

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2011

Lukáš FILIP

**Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Podbíjecí zařízení pro operativní údržbu úzkorozchodných tratí
Lukáš Filipi**

**Bakalářská práce
2011**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš FILIPI**
Osobní číslo: **D07292**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Kolejová vozidla**
Název tématu: **Podbíjecí zařízení pro operativní údržbu úzkorozchodných tratí**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

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

Vypracovat rešerši současného technického vybavení pro údržbu úzkorozchodných tratí a provést návrh podbíjecího zařízení pro úzkorozchodnou trať. Vypracovat:

1. Rešerši používané techniky na úzkorozchodných tratích.
2. Popis stroje SVP-74 a jeho modifikací.
3. Popis samostatných podbíjecích agregátů.
4. Návrh podbíjecího zařízení pro úzkorozchodné tratě (mechanické a hydraulické zapojení).

Rozsah grafických prací: **podle pokynů vedoucího BP**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- [1] HAMADA, Anton; BRÉM, Jaroslav: Strojový vymieňač podvalov a jeho modifikácie. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1991. 136 s. ISBN 80-7030-062-0.
- [2] LICHTBERGER, Bernard: Track Compendium: Formation, Permanent Way, Maitenance, Economics. Vyd. 1. Verlagsdruckerei Kessler: Eurailpress, 2005. 634 s. ISBN 3-7771-0320-9.
- [3] ADÁMEK, W., JELÍNEK, V., LATA, M., KALINČÁK, D. Speciální vozidla a stroje pro práci na železničních tratích. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1998. ISBN 80-7194-126-3.
- [4] BLÁHA, Jaroslav; BRADA, Karel: Hydraulické stroje. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1992. 752 s. ISBN 80-03-00665-1.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.**
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **25. února 2011**

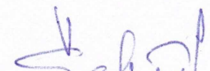
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2011**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



Ing. Ivo Šefčík, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2011

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V České Třebové dne 25. 5. 2011

Lukáš Filipi

Poděkování:

Rád bych poděkoval pedagogům Dopravní fakulty Jana Pernera za trpělivý přístup při předávání znalostí a zkušeností v průběhu mého celého dosavadního studia a vedoucímu práce doc. Ing. Michaelu Latovi, Ph.D. za poskytnutí cenných rad a podkladů při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl také poděkovat panu Karlu Černému za cenné rady a konzultace ze své letité praxe zabývající se danou problematikou. Poděkování patří také mým rodičům a přítelkyni, za jejich podporu při studiu.

V České Třebové dne 25. 5. 2011

Lukáš Filipi

TITUL

Podbíjecí zařízení pro operativní údržbu úzkorozchodných tratí

ANOTACE

Práce je zaměřena na problematiku údržby úzkorozchodné trati spojenou s podbíjením tratí. Nachází se zde principy podbíjení s přehledem podbíjecích strojů pro rozchod 760 mm. Dále je zde popsán stroj na výměnu pražců SVP-74 a jeho pracovní aplikace. V dalších částech je zpracován základní návrh podbíjecího agregátu pro rozchod 760 mm s možností připojení na rameno výložníku SVP-74. Pro zamýšlený provoz je provedena stabilita vozidla SVP-74 s podbíjecím agregátem.

KLÍČOVÁ SLOVA

podbíjení, SVP-74, podbíjecí agregát, rozchod 760 mm

TITLE

Tamping equipment for operational maintenance of narrow gauge railway

ANNOTATION

Bachelor work is focuses on the issue with narrowgauge track maintenance associated with the tamping track. There are tamping principles with a list of tamping machines to gauge 760 mm. Furthermore, there is described a machine for replacement of sleepers SVP-74 and his working applications. In other parts is developed basic proposal tamping unit for 760 mm gauge with possibility connection to the boom arm of GMP-74. For the planned operation is performed vehicle stability SVP-74 with tamping unit.

KEYWORDS

Tamping, SVP-74, tamping unit, gauge 760 mm

Obsah

Obsah	8
1 Úvod.....	9
2 Rešerše dané problematiky	10
2.1 Princip podbíjení	12
2.2 Specifika úzkorozchodných tratí.....	15
2.3 Přehled úzkorozchodných podbíjecích strojů ve střední Evropě.....	16
2.3.1 Plasser & Theurer Beaver 79-800W.....	16
2.3.2 Plasser & Theurer Plassermatic WE 75-442.....	18
2.3.3 Plasser & Theurer Plassermatic 08 – 75 GS	20
2.3.4 Plasser & Theurer Plassermatic 08 – 75/4 ZW.....	22
2.3.5 MATISA B20 AC-4 METROLINO	24
2.3.6 SP 760.001 (ex. SP 62 NU).....	26
2.4 Stroj SVP-74 a jeho modifikace.....	28
2.4.1 Hlavní technické a provozní parametry SVP-74u.....	31
2.4.2 Pracovní zařízení SVP-74 a jeho aplikace.....	34
2.5 Podbíjecí agregát AST 8 Windhoff	39
3 Návrh vlastního podbíjecího agregátu pro rozchod 760 mm	41
3.1.1 Návrh rozměrů a konstrukční řešení agregátu	41
3.1.2 Mechanické zapojení na rameno SVP-74	47
3.1.3 Hydraulické zapojení.....	50
3.1.4 Výpočet stability vozidla	51
4 Závěr	56
5 Seznam použité literatury.....	57
Seznam příloh.....	59

1 Úvod

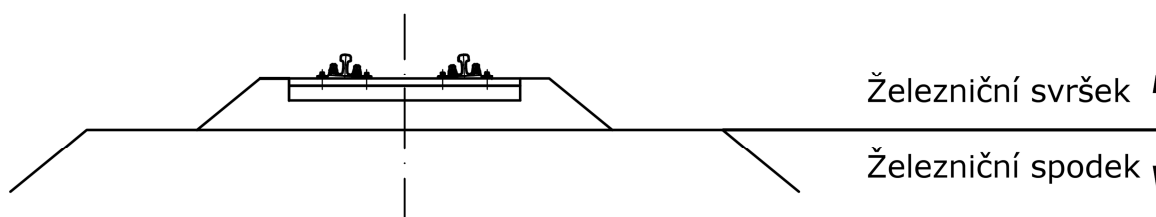
Úzkorozchodné železnice byly budovány na konci 19. století a na počátku 20. století všude tam, kde bylo třeba přepravovat větší množství těžkých nákladů, ale stavba železnice s normálním rozchodem nebyla možná nebo byla příliš nákladná. Mezi výhody úzkorozchodné železnice patří cena. Náklady na stavbu se pohybovaly okolo 40 až 60 % ceny normálněrozchodné železnice. V dřívější době se při stavbě úzkorozchodné železnice počítalo s pozdější přestavbou na normální rozchod.

Ve střední Evropě je v současné době provozováno okolo 50 úzkorozchodných tratí o rozchodu 760 (750) mm o úhrnné délce přes 1200 km. Převážná část tratí jsou vedena jako turistické nebo muzejní tratě s nepravidelným provozem, jen malá část tratí je provozována celoročně a mají regionální význam. Údržba tratí je zde většinou prováděna ručně nebo formou drobné mechanizace.

Cílem této práce je navrhnout lehkou podbíječku, která nahradí fyzicky namáhavé ruční podbíjení. Tato lehká podbíječka bude konstruována pro lehké opravy a údržbu úzkorozchodné tratě, nikoli pro rekonstrukci trati a s tím související souhrnné podbíjení v několika set metrovém úseku trati. Na tuto práci se už ekonomicky a technologicky vyplácí automatické strojní podbíječky. Pro navrhovanou lehkou podbíječku lze využít univerzálnost stroje na výměnu pražců SVP-74, který svojí konstrukcí umožňuje zapojení různých pracovních agregátů.

2 Rešerše dané problematiky

Železniční trať se z hlediska stavebního skládá ze železničního spodku a železničního svršku (Obr. 1). Železniční spodek, vybudovaný z převážné části stavební úpravou terénu, tvoří zemní těleso a umělé stavby (mosty, tunely, atd.). Železniční svršek klasické konstrukce se skládá z kolejnic, upevňovadel, pražců a štěrkového lože. [3]

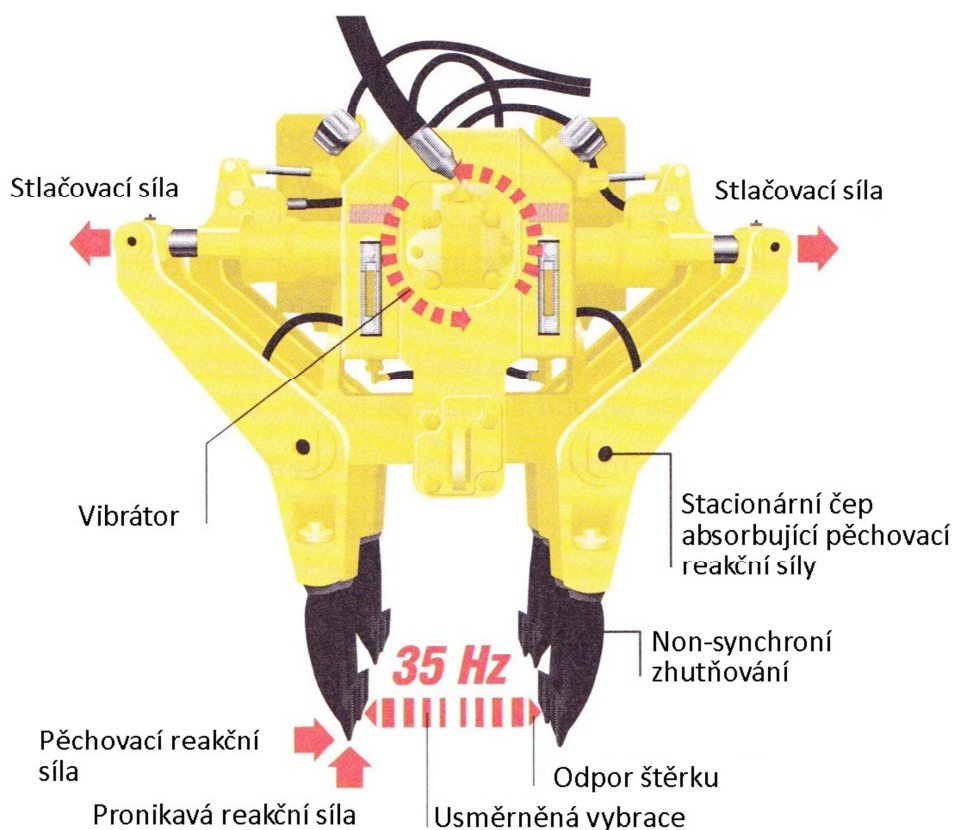


Obr. 1 Konstrukce železniční tratě

Železniční svršek tvoří nosnou a vodící dráhu pro pohybující se vozidla. Jejím úkolem je zajistit co nejpresnější geometrické vedení vozidla při současném přenosu dynamických sil do železničního spodku a to většinou prostřednictvím štěrkového lože. Štěrkové lože musí zajišťovat odpor proti příčnému a podélnému posunu pražců, odvádět spolehlivě srážkovou vodu a působit jako tlumič dynamických účinků. Dynamické účinky vozidel způsobují zatlačování pražců do štěrkového lože a nerovnoměrnou výškovou deformaci jízdní dráhy. Nejčastěji se neúměrné poklesy koleje vyskytují v místech s neúnosným železničním spodkem nebo plání kolejového lože, v okolí kolejnicových styků nebo v místech se silně zbahněným štěrkovým ložem. Pro zamezení poklesům se štěrkové lože zhutňuje (podbívá) pomocí podbíječek a to buď pomocí ručních, nebo strojních podbíječek pražců. Přitom se jednotlivé druhy pražců podbíjejí odlišným způsobem. Dřevěné pražce se podbíjejí na vzdálenost 15 ÷ 30 cm od kolejnice přitom se střední část pražce podbíjí zlehka, aby pražec nebyl při zatížení namáhán na ohyb. Ocelové pražce se podbíjejí v celé své délce. Betonové pražce se podbíjejí na vzdálenost 30 cm od kolejnice. Střední část pražce se nepodbívá, ponechává se zde dutina hluboká 2 ÷ 3 cm. [6], [7], [10]

Strojní podbíječka (Obr. 2) je strojní zařízení, sloužící ke zhutňování štěrku pod pražci při úpravách geometrie železničního svršku. Zmechanizovala původní fyzicky náročnou práci ručního podbíjení (Obr. 3) při zpevňování štěrkového lože a prakticky jej nahradila. Podbíječky existují v mnoha velikostech od ručních, elektrických nebo pneumatických zařízení až po mohutné elektronicky naváděné stroje umožňující směrovou a výškovou úpravu trati do správné nivelity. Základem podbíječky je dvojice ramen, která jsou mechanicky zabořena proti sobě pod úroveň pražce a stlačena k sobě. Tím je zhutněn štěrk pod pražcem. Pro zvýšení účinnosti jsou ramena spojena s excentrickou hřídelí vytvářející

vibrace o dané frekvenci a amplitudě. Vibrace se pak přenášejí na šterková zrna, která mění svou polohu – roste objemová hustota šterku a tím zhutňuje. Takto je zhutnění šterku velmi účinné a dá se jím nejen zpevňovat ale i do určité míry (o milimetry až centimetry) zdvihat trať. [3]



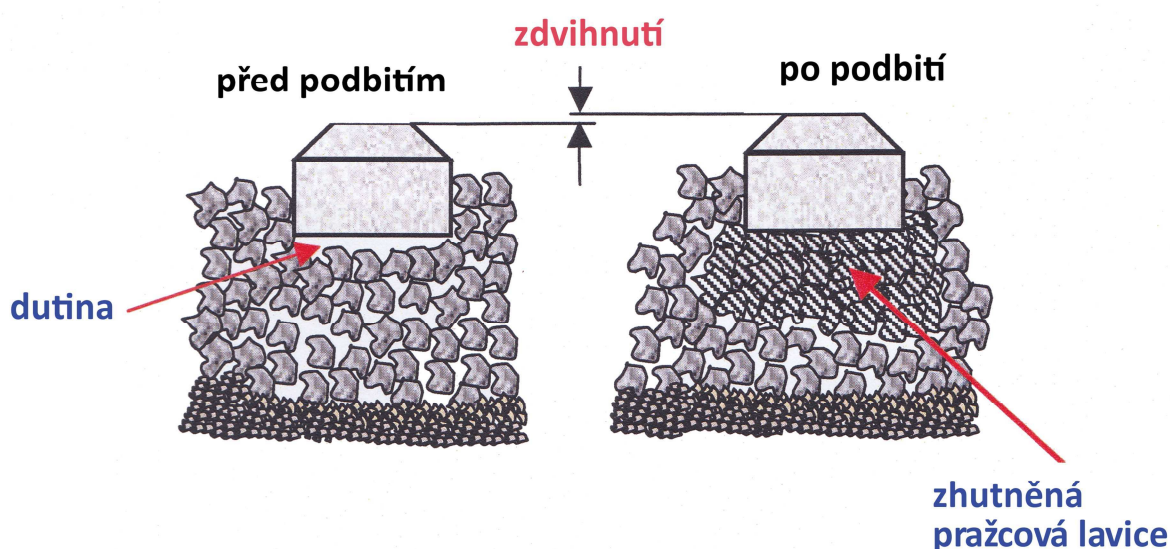
Obr. 2 Podbíjecí agregát strojní podbiječky [2]



Obr. 3 Ruční podbíjení

2.1 Princip podbíjení

Princip podbíjení spočívá ve zhutňování štěrkového lože pomocí dvojice pěchů vytvářející tlak na štěrk pod úložnou plochou pražce. Podbíjecí pěchy při práci kmitají, čímž se lépe zaboří do štěrkového lože a následně i lépe zhutní štěrkové lože pod úložnou plochou pražce. Experimentálně se zjistilo, že pro štěrkové lože tvořené ze štěrku s frakcí $32 \div 63$ mm jsou optimální hodnoty frekvence kmitání 35 Hz s amplitudou $4 \div 5$ mm a působící tlak $11,5 \div 12,5$ MPa na štěrkové lože pod spodní plochou pražce. Doba podbíjení se udává v rozmezí $0,8 \div 1,8$ s. Tento čas je ovlivněn několika faktory ať už kvalitou předchozího podbití nebo zkušeností obsluhy. [2]



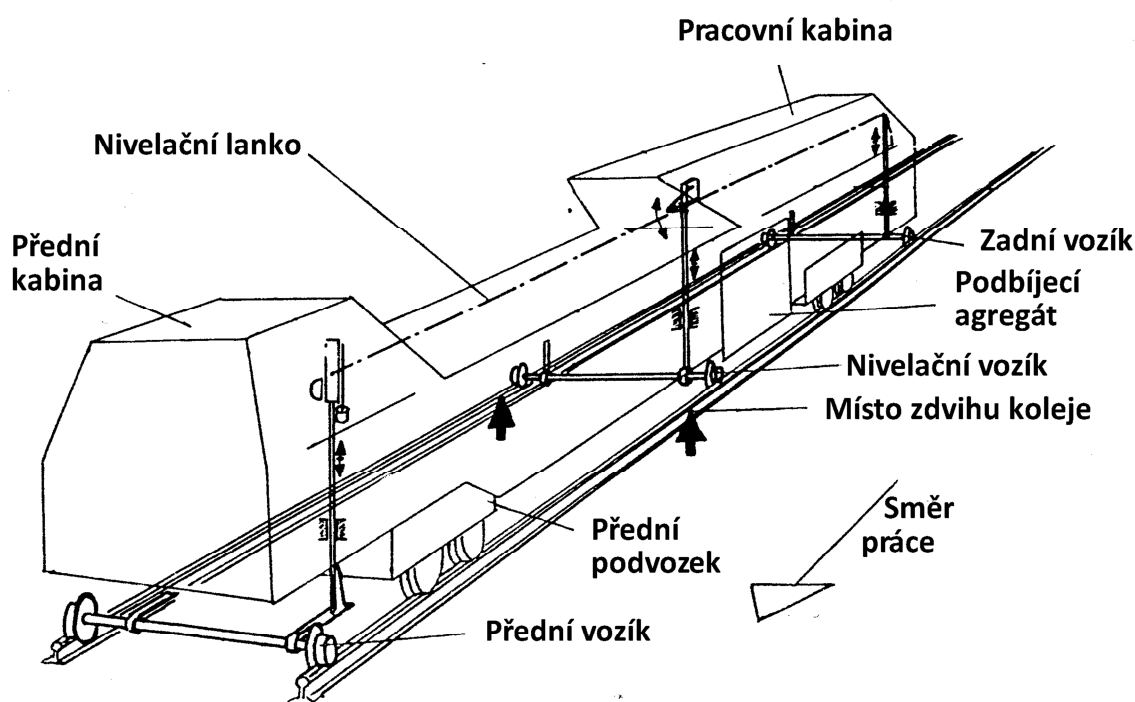
Obr. 4 Štěrkové lože před a po podbití [16]

Podbíjení lze rozdělit na:

- Ruční podbíjení: (Obr. 3)
 - Ručním podbíjákem
 - Pneumatickou ruční podbíječkou
 - Elektrickou ruční podbíječkou
- Strojní podbíjení: (Obr. 2)
 - S nivelačním a směrovacím zařízením
 - Bez nivelačního a směrovacího zařízení
 - Výhybkové podbíječky

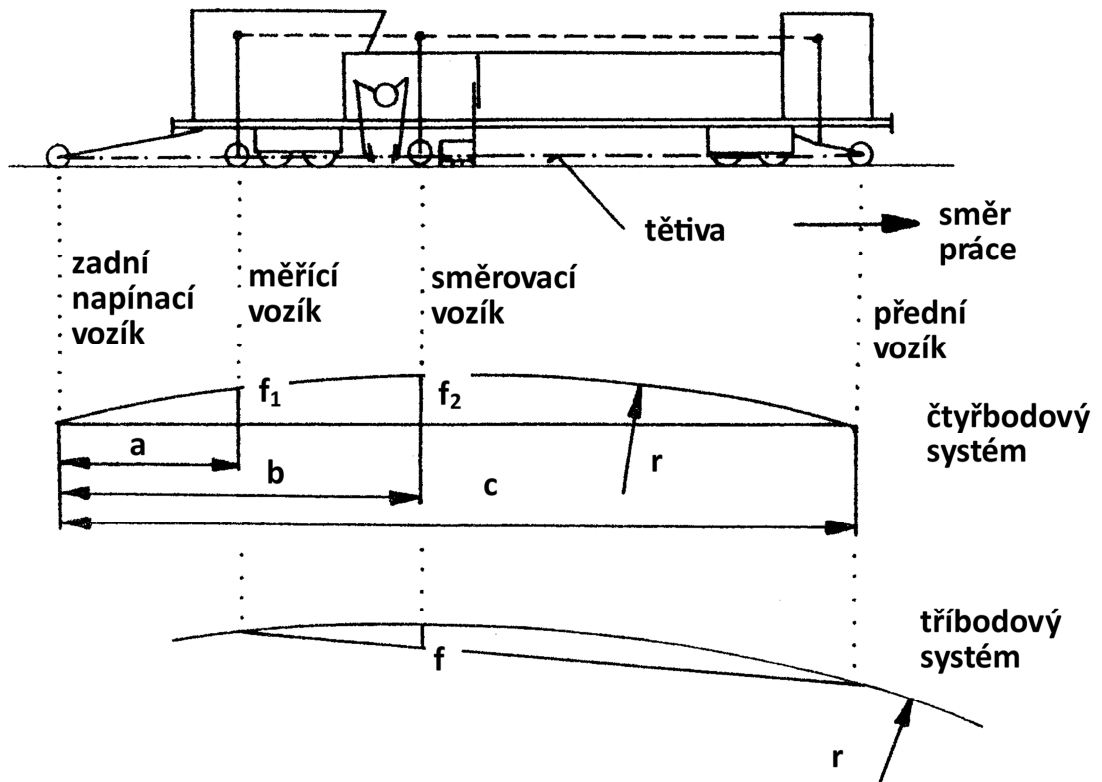
Podbíjecí agregáty lze ještě rozdělit na synchronní (dnes už zastaralý způsob) nebo asynchronní způsob podbíjení. Při synchronním podbíjení zajišťoval svírání podbíjecích ramen šroub s trapézovým závitem dvojího (opačného) stoupání. Nevýhodou tohoto způsobu byly shodné dráhy všech pěchů při svírání bez ohledu na odpor kolejového lože a také nutnost přesného najetí podbíjecího agregátu nad střed pražce. U asynchronního způsobu podbíjení se šroub s trapézovým závitem nahradil dvojicí hydraulických pístů, které umožňují individuální ovládání a tím i odlišné dráhy pěchů při podbíjení. Také je zde možnost nastavení tlaku hydraulické kapaliny ve svírajících válcích podle místních podmínek, a tím zajištěno optimální podbití – tedy zajištění konstantní homogenity zhutnění šterku.

Všechny moderní strojní podbíječky jsou vybaveny nivelačním a směrovacím zařízením, umožňující zdvihání a směrování tratě do správné výškové a směrové polohy. Zdvih a směrování koleje se provádí při podbíjení, kdy zvedací a směrovací agregát svými hydraulickými válci upravuje polohu trati pomocí nivelačního zařízení. U většiny automatických strojních podbíječek je využita lanková nivelace. Její mechanickou část tvoří dvě ocelová lanka, napnutá nad oběma kolejnicovými pásy a vozíky měřících systémů včetně jejich zavěšení a vedení. Měřící základnou nivelačního zařízení tvoří 6 bodů – pro každý kolejnicový pás 3 body, kterými jsou body dotyku kol vozíků, společný pro nivelační i směrovací zařízení, s kolejnicemi. Prvky mechanické části nivelačního zařízení schematicky znázorňuje Obr. 5 (pro názornost kreslena jen část nad levým kolejnicovým pásem). [3]

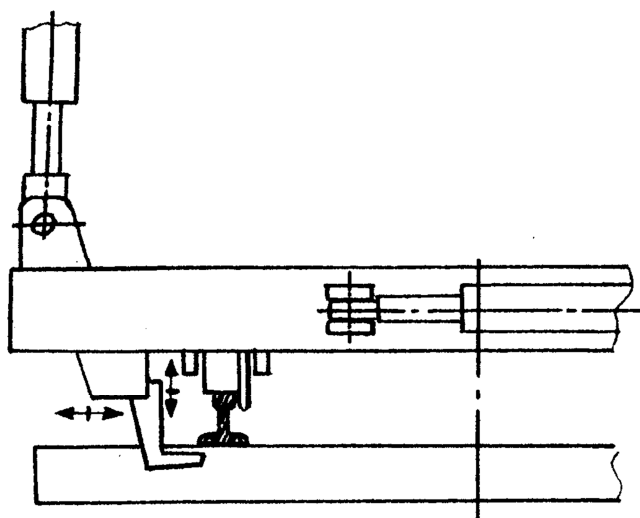


Obr. 5 Schéma nivelačního systému ASP [3]

U automatických strojních podbíječek je nejčastěji využívá směrovací systém na bázi tětivy (Plasser & Theurer) nebo na principu srovnávání úhlů (Matisa). Tětivový systém pracuje na principu vzepětí nad tětivou a to buď pomocí čtyřbodového nebo třibodového systému. Nejmodernější stroje jsou vybaveny naváděcí automatikou na bázi laserového či infračerveného paprsku, využívající GPS či dat z předem změřených nerovností měřící drezínou.



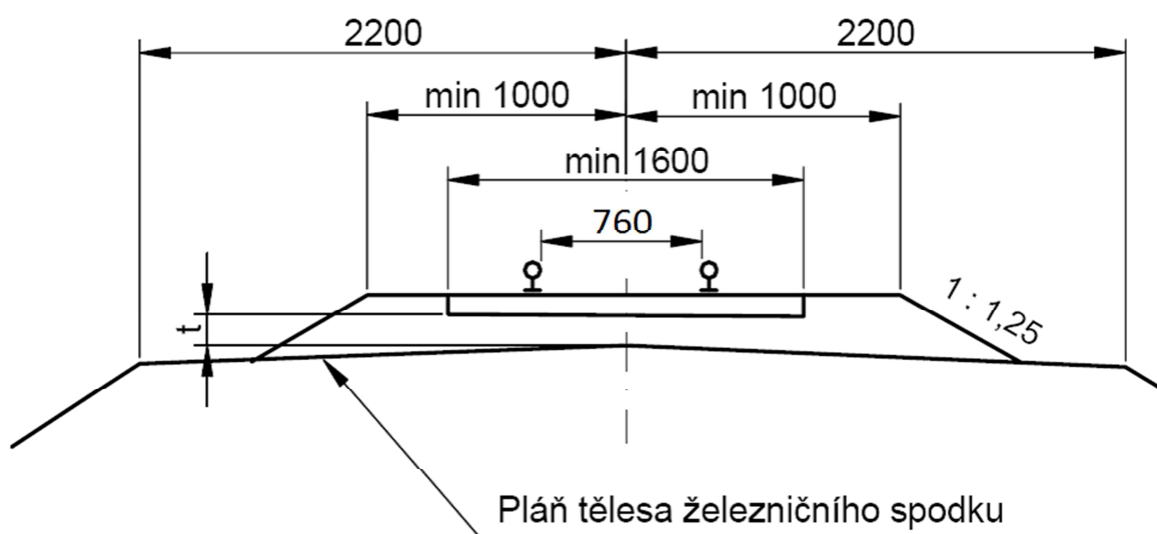
Obr. 6 Čtyřbodový a třibodový tětivový systém ASP [3]



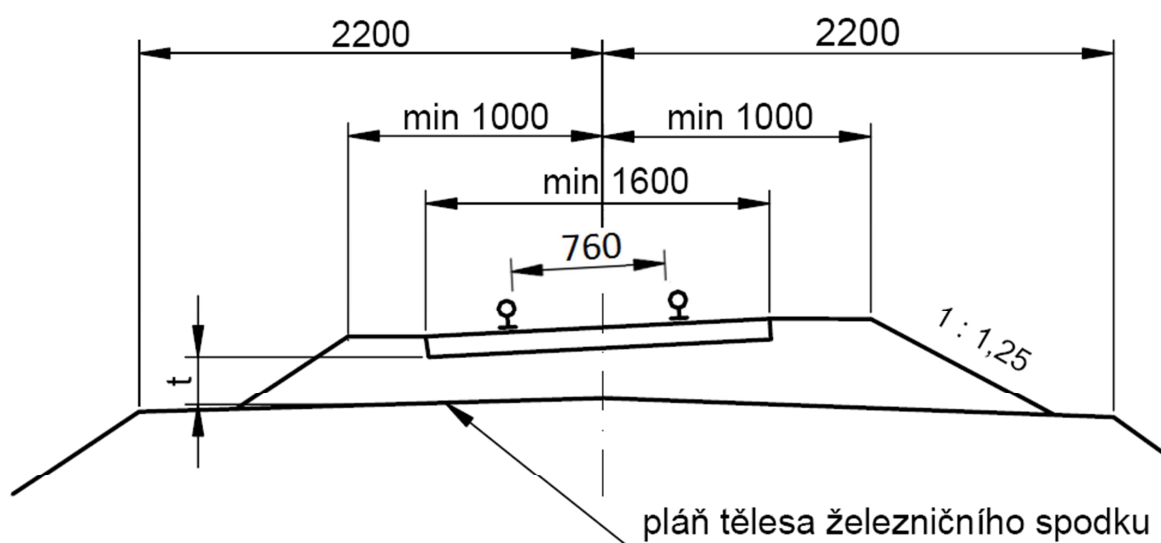
Obr. 7 Kombinovaný zdvihací a směrovací agregát ASP [3]

2.2 Specifika úzkorozchodných tratí

Úzkorozchodná trať se odlišuje od normálněrozchodné trati především v únosnosti a rozměrech železničního spodku i svršku. Dále pak v obloucích, kde je u rozchodu 760 mm minimální poloměr oblouku $R = 50$ m. Maximální hodnota převýšení v oblouku je $p = 75$ mm a minimální hodnota výšky šterkového lože pod pražcem je $t = 5 \div 10$ mm. Rozměry a tvar železničního spodku v přímé koleji jsou znázorněny na Obr. 8 a v oblouku na Obr. 9. Další specifika úzkorozchodných tratí nalezneme v předpisu S3/3. [8]



Obr. 8 Příčný řez železničního tělesa bez převýšení rozchodu 760 mm [8]



Obr. 9 Příčný řez železničního tělesa s převýšením rozchodu 760 mm [8]

2.3 Přehled úzkorozchodných podbíjecích strojů ve střední Evropě

2.3.1 Plasser & Theurer Beaver 79-800W

Výhybková automatická strojní podbíječka firmy Plasser & Theurer Beaver 79-800W. Vyrobená v roce 1985 v Rakousku byla dodaná původně na tratě Sokolovské hnědouhelné na rozchod 900 mm. Podbíječka Plasser & Theurer Beaver 79-800W je dvounápravové speciální vozidlo pro podbíjení pražců s vlastní pohonem. V roce 2003 byla odkoupena společností JHMD. V roce 2004 byla přerozchodována na rozchod 760 mm zároveň byla provedena celková rekonstrukce, kde došlo k úpravě snímacích prvků. Stroj je schopen podbíjet oblouky o minimálním poloměru $R = 50$ m. [17]



Obr. 10 Podbíječka firmy Plasser & Theurer Beaver 79-800W [foto: Stanislav Plachý]

Stanoviště strojvedoucího je umístěno na zadní straně vozidla. Jsou zde umístěny veškeré řídicí a ovládací prvky, pomocí kterých je obsluhován celý stroj. Z přední kabiny situované nad prvním dvojkolím lze v případě potřeby pomocí řídicích a ovládacích prvků zajišťovat nivelaci a směrování. Niveláčnické a směrovací zařízení pracuje na čtyřbodovém

tětivovém systému. Tento systém vychází z vlastnosti vzepětí nad tětivou měřených a hodnocených ve dvou jejích bodech. Stroj je poháněn vzduchem chlazeným vznětovým jednořadým šestiválcem typu DEUTZ F6L 413 F s výkonem 100 kW. [17]

Podbíjecí agregát je složen ze dvou podbíjecích hlav, každá se čtyřmi pěchy umožňující jejich individuální vyklonění. Podbíjecí hlavy mají možnost bočního posuvu. Stroj je schopen automaticky, na základě snímacích hodnot nejen vyrovnávat výškové závady (propady) koleje, ale i opravovat celkovou geometrickou polohu koleje včetně směru i převýšení v obloucích na žádoucí parametry. [17]

Základní technické údaje:

Výrobce	Plasser & Theurer
Rozchod	760 (900) mm
Jízdní obrys	ČSN 28 0326
Hmotnost stroje	26,5 t
Počet náprav	2
Hmotnost na nápravu:	
Pření	13,0 t
Zadní	13,5 t
Typ motoru	DEUTZ F6L 413 F
Výkon motoru	100 kW
Přenos výkonu	hydrostatický
Maximální rychlost	30 km/h
Rozvor vozidla	8 000 mm
Délka	13 650 mm
Šířka	2 900 mm
Výška	3 280 mm
Druh brzdy	tlakovzdušná
Minimální poloměr oblouku	50 m
Počet podbíjecích agregátů (pěchů)	2 (8)
Největší hloubka záběru pod TK	500 mm
Největší rozevření pěchů	600 mm
Příčný posun podbíjecích agregátů	550 mm
Podélný posun zvedacího zařízení	130 mm
Podbíjecí rychlost	400 m/h

2.3.2 Plasser & Theurer Plassermatic WE 75-442

Výhybková strojní podbiječka pražců firmy Plasser & Theurer Plassermatic WE 75-442. Vyrobená v roce 1974 v Rakousku. Podbiječka pražců Plasser & Theurer Plassermatic WE 75-442 je dvounápravové speciální vozidlo s vlastním pohonem pojezdu, které slouží k podbíjení pražců na trati nebo ve výhybkách. Pochází ze Sokolovské hnědouhelné. V roce 2001 byla odkoupena společností JHMD, kdy byla následně přerozchodována na rozchod 760 mm. [17]



Obr. 11 Podbiječka firmy Plasser & Theurer Plassermatic WE 75-442

Rám vozidla je svařen z ocelových profilů a plechů do kompaktního rámu. Pojezd tvoří dvě tuhé nápravy, trakční pohon tvoří hydrostatický motor s čtyřstupňovou převodovkou. Přenos z převodovky je proveden pomocí řetězu a pohání pouze přední nápravu. Vypružení náprav je provedeno pomocí pryžových pružin Megi. Stroj je poháněn vzduchem chlazeným vznětovým jednořadým šestiválcem typu DEUTZ F6L 912 s výkonem 174 kW. Na hlavním rámu je umístěno stanoviště strojvedoucího, kde jsou umístěny veškeré řídicí prvky stroje. Samotné ovládání podbíjení je možné ovládat pouze z pracovní kabinky umístěné za podbíjecím agregátem. [17]

K podbíjení slouží jedna podbíjecí hlava se čtyřmi pěchy velkých rozměrů s možností jejich individuálního vyklonění a bočního posuvu, tímto je umožněno podbíjení také těch nejkomplicovanějších částí výhybek, jako jsou srdcovky, kořeny jazyků, přídržných kolejnic atd. Podbíjecí hlava funguje systémem „non-synchronním“ s hydraulickými podbíjecími válci. Vlastní vibrační pohyby pracovních nástrojů jsou vyvolávány excentrickou hřídelí poháněnou od hydraulického motoru. Podbíjecí tlak je možné nastavit, čímž je možné přizpůsobení na jakékoli šterkové poměry. Stroj může podbíjet dřevěné, betonové i ocelové pražce izolované nebo neizolované, jednoduché, dvojité výhybky, jednoduché a dvojité křížovatky, anglické výhybky a obloukové výhybky. [17]

Základní technické údaje:

Výrobce	Plasser & Theurer
Rozchod	760 (1425) mm
Jízdní obrys	ČSN 28 0312
Hmotnost stroje	11,2 t
Počet náprav	2
Hmotnost na nápravu:	
Přední	7,6 t
Zadní	3,6 t
Typ motoru	DEUTZ F6L 912
Výkon motoru	174 kW
Přenos výkonu	hydrostatický
Maximální rychlost	30 km/h
Rozvor vozidla	2 450 mm
Délka	7 220 mm
Šířka	3 150 mm
Výška	2 620 mm
Druh brzdy	hydraulická
Minimální poloměr oblouku	50 m
Počet podbíjecích agregátů (pěchů)	1 (4)
Největší hloubka záběru pod TK	450 mm
Největší rozevření pěchů	600 mm
Příčný posun podbíjecích agregátů	520 mm
Podbíjecí rychlost	200 m/h

2.3.3 Plasser & Theurer Plassermatic 08 – 75 GS

Automatická strojní podbíječka Plassermatic 08 – 75 GS, byla vyrobena v roce 1985 firmou Plasser & Theurer. Podbíječka je obecně určena k přesnému podbíjení výhybek a kolejí o minimálním poloměru oblouku 80 metrů. Vozidlo je osazeno vzduchem chlazeným vznětovým dvouřadým osmiválcem typu KDH Deutz s uspořádáním válců do V a výkonem 150 kW při 2 500 ot/min. Ve spalovacím motoru je vestavěný jednoválcový vzduchem chlazený kompresor, který svým provozním tlakem 8 barů zajišťuje provoz všech vzduchem řízených součástí vozidla. Výkon od spalovacího motoru je přenášen hydrostaticky přes pětistupňovou řadič rozvodovku do nápravové převodovky a na zadní dvojkolí. Stanoviště strojvedoucího je umístěno nad druhým dvojkolím na zadní straně vozidla. Jsou zde umístěny veškeré řídicí a ovládací prvky, pomocí kterých je obsluhován celý stroj. Z přední kabiny situované nad prvním dvojkolím lze v případě potřeby pomocí řídicích a ovládacích prvků zajišťovat nivelaci a směřování. Niveláčnické a směrovací zařízení pracuje na čtyřbodovém těživovém systému. Tento systém vychází z vlastnosti vzepětí nad tětivou, měřených a hodnocených ve dvou jejích bodech. [5]



Obr. 12 Podbíječka firmy Plasser & Theurer Plassermatic 08-75 GS [foto: Jaroslav Řanda]

Vozidlo je vybaveno jedním podbíjecím agregátem pro koleje, křížení a výhybek všeho druhu. Je zde použit rovnotlaký hydraulický asynchronní systém podbíjení Plasser & Theurer. Rám podbíjecího agregátu je umístěn bezprostředně před zadní nápravou na dvou

vodorovných sloupech a je stranově přestavitelný. Tento rám nese vlastní podbíjecí agregát vedený na dvou svislých sloupech. Může být také pomocí hydrauliky posunut tak, že se kdykoliv nachází nad podbíjeným místem. Vlastní tlakově vibrační podbíjení pracuje na základě asynchronního stejnotlakového principu. To znamená, že během podbíjecího děje vzniká před každým podbíjecím nástrojem určitý odpor. Dosáhne-li odpor zvolené velikosti, pak se příslušný podbíjecí nástroj automaticky zastaví. Ostatní nástroje pokračují v práci tak dlouho, až vyvodí stejně velkou sílu na šterkové lože. Zdvihání a spouštění podbíjecího agregátu je provedeno hydraulickým válcem. Vlastní vibrační pohyby pracovních nástrojů jsou vyvolávány excentrickou hřídelí poháněnou od hydraulického motoru. Jako pracovní nástroje jsou zde použity čtyři výkyvné páky s konickými konci, které lze plynule přestavovat ve směru ke středu koleje nebo od koleje. Tato automatická strojní podbíječka má pro směrování podbíjení tzv. jednotělivový měřicí systém a pro nivelaci nivelační systém Plasser a Theurer. [5]

Základní technické údaje:

Výrobce	Plasser & Theurer
Rozchod	760 mm
Jízdní obrys	ČSN 28 0326
Hmotnost stroje	27,0 t
Počet náprav	2
Hmotnost na nápravu:	
Pření	13,0 t
Zadní	14,0 t
Typ motoru	KDH Deutz F8L 413 F
Výkon motoru	150 kW
Přenos výkonu	hydrostatický
Maximální rychlost	65 km/h
Rozvor vozidla	8 000 mm
Délka	14 490 mm
Šířka	3 050 mm
Výška	3 300 mm
Druh brzdy	Tlakovzdušná
Minimální poloměr oblouku	80 m
Počet podbíjecích agregátů (pěchů)	1 (4)
Největší hloubka záběru pod TK	500 mm
Největší rozevření pěchů	760 mm
Příčný posun podbíjecího agregátu	900 mm
Podélný posun zvedacího zařízení	140 mm
Podbíjecí rychlost	300 m/h

2.3.4 Plasser & Theurer Plassermatic 08 – 75/4 ZW

Automatická strojní podbíječka Plassermatic 08-75/4 ZW je určena k podbíjení výhybek a kolejí o minimálním poloměru oblouku 50 metrů. Ovládání stroje je možné ovládat z obou stanovišť, kde jsou umístěny veškeré řídicí a ovládací prvky, pomocí kterých je obsluhován celý stroj. Jsou zde umístěny i ovládací prvky zajišťující nivelaci a směřování tratě. Výkon od spalovacího motoru je přenášen hydrostaticky přes rozvodovku do nápravové převodovky v podvozku. Ovládací prvky signálního zařízení, řídicích okruhů a osvětlovacího aparátu, který zabezpečuje dostatečné osvětlení všech pracovišť stroje, které jsou napájeny 24 V z dvou 12 V baterií v sérii. Stroj je vybaven 4 hydraulickými válci pro snadnou nakládku a vykládku ze silničního traileru. Tyto válce lze bezproblémově demontovat během krátké doby, aby nevadily v průjezdném obrysu tratě. Výměnou podvozků lze stroj používat i na jiných rozchodech a to na rozchodu 750, 760 a 1000 mm.



Obr. 13 Podbíječka firmy Plasser & Theurer Plassermatic 08-75/4 ZW [foto: Weißeritztalbahn]

Vozidlo je vybaveno dvěma podbíjecími agregáty se 4 podbíjecími pěchy. Podbíjecí pěchy pracují na principu rovnotlakém hydraulickém asynchronním systému Plasser & Theurer. Rám podbíjecích agregátů je umístěn před zadním podvozkem na dvou vodorovných sloupech. Tento rám nese vlastní podbíjecí agregáty. Celý rám je stranově přestavitelný a umožňuje individuální nastavení polohy jednotlivých agregátů tak, že se kdykoli nachází nad kolejnicovým pásem. Vlastní tlakově vibrační podbíjení pracuje na

základě asynchronního stejnotlakového principu. Zdvihání a spouštění podbíjecího agregátu je provedeno hydraulickým válcem. Vlastní vibrační pohyby pracovních nástrojů jsou vyvolávány excentrickou hřídelí poháněnou od hydraulického motoru. Nivelační a směrovací zařízení systému Plasser a Theurer pracuje na čtyřbodovém těživovém systému. Tento systém vychází z vlastnosti vzepětí nad těživou, měřených a hodnocených ve dvou jejích bodech. [16]

Základní technické údaje:

Výrobce	Plasser & Theurer
Rozchod	760/750 (1000) mm
Jízdní obrys	UIC 505-1
Hmotnost stroje	30,0 t
Počet náprav	4
Typ motoru	DEUTZ
Výkon motoru	188 kW
Přenos výkonu	hydrostatický
Maximální rychlost	65 km/h
Vzdálenost otočných čepů	7 000 mm
Rozvor podvozku	1 600 mm
Délka	10 300 mm
Šířka	2 500 mm
Výška	3 010 mm
Druh brzdy	tlakovzdušná
Minimální poloměr oblouku	50 m
Počet podbíjecích agregátů (pěchů)	2 (8)
Největší hloubka záběru pod TK	510 mm
Největší rozevření pěchů	660 mm
Příčný posun podbíjecích agregátů	600 mm
Podélný posun zvedacího zařízení	150 mm
Podbíjecí rychlost	450 m/h

2.3.5 MATISA B20 AC-4 METROLINO

Automatická strojní podbíječka MATISA B20 AC-4 METROLINO je nejmodernější úzkorozchodná podbíječka vyrobená v roce 2009. Je určena k přesnému podbírání křížení, výhybek jakéhokoli typu a kolejí o minimálním poloměru 20 metrů. Vozidlo je osazeno nejmodernějším nivelačním zařízením NEMO (Non rotating Electronic Measuring Optical system). NEMO je osvědčený a vysoce výkonný měřicí systém, který je používán u podbíječek MATISA více než 15 let. Stroj je schopen automaticky na základě snímacích nebo zadaných hodnot vyrovnávat výškové závady (propady) koleje a opravovat celkovou geometrickou polohu koleje včetně směru i převýšení v obloucích na zadané parametry. Kvalitní konstrukce umožňuje spolehlivé měření geometrie trati za ztížených podmínek při údržbě trati. Stanoviště strojvedoucího je odhlučněno, a je umístěno na zadní straně vozidla. Jsou zde umístěny veškeré řídicí a ovládací prvky, pomocí kterých je obsluhován celý stroj. Z přední kabiny se obsluhuje nivelační a směrovací zařízení.



Obr. 14 Podbíječka firmy MATISA B20 AC-4 METROLINO [foto: Steffen Eule]

Vozidlo je vybaveno dvěma podbíjecími agregáty se 4 pěchy, umožňující jejich individuální vyklonění a bočního posuvu, tímto je umožněno podbírání také těch nejkomplicovanějších částí výhybek, jako jsou srdcovky, kořeny jazyků, přídržných

kolejnic atd. Mezi velké přednosti tohoto stroje patří vlastní systém nakládky na silniční trailer pomocí 4 hydraulických zvedacích válců, které lze bezproblémově demontovat. Zvedací válce nadzdvihnou stroj do příslušné výšky tak, aby mohl pod stroj zajet trailer, poté se stroj spustí. Tímto odpadá nutnost nakládací rampy, popřípadě nebezpečné a náročné nakládání jeřábem. [16]

Základní technické údaje:

Výrobce	MATISA
Rozchod	760/750 ,1000 mm
Jízdní obrys	UIC 505-1
Hmotnost stroje	41,0 t
Počet náprav	4
Typ motoru	DEUTZ
Výkon motoru	350 kW
Přenos výkonu	hydrostatický
Maximální rychlost	40 km/h
Rozvor vozidla	8 650 mm
Rozvor podvozku	1 600 mm
Délka	14 050 mm
Šířka	2 440 mm
Výška	3 200 mm
Druh brzdy	Tlakovzdušná
Minimální poloměr oblouku	20 m
Počet podbíjecích agregátů (pěchů)	2 (8)
Největší hloubka záběru pod TK	500 mm
Největší rozevření pěchů	540 mm
Příčný posun podbíjecích agregátů	600 mm
Podélný posun zvedacího zařízení	200 mm
Podbíjecí rychlost	500 m/h

2.3.6 SP 760.001 (ex. SP 62 NU)

Lehká strojní podbíječka SP 760.001 byla v roce 1974 zrekonstruována a upravena z normálněrozchodné strojní podbíječky SP 62 NU. Podbíječka je provozována na Čiernohronské železnici. Kdy byla v roce 2001 odkoupena od Jindřichohradecké místní dráhy.



Obr. 15 Podbíječka SP 760.001 [foto: Tomáš Hodr]

Podbíječka se skládá z hlavního rámu nesoucí na jedné straně elektrocentrálu se vznětovým motorem. Uprostřed se nachází podbíjecí agregáty a na druhém konci ovládací kabina pro dvoučlennou obsluhu. Stroj disponuje vlastním hydraulickým okruhem napájeného z elektrocentrály. Pohon samotné podbíječky slouží pro přesun mezi jednotlivými pražci a je realizován pomocí krokového hydromotoru s mechanickou převodovkou. Pro dotažení na pracovní místo je nutné stroj dopravit pomocí jiného stroje a vyřadit mechanickou převodovku z činnosti. Dvojce podbíjecích agregátů je ovládaná pomocí hydraulických pístů umožňující individuální ovládání podbíjecích agregátů. Na dolní straně rámu každého agregátu je umístěn vibrační elektromotor vytvářející vibrace. Toto řešení je v dnešní době zastaralé a neefektivní.

Základní technické údaje:

Výrobce	Čiernohronská železnice
Rozchod	760 mm
Jízdní obrys	ČSN 28 0326
Hmotnost stroje	4,0 t
Počet náprav	2
Hmotnost na nápravu:	
Pření	2,2 t
Zadní	1,8 t
Přenos výkonu	hydrostatický
Maximální rychlost	5 km/h
Rozvor vozidla	2 000 mm
Délka	3000 mm
Šířka	2200 mm
Výška	2500 mm
Druh brzdy	mechanická
Minimální poloměr oblouku	20 m
Počet podbíjecích agregátů (pěchů)	2 (8)
Největší hloubka záběru pod TK	600 mm
Největší rozevření pěchů	900 mm
Podbíjecí rychlost	50 m/h

2.4 Stroj SVP-74 a jeho modifikace

Stroj na výměnu pražců SVP-74 navazuje na konstrukci předcházejících strojů SVP-60 a SVP-60.1. Vývoj tohoto stroje měl za cíl zdokonalit konstrukci, zvýšit bezpečnost práce stroje při provozu na dvoukolejných tratích a hlavně vytvořit nové technologické aplikace, které by znamenali mechanizaci traťových prací vykonávaných ručně. Z uvedených důvodů byla konstrukce stroje navržena tak, aby bylo možné jednoduše vytvářet různé technologické aplikace stroje. Pojezd stroje vychází ze známé a osvědčené konstrukce motorového univerzálního vozíku MUV-69. Vyráběné v roce 1968 až 1991 společností MTH Praha a.s. [1]



Obr. 16 SVP-74/K [17]

Existující pracovní zařízení a pomůcky:

- | | |
|----------------------------------|---------|
| – Vyměňovací zařízení | VYZ-63 |
| – Úplné podkopové zařízení | ÚPZ-026 |
| – Nakládací zařízení | NZ-025 |
| – Kosicí zařízení | KZ-133 |
| – Vrtací zařízení | VZ-500 |
| – Odhrnovací radlice | |
| – Přihrnovací radlice | |
| – Čistič mezipražcového prostoru | |
| – Vyrovnávač vybočených styků | VVS-650 |

Stroj SVP-74 se svými aplikacemi je stroj pro různé traťové práce. SVP-74 je základním strojem a od něho jsou odvozené další aplikace. Všechny tyto stroje mají společný nosič N-74, na který se můžou namontovat jednotlivé pracovní zařízení. [1]

Kombinací nosiče a pracovního zařízení vznikají následující aplikace stroje:

- | | | |
|--------------------|----------|------------------------|
| – Vyměňovač pražců | SVP-74 | (N-74 + VYZ-63) |
| – Zemní stroj | SVP-74/Z | (N-74 + ÚPZ-026) |
| – Nakládací stroj | SVP-74/N | (N-74 + ÚZČV + NZ-025) |
| – Kosicí stroj | SVP-74/K | (N-74 + ÚZČV + KZ-133) |
| – Vrtací stroj | SVP-74/V | (N-74 + ÚZČV + VZ-500) |

Přitom ÚZČV je zkratka označení úplné základní části výložníku.

Stroj SVP-74 je normálněrozchodné vozidlo používané pro údržbu tratí. Pro lepší údržbu úzkorozchodných tratí byly v roce 1988 přerozchodovány tři stroje SVP-74 na rozchod 760 mm. Dnes má tyto stroje ve vlastnictví Jindřichohradecké místní dráhy a.s. v počtu dvou kusů a Čiernohronská železnice n.o. v počtu jednoho kusu.

Nosič N-74

Skládá se z podvozku a otočné nástavby. Podvozek je stejné konstrukce jako předešlé stroje SVP-60 a SVP-60.1 (rám stroje, pojezd, pohon pojezdu, brzdy, převodovka pojezdu, hydraulika atd.) Otočná nástavba se skládá z rámu nadstavby, kabiny obsluhy, hnacího agregátu s příslušenstvím, kapoty, hydraulické soustavy, elektrické soustavy, vzduchové soustavy a otoče [1]

Motor

Stroj SVP-74 pohání stojatý, řadový, přeplňovaný, čtyřtakový kapalinou chlazený naftový motor Zetor 8 002.1 s přímým vstřikováním paliva. Mazání motoru je tlakové, s mokrou skříní, vybavené odstředivým plnoprůtokovým čističem a chladičem oleje. Chlazení motoru je kapalinové s nuceným uzavřeným oběhem přes chladič. Nucený oběh zabezpečuje odstředivé čerpadlo. Chladicí okruh je také zaveden do radiátoru v kabině obsluhy. Chladicí soustava je přetlaková. Přetlakový ventil na chladiči otvírá chladicí soustavu při teplotě 106 °C až 111 °C. [1]

Technické údaje motoru Z 8 002.1:

Počet válců	4
Obsah válců	4,562 dm ³
Vrtání/zdvih	110/120 mm
Výkon při jmenovitých otáčkách	71 kW
Maximální krouticí moment	357 Nm
Otáčky při jmenovitém výkoně	2 200 min ⁻¹
Maximální otáčky	2 480 min ⁻¹
Volnoběžné otáčky	600 min ⁻¹

Otoč

Umožňuje otáčení nadstavby stroje na rámech pojezdu. Na rám pojezdu je přivařený oporný kruh, na kterém je usazené ložisko otoče a pomocí šroubů upevněné na rám pojezdu. Ložisko otoče má na vnější straně ozubení. Na vnitřní straně ložiska jsou valivá tělíska, na kterých je usazena nadstavba. V rámu nadstavby je umístěn hydromotor otoče opatřený ozubeným pastorkem, který je v záběru s vnějším ozubením ložiska. Při otáčení pastorku se odvaluje po ozubení ložiska a unáší rám nadstavby sebou. Hydromotor otoče je pomaloběžný hydromotor s rotačním pohybem výstupního hřídele v obou směrech. [1]

Technické údaje hydromotoru otoče:

Typ hydromotoru	HMB-630 U
Geometrický objem	1,3 dm ³
Maximální otáčky	1,66 s ⁻¹
Jmenovitý pracovní tlak	16 MPa
Maximální pracovní tlak	18 MPa
Jmenovitý krouticí moment	3 150 Nm
Maximální krouticí moment	3 540 Nm

2.4.1 Hlavní technické a provozní parametry SVP-74

Hmotnost stroje	13,5 t
Počet náprav	2
Hmotnost na nápravu:	
Přední	6,75 t
Zadní	6,75 t
Typ motoru	Z 8 002.1
Výkon motoru	74 kW
Rozvor	3 000 mm
Přepravní délka stroje	5 620 mm
Přepravní šířka stroje	2 280 mm
Přepravní výška stroje	3 680 mm
Brzda	automobilového typu a zajišťovací brzda
Největší zdvih výložníku	4 100 mm
Největší vysunutí výložníku	6 670 mm
Největší sklon trati pro práci stroje	40 ‰
Nejmenší poloměr pro práci stroje	50 m
Maximální rychlost:	
Přepravní	60 km/h
Pracovní	18 km/h
Maximální převýšení pro práci stroje	75 mm

Hydraulický systém

Obsah hydraulického okruhu činí 450 dm³ hydraulické kapaliny a skládá ze čtyř hydraulických okruhů: (viz příloha č. 3)

- Okruh pojezdu nosiče
- Pracovní okruhy stroje
- Okruh vnějších spotřebičů
- Nouzový okruh

Okruh pojezdu nosiče ($p_{\max} = 35 \text{ MPa}$)

Převodovka pojezdu je poháněna konstantním hydromotorem **19**. Regulační čerpadlo **1**, umístěné na náhonové skříni čerpadla, dodává hydraulickou kapalinu přes hydraulické vedení a otočný převaděč **14** do hydromotoru **19**. Plnicí čerpadlo namontované na regulačním čerpadle **1** nasává olej z nádrže **32** přes sací filtr **33**, doplňuje jim uzavřený okruh pohonu pojezdu a současně je zdrojem tlakového oleje na ovládání válečku řazení převodovky pojezdu **37** pomocí elektricky ovládaného mikrorozvaděče **8**. Hodnota plnicího

tlaku se kontroluje manometrem **39**. Zahřátá hydraulická kapalina, která odchází z okruhu pojezdu, prochází přes chladič hydraulického oleje **31** zpět do nádrže. [1]

Pracovní okruhy stroje

Tyto okruhy zabezpečují pohon pracovních agregátů SVP-74 a jeho aplikací.

- První okruh pracovních agregátů ($p_{\max} = 10 \text{ MPa}$)

Olej z hydraulické nádrže **32**, přes uzavírající ventil **29** nasává větší čerpadlo dvojčerpada **2** a vytlačí ho přes potrubí do hydraulického rozvaděče **5**. Přepouštěcí ventil hydraulického rozvaděče **5** je nastavený na maximální tlak 10 Mpa, ochraňuje čerpadlo **2** před přetížením. Ze sekce tohoto rozvaděče se olej přivádí k pracovnímu zařízení nosiče a k pracovním zařízením. [1]

- Druhý okruh pracovních agregátů ($p_{\max} = 14 \text{ MPa}$)

Z hydraulické nádrže **32** přes uzavírající ventil **29**, nasává olej menší čerpadlo dvojčerpada **2** a vytlačí ho přes potrubí do hydraulického rozvaděče **6**. Přepouštěcí ventil hydraulického rozvaděče **6** je nastavený na maximální tlak 14 Mpa, ochraňuje čerpadlo **2** před přetížením. Ze sekce tohoto rozvaděče se olej přivádí k pracovnímu zařízení nosiče a k pracovním zařízením. [1]

- Třetí okruh pracovních agregátů ($p_{\max} = 16 \text{ MPa}$)

Čerpadlo **3** nasává olej přes uzavírající ventil z hydraulické nádrže a vytlačí ho přes potrubí do hydraulického rozvaděče **7**. Přepouštěcí ventil hydraulického rozvaděče je nastavený na maximální tlak 16 Mpa. Z rozvaděče se olej přivádí k pracovnímu zařízení.

Přípojky k pracovnímu zařízení jsou provedeny pomocí rychlospojek **38**, které umožňují rychlé připojení pracovního zařízení k hydraulickému okruhu, bez ztráty oleje. Přípojky k pracovnímu zařízení jsou označena na schématu (viz příloha č. 3) číslicemi 9', 10', 15', 16', 5', 6', 7', 8', 3', 4', 1', 2', 17', přitom přípojka 17' slouží jako přepad z pracovního zařízení do hydraulické nádrže **32**. [1]

Okruh vnějších spotřebičů

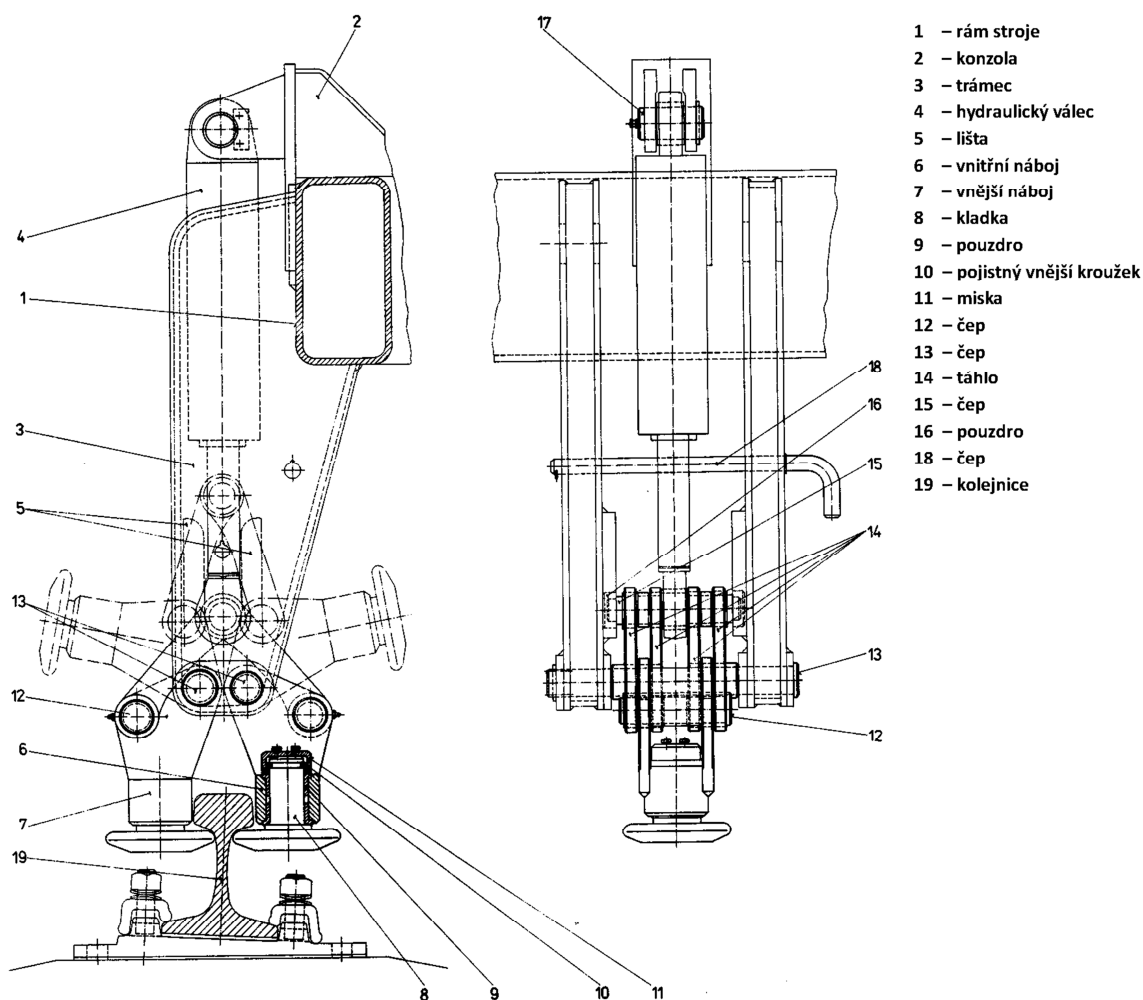
Tento okruh slouží na napájení vnějších spotřebičů ze stroje, jako je například pohon vyrovnávače vybočených styků, vyklápěcí zařízení přívěsných vozíků atd. Tento okruh pracuje s vnitřním maximálním tlakem 16 MPa a lze jej individuálně nastavit na nižší tlak. Nutnou podmínkou napojení vnějších spotřebičů na tento okruh je shodnost druhu pracovní kapaliny a shodnost částí rychlospojek. [1]

Nouzový okruh

Slouží na to, aby v případě poruchy pracovní kapaliny nebo hnacího motoru bylo možné z pracovní polohy vyzdvihnout výložník a pootočit nadstavbou do přepravní polohy. Slouží k tomu ruční čerpadlo 4, které vytlačí pracovní kapalinu do hydraulických válců výložníku a do brzdy hydromotoru otoče. Výtlačk ručního čerpadla lze v případě potřeby připojit i na jiná přípojná místa stroje. [1]

Hydraulické upínadlo

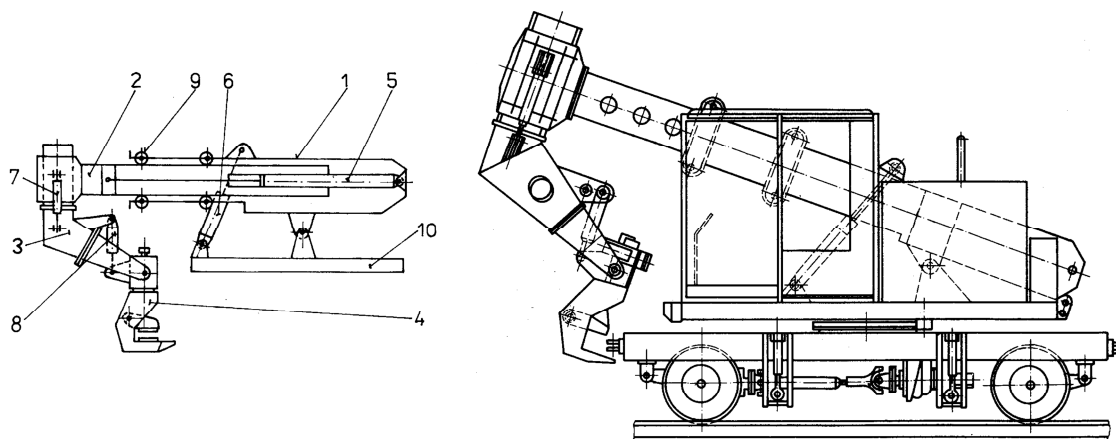
Je mechanismus (Obr. 17), pomocí kterého se stroj při práci uchytává o hlavu kolejnic. V blízkosti každého kola se nachází jedno upínadlo. K rámu jsou přivařené dva trámce, které jsou zároveň vedením pro mechanismus upínadel. Mechanismus upínadel je ovládán hydraulickým válcem. Vlastní upnutí stroje o hlavu kolejnic se uskutečňuje pomocí kladek, které jsou uložena v kluzných ložiskách pouzdra náboje. Přívod pracovní kapaliny do hydraulických válců všech čtyř upínadel je z jednoho zdroje, proto je při každém válci použitý hydraulický zámek, který zabraňuje rozevření hydraulických upínadel při práci. [1]



Obr. 17 Hydraulické upínadlo [1]

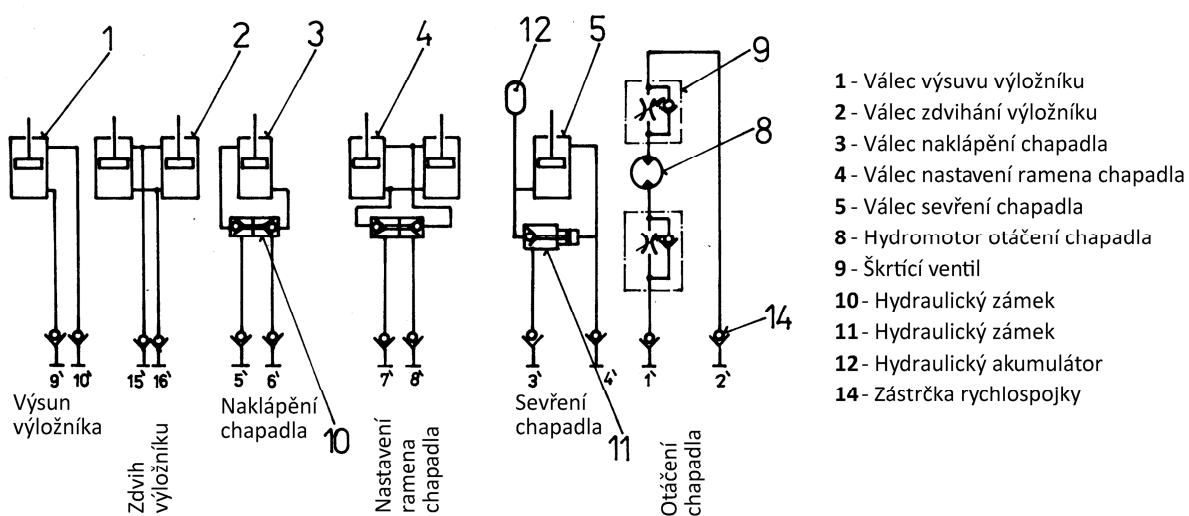
2.4.2 Pracovní zařízení SVP-74 a jeho aplikace

Vyměňovací zařízení VYZ-63



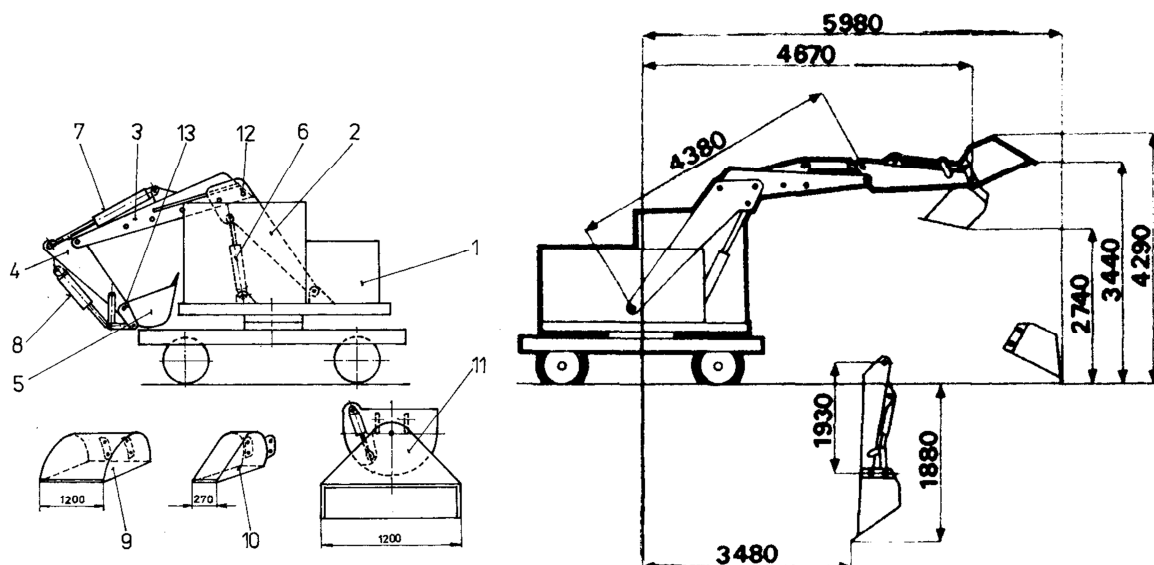
Obr. 18 Vyměňovací zařízení VYZ-63 [1]

Principiální uspořádání vyměňovacího zařízení je znázorněné na Obr. 18. Skládá se z vnějšího ramena **1**, vnitřního ramena **2**, ramena chapadla **3** a chapadla **4**. Vnitřní rameno **2** se pohybuje na kládkách **9**, které jsou uloženy na vnějším rameni **1**. Vysouvání nebo zasouvání vnitřního ramena **2** vůči vnějšímu rameni **1** obstarává hydraulický válec **5**. Výškové zdvihání nebo spouštění zabezpečuje hydraulický válec **6**. Pohyb ramena chapadla **3** v hlavici vnitřního ramena **2** se provádí pomocí hydraulického válce **7**. Naklápění chapadla **4** obstarává hydraulický válec **8**. Celé vyměňovací zařízení je uchyceno na konzolách rámu otoče **10**. Hydraulické schéma vyměňovacího zařízení je znázorněno na Obr. 19. [1]



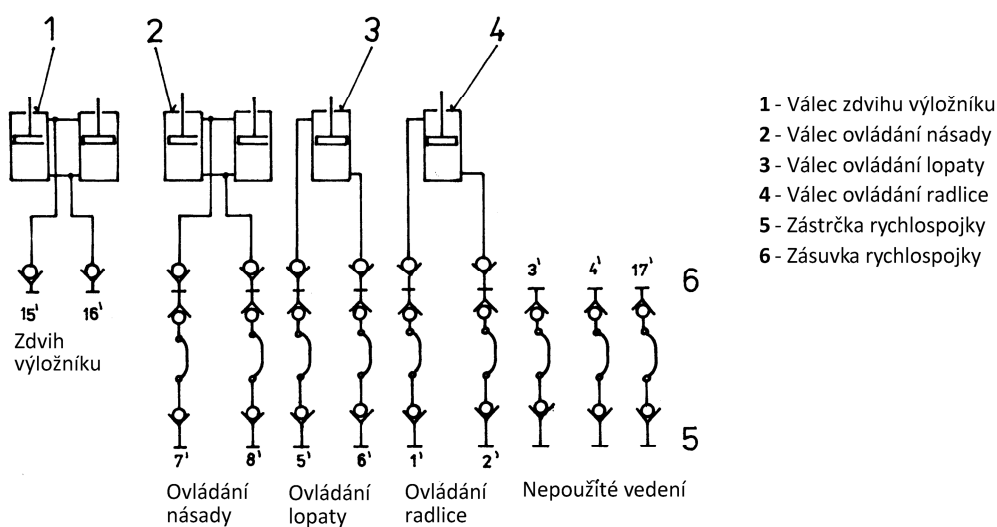
Obr. 19 Hydraulické zapojení VYZ-63 [1]

Úplné podkopové zařízení ÚPZ-026



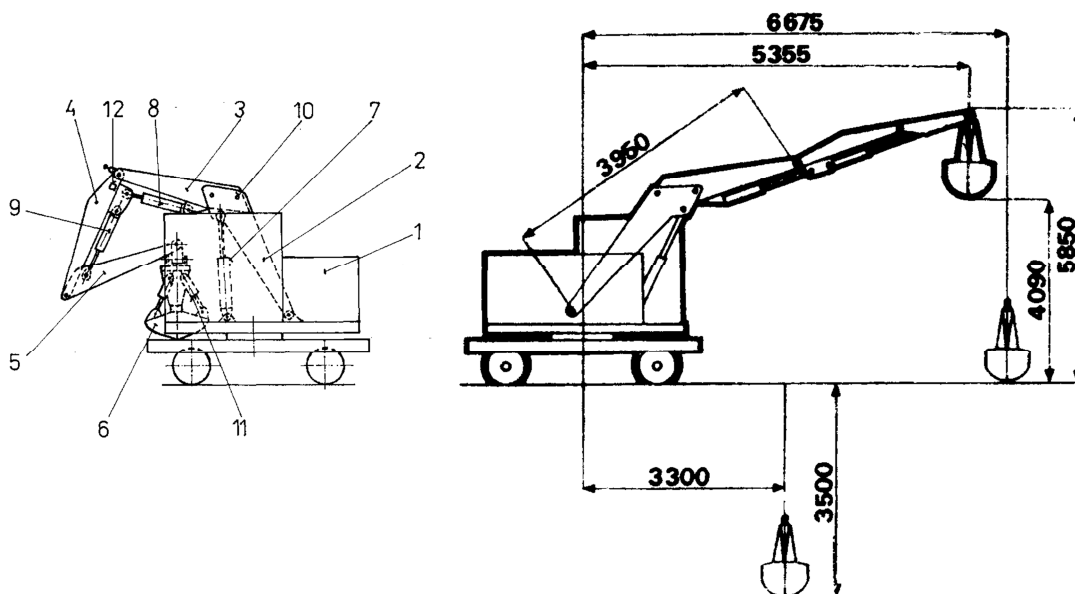
Obr. 20 Úplné podkopové zařízení ÚPZ-026 [1]

Je znázorněné na Obr. 20. Upevňuje se na nosič 1. Skládá se z úplné základní části výložníku 2, ramena výložníku 3, ramena 4 a základní lopaty 5. Na konec ramena 4 se upevňují pracovní nástroje. Mimo základní lopatu 5 je možné použít nakládací lopatu 9, drenážní lopatu 10 a naklápěcí radlici 11. Výškový pohyb výložníku se provádí pomocí hydraulického válce 6. Hydraulický válec 7 pohybuje ramenem 4. Lopata 5 je ovládaná hydraulickým válcem 8. Velikost dosahu pracovního nástroje se dá měnit díky tomu, že rameno výložníku 3 je upevněné v základní části výložníku 2 pomocí dvou čepů 12. Pokud je třeba změnit dosah, čepy 12 se uvolní, rameno výložníku 3 se přesune a zajistí dvojicí čepů 12 v rameni výložníku 3. Pracovní nástroje se na rameno 4 upevňují pomocí čepů. Hydraulické schéma úplného podkopového zařízení je znázorněno na Obr. 21. [1]



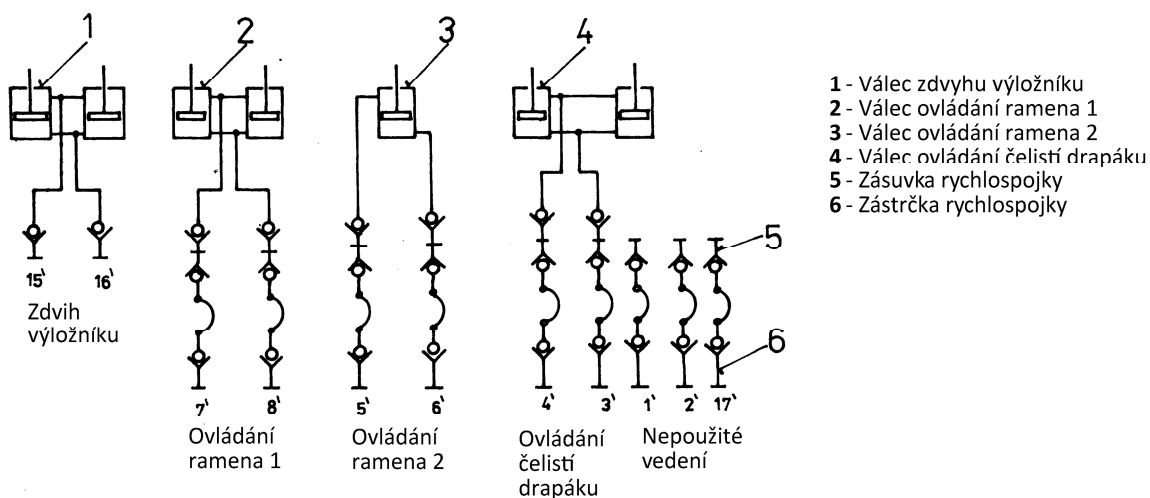
Obr. 21 Hydraulické zapojení ÚPZ-026 [1]

Nakládací zařízení NZ-025



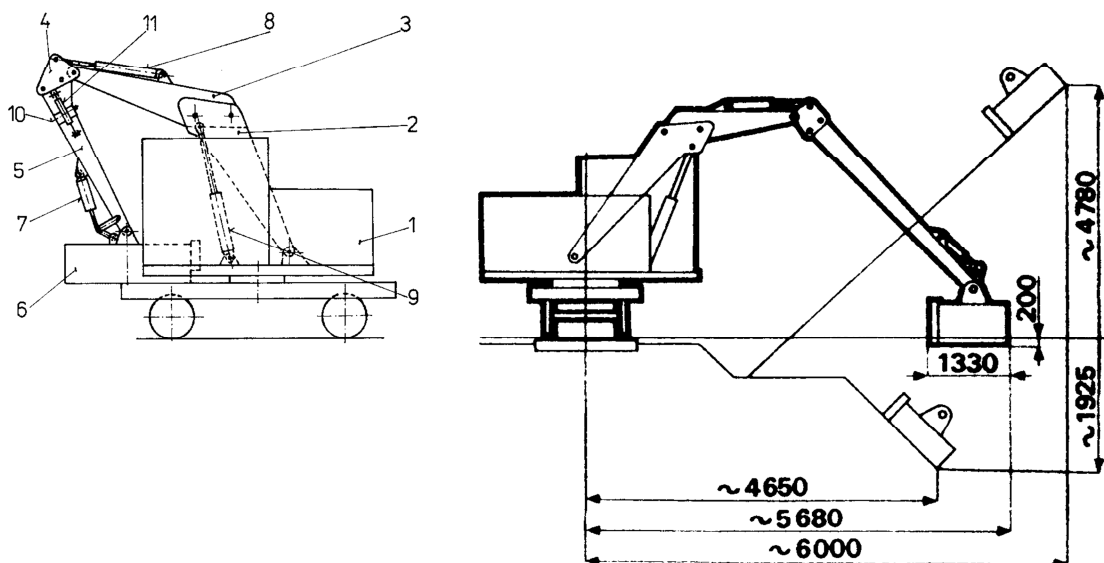
Obr. 22 Nakládací zařízení NZ-025 [1]

Je znázorněno na Obr. 22. Upevňuje se na nosič 1. Skládá se z úplné základní části výložníku 2, ramena výložníku 3, ramena 4, ramena 5 a drapáku 6. Výškový pohyb zabezpečuje dvojce hydraulických válců 7. Pohyb ramena 4 zabezpečují hydraulické válce 8, pohyb ramena 5 hydraulický válec 9. Hydraulický válec 11 zabezpečuje pohyb čelistí drapáku. Pro práce pod trolejovým vedením je rameno 4 osazeno koncovým spínačem 12. Konstrukce drapáku umožňuje montáž vidlicových čelistí pro nakládku dřeva, sena apod. Poloha drapáku může být nastavena buď kolmo na výložník, nebo ve směru výložníku. Hydraulické schéma nakládacího zařízení je znázorněno na Obr. 23. [1]



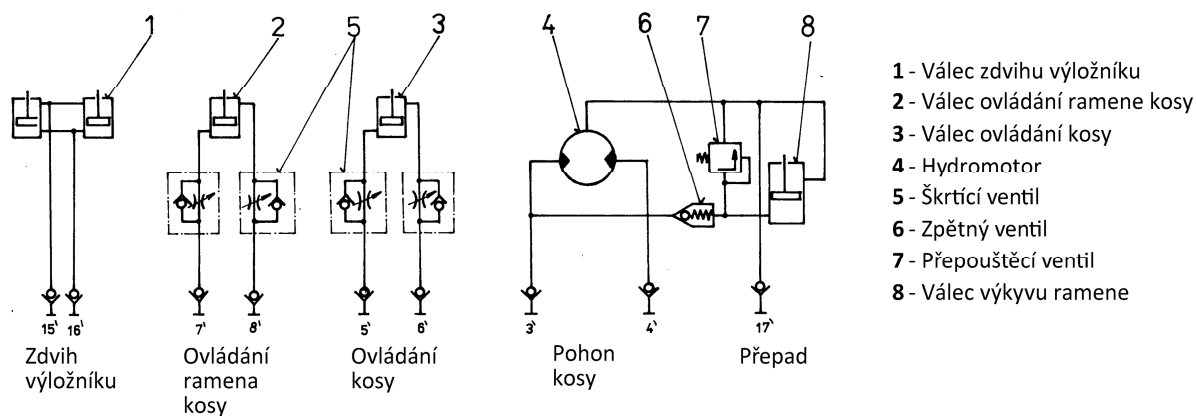
Obr. 23 Hydraulické zapojení NZ-025 [1]

Kosící zařízení KZ-133



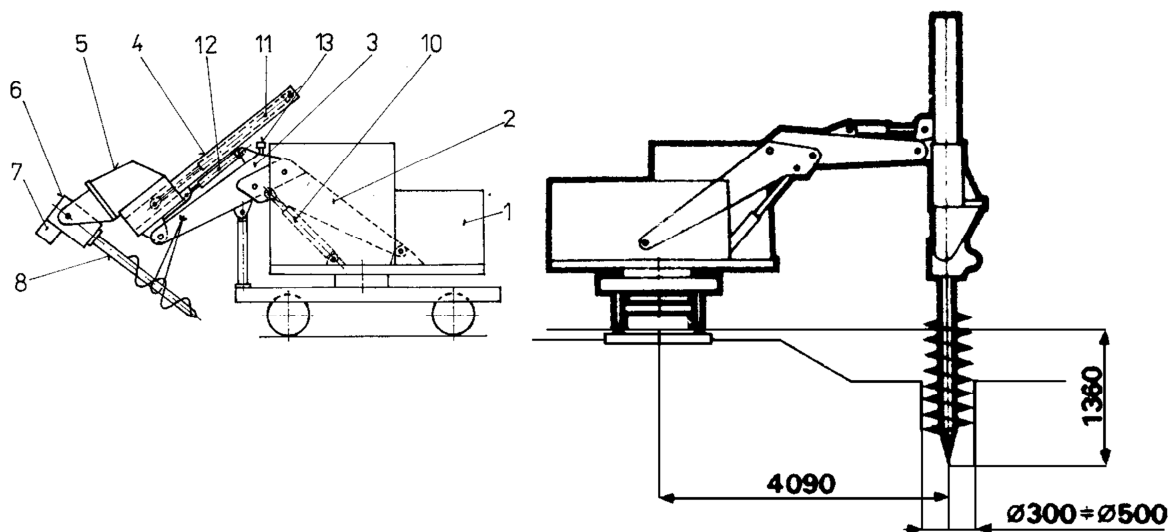
Obr. 24 Kosící zařízení KZ-133 [1]

Je znázorněno na Obr. 24. Na nosič **1** se upevňuje základní část výložníku **2**, na kterou se pomocí dvou čepů upevňuje rameno výložníku **3**. Mezikus **4** se otočně upevňuje na rameno **3** a k němu se pomocí dvou čepů připojuje rameno kosa **5**. Na konci ramena **5** je otočně uchycená kosa **6**. Výškový zdvih výložníku obstarávají hydraulické válce **9**. Ovládání ramena **5**, pevně spojeného s mezikusem **4**, se zabezpečuje hydraulickým válcem **7**. Kosa **6** je poháněna hydromotorem přes převod klínovými řemeny. Princip sekání spočívá v otáčejícím se hřídeli, na který jsou otočně upevněné sekací nože po celé délce hřídeli. Hřídel se otáčí na valivých ložiskách uložených v krytě kosa. Dále se zde nachází opěrný válec, který je při sekání opřený o terén. Jeho polohou se nastavuje velikost posekané části porostu. Při práci je možné hydraulické válce **7** a **8** uvést do „plovoucí“ polohy, tak aby kosa mohla kopírovat terén. Hydraulické schéma kosícího zařízení je znázorněno na Obr. 25. [1]



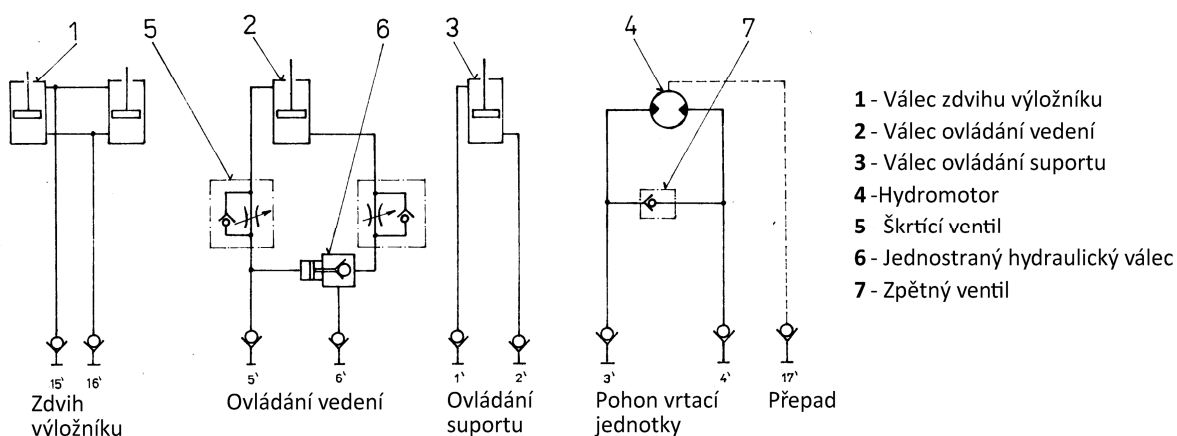
Obr. 25 Hydraulické zapojení KZ-133 [1]

Vrtací zařízení VZ-500



Obr. 26 Vrtací zařízení VZ-500 [1]

Je znázorněné na Obr. 26. Na konzolách nosiče 1 je upevněná úplná základní část výložníku, která je výškově ovládaná hydraulickým válcem 10. K ní je pomocí dvou čepů připevněné rameno výložníku 3. K ramenu 3 je otočně upevněné vedení 4, které se může naklápět pomocí hydraulického válce 12. Po vedení 4 se pohybuje suport 5, na kterém je otočně upevněná převodovka 6 vrtací jednotky. Suport 5 je po vedení 4 přemísťovaný pomocí hydraulického válce 11. Vrtací jednotka je poháněná hydromotorem 7. Na spodní část převodovky 6 se pomocí šroubů upevňuje vrták 8. V přepravní poloze je vrtací zařízení podepřené oporou 9. Pro práci na elektrifikovaných tratích je hydraulický válec 11 vybaven omezovačem 13. Hydraulické schéma kosícího zařízení je znázorněno na Obr. 27. [1]



Obr. 27 Hydraulické zapojení VZ-500 [1]

2.5 Podbíjecí agregát AST 8 Windhoff

Podbíjecí agregát firmy Windhoff AST 8 má dva pracovní agregáty s celkem 8 podbíjecími pěchy, které se současně zaboří do štěrku. Pro podbíjení ve výhybkách je možno podle potřeby jeden agregát hydraulicky vyklonit. Zařízení lze natáčet a naklápět pomocí hydraulických válců. Zařízení je určeno pro rozchod 1435 mm s možností úpravy na rozchod 1000 mm. Zařízení je konstruováno pro použití na dvoucestných rypadlech a prodejní cena činí 65 600 € (cca. 1 600 000 Kč).

Zařízení se skládá z těchto součástí:

- Otočná traverza s nastavnou konzolí pro napojení na rameno (výměnou celé traverzy lze docílit změnu rozchodu)
- Dvě výklopné podbíjecí jednotky vždy s jedním válcem pro sevření a jedním vibračním hydromotorem a 4 podbíjecími pěchy.
- Hydraulického válce umístěného pod traverzou umožňující vyklopení podbíjecích jednotek.
- Kolejová podpěra, umožňující centrování podbíjecího zařízení.



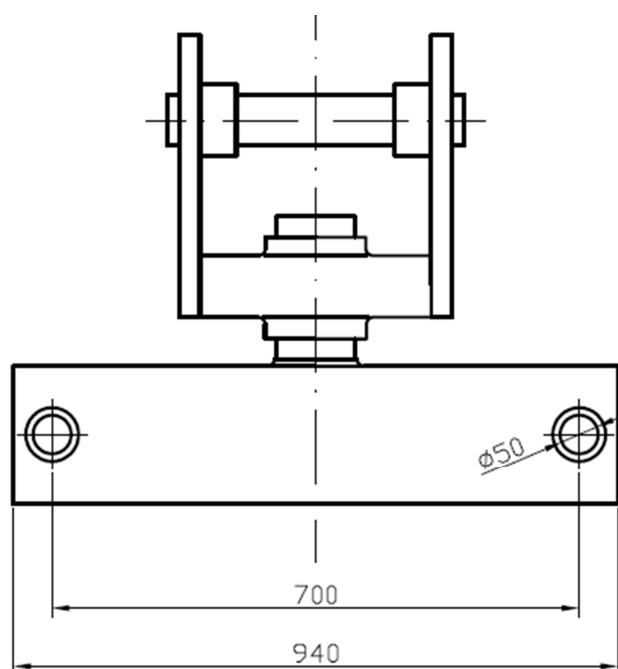
Obr. 28 Podbíjecí agregát AST 8 Windhoff [16]

Technické údaje podbíjecího agregátu AST 8 Windhoff:

Hmotnost	1 250 kg
Rozchod	do 1 000 mm
Výkon podbíjení	100 až 120 m/h
Délka	2 200 mm
Šířka	845 mm
Výška	1400 mm
Hydraulický příkon:	
Pro motory	75 l/min při 15 MPa
Pro hydraulické válce	50 l/min při 11 MPa

Pro možné využití pro rozchod 760 mm se nabízí úprava traverzy nesoucí podbíjecí jednotky. Traverza pro rozchod 1435 mm je dlouhá 940 mm a vzdálenost otočných čepů podbíjecích jednotek je 700 mm. Zde bychom potřebovaly zkrátit tuto vzdálenost o rozdíl rozchodů 1435 mm a 760 mm. Tento rozdíl činí 675 mm. Jak je patrné na Obr. 29 tuto úpravu nelze provést. Otočné čepy by se překrývaly a bylo by nemožné vyklánět podbíjecí jednotky. Bylo by také možné sestavit novou traverzu umožňující uložení podbíjecích jednotek na jeden společný čep.

Vzhledem k vysoké pořizovací ceně 1 600 000 Kč, většího zásahu do konstrukce podbíjecího agregátu a úprav hydraulického okruhu na SVP-74 doporučuji navrhnout vlastní zcela nový podbíjecí agregát. [16]



Obr. 29 Schéma otočné traverzy agregátu AST 8 Windhoff s nastavnou konzolí

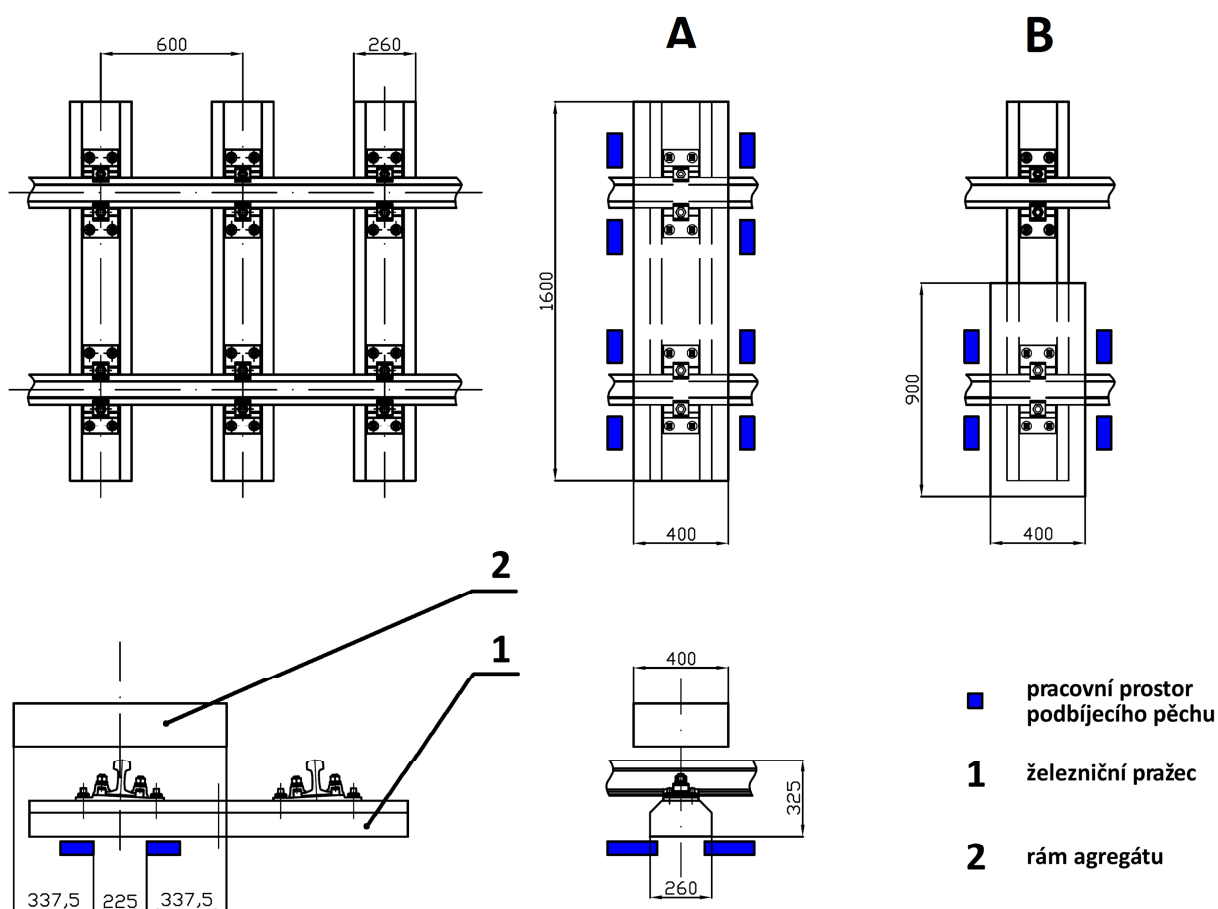
3 Návrh vlastního podbíjecího agregátu pro rozchod 760 mm

Z výše zmíněných důvodů doporučuji navrhnout vlastní zcela nový podbíjecí agregát pro rozchod 760 mm umožňující připojení na rameno stroje SVP-74, bez nutného zásahu do hydraulického okruhu. Nově konstruovaný podbíjecí agregát musí být lehké konstrukce a to jak po konstrukční, tak i po hmotnostní stránce. Musí být také lehký na obsluhu a údržbu. Mezi základní požadavky patří možnost připojení na rameno výložníku SVP-74 a jeho napojení na stávající hydraulický okruh. Podbíjecí agregát by měl také zvládat podbíjení ve výhybkách a křížení.

Úzký rozchod 760 mm má odlišné parametry (viz kapitola 2.2) na konstrukci tratě, než rozchod normální 1435 mm. Největší rozdíly jsou patrné v minimálních poloměrech oblouků $R = 50$ m a úhlu odbočení ve výhybkách. Dále pak konstrukcí železničního svršku, kde se minimální vrstva šterkového lože t (Obr. 8 a Obr. 9) mezi železniční plání a spodní plochou pražce pohybuje okolo $5 \div 10$ cm. S porovnáním s normálním rozchodem, kde se minimální vrstva pohybuje okolo $30 \div 50$ cm. Z výše zmíněných důvodů je v následujících oddílech zpracován návrh rozměrů rámu podbíjecího agregátu a technické požadavky na potřebné komponenty podbíjecího agregátu. Tak aby bylo využito stávajícího hydraulického okruhu a také mechanické propojení s ramenem SVP-74.

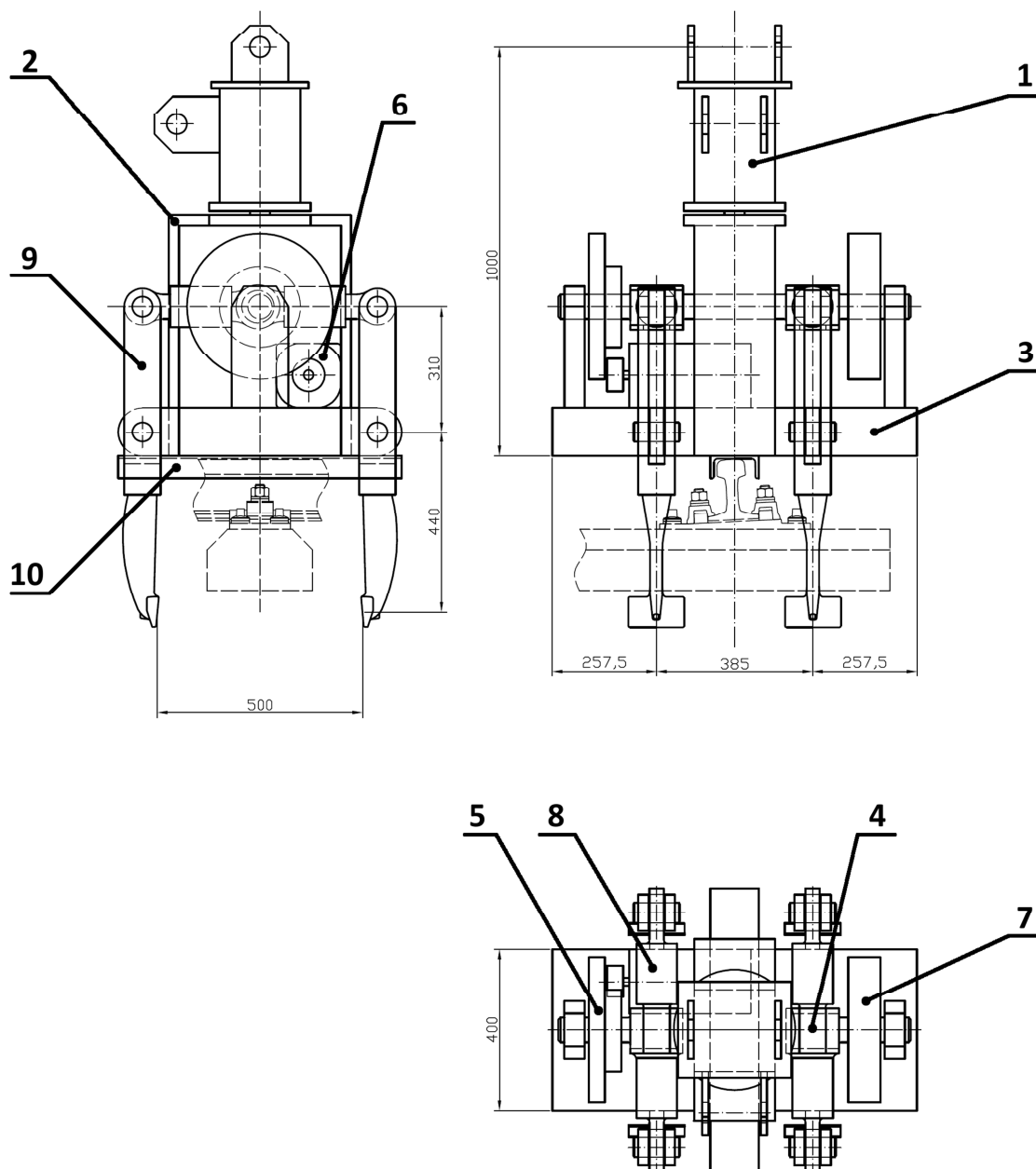
3.1.1 Návrh rozměrů a konstrukční řešení agregátu

Rozměrové požadavky na rám podbíjecího agregátu v příčné a podélné rovině jsou dány rozměry kolejového roštu (druhem kolejnic, upevnění a pražcem). Pro určení šířky rámu musím také zvolit typ podbíjecích pěchů. Volíme podbíjecí pěch BTI-535 FST-C (viz příloha č. 4), kde je činná šířka pěchu 140 mm. Pro návrh rozměrů rámu použijeme kolejový rošt typu S49, který je z používaných typů roštů nejmohutnější. Délka dřevěného pražce je obvykle 1600 mm a jeho šířka v úložné ploše činí 260 mm. Osová vzdálenost pražců se pohybuje okolo $600 \div 800$ mm. Rozměry rámu pak volíme následovně, délka rámu 1600 mm, šířka rámu 400 mm. Jak je vyobrazeno na Obr. 30A. Konstrukce tohoto rámu však neumožňuje možné podbíjení výhybek a křížení, kdy je zapotřebí podbíjet jen jeden kolejnicový pás. Z těchto důvodů volíme zkrácený rám umožňující podbíjení jen jednoho kolejnicového pásu (Obr. 30B), pak jsou rozměry rámu následující, délka rámu 900 mm, šířka rámu 400 mm. Výškové parametry jsou dány samotnou konstrukcí rámu.



Obr. 30 Návrh rozměrů rámu

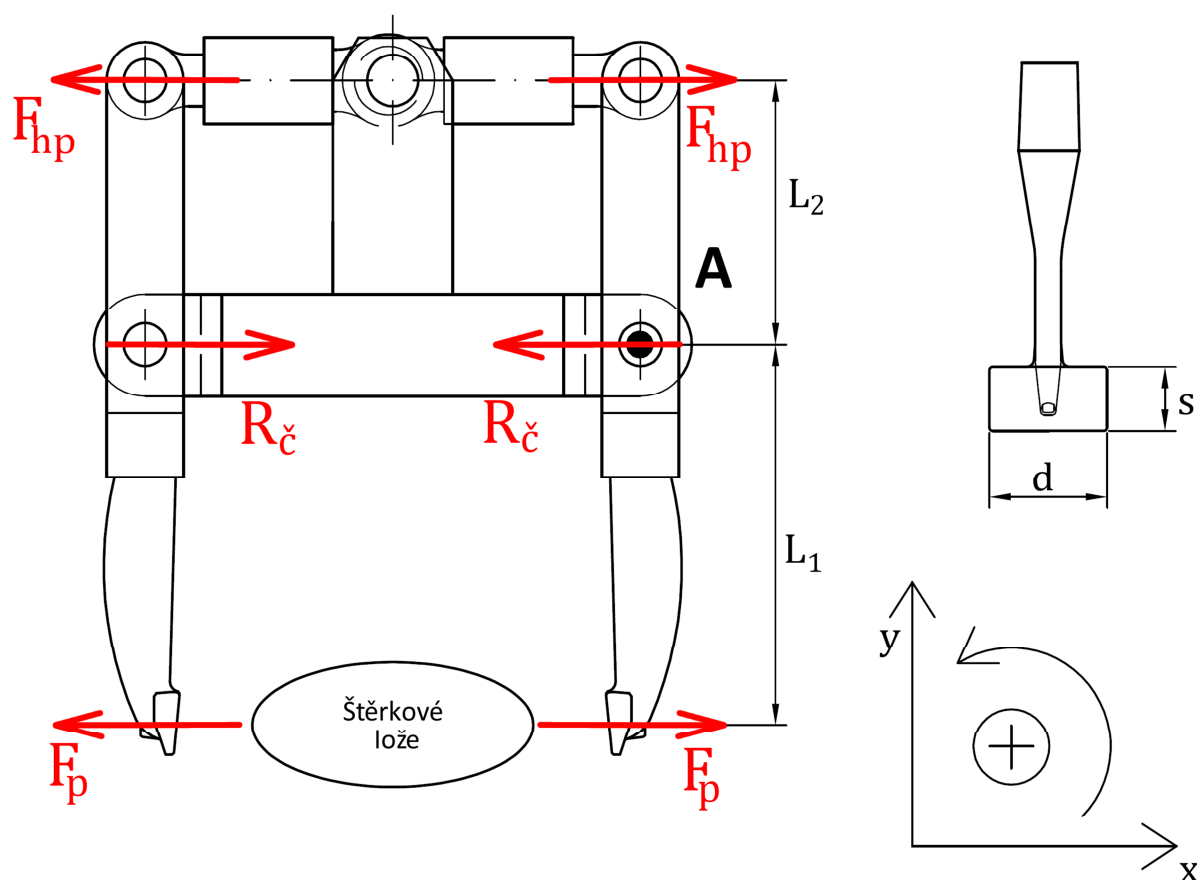
Nově navrhnutý podbíjecí agregát (Obr. 31) se skládá z mezikusu **1** umožňující na horní straně přímé napojení na rameno stroje SVP-74. Na tento mezikus je přivařen i úchyt pro závěsky umožňující předklánění agregátu. Mezikus je spojen s nosnou částí hlavního rámu **2** pomocí otočného čepu umožňující natáčení podbíjecího agregátu. Excentrické hřídele **4**. Otáčkami excentrické hřídele je dána frekvence vibrací podbíjecích pěchů. Ideální frekvence činí 35 Hz tj. otáčky 2100 min^{-1} . Excentrická hřídel je uložena pomocí ložisek ve vyvýšeném stojanu hlavního rámu **3**. Hřídel je z jedné strany osazena řetězovým nebo řemenovým kolem se setrvačником **5**, který je poháněn hydromotorem **6**. Na druhém konci hřídele se nachází další setrvačnik **7** pro zachování optimálních otáček excentrické hřídele. Na excentrech hřídele jsou pomocí ložisek umístěny 4 hydraulické písty **8** pro ovládání svírání pěchů, které jsou druhým koncem uloženy pomocí čepu na ramena pěchů **9**. Rameno podbíjecího pěchu je otočně uloženo v hlavním rámu pomocí čepu. Na spodní části hlavního rámu se nachází kolejová podpěra **10** pro centrování podbíjecího agregátu.



Obr. 31 Schéma podbíjecího agregátu

Nyní se zaměříme na silový rozbor podbíjecího zařízení. Přesněji na sílu, kterou musí vyvinout hydraulický píst pro svírání podbíjecích pěchů. Tak aby bylo docíleno správného svíracího tlaku mezi pěchy a štěrkovým ložem.

Silový rozbor podbýjecího agregátu:



Obr. 32 Silový rozbor agregátu

Pro určení síly F_{hp} (Obr. 32) vyvolanou hydraulickým pístem je potřebné znát sílu F_p . Síla F_p je dána činnou plochou podbýjecího pěchu a maximálním doporučeným tlakem působící na štěrkové lože při sevření pěchů. Tento tlak je experimentálně zjištěn a činí $p_{lože} = 11,5 \div 12,5$ MPa [2]. Pro výpočet volíme pěch s činnou plochou o velikosti $d = 140$ mm a $s = 75$ mm. Při výpočtu zanedbáme změnu polohy podbýjecích ramen při sevření pěchů. Výpočty jsou provedeny dle [4], [15], [18]:

Výpočet stlačující síly pěchu F_p :

Pro výpočet volíme vyšší hodnoty doporučeného tlaku a to $p_{lože} = 12,5$ MPa.

$$F_p = S_p \cdot p_{lože} = s \cdot d \cdot p_{lože} = 75 \cdot 140 \cdot 12,5 = 131\,250,0 \text{ N} \quad (1)$$

kde:

- F_p – pěchovací síla [N]
- S_p – činná plocha pěchu [mm^2]
- $p_{lože}$ – doporučený tlak šterkového lože [MPa]
- s – výška činné plochy pěchu [mm]
- d – šířka činné plochy pěchu [mm]

Síla F_p pak činí 131 250,0 N.

Výpočet stlačující síly pěchu F_{hp} :

Síla F_{hp} je dána rovnováhou momentů k bodu A, kde jsou ramena $L_1 = 440$ mm a $L_2 = 310$ mm. Se zavedením souřadného systému (Obr. 32) platí:

$$\sum_{i=1}^n M_{iA} = 0; F_p \cdot L_1 - F_{hp} \cdot L_2 = 0 \quad (2)$$

$$F_{hp} = F_p \cdot \frac{L_1}{L_2} = 131\,250,0 \cdot \frac{440}{310} = 186\,290,3 \text{ N} \quad (3)$$

kde:

- F_{hp} – síla Hydraulického pěchu [N]
- L_1 – délka spodního ramena pěchu [mm]
- L_2 – délka horního ramena pěchu [mm]

Reakční síla působící v čepovém uložení:

$$\sum_{i=1}^n F_{iX} = 0; F_{hp} + F_p - R_{\check{c}} = 0 \quad (4)$$

$$R_{\check{c}} = F_{hp} + F_p = 186\,290,3 + 131\,250,0 = 317\,540,3 \text{ N} \quad (5)$$

Parametry hydraulického pístu:

Hydraulický píst bude zapojen na hydraulický okruh stroje SVP-74 s maximálním tlakem $p_{SVP} = 16$ MPa. Hydraulický píst musí vytvářet sílu $F_{hp} = 186\,290,3$ N (3).

Výpočet vnitřního průměru pístu:

$$F_{hp} = p_{SVP} \cdot S_{hp} = p_{SVP} \cdot \frac{\pi \cdot d_{hp}^2}{4} \quad (6)$$

$$d_{hp} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{hp}}{p_{SVP} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 186\,290,3}{16 \cdot \pi}} = 121,75 \text{ mm} \quad (7)$$

kde:

- p_{SVP} – maximální tlak hydraulického okruhu [MPa]
- S_{hp} – vnitřní plocha hydraulického pístu [mm^2]
- d_{hp} – vnitřní průměr hydraulického pístu [mm]

Vnitřní průměr hydraulického pístu $d_{s\ hp}$ musí být větší než 122 mm

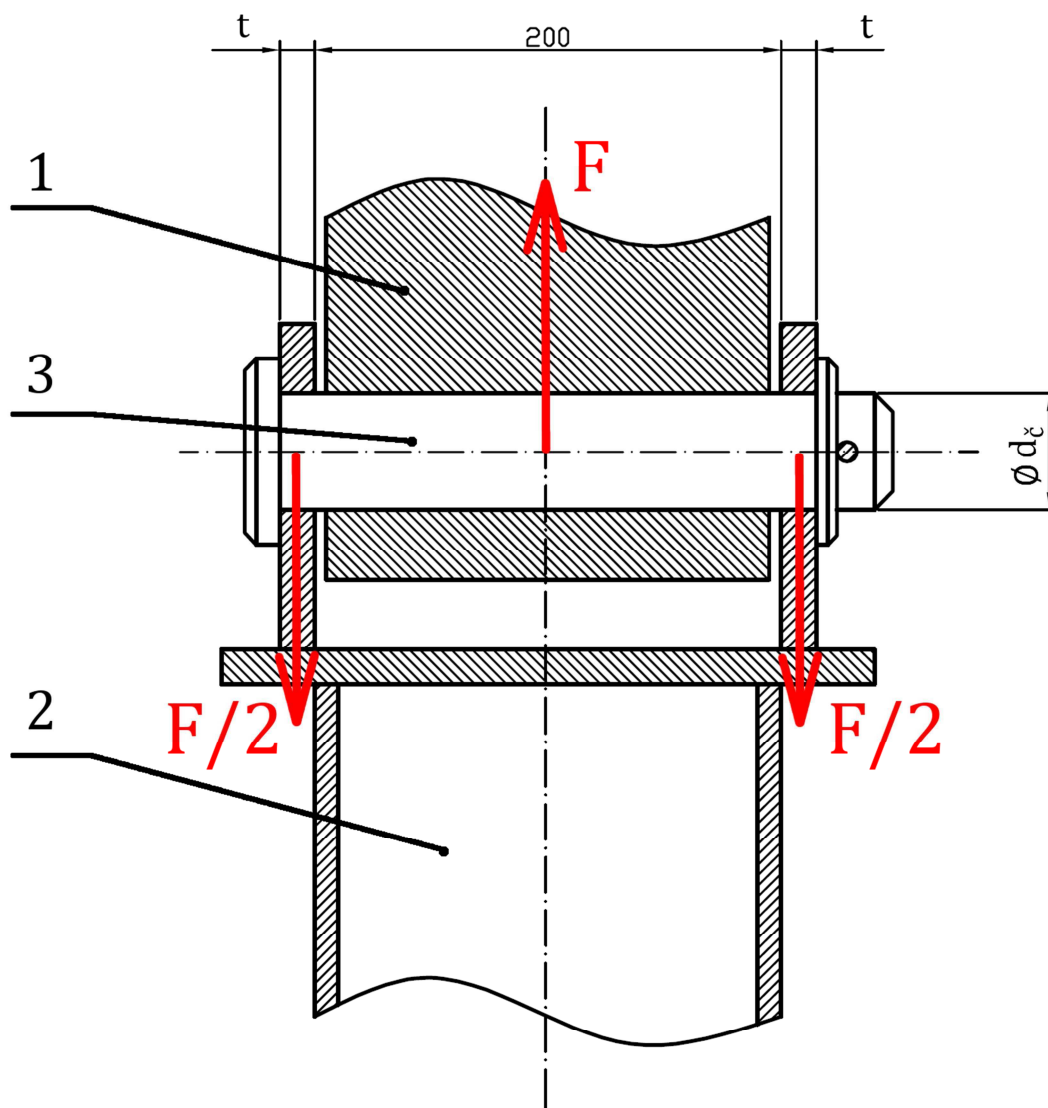
Požadavky na hydraulické válce pro svírání pěchů:

- Vnitřní průměr pístu $d_{s\ hp} \geq 122 \text{ mm}$
- Maximální konstrukční tlak pístu $p_{SVP} \geq 16 \text{ MPa}$
- Minimální délka dána konstrukcí ramena pěchu
- Zdvih pístnice dána konstrukcí ramena pěchu

Na základě těchto potřebných parametrů mohou být navrženy konkrétní hydraulické válce, které dodává standardně mnoho výrobců, nabízejících ve svých katalozích široké spektrum válců různých parametrů. Například AXL Semily, Jihostroj, a.s., HYDRAULICS s.r.o., KROB s.r.o., AMP Hydraulika s.r.o. a další.

3.1.2 Mechanické zapojení na rameno SVP-74

Mechanické spojení (Obr. 33) podbíjecího agregátu **2** s ramenem výložníku **1** je provedeno pomocí čepu **3** zajištěného pomocí závlačky. Hmotnost podbíjecího zařízení pro výpočet odhadujeme a jeho hmotnost činí $m_{pz} = 500$ kg. Další potřebné rozměry jsou: průměr čepů $\varnothing d_{\zeta} = 50$ mm a tloušťka plátu $t = 20$ mm. Materiál čepu a závěsek podbíjecího agregátu je 11 373, kde je minimální smykové napětí $R_{e\ min} = 235$ MPa [14] a součinitel bezpečnosti volíme $k = 2$. Za výše zmíněných podmínek provedeme kontrolu čepu na stříh a otláčení.



Obr. 33 Mechanické zapojení podbíjecího agregátu

Kontrola čepu na stříh – dle [14] a [15]:

Smykové napětí působící v čepu musí být menší nebo rovno dovolenému napětí ve smyku materiálu.

$$\tau_{\zeta} \leq \tau_{dov.} \quad (8)$$

kde:

- τ_{ζ} – smykové napětí [MPa]
- $\tau_{dov.}$ – dovolené napětí ve smyku [MPa]

Dovolené napětí ve smyku je dané z dovoleného napětí v tahu a jeho hodnota činí 50 až 60 % dovoleného napětí v tahu. Ve výpočtu volíme střední hodnotu a to 55 % dovoleného napětí v tahu.

$$\tau_{dov.} = (0,50 \div 0,60) \cdot \sigma_{dov.} = 0,55 \cdot \frac{R_{e\ min}}{k} = 0,55 \cdot \frac{235}{2} = 64,62 \text{ MPa} \quad (9)$$

kde:

- $\sigma_{dov.}$ – dovolené napětí v tahu [MPa]
- $R_{e\ min}$ – minimální smykové napětí [MPa] - dle [14] pro materiál 11 373
- k – bezpečnostní konstanta [–]

Kontrola čepu na stříh:

$$\tau_{\zeta} = \frac{F}{2 \cdot S_{\zeta}} = \frac{m_{pz} \cdot g}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d_{\zeta}^2}{4}} = \frac{500 \cdot 9,81}{2 \cdot \frac{\pi \cdot 50^2}{4}} = 1,25 \text{ MPa} \quad (10)$$

kde:

- F – zatěžující síla [N]
- S_{ζ} – plocha čepu [mm²]
- m_{pz} – hmotnost podbíjecího zařízení [kg]
- g – gravitační zrychlení [m · s⁻²]
- d_{ζ} – průměr čepu [mm]

Dosazením rovnic (9) a (10) do rovnice (8) vychází, že čep vyhovuje podmínce na stříh.

Kontrola čepu na otlačení – dle [14] a [15]:

Tlak působící na čep musí být menší nebo roven dovolenému tlaku materiálu.

$$p \leq p_{dov.} \quad (11)$$

kde:

- p – tlak [MPa]
- $p_{dov.}$ – dovolený tlak [MPa]

Pro dovolený tlak platí:

Dovolené tlak je dán z meze skluzu a jeho hodnota činí 10 až 30 % meze skluzu. Ve výpočtu volíme střední hodnotu a to 20 % meze skluzu.

$$p_{dov.} = (0,1 \div 0,3) \cdot R_{e\ min} = 0,2 \cdot 235 = 47 \text{ MPa} \quad (12)$$

Tlak působící na čep:

$$p = \frac{F}{2 \cdot S_p} = \frac{m_{pz} \cdot g}{2 \cdot t \cdot d_{\xi}} = \frac{500 \cdot 9,81}{2 \cdot 20 \cdot 50} = 2,45 \text{ MPa} \quad (13)$$

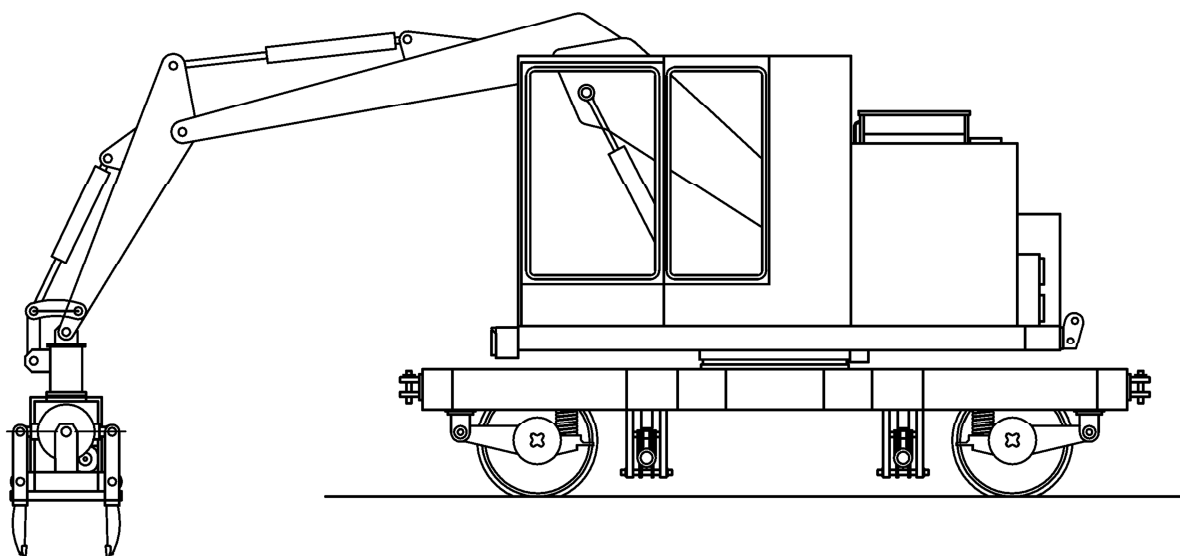
kde:

- S_p – celková plocha závěsek působící na čep[N]
- t – tloušťka závěsky [mm]

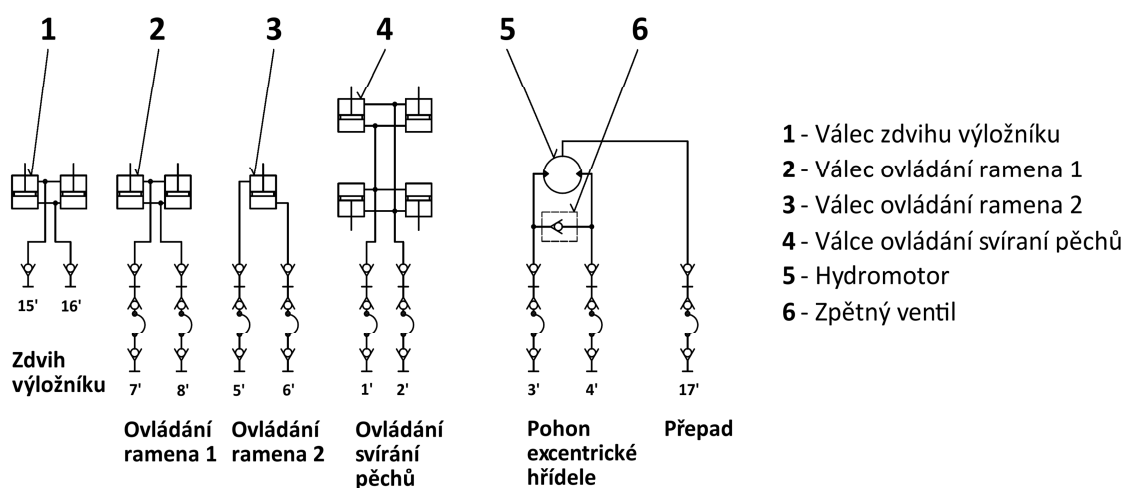
Dosažením rovnic (12) a (13) do rovnice (11) vychází, že čep vyhovuje podmínce na otlačení.

3.1.3 Hydraulické zapojení

Hydraulické zapojení nového podbíjecího agregátu se provede na stávající hydraulický okruh. Na rychlospojky 15' a 16' jsou zapojeny hydraulické válce zdvihu výložníku. Na rychlospojky 7' a 8' se připojí hydraulické válce ramena 1 a 5' a 6' ovládají ramena 2. Ovládání svírání pěchů je zapojeno na rychlospojky 1' a 2'. Hydromotor pohánějící excentrickou hřídel se připojí na rychlospojky 3' a 4' a přepad 17'. Hydraulické schéma zapojení je zobrazeno na Obr. 35.



Obr. 34 Schéma SVP-74 s podbíjecím zařízením



Obr. 35 Hydraulické zapojení podbíjecího agregátu

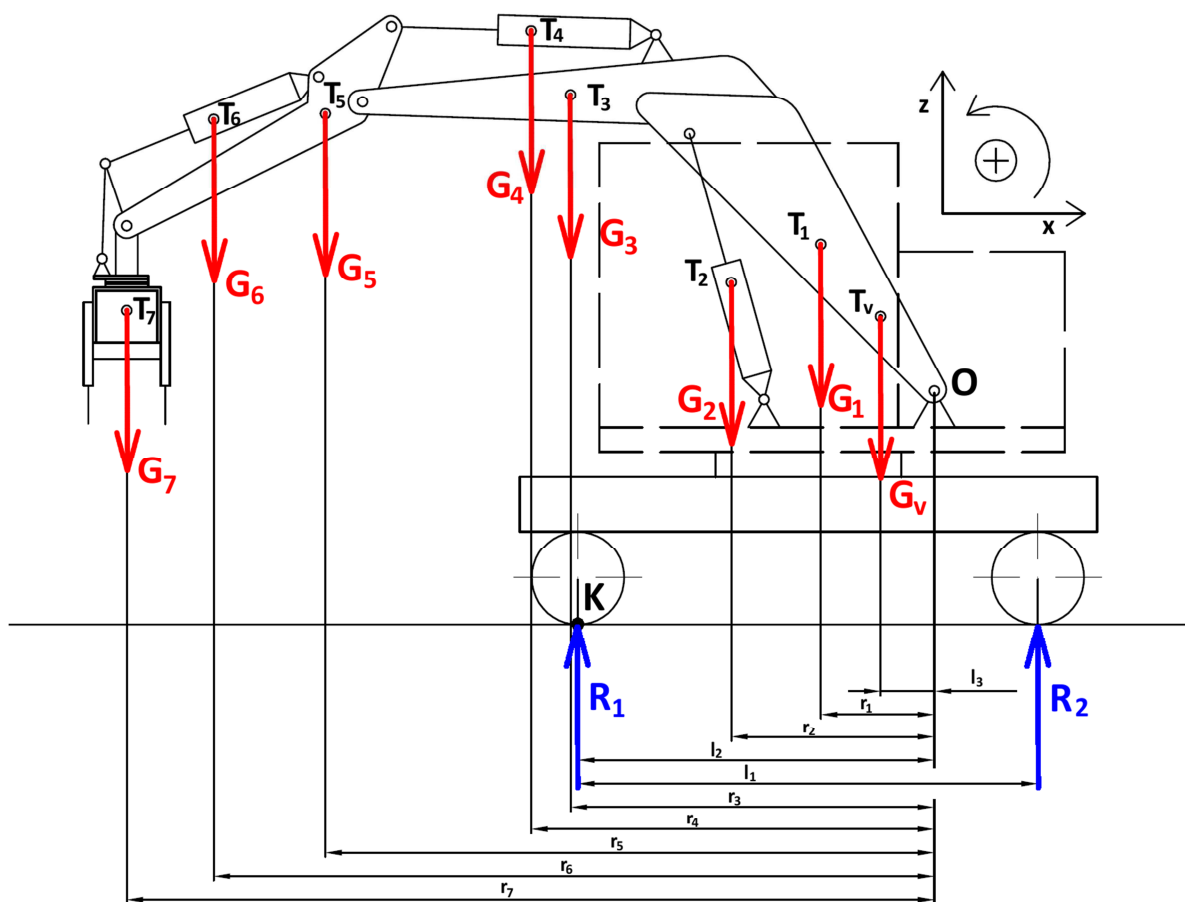
3.1.4 Výpočet stability vozidla

U speciálních vozidel často dochází k velkému vyosení těžiště pracovních částí. Proto se standardně provádí výpočet stability vozidla. Výpočet stability vozidla provedeme pro dva případy, první případ bude při práci na přímé trati bez převýšení a druhý při otáčení o 180° v oblouku s maximálním převýšením.

Základní údaje pro výpočty:

$m_1 = 850 \text{ kg}$	$r_1 = 1,41 \text{ m}$	$b_1 = 2,40 \text{ m}$	$l_1 = 3,00 \text{ m}$
$m_2 = 110 \text{ kg}$	$r_2 = 1,56 \text{ m}$	$b_2 = 1,75 \text{ m}$	$l_2 = 2,10 \text{ m}$
$m_3 = 550 \text{ kg}$	$r_3 = 2,99 \text{ m}$	$b_3 = 3,20 \text{ m}$	$l_3 = 0,45 \text{ m}$
$m_4 = 100 \text{ kg}$	$r_4 = 3,77 \text{ m}$	$b_4 = 4,10 \text{ m}$	$l_4 = 0,60 \text{ m}$
$m_5 = 500 \text{ kg}$	$r_5 = 4,79 \text{ m}$	$b_5 = 3,87 \text{ m}$	$l_5 = 0,25 \text{ m}$
$m_6 = 40 \text{ kg}$	$r_6 = 5,18 \text{ m}$	$b_6 = 4,05 \text{ m}$	$l_6 = 0,75 \text{ m}$
$m_7 = 500 \text{ kg}$	$r_7 = 5,95 \text{ m}$	$b_7 = 3,70 \text{ m}$	
$m_N = 4\,720 \text{ kg}$	$r_N = 0,35 \text{ m}$	$b_N = 1,25 \text{ m}$	$2S = 800 \text{ mm}$
$m_S = 5\,710 \text{ kg}$	$r_S = 0,38 \text{ m}$		$p = 75 \text{ mm}$
$m_V = 10\,430 \text{ kg}$			

1. Při práci v přímé trati bez převýšení : (Obr. 36)



Obr. 36 Stabilita vozidla SVP-74 při práci

Cílem výpočtu je určit, zda je třeba při práci použít hydraulická upínadla. Kontrolní výpočet je proveden v poloze maximálního vysunutí výložníku, která se v praxi nebude využívat, ale představuje krajní, nejméně příznivý případ při práci s podbíjecím agregátem.

Výpočet stability vozidla – dle [18]

Výpočet stability vozidla vychází z momentové rovnice, kdy reakční síly R_1 a R_2 musí vycházet kladně. Pokud bude výsledná reakce záporná dochází k převržení vozidla. Moment se bude vztahovat k bodu K

Výpočet stability vozidla v přímé trati bez převýšení:

$$\sum_{i=1}^n M_{iK} = 0; \sum_{i=1}^7 G_i \cdot (r_i - l_2) - T \cdot (l_2 - l_3) + R_2 \cdot l_1 = 0 \quad (14)$$

$$R_2 = \frac{T \cdot (l_2 - l_3) - \sum_{i=1}^7 G_i \cdot (r_i - l_2)}{l_1} = 45\,144,64 \text{ N} \quad (15)$$

kde:

- M_{iK} – statický moment k bodu K [Nm]
- G_i – tíhové síly ($m_i \cdot g$) [N]
- G_v – tíhová síla vozidla bez ramen ($m_v \cdot g$) [N]
- m_i – hmotnost [kg]
- g – tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
- r_i – ramena momentů od bodu O k jednotlivým těžištím [m]
- l_1 – rozvor vozidla [m]
- l_2 – vzdálenost bodu O k bodu K [m]
- l_3 – vzdálenost bodu O k těžišti T_v [m]
- R_2 – reakční síla [N]

Pro stabilitu vozidla pak platí:

$$R_2 \geq 0 \quad (16)$$
$$45\,144,64 \geq 0$$

Z podmínky stability (16) vyplývá, že vozidlo je při práci stabilní a není nutné používat hydraulických upínadel, přesto však použití upínadel v provozu doporučuji.

2. Při otáčení o 180° v oblouku s převýšením: (Obr. 37)

Kontrolní výpočet je provede v nejnepříznivějším případě a to v oblouku s převýšením $p = 75 \text{ mm}$ a s maximálním vysunutím výložníku, která se v praxi nebude využívat, ale představuje krajní, nejméně příznivý případ. Počítáme rovněž s vlivem setrvačných odstředivých sil.

Výpočet setrvačných odstředivých sil vznikající rotací nástavby a ramen okolo osy Z' :
(předpoklad: $n \doteq 0,5 \text{ s}^{-1}$)

$$F_{od i} = m_i \cdot (r_i - l_4) \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2 \quad (17)$$

$$F_{od N} = m_N \cdot r_N \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2 \quad (18)$$

kde:

- $F_{od i}$ – setrvačné odstředivé síly částí ramena [N]
- $F_{od N}$ – setrvačné odstředivé síly otáčející se nástavby [N]
- l_4 – vzdálenost bodu O k ose Z' [m]
- r_N – vzdálenost těžiště T_N od osy Z' [m]
- n – otáčky nástavby s ramenem [s^{-1}]

Vypočtené hodnoty setrvačných odstředivých sil:

$$F_{od 1} = 6\,795,22 \text{ N}$$

$$F_{od 2} = 1\,042,23 \text{ N}$$

$$F_{od 3} = 12\,974,59 \text{ N}$$

$$F_{od 4} = 3\,129,66 \text{ N}$$

$$F_{od 5} = 20\,677,82 \text{ N}$$

$$F_{od 6} = 1\,808,11 \text{ N}$$

$$F_{od 7} = 26\,410,19 \text{ N}$$

$$F_{od N} = 16\,305,59 \text{ N}$$

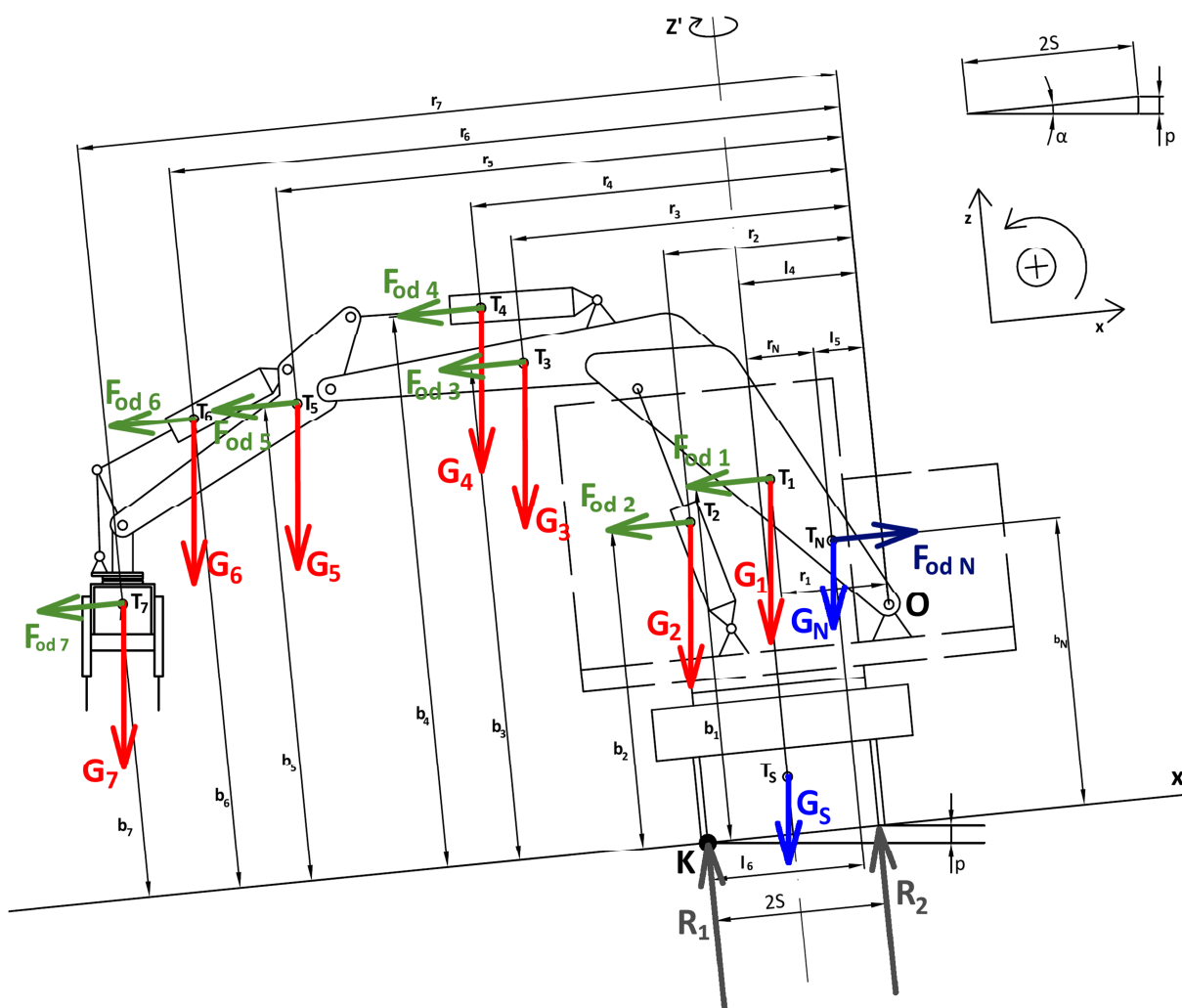
Výpočet stability vozidla při otáčení o 180° v oblouku s převýšením vychází taktéž z momentové rovnice, kde reakční síly R_1 a R_2 musí vycházet kladně. Pokud bude výsledná reakce záporná, dochází k převržení vozidla. Do statické soustavy zasahují i vnější síly $F_{od i}$ od setrvačných odstředivých účinků. Vlivem postavením vozidla v převýšení se změní i zadané hodnoty ramen k těžišti o úhel α (19). Moment se bude vztahovat k bodu K

Úhel náklonu α vzniklý od postavení vozidla v oblouku s maximálním převýšením vychází z pravoúhlého trojúhelníku (Obr. 37):

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{p}{2S} = \operatorname{arctg} \frac{75}{800} = 5,356^\circ \quad (19)$$

kde:

- p – maximální převýšení v oblouku [mm]
- $2S$ – vzdálenost styčných kružnic [mm]



Obr. 37 Stabilita vozidla SVP-74 při otáčení o 180°

Vlivem nahnutí vozidla se změní jednotlivá ramena těžišť k bodu K o stejný úhel α .

Změna poloměru ramena při nahnutí vozidla vychází z pravoúhlého trojúhelníku:

$$r'_i - l_4 = \frac{r_i - l_4}{\cos \alpha} \quad (20)$$

Výpočet stability vozidla v oblouku s převýšením a otáčením o 180°:

$$\sum_{i=1}^n M_{iK} = 0 \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^7 G_i \cdot (r'_i - l_4) + \sum_{i=1}^7 F_{od\ i} \cdot b_i - G_N \cdot l_6 - F_{od\ N} \cdot b_N - G_S \cdot S + R_2 \cdot 2S = 0$$

kde:

- G_N – tíhová síla nástavby vozidla [N]
- G_S – tíhová síla pojezdu vozidla [N]
- b_i – výška těžiště od osy x [m]
- l_6 – vzdálenost těžiště T_N k bodu K [m]
- $2S$ – vzdálenost styčných kružnic [m]

Výpočet reakce R_2 pro zjištění stability vozidla:

$$R_2 = \frac{T_N \cdot 0,75 + F_{od\ N} \cdot b_N + T_S \cdot S - \sum_{i=1}^7 G_i \cdot (r'_i - 0,98) - \sum_{i=1}^7 F_{od\ i} \cdot b_i}{2S} \quad (22)$$

$$R_2 = -355\ 219,77\ \text{N}$$

Pro stabilitu vozidla pak platí:

$$R_2 \geq 0$$

$$-355\ 219,77 \geq 0 \quad (23)$$

Z podmínky stability (23) vyplývá, že vozidlo je při otáčení v oblouku nestabilní a je nutné použít hydraulická upínadla, kterými ovšem je unifikovaný stroje SVP-74 standardně vybaven od výroby viz. Obr. 17.

4 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout lehkou podbíječku pro operativní údržbu úzkorozchodných tratí tak, aby nahradila fyzicky náročnou práci ručního podbíjení. Práci na tomto tématu jsem započal studiem existujících speciálních vozidel. Získaný materiál jsem zpracoval rešeršní formou v úvodních kapitolách této práce.

Před samotným vlastním návrhem podbíjecího agregátu jsem se zaměřil na existující podbíjecí agregáty pro možnou úpravu na rozchod 760 mm. V tomto ohledu jsem našel jediného výrobce dodávajícího podbíjecí agregáty na rozchod 1435 mm s možností připojení na rameno výložníků dvoucestných vozidel popřípadě stroje SVP-74. Konstrukční řešení podbíjecího agregátu AST-8 Windhoff neumožňuje snadnou úpravu pro rozchod 760 mm a s ohledem na ekonomickou stránku, kdy se cena nového podbíjecího agregátu pohybuje okolo 1 600 000 Kč, jsem se zaměřil na vlastní návrh podbíjecího agregátu.

Při vlastním návrhu podbíjecího agregátu jsem se inspiroval konstrukčním řešením podbíjecích agregátů u automatických strojních podbíječek. Také jsem zvažoval možné využití existujících částí podbíjecích agregátů, jako jsou například podbíjecí pěchy, ramena pěchů a dalších částí. Ze stísněných rozměrových podmínek úzkorozchodné tratě a možností podbíjení výhybek a křížení jsem se rozhodl pro podbíjecí agregát umožňující podbíjení jednoho kolejnicového pásu. Podbíjecí rychlost takto navrhnutého agregátu se odhaduje na 40 až 60 metrů za hodinu. Tato konstrukce je sice málo efektivní pro rozsáhlé podbíjení na větších úsecích tratí, ale pro operativní údržbu, kdy je potřebné podbití jednoho nebo dvou kolejových polí, se ukazuje jako vhodná.

V dalších kapitolách práce jsem se zaměřil na možnost napojení navrhovaného podbíjecího agregátu na rameno výložníku stroje SVP-74 a zapojení na stávající hydraulický okruh. Stroj SVP-74 je svojí konstrukcí schopen mechanického i hydraulického zapojení zamýšleného podbíjecího agregátu. Pro případný provoz na trati byl zpracován výpočet stability, zda je nutné při manipulaci ramena výložníku SVP-74 s podbíjecím agregátem využívat hydraulická upínadla. Z výpočtu vyplývá, že je při manipulaci s ramenem výložníku nutné využít hydraulická upínadla tak, aby nedošlo k převrnutí stroje SVP-74.

Výsledný návrh byl konzultován s odborníky z praxe a bylo konstatováno, že je realizovatelné, s očekávaným přínosem pro údržbu úzkorozchodné tratě.

5 Seznam použité literatury

- [1] HAMADA, Anton; BRÉM, Jaroslav. *Strojový vymieňáč podvalov a jeho modifikácie*. Vyd. 1. Praha : Nakladatelství dopravy a spojů, 1991. 136 s. ISBN 80-7030-062-0.
- [2] LICHTBERGER, Bernard. *Track Compendium : Formation, Permanent Way, Maitenance, Economics*. Vyd. 1. Verlagsdruckerei Kessler : Eurailpress, 2005. 634 s. ISBN 3-7771-0320-9.
- [3] ADÁMEK, W., JELÍNEK, V., LATA, M., KALINČÁK, D. *Speciální vozidla a stroje pro práci na železničních tratích*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1998. ISBN 80-7194-126-3.
- [4] BLÁHA, Jaroslav; BRADA, Karel. *Hydraulické stroje*. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1992. 752 s. ISBN 80-03-00665-1.
- [5] PLACHÝ, Stanislav. [online]. 2006, 2011 [cit. 2011-04-21]. Pracovní stroje na železnici. Dostupné z WWW: < <http://sch150.wgz.cz/beawer-79-800-w>>.
- [6] BINDER, Robert. *Inžinierske stavby lesnicke : III. sväzok*. prvé 1958. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, n.p., Bratislava, 10. júla 1958. 140 s. A - 590858.
- [7] SKATULA, Leo. *Lesní železnice : část 5: inženýrské stavby lesnické*. 3. vyd. Praha : SPN, 1953. 244 s.
- [8] ČD S3/3 *Železniční svršek úzkorozchodných drah*. Praha: České Dráhy, a.s., 2002
- [9] ČD S8/3 *Předpis pro provoz speciálních vozidel podle typů*. Praha: České Dráhy, a.s., 2004
- [10] ČD S114 *Technické minimum pro traťové zaměstnance*. Dopravní nakladatelství : Ministerstvo dopravy, 1958
- [11] VYSLOUŽIL, Jiří. *Železniční tratě*. Vyd. 1. Praha : Nakladatelství dopravy a spojů, 1984. 198 s. 2502.
- [12] FLAT, Zdeněk; KAČO, Ivan. *Železniční spodek a svršek I.*. Vyd. 1. Praha : Nakladatelství dopravy a spojů, 1987. 224 s. 6434.
- [13] VYSLOUŽIL, Jiří; KOMÍN, Stanislav; HAMADA, Anton. *Železniční spodek a svršek II.*. Vyd. 1. Praha : Nakladatelství dopravy a spojů, 1978. 344 s. 6429.
- [14] SHIGLEY, J. E., MISCHKE, Ch. R., BUDYNAS, R. G. *Konstruování strojních součástí*. Vyd. 1. Brno : Vutium, 2010. 1300 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [15] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. 4. doplněné vydání. Úvaly : ALBRA, 2008. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.

- [16] Dokumentace firem Plasser & Theurer, Matisa, Windhoff
- [17] Provozní a technická dokumentace JHMD a.s. a ČHŽ n.o.
- [18] JEČMÍNEK, Josef. *Technická mechanika I. : Statika tuhých těles*. 4. upravené vydání. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1954. 248 s. 30103/5.

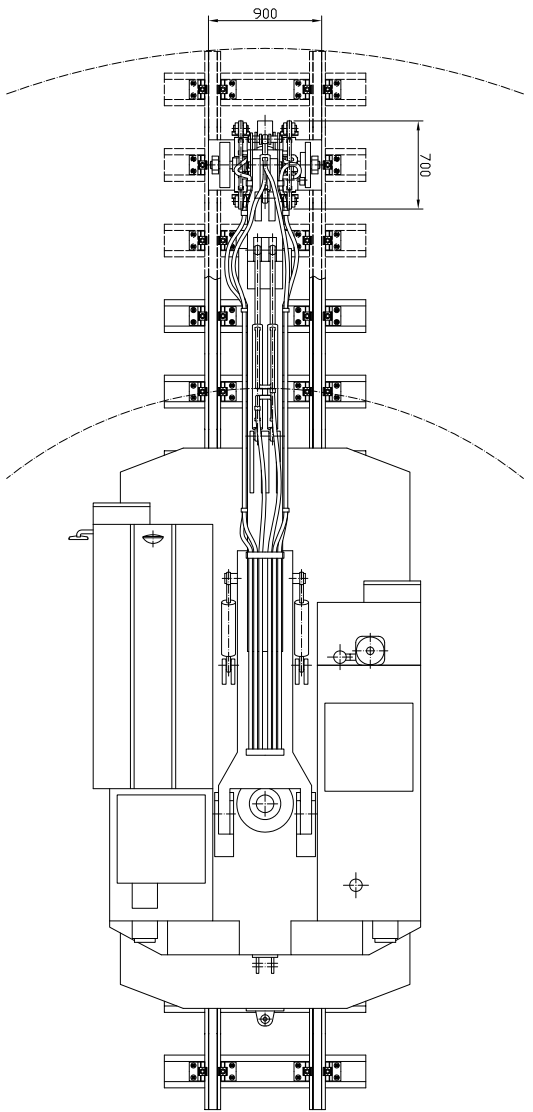
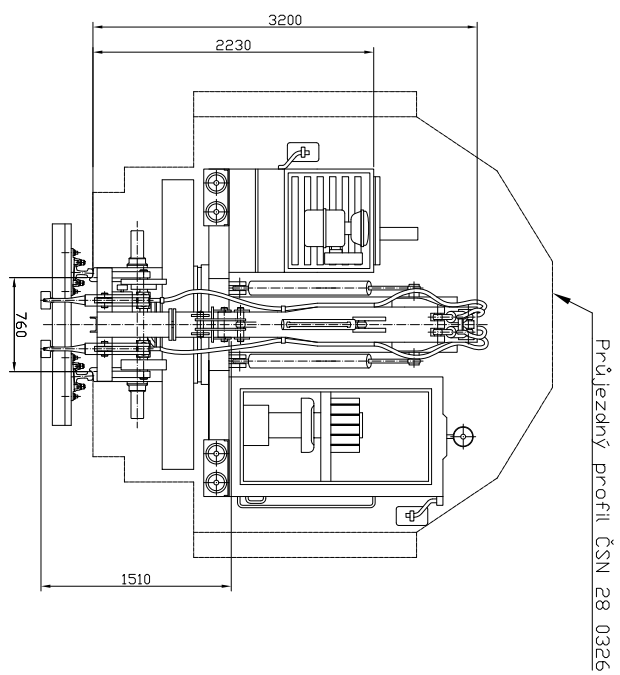
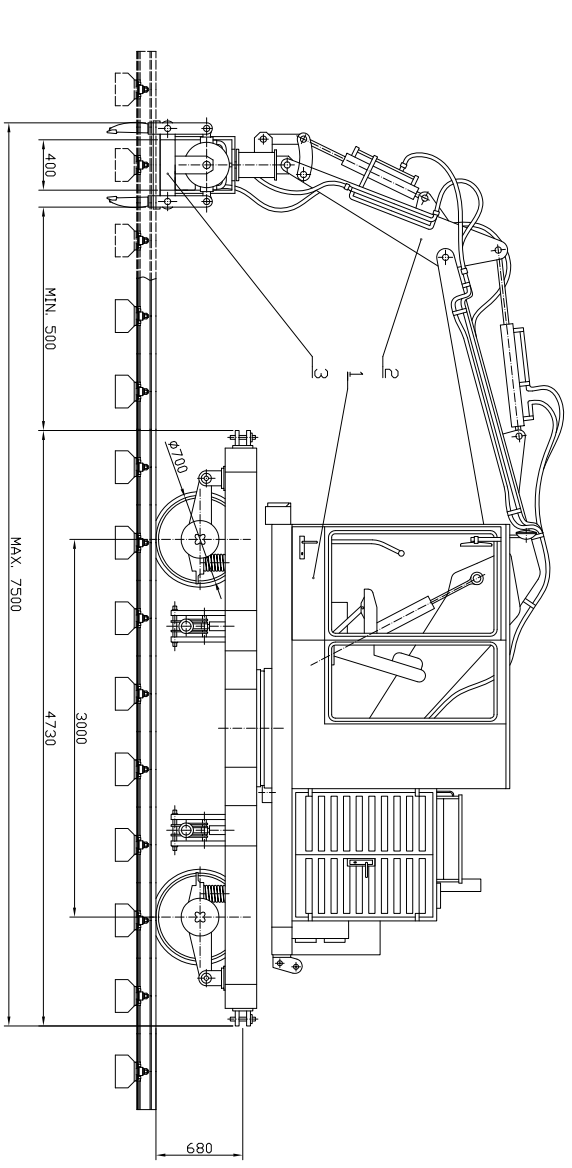
Seznam příloh

Příloha č. 1: Typový výkres SVP-74 s podbíjecím agregátem

Příloha č. 2: Ideový návrh podbíjecího agregátu

Příloha č. 3: Schéma hydraulického okruhu

Příloha č. 4: Podbíjecí pěch typu BTI-535 FST-C



TECHNICKÉ PODMÍNKY:
 PŘI MONTÁŽI MUSÍ BYT Z PODBÍJECÍHO AGREGÁTU - 760 ODMONTOVÁNA KLADIVA
 PŘEPRAVA S OCHRANNÝM VOZÍKEM (NAPŘ. PV, PVK)
 ROZDÍL HMOTNOSTI NÁBRÁVY KORIGOVAT MONTÁŽÍ PODLOŽEK POD VYPŘUŽENÍ
 PŘI OTÁČENÍ NÁSTAVBY POUŽÍT HYDRAULICKÉ UPIŇÁKY

PODBÍJECÍ AGREGÁT - 760	500	BP-MPA-400	3
PODKOP Z. JpZ-406			2
NOSEČ N-7L			1
P. K. NÁZEV	POLOIT	MATEK	MATEV
			HM.
			ČYME
			POZ
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
ZNAMENÍ			
ROZM. POLOIT.			
Č. POUZ. ZÁR.			
TYPR.	Lukáš Filip	R. D.	
PŘÍZK.			
TECHN.			
NÁZEV			

HMOTNOST kg 14000
 MĚR. 1:20

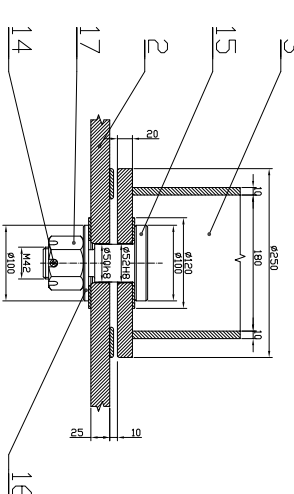
Univerzita Pardubice
 Dopravní fakulta Jana Pernera

SVP-74U PZ-760

CV. BP-TYPV-001
 LISTŮ

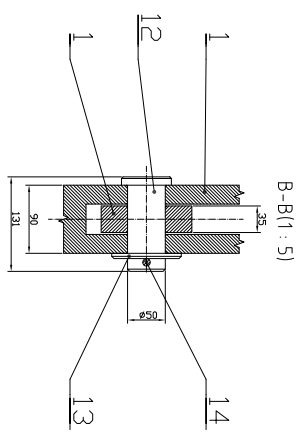
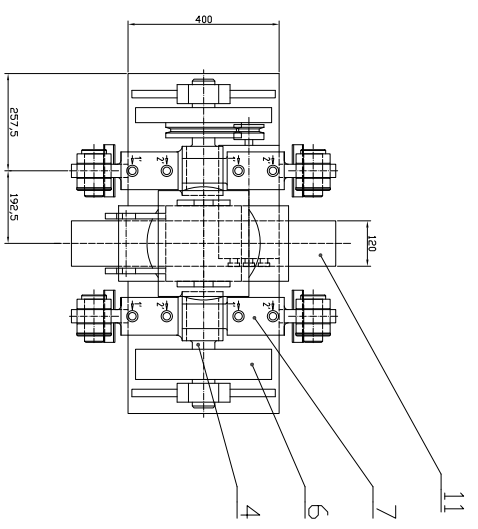
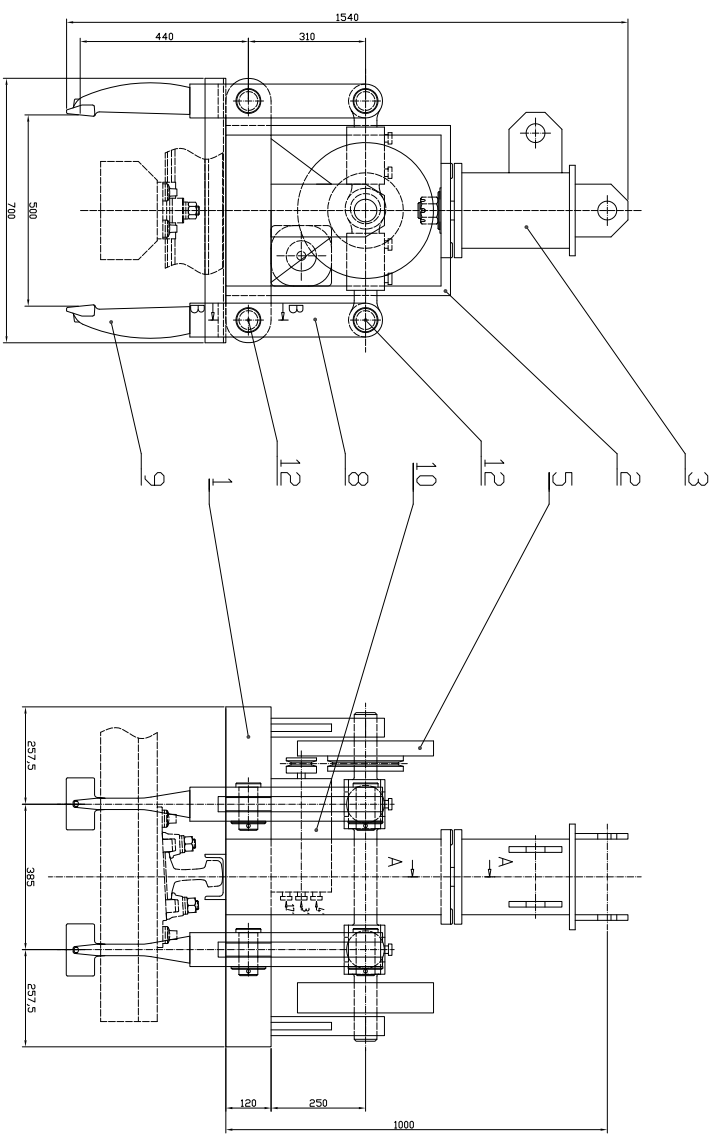
Rev.Čí Revizní poznámka Datum Podpis kontrola

A-A(1 : 5)



ZAPROJENÍ HYDRAULICKÝCH HADIC :
 RYCHLOSPOJKY 1 A 2 PRO HYDRAULICKÉ VÁLCE
 RYCHLOSPOJKY 3, 4, A 17 PRO HYDROMOTOR

VODÍTKO VOLIT PODLE TYPU KOLEJNIC
 ZÁKLADNÍ NÁTĚR - BARVA SYNT. ZÁKLADNÍ ČSN 67 3900
 VRCHNÍ NÁTĚR - ENAL SYNT. VNEJŠÍ ČSN 67 3913
 NEBARVIT PÍSTNICE, HADICE, VÝROBNÍ ŠTÍTKY, MAZNICE, ZÁVITKY



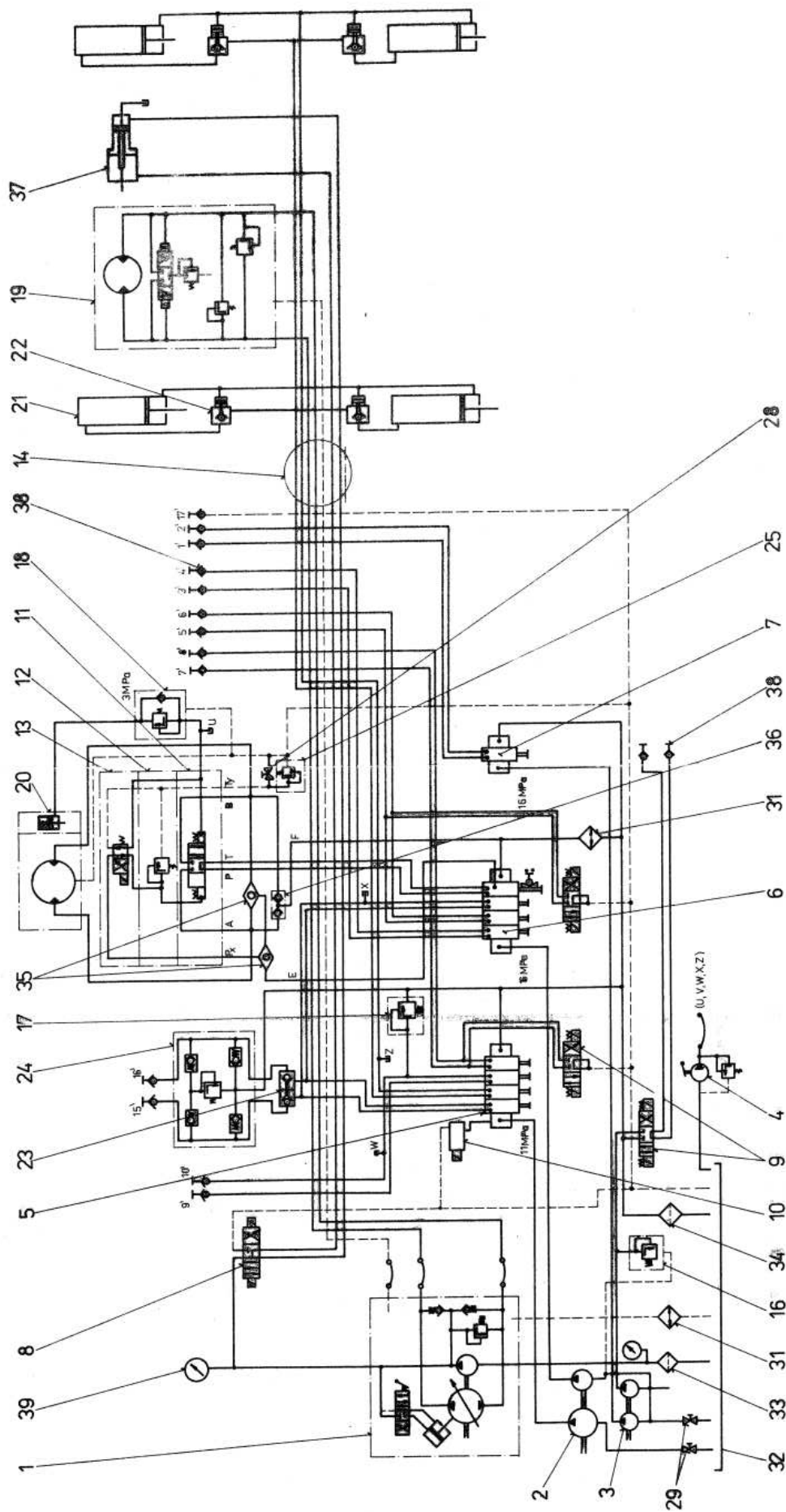
1	MATEMÁT 2 ČSN 02 141120	11	11
1	PODLOŽKA	16	
1	OTROVNÝ ČEP	15	
9	ZÁVĚTKA 10 x 15 ISO 1234-SI	14	
8	PODLOŽKA 50 ISO 7090-8	13	
8	ČEP 50 x 120 x 10 ISO 2341-SI	12	
1	VODÍTKO TYP 549	11	
1	HYDROMOTOR	10	
4	PODŘÍDEČ PĚCH - BTI	9	BTI-55F-51-C
4	RAVNÝ PĚCHU	8	
4	HYDRAULICKÝ VÁLCE	7	
4	SETRVÁČNÍK	6	
4	SETRVÁČNÍK S ŘEHNUTÍ	5	
1	EXCENTRICKÁ HRÁDEL	4	
1	MEZKUS	3	
1	NOŠNÝ RÁM	2	
1	HLAVNÍ RÁM	1	
P. K.	NÁZEV	POLIT	MATERK
			MATERV
			HM.
			ČYVĚR / NĚMA
			POZ.
	ZMĚNA	DATUM	PODPIS

Univerzita Pardubice
 Doprovňující fakulta Jana Pernera

ZNAMĚNÍ ROZMĚRY: 500 MER. 1:10

Č. PŘÍK. V. PR. / PŘÍK. V. PR.	LUKAŠ FILIP / LUKAŠ FILIP	TR.Č. / TR.Č.	
TECHN. V. PR. / TECHN. V. PR.	SCHWALL / SCHWALL	ČYVĚR. / ČYVĚR.	
NAZEV	STARÝ V. PR.	OBALČ.	

PODBÍJEČI AGREGÁTI - 760
 ČYV. BP-INPA-001
 LST1



Příloha č. 3 Schéma hydraulického systém N-74 [1]

- 1 - regulační čerpadlo, 2, 3 - dvoučerpadlo, 4 - ruční čerpadlo, 5, 6, 7 - rozvaděč, 8 - mikrorozvaděč, 9 - Elektromagnetický rozvaděč, 10 - mikrorozvaděč, 11 - hydraulický rozvaděč, 12 - přepouštěcí ventily, 13 - elektromagnetický rozvaděč, 14 - rotační převaděč, 16, 17 - přepouštěcí ventily, 18 - redukční ventil, 19 - konstantní motor, 20 - hydromotor otoče, 21 - hydraulický válec, 22, 23 - hydraulický zámek, 24 - dvojitý přepouštěcí ventily, 28, 29 - uzavírací ventily, 31 - hydraulický chladič, 32 - hydraulická nádrž, 33 - sací filtr, 34 - náporový filtr, 35 - dvojitý jednosměrný ventily, 36 - doplňovací ventily, 37 - řídicí váleček, 38 - zásuvka rychlospojky, 39 - manometr

Rev.Č. Revizní poznámka

6

Datum

Podpis

Kontrola

1

2

3

4

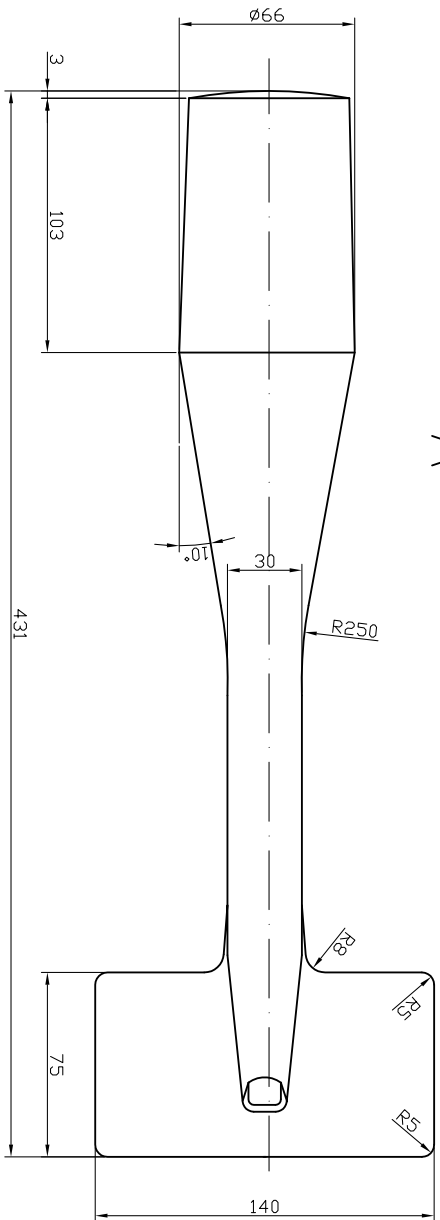
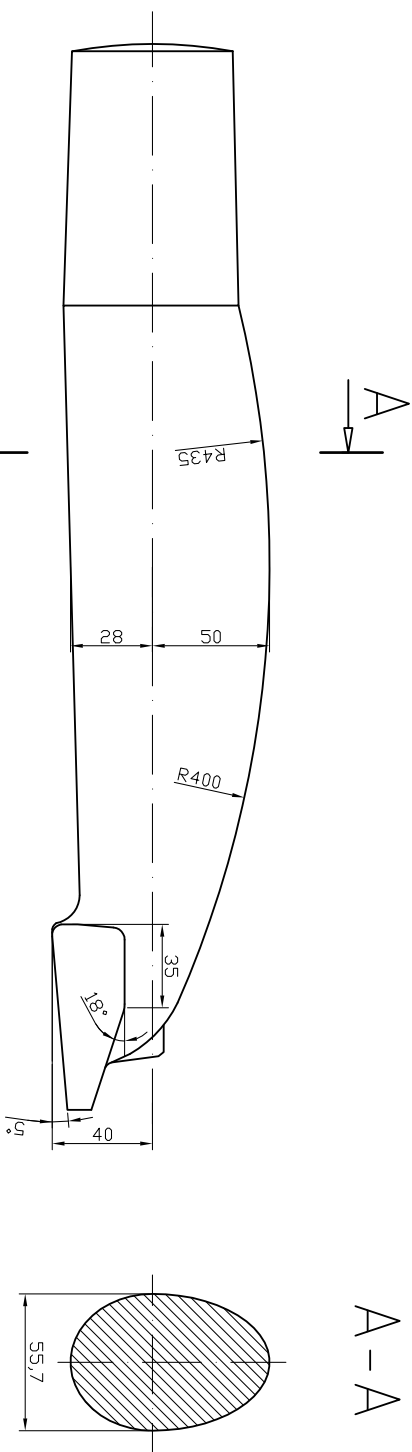
5

6

7

8

A-A



INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	HMOTNOST kg	10,20 kg	MĚŘ.	1:2
ZNAMĚNÍ	13 242.0			Č. SN.		TR. Č.	
ROZM. POLOH.				POZNI		Č. VYKR.	
Č. POM. ZAR.	Lukáš Filipi						
VYPR.							
PŘEZK.							
TECHN.	SCHWALL			STARŠ. V.		OBJ. Č.	
NÁZEV	Typ			Č. V.			
PĚCH BTI-535 FST-C				BTI-535 FST-C			
				LST0			

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

F

E

D

C

B

A

1

2

3

6

7

8