

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

**PŘESTAVITELNÝ STŘEDOVÝ
SLOUP VJEZDU DO HALY**

Ondřej Sikora, Václav Otipka

Dobrá 2012



PŘESTAVITELNÝ STŘEDOVÝ SLOUP VJEZDU DO HALY
Ondřej Sikora, Václav Otipka

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ:9. Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový
design

PŘESTAVITELNÝ STŘEDOVÝ SLOUP VJEZDU DO HALY

Autoři: Ondřej Sikora
Václav Otipka

Škola: SPŠ OA JŠ Frýdek-Místek
28. října 1598, Frýdek-Místek

Konzultant: Ing. Čestmír Suchoň

Dobrá 2012



Prohlášení

Prohlašujeme, že jsme svou práci vypracovali samostatně, použili jsme pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Dobré dne 15.3.2012

podpisy:



PŘESTAVITELNÝ STŘEDOVÝ SLOUP VJEZDU DO HALY
Ondřej Sikora, Václav Otipka

Poděkování

Děkujeme touto cestou ING. Čestmírovi Suchoňovi za obětavou pomoc a podnětné připomínky k naší práci, které nám během práce poskytoval.



Anotace

Naše práce se zabývá problematikou vjíždění vozidel nadrozměrné šířky do již postavené průmyslové haly. Tento vjezd dělil na dvě poloviny neodstranitelný ocelový sloup, na němž byly nutné udělat úpravy, aby bylo možné sloup jednoduše odstranit a tím zprůjezdnit alespoň 10 metrů široký vjezd pro nadrozměrnou soupravu. Průjezdovou výšku pod horním profilem bylo třeba zachovat. Sloup není nosným prvkem ocelové konstrukce, nýbrž slouží k vedení stahovacích vrat, jejichž rozměr a tvar jsou dány výrobcem. Celý návrh je zpracován s ohledem na nenáročnost výroby, spolehlivou funkci, jednoduchou obsluhu a dlouhou životnost.



Obsah

Úvod.....	7
1. Konstrukční provedení.....	8
1.1 Požadavky na konstrukci.....	8
1.2 Vlastní konstrukce.....	8
1.3 Konstrukce těla sloupu.....	9
1.4 Konstrukce pojezdových vozíčku	11
1.5 Řešení aretace sloupu	12
1.6 Řešení přesouvání sloupu	14
2. Způsob výroby.....	16
2.1 Výroba sloupu	16
2.2 Výroba pojezdových vozíčků	16
2.3 Výroba lanových kladek	17
3. Konstrukční výpočty.....	17
4. Montáž a obsluha.....	18
5. Cenová kalkulace.....	18
6. Závěr.....	19
7. Přílohy	19

Úvod

Naším cílem bylo vytvořit co nejvýhodnější řešení pro odstranění středového sloupu, který bránil vjezdu širokých vozidel do haly. Absence středového sloupu však nebyla možná, jelikož jsou jeho částí vodící lišty roletových vrat, které byly již dříve instalovány.

Z původně tří návrhů jsme se po zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých řešení dopracovali ke konečné verzi. Šlo nám o co nejnižší výrobní náklady a také o to, abychom co nejméně zasahovali do již hotové konstrukce haly.

Naší prvotní úvahou bylo využití vysokozdvížného vozíku k odstranění středového sloupu, který by byl uchycen ke konstrukci pomocí čepů s hlavou. Po odjištění spodních čepů by se celý sloup zvedl pomocí vysokozdvížného vozíku, který by byl vybaven lehce odstranitelným přípravkem pro manipulaci se sloupem. Celý sloup by se odstavil mimo vjezdovou plochu. Hlavní nevýhodou by byla nutnost velmi přesné a opatrné manipulace se sloupem a také hrozící nebezpečí pro obsluhu.

Další idea nás vedla ke zvednutí sloupu pod strop haly za použití navijáku. Tato verze však nebyla vhodná z konstrukčního hlediska – zachování průjezdné výšky. Problémovou částí byl kloubový mechanismus, který nebylo možné vhodně umístit. Další nepříznivým hlediskem bylo zajištění sloupu v horní poloze proti uvolnění. Toto se nám však podařilo zdárně vyřešit pomocí samočinné západky. Od tohoto řešení jsme upustili hlavně kvůli složité konstrukci a vysoké ceně.

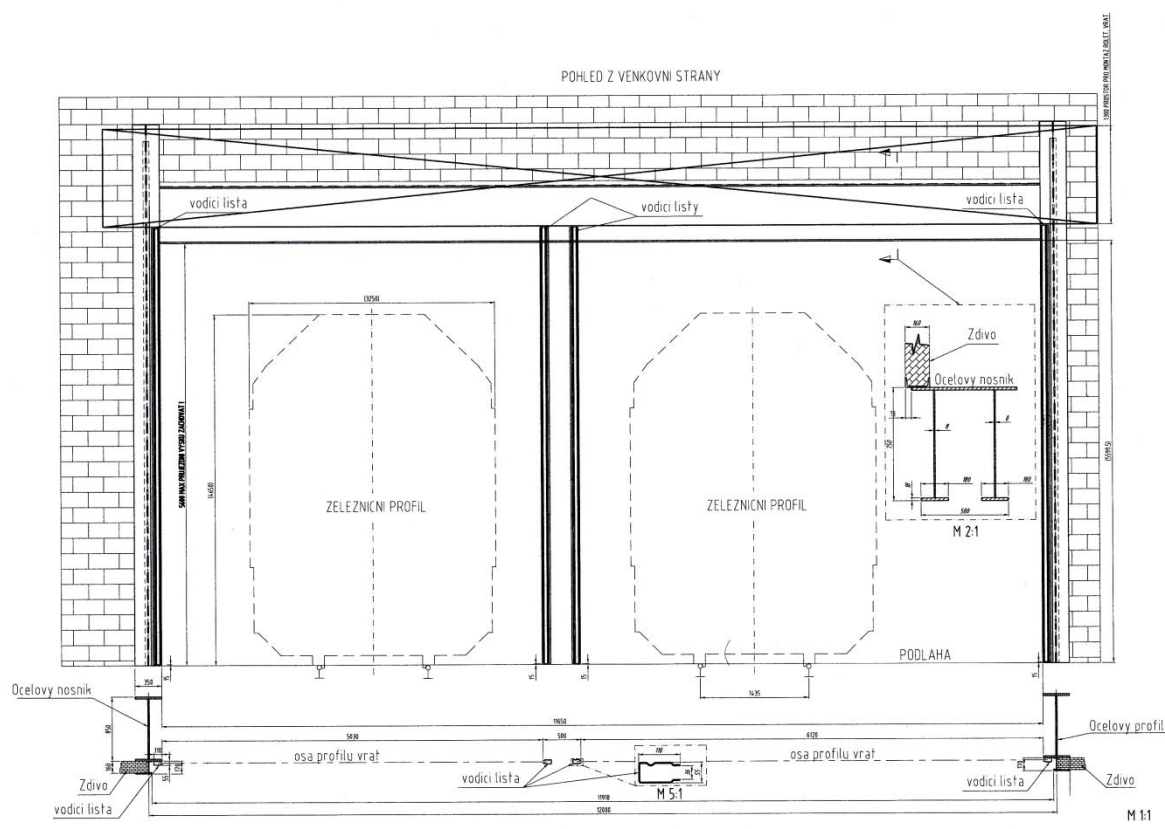
Finální verzi je ekonomicky dostupné a praktické řešení za pomoci použití pojezdového mechanismu. Při této variantě dojde k odsunutí celého středového sloupu k okraji vjezdu. I přes to, že sloup nebude zcela odstraněn, nedojde ke zmenšení požadované průjezdnosti. Sloup je v horní části osazen dvěma pojezdovými vozíky. Každý z vozíků je vybaven dvěma páry pojezdových koleček, které zajistí správné vedení a hladký pojezd sloupu po vedení. Zajištění funkční polohy sloupu se děje za pomoci aretačního mechanismu, který zajistí správnou polohu sloupu vůči vodícím lištám roletových vrat. Posouvání sloupu probíhá pomocí konopného lana, které je vedeno mezi čtyřmi kladkami. Výhodou tohoto řešení je rychlá a jednoduchá obsluha, ke které stačí pouze jeden proškolený pracovník. Bezpečnost je rovněž dostatečná.

1. Konstrukční provedení

1.1 Požadavky na konstrukci

Při konstrukci jsme se museli pevně držet několika požadavků:

- dodržení dosavadní průjezdové výšky,
- možnost průjezdu jízdní soupravy široké 10m,
- minimální zásahy do konstrukce haly,
- frekvence odstranění sloupu několikrát za měsíc,
- dodržení pevné polohy vodících lišt pro roletová vrata,
- zohlednění ekonomického hlediska.



1.2 Vlastní konstrukce

Základem celého sloupu je ekonomický válcovaný profil IPE. K tomuto profilu jsou navařeny plechy, ke kterým se připevní vodící lišty roletových vrat. Plechy bylo nutné použít z důvodu zachování teoretického těžiště celého sloupu. K uchycení pojezdových vozíčků slouží na konci IPE profilu navařená ocelová deska, ve které jsou vyvrtány otvory pro jejich uchycení. Touto ocelovou deskou rovněž prochází otvor pro aretaci sloupu. Vozíčky jsou ke sloupu přichyceny pomocí osmi šroubů. Vozík, který jezdí ve vnitřní straně haly je vybaven dorazovými patkami, které je možno axiálně seřídít.

K tomuto vozičku je dále přichyceno manipulační konopné lano pomocí ocelových upínek.

Konopné lano je vedeno čtyřmi kladkami, které jsou přichyceny k ocelové konstrukci haly.

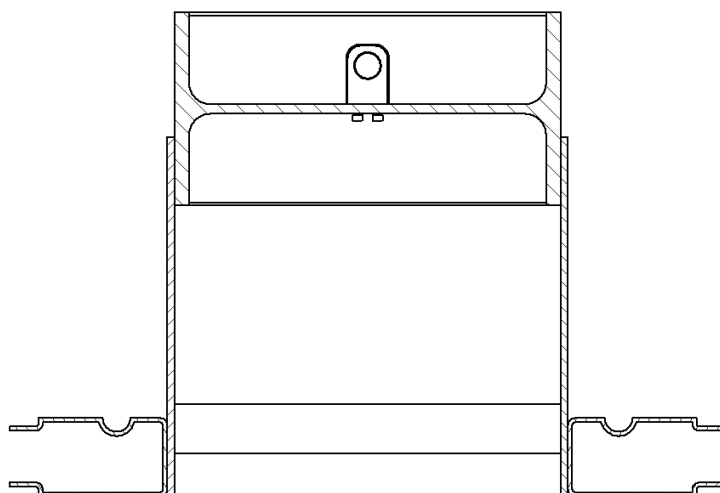
Aretace sloupu probíhá za pomoci pákového rozpěrného mechanismu. V dolní části sloupu je vevařena ocelová deska, ve které je zhotoven otvor pro vedení stavěcích tyčí. Oproti této ocelové desce je na podlaze v přesné poloze přichycena další ocelová deska, do které se zasouvá tyč ve tvaru vidlice, čímž je docíleno tuhosti sloupu po zajištění.

1.3 Konstrukce těla sloupu

Základní tělo sloupu je provedeno jako svařenec. Samotné jádro tvoří ekonomický válcovaný profil IPE o šířce 270mm. Tento profil jsme volili z důvodu poměrně lehké hmotnosti. Vodící lišty roletových vrat však nebudou přichyceny přímo k tomuto profilu, ale na tlusté plechy, které jsou přivařeny k IPE profilu. Plechy musí být navařeny do přesné vzdálenosti tak, aby všechny vodící lišty celého vjezdu byly v jedné rovině. Nadstavení sloupu pomocí těchto plechů bylo nutné i z hlediska zachování těžiště sloupu, protože pojezdová dráha vozičku již byla pevně dána a nemohlo tak proběhnout posunutí pojezdového profilu směrem k venkovní straně haly. Navařené tlusté plechy jsou dále rozepřeny (vyztuženy) pomocí valcovaného čtvercové profilu o rozměru 35x35mm. Tyto výztuhy jsou opět mezi plechy vevařeny a tím přispívají k tuhosti celé konstrukce.

Na oba konce sloupu jsou dále přivařeny ocelové desky. Horní deska slouží k přichycení pojezdových vozičků a jako vedení aretace. Z důvodu většího namáhání je tato deska vyztužena (podepřena) pomocí dvou trojúhelníkových výztuh. Spodní deska slouží pouze jako vedení aretační vidlice.

Dále jsou do středu IPE profilu navařeny vodítka pro aretační tyče. Vzdálenost jednotlivých vodítek je dána dle konstrukce a výšky sloupu tak, aby nedocházelo k vlnění aretačních tyčí.

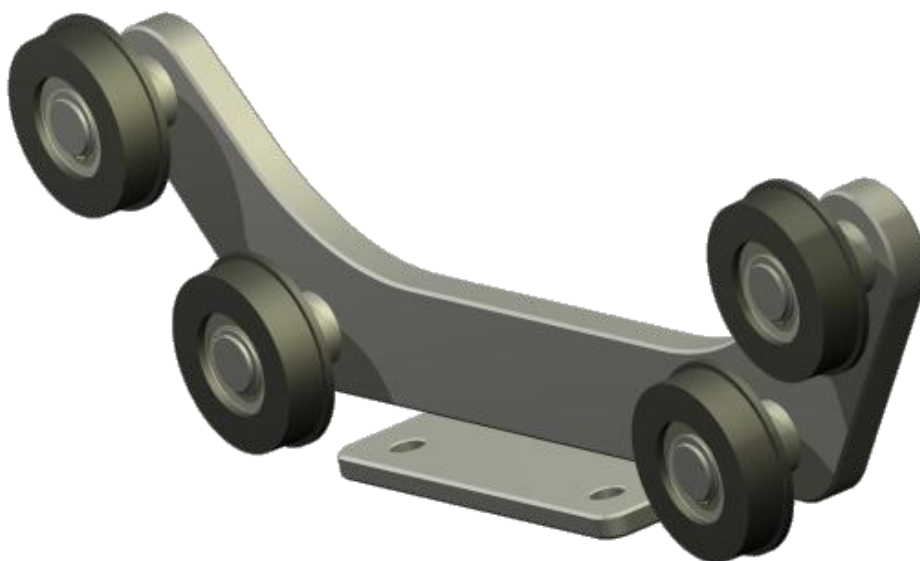


1.4 Konstrukce pojezdových vozíčku

Tělo pojezdových vozíčku bude zhotoveno z ocelové desky, přesný tvar těla bude z této desky vypálen. Každý z vozíčků je osazen čtyřmi pojezdovými kolečkami a to tak, že vždy jeden pár koleček jezdí po horní ploše profilu a druhý pár po spodní ploše profilu. Tato pojezdová kolečka jsou normalizována a dají se koupit jako hotový celek včetně ložisek. Kolečka budou nalisována na ocelový čep, které budou k vozíčku přivařeny pomocí koutového svaru. Aby nedošlo k případnému axiálnímu posuvu koleček, bude každé z nich zajištěno pojistným kroužkem na hřídele.

Jeden z vozíčků, který se bude pohybovat na vnitřní straně pojezdového profilu je navíc osazen příchytkami pro konopné lano. Tyto příchytky budou k tělu vozíčku přišroubovány pomocí čtyř šroubů. Při samotném dotahování těchto šroubů dojde i k sevření potahového lana mezi čelisti příchytky. Tento vozíček bude dále vybaven pryžovými dorazy, které je možno axiálně seřídít pomocí metrického šroubu a nastavenou polohu následně pojistit maticí. Dorazy slouží k přesnému najetí celku na požadované místo pozdější aretace-zajištění.

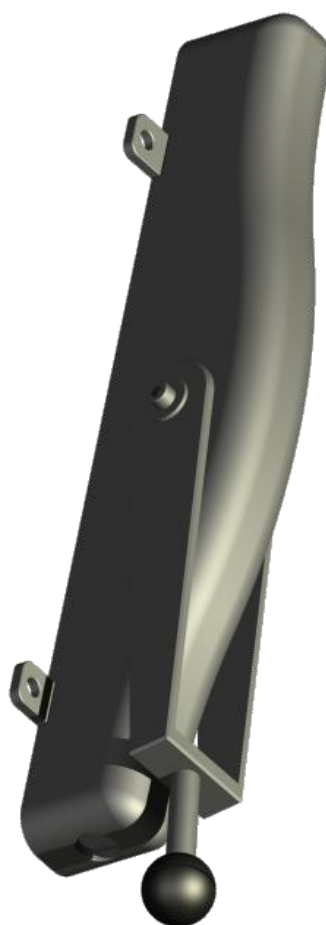
Oba vozíčky jsou ke svařenci sloupu připevněny pomocí osmi šroubů.





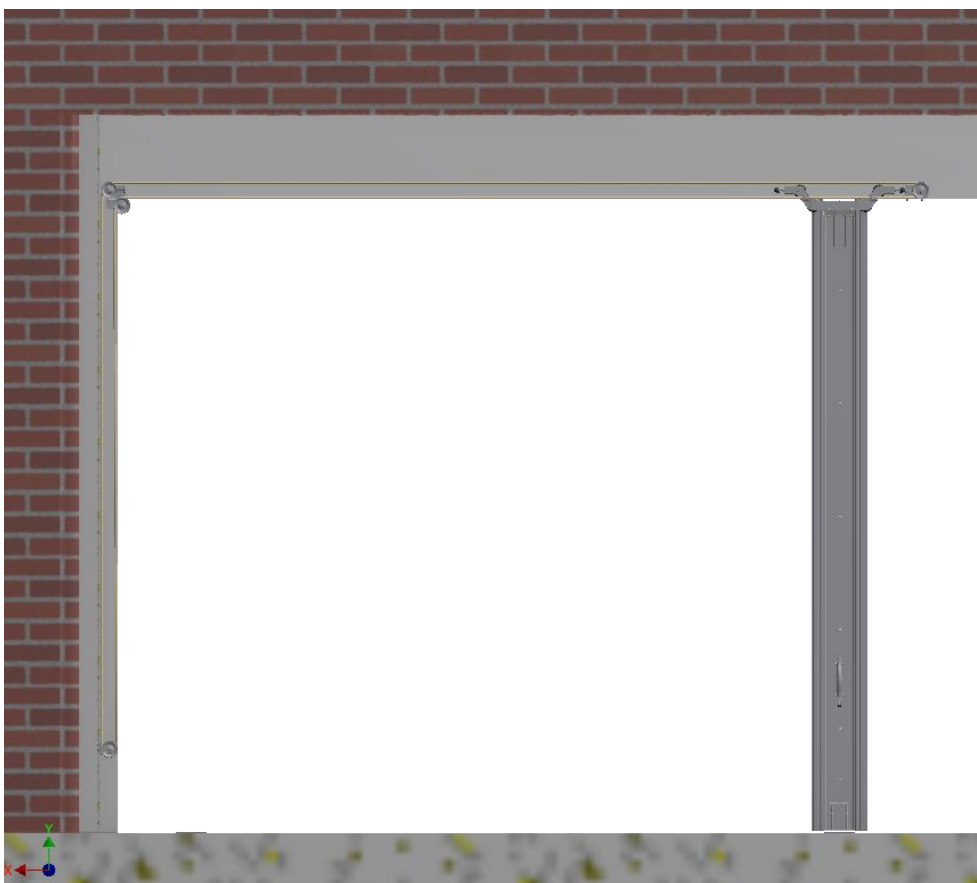
1.5 Řešení aretace sloupu

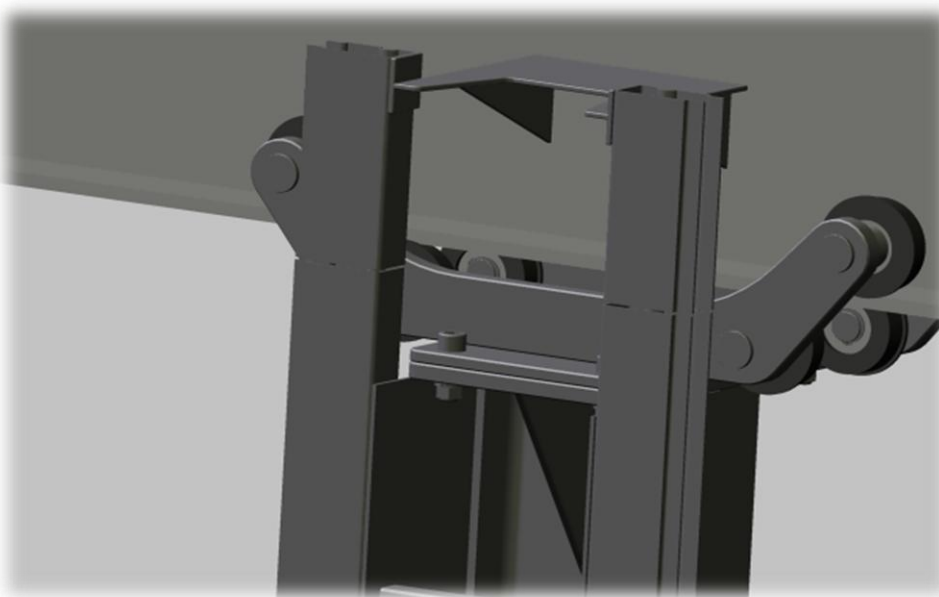
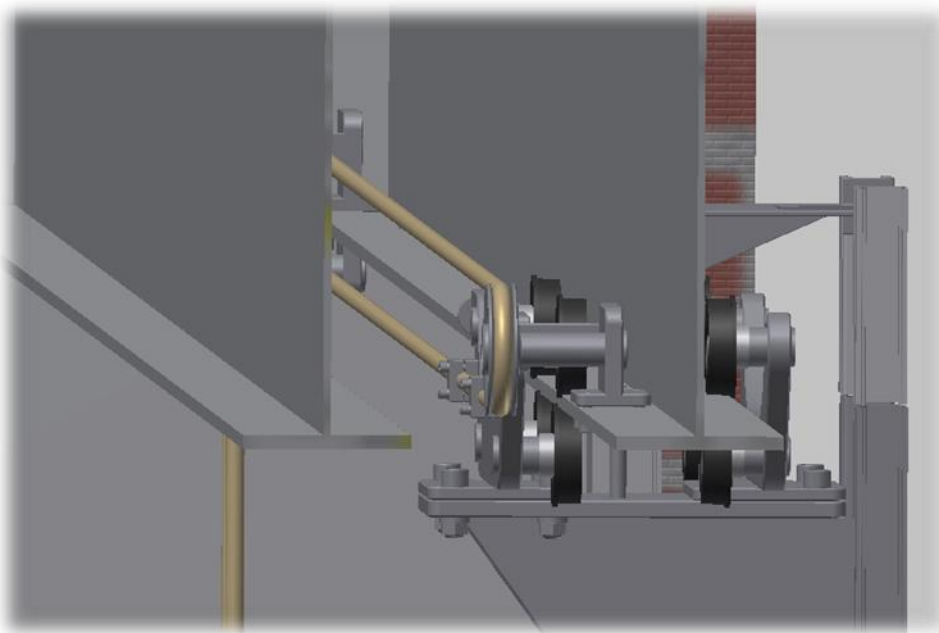
K zajištění správné funkční polohy sloupu bude sloužit rozpěrný pákový mechanismus. Zajištění sloupu se bude dít dvěma rozpěrnými tyčemi s tím, že ve spodní části sloupu bude rozpěrná tyč rozdělena do vidlice. Tato vidlice slouží ke zvětšení stability sloupu po zajištění. Rozpěrné tyče budou po celé délce sloupu vedeny v kovových vodičkách, které budou k IPE profilu přišroubovány šrouby z důvodu jednodušší montáže celého aretačního mechanismu na sloup. Rozepření se bude dít jednou pákou, kterou bude ovládat dělník. Horní aretační tyč se bude zasouvat do pojezdového profilu, kde bude vyvrtán přesný otvor. Spodní aretační vidlice se bude zasouvat do ocelové patky, která bude přišroubována k podlaze haly. Sloup bude možné zaaretovat jak ve funkční poloze uprostřed vjezdu tak ve vedlejší poloze na kraji vjezdu haly.



1.6 Řešení přesouvání sloupu

K přesouvání sloupu ze středu do vedlejší polohy na boku vjezdu bude sloužit konopné lano. Toto lano bude vedeno pomocí čtyř kladek, které budou přišroubovány ke konstrukci haly. Každá z kladek bude osazena dvěma kuličkovými ložisky, které zajistí plynulý a hladký otáčivý pohyb kladky. Oba dva konce lana budou ke sloupu přichyceny na jednom z vozíčků. Způsob přichycení byl popsán v kapitole 1.4. Samotné přesouvání se bude dít při tahání lana do jednoho směru.





Detailní pohled na sloup ve své funkční poloze z čela haly. Jde vidět napojení vodících lišt sloupu a vodících lišt, které jsou přichyceny na konstrukci průmyslové haly.

2. Způsob výroby

2.1 Výroba sloupu

Celý sloup bude vyroben jako svařenec. Základ tohoto svařence bude tvořit ekonomický profil IPE 270, který bude zkrácen na přesný rozměr. Do profilu je nutno vyvrtat díry pro uchycení vodítek aretačních tyčí, dále budou vyvrtány otvory pro uchycení pákového rozpěrného mechanismu. K tomuto profilu budou dále z boku přivařeny tlusté plechy, na které se budou později montovat pojezdové lišty roletových vrat. Plechy budou opět před navařením sestříženy na přesný rozměr. Po navaření přijde na řadu vyztužení (rozepření) plechů pomocí válcovaného čtvercového profilu. Tyto profily budou před navařením nařezány na daný rozměr. Přivaření rozpěr se provede koutovým svarem. Rozestupy jednotlivých výztuh jsou brány vzhledem k celkové konstrukci sloupu. V konečné fázi je třeba na oba konce sloupu přivařit ocelové desky daného tvaru, jejichž přesný tvar a případné otvory budou zhotoveny před samotným navařením. Horní ocelovou desku pak dotačně vyztužíme (podepřeme) dvěma trojúhelníkovými výztuhami.

2.2 Výroba pojezdových vozíčků

Nosná část vozíčku bude vypálena z ocelové desky o tloušťce 25mm. Do takto vzniklého výpalku se zhotoví díry s přesnou roztečí pro čepy pojezdových koleček. Čepy pojezdových koleček budou vyrobeny z tyče kruhového průřezu metodou soustružení. Tyto čepy se umístí do zhotovených otvorů ve výpalku a posléze zavaří. Poté je nutno přivařit spodní ocelovou desku k tělu vozíčků, ve které budou již vyvrtány otvory k pozdějšímu přichycení na sloup. Vozíčky jsou však rozdílné. V jednom z nich je potřeba zhotovit závity pro axiální nastavení pryžových dorazu. Na tomto vozíčku je dále nutno vyvrtat otvory a v těchto vzniklých otvorech vyřezat závity, ve kterých budou přichyceny svěrné mechanismy pro konopné lano. Nakonec nalisujeme pojezdová kolečka na přivařené čepy. Všechny tyto kolečka pojistíme pojistným kroužkem pro hřídele-segerovkou.

2.3 Výroba lanových kladek

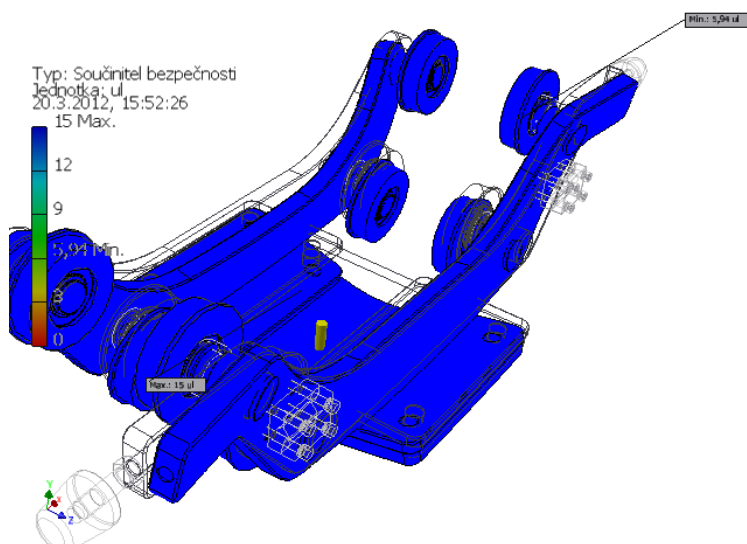
Samotná kladka bude vysoustružena z tyčové oceli odpovídajícího průměru. Kladka se bude volně otáčet na dvou kuličkových ložiscích, která se po vysoustružení do náboje kladky nalisují. Ložiska budou zajištěna pojistným kroužkem pro hřídele. Tato kladka bude posléze nalisována na čep, který je součástí kompletního úchytu pro kladku. Kladka bude opět pojištěna pojistným kroužkem pro hřídele. Tyto úchyty budou provedeny jako svařence. Každý svařenec bude jiný, podle toho, v jaké části haly se kladka poté umístí. Jednotlivé komponenty svarku budou zhotoveny z ocelových desek, přesný tvar daných dílců se vypálí. Před svařením však musí být jednotlivé díly svarku obrobena podle výkresů-vyvrtní otvorů,...

3. Konstrukční výpočty

Výpočty byly provedeny v programu inventor 2011. Protokol z výpočtu je možné shlédnout v příloze této zprávy.

Nejprve jsme zatěžovali každý z vozíčků zvlášť a to poloviční vahou celého sloupu. Jako nejvíce namáhanou částí se projevily ložiska pojezdových koleček. Tyto ložiska jsou však většinu času namáhaný staticky-zachycují tíhu sloupu. K dynamickému namáhání ložisek dochází pouze při samotném přemístování sloupu ze středu vjezdu na kraj. Ložiska jsem proto zkontrolovali i ručním výpočtem, kdy bezpečnost vyšla 3.

Dále jsme provedli zatížení obou vozíčků současně a to celkovou tíhou sloupu. V tomto případě již nebyly ložiska tolik namáhaný, protože při zatížení nedocházelo k ohybu-vyosení. V tomto výpočtu jsme dosáhli bezpečnosti téměř 6.



4. Montáž a obsluha

Jednotlivé díly se budou montovat postupně tak, jak je znázorněno v animaci (viz. prezentace). Nejprve se na svařenec sloupu přimontuje jeden z pojezdových vozíčků. Aretační mechanismus je potřeba namontovat ještě před vyzdvižením celého kompletu do funkční polohy. Nejprve se na aretační tyče nasunout jednotlivé vodička v požadovaných kusech. Tyto vodička se posléze přimontují na svařenec sloupu pomocí šroubů. Ve svařenci budou zhotoveny závity, proto není potřeba použít matice. Po namontování obou aretačních tyčí se nasadí a přišroubuje pákový mechanismus, opět pomocí šroubů do závitů zhotovených ve svařenci. Poté je celý sloup připraven k vyzvednutí do svislé polohy. Po vyzdvižení se namontuje druhý z pojezdových vozíčků.

Dále je potřeba přimontovat vodící kladky ke konstrukci haly. Tyto kladky se opět přišroubují pomocí šroubů a matic. Otvory pro šrouby se do konstrukce haly vyvrtají pomocí vrtačky- „magnetky“.

Nyní může proběhnout natažení konopného lana. Oba konce tohoto lana se připevní k přizpůsobenému vozíčku pomocí přichytek. Po natažení lana je potřeba celý „mechanismus“ patřičně seřídít tak, aby byla zaručena jeho bezproblémová funkce a obsluha. K hlavní části seřízení patří patřičné nastavení dorazových patek na jednom z vozíčku tak, aby byla vymezena přesná poloha pro zajištění sloupu do jeho funkční polohy.

Obsluha celku je popsána v příloze této zprávy- návod na obsluhu

5. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace je pouze přibližná a může se lišit od skutečně naběhlých nákladů.

Název položky	Cenový odhad
Svařenec sloupu	8 600,-
Pojezdové vozíčky	9 100,-
Vodící kladky	1 800,-
Aretační mechanismus	800,-
Konopné lano	940,-
Spojovací materiál	1 100,-
Odvedená práce	48 800,-
Celkem	71 140,-

- u hmotných položek jsou uvedeny ceny za materiál

6. Závěr

Projekt byl navržen s ohledem na bezpečnost a jednoduchost výroby. Doufáme, že se Vám naše řešení problému bude zamlouvat a těšíme se na další spolupráci.

7. Přílohy

- Zpráva pevnostní analýzy
- Návod na obsluhu
- Výkresová dokumentace:
 - SESTAVA SLOUPU/ SOUTEZ-01SES
 - SESTAVA VOZÍKU Č.1/SOUTEZ-02SES
 - SESTAVA VOZÍKU Č.2/SOUTEZ-03SES
 - SESTAVA ARETACE SOUTEZ-04SES
 - SESTAVA KLADKY Č.1/SOUTEZ-05SES
 - SESTAVA KLADKY Č.2/SOUTEZ-06SES
 - SESTAVA KLADKY Č.3/SOUTEZ-07SES
 - SESTAVA KLADKY Č.4/SOUTEZ-08SES
 - SVAŘENEC SLOUPU/SOUTEZ-01-01S
 - SVAŘENEC VOZÍKU Č.1/SOUTEZ-02S
 - SVAŘENEC VOZÍKU Č.2/SOUTEZ-03S
 - SVAŘENEC ARETACE/SOUTEZ-04S
 - SVAŘENEC LIŠT/SOUTEZ-05S
 - SVAŘENEC KLADKY Č.1/SOUTEZ-06S
 - SVAŘENEC KLADKY Č.2/SOUTEZ-07S
 - SVAŘENEC KLADKY Č.3/SOUTEZ-08S
 - SVAŘENEC KLADKY Č.4/SOUTEZ-09S
 - TÁHLO ARETACE/SOUTEZ-01D
 - ROZDVOJKA/SOUTEZ-02D
 - ARETAČNÍ TYČ/SOUTEZ-03D
 - TĚLO VOZÍKU Č.1/SOUTEZ-04D
 - TĚLO VOZÍKU Č.2/SOUTEZ-05D
 - DESKA VOZÍKU/SOUTEZ-06D
 - ČEP PRO KOLEČKO/SOUTEZ-07D
 - ARETAČNÍ TYČ HORNÍ/SOUTEZ-08D
 - VODÍTKO ARETACE/SOUTEZ-09D
 - UPÍNKA LANA/SOUTEZ-10D
 - KLADKA/SOUTEZ-11D
 - ČEP PRO KLADKU/SOUTEZ-12D
 - DESKA KLADKY/SOUTEZ-13D
 - DORAZ NA KLADCE/SOUTEZ-14D



PŘESTAVITELNÝ STŘEDOVÝ SLOUP VJEZDU DO HALY
Ondřej Sikora, Václav Otipka

- TĚLO KLADKY/SOUTEZ-15D
- VÝZTUHA PRO KLADKU/SOUTEZ-16D
- DESKA KLADKY Č.2/SOUTEZ-17D
- ČEP KLADKY Č.4/SOUTEZ -17D
- DISTANČNÍ KROUŽEK/SOUTEZ-18D