

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra výrobních strojů a konstruování**

**Konstrukční návrh kabiny řidiče velkstroje**

**Structural Design Cabin Driverdriging Machines**

Student:

Bc. Jan Chmel

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Chmel**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství  
Specializace: 10 Stroje pro těžbu a zpracování užitkových surovin  
Téma: **Konstrukční návrh kabiny řidiče velkostroje**  
**Structural Design Cabin Driverdriging Machines**

Zásady pro vypracování:

- 1) Rešerše konstrukce a upevnění kabin řidiče velkostrojů.
- 2) Konstrukční návrh řešení zdvihu kabiny řidiče velkostroje
- 3) Rozbor sil působících na kabinu řidiče
- 4) Základní výpočet zdvihu kabiny
- 5) Detailní výkres osy kabiny

Seznam doporučené odborné literatury:

- 1) BOLEK, A. a kol. *Části strojů 1*. Svazek 6. Vydání SNTL Praha. 1989, 707 s., ISBN 80-03-00426-7
- 2) ZAJAC, O.- BOROŠKA, J.- GONDEK, H. *Hlbinné dobývacie stroje a dopravné zariadenia*. Vydavateľ. ALFA, Bratislava. 1991. 428 s. ISBN-80-05-00713-2
- 3) ANTONIAK, J. *Przenosniki taśmowe*. Vydavateľstvo politechniki slaskiej Gliwice. 2004, 388 s. ISBN 83-7335 – 266- X
- 4) ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- 5) ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....*19.5.2014*.....

.....*J. Čel*.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorským zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takové případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 19.5.2014

Podpis: J. Chmel

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Jan Chmel

Adresa trvalého pobytu autora práce: Palachova 2381/29, Chomutov, ČR

**Poděkování:**

Tímto děkuji vedoucímu práce prof. Ing. Horstu Gondekovi, DrSc a spolupracovníkům z I. Strojírenské a.s. za rady, návody a diskuze k řešeným problémům. A v neposlední řadě také rodině za podporu ve studiu.

## **Anotace**

CHMEL, Jan. *Konstrukční návrh kabiny řidiče velkstroje*. Chomutov, 2014. Diplomová práce. VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování. Vedoucí práce prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.

Práce je rozdělena na několik částí. V úvodu je rešerše konstrukce a upevnění kabin řidiče velkstroje na rýpadlech používaných na obou lokalitách SD a.s. Následuje konstrukční návrh zdvihu kabiny řidiče, rozbor sil působících na kabinu řidiče za klidu i za provozu stroje a základní výpočet zdvihu kabiny. Dále je návrh kabiny řidiče velkstroje a jejího rozvržení. V závěru práce je návrh osy kabiny řidiče s její pevnostní kontrola.

**Klíčová slova:** velkstroj, kabina řidiče, zdvih, osa kabiny

## **Anotation**

CHMEL, Jan. *Structural Design Cabin Driverdriging Machines*. Chomutov, 2014. Diploma thesis. VSB-TU Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design. Supervisor prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.

The work is divided into several parts. At the beginning of the research there are showned as the design as the mounting of the cabs on the excavators giant machines used at both locations SD a.s. The following part deals with the design of cab's lift, analysis of the forces acting on the cab during the rest and during the machine operation and basic calculation of the lift's cabin. The final part deals with the proposal of cab of giant machine and its patterns. In conclusion there is the proposal of the cab's axis with its strength tests.

**Keywords:** giant machine, operator cab, stroke, axis of cabin

## Obsah:

Seznam použitých značek a symbolů .....	10
Úvod.....	14
1 Rešerše konstrukce a upevnění kabin řidiče velkostrojů .....	15
1.1 Kolesové rýpadlo K 650.....	15
1.1.1 Popis rýpadla .....	15
1.1.2 Umístění kabiny řidiče .....	16
1.2 Kolesové rýpadlo KU 300.....	17
1.2.1 Popis rýpadla .....	17
1.2.2 Umístění kabiny řidiče .....	17
1.3 Kolesové rýpadlo K 800.....	19
1.3.1 Popis rýpadla .....	19
1.3.2 Umístění kabiny řidiče .....	19
1.4 Kolesové rýpadlo KU 800.....	21
1.4.1 Popis rýpadla .....	21
1.4.2 Umístění kabiny řidiče .....	21
1.5 Kolesové rýpadlo K 2000.....	24
1.5.1 Popis rýpadla .....	24
1.5.2 Umístění kabiny řidiče .....	24
1.6 Kolesové rýpadlo KK 1300.....	26
1.6.1 Popis rýpadla .....	26
1.6.2 Umístění kabiny řidiče .....	27
1.7 Kolesové rýpadlo K 10 000.....	28
1.7.1 Popis rýpadla .....	28
1.7.2 Umístění kabiny řidiče .....	28
1.8 Kolesové rýpadlo SchRs 1320.....	30
1.8.1 Popis rýpadla .....	30
1.8.2 Umístění kabiny řidiče .....	30
1.9 Kolesové rýpadlo SchRs 1550.....	33
1.9.1 Popis rýpadla .....	33
1.9.2 Umístění kabiny řidiče .....	34
1.10 Konstrukce a vybavení kabin řidiče.....	35

2 Konstrukční návrh řešení zdvihu kabiny řidiče velkstroje.....	36
2.1 Současný stav .....	36
2.2 Požadavkový list .....	37
2.3 Morfologická matice .....	39
2.4 Stanovení hrubé stavební struktury.....	40
3 Rozbor sil působících na kabinu řidiče.....	42
3.1 Stálá zatížení.....	42
3.2 Nahodilá zatížení .....	42
4 Základní výpočet zdvihu kabiny .....	45
4.1 Spodní poloha zdvihu řídicího výložníku .....	47
4.1.1 Síly v jednotlivých částech po uvolnění ve spodní poloze.....	47
4.2 Vodorovná poloha zdvihu řídicího výložníku .....	50
4.2.1 Síly v jednotlivých částech po uvolnění ve vodorovné poloze .....	50
4.3 Horní poloha zdvihu řídicího výložníku .....	53
4.3.1 Síly v jednotlivých částech po uvolnění v horní poloze.....	53
4.4 Výsledky.....	55
4.5 Volba lana zdvihu .....	56
4.5.1 Síla v jednom laně za klidu stroje .....	56
4.5.2 Síla v jednom laně za provozu stroje .....	57
4.5.3 Volba lana.....	58
4.6 Návrh kladek .....	59
4.7 Návrh lanového bubnu .....	61
4.8 Výpočet potřebného výkonu.....	61
4.8.1 Výpočet rychlosti zdvihu.....	61
4.8.2 Navíjená délka lana .....	62
4.8.3 Rychlost navíjení lana .....	62
4.8.4 Otáčky bubnu.....	63
4.8.5 Kroutící moment na bubnu .....	63
4.8.6 Úhlová rychlost bubnu .....	63
4.8.7 Výkon potřebný na výstupním hřídeli převodovky .....	63
5 Návrh kabiny řidiče .....	64
5.1 Kabina řidiče velkstroje-současný stav .....	64
5.2 Celkové rozvržení kabiny.....	65



5.3 Návrh možného řešení .....	66
6 Osa kabiny.....	68
6.1 Pevnostní kontrola osy .....	68
6.1.1 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině $xz$ .....	71
6.1.2 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině $yz$ .....	73
6.2 Statická kontrola osy.....	75
6.2.1 Kontrola osy v místě I .....	76
6.2.2 Kontrola osy v místě II.....	77
6.2.3 Kontrola osy v místě III.....	78
7 Kontrola ložisek na ose.....	79
7.1 Ložiska na rámu kabiny řidiče.....	79
7.1.1 Výpočet výslednice působící síly.....	79
7.1.2 Kontrola minimálního zatížení .....	80
7.1.3 Kontrola statické bezpečnosti ložiska .....	80
7.2 Ložisko kladky .....	81
7.2.1 Výpočet zatížení ložiska.....	81
7.2.2 Kontrola minimálního zatížení .....	82
7.2.3 Kontrola statické bezpečnosti ložiska .....	82
8 Závěr .....	83
9 Použitá literatura.....	84
10 Seznam obrázků.....	87
11 Seznam tabulek.....	89
12 Seznam příloh.....	90

## Seznam použitých značek a symbolů

A	efektivní čelní plocha konstrukce	[m <sup>2</sup> ]
a	svislá vzdálenost závěsu lana paralelogramu od osy x	[m]
a <sub>b</sub>	hloubka drážky lanového bubnu	[m]
a <sub>k</sub>	šířka lanové kladky	[m]
b	vodorovná vzdálenost závěsu lana paralelogramu od osy y	[m]
b <sub>k</sub>	výška drážky lanové kladky	[m]
C	dynamická únosnost ložiska	[N]
C <sub>o</sub>	statická únosnost ložiska	[N]
C <sub>k</sub>	dynamická únosnost ložiska kladky	[N]
C <sub>ok</sub>	statická únosnost ložiska kladky	[N]
C <sub>or</sub>	statická únosnost ložiska rámu kabiny	[N]
C <sub>r</sub>	dynamická únosnost ložiska rámu kabiny	[N]
c	tvarový součinitel konstrukce	[-]
D <sub>b</sub>	průměr lanového bubnu	[m]
D <sub>k</sub>	průměr kladky	[m]
d	průměr hřídele	[m]
d <sub>I</sub>	průměr lana zdvihu kabiny řidiče	[m]
d <sub>I</sub>	průměr osy v místě I	[m]
d <sub>II</sub>	průměr osy v místě II	[m]
d <sub>III</sub>	průměr osy v místě III	[m]
F	maximální osově zatížení působící v laně zdvihu	[N]
F <sub>a</sub>	síla působící v lanech paralelogramu	[N]
F <sub>k</sub>	síla působící na kladku	[N]
F <sub>kab</sub>	síla od kabiny působící na osu	[N]
F <sub>kabv</sub>	výslednice sil od rámu kabiny	[N]
F <sub>kabx</sub>	síla od rámu kabiny působící na osu v ose x	[N]
F <sub>kaby</sub>	síla od rámu kabiny působící na osu v ose y	[N]
F <sub>kl</sub>	zatížení působící na ložisko kladky	[N]
F <sub>kx</sub>	složka síly působící na kladku v ose x	[N]
F <sub>ky</sub>	složka síly působící na kladku v ose y	[N]

$F_1$	síla působící v lanech zdvihu	[N]
$F_{1k}$	síla v jednom laně zdvihu za klidu stroje	[N]
$F_{1p}$	síla v jednom laně zdvihu za provozu stroje	[N]
$F_{min}$	minimální síla při přetržení lana	[N]
$F_{mink}$	minimální síla potřebná pro ložisko kladky	[N]
$F_{minr}$	minimální síla potřebná pro ložisko rámu kabiny	[N]
$g$	tíhové zrychlení	[ms <sup>-2</sup> ]
$i_{kl}$	převodový poměr lanového převodu	[-]
$k$	součinitel bezpečnosti použitého lana	[-]
$k_{min1}$	minimální součinitel bezpečnosti lana pro kabiny obsluh	[-]
$k_{min2}$	minimální součinitel bezpečnosti lana při poruše jednoho lana	[-]
$l_k$	délka kabiny řidiče	[m]
$l_{lana}$	délka lana zdvihu	[m]
$l_v$	délka řídicího výložníku	[m]
$M_{ax}$	ohybový moment na ose k bodu A v ose x	[N·m]
$M_{ay}$	ohybový moment na ose k bodu A v ose y	[N·m]
$M_{bx}$	ohybový moment na ose k bodu B v ose x	[N·m]
$M_{by}$	ohybový moment na ose k bodu B v ose y	[N·m]
$M_{cx}$	ohybový moment na ose k bodu C v ose x	[N·m]
$M_{cy}$	ohybový moment na ose k bodu C v ose y	[N·m]
$M_{iA}$	ohybový moment v místě A	[N·m]
$M_{iB}$	ohybový moment v místě A	[N·m]
$M_{oI}$	celkový ohybový moment v místě I	[N·m]
$M_{oII}$	celkový ohybový moment v místě II	[N·m]
$M_{oIII}$	celkový ohybový moment v místě III	[N·m]
$M_{oxI}$	ohybový moment v místě I v ose x	[N·m]
$M_{oyI}$	ohybový moment v místě I v ose y	[N·m]
$M_{oxII}$	ohybový moment v místě II v ose x	[N·m]
$M_{oyII}$	ohybový moment v místě II v ose y	[N·m]
$M_{oxIII}$	ohybový moment v místě III v ose x	[N·m]
$M_{oyIII}$	ohybový moment v místě III v ose y	[N·m]
$M_{oxI}$	ohybový moment v místě I v ose x	[N·m]
$M_{oxI}$	ohybový moment v místě I v ose x	[N·m]

$M_z$	kroutící moment na bubnu	[N·m]
$m$	počet nosných průřezů lana	[-]
$m_k$	hmotnost kabiny řidiče	[kg]
$m_v$	hmotnost řídicího výložníku	[kg]
$n$	počet nosných průřezů lana v jedné větvi lanového převodu	[-]
$n_b$	otáčky bubnu zdvihu	[ot·min <sup>-1</sup> ]
$P_o$	ekvivalentní statické zatížení ložiska	[N]
$P_{ok}$	ekvivalentní statické zatížení ložiska kladky	[N]
$P_{or}$	ekvivalentní statické zatížení ložiska rámu	[N]
$P_z$	výkon zdvihu kabiny řidiče	[W]
$Q_k$	tíha kabiny řidiče	[N]
$Q_v$	tíha řídicího výložníku	[N]
$q$	tlak větru	[Pa]
$R_{aov}$	reakce na řídicím výložníku v místě A	[N]
$R_{bov}$	reakce na řídicím výložníku v místě B	[N]
$R_{aox}$	reakce na řídicím výložníku v místě A v ose x	[N]
$R_{aoy}$	reakce na řídicím výložníku v místě A v ose y	[N]
$R_{box}$	reakce na řídicím výložníku v místě B v ose x	[N]
$R_{boy}$	reakce na řídicím výložníku v místě B v ose y	[N]
$R_{ax}$	síla od rámu kabiny působící v místě A v ose x	[N]
$R_{ay}$	síla od rámu kabiny působící v místě A v ose y	[N]
$R_{bx}$	síla od rámu kabiny působící v místě B v ose x	[N]
$R_{by}$	síla od rámu kabiny působící v místě B v ose y	[N]
$r-r_3$	poloměry zaoblení drážky lanové kladky	[m]
$s$	dráha zdvihu kabiny řidiče	[m]
$S_o$	koeficient statické bezpečnosti ložiska	[-]
$S_{ok}$	koeficient statické bezpečnosti ložiska kladky	[-]
$S_{omink}$	koeficient statické bezpečnosti ložiska bodovým stykem	[-]
$S_{ominr}$	koeficient statické bezpečnosti ložiska čárovým stykem	[-]
$S_{or}$	koeficient statické bezpečnosti ložiska rámu kabiny	[-]
$t$	doba zdvihu kabiny řidiče	[s]
$t_b$	rozteč lana na lanovém bubnu	[m]
$v$	rychlost větru	[ms <sup>-1</sup> ]

$v_k$	rychlost zdvihu kabiny řidiče	$[\text{m s}^{-1}]$
$v_l$	rychlost navíjení lana	$[\text{m s}^{-1}]$
$W_{oI}$	průřezový modul v ohybu v místě I	$[\text{m}^3]$
$W_{oII}$	průřezový modul v ohybu v místě II	$[\text{m}^3]$
$W_{oIII}$	průřezový modul v ohybu v místě III	$[\text{m}^3]$
$z$	počet větví lanového převodu	$[-]$
$\alpha$	úhel lan paralelogramu	$[\text{°}]$
$\alpha_k$	součinitel závislý na druhu kladky	$[-]$
$\alpha_{kab}$	úhel krajních poloh kabiny řidiče	$[\text{°}]$
$\beta$	úhel lan zdvihu	$[\text{°}]$
$\gamma_G$	koeficient pro stálá zatížení	$[-]$
$\gamma_{QB}$	součinitel zatížení bočním nárazem	$[-]$
$\gamma_{QD}$	dynamický součinitel pro provozní kmitání	$[-]$
$\gamma_{QK}$	součinitel klimatických nahodilých zatížení	$[-]$
$\gamma_{QN}$	koeficient pro zatížení náklonem stroje	$[-]$
$\pi$	matematická konstanta	$[-]$
$\sigma_{Do}$	dovolené ohybové napětí	$[\text{Pa}]$
$\sigma_o$	ohybové napětí	$[\text{Pa}]$
$\sigma_{oI}$	ohybové napětí v místě I	$[\text{Pa}]$
$\sigma_{oII}$	ohybové napětí v místě II	$[\text{Pa}]$
$\sigma_{oIII}$	ohybové napětí v místě III	$[\text{Pa}]$
$\eta_{kl}$	účinnost kladkostroje	$[-]$
$\eta_l$	účinnost jedné kladky	$[-]$

## Úvod

Mezi nejdůležitější práce na velkostrojích je jejich řízení, které je především závislé na řidiči velkstroje. Pro dosažení maximálních těžebních výkonů za předpokladu dodržení co největší bezpečnosti práce je nutné, aby řidič měl k vlastnímu řízení stroje optimální podmínky. Tyto mu může vytvořit pouze vhodné zařízení, ve kterém pracuje. Jedná se o vlastní kabinu řidiče včetně všech ovládacích prvků a zařízení pro vytvoření vhodného pracovního prostředí. V praxi se ukázalo, že pokud je kabina řidiče pevně upevněna na kolesovém výložníku, nemá řidič dostatečný přehled o dění na kolese rýpadla. Proto ve své diplomové práci řeším problematiku zdvihu kabiny řidiče. Pro návrh kabiny a zdvihu jsem zvolil velkostroj KU 300S. Je nasazen převážně na těžbu uhlí, v technologických celcích TC1, kde pracuje v součinnosti s pásovými vozy, shazovacími vozy, dálkovou pásovou dopravou a zakladači.

V úvodu práce se věnuji rešerši konstrukce a upevnění kabin řidiče velkstroje na jednotlivých velkostrojích používaných v SD a.s. Následuje konstrukční návrh řešení zdvihu kabiny kde je uveden současný stav a návrh řešení. Návrh kabiny řidiče velkstroje obsahuje zhodnocení současného stavu a návrh možného řešení.

Dále se věnuji rozboru sil působících na kabinu řidiče a základnímu výpočtu jejího zdvihu. Na začátku je vypočtena síla v lanech zdvihu, následuje volba lana a určení průměrů kladky a bubnu. Na to pak navazuje výpočet potřebného výkonu zdvihu.

V závěru této práce je návrh osy kabiny. Nejdříve jsem spočítal a graficky znázornil průběhy posouvajících sil a momentů v jednotlivých rovinách, dále jsem vytipoval kritická místa osy a ty podrobil pevnostní kontrole. Součástí je i kontrola navržených ložisek.

Jako příloha je uvedena ucelená tabulka parametrů velkostrojů uvedených v rešerši. Dále sestavný výkres osy kabiny řidiče a výrobní výkres osy a kladky.

# 1 Rešerše konstrukce a upevnění kabin řidiče velkstrojů

V této části práce se budu věnovat kolesovým rýpadlům pracujícím na povrchových dolech Severočeských dolů a.s. A to v těžebních lokalitách na lomu Bílina a Tušimice.

Technické parametry jednotlivých velkstrojů jsou uvedeny v příloze. V ucelené tabulce.

## 1.1 Kolesové rýpadlo K 650



Obr. č. 1 Kolesové rýpadlo K 650 (foto autor)

### 1.1.1 Popis rýpadla

Kolesové rýpadlo K 650 je rýpadlo s malými dosahovými parametry. Má bezvýsuvový kolesový výložník. Na povrchových dolech pracuje většinou v součinnosti s pasovými vozy, které zvyšují jeho dosah a snižují manipulační časy.

Vyznačuje se jednoduchou konstrukcí a malou hmotností. To umožňuje použití jednoduchého dvouhousenicového podvozku. Další jeho výhodou je možnost rozebrání rýpadla na tři části, to mu dává možnost snadné montáže a demontáže. Tím se rozšiřují možnosti jeho nasazení z povrchových dolů i na zemní práce ve stavebnictví.

### 1.1.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina řidiče je umístěna na pravé straně otočného svršku. Přidělána je na pevný rám. Odpružení kabiny je řešeno pomocí pryžových silentbloků umístěných mezi podlahou kabiny a pevným rámem.

*Výhodou* tohoto řešení je jeho konstrukční jednoduchost, nemá žádné mechanické prvky, které by vyžadovaly kontrolu nebo údržbu. Výhodou je také menší vliv vibrací vznikajících při provozu stroje, než kdyby kabina byla umístěna na kolesovém výložníku.

*Nevýhodou* je absence zdvihu kabiny a z toho pramenící horší výhled řidiče na koleso. Hlavně na jeho odvrácenou stranu.



Obr. č. 2 Umístění kabiny řidiče na rýpadle K 650 [19]



## 1.2 Kolesové rýpadlo KU 300



Obr. č. 3 Kolesové rýpadlo KU 300 (foto autor)

### 1.2.1 Popis rýpadla

Velkostroj KU 300 je rýpadlo klasické koncepce. Má výsuvný kolesový výložník. Podvozek se skládá z třech párů housenic, z nichž dvě jsou pevné a jedna říditelná. U velkostrojů KU 300 S je řídicí housenice vybavena zdvihovým pístem, který zvyšuje jeho stoupavé parametry.

### 1.2.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina řidiče je umístěna na řídicím výložníku, který je jednou stranou kyvně uložen na nosníku horní stavby a druhou stranou je zavěšen na zdvihadle. Kabina je pevně přidělána k rámu. Odpružení kabiny je řešeno pružením lan na zdvihadle. U některých velkostrojů je vřazen mezi konec lana a závěs pružinový tlumič.

*Výhodou* tohoto umístění je možnost zdvihu kabiny řidiče nezávisle na zdvihu kolesového výložníku. Což umožňuje lepší výhled řidiče na koleso. Další výhodou je i menší přenos vibrací vznikajících při těžbě na kabinu.

*Nevýhodou* jsou poměrně velké délky lan vyžadující pravidelné kontroly a údržbu. Dále také nutnost pravidelných kontrol a údržby zdvihadla kabiny.



Obr č. 4 Umístění kabiny řidiče na rýpadle KU 300 (foto autor)



Obr č. 5 Umístění pružinového tlumiče na zdvihadle (foto autor)

### 1.3 Kolesové rýpadlo K 800



Obr. č. 6 Kolesové rýpadlo K 800 [20]

#### 1.3.1 Popis rýpadla

Rýpadlo je klasické konstrukce s výsuvným kolesovým výložníkem. Pojezd stroje je složen ze třech párů pasových podvozků z nichž dva jsou říditelné a jeden pevný. Mírnou odlišností, oproti jiným rýpadlům je otoč horní stavby. Horní stavba je uložena na vahadlech s pojezdovými koly, které jezdí po kruhové kolejnici uložené na spodní stavbě.

#### 1.3.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina řidiče je umístěna na pravé straně kolesového výložníku. Je pevně přidělána ke kyvnému rámu, který zajišťuje vodorovnou polohu kabiny v kterékoliv poloze kolesového výložníku. Zdvih je řešen pomocí zdvihadla, které pomocí lan zdvíhá rám kabiny. Ten je veden v konstrukci věže zdvihu kladkami.

*Výhodou* tohoto řešení je možnost změny vertikální polohy kabiny řidiče a tím dobrý výhled na koleso.

*Nevýhodou* je přenášení rázů a vibrací vznikajících při těžbě do zdvihu i samotné kabiny. Dále nutnost kontroly a údržby vrátku zdvihu a lan.



Obr. č. 7 Umístění kabiny řidiče K 800 (foto autor)

## 1.4 Kolesové rýpadlo KU 800



Obr. č. 8 Kolesové rýpadlo KU 800 [21]

### 1.4.1 Popis rýpadla

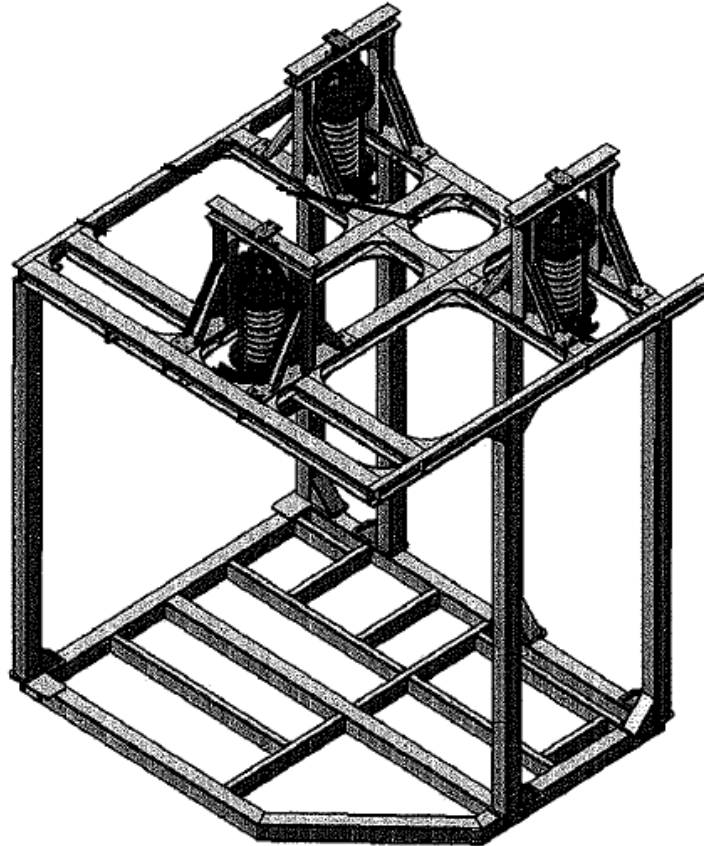
Jedná se o rýpadlo s výsuvným kolesovým výložníkem. Podvozek je kráčivý, s jednou centrální deskou a dvěma hydraulicky posuvnými ližinami. Nakládací výložník není zavěšen na lanech jako u předchozích rýpadel, ale má svůj vlastní podpěrný vůz s housenicovým podvozkem. Vzhledem k délce nakládacího výložníku pracuje většinou ve spolupráci přímo s dálkovou pasovou dopravou.

### 1.4.2 Umístění kabiny řidiče

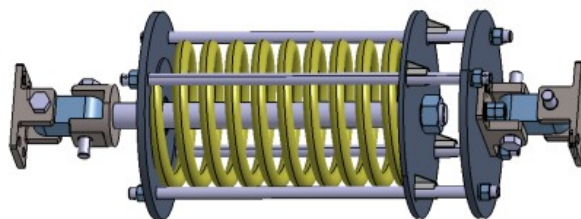
Kabina řidiče je umístěna na pravé straně kolesového výložníku. Kabina je zavěšena na dvou Gallových řetězech. Zdvih kabiny je zajištěn pomocí motoru, planetové převodovky a dvojice řetězových kol, které zdvíhají rám kabiny s kabinou vedený po konstrukci zdvihu.

Vyrovnávání kabiny řidiče zachovává horizontální polohu kabiny při změně polohy kolesového výložníku. Skládá se z motoru, převodovky s maticí, pohybového šroubu a kyvadlového čidla.

Odpružení kabiny řidiče je řešeno dvěma způsoby. První způsob odpružení využívá dvou rámu. Vnitřní rám je zavěšen ve vnějším pomocí třech pružných jednotek s pružinami. Tlumiče a dorazy jsou umístěny ve spodní části rámu.

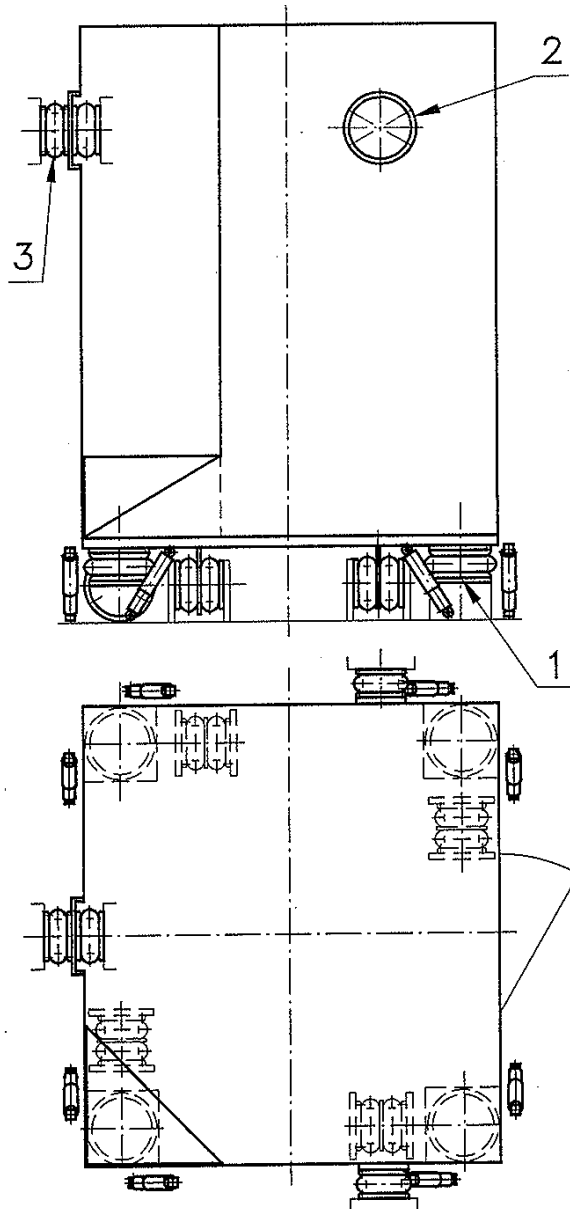


Obr. č. 9 Zavěšení kabiny do vnějšího rámu KU 800 [10]



Obr. č. 10 Pružná jednotka [10]

Druhý způsob využívá pneumatické podpěry a hydraulické tlumiče. Kabina je uložena na čtyřech pneumatických podpěrách umístěných v jejích rozích (pozice 1). Ty jsou pak doplněny vodorovnými pneumatickými pružinami a hydraulickými tlumiči. Pro zabránění naklápění kabiny je v horní části ukotvena dvěma pneumatickými pružinami (pozice 2) a jednou dvojpružinou (pozice 3), která je na ně kolmá.



Obr. č. 11 Pneumatické odpružení KU 800 [11]

*Výhodou* tohoto uspořádání je možnost horizontálního zdvihu kabiny řidiče a tím dobrý výhled na koleso.

*Nevýhodou* je přenášení vibrací vzniklých za provozu stroje do kabiny řidiče. Tuto nevýhodu částečně eliminuje její odpružení.

## 1.5 Kolesové rýpadlo K 2000



Obr. č. 12 Kolesové rýpadlo K 2000 [12]

### 1.5.1 Popis rýpadla

K 2000 je kolesové rýpadlo s nevýsuvným kolesovým výložníkem. Housenicovým podvozkem s třemi páry housenic, z nichž dvě jsou říditelné a jedna pevná. Nakládací výložník má opět vlastní podpěrný vůz s housenicovým podvozkem a navíc je teleskopický.

### 1.5.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina je umístěna na pravé straně kolesového výložníku. Kabina je uložena na rámu, který je otočně zavěšen pod kolesovým výložníkem. Při sklápění nebo zvedání kolesového výložníku udržuje vlastní vahou stále vodorovnou polohu.

*Výhodou* je technická jednoduchost řešení, minimální počet mechanických dílů vyžadujících pravidelnou kontrolu a údržbu.



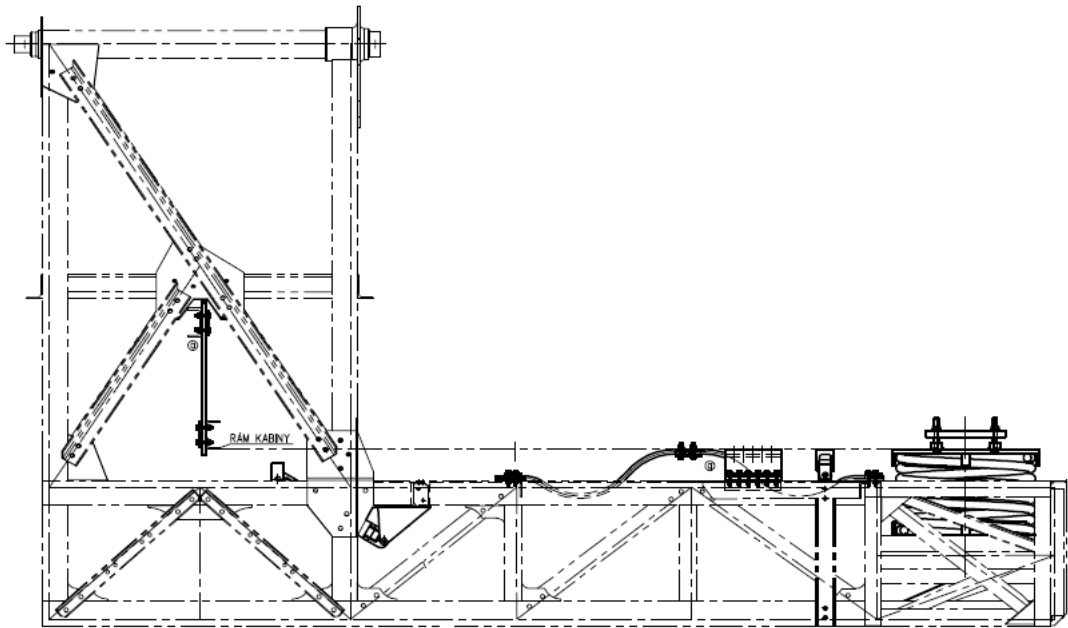
*Nevýhodou* je nemožnost zdvihu kabiny řidiče a tím omezený výhled řidiče velkstroje na koleso.



Obr. č. 13 Umístění kabiny řidiče [12]

Odpružení kabiny řidiče je řešeno mezi rámem kabiny a rámem zavěšeným na kolesovém výložníku. Na jedné straně visí rám kabiny v závěsu na širokém pruhu gumového pásma a na druhé je podepřen čtyřmi pružinami. Tlumení rámu zajišťují dva svislé a dva vodorovné tlumiče.

Proti případnému stržení kabiny z rámu je chráněna sekundárním zavěšením na silném laně.



Obr. č. 14 Odpružení kabiny řidiče [13]

## 1.6 Kolesové rýpadlo KK 1300



Obr. č. 15 Kolesové rýpadlo KK 1300 [27]

### 1.6.1 Popis rýpadla

Rýpadlo KK 1300 je nejmodernější stroj ve službách SD a.s. Je primárně určeno pro těžbu skrývky.

Jde o rýpadlo s nevýsuvným kolesovým výložníkem. Podvozek tvoří tři páry housenicových podvozků, z nichž jeden je pevný a dva říditelné pomocí přímočarého hydromotoru. Spojovací most je teleskopický s vlastním podvozkem.

### 1.6.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina je umístěna na pravé straně kolesového výložníku. Kabina je uložena na rámu stejné konstrukce jako u rýpadla K 2000, včetně použití stejného odpružení.

*Výhody a nevýhody* tohoto řešení jsou stejné jako u rýpadla K 2000.



Obr. č. 16 Umístění kabiny řidiče KK 1300 [28]

## 1.7 Kolesové rýpadlo K 10 000



Obr. č. 17 Kolesové rýpadlo K 10 000 [22]

### 1.7.1 Popis rýpadla

K 10 000 je největší a nejvýkonnější kolesové rýpadlo nasazené do těžby v České republice. Těží na dole Bílina na prvním skrývkovém řezu.

Má nevýsuvný kolesový výložník. Kráčivý podvozek, sestávající z vnitřní podpěry a venkovního prstence, který mu umožňuje z místa kráčet jakýmkoliv směrem. Nakládací výložník má dva samostatné kráčivé podvozky. Zvláštností rýpadla je kruhový dopravník předávající těživo z kolesového na nakládací výložník.

### 1.7.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina řidiče je umístěna na pravé straně kolesového výložníku, na sloupu zdvihu, který je řešen pomocí lanového kladkostroje.

*Výhoda* tohoto řešení je dobrý výhled řidiče na koleso.

*Nevýhodou* je přenos vibrací, které vznikají při těžbě z kolesového výložníku na kabinu. Další nevýhoda je nutnost pravidelných kontrola údržby mechanismu zdvihu.



Obr. č. 18 Umístění kabiny řidiče K 10 000 (foto autor)

## 1.8 Kolesové rýpadlo SchRs 1320



Obr. č. 19 Kolesové rýpadlo SchRs 1320 [23]

### 1.8.1 Popis rýpadla

SchRs 1320 je kolesové rýpadlo s nevýsuvným kolesovým výložníkem. Povozeč tvoří tři dvojice housenicových podvozků, z nichž jedna dvojice je pevná a dvě řiditelné pomocí hydraulického válce. Spojovací most je teleskopický má vlastní housenicový podvozek. Na podvozku je nakládací pas, který předává těživo na dálkovou pasovou dopravu.

### 1.8.2 Umístění kabiny řidiče

Kabina řidiče rýpadla je umístěna bočně na kolesovém výložníku a může se zvedat, spouštět a horizontálně vyrovnávat.

Vertikální pohyb ve vodícím rámu zajišťuje vrátek s kladkostrojem. Lanový vrátek, který je součástí zdvihadla kabiny řidiče je umístěn v horní části vodícího rámu. Vyvažovací zařízení zabezpečuje vyvážení kabiny v každé libovolné poloze. Rozběh a zastavení pohybu zdvihu ovládá frekvenční měnič, který též dovoluje krátkodobé zvýšení otáček motoru (tzv. forsáž) pro nouzové rychlé zvednutí kabiny.

*Výhodou* umístění kabiny řidiče na kolesovém výložníku a možnosti jejího vertikálního zdvihu je dobrý výhled z kabiny na koleso.

*Nevýhodou* je přenos vibrací z kolesového výložníku na kabinu a nutnost pravidelných kontrol a údržby vrátku zdvihu.

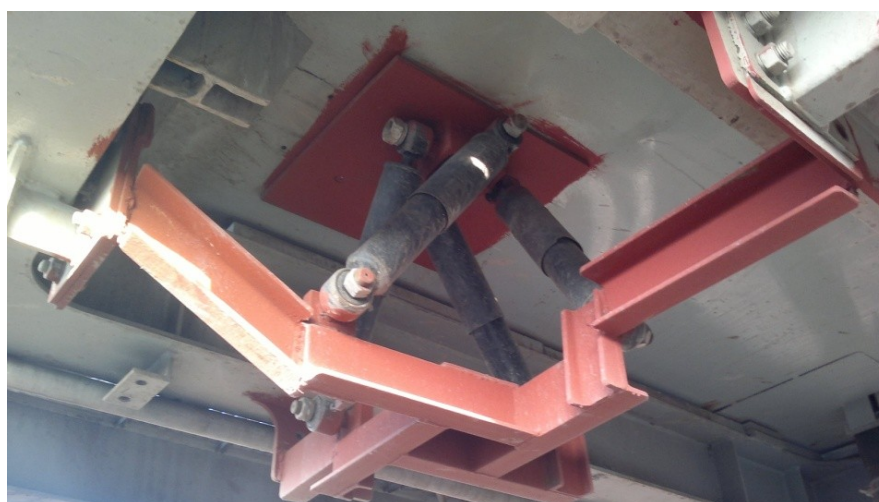


Obr. č. 20 Umístění kabiny řidiče SchRs 1320 [12]

Kabina je pevně namontována na rámu, který je na lanech zavěšen v dalším rámu. Ten je napevno spojen s konstrukcí zdvihu kabiny. Ve spodní části jsou ve dvou rozích kabiny vždy čtyři kapalinové tlumiče a mezi oběma rámy jsou gumové dorazy. Odpružení je tak realizováno pouze lany a tlumeno tlumiči.



Obr. č. 21 Zavěšení kabiny SchRs 1320 na laněch (foto autor)



Obr. č. 22 Tlumiče ve spodní části kabiny SchRs 1320 (foto autor)



## 1.9 Kolesové rýpadlo SchRs 1550



Obr. č. 23 Kolesové rýpadlo SchRs 1550 (foto autor)

### 1.9.1 Popis rýpadla

Jde o rýpadlo stejné koncepce a uspořádání jako je rýpadlo SchRs 1320. Rýpadlo SchRs 1320 je určeno primárně pro těžbu tvrdých poloh na skrývkových lomech, z toho pramení kratší kolesový výložník a rameno protizávaží oproti SchRs 1550.

Dále má posílen pohon otoče horní stavby, čtyři pohony oproti dvěma u SchRs 1550, silnější pohon kola. Koleso je jiné, i když podobné konstrukce u SchRs 1320 má 26 a SchRs 1550 má 15 korečků. SchRs 1550 má navíc čistič korečků.

Další rozdíly jsou na dopravní cestě, pramení z účelu použití rýpadla SchRs 1320 na těžbu tvrdých poloh, odpružené a posílené stolice, výkonnější pohony dopadových bubnů.

### 1.9.2 Umístění kabiny řidiče

Umístění kabiny a její zdvih je řešen shodně jako u SchRs 1320. Rozdílem je, že u SchRs 1550 není řešeno odpružení kabiny, kabina pruží pouze na lanech zdvihu.

*Výhody a nevýhody řešení jsou shodné s velkostrojem SchRs 1320.*



Obr. č. 24 Umístění kabiny řidiče SchRs 1550 (foto autor)

## 1.10 Konstrukce a vybavení kabin řidiče

Kabiny popsaných rýpadel se liší tvarem, velikostí, ale konstrukčně jsou si velice podobné. Svařené jsou z ocelových profilů, vnitřní a venkovní strana je potažena plechem, mezi plechy je izolace. Na povrchu jsou plechy opatřeny nátěrem. Pro snazší čištění skel jsou některé kabiny vybaveny venkovními ochozy. Okolo kabin jsou umístěny kapacitní snímače, které při dotyku s okolním terénem zastaví pohyb rýpadla nebo kabiny tak, aby nedošlo k jejímu nárazu na něj.

Vybaveny jsou odpruženým sedadlem řidiče. Pro zlepšení přístupu jsou sedadla otočná nebo posuvná. Mají proměnnou výšku sedáku, sedák se dá polohovat v několika polohách a opěradlo je plynule polohovatelné. U sedadla nebo přímo na něm jsou po jeho bokách umístěny panely ovládání velkstroje. Na těchto panelech jsou nejpoužívanější ovladače, kterými se ovládají hlavní pohyby rýpadla a některá další, často používaná zařízení.

Pro vytvoření optimálních pracovních podmínek pro řidiče velkstroje jsou kabiny vybaveny topením a klimatizací. Dále monitory pro kamerový systém rozmístěný po stroji, dorozumívacím zařízením, obrazovkou řídicího systému apod. Další věcí, která značně ulehčuje ovládání některých strojů, je použití technologie GPS (global positioning systém). S její pomocí vidí na obrazovce řidič velkstroje přesné údaje o pozici rýpadla na důlní mapě a to včetně natočení kolesového výložníku. Dále mu umožňuje sledovat např. výšku kola nad pojezdovou rovinou, absolutní nadmořskou výšku řezu aj., což jsou neocenitelné údaje při těžbě a dodržení parametrů řezu.

Informace ze systému GPS jsou přenášeny i na počítače vybraných pracovníků z vedení lomu a ti pak mají dokonalý přehled o rozestavení a postupu velkstrojů na úseku.

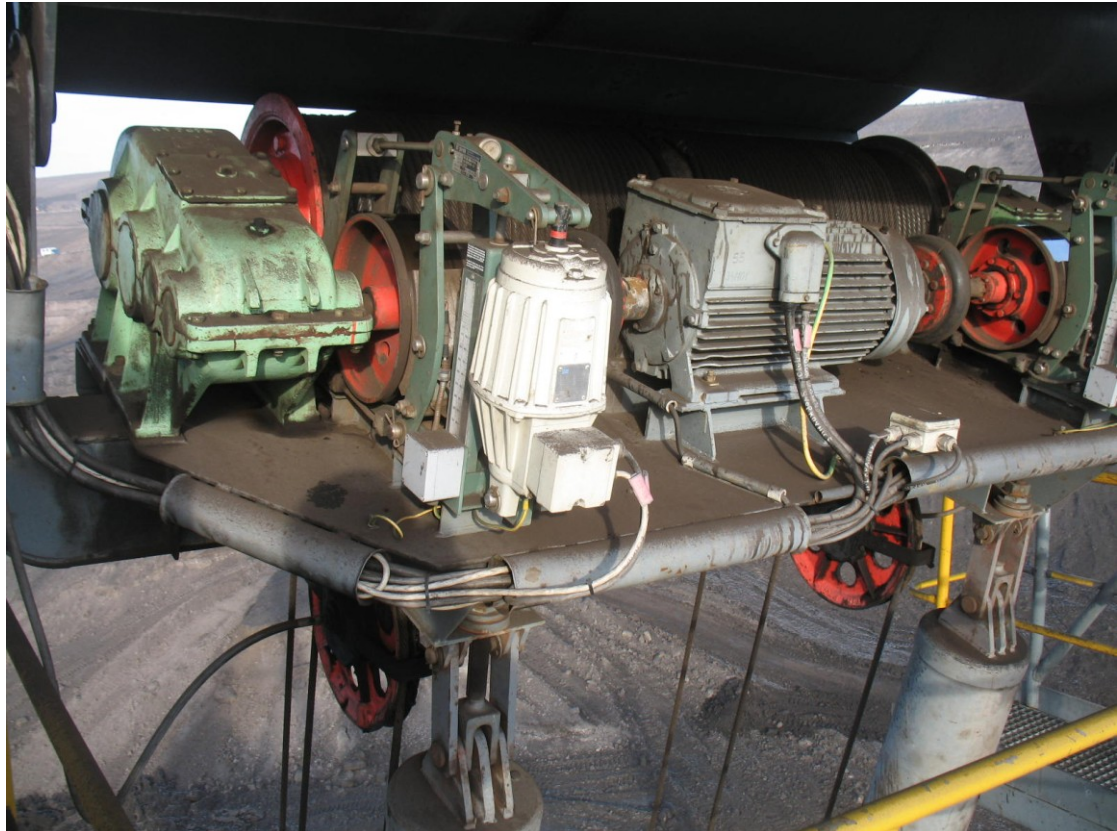
## 2 Konstrukční návrh řešení zdvihu kabiny řidiče velkstroje

### 2.1 Současný stav

Kabina řidiče velkstroje KU 300 je připevněna na rámu, který je sklopně uložen na řídicím výložníku. Řídicí výložník je na jedné straně zavěšen na nosníku horní stavby a druhým je zavěšen na zdvihadle pomocí dvou lan.

Lana se navíjí na buben zdvihu kabiny řidiče přes dvě lanovnice na řídicím výložníku a jednu lanovnici umístěnou pod zdvihadlem kabiny. Druhá strana lana je zavěšena na závěsu na rámu zdvihadla kabiny.

Lanový buben je uložen na výstupních hřídelích zdvihových převodovek. Pohon zdvihu je realizovaný elektromotorem s průběžnou hřídelí, jejíž oba konce jsou spojeny se vstupními hřídeli převodovek přes zubové spojky s brzdovým bubnem. Jedna brzda je pracovní a slouží k zastavení zdvihu kabiny v požadované výšce, druhá je pojišťovací, působí se zpožděním a slouží k zajištění zdvihu.



Obr. č. 25 Současný stav pohonu zdvihu (foto autor)

## 2.2 Požadavkový list

Vstup pro požadavkový list je zadání úkolu. Výstup by měla být úplná, utříděná soustava požadavků. Sestavení kompletních podkladů pro konstrukční úkol.

Tabulka 1 Požadavkový list

Specifikace požadavku	Podmínka	Přání
<b>FUNKCE, ÚČINKY A FUNKČNÍ PARAMETRY</b>		
• Zdvih kabiny do požadované polohy	X	
• Držení kabiny v požadované poloze	X	
• Umožnění nezávislého zdvihu kabiny	X	
• Odpružení rázů vznikajících při provozu stroje		X
<b>KABINA + výložník (hmotnosti)</b>		
• Konstrukce kabiny řidiče.....1 150 kg		
• Vybavení kabiny řidiče.....669 kg		
• Závěs kabiny řidiče.....678 kg		
• Ochoz kabiny řidiče.....140 kg		
• Výložník.....4 051 kg		
• Nosník kabelů.....100 kg		
• Obsluha stroje.....100 kg		
<b>PROVOZ</b>		
• Prostředí: venkovní použití, vysoká prašnost		
• Klimatické podmínky – mírné podnebí, teploty od -30° C do + 40° C, nárazy větru do 42 m·s <sup>-1</sup>		
• Četnost použití: nepřetržitý provoz		
• Požadovaná životnost: minimálně 10 let	X	
• Údržba: minimální	X	
žádná		X
<b>BEZPEČNOST</b>		
• Vysoké požadavky na bezpečnost	X	
• Vyhláška ČBÚ č. 26/89 sb.	X	

<b>PŘEDPISY A NORMY</b>		
• Bez porušení patentových práv a užitných vzorů a duševního vlastnictví	X	
• ČSN 27 1820 – Kladky a bubny pro ocelová lana	X	
• ČSN 27 7015 – Stroje pro povrchové dobývání – Technické požadavky	X	
• ČSN 27 7008 – Navrhování ocelových konstrukcí rýpadel, nakladačů a zakladačů	X	
• ČSN 27 7020 – Stroje pro povrchovou těžbu – Ocelová lana pro rýpadla, nakladače, zakladače a zařízení DPD		
Navrhování a výpočet	X	
<b>ERGONOMIE</b>		
• Konstrukční jednoduchost řešení		X
• Snadná kontrola	X	
<b>DISTRIBUCE A MANIPULACE</b>		
• Snadná výměna poškozených dílů	X	
<b>VÝROBA</b>		
• Kusová		
<b>EKONOMIE</b>		
• Minimální náklady na provoz	X	
• Nízké výrobní náklady		X

## 2.3 Morfologická matice

Vstupem pro morfologickou matici je požadavkový list. Výstupem je abstraktní orgánová struktura s definicí činných ploch.

Tabulka 2 Morfologická matice zdvihu

Díličí funkce		FUNKČNÍ PRINCIPY / ORGÁNY NOSITELÉ FUNKCÍ		
		1	2	3
1	Pohon zdvihu	hydromotor	elektromotor	pneumotor
	<b>UMOŽNIT</b>			
2	Změna převodového poměru	čelní převodovka	kuželočelní převodovka	planetová převodovka
	<b>UMOŽNIT</b>			
3	Samovolný zdvih kabiny	kotoučová brzda	bubnová brzda	
	<b>ZABRÁNIT</b>	Tech. podmínka – zabránění zdvihu musí fungovat i při přerušení dodávky el. energie		
4	Přenos kroutícího momentu	zubová spojka	čepová spojka	pružná spojka
	<b>UMOŽNIT</b>			PERIFLEX
5	Otáčení bubnu	kluzná ložiska	valivá ložiska	
	<b>UMOŽNIT</b>			
6	Odbrzdění zdvihu	ELDRO (zpětná pružina na brzdě)	ELDRO (se zpětnou pružinou)	hydraulický agregát
	<b>UMOŽNIT</b>			
7	Samovolný zdvih kabiny	bubnová brzda s eldrem se zpomalovacím ventilem	kotoučová brzda se zpožděním	
	<b>JISTIT</b>			

## 2.4 Stanovení hrubé stavební struktury

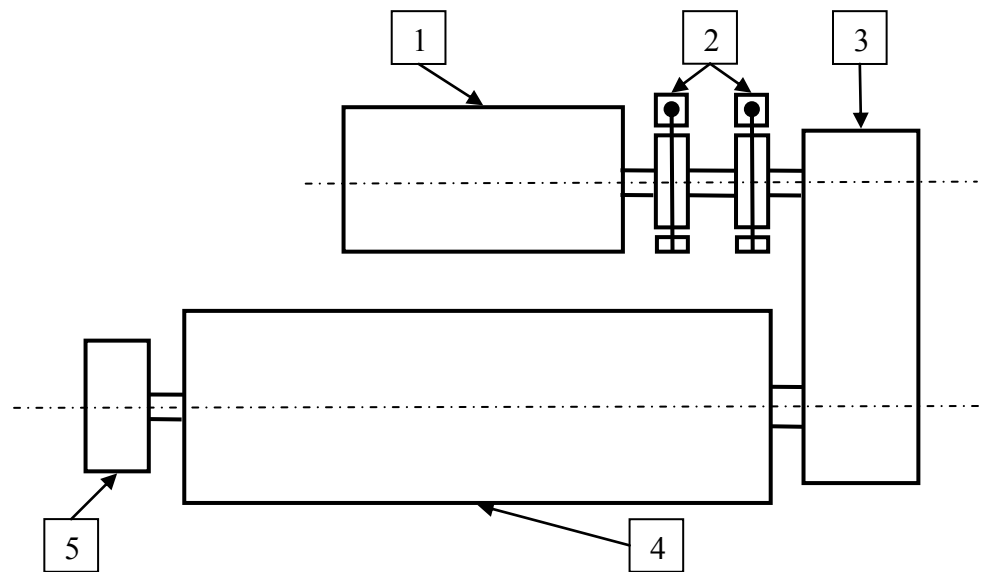
Vstupem pro stanovení hrubé stavební struktury je morfologická matice. Výstupem je předběžný návrh hrubé stavební struktury.

Tabulka 3 Stanovení stavební truktury

	Orgánová struktura	
	červená	modrá
Funkce č. 1	1	1
Funkce č. 2	1	1
Funkce č. 3	2	1
Funkce č. 4	1	1
Funkce č. 5	1	1
Funkce č. 6	1	1
Funkce č. 7	1	1
Výrobní náklady	1	2
Náklady na montáž	1	1
Náklady na údržbu	1	2
Celkové pořadí	<b>1</b>	<b>2</b>
Technické nedostatky	Bubnová brzda-možnosti řízení brzdného momentu	kuželočelní převodovka - nutnost větší úpravy frémy, Kotoučová brzda - hydraulický agregát, nákladná údržba

Jako nejlepší varianta, na základě specifikovaných požadavků, vyšla varianta červená. To je varianta s jednou čelní převodovkou, dvěma bubnovými brzdami s čepovou spojkou. Jedna brzda bude provozní a druhá pojistná, bude působit se zpožděním.





- 1 – elektromotor
- 2 – bubnová brzda
- 3 – převodovka,
- 4 – lanový buben
- 5 – ložiskové těleso

Obr. č. 26 Schéma hrubé stavební struktury

### 3 Rozbor sil působících na kabinu řidiče

Na kabinu řidiče velkstroje působí jednak stálá a dále pak nahodilá zatížení.

#### 3.1 Stálá zatížení

Stálá zatížení jsou taková, která nemění svou velikost, i když mohou měnit svoji polohu (otáčení otočného svršku, pohyblivé protizávaží apod.). Skládají se z vlastní tíhy konstrukce, strojního a elektrického zařízení, lávek, plošin a schodišť. Pro zatížení vypočítaná z hmotností uváděných na výkresech, což je i můj případ, se určují opravné koeficienty. Pokud budu předpokládat, že hodnoty zatížení působí nepříznivě je tento součinitel  $\gamma_G = 1,1$  [16].

#### 3.2 Nahodilá zatížení

Nahodilá zatížení se rozdělují na:

- Provozní nahodilá zatížení,
- dynamická nahodilá zatížení,
- klimatická nahodilá zatížení,
- mimořádná zatížení.

Z provozních nahodilých zatížení se kabiny týká jen *zatížení náklonem*. Počítá se z velikosti a směru náklonu. Pro stroje s tříbodovým podvozkem se uvažuje obecně náklon 1:20. Velikost součinitele je  $\gamma_{QN} = 1,2$  [16].

Dynamická nahodilá zatížení jsou zatížení od kmitání vyvolaných pracovním procesem a od setrvačných sil vyvolaných plánovanými pohyby stroje a jeho částí.

*Zatížení od provozního kmitání* se počítá jako zatížení od vlastní tíhy konstrukce a strojního vybavení vynásobené dynamickým součinitelem. Tento součinitel se bere  $\gamma_{QD} = 1$ . Dále se k němu přidává, pro kabinu řidiče, hodnota  $\pm 0,5$  [16]. A to pro každý směr, svislý, vodorovný v podélné ose stroje a vodorovný kolmý k podélné ose stroje. Znaménko se volí takové, které je nepříznivé z hlediska stability nebo namáhání stroje.

*Zatížení od setrvačných a odstředivých sil a plánovaných pohybů* se mohou zanedbat, pokud jsou síly vyvozovány zrychlením nebo zpomalením menším než  $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Pak součinitel  $\gamma_{QD} = 1$ .

Klimatická nahodilá zatížení jsou zatížení od sněhu a námrazy, zatížení větrem a vlivem teplot. Souhrnně se bere součinitel  $\gamma_{QK} = 1,2$ .

*Zatížení větrem* se počítá z rychlosti větru  $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Síla, kterou působí vítr na konstrukci se vypočítá [16]:

$$F = q \cdot A \cdot c \quad (1)$$

Kde:

- q je tlak větru vypočítaný pro příslušnou složku rychlosti větru
- A je efektivní čelní plocha konstrukce nebo její části (kolmá na uvažovanou složku rychlosti větru)
- c je tvarový součinitel konstrukce nebo její části (pro uzavřené kabiny je  $c = 1,4$ )

Tlak větru se vypočítá:

$$q = 0,613 \cdot v^2 \quad (2)$$

Kde:

- v je rychlost větru

Mezi mimořádná zatížení přichází v úvahu pro kabinu řidiče *zatížení mimořádným větrem*. Toto zatížení se uvažuje pro stroj mimo provoz. Počítá se pro rychlost větru  $42 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Dílčí součinitel pro zatížení mimořádným větrem se bere  $\gamma_{QK} = 1,2$ .

Dále pak zatížení vyvolané *bočním nárazem* rýpacího orgánu nebo vyvažovacího výložníku do svahu. Dílčí součinitel se bere  $\gamma_{QB} = 1,2$  . Příslušná boční síla se vypočítá tak, že se uvažuje plynulé zastavení horní stavby stroje na dráze odpovídající posunutí kola o  $0,3\text{ m}$  . Přitom se uvažují momenty motorů nebo ochranných spojek, všechny rotující hmoty a pasivní odpory.

## 4 Základní výpočet zdvihu kabiny

Pro výpočet zatížení lan zdvihu potřebuji znát hmotnosti jednotlivých částí řídicího výložníku což jsou [9]:

Konstrukce kabiny řidiče.....	1 150 kg
vybavení kabiny řidiče.....	669 kg
zavěš kabiny řidiče.....	678 kg
ochoz kabiny řidiče.....	140 kg
výložník.....	4 051 kg
nosník kabelů.....	100 kg
řidič.....	100 kg.

Hmotnost kabiny s vybavením:

$$m_k = 1\,150 + 669 + 678 + 140 + 100 = \underline{\underline{2\,737\text{ kg}}}$$

Délka kabiny [9]:

$$l_k = 3,6\text{ m.}$$

Hmotnost výložníku:

$$m_v = 4\,051 + 100 = \underline{\underline{4\,151\text{ kg}}}$$

Délka výložníku [9]:  $l_v = 12,6\text{ m.}$

Tíha kabiny:

$$Q_k = m_k \cdot g \tag{3}$$

Po dosazení

$$Q_k = m_k \cdot g = 2\,737 \cdot 9,81 = \underline{\underline{26\,850\,N}}$$

Tíha výložníku:

$$Q_v = m_v \cdot g \tag{4}$$

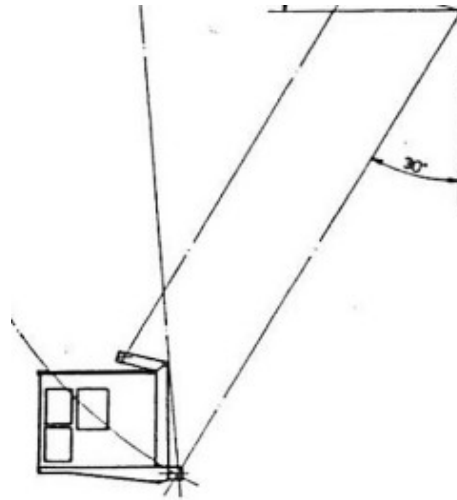
Po dosazení

$$Q_v = m_v \cdot g = 4\,151 \cdot 9,81 = \underline{\underline{40\,721\,N}}$$

Pro zjednodušení výpočtu budu předpokládat, že tíhy kabiny a výložníku působí v polovině jejich délek.

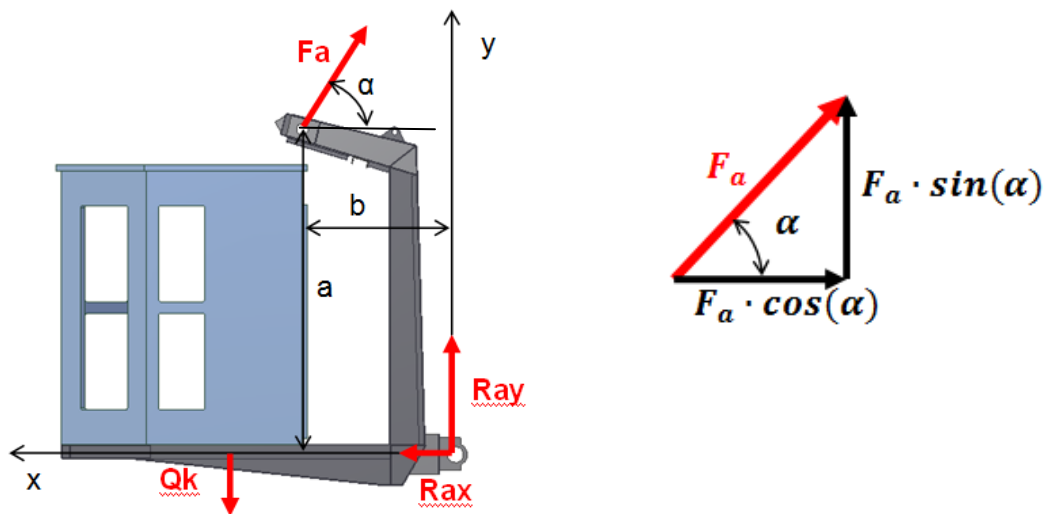
Pro další výpočet musím zjistit polohu řídicího výložníku, při které bude největší zatížení lan zdvihu. Pro porovnání volím krajní polohy a polohu vodorovnou.

#### 4.1 Spodní poloha zdvihu řídicího výložníku



Obr. č. 27 Spodní poloha kabiny řidiče [9]

##### 4.1.1 Síly v jednotlivých částech po uvolnění ve spodní poloze



Obr. č. 28 Rozložení sil na kabině řidiče při spodní poloze

Rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = R_{ax} - F_a \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad (5)$$

$$\sum F_{iy} = F_a \cdot \sin(\alpha) + R_{ay} - Q_k = 0 \quad (6)$$

$$\sum M_{iA} = Q_k \cdot \frac{l_k}{2} - F_a \cdot \sin(\alpha) \cdot b - F_a \cdot \cos(\alpha) \cdot a = 0 \quad (7)$$

$$a = 2,75 \text{ m} , b = 1,285 \text{ m}$$

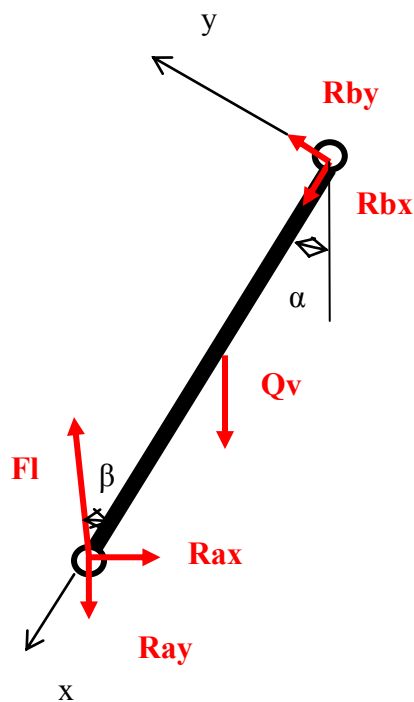
pak síla v laně paralelogramu bude

$$F_a = \frac{Q_k \cdot \frac{l_k}{2}}{\sin(\alpha) \cdot b + \cos(\alpha) \cdot a} = \frac{26\,850 \cdot \frac{3,6}{2}}{\sin(30) \cdot 1,285 + \cos(30) \cdot 2,75}$$

$$F_a = \underline{\underline{15\,981,8\,N}}$$

$$R_{ax} = F_a \cdot \cos(\alpha) = 15\,981,8 \cdot \cos(30) = \underline{\underline{13\,840,6\,N}}$$

$$R_{ay} = Q_k - F_a \cdot \sin(\alpha) = 26\,850 - 15\,981,8 \cdot \sin(30) = \underline{\underline{7\,990,9\,N}}$$



Obr. č. 29 Rozložení sil na řídicím výložníku při spodní poloze



Rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = -R_{ax} \cdot \sin(\alpha) + R_{ay} \cdot \cos(\alpha) - F_l \cdot \cos(\beta) + Q_v \cdot \cos(\alpha) + R_{bx} \quad (8)$$

$$= 0$$

$$\sum F_{iy} = F_l \cdot \sin(\beta) - R_{ay} \cdot \sin(\alpha) - R_{ax} \cdot \cos(\alpha) - Q_v \cdot \sin(\alpha) + R_{by} = 0 \quad (9)$$

$$\sum M_{iB} = Q_v \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{l_v}{2} - F_l \cdot \sin(\beta) \cdot l_v + R_{ax} \cdot \cos(\alpha) \cdot l_v +$$

$$+ R_{ay} \cdot \sin(\alpha) \cdot l_v = 0 \quad (10)$$

Úhel sklonu lan zdvihu jsem odměřil z výkresu [9] a je roven  $95^\circ$  od vodorovné roviny, pak:

$$\beta = 95^\circ - 60^\circ = 35^\circ$$

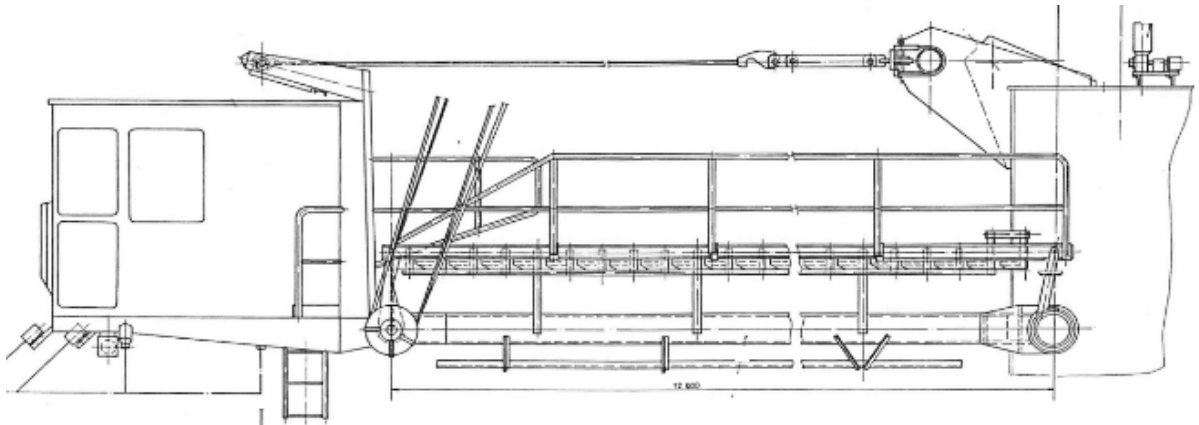
Síla v laně bude

$$F_l = \frac{Q_v \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{l_v}{2} + R_{ax} \cdot \cos(\alpha) \cdot l_v + R_{ay} \cdot \sin(\alpha) \cdot l_v}{\sin(\beta) \cdot l_v} =$$

$$= \frac{40\,721 \cdot \sin(30) \cdot \frac{12,6}{2} + 13\,840 \cdot \sin(30) \cdot 12,6 + 7\,990,4 \cdot \cos(30) \cdot 12,6}{\sin(35) \cdot 12,6}$$

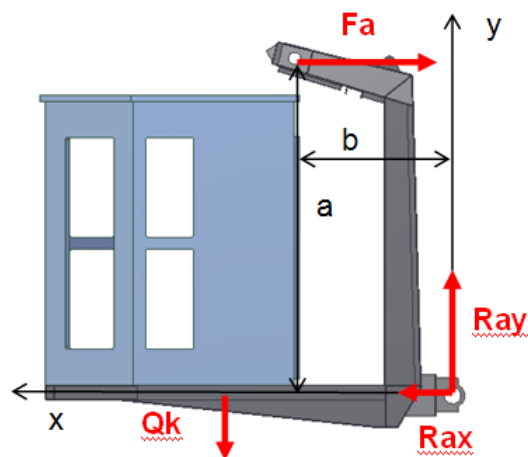
$$F_l = \underline{\underline{45\,610,73\,N}}$$

## 4.2 Vodorovná poloha zdvihu řídicího výložníku



Obr. č. 30 Vodorovná poloha kabiny řidiče [9]

### 4.2.1 Síly v jednotlivých částech po uvolnění ve vodorovné poloze



Obr. č. 31 Rozložení sil na kabině ve vodorovné poloze

Rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = R_{ax} - F_a = 0 \quad (11)$$

$$\sum F_{iy} = R_{ay} - Q_k = 0 \quad (12)$$

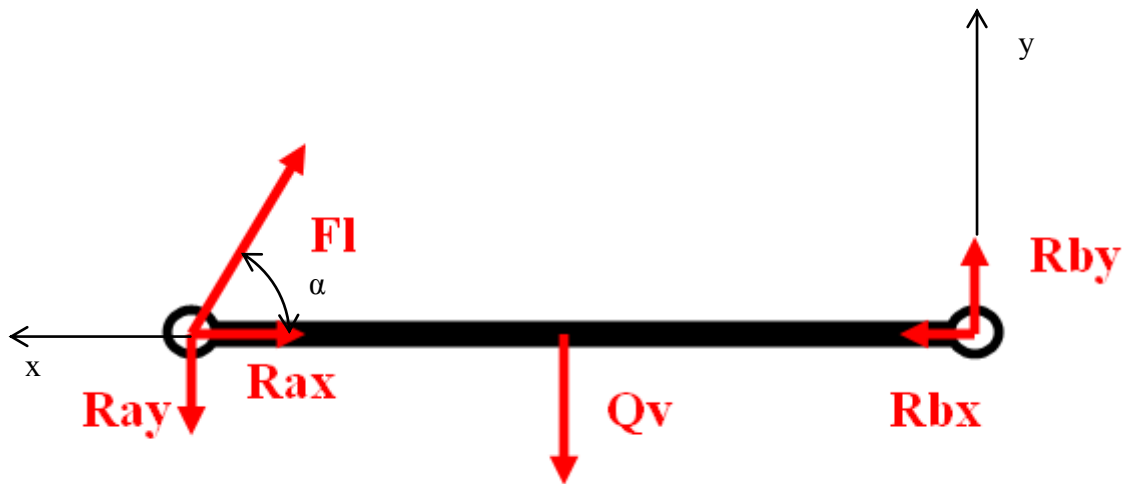
$$\sum M_{iA} = Q_k \cdot \frac{l_k}{2} - F_a \cdot a = 0 \quad (13)$$

pak síla v laně paralelogramu bude

$$F_a = \frac{Q_k \cdot \frac{l_k}{2}}{a} = \frac{26\,850 \cdot \frac{3,6}{2}}{2,75} = \underline{\underline{17\,574,5\,N}}$$

$$R_{ax} = F_a = \underline{\underline{17\,574,5\,N}}$$

$$R_{ay} = Q_k = \underline{\underline{26\,850\,N}}$$



Obr. č. 32 Rozložení sil na řídicím výložníku ve vodorovné poloze

Rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = -R_{ax} - F_l \cdot \cos(\alpha) + R_{bx} = 0 \quad (14)$$

$$\sum F_{iy} = F_l \cdot \sin(\alpha) - R_{ay} - Q_v + R_{by} = 0 \quad (15)$$

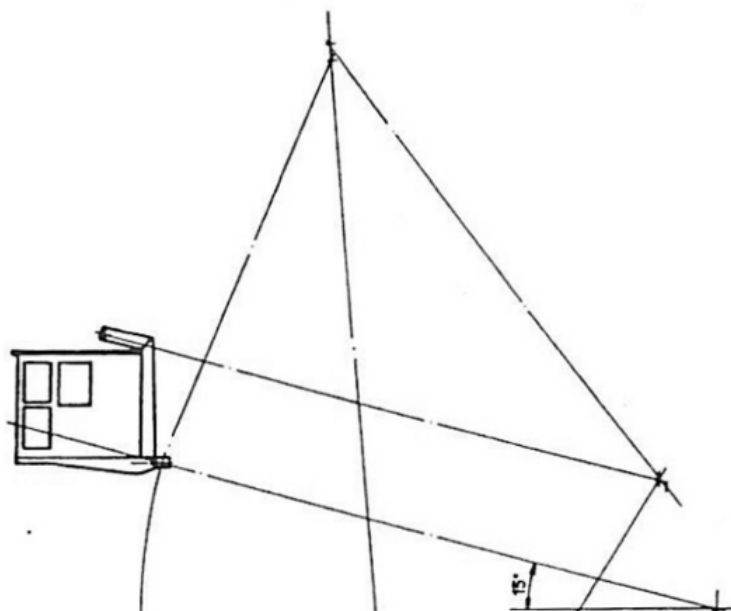
$$\sum M_{iB} = Q_v \cdot \frac{l_v}{2} - F_l \cdot \sin(\alpha) \cdot l_v + R_{ay} \cdot l_v = 0 \quad (16)$$

Úhel  $\alpha$  jsem odečetl z výkresu [9]  $\alpha = 73^\circ$ .

Pak síla v laně bude

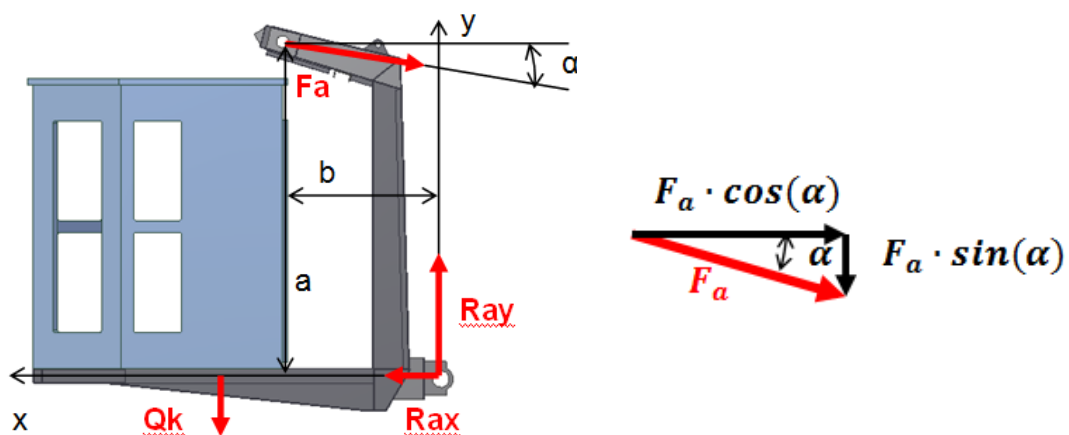
$$F_l = \frac{Q_v \cdot \frac{l_v}{2} + R_{ay} \cdot l_v}{\sin(\alpha) \cdot l_v} = \frac{40\,721 \cdot \frac{12,6}{2} + 26\,850 \cdot 12,6}{\sin(73) \cdot 12,6} = \underline{\underline{49\,367,6\,N}}$$

### 4.3 Horní poloha zdvihu řídicího výložníku



Obr. č. 33 Horní poloha kabiny řídicího [9]

#### 4.3.1 Síly v jednotlivých částech po uvolnění v horní poloze



Obr. č. 34 Rozložení sil na kabině v horní poloze

Rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = R_{ax} - F_a \cdot \cos(\alpha) = 0 \quad (17)$$

$$\sum F_{iy} = -F_a \cdot \sin(\alpha) + R_{ay} - Q_k = 0 \quad (18)$$

$$\sum M_{iA} = Q_k \cdot \frac{l_k}{2} - F_a \cdot \cos(\alpha) \cdot a + F_a \cdot \sin(\alpha) \cdot b = 0 \quad (19)$$

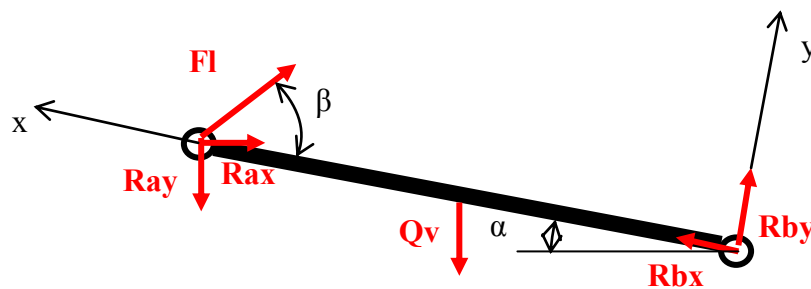
Pak síla v laně paralelogramu bude

$$F_a = \frac{Q_k \cdot \frac{l_k}{2}}{\cos(\alpha) \cdot a - \sin(\alpha) \cdot b} = \frac{26\,850 \cdot \frac{3,6}{2}}{\cos(15) \cdot 2,75 - \sin(15) \cdot 1,285}$$

$$F_a = \underline{\underline{20\,798,6\,N}}$$

$$R_{ax} = F_a \cdot \cos(\alpha) = 20\,798,6 \cdot \cos(15) = \underline{\underline{20\,090\,N}}$$

$$R_{ay} = Q_k + F_a \cdot \sin(\alpha) = 26\,850 + 20\,798,6 \cdot \sin(15) = \underline{\underline{32\,233,6\,N}}$$



Obr. č. 35 Rozložení sil na řídicím výložníku v horní poloze

Rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = -R_{ax} \cdot \cos(\alpha) - R_{ay} \cdot \sin(\alpha) - F_l \cdot \cos(\beta) - Q_v \cdot \sin(\alpha) + R_{bx} = 0 \quad (20)$$

$$\sum F_{iy} = F_l \cdot \sin(\beta) - R_{ay} \cdot \cos(\alpha) + R_{ax} \cdot \sin(\alpha) - Q_v \cdot \cos(\alpha) + R_{by} = 0 \quad (21)$$

$$\sum M_{iB} = Q_v \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{l_v}{2} - F_l \cdot \sin(\beta) \cdot l_v - R_{ax} \cdot \sin(\alpha) \cdot l_v + R_{ay} \cdot \cos(\alpha) \cdot l_v = 0 \quad (22)$$

Úhel  $\beta$  jsem odměřil z výkresu [9],  $\beta = 83^\circ$ .

Pak síla v laně bude

$$F_l = \frac{Q_v \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{l_v}{2} - R_{ax} \cdot \sin(\alpha) \cdot l_v + R_{ay} \cdot \cos(\alpha) \cdot l_v}{\sin(\beta) \cdot l_v} =$$

$$= \frac{40\,721 \cdot \cos(15) \cdot \frac{12,6}{2} - 20\,090 \cdot \sin(15) \cdot 12,6 + 32\,233,6 \cdot \cos(15) \cdot 12,6}{\sin(83) \cdot 12,6}$$

$$F_l = \underline{\underline{45\,944,4\,N}}$$

#### 4.4 Výsledky

Tabulka 4 Tabulka hodnot zatížení zdvihu

poloha zdvihu	síla v laněch
spodní	45 611 N
vodorovná	49 368 N
horní	45 944 N

Z uvedené tabulky je patrné, že největší zatížení lan zdvihu řídicího výložníku je v jeho vodorovné poloze. Pro tuto polohu provedu základní výpočet pohonu zdvihu kabiny řidiče.

## 4.5 Volba lana zdvihu

Pro návrh lana nejdříve vypočítám sílu působící v lanu zdvihu kabiny řidiče.

### 4.5.1 Síla v jednom laně za klidu stroje

$$F_{lK} = \frac{F_l}{z \cdot n \cdot \eta_{KL}} \quad (23)$$

Kde:

$F_l$  je síla v obou větvích kladkostroje

$z$  je počet větví lanového převodu

$n$  je počet nosných průřezů lana v jedné větvi lanového převodu

$\eta_{KL}$  je účinnost kladkostroje

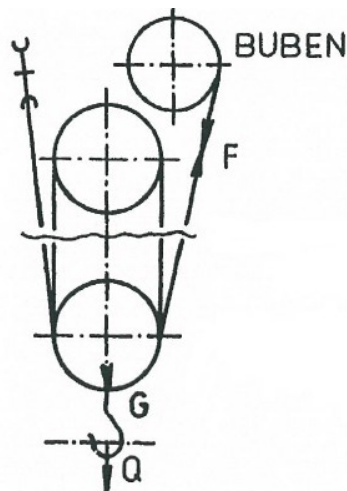
Počet nosných průřezů jedné větve

$$n = \frac{m}{2} \quad (24)$$

Kde:

$m$  je počet nosných průřezů lana

Účinnost kladkostroje, pro uspořádání dle obrázku č. 34



Obr. č. 36 Uspořádání lanového převodu [14]



$$\eta_{KL} = \frac{(1 - \eta_1^{i_{KL}})}{i_{KL} \cdot (1 - \eta_1)} \quad (25)$$

Kde

$\eta_1$  je účinnost jedné kladky na pevné ose, pro kladku na valivých ložiskách je

$$\eta_1 = 0,98$$

Převodový poměr lanového převodu

$$i_{KL} = \frac{m}{z} \quad (26)$$

Po dosazení:

$$i_{KL} = \frac{m}{z} = \frac{8}{2} = \underline{4}$$

$$\eta_{KL} = \frac{(1 - \eta_1^{i_{KL}})}{i_{KL} \cdot (1 - \eta_1)} = \frac{(1 - 0,98^4)}{4 \cdot (1 - 0,98)} = \underline{\underline{0,97}}$$

$$n = \frac{m}{2} = \frac{8}{2} = \underline{4}$$

$$F_{lK} = \frac{F_l}{z \cdot n \cdot \eta_{KL}} = \frac{49\,368}{2 \cdot 4 \cdot 0,97} = \underline{\underline{6\,362,86\,N}}$$

#### 4.5.2 Síla v jednom laně za provozu stroje

$$F_{lP} = F_{lK} \cdot \gamma_G \cdot \gamma_{QD} \quad (27)$$

Kde

$\gamma_G$  je dílčí součinitel spolehlivosti pro stálá zatížení, odečten z normy [16]

$$\gamma_G = 1,1$$

$\gamma_{QD}$  je je dynamický součinitel pro provozní kmitání, odečten z normy [16]

$$\gamma_{QD} = 1,5$$

Po dosazení

$$F_{lP} = F_{lK} \cdot \gamma_G \cdot \gamma_{QD} = 6\,362,86 \cdot 1,1 \cdot 1,5 = 10\,498,72 \cong \underline{\underline{10\,499\,N}}$$

### 4.5.3 Volba lana

Volím ocelové lano šestiramenné STANDARD – 6 x 37, průměru 18 mm. Jmenovitá pevnost drátu je 1 570 MPa. Jmenovitá únosnost lana je 175,2 kN .

Jedná se o lano vinuté klasickým způsobem, s velkým počtem drátů poměrně malých průměrů. Používají se tam, kde se klade zvláštní požadavek na ohebnost lana přes kladky, kotouče a bubny.



Obr. č. 37 Řez lanem [24]

Ukotvení lana ke konstrukci bude provedeno vytvořením oka zapletením volného konce podle ČSN 02 4468 s použitím očnice.

Bezpečnost lana [18]

Minimální síla při přetržení lana musí vyhovovat podmínce:

$$k = \frac{F_{min}}{F} \geq k_{min} \quad (28)$$

Kde:

$k$  je součinitel bezpečnosti použitého lana

$F_{min}$  je minimální síla při přetržení lana

$F$  je největší osová tahová zatížení působící v laně,  $F = F_{lP}$

$k_{min1}$  je minimální součinitel bezpečnosti lana, dle [18] pro lana samostatných závěsů kabin obsluhy je  $k_{min1} = 6,2$ .

Po dosazení:

$$k = \frac{F_{min}}{F} = \frac{175,2}{10,5} = 16,7 \geq 6,2$$

Této podmínce lano vyhovuje.

Při poruše jednoho lana pak musí být součinitel bezpečnosti lana  $k_{min2} = 3,9$ .

$$k = \frac{F_{min}}{2 \cdot F} = \frac{175,2}{2 \cdot 10,5} = 8,33 \geq 3,9$$

Této podmínce lano také vyhovuje, lano mohu použít.

#### 4.6 Návrh kladek

Základní  $\emptyset$  kladky:

$$D_k = d \cdot \alpha \tag{29}$$

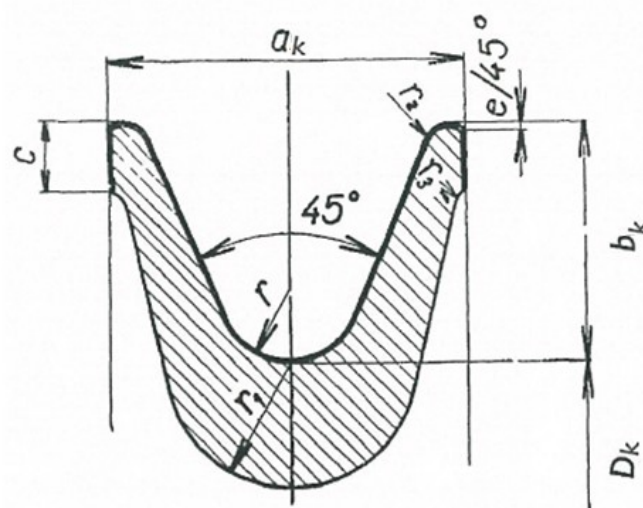
Kde:

$\alpha$  je součinitel závislý na druhu kladky [15], v mém případě  $\alpha_k = 22$ .

Po dosazení:

$$D_k = d_l \cdot \alpha_k = 18 \cdot 22 = \underline{\underline{396 \text{ mm}}}$$

Volím  $\emptyset$  kladky 450 mm . Zvětšením průměru nad minimální hranici zvýším životnost lana.

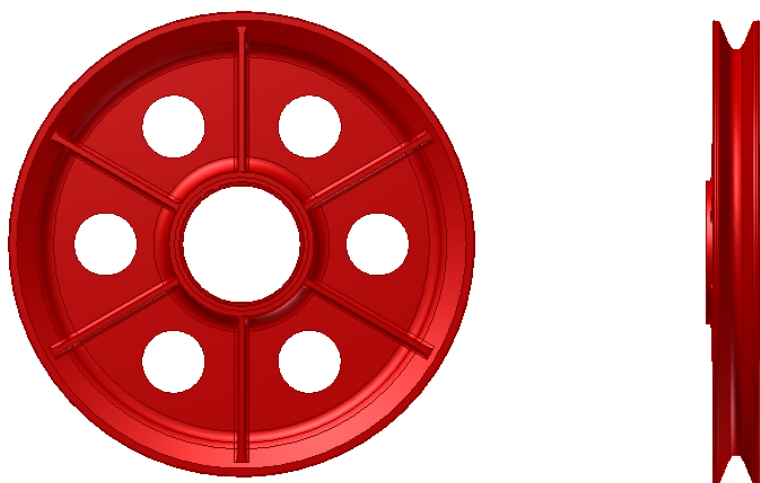


Obr. č. 38 Řez drážkou kladky [15]

Jednotlivé rozměry odečtu z tabulky [15] na základě průměru lana.

Tabulka 5 Rozměry kladky (rozměry jsou uvedeny v mm)

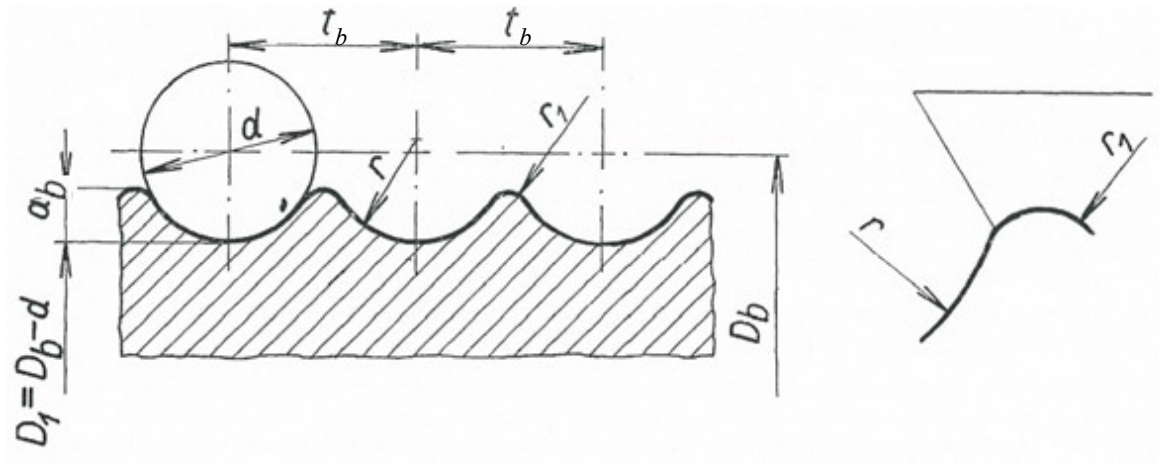
Průměr lana	Rozměry							
	r	$a_k$	$b_k$	c	e	$r_1$	$r_2$	$r_3$
17, 18	9,5	50	32	9	1	16	4	3,5



Obr. č. 39 3D model kladky

## 4.7 Návrh lanového bubnu

Lanový buben má mít průměr větší než kladky. Pro další výpočet volím  $D_b = 500 \text{ mm}$ . Tvar a rozměry drážek na bubnu lze odečíst v tabulce na základě průměru lana [15].



Obr. č. 40 Drážky lanových bubnů [15]

Tabulka 6 Rozměry drážek lanového bubnu (rozměry jsou uvedeny v mm)

Průměr lana	r	a <sub>b</sub>	t <sub>b</sub>	r <sub>1</sub>
17, 18	9,5	5,5	20	2,5

## 4.8 Výpočet potřebného výkonu

### 4.8.1 Výpočet rychlosti zdvihu

Rychlost zdvihu vypočítám z dráhy kabiny a doby zdvihu kabiny mezi krajními polohami. Délku dráhy vypočítám z délky kruhové výseče ohraničené krajními polohami na poloměru, který bude shodný s délkou řídicího výložníku.

$$s = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \pi \cdot r}{360^\circ} \quad (30)$$

Kde

$\alpha$  je úhel mezi krajními polohami,  $\alpha_{kab} = 75^\circ$

Po dosazení

$$s = \frac{2 \cdot \alpha_{kab} \cdot \pi \cdot l_v}{360^\circ} = \frac{2 \cdot 75 \cdot \pi \cdot 12,6}{360} = \underline{\underline{16,5 \text{ m}}}$$

Rychlost zdvihu

$$v_k = \frac{s}{t} \tag{31}$$

Dobu zdvihu kabiny jsem změřil přímo na stroji s výsledkem  $t = 90 \text{ s}$ .

Pak bude rychlost zdvihu kabiny

$$v_k = \frac{s}{t} = \frac{16,5}{90} = \underline{\underline{0,183 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

#### 4.8.2 Navíjená délka lana

$$l_{lana} = s \cdot i_{KL} \tag{32}$$

Po dosazení:

$$l_{lana} = s \cdot i_{KL} = 16,5 \cdot 4 = \underline{\underline{66 \text{ m}}}$$

#### 4.8.3 Rychlost navíjení lana

$$v_l = \frac{l_{lana}}{t} \tag{33}$$

Po dosazení:

$$v_l = \frac{l_{lana}}{t} = \frac{66}{90} = \underline{\underline{0,73 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

#### 4.8.4 Otáčky bubnu

$$n_B = \frac{v_l}{\frac{\pi \cdot D_b}{1000}} \cdot 60 \quad (34)$$

Po dosazení:

$$n_B = \frac{v_l}{\frac{\pi \cdot D_b}{1000}} \cdot 60 = \frac{0,73}{\frac{\pi \cdot 500}{1000}} \cdot 60 = \underline{\underline{27,9 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}}}$$

#### 4.8.5 Kroutící moment na bubnu

$$M_z = 2 \cdot \frac{F_{lP} \cdot D_b}{2} \quad (35)$$

Po dosazení:

$$M_z = 2 \cdot \frac{F_{lP} \cdot D_b}{2} = 2 \cdot \frac{10\,499 \cdot 0,5}{2} = \underline{\underline{5\,249,5 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

#### 4.8.6 Úhlová rychlost bubnu

$$\omega_B = \frac{n_B}{60} \cdot 2 \cdot \pi \quad (36)$$

Po dosazení:

$$\omega_B = \frac{n_B}{60} \cdot 2 \cdot \pi = \frac{27,9}{60} \cdot 2 \cdot \pi = \underline{\underline{2,92 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

#### 4.8.7 Výkon potřebný na výstupním hřídeli převodovky

$$P_z = M_z \cdot \omega_B \quad (37)$$

Po dosazení:

$$P_z = M_z \cdot \omega_B = 5\,249,5 \cdot 2,92 = \underline{\underline{15\,328,54 \text{ W}}}$$

## 5 Návrh kabiny řidiče

### 5.1 Kabina řidiče velkstroje-současný stav



Obr. č. 41 Kabina řidiče - boční pohled (foto autor)



Obr. č. 42 Kabina řidiče - čelní pohled (foto autor)





Obr. č. 43 Výhled z kabiny řidiče (foto autor)

## 5.2 Celkové rozvržení kabiny

Z obrázků č. 41, 42, 43 a 44 je patrné, že výhledu z kabiny brání rozměrný panel uprostřed, na kterém jsou umístěny obrazovky kamer, GPS a dotyková obrazovka centrálního řízení stroje, dále pak radiopřijímač, vysílačka a ovladače vytápění kabiny, klimatizace, osvětlení, rychlosti kola, ovládání měniče, stěračů a ostřikovačů.

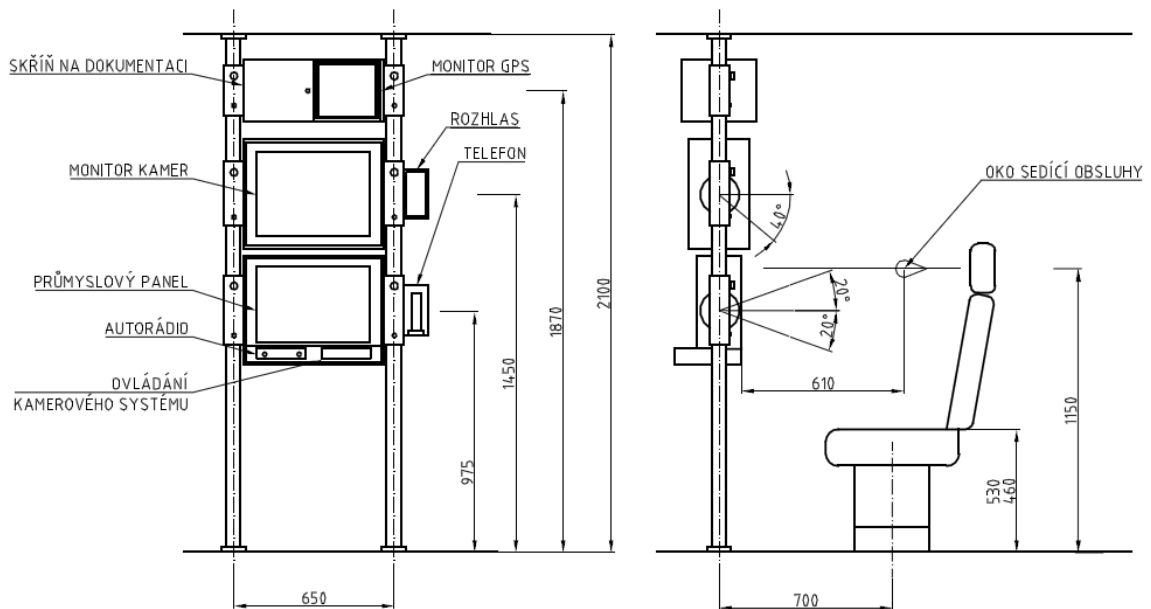


Obr. č. 44 Středový panel (foto autor)

### 5.3 Návrh možného řešení

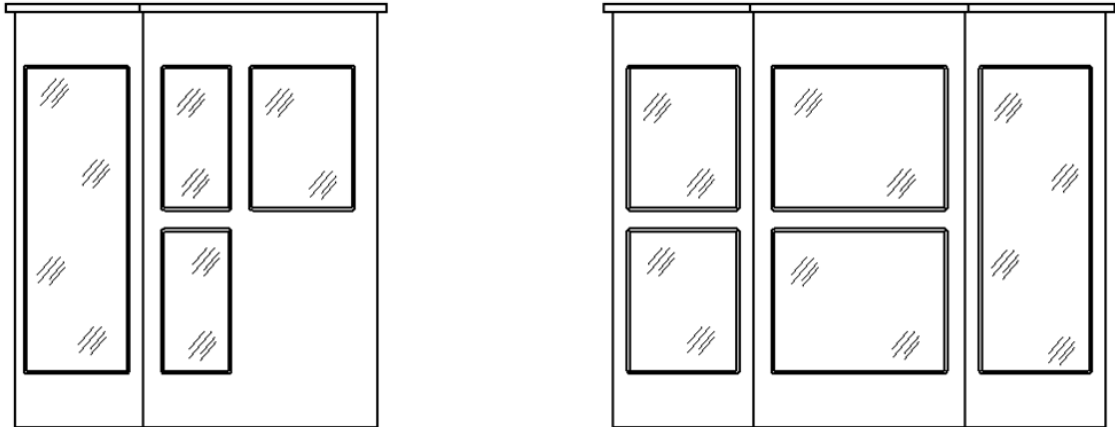
Z výše uvedeného důvodu navrhuji panel odstranit a obrazovky, jejich ovládání, radiopřijímač a vysílačku namontovat na dva samostatné panely na trubkový vertikální držák. Tím vznikne místo na okno a zlepší se výhled vpřed.

Ovladače pro vytápění, klimatizaci, ovládání rychlosti kola, ovládání měniče, stěračů a ostřikovačů navrhuji umístit na ovládací panely vedle sedadla řidiče, vzhledem k jejich častému použití. Ovladače osvětlení přidat do menu dotykové obrazovky centrálního řízení stroje, protože se používají prakticky jen několikrát za směnu.

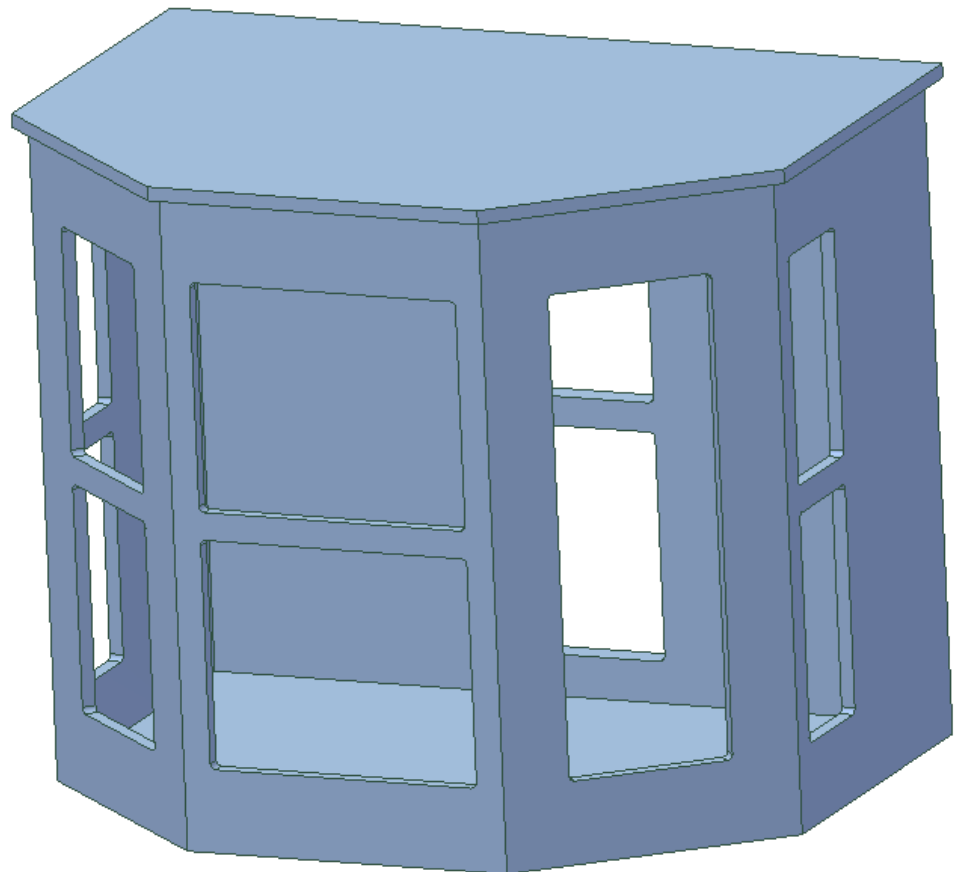


Obr. č. 45 Umístění panelů [6]

Rám kabiny bude svařen z ocelových profilů, potažen z obou stran plechy, mezi kterými bude izolace. Vybavení kabiny bude standardní, popsané již v rešerši. Přidělána bude napevno na rámu kabiny.



Obr. č. 46 Boční a čelní pohled navržené kabiny

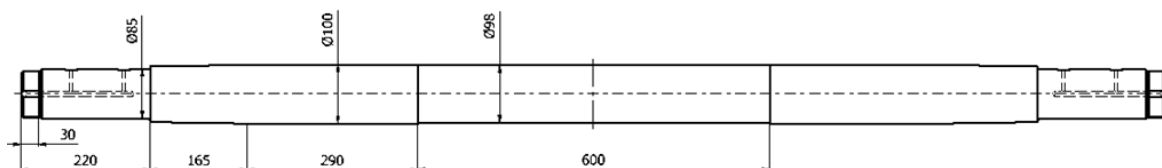


Obr. č. 47 3D model navržené kabiny

## 6 Osa kabiny

Osa kabiny spojuje řídicí výložník s rámem kabiny. Umožňuje jejich vzájemné natáčení, které je nutné pro zachování vodorovné polohy kabiny při zdvihu výložníku. Na ose jsou na ložiskách uloženy kladky, přes které je vedeno lano zdvihu a na ložiskách je otočně upevněn i rám kabiny.

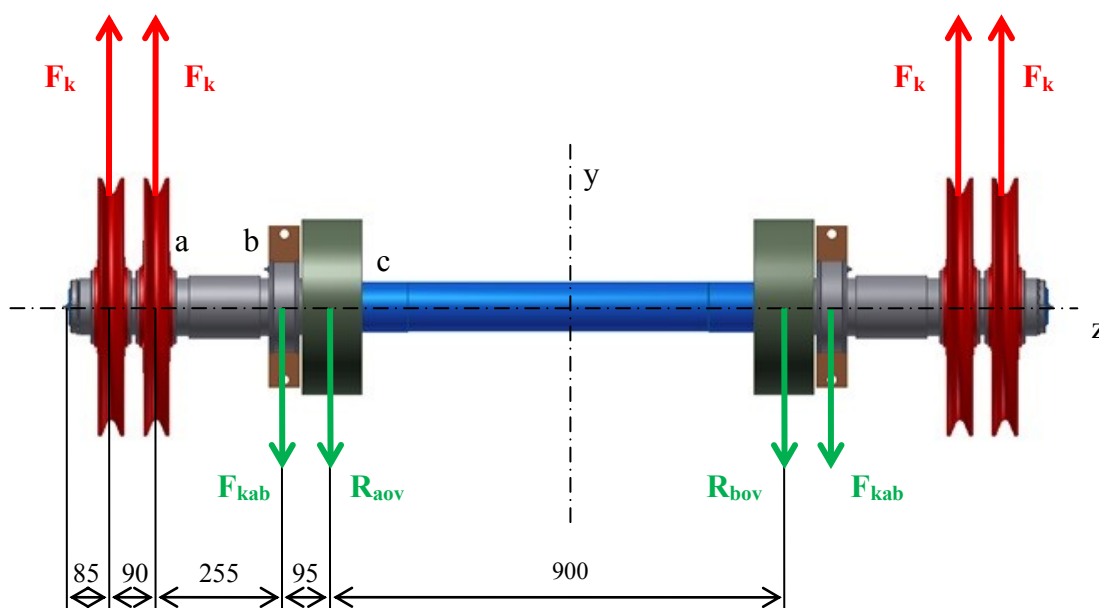
Vyrobená bude soustružením z oceli 11 700. Při návrhu osy vycházím z průměrů děr na řídicím výložníku. Výrobní výkres osy je uveden v příloze této práce.



Obr. č. 48 Osa

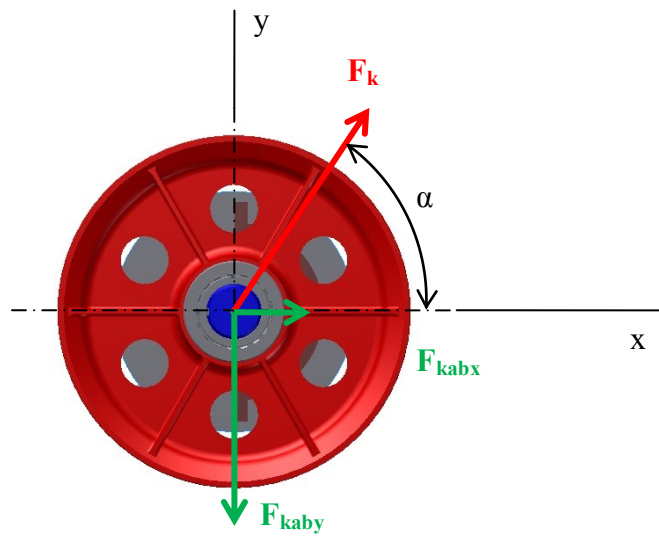
### 6.1 Pevnostní kontrola osy

Na osu kabiny řidiče působí síly od zdvihových lan, které se na ní přenáší přes ložiska kladek. Dále pak síly od rámu s kabinou přenášené ložisky rámu kabiny. Jako pevné body pro výpočet reakcí budu uvažovat uložení osy v řídicím výložníku.



Obr. č. 49 Rozložení sil na ose

Při pohledu z boku nepůsobí síly kolmo na sebe.



Obr. č. 50 Rozložení sil na ose – pohled z boku

Sílu působící na kladku  $F_k$  vypočtu ze síly působící v lanech zdvihu. Uvažovat budu nepříznivější případ, pouze sílu působící za provozu stroje.

$$F_k = F_{lP} \cdot 2 \quad (38)$$

Po dosazení

$$F_k = F_{lP} \cdot 2 = 10\,499 \cdot 2 = \underline{\underline{20\,998N}}$$

Sílu  $F_k$  rozložím do os  $x$  a  $y$ , pak

$$F_{kx} = F_k \cdot \cos(\alpha) \quad (39)$$

$$F_{ky} = F_k \cdot \sin(\alpha) \quad (40)$$

Po dosazení

$$F_{kx} = F_k \cdot \cos(\alpha) = 20\,998 \cdot \cos(73) = \underline{\underline{6\,139,2\,N}}$$

$$F_{ky} = F_k \cdot \sin(\alpha) = 20\,998 \cdot \sin(73) = \underline{\underline{20\,080,5\,N}}$$

Síly od rámu kabiny  $F_{kabx}$  a  $F_{kaby}$  jsou polovinou již vypočtených sil  $R_{ax}$  a  $R_{ay}$ . Protože působí ve dvou místech.

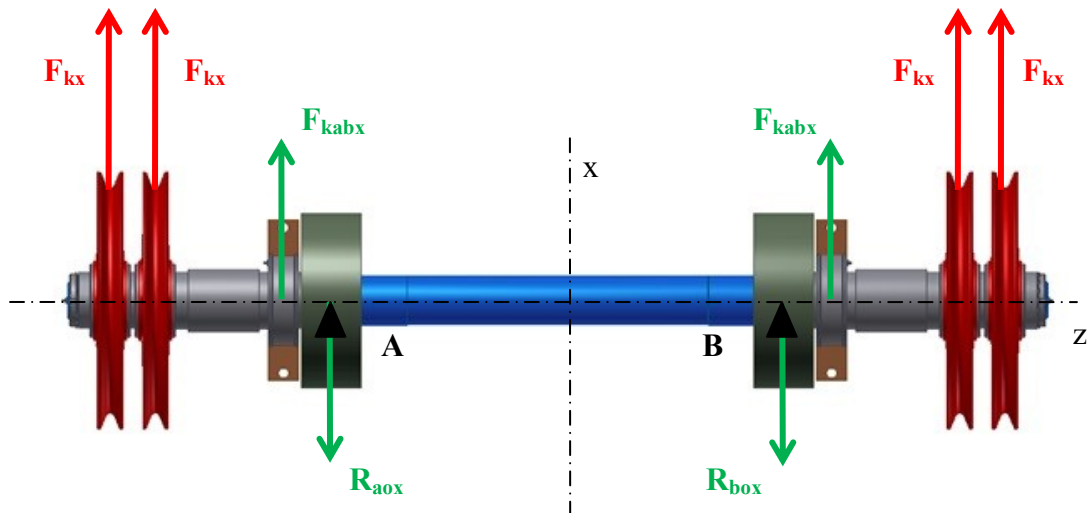
$$F_{kabx} = \frac{R_{ax}}{2} \tag{41}$$

$$F_{kaby} = \frac{R_{ay}}{2} \tag{42}$$

Po dosazení

$$F_{kabx} = \frac{R_{ax}}{2} = \frac{17\,574,5}{2} = \underline{\underline{8\,787,25\,N}}$$

$$F_{kaby} = \frac{R_{ay}}{2} = \frac{26\,850}{2} = \underline{\underline{13\,425\,N}}$$

6.1.1 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině  $xz$ Obr. č. 51 Rozložení sil v rovině  $xz$ 

Výpočet reakcí – rovnovážné rovnice

$$\sum F_{ix} = 0 = 4 \cdot F_{kx} + 2 \cdot F_{kabx} - R_{aox} - R_{box} \quad (43)$$

$$\sum M_{iA} = 0 = -F_{kx} \cdot 0,44 - F_{kx} \cdot 0,35 - F_{kabx} \cdot 0,095 - R_{box} \cdot 0,9 + \quad (44)$$

$$+ F_{kabx} \cdot 0,995 + F_{kx} \cdot 1,25 + F_{kx} \cdot 1,34$$

Pak

$$R_{box} = \frac{-F_{kx} \cdot (0,44 + 0,35) - F_{kabx} \cdot 0,095 + F_{kabx} \cdot 0,995 + F_{kx} \cdot (1,25 + 1,34)}{0,9} =$$

$$= \frac{-6\,139,2 \cdot (0,44 + 0,35) - 8\,787,25 \cdot 0,095 + 8\,787,25 \cdot 0,995 + 6\,139,2 \cdot (1,25 + 1,34)}{0,9}$$

$$R_{box} = \underline{\underline{21\,065,7\,N}}$$

$$R_{aox} = 4 \cdot F_{kx} + 2 \cdot F_{kabx} - R_{box} = 4 \cdot 3\,608,5 + 2 \cdot 8\,787,25 - 16\,004,25$$

$$R_{aox} = \underline{\underline{21\,065,7\,N}}$$

Velikosti momentů

bod a

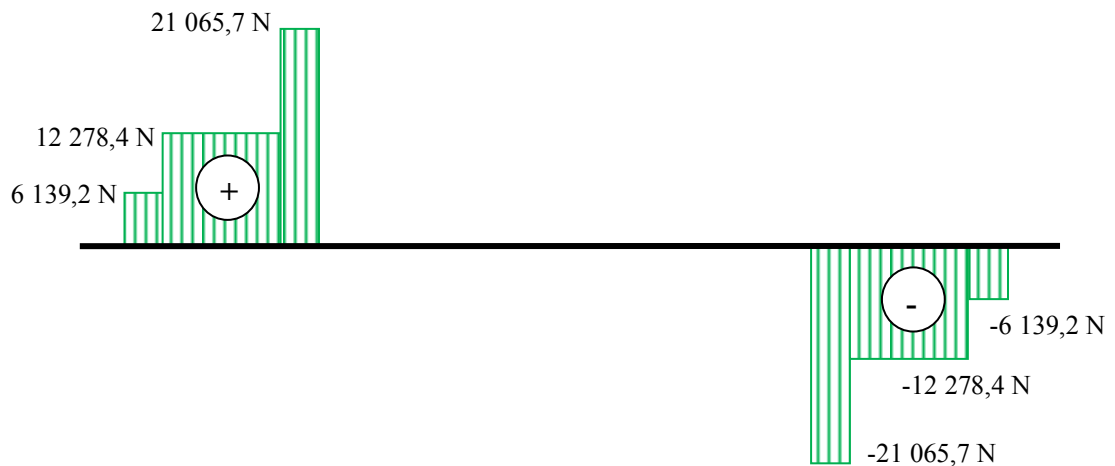
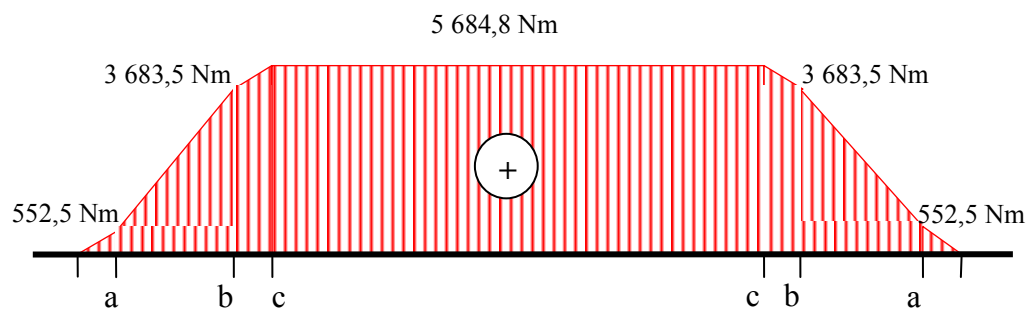
$$M_{ax} = F_{kx} \cdot 0,09 = 6\,139,2 \cdot 0,09 = \underline{\underline{552,5 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

bod b

$$M_{bx} = F_{kx} \cdot 0,345 + F_{kx} \cdot 0,255 = 6\,139,2 \cdot 0,345 + 6\,139,2 \cdot 0,255 = \underline{\underline{3\,683,5 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

bod c

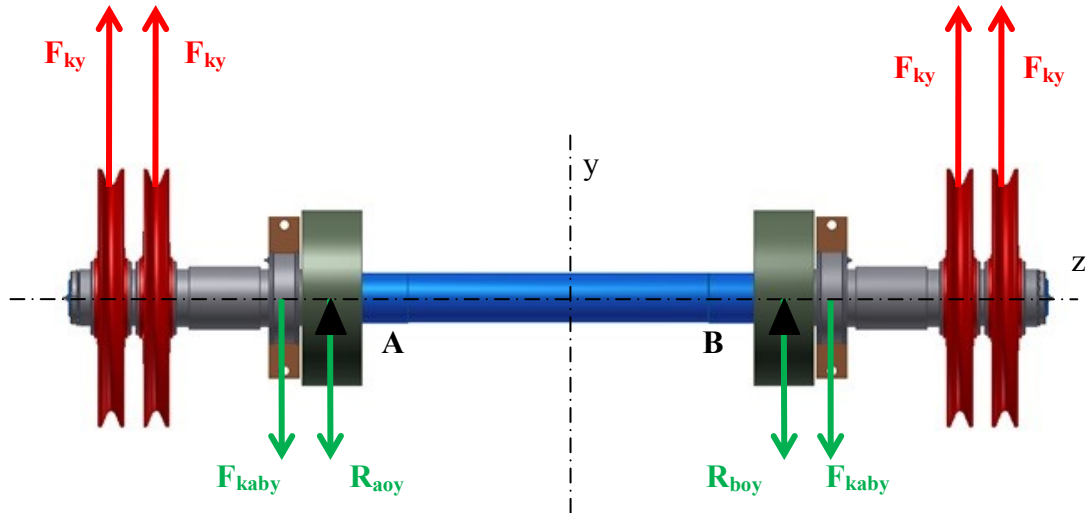
$$\begin{aligned} M_{cx} &= F_{kx} \cdot 0,44 + F_{kx} \cdot 0,35 + F_{kabx} \cdot 0,095 = \\ &= 6\,139,2 \cdot 0,44 + 6\,139,2 \cdot 0,35 + 8\,787,25 \cdot 0,095 = \underline{\underline{5\,684,8 \text{ N} \cdot \text{m}}} \end{aligned}$$

Průběh posouvajících sil v rovině xzPrůběh momentů v rovině xz

Obr. č. 52 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině xz



### 6.1.2 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině yz



Výpočet reakcí – rovnovážné rovnice

$$\sum F_{iy} = 0 = 4 \cdot F_{ky} - 2 \cdot F_{kaby} - R_{aoy} - R_{boy} \quad (45)$$

$$\sum M_{iA} = 0 = -F_{ky} \cdot 0,44 - F_{ky} \cdot 0,35 + F_{kaby} \cdot 0,095 - R_{boy} \cdot 0,9 - \quad (46)$$

$$-F_{kaby} \cdot 0,995 + F_{ky} \cdot 1,25 + F_{ky} \cdot 1,34$$

Pak

$$R_{boy} = \frac{-F_{ky} \cdot (0,44 + 0,35) + F_{kaby} \cdot 0,095 - F_{kaby} \cdot 0,995 + F_{ky} \cdot (1,25 + 1,34)}{0,9} =$$

$$= \frac{-20\,080,5 \cdot (0,44 + 0,35) + 13\,425 \cdot 0,095 - 13\,425 \cdot 0,995 + 20\,080,5 \cdot (1,25 + 1,34)}{0,9}$$

$$R_{boy} = \underline{\underline{26\,736\,N}}$$

$$R_{aoy} = 4 \cdot F_{ky} - 2 \cdot F_{kaby} - R_{boy} = 4 \cdot 20\,080,5 + 2 \cdot 13\,425 - 26\,736$$

$$R_{aoy} = \underline{\underline{26\,736\,N}}$$

Velikosti momentů

bod a

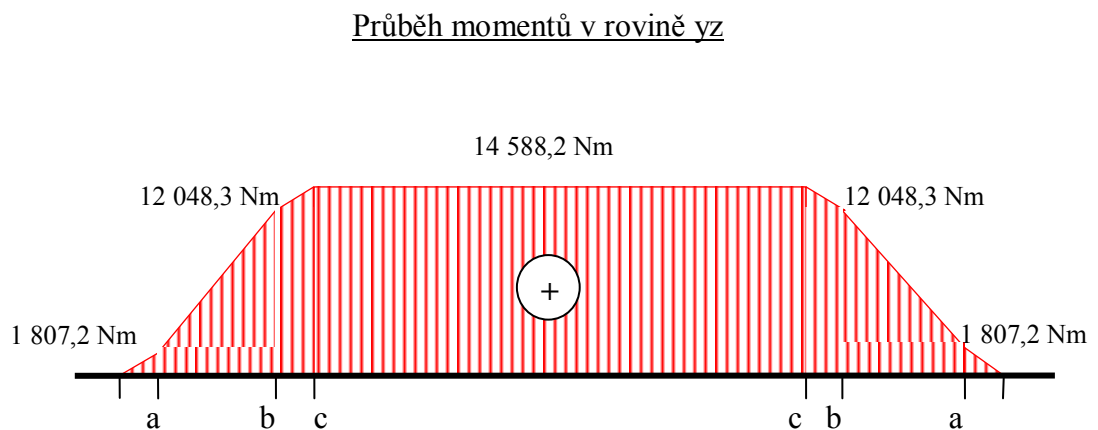
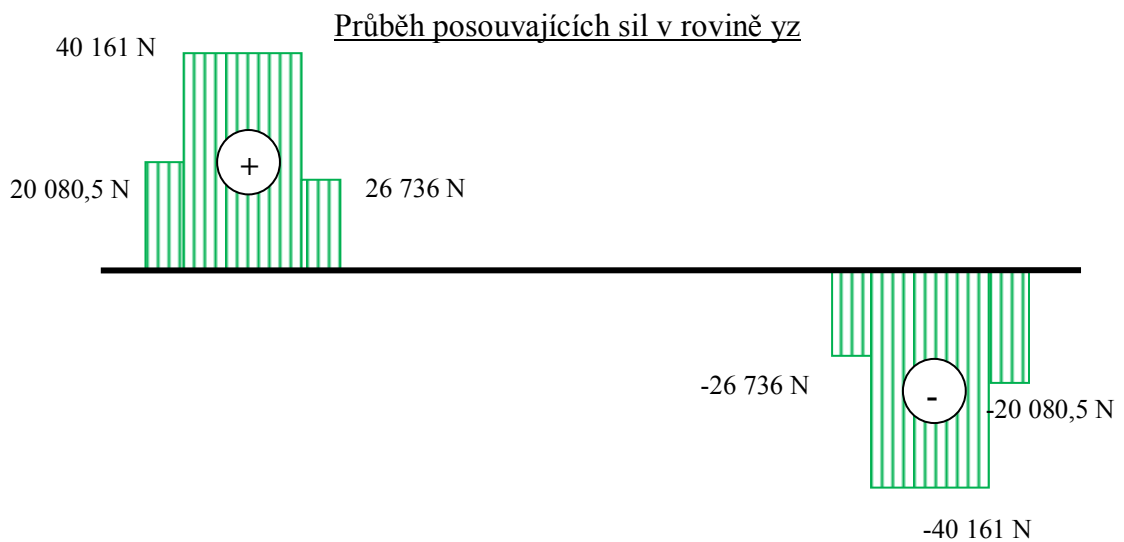
$$M_{ay} = F_{ky} \cdot 0,09 = 20\,080,5 \cdot 0,09 = \underline{\underline{1\,807,2\,N \cdot m}}$$

bod b

$$\begin{aligned} M_{by} &= F_{ky} \cdot 0,345 + F_{ky} \cdot 0,255 = 20\,080,5 \cdot 0,345 + 20\,080,5 \cdot 0,255 = \\ &= \underline{\underline{12\,048,3\,N \cdot m}} \end{aligned}$$

bod c

$$\begin{aligned} M_{cy} &= F_{ky} \cdot 0,44 + F_{ky} \cdot 0,35 - F_{kaby} \cdot 0,095 = \\ &= 20\,080,5 \cdot 0,44 + 20\,080,5 \cdot 0,35 + 13\,425 \cdot 0,095 = \underline{\underline{14\,588,2\,N \cdot m}} \end{aligned}$$



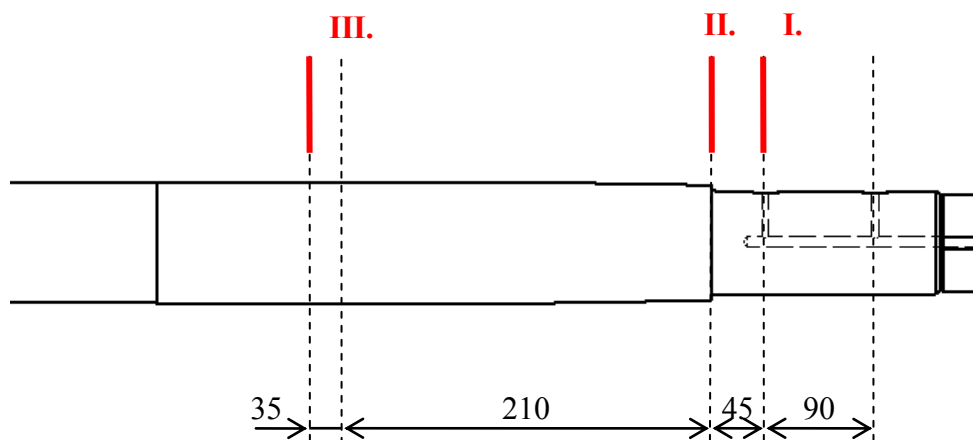
Obr. č. 53 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině yz

## 6.2 Statická kontrola osy

Pro statickou kontrolu osy volím místo s nejmenším průměrem, místo s přechodem průměrů a místo s maximálním momentem.

Místo s nejmenším průměrem uvažuji místo pod vnitřní kladkou, uprostřed kladky. Kontrolu č. II provedu v místě s přechodem průměrů a třetí kontrolu provedu pro místo na kraji uchycení osy na řídicím výložníku, to je v místě III.

Dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 700 odečtu v tabulkách [5] pro méně příznivé míjivé zatížení je  $\sigma_{D0} = 150 \text{ MPa}$ . Je to dovolené napětí pro běžné případy zatížení pro součinitel bezpečnosti  $1,5 \div 2$ . Protože nepředpokládám, že osa bude přenášet i krut, porovnám tuto hodnotu s hodnotami vypočtenými pro jednotlivá místa a pokud jí nepřesáhnou, osa vyhoví kontrole.



Obr. č. 54 Rozmístění míst pro kontrolu

### 6.2.1 Kontrola osy v místě I

Moment v rovině xz

$$M_{oxI} = F_{kx} \cdot 0,09 = 6\,139,2 \cdot 0,09 = \underline{\underline{552,5 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

Moment v rovině yz

$$M_{oyI} = F_{ky} \cdot 0,09 = 20\,080,5 \cdot 0,09 = \underline{\underline{1\,807,2 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

Celkový ohybový moment

$$M_o = \sqrt{M_{ox}^2 + M_{oy}^2} \quad (47)$$

Po dosazení pro místo I

$$M_{oI} = \sqrt{M_{oxI}^2 + M_{oyI}^2} = \sqrt{552,5^2 + 1\,807,2^2} = \underline{\underline{1\,889,8 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

Ohybové napětí

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{M_o}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \quad (48)$$

Po dosazení pro místo I

$$\sigma_{oI} = \frac{M_{oI}}{W_{oI}} = \frac{M_{oI}}{\frac{\pi \cdot d_I^3}{32}} = \frac{1\,889,8}{\frac{\pi \cdot 0,083^3}{32}} = 33\,665\,236,7 \text{ Pa} = \underline{\underline{33,7 \text{ MPa}}}$$

Pevnostní podmínka

$$\sigma_{oI} \leq \sigma_{D0} \quad (49)$$

Po dosazení pro místo I

$$33,7 \leq 150$$

Osa vyhovuje.

### 6.2.2 Kontrola osy v místě II

Moment v rovině xz

$$M_{oxII} = F_{kx} \cdot 0,135 + F_{ky} \cdot 0,045 = 6\,139,2 \cdot 0,135 + 6\,139,2 \cdot 0,045 = \underline{\underline{1\,105\, N \cdot m}}$$

Moment v rovině yz

$$M_{oyII} = F_{ky} \cdot 0,135 + F_{kx} \cdot 0,045 = 20\,080,5 \cdot 0,135 + 20\,080,5 \cdot 0,045 = \\ = \underline{\underline{3\,614,5\, N \cdot m}}$$

Celkový ohybový moment pro místo II

$$M_{oII} = \sqrt{M_{oxII}^2 + M_{oyII}^2} = \sqrt{1\,105^2 + 3\,614,5^2} = \underline{\underline{3\,779,6\, N \cdot m}}$$

Ohybové napětí pro místo II

$$\sigma_{oII} = \frac{M_{oII}}{W_{oII}} = \frac{M_{oII}}{\frac{\pi \cdot d_{II}^3}{32}} = \frac{3\,779,6}{\frac{\pi \cdot 0,085^3}{32}} = 62\,688\,686\, Pa = \underline{\underline{62,7\, MPa}}$$

Pevnostní podmínka

$$\sigma_{oII} \leq \sigma_{D0}$$

Po dosazení pro místo II

$$62,7 \leq 150$$

Osa vyhovuje.

### 6.2.3 Kontrola osy v místě III

Moment v rovině xz

$$\begin{aligned} M_{oxIII} &= F_{kx} \cdot 0,38 + F_{kx} \cdot 0,29 + F_{kabx} \cdot 0,035 = \\ &= 6\,139,2 \cdot 0,38 + 6\,139,2 \cdot 0,29 + 8\,787,25 \cdot 0,035 = \underline{\underline{4\,420,8 \text{ N} \cdot \text{m}}} \end{aligned}$$

Moment v rovině yz

$$\begin{aligned} M_{oyIII} &= F_{ky} \cdot 0,38 + F_{ky} \cdot 0,29 - F_{kabx} \cdot 0,035 = \\ &= 20\,080,5 \cdot 0,38 + 20\,080,5 \cdot 0,29 - 13\,425 \cdot 0,035 = \underline{\underline{12\,984 \text{ N} \cdot \text{m}}} \end{aligned}$$

Celkový ohybový moment pro místo III

$$M_{oIII} = \sqrt{M_{oxIII}^2 + M_{oyIII}^2} = \sqrt{4\,420,8^2 + 12\,984^2} = \underline{\underline{13\,716 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

Ohybové napětí pro místo III

$$\sigma_{oIII} = \frac{M_{oIII}}{W_{oIII}} = \frac{M_{oIII}}{\frac{\pi \cdot d_{III}^3}{32}} = \frac{13\,716}{\frac{\pi \cdot 0,1^3}{32}} = 139\,709\,723 \text{ Pa} = \underline{\underline{139,7 \text{ MPa}}}$$

Pevnostní podmínka

$$\sigma_{oIII} \leq \sigma_{D0}$$

Po dosazení pro místo III

$$139,7 \leq 150$$

Osa vyhověla ve všech vybraných kritických místech požadavkům pevnosti.

## 7 Kontrola ložisek na ose

Ložisko pro svůj bezproblémový provoz potřebuje určité minimální zatížení. Dále jeho koeficient statické bezpečnosti nesmí přesáhnout doporučenou mez. Dynamickou kontrolou se pro malou hodnotu otáček ložisek nebudu zabývat.

### 7.1 Ložiska na rámu kabiny řidiče

Pro průměr hřídele  $100\text{mm}$  volím ložisko 22 220 dle ČSN 02 4705. Je to ložisko soudečkové dvouřadé. Jeho statická únosnost je  $C_{or} = 490\,000\text{ N}$  a dynamická únosnost je  $C_r = 425\,000\text{ N}$ .



Obr. č. 55 Řez soudečkovým dvouřadým ložiskem [25]

#### 7.1.1 Výpočet výslednice působící síly.

Vypočtené síly od rámu kabiny jsou rozloženy do směrů souřadného systému. Velikost výslednice vypočítám podle vzorce

$$F_{kabv} = \sqrt{F_{kabx}^2 + F_{kaby}^2} \quad (50)$$

Po dosazení

$$F_{kabv} = \sqrt{F_{kabx}^2 + F_{kaby}^2} = \sqrt{8\,787,5^2 + 13\,425^2} = \underline{\underline{16\,045\text{ N}}}$$

### 7.1.2 Kontrola minimálního zatížení

Minimální zatížení pro ložiska s čárovým stykem

$$F_{minr} = 0,02 \cdot C_r \quad (51)$$

Po dosazení

$$F_{minr} = 0,02 \cdot C_r = 0,02 \cdot 425\,000 = \underline{\underline{8\,500\,N}}$$

8 500 < 16 045 ložisko vyhovuje

### 7.1.3 Kontrola statické bezpečnosti ložiska

Koeficient bezpečnosti pro ložiska s čárovým stykem je  $s_{ominr} \geq 3$ . Koeficient statické bezpečnosti se vypočte

$$s_o = \frac{C_o}{P_o} \quad (52)$$

Kde

$P_o$  je ekvivalentní statické zatížení ložiska

Při předpokladu působení čistě radiální síly na ložisko je  $P_{or} = F_{kabv}$ .

Po dosazení

$$s_{or} = \frac{C_{or}}{P_{or}} = \frac{490\,000}{16\,045} = \underline{\underline{30,5}}$$

30,5  $\geq$  3 ložisko vyhovuje i této podmínce a mohu ho použít.



## 7.2 Ložisko kladky

Pro průměr hřídele 85 mm volím ložisko 6017 dle ČSN 02 4630. Jde o ložisko kuličkové jednořadé. Jeho statická únosnost je  $C_{ok} = 43\,000\text{ N}$  a dynamická únosnost je  $C_k = 49\,400\text{ N}$ .



Obr. č. 56 Řez kuličkovým jednořadým ložiskem [26]

### 7.2.1 Výpočet zatížení ložiska

U každé kladky budou použita dvě tato ložiska. Pak zatížení jednoho ložiska bude

$$F_{kl} = \frac{F_k}{2} \tag{53}$$

Po dosazení

$$F_{kl} = \frac{F_k}{2} = \frac{20\,998}{2} = \underline{\underline{10\,499\text{ N}}}$$

### 7.2.2 Kontrola minimálního zatížení

Minimální zatížení pro ložiska s bodovým stykem

$$F_{min k} = 0,01 \cdot C_k \quad (54)$$

Po dosazení

$$F_{min k} = 0,01 \cdot C_k = 0,01 \cdot 49\,400 = \underline{\underline{494\,N}}$$

$494 < 10\,499$  ložisko vyhovuje

### 7.2.3 Kontrola statické bezpečnosti ložiska

Koeficient bezpečnosti pro ložiska s bodovým stykem je  $s_{omink} \geq 1,5$ .

Při předpokladu působení čistě radiální síly na ložisko je  $P_{ok} = F_{kl}$ .

Po dosazení do vzorce č. 52

$$s_{ok} = \frac{C_{ok}}{P_{ok}} = \frac{49\,400}{10\,499} = \underline{\underline{4,7}}$$

$4,7 \geq 1,5$  ložisko vyhovuje i této podmínce a mohu ho použít.

## 8 Závěr

V úvodní části práce je rešerše konstrukce a upevnění kabin na velkostrojích používaných v SD a.s. Přehled parametrů uvedených velkostrojů jsem uvedl jako přílohu.

V další části je konstrukční návrh řešení zdvihu kabiny řidiče velkostroje, kde je zhodnocení současného stavu. Požadavky na zdvih kabiny jsem shrnul do požadavkového listu a pomocí morfologické matice vybral nejlepší řešení, podle zadaných požadavků. Toto řešení je pak zpracováno do hrubé stavební struktury zdvihu kabiny. Následuje rozbor sil působících na kabinu. Navržené řešení je výhodné z hlediska ekonomického, je použita pouze jedna převodová skříň, oproti původním dvěma. Z toho vyplívá i úspora hmotnosti.

Pro základní výpočet pohonu zdvihu jsem nejdříve musel zjistit polohu zdvihu, ve které je největší zatížení lan zdvihu. Zvolil jsem obě krajní polohy a polohu vodorovnou. Jako nejhorší z hlediska zatížení lan vyšla poloha vodorovná. Dále je pro spočtené zatížení navrženo zdvihové lano a na základě jeho průměru je spočítán a navržen průměr lanové kladky a zdvihového bubnu. Na základě těchto hodnot jsem spočítal výkon potřebný pro zdvih kabiny řidiče.

V další části je návrh kabiny řidiče. Uvádím zde současný stav a návrh možného řešení, které zlepší výhled z kabiny hlavně směrem vpřed a tím přispěje k bezpečnému ovládání velkostroje jeho řidičem.

Návrh osy kabiny vychází z průměrů děr na řídicím výložníku velkostroje, ve kterých je osa upevněna. Provedl jsem její pevnostní kontrolu, kde jsou nejprve zjištěny průběhy posouvajících sil a momentů v jednotlivých rovinách. Dále jsem vytipoval nebezpečná místa z hlediska ohybových napětí a ty pak podrobil statické kontrole. Materiál zvolený pro výrobu osy vyhověl ve všech kritických místech. Součástí je i kontrola ložisek lanové kladky a ložiska rámu kabiny.

Jako příloha této práce je výkres sestavy osy kabiny a výrobní výkresy osy a lanové kladky.

## 9 Použitá literatura

- [1] GONDEK, Horst a Arnošt ŠEVČÍK. *Těžební a zpracovatelské stroje II*. 1. vyd. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2010. ISBN 978-80-248-1273-1.
- [2] SHIGLEY, Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [3] HUBKA, Vladimír. *Konstrukční nauka: obecný model postupu při konstruování*. Překlad Stanislav Hosnedl. Praha: Konservis, 1991, 104 s. Workshop Design Konstruktion. ISBN 80-901-1350-8.
- [4] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 1 pro školu a praxi* Praha : NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA, 2004. 753 s. ISBN 80-718-3312-6.
- [5] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 2 pro školu a praxi*. Praha : NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA, 2007. 586 s. ISBN 978-80-86960-20-3.
- [6] CHMEL, Jan. *Návrh rozmístění ovládacích prvků v kabině velkstroje*. Chomutov, 2012. Bakalářská práce. VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 46 s. Vedoucí práce prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.
- [7] ŠEVČÍK, František. *Vyhláška č.26/1989 Sb. Českého báňského úřadu ze dne 29.prosince 1988*. Ostrava : MONTANEX a.s., 1998. 127 s.
- [8] *Pokyny pro obsluhu a údržbu kolesového rýpadla KU300*. [s.l.] : [s.n.], [199?]. 194 s.
- [9] *Katalog náhradních dílů KU300*. Uničov, [199?].
- [10] ŠTĚPÁN, EHL a ŠIKOLA. *Odpružení kabiny KU 800/19: Technologický postup montáže odpružení kabiny*. 2008.
- [11] TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI - KATEDRA ČÁSTÍ A MECHANISMŮ STROJŮ. *Kolesové rýpadlo KU 800/18 - Pneumatická vibroizolační soustava odpružení kabiny řidiče: Návod k použití*. Liberec, 2006.
- [12] *Archiv fotografií oddělení OPM SD a.s.* Tušimice, 2000-2013.
- [13] ŠIKOLA. *Závěs kabiny řidiče - OK* [Výkres sestavy]. 9.9.2008 [cit. 12.4.2014].
- [14] ČSN 27 0100. *Zdvihací zařízení: Výpočet ocelových lan pro jeřáby a zdvihadla*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 10 s.
- [15] ČSN 27 1820. *Zdvihací zařízení: Kladky a bubny pro ocelová lana*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 14 s.
- [16] ČSN 27 7008. *Navrhování ocelových konstrukcí rypadel, nakladačů a zakladačů*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 84 s.

- [17] ČSN 27 7015. *Stroje pro povrchové dobývání-Technické požadavky*. Praha : Český normalizační institut, 1994. 24 s.
- [18] ČSN 27 7020. *Stroje pro povrchovou těžbu - Ocelová lana pro rýpadla, nakladače, zakladače a zařízení DPD - Navrhování a výpočet*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 8 s.
- [19] Turistika.cz s.r.o.: Fotogalerie Na procházce Dolem Bílina. Prohlédni si fotky našich turistů!. *Turistika.cz s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: [http://www.turistika.cz/fotky/9337/63276/th\\_91d6f6\\_imm026.jpg](http://www.turistika.cz/fotky/9337/63276/th_91d6f6_imm026.jpg)
- [20] VRANÝ, Jan. FOTOGALERIE Transport kolosového rýpadla K800B/12,K-54: Deník.cz. *Deník.cz* [online]. (C)2000-2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/galerie/kolesove-rypadlo-k800-vyjelo-z-lomu-vrsany-jeho-transport-zajistuje-policie.html?mm=3918369>
- [21] Kolesové rýpadlo UNEX KU800/20, doly Nástup Tušimice: Nebeské pohledy Jirky Jirouška. *Nebeské pohledy Jirky Jirouška | Letecké fotografie / Aerial Photography* [online]. 5.11.2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.nebeske.cz/gallery/kolesove-rypadlo-unex-ku80020-doly-nastup-tusimice-2/>
- [22] K 10000. *PRODECO, a.s.* [online]. 2013 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: [http://www.prodeco.cz/Portals/0/Clanky/Foto\\_stroju/K10000/08.jpg](http://www.prodeco.cz/Portals/0/Clanky/Foto_stroju/K10000/08.jpg)
- [23] Reference / Kolesové rýpadlo SchRs 1320 | EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s. *EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s.* [online]. 2007-2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: [http://www.evrazvitkovicesteel.com/data/articles/137\\_kolesove-rypadlo-schrs1320-01.jpg](http://www.evrazvitkovicesteel.com/data/articles/137_kolesove-rypadlo-schrs1320-01.jpg)
- [24] Ocelové lano šestipramenné STANDARD - 6 × 37 = 222 drátů | ELIS | Ocelová lana, vázací prostředky. | *ELIS | Ocelová lana, vázací prostředky* | [online]. © 2007-2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.ocelovalana.cz/obrazky/ocelovalana/standard-struktura-5.png>
- [25] Ložisko 22220 E SKF | ARKOV. *ARKOV | Široký sortiment strojních součástí na jedné adrese za skvělé ceny* [online]. 2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: [http://zbozi.arkov.cz/pictures/tn/9626/283\\_9626\\_dvourada\\_soudeckova\\_SKF.jpg](http://zbozi.arkov.cz/pictures/tn/9626/283_9626_dvourada_soudeckova_SKF.jpg)
- [26] Ložisko 6017 KINEX | ARKOV. *ARKOV | Široký sortiment strojních součástí na jedné adrese za skvělé ceny* [online]. 2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: [http://zbozi.arkov.cz/pictures/tn/9570/283\\_9570\\_16002\\_rada\\_jednorade\\_kulickova.jpg](http://zbozi.arkov.cz/pictures/tn/9570/283_9570_16002_rada_jednorade_kulickova.jpg)
- [27] Nové české kolesové rýpadlo Prodeco KK1300 se zakousne do skryvky v dolech Bílina / Recenze / Články / bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce. *Bagry.cz - vše o stavebních strojích pro zemní práce* [online]. 2013 [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: [http://bagry.cz/var/ezwebin\\_site/storage/images/clanky/recenze/nove\\_ceske\\_kolesove\\_rypadlo\\_prodeco\\_kk1300\\_se\\_zakousne\\_do\\_skrvyky\\_v\\_dolech\\_bilina/kolesove\\_rypadlo\\_prodeco\\_kk13002/997937-1-cze-CZ/kolesove\\_rypadlo\\_prodeco\\_kk1300.jpg](http://bagry.cz/var/ezwebin_site/storage/images/clanky/recenze/nove_ceske_kolesove_rypadlo_prodeco_kk1300_se_zakousne_do_skrvyky_v_dolech_bilina/kolesove_rypadlo_prodeco_kk13002/997937-1-cze-CZ/kolesove_rypadlo_prodeco_kk1300.jpg)

[28] První rok provozu obřího kolesového rýpadla KK 1 300/K 111 - Stavební technika. *Stavební technika &ndash; stavební stroje a jiná mechanizace* [online]. 2013 [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: [http://stavebni-technika.cz/img/articles/1024x800-fit/2012/ts2\\_koreckove-rypadlo\\_7.jpg](http://stavebni-technika.cz/img/articles/1024x800-fit/2012/ts2_koreckove-rypadlo_7.jpg)

## 10 Seznam obrázků

Obr č. 1 Kolesové rýpadlo K 650 (foto autor).....	15
Obr č. 2 Umístění kabiny řidiče na rýpadle K 650 [19].....	16
Obr č. 3 Kolesové rýpadlo KU 300 (foto autor).....	17
Obr č. 4 Umístění kabiny řidiče na rýpadle KU 300 (foto autor).....	18
Obr č. 5 Umístění pružinového tlumiče na zdvihadle (foto autor).....	18
Obr č. 6 Kolesové rýpadlo K 800 [20].....	19
Obr č. 7 Umístění kabiny řidiče K 800 (foto autor).....	20
Obr č. 8 Kolesové rýpadlo KU 800 [21].....	21
Obr č. 9 Zavěšení kabiny do vnějšího rámu KU 800 [10].....	22
Obr č. 10 Pružná jednotka [10].....	22
Obr č. 11 Pneumatické odpružení KU 800 [11].....	23
Obr č. 12 Kolesové rýpadlo K 2000 [12].....	24
Obr č. 13 Umístění kabiny řidiče [12].....	25
Obr č. 14 Odpružení kabiny řidiče [13].....	26
Obr č. 15 Kolesové rýpadlo KK 1300 [27].....	26
Obr č. 16 Umístění kabiny řidiče KK 1300 [28].....	27
Obr č. 17 Kolesové rýpadlo K 10 000 [22].....	28
Obr č. 18 Umístění kabiny řidiče K 10 000 (foto autor).....	29
Obr č. 19 Kolesové rýpadlo SchRs 1320 [23].....	30
Obr č. 20 Umístění kabiny řidiče SchRs 1320 [12].....	31
Obr č. 21 Zavěšení kabiny SchRs 1320 na lanech (foto autor).....	32
Obr č. 22 Tlumiče ve spodní části kabiny SchRs 1320 (foto autor).....	32
Obr č. 23 Kolesové rýpadlo SchRs 1550 (foto autor).....	33
Obr č. 24 Umístění kabiny řidiče SchRs 1550 (foto autor).....	34
Obr č. 25 Současný stav pohonu zdvihu (foto autor).....	36
Obr č. 26 Schéma hrubé stavební struktury.....	41
Obr č. 27 Spodní poloha kabiny řidiče [9].....	47
Obr č. 28 Rozložení sil na kabině řidiče při spodní poloze.....	47
Obr č. 29 Rozložení sil na řídicím výložníku při spodní poloze.....	48
Obr č. 30 Vodorovná poloha kabiny řidiče [9].....	50
Obr č. 31 Rozložení sil na kabině ve vodorovné poloze.....	50
Obr č. 32 Rozložení sil na řídicím výložníku ve vodorovné poloze.....	51

Obr č. 33 Horní poloha kabiny řidiče [9] .....	53
Obr č. 34 Rozložení sil na kabině v horní poloze.....	53
Obr č. 35 Rozložení sil na řídicím výložníku v horní poloze.....	54
Obr č. 36 Uspořádání lanového převodu [14] .....	56
Obr č. 37 Řez lanem [24] .....	58
Obr č. 38 Řez drážkou kladky [15].....	60
Obr č. 39 3D model kladky .....	60
Obr č. 40 Drážky lanových bubnů [15].....	61
Obr č. 41 Kabina řidiče - boční pohled (foto autor) .....	64
Obr č. 42 Kabina řidiče - čelní pohled (foto autor) .....	64
Obr č. 43 Výhled z kabiny řidiče (foto autor) .....	65
Obr č. 44 Středový panel (foto autor) .....	65
Obr č. 45 Umístění panelů [6] .....	66
Obr č. 46 Boční a čelní pohled navržené kabiny .....	67
Obr č. 47 3D model navržené kabiny .....	67
Obr č. 48 Osa.....	68
Obr č. 49 Rozložení sil na ose .....	68
Obr č. 50 Rozložení sil na ose – pohled z boku .....	69
Obr č. 51 Rozložení sil v rovině $xz$ .....	71
Obr č. 52 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině $xz$ .....	72
Obr č. 53 Průběh posouvajících sil a momentů v rovině $yz$ .....	74
Obr č. 54 Rozmístění míst pro kontrolu .....	75
Obr č. 55 Řez soudečkovým dvouřadým ložiskem [25].....	79
Obr č. 56 Řez kuličkovým jednořadým ložiskem [26] .....	81



## 11 Seznam tabulek

Tabulka 1 Požadavkový list .....	37
Tabulka 2 Morfologická matice zdvihu .....	39
Tabulka 3 Stanovení stavební truktury .....	40
Tabulka 4 Tabulka hodnot zatížení zdvihu .....	55
Tabulka 5 Rozměry kladky (rozměry jsou uvedeny v mm).....	60
Tabulka 6 Rozměry drážek lanového bubnu (rozměry jsou uvedeny v mm) .....	61

## 12 Seznam příloh

- A. Tabulka parametrů velkostrojů.
- B. Sestavný výkres osy kabiny řidiče.
- C. Výrobní výkres osy kabiny řidiče.
- D. Výrobní výkres kladky.
- E. CD s kompletním obsahem Diplomové práce.

## Příloha A

Tabulka 1 Tabulka parametrů velkstrojů

Technické parametry kolesových rýpadel nasazených na povrchových dolech v severních a západních Čechách										
Parametr	Jednotka	Výsuvová kolesová rýpadla				Bezvýsuvová kolesová rýpadla				
		KU 300	K 800	KU 800	KI0000	K650	K 2000	KK 1300	SchRs 1320	SchRs 1550
Lokalita nasazení		SD a.s.-DB SD a.s.-DNT LU a.s. VU a.s. SU a.s.	SD a.s.-DNT VU a.s. SU a.s.	SD a.s.-DB SD a.s.-DNT LU a.s. VU a.s. SU a.s.	SD a.s.-DB	SD a.s.-DB	SD a.s.-DB	SD a.s.-DB	SD a.s.-DNT	SD a.s.-DNT
Teoretická výkonnost v sypané zemině	[m <sup>3</sup> s.z. · h <sup>-1</sup> ]	3 600	2 300	5 500	10 000	1 850	5 500	5 500	5 500	5 500
Měrná rozpojovací síla	[kN · m <sup>-4</sup> ]	146	62	120	100	120	168	219	157	93
Maximální obvodová síla kola	[kN]	350	190	900	650	400	1250	1 400	500	324
Přetžitelnost rypného ústrojí	[-]	1,6	1,2	2,2	1,5	1,85	2,6	2,4	1,5	1,5
Počet korečků	[-]	13	13	15	16	14	15	15	26	14
Objem korečků	[l]	365	485	1 000	2 100	500	1 300	1 300	710	1 550
Výkon pohonu kola	[kW]	500	315	2x 800	2x 1 000	2x 250	2x 1 000	2x 1 150	2x 1 000	1 000
Průměr kola	[m]	7,5	7,5	12,6	14,5	8,8	13	13	12,5	11,8
Jmenovité otáčky kola	[ot · min <sup>-1</sup> ]	6,74	4,69	5,5	4,3	4,6	4,94	4,6	5,5	4,5
Rozsah regulace otáček kola	[%]	50 - 120	-	50 - 120	-	-	50 - 120	50 - 120	50 - 120	50 - 120
Typ hlavního podvozku	[-]	Housenicový	Housenicový	Kračivý	Kračivý	Housenicový	Housenicový	Housenicový	Housenicový	Housenicový
Typ podvozku podpěrného vozu	[-]	-	-	Housenicový	Kračivý	-	Housenicový	Housenicový	Housenicový	Housenicový
Výška řezu	[m]	18,5	22,8	32	32	14,7	35	30	30	30
Hlubkový dosah	[m]	-2,7	4,7	6	-	0,9	4	4	4	4
Sklon bočního svahu	[°]	55	50	55	45	50	45	55	60	35
Pracovní sklon – podélný	[°]	5,7	1,7	4	4	4	3,2	3,2	3,3	3,3
Pracovní sklon – příčný	[°]	2,9	1,7	4	4	5,7	2	2	3,3	3,3
Transportní sklon – podélný	[°]	5,7	2,85	6	6	5,7	+3,3 ÷ -5,7	+3,3 ÷ -5,7	4	4
Transportní sklon – příčný	[°]	2,9	2,85	6	6	5,7	2	2	4	4
Převýšení podvozků	[m]	-	-	± 15	± 15	-	± 15	± 15	-12 ÷ +10	-12 ÷ +10
Nejmenší poloměr zatáčení hlavního podvozku	[m]	48	39,7	-	-	-	70	70	60	60
Nejmenší poloměr zatáčení podpěrného vozu	[m]	-	-	-	-	-	50	50	40	40
Rozsah otoče horní stavby	[°]	360	-124 ÷ +106	160	360	360	± 210	± 210	± 160	± 160
Rozsah natočení SM / NV	[°]	-	-56 ÷ +68	± 105	360	± 100	± 105	± 105	± 160	± 160
Rozsah výsuvu KV / SM	[m]	8,2	12	16	16,3	-	37	37	10	10
Rychlost pojezdu / kráčení	[m · min <sup>-1</sup> ]	6	0 ÷ 4,5	1,5	1,6	9,5	2,5 ÷ 10	2,5 ÷ 10	2,5 ÷ 10	2,5 ÷ 10
Rychlost dopravních pásů	[m · s <sup>-1</sup> ]	4	3,3	4,1	5	4,1	4,1	4,1	3,8	3,8
Šířka dopravních pásů	[mm]	1 400	1 600	2 000 / 2 200	2 400	1 400	2 000	2 000	2 000	2 000
Střední tlak na podložku – hlavní podvozek	[MPa]	0,12	0,117	0,135	0,107	0,11	0,125	0,125	0,127	0,111
Střední tlak na podložku – podpěrný vůz	[MPa]	-	-	0,125	0,085	-	0,125	0,125	0,122	0,111
Hmotnost	[t]	1 350	1 400	4 613	6 088	564	5 700	4 977	4 093	3 753