

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



**Manévrovací schopnosti jízdních
souprav při průjezdu obloukem a
okružní křižovatkou**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Lachnit Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Jaromír Drahoňovský

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jaromír Drahoňovský

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Manévrovací schopnost jízdních souprav při průjezdu oblouky a okružní křižovatkou

Název anglicky

Maneuverability of trailers during their drive in a road curve and roundabout

Cíl práce

Cílem diplomové práce je posoudit průjezdnost jízdních souprav, které jsou tvořeny tažným vozidlem a přívěsem nebo tahačem a návěsem při jízdě v oblouku a okružní křižovatce. Vyhodnotit vybočení přípojného vozidla a šířku jízdního pruhu souprav různého konstrukčního řešení.

Metodika

Legislativa pro konstrukci jízdních souprav z hlediska manévrovatelnosti.

Legislativa a normy pro stavbu jízdních oblouků a okružních křižovatek.

Konstrukční řešení řízení a spojení jízdních souprav.

Praktické ověření vybočení a šířky jízdního pruhu souprav různých konstrukcí.

Doporučený rozsah práce

50 stran

Klíčová slova

náves, přívěs, souprava vozidel, okružní křižovatka, vybočení, šířka jízdního pruhu

Doporučené zdroje informací

TP 234 – Posuzování kapacity okružních křižovatek. Píseň: EDIP s.r.o., 2011.

VLK, F. Koncepce motorových vozidel. Brno : Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. 367 s. ISBN 80-238-5276-0.

VLK, F. Stavba motorových vozidel. Brno : Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2003. 499 s. ISBN 80-238-8757-2.

Vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. František Lachnit, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 14. 1. 2016

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 1. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 06. 07. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Manévrovací schopnosti jízdnic souprav při průjezdu obloukem a okružní křižovatkou vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 1. března 2017

.....

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Františku Lachnitovi Ph.D. za ochotu a cenné připomínky při vypracování této práce. Dále pak firmě M. Preymesser logistika s.r.o. za poskytnutí prostoru pro měření a zapůjčení návěsové soupravy. Také firmě Greenlog s.r.o. a firmě Progles s.r.o. za poskytnutí jízdních souprav pro měření.

V Praze dne 1. března 2017

.....

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je ověření průjezdnosti různých typů jízdnic souprav obloukem a okružní křižovatkou, dále pak v praxi ověřit vybočení přípojných vozidel různého konstrukčního řešení. Ve druhé kapitole se můžete seznámit se stručným přehledem norem a směrnic, které se vztahují ke konstrukci jízdnic souprav a k jejich provozním podmínkám. V práci je také popsáno rozdělení přípojných vozidel s uvedením některých jejich příkladů. Samostatná kapitola je věnována rozdělení úrovnových křižovatek a popisu okružní křižovatky. V páté části je popsán postup měření vybočení jízdnic souprav a porovnání naměřených hodnot s teorií dle konstrukčních kritérií. V poslední části je porovnání měřených jízdnic souprav dle určitých kritérií a také jejich možné využití.

Klíčová slova

návěs, přívěs, souprava vozidel, křižovatka, okružní křižovatka, vybočení, šířka jízdnicového pruhu

Maneuverability of trailers during their drive in a road curve and roundbout

Abstract

This degree work aims at checking out the possibility of passage for various types of lorries (trucks) and (semi)trailers or articulated lorries, when trying to get enough space for negotiating a sharp turn or a roundabout, furthermore, it deals with verifying in practice the deviation angle trailers of different construction take when coming off the lane to negotiate a bend. It also includes (describe in part 2) a brief summary of the respective rules and regulations related to the construction of trucks accompanied by (semi)travers, as well as their operational conditions. This work also comprises the description of (semi)trailer categories, as well as the demonstration of some examples of these. A separate part this work describe the division of level crossings, and the description of roundabouts. In Part 5 we describe the procedure of measuring the respective swerve of the truck with a (semi)trailer/articulated lorry, and that of comparing the figures obtained through measuring with the theory based on the construction criteria. In the last part of the work we discuss the comparison between the measured trucks with (semi)trailers/articulated lorries and their potential utilization.

Keywords

semi-trailer, trailer, lorries, road curve, roundbout, sideslip, width lane

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	LEGISLATIVA PRO KONSTRUKCI A SCHVALOVÁNÍ PŘÍPOJNÝCH VOZIDEL PRO SILNIČNÍ DOPRAVU	3
2.1	LEGISLATIVA EU	3
2.1.1	<i>Maximální povolené rozměry vozidel a jízdních souprav [4]</i>	<i>3</i>
2.1.2	<i>Největší povolená hmotnost vozidel nesmí překročit [4]</i>	<i>5</i>
2.2	LEGISLATIVA ČR	7
2.2.1	<i>Základní kategorie přípojných vozidel [2,3]</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Hmotnostní kritérium [7]</i>	<i>8</i>
2.3	SOUPIS POŽADAVKŮ ES PRO SCHVÁLENÍ TYPU VOZIDLA.....	9
2.3.1	<i>Požadavky na manévrovací schopnosti [5]</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Zařízení, která mohou přesahovat při měření šířky vozidla [5].....</i>	<i>10</i>
3	KONSTRUKCE A POPIS VYBRANÝCH PŘÍPOJNÝCH VOZIDEL.....	11
3.1	NÁVĚS NÁKLADNÍ.....	11
3.2	PŘÍVĚS NÁKLADNÍ [8]	13
3.2.1	<i>Točnicové přívěsy.....</i>	<i>14</i>
3.2.2	<i>Tandemové přívěsy.....</i>	<i>15</i>
3.3	SPOJOVACÍ ZAŘÍZENÍ [17]	16
3.3.1	<i>Rozpojení přívěsu.....</i>	<i>16</i>
3.3.2	<i>Rozpojení návěsové soupravy.....</i>	<i>18</i>
4	KŘÍŽOVATKY	19
4.1	KŘÍŽOVATKY ÚROVŇOVÉ [6].....	19
4.2	OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA	20
4.3	PROJEKTOVÁNÍ OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATEK DLE TP 135 [13]	21
4.4	ROZDĚLENÍ OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATEK.....	22
4.5	SKLADEBNÉ PRVKY OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY [13]	23
4.6	ROZDÍL MEZI MINIOKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKOU A OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKOU [13] ...	25
4.7	VLEČNÉ KŘIVKY [18]	26
5	MĚŘENÍ VYBOČENÍ PŘÍPOJNÝCH VOZIDEL.....	27
5.1	PŘÍPRAVA PRO MĚŘENÍ.....	27
5.2	POSTUP MĚŘENÍ	28
5.3	MĚŘENÍ NÁVĚSOVÉ SOUPRAVY – 3 NÁPRAVY NÁVĚSU.....	30
5.3.1	<i>Příprava měření návěsu – 3 nápravy.....</i>	<i>30</i>
5.3.2	<i>Měření vybočení návěsu – 3 nápravy.....</i>	<i>30</i>
5.3.3	<i>Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů návěsové soupravy.....</i>	<i>33</i>
5.4	MĚŘENÍ VYBOČENÍ NÁVĚSOVÉ SOUPRAVY – 2 NÁPRAVY NÁVĚSU	35
5.5	MĚŘENÍ TANDEMOMÉ SOUPRAVY.....	37
5.5.1	<i>Měření vybočení tandemové soupravy.....</i>	<i>38</i>
5.5.2	<i>Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů tandemové soupravy</i>	<i>40</i>
5.6	MĚŘENÍ PŘÍVĚSU S TOČNICÍ.....	42
5.6.1	<i>Měření vybočení přívěsu s točnicí.....</i>	<i>42</i>
5.6.2	<i>Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů jízdní soupravy.....</i>	<i>44</i>

5.6.3	<i>Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů motorového vozidla a přívěsu s točnicí [22]</i>	44
5.7	SROVNÁNÍ NÁVĚSOVÉ A PŘÍVĚSOVÉ JÍZDNÍ SOUPRAVY	46
5.7.1	<i>Návěsová jízdní souprava</i>	48
5.7.2	<i>Přívěsové jízdní soupravy</i>	49
6	ZÁVĚR	51
	POUŽITÁ LITERATURA	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM TABULEK	58
	PŘÍLOHY	59

1 Úvod

Doprava je organizovaná, cíleně provozovaná činnost, která slouží k přemístování věcí nebo osob z počátečního místa na místo určení. Podle předmětu přepravy se dělí na dopravu nákladní a osobní. Podle prostředí, ve kterém doprava probíhá, lze dělit dopravu na vzdušnou, námořní a pevninskou. Dle charakteru dopravní cesty dělíme dopravu na silniční, železniční, leteckou, vnitrozemskou vodní, námořní a speciální. [1]

Nákladní doprava je nedílnou součástí hospodářství každého státu. S větším rozvojem průmyslu vznikla potřeba přepravy stále většího množství zboží. První nákladní automobil zkonstruoval Gottlieb Daimler v roce 1892. Od té doby docházelo k podstatnému vylepšování nejen konstrukcí pohonných jednotek. Pro další zvětšování přepravních kapacit se začali k nákladním automobilům připojovat nejdříve přívěsy, u kterých je nepodstatná část jejich celkové hmotnosti přenášena na tažné vozidlo a později i návěsy, u kterých je svislé zatížení přenášeno na tažné vozidlo nebo tažný podvozek.

V současnosti se intenzita silniční dopravy neustále zvětšuje. Tento nárůst dopravy má negativní dopad na hustotu a plynulost silničního provozu, kvalitu silniční sítě, hlučnost, tvorbu exhalátů a hlavně bezpečnost provozu. Výrobci nejen osobních, ale i nákladních vozidel, a také dopravci jsou z důvodu přísnějších emisních norem a stále se zvyšujících cen pohonných hmot nuceni hledat možnosti pro stálé zefektivňování nákladů. Toho mohou dosáhnout lepším využitím dopravní infrastruktury, maximálním využitím dopravních prostředků, zvýšením bezpečnosti a snižováním environmentálních a ekologických dopadů dopravy nejen na životní prostředí.

Každý přepravce si uvědomuje, že právě vhodně, nebo nevhodně zvoleným vozidlem či přípojným vozidlem se mnohdy rozhoduje o tom, kterou zakázku může získat a naopak kterou ne. V současné době nabízejí výrobci vozidel, přípojných vozidel a nástaveb pro vozidla širokou škálu různých modifikací pro motorová vozidla a jejich přípojná vozidla, přesně dle požadavků zákazníka. Možnost maximálního využití jízdní soupravy hodně ovlivňuje druh přepravovaného zboží.

Může se jednat například o zboží balené v různých přepravních boxech, které je možné stohovat nebo zboží na paletách, u kterého se může vyskytnout problém se stohovatelností. I pro tyto těžko stohovatelné druhy přepravovaného zboží lze v dnešní době využít maximální prostor v přípojných vozidlech a to například pomocí dvoupatrové ložné plochy. Dále je možné přepravovat sypké zboží ve sklápěcích přípojných vozidlech, kapalné látky v cisternových, těžké pracovní stroje na podvalníkových přípojných vozidlech, atd. Pro zajištění maximální bezpečnosti, ať už přepravovaného nákladu, tak i všech účastníků silničního provozu se v současné době pro výrobu přípojných vozidel a jejich nástaveb používají v maximální míře nové technologie.

Důležitým faktorem pro efektivní dopravu je nejen správně zvolená jízdní souprava, ale také správně zvolená jízdní trasa. V současné době je snaha o zlepšení infrastruktury a odklonění hlavně nákladní dopravy mimo městské aglomerace. Při projektování nových pozemních komunikací a jejich křižovatek je nutné zohlednit průjezd tzv. směrodatného vozidla. Směrodatné vozidlo odpovídá svými rozměry cca 85% vozidlům skupiny, která reprezentuje určitou rozměrovou skupinu vozidel (například osobní vozidla, nákladní vozidla, jízdní soupravy návěsové nebo přívěsové atp.) a očekávaného složení dopravního proudu. Toto definování směrodatného vozidla je nutné především proto, aby některé části pozemních komunikací (např. zatáčky nebo křižovatky atp.) nebyly zbytečně předimenzované nebo naopak poddimenzované.

Je potřeba, aby tyto komunikace nebyly dimenzovány na největší možné vozidlo ve skupině, které se v dopravním proudu vyskytuje jen výjimečně. Také se musí brát v úvahu potřebný manévrovací prostor, který potřebují pro zatočení různé druhy jízdních souprav při průjezdu zatáčkou nebo křižovatkou. Různé typy jízdních souprav mají rozdílné vybočení přívěsu nebo návěsu, a proto je nutné zvolit správnou šířku dopravní komunikace v místech, kde je zatáčka nebo křižovatka, aby nedocházelo k vybočení přívěsu nebo návěsu mimo tuto pozemní komunikaci.

2 Legislativa pro konstrukci a schvalování přípojných vozidel pro silniční dopravu

Legislativa pro konstrukci a schvalování přípojných vozidel pro silniční dopravu je upravena několika platnými zákony a směrnicemi. V následující kapitole bude pouze výtah, který je rozdělen na legislativu dle EU a na legislativu ČR.

2.1 Legislativa EU

Základní dokument, který stanovuje maximální rozměry, maximální přípustné zatížení náprav, hmotnosti a některé další technické požadavky pro mezinárodní provoz v rámci celé EU, je směrnice 96/53/ES z roku 1996, která nahrazuje směrnici 85/3 EHS. Důležitým dokumentem je směrnice 2007/46 ES, kterou se schvalují vozidla pro provoz na pozemních komunikacích v EU. Tyto normy a směrnice byly v České republice implementovány do zákona 56/2001 Sb. v platném znění a do vyhlášky 341/2014 Sb. v platném znění.

2.1.1 Maximální povolené rozměry vozidel a jízdních souprav [4]

Největší povolená výška:

- vozidla kategorie N, O určena pro přepravu vozidel 4,20 m
- jízdní souprava tahače s návěsem, ostatní vozidla 4,00 m + 2 % výšky

„Výškou vozidla“ se rozumí rozměr měřený dle normy ISO 612-1978 [5]

Při měření výšky vozidla se neberou v úvahu tato zařízení:

Antény a pantografy ve vysunutě poloze.

Největší povolená šířka:

- vozidla kategorie M, N, O, R, T, C 2,55 m
- vozidla s tepelně izolovanou nástavbou,
u které je tloušťka stěn větší než 45 mm 2,60 m

„Šířkou vozidla“ se rozumí rozměr měřený dle normy ISO 612-1978 [5]

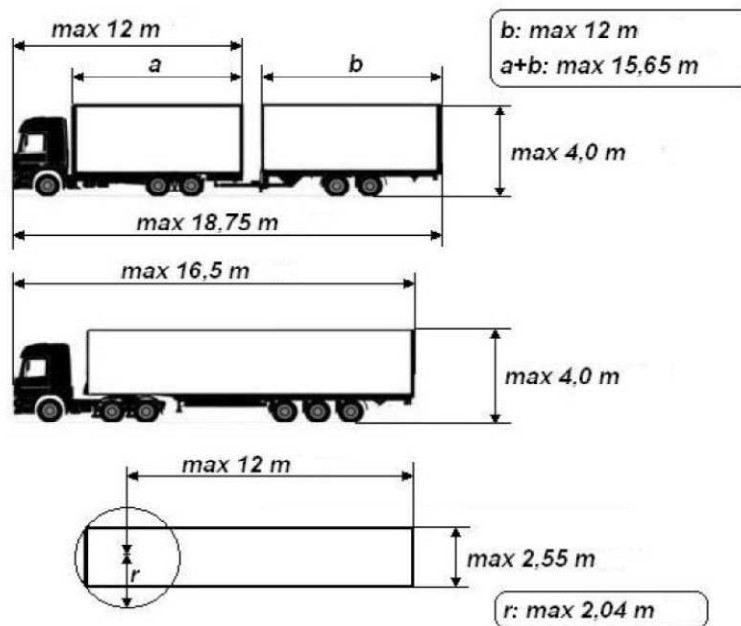
Při měření šířky vozidla se neberou v úvahu tato zařízení:

Zařízení s celními plombami a jejich ochrana, zařízení pro připoutání plachty a jejich ochrana, zařízení indikující poškození pneumatiky, vyčnívající ohebné části systému proti rozstříku, zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci.

Největší povolená délka:

- jednotlivé vozidlo s výjimkou autobusu návěsu 12,00 m
- jízdní soupravy tahače s návěsem 16,50 m
- jízdní soupravy motorového vozidla s jedním přívěsem 18,75 m
- jízdní soupravy motorového vozidla s jedním přívěsem kategorie O pro přepravu vozidel 20,75 m
- jízdní soupravy se dvěma přívěsy nebo s kombinací návěsu a jednoho přívěsu..... 22,00 m

Další maximální přípustné rozměry podle směrnice 96/53/ES jsou vyjádřeny na obrázku 1.



Obr. 1: Maximální přípustné rozměry souprav dle směrnice 96/53/ES [11]

„Délkou vozidla“ se rozumí rozměr měřený dle normy ISO 612-1978 [5]

Při měření délky vozidla se neberou v úvahu tato zařízení:

Stírače a ostřikovače, přední nebo zadní registrační tabulky, zařízení s celními plombami a jejich ochrana, zařízení pro připoutání plachty a jejich ochrana, zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci, zpětná zrcátka, prostředky pro sledování zadního prostoru, trubky přívodu vzduchu, délkové dorazy pro snímatelné karoserie, přístupové schůdky, pryžové nárazníky, spojovací zařízení motorového vozidla, zvedací plošiny, přístupové rampy a podobná zařízení v provozním stavu, jejichž rozměr nepřesahuje 200 mm, pokud nezvětšují ložný prostor vozidla.

2.1.2 Největší povolená hmotnost vozidel nesmí překročit [4]

Motorová vozidla:

- motorová vozidla se dvěma nápravami 18,00 t
- motorová vozidla kategorie M₃ 19,00 t
- motorová vozidla se třemi nápravami 25,00 t
- v případě vozidla, které je vybaveno na hnací nápravě dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným za rovnocenné nebo pokud je každá hnací náprava opatřena dvojitou montáží pneumatik a maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t 26,00 t
- motorové vozidlo se čtyřmi a více nápravami 32,00 t

Vozidla tvořící část soupravy:

- přívěsy se dvěma nápravami 18,00 t
- přívěsy se třemi nápravami 24,00 t
- přívěsy se čtyřmi a více nápravami 32,00 t
- jízdní souprava 48,00 t

Největší povolená hmotnost vozidla nesmí překročit hodnotu největší technicky přípustné hmotnosti vozidla. Největší povolená hmotnost jízdní soupravy (to znamená tažné vozidlo a přípojné vozidlo) nesmí překročit hodnotu největší technicky přípustné hmotnosti jízdní soupravy. Největší povolená hmotnost na nápravu nesmí překročit hodnotu největší technicky přípustné hmotnosti na nápravu. Největší povolené hmotnosti na nápravu vozidla nesmí překročit hodnoty uvedené níže. [4]

Jednotlivé nápravy vozidel:

- jednotlivé nápravy (nehnané) 10,00 t
- jednotlivé hnací nápravy 11,50 t

Dvounápravových motorových vozidel:

- při rozvoru náprav menší než 1 m 11,50 t
- při rozvoru náprav od 1,0 m a méně než 1,3 m 16,00 t
- při rozvoru náprav od 1,3 m a méně než 1,8 m 18,00 t
- v případě hnací nápravy, která je vybavena dvojitou montáží pneumatik a vzduchovým pérováním nebo pérováním uznaným za rovnocenné nebo pokud je každá hnací náprava opatřena dvojitou montáží pneumatik a maximální zatížení na nápravu nepřekročí 9,50 t 19,50 t

Dvounápravových přípojných vozidel:

- při rozvoru náprav do 1,0 m 11,00 t
- při rozvoru náprav od 1,0 m a méně než 1,3 m 16,00 t
- při rozvoru náprav od 1,3 m a méně než 1,8 m 18,00 t

Třínápravových přípojných vozidel:

- při rozvoru náprav do 1,3 m včetně 21,00 t
- při rozvoru náprav nad 1,3 m do 1,4 m včetně 24,00 t

2.2 Legislativa ČR

Hlavním dokumentem je zákon 56/2001 Sb., který upravuje podmínky provozu vozidel na pozemních komunikacích v ČR. Vykonávací vyhláškou je vyhláška 341/2014 Sb. v platném znění o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Tato vyhláška přebírá v souladu se směrnicí 70/156 EHS o sblížování právních předpisů členských států týkajících se schvalování typu motorových a jejich přípojných vozidel. Předpisy EHK směrnice, nařízení a rozhodnutí EHS/ES o technických požadavcích a podmínkách. Podmínky týkající se maximálních povolených rozměrů, maximálních hmotností a zatížení jednotlivých náprav stanovené touto vyhláškou pro vnitrostátní provoz se v některých bodech mírně liší od směrnice 96/53ES.

2.2.1 Základní kategorie přípojných vozidel [2,3]

Dle zákona č. 56/2001 Sb. v platném znění o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, a jeho prováděcí vyhlášky jsou v podmínkách ČR přípojná vozidla pro silniční dopravu rozdělena do následujících kategorií:

O – přípojná vozidla

O₁ – přípojná vozidla o nejvyšší přípustné hmotnosti nejvýše 0,75 tuny

O₂ – přípojná vozidla o nejvyšší přípustné hmotnosti přes 0,75 tuny,
ale nejvýše 3,5 tuny

O₃ – přípojná vozidla o nejvyšší přípustné hmotnosti přes 3,5 tuny,
ale nejvýše 10 tun

O₄ – přípojná vozidla o nejvyšší přípustné hmotnosti přes 10 tun

2.2.2 Hmotnostní kritérium [7]

Základní definice hmotnosti silničních vozidel uvádí norma ČSN ISO1176 (ČSN 30 0030). Rozlišujeme zde několik druhů hmotností:

- **Konstrukční celková hmotnost**

největší celková hmotnost, která je stanovena jeho výrobcem. Tato hmotnost může být i vyšší než hmotnost stanovená legislativně pro provoz na pozemních komunikacích (například sklápěčkové nákladní automobily, které mohou pracovat mimo pozemní komunikace).

- **Přípustná celková hmotnost**

stanovuje nejvyšší, legislativně limitovanou hmotnost pro provoz na pozemních komunikacích

- **Pohotovostní hmotnost**

hmotnost kompletního dodávaného vozidla plus hmotnosti maziv, chladicí kapaliny, paliva, kapaliny do vstřikovačů, náhradní pneumatiky, sada nářadí, výbava atd.

- **Užitečná hmotnost**

rozdíl mezi celkovou a pohotovostní hmotností s vyloučením hmotnosti řidiče a opět může být konstrukční a přípustná.

- **Okamžitá hmotnost**

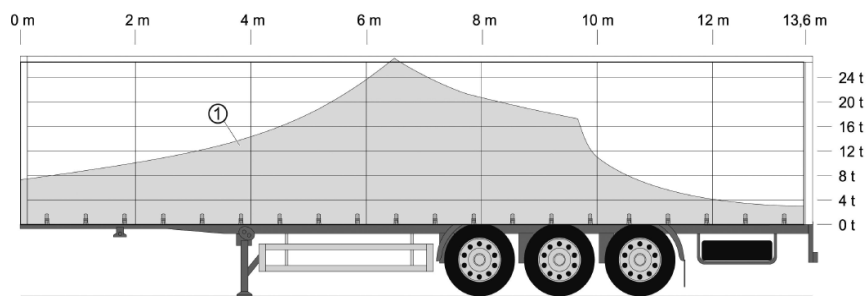
není normalizovaným termínem, slouží pouze pro označení hodnoty hmotnosti zjištěné v daném okamžiku na vahách (vozidlo, náprava, kolo). Pojem okamžitá hmotnost je ale definována v legislativě jako hmotnost vozidla nebo jízdní soupravy, zjištěná v určitý okamžik při jejich provozu na pozemních komunikacích.

- **Provozní hmotnost**

je definována jako hmotnost nenaloženého vozidla s karosérií a se spojovacím zařízením (jen u tažných vozidel) v pohotovostním stavu nebo hmotnost šasi s kabinou. Vozidlo v pohotovostním stavu je vozidlo s náplní chladicí kapaliny, 90 % paliva, 100 % ostatních náplní, náhradní pneumatikou, nářadím a řidičem.

Hmotnosti a rozměry jízdních souprav, silničních vozidel a možnosti zapojení jízdních souprav jsou zapsány v technickém průkazu vozidla a v osvědčení o registraci vozidla. Tyto hodnoty není možné překročit a řidič musí znát základní rozměrové a hmotnostní údaje. Jestliže dojde k překročení daných hmotnostních limitů, stává se vozidlo, případně celá souprava technicky nezpůsobilé k provozu na pozemních komunikacích (§ 37 vyhl. MDS č. 341/2014 Sb. v platném znění).

Okamžitá hmotnost vozidla v provozu může být z důvodu znečištění (voda, sníh, bláto, atd.) překročena o 3 % a okamžitá hmotnost rozdělená nerovnoměrně na levou či pravou stranu vozidla nejvýše s rozdílem 15 % hmotnosti na nápravu.



Obr. 2: Křivka rozložení zatížení na návěsu [9]

2.3 Soupis požadavků ES pro schválení typu vozidla

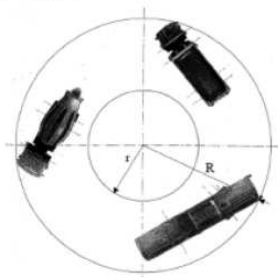
Schvalovací vyhláška o technických požadavcích pro motorová vozidla a jejich přípojná vozidla se odvolává na rámcovou směrnici 2007/46/ES, mimo některých národních výjimek (značení rychlosti, huštění, klíny, atd.). Také jsou v této směrnici sepsány regulační akty, které jsou rozděleny podle potřeb s ohledem na oblast působnosti. Bez těchto doplňků, popsané v regulačních aktech, nemohou být schválena motorová vozidla a jejich přípojná vozidla pro provoz na pozemních komunikacích. Jedná se například o brzdová zařízení, ochranu proti podjetí, nebo spojovací zařízení. V případě předpisů Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) se odkaz na regulační akt vztahuje k příslušné sérii změn předpisů EHK OSN, k níž Společenství přistoupilo. [20]

2.3.1 Požadavky na manévrovací schopnosti [5]

Všechna motorová vozidla a jejich přípojná vozidla musí být schopna projet v obou směrech po úplné kruhové trajektorii (360°) uvnitř plochy definované dvěma soustřednými kružnicemi o poloměru 12,50 m, resp. 5,30 m, aniž by krajní body tažného vozidla vyčnívaly z obvodu vnější kružnice, či krajní body přívěsu nebo návěsu přečnívaly do obvodu kružnice vnitřní.

Tyto definované rozměry samozřejmě neplatí pro nadměrná vozidla. Tato nadměrná vozidla mají díky své větší délce přípojného vozidla naprosto odlišné manévrovací schopnosti.

Kruh manévrování $r = 5,3$ m $R = 12,5$ m



Obr. 3: Kruh manévrování jízdních souprav [5]

2.3.2 Zařízení, která mohou přesahovat při měření šířky vozidla [5]

Při měření šířky vozidla se neberou v úvahu následující zařízení:

- vyboulená část boků pneumatiky bezprostředně nad bodem dotyku s vozovkou
- zrcátka a jiná zařízení pro nepřímý výhled
- ukazatele tlaku pneumatik
- zasouvatelné schůdky
- zařízení s celními plombami a jejich ochrana
- zařízení pro připoutání plachty a jejich ochrana
- zařízení indikující poškození pneumatiky
- vyčnívající ohebné části systému proti rozstříku
- zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci
- pomocné prostředky pro výhled
- u vozidel kategorie M_2 a M_3 přístupové rampy v provozním stavu nebo zvedací plošiny a podobná zařízení v provozním stavu, pokud jejich rozměr nepřesahuje 10 mm od boku vozidla a dopředu nebo dozadu směřující rohy ramp jsou zaobleny poloměrem nejméně 5 mm.

3 Konstrukce a popis vybraných přípojných vozidel

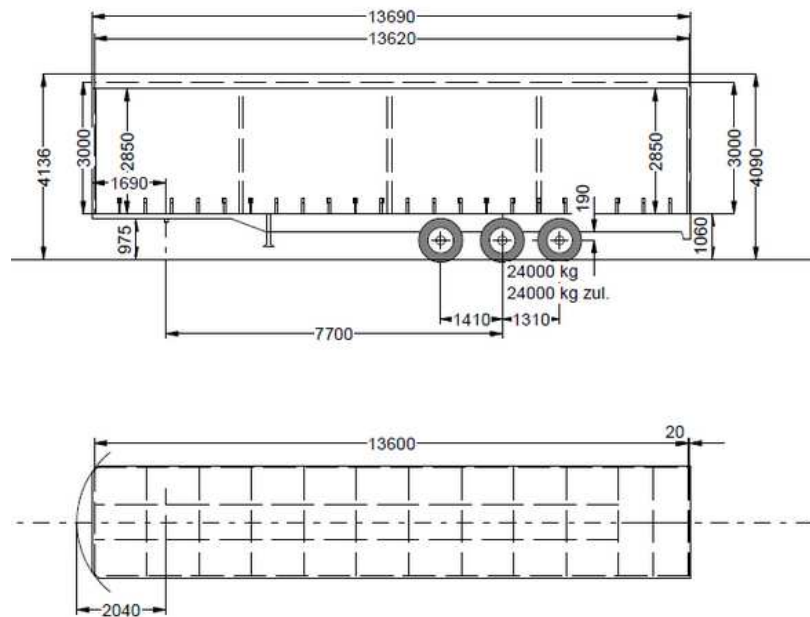
V této kapitole bude popsána pouze část přípojných vozidel, která jsou určena pro silniční nákladní dopravu. Základní rozdělení přípojných vozidel pro silniční dopravu je na přívěs a návěs

3.1 Návěs nákladní

Návěsem se rozumí tažené vozidlo, které je určeno k tomu, aby bylo připojeno k tahači návěsu nebo k taženému podvozku a aby přeneslo významné svislé zatížení na tažené vozidlo nebo tažený podvozek. [5]

Návěs nemá vlastní zdroj pohonu a zpravidla nemá hnací nápravy. U návěsu se podstatná část jeho celkové hmotnosti přenáší na tahač návěsu. Z motorového vozidla, které je zapojeno s návěsem do jízdní soupravy, obvykle bývá technickými prostředky zajištěno správné brzdění taženého přípojného vozidla během jízdy a také elektrická signalizace, tedy ovládání brzdových, obrysových a odbočovacích světel, které jsou umístěny na návěsu. Část celkové hmotnosti návěsu spočívá na točnici motorového vozidla (tahače) a část na nápravě návěsu. Návěsy jsou odpruženy buď ocelovými listovými pružinami, nebo vzduchovými pružinami. Po odpojení tahače od návěsu spočívá přední část návěsu na jedné nebo dvou vysouvateľných podpěrách. [8]

V současné době se v silniční nákladní dopravě a v mezinárodní dopravě jedná o velmi často používané přípojné vozidlo hlavně pro svou velkou ložnou plochu a velkou užitečnou hmotnost. Existuje mnoho kritérií, jak bychom mohli dělit návěsy do různých skupin. Jedno z členění může být podle druhu přepravovaného zboží, další podle počtu náprav, řešení ložného prostoru, atd. Nejčastěji jsou využívána plachtová vozidla, mrazírenská a izotermická vozidla, sklápěcí vozidla, cisternová vozidla, kontejnerová vozidla, vozidla pro přepravu dřeva, strojů, vozidel a zvířat, atd.

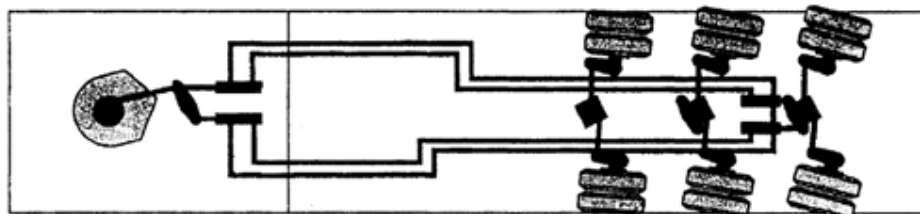


Obr. 4: Schéma návěsu Schmitz model SCS 24/L - 13,62 C E B [10]

Výrobci návěsů se neustále snaží vylepšit manévrovací schopnosti návěsů. V současné době jsou vyráběny i návěsy s říditelnou zadní nápravou. Tato říditelná náprava hodně napomáhá vylepšit jízdní vlastnosti návěsové soupravy při průjezdu obloukem. Nejedná se o standardní výbavu návěsů, takže se toto natáčení náprav využívá pouze u speciálních návěsů a u návěsů určených pro přepravu nadrozměrných nákladů. Tento systém natáčení náprav může být například pomocí řízení poslední nápravy tyčovým řízením nebo hydraulické dvou-
okruhové řízení náprav.



Obr. 5: Tyčové řízení poslední nápravy návěsu (Schmitz) [16]



Obr. 6: Hydraulické dvouokruhové řízení náprav návěsu (Doll) [16]

3.2 Přívěs nákladní [8]

Přívěs je přípojné vozidlo určené k provozu na pozemních komunikacích, používané pro dopravu nákladu, které nemá vlastní zdroj pohonu a zpravidla nemá hnací nápravy. Je určeno k tomu, aby bylo taženo některým druhem motorového vozidla, a pouze jen nepodstatná část jeho celkové hmotnosti je přenášena na tažné vozidlo. Z motorového vozidla, které táhne přívěs, bývá technickými prostředky zajištěno správné brzdění taženého vozidla během jízdy a dále elektrická signalizace pro ovládání brzdových, obrysových a odbočovacích světel umístěných na přívěsu. Nákladní přívěsy mají technická provedení obdobná jako nákladní automobily (valníkový, sklápěčkový, skříňový, speciální).

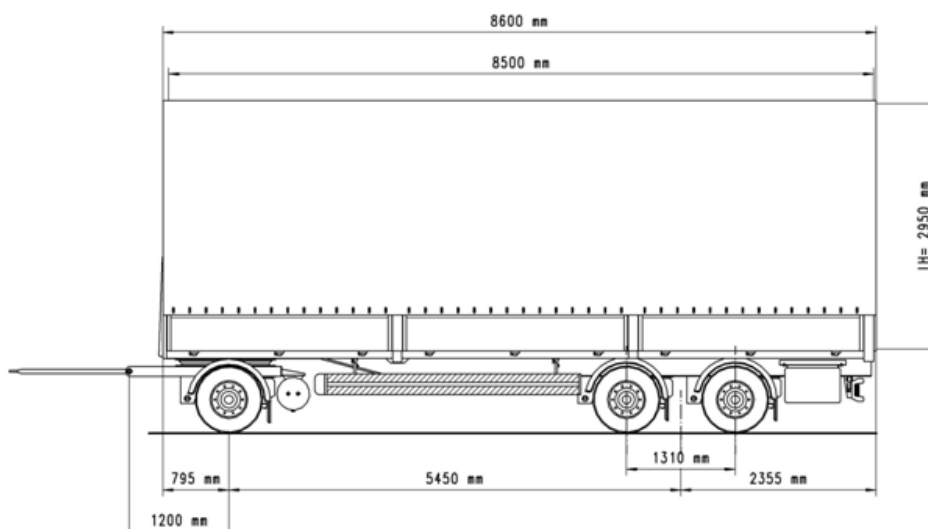
V minulosti se v největší míře používaly přívěsy, které mívaly přední kola říditelná, ale postupem času se přešlo na řízení pomocí točnice. Konvenční přívěsy jsou řízeny tažnou ojí, čímž se natáčí celá přední náprava.

Přívěsy s klasickým točnicovým spojením, u kterých se při zatáčení jízdní soupravy natáčí celá přední náprava, potřebují pro manévrování při zatáčení mezeru mezi tažným vozidlem a přívěsem. Většina předních výrobců přípojných vozidel se začala zabývat otázkou, jak lépe využít volný prostor mezi tažným vozidlem a přívěsem pro zvýšení celkového objemu ložné plochy jízdní soupravy. Výsledkem jsou tandemové přívěsy. Jedná se o přívěs s nápravami uprostřed blízko těžiště přípojného vozidla, takže se na tažné vozidlo přenáší pouze malé statické svislé zatížení a k taženému vozidlu je připojeno pomocí prodloužené tažné oje.

3.2.1 Točnicové přívěsy

Pro tyto přívěsy je charakteristické, že mají nápravy minimálně na začátku a na konci vozidla, ale mohou být vybaveny i přidavnou nápravou. Přívěsy s točnicí jsou doplněné přidavným řídicím ústrojím, které při zatáčení soupravy natáčí celou přední nápravu tak, že nedojde ke styku čela přívěsu se zadní částí automobilu.

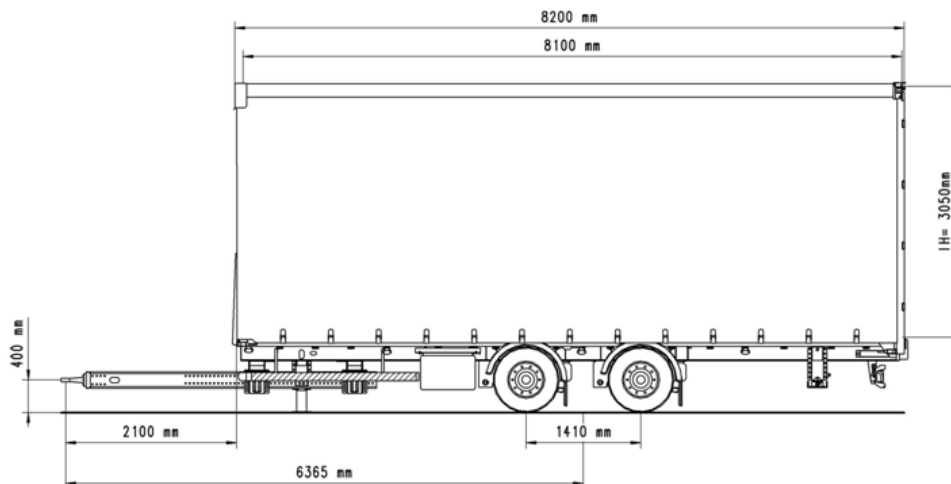
V současné době jsou točnicové přívěsy vyráběny například s nástavbou pro přepravu dříví, s cisternovou nástavbou pro přepravu tekutých látek, dále pak se sklápěcí nástavbou pro přepravu sypkého materiálu, nebo přívěsy určené pro přepravu velkoobjemových kontejnerů a jiné. Z větší části jsou tyto přívěsy využívány pro regionální dopravu.



Obr. 7: Schéma přívěsu s točnicí [8]

3.2.2 Tandemové přívěsy

Jejich prodloužená oj je připojena k závěsnému zařízení, které je umístěno až poblíž zadní nápravy tažného vozidla. Pro tento typ přívěsu je charakteristické, že má nápravy veprostřed vozidla, na rozdíl od přívěsu s točnicí, který je má na začátku a na konci.



Obr. 8: Schéma tandemového přívěsu [8]

Toto přípojné vozidlo společně s motorovým vozidlem tvoří velkoobjemovou jízdní soupravu, která je často využívána pro přepravu krátkých věcí v mezinárodní dopravě. Variabilita nakládání / vykládání zboží je různá díky bočním shrnovacím plachtám a shrnovací konstrukci střechy. U tohoto přípojného vozidla byla také částečně vyřešena časová prodleva při nakládce / vykládce zadními vraty, kdy bylo nutné jízdní soupravu rozpojit. Toto rozpojování se dokázalo odbourat pomocí průjezdným vratům mezi přívěsem a vozidlem. Přívěs je opatřen čelními vraty se sklopným propojovacím můstkem, který je určen pro přejetí mezery mezi ložnou plochou motorového vozidla a přípojného tandemového přívěsu. Díky tomuto propojovacímu můstku lze vykládat zboží například na rampě z tandemové soupravy stejným způsobem, jako tomu je u návěsové jízdní soupravy a to bez rozpřahování.



Obr. 9: Tandemová souprava s průjezdnými vraty – průhled přívěsem až k čelu ložného prostoru motorového vozidla [10]

3.3 Spojovací zařízení [17]

Na spojovací zařízení mezi motorovým a přípojným vozidlem je kladen velký důraz. Všechny tyto části potřebné pro zapojení musí splňovat přísné normy a proti neúmyslnému rozpojení musí být opatřeny zajišťovacím systémem.

Ruční páky pro rozpojování přípojného vozidla musí mít pro snadné používání vhodnou konstrukci se zaobleným koncem. V blízkosti ruční páky pro spojovací zařízení se nesmějí nacházet žádné ostré hrany nebo místa, kde by mohlo dojít k možnému přiskřípnutí nebo přimáčknutí. Z bezpečnostních důvodů není přípustné dálkové ovládání pro rozpojení oje ze závěsu u motorového vozidla, proto se musí vždy toto rozpojování otevírat ruční pákou.

Schéma zařízení pro zapojení přívěsu a návěsu jsou uvedeny v příloze 1 a 2.

3.3.1 Rozpojení přívěsu

Přívěsy se připojují k motorovému vozidlu pomocí oka, které se nachází na konci oje a to je následně zapojeno do závěsného zařízení v zadní části motorového vozidla.



Zdroj: autor

Obr. 10: Zapojení přívěsu pomocí prodloužené oje

Postup pro rozpojení tandemového přívěsu od motorového vozidla:

Nejprve je nutné zajistit přívěs zajišťovacím klínem a parkovací brzdou. Dále se spustí podpěrná noha přívěsu. Je potřeba, aby přívěs stál na pevném a rovném podkladu. Následně mohou být odpojeny propojovací kabely mezi motorovým vozidlem a přívěsem. Po odpojení kabelů lze přistoupit ke zvednutí zajišťovacího kolíku pomocí ručního táhla. Když je zvednutý zajišťovací kolík v závěsu, tak je možné odjet s motorovým vozidlem od přívěsu. Závěs u motorového vozidla je automaticky připraven k připojení nového přívěsu.

Rozpojení přívěsu s točnicí od motorového vozidla:

Rozpojení přívěsu s točnicí je podobné, jako rozpojení tandemového přívěsu. Je zde pouze rozdíl v tom, že se u přívěsu s točnicí nemusí spouštět podpěrné nohy, protože díky rozložení náprav je přívěs stabilní. K nastavení tažné oje pro příslušnou výšku závěsného zařízení na motorovém vozidle se používají různá zařízení pro nastavování výškové polohy tažné oje přívěsu. To umožňuje řidiči rychlé zapojení přívěsu k tažnému vozidlu.



Zdroj: autor

Obr. 11: Oj přívěsu s točnicí s nastavením výšky oje při rozpojení

3.3.2 Rozpojení návěsově soupravy

Návěs se připojuje k tažnému motorovému vozidlu pomocí královského čepu, který je zapojen v točnici tahače.

Postup pro odpojení návěsu od tahače:

Nejprve je nutné zajistit návěs zajišťovacím klínem a parkovací brzdou. Dále se spustí podpěrné nohy návěsu. Je potřeba, aby návěs stál na pevném a rovném podkladu. Následně mohou být odpojeny propojovací kabely mezi tahačem a návěsem. Po odpojení kabelů lze přistoupit k otevření závěru točny se zajišťovací klapkou. Zajišťovací páka se stlačí a zajišťovací táhlo se posune vlevo. Následně se páka vytáhne ven, čímž se odjistí královský čep návěsu od točnice. Poté je možné odjet s tahačem od návěsu. Točna je automaticky připravena k připojení nového návěsu. [12]



Zdroj: autor

Obr. 12: Odpojení návěsu od tahače

4 Křižovatky

Křižovatka je místo, v němž se pozemní komunikace v půdorysném průmětu stýkají nebo protínají a nejméně dvě z nich jsou vzájemně propojeny. Za křižovatku se nepovažuje připojení lesních a polních cest, dále pak sjezdy k nemovitostem a připojení obslužných dopravních zařízení.

Křižovatky je možné rozdělit podle stanovených kritérií do několika skupin. Jednotlivé druhy křižovatek se pak mohou zařadit do dvou nebo více skupin zároveň. Jako základní rozdělení křižovatek lze uvést:

- Úrovňové křižovatky
- Mimoúrovňové křižovatky
- Kombinované křižovatky

Dále můžeme dělit křižovatky na:

- Křižovatky neřízené
- Křižovatky řízené

4.1 Křižovatky úrovňové [6]

Tyto křižovatky mohou být buď prosté, nebo usměrněné. Prosté úrovňové křižovatky jsou křižovatky na komunikacích, které jsou málo frekventované a nemají zvláštní nároky na řízení dopravy, ani na vedení vozidel. Většinou se tedy jedná o komunikace s jedním, resp. dvěma jízdními pruhy v každém směru. Na těchto křižovatkách je nutné zaručit dostatečný rozhled a správný tvar odbočných oblouků. Typy úrovňových křižovatek prostých jsou schematicky zobrazeny na obr. č. 10.



Obr. 13: Prosté úrovňové křižovatky [6]

Vzhledem k nárůstu dopravy došlo ke zvýšení intenzit provozu na pozemních komunikacích a objevily se požadavky na rozšiřování vozovek a zvětšování poloměrů pro odbočování na křižovatkách. Zvýšil se i počet řadících pruhů a při větších šířkách vozovek a větších poloměrech napojení se mohla vozidla pohybovat na ploše prosté úrovně křižovatky po libovolných drahách. Tím se zvětšila plocha, v níž může dojít ke střetnutí vozidel a jízda na křižovatce se stávala pro řidiče nejistou a nebezpečnou. Bylo tedy vhodné přikročit k usměrňování pohybů vozidel na křižovatce. Proto vznikly usměrněné úrovně křižovatky.

Hlavním cílem usměrnění dopravy na křižovatce je:

- oddělení protisměrných průběžných pohybů v oblasti křižovatky
- vymezení jízdních pruhů pro jednotlivé směry pohybů na křižovatce
- jasné vyznačení nepojížděných ploch
- sloučení několika křížných bodů do jednoho a tím snížení jejich počtu
- zlepšení úhlů křížení jednotlivých jízdních drah vozidel

4.2 Okružní křižovatka

Základním technicko-právním předpisem, který řeší problematiku projektování okružních křižovatek na silničních komunikacích je česká norma ČSN 73 6102 „Projektování křižovatek na silničních komunikacích“ a technické podmínky TP 135 „Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích“.

Myšlenka okružní křižovatky s jednosměrným provozem se objevila poprvé počátkem 20. století v Paříži (Rond-Point de l'Etoile). Zde byla řešena přednost vozidel na okružním pásu předností zprava, což vedlo k blokování dopravy na křižovatkách, které byly dopravně zatížené. Až teprve na sklonku 60. let v Anglii a následně ve Francii byla pravidla provozu jízdy na okružních křižovatkách upravena do dnešní podoby.

Okružní křižovatka je druh úrovněvé křižovatky, která má okružní jízdní pás ve tvaru mezikruží, nebo ve tvaru jemu blízkému, na niž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček. Na okružní křižovatku vjíždějí všechna vozidla odbočením vpravo a pohybují se jednosměrně po okružním jízdním pásu až k požadovanému výjezdu, na kterém odbočují vpravo.[13]

Posuzování průjezdnosti okružní křižovatkou lze provádět pomocí tzv. vlečných křivek směrodatných vozidel dle TP 171. Tyto vlečné křivky vyznačují minimální možnost průjezdu určitého vozidla nebo soupravy, dle jejich rozměrů. Možnost přepravy nadměrných nákladů se prověřuje horizontálními a vertikálními trajektoriemi směrodatné soupravy nadměrné přepravy. Na trasách, kde lze předpokládat častý průjezd nadměrných přeprav musí směrové a výškové uspořádání okružní křižovatky umožnit průjezd těmto vozidlům s nadměrným nákladem.

4.3 Projektování okružních křižovatek dle TP 135 [13]

Tyto technické podmínky (dále TP) platí pro projektování okružních křižovatek na silnicích, místních komunikacích a veřejně přístupných účelových komunikacích, přičemž navazují a rozšiřují ustanovení ČSN 73 6102.

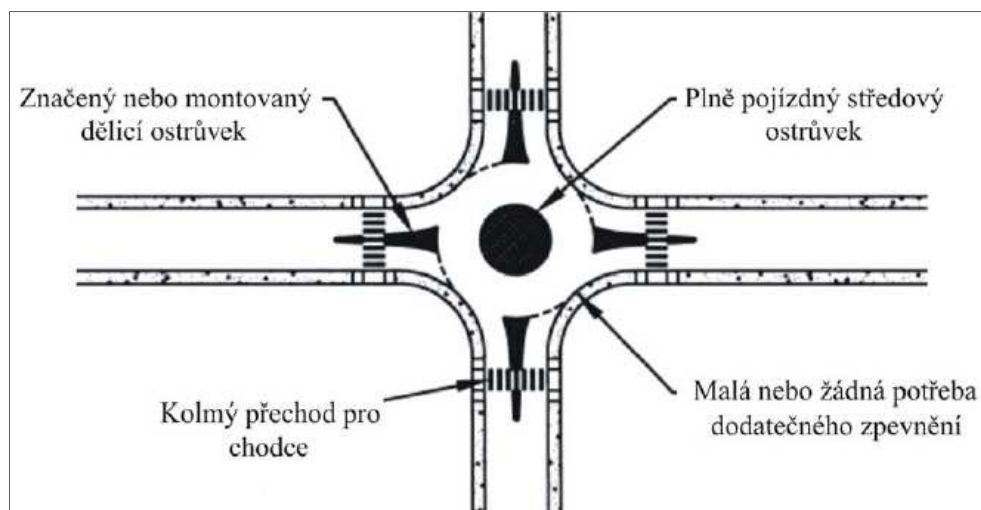
TP 135 jsou aktualizovány na základě poznatků z realizace ověřovacích programů Ministerstva dopravy ve spolupráci se zpracovatelem TP 135. V rámci těchto programů byla realizována řada staveb malých okružních křižovatek, na nichž byly aplikovány nejen parametry z TP 135, ale též řada experimentálních parametrů, za účelem prověření možnosti jejich uplatnění v novém vydání TP 135.

V rámci zpracování aktualizovaného vydání TP 135 na základě výše uvedených poznatků bylo provedeno nové rozdělení okružních křižovatek. Zatímco ve vydání TP 135 z roku 2000 byly okružní křižovatky rozděleny na mini okružní křižovatky, malé okružní křižovatky a velké okružní křižovatky, nyní v novém vydání TP 135 jsou okružní křižovatky zásadně rozděleny jen na mini okružní křižovatky a na okružní křižovatky. Pod pojmem okružní křižovatky se zahrnují jak bývalé malé okružní křižovatky, tak i velké okružní křižovatky.

4.4 Rozdělení okružních křižovatek

Okružní křižovatky lze rozdělit podle různých kritérií:

- Podle rozměru okružní křižovatky (vnější průměr)
 - o Miniokružní křižovatky
 - o Okružní křižovatky
- Podle úrovně křižujících se komunikací
 - o Úrovňové okružní křižovatky
 - o Mimoúrovňové okružní křižovatky
- Podle počtu pruhů na okružním pásu
 - o Okružní křižovatky s jedním pruhem
 - o Okružní křižovatky s dvěma pruhy
- Podle tvaru
 - o Spirálové okružní křižovatky
 - o Zvláštní okružní křižovatky



Obr. 14: Miniokružní křižovatka [15]

4.5 Skladebné prvky okružní křižovatky [13]

Středový ostrov – je kruhová nebo kruhu blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček. Součástí středového ostrova je i prstenec, jimž se v některých případech lemuje okraj středového ostrova.

Částečně pojížděný středový ostrůvek – střední ostrůvek, jehož vnější část je odlišná od vnitřní jak povrchem, tak barevně a je možno ji pojíždět vozidly (především nákladními).

Pojížděný středový ostrůvek – střední ostrůvek, který se provádí klasické vodorovné značení nástřikem barvy, nebo prostřednictvím zdrsňené plochy, která pak slouží jako střední ostrůvek.

Prstenec – je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u okružní křižovatky a má konstrukce zpevněné krajnice. Prstenec je navrhován tak, aby mohl být ojediněle pojížděn hlavně rozměrnými vozidly (nákladní jízdni soupravy, kloubové autobusy, nadměrná přeprava), ale jeho pojíždění nemá být pro řidiče příjemné. Proto se jeho povrch navrhuje jako pravidelně nerovný, který vyvolá při jeho pojezdu vibraci vozidla. V příčném profilu má prstenec odlišný sklon oproti přilehlému okružnímu jízdnímu pásu.

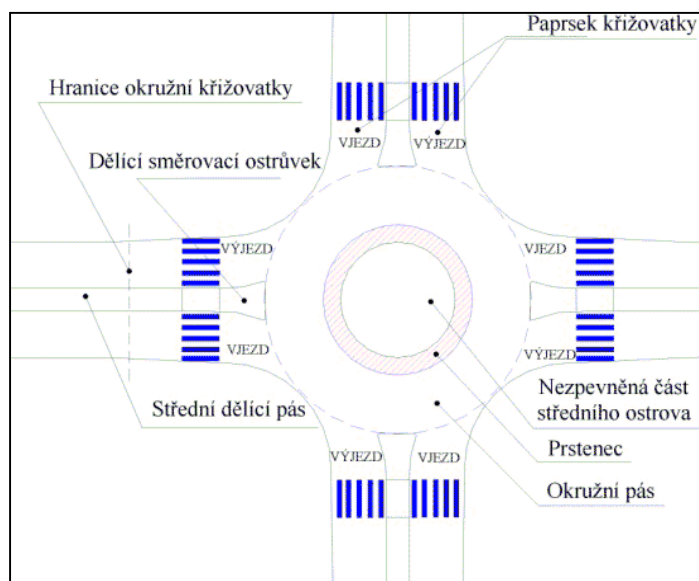
Okružní pás křižovatky – je jízdni pás v šířce zpevněné vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně zpevněných krajnic)

Paprsek křižovatky – skládá se z vjezdu a výjezdu, kde vjezd je jízdni pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružni křižovatku a výjezd je jízdni pruh nebo pás křižující komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdniho pásu křižovatky.

Dělicí pás – je plocha ohraničená fyzicky nebo opticky vůči přilehlým dopravním pruhům, která na křižující komunikaci křižovatky odděluje jízdní pásy v délce nad 25m od okružního jízdního pásu křižovatky.

Směrovací ostrůvek – je plocha, která ohraničuje na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům, která odděluje a usměrňuje dopravní proud vozidel, která vjíždějí na okružní jízdní pás od dopravního proudu vozidel z něj vyjíždějících.

Dělicí ostrůvek – je plocha ohraničená na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům. Dělicí ostrůvek se umísťuje mezi protisměrnými jízdními pruhy / pásy v délce 5 – 25m a tvoří tak zpomalovací prvek před vjezdem do křižovatky. Slouží i ke zdvojenému osazení svislých dopravních značek, případně i jako ochranný ostrůvek pokud je využíván pro přechod pěších.



Obr. 15: Popis okružní křižovatky [14]

4.6 Rozdíl mezi miniokružní křižovatkou a okružní křižovatkou [13]

Miniokružní křižovatka se vyznačuje tím, že:

Vnější průměr okružního jízdniho pásu křižovatky je $D \leq 23$ m a je se zpevněným středovým ostrovem. Tento středový ostrov je řešen jako plně pojížděný s odlišným povrchem. Charakteristika je podobná jako okružní křižovatka, kde větší vozidla nemohou projet po okružním jízdniho pásu. Ojedinele je zde možný průjezd větších vozidel a jízdniho souprav, ale takovým způsobem, že miniokružní křižovatkou projedou stejným způsobem, jako průsečnou křižovatkou, to znamená přes zpevněný středový ostrov. Tyto vozidla musí dát přednost v jízdě všem vozidlům, které na miniokružní křižovatkou vjíždějí, nebo jí projíždějí. Okružní pás má pouze jeden jízdniho pruh v šířce nejméně 4 m. Vjezdy i výjezdy do křižovatky jsou jednopruhé a zpravidla nejsou rozděleny směrovacím ostrůvkem. Umístění těchto miniokružních křižovatek je zejména na komunikacích malého dopravního významu uvnitř měst, obcí a místních komunikacích.

Okružní křižovatka se vyznačuje tím, že:

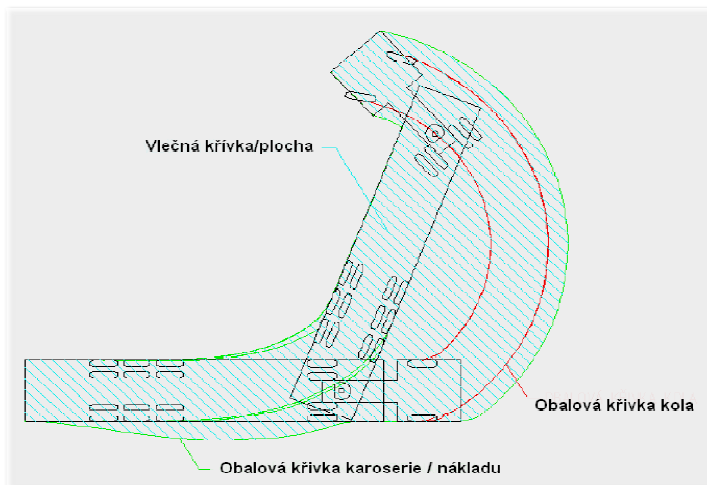
Vnější průměr okružního jízdniho pásu křižovatky je $D > 23$ m a jeho rozměr je hlavně závislý na počtu připojených větví křižujících se komunikací, které jsou na okružní jízdniho pás napojeny a na způsobu připojení vjezdů. Vjezdy a výjezdy na stejném paprsku křižovatky mají být odděleny směrovacím ostrůvkem. Průjezd vozidel okružní křižovatkou z vjezdu do nejbližšího výjezdu by měl být uskutečněn pokud možno spojovací větví, aby došlo ke snížení dopravního zatížení na daném vjezdu.

Okružní křižovatky lze výhodně použít zejména v místech, kde je snaha o snížení závažnosti dopravních nehod, dále pak v případech, kde je třeba tvarem křižovatky zdůraznit konec komunikace s vyšší povolenou rychlostí, případně změnou dopravního režimu. Své uplatnění nachází také v místech, kde je úhel křížení komunikací menší než připouští norma ČSN 736102. Velkou výhodou okružní křižovatky je jednoznačné vymezení přednosti v jízdě na okružním jízdniho pruhu před vozidly na vjezdu.

4.7 Vlečné křivky [18]

Při průjezdu směrovým obloukem nebo okružní křižovatkou, opisuje každá jízdní souprava různé vybočení. Toto vybočení je také možné vyjádřit graficky pomocí vlečných křivek. Šířka vlečné křivky vozidla v přímém směru je rovna šířce vozidla. Vlečné křivky se rozšiřují při průjezdu obloukem, jelikož střed první nápravy vozidla opisuje křivku jiného poloměru než střed poslední nápravy přípojného vozidla. Šířku vlečné křivky ovlivňuje poloměr směrového oblouku, středový úhel a hlavně druh jízdní soupravy. Vlečné křivky vozidel se používají pro prověření průjezdu vozidla úrovněnými křižovatkami, parkovišti, kolem dopravních ostrůvků a průjezdnost zastávkami hromadné dopravy. To znamená, že šablony vlečných křivek dle TP 171 lze použít tam, kde dochází k velkým změnám směru jízdy na malém prostoru, malých poloměrech a při nízkých rychlostech.

Doposud používané šablony vlečných křivek vycházejí ze stavu vozidlového parku přibližně v polovině 80. let. Od té doby došlo ke změnám v evropských předpisech týkající se stavby a vybavení silničních vozidel (vycházející ze Směrnice rady EHK č. 96/53), změnám ve složení vozového parku, pohybující se na pozemních komunikacích a projevuje se zde trend ke zvětšování maximálních rozměrů vozidel. Na druhou stranu, současná moderní vozidla mají vyspělejší geometrii jízdy (pomocí řízeným nepoháněným třetím nápravám), takže oproti svým předchůdcům, jsou tyto soupravy schopny vystačit si se skromnějšími plochami pro jízdu. [19]



Obr. 16: Vlečné křivky návěsové soupravy [18]

5 Měření vybočení přípojných vozidel

Měření vybočení jízdních souprav bylo prováděno v objektu firmy M. Preymesser logistika s.r.o. Jičín, na parkovišti pro osobní vozidla. Měření bylo prováděno za účelem ověření velikosti vybočení různých přípojných vozidel z dráhy motorového vozidla v praxi. Zvoleny byly jízdní soupravy, které jsou často využívány pro nákladní silniční dopravu. Vzhledem k tomu, že pro měření nebyla použita měřidla s platnou kalibrací, dále značkovácí zařízení mělo menší odchylky při průjezdu nerovností, tak z toho důvodu lze považovat naměřené hodnoty pouze za orientační. Pro přesné vybočení různých přípojných vozidel by bylo možné použít speciální software, který dokáže zakreslit do předem definovaného oblouku (okružní křižovatky) vybočení přípojných vozidel pomocí vlečných křivek.

5.1 Příprava pro měření

Měření návěsové a tandemové soupravy bylo uskutečněno dne 24. 9. 2016 a měření jízdní soupravy složené z motorového vozidla a přívěsu s točnicí bylo uskutečněno dne 15. 10. 2016 v objektu firmy M. Preymesser logistika s.r.o. Jičín. Nejprve bylo nutné vyznačit dvě soustředné kružnice, pro určení prostoru, ve kterém měly být ověřeny manévrovací schopnosti a velikost vybočení různých druhů jízdních souprav. Vyznačení vnitřní kružnice o poloměru $r = 5,3$ m a vnější kružnice o poloměru $r = 12,5$ m bylo provedeno jemným pískem. Tyto rozměry byly zvoleny z důvodu, že dle směrnice 97/27/ES je toto minimální prostor, kterým musí být schopny projet standardní jízdní soupravy. Pro značení trajektorie vozidla a přípojného vozidla byla zvolena křída vždy jiné barvy, aby nemohlo dojít k záměně vyznačených trajektorií od motorového vozidla a přípojného vozidla při měření různých druhů jízdních souprav. Křída byla zvolena z důvodu snadného odstranění a rychlého připravení prostoru pro opakování měření.

Výsledky měření budou následně porovnány s teorií dle konstrukčních parametrů jízdních souprav. Pro výpočty budou použity naměřené rozměry jízdních souprav. Při výpočtech vybočení jízdních souprav by měla být použita hodnota R_m , což je vzdálenost středu pneumatiky vozidla ke středu vyznačeného oblouku. V této práci bude ale za R_m považována vzdálenost kraje pneumatiky ke středu vyznačeného

oblouku. Důvodem pro tuto změnu je skutečnost, že pokud vozidlo vyjíždí mimo vyznačený prostor, tak právě kraj pneumatiky je v tomto vybočení první člen, který případně pojíždí po prstenci na okružní křižovatce, v krajním případě po obrubníku.



Zdroj: autor

Obr. 17: Vyznačený prostor pro měření vybočení přípojních vozidel

5.2 Postup měření

Postup měření byl zvolen následujícím způsobem. Motorové vozidlo a jeho přípojné vozidlo bylo opatřeno značkovacím zařízením. Umístění značkovacího zařízení bylo vždy na jiném místě, dle typu měřené jízdní soupravy, ale pokaždé bylo připevněno na levé části motorového vozidla a jeho přípojného vozidla. Před zahájením samotného měření ve vyznačeném prostoru pro měření vybočení, byl proveden test funkčnosti značkovacího zařízení.

Po zdárném provedení testu, mohlo být zahájeno měření vybočení. Řidič měl za úkol, co nejvíce kopírovat vnější kružnici pravou částí vozidla, ale tak, aby vozidlo nepřesahovalo vyznačený prostor žádnou částí vozidla. V průběhu jízdy bylo spouštěno značkovací zařízení u motorového vozidla a následně i u přípojného vozidla. Tyto vyznačené trajektorie byly změřeny a zaznamenány. Následně došlo k vymazání vyznačených křivek, aby byl prostor připraven pro opakování měření. Tímto způsobem se měření opakovalo desetkrát.



Zdroj: autor

Obr. 18: Připevnění značkovacího zařízení na zadním levém kole tahače návěsu



Zdroj: autor

Obr. 19: Připevnění značkovacího zařízení na prostředním levém kole návěsu

5.3 Měření návěsové soupravy – 3 nápravy návěsu

Jako první byla měřena návěsová souprava. Jednalo se o motorové vozidlo tahač návěsů značky Mercedes Benz–Actros a přípojně vozidlo lowdeckový návěs značky Schmitz. Toto přípojně vozidlo je standardní přípojně vozidlo, které je často využíváno v dopravě pro mezinárodní dopravu. Návěs Schmitz je vybaven odlehčovací (zvedací) přední nápravou, ale pro toto měření byly spuštěny všechny tři nápravy návěsu.

5.3.1 Příprava měření návěsu – 3 nápravy

Na motorové vozidlo bylo připevněno značkovací zařízení. Toto zařízení bylo umístěno na střed zadní nápravy na levé straně motorového vozidla. Poté bylo připevněno značkovací zařízení na přípojně vozidlo. Na návěsu bylo toto zařízení umístěno na střed prostřední nápravy na levé straně. Do spodní části značkovacího zařízení byla připevněna křída, pomocí které bylo prováděno značení trajektorie při průjezdu obloukem. Pro toto měření byla použita u motorového vozidla žlutá křída a u návěsu byla použita křída červená.

Při provedení testu funkčnosti značkovacího zařízení byly změřeny a zaznamenány následující rozměry. Vzdálenost značkovacího zařízení od pneumatiky u motorového vozidla a u přípojněho vozidla, dále byla změřena vzdálenost měřícího zařízení na tahači od točny, vzdálenost měřícího zařízení u návěsu od čepu (točny).

5.3.2 Měření vybočení návěsu – 3 nápravy

Po tomto změření potřebných rozměrů bylo možné přejít k měření vybočení přípojněho vozidla v připraveném prostoru. Vzhledem k tomu, že nebylo potřebné, aby značkovací zařízení značilo celou cestu při průjezdu vyznačeným prostorem, bylo toto značkovací zařízení spuštěno vždy jen v určitém úseku. Prostor pro značení byl určen přímo proti vjezdu vozidla do vyznačeného prostoru, protože v tomto místě je největší možné vybočení návěsu.



Zdroj: autor

Obr. 20: Měření návěsové jízdní soupravy – 3 nápravy

Jízdní souprava vjela do vyznačeného prostoru a zhruba v jedné třetině tohoto prostoru zastavila. V ten okamžik bylo spuštěno značkovací zařízení na motorovém vozidle. Toto zařízení začalo zaznamenávat trajektorii tahače a zhruba ve stejném místě, kde bylo spuštěno značkovací zařízení tahače, bylo spuštěno značkovací zařízení u návěsu. Jízdní souprava pokračovala v jízdě a zhruba v další třetině vyznačeného prostoru opět zastavila, aby mohlo být zvednuto značkovací zařízení motorového vozidla a následně pak i značkovací zařízení u přípojného vozidla. Jízdní souprava poté opustila vyznačený prostor a jela se připravit na opakování měření.

V době, kdy jízdní souprava opustila vyznačený prostor, byly změřeny a do připravené tabulky zaznamenány vzdálenosti jednotlivých vyznačených trajektorií od značkovacího zařízení ke středu vyznačených kružnic. Po tomto změření a zaznamenání byly trajektorie vznikající křídou vymazány. Vymazání křídly se provádělo koštětem. Jelikož parkoviště, kde se provádělo měření, mělo asfaltový povrch, tak po vymazání trajektorií zůstaly v pórech menší známky předchozího záznamu. Ale rozdíl mezi novým záznamem a předchozím vymazaným záznamem byl dosti patrný, takže k chybnému zaměření neaktuální trajektorie nemohlo dojít. Když bylo vše změřeno, zaznamenáno a trajektorie byly vymazány, tak mohlo dojít k opakování měření. Následující měření probíhalo stejným způsobem, jako bylo popsáno u prvního měření.

Návěsová souprava (3 nápravy)

	Rv' [mm]	Rv [mm]	Rp' [mm]	Rp [mm]	Xn [mm]
1. měření	9025	9085	5850	5920	3165
2. měření	9010	9070	5835	5905	3165
3. měření	9020	9080	5780	5850	3230
4. měření	9045	9105	5810	5880	3225
5. měření	9010	9070	5825	5895	3175
6. měření	9005	9065	5815	5885	3180
7. měření	9010	9070	5830	5900	3170
8. měření	9020	9080	5850	5920	3160
9. měření	9030	9090	5790	5860	3230
10. měření	9025	9085	5845	5915	3170
Průměr	9020	9080	5823	5893	3187

Zdroj: autor

Tab. 1: Návěsová souprava 3 nápravy

Rv'..... naměřená vzdálenost značkovacího zařízení motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rv..... vzdálenost kraje pneumatiky motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

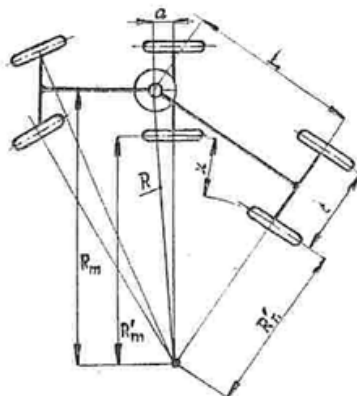
Rp'..... naměřená vzdálenost značkovacího zařízení přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rp..... vzdálenost kraje pneumatiky přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

Xn..... vybočení návěsu

Měřením bylo zjištěno, že při průjezdu vyznačeným prostorem je vybočení měřeného návěsu oproti tahači 3187 mm (průměrná hodnota deseti měření).

5.3.3 Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů návěsové soupravy



Obr. 21: Vybočení návěsu při průjezdu zatáčkou [22]

Obrázek 21 znázorňuje vybočení návěsu ze stopy tažného vozidla. Návěs o rozvoru L je podepřen na točnici vzdálené o rozměr a před zadní nápravou tažného vozidla. Rozchod kol je t . V zatáčce opisuje vnitřní kolo prostřední nápravy návěsu kružnici o poloměru Rn' , která je menší než Rm' motorového vozidla. Rozdíl obou poloměrů označený x udává míru vybočení přívěsu z dráhy motorového vozidla. Pro tyto výpočty je možné využít Pythagorovy věty u jednotlivých trojúhelníků.

Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů jízdní soupravy [22]

Poloměr zatáčky vnitřního kola

$$Rn' = \sqrt{R^2 - L^2} - \frac{t}{2} \quad R = \sqrt{Rm^2 + a^2} \quad Rm' = Rm - \frac{t}{2}$$

Velikost vybočení návěsu

$$X = Rm' - Rn'$$

Naměřené rozměry

Rm'vzdálenost kraje pneumatiky motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru. Pro výpočet vybočení je možné použít z předchozího měření průměrnou hodnotu Rv .

$$Rv = Rm' = 9080 \text{ mm}$$

L... vzdálenost královského čepu od prostřední nápravy návěsu

$$L = 7700 \text{ mm}$$

t... šířka přípojného vozidla

$$t = 2500 \text{ mm}$$

a... vzdálenost točny od středu zadní nápravy tahače

$$a = 600 \text{ mm}$$

Neznámé rozměry, které je nutno dopočítat

Rm.....vzdálenost středu motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rn'..... vzdálenost kraje pneumatiky přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rn..... vzdálenost kraje pneumatiky přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

X.....vybočení návěsu

Poloměr zatáčky vnitřního kola

$$Rm' = Rm - \frac{t}{2} \qquad Rm = Rm' + \frac{t}{2}$$

$$Rm = 9080 + \frac{2500}{2} = 10330$$

$$Rm = 10330 \text{ mm}$$

Výpočet R – vzdálenost místa spojení tahače s návěsem (točna / královský čep) od středu kružnice

$$R = \sqrt{Rm^2 + a^2}$$

$$R = \sqrt{10330^2 + 600^2} = 10313 \text{ mm}$$

Výpočet Rn' - vzdálenost kraje prostřední pneumatiky návěsu od středu kružnice

$$Rn' = \sqrt{R^2 - L^2} - \frac{t}{2} \quad Rn' = \sqrt{10313^2 - 7700^2} - \frac{2500}{2} = 5811 \text{ mm}$$

$$Rn' = 5811 \text{ mm}$$

Výpočet vybočení návěsu X

$$X = Rm' - Rn' \quad X = 9080 - 5811 = 3269 \text{ mm}$$

Podle výpočtu dle konstrukčních parametrů jízdní soupravy je vybočení testovaného návěsu ze stopy tažného vozidla 3269 mm.

Rozdíl vybočení návěsu mezi měřením a spočítanou hodnotou činí 82 mm. Tento rozdíl lze přisuzovat drobným odchýlkám při měření vybočení, jako například šířka křídly, drobné vychýlení značkovacího zařízení, nepřesně změřené rozměry soupravy pro výpočty a jiné vlivy, které ovlivnily toto měření.

5.4 Měření vybočení návěsové soupravy – 2 nápravy návěsu

Druhé měření se provádělo na stejném motorovém vozidle i na stejném přípojném vozidle, pouze s tím rozdílem, že při průjezdu obloukem byla zvednuta přední náprava návěsu, aby bylo ověřeno, že manévrovací schopnosti této soupravy budou oproti předchozímu měření naprosto odlišné. Obě značkovací zařízení zůstala na stejném místě a postup měření byl také totožný, jako bylo u předchozího měření.



Zdroj: autor

Obr. 22: Měření návěsové soupravy se zvednutou přední nápravou u návěsu

Pro toto měření byla použita u motorového vozidla bílá křída a u návěsu byla použita křída fialová. Měření se opět opakovalo desetkrát a po ukončení bylo značkovací zařízení odmontováno jak z motorového vozidla, tak i z přípojného vozidla, aby mohlo být použito pro další měření na jiné jízdní soupravě.

Měření návěsové soupravy (2 nápravy)

	Rv' [mm]	Rv [mm]	Rp' [mm]	Rp [mm]	Xn [mm]
1. měření	9100	9160	5360	5430	3730
2. měření	9010	9070	5335	5405	3665
3. měření	9030	9090	5360	5430	3660
4. měření	9010	9070	5335	5405	3665
5. měření	9020	9080	5360	5430	3650
6. měření	9100	9160	5375	5445	3715
7. měření	9030	9090	5365	5435	3655
8. měření	9020	9080	5360	5430	3650
9. měření	9010	9070	5365	5435	3635
10. měření	9030	9090	5335	5405	3685
Průměr	9036	9096	5355	5425	3671

Zdroj: autor

Tab. 2: Měření vybočení návěsu s odlehčenou přední nápravou

Měřením se potvrdilo, že trajektorie návěsu byla naprosto v jiném místě, než při předchozím měření, kdy měl návěs spuštěn všechny tři nápravy. Trajektorie byly blíže ke středové kružnici, která vyznačovala minimální manévrovací prostor. Již při prvním průjezdu bylo zcela zřejmé, že toto je krajní mez, pro průjezdnost vyznačeným prostorem a tím i splnění manévrovacích schopností dle směrnice 97/27/ES.

Měřením bylo zjištěno, že při průjezdu vyznačeným prostorem je vybočení měřeného návěsu se zvednutou přední nápravou u návěsu oproti tahači 3671 mm (průměrná hodnota deseti měření).

V porovnání s předchozím měřením (spuštěné všechny tři nápravy) se jedná o rozdíl 484 mm.

Aby bylo možné porovnat naměřené výsledky s teorií dle konstrukčních parametrů, tak by muselo dojít k posunutí značkovacího zařízení na návěsu, protože se díky zvednuté přední nápravě změnila délka L. Jelikož značkovací zařízení zůstala na svém místě, stejně jako u předchozího měření nebude provedena kontrola naměřených hodnot s teorií. Toto měření bylo provedeno pouze jako ukázka, jaká drobnost stačí, aby se naprosto změnila manévrovací schopnosti návěsu.

5.5 Měření tandemové soupravy

Pro měření tandemové soupravy bylo použito motorové vozidlo značky DAF XF s tandemovým přívěsem PANA TV 18L. Na motorové vozidlo bylo připevněno značkovací zařízení do prostoru mezi druhou a třetí nápravou na levé straně. U tandemového přívěsu bylo značkovací zařízení připevněno také mezi nápravy přívěsu. Dále byly změřeny potřebné rozměry, jako například vzdálenost značení od pneumatiky, vzdálenost značkovacího zařízení na vozidle od připojovacího závěsu a vzdálenost značkovacího zařízení na přípojném vozidle od místa připojení k tažnému vozidlu (oko oje).



Zdroj: autor

Obr. 23: Měření vybočení tandemové soupravy

5.5.1 Měření vybočení tandemové soupravy

Postup měření byl totožný, jako u návěsové soupravy. Řidič měl za úkol, co nejvíce kopírovat vnější kružnici pravou částí vozidla, ale tak, aby vozidlo nepřesahovalo vyznačený prostor žádnou částí vozidla. Vozidlo vjelo do vyznačeného prostoru pro měření a zhruba v jedné třetině vyznačeného prostoru zastavilo, aby mohlo být spuštěno značkovací zařízení na motorovém vozidle. Následně vozidlo ujelo určitou část dráhy a zhruba ve stejném místě jako u motorového vozidla bylo spuštěno značkovací zařízení u přívěsu. Po další třetině ujeté dráhy bylo značkovací zařízení u vozidla a následně i u přívěsu zvednuto. Poté vozidlo opustilo vyznačený prostor a došlo ke změření vzdáleností trajektorií od středu vyznačených kružnic. Pro značení trajektorie motorového vozidla byla zvolena zelená barva křídly a modrá křída pro tandemový přívěs. Naměřené hodnoty byly zaznamenány a vyznačené trajektorie byly následně vymazány, aby se mohlo měření opakovat.

Měření tandemové soupravy

	Rv' [mm]	Rv [mm]	Rp' [mm]	Rp [mm]	Xn [mm]
1. měření	8190	8290	6220	6340	1950
2. měření	8050	8150	6110	6230	1920
3. měření	8150	8250	6260	6380	1870
4. měření	8170	8270	6270	6390	1880
5. měření	8080	8180	6130	6250	1930
6. měření	8180	8280	6210	6330	1950
7. měření	8090	8190	6140	6260	1930
8. měření	8150	8250	6250	6370	1880
9. měření	8180	8280	6260	6380	1900
10. měření	8150	8250	6250	6370	1880
Průměr	8139	8239	6210	6330	1909

Zdroj: autor

Tab. 3: Měření vybočení tandemové soupravy

Rv'..... naměřená vzdálenost značkovacího zařízení motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rv..... vzdálenost kraje pneumatiky motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rp'..... naměřená vzdálenost značkovacího zařízení přívěsu od středu vyznačeného prostoru

Rp..... vzdálenost kraje pneumatiky přívěsu od středu vyznačeného prostoru

Xt..... vybočení tandemového přívěsu

Měřením bylo zjištěno, že při průjezdu vyznačeným prostorem je vybočení u měřeného tandemového přívěsu vůči motorovému vozidlu 1909 mm (průměrná hodnota deseti měření).

5.5.2 Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů tandemové soupravy

Pro výpočet vybočení tandemové jízdní soupravy bude použito stejné schéma (obr. 21), jako u návěsové soupravy a také stejné vzorečky.

Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů jízdní soupravy [22]

Poloměr zatáčky vnitřního kola

$$Rn' = \sqrt{R^2 - L^2} - \frac{t}{2} \quad R = \sqrt{Rm^2 + a^2} \quad Rm' = Rm - \frac{t}{2}$$

Velikost vybočení tandemového přívěsu

$$X = Rm' - Rn'$$

Naměřené rozměry

Rm'vzdálenost kraje pneumatiky motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru. Pro výpočet vybočení je možné použít z předchozího měření průměrnou hodnotu Rv .

$$Rv = Rm' = 8239 \text{ mm}$$

L ...vzdálenost oka oje od středu mezi nápravami přívěsu

$$L = 6165 \text{ mm}$$

t ...šířka přípojného vozidla

$$t = 2500 \text{ mm}$$

a ...vzdálenost závěsu od středu mezi nápravami

$$a = 1280 \text{ mm}$$

Neznámé rozměry, které je nutno dopočítat

Rmvzdálenost středu motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rn' vzdálenost kraje pneumatiky přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rn..... vzdálenost kraje pneumatiky přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

X.....vybočení přívěsu

$$Rm' = Rm - \frac{t}{2} \qquad Rm = Rm' + \frac{t}{2}$$

$$Rm = 8239 + \frac{2500}{2} = 9489$$

$$\mathbf{Rm = 9489 \text{ mm}}$$

Výpočet R – vzdálenost místa spojení motorového vozidla s přívěsem od středu kružnice

$$R = \sqrt{Rm^2 + a^2} \qquad R = \sqrt{9489^2 + 1280^2} = 9575 \text{ mm}$$

Výpočet Rn' - vzdálenost mezi nápravami přívěsu (místo, kde bylo připevněno značkovací zařízení na přívěsu) od středu kružnice

$$Rn' = \sqrt{R^2 - L^2} - \frac{t}{2} \qquad Rn' = \sqrt{9575^2 - 6165^2} - \frac{2500}{2} = 6226 \text{ mm}$$

$$\mathbf{Rn' = 6226 \text{ mm}}$$

Výpočet vybočení tandemového přívěsu X

$$\mathbf{X = Rm' - Rn' \qquad X = 8239 - 6226 = 2013 \text{ mm}}$$

Podle výpočtu dle konstrukčních parametrů jízdní soupravy je vybočení testovaného tandemového přívěsu vůči motorovému vozidlu 2013 mm.

Rozdíl vybočení mezi měřením a spočítanou hodnotou je 104 mm. Tento rozdíl lze přisuzovat drobným odchylkám při měření, jako jsou například šířka křídly, drobné vybočení značkovacího zařízení a jiné vlivy, které ovlivnily měření.

5.6 Měření přívěsu s točnicí

Pro toto měření bylo použito motorové vozidlo Scania G480 a přívěs s točnicí značky Bodex. Na motorové vozidlo bylo připevněno značkovací zařízení do prostoru mezi druhou a třetí nápravu na levé straně. U přívěsu bylo značkovací zařízení připevněno na střed poslední nápravy přívěsu. Dále byly změřeny potřebné rozměry, jako například vzdálenost značení od pneumatiky, vzdálenost značkovacího zařízení na vozidle od přípojovacího závěsu a vzdálenost značkovacího zařízení na přípojném vozidle od přední nápravy a vzdálenost přední nápravy od místa připojení k tažnému vozidlu (oko oje).



Zdroj: autor

Obr. 24: Měření vybočení přívěsu s točnicí

5.6.1 Měření vybočení přívěsu s točnicí

Postup měření byl totožný, jako předchozí měření návěsové a tandemové soupravy. Řidič měl za úkol, co nejvíce kopírovat vnější kružnici pravou částí vozidla, ale tak, aby vozidlo nepřesahovalo vyznačený prostor žádnou částí vozidla. Vozidlo vjelo do předem vyznačeného prostoru pro měření a zhruba v jedné třetině vyznačené kružnice zastavilo, aby mohlo být spuštěno značkovací zařízení na vozidle. Následně vozidlo ujelo určitou část dráhy a zhruba ve stejném místě jako u motorového vozidla bylo spuštěno značkovací zařízení u přívěsu. Po další třetině ujeté dráhy bylo značkovací zařízení u vozidla a následně i u přívěsu zvednuto. Vozidlo poté opustilo vyznačený prostor a došlo ke změření vzdáleností

trajektorií od středu vyznačeného prostoru. Pro značení trajektorie byla zvolena bílá barva křídý pro motorové vozidlo a červená křída pro přívěs. Naměřené hodnoty byly zaznamenány a vyznačené trajektorie byly následně vymazány, aby se mohlo měření opakovat.

Měření přívěsu s točnicí

	Rv' [mm]	Rv [mm]	Rp' [mm]	Rp [mm]	Xp [mm]
1. měření	7680	7760	5990	6090	1670
2. měření	7850	7930	6190	6290	1640
3. měření	7890	7970	6230	6330	1640
4. měření	7900	7980	6220	6320	1660
5. měření	7860	7940	6230	6330	1610
6. měření	7740	7820	6110	6210	1610
7. měření	7790	7870	6150	6250	1620
8. měření	7850	7930	6165	6265	1665
9. měření	7820	7900	6150	6250	1650
10. měření	7790	7870	6115	6215	1655
Průměr	7817	7897	6155	6255	1642

Zdroj: autor

Tab. 4: Měření vybočení přívěsu s točnicí

Rv' naměřená vzdálenost značkovacího zařízení motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

Rv vzdálenost kraje pneumatiky motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

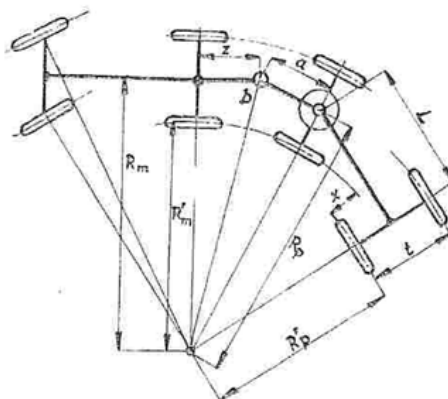
Rp' naměřená vzdálenost značkovacího zařízení přívěsu od středu vyznačeného prostoru

Rp vzdálenost kraje pneumatiky přívěsu od středu vyznačeného prostoru

Xp vybočení přívěsu s točnicí

Měřením bylo zjištěno, že při průjezdu vyznačeným prostorem je vybočení měřeného přívěsu s točnicí vůči motorovému vozidlu 1642 mm (průměrná hodnota deseti měření).

5.6.2 Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů jízdní soupravy



Obr. 25: Vybočení přívěsu s točnicí při průjezdu zatáčkou [22]

Poloměr zatáčky vnitřního kola

$$Rm^2 + z^2 = Rp^2 + a^2 \qquad Rm' = Rm - \frac{t}{2}$$

$$Rp' = \sqrt{R^2 - L^2} - \frac{t}{2}$$

Velikost vybočení přívěsu s točnicí

$$x = Rm' - Rp'$$

5.6.3 Výpočet vybočení dle konstrukčních parametrů motorového vozidla a přívěsu s točnicí [22]

Naměřené rozměry

Rm'vzdálenost kraje pneumatiky motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru. Pro výpočet vybočení je možné použít z předchozího měření průměrnou hodnotu Rv .

$$Rv = Rm' = 7817 \text{ mm}$$

L ... vzdálenost středu přední otočné nápravy přívěsu od poslední nápravy přívěsu

$$L = 4840 \text{ mm}$$

t... šířka přípojného vozidla

$$t = 2400 \text{ mm}$$

a... vzdálenost oka oje od středu přední nápravy přívěsu

$$a = 3200 \text{ mm}$$

z... vzdálenost závěsu od středu mezi druhou a třetí nápravou motorového vozidla

$$z = 2160 \text{ mm}$$

Neznámé rozměry, které je nutno dopočítat

R_mvzdálenost středu motorového vozidla od středu vyznačeného prostoru

$R_{p'}$ vzdálenost kraje pneumatiky přípojného vozidla od středu vyznačeného prostoru

R_p vzdálenost kraje pneumatiky přívěsu od středu vyznačeného prostoru

X.....vybočení přívěsu s točnicí

$$R_m = R_{m'} + \frac{t}{2}$$

$$R_m = 7817 + \frac{2500}{2} = 9067$$

$$\mathbf{R_m = 9067 \text{ mm}}$$

Výpočet R_p ...vzdálenost kraje pneumatiky přívěsu od středu vyznačeného prostoru.

$$R_m^2 + z^2 = R_p^2 + a^2 \quad R_p = \sqrt{R_m^2 + z^2 - a^2}$$

$$R_p = \sqrt{9067^2 + 2160^2 - 3200^2} = 8754$$

$$\mathbf{R_p = 8754 \text{ mm}}$$

Výpočet Rn' - vzdálenost kraje poslední pneumatiky přívěsu od středu kružnice

$$Rp' = \sqrt{Rp^2 - L^2} - \frac{t}{2}$$
$$Rn' = \sqrt{R^2 - L^2} - \frac{t}{2} \quad Rp' = \sqrt{8754^2 - 4840^2} - \frac{2400}{2} = 6094 \text{ mm}$$

$$Rp' = 6094 \text{ mm}$$

Výpočet vybočení návěsu X

$$X = Rm' - Rp' \quad X = 7817 - 6094 = 1723 \text{ mm}$$

Podle výpočtu dle konstrukčních parametrů soupravy je vybočení testovaného tandemového přívěsu vůči motorovému vozidlu 1723 mm.

Rozdíl vybočení mezi měřením a spočítanou hodnotou je 81 mm. Tento rozdíl lze přisuzovat drobným odchylkám při měření, jako jsou například šířka křídly, drobné vybočení značkovacího zařízení, nepřesně změřené rozměry soupravy a jiné vlivy, které ovlivnily měření.

5.7 Srovnání návěsových a přívěsových jízdních souprav

Obsahem této kapitoly bude srovnání návěsových a přívěsových jízdních souprav z vybraných hledisek. Jedná se o obecné výhody a nevýhody návěsových a přívěsových souprav, které vyplývají z konkrétního konstrukčního řešení a provozních odlišností jednotlivých souprav.

Porovnání jízdních souprav dle vybočení

	Průměrná hodnota vybočení přípojného vozidla dle měření	Vypočítané vybočení přípojného vozidla dle konstrukčních parametrů	Hodnocení manévrovacích schopností
Návěsová souprava	3187 mm	3269 mm	3.
Tandemová souprava	1909 mm	2013 mm	2.
Souprava motorové vozidlo a přívěs s točnicí	1642 mm	1723 mm	1.

Zdroj: autor

Tab. 5: Vyhodnocení vybočení jízdních souprav

V tabulce číslo 5 je vyhodnocení jízdních souprav dle jejich vybočení. Jak měřením, tak i výpočtem vybočení dle konstrukčních parametrů soupravy bylo zjištěno, že nejlepší manévrovací schopnosti má jízdní souprava motorového vozidla s přívěsem s točnicí, dále je pak tandemová souprava a nejhorší manévrovací schopnosti má návěsová souprava.

Porovnání jízdních souprav dle využití ložné plochy

	Maximální délka soupravy	Maximální šířka soupravy	Maximální plocha soupravy	Využitelná délka ložné plochy soupravy pro náklad	Využitelná šířka ložné plochy soupravy pro náklad	Maximální využitelný prosotor pro náklad	Využitelná ložná plocha v porovnání s maximálním rozměrem soupravy	Hodnocení využití maximálních rozměrů
Návěsová souprava	16,5 m	2,55 m	42,075 m ²	13,62 m	2,48 m	33,78 m ²	80,28%	2.
Tandemová souprava	18,75 m	2,55 m	47,81 m ²	15,64 m	2,48 m	38,79 m ²	81,13%	1.
Souprava motorové vozidlo a přívěs s točnicí	18,75 m	2,55 m	47,81 m ²	13,9 m	2,48 m	34,47 m ²	72,10%	3.

Zdroj: autor

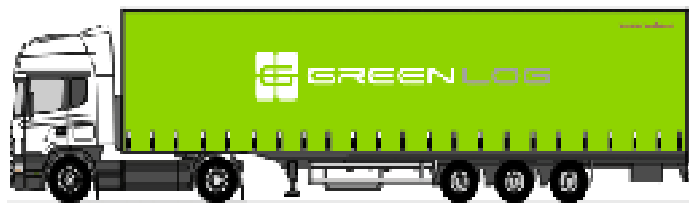
Tab. 6: Porovnání jízdních souprav dle využití ložné plochy

V tabulce číslo 6 je vyhodnocení jízdních souprav podle využití ložné plochy v poměru k maximálním rozměrům jízdních souprav podle směrnice 96/53/ES. Největší využití ložné plochy má tandemová souprava a to 81,13 %, následně je návěsová souprava, kde je možno využít pro náklad 80,28 % z celkových rozměrů soupravy a nejmenší využití ložné plochy z porovnávaných souprav, v poměru

k maximálním rozměrům jízdní soupravy má souprava motorového vozidla a přívěsu s točnicí. Také je z této tabulky patrné, že z porovnávaných souprav má největší prostor pro náklad opět tandemová souprava, následně je souprava motorového vozidla a přívěsu s točnicí a nejmenší prostor pro náklad má návěsová souprava.

5.7.1 Návěsová jízdní souprava

Mezi hlavní výhody návěsových jízdních souprav patří možnost přepravovat rozměrově dlouhé přepravované druhy zboží, jako například roury, tyče, různé stroje a manipulační techniku. Konstrukční řešení návěsů umožňuje snazší manipulaci při vykládce a nakládce zboží. Pouze na jedno nacouvání na rampu za účelem nakládky či vykládky lze realizovat tento proces nakládacích a vykládacích prací. U návěsové jízdní soupravy je dobře zatížená zadní náprava tažného motorového vozidla a to má za následek dosažení lepších adhezních podmínek. Další výhodou skříňových návěsů je nutnost pouze jednoho chladícího resp. topícího agregátu. V případě poruchy tažného motorového vozidla lze vyměnit toto motorové vozidlo za jiné (ale za dodržení některých kritérií, jako např. velikost točnice), bez nutné překládky zboží. Toto přepřahání je dost často využíváno v praxi řadou přepravců v některých logistických centrech. Za nevýhodu návěsových jízdních souprav lze považovat horší manévrovací vlastnosti při průjezdu obloukem nebo zatáčkou. Vybočení návěsu v zatáčce doleva zmenšuje možnost průjezdu vozidla jedoucího v protisměru a může vést ke srážce obou vozidel. Řidič návěsové soupravy si musí být stále vědom vybočení návěsu v zatáčce, aby zabránil možné havárii vozidel. Při jízdě do pravé zatáčky je nutné s motorovým vozidlem nadjíždět, aby návěs nenajel na chodník nebo obrubník. V současné době jsou návěsy vybaveny odlehčovacími nápravami. Je nutné, aby řidič při různém manévrování spustil odlehčenou nápravu, aby se částečně zlepšily manévrovací schopnosti jízdní soupravy. Motorové tažné vozidlo již nelze jinak využít k samotné přepravě jako sólo vozidlo. Vzhledem k tomu, že maximální rozměr návěsové soupravy je 16,5 m, tak zde není moc příležitostí, jak kombinovat rozměry návěsu s tažným vozidlem, proto se standardní návěsy vyrábějí o délce 13,6 m.



Obr. 26: Megatrailer 100 m^3 , rozměr ložné plochy $13,6\text{ m} \times 2,48\text{ m} \times 3\text{ m}$ [21]

5.7.2 Přívěsové jízdní soupravy

Jednou z výhod přívěsových jízdních souprav je možnost rozdělení nákladu do dvou oddělených celních prostorů. Motorové tažné vozidlo lze v případě potřeby využít k samotné přepravě jako sólo vozidlo. Tyto jízdní soupravy jsou využívány pro přepravu kratšího druhu přepravovaného zboží. Za nevýhody lze považovat složitější couvání u točnicových přívěsů a zpomalení vykládky či nakládky z důvodu rozpojení jízdní soupravy (pokud není možná manipulace z boční části vozidla). Toto zpomalení při vykládce / nakládce u tandemové jízdní soupravy lze vyřešit pomocí propojovacího můstku a průjezdnými vraty, které ovšem nejsou standardní výbavou tandemových souprav. Díky velkému prostoru pro náklad je možné ušetřit náklady za přepravu a z tohoto důvodu jsou tyto tandemové soupravy dost často využívány v mezinárodní automobilové dopravě. Tandemové soupravy jsou často vyráběny dle požadavků zákazníka a je zde možné měnit délky nástavby jak u motorového vozidla, tak i u přípojného vozidla, ale za předpokladu, že bude dodržena maximální délka soupravy $18,75\text{ m}$.



Obr. 27: Jumbo souprava 120 m^3 , rozměr ložné plochy $7,3\text{ m} + 8,2\text{ m} \times 2,48\text{ m} \times 3\text{ m}$ [21]



Obr. 28: Jumbo souprava 120 m³, rozměr ložné plochy 7,7 m + 7,7 m x 2,48 m x 3 m [21]

Přívěsy s točnicí mají z posuzovaných jízdních souprav nejlepší jízdní vlastnosti, ale jejich hlavní nevýhoda je velká mezera mezi motorovým vozidlem a přívěsem, která nemůže být využita pro přepravu zboží. Tato mezera je určena jako manévrovací prostor pro natáčecí oj přívěsu, aby nedošlo ke střetnutí přední části přívěsu se zadní částí motorového vozidla. Díky tomu se zmenšuje celková plocha určená pro náklad jízdní soupravy. Pro své dobré manévrovací schopnosti se od těchto přívěsů neupouští a stále si tyto jízdní soupravy nacházejí svá uplatnění. Ložnou plochu motorového vozidla a přívěsu s točnicí je možná rozměrově kombinovat dle požadavků zákazníka stejně, jako tomu je u tandemové soupravy, ale opět s podmínkou, že maximální délka soupravy bude 18,75 m.

6 Závěr

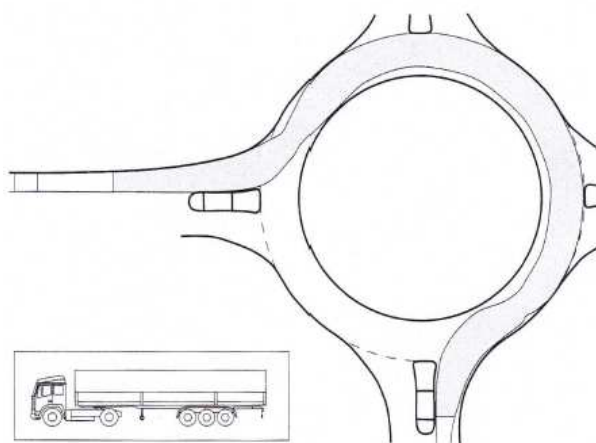
Jak bylo podloženo měřením, tak nejlepší manévrovací schopnosti jízdních souprav jsou u motorového vozidla a přívěsů s točnicí. V tomto případě je vybočení přívěsu vůči motorovému vozidlu 1642 mm. Tato přípojná vozidla nejlépe kopírují tažné vozidlo a pro průjezd zatáčkou či obloukem potřebují pro manévrování nejmenší prostor. Velkou nevýhodou u těchto jízdních souprav je využitelnost ložné plochy pro náklad, která je pouze 72,1%, v poměru k celkové délce jízdní soupravy. Ostatní prostor zabere kabina a mezera mezi motorovým vozidlem a přívěsem, která je určeno pro natáčení oje. Tento prostor lze zmenšit do maximální délky tak, aby nemohlo dojít při zatáčení ke střetnutí přední části přívěsu se zadní částí motorového vozidla. Ale díky svým manévrovacím schopnostem se tyto přívěsy nevytrácejí, nýbrž jsou stále využívány pro regionální dopravu.

Velké využití přívěsů s točnicí je například ve stavebnictví, kde jsou využívány pro přepravu stavebního materiálu, dále pak i pro přepravu sypkého materiálu. V zemědělství se tyto soupravy využívají jak pro přepravy sypkého materiálu, tak i pro přepravu tekutých látek v cisternových nástavbách. Velké využití je i pro přepravu velkoobjemových kontejnerů a nástavby pro přepravu dříví. Tyto jízdní soupravy se používají všude tam, kde se využijí dobré manévrovací schopnosti, lepší manipulace vozidla v terénu a snadné rozpojení či zapojení přívěsu. Příkladem může být využití v lesnictví: plně naložený nebo i prázdný přívěs je možné bez problémů odpřáhnout na dobře přístupném místě a ke svozu krátké kulatiny z lesního porostu v těžkém terénu použít pouze motorové vozidlo s nakládací hydraulickou rukou. Náklad na motorovém vozidle je pak možné přeložit na odstavený prázdný přívěs a následně pak naložený přívěs je možné zapřáhnout a odjet z místa s celou soupravou.

Jízdní vlastnosti tandemových jízdních souprav oproti návěsovým soupravám jsou lepší (vybočení tandemového přívěsu vůči motorovému vozidlu je 1909 mm), ale můžeme zde narazit na menší problém při vykládce / nakládce na rampách ze

zadní části vozidla, kdy je nutné jízdní soupravu rozpřáhnout a to přináší časové zdržení. Tato nevýhoda lze vyřešit průjezdnými vraty a propojovacím můstkem, ale tato výbava není standardní a lze jí pořídit pouze za příplatek. Mezi výhody tandemových souprav je možné považovat to, že je možné využít pouze motorové vozidlo, jako sólo vozidlo a to například v případech rozvozu zboží v zastavených místech. Přívěs lze odpřáhnout na volném místě a do městské části jet pouze s motorovým vozidlem. Vzhledem k tomu, že tandemové jízdní soupravy mají velkou využitelnost nákladového prostoru ložné plochy až 81,13% a jejich maximální rozměr ložné plochy může být až 38,79 m², tak jsou tyto tandemové soupravy využívány hodně pro mezinárodní dopravu.

Měřením bylo zjištěno, že z porovnávaných jízdních souprav mají návěsové jízdní soupravy největší vybočení přípojného vozidla, a to 3187 mm. Při zatáčení a projíždění například okružní křižovatkou, potřebují návěsové soupravy mnohem větší prostor pro projetí, což může vést v některých případech i ke zpomalování dopravy a vytváření kongescí. Návěsy jsou v současné době hodně využívány k dopravě výrobků. Je ale důležité, aby řidič návěsové jízdní soupravy neustále myslel na to, že jeho návěs potřebuje při průjezdu zatáčkou nebo obloukem manévrovací prostor pro vybočení návěsu. Velikost vybočení návěsu může ovlivnit například zvednutá odlehčovací náprava na návěsu, nebo poloměr zatáčení. Čím větší bude poloměr zatáčení, tím bude vybočení přívěsu menší.



Obr. 29: Princip průjezdu návěsové soupravy okružní křižovatkou [19]

Zlepšení manévrovatelnosti a snížení vybočení lze dosáhnout například odlehčováním (zvedáním) zadní nápravy návěsu. Tím, že se zvedne zadní náprava, tak dojde k přesunutí bodu otáčení směrem dopředu a tím se mění i poloměr otočení soupravy. Tento systém již někteří výrobci instalují k nadstandardní výbavě návěsu, kde je tento systém funkční do rychlosti 30 Km/h a maximálním zatížení 24t.

Velkou chybou, která se stává při projektování, je například nevhodně zvolená vrátnice případně vjezdová a výjezdová závora (vjezd / výjezd z areálu) u různých firem, kde je velký pohyb jízdní souprav. Je nutné myslet na to, že když jízdní souprava vjíždí nebo vyjíždí z objektu, tak je potřeba, aby tato jízdní souprava projížděla vjezdem rovně a při průjezdu kolem vjezdové závory nebyla nucena zatáčet. Mohlo by totiž dojít k vybočení přípojného vozidla a k poškození závory, která uzavírá protější směr a v okamžiku průjezdu soupravy je zavřena. V některých případech se totiž stává, že hned za závorou je jízdní souprava svedena komunikací a dopravním značením do zatáčky, a když si řidič správně nenadjeďe, tak může dojít i ke střetnutí jízdní soupravy s protisměrnou závorou, která v ten okamžik není zvednutá. Toto platí hlavně u návěsových souprav, které mají velké vybočení přípojného vozidla.

V současné době jsou uchazeči o řidičské oprávnění pro přípojná vozidla skupiny E v průběhu praktických jízd vedeni k tomu, aby počítali s tím, že jejich přípojné vozidlo mají určité vybočení vůči motorovému vozidlu, ale většina autoškol má pro praktickou výuku k dispozici pouze jeden druh přípojného vozidla (z větší části to bývá přívěs). Takže po absolvování autoškoly se může stát, že absolvent autoškoly nemá žádné praktické zkušenosti s jiným druhem přípojného vozidla, než s jakým byla prováděna jeho praktická výuka v autoškole. Bylo by vhodné, aby si každý uchazeč o řidičské oprávnění skupiny E, vyzkoušel jízdu jak s návěsovou soupravou a tandemovou soupravou, tak ale i se soupravou motorového vozidla a přívěsu s točnicí, aby si mohl vyzkoušet rozlišení manévrovacích schopností různých jízdních souprav.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PTÁČEK, Petr; KAPLÁNEK, Aleš. *Přeprava nákladu v silniční nákladní dopravě*. Brno: CERM, 2002. 111 s. ISBN 80-7204-257-2
- [2] Příloha zákona 56/2001 sb. [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01] Podmínky provozu vozidel na pozemních komunikacích. In *Portál veřejné správy*. Dostupné také z: WWW:
<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=56/2001%20&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>
- [3] Příloha zákona 341/2014 sb. [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01] o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In *Portál veřejné správy*. Dostupné také z: WWW:
<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=341/2014&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>
- [4] EU. Směrnice Rady 96/53ES: [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01] Maximální přípustné rozměry pro vnitrostátní a mezinárodní provoz a maximální přípustné hmotnosti pro mezinárodní provoz. In *Úřední věstník*. 1996, Dostupné také z WWW:
<<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1488753788175&uri=CELEX:31996L0053>>
- [5] EU. Směrnice Rady 97/27/ES: [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01] Hmotnosti a rozměry určitých kategorií motorových vozidel a jejich přípojných vozidel a změně směrnice 70/156/EHS. In *Úřední věstník*. 1997, L233, s.12. Dostupné také z WWW:
<<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1488754388152&uri=CELEX:31997L0027>>
- [6] KŘIVDA, V., FRÍČ J., *Křižovatky a křížení*. [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01], Základní pojmy, rozdělení křižovatek. Dostupné z WWW:
<<http://kds.vsb.cz/ord/krizovatky-pojmy.htm#o21>>

- [7] KŘIVDA, V., RICHTÁŘ, M., OLIVKOVÁ, I., 2. *Silniční doprava*, VŠB-TUO, Ostrava, 2007 [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01], Dostupné z: WWW: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/Zdopr/02_SD.pdf> ISBN 978-80-248-1521-3
- [8] VLK, František. *Koncepce motorových vozidel*. Brno: VLK, 2000. 367 s. ISBN 80-238-5276-0
- [9] Interní materiály společnosti Schwarzmüller s.r.o., Za dálnicí 508, 267 53 Žebrák
- [10] Interní materiály společnosti M. Preymesser logistika spol. s r.o., Řepov 174, 293 01 Mladá Boleslav
- [11] ÅKERMAN, Ingemar; JONSSON, Rikard. *European Modular System for road freight transport: experiences and possibilities*. Sweden : TFK, 2007. [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01], Dostupné z WWW: <http://www.modularsystem.eu/download/facts_and_figures/20080522att01.pdf>. ISBN 978-91-85665-07-5.
- [12] Saf-Holland Group, Montáž (obsluha), údržba. *Provozní návod*, 2014. [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01], Dostupné z WWW: <http://www.saf-holland.cz/Pdf/SAF-HOLLAND_N%C3%A1vod_To%C4%8Dny_typ%C5%AF_SK-S_3620_a_SK-S_3620W.pdf>
- [13] Ministerstvo dopravy, TP 135 [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01] *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*. In Portál MD. 2005, Dostupné z WWW: <<http://www.tp135.cz/tp135>>
- [14] PLIŠKA, Zdeněk, *Okružní křižovatky*, [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01]. Prvky okružní křižovatky 2002, Dostupné z WWW: <<http://web.quick.cz/z.pliska/teorie.html>>
- [15] Cityplan s.r.o., autorský kolektiv. *Příručka pro navrhování moderních okružních křižovatek*. [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01]. Leden 2009, Dostupné z WWW: <www.af-cityplan.cz/en/download/1404042905/?at=1>
- [16] VLK, František. *Podvozky motorových vozidel*. Brno: VLK, 2006. 464 s. ISBN 80-239-6464-X

- [17] EU. Směrnice Rady 94/20/ES: [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01]. Mechanické spojovací části jízdních souprav vozidel. In *Úřední věstník*. 1994, Dostupné z WWW: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1488830738339&uri=CELEX:31994L0020>>
- [18] HBH Projekt s.r.o., *Metodika pro rozšíření jízdních pruhů ve směrových obloucích a aplikaci vlečných křivek vozidel*, [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01], Brno 2015. Dostupné také z: WWW: <http://www.apko.cz/public/downloaditem/Methodika%20pro%20roz%C5%A1%C3%AD%C5%99en%C3%AD%20j%C3%ADzn%C3%ADch%20pruh%C5%AF%20ve%20sm%C4%9Brov%C3%BDch%20oblouc%C3%ADch%20a%20aplikaci%20vle%C4%8Dn%C3%BDch%20k%C5%99ivek%20vozidel.pdf>> ISBN 978-80-214-5308-1
- [19] Ministerstvo dopravy, *TP 171* [online] březen 2017 [cit. 2017-03-01] Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací, 2012, Dostupné z WWW: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_10_VL/VL3_12.3.2012.pdf>
- [20] DRAHOŇOVSKÝ, Jaromír., *Přípojná vozidla pro silniční dopravu*. Bakalářská práce., 2012. 43 s.
- [21] Interní materiály společnosti Greenlog s.r.o., Dělnická 111, 506 01 Jičín
- [22] Vykoukal. R., *Motorová vozidla jejich technika a provoz*. Praha: Nakladatelství Dopravy a spojů, 1964, 540 s.

Seznam obrázků

Obr. 1: Maximální přípustné rozměry souprav dle směrnice 96/53/ES [11].....	4
Obr. 2: Křivka rozložení zatížení na návěsu [9]	9
Obr. 3: Kruh manévrování jízdních souprav [5].....	10
Obr. 4: Schéma návěsu Schmitz model SCS 24/L - 13,62 C E B [10]	12
Obr. 5: Tyčové řízení poslední nápravy návěsu (Schmitz) [16]	12
Obr. 6: Hydraulické dvouokruhové řízení náprav návěsu (Doll) [16]	13
Obr. 7: Schéma přívěsu s točnicí [8]	14
Obr. 8: Schéma tandemového přívěsu [8]	15
Obr. 9: Tandemová souprava s průjezdnými vraty – průhled přívěsem až k čelu ložného prostoru motorového vozidla [10]	16
Obr. 10: Zapojení přívěsu pomocí prodloužené oje.....	17
Obr. 11: Oj přívěsu s točnicí s nastavením výšky oje při rozpojení	17
Obr. 12: Odpojení návěsu od tahače	18
Obr. 13: Prosté úrovnňové křižovatky [6].....	19
Obr. 14: Miniokružní křižovatka [15]	22
Obr. 15: Popis okružní křižovatky [14].....	24
Obr. 16: Vlečné křivky návěsové soupravy [18]	26
Obr. 17: Vyznačený prostor pro měření vybočení přípojných vozidel	28
Obr. 18: Připevnění značkovacího zařízení na zadním levém kole tahače návěsu.....	29
Obr. 19: Připevnění značkovacího zařízení na prostředním levém kole návěsu	29
Obr. 20: Měření návěsové jízdní soupravy – 3 nápravy.....	31
Obr. 21: Vybočení návěsu při průjezdu zatáčkou [22].....	33
Obr. 22: Měření návěsové soupravy se zvednutou přední nápravou u návěsu.....	36
Obr. 23: Měření vybočení tandemové soupravy	38
Obr. 24: Měření vybočení přívěsu s točnicí.....	42
Obr. 25: Vybočení přívěsu s točnicí při průjezdu zatáčkou [22]	44
Obr. 26: Megatrailer 100 m ³ , rozměr ložné plochy 13,6 m x 2,48 m x 3 m [21]	49
Obr. 27: Jumbo souprava 120 m ³ , rozměr ložné plochy 7,3 m + 8,2 m x 2,48 m x 3 m [21]	49
Obr. 28: Jumbo souprava 120 m ³ , rozměr ložné plochy 7,7 m + 7,7 m x 2,48 m x 3 m [21]	50
Obr. 29: Princip průjezdu návěsové soupravy okružní křižovatkou [19].....	52

Seznam tabulek

Tab. 1: Návěsová souprava 3 nápravy.....	32
Tab. 2: Měření vybočení návěsu s odlehčenou přední nápravou.....	36
Tab. 3: Měření vybočení tandemové soupravy.....	39
Tab. 4: Měření vybočení přívěsu s točnicí.....	43
Tab. 5: Vyhodnocení vybočení jízdních souprav.....	47
Tab. 6: Porovnání jízdních souprav dle využití ložné plochy	47

Přílohy

Příloha 1: Schéma zapojení přívěsů

Schéma spojovacího zařízení s čepem třídy D-50 pro zapojení přívěsu [6]

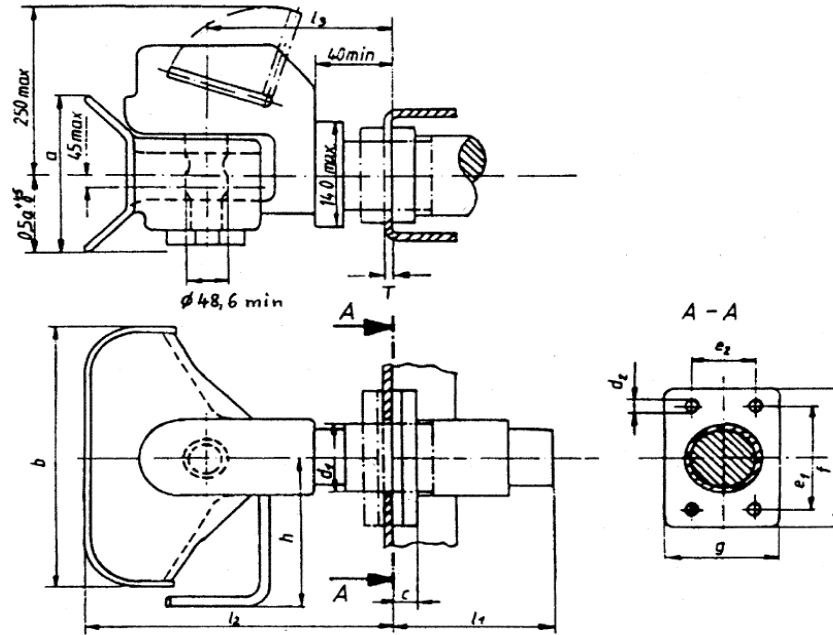
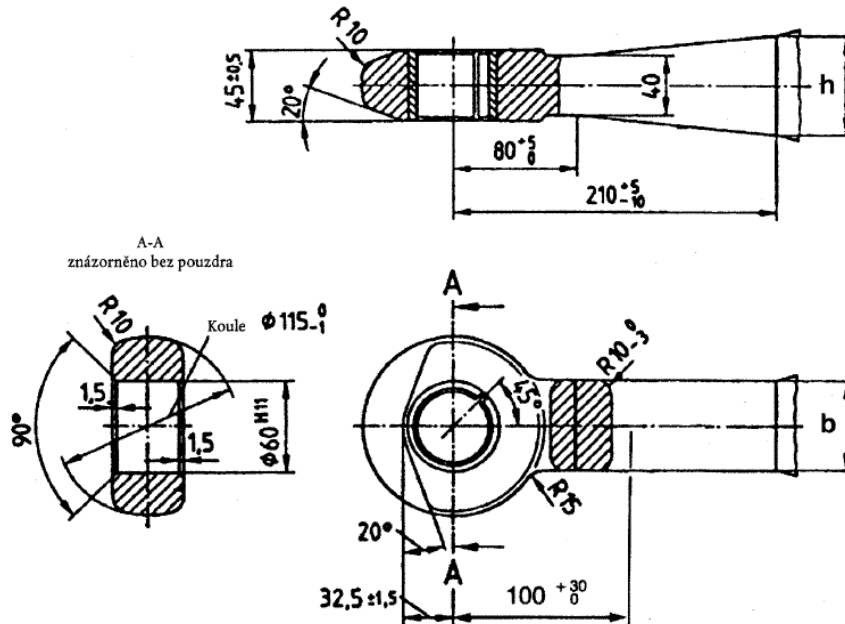


Schéma oka oje pro připojení přívěsu třídy D-50 [6]



Příloha 2: Schéma zapojení návěsu

Schéma točnice pro připojení návěsu [6]

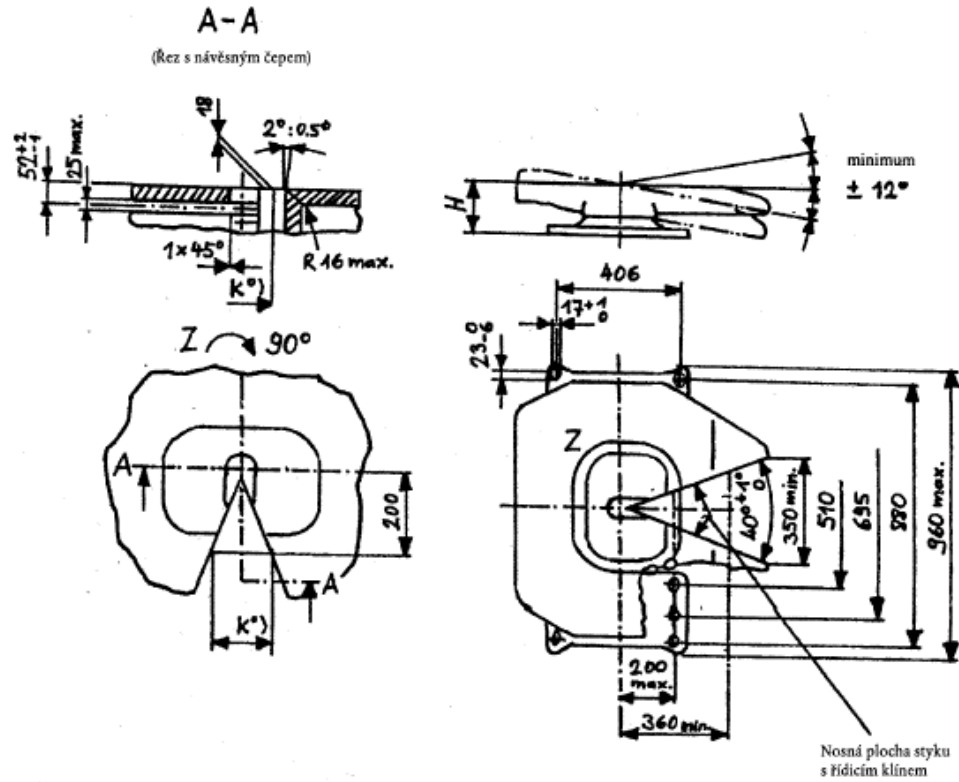
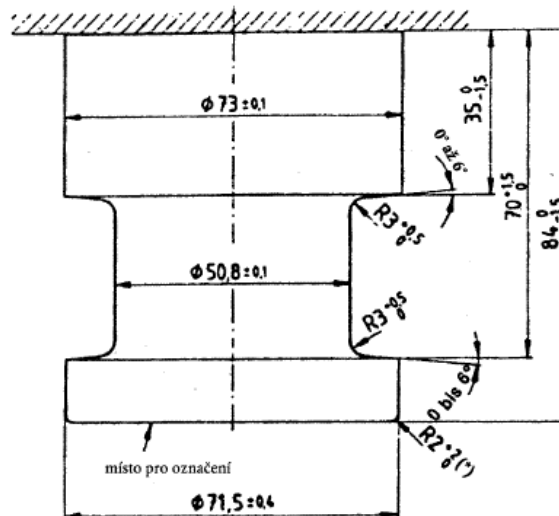


Schéma návěsného čepu (tzv. Královský čep) třídy H-50 [6]



Příloha 3: Zapojení tandemového přívěsů



Zdroj: autor

Příloha 4: Zapojení přívěsů s točnicí



Zdroj: autor

Příloha 5: Příklad přívěsů

Přívěs s točnicí



Zdroj: autor

Tandemový přívěs



Zdroj: autor

Příloha 6: Průběh měření vybočení přívěsu

Průběh měření vybočení tandemové soupravy [Zdroj: autor]



Příloha 7: Průběh měření vybočení návěsu

Průběh měření vybočení tandemové soupravy [Zdroj: autor]

