



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské a dopravní techniky

## Diplomová práce

Zhodnocení konstrukčních řešení vybraných transportních přívěsů  
pro přepravu sklizňových adaptérů o šířce záběru větší než 9 m

Autor práce: Bc. Pavel Petráň  
Vedoucí práce: Mgr. Pavel Olšan, Ph.D.  
Konzultant práce: Ing. Martin Filip

České Budějovice  
2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Přívěsy pro přepravu sklízecích adaptérů sklízecích mlátiček zaznamenaly v posledních letech poměrně velké konstrukční a koncepční změny, které byly vyvolány potřebou zvětšování pracovních záběrů sklízecích adaptérů a jejich bezpečnou přepravou po komunikacích. Konstrukce různých výrobců se významně liší. V této práci se zaměřuji na současné nabídky na trhu přepravních zařízení pro adaptéry sklízecích mlátiček a jejich technická řešení. Práce se dále zaměřuje na zhodnocení koncepce a konstrukce přívěsů, vyhodnocení zkušeností uživatelů a analýzy vlečných křivek, které zásadně ovlivňují průjezdnost soupravy. Souhrn a vyhodnocení výše zmíněných vlastností pomůže provozovatelům při výběru těchto přepravních strojů.

**Klíčová slova:** přívěs, průjezdnost, vlečné křivky, průchodnost, řízení, konstrukce, rám, sklízecí adaptér

## **Abstract**

Trailers for the transport of combine harvesters headers have undergone relatively large design and conceptual changes in recent years, which have necessitated an increase in the working width of the headers and their safe transport on roads. The design of different manufacturers differs. In this diploma thesis I focus on the current offers on the market of transport equipment for combine harvester headers and their technical solutions. The practical parts diploma thesis also deals with the evaluation of the concept and construction of trailers, evaluation of user experience and analysis of towing curves, which fundamentally affect the passability of the set. A summary and evaluation of the above properties will assist operators in selecting these transport machines.

**Keywords:** trailer, passability, turning path boundaries, vehicle tracking, steering, design, frame, combine header

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce panu Mgr. Pavlu Olšanovi Ph.D. a konzultantovi panu Ing. Martinovi Filipovi za odborné vedení při zpracování práce. Dále děkuji panu Josefu Uhříčkovi ze společnosti VARS Brno a.s. za odborné poradenství a pomoc s realizací vlečných křivek pomocí programu AutoTURN. Panu Stanislavu Hejtmánkovi za poskytnutí veškerých informací ohledně historie vývoje přívěsů. Děkuji svojí ženě Lucii za neustálou podporu.

# Obsah

Úvod.....	9
<b>1 Literární přehled řešené problematiky.....</b>	<b>10</b>
1.1 Mechanizační prostředky pro přepravu materiálu na větší vzdálenosti – přívěsy a návěsy .....	10
1.1.1 Sklopné přívěsy a návěsy .....	10
1.1.2 Podvozek a rám přívěsu .....	12
1.2 Základní konstrukční prvky přívěsů pro přepravu žacích adaptérů .....	13
1.2.1 Přívěs pro žací ústrojí.....	13
1.2.2 Rám přívěsu .....	13
1.2.3 Kola.....	15
1.2.4 Konstrukce oje přívěsu.....	15
1.2.5 Konstrukce náprav .....	19
1.2.6 Přenos řídicí síly mezi nápravami.....	21
1.2.7 Konstrukce uložení a zajištění sklízecího adaptéru .....	21
1.2.8 Koncepce přívěsů pro přepravu adaptérů.....	23
1.3 Přívěsy pro přepravu adaptérů sklízecích mlátiček .....	26
1.4 Historie transportních přívěsů .....	27
1.4.1 Historie transportních přívěsů v ČSSR.....	27
1.4.2 Tuzemské přívěsy z 90. let.....	30
1.4.3 Přívěsy pro sklízecí adaptéry po roce 2000 .....	31
1.4.4 Řízení obou náprav .....	33
1.5 Žací adaptér .....	35
1.6 Pojem vlečných křivek .....	36
1.7 Software AutoTURN.....	37
<b>2 Cíl diplomové práce .....</b>	<b>39</b>
<b>3 Metodika práce.....</b>	<b>40</b>

<b>4</b>	<b>Vlastní práce.....</b>	<b>41</b>
4.1	Šetření uživatelských zkušeností.....	41
4.1.1	Výběr uživatelů přívěsů .....	41
4.1.2	Hodnocení konstrukce přívěsu.....	42
4.1.3	Hodnocení vlastností přívěsu .....	43
4.2	Hodnocení vybraných přívěsů.....	45
4.2.1	Hodnocení přívěsu č. 1 – Marston, typ HT30.....	45
4.2.2	Hodnocení přívěsu č. 2 – ZDT, typ PKL .....	46
4.2.3	Hodnocení přívěsu č. 3 Ziegler, typové označení - 4WT Power carrier.....	47
4.2.4	Hodnocení přívěsu č. 4 – Stanislav Hejtmánek, typové označení – SH 9000D2C.....	48
4.2.5	Vyhodnocení uživatelského šetření .....	50
4.3	Analýza vlečných křivek .....	50
4.3.1	Rozměrová specifikace referenčního sklízecího adaptéru .....	53
4.3.2	Umístění sklízecího adaptéru na přívěsu .....	54
4.3.3	Analýza vlečných křivek tažného prostředku .....	55
4.3.4	Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 1 (obrázek 40 - 43).....	57
4.3.5	Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 2 (obrázek 44 – 47).....	59
4.3.6	Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 3 (obrázek 48 – 51).....	61
4.3.7	Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 4 (obrázek 52 – 55).....	63
4.4	Souhrn dosažených parametrů hodnocení přívěsů a analýze vlečných křivek.....	65
<b>5</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>66</b>
	<b>Závěr.....</b>	<b>68</b>

<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>70</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>72</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>75</b>



---

## Úvod

Zemědělství jako celek se historicky vždy potýkalo s vysokou potřebou lidské práce. Tu postupně doplňovala animální práce, která lidskou práci za pomoci většinou tažených strojů výrazně snížila. Postupně se stroje staly základním prostředkem k vykonávání vyšších pracovních výkonů. S rostoucími nároky na tuto techniku se zvětšovaly i rozměry a zvyšovala se hmotnost zemědělských strojů.

V současné době se zemědělství potýká s akutním nedostatkem pracovníků. Zemědělské stroje tak neustále zvyšují své výkonnostní parametry. Avšak s tímto růstem se i nadále zvětšují rozměry a hmotnosti. Profilové, ale i délkové rozměry strojů naráží na dopravní legislativu. Proto se v konstrukci těchto strojů stále více uplatňuje možnost složení stroje pro transport tak, aby maximální vnější rozměry nepřekročily legislativní požadavky a aby bylo pro operátory těchto mechanizačních prostředků řízení po dopravních trasách snadné a pro ostatní účastníky dopravního provozu maximálně bezpečné.

Předmětem této diplomové práce je zhodnocení transportních přívěsů pro přepravu sklizňových adaptérů s šířkou pracovního záběru nad 9 m. Tato šířka respektive transportní délka se již výrazně negativně projevuje při pohybu souprav po dopravních trasách a to především v menších rádiusech oblouků zatáček. Samostatným a výrazným problémem je pohyb soupravy v úrovňovém křížení komunikací při odbočování nebo při sjíždění na zemědělské pozemky z dopravních tras. Špatně zvolená koncepce a konstrukce přívěsu má negativní vliv na průjezdnost soupravy.

Dalším problémem těchto podvozků je průchodnost terénem. Jedná se o zemědělský stroj, který musí poskytnout bezproblémový pohyb i na zhoršeném stavu podložky, po které se pohybuje. Bez ohledu na to je li touto podložkou živičný povrch silnice, louka s travnatým drnem, anebo rozmáčená půdní skýva.

Požadavků kladených na zemědělské stroje neustále přibývá. Přívěsy pro přepravu sklízecích adaptérů nejsou výjimkou.

---

# 1 Literární přehled řešené problematiky

Doprava v zemědělství je nedílnou součástí tohoto oboru. Specifika zemědělské silniční dopravy jsou především v problematice jednosměrné přepravy materiálu. Dopravní prostředek přepravující materiál se v zemědělství pohybuje v kyvadlové dopravě z místa A do místa B naložený a při zpáteční cestě jede prázdný. Přívěsy pro přepravu sklízecích adaptérů jsou ve své podstatě v zemědělské dopravě výjimkou, jelikož se po dopravních trasách pohybují vždy vytížené přepravou samotného adaptéru. Avšak i tyto přívěsy vycházejí z klasických přívěsů používaných v zemědělství nebo v silniční dopravě. Následující literární přehled poskytuje náhled do problematiky konstrukce přívěsů a návěsů.

## 1.1 Mechanizační prostředky pro přepravu materiálu na větší vzdálenosti – přívěsy a návěsy

Základní rozdělení přívěsů a návěsů podle způsobu využití se dělí na univerzální a speciální.

Univerzální přívěsy a návěsy se používají k dopravě většiny materiálů. Speciální přívěsy a návěsy používáme v rozdílných výrobních technologiích, k přepravě přesně určených materiálů. Přívěs je nemotorové vozidlo pro přepravu nákladu, které nemá vlastní energetický zdroj a připojuje se závěsem za mobilní energetický prostředek, hmotnost nákladu spočívá na vlastních nápravách. Návěs je takové nemotorové vozidlo, které má přední část upravenou nasazení na tažný energetický zdroj, hmotnost nákladu spočívá zčásti na vlastních nápravách a zčásti na návěsném zařízení tažného energetického zdroje (Golasovský, 1988).

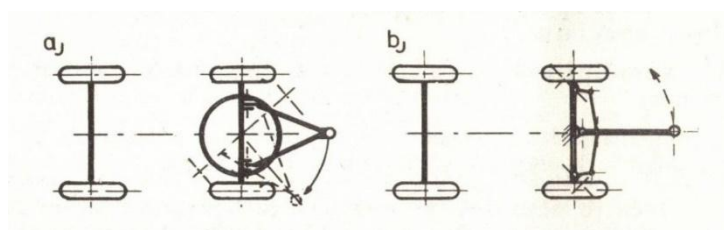
### 1.1.1 Sklopné přívěsy a návěsy

Sklopné přívěsy a návěsy jsou nejrozšířenějším typem nemotorových dopravních prostředků. Hlavní části přívěsů jsou rám podvozku, nápravy, brzdy, ložná plocha (také karosérie), sklápěcí zařízení, elektrické zařízení.

Rám podvozku je základním nosným prvkem konstrukce, je většinou ploché konstrukce, svařen z profilových nosníků a slouží pro upevnění ložné plochy případně karosérie, náprav podvozků a závěsu.

Nápravy podvozku jsou z oceli kruhového nebo čtvercového průřezu nebo z válcovaných materiálů uzavřených profilů. Na koncích náprav jsou čepy pro náboje kol. Náboje kol jsou litinové s uložením pro valivá ložiska. Na nábojích brzděných náprav jsou brzdové bubny. V současné době jsou nápravy používané v zemědělství dodávány firmami, které se výrobou těchto konstrukčních celků zabývají a jsou nabízeny jako stavebnicový systém, případně je dodavatelské firmy vyrábí na základě požadavků výrobce daného přívěsu nebo návěsu. Pneumatiky kol jsou opatřeny dezénem odpovídající provozním podmínkám a nosnosti přívěsů nebo návěsů. Nápravy jsou zavěšeny na podélných listových půleliptických pružinách, z nichž vždy jeden konec (přední) je uchycen na podvozku rámu pevně a druhý ve výkyvném závěsu nebo v kluzné opěře, která omezuje stranový posun listové pružiny. Některé typy přívěsů jsou odpruženy válcovými tlačnými pružinami.

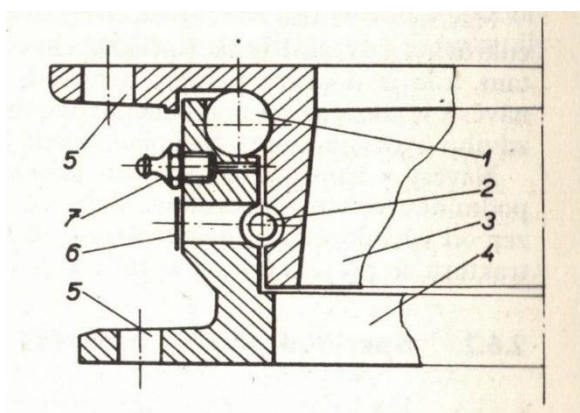
K řízení přívěsu je použit točnicový nebo automobilový systém řízení (obrázek 1).



Obrázek 1: Druhy řízení přívěsů: a) točnicový, b) automobilový

Zdroj: (Golasovský, 1988)

U točnicového systému řízení se otáčí se závěsem celá přední náprava. Na obrázku 2 je řez jedné z používaných konstrukcí.



Obrázek 2: Částečný řez točnicí: 1 - kuličky, 2 - ocelová pružina, 3 - horní prstenec točnice, 4 - dolní prstenec točnice, 5 - otvory pro uchycení prstenců, 6 - kryt, 7 - maznice

Zdroj: (Golasovský, 1988)

---

Horní prsteneček točnice je upevněn k nosníkům rámu ložné plochy a spodní prsteneček je upevněn nebo přivařen na nosníky přední nápravy. Axiální i radiální síly zachycují kuličky uložené v drážkách po celém obvodu obou prstenců. Ocelová pružina, která je vložena do spodní vodící drážky otvorem v dolním prstenci, zakrytím ocelovým páskovým krytem, zabraňuje vysouvání horního prstence. Přívěsy s točnicovým řízením mají při natočení závěsu do rejdu horší stabilitu především při nerovnoměrném rozložení nákladu. Nad řídicí nápravou musí být vždy menší zatížení nákladem než nad neřiditelnou nápravou. Jejich výhodou je velký rejď a nenáročná údržba.

U automobilového systému řízení se otáčejí se závěsem pouze kola uložená ve svislých čepích nápravy, která jsou spojena se závěsem spojovacími tyčemi řízení. Přívěsy s automobilovým systémem řízení mají při zatáčení velmi dobrou stabilitu, mají malý rejď a větší nároky na údržbu.

Brzdy přívěsů jsou vzduchové, mechanické, případně hydraulické. Vzduchové a ruční mechanické brzdy pracují na stejném principu jako brzdy traktorové. Požaduje se, aby byl přívěs v soupravě s tažným prostředkem brzděn intenzivněji než traktor a s malým předstihem. Není-li dodržena tato zásada, mohou setrvačné hmoty přívěsu a nákladu při brzdění vybočit traktor ze směru jízdy (Golasovský, 1988).

### **1.1.2 Podvozek a rám přívěsu**

Podvozky přípojných vozidel mají různá konstrukční provedení. Nejjednodušší používaný podvozek páteřový, u něhož je páteř tvořená centrálním ocelovým profilem a tvoří hlavní nosnou konstrukci. Hodí se především pro vozidla s malou nosností. Rámová konstrukce může být dvojího druhu. U vozidel s menší nosností se vyskytuje rám nedělený. K němu jsou připevněna v čepích přední kola, která jsou soustavou pák řízena od oje. Oba čepy kol jsou vybaveny řídicími pákami s oky, v nichž jsou upevněna táhla připojená k oji.

Podvozek rámový dělený se skládá z rámu, nejčastěji mostní příhradové konstrukce, k němuž je připevněna zadní náprava. Rám spočívá vpředu na točnici, což je přední náprava s kruhovým pouzdrem, v němž jsou uloženy valivé součásti. Na nich spočívá rám vozidla. Natačení u této konstrukce je snazší, poloměr otáčení malý, takže se vozidlo může zatočit na místě. Tento podvozek se hodí pro největší nosnosti (Heřmánek a kol., 1973).

---

## 1.2 Základní konstrukční prvky přívěsů pro přepravu žacích adaptérů

Konstrukce jednotlivých prvků, případně konstrukčních skupin se od klasických přívěsů může lišit v detailech, ale také v zásadních znacích.

### 1.2.1 Přívěs pro žací ústrojí

Přívěsy pro přepravu žacích ústrojí jsou specifická transportní zařízení. Patří do skupiny speciálních přívěsů. Provoz těchto přívěsů má svá specifika, která spočívají především v ukládání a snímání žacího adaptéru na daný přívěs.

### 1.2.2 Rám přívěsu

Rám přívěsu je jednou z hlavních součástí celku přívěsu. Konstrukce rámu musí být dostatečně tuhá a splňovat především pevnostní požadavky. U některých výrobců dochází k nadměrnému průhybu hlavního rámu z důvodu poddimenzování rozměru hlavních profilů (obrázek 3). Přepravovaný adaptér pak může být nenávratně poškozen a souprava s takovýmto přívěsem může být v dopravním provozu velice nebezpečná.



Obrázek 3: Průhyb hlavního nosníku přívěsu

*Zdroj: (CIME, 2020)*

Rámy přívěsů jsou konstruovány ve dvojím provedení. U přepravovaných adaptérů o šířce pracovního záběru do 7,5 m bývá většinou proveden z jednoho ocelového

---

centrálního nosníku obvykle obdélníkového profilu, na který jsou upevněny nápravy podvozku a nosníky s úchyty pro usazení sklízecího adaptéru. U přepravovaných adaptérů o šířce záběru větším jak 7,5 m je již často provedení rámu jako svařenec z více ocelových profilů, který tvoří plochý žebřinový rám ve středové části vyztužený dalším pomocným rámem, který pomocí šikmých členů vytváří příhradovou konstrukci (obrázek 4).



**Obrázek 4: Vyztužení žebřinového rámu ve středové části**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*

Na tomto rámu jsou upevněny nosníky pro uložení sklízecího adaptéru. Takto konstruovaný rám přívěsu je dostatečně tuhý a pevný. Avšak firma Biso schratennecker i pro adaptéry do pracovního záběru až 16 m používá rám přívěsu tvořený jedním profilem obdélníkového průřezu (obrázek 5).



**Obrázek 5: Přívěs Biso profi steer- rám tvořený jedním ocelovým profilem obdélníkového průřezu**

*Zdroj: (BISO Profi Steer, n.d.).*

---

### 1.2.3 Kola

Jsou valicí součásti, které nesou vozidlo, a proto svým třením podstatně ovlivňují velikost tažné síly. Tato tažná síla se může měnit v závislosti na charakteru povrchu terénu, po kterém se vozidlo pohybuje. Rovněž tak má na tažnou sílu vliv naklonění povrchu nebo případné přejezdy překážek. Kola mají v podstatě dvě složky. Jedna na obvodě kola (je největší) a podstatně menší v čepu kola. Na složku na obvodě kola má vliv kvalita obručí, pevnost hmoty, po níž vozidlo jede a průměr kol. Kvalita hmoty pod kolem má na tažnou sílu největší vliv, protože ovlivňuje jeho zabořování (např. na písčité půdě stoupá proti betonu dvacetkrát až třicetkrát). Čím je obruč širší, tím je její dosedání měkčí. Má tedy obruč větší schopnost vzdorovat zaboření. Dosáhne se tak větší úspory tažné síly.

Kola se skládají z náboje, disku a pryžové obruče - pneumatiky. Od traktorových se liší vzorkem a počtem textilních vrstev (u potažných vozů je menší). Výhody pneumatických obručí jim dopomohly k jejich dnešnímu obecnému používání. Mají nejmenší tření, nejméně se boří, drobnými překážkami se deformují, takže se tažný odpor téměř nezvětšuje. Samy zvětšují dosedací plochu podle zatížení, a tím snižují měrný tlak, což se projevuje zpětně v menším zaboření. Nevýhodou je nutnost údržby, i když se nejezdí. Kromě toho se snadno prorazí a píchnou. Záslouhou pneumatik bylo možné zmenšit průměr kol při zmenšeném tření na jejich obvodě, snížit těžiště a zvýšit rychlost při zlepšené stabilitě (Heřmánek a kol., 1973).

### 1.2.4 Konstrukce oje přívěsu

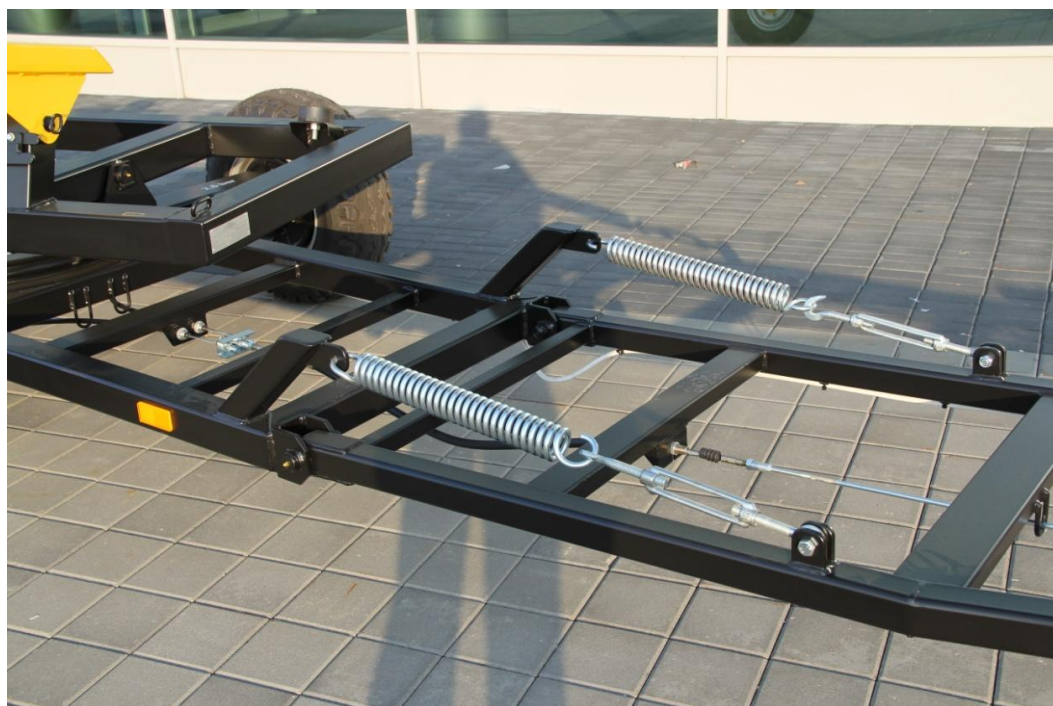
Tažná oj přívěsu je další součást, která zajišťuje především bezpečnost soupravy. Je nezbytné, aby byla dostatečně dimenzovaná především v tahu a tlaku a u návěsových přívěsů poskytovala také potřebnou pevnost ve svislém směru, kdy dochází k přenosu kmitů vycházející z nápravy přívěsu na závěs tažného prostředku. Tyto kmity působí na tažné oko a závěs tažného prostředku. Při špatném naddimenzování oje a závěsu může dojít k destrukci v místě spojení soupravy a k fatální nehodě dané soupravy.

Je důležité, aby tažná oj přívěsu nikterak nezmenšovala manévrovatelnost soupravy a poskytla obsluze určitý standard pro snadné spojení, případně rozpojení soupravy pomocí odlehčovacích pružin (obrázek 7), případně i opěrného kolečka (obrázek 6).



**Obrázek 6: Tažná oj s odlehčovacími pružinami a opěrným kolečkem**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*



**Obrázek 7: Odlehčovací pružiny tažné oje s možností seřízení požadované výšky oka oje pomocí stahovacích třmenů**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*



---

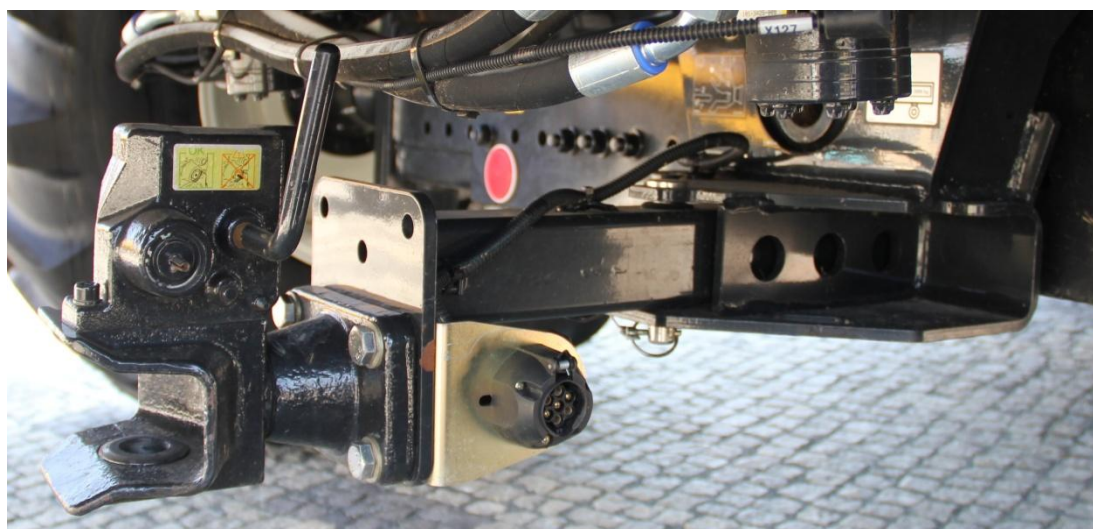
Některé moderní přívěsy jsou vybaveny tažnými oky se systémy nájezdových brzd z důvodu splnění požadavků pro maximální pojezdové rychlosti (Obrázek 8).



**Obrázek 8: Detail nájezdové brzdy**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*

Přívěsy návěsového provedení jsou většinou vybaveny tažnými oky uchycenými na rámu. Může být provedeno v otočném uložení na rámu přívěsu, nebo v otočném provedení přímo v závěsu tažného prostředku (obrázek 9), nebo v obou variantách zároveň. Toto uložení je schopné zajistit dostatečné spojení částí soupravy i v rozdílném příčném náklonu vozidel v soupravě. Tak je zajištěno, že nedochází k namáhání v krutu mezi přívěsem a tažným prostředkem například při přejíždění nerovností.



**Obrázek 9: Závěs sklízecí mlátičky New holland CX v provedení stranově sklopném**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*

---

Konstrukce oje u návěsového provedení je tvořena většinou jedním profilem, který je součástí hlavního nosného rámu celého přívěsu. Na konci je opatřena tažným okem a opěrným kolečkem. Takto konstruovaná oj je jednoduchým a plně funkčním zařízením.

Tažné oje u přívěsového provedení jsou složitější konstrukce. Musí splňovat více požadavků. Obvykle se jedná o svařenec více ocelových profilů. Svařenec má půdorysný tvar trojúhelníku nebo pětiúhelníku, kdy je u točnicového řízení základna upevněna na rámu přední nápravy (obrázek 10). U automobilového řízení je oj uchycena na nosném rámu přívěsu (obrázek 11).



**Obrázek 10: Uchycení oje na rámu přední nápravy s točnicovým řízením**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*



**Obrázek 11: Uchycení oje na rámu přívěsu s automobilovým řízením**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*

---

### 1.2.5 Konstrukce náprav

Nápravy u transportních přívěsů jsou tvořeny svařovaným ocelovým nosníkem s navařenými kolovými jednotkami. Nápravy jednonápravových přívěsů nejsou vybaveny brzdami. Dvounápravové přívěsy jsou vybaveny brzdami alespoň na jedné nápravě.

Zadní náprava je u dvounápravových přívěsů neřiditelná (obrázek 12), případně řiditelná točnicovým řízením (obrázek 13), nebo automobilovým řízením (obrázek 14). Přední náprava u dvounápravových přívěsů je vždy řiditelná. Řízení přední nápravy náprav je řešeno automobilovým, případně točnicovým řízením.



**Obrázek 12: Zadní pevná neřiditelná náprava**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*



**Obrázek 13: Zadní náprava říditelná točnicovým řízením**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*



**Obrázek 14: Zadní náprava říditelná automobilovým řízením**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*

---

### 1.2.6 Přenos řídicí síly mezi nápravami

Přenos řídicí síly mezi nápravami se používá pouze u přívěsů se dvěma nápravami. Aktivace a přenos odpovídající řídicí síly se v současné době u vyráběných přepravních přívěsů pro sklízecí adaptéry přenáší mezi řídicími nápravami mechanickými prvky, případně uzavřeným hydraulickým okruhem.

Většina výrobců zvolila k přenosu potřebné síly mezi nápravami mechanický převod, tedy táhla a páky. Tímto systémem přenáší potřebný ovládací pohyb pro zadní nápravu bez ohledu, zda li je tato náprava řízena točnicí nebo automobilovým řízením.

Hydraulický okruh je použit u přívěsu Profi Steer firmy Bisio Schrottenecker. Jedná se o uzavřený hydraulický okruh, kdy se v přední části na základě úhlu natočení přední nápravy uložené na točnicovém řízení aktivuje dvojice přímočarých hydromotorů a odpovídající množství hydraulické kapaliny se hydraulickým okruhem přenesou do zadní části přívěsu. Pomocí přímočarého hydromotoru se opět přenesou potřebný pohyb na řídicí táhlo zadní nápravy přívěsu, kde dojde k zatočení řídicích kol zadní nápravy opatřené automobilovým řízením.

### 1.2.7 Konstrukce uložení a zajištění sklízecího adaptéru

Další důležitou součástí přívěsu pro přepravu sklízecích adaptérů je systém pro uložení a zajištění sklízecího adaptéru na přívěsu. Tento systém je obvykle složen z podpěr pro položení adaptéru (obrázek 15) na přívěs a zajišťovacího mechanismu (obrázek 16).



Obrázek 15: Podpěry žacího adaptéru

Zdroj: Vlastní fotodokumentace



**Obrázek 16: Zajišťovací mechanismus žacího adaptéru na přívěsu Ziegler**

*Zdroj: Vlastní fotodokumentace*

Zvednutí, uložení a sejmutí adaptéru z komory šikmého dopravníku sklízecí mlátičky na přívěs probíhá pomocí přímočarých hydromotorů umístěných pod komorou šikmého dopravníku a pojezdu sklízecí mlátičky. Při navrhování tohoto systému je nutné vycházet z parametrů jednotlivých výrobců a typů sklízecích mlátiček.

Výška uložení sklízecího adaptéru a úhel naklonění podpěr na přívěsu vychází z těchto zásadních parametrů:

- Výška zdvihu šikmého dopravníku
- Délka šikmého dopravníku
- Úhel naklonění rámu šikmého dopravníku
- Geometrie konstrukce sklízecího adaptéru

Lze konstatovat, že čím níže je umístěn sklízecí adaptér na přívěsném vozíku, je snazší nasazení a sejmutí adaptéru. Ve vyšším položení adaptéru je limitující zdvih komory šikmého dopravníku. Tato skutečnost se v praxi projeví například při nasazování adaptéru na nerovném pozemku, kdy se přívěs se sklízecím adaptérem dostane na vyšší místo, než je sklízecí mlátička. Zdvih komory šikmého dopravníku pak nezajistí dostatečnou rezervu pro zvednutí a sejmutí sklízecího adaptéru z přívěsu.

---

### 1.2.8 Koncepce přívěsů pro přepravu adaptérů

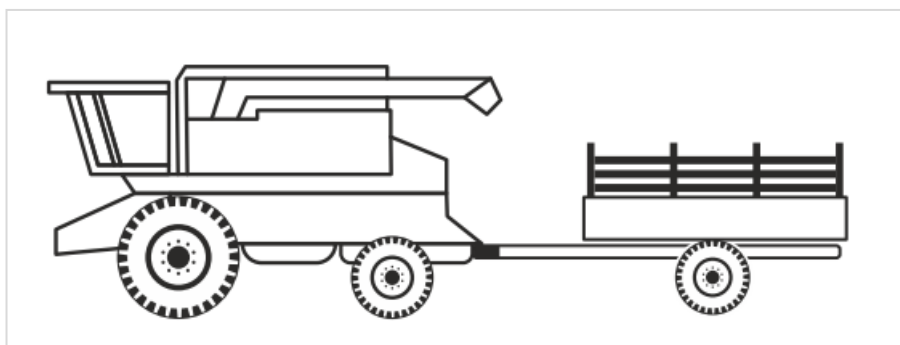
Jakkoli je konstrukční provedení přívěsů důležité, zcela zásadní pro správný výběr je vhodná koncepce přívěsu, která je závislá především na šířce pracovního záběru přepravovaného adaptéru.

Koncepce přívěsu je důležitý konstrukční parametr. Jedná se o celkovou stavbu přívěsu s důrazem na umístění, rozvozem náprav a rozchodem kol. Dále umístěním těžiště přepravovaného adaptéru a typu oje a řízení kol.

U přívěsů pro přepravu sklízecích mlátiček jsou nečastější tyto koncepce:

#### 1) Přívěs s jednou nápravou (obrázek 17)

Tyto přívěsy jsou velmi vhodné pro přepravu sklízecích adaptérů do maximální pracovní šířky 6,5 m. Do této šířky jsou velmi kompaktní, dobře kopírují stopu tažného prostředku a umožňují velice snadné couvání. Při použití vhodných pneumatik mají na nezpevněné podložce velmi dobrou průjezdnost. Tyto přívěsy musí být vyváženy tak, aby na závěs tažného prostředku působila svislá síla k podložce max. 10% celkové hmotnosti přívěsu. Základním prvkem konstrukce je rám z jednoho ocelového nosníku, který je na začátku opatřen okem pro zavěšení za tažný prostředek. Náprava a ostatní konstrukční prvky jsou umístěny na tomto rámu. Ve vyšších rychlostech jsou méně stabilní. Při najetí na příčnou nerovnost přenášejí otřesy na přepravovaný adaptér. U tohoto přívěsu nedochází ke krutu hlavního rámu při přejezdu příčných nerovností. Jedná se o typ přívěsu návěsného provedení.



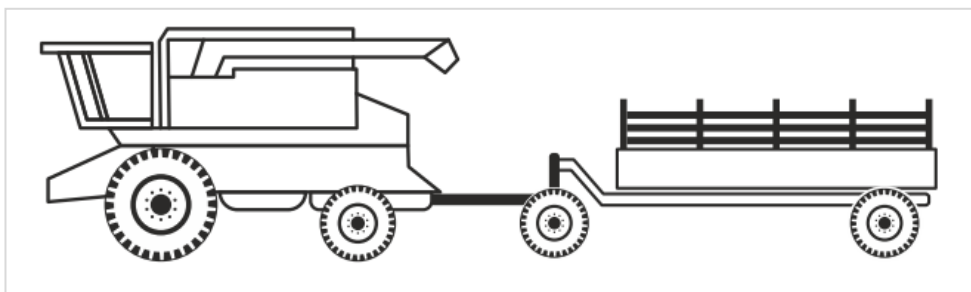
Obrázek 17: Koncepce přívěsu s jednou nápravou

*Zdroj: Petráň 2022*

---

## 2) Přívěs se dvěma nápravami - přední nápravou říditelnou (obrázek 18)

Jedná se o přívěsy, které jsou vhodné pro přepravu sklízecích adaptérů o pracovním záběru 6,5 m nebo větším. Přední náprava je říditelná, umístěná na točnici. Může být konstruována jako soukolí s malým rozchodem, avšak s nezávisle se otáčejícími koly. Ve výsledku se pak jedná o čtyřstopé vozidlo, které však disponuje velkým rozsahem natočení říditelné nápravy. Nebo může být konstruována se stejným rozchodem jako zadní náprava, pak se jedná o dvoustopé vozidlo, avšak úhel natočení nápravy je omezen dorazy tak, aby nedošlo ke kontaktu kola s rámem přívěsu. Těžiště adaptéru je umístěno více k zadní nápravě. Tyto přívěsy se vyznačují velice dobrou manévrovatelností, průjezdností v terénu. Ve vyšších rychlostech jsou stabilní, netrpí rázy od podvozku, které se přenáší na adaptér tak, jak je to časté u jednonápravového přívěsu, případně u přívěsu s nápravou tandemovou nebo boggie. Couvání je s těmito přívěsy obtížnější než s přívěsy s jednou nápravou. U tohoto přívěsu nedochází ke krutu hlavního rámu při přejezdu příčných nerovností. Jedná se o typ přívěsu přívěsového provedení.



Obrázek 18: Koncepce přívěsu s dvěma nápravami – přední říditelná

*Zdroj: Petrůň 2022*

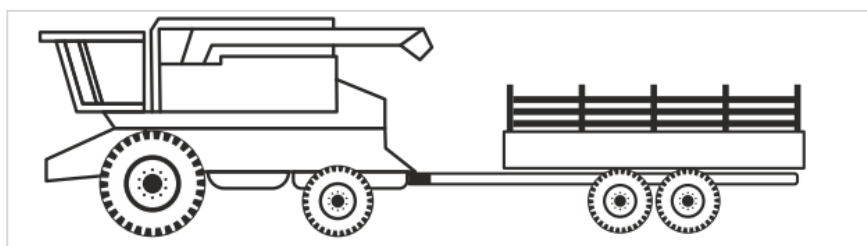
## 3) Přívěs tvořený páteřovým rámem s tandemovou nápravou, případně s nápravou „boogie“ (obrázek 19)

Tyto přívěsy byly zkonstruovány pro přepravu adaptérů s pracovním záběrem větším než 6,5 m. Často jsou používány pro adaptéry o pracovním záběru 9 m. Rám je tvořen páteřovou konstrukcí, případně jako svařenec ocelových profilů, který prochází v celé délce přívěsu, na jeho počátku je opatřen tažným okem pro zavěšení za tažný prostředek. Na rámu je uchycen systém náprav. Toto uspořádání náprav umožňuje



---

dobrou průjezdnost v terénu, avšak vlivem velké vzdálenosti náprav od řídicí nápravy tažného prostředku je tato konstrukce nevhodná pro průjezd zatáček s malým rádiusem. Další negativní vlastností této konstrukce je přenos rázů na závěs tažného prostředku vlivem momentu, který vzniká v horizontálním uložení čepu systému náprav při přejezdu příčných nerovností. Rázy se taktéž přenášejí na přepravovaný adaptér. Výhodou je snadnější couvání, nicméně při prudkém zabočení dochází k nadměrnému namáhání bočnic a dezénu pneumatik.

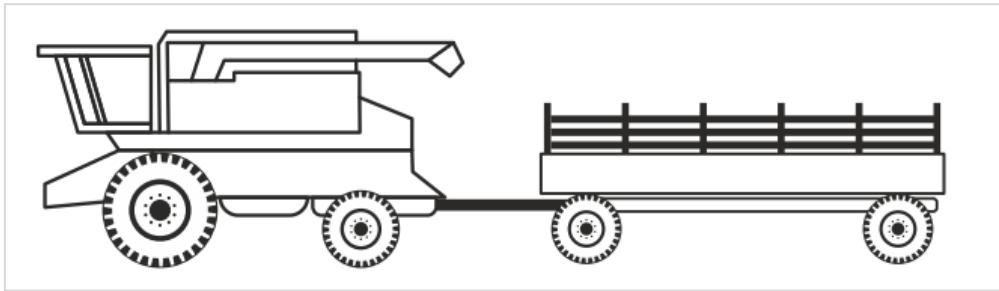


Obrázek 19: Koncepce přívěsu s tandemovou nápravou, případně s nápravou typu „bogie“

*Zdroj: Petrůň 2022*

**4) Přívěs s rámem tvořeným centrálním nosníkem, případně žebřinovým nebo prostorovým rámem a dvěma nápravami (obrázek 20).**

Tyto přívěsy jsou velice vhodné pro přepravu žacích adaptérů s širokým pracovním záběrem. Disponují jednou, nebo oběma nápravami říditelnými. Provedení řízení může být točnicové nebo automobilové, případně kombinované. Od přední nápravy je vedena řídicí oj, která natáčí kola přední nápravy. Ovládání řídicí síly mezi oběma říditelnými nápravami bývá pomocí jednoho nebo dvou diagonálních táhel (zpravidla točnicové řízení), případně jedním podélným táhlem (zpravidla automobilové řízení) anebo uzavřeným hydraulickým okruhem (Petrůň, 2022).



**Obrázek 20: Koncepce přívěsu s páteřovým nebo prostorovým rámem s jednou nebo dvěma říditelnými nápravami**

*Zdroj: Petráň 2022*

### **1.3 Přívěsy pro přepravu adaptérů sklízecích mlátiček**

Téma přívěsů pro přepravu žacích adaptérů sklízecích mlátiček se v odborné literatuře nevyskytuje často. V praktickém provozu sklizňových strojů bylo donedávna míněno, že přívěs za sklízecí mlátičku je ve své podstatě druhořadý stroj, na kterém úspěšnost sklizňových prací nestojí. Avšak v současné době je toto téma, které naráží na neustálé zvětšování záběru sklízecích adaptérů, zvyšování rychlostních limitů sklízecích mlátiček a další narůstající výkonové požadavky, velice aktuální.

Další faktory, které promlouvají do důležitosti kvality takového stroje, jsou především - manévrovatelnost a obratnost, ale v neposlední řadě také vliv konstrukce a provozu na životnost přepravovaného adaptéru. Společným jmenovatelem by měla být spolehlivost stroje.

Tak jako u každého jiného zemědělského stroje, i u přívěsu stačí závada v podobě například defektu pneumatiky a při chybějícím rezervním kole, souprava zůstane stát a ekonomická rentabilita sklizňového stroje může dostat alespoň pro jeden den trhlínu. Vezmeme-li v úvahu, že průměrná délka nasazení sklízecích mlátiček je ve sklizňové sezoně málo přes dvacet dní, může se jednat o dost velký zásah do průběhu žňových prací. Obdobné to bude i u jiných problematických záležitostí, které se na přepravním přívěsu nebo při jeho provozu mohou vyskytnout. Pro správný výběr přívěsu pro přepravu sklízecích adaptérů je nezbytné zvážit dostupná technická řešení, následně je zhodnotit a vybrat z nich ta nejlepší (Petráň, 2022).

---

## 1.4 Historie transportních přívěsů

Při posuzování současných transportních přívěsů je vhodné se podívat na tuto problematiku také z hlediska historického vývoje.

Sklízecí mlátičky nebyly zpočátku vybavovány transportními vozíky. Žací adaptéry, které byly dodávány se strojem, nebyly totiž konstruovány jako odnímatelné. A to především z důvodu malého pracovního záběru, který jen zřídka přesahoval 2,5 m. Proto nebylo nutné přestavovat stroj do transportní polohy.

Vývojem transportních přívěsů se ve střední a východní Evropě začala mezi prvními zabývat firma Fortschritt a to v 60. letech 20. století. Touto společností dodávané sklízecí mlátičky byly vybaveny transportními vozíky pro přepravu žacích adaptérů, které měly zpravidla pracovní záběr 4,2 m, velmi výjimečně 5,7 m.

Do té doby dodávané sklízecí mlátičky do Československa byly převážně ze Sovětského svazu. Byly vybaveny žacími adaptéry, které nebyly snadno snímatelné z komory šikmého dopravníku, jelikož jejich pracovní záběr nepřesahoval 3 metry. Proto také nebylo nutné dodávat transportní vozíky žacích adaptérů. Avšak ani stroje z tehdejšího kapitalistického bloku nebyly těmito transportními prostředky vybavovány a to z obdobného důvodu. A jejich výrobci ani v devadesátých letech 20. století transportní zařízení pro žací adaptéry běžně nedodávali.

### 1.4.1 Historie transportních přívěsů v ČSSR

První transportní přívěsy firmy Fortschritt byly vyrobeny pro sklízecí mlátičky typu E512. Jejich konstrukce byla svařovaná a tvořena centrálním ocelovým nosníkem a dalšími ocelovými profily (obrázek 21).



**Obrázek 21: Sklízecí mlátička Fortschritt E512 s přívěsem pro přepravu žacího adaptéru**

*Zdroj: Petrář, 2022*

Podvozek byl opatřen jednou, pevnou a nebrzděnou nápravou spojenou s centrálním nosníkem šikmými vzpěrami. Náprava byla umístěna pod středem žacího adaptéru tak, aby byl jako celek hmotnostně vyvážen. Toto vyvážení bylo nutné z důvodu omezení svislé síly působící na závěs sklízecí mlátičky. Tažná oj vozíku byla tvořena kovaným okem o vnitřním průměru 50 mm. Pneumatiky se směrovými vzorky byly označeny 10-15 AM.

Adaptér byl na rámu vozíku uložen na dvou nosnících a podepřen dvěma ližinami s šikmými náběhy pro snadnější usazení a upevnění háky s rychloupínacími mechanismy ve dvou bodech. Světla výška přívěsu činila 250 mm.

Přívěs disponoval sklápěnou opěrnou nohou s mechanicky výsuvným opěrným ocelovým kolečkem. Elektroinstalace je standardní, přívěsová, opatřena sdruženými svítilnami v ochranném rámu s deskami se šikmým červenobílým pruhováním označujícím nadměrné vozidlo. Použitá světla byla koncová, směrová a brzdová. Jako příslušenství byl na rámu přimontován i plechový úložný prostor k úschově výměnných děrovaných spodních sít čistícího ústrojí sklízecí mlátičky.

Tyto přívěsy se vyznačovaly robustní a přitom jednoduchou konstrukcí, velmi dobrou manévrovatelností a to i při couvání a poměrně snadným a bezpečným odnímáním a ukládáním žacího adaptéru (Petrář, 2022).

---

Popis přívěsu pro přepravu sklízecího adaptéru sklízecí mlátičky E512 podle dobové odborné literatury:

Je dvoukolový s trubkovým páteřovým nosníkem. Do trubky vkládáme náhradní kosu. Podvozek má třmeny s kotevními šrouby pro upevnění žacího stolu, stavitelné opěrné kolečko oje, skříňku se síty, klíny k založení kol a předepsané osvětlení.

Při připojování žacího stolu k mlátičce zajedeme s podvozkem na rovinu a se sklízecí mlátičkou najedeme kolmo na jeho střed s maximálně zvednutou skříň šikmého dopravníku. Jakmile její dolní hrana přejde nad pneumatikou, spustíme skříň tak, aby její čepy byly pod úroveň vedení, a dojedeme na doraz. Pak zvedneme skříň čepy do výřezů, zasuneme a zajistíme dolní rychlostní spojku hydraulického potrubí, připojíme bowden variátoru, maximálně zvedneme žací ústrojí a couvneme od podvozku (Bernhard, Pehal a kol., 1973).

V sedmdesátých letech minulého století byla uvedena na trhy východní Evropy sklízecí mlátička typu E516. Tento stroj disponoval sklízecími adaptéry o šířce záběru 6,7 m, případně 7,6 m. Také tyto sklizňové stroje byly vybaveny transportními přívěsy. Avšak kvůli velikosti žacího adaptéru byly řešeny jako dvounápravové (obrázek 22).

Konstrukce tohoto přívěsu byla velmi dobrou ukázkou optimalizace stroje pro splnění náročných kritérií. Pro zvýšení průchodnosti terénem byla zadní náprava tvořena svařencem, přední náprava byla výkyvně uložená pro snazší průjezdy na nerovném terénu a opatřena točnicovým řízením s širokým rozsahem zatočení. Přívěs byl osazen pneumatikami o rozměrech R20x10. Rám tvořil centrální nosník obdélníkového průřezu, který byl svařovaný ze dvou válcovaných U profilů. Rám byl lomený v místě točny přední nápravy tak, aby bylo možné oj s přední nápravou otočit v širokém rozsahu. Na rámu byly přivařeny podpěry pro uložení žacího adaptéru, na levé straně opatřené náběžnými kužely pro snadnější usazení žacího adaptéru. Na pravé straně transportního přívěsu byly na rámu přivařeny opěrné nosníky čtvercového profilu.

I tento přívěs byl opatřen rychloupínacími mechanismy pro upevnění adaptéru. Oj přívěsu byla tvořena svařovanou konstrukcí se dvěma válcovanými nosníky tvaru písmene L a příčnými výztuhami, opatřená byla tažným okem o vnitřním průměru 50 mm pro spojení s tažným prostředkem. Jelikož rám vozíku byl řešen velice subtilní konstrukcí, byl jako pomocný rám uvažován vlastní rám sklízecího adaptéru.

---

Přívěs byl opatřen standardní elektroinstalací se světly umístěnými v ochranném rámu s výstražnými deskami s červenobílým šikmým pruhováním. Použitá světla byla koncová, směrová a brzdová. Tyto přívěsy byly velice zdařilé konstrukce, a i když manévrování s nimi nedosahovalo takového komfortu jako u přívěsů jednonápravových (především při couvání), při jízdě vpřed byly velice obratné a vyznačovaly se vynikajícím kopírováním dráhy kol sklízecí mlátičky ve velkých i malých rádiusech zatáček a velmi dobrou průchodností v terénu.

Přívěsy byly vyráběny také v STS Nové Zámky a jejich produkce směřovala do zemí v rámci bývalé RVHP. O jejich zdařilé konstrukci svědčí i četné přestavby pro podstatně novější sklízecí adaptéry v pozdějších letech, kdy do značné míry suplovaly výrobky, které běžně nedodávaly firmy ze západní Evropy a USA.



**Obrázek 22: Přívěs Fortschritt pro žací ústrojí E516, přestavěný pro adaptér John Deere**

*Zdroj: Petráň, 2022*

#### **1.4.2 Tuzemské přívěsy z 90. let**

V devadesátých letech 20. století byly do České Republiky dováženy sklízecí mlátičky ze zemí západní Evropy a USA. U některých značek bylo možné dodat sklízecí mlátičku i s transportním vozíkem za odpovídající cenu. Ostatní firmy dodávaly sklízecí mlátičky většinou bez tohoto příslušenství. O výrobu vozíků se v České Republice významnou měrou přičinila firma Stavební Technika PLUS s.r.o. v Sudoměřicích u Tábora. Tato firma vyráběla a dodávala taktéž prodloužení sklízecích adaptérů pro sklizeň olejnin.

Transportní přívěs vyráběný touto společností byl konstruován s centrálním nosníkem obdélníkového profilu a jednou pevnou nápravou osazenou robustními,

---

avšak ne zcela vhodnými pneumatikami primárně určenými pro manipulační techniku.

Uchycení pro sklízecí adaptér bylo variabilní podle výrobce adaptéru a dodávané na míru pro každého zákazníka podle typu adaptéru a jeho šířky.

Transportní vozíky byly dodávány až do šířky záběru sklízecího adaptéru 7,5 m. Bohužel v maximální pracovní šířce sklízecího adaptéru 7,5 m již docházelo k nadměrné pružné deformaci rámu přívěsu. Tato deformace se ještě zvýšila při přepravě žacího adaptéru s dodatečně instalovaným sklízecím adaptérem pro sklizeň olejnin, kdy hmotnost narostla až o 900 kg. I když pružná deformace hlavního nosníku nebyla provozu nebezpečná, na životnost přepravovaného adaptéru měla často zásadní vliv a často docházelo k poškození.

Firma Stavební technika PLUS s.r.o. ukončila svoji činnost v roce 2009. Celková produkce dosáhla přes 120 ks transportních přívěsů pro sklízecí adaptéry (Petráň, 2022).

### **1.4.3 Přívěsy pro sklízecí adaptéry po roce 2000**

Produkcí přívěsů po roce 2000 lze rozdělit na dvě kategorie. První jsou klasické přívěsy pro sklízecí adaptéry do 9 m, případně 9,5 m pracovního záběru a druhou kategorií jsou přívěsy pro sklízecí adaptéry nad 9 m, případně 9,5 m pracovního záběru. V první kategorii jsou to stále poměrně jednoduchá transportní zařízení. Typickým představitelem těchto přívěsů je rakouská společnost BISO **Schrattenecker** GmbH. V její nabídce je zastoupen kompletní sortiment přepravních přívěsů pro sklízecí adaptéry o pracovním záběru 3 až 9,5 m. Používané podvozky jsou osazeny jednou tuhou nápravou pro nejmenší sklízecí adaptéry, tandemovým uspořádáním pro středně velké adaptéry a dvěma nápravami pro sklizňové adaptéry o šířce pracovního záběru až 9,5 m (obrázek 23).



**Obrázek 23: Přívěsy firmy BISO Schrottenecker GmbH**

*Zdroj: (BISO, n.d.).*

Největší přívěsy jsou osazeny jednou tuhou nápravou standardního rozchodu kol v zadní části přívěsu a v přední části přívěsu je instalována říditelná náprava s malým rozchodem kol uložená na přívěsové točňě. Tato náprava je spojena s ojí. Konstrukce přední řídicí nápravy s točnicovým řízením není výkyvná, avšak umožňuje natočení přední nápravy ve velkém rozsahu. Tento typ podvozku disponuje velice dobrou průjezdností zatáček různých poloměrů, avšak uspořádání přední nápravy z něj činí čtyřstopé vozidlo, které může mít mírnou nevýhodu v průjezdnosti po polních cestách s vyjetými koleji. Další nevýhodou je nestabilita přívěsu při průjezdu zatáčky ve vyšších pojezdových rychlostech. Tato koncepce je pro přepravu sklízecích adaptérů velice oblíbená, jelikož umožňuje i tzv. „zlomení“ přívěsu, kdy je možné přední řídicí nápravu natočit do úhlu i více než 90° na každou stranu a manipulovat s přívěsem i v prostorově ztížených podmínkách (Petráň, 2022).



---

#### 1.4.4 Řízení obou náprav

Transportní přívěsy pro přepravu adaptérů sklízecích mlátiček, které přesáhly transportní délku 9 m, bylo nutné upravit tak, aby byla zajištěná optimální průjezdnost soupravy především v zatáčkách s malým poloměrem.

Dosavadní konstrukce, kdy byla použita přední náprava říditelná a zadní náprava pevná byla i nadále dostatečná v přepravě po silničních trasách. Avšak při najíždění soupravy ze silnice na zemědělské pozemky, při průjezdu v zúžených prostorech, např. zpomalovacími ostrůvky se začala projevovat vlastnost tzv. nadbíhání zadní nápravy přívěsu oproti vjezdové stopě první nápravy sklízecí mlátičky. Vlastnost nadbíhání přívěsu se nejvíce projevovala při prudkém zatočení soupravy (Petráň, 2022).

Z tohoto důvodu se po roce 2010 několik firem začalo zabývat vývojem přívěsů s říditelnými oběma nápravami, které by zajistili co nejlepší kopírování stopy tažného prostředku stopami přívěsu, aby nedocházelo k nutnosti stále širší průjezdné trasy například při odbočování.

V České Republice to byl jako první pan Stanislav Hejtmánek s přívěsy označenými SH, které během několika let dovedl nepřetržitým vývojem k velice dobrým výsledkům. Použil jak automobilové, tak točnicové řízení (obrázek 24), případně kombinaci obou konstrukčních řešení (obrázek 25). Oproti konkurenci nabídl u svých výrobků mimo jiné také řešení výkyvu přední nápravy při přejezdu nerovností. Toto konstrukční provedení přední nápravy zamezilo torznímu krutu hlavního rámu přívěsu a tím i přenosu tohoto krutu na přepravovaný adaptér.



**Obrázek 24: Přívěs typu SH s točnicovým řízením na obou nápravách**

*Zdroj: Petrůň, 2022*

Vývoj těchto transportních zařízení znamenal devět let tvrdé práce. Bylo vyzkoušeno velké množství konstrukčních řešení, z nichž některá byla v provozu nerealizovatelná, některá byla výrobně velmi nákladná. Na všechna použitá technická řešení, která se v provozu plně osvědčila, má Stanislav Hejtmánek zaregistrované užité vzory tak, aby byl letitý vývoj těchto transportních zařízení dostatečně ochráněn. Výroba až do roku 2020 dosáhla 62 kusů a 13 typů lišících se délkou, typem řízení a brzdovým systémem. V roce 2020 byla výroba bohužel ukončena. Z dnešního pohledu je to zajisté škoda, protože se jednalo o velice zdařilé přívěsy české výroby (Petrůň, 2022).



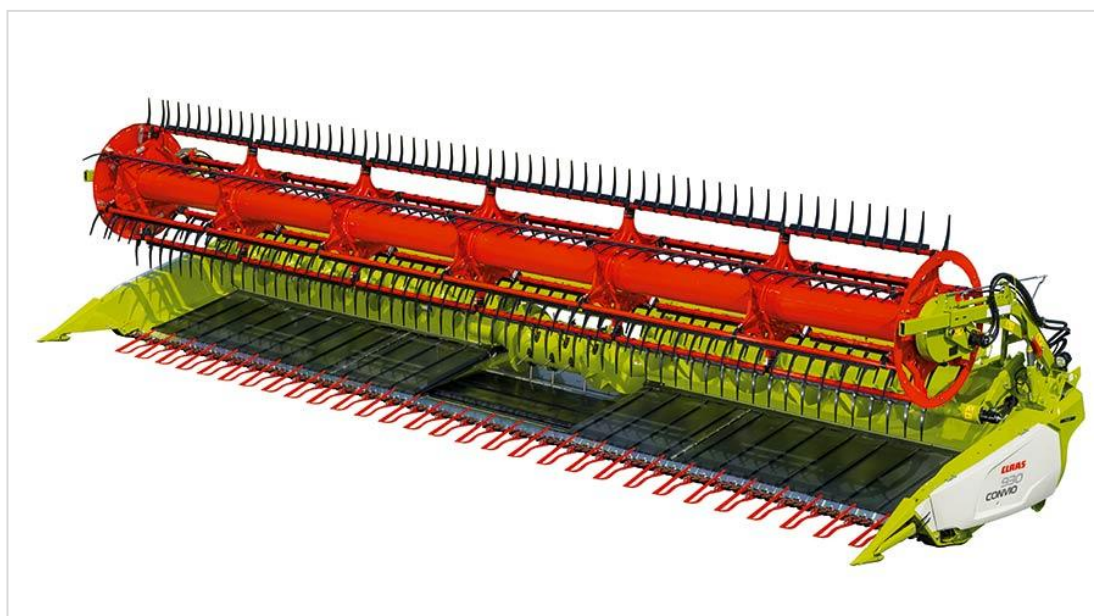
**Obrázek 25: Poslední vyrobený přívěs typu SH v dílnách pana Hejtmánka v březnu 2020**

*Zdroj: Petrůň, 2022*

---

## 1.5 Žací adaptér

Žací adaptér má velice široké využití (obrázek 26). Používají se pro sklizeň obilovin, trav, luskovin, ale také po úpravě ke sklizni řepky či hořčice. Adaptér se skládá z žací lišty, přiháněče, příčného šnekového dopravníku nebo pásového dopravníku, děliče, žlabu žacího válu a při polehlých porostech zvedáče klasů. Žací adaptéry a jejich součásti se mohou velice lišit podle různých výrobců, kteří se předhánějí v modernizaci a v kvalitě používaných materiálů. Jedním z nejčastějších zásahů do konstrukce žací lišty bývá plynulé prodlužování nebo zkracování žacího stolu, to vede ke zlepšení efektivity při sklizni rozdílných plodin. Dalším zlepšením je také jednoduchá výměna pasivních děličů za aktivní, která dnes trvá i méně než 3 minuty. Princip činnosti žacího adaptéru je posekat porost a dopravit ho do sklízecí mlátičky s minimálními ztrátami a poškozením zrna. Adaptér musí dobře kopírovat terén, aby došlo k co nejkvalitnějšímu posečení porostu i polehlého, plynule dopravovat a plnit sklízecí mlátičku. V případném ucpání žacího adaptéru materiálem musí být vybavena reverzním chodem, který pomůže s vyprázdněním (Heřmánek a Kumhála, 1997).



Obrázek 26: Žací adaptér Claas

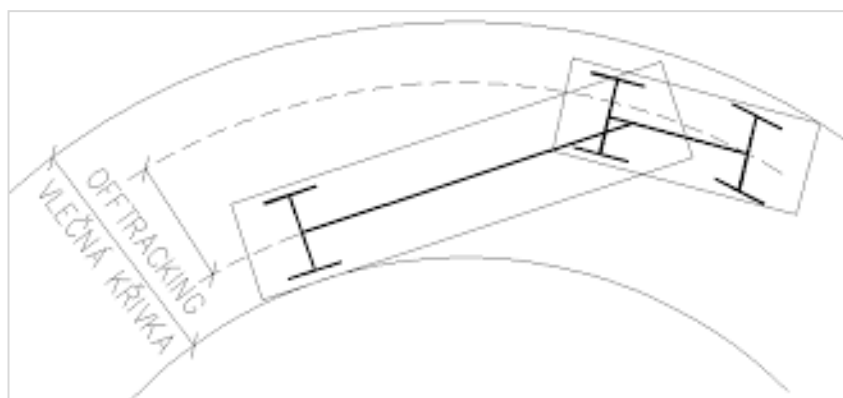
Zdroj: (Žací adaptér Claas, 2019)

---

## 1.6 Pojem vlečných křivek

Při průjezdu směrovým obloukem jsou přední kola motorového vozidla vedena převážně v linii, kterou řidič udává volantem, zatímco zadní kola se pohybují v závislosti na rozměrech motorového vozidla a způsobu jízdy po křivce bližší vnitřní straně oblouku. Tento průběh pohybu vede ke vzniku charakteristického srpovitého rozšíření plochy překrývané motorovým vozidlem při průjezdu směrovým obloukem. Tuto plochu nazýváme vlečnou křivkou. Vlečné křivky jsou ohraničeny obalovými křivkami, které vyplývají ze směrodatného vnějšího obrysu vozidla a polohy náprav. Jejich konkrétní tvar mj. závisí na poloze a uspořádání náprav, na poloze spojovacích bodů (u jízdních souprav), na typu přívěsu a v zásadní míře též na tom, jaké předpokládáme chování řidičů. Znalost vlečných křivek určitého vozidla umožňuje zjistit a v projektu zohlednit plochu, kterou toto vozidlo při průjezdu směrovým obloukem nárokuje (Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti..., 2004).

Šířka vlečné křivky vozidla v přímé je rovna šířce vozidla. Rozšíření vlečné křivky ve směrových obloucích je způsobeno jevem, který se v anglické literatuře nazývá „offtracking“. Jedná se o chování vozidla při průjezdu směrovým obloukem, kdy střed první nápravy vozidla opisuje křivku jiného poloměru než střed poslední nápravy. Důsledkem tohoto jevu je rozšíření vlečné křivky při průjezdu směrovým obloukem. Hodnota offtrackingu je hlavním parametrem pro stanovení šířky vlečné křivky. Šířku vlečné křivky ovlivňuje poloměr směrového oblouku, středový úhel, konfigurace podvozku. Výslednou šířku vlečné křivky pak definují obalové křivky vnějšího obrysu pohybujícího se vozidla. Průjezd vozidla směrovým obloukem – šířka vlečné křivky (obrázek 27) se používají pro prověření průjezdu návrhového vozidla úrovnovými křižovatkami, zastávkami hromadné dopravy, přestupními terminály, parkovišti, garážemi, kolem dopravních ostrůvků (Metodika pro rozšíření jízdních pruhů, 2015).



**Obrázek 27: Průjezd vozidla směrovým obloukem**

*Zdroj: (Metodika pro rozšíření jízdních pruhů..., 2015)*

## 1.7 Software AutoTURN

Pro analýzu vlečných křivek vozidel a souprav je nezbytné využití CAD softwaru. V České Republice jsou k dispozici dva hlavní produkty. Jsou to programy AutoPATH a AutoTURN. Bohužel produkt AutoPATH zatím nedisponuje provedením pro analýzu vozidel, která jsou opatřena řídicí zadní nápravou. Proto je v práci pro analýzu vlečných křivek samostatného tažného prostředku – sklízecí mlátičky a přívěsů v soupravách použit program AutoTURN, který umožňuje zadat tažný prostředek s řízením zadní nápravy. Tento program nabízí řešení průjezdnosti vozidel a složitých dopravních situací v interavilánu a extravilánu s minimálním úsilím. Je určen pro dopravní a stavební inženýry, architekty a konstruktéry k vyhodnocení projektů s použitím normových nebo specializovaných vozidel pro všechny typy projektů silnic, dálnic a místních komunikací.

Díky svým unikátním funkcím, intuitivnímu uživatelskému rozhraní a databázi norem a směrnic pro definici minimálních poloměrů otáčení a tvorbu vlečných křivek pro jednotlivé státy (např. TP171, ČSN 736056), je AutoTURN světově nejpoužívanější software svého druhu.

Software umožňuje úpravy tvaru vozidla pomocí zkosení nebo zaoblení podle potřeb uživatele a použití reálných tvarů půdorysu vozidla včetně všech detailů při generování návrhů vlečných křivek vozidel. Uživatel může využít funkci řízení animace průjezdu vozidla pomocí nového dialogu, vygenerovaná data lze použít pro animační program Transoft Solutions InVision.

Adaptabilní simulace vozidel lze v nové verzi přímo provázat s CAD geometrií, díky čemuž je možné generovat simulace podél definované trasy s odstupem nebo v

---

ose vozidla. CAD geometrie může zahrnovat úsečky, oblouky, křivky, složené řetězce a také trasy generované programem AutoCAD Civil 3D. Obalové křivky vozidla jsou automaticky aktualizovány při jakýchkoliv změnách „rodičovské“ geometrie, ke kterým často dochází v procesu návrhu.

Okamžitá zpětná vazba detekce kolizí obalové křivky simulace vozidla a reálných objektů komunikace. AutoTURN při průjezdu vozidla dynamicky zobrazuje kolizní body s prvky na trase, jako jsou obrubníky, středové ostrůvky, dopravní značky a světelná signalizace, umístěné ve výkresu. Pro časté změny návrhu, jako je změna trasy vozidla nebo naopak posun, přidání nebo smazání prvků na komunikaci, AutoTURN nabízí možnost aktualizace již vykreslených simulací, a tím i aktualizaci kolizních bodů. Bez nutnosti nového vykreslování simulace tak uživatel vidí aktuální místa kolizí v souladu se změnou v projektu (AutoTURN, 2022).

---

## 2 Cíl diplomové práce

V současné době je na trhu mnoho výrobců přívěsů pro přepravu sklízecích adaptérů, kteří nabízejí poměrně široký sortiment výrobků. Pro zákazníka jako budoucího uživatele je poměrně těžké se orientovat v různých koncepcích a konstrukčních řešeních jednotlivých výrobců. I když se jedná o stroj, který primárně přepravuje jiný stroj, je nutné zdůraznit, že přepravovaný adaptér je v současnosti velice konstrukčně složitý celek a tímto se jedná o velice finančně nákladné zařízení. Tudiž je nutné zajistit transport tohoto stroje tak, aby v žádném případě nedošlo k jeho poškození vlivem špatné konstrukce transportního zařízení. Ceny transportního přívěsu a přepravovaného sklízecího adaptéru mohou být v poměru více jak 1:10. Bohužel některá tato transportní zařízení jsou svou konstrukcí a provedením nevhodná pro přepravu adaptérů, některá mohou být v silničním provozu i velice nebezpečná.

Cíl této diplomové práce je na základě šetření u uživatelů přívěsů jednotlivých koncepcí a konstrukcí vyhodnotit uživatelské zkušenosti s danými přívěsy. Označit vhodná technická řešení a odhalit případné nedostatky v konstrukci těchto přípojných vozidel jednotlivých výrobců. Na základě programu AutoTurn, který se zabývá analýzou vlečných křivek vozidel důkladně zhodnotit různá koncepční řešení vyráběných přívěsů při pohybu soupravy v definovaném prostoru. Výsledkem práce bude zvolení optimální koncepce a konstrukce přívěsu tak, aby s ohledem na minimální velikost vlečných křivek v soupravě s tažným prostředkem – sklízecí mlátičkou splňoval veškeré bezpečnostní a uživatelské nároky na provoz a přepravu sklízecích adaptérů.

---

### 3 Metodika práce

Metodika práce Zhodnocení konstrukčních řešení vybraných transportních přívěsů pro přepravu sklizňových adaptérů o šířce záběru větší než 9 metrů je založená na získání potřebných dat a poznatků a jejich zhodnocení.

Pro objektivní zhodnocení je nezbytné provést výběr přívěsů různých koncepcí, konstrukcí náprav a jejich řízení.

Dále se metodika práce zaměří na každý z vybraných přívěsů a provede následující rozbor:

1) **Provedení šetření uživatelských zkušeností**

Popis daného typu a uživatelského hodnocení přívěsu v jednotlivých částech a taktéž jako celku. Uživatelské hodnocení bude zaměřeno jak na vybrané části, případně celky konstrukce přívěsu, tak i na uživatelské vlastnosti při provozu těchto přívěsů podle bodů uvedených v kapitolách Hodnocení konstrukce přívěsu a Hodnocení vlastností přívěsu.

2) **Simulace vlečných křivek**

Simulace jednotlivých koncepcí přívěsů bude provedena pomocí softwaru Autoturn. Analýza vlečných křivek musí vycházet ze skutečných vnějších rozměrů tažného prostředku a přívěsu i s naloženým sklízecím adaptérem. Tažný prostředek a žací adaptér budou vždy identické. Jako tažný prostředek byla vybraná sklízecí mlátička New holland CX 8080 a sklízecí adaptér Varifeed 30V. Přívěsy budou v dané soupravě hodnoceny jednotlivě. Každá souprava bude tedy odlišná pouze připojeným přívěsem.

3) **Vyhodnocení přívěsů podle analýzy vlečných křivek**

Vyhodnocení vlečných křivek bude s důrazem na dosaženou šířku a možnosti odbočení souprav a odhalení kolizních situací mezi přívěsem a tažným prostředkem.

4) **Finální zhodnocení přívěsů**

Za použití dosažených hodnot na základě analýzy vlečných křivek bude definována nejvhodnější koncepce přívěsu pro přepravu sklízecích adaptérů o šířce záběru větší než 9 m.



---

## 4 Vlastní práce

### 4.1 Šetření uživatelských zkušeností

Pro získání informací důležitých k posouzení jednotlivých koncepcí přívěsu a jejich konstrukčního řešení je nezbytné oslovit současné uživatele různých přívěsů pro přepravu sklízecích adaptérů. Uživatelské poznatky a informace, které vycházejí z praktického používání přívěsů, poslouží k dokonalejšímu posouzení jednotlivých strojů. I když se jedná především o subjektivní posouzení, které zčásti nelze ověřit pomocí softwarových metod, považuji za velice důležité zohlednit tyto poznatky pro finální návrh. Praktický provoz stroje může odhalit případné chyby v konstrukci a upozornit na nedostatky, které by bylo velice vhodné zohlednit a především eliminovat při výběru správného přívěsu.

#### 4.1.1 Výběr uživatelů přívěsů

Jelikož zadání práce je specifikováno pro přívěsy, které jsou určeny pro sklízecí adaptéry od šířky záběru min. 9 m, byl vybrán vzorek uživatelů tak, aby splňoval základní kritéria:

- Používání přívěsu v provozu minimálně jednu žňovou sezonu
- Pracovní záběr přepravovaného adaptéru minimálně 9 m
- Koncepce přívěsu dvounápravová – jedna náprava vpředu, druhá vzadu, případně bogie nebo tandemová.
- Hlavní výběr uživatelů přívěsu byl zaměřen na uživatele se zkušenostmi s různými koncepcemi přívěsů. Do šetření byl vybrán vždy jeden zástupce dané koncepce s rozdílnou konstrukcí od jiného výrobce.

#### **Přívěsy uživatelů:**

- Přívěs č. 1 – Marston, typ HT 30
- Přívěs č. 2 – ZDT typ PKL
- Přívěs č. 3 - Ziegler, typ 4WT, Power Carrier
- Přívěs č. 4 – Stanislav Hejtmánek, typ SH9000D2C

---

#### 4.1.2 Hodnocení konstrukce přívěsu

Pro hodnocení konstrukce přívěsu byly vybrány nejdůležitější body:

**Koncepce přívěsu** – je zásadní parametr a udává jaké je základní provedení přívěsu - umístění náprav a tím i rozložení hmotnosti na nápravy daného přívěsu.

**Konstrukce rámu** – zde je nutné zaznamenat typ rámu. Zda se jedná o centrální nosník zpravidla tvořený jedním ocelovým profilem nebo zda se jedná o svařenec ocelových profilů ve formě prostorového, případně žebřinového rámu. Rozdíl v těchto konstrukcích může mít velký vliv na další uživatelské vlastnosti přívěsu, jako je například tuhost konstrukce, manipulace s adaptérem a podobně.

**Rozchod kol** – je zřejmé, že se jedná o další parametr, který bude mít vliv na uživatelské vlastnosti přívěsu. Pakliže se jedná stejný rozchod kol, nebude provoz na nezpevněném povrchu ničím limitován, avšak může se projevit menší obratnost přívěsu. Zatočení přední nápravy bude limitována dorazy. Při menším rozchodu kol na přední nápravě může vzniknout problém při jízdě ve vyjetých kolejí, avšak natočení přední nápravy nebude nijak limitováno.

**Kopírování příčných nerovností** – v této otázce je nutné definovat systém, který umožňuje přívěsu přejíždět příčné nerovnosti při zajištění dostatečného kontaktu všech kol s podložkou. Jedná se především o příčný výkyv náprav, u přívěsu je často takto výkyvná přední náprava. Tento systém zajišťuje neustálý kontakt s podložkou a rovnoměrné rozložení sil mezi jednotlivá kola. Bez této možnosti je na hlavní rám přívěsu přenášena vertikální síla od kol, která má za následek torzní namáhání celého rámu.

**Řízení přívěsu** – řízení přívěsu, který má celkovou délku přesahující 10 m, je pro bezproblémovou průjezdnost důležitý prvek konstrukce. Obecně lze říci, že řízení alespoň jedné nápravy je v této délce nezbytné. U přívěsů, které jsou opatřeny oběma říditelnými nápravami, nenastává problém se špatným kopírováním stopy tažného prostředku.

**Řízení přední nápravy** - provedení řízení přední nápravy je konstrukční prvek, který má vliv na uživatelské vlastnosti přívěsu. Točnicové řízení lépe sleduje tažný prostředek, avšak má horší stabilitu, automobilové řízení dosáhne většího rejdu, ale za tažným prostředkem se může dostávat do smyku.

---

**Řízení zadní nápravy** – konstrukční provedení řízení zadní nápravy je automobilové nebo točnicové. Výhody a nevýhody jednotlivých řešení jsou obdobné jako u řízení přední nápravy.

**Přenos řídicí síly mezi nápravami** – je důležitý pro správnou dráhu kol. Závislost natočení kol obou náprav zajistí dokonalé kopírování stopy přívěsu stop tažného prostředku. Tento přenos musí být maximálně spolehlivý. Při jakémkoli narušení přenosové síly, případně dojde-li k odchylce v závislosti natočení kol nebo náprav, může dojít k nebezpečnému náhlému vybočení přívěsu do strany. Spolehlivý přenos řídicí síly je tedy velice důležitý bezpečnostní prvek.

#### **4.1.3 Hodnocení vlastností přívěsu**

Pro hodnocení přívěsu byly vybrány tyto vlastnosti:

**Tuhost konstrukce přívěsu** – jedná se o vlastnost, kterou lze ověřit pomocí softwarových metod - konkrétně metodou konečných prvků. Nicméně se na trhu vyskytuje řada výrobků, které nevykazují dostatečnou tuhost konstrukce. Tato vlastnost se projeví opět při samotném provozu. Nedostatečná tuhost může vést i k vážnému poškození přepravovaného adaptéru, případně může být pro provoz samotný velice nebezpečnou záležitostí.

**Stabilita přívěsu při jízdě** – tato vlastnost je velice důležitá. Uživatel přívěsu dokáže specifikovat chování přívěsu v soupravě. Jelikož se rychlostní limity pro přepravu zemědělské techniky zvyšují, je nezbytné, aby byl přívěs i s žacími adaptérem dostatečně stabilní a to jak při jízdě maximální pojezdovou rychlostí, tak i v zatáčkách.

**Sladování stopy tažného prostředku** – jedná se o velmi citlivý parametr. S ohledem na velikost soupravy složené z tažného prostředku v podobě traktoru nebo sklízecí mlátičky a přívěsu, kdy vnější profilové, ale i délkové rozměry přesahují běžné kamionové soupravy pro převoz nákladu, je nezbytné, aby se souprava při průjezdu vždy chovala jako kompaktní celek. A to nejen v přímé jízdě, ale také na kruhových objezdech, v zatáčkách s malým i velkým rámusem, v kolmých odbočkách a v odbočkách, které jsou ostřejší než 90°.

**Couvání a manévrovatelnost** – je zřejmé, že pohyb vzad je u takovéto nadrozměrné soupravy velice obtížný. Couvání se nejlépe provádí s přívěsem, který má jednu nápravu, případně nápravy typu tandem nebo boogie. U přívěsů dvounápravových s říditelnou přední, nebo oběma nápravami, je jízda vzad

---

obtížnější. Tuto problematiku ještě umocní couvání v prostorově omezených podmínkách. V tomto případě je velice vhodné, aby přední říditelná náprava měla široký rozsah otáčení, stejně tak jako pro couvání s přívěsem do kolmých odboček.

**Průchodnost terénem** – tato vlastnost by měla být u přívěsu velice žádanou. Ve své podstatě musí přívěs pro přepravu žacího adaptéru splňovat i funkci terénního vozidla. Přívěsy jako takové nejsou určeny pouze pro přepravu po silnicích, ale také po polních cestách a pro pohyb po nezpevněné podložce. Často také dochází k nezbytnému přejetí příčných překážek v podobě silničních příkopů. V těchto místech dochází k největšímu namáhání rámu přívěsu a potažmo přepravovaného žacího adaptéru na krut. K tomuto namáhání dochází i při vjezdu soupravy z vozovky na pole nebo výjezdu na silnici. V těchto místech dochází ke zlomu povrchu vozovky a náhlému prudkému stočení řídicí nápravy. Tento pohyb pak musí podvozek a rám přívěsu absorbovat tak, aby nedošlo k namáhání přepravovaného adaptéru. Velkou roli hraje taktéž i světlost přívěsu a velikost nájezdových úhlů. Pohyb po nezpevněném povrchu, případně ve vyjetých kolejkách po jiné technice, by měl být přívěs těmito faktory co nejméně limitován.

**Manipulace s adaptérem** – Snadnost sejmutí a umístění žacího adaptéru na přívěs je jedna z nejdůležitějších uživatelských vlastností přívěsu. Na tuto vlastnost má vliv především výška uložení adaptéru na přívěsu od horizontální roviny povrchu. Čím níže jsou podpěry, na které se adaptér pokládá, tím snadněji se s adaptérem manipuluje, jelikož obsluha není limitována maximálním zdvihem komory šikmého dopravníku. Při uložení adaptéru je velice vhodné mít rezervu dalšího výškového pohybu. Tento problém se může znásobit při odklonu přívěsu od sklízecí mlátičky vlivem zajetí některého z kol přívěsu do podélné rýhy. Při manipulaci se sklízecím adaptérem na přívěs a z přívěsu je také důležitá viditelnost z kabiny stroje na podpěry a zajišťovací mechanismy, kterými se upevňuje adaptér na přívěsu.

---

## 4.2 Hodnocení vybraných přívěsů

V následující kapitole bude uveden rozbor jednotlivých přívěsů tak, aby bylo získáno co největší množství dat každého z přívěsů, na základě kterých se provede hodnocení jednotlivých přívěsů.

### 4.2.1 Hodnocení přívěsu č. 1 – Marston, typ HT30

#### Popis přívěsu:

Jedná se o přívěs s páteřovým rámem s centrálním nosníkem a dvěma nápravami konstrukce typu boogie. Přívěs není opatřen řídicí nápravou. Je řízen jako návěš. Délka přívěsu je 14000 mm, rozchod náprav je 2550 mm, rozvor náprav je 860 mm.

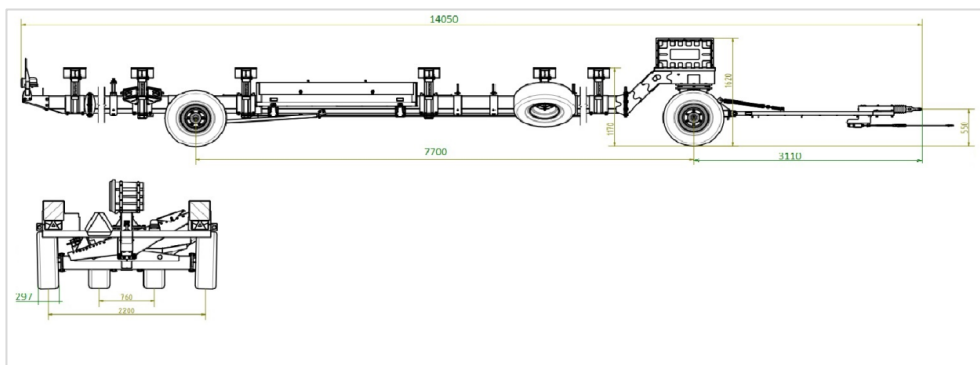
#### Hodnocení uživatelem přívěsu:

Přívěs je po konstrukční stránce uživatelem hodnocen jako jednoduchý stroj s poměrně robustní konstrukcí rámu. Uživatel negativně hodnotil koncepci přívěsu, která není vhodná pro takto široký záběr, jelikož délka rámu včetně oje dosahuje 14000 mm. S takto dlouhým pevným rámem je velice obtížný pohyb v zatáčkách s malým rádiusem, případně v odbočkách při vjíždění na polní pozemky, jelikož dochází k nadměrnému nadcházení přívěsu, kdy přívěs nekopíruje dráhu stopy tažného prostředku. Otočení s přívěsem v prostorově omezených podmínkách uživatel hodnotil jako téměř nemožné. Dále uživatel velice negativně hodnotil stabilitu přívěsu při jízdě vpřed, jelikož dochází k rozkmitání přívěsu okolo příčné horizontální osy v místech uchycení nápravy na rámu přívěsu. Tento nekontrolovatelný pohyb způsobil již dvakrát námahový lom v místech tažného oka přívěsu a tím i odpojení přívěsu od tažného prostředku v provozu na pozemní komunikaci. Průjezdnost přívěsu v terénu uživatel hodnotil jako zhoršenou, jelikož jsou u této koncepce velice dlouhé převisy rámu od pojezdových kol. Uživatel pozitivně hodnotil snadnost pohybu vzad, kdy vlivem použití návěšové konstrukce je poměrně snadné zadní řídicí nápravou tažného prostředku směřovat přívěs. Závěrem uživatel neoznačil tento přívěs jako dobrý výrobek.

#### 4.2.2 Hodnocení přívěsu č. 2 – ZDT, typ PKL

##### Popis přívěsu:

Jedná se o přívěs s páteřovým rámem s centrálním nosíkem a dvěma nápravami (obrázek 28). Je zde řízená pouze přední náprava točnicovým řízením. Rozchod kol na nápravách je rozdílný – vpředu 760 mm, vzadu 2200 mm.



Obrázek 28: Základní rozměry přívěsu č. 2 - ZDT PKL

Zdroj: [www.zdt.cz](http://www.zdt.cz)

##### Hodnocení uživatelem přívěsu:

Přívěs je po konstrukční stránce uživatelem hodnocen jako jednoduchý stroj. Uživatel velice pozitivně hodnotil koncepci přívěsu, která dovoluje velice nízké uložení hlavního rámu a tím pádem i samotného sklízecího adaptéru. Toto řešení usnadňuje sejmutí a nasazení sklízecího adaptéru v polních podmínkách.

Ostatní konstrukční prvky, jako například systém pro uložení a zajištění adaptéru, uživatel hodnotí jako vhodné a bezproblémové. Velice kladně hodnotí umístění plnohodnotného rezervního kola. Negativně hodnotil nadměrný průhyb hlavního rámu při jízdě přes příčné nerovnosti.

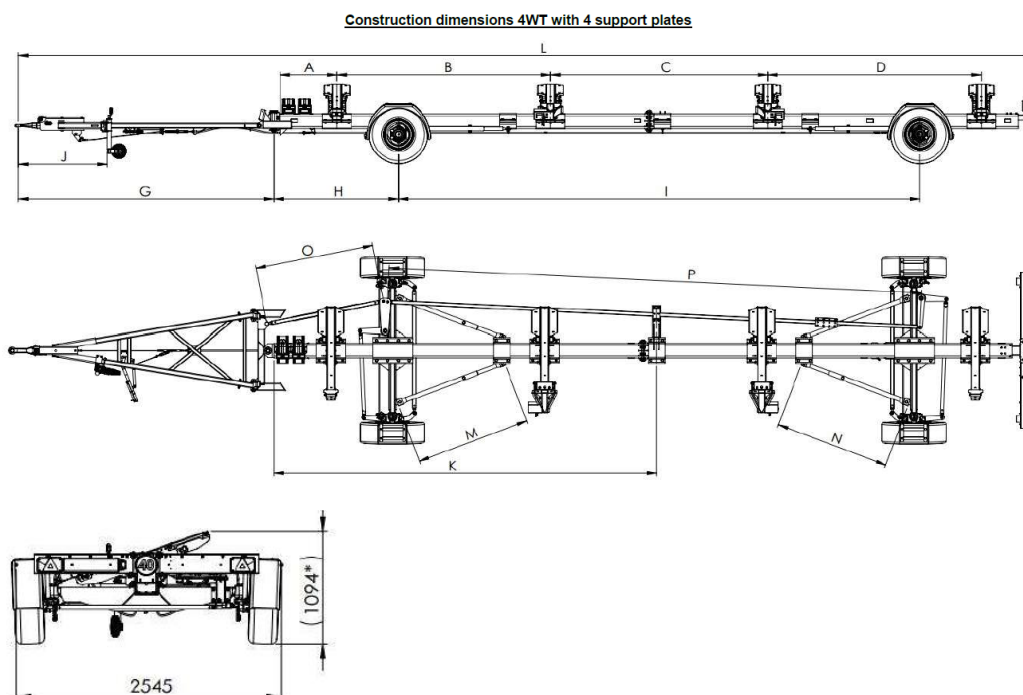
Uživatelské vlastnosti jsou hodnoceny jako velmi dobré, pouze při vyšších rychlostech v zatáčkách se podle uživatele přívěs projevuje jako méně stabilní. V důsledku opakující se kolize tažné oje s řídicím zadním kolem uživatel prodloužil závěs stroje o 100 mm. Přívěs se vyznačuje čtyřstopou konstrukcí a podle uživatele na nezpevněných cestách dochází k vyššímu namáhání přední nápravy. Přívěs poměrně dobře kopíruje dráhu stopy tažného prostředku v zatáčkách s velkým rádiusem. Při odbočování na zemědělské pozemky je nutné dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo ke kolizi řídicí oje a zadního kola tažného prostředku. Otočení

s přívěsem v prostorově omezených podmínkách uživatel hodnotil jako poměrně obtížné. Couvání naopak velmi dobře, protože rejď řídicí nápravy není omezován dorazy. Stabilitu přívěsu při jízdě vpřed a kvalitní nastavení odlehčovacích pružin oje hodnotil uživatel také kladně. Průjezdnost přívěsu v terénu uživatel hodnotil jako ucházející. Uživatel poměrně pozitivně hodnotil snadnost pohybu vzad, nicméně apeloval na vhodnost umístění zadní kamery na tažném prostředku. Závěrem uživatel označil tento přívěs jako vhodný výrobek pro přepravu sklízecích adaptérů s šířkou pracovního záběru 9 m.

#### 4.2.3 Hodnocení přívěsu č. 3 Ziegler, typové označení - 4WT Power carier

##### Popis přívěsu:

Jedná se o přívěs s páteřovým rámem s centrálním ocelovým nosníkem a dvěma nápravami opatřenými automobilovým řízením (obrázek 29). Řídicí síla vychází z natočení tažné oje v otočném bodě umístěném na začátku centrálního nosníku. Dále je řídicí síla přenesena táhlem na řídicí páku přední nápravy.



Obrázek 29: Základní rozměry přívěsu č.3 Ziegler 4 WT Power Carrier

Zdroj: [www.ziegler-harvesting.com](http://www.ziegler-harvesting.com)

---

### **Hodnocení uživatelem přívěsu:**

Přívěs je po konstrukční stránce uživatelem hodnocen jako stroj, který je poměrně komplikovaný, avšak uživatelsky bezproblémový. Uživatel velice pozitivně hodnotil koncepci přívěsu, která se vyznačuje dvounápravovou konstrukcí se stejným rozchodem kol a říditelnými nápravami. Vyzdvihl velice dobré sledování stopy tažného prostředku a to i v zatáčkách s malým rádiusem. Uživatel negativně hodnotil pouze absenci možnosti výkyvu přední nápravy. Pevná přední náprava má za následek torzní namáhání hlavního rámu přívěsu v podélném směru a to především při najetí jednotlivého kola na nerovnost. Toto torzní namáhání se přenáší na přepravovaný adaptér.

Velice kladně uživatel hodnotí systém uložení a zajištění adaptéru na přívěsu a nízkou výšku adaptéru.

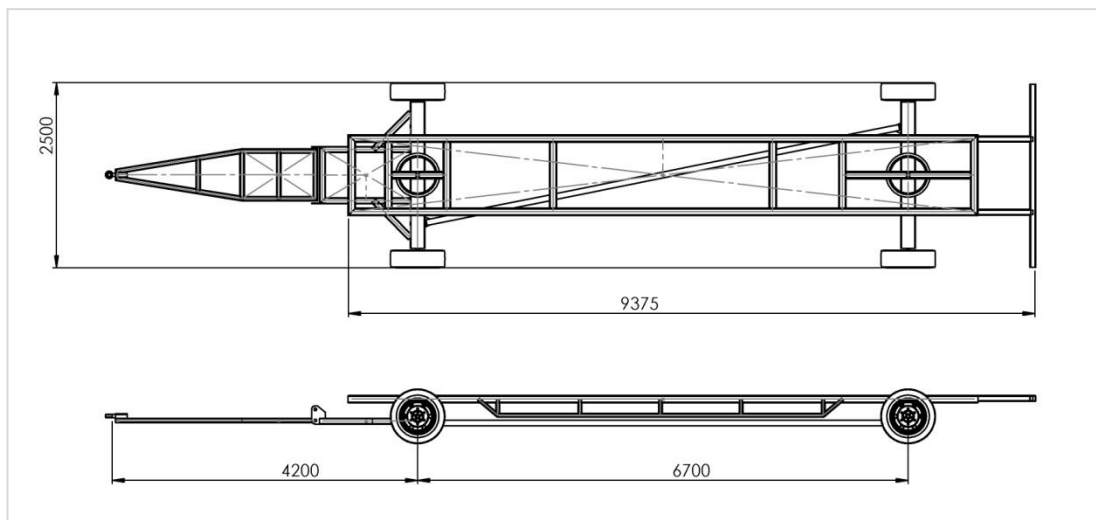
Uživatelské vlastnosti jsou hodnoceny jako velmi dobré. Průjezdnost přívěsu v terénu uživatel hodnotil jako dobrou. Uživatel pozitivně hodnotil snadnost pohybu vzad, avšak zdůraznil nutnost praxe pro správné pochopení systému řízení. Negativně ohodnotil geometrii přední nápravy, která při plném rejdu tažného prostředku a dlouhodobějšího otáčení dostane přední kola do smyku. Závěrem uživatel označil tento přívěs jako vhodný výrobek pro přepravu sklízecích adaptérů s šířkou pracovního záběru 9 m.

#### **4.2.4 Hodnocení přívěsu č. 4 – Stanislav Hejtmánek, typové označení – SH 9000D2C**

##### **Popis přívěsu:**

Jedná se o přívěs s prostorovým rámem s dvěma nápravami opatřenými točnicovým řízením vpředu a automobilovým řízením na zadní nápravě (obrázek 30). Řídící síla vychází z natočení tažné oje v otočném bodě tvořeným točnicí. Natáčecí přední náprava je propojena dvěma táhly na zadní nápravu, kde je přes speciální kloubový mechanismus natáčena řídicí páka zadní nápravy.





**Obrázek 30: Přívěs SH**

*Zdroj: Vlastní zpracování*

### **Hodnocení uživatelem přívěsu:**

Uživatel přívěsu je provozovatelem několika přívěsů tohoto výrobce. Po konstrukční stránce je uživatelem tento přívěs hodnocen jako nejlepší možný na trhu. Uživatel velice pozitivně hodnotil koncepci přívěsu, která se vyznačuje dvounápravovou konstrukcí se stejným rozchodem kol a oběma říditelnými nápravami. Uživatel má zkušenosti jak s přívěsy s točnicovým řízením na obou nápravách, tak i s kombinovaným řízením, kdy je vpředu točnicové řízení a vzadu automobilové. Daný typ s kombinovaným řízením označil jako bezproblémový. U předchozích typů označil za poměrně problematickou část přenos řídicí síly na zadní nápravu diagonálním táhlem. Toto táhlo bylo namáhané na tah i na tlak a při zvýšeném odporu například na rozbahněné podložce docházelo k trvalé deformaci tohoto táhla. Toto táhlo bylo navíc umístěné pod hlavním rámem a snižovalo světlou výšku přívěsu. Dále vyzdvihl výborné sledování stopy tažného prostředku a to i v zatáčkách s malým rádiusem a při kolmém odbočování na zemědělské pozemky. Uživatel velice kladně hodnotil také konstrukční provedení výkyvné přední nápravy, které se uplatňuje při přejíždění nerovností.

Negativně hodnotil pouze nedostatečně optimalizovanou nájezdovou brzdou, která se aktivuje poměrně brzy a při jízdě s kopce neustále brzdí a dochází tak k nadměrnému přehřívání brzd a součástí náprav.

Uživatel zhodnotil daný přívěs jako velice zdařilý.

---

#### 4.2.5 Vyhodnocení uživatelského šetření

Z šetření uživatelských zkušeností s přívěsy je zřejmé, že mezi danými přívěsy jsou největší rozdíly v konstrukci a vlastnostech týkajících se jízdních vlastností. Také vyplynulo, že uživatelé právě tyto vlastnosti velice sledují.

Pro dokonalé zhodnocení přívěsů je tedy nezbytné vyjádřit jízdní vlastnosti analytickým softwarovým řešením, které poskytne podklady pro skutečné zhodnocení průjezdnosti souprav. Analýza byla zpracována pomocí softwarového nástroje Autoturn.

### 4.3 Analýza vlečných křivek

K zásadnímu zhodnocení jednotlivých konstrukcí vybraných přívěsů, bude sloužit analýza vlečných křivek.

Vlečné křivky transportních souprav složených vždy z identického tažného prostředku a daných přívěsů budou zpracovány pomocí softwarového nástroje Autoturn. Vlečné křivky zobrazují dráhu průjezdu soupravy, konkrétně dráhu jejich daných bodů. Jelikož analýza vlečných křivek bude sloužit k hlavnímu zhodnocení vybraných přívěsů, kdy rozhodujícím parametrem bude šířka vlečných křivek v zakřivení zatáček, je z hlediska správnosti zpracování nutné zadat do systému následující vstupní data:

- 1) Půdorysný vnější obrys tažného vozidla

Jako tažné vozidlo pro všechny přívěsy byla vybrána sklízecí mlátička New holland CX 8080 ve verzi pohonu 4x4, (obrázek 31, 32).

Obrys tohoto vozidla je zpracován v programu Solid Works a přenesen do programu pro analýzu vlečných křivek - Autoturn. Tento program nedovoluje detailní vykreslení obrysu vozidla, avšak zjednodušené zobrazení je pro analýzu plně dostačující. Vstupní data byla zjištěna pomocí rozměrového nákresu z uživatelské příručky stroje a dodatečným fyzickým oměřením (tabulka 1).

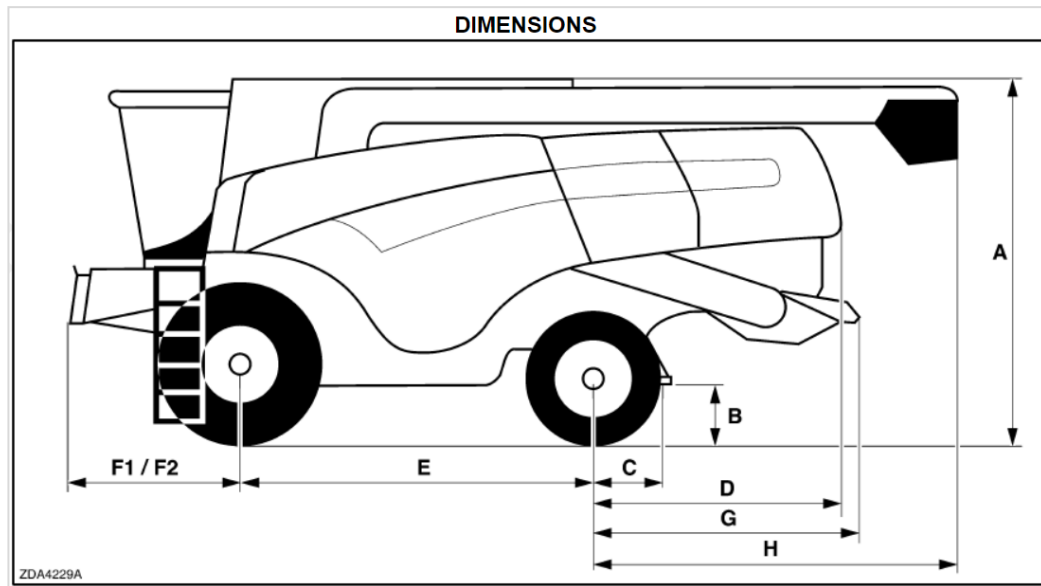
- 2) Určení říditelných kol, velikost a úhel jejich natočení v maximálním rejdu - u vybraného tažného prostředku je říditelná zadní náprava. Velikost kol je 900/60 R32 vpředu a 540/65 R30 vzadu. Parametr úhlu natočení maximálního rejdu je dostupný v diagnostickém monitoringu informačního systému stroje (obrázek 33).

- 3) Půdorysný obrys taženého přívěsu. V tomto zadání je nezbytné vzít v úvahu nejen vnější obrysové rozměry přívěsu, ale také naloženého sklízecího adaptéru a jeho polohu na přívěsu. Obrys samotného přívěsu není dostatečně vypovídající a to především v rozměru šířky.  
Pro zadání správných parametrů bylo vycházeno z výkresové dokumentace výrobců přívěsů a dodatečným fyzickým oměřením.
- 4) Polohu bodu propojení soupravy – otvor tažného závěsu a oko oje – tento bod je pro správnou analýzu vlečných křivek velice důležitý. V tomto bodě dochází v zatočení k zalomení soupravy.
- 5) Koncepce přívěsu – zde je nezbytné definovat, o jaký přívěs se jedná především v rozmístění náprav na přívěsu.
- 6) Konstrukce přívěsu – v tomto bodě je nezbytné definovat především princip řízení přívěsu. Zda se jedná o tandemový přívěs bez řízení, případně dvounápravový přívěs s řízenou přední nápravou nebo o dvounápravový přívěs řízený oběma nápravami. Rovněž je nutné definovat princip řízení - automobilové nebo točnicové, dále maximální úhel rejdu na nápravách.

Specifications	CX8030	CX8040	CX8050	CX8060	CX8070	CX8080	CX8090
Dimensions							
With traction wheels (***)	620/75-R34	650/75-F32	710/75-R34	650/75-R32	710/75-R34	800/65-F32	900/60-R32
Maximum height in transport position (m)	3.93	3.92	3.96	3.92	3.96	3.92	3.96
Maximum width - transport (m)	3.0	3.2	3.3	3.3	3.5	3.7	3.9
Maximum length with extended unloading tube without header (m)	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07	9.07

**Obrázek 31: šířkové rozměry tažného prostředku**

*Zdroj: (New holland cx, n.d.)*



**Obrázek 32: Rozměrový náčrt tažného prostředku**

*Zdroj: (Related Products for New Holland CX720, 2022)*

**Tabulka 1: Rozměry tažného prostředku**

<b>Heavy Duty Adjustable Steering Axle in the rear position</b>	
<b>C</b>	0.76 m (29-59/64")
<b>D</b>	2.57m (101-3/16")
<b>E</b>	3.76 m (148-1/32")
<b>F1</b>	2.55 m (100-3/8")
<b>F2</b>	2.51 m (98-13/16")
<b>G</b>	2.73 m (107-1/2")
<b>H</b>	3.65 m (143-45/64")

*Zdroj: (Related Products for New Holland CX720, 2022)*



Obrázek 33: Maximální úhel zatočení rejdových kol

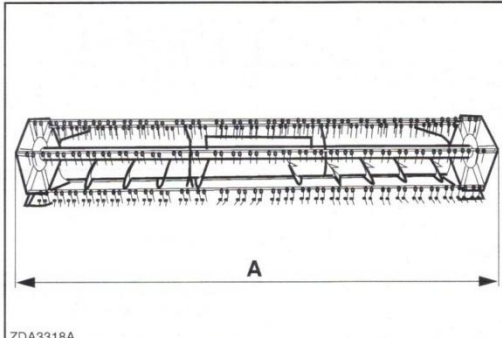
Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.1 Rozměrová specifikace referenčního sklízecího adaptéru

Jako referenční sklízecí adaptér, který se bude vyskytovat na všech přívěsech při analyzování vlečných křivek vybraných přívěsů, byl vybrán výrobek firmy New Holland, typ VARIFEED v pracovní šířce 9,15 m.

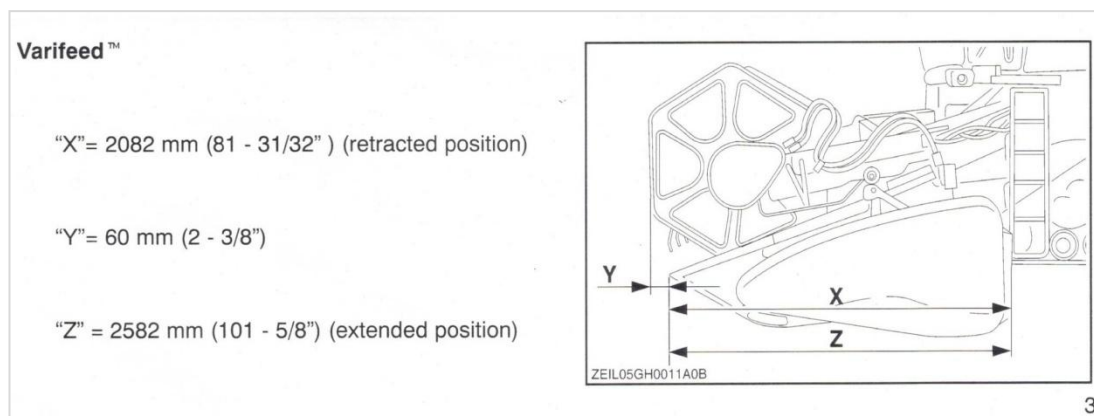
Celkové půdorysné rozměry tak budou: délka adaptéru: 9,48 m a šířka adaptéru: 2,14 m (obrázek 34, 35).

DIMENSIONS	
Cutting width ft (cm)	Overall width A cm
12 ft (366)	399
13 ft (396)	430
15 ft (457)	491
17 ft (518)	552
20 ft (610)	643
24 ft (732)	765
30 ft (915)	948



Obrázek 34: Délkové rozměry adaptéru

Zdroj: (Operator's manual, n.d.)



**Obrázek 35: Šířkový rozměr adaptéru**

*Zdroj: (Operator's manual, n.d.)*

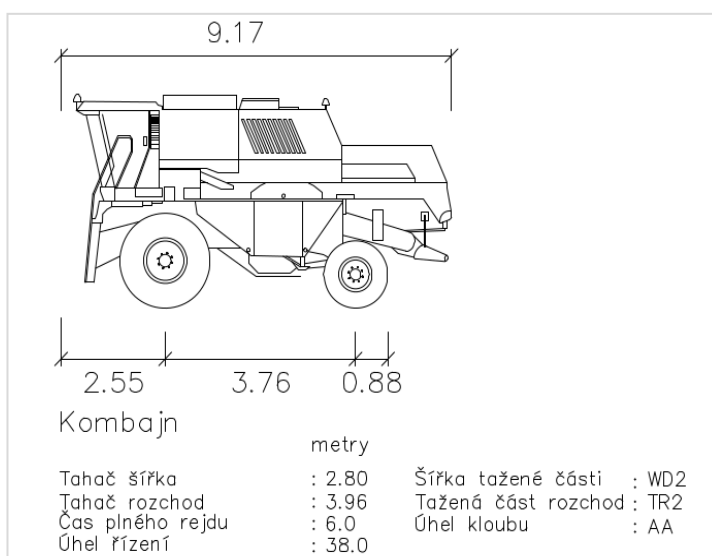
### 4.3.2 Umístění sklízecího adaptéru na přívěsu

Sklízecí adaptér na přívěsu není vždy uložen symetricky s podélnou osou. V tomto uložení dochází k častému přesazení k pravé straně. Toto umístění vychází z potřeby přesunutí těžiště více na pravou stranu podvozku, jelikož nejvíce namáhaná je levá strana podvozku a to z důvodu hmotnostního nevyvážení sklízecích adaptérů v podélné rovině z pohledu jízdy na přívěsu. Při pohledu na umístěný sklízecí adaptér na přívěsu je na levé straně (v místě připojení ke komoře šikmého dopravníku) opatřen hlavním nosným rámem a pohony. Na pravé straně je pouze mechanismus prstové žací lišty. Z tohoto důvodu dochází při umístění adaptéru na přívěsu v některých případech k přesazení na pravou stranu.

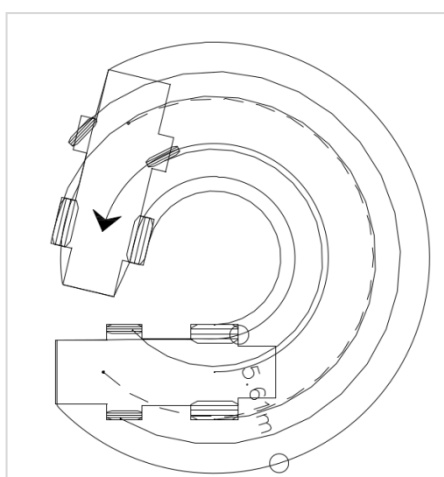
Půdorysné zobrazení přívěsu se sklízecím adaptérem nebudou tedy maximální rozměry sklízecího adaptéru, ale veškerá reálná umístění adaptéru na přívěsu. I když bude adaptér umístěn na přívěsu nesymetricky, tedy více vpravo, neměl by svými rozměry přesáhnout vnější rozměry přívěsu – konkrétně šířku náprav včetně pojezdových kol. Pro zjednodušení analýzy bude jako šířka adaptéru zadána maximální šířka přívěsu - konkrétně šířka náprav včetně pojezdových kol, tedy 2,55 m.

### 4.3.3 Analýza vlečných křivek tažného prostředku

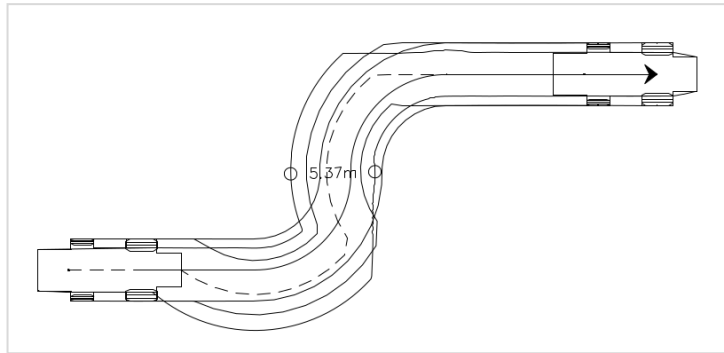
Pro určení nejužšího rozměrového limitu vlečných křivek je nezbytné analyzovat vlečné křivky samostatného tažného prostředku. Tyto křivky budou určovat minimální rozměr průjezdné šířky tažného prostředku (obrázek 36 - 39). Budou dále porovnávány s vlečnými křivkami souprav složených z tažného prostředku vybraných přívěsů.



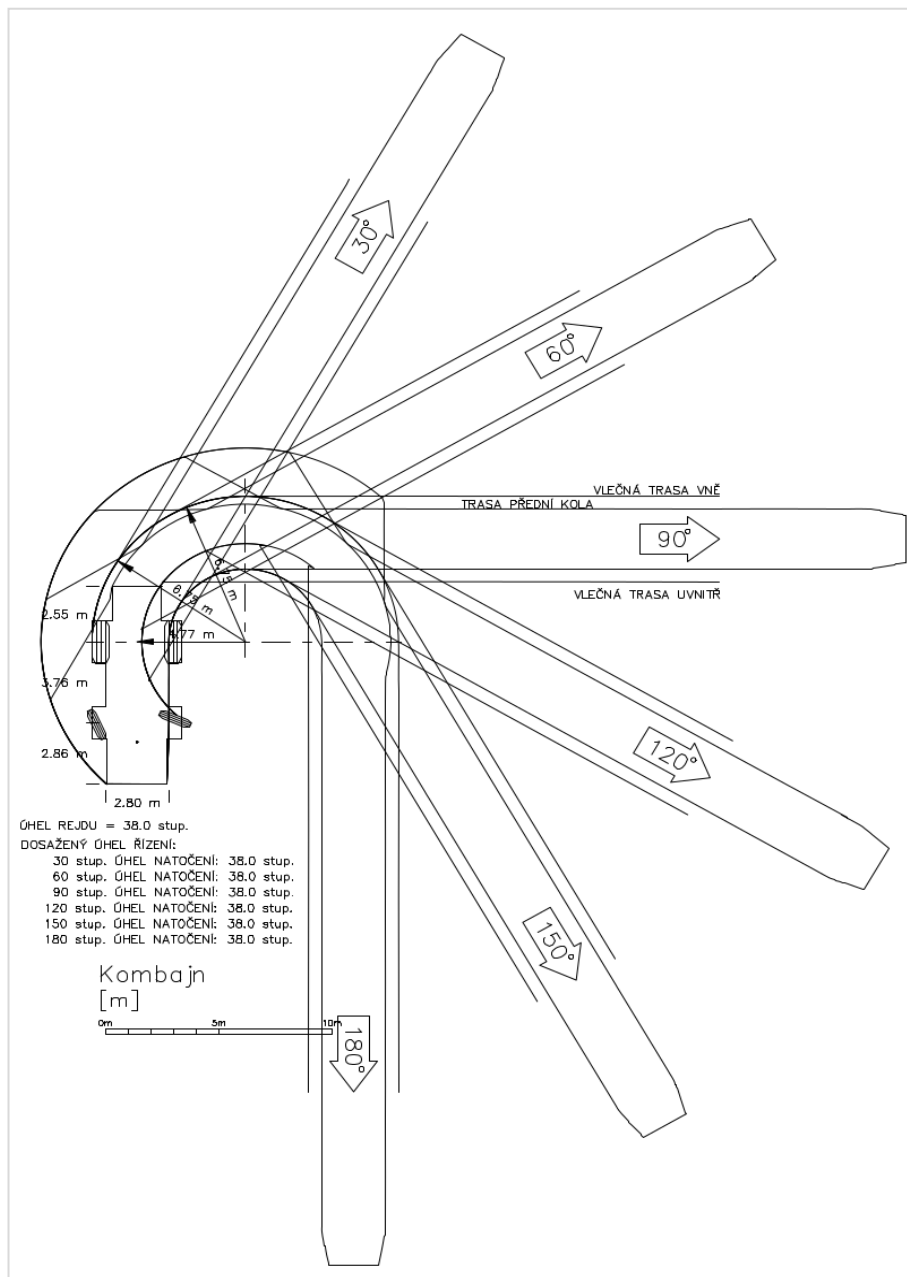
Obrázek 36: Hlavní rozměry tažného prostředku pro analýzu vlečných křivek



Obrázek 37: Šířka vlečné křivky tažného prostředku při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 5,61 m



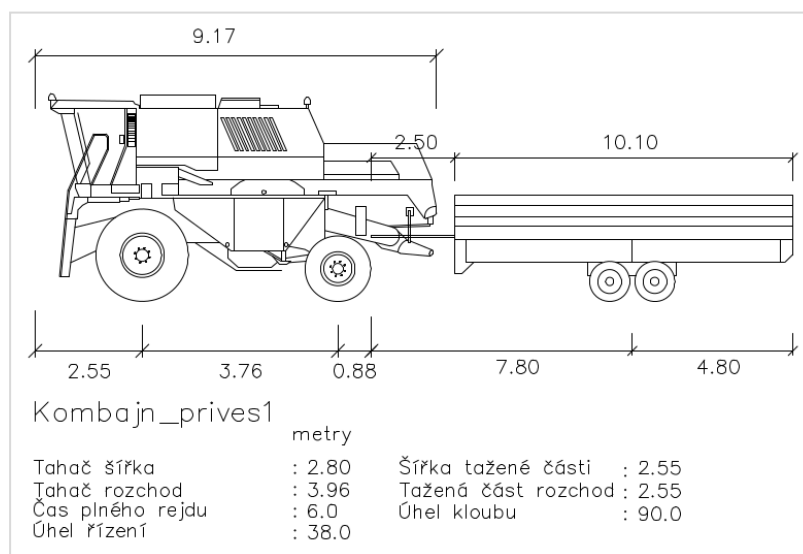
Obrázek 38: Šířka vlečné křivky tažného prostředku při ohýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 5,37 m



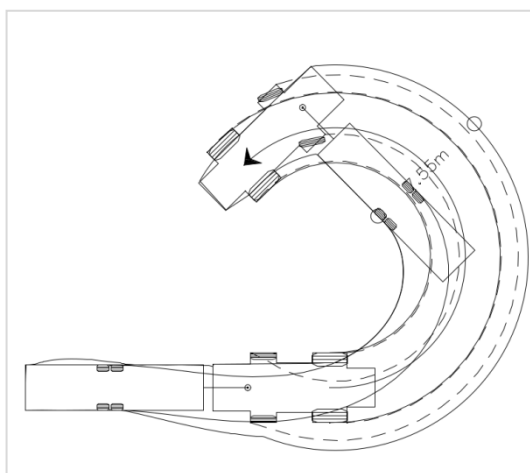
Obrázek 39: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů tažného prostředku v závislosti na úhlu odbočení



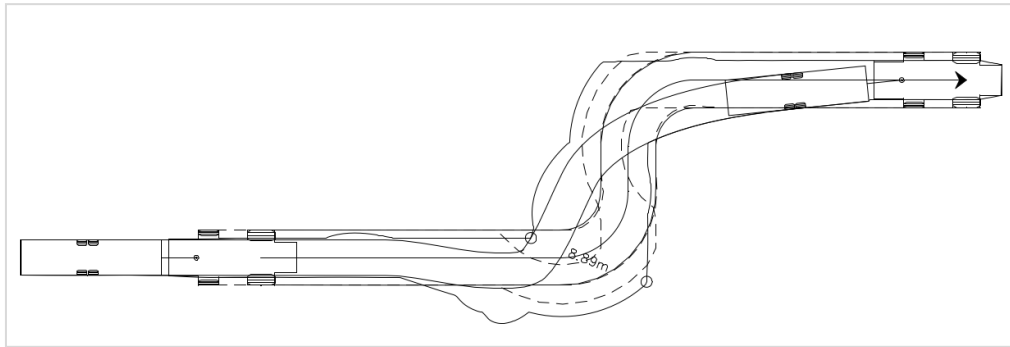
#### 4.3.4 Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 1 (obrázek 40 - 43)



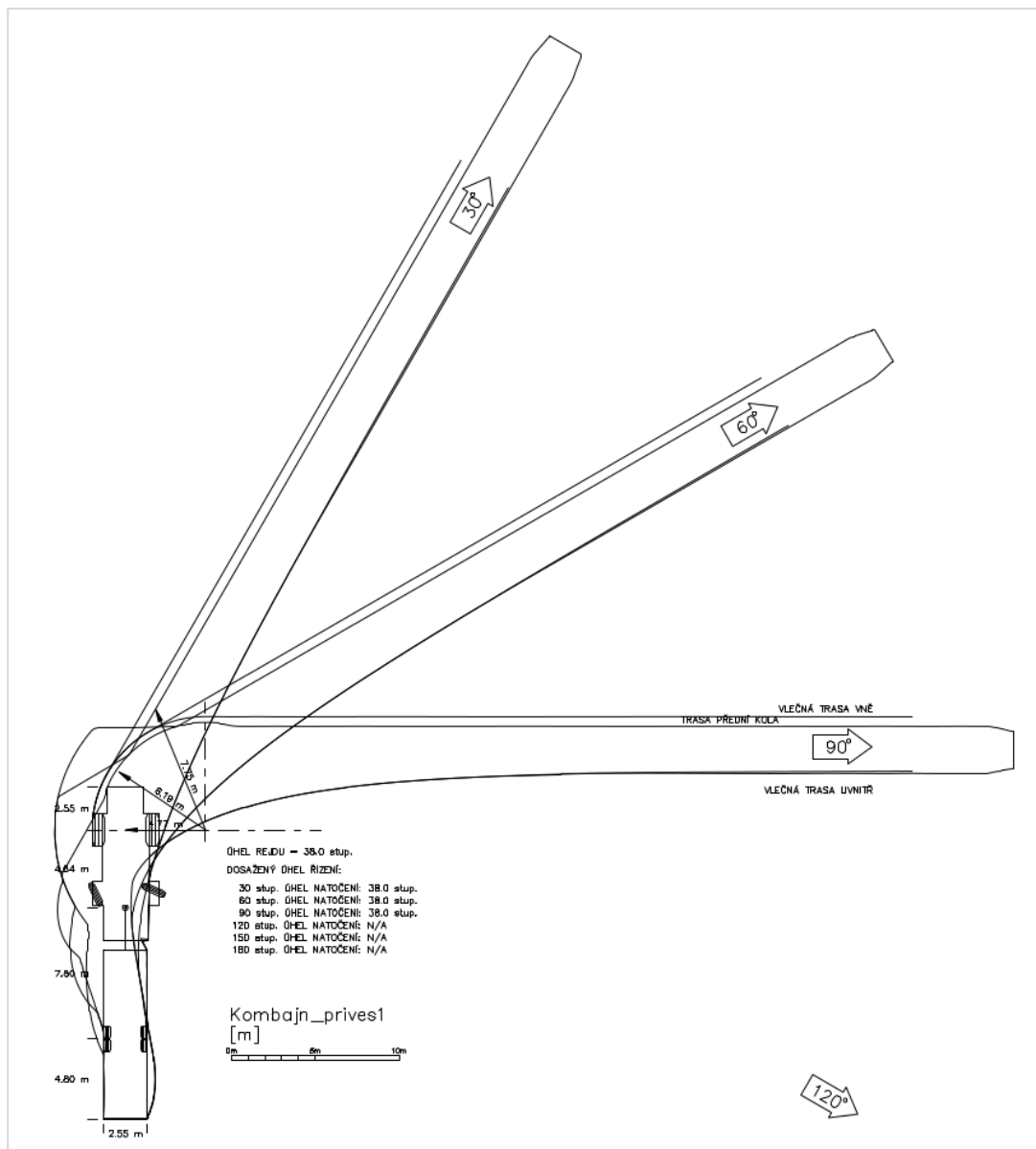
Obrázek 40: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 1 pro analýzu vlečných křivek



Obrázek 41: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 1 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 7,55 m

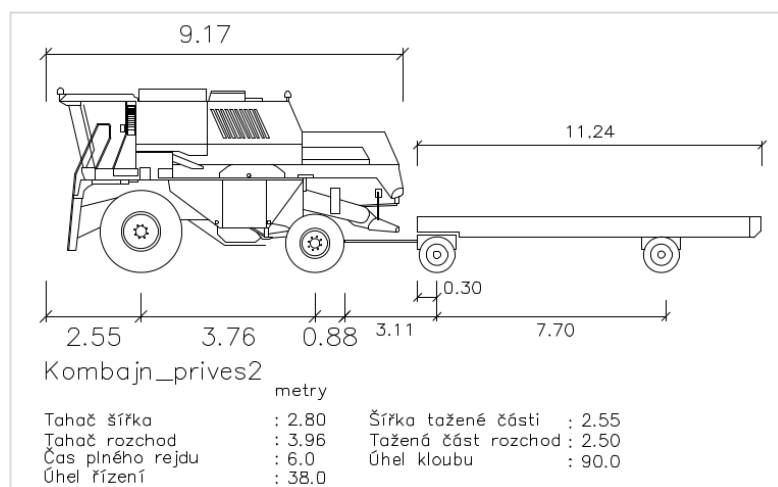


Obrázek 42: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 1 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 8,89 m

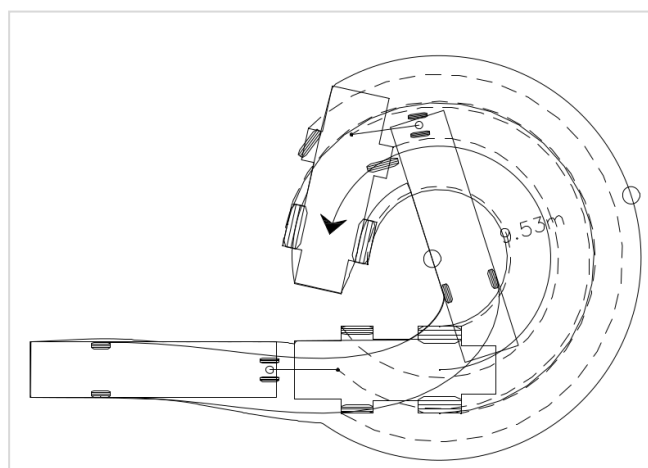


Obrázek 43: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů soupravy s přívěsem č. 1 v závislosti na úhlu odbočení

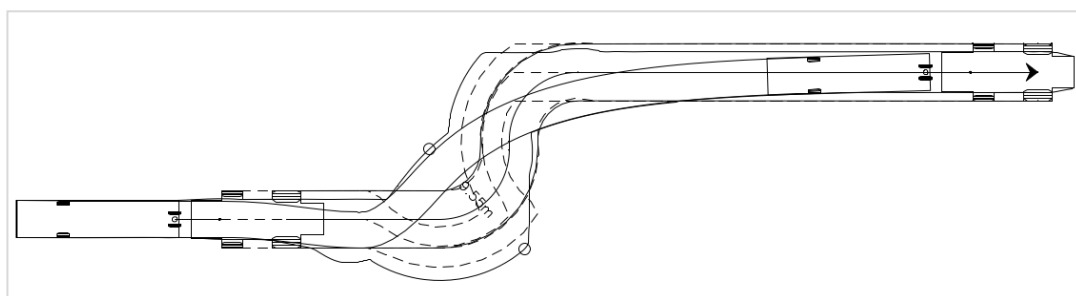
### 4.3.5 Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 2 (obrázek 44 – 47)



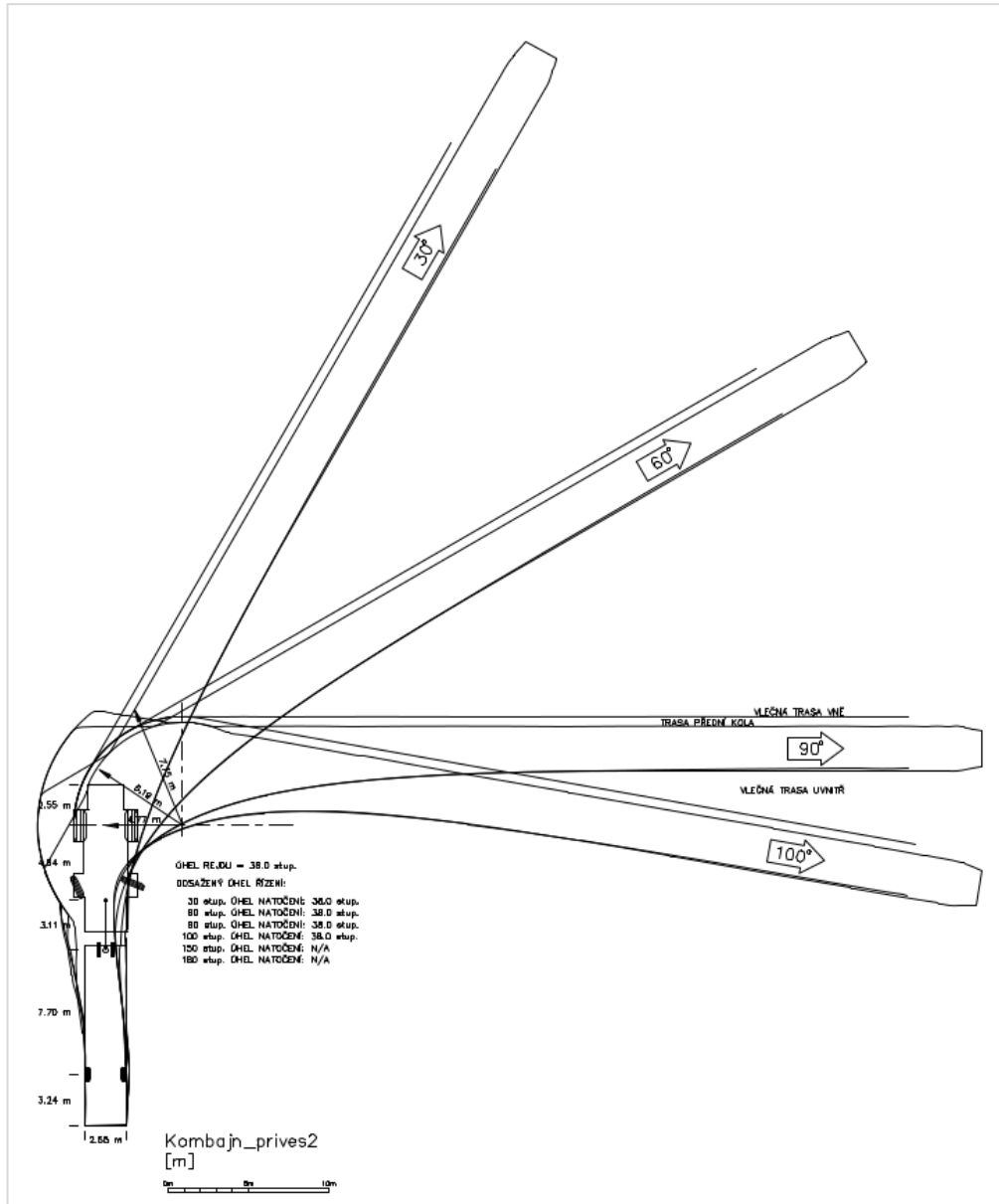
Obrázek 44: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 2 pro analýzu vlečných křivek



Obrázek 45: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 2 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 9,53 m

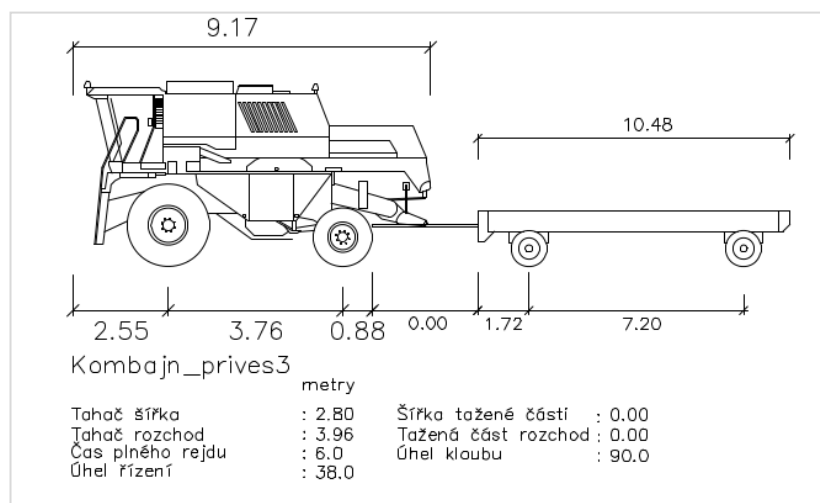


Obrázek 46: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 2 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 9,55 m

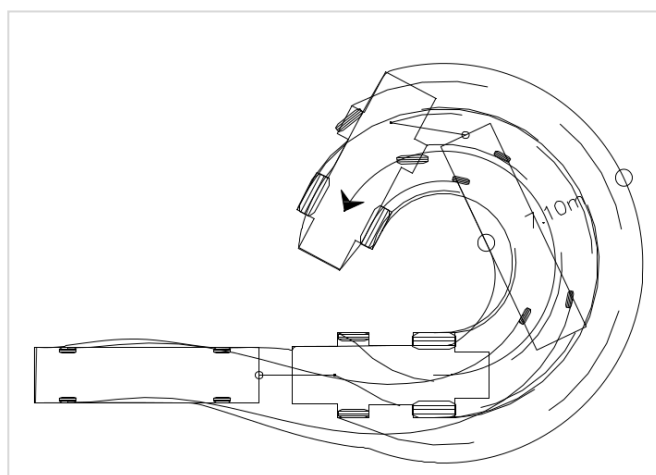


Obrázek 47: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů potřebných k projetí soupravy s přívěsem č. 2 v závislosti na úhlu odbočení

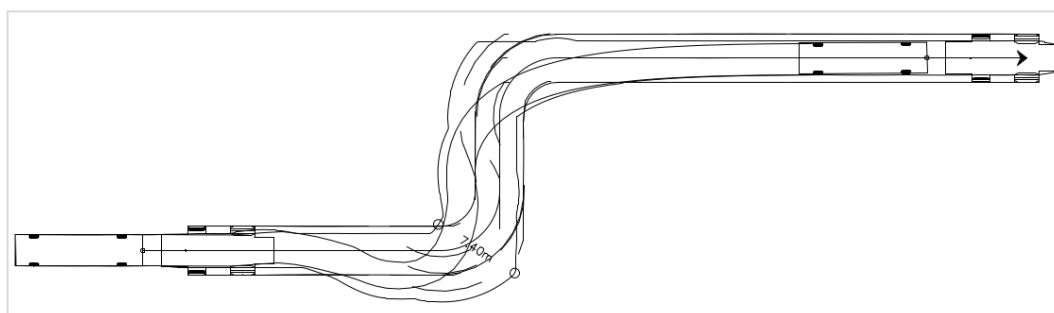
### 4.3.6 Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 3 (obrázek 48 – 51)



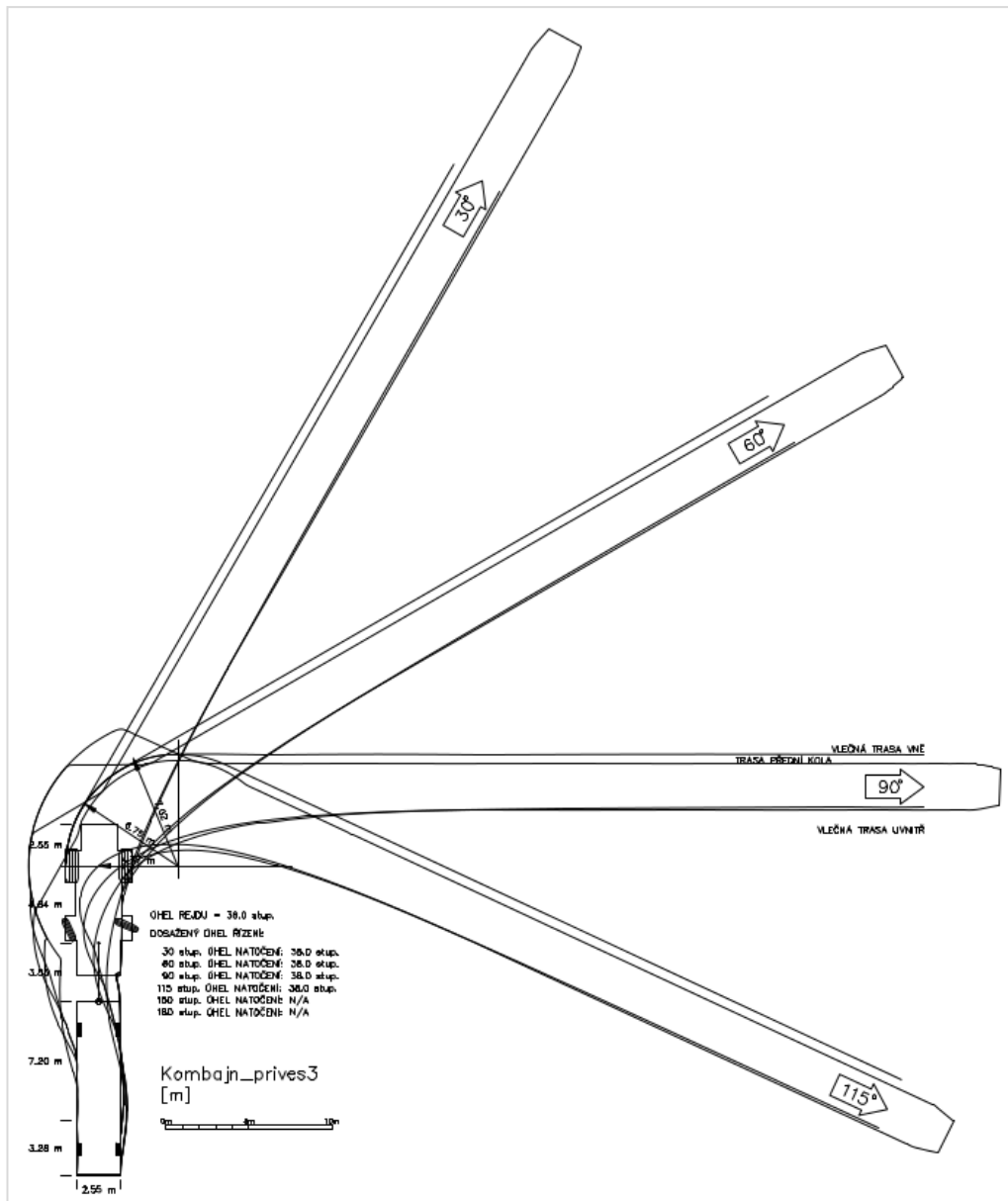
Obrázek 48: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 3 pro analýzu vlečných křivek



Obrázek 49: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 3 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 7,1 m

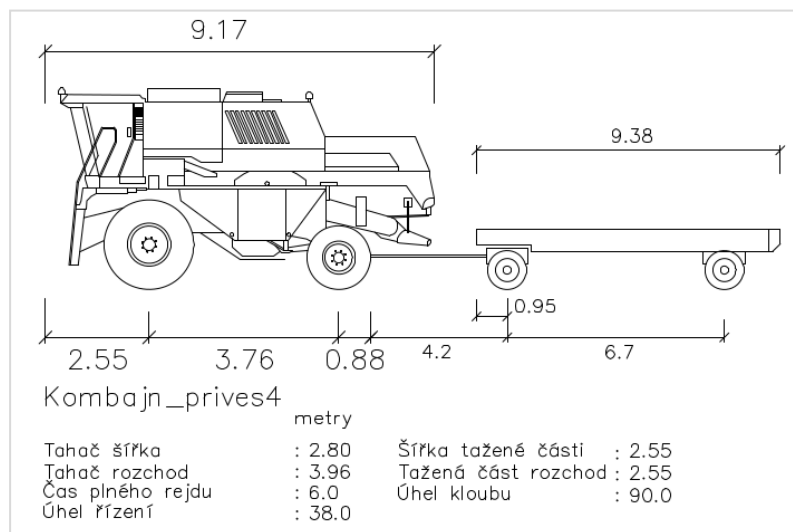


Obrázek 50: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 3 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 7,4 m

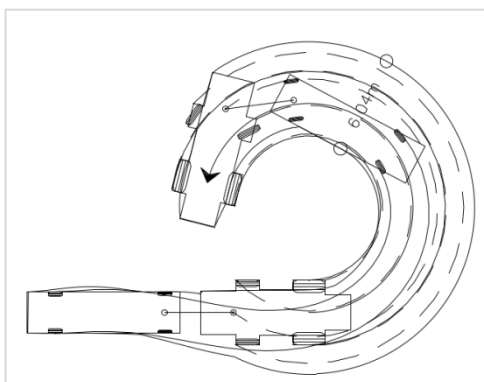


Obrázek 51: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů potřebných k projetí soupravy s přívěsem č. 3 v závislosti na úhlu odbočení

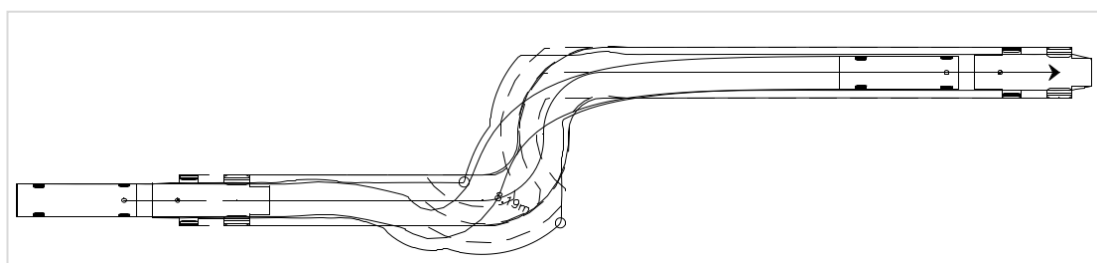
### 4.3.7 Analýza vlečných křivek soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 4 (obrázek 52 – 55)



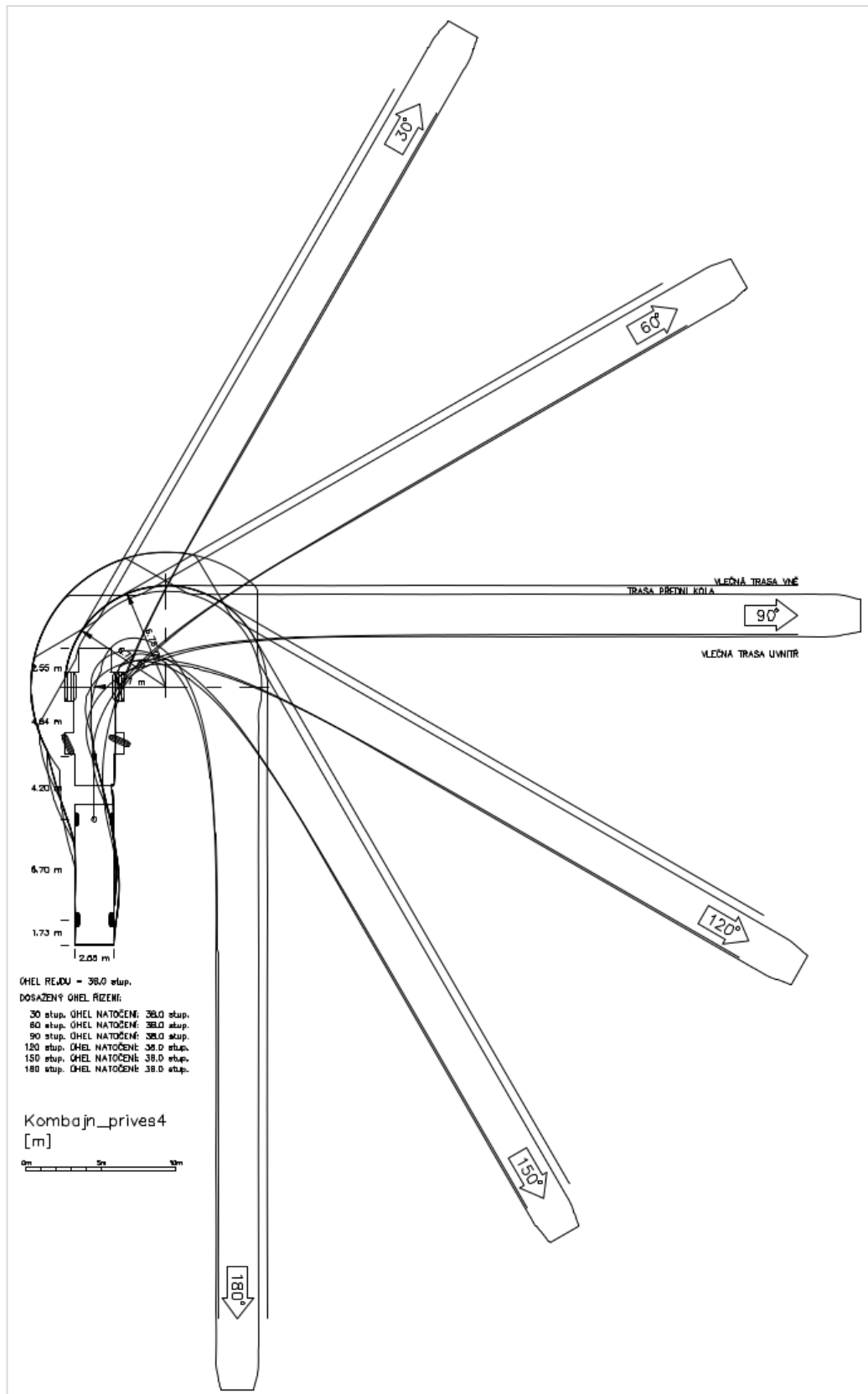
Obrázek 52: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 4 pro analýzu vlečných křivek



Obrázek 53: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 4 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 6,04 m



Obrázek 54: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 4 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 8,19 m



Obrázek 55: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů potřebných k projetí soupravy s přívěsem č. 3 v závislosti na úhlu odbočení



## 4.4 Souhrn dosažených parametrů hodnocení přívěsů a analýze vlečných křivek

Z detailní analýzy vlečných křivek samostatného tažného prostředku a jednotlivých souprav s přívěsy vzešly hodnoty, které jsou uvedeny v tabulkovém přehledu. V tabulce 2 je uveden souhrn všech zjištěných rozhodujících parametrů, které jsou určující pro optimální zhodnocení konstrukčních řešení transportních přívěsů pro přepravu sklizňových adaptérů o šířce záběru větší než 9 m. V tabulce 3 a 4 jsou uvedeny hodnoty porovnání nárůstu šířky vlečných křivek souprav s přívěsy se samostatným tažným prostředkem.

### Legenda zobrazení

Nejlepší dosažená hodnota
Nejhorší dosažená hodnota

Tabulka 2: Souhrn dosažených parametrů hodnocených přívěsů a analýza vlečných křivek se zvýrazněním nejlepších a nejhorších dosažených parametrů

Parametr / přívěs - tažný prostředek	Přívěs č. 1	Přívěs č. 2	Přívěs č. 3	Přívěs č. 4
Šířka vlečné křivky otočení s plným rejdem [m]	7,55	9,53	7,1	6,04
Šířka vlečné křivky vyhýbacího manévru [m]	8,89	9,55	7,4	8,19
Dosažený maximální úhel při odbočení	90°	100°	115°	180°
Kolize přívěsu s tažným prostředkem při plném rejdu	ano	ano	ne	ne

Tabulka 3: Porovnání nárůstu šířky vlečných křivek souprav s přívěsy s nejhoršími parametry a samostatným tažným prostředkem

Parametr / přívěs - tažný prostředek	Tažný prostředek	Přívěs č. 2	Nárůst [m]
Šířka vlečné křivky otočení s plným rejdem [m]	5,61	9,53	3,92
Šířka vlečné křivky vyhýbacího manévru [m]	5,37	9,55	4,18

Tabulka 4: Porovnání nárůstu šířky vlečných křivek soupravy s přívěsem s nejlepšími parametry a samostatným tažným prostředkem

Parametr / přívěs - tažný prostředek	Tažný prostředek	Přívěs č. 4	Nárůst [m]
Šířka vlečné křivky otočení s plným rejdem [m]	5,61	6,04	0,43
Šířka vlečné křivky vyhýbacího manévru [m]	5,37	8,19	2,82

---

## 5 Diskuze

Uvedený souhrn dosažených parametrů vychází z grafického znázornění analýzy vlečných křivek za použití softwarového nástroje Autoturn, který analyzuje jednotlivé soupravy s přívěsy různých koncepcí.

V analýze se nejméně osvědčily přívěsy č. 1, výrobce Marston, typ HT 30 a č. 2, výrobce ZDT, typ PKL, jejichž vlečné křivky jsou při manévru maximálního rejdu a vyhýbacím manévru nejširší – 7,55 m a 8,89 m u přívěsu č. 1 a 9,53 m a 9,55 m pro přívěs č. 2. Dále je zde problematické použití plného rejdu tažného prostředku, protože zde dochází k nežádoucí kolizi mezi vozidly soupravy v místech rejdového kola tažného prostředku a tažné oje, nebo části přívěsu tak, jak je zobrazeno na obrázku 41 (přívěs č. 1) a na obrázku 45 (přívěs č. 2). Přívěs č. 1 v šetření uživatelů vyšel jako přívěs, se kterým se nejlépe manipuluje směrem vzad. Je to způsobeno absencí řídicí nápravy, která pohyb vzad značně ztěžuje. Uživatel přívěsu dále negativně hodnotil rozkmitání přívěsu při jízdě vpřed, jelikož je rám přívěsu s podvozkem spojen čepy v jedné příčné přímce, rovnoběžné s horizontální rovinou. Toto uložení způsobuje kmitavý pohyb přívěsu i s adaptérem a velice negativně působí na bod spojení tažného prostředku a přívěsu, tedy závěs a tažné oko. Uživatel uvedl, že se již ve dvou případech tažné oko vlivem těchto sil ulomilo, což bylo pro silniční provoz velice nebezpečné. Po uživatelském šetření a analýze vlečných křivek lze tento přívěs označit pro přepravu žacích adaptérů o šířce záběru více jak 9 m za velice nevhodný.

Přívěs č. 2 je i přes potřebu nejširších vlečných křivek ze všech hodnocených přívěsů – 9,53 m a 9,55 m hodnocen jako více zdařilý než přívěs č. 1. Pohyb vzad byl u tohoto přívěsu hodnocen jako velmi dobrý a to z důvodu možnosti „zlomení“ přívěsu, kde nejsou dorazy limitující pohyb předního točnicového řízení.

Přívěs č. 3, výrobce Ziegler harvesting, typ 4WT je osazen automobilovým řízením na přední i zadní nápravě a dosáhl velice dobrých parametrů při analýze vlečných křivek – 7,1 m a 7,4 m a rovněž byl velmi dobře hodnocen uživatelsky.

Nejlépeš parametrů dosáhl přívěs č. 4 firmy Stanislav Hejtmánek, typ SH9000D2C. Konkrétně zde šířka vlečných křivek činila 6,04 m a 8,19 m. Taktéž u uživatele byl hodnocen velmi dobře.

Tento přívěs jako jediný dosáhl i vynikající obratnosti a dosažení 180° v otočení soupravy. U přívěsu č. 4 navíc analýza vlečných křivek na obrázku č. 53 a č. 55

---

potvrdila, že při zatočení plného rejdu tažné soupravy nedochází ke kolizi tažného prostředku a přívěsu.

V porovnání hodnot vlečných křivek soupravy s nejhorsími parametry (přívěs č. 1) a vlečnými křivkami samostatného tažného prostředku – je zobrazen nárůst šířky vlečných křivek soupravy s přívěsem oproti šířce vlečných křivek samostatného tažného prostředku. Nárůst o 3,92 m a 4,18 m je v takovémto případě opravdu vysoký a v praktickém provozu velice nebezpečný.

Naopak porovnání hodnot vlečných křivek soupravy s nejlepšími parametry (přívěs č. 4) a vlečnými křivkami samostatného tažného prostředku je opět zobrazen nárůst šířky vlečných křivek soupravy s přívěsem oproti šířce vlečných křivek samostatného tažného prostředku. Avšak nárůst o 0,43 m a 2,82 m v tomto případě vykazuje opravdu velmi dobrou hodnotu, která plně potvrzuje správnost použití této koncepce.

Koncepce tohoto přívěsu jako jediného umožňuje odbočení soupravy na místě za použití plného rejdu tažného prostředku až o 180°. Z výsledků uživatelského šetření a následné analýzy vlečných křivek tohoto přívěsu je zřejmé, že se jedná koncepci a konstrukci, která dosáhla nejlepších výsledků a bylo by velice dobré ji v budoucnu opět použít a rozvinout.

Z výsledků analýzy tažných křivek je zřejmé, že přívěsy pro takto velké žací adaptéry se již neobejdou bez řídicí zadní nápravy, jelikož přívěsy č.3 a č.4 dosáhly podstatně lepších parametrů než přívěsy č.1 a č.2.

---

## Závěr

Zhodnocení konstrukčního řešení vybraných přívěsů pro přepravu sklízňových adaptérů sklízecích mlátiček bylo zaměřené na jednotlivá provedení daných konstrukčních částí tvořících celek - tedy přívěs. Po výběru přívěsů s různými koncepcemi a konstrukcemi proběhlo základní posouzení pomocí šetření u uživatelů a bylo zaměřeno na širokou škálu jak hodnocení konstrukčního a koncepčního řešení, tak i na uživatelské zkušenosti spojené s praktickým provozem těchto přívěsů. Z šetření bylo vzneseno několik problematických řešení, avšak zásadním problémem u většiny vybraných přívěsů vyvstala otázka průjezdnosti soupravy v rozměrově limitovaném prostoru. S dnešními rozměry sklízecích mlátiček a jejich žacích adaptérů je to ta nejzásadnější otázka při výběru správného přívěsu. V práci je zdůrazněno, jak se otázka průjezdnosti soupravy liší v závislosti na koncepci přívěsu a konstrukčním řešení řízení náprav. Byla důkladně posuzovaná veškerá dostupná koncepční řešení u přívěsů na trhu v České republice. Při analýze vlečných křivek pomocí softwarového programu Autoturn se projevíly výrazné rozdíly vybraných přívěsů.

Z analýzy vlečných křivek je zřejmé, že přívěsy pro takto široké žací adaptéry se již neobejdou bez řízení zadní nápravy. Přívěsy, které disponovaly zadní řídicí nápravou, prokázaly velice dobrou průjezdnost. Ve své podstatě zůstávají „skryté“ ve stopě tažného prostředku, což je při pohybu těchto souprav žádoucí. V podstatě není rozhodující, jakým systémem řízení mají opatřenou zadní řídicí nápravu. Rozhodující je samostatný fakt, že obě nápravy jsou říditelné a poskytují tak přívěsu možnost kopírování stopy tažného prostředku.

Potřeba říditelnosti zadních, případně všech náprav u vlečných vozidel, ale v některých případech i tažných prostředků bude v budoucnu u zemědělských strojů narůstat, stejně jako budou narůstat rozměry těchto vozidel.

Co se týká přívěsů pro přepravu žacích adaptérů lze konstatovat, že výběru takového stroje je nutné věnovat náležitou pozornost. Na základě šetření uživatelských zkušeností lze vyčíst, že takový přívěs může mít určité nedostatky, které je nezbytné výběrem správného stroje eliminovat. Pro přepravu sklízecích adaptérů o pracovním záběru širším než 9 m je nutné volit variantu s řízenými oběma nápravami.

---

I přes to, že se tyto přívěsy ve variantě s natáčením obou náprav vyrábí již více než deset let, jedná se o stále poměrně krátký vývoj, který bude i nadále potřeba rozvíjet. Do budoucna zůstává určitou výzvou úprava předního řízení, aby bylo možné dosáhnout větších rejdových úhlů a to především při couvání. Dále odladění geometrie zadní nápravy, aby vlečné křivky soupravy dosáhly ještě menších rozměrů. Tak by podobné přívěsy poskytovaly pro uživatele snazší obsluhu a bezproblémový provoz.

---

## Seznam použitých zdrojů

BERNHARD, PEHAL a kolektiv (1973). *Sklízecí mlátička E-512*. [editor] Otilie Seidlová. Praha : Státní zemědělské nakladatelství. ISBN neuvedeno.

GOLASOVSKÝ, Karel (1988). *Zemědělské stroje*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství. ISBN neuvedeno.

HEŘMÁNEK, Miroslav a kolektiv (1973). *Mechanizační prostředky*. Praha : Státní zemědělské vydavatelství. ISBN neuvedeno.

METODIKA PRO ROZŠÍŘENÍ JÍZDNÍCH PRUHŮ VE SMĚROVÝCH OBLOUCÍCH A APLIKACI VLEČNÝCH KŘIVEK VOZIDEL (2015). *VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ HBH PROJEKT SPOL. S R.O.* [online]. [cit. 2022-03-20].

Dostupné z:

<https://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>

Operator's manual (n.d.). *New Holland Combine High Capacity Header, Extra Capacity Header & Varifeed Header*. TM Grain Header, Print No. 87640869.

PETRÁŇ, Pavel. Přívěsy pro přepravu adaptérů sklízecích mlátiček. *Mechanizace zemědělství*. Praha: Profi Press, 2022. 58-61. ISSN 0373-6776.

Powered Rear Axle in the front position (2022). *Manualslib* [online]. [cit. 2022-03-11].

Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1863948/New-Holland-Cx720.html?page=576#manual>

Related Products for New Holland CX720 (2022). *Manualslib* [online]. [cit. 2022-03-11].

Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/1863948/New-Holland-Cx720.html?page=576#manual>

Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací (2004). *MINISTERSTVO DOPRANY* [online]. [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_171.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_171.pdf)

Žací adaptér Claas (2019). *Stmaaprodfwsite* [online]. [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: [https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2019/07/379025\\_26.jpg](https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2019/07/379025_26.jpg)

BISO Profi Steer (n.d.). *Manualzz.com* [online]. [cit. 2022-03-11]. Dostupné z:

---

---

<http://navigator.biso.eu/biso/skliznova-technika/biso-profi-steer/>

New holland cx (n.d.). *Manualzz.com* [online]. [cit. 2022-03-11]. Dostupné z:  
<https://manualzz.com/doc/30403960/new-holland-cx>

AutoTURN. *VARs* [online]. ©2022 [cit. 2022-03-20]. Dostupné z:  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_171.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_171.pdf)

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Druhy řízení přívěsů: a) točnicový, b) automobilový .....	11
Obrázek 2: Částečný řez točnicí: 1 - kuličky, 2 - ocelová pružina, 3 - horní prstenec točnice, 4 - dolní prstenec točnice, 5 - otvory pro uchycení prstenců, 6 - kryt, 7 – maznice .....	11
Obrázek 3: Průhyb hlavního nosníku přívěsu .....	13
Obrázek 4: Vyztužení žebřinového rámu ve středové části .....	14
Obrázek 5: Přívěs Biso profi steer- rám tvořený jedním ocelovým profilem obdélníkového průřezu.....	14
Obrázek 6: Tažná oj s odlehčovacími pružinami a opěrným kolečkem .....	16
Obrázek 7: Odlehčovací pružiny tažné oje s možností seřízení požadované výšky oka oje pomocí stahovacích třmenů.....	16
Obrázek 8: Detail nájezdové brzdy .....	17
Obrázek 9: Závěs sklízecí mlátičky New holland CX v provedení stranově sklopném .....	17
Obrázek 10: Uchycení oje na rámu přední nápravy s točnicovým řízením .....	18
Obrázek 11: Uchycení oje na rámu přívěsu s automobilovým řízením .....	18
Obrázek 12: Zadní pevná neřiditelná náprava .....	19
Obrázek 13: Zadní náprava říditelná točnicovým řízením.....	20
Obrázek 14: Zadní náprava říditelná automobilovým řízením .....	20
Obrázek 15: Podpěry žacího adaptéru .....	21
Obrázek 16: Zajišťovací mechanismus žacího adaptéru na přívěsu Ziegler .....	22
Obrázek 17: Koncepce přívěsu s jednou nápravou .....	23
Obrázek 18: Koncepce přívěsu s dvěma nápravami – přední říditelná.....	24
Obrázek 19: Koncepce přívěsu s tandemovou nápravou, případně s nápravou typu „bogie“ .....	25
Obrázek 20: Koncepce přívěsu s páteřovým nebo prostorovým rámem s jednou nebo oběma říditelnými nápravami.....	26
Obrázek 21: Sklízecí mlátička Fortschritt E512 s přívěsem pro přepravu žacího adaptéru .....	28
Obrázek 22: Přívěs Fortschritt pro žací ústrojí E516, přestavěný pro adaptér John Deere .....	30
Obrázek 23: Přívěsy firmy BISO Schrattecker GmbH.....	32

---



---

Obrázek 24: Přívěs typu SH s točnicovým řízením na obou nápravách.....	34
Obrázek 25: Poslední vyrobený přívěs typu SH v dílnách pana Hejtmánka v březnu 2020.....	34
Obrázek 26: Žací adaptér Claas .....	35
Obrázek 27: Průjezd vozidla směrovým obloukem .....	37
Obrázek 28: Základní rozměry přívěsu č. 2 - ZDT PKL .....	46
Obrázek 29: Základní rozměry přívěsu č.3 Ziegler 4 WT Power Carrier.....	47
Obrázek 30: Přívěs SH.....	49
Obrázek 31: šířkové rozměry tažného prostředku .....	51
Obrázek 32: Rozměrový nákres tažného prostředku .....	52
Obrázek 33: Maximální úhel zatočení rejdových kol .....	53
Obrázek 34: Délkové rozměry adaptérů .....	53
Obrázek 35: Šířkový rozměr adaptéru .....	54
Obrázek 36: Hlavní rozměry tažného prostředku pro analýzu vlečných křivek.	55
Obrázek 37: Šířka vlečné křivky tažného prostředku při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 5,61 m.....	55
Obrázek 38: Šířka vlečné křivky tažného prostředku při ohýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 5,37 m.....	56
Obrázek 39: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů tažného prostředku v závislosti na úhlu odbočení .....	56
Obrázek 40: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 1 pro analýzu vlečných křivek .....	57
Obrázek 41: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 1 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 7,55 m .....	57
Obrázek 42: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 1 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 8,89 m .....	58
Obrázek 43: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů soupravy s přívěsem č. 1 v závislosti na úhlu odbočení .....	58
Obrázek 44: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 2 pro analýzu vlečných křivek .....	59
Obrázek 45: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 2 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 9,53 m .....	59
Obrázek 46: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 2 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 9,55 m .....	59

---

---

Obrázek 47: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů potřebných k projetí soupravy s přívěsem č. 2 v závislosti na úhlu odbočení .....	60
Obrázek 48: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 3 pro analýzu vlečných křivek .....	61
Obrázek 49: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 3 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 7,1 m .....	61
Obrázek 50: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 3 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 7,4 m .....	61
Obrázek 51: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů potřebných k projetí soupravy s přívěsem č. 3 v závislosti na úhlu odbočení .....	62
Obrázek 52: Hlavní rozměry soupravy složené z tažného prostředku a přívěsu č. 4 pro analýzu vlečných křivek .....	63
Obrázek 53: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 4 při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 6,04 m .....	63
Obrázek 54: Šířka vlečné křivky soupravy s přívěsem č. 4 při vyhýbacím manévru při maximálním rejdu řídicí nápravy činí 8,19 m .....	63
Obrázek 55: Výsledný diagram vyhodnocení rádiusů potřebných k projetí soupravy s přívěsem č. 3 v závislosti na úhlu odbočení .....	64

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozměry tažného prostředku .....	52
Tabulka 2: Souhrn dosažených parametrů hodnocených přívěsů a analýza vlečných křivek se zvýrazněním nejlepších a nejhorších dosažených parametrů ..	65
Tabulka 3: Porovnání nárůstu šířky vlečných křivek souprav s přívěsy s nejhoršími parametry a samostatným tažným prostředkem .....	65
Tabulka 4: Porovnání nárůstu šířky vlečných křivek soupravy s přívěsem s nejlepšími parametry a samostatným tažným prostředkem.....	65

---