

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče velkstroje
Design Layout of Controls in the Large-Scale Excavator Driver Cab

Student:

Jan Chmel

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.

Ostrava 2012

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

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Chmel**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 10 Stroje pro těžbu a zpracování užitkových surovin
Téma: **Návrh rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče velkostroje**
Design Layout of Controls in the Large-Scale Excavator Driver Cab

Zásady pro vypracování:

- 1) Proveďte rešerši rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče velkostroje
- 2) Proveďte vlastní návrh rozmístění jednotlivých ovládacích prvků včetně ergonomického zhodnocení
- 3) Proveďte návrh odpružené kabiny řidiče velkostroje
- 4) Proveďte výkres tlumicího elementu

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 48 s
- GONDEK, H., ŠEVČÍK, A. *Stroje pro těžbu a zpracování užitkových surovin I*, Vydala: VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2006, 102 s. ISBN 80- 248- 1040 - 9
- BOLEK, A., KOCHMAN, J., KOLEKTIV *Části strojů – 1. svazek. 5. vydání I*, Praha. SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1989, 775 s. ISBN 80-03-00048-7.
- DROBNÝ, J. *Dálková pásová doprava, I*, SNTL Praha 1970. 153 S.

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

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

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

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

V Ostravě.....21.5.2012.....

..........

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou 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 bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské 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 – bakalářskou 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 : 21.5.2012

Podpis: 

Jméno a příjmení autora práce: Jan Chmel

Adresa trvalého pobytu autora práce: M. Kopeckého 4827, 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. *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.

Bakalářská práce v první části obsahuje popis dobývacích strojů spolu s jejich rozdělením. Dále se zabývá návrhem rozmístění ovládačů v kabině řidiče velkstroje. Nejdříve je uvedena rešerše ovládání velkstrojů, dále shrnuje požadavky na kabinu řidiče z hlediska norem a ergonomie. V závěru této části je samotný návrh rozmístění ovládačů v kabině. Druhá část se zabývá návrhem odpružení kabiny řidiče. Na začátku je zhodnocení dnešního stavu. Pokračuje návrh odpružení kabiny, nadefinování vstupních parametrů pro výpočet a samotný výpočet pružinového závěsu s jeho popisem.

Klíčová slova: ergonomie, kabina řidiče, odpružení.

Anotation

Chmel, Jan. *Design Layout of Controls in the Large-Scale Excavator Driver Cab*. Chomutov, the 2012th Thesis. VŠB-TU Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and design, 46 s. Supervisor prof. Ing. Horst Gondek, DrSc.

The first part of the bachelor thesis contains a description of mining machinery, together with its distribution. It also deals with the design layout of the controls in the cab giant machines. First, research of control of giant machines is presented, then it summarizes the requirements for cab drivers in terms of standards and ergonomics. At the end of this section is the actual design layout of the controls in the cab. The second part deals with cab suspension. At the beginning there is assessment of the current state. Suspension cab design follows, defining the input parameters for the calculation and the calculation itself of spring hinge with its description.

Keywords: ergonomics, cab driver, suspension.

Obsah:

| | |
|---|----|
| Seznam použitých značek a symbolů | 9 |
| Úvod | 10 |
| 1 Dobývací stroje | 11 |
| 1.1 Kolesová rýpadla | 12 |
| 1.1.1 Základní části kolesového rýpadla | 12 |
| 1.2 Korečková rýpadla | 13 |
| 1.2.1 Základní části korečkových rýpadel | 14 |
| 1.3 Lopatová rýpadla | 15 |
| 2 Technický popis rýpadla KU 300S | 16 |
| 2.1 Housenicový podvozek | 16 |
| 2.2 Spodní stavba | 17 |
| 2.3 Otočná deska | 18 |
| 2.4 Horní stavba | 18 |
| 2.5 Vyvažovací výložník | 18 |
| 2.6 Kolesový výložník | 19 |
| 2.7 Nakládací výložník | 19 |
| 2.8 Řídicí výložník | 20 |
| 2.9 Nosný výložník | 20 |
| 2.10 Elektrické vybavení rýpadla | 20 |
| 3 Ovládaní velkstroje | 21 |
| 3.1 Rozmístění ovladačů v kabině | 21 |
| 4 Ergonomické a bezpečnostní posouzení kabiny řidiče velkstroje | 26 |
| 4.1 Požadavky na kabinu dle ČSN 27 7015 | 26 |
| 4.2 Rozvržení ovladačů v kabině dle ČSN 27 7015 | 27 |
| 4.3 Kabina řidiče velkstroje z hlediska ergonomie | 28 |
| 4.3.1 Pracovní poloha | 28 |
| 4.3.2 Sedadla | 28 |
| 4.3.3 Pohybový prostor | 29 |
| 4.3.4 Zorné podmínky | 29 |
| 5 Návrh kabiny řidiče velkstroje | 31 |
| 5.1 Celkové rozvržení kabiny | 31 |

| | |
|---|----|
| 5.2 Ovladače na panelech u sedadla..... | 32 |
| 5.3 Ergonomická rozvaha plochy obrazovky..... | 33 |
| 5.4 Sedadlo řidiče | 34 |
| 6 Návrh odpružení kabiny řidiče..... | 35 |
| 6.1 Současný stav..... | 35 |
| 6.2 Návrh řešení..... | 36 |
| 6.3 Výpočet zatížení lan..... | 36 |
| 6.4 Výpočet pružiny..... | 39 |
| 6.5 Popis pružinového závěsu..... | 40 |
| 7 Závěr..... | 42 |
| 8 Použitá literatura..... | 43 |
| 9 Seznam obrázků..... | 44 |
| 10 Seznam tabulek..... | 45 |
| 11 Seznam příloh..... | 46 |

Seznam použitých značek a symbolů:

| | | |
|----------|-------------------------------------|-------|
| d | průměr | [mm] |
| D | střední průměr pružiny | [mm] |
| D_e | vnější průměr pružiny | [mm] |
| D_i | vnitřní průměr pružiny | [mm] |
| F_{ix} | síly působící v ose x | [N] |
| F_{iy} | síly působící v ose y | [N] |
| F_{xa} | složka síly v lanu působící v ose x | [N] |
| F_{ya} | složka síly v lanu působící v ose y | [N] |
| F_1 | minimální pracovní zatížení pružiny | [N] |
| F_8 | maximální pracovní zatížení pružiny | [N] |
| l_k | délka kabiny řidiče | [m] |
| l_v | délka výložníku | [m] |
| L_0 | volná délka pružiny | [mm] |
| L_1 | délka předpružené pružiny | [mm] |
| L_8 | délka plně zatížené pružiny | [mm] |
| m_k | hmotnost kabiny řidiče | [kg] |
| m_v | hmotnost řídicího výložníku | [kg] |
| n | počet závitů pružiny | [-] |
| O | obvod | [mm] |
| R_e | mez pevnosti materiálu v tahu | [MPa] |
| R_m | mez pevnosti materiálu | [MPa] |
| Q_k | tíha kabiny řidiče | [N] |
| Q_v | tíha řídicího výložníku | [N] |

Úvod

K hlavním činnostem při povrchovém dobývání uhlí pomocí velkostrojů patří jejich ovládání. Jedná se o velmi složité zařízení, které po ekonomické stránce představuje miliardové hodnoty. Proto je velmi důležitá přesná a spolehlivá práce lidí, kteří velkostroj řídí. Aby tito lidé mohli spolehlivě velkostroj ovládat potřebují mít k tomu patřičné podmínky. Zjištění současného stavu řešení dané problematiky a návrh vlastního řešení bylo i cílem mé bakalářské práce. Vzhledem k tomu, že v Severočeských dolech je nejpočetněji zastoupen velkostroj KU 300S, zvolil jsem pro vlastní řešení právě tento velkostroj. Je nasazen v technologických celcích TC1, kde pracuje v součinnosti s pásovými vozy, shazovacími vozy, dálkovou pásovou dopravou a zakladači.

V této práci se v úvodní části zabývám základním rozdělením a popisem dobývacích strojů používaných při povrchové těžbě. Dále pak podrobným popisem rýpadla KU 300 S.

V další části se věnuji rešerši rozmístění ovládacích prvků v kabině velkostroje KU 300S. Shrnuji obecné požadavky na kabinu řidiče z hlediska platných norem a požadavků ergonomie. Následuje samotný návrh rozmístění jednotlivých ovládačů a sdělovačů v kabině řidiče a rozmístění ovládacích prvků na panelech u sedadla řidiče.

Mezi hlavní faktory ovlivňující činnost řidiče velkostroje je kmitání kabiny řidiče. V závěrečné části práce se proto věnuji návrhu odpružení kabiny řidiče u velkostroje KU 300S včetně základního výpočtu.

1 Dobývací stroje

Dobývání uhlí na povrchových dolech je proces, který představuje soubor činností, skládajících se z odкрыtí ložiska a vlastní těžby uhlí. Obojí se provádí pomocí velkstrojů, kde po vlastním rozpojení horniny, tato naloží na dopravní zařízení a dopraví na skládku, případně se zakládá na výsypce.

Rozdělení dobývacích strojů pro lomovou těžbu podle způsobu činnosti:

- Kontinuálně pracující – stroje pracující s nepřetržitým pracovním cyklem. Patří sem zejména rýpadla kolesová, korečková,
- cyklicky pracující – stroje pracující s přetržitým pracovním cyklem. Mezi hlavní zástupce patří zejména rýpadla lopatová, rýpadla s vlečným korečkem, drapáková a některé speciální stroje.

Kontinuálně pracující dobývací stroje mají oproti cyklicky pracujícím několik výhod:

- Vyšší výkonnost,
- větší dosah,
- automatizace dobývacího procesu,
- nižší měrná spotřeba energie apod.

Ale také několik nevýhod:

- Menší možnosti použití z hlediska rozpojitelnosti,
- velká závislost výkonnosti a časového využití na vlastnostech těženého materiálu a klimatických podmínkách,
- značné požadavky na kvalitu pojezdové pláně a nutnost jejích úprav,
- náročné opravy s využitím pomocné mechanizace (autojeřáby apod.).

1.1 Kolesová rýpadla

Patří mezi nejpoužívanější rýpadla pro lomové dobývání uhelných ložisek. V menším měřítku se používají na některých rudných a nerudných dolech a také ve stavebnictví při provádění zemních prací velkého rozsah. Pracují většinou v součinnosti s podélnou (pásová, kolejová) nebo příčnou dopravou (skrývkové mosty, zakladače pro přímé zakládání, pásové vozy). Kolesová rýpadla mohou dobývat horniny s měrným rozpojovacím odporem do $120kN \cdot m^{-1}$. Tvrdší horniny se musí předem narušit.

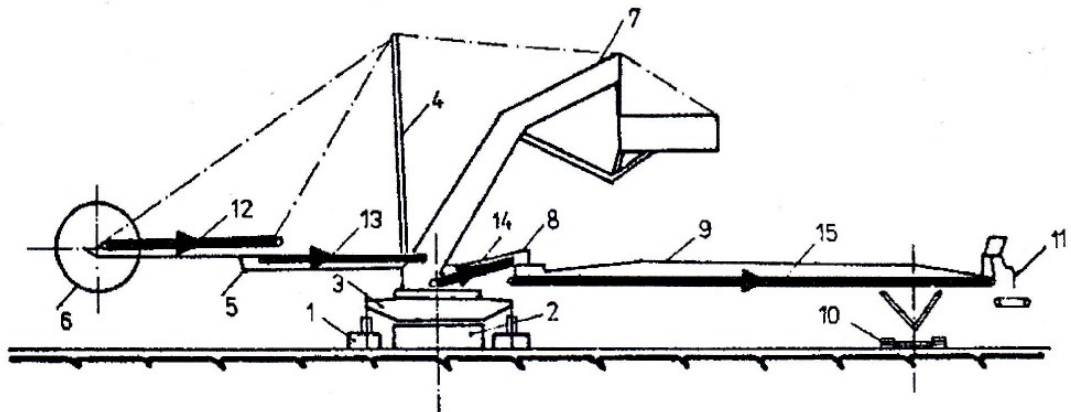
Rozdílnost technického provedení jednotlivých druhů rýpadel pramení z požadavků pracovního nasazení stroje. Jako například [7]:

- Požadovaná těžební výkonnost,
- požadované dosahové parametry,
- stabilita těžené zeminy a z toho vyplývající sklon bočního a čelního svahu,
- odpor zeminy při rozpojování,
- sklon těžené zeminy k vytváření kusovitosti,
- rozsah pracovních teplot,
- sklon pracovní plošiny,
- dovolená únosnost pracovní pláň,
- požadavek víceřezové technologie a některé další.

1.1.1 Základní části kolesového rýpadla

Základní části kolesového rýpadla:

- Koleso,
- dopravní cesty,
- otočové zařízení,
- podvozek,
- ústrojí zdvihu a výsuvu,
- ocelová konstrukce.



Obr. č. 1 Funkční schéma kolesového rýpadla [7]

1-podvozek, 2-spodní stavba, 3-otočná deska, 4-nosný výložník, 5-teleskopický výložník, 6-koleso, 7-vyvažovací výložník, 8-předávací výložník, 9-nakládací výložník, 10-podpěrný vůz, 11-otočná výsypka, 12-13-přední a zadní dopravník kolesového výložníku, 14-předávací dopravník, 15-nakládací dopravník

1.2 Korečková rýpadla

Dříve velmi rozšířená, dnes jsou nahrazována kolesovými rýpadly. Používají se při lomovém dobývání uhelných ložisek a také některých nerudných ložisek.

Mají větší rozpojovací schopnost než rýpadla kolesová, proto se používají především při těžbě skrývky ve spodních řezech. Mohou dobývat horniny s měrným rozpojovacím odporem do $150 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$, při přímém rozpojování a tvrdé mohou těžít po předchozím narušení trhacími pracemi.

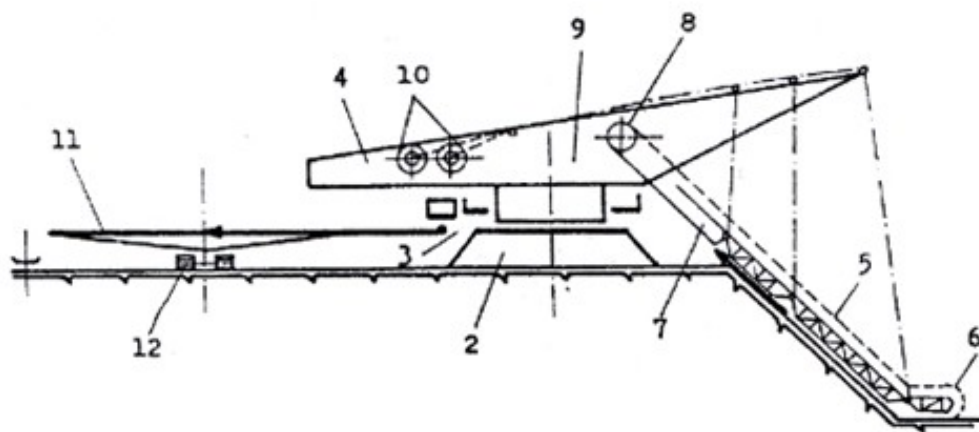
Jejich výhodou je vysoká rypná síla a schopnost těžít výškový i hloubkový řez z jednoho dopravního horizontu.

Nevýhodou jsou velké pasivní odpory, které vznikají ve vedení korečkového řetězu.

1.2.1 Základní části korečkových rýpadel

Základní části korečkových rýpadel:

- dobývací ústrojí,
- dopravní cesty,
- podvozek,
- otoč,
- zdvih korečkového vodiče.



Obr. č. 2 Funkční schéma korečkového rýpadla [7]

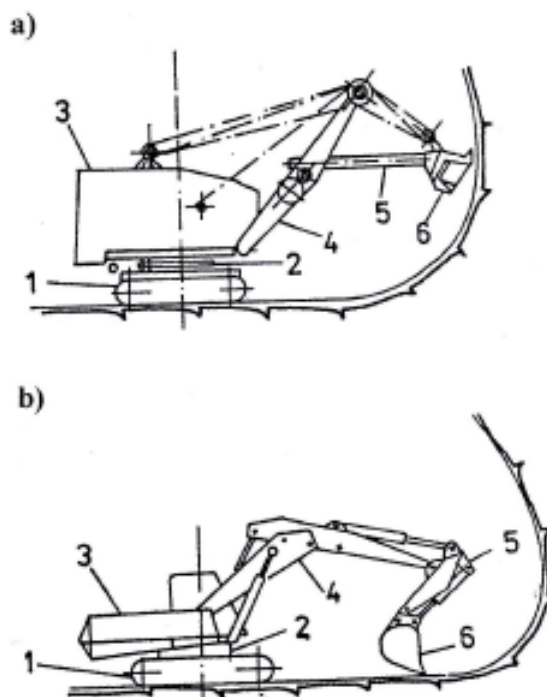
1-kolejový podvozek, 2-kráčivý, příp. housenicový podvozek, 3-spodní stavba, 4-horní stavba, 5-vodič korečkového řetězu s korečkovým řetězem, 6-zarovnávač, 7-žlab, 8-pohon korečkového řetězu, 9-vynášení zeminy pásovými dopravníky, 10-vrátky zdvihu vodiče korečkového řetězu, 11-nakládací výložník, 12-podpěrný podvozek.

1.3 Lopatová rýpadla

Používají se na povrchových lomech pouze jako doplňková mechanizace. A to především pro odtěžení zbytkových bloků, nakládání různých materiálů a různé zemní práce. Mají podstatně větší rozpojovací schopnost než kolesová a korečková rýpadla. Mohou dobývat i velmi pevné horniny. Lze je rozdělit podle mnoha hledisek, např. podle velikosti lopaty, podle konstrukce podvozku, druhu pohonu, druhu pracovního orgánu, způsobu přenosu sil.

V zásadě se ale rozdělují do dvou základních skupin:

- rýpadla mechanická,
- rýpadla hydraulická.



Obr. č. 3 Obecné funkční schéma lopatových rýpadel [7]

a) s mechanickým přenosem sil, b) s hydraulickým přenosem sil

1-podvozek, 2-kruhová otočová dráha, 3-otočný svršek, 4-výložník, 5-násada, 6-lopata.

2 Technický popis rýpadla KU 300S



Obr. č. 4 Kolesové rýpadlo KU 300S

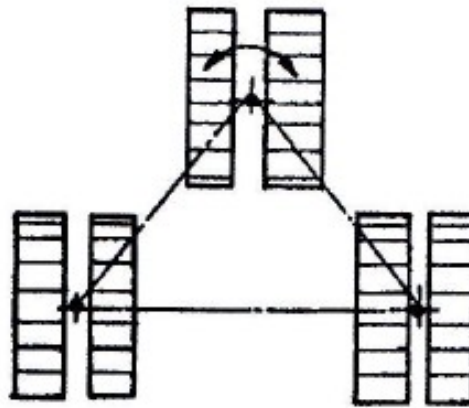
Hlavní části kolesového rýpadla [1]:

- Housenicový podvozek, spodní stavba, otočná deska, horní stavba, elektrické vybavení,
- vyvažovací výložník, kolesový výložník, nakládací výložník, řídicí výložník, nosný výložník.

2.1 Housenicový podvozek

Slouží k přemístování rýpadla a jeho manipulaci v bloku.

Je složený ze tří dvojic housenicových pásů, na nichž je kloubově uložena spodní stavba. Oba housenicové pásy jednoho podvozku jsou vzájemně kyvné kolem střední osy. Jednotlivé pásy se skládají ze samostatných nosičů housenic skříňové konstrukce, ve kterých jsou uložena velká a malá vahadla pojezdů. V malých vahadlech jsou kloubově uloženy pojezdové kladky. Nahoře na nosičích housenic jsou umístěny podpěrné kladky horní větve housenicového pásu. K napínání slouží vodící kolo.



Obr. č. 5 Schéma uspořádání podvozku KU 300S [7]

Každý housenicový pás má samostatný pohon sestávající z elektromotoru, převodovky a hnacího kola. Zatačení rýpadla se provádí natočením předního říditelného podvozku a změnou otáček motorů zadních neřiditelných dvojic pásů.

2.2 Spodní stavba

Je to část stroje mezi podvozkem a horní stavbou rýpadla. Spodní stavba slouží jako základna pro uložení kulové dráhy.

Je skříňové konstrukce tvaru rovnostranného trojúhelníku. V jednotlivých rozích jsou umístěny kulové klouby, pomocí nich je spodní stavba upevněna na podvozcích. V místě umístění říditelného housenicového podvozku je spodní stavba opatřena hydraulickým válcem, který zajišťuje spodní stavbě vodorovnou polohu až do sklonu pojezdové roviny 1:10 [1]. Na horní desce spodní stavby je uložena kulová dráha s vnějším a vnitřním ozubením, které slouží k otáčení horní stavby a kruhová kolejnice pro poježdění vahadel otoče nakládacího výložníku. V zadní části je uložen kabelový buben s pohonem, na který se navíjí napájecí kabel.

Uvnitř spodní stavby je umístěn kroužkový sběrač vysokého a nízkého napětí, kterým je přiváděn elektrický proud do otočné horní stavby. Dále je tam umístěna hydraulika zdvihu spodní stavby, elektrické rozvaděče a hlavní odpojovač.

Pro zabezpečení rýpadla proti požáru je do prostoru kroužkového sběrače instalováno stabilní hasicí zařízení.

2.3 Otočná deska

Otočná deska slouží jako základna pro horní stavbu, která je otočně uložená na spodní stavbě.

Je skříňové konstrukce, v přední části jsou ukotveny sloupy horní stavby, zadní část je kruhová. Otočná deska je spodní částí uložena na kulové dráze, která umožňuje nezávislé otáčení horní stavby oproti spodní stavbě.

V ose otočné desky je otočně uložena vzpěra nakládacího výložníku spolu s předávacím pasem. Druhý konec vzpěry je zakotven v rámu otoče nakládacího výložníku. Otoč nakládacího výložníku je otočně uložena na kulové dráze tak, aby se nakládací výložník mohl otáčet nezávisle na spodní stavbě a otočné desce.

2.4 Horní stavba

Horní stavba je část stroje nad spodní stavbou rýpadla. Na horní stavbě jsou připevněny kolesový, vyvažovací, nosný a řídicí výložník.

Horní stavba sestává ze dvou skříňových nosníků, které jsou v dolní části zakotveny do otočové desky, v horní části jsou spojeny do tvaru portálu. V jejich střední části je kyvně zakotvena kyvná část kolesového výložníku, v horní části je pevně připojen vyvažovací výložník a kloubavě uložen nosný a řídicí výložník.

Na horní stavbě je umístěna kruhová lávka, na níž ústí vstupní schodiště na rýpadlo a vstup na vyvažovací výložník. Z kruhové lávky je přístup na otočovou desku a na nakládací výložník.

2.5 Vyvažovací výložník

Slouží k vyvážení stroje, kdy vyvažuje hmotnost kolesového a řídicího výložníku.

Vyvažovací výložník je skříňové konstrukce, pevně zakotvený v portálu horní stavby, zadní část je spojena pomocí kotevních pásů a lan přes držící výložník s kolesovým výložníkem.

Ve vyvažovacím výložníku jsou rozvodny vysokého a nízkého napětí, dílny s umývárnou a sklad. Dále je v něm uložen vrátek zdvihu kolesového a nakládacího výložníku. Na horní plošině vyvažovacího výložníku je umístěno pohyblivé protizávaží s montážními kladkostroji. Toto protizávaží se pohybuje v závislosti na výsuvu kolesového výložníku tak, aby byla zajištěna neměnná poloha těžiště stroje. V zadní části výložníku je umístěno pevné protizávaží.

2.6 Kolesový výložník

Na kolesovém výložníku je umístěno koleso a dopravní cesty, které těženy materiál po rozpojení a naložení odvedou od kolesa. Kolesový výložník se skládá ze dvou základních částí a to z části výsuvné a kyvné.

Výsuvná část kolesového výložníku je v přední části zavěšena pomocí táhel na lanových kladkostrojích a v zadní části opřena pomocí pojezdových kol a opěrek na kyvné části kolesového výložníku. Konstrukci tvoří dva nosníky spojené zavětrováním. V přední části je uložen ve valivých ložiscích hřídel kolesa s kolesem a jeho pohonem.

Kyvná část kolesového výložníku je přední částí suvně spojena s posuvnou částí kolesového výložníku, zadní část je uložena otočně v konzolách horní stavby. Konstrukci tvoří opět dva nosníky spojené zavětrováním.

Výsuv je uložen na kyvné části kolesového výložníku a skládá se ze dvou pohybových převodových skříní zavěšených na pohybových šroubech a dvou pohybových šroubů s maticemi. Výsuv umožňuje rýpadlu těžbu bez nutnosti častého pojíždění.

2.7 Nakládací výložník

Slouží k dopravě těžného materiálu na pásové vozy nebo na pásovou dopravu.

Jedním koncem je sklopně uložen v rámu otoče nakládacího výložníku, druhým koncem je zavěšen pomocí lan na otočném zdvihadle nakládacího výložníku, uloženém na kulové dráze v ose otáčení stroje. Zdvihadlo nakládacího výložníku je uloženo ve vyvažovacím výložníku. Konstrukci tvoří dva nosníky spojené příhradovou konstrukcí.

Na konci nakládacího výložníku je otočná výsypka uložená na valivém velkopřůměrovém ložisku. To umožňuje správné usměrnění materiálu. Ovládání nakládacího výložníku a výsypky je prováděno z kabiny klapkaře, která je umístěna na spodní části nakládacího výložníku za výsypkou.

2.8 Řídící výložník

Na řídicím výložníku je umístěna kabina řidiče, která se může zdvíhat a spouštět nezávisle na poloze kolesového výložníku.

Jedním koncem je sklopně uložen na nosníku horní stavby, druhým je zavěšen na zdvihadle, které je kyvně uloženo na nosném výložníku. Konstrukce řídicího výložníku je trubková.

2.9 Nosný výložník

Na konci nosného výložníku jsou umístěny rolny, přes které jsou natažena lana zdvihu kolesového výložníku a také je zde umístěn vrátek zdvihu řídicího výložníku.

Jedním koncem je sklopně uložen na horní stavbě, druhý konec je spojen kotevními pásy s vyvažovacím výložníkem.

2.10 Elektrické vybavení rýpadla

Rýpadlo je napájeno elektrickým třífázovým proudem o napětí 6 000 V, 50 Hz. Který je přiváděn vlečným kabelem. Kabel je navinut na kabelovém bubnu, ten je přizpůsoben tak, že pojezdění stroje může být prováděno v obou směrech od napájecí stanice, což umožňuje dráhu pojezdění rýpadla 2 500 metrů bez nutnosti přepojení napájecí stanice. Navíjení kabelu je synchronizováno s rychlostí pojezdu rýpadla.

3 Ovládaní velkstroje

Spolehlivé ovládaní velkstroje patří mezi jeho rozhodující funkční podmínky na kterých je závislá jak jeho výkonnost tak ekonomika těžby celého technologického celku.

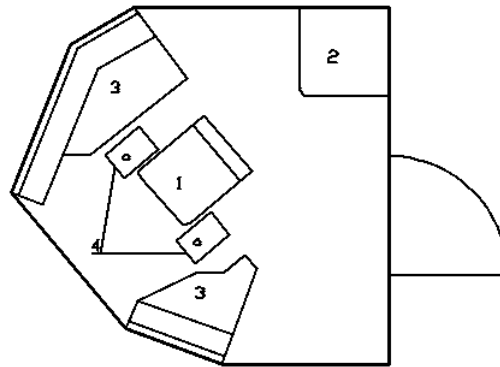
3.1 Rozmístění ovladačů v kabině

Hlavní funkcí kolesového rýpadla je rozpojení horniny nebo uhlí, jeho naložení na dopravní pás kolesového výložníku, doprava a přesunutí na nakládací výložník z něhož je pak dobývaný materiál přemístěn na dálkovou pásovou dopravu pomocí níž je dopraven na výsypku nebo skládku.

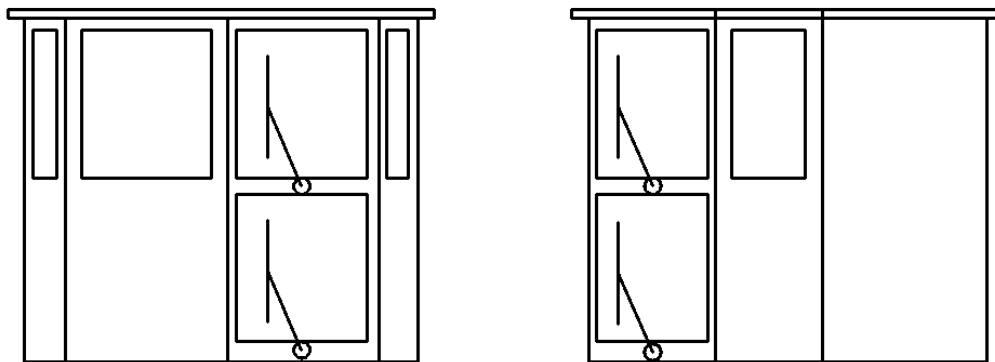
Hlavním pohybem velkstroje je otáčení kola s korečky. Pro zajištění určitých parametrů rozpojované třísky potřebujeme zajistit i následující funkce ovládaní a to : otoč horní stavby, zdvih a výsuv kolesového výložníku. Ty byly ovládány pomocí dvou pák (takzvaných „rajčáků“), které byly umístěny v blízkosti sedadla řidiče velkstroje. Levou se ovládal zdvih kolesového výložníku pohybem páky vpřed a vzad. Pravou se pohybem vpřed a vzad ovládal výsuv kolesového výložníku a pohybem páky do stran se ovládala otoč horní stavby.

Zbytek ovládaní byl rozmístěn na panelech po stranách kabiny. To vedlo k tomu, že například při ovládaní zdvihu kabiny se musel řidič velkstroje mírně nahnout dopředu a levou rukou stisknout tlačítko na panelu vlevo od okna. A zároveň s tím musel přenést i pohled na tento panel, což nebylo dobré ani z hlediska bezpečnosti, protože v tu chvíli nesledoval koleso a jeho okolí. Vzhledem k tomu, že zdvih kabiny řidiče se používá u velkstroje KU 300S poměrně často, tak tato změna polohy těla nepřispívala k optimálním pracovním podmínkám.

Řidič velkstroje potřebuje ke své práci informace o stavu stroje, o poloze některých jeho celků, okolním prostředí apod. Tyto informace mu dodávaly sdělovače. Ty měly formu různých analogových přístrojů, nebo kontrol. Vzhledem k množství údajů, které musel řidič velkstroje sledovat, zabíraly tyto sdělovače značnou část prostoru. To ovlivnilo podstatným způsobem velikost ovládacích panelů a samozřejmě také výhled z kabiny.



Obr. č. 6 Rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče před rekonstrukcí. 1- sedadlo řidiče, 2- sklopné sedadlo, 3- ovládací panely, 4- ovládací páky



Čelní pohled

Boční pohled

Obr. č. 7 Pohled na kabinu řidiče před rekonstrukcí

Při generálních opravách, které v Severočeských dolech a.s. probíhaly koncem 20. století, se ovládání velkostrojů podstatně změnilo. Souvisí to hlavně s technickým pokrokem v oblasti diagnostiky a s využitím výpočetní techniky. Tato technika umožnila soustředit informace o provozu stroje na sdružené obrazovky a tím výrazně ušetřit místo. To vedlo k možnosti zvětšit prosklení kabiny a podstatně zlepšit výhled do prostoru rozpojovacího orgánu a prakticky i do všech míst, která musí řidič během řízení dobývání sledovat.



Obr. č. 8 Kabina řidiče po rekonstrukci - boční pohled



Obr. č. 9 Kabina řidiče po rekonstrukci - čelní pohled

Všechny často používané ovladače se soustředily blíže k rukám řidiče velkstroje a to na panely umístěné přímo vedle sedadla. Tímto má možnost ovládat velkostroj, aniž by musel měnit polohu těla, což také značně zlepšilo komfort ovládání stroje.



Obr. č. 10 Výhled z kabiny řidiče

Další výrazný posun v komfortu obsluhy je použití klimatizace. Oproti dříve používaným otvíracím oknům, klimatizace dokáže daleko lépe udržet stanovenou teplotu v kabině řidiče. Řidič není také obtěžován prachem, který vzniká za provozu stroje.

Dalším zlepšením bezpečnosti provozu je použití průmyslových kamer. Používají se ke sledování druhé strany kola, kterou řidič nevidí. Nebo ke sledování přesypových míst. Toto je důležité hlavně vzhledem k tomu, že počet členů osádky na velkostrojích se v poslední době dosti snížil.

Například pro velkostroj KU 300S byl stav osádky v době jeho uvedení do provozu 5 lidí: řidič velkostroje, zámečnick, klapkař, pasař a elektrikář [1]. Dnes dovolují předpisy v SD a.s. Chomutov, stav osádky velkostroje snížit až na 3 lidi: řidič velkostroje, zámečnick nebo elektrikář, klapkař a krátkodobě mohou obsluhovat velkostroj dokonce lidi 2 [6]. To by samozřejmě nebylo možné bez výše uvedených technických řešení.



Obr. č. 11 Obrazovka kamer

Další věcí, která značně ulehčuje ovládání stroje, je použití technologie GPS (global positioning systém). S její pomocí vidí na obrazovce řidič velkostroje přesné údaje o pozici rýpadla na důlní mapě a to včetně natočení kolesového výložníku. Dále mu umožňuje sledovat např. výšku kola nad pojezdem, absolutní nadmořskou výšku řezu aj., což jsou neocenitelné údaje při těžbě a dodržení pojezdové roviny.

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



Obr. č. 12 Obrazovka GPS

4 Ergonomické a bezpečnostní posouzení kabiny řidiče velkstroje

4.1 Požadavky na kabinu dle ČSN 27 7015

Jak z uvedené normy vyplývá, musí kabina řidiče velkstroje splňovat následující požadavky [2]:

- Kabina musí být vyrobena z nehořlavých materiálů a zajišťovat řidiči dobré pracovní podmínky. Musí chránit řidiče před nadměrným hlukem, prašností a vibracemi.
- Kabina musí být vybavena sedadlem pro řidiče a musí být dostatečně prostorná, aby dovovala řidiči bezpečné ovládání stroje při práci i při zácviku nového pracovníka (každý nový řidič velkstroje s teoretickou výkonností od $630 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ do $3\,150 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ absolvovat zácvik v řízení stroje v trvání nejméně 100 hodin [3]). Podlaha kabiny musí být stále vodorovná.
- Kabina, která může měnit polohu (ve směru vertikálním či horizontálním), musí být navržena a vyrobena tak, aby osoby v kabině mohli ovládat její pohyb.
- Výška prostoru kabiny musí být nejméně 2,1 m, v místech, kde se nepohybuje řidič, může být snížena až na 1,9 m (např. umístěním svítidla).
- Konstrukce a umístění kabiny musí řidiči umožňovat dobrý, nerušený výhled ne jemu svěřený pracovní úsek. Pokud toto není možné, doporučuje se použít vhodného pomocného zařízení pro nepřímé pozorování.
- Podlahy kabin musí být konstruovány a dimenzovány s ohledem na maximálně možné provozní zatížení.
- Okna kabiny musí být řádně upevněna proti vypadnutí a vyrobena z bezpečnostního skla o tloušťce nejméně 4 mm. Doporučuje se použít netermálních nebo reflexních skel, popřípadě skel s podobnými

vlastnostmi. Pokud tato skla nejsou použita, musí být kabiny vybavena protisluneční clonou.

- Dveře kabiny musí mít šířku nejméně 600 mm a výšku nejméně 1,8 m a nesmí se otevírat směrem do kabiny.
- Kabina musí být opatřena mimo normálního východu také nouzovým východem.

4.2 Rozvržení ovladačů v kabině dle ČSN 27 7015

Pokud se týče rozvržení ovladačů v kabině řidiče, zde platí následující podmínky [2]:

- Řidič musí mít ze svého místa možnost ovládat všechna ovládací zařízení potřebná k provozu stroje.
- Po přerušení působení ovládací síly se musí ovladače samočinně vracet do své nulové (vypnuté) polohy. Výjimku tvoří: ovladače nouzového vypnutí, ovladače pohybů jako např. otoče horní stavby, pohonu kola apod.
- Kolem rukojetí ručních ovladačů musí být volný prostor nejméně 75 mm od pevných částí kabiny. Minimální vzdálenost rukojetí mezi sebou v jakékoliv pracovní poloze musí být 50 mm.
- Ovladače používané trvale nebo často musí být umístěny v optimálním pohybovém prostoru pro horní končetiny, to platí i pro umístění tlačítek nouzového vypnutí.
- Informace nezbytné pro kontrolu a ovládání stroje musí být jednoznačné a jednoduché k pochopení.
- Optické sdělovače, které je třeba sledovat za provozu stroje, musí být možné sledovat bez změny základní pracovní polohy.
- Akustické sdělovače musí mít nejméně o 10 dB větší intenzitu než je hladina hluku okolního prostředí.
- Všechny ovladače a sdělovače musí být přehledně a trvale označeny a to příslušnými značkami nebo slovně.
- Chyba v ovládacím systému nebo jeho selhání nesmí vést k nebezpečným situacím.

4.3 Kabina řidiče velkstroje z hlediska ergonomie.

4.3.1 Pracovní poloha.

U kabiny řidiče velkstroje bychom mohli, při jejím projektování, uvažovat o dvou polohách řidiče a to o poloze vsedě a ve stoje. Vzhledem k charakteru vykonávané práce se však uvažuje jen s polohou vsedě. Tato poloha má několik výhod oproti stání a to[5]:

- Menší energetickou namáhavost,
- jemnější a přesnější pohyby,
- odlehčení nohou,
- větší soustředění,
- při mikropauzách – možnost odpočinku.

Veškerá činnost řidičů velkstrojů musí vést k jejich minimálnímu namáhání což je možné jen při optimálním rozvržení všech řídicích prvků včetně pohodlného sezení.

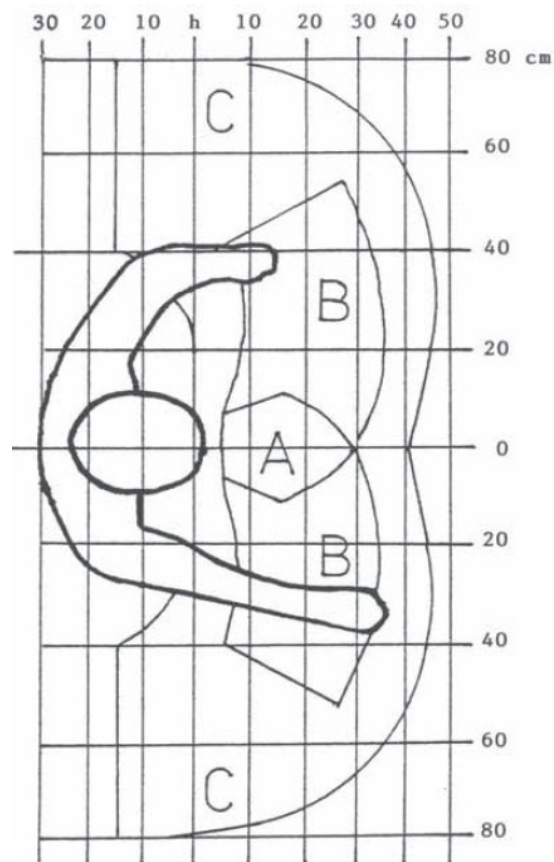
4.3.2 Sedadla.

Základní ergonomický požadavek je výška sedadla (sedáku). Ta musí být přizpůsobena postavě člověka. Vychází se z toho, že přední hrana sedáku musí být níže než je výška podkolení jamky. Proto se používají výškově stavitelná sedadla, kde nastavení výšky sedáku je realizováno vzduchovým měchem, podobně jako u nákladních automobilů.

Pro pohodlné sezení je velice důležitá tuhost stojanu a to především v kabině velkstroje, kde dochází při těžbě ke značným otřesům a vibracím. Jakékoliv nepevnosti sedadla zhoršují pohodlí, bezpečnost a také celkový pracovní výkon.

V kabině řidiče velkstroje se používají otočná sedadla, která usnadňují opuštění místa. Dále se využívají u sedadel loketní opěrky, jež slouží jednak k podepření horních končetin a také k bočnímu podepření trupu.

4.3.3 Pohybový prostor.



Obr. č. 13 Dosahy horních končetin při práci v sedě (pohled z hora).[4]

Do zón A a B se umisťují ovladače používané trvale nebo velmi často. Do zóny C pak ovladače používané zřídka.

4.3.4 Zorné podmínky.

Průzkumy ukazují, že více jak 80% informací dostáváme pomocí zraku. Proto je pro rozměrové řešení pracovního prostoru velice důležité zrakové vnímání.

Základní zorné podmínky [5]:

- Zorná vzdálenost.
- Osa pohledu.
- Zorné pole.

Zorná vzdálenost je vzdálenost mezi okem a pozorovaným objektem. Optimální zorná vzdálenost závisí na velikosti kritického detailu a na kvalitě zraku.

Kritický detail je velikost např. písmen nebo vzdálenost dílků stupnice, kterou jsme schopni bezpečně přečíst. Na základě velikosti kritického detailu se určuje zorná vzdálenost.

Osa pohledu je polopřímka, která vychází z oka při přirozené poloze hlavy a oční bulvy. Svírá s horizontálou, vedenou okem úhel, který označujeme α [5]. Pro práci v sedě se používá úhel α přibližně 35° . Je potřeba aby sdělovače a obrazovky byly kolmé na směr osy pohledu, což zaručí správnou polohu hlavy a přesné čtení informací.

Zorné pole je oblast, kterou vidíme bez pohybu oka.

Zorné pole rozdělujeme na [5]:

- Optimální - 20° ,
- normální - 60° ,
- funkční - 120° ,
- maximální (s otočením hlavy) - 220° .

Vzhledem k tomu, že ostře vidíme pouze to, na co se přímo díváme a zřetelnost se zvyšující úhlovou vzdáleností od osy pohledu rychle snižuje, umístíme nejpoužívanější a nejdůležitější sdělovače co nejblíže k této ose.

5 Návrh kabiny řidiče velkstroje

5.1 Celkové rozvržení kabiny

Z obrázků č. 7, 8 a 9 je patrné, že výhled z kabiny, se oproti stavu před rekonstrukcí, značně zlepšil. Stále však brání výhledu, hlavně vpřed, 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. 14 Středový panel

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 alepší 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 jednou nebo dvakrát za směnu.

5.2 Ovladače na panelech u sedadla

Všechny důležité a často používané ovladače budou umístěny na panelech u sedadla řidiče. Nejdůležitější a nejčastěji používané ovladače hlavních pohybů velkstroje, což jsou výsuv a zdvih kolesového výložníku a otoč horní stavby, musí být umístěny v optimálním prostoru pro ruce (prostor „B“ na Obr. č. 13), na panelech po stranách sedadla. Na levém panelu bude ovladač zdvihu a na pravém ovladač otoče a výsuvu.

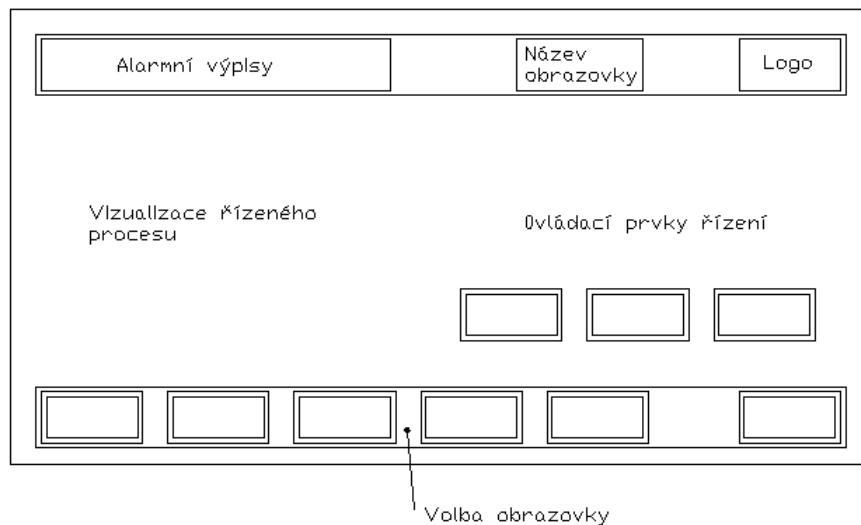
Na levém panelu bude kromě ovládání zdvihu také potenciometr regulace jeho rychlosti, zdvih kabiny, ovládání pojezdů. S pojezdy souvisí i natáčení řídicího podvozku a odvíjení napájecího kabelu. Dále pak ovládání dotykové obrazovky pro rychlý přístup do nejpoužívanějších menu a bezpečnostní tlačítko „STOP“ pro odpojení napájení velkstroje v případě nebezpečí.

Pravý panel bude obsahovat kromě ovládání výsuvu a otoče, regulaci rychlosti otoče. Tlačítka pro ovládání dopravní linky, kola, hydrauliky, regulace předního pasu a potenciometr regulace rypné síly. Dále pak vypínač radiopřijímače a ovládání vytápění kabiny a klimatizace.

Na každý z panelů přidám dvě místa jako rezervu pro případné budoucí doplnění vybavení.

Panely navrhuji namontovat na podstavec sedadla, který je neposuvný, tak aby při podélném posuvu sedadla, si mohl každý řidič najít optimální pozici rukou vzhledem k ovladačům. Výkres rozmístění ovladačů na panelech je uveden v příloze této práce.

5.3 Ergonomická rozvaha plochy obrazovky



Obr. č. 15 Obrazovka řízení stroje

Název obrazovky - je stanoven dle významu a technologické funkce, pro kterou je zpracována.

Alarmní výpisy - minimalizované okno poruchových výpisů, na které jsou zobrazeny tři aktuální poruchy. Po dotyku na toto okno se maximalizuje kompletní poruchový výpis přes celou obrazovku.

Logo - prostor pro umístění loga řešitele.

Vizualizace řízeného procesu - zjednodušené schéma technologie s animací sledovaných částí stroje a stavovými symboly pro jednotlivé celky.

Ovládací prvky řízení - na každé obrazovce je umístěna skupina ovládacích prvků tak, aby bylo zajištěno bezpečné řízení stroje.

Volba obrazovky - lišta pro rychlé přechody mezi jednotlivými obrazovkami.

5.4 Sedadlo řidiče

Sedadlo navrhuji od společnosti C.I.E.B. Kahovec, spol. s r.o., která vyrábí sedadla pro řidiče motorových vozidel, stavebních a zemědělských strojů. Jejich typová řada 5 splňuje všechny požadavky na sedadlo řidiče velkostroje.

Volím odpružené sedadlo řidiče typové řady 5 s plynule sklopnou zádovou opěrkou, sklopným sedákem, podélným posuvem, seřiditelnou hlavovou opěrkou a pneumaticky odpruženým podstavcem.

Jako doplňkové vybavení volím mechanickou bederní opěrku a otočný mechanismus pod podstavec sedadla, k usnadnění opuštění sedadla. Vzhledem k umístění zdroje tlakového vzduchu až na vyvažovacím výložníku, volím jako další doplňkové vybavení vestavěný elektrický kompresor.



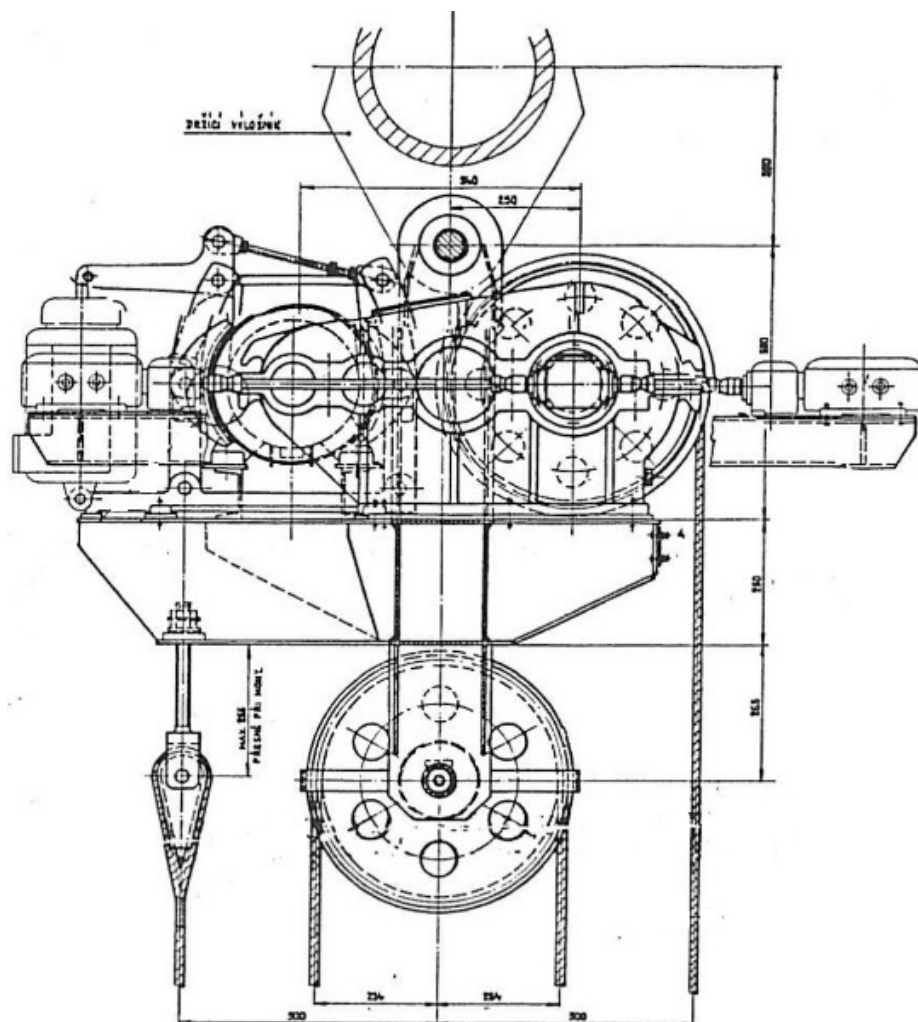
Obr. č. 16 Sedadlo řidiče firmy C.I.E.B. Kahovec spol. s r.o. [12]

6 Návrh odpružení kabiny řidiče

6.1 Současný stav

Kabina řidiče 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 vrátku zdvihu pomocí dvou lan. Použitá lana jsou $\varnothing 14$ mm šestiramenná.

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



Obr. č. 17 Vrátek zdvihu kabiny řidiče [9]

6.2 Návrh řešení

Vzhledem k zavěšení zdvihu řídicího výložníku na lanech, navrhuji jako jedno z možných řešení vložení pružícího elementu přímo mezi oko lana a rám zdvihadla. Odpadnou tak úpravy rámu kabiny při použití odpružení mezi kabinou a jejím rámem. Lana se prodlouží pouze o délku tohoto elementu, kterou předpokládám okolo 800 mm.

Obvod bubnu:

$$O = \pi \cdot d = \pi \cdot 500 = \underline{\underline{1\,570,8\text{ mm}}} \quad (1)$$

Buben má průměr 500 mm a obvod 1570,8 mm, při prodloužení délky lana o pružící element, se bude lano navíjet zhruba o půl otáčky bubnu navíc.

Pružící element navrhuji s tlačnou šroubovitou pružinou uloženou ve válci. Zdvih pružiny pro výpočet volím 150 mm, délka pružiny bude okolo 500 mm v předepjatém stavu. Aby se při zatěžování pružiny co nejvíce eliminovalo její vybočování od podélné osy, volím dvě pružiny řazené sériově za sebou. Tím omezím tření pružiny o vodící válec.

6.3 Výpočet zatížení lan

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

| | |
|-------------------------------|----------|
| Konstrukce kabiny řidiče..... | 1 050 kg |
| vybavení kabiny řidiče..... | 569 kg |
| závěs kabiny řidiče..... | 678 kg |
| ochoz kabiny řidiče..... | 98 kg |
| výložník..... | 4 051 kg |
| nosník kabelů..... | 100 kg. |

Hmotnost kabiny s vybavením:

$$m_k = 1\,050 + 569 + 678 + 98 = \underline{\underline{2\,395\text{ kg}}}$$

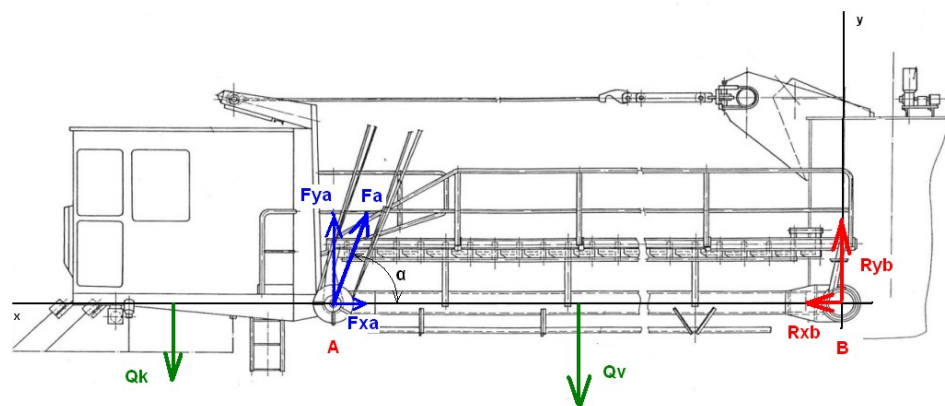
Délka kabiny [9]:

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

Hmotnost výložníku:

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

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



Obr. č. 18 Síly působící na výložník po uvolnění vazeb

Tíha kabiny:

$$Q_k = m_k \cdot g = 2\,395 \cdot 9,81 = \underline{\underline{23\,494 \text{ N}}} \quad (2)$$

Tíha výložníku:

$$Q_v = m_v \cdot g = 40\,721,31 \cdot 9,81 = \underline{\underline{40\,721 \text{ N}}} \quad (3)$$

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

Úhel lan od vodorovné osy jsem odměřil z výkresu [9] - $\alpha = 73^\circ$.

Rovnovážné rovnice:

$$\sum F_{ix} = 0 = -F_{xa} + R_{xb} \quad (4)$$

$$\sum F_{iy} = 0 = F_{ya} - Q_v - Q_k + R_{yb} \quad (5)$$

$$\sum M_{iB} = 0 = Q_k \cdot \left(l_v + \frac{l_k}{2} \right) - F_{ya} \cdot l_v + Q_v \cdot \frac{l_v}{2} \quad (6)$$

Složky síly:

$$F_{xa} = F_a \cdot \cos \alpha \quad (7)$$

$$F_{ya} = F_a \cdot \sin \alpha \quad (8)$$

Pro výpočet síly v laně mohu použít rovnici č. 6 sestavenou pro bod B, po úpravě:

$$F_{ay} = \frac{Q_k \cdot \left(l_v + \frac{l_k}{2} \right) + Q_v \cdot \frac{l_v}{2}}{l_v}$$

$$F_{ay} = \frac{23\,494 \cdot (12,6 + 1,8) + 40\,721 \cdot 6,3}{12,6} = \underline{\underline{47\,210,9\,N}}$$

A vztah č. 8, po úpravě:

$$F_a = \frac{F_{ay}}{\sin \alpha} = \frac{47\,210,9}{\sin 73^\circ} = \underline{\underline{49\,368\,N}}$$

Řídící výložník je zavěšen na dvou laněch, pak bude síla poloviční:

$$F_{a/2} = \frac{F_a}{2} = \frac{49\,368}{2} = \underline{\underline{24\,684\,N}}$$

A prochází přes kladky, kde se síla dále sníží na čtvrtinu:

$$F = \frac{F_{a/2}}{4} = \frac{24\,684}{4} = \underline{\underline{6\,171\,N}}$$

6.4 Výpočet pružiny

Při návrhu si nejprve zvolím materiál pružiny - ocel 14 260, DIN 54SiCr6, což je ocel pro více namáhané pružiny [11] s mezí pevnosti $R_m = 1\,370 \div 1\,670 \text{ MPa}$ a mezí pevnosti v tahu $R_{emin} = 880 \div 1\,175 \text{ MPa}$ [11].

Dále navrhuji vstupní rozměry:

Tabulka č. 1 Vstupní rozměry

| | |
|--------------------------------|-----|
| Zdvih pružiny [mm] | 75 |
| Vnější průměr pružiny [mm] | 245 |
| Délka předpružené pružiny [mm] | 260 |

Volím uzavřený konec pružiny obrobený, aby se pružina dotýkala celou plochou podložek v tělese pružinového závěsu.

Zatížení pružiny bude statické, provozní režim volím jako náročný provoz. Síla na předepjatou pružinu bude dle výpočtu $F_1 = 6\,171 \text{ N}$, maximální síla působící na pružinu bude $F_8 = 13\,885 \text{ N}$.

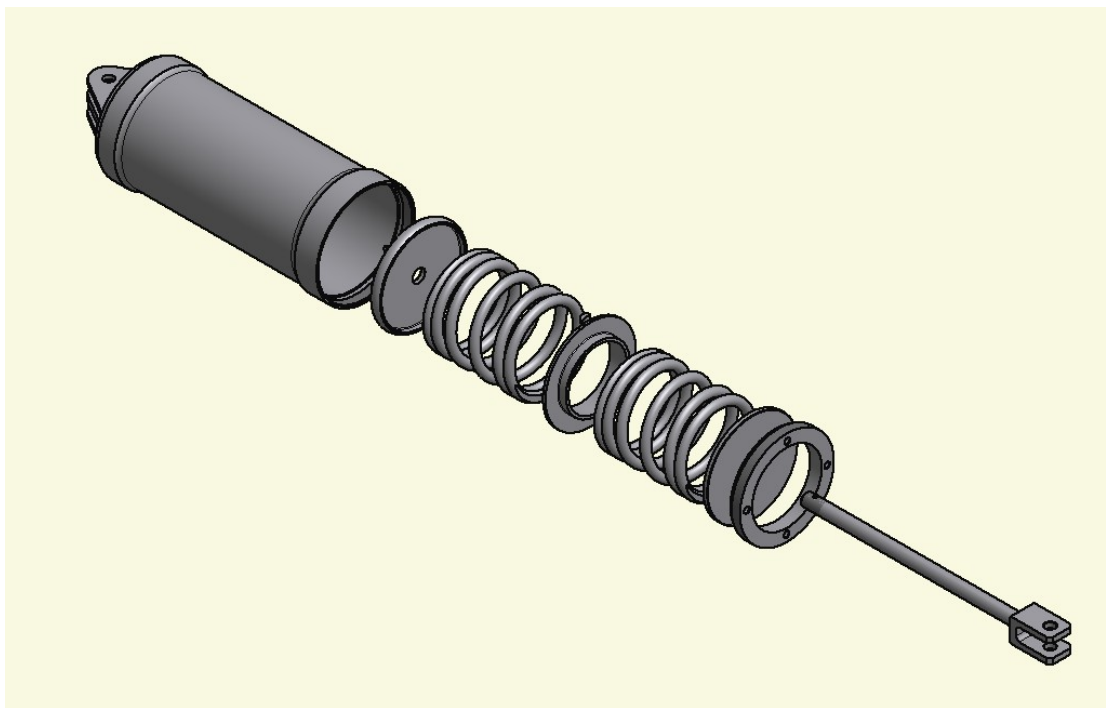
Výpočet jsem provedl v doplňku pro Microsoft Excel MITCalc. Celý výpočet je přiložen jako příloha.

Tabulka č. 2 Rozměry pružiny

| Název | Značení | Hodnota |
|-----------------------------|---------|----------|
| Střední průměr pružiny | D | 219,8 mm |
| Vnější průměr pružiny | D_e | 244,8 mm |
| Vnitřní průměr pružiny | D_i | 194,8 mm |
| Průměr drátu | d | 25 mm |
| Počet činných závitů | n | 3,5 |
| Volná délka pružiny | L_0 | 320 mm |
| Délka předpružené pružiny | L_1 | 260 mm |
| Délka plně zatížené pružiny | L_8 | 185 mm |

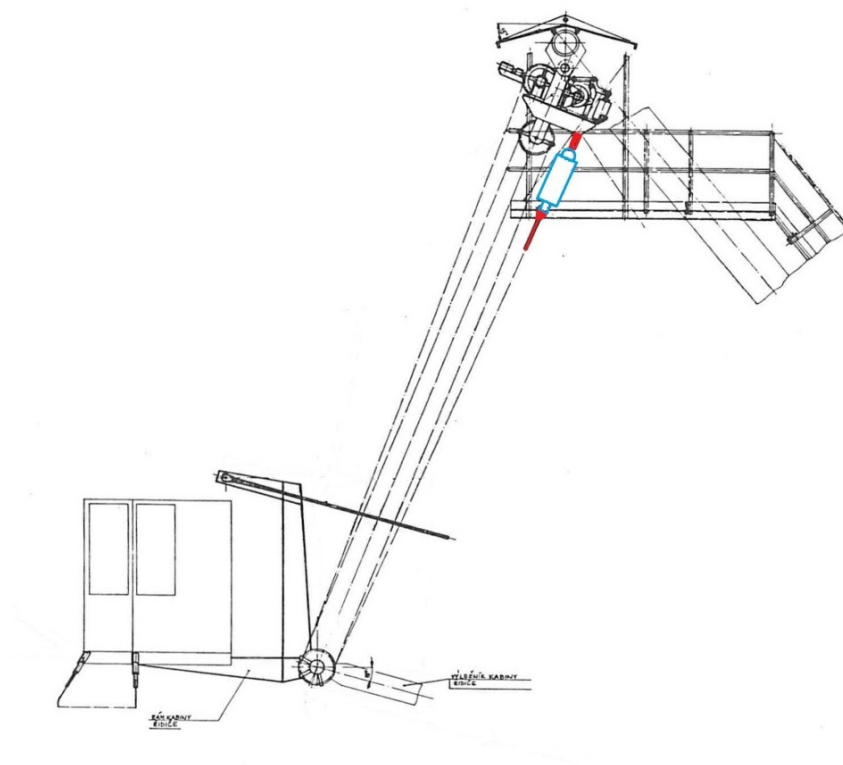
6.5 Popis pružinového závěsu

Pružiny jsou uloženy ve válcovém tělese, které se připojí pomocí čepů mezi lano a konstrukci zdvihu řídicího výložníku. Připojovací rozměry jsou voleny tak, aby se stávající úchyty nemusely upravovat. Pružiny jsou stlačeny mezi dvě podložky, jež budou navlečeny na táhle a zajištěny podložkou a maticí. Matice samotná je jištěna proti povolení závlačkou. Po montáži pružin na táhle se celá sestava vloží do tělesa válce a zajistí spodním zajišťovacím kroužkem.



Obr. č. 19 Pružinový závěs

Sestavný výkres pružinového závěsu je přiložen jako příloha této práce.



Obr. č. 20 Schéma umístění pružinového závěsu

7 Závěr

V úvodu této práce se věnuji rešerši rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče velkostroje. V další části se pak věnuji vlastnímu návrhu rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče velkostroje včetně ergonomického zhodnocení. Výkresy rozmístění ovládačů na panelech u sedadla řidiče a rozmístění obrazovek v kabině jsou uvedeny jako přílohy této práce.

Dalším cílem byl návrh odpružení kabiny řidiče. Nejprve jsem popsal současný stav zavěšení kabiny. Dále jsem navrhl řešení odpružení, provedl základní výpočet sil působících na zdvihová lana, pak určil vstupní požadavky pro návrh a na jejich základě, pomocí programu MITCalc, vypočítal velikost potřebné pružiny. Kompletní výstup z tohoto programu a sestavný výkres pružinového závěsu jsou uvedeny jako přílohy této práce.

Mnou navržená řešení zlepší výhled z kabiny řidiče a to především ve směru vpřed. Odpružení přispěje ke snížení rázů kabiny při těžbě velkostroje, způsobených nestejnorodostí těženého materiálu a zlepší tak komfort jeho obsluhy.

8 Použitá literatura

- [1] *Pokyny pro obsluhu a údržbu kolesového rýpadla KU300*. [s.l.] : [s.n.], [199?]. 194 s.
- [2] ČSN 27 7015. *Stroje pro povrchové dobývání-Technické požadavky*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 33 s.
- [3] ŠEVČÍK, František. *Vyhláška č.26/1989 Sb. Českého báňského úřadu ze dne 29.prosince 1988*. Ostrava : MONTANEX a.s., 1998. 127 s.
- [4] MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr. *Základy aplikované ergonomie*. Praha : Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 118 s. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [5] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2001. 166 s.
- [6] Směrnice závodního lomů. *Stavy osádek velkostrojů*. Tušimice : Severočeské doly a.s., 2011. 3 s.
- [7] 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.
- [8] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 1 pro školu a praxi* Praha : NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA, 2004. 753 s.
- [9] *Katalog náhradních dílů KU300*. Uničov, [199?].
- [10] SHIGLEY, Joseph E., Carles R. MISCHKE a Richrd G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [11]] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 2 pro školu a praxi*. Praha : NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA, 2007. 586 s
- [12] *C.I.E.B.* [online]. c2006 [cit. 2011-12-11]. Odpružená sedala řidiče typové řady 5. Dostupné z WWW: <http://www.cieb.cz/p.php?p=produkt&id=35&produkt_id=16>.

9 Seznam obrázků

| | | |
|------------|---|----|
| Obr. č. 1 | Funkční schéma kolesového rýpadla [7]..... | 13 |
| Obr. č. 2 | Funkční schéma korečkového rýpadla [7] | 14 |
| Obr. č. 3 | Obecné funkční schéma lopatových rýpadel [7]..... | 15 |
| Obr. č. 4 | Kolesové rýpadlo KU 300S..... | 16 |
| Obr. č. 5 | Schéma uspořádání podvozku KU 300S [7] | 17 |
| Obr. č. 6 | Rozmístění ovládacích prvků v kabině řidiče před rekonstrukcí. | 22 |
| Obr. č. 7 | Pohled na kabinu řidiče před rekonstrukcí..... | 22 |
| Obr. č. 8 | Kabina řidiče po rekonstrukci - boční pohled | 23 |
| Obr. č. 9 | Kabina řidiče po rekonstrukci - čelní pohled | 23 |
| Obr. č. 10 | Výhled z kabiny řidiče | 24 |
| Obr. č. 11 | Obrazovka kamer | 25 |
| Obr. č. 12 | Obrazovka GPS | 25 |
| Obr. č. 13 | Dosahy horních končetin při práci v sedě (pohled z hora).[4]..... | 29 |
| Obr. č. 14 | Středový panel..... | 31 |
| Obr. č. 15 | Obrazovka řízení stroje | 33 |
| Obr. č. 16 | Sedadlo řidiče firmy C.I.E.B. Kahovec spol. s r.o. [12] | 34 |
| Obr. č. 17 | Zdvihadlo kabiny řidiče [9]..... | 35 |
| Obr. č. 18 | Síly působící na výložník po uvolnění vazeb..... | 37 |
| Obr. č. 19 | Pružinový závěs..... | 40 |
| Obr. č. 20 | Schéma umístění pružinového závěsu..... | 41 |

10 Seznam tabulek

| | |
|------------------------------------|----|
| Tabulka č. 1 Vstupní rozměry | 39 |
| Tabulka č. 2 Rozměry pružiny | 39 |

11 Seznam příloh

- A. Výpočet tlačné pružiny v programu MITCalc.
- B. Výkres rozmístění ovladačů na panelech u sedadla řidiče.
- C. Výkres rozmístění obrazovek v kabině.
- D. Sestavný výkres pružinového závěsu.
- E. CD s kompletním obsahem Bakalářské práce.

Příloha A

Výpočet tlačné pružiny v programu MITCalc.

? **Kapitola vstupních parametrů**

1.0 **Volba režimu zatížení, provozních a výrobních parametrů pružiny.**

1.1 **Provozní parametry pracovního cyklu**

1.2 Způsob zatížení Statické zatížení ▼

1.3 Provozní teplota T [° C]

1.4 Provozní prostředí Neagresivní ▼

1.5 **Provedení pružiny**

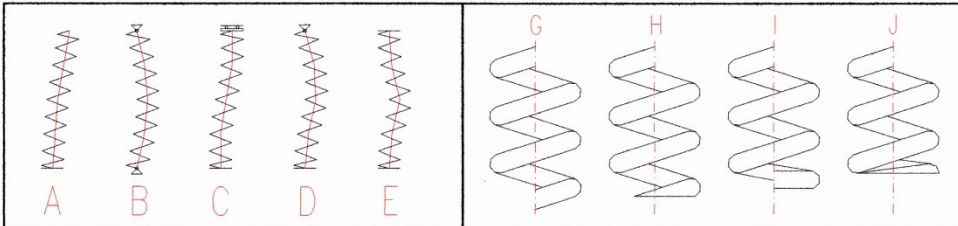
1.6 Uložení pružiny F ... Vedené uložení ▼

1.7 Provedení konců J ... Uzavřený konec obrobený ▼

1.8 Povrchové zpracování Kuličkové pružiny ▼

1.9 Smysl vinutí Pravý ▼

1.10 Počet závěrných / obrobených závitů n_c / n_G



1.11 **Staticky zatížená pružina**

1.12 Provozní režim zatížení Náročný provoz ▼

1.13 Požadovaná míra bezpečnosti S_s

1.14 Způsob korekce napětí v krutu Dle Bergsträsserra ▼

2.0 **Volba materiálu pružiny.**

2.1 Způsob výroby : Pružiny formované za tepla ▼

2.2 Materiál pružiny : Ocelový drát válcovaný za tepla EN 10089 54SiCr6 ▼

2.3 **Oblast použití vybraného materiálu**

2.4 Vhodnost pro dynamické zatížení

2.5 Relativní pevnost materiálu

2.6 Korozivní odolnost

2.7 Maximální pracovní teplota [° C]

2.8 Dodávané průměry drátů [mm]

2.9 **Mechanické a fyzikální vlastnosti materiálu**

2.10 Modul pružnosti ve smyku G₂₀ [MPa]

2.11 Modul pružnosti ve smyku při pracovní teplotě G [MPa]

2.12 Hustota ρ [kg/m³]

2.13 **Pevnostní charakteristiky materiálu**

2.14 Mez pevnosti v tahu R_m [MPa]

2.15 Mezní dovolené napětí v krutu τ_D [MPa]

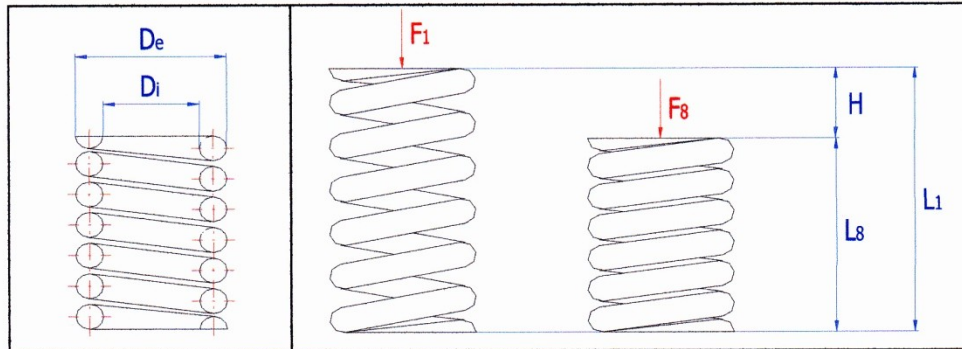
2.16 Mezní únavová pevnost v krutu τ_c [MPa]

2.17 Únavová pevnost v krutu při omezené životnosti τ_f [Mpa]

3.0 **Návrh pružiny.**

3.1 **Požadované parametry pracovního cyklu**

| | Odch. [%] | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------------|--|
| 3.2 Maximální pracovní zatížení | F ₈ | <input type="text" value="13885,0"/> | <input type="text" value="10,0"/> [N] |
| 3.3 Minimální pracovní zatížení | F ₁ | <input type="text" value="6171,0"/> | <input type="text" value="30,0"/> [N] |
| 3.4 Délka plně zatížené pružiny | L ₈ | <input type="text" value="185,0"/> | <input type="text" value="10,0"/> [mm] |
| 3.5 Požadovaný pracovní zdvih pružiny | H | <input type="text" value="75,0"/> | <input type="text" value="0,0"/> [mm] |
| 3.6 Délka předpružené pružiny | L ₁ | <input type="text" value="260"/> | <input type="text" value="7,12"/> [mm] |



3.7 Filtry návrhu řešení

- 3.8 Maximální dovolený vnější průměr pružiny D_{emax} 245,00 [mm]
- 3.9 Minimální dovolený vnitřní průměr pružiny D_{imin} 10,00 [mm]
- 3.10 Dovolené dělení počtu činných závitů 1/4 ▼
- 3.11 Dovolené překročení mezních rozměrů pružiny 0,0 [%]
- 3.12 Provádět kontrolu pružiny na vzpěrné vybočení Ne ▼
- 3.13 Provádět kontrolu mezní pracovní délky Ano ▼
- 3.14 Dodržet požadovanou míru bezpečnosti u pevnostní kontroly Ano ▼
- 3.15 Měřitko kvality Odchylka od požadovaných rozměrů ▼
- 3.16 Počet iterací návrhu Velmi vysoký ▼
- 3.17 **Výběr řešení** Průměru drátu ▼

3.18 Výsledky návrhu třídít dle

3.19 Start návrhového výpočtu

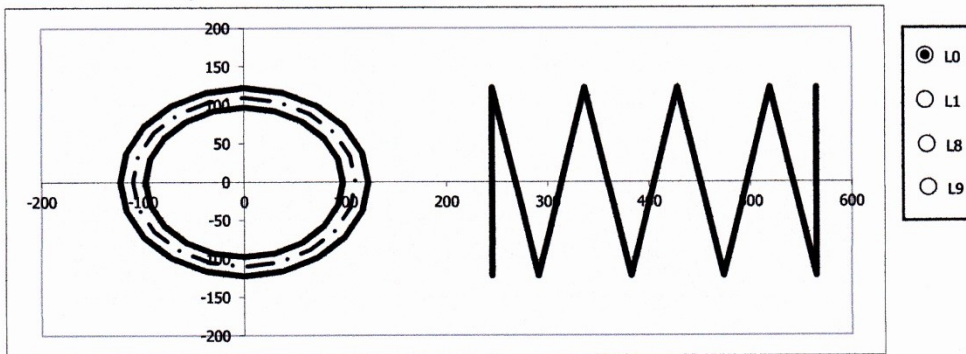
3.20

| ID | D | De | Di | d | n | L0 | L1 | L8 | F1 | F8 | τ_8 | Ss | Sr | m | quality |
|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|---------|----------|------|------|---------|---------|
| 19. | 219.8 | 244.8 | 194.8 | 25.00 | 3.50 | 320.0 | 260.0 | 185.0 | 6171.0 | 13885.0 | 497 | 1.42 | 0.00 | 14904.6 | 0.00 |

Kapitola výsledků

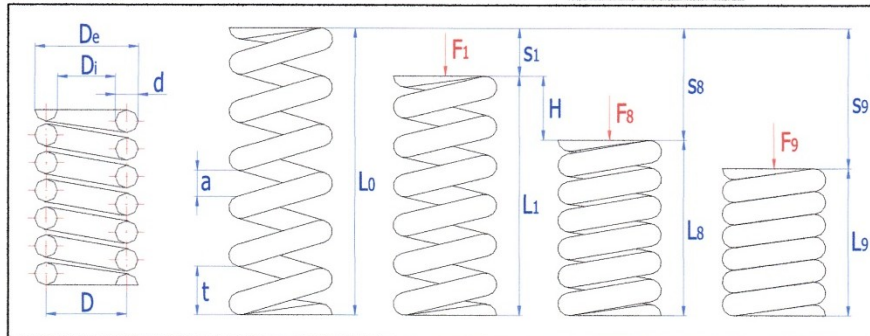
4.0 Souhrnný výpis parametrů navržené pružiny.

4.1 Občerstvení výsledků z vybraného návrhu pružiny



- 4.2 **Zatížení pružiny**
- 4.3 Minimální pracovní zatížení F_1 6171,00 [N]
- 4.4 Maximální pracovní zatížení F_8 13885,00 [N]
- 4.5 **Rozměry pružiny**
- 4.6 Střední průměr pružiny D 219,77 [mm]
- 4.7 Doporučené meze průměru drátu d_{min} / d_{max} 18,31 | 73,26 [mm]
- 4.8 Průměr drátu d 25 [mm]

| | | | | |
|------|--|-----------------------|-----------------|--------|
| 4.9 | Vnější / vnitřní průměr pružiny | D_e / D_i | 244,77 194,77 | [mm] |
| 4.10 | Poměr vinutí | i | 8,79 | |
| 4.11 | Počet činných závitů | n | 3,5 | |
| 4.12 | Doporučené meze volné délky | L_{0min} / L_{0max} | 280,76 473,06 | [mm] |
| 4.13 | Volná délka pružiny | L_0 | 320 | [mm] |
| 4.14 | Doporučené meze rozteče mezi závitů | t_{min} / t_{max} | 65,93 120,87 | [mm] |
| 4.15 | Vůle / rozteč mezi závitů volné pružiny | a / t | 52,14 77,14 | [mm] |
| 4.16 | Parametry předpružené pružiny | | | |
| 4.17 | Deformace (stlačení) pružiny | s_1 | 60,00 | [mm] |
| 4.18 | Délka pružiny | L_1 | 260,00 | [mm] |
| 4.19 | Napětí pružiny | τ_1 | 221,03 | [MPa] |
| 4.20 | Parametry plně zatížené pružiny | | | |
| 4.21 | Deformace (stlačení) pružiny | s_8 | 135,00 | [mm] |
| 4.22 | Délka pružiny | L_8 | 185,00 | [mm] |
| 4.23 | Pracovní zdvih pružiny | H | 75,00 | [mm] |
| 4.24 | Napětí pružiny | τ_8 | 497,32 | [MPa] |
| 4.25 | Parametry pružiny ve stavu mezním | | | |
| 4.26 | Teoretické mezní zatížení pružiny | F_9 | 18770,80 | [N] |
| 4.27 | Teoretické stlačení / délka pružiny | s_9 / L_9 | 182,50 137,50 | [mm] |
| 4.28 | Teoretické napětí pružiny | τ_9 | 672,31 | [MPa] |
| 4.29 | Suma min. dovolených vůlí mezi činnými závitů | s_{amin} | 17,134 | [mm] |
| 4.30 | Minimální mezní zkušební délka pružiny | L_{minF} | 154,63 | [mm] |
| 4.31 | Fyzikální a mechanické vlastnosti pružiny | | | |
| 4.32 | Tuhost pružiny | c | 102,85 | [N/mm] |
| 4.33 | Deformační energie pružiny | W_8 | 937,22 | [J] |
| 4.34 | Kritická rychlost pružiny | v_k | 4,99 | [m/s] |
| 4.35 | Vlastní kmitočet pružiny | f | 52,55 | [Hz] |
| 4.36 | Rozvinutá délka drátu | l | 3868 | [mm] |
| 4.37 | Hmotnost pružiny | m | 14,905 | [kg] |



| | | | | |
|------|--|-------------|--------|-------|
| 4.38 | Pevnostní kontrola pružiny | | | |
| 4.39 | Korekční součinitel napětí v krutu | K_s | 1,1555 | |
| 4.40 | Korigované napětí pružiny v plně zatíženém stavu | τ_{8c} | 574,63 | [MPa] |
| 4.41 | Mezní dovolené napětí v krutu | τ_D | 815 | [MPa] |
| 4.42 | Míra bezpečnosti | | 1,418 | |