovnoměrně tak, aby se ve vozidle nemohl pohybovat nebo z něj spadnout. Dále nesmí přesahovat svými rozměry obrys vozidla o povolené rozměry (pokud přesahuje, je nutné ho správně označit). Při uložení nákladu je potřebné brát v úvahu jeho hmotnost, rozměry, množství a jeho vlastnosti (křehkost). Nesmí se opomenout na vlastnosti a druhu obalu použitého při přepravě. Vhodně zvolený druh přepravní jednotky (paleta, klec, přepravka) může usnadnit manipulaci a uložení nákladu.

Řidič by měl být přítomen u ložení nákladu do dopravního prostředku. Musí znát hmotnost, rozměry a množství nakládaného nákladu a maximální nosnost vozu a zatížení jednotlivých náprav, které nesmí překročit. Pokud řidič nemá přístup k nakládce vozidla, nese riziko osoba, která měla nakládku na starost. K dosažení správného rozložení a uložení nákladu pomáhá ložný plán. Pomocí něj lze dosáhnout maximálního využití přepravní kapacity dopravního prostředku a optimálního rozložení. K navržení ložného plánu mohou pomoci existující programy například (26, 28, 29):

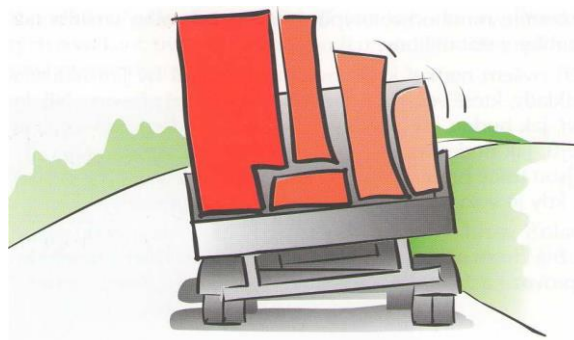
- EasyCargo – jeho pomocí, lze simulovat nakládku dopravního prostředku a určit nejefektivnější využití ložného prostoru a optimální rozmístění nákladu. Do programu se zadají rozměry (délka, šířka, výška), hmotnost a množství přepravovaného nákladu a vybere se nákladový prostor. Pak se spustí výpočet nákladového plánu, který vyobrazí, jak nejlépe naložit náklad, kolik zbývá volného místa a zatížení dopravního prostředku. V programu je možné nastavit u každé položky omezující parametry (stohování, klopení a natáčení). EasyCargo umožňuje rozdělení nákladu do skupin podle cílových destinací, to zajistí společné umístění nákladu pro stejnou destinaci. Pořadí skupin pak odpovídá

pořadí naložení a následně vyložení nákladu. Program umí zkontrolovat, zda nedošlo k přetížení na jednotlivých nápravách dopravního prostředku,

- Load Designer – s tímto programem, lze vytvořit ložný plán (dopravního prostředku nebo kontejneru) a optimalizovat ložný prostor podle využití místa, vykládky, typu kontejnerů, nákladů na cestu. Umožňuje optimální uložení nákladu na libovolný počet a druh palet. Provádí kontroly podle omezujících podmínek (maximální zatížení jednotlivých náprav),
- Truck load – program umožňuje navrhnout rozložení nákladu na zatížení jednotlivých náprav tak, aby nebyly překročeny předepsané hodnoty. Pro výpočet zatížení náprav se musí zadat údaje o nákladu (rozměry, hmotnost) a technické parametry vozidla podle technického průkazu. Ze zadaných dat program zpracuje graf rozložení nákladu. Tento program umí vypočítat počet upínacích prostředků pro zajištění nákladu.

Tvorba ložného plánu je v praxi ponechána nejčastěji na zkušenostech a odhadu řidiče. K vytvoření ložného plánu jsou potřebné přesné informace o vlastnostech nákladu, které řidič většinou nemá k dispozici, ale i kdyby je měl, nebyl by schopen dokonale rozložit náklad na ložnou plochu. Protože se obvykle nenakládá zásilka o stejných rozměrech nebo hmotnosti. Řidič má možnost rozložení ověřit má-li k dispozici v areálu nakládky silniční váhu (15, 19).

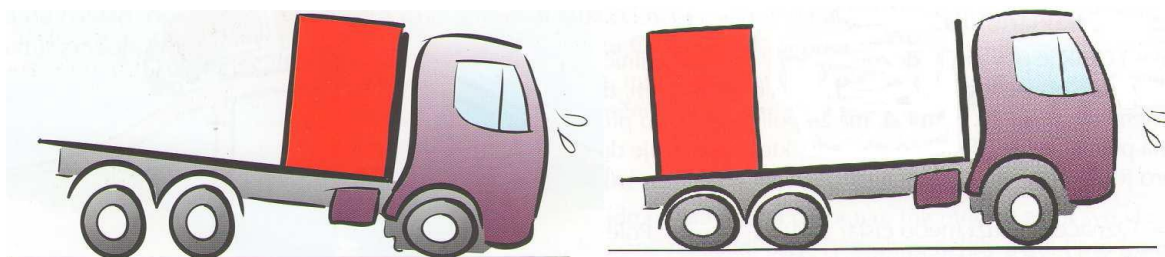
Jízdní vlastnosti dopravního prostředku ovlivňuje rozložení nákladu na ložné ploše, protože je zodpovědný za umístění těžiště dopravního prostředku. Nevhodně umístěné těžiště negativně působí na stabilitu nákladu a jeho prostřednictvím i na stabilitu vozidla. Těžiště působí na rozložení hmotnosti na jednotlivé nápravy (náklad je pouze na jedné straně ložné plochy nebo jeho těžší část). Dochází tak k přetížení jedné strany dopravního prostředku, jak je znázorněno na obrázku 12 (11, 20, 30).



Zdroj: (20)

Obrázek 12 Boční přetížení vozidla

Další možnost chybně uloženého a rozloženého nákladu je naložení těžkého nákladu blízko přední nebo zadní části ložné plochy (obrázek 13).



Zdroj: (20)

Obrázek 13 Přetížení zadní a přední části vozidla

Tyto situace způsobují špatnou stabilitu, zhoršené jízdní vlastnosti a zvýšené opotřebení přetížené strany (pneumatiky, tlumiče, pérování) a zvyšuje se riziko vzniku dopravní nehody. Při přetížení přední části dochází k přetáčení vozidla (u návěsu se zvyšuje naklánění soupravy), přetížení zadní části způsobuje nedotáčení vozidla (u návěsu se zvyšuje nebezpečí zalomení soupravy). Správnou nakládkou by se mělo zajistit co nejnižší těžiště, toho lze dosáhnout naložením nejtěžších částí nákladu dopod a lehčí části dát na něj (nahoru), pokud to charakter přepravovaného zboží dovoluje. Nízko položené těžiště zvyšuje bezpečnost při jízdě a zlepšuje jízdní vlastnosti dopravního prostředku (11, 20, 30).

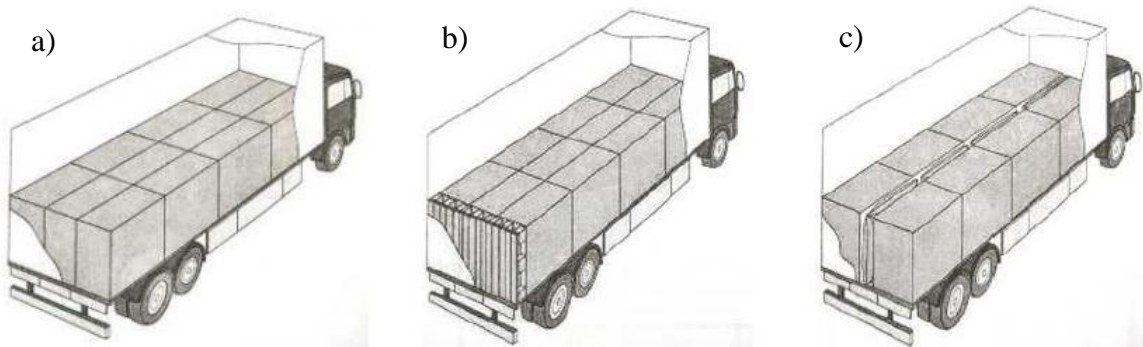
Náklad uložený na ložné ploše dopravního prostředku se po celou dobu přepravy nemůže hnout z místa ani při působení vnějších sil. Jedná se o nepohyblivé uložení nákladu, který se provádí těmito způsoby (15):

- Kompaktní způsob uložení,
- Nekompaktní způsob uložení.

2.1.1 Kompaktní způsob uložení

Náklad se naloží na ložnou plochu těsně vedle sebe a přiléhá k čelní, zadní stěně nebo bočnicím. Zapře se, tak o pevnou stěnu, sloupek nebo o vedlejší náklad, aby se zabránilo jeho posunutí v podélném a v příčném směru. Náklad tvoří ve skříni dopravního prostředku tzv. kompaktní celek. Maximální přípustná mezera mezi jednotlivými kusy nákladu je 3 cm. Jinak je zapotřebí volný prostor vyplnit (hrozil by pohyb nákladu) pomocí vhodných vytěšňovacích prostředků (volné palety, vzduchové vaky, pěnová hmota, kartónové pažení). Vytěšňovací prostředky z materiálu, který může zmenšit svůj objem nebo se trvale deformovat se nesmí k vyplnění volného prostoru používat. Kompaktní způsob

uložení vyžaduje zesílenou čelní stěnu, pevnější konstrukci a zesílené boční plachty. Podle požadavků normy ČSN EN 12 642 XL, protože nástavba musí zachytit všechny síly, které vzniknou během přepravy. Tento způsob uložení je vhodný pro náklad, který je dostatečně pevný, aby se nezničil, nepoškodil nebo neznehodnotil. Dále je vhodný pro náklad stejného charakteru uloženého ve stejném obalu, jako jsou palety, sudy, přepravní bedny. Na obrázku 14 jsou zobrazeny možnosti kompaktního uložení (11, 12, 15, 19).



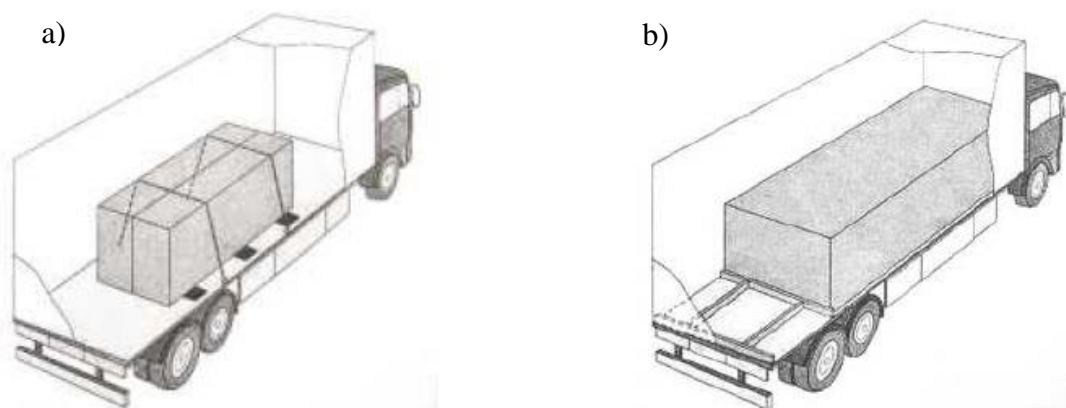
Zdroj: (15)

Obrázek 14 Kompaktní způsob uložení

- a) Způsob uložení nákladu bez mezer,
- b) Vzniklá mezera na konci nástavby vyplněna paletami,
- c) Mezera mezi nákladem vyplněna pomocí vzduchových vaků.

2.1.2 Nekompaktní způsob uložení

Pokud není možné náklad zablokovat pomocí čel a bočnic, protože není k dispozici dostatečný počet kusů nákladu nebo je náklad tvarově rozlišný nebo se překročí povolená hmotnost na jednotlivé nápravy vozidla, když by náklad měl tvořit kompaktní celek. Proveďte se zablokování nákladu proti posuvu, pomocí trámek, klínů nebo i volných palet. Ale pouze v případě, kdy nehrozí převrácení nákladu, jinak je zapotřebí náklad zajistit ještě vázacími prostředky. U nekompaktního způsobu uložení stačí nástavba, která splňuje normu ČSN EN 12 642 L. Konstrukce nástavby neumožňuje boční zátěž, proto je nutné náklad zajistit zajišťovacími prostředky. Tyto prostředky musí zachytit všechny setrvačné síly (příčné, podélné i svislé) ve všech směrech, které vzniknou během přepravy. I u tohoto způsobu uložení se může náklad opřít o nástavbu vozidla a zajišťovací prostředky pak přenáší jen část setrvačných sil. Obrázek 15 zobrazuje příklady nekompaktního způsobu uložení nákladu (11, 12, 15, 19).



Zdroj: (15)

Obrázek 15 Nekompaktní způsob uložení

- a) Zajištění nákladu pomocí vázacích prostředků (vrchní uvázání) doplněné protiskluzovou podložkou,
- b) Zablokování nákladu opřením o čelní a boční stranu, vzadu se náklad opírá o konstrukci z dřevěných trámků.

2.2 Způsoby zajištění nákladu

Jak je v první kapitole zmíněno, tak během přepravy na přepravovaný náklad působí negativní síly. Vlivem těchto sil dochází k poškození nákladu, a proto je nutné zamezit jejich působení do takové míry, aby riziko poškození nákladu bylo téměř zanedbatelné. Toho lze docílit správným výběrem dopravního nebo přepravního prostředku, správným uložením nákladu na ložnou plochu, a hlavně správně zvoleným způsobem zajištění. Snahou je tedy zabezpečit náklad a zabránit mu v pohybu v podélném a příčném směru. K zabránění těmto pohybům je možné použít (11):

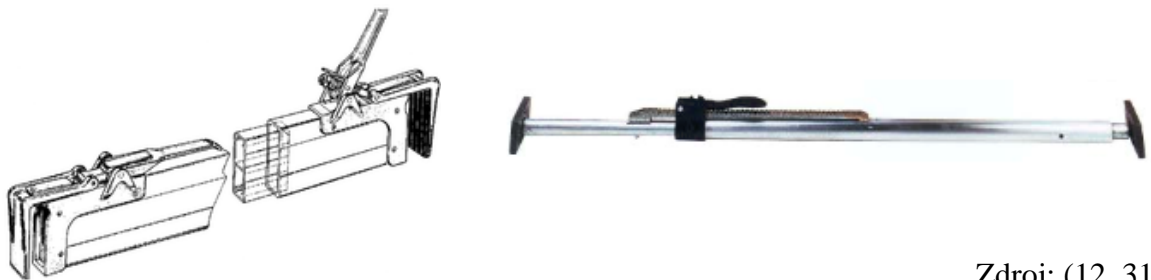
- Blokování,
- Přivázání.

2.2.1 Blokování

Při tomto způsobu zajištění je náklad zabezpečen opřením o čelní, boční a zadní stěny nástavby (vytvoří se z nástavby a nákladu kompaktní celek) nebo se o ně opírá přes zajišťovací prostředky. Těmito prostředky se rozumí blokovací (rozpěrné) tyče a zábrany (obrázek 16). Umisťují se za náklad proti směru jízdy (v tomto směru působí menší faktor zrychlení), aby bránily posunu dozadu.

Blokovací tyče se mohou do vozidla namontovat vodorovně mezi boční stěny nebo svisle mezi ložnou plochou a střešou (obrázek 16). Tyče mohou být na koncích opatřeny protiskluzovou vrstvou (jsou udržovány na místě třením) nebo zařízením umožňující uchycení v kotvících kolejnicích. Upevnění tyče se provádí jejím roztažením do požadované délky a pomocí mechanismu (šroubení, přestavitelná páka) se provede dotažení. Blokovací kapacita blokovací tyče může být až 2 000 daN (náklad o hmotnosti 1 kg vytváří sílu 1 deka-Newton). Velikost je závislá na jejím upevnění ve vozidle. Obrázek 17 ukazuje zajištění nákladu pomocí blokovacích tyčí opatřených protiskluzovou vrstvou.

Rozpěrné zábrany lze namontovat vodorovně mezi boční stěny, jejich blokovací síla se pohybuje okolo 400 daN. Zábrany jsou nastavitelné, a proto mohou být použity na vozidlech s různou šířkou. Na obou svých koncích mají upínací mechanismus, s jehož pomocí se připevní k boční konstrukci nástavby. Zábrany i tyče slouží ke stejnému účelu, ale používají se u různých typů nástaveb. Tyče se používají zejména u skříňových nástaveb. Tyče a zábrany se vyrábějí z hliníkového materiálu a váží do 10 kg (11, 12, 15, 26).



Zdroj: (12, 31)

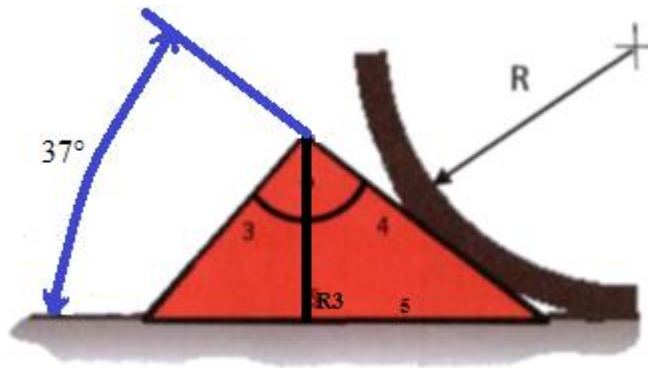
Obrázek 16 Rozpěrná tyč a zábrana



Zdroj: Autor

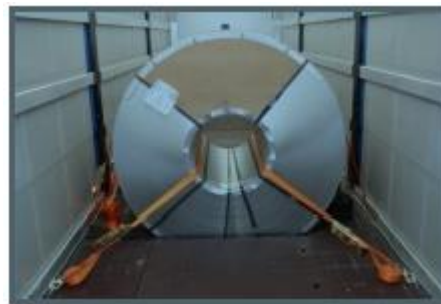
Obrázek 17 Použití blokovacích tyčí

Dalším prostředkem pro zajištění blokováním jsou blokovací klíny, popřípadě prostředky čtvercového nebo obdélníkového průřezu. Používají se k zajištění nákladu, u kterého hrozí riziko posunutím valením. Jedná se zejména o náklad kruhového a oválného průřezu, jako jsou různé skruže, trubky a svitky. Klíny mají většinou tvar pravoúhlého trojúhelníku, pro lepší dosednutí (dotyk) se vyrábějí klíny s přizpůsobenou stranou, která kopíruje tvar nákladu. Strany klínu se doporučují provádět v poměru 3:4:5, výšku rovnu alespoň jedné třetině poloměru nákladu a šířka klínu musí být minimálně dvě třetiny jeho výšky. Velikost úhlu, aby klín zabránil valivému pohybu ve směru vpřed (při brzdění), by měl být přibližně 37° . Tyto základní parametry klínu jsou schematicky zobrazeny na obrázku 18. Pro zajištění nákladu proti valivému pohybu směrem dozadu (při rozjezdu) a bokem (průjezd obloukem) stačí velikost úhlu okolo 30° . Menší úhel sklonu má omezenou schopnost zabezpečit náklad, proto se používají v kombinaci s dalšími zajišťovacími prostředky nebo k zajištění kulatých předmětů na skladovacích plochách. Klíny je potřeba připevnit k ložné ploše, protože během jízdy je zvládne válcový předmět odsunout. Blokování nákladu může být provedeno také pomocí upravené ložné plochy ve vozech. V nákladním prostoru jsou vytvořeny prohlubně pro náklad (obrázek 19). Tyto specializované vozy se používají zejména u přepravy kolových vozidel, či přepravy plechových svitků (11, 32, 33).



Zdroj: (33)

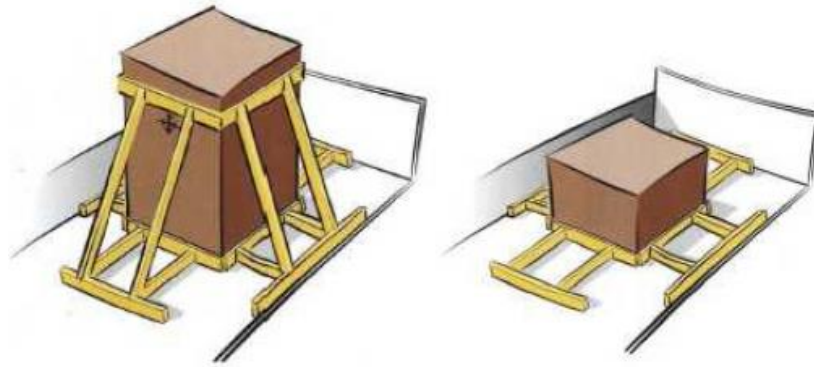
Obrázek 18 Základní technické parametry klínu



Zdroj: (32)

Obrázek 19 Uložení nákladu ve specializovaném voze

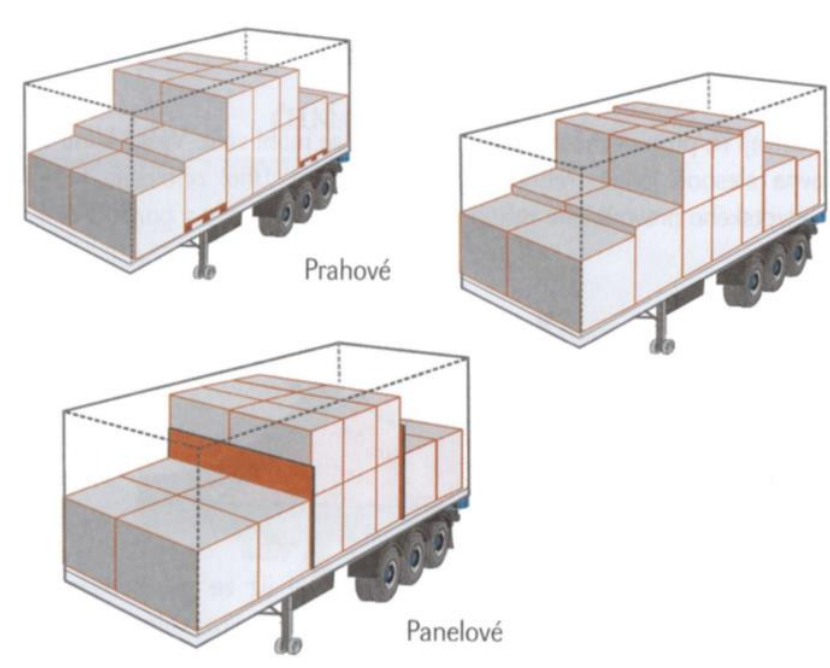
Blokování pomocí dřev a dřevěných konstrukcí se provádí zapřením o stěny nástavby nebo upevněním k podlaze (obrázek 20). Zabraňují klouzání na ložné ploše a při správném použití jsou velmi efektivní. Upevnění se většinou provádí přitlučením trámek k dřevěné podlaze pomocí hřebíků. Aby tento princip blokování byl účinný je potřeba k blokování použít trámky bez větších trhlin a suků (snižuje se tím riziko zlomení) s minimální výškou 5 cm a hřebíky zatlouci alespoň 4 cm do dřevěné podlahy. Pokud není k dispozici dřevěná podlaha, spojí se prkna (např.: hřebíky, vruty) do tvaru písmena H a takto vzniklá konstrukce brání jakémukoliv pohybu nákladu po ložné ploše. Dřevěné konstrukce jsou dobré pro zajištění těžkého nákladu proti jeho posunutí, a pokud konstrukce dosahuje nad těžiště nákladu je zajištěn i proti překlopení (12, 14, 33).



Zdroj: (19)

Obrázek 20 Blokování nákladu pomocí dřevěných konstrukcí

Při uložení nákladu ve více vrstvách (náklad musí být uzpůsoben k stohování), kdy není možné horní vrstvu nákladu zapřít mezi sebou a nástavbou (není k dispozici dostatečný počet kusů nákladu nebo různá výška nákladu). Provádí se zajištění prahovým nebo panelovým blokováním (obrázek 21).



Zdroj: (33)

Obrázek 21 Způsoby zajištění nákladu blokováním

Prahovým blokováním se rozumí zajištění horní vrstvy nákladu za pomoci rozdílné výšky nákladu nebo se část nákladu uměle navýší například položením na palety, aby se vytvořil práh. Panelové blokování využívá k zajištění opěrné desky (panely), těmi se přepaží nákladový prostor podle potřeby (11, 15).

2.2.2 Přivázání

Tento druh zajištění se používá jako doplnění při použití kompaktního způsobu uložení (setrvačné síly jsou větší, než dovoluje konstrukce nástavby), blokovacích prostředků (blokování nezaručuje dostatečné znehybnění nákladu) nebo jako samostatný způsob zajištění nákladu na ložné ploše dopravního prostředku. Všechny metody je možné mezi sebou používat a kombinovat. Důležité je, aby metody použité k upevnění nákladu byly schopny odolat proměnlivým klimatickým podmínkám, které se mohou během přepravy vyskytnout. Před provedením zajištění nákladu určitou metodou, by se měl zohlednit druh a povaha nákladu, aby nedošlo vlivem upevňování k poškození nákladu (11, 12, 14).

Kombinaci zajištění blokováním a přivázáním zobrazuje obrázek 22. Kabelový buben je zajištěn kovovými klíny, které jsou položeny na protiskluzových rohožích. A proti převržení je náklad připoután textilními popruhy.



Zdroj: (12)

Obrázek 22 Zajištění kabelového bubnu

Zajištění nákladu přivázáním se provádí vázacími prostředky, které se uvazují mezi nákladem a kotvicími body na ložné ploše vozidla. Jejich uchycení se provádí tak, aby působily proti setrvačným silám (vytvářejí sílu v opačném směru). To znamená, že musí mít dostatečnou pevnost v tahu. Každý vázací prostředek má od výrobce stanovenou maximální tažnou sílu. Je uvedena na štítku jako LC (lashing capacity) a udává se v jednotkách daN. Vázací prostředky se skládají z nosné části, spojovacích prvků (háky, oka, karabiny) a napínacího zařízení (napínací spona, nastavitelná přezka, ráčna, šroub). K zajištění nákladu přivázáním se nejčastěji používají tyto vázací prostředky (11, 12, 14):

- polyesterové vázací pásy,

- popruhy ze syntetických vláken,
- řetězy,
- ocelová lana.

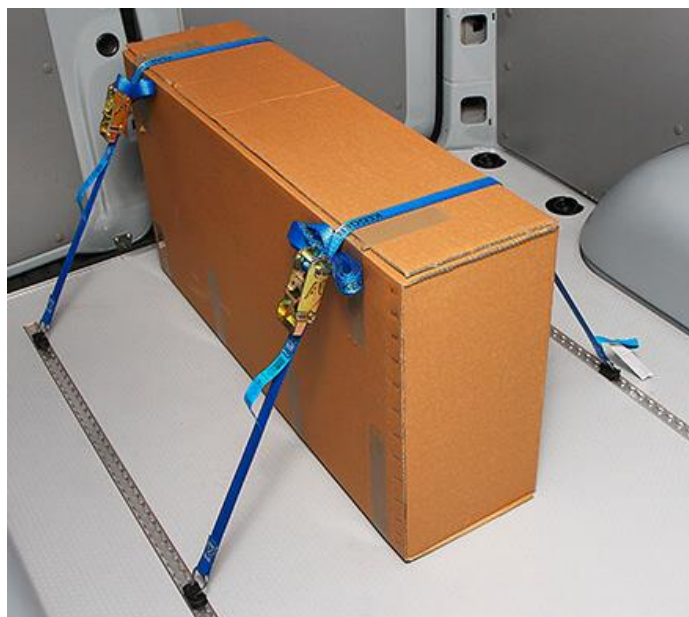
Při upevnění nákladu pomocí přivazování se doporučuje nekombinovat více druhů vázacích prostředků (např.: řetěz a popruh), ale použít pouze jeden z nich. Kvůli jejich rozdílným vlastnostem (pevnost, napínací síla, pružnost, odolnost). Zajistit náklad přivázáním, lze provést třemi základními způsoby (15):

- vrchním uvázáním,
- šikmým uvázáním,
- úhlopříčným uvázáním.

Všechny uvedené způsoby je možné navzájem kombinovat (ale ne vázací prostředky).

Vrchní uvázání

Jedná se o způsob zajištění nákladu, kde vázací prostředek je s vozidlem spojen v kotvicích bodech a vede přes vrchol nákladu, ale není s nákladem pevně spojen (obrázek 23). Po upevnění a dotažení vázacího prostředku dochází ke zvýšení třecí síly mezi spodní částí nákladu a ložnou plochou. To znamená, že vázací prostředek pouze přitlačuje náklad k ložné ploše a jistí ho proti překlopení. Takto vzniklá třecí síla musí být minimálně stejně velká, jako maximální možná setrvačná síla. Dalším omezujícím prvkem je velikost úhlu, kterou svírá vázací prostředek s podlahou. Optimální velikost úhlu se pohybuje v rozmezí 90° až 76° v tomto intervalu je zajištění nákladu nejefektivnější. Při menší velikosti úhlu 75° a 30° je nutné počet vázacích prostředků zdvojnásobit. Pokud je úhel menší jak 30°, nemůže se tento způsob pro zajištění nákladu použít (přivázání je neúčinné) a je nutné použít jiný způsob. Účinnost vrchního uvázání při různých velikostech úhlu ukazuje obrázek 24. Pro správné a bezpečné zajištění je potřeba použít minimálně dva vázací prostředky, které jsou stejnoměrně předepnuty a umístěny nejméně 20 cm od hrany nákladu. Tento způsob je vhodný pro náklad, který je dostatečně pevný nebo má pevný obal, aby nemohlo dojít k deformaci a k poškození nákladu (11, 12, 30, 34).



Zdroj: (35)

Obrázek 23 Vrchní uvázání nákladu



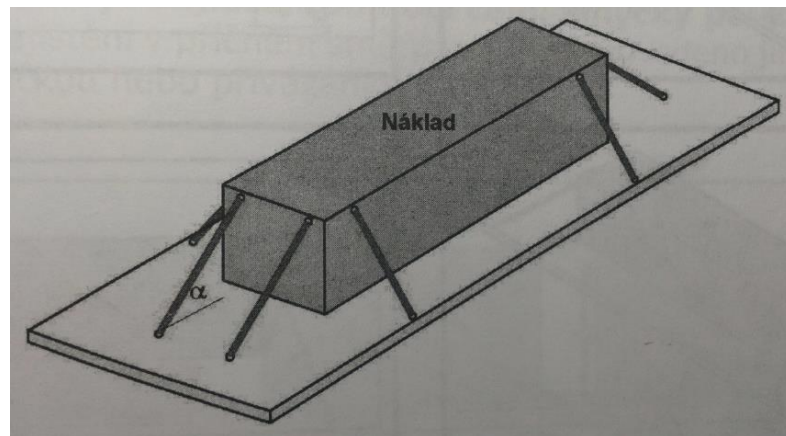
Zdroj: (34)

Obrázek 24 Účinnost vrchního uvázání

Šikmé uvázání

Tento způsob zajištění se provádí, přímým uchycením nákladu, který musí být vybaven úchyty (oky) pro vázací prostředky. Nevýhodou tohoto způsobu je, že vyžaduje minimálně osm vázacích prostředků a kotvicích bodů (z každé strany nákladu jsou dva stejně dlouhé vázací prostředky, obrázek 25). A tím se prodlužuje potřebný čas k uchycení nákladu. Výhodou šikmého uvázání je, že vzniklé síly ve vázacích prostředcích a kotvicích bodech

jsou menší, a proto jsou nižší nároky na pevnost kotvicích bodů a únosnost vázacích prostředků (11, 15).

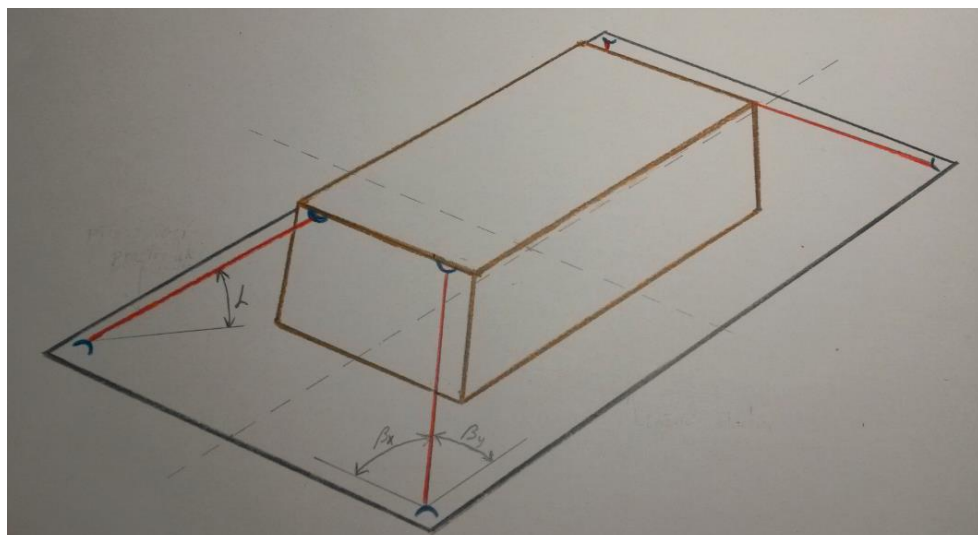


Zdroj: (15)

Obrázek 25 Šikmé uvázání

Úhlopříčné uvázání

Jako u šikmého uvázání se provádí zajištění nákladu, který je vybaven úchyty a pomocí vázacích prostředků je uchycen k ložné ploše dopravního prostředku. U tohoto způsobu stačí pouze čtyři vázací prostředky (může jich být použito i více). Každý z nich spojuje vázací bod na nákladu s jedním kotvicím bodem na vozidle. Pro správné zajištění nákladu je důležitá poloha a úhel vázacích prostředků, kterými je upevněn přibližně ve směru úhlopříček ložné plochy.



Zdroj: Autor na základě podkladů (30)

Obrázek 26 Úhlopříčné uvázání

Velikost svislého úhlu alfa mezi vázacím prostředkem a ložnou plochou se doporučuje v rozmezí 20° až 65°. Velikost podélného (β_y) a příčného (β_x) úhlu by se měl pohybovat mezi 6° až 55°. Při větších nebo menších úhlech se zvyšují nároky na pevnost a únosnost vázacích prostředků a kotvicích bodů. Vázací prostředky zajišťují náklad v podélném i v příčném směru, proto je důležité zvolit správnou velikost úhlů. Pokud se zvýší úhel beta,lepší se příčné zabezpečení, ale zhorší se podélné. U nákladu zajištěného křížovým uvázáním se musí kříž nacházet nad těžištěm nákladu, protože by mohlo uvázání napomáhat nákladu v překlopení (11, 15, 30).

3 PRAKTICKÝ PŘÍKLAD ULOŽENÍ A ZAJIŠTĚNÍ NÁKLADU

Za rok 2017 se přepravilo 570 976 000 tun nákladu a 70 % se přepravilo silniční dopravou. Proto se praktický příklad zaměřuje na přepravu nákladu uskutečňovanou silniční dopravou. V kapitole je popsán příklad uložení a zajištění nákladu, který byl zpracován ve spolupráci s firmou BOŠINA TRANSPORT s.r.o. Dále se tato kapitola zabývá ověřením správného uložení a zajištění nákladu u této přepravy. V případě zjištění nedostatku se navrhnou dvě možné varianty a u nich se provede porovnání různých způsobů zajištění.

BOŠINA TRANSPORT s.r.o., která sídlí v Plaňanech a zabývá se přepravou nákladu od svého založení panem Jiřím Bošinou v roce 1992. Zaměřuje se zejména na mezinárodní dopravu do všech evropských zemí a do zemí mimo EU (např.: Rusko, Turecko, Irák). Firma BOŠINA TRANSPORT s.r.o. nabízí přepravy nadměrných nákladů do 100 tun a přepravu zboží pod řízenou (kontrolovanou) teplotou podle dohody ATP. Pro uskutečňování dopravy vlastní 20 vozů (značky Scania a Volvo) a zaměstnává 25 zaměstnanců.

3.1 Parametry nákladu

Předmětem nakládky je deset palet a na nich jsou uloženy svařené ocelové formy pro výrobu betonových dlaždic. Přichystaný náklad k naložení zobrazuje obrázek 27.



Zdroj: Autor

Obrázek 27 Přichystaný náklad k naložení

Celková hmotnost nákladu činí 23 tun včetně palet. Kvůli rozdílným parametrům (výška, šířka) nákladu jsou jednotlivé hodnoty pro každou paletu vypsány v tabulce 6.

Tabulka 6 Parametry nákladu

Paleta	Délka [m]	Výška [m]	Šířka [m]	Hmotnost [t]
1	1,35	1,31	1,05	2,3
2	1,35	1,56	1,05	2,3
3	1,35	1,25	1,25	2,3
4	1,35	1,18	1,33	2,3
5	1,35	1,25	0,95	2,3
6	1,35	1,34	1,05	2,3
7	1,35	1,36	1,10	2,3
8	1,35	1,25	1,10	2,3
9	1,35	1,42	1,05	2,3
10	1,35	1,42	1,05	2,3

Zdroj: Autor

Aby se s nákladem mohlo lépe manipulovat pomocí vysokozdvížného manipulačního vozíku je náklad naložen na europaletách (1 200 x 800 x 144 mm a hmotnosti 22 kg). Před samotným naložením na návěs se každá paleta upevní s nákladem v jeden kus dvěma ocelovými stahovacími páskami (vytvoří se kompaktní paletová jednotka). Proti poškození ocelových stahovacích pásek o hranu nákladu se použily ochranné rohy (obrázek 28). Spojením palety s nákladem se utvoří ucelený celek, díky tomu se zmenší riziko sesunutí při manipulaci a jízdě vysokozdvížného vozíku. Zároveň se zlepší styk nákladu s paletou a znemožní se tak jakýkoliv pohyb vůči paletě.



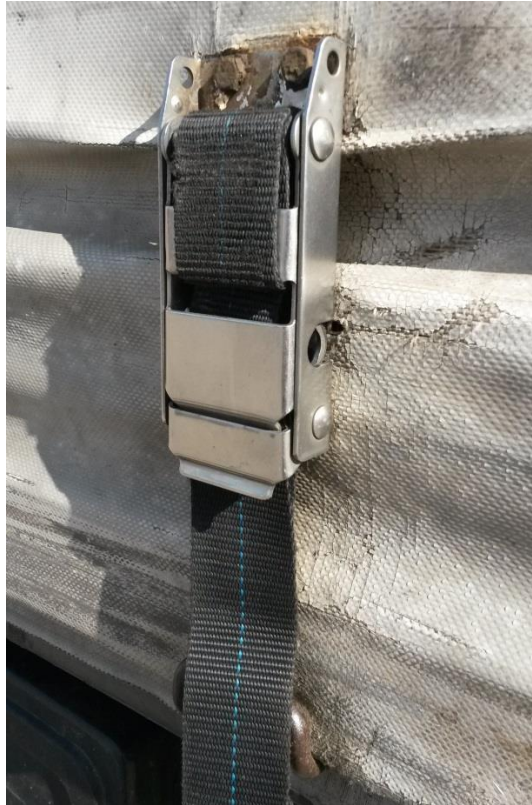
Zdroj: Autor

Obrázek 28 Ocelová stahovací páska

3.2 Naložení, uložení a zajištění nákladu

Naložení a zajištění nákladu proběhlo v místě výroby v areálu KOBRA formy CZ, spol. s r.o. ve městě Pečky. Tato firma se zabývá vývojem a výrobou ocelových forem pro vibrolisy na výrobu betonových dlažeb, obrubníků, tvárnic, apod. K nakládce se přistavil nákladní automobil (Scania) se silničním plachtovým návěsem Schmitz Cargobull S.CS MEGA, který má vnitřní rozměry 13 620 x 3 000 x 2 480 mm a maximální nosnost 24 tun. Návěs odpovídá normě ČSN EN 12 642 XL a jeho podlaha je tvořena z překližek se speciální voděodolnou a protiskluzovou úpravou.

Řidič nejprve zajistí vozidlo proti nechtěnému pohybu. Pak uvolní napínací mechanismus a všechny kurty (obrázek 29), které drží boční plachtu, aby mohl celou plachtu co nejvíce shrnout k zadní straně návěsu.



Zdroj: Autor

Obrázek 29 Zajištění plachty upínací kurtou

Po shrnutí plachty se dostane k bočním ochranným latím a provede jejich sundání. Když jsou všechny latě odstraněny, uvolní se sloupek nejbližší konci návěsu pomocí aretačního systému (obrázek 30) a díky kluznému upevnění horní části sloupku, se odsune na stranu a tímto způsobem se pokračuje u dalších sloupků. Na podlahu řidič umístil protiskluzové rohože o síle 3 mm, aby se zvýšila třecí síla mezi nákladem a podlahou. Připravený návěs k nakládce je zobrazen na obrázku 31.



Zdroj: Autor

Obrázek 30 Aretační systém pro uvolnění sloupku



Zdroj: Autor

Obrázek 31 Návěs připravený k nakládce

Nakládalo se na návěs z boku pomocí vysokozdvizného manipulačního vozíku, jak zobrazuje obrázek 32. Náklad se naložil v jedné řadě na střed ložné plochy návěsu tak, aby na obou stranách vznikly, pokud možno, stejně velké mezery. Palety s nákladem se začaly ukládat na předem připravené protiskluzové rohože od čelní stěny návěsu, co nejtěsněji vedle sebe, aby se minimalizoval pohyb v podélném směru. Až bude mít manipulační pracovník

naloženou polovinu nákladu, musí řidič poodtáhnout plachtu na druhou stranu, aby mohl manipulační pracovník naložit zbytek nákladu, protože by mu plachta překážela při nakládání.



Zdroj: Autor

Obrázek 32 Nakládka ocelových forem na návěs

Zajištění nákladu proti setrvačným silám v příčném a podélném směru se provedlo pomocí přivázání a blokování. Přední část nákladu se opřela o čelní stěnu návěsu, tím se náklad zajistil v podélném směru při brzdění. Řidič zajistil náklad v příčném směru vrchním uvázáním. K tomu použil 10 dvojdílných vázacích pásů ze syntetických vláken, které mají přivazovací únosnost $LC = 2\,500\text{ daN}$, a normalizovanou napínací sílu $S_{TF} = 350\text{ daN}$. Údaje o vázacím pásu jsou zobrazeny na obrázku 33.



Zdroj: Autor

Obrázek 33 Identifikační štítek použitého vázacího prostředku

Aby se vázací pásy nepoškodily během přepravy o hranu nákladu, použily se plastové ochranné rohy (obrázek 34).



Zdroj: Autor

Obrázek 34 Ochranný roh a jeho použití

Privázání nákladu probíhalo nejdříve uchycením jedné strany vázacího pásu v kotevním bodu, který se nachází na podlaze návěsu (pro každý pás byl použit jeden kotevní bod z každé strany). Vázací pás se přehodil přes vrchol nákladu a uložil se do ochranného rohu. Pak se pás co nejvíce provlékl upínacím zařízením (pro snazší utažení) a přitom se upevnila druhá část vázacího pásu. Provedla se kontrola správně uloženého pásu v ochranném rohu a pomocí upínacího zařízení se provedlo utažení. Uložený a zajištěný náklad na návěsu je zobrazen na obrázku 35. Jakmile řidič upevní a dotáhne všech 10 vázacích pásů, vrátí sloupky na původní místo a mezi ně uloží ochranné latě, které předtím sundal. Potom roztáhne plachtu a pomocí napínacího mechanismu ji dopne a následně zapne všechny kurty, aby nedošlo k nadmutí plachty větrem.



Zdroj: Autor

Obrázek 35 Uložený a zajištěný náklad na návěsu

3.3 Kontrola správnosti uložení

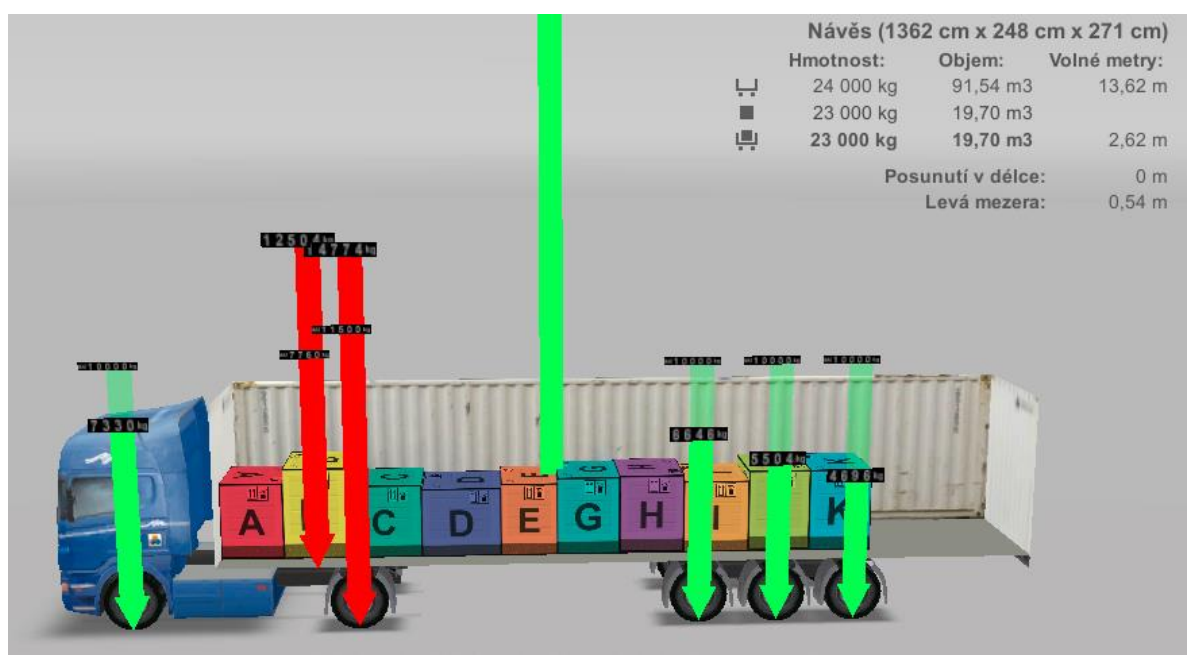
Po příjezdu do areálu KOBRA formy CZ, spol. s r.o., kde byl náklad připraven na naložení. Bylo zjištěno pochybení na straně odesílatele, co se týče uložení nákladu. V této konkrétní přepravě byly použity dřevěné čtyřcestné europalety o rozměrech (1 200 x 800 x 144 mm). Zvolené palety, na které se náklad uložil pro usnadnění manipulace, neodpovídaly potřebnému zatížení. Podle normy ČSN EN 26 9110, která se zabývá parametry a konstrukcí pro europalety, stanovuje také jejich maximální nosnost:

- při nerovnoměrně rozloženém nákladu na ložné ploše je nosnost 1 000 kg,
- při rovnoměrně rozloženém nákladu na ložné ploše je nosnost 1 500 kg,
- při rovnoměrném rozložení, kdy náklad doléhá na ložnou plochu palety celou plochou je nosnost 2 000 kg.

Při hmotnosti nákladu okolo 2 300 kg na jedné paletě, i kdyby byla dodržena podmínka pro maximální zatížení palety na 2 000 kg, dojde k jejímu přetížení o 300 kg. Zvyšuje se tím riziko poškození palety a během přepravy, při použití vrchního uvázání, by mohlo vlivem deformace palety dojít k uvolnění nákladu.

Naložení a uložení prováděl zaměstnanec společnosti KOBRA za dohledu řidiče. Ke zjištění, zda byl náklad správně uložen na ložnou plochu ohledně maximální nosnosti návěsu a maximálního zatížení jednotlivých náprav návěsové soupravy se využil program EasyCargo. Do tohoto programu se vložily parametry nákladu, které jsou uvedeny

v tabulce 6, zvolil se typ dopravního prostředku, který byl použit při nakládce, v tomto případě se jedná o návěs. Z důvodu použití zkušební verze nešly upravit rozměry návěsu, a proto jsou na obrázcích vidět jiné rozměry, než byly uvedeny. Jedná se pouze o rozdíl ve výšce a velikosti objemu, které neovlivní výsledek rozložení nákladu. Po vybrání dopravního prostředku se provedlo naložení tak, aby odpovídalo skutečnému uložení. Náklad se uložil na střed návěsu se stejně velikými mezerami na obou stranách. Pak program vyhodnotil, zda nedošlo k překročení povolených limitů. EasyCargo má stanovené hodnoty pro maximální nosnost návěsu na 24 tun a maximální zatížení hnací nápravy na 11,5 tun u nehnacích náprav počítá s 10 tunami. Obrázek zobrazuje použití EasyCarga a zatížení návěsové soupravy.



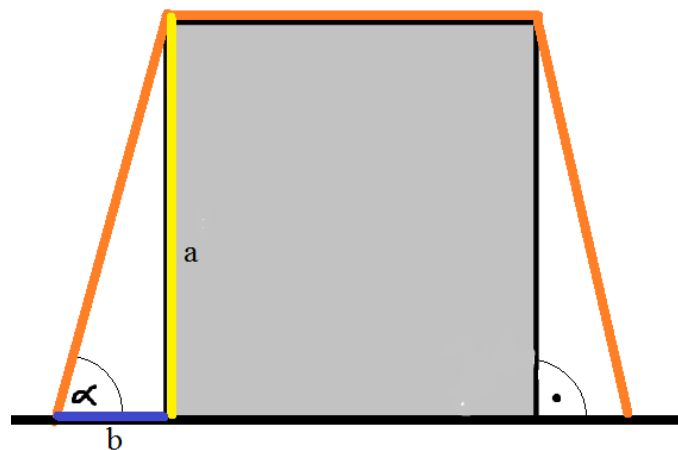
Zdroj: Autor

Obrázek 36 Vyhodnocení maximálního zatížení návěsové soupravy

Zelená šipka na obrázku značí nepřekročení povolených limitů, červená šipka značí překročení povolených limitů. Jak je tedy z obrázku patrné maximální nosnost návěsu a zatížení jednotlivých nehnacích náprav bylo dodrženo. U zatížení hnací nápravy a královského čepu (zařízení sloužící ke spojení tahače s návěsem) k přetížení došlo. Překročení maximálního zatížení u hnací nápravy činí 3 274 kg u královského čepu 4 744 kg. Při kontrolním vážení vozidel, které provádí kraj se souhlasem vlastníka pozemní komunikace (na silnicích 1. třídy) v součinnosti s Policií České republiky, by hrozila pokuta podle zákona o pozemních komunikacích (zákon č. 13/1997 Sb.).

3.4 Kontrola zajištění

K zajištění nákladu bylo zvoleno 10 dvojdílných vázacích pásů ze syntetických vláken, které mají přivazovací únosnost $LC = 2\,500$ daN, a normalizovanou napínací sílu $S_{TF} = 350$ daN. Náklad se zajistil proti pohybu vrchním uvázáním, kdy se na každou paletovou jednotku použil jeden vázací pás. Pod každou paletovou jednotkou se umístila protiskluzová rohož o síle 3 mm pro zlepšení třecího účinku. Pro zjištění, zda byl náklad dostatečně zajištěn, je potřeba provést několik výpočtů. Aby bylo možné zjistit potřebný počet vázacích pásů, je potřeba nejdříve určit svislý úhel mezi vázacím pásem a ložnou plochou návěsu. Do vzorce pro výpočet úhlu je potřeba znát výšku nákladu a jeho vzdálenost od kotevního bodu.



Zdroj: Autor

Obrázek 37 Zobrazení svislého úhlu

Každá paletová jednotka je jinak vysoká, rozdíl ve výšce se pohybuje mezi 118 – 156 cm (včetně palety). Aby se nemusel počítat úhel pro každou paletovou jednotku, provedlo se zjednodušení a za výšku nákladu se zvolila prostřední hodnota 135 cm. Vzdálenost kotevního bodu byla změřena z každé strany a činí 55 cm. Výpočet svislého úhlu se provede podle vzorce (7):

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} \quad [^\circ] \quad (7)$$

kde:

α svislý úhel mezi vázacím pásem a ložnou plochou návěsu [$^\circ$],

a..... výška nákladu [cm],

b vzdálenost kotevního bodu od nákladu [cm].

$$\tan \alpha = \frac{135}{55} \doteq 68^\circ$$

Výsledek udává velikost svislého úhlu potřebný k určení minimálního počtu vázacích pásů. Zvolený vzorec (8) k zjištění potřebného počtu vázacích pásů odpovídá normě ČSN EN 12195-1 a je určený pro použití vrchního uvázání.

$$n \geq \frac{(c_{xy} - \mu \cdot c_z) \cdot m \cdot g}{2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot S_{TF}} \cdot f_s \quad [\text{ks}] \quad (8)$$

kde:

n počet vázacích pásů [ks],

$c_{x,y,z}$ koeficient zrychlení pro daný směr [-],

μ součinitel tření [-],

m hmotnost paletové jednotky [kg],

g gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$],

α svislý úhel mezi vázacím pásem a ložnou plochou návěsu [$^\circ$],

S_{TF} napínací síla vázacího pásu [N],

f_s součinitel bezpečnosti pro třecí přivazování [-].

Do vzorce je použita hodnota koeficientu zrychlení $c_{x,y} = 0,5$ v příčném směru a ve svislém směru $c_z = 1$, protože v podélném směru vpřed je náklad zablokován čelní stěnou. Velikost součinitele tření je $\mu = 0,6$, díky využití protiskluzových rohoží. Hmotnost paletové jednotky činí $m = 2\,300$ kg a hodnota gravitační zrychlení je $g = 9,813 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Velikost napínací síly vázacího pásu je $S_{TF} = 3\,500$ N, která odpovídá použitému pásu při zajišťování nákladu a lze vyčíst z obrázku 33. Součinitel bezpečnosti pro třecí přivazování je stanoven na hodnotu $f_s = 1,1$ v příčném směru.

$$n \geq \frac{(0,5 - 0,6 \cdot 1) \cdot 2300 \cdot 9,813}{2 \cdot 0,6 \cdot \sin 68^\circ \cdot 3500} \cdot 1,1 \geq \frac{-2482,69}{3894,17} \doteq -0,64 \rightarrow 0 \text{ ks}$$

Výsledek udává minimální počet vázacích pásů, které jsou umístěny přes vrchol jedné paletové jednotky. Dle výpočtu není potřeba použít k zajištění nákladu v příčném směru jediný vázací pás. Třecí síla, která působí mezi spodní stranou nákladu a podlahou je dostatečně velká na to, aby zabránila jakémukoliv pohybu, který by mohl během přepravy vzniknout. Každá paletová jednotka byla navíc zajištěna jedním vázacím pásem přes vrchol (obrázek 35) a lze tedy konstatovat, že u této přepravy je náklad dostatečně zajištěn proti pohybu.

3.5 Návrh vhodného způsobu uložení a zajištění

Tato podkapitola řeší způsob uložení nákladu na dopravní prostředek a navrhuje vhodnou paletu pro manipulaci s nákladem tak, aby byla dodržena bezpečnost a předpisy pro přepravu nákladu. V podkapitole (3.3 Kontrola správnosti uložení) se zjistilo, že použitá paleta není vhodná pro tuto přepravu, z důvodu malé nosnosti. Navrhovaná paleta, která odpovídá potřebnému zatížení je vyrobená z plastového materiálu (polyetylen s vysokou hustotou). Jedná se o čtyřcestnou plastovou paletu o vlastní hmotnosti 14 kg a o rozměrech 1 200 mm x 800 mm x 155 mm (viz obrázek 38). Výrobce zaručuje její dynamickou zatížitelnost do 2 500 kg a statickou zatížitelnost do 7 500 kg. Podle těchto parametrů zejména co se týká nosnosti a vlastní váhy je tato paleta vhodná pro přepravovaný náklad a dopravní prostředek. Nemusí se tedy snižovat hmotnost nákladu na paletě nebo nahrazovat dopravní prostředek za jiný, kvůli jeho přetížení.



Zdroj: (36)

Obrázek 38 Plastová paleta o nosnosti 2 500 kg

S využitím programu EasyCarga se došlo k závěru, že při způsobu uložení nákladu o celkové hmotnosti 23 tun v podkapitole (3.3 Kontrola správnosti uložení) došlo k přetížení jízdní soupravy. Proto se tato část práce věnuje návržení uložení nákladu v jízdní soupravě tak, aby byly dodrženy předpisy pro přepravu nákladu. Jedná se zejména o vyhlášku o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích (vyhláška č. 341/2014 Sb.), která stanovuje největší povolené hmotnosti a rozměry vozidel používaných na pozemních komunikacích. Pro přepravu nákladu jsou v této kapitole popsány dvě možné varianty:

- snížení hmotnosti nákladu na paletě,

- nový způsob uložení nákladu.

U navrhovaných způsobu uložení se provede také návrh na zajištění nákladu a porovnání mezi těmito variantami z pohledu zajištění a použití protiskluzových rohoží.

3.5.1 Snížení hmotnosti nákladu na paletě

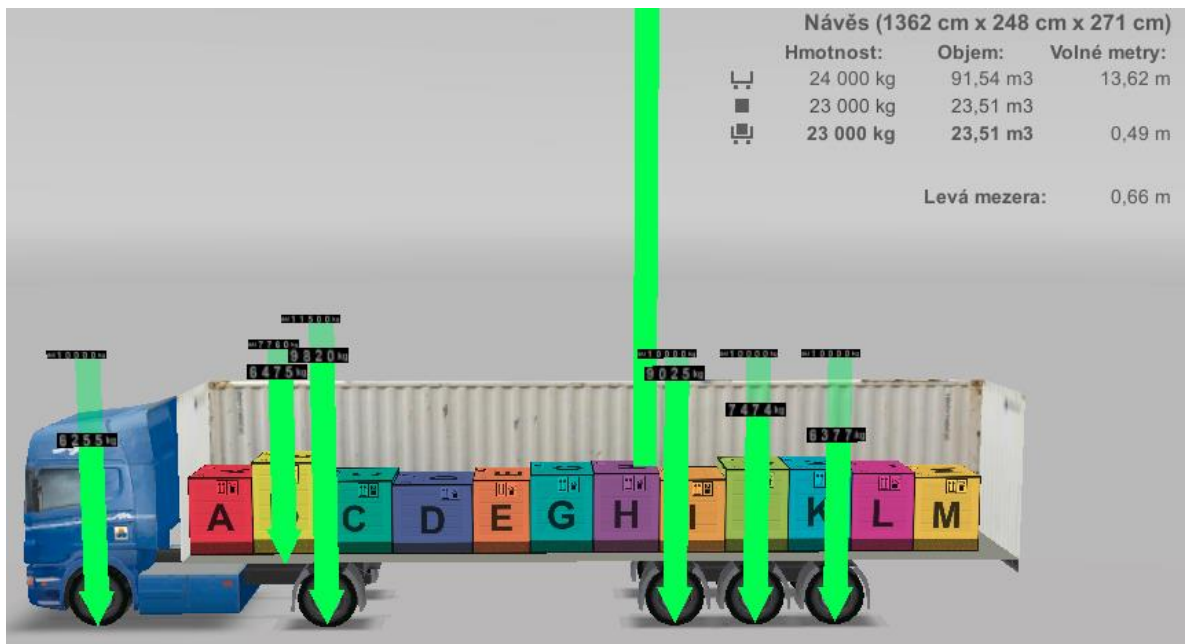
U této varianty se celková hmotnost nákladu (23 tun) místo 10 palet rozdělí na 12 palet. Na jednotlivé palety se naloží náklad podle tabulky 7 a pomocí ocelových stahovacích pásků se vytvoří kompaktní paletová jednotka.

Tabulka 7 Upravené parametry nákladu

Paleta	Délka [m]	Výška [m]	Šířka [m]	Hmotnost [t]
1	1,35	0,66	1,05	1
2	1,35	1,06	1,05	1,5
3	1,35	0,75	1,25	1,5
4	1,35	0,98	1,33	2
5	1,35	1,05	0,95	2
6	1,35	1,14	1,05	2
7	1,35	1,16	1,10	2
8	1,35	1,05	1,10	2
9	1,35	1,32	1,05	2,1
10	1,35	1,42	1,05	2,3
11	1,35	1,38	1,05	2,3
12	1,35	1,38	1,05	2,3

Zdroj: Autor

Uvedené hodnoty se vloží do programu EasyCarga a vybere se dopravní prostředek. Náklad se opět uloží tak, aby odpovídal skutečnému naložení (na střed návěsu, aby na obou stranách vznikly stejně velké mezery). Hodnoty pro maximální nosnost návěsu a maximální zatížení jednotlivých náprav jsou stejné. Pak program vyhodnotil, zda nedošlo k překročení povolených limitů (viz obrázek 39).



Zdroj: Autor

Obrázek 39 Vyhodnocení uloženého nákladu

Zelené šipky na obrázku 39 značí dodržení povolených limitů. Lze tedy konstatovat, že rozložení nákladu na více palet a snížení tak hmotnosti na devíti paletách až o 700 kg se zatížení zmenší na hnací nápravu z 14 774 kg na 9 820 kg a zatížení královského čepu z 12 504 kg na 6 475 kg. Tento způsob uložení zachoval původní uložení nákladu na střed návěsu a nedošlo ani ke zmenšení přepravovaného nákladu. Není teda potřeba náklad dokládat na další dopravní prostředek a provádět tak dvě přepravy.

Zajištění nákladu

V podélném směru vpřed se náklad zajistí opřením o čelní stěnu návěsu. V příčném směru je nutné počet potřebných zajišťovacích prostředků zjistit pomocí výpočtu. K zajištění nákladu se použije vrchní způsob uvázání a vázací pásy ze syntetických vláken. Nejdříve je nutné vypočítat svislý úhel mezi vázacím pásem a ložnou plochou návěsu. K tomu je zapotřebí již uvedený vzorec (7). Použité hodnoty pro výpočet úhlu jsou uvedeny v tabulce 7. Vzdálenost kotevního bodu od nákladu je 55 cm. Minimální počet vázacích pásů pro dostatečné zajištění se zjistí vzorcem (8). Do vzorce jsou opět použity hodnoty koeficientu zrychlení $c_{x,y} = 0,5$ v příčném směru a ve svislém směru $c_z = 1$, protože v podélném směru vpřed je náklad zablokován čelní stěnou. Velikost součinitele tření je v tomto případě stanoven podle normy ČSN EN 12195-1 na $\mu = 0,45$, tato hodnota odpovídá materiálu řezivo – překližka. Hodnota gravitační zrychlení je $g = 9,813 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ a velikost napínací síly

vázacího pásu je $S_{TF} = 3\,500$ N. Součinitel bezpečnosti pro třecí přivazování je stanoven na hodnotu $f_s = 1,1$ v příčném směru. Velikost svislého úhlu a počet vázacích pásů, z důvodu velkých rozdílů v rozměrech a v hmotnosti paletových jednotek, se počítaly pro každou paletovou jednotku zvlášť a výsledné hodnoty jsou zobrazeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Hodnoty svislého úhlu

Paleta	Svislý úhel [°]	Počet vázacích pásů [ks]
1	50	1
2	62	1
3	53	1
4	60	1
5	62	1
6	64	1
7	64	1
8	62	1
9	67	1
10	68	1
11	68	1
12	68	1

Zdroj: Autor

Výsledné hodnoty úhlu v tabulce 8 jsou zaokrouhleny na celé stupně. K určení potřebného počtu vázacích pásů byla do vzorce použita velikost napínací síly vázacího pásu $S_{TF} = 3\,500$ N. Tuto hodnotu je nutné ověřit pomocí vzorce (9):

$$S_{TF} \geq \frac{(c_{x,y} - \mu) \cdot m \cdot g}{k \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot n} \quad [N] \quad (9)$$

kde:

n počet vázacích pásů [ks],

$c_{x,y}$ koeficient zrychlení pro daný směr [-],

μ součinitel tření [-],

m hmotnost paletové jednotky [kg],

g gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$],

k koeficient tření [-],

α svislý úhel mezi vázacím pásem a ložnou plochou návěsu [°].

Minimální napínací síla se bude počítat pro jednu paletovou jednotku s hodnotou koeficientu zrychlení $c_{x,y} = 0,5$ o hmotnosti 2 300 kg a úhlu alfa 68°. Počet vázacích pásů byl stanoven na jeden kus a velikost součinitele tření na $\mu = 0,45$. Koeficient tření je stanoven na hodnotu $k = 1,5$, protože každý vázací pás je vybaven jedním napínacím zařízením.

$$S_{TF} \geq \frac{(0,5 - 0,45) \cdot 2300 \cdot 9,813}{1,5 \cdot 0,45 \cdot \sin 68^\circ \cdot 1} \geq \frac{1128,495}{0,625849} \doteq 1803,14 \text{ N}$$

Výsledek udává minimální napínací sílu $S_{TF} = 1\,803,14 \text{ N}$, kterou musí mít každý vázací pás. Použitá hodnota napínací síly ve výpočtu pro zjištění počtu vázacích pásů je dostačující a tyto pásy jsou vhodné pro zajištění nákladu. K bezpečnému zajištění nákladu o hmotnosti 23 tun rozloženého na 12 paletách bez využití protiskluzových rohoží a s hodnotou součinitele tření $\mu = 0,45$ je zapotřebí 12 dvojdílných vázacích pásů ze syntetických vláken a minimálně jedné rozpěrné zábrany o nosnosti 120 kg.

Kdyby se pod každou paletovou jednotku umístila protiskluzová rohož o síle 3 mm, u které výrobce certifikátem garantuje velikost součinitele tření na $\mu = 0,6$. Zvětší se tím třecí síla mezi podlahou a paletou a díky tomu je zapotřebí náklad méně zajistit proti pohybu. Porovnání, jak velkou roli hraje součinitel tření při zajištění nákladu, ukazuje tabulka 9. V tabulce 9 jednotlivé sloupce znázorňují velikost setrvačné síly (F_s) v příčném směru, třecí sílu (F_{T_1} , F_{T_2}) s hodnotou součinitele tření $\mu = 0,45$ a $\mu = 0,6$ a výslednou zajišťovací sílu (F_z).

Tabulka 9 Velikost působících sil

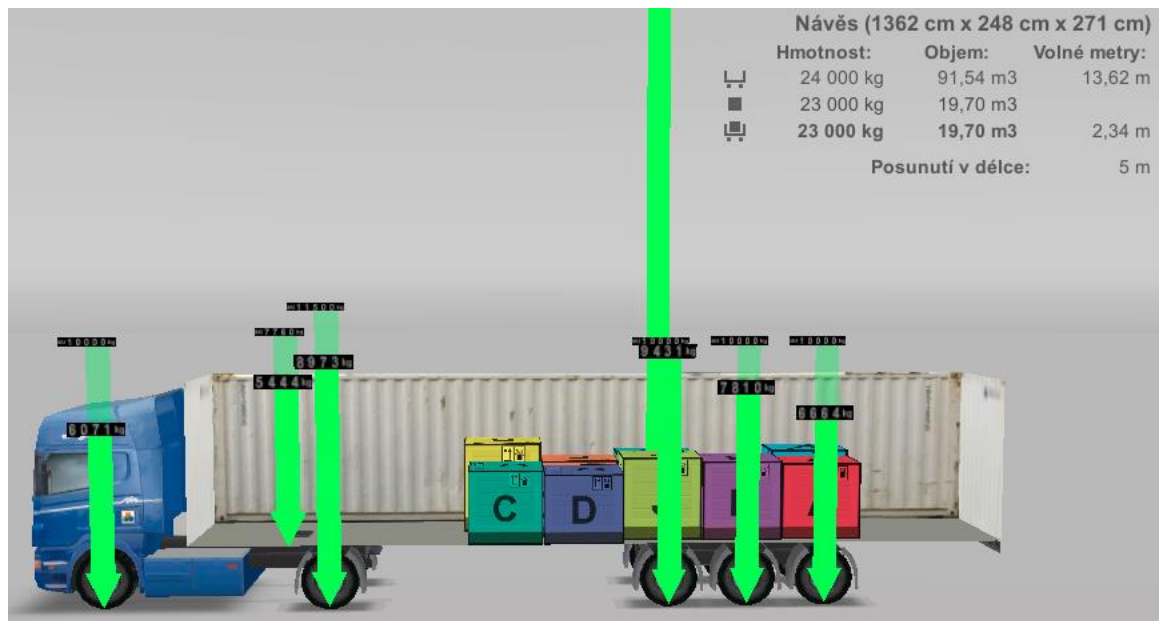
	F_s [N]	F_{T_1} [N]	F_{T_2} [N]	F_z [N]
Bez protiskluzové rohože	11284,95	10156,455	–	1128,495
S protiskluzovou rohoží	11284,95	–	13541,94	-2256,99

Zdroj: Autor

Využití protiskluzové rohože zvýší třecí sílu v tomto případě natolik, že pohltí vzniklou setrvačnou sílu a zabrání tak jejímu vlivu na náklad. Díky tomu je velikost zajišťovací síly v záporných číslech. To znamená, že již není zapotřebí k zajištění nákladu další zajišťovací prostředky. Tento fakt si lze ověřit vložení parametrů z tabulek 7 a 8 do vzorce (8).

3.5.2 Nový způsob uložení

Ve druhé variantě zůstanou parametry nákladu nezměněny, ale provede se uložení nákladu, které provede program EasyCargo bez zásahu autora. Autor pouze vložil do programu údaje o nákladu a jeho omezující podmínky. Program zohlednil omezující podmínky (nestohovat, neklopit) a maximální nosnost a zatížení. Jak provedl rozložení nákladu na ložné ploše, zobrazuje obrázek 40.



Zdroj: Autor

Obrázek 40 Vyhodnocení nového způsobu uložení

Program uložil náklad 5 m od čelní stěny návěsu a 2,34 m od jeho zadní části. Paletové jednotky umístil bez mezer ve dvou řadách vedle sebe. Zelené šipky na obrázku značí dodržení povolených limitů. EasyCargo provedlo optimální rozložení nákladu, aniž by se musela upravovat hmotnost paletové jednotky.

Zajištění nákladu

Kvůli posunutí není možné náklad zajistit opřením o čelní stěnu návěsu. Vzniklá mezera se musí vyplnit prázdnými paletami, aby se náklad mohl opřít o čelní stěnu, nebo se pro zapření nákladu použijí trámký. K vyplnění mezery pomocí palet je zapotřebí celkem 20 palet. Při hmotnosti 22 kg jedné palety se zvýší zatížení návěsu o 440 kg. Palety se uloží ve třech vrstvách na sebe a v šesti řadách za sebou na střed návěsu s delší stranou k čelní stěně a kratší směrem k bočním stěnám. Tři vrstvy zaručí, že velikost úhlu mezi vázacím pásem a podlahou bude větší jak 30°, aby zajištění vrchním uvázáním bylo účinné.

K zapření nákladu pomocí trámek je zapotřebí trámek o minimálních rozměrech 14 x 14 cm a vytvoří se z nich konstrukce ve tvaru písmene H. Celková délka trámek činí 15 m a hmotnost konstrukce je okolo 130 kg.

Při použití jedné z těchto možností se náklad dostatečně zajistí v podélném směru vpřed. Jak se náklad musí zajistit v příčném směru, se zjistí až po provedení několika výpočtů. První z nutných výpočtů je zjištění, jak veliký je svislý úhel mezi vázacím pásem a podlahou. K výpočtu se použije vzorec (7). Z důvodu rozdílných výšek nákladu se zvolila prostřední hodnota 135 cm. Vzdálenost kotevního bodu od nákladu je v tomto případě 17,5 cm.

$$\tan \alpha = \frac{135}{17,5} \doteq 82^\circ$$

Výsledek udává velikost svislého úhlu, který je potřebný k určení minimálního počtu vázacích pásů pomocí vrchního uvázání. Počet vázacích pásů se zjistí vzorcem (8). Použité hodnoty do tohoto výpočtu jsou stejné jako v kapitole 3.4 Kontrola zajištění až na hodnoty součinitele tření $\mu = 0,45$ a hmotnosti $m = 4\,600$ kg. U tohoto způsobu uložení dochází k tomu, že jeden vázací pás zajišťuje dvě paletové jednotky, a proto se musí počítat s vyšší hmotností ve vzorci.

$$n \geq \frac{(0,5 - 0,45 \cdot 1) \cdot 4600 \cdot 9,813}{2 \cdot 0,45 \cdot \sin 82^\circ \cdot 3500} \cdot 1,1 \geq \frac{2,482,689}{3119,344} \doteq 0,7959 \rightarrow 1 \text{ ks}$$

Výsledek udává minimální počet vázacích pásů, které jsou umístěny přes vrcholy dvou paletových jednotek o celkové hmotnosti 4 600 kg. Jako v kapitole 3.5.1 Snížení hmotnosti nákladu na paletě byla do vzorce k určení potřebného počtu vázacích pásů použita velikost napínací síly vázacího pásu $S_{TF} = 3\,500$ N. Tuto hodnotu je nutné opět ověřit pomocí vzorce (9), protože se změnila dvě hodnoty v tomto vzorci. Jedná se o hmotnost a svislý úhel.

$$S_{TF} \geq \frac{(0,5 - 0,45) \cdot 4600 \cdot 9,813}{1,5 \cdot 0,45 \cdot \sin 82^\circ \cdot 1} \geq \frac{2256,99}{0,66843} \doteq 3376,55 \text{ N}$$

Výsledek udává minimální napínací sílu $S_{TF} = 3\,376,55$ N, kterou musí mít každý vázací pás. Vázací pásy s napínací silou $S_{TF} = 3\,500$ N jsou vhodné pro zajištění nákladu při takto provedeném uložení. K zajištění bezpečné přepravy nákladu o hmotnosti 23 tun rozloženého na 10 paletách bez využití protiskluzových rohoží a s hodnotou součinitele tření $\mu = 0,45$ je zapotřebí 5 dvojdílných vázacích pásů ze syntetických vláken a minimálně jedné rozpěrné zábrany o nosnosti 230 kg.

Pokud by se pod každou paletovou jednotku umístila protiskluzová rohož s hodnotou součinitele tření $\mu = 0,6$. Změní se tím velikost třecí síly mezi podlahou a paletou, a to ovlivní počet potřebných zajišťovacích prostředků. Jak se změnila velikost třecí síly v příčném směru (F_{T_1} , F_{T_2}) s hodnotou součinitele tření $\mu = 0,45$ a $\mu = 0,6$ a díky tomu výsledná zajišťovací síla (F_z) ukazuje tabulka 10.

Tabulka 10 Velikost působících sil

	F_s [N]	F_{T_1} [N]	F_{T_2} [N]	F_z [N]
Bez protiskluzové rohože	22569,9	20312,91	–	2256,99
S protiskluzovou rohoží	22569,9	–	27083,88	-4513,98

Zdroj: Autor

Použitím protiskluzové rohože při přepravě se zvýší třecí síla o 6 770,97 N. V tomto případě je dostatečně velká na to, aby zabránila jakémukoliv pohybu, které by mohly vzniknout během jízdy dopravního prostředku. Jestli je zapotřebí k zajištění nákladu další zajišťovací prostředky si lze ověřit změnou velikosti součinitele tření v předešlém výpočtu.

$$n \geq \frac{(0,5 - 0,6 \cdot 1) \cdot 4600 \cdot 9,813}{2 \cdot 0,6 \cdot \sin 82^\circ \cdot 3500} \cdot 1,1 \geq \frac{-4965,378}{4159,126} \doteq -1,194 \rightarrow 0 \text{ ks}$$

Výsledek ověřil, že třecí síla je dostatečně velká, aby zabránila jakémukoliv pohybu, a není u tohoto způsobu uložení při použití protiskluzové rohože zapotřebí náklad o celkové hmotnosti 23 tun v příčném směru zajišťovat.

3.6 Shrnutí výsledků a zhodnocení

Cílem této kapitoly bylo zjistit, zda došlo při nakládce ocelových forem k přetížení maximální nosnosti návěsu nebo jednotlivých náprav a navrhnout dva způsoby uložení, které by tento problém vyřešily. Dále u těchto dvou způsobů uložení provést zajištění různými způsoby.

Zjistilo se, že použitá manipulační jednotka (paleta) není vhodná pro přepravu nákladu. Protože nemá dostatečně velkou nosnost, a proto se navrhla jiná paleta, která by odpovídala svými parametry původní paletě (hlavně co se týče vlastní váhy). Dále se provedla simulace pomocí programu EasyCargo, kdy se náklad uložil do virtuálního dopravního prostředku podle skutečného příkladu, a zjišťovalo se, zda u použitého dopravního prostředku došlo k přetížení. Program vyhodnotil, že maximální nosnost návěsu překročena nebyla, ale

maximální zatížení hnací nápravy, která je 11,5 tuny se překročila o 3 tuny. Ke kontrole, jestli byl náklad dostatečně zajištěn, se použil vzorec uvedený v normě ČSN EN 12195-1. Z provedených výpočtů lze konstatovat, že přepravovaný náklad byl dostatečně zajištěn proti pohybu.

Navržené způsoby uložení mají své výhody a nevýhody. V první variantě se náklad odlehčil z přední části ložné plochy a přesunul se na zadní část. Hlavní výhoda spočívá v tom, že se náklad v podélném směru opřel o přední část návěsu. Není zapotřebí vyplňovat mezeru, která vznikla u druhé varianty pomocí palet, trámků nebo jiným způsobem. Další výhodou se dá považovat snadnější naložení nákladu, kdy se náklad umisťoval od přední části návěsu. Nemusí se náklad posouvat o určitou část jako u druhé varianty. Velkou nevýhodou u první varianty je, že se hmotnost nákladu na jednotlivých paletách před samotným naložením musí upravit (do přední části návěsu se musí uložit lehčí náklad) a to musí provést odesílatel. Při tom je omezován maximální hmotností nákladu, který může být uložen na přední části návěsu a maximální nosností použité manipulační jednotky.

Druhá varianta, u které se provedlo uložení nákladu s pomocí programu EasyCarga, má velkou výhodu v tom, že se nemusí měnit hmotnost a ani rozměry nákladu. Pro zajištění nákladu je potřeba méně zajišťovacích prostředků než u první varianty. Nevýhoda druhé varianty spočívá v tom, že se náklad posunul o 5 m dozadu a je zapotřebí tuto vzdálenost odměřit. Kvůli tomu je zapotřebí k zajištění nákladu v podélném směru vpřed použít prázdné palety nebo trámky, aby se o ně náklad mohl opřít. Ale to zvyšuje celkovou hmotnost, prodlužuje se doba nakládky a palety je nutné ještě zajistit.

Obě dvě varianty splňují maximální zatížení návěsu a jednotlivých náprav a jsou vhodné pro přepravu tohoto nákladu. Jaká z variant je výhodnější, záleží na možnostech, které má dopravce k dispozici a na komunikaci s odesílatelem.

U každého navrhovaného uložení se provádělo také zajištění nákladu vrchním uvázáním. Počet vázacích pásů se stanovil pomocí výpočtu a jejich počet ovlivňoval úhel mezi pásem a podlahou, a hlavně velikost součinitele tření. První výpočet byl počítán bez využití protiskluzových rohoží se součinitelem tření o velikosti $\mu = 0,45$, pak se tato hodnota změnila na $\mu = 0,6$ (pod náklad by se umístily protiskluzové rohože) a výsledky se mezi sebou porovnal. Podle výsledků z výpočtu není potřeba při použití protiskluzových rohoží použít k zajištění paletové jednotky o hmotnosti až 4 600 kg v příčném směru jediný vázací pás.

ZÁVĚR

Provozování silniční nákladní dopravy je ovlivňováno řadou různých legislativních dokumentů, které vydává vláda České republiky. Jedná se o zákony, vyhlášky, české a evropské normy. Tyto legislativní opatření nařizují dopravci, v čem (dopravní prostředek jeho nosnost a rozměry), jak (uložení a zajištění) a co (druh nákladu a k němu vhodně zvolený dopravní prostředek) smí přepravovat. Legislativní dokumenty se snaží vnášet řád, zvyšovat bezpečnost dopravy a snižovat tak možné negativní následky.

V České republice se každý rok stane přes 100 000 dopravních nehod. Nehody způsobené řidiči nákladních vozidel činí přes 11 000 za rok, to činí 11 % z celkového počtu nehod. V tomto čísle jsou zahrnuty veškeré možné příčiny vzniku nehod (nedodržování bezpečnostních rozestupů a rychlosti, jízda pod vlivem alkoholu a drog). Špatné uložení nebo zajištění nákladu způsobí okolo 100 nehod za rok, to činí 0,1 % z celkového počtu nehod jedná se tedy o velice nepatrné číslo.

Při provedení analýzy bylo zjištěno, že kromě omezujících legislativních podmínek, během přepravy je dopravní prostředek a náklad v něm ložený vystaven velkému mechanickému působení. Náklad během přepravy také ovlivňují klimatické vlivy, je nutné brát ohledy na vlastnosti přepravovaného nákladu, aby nedošlo k jeho poškození.

Z toho vyplývá, že doprava musí být bezpečná a nesmí ohrožovat účastníky na pozemních komunikacích ani životní prostředí. K tomuto účelu slouží různé druhy zajišťovacích prostředků pro správné zajištění nákladu a postupy pro vhodné uložení nákladu na ložných plochách v dopravních prostředcích.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) ČESKO. Zákon o provozu na pozemních komunikacích. In: Česká republika: Ministerstvo vnitra, 2000, číslo 361. Dostupné také z: https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=361/2000&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouy
- (2) ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *TECHNOR* [online]. Česká republika: Praha, 2011 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=300080-csn-en-12195-1&kat=88340
- (3) ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *TECHNOR* [online]. Česká republika: Praha, 2003 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=300080-csn-en-12195-2&kat=65912
- (4) ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *TECHNOR* [online]. Česká republika: Praha, 2002 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=300080-csn-en-12195-3&kat=64508
- (5) ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *TECHNOR* [online]. Česká republika: Praha, 2004 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=300080-csn-en-12195-4&kat=71611
- (6) ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *TECHNOR* [online]. Česká republika: Praha, 2002 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=269373-csn-en-12640&kat=64449
- (7) FLORIAN, Luděk. Normy pro zabezpečení nákladu. *Centrum služeb pro silniční dopravu* [online]. Česká republika, 2015 [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: <https://www.cspds.cz/397-normy-pro-zabezpeceni-nakladu>
- (8) EVROPSKÁ HOSPODÁŘSKÁ KOMISE. *ADR* [online]. New York a Geneva: Evropská hospodářská komise, 2016 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.dokumentacebozp.cz/download/ADR-platna-od-1-ledna-2017.pdf>
- (9) MINISTERSTVO DOPRAVY. Ročenka dopravy 2017: Mezioborové srovnání přepravních výkonů nákladní dopravy. *Dopravní statistika* [online]. Česká republika: Ministerstvo dopravy, 2017 [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/rocenka-2017/rocenka/htm_cz/cz17_520110.html
- (10) POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY. Statistika nehodovosti. *Policie ČR* [online]. Česká republika, 2018 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>

- (11) EVROPSKÁ KOMISE. Evropské pokyny k osvědčeným postupům pro zabezpečení nákladu při přepravě v silniční dopravě. Lucemburg: Úřad pro publikace Evropské unie, 2014. s. 96. ISBN 978-92-79-43639-0.
- (12) JERGL, Josef. *Bezpečná přeprava nákladů včetně příslušných ČSN EN*. Pardubice: Systemconsult, 2012.
- (13) Vlivy působící na zboží. *Otázky k závěrečným zkouškám a studijní materiály* [online]. 2007 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: http://www.zaverky.estranky.cz/clanky/zboziznalstvi---prumyslove-zbozi-prvni-r-_studijni-materialy_/vlivy_pusobici.html
- (14) KREJCAR, Jaroslav. *Přepravní balení, ložení a fixace zboží*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1998. ISBN 80-7194-142-X.
- (15) KREJCAR, Jaroslav. *Přepravní balení zboží, uložení a zajištění nákladu v dopravních prostředcích a kontejnerech*. Pardubice: Institut Jana Pernera ve spolupráci se Zkušební laboratoří EXCOLO, 2009. ISBN 978-80-86530-56-7.
- (16) PTÁČEK, Petr a Aleš KAPLÁNEK. *Přeprava nákladu v silniční nákladní dopravě*. Brno: CERM, 2002. ISBN isbn80-7204-257-2.
- (17) TECHLAN CHUDOBA S.R.O. Základní informace o upínání nákladu. *TECHLAN* [online]. Česko, 2018 [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://www.techlan.cz/zakladni-informace-o-upinani-nakladu-item>
- (18) KRÁLOVÁ, Magda. TÍHA A TÍHOVÁ SÍLA. *EDUPORTÁL* [online]. Česko [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/sila/tiha-tihova-sila>
- (19) LIEBICH, Petr. *Návrh trenážeru upevnění nákladu* [online]. Pardubice, 2012 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/46151/LiebichP_NavrhTrenazeru_PS_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. Pavel Svoboda.
- (20) NOVOTNÝ, Michal. *Vliv uložení nákladu na bezpečnost jízdy nákladního vozidla* [online]. Brno, 2010 [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/13918>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Albert Bradáč, Ph.D.
- (21) KYNCL, Jan. *Podnikání v silniční dopravě*. Praha: Grada Publishing, 2001, 172 s. ISBN 80-7169-743-5.

- (22) D&H TRANS s.r.o. - Košice. *Autodoprava.sk* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.autodoprava.sk/stahovacie-sluzby/iveco-eurocargo-ml75e15-skrinove-vozidlo-nosnost-3t-d-h-trans-s-r-o-kosice-0905-725-796/>
- (23) Skladové a chladicí kontejnery. *KOMA Rent* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.koma-rent.cz/pronajem-kontejneru/typy-kontejneru/skladove-chladici-kontejnery>
- (24) Plachta ke kontejneru. *MEVA-TEC* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.mevatec.cz/Plachta-ke-kontejneru-d4076.htm>
- (25) Třístranné autoplachty. *Ryška* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <http://www.autoplachty.cz/autoplachty.html>
- (26) *EXCOLO* [online]. *POHODesing.cz*, 2012 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <http://excolo.cz>
- (27) MIKÉSKA, Bohuslav. HLAVNÍ TÉMA – PŘEPRAVNÍ A EXPORTNÍ BALENÍ: Jak fungují vysoušecí materiály. *SB* [online]. Praha: Skupina ATOZ Packaging, 2007, 1. července 2007 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.svetbaleni.cz/2007/07/01/sb-4-11-hlavn-tma-pepravn-a-exportn-balen-jak-funguji-vysouseci-materialy/>
- (28) KOZIOL, Jaroslav. *Optimalizace využití ložného prostoru* [online]. Pardubice, 2008 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/35286/koziol_disertacni_prace.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Disertační práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
- (29) Software na plánování nakládky kamionů a kontejnerů. *EasyCargo* [online]. Praha [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <http://www.easy-cargo.cz/#references-for-container-and-truck-loading-software>
- (30) *Přeprava nákladů a mezinárodní předpisy nákladní dopravy* [online]. Havlíčkův Brod: PSA & AŠS ČR, 2010 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: http://old.profiautoskoly.cz/seminar/preprava_nakladu_20102010.pdf
- (31) Fixace zboží v kontejnerech nebo silničních nákladních vozidlech: Přehrazovací systém. *M.NAVY, s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.m-navy.cz/fixace-v-automobilech.html>
- (32) VLADYKA, Ondřej. *Návrh univerzálního přepravního lože pro tělesa kontejnerů*. Plzeň, 2016. Diplomová práce. Západočeská Univerzita. Vedoucí práce doc. Ing. Zdeněk HUDEC, CSc.

- (33) GERSTNER, Zdeněk, LISON, Vladimír, a kol., *Řidičova knihovna – uložení a upevnění nákladu*, 3. vyd. Praha: Česmad Bohemia, 2011, 16 s. ISBN 978-80-87304-23-5.
- (34) Příklady zajištění nákladu. *LKW WALTER* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <http://www.lkw-walter.cz/cs/dopravce/uzitecne-informace/priklady-zajisteni-nakladu>
- (35) VESTAVBY DO VOZIDEL. *Crm* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <http://vestavbydodavek.cz/nabidka.html>
- (36) Plastová paleta BASIC. *JUNGHEINRICH PROFISHOP* [online]. Jungheinrich (ČR), 2019 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich-profishop.cz/Plastova-paleta-BASIC-staticka-nosnost-7500-kg-16877-155135/?Shop=b2c>