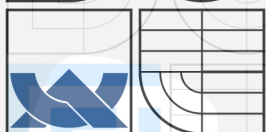




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



TECHNICKÉ
V BRNĚ



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ**



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

MANIPULAČNÍ VÝTAH

DESIGN OF HOIST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL OLEŠOVSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc.Ing. MIROSLAV ŠKOPÁN, CSc.

BRNO 2009

Anotace:

Tématem projektu mé Bakalářské práce je návrh koncepce manipulačního výtahu pro dopravu potravin. Zadaný projekt popisuje tato technická zpráva, která obsahuje kromě popisu celku také popisy jednotlivých komponent potřebných pro správnou funkci navrhovaného zařízení a nutné výpočty. Součástí projektu je také výkresová dokumentace.

Klíčová slova:

výtah, strojovna, šachta, klec výtahu, nárazník, výtahový stroj

Annotation

The topic of my Bachelor's thesis project is a concept design of Service Hoist for foodstuff transport. Submitted project is described by this Technical report which contains, except total description, description of components needed for proper function of designed equipment and necessary calculations. The drawing documentation is also a part of my project.

Keywords

hoist, machine room, well, car, buffer, hoist machine



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Bibliografická citace

OLEŠOVSKÝ, M. *Manipulační výtah*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 40 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně bez cizí pomoci. Vycházel jsem přitom ze svých doposud získaných znalostí, odborných konzultací, doporučené literatury a ostatních zdrojů, které mi byly poskytnuty a které jsou uvedeny v závěru práce.

V Brně dne 29.5.2009

.....
Michal Olešovský


FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Poděkování

Velice děkuji vedoucímu bakalářské práce za jeho cenné rady a zkušenosti při realizaci všech částí, které se v práci vyskytují. Mé poděkování patří i panu Petru Hutínovi z fy Liftcomp. Rád bych poděkoval také své rodině za podporu a pomoc.





OBSAH

1.	Úvodní ustanovení	9
1.1	Úvod	9
1.2	Bezpečnost	9
2.	Vybrané historické mezníky ve vývoji výtahů	10
2.1	První principy činnosti výtahů	10
2.2	První české výtahy	10
2.3	Otisův vynález	10
2.4	Historické zajímavosti	11
3.	Výpočtová zpráva	12
3.1	Zadané vstupní parametry:	12
3.2	Návrh lana	12
3.3	Návrh nárazníku klece výtahu	13
3.4	Výpočet velikosti pracovního napětí čepu klece výtahu	14
3.5	Výpočet velikosti pracovního napětí nerezové police klece výtahu....	14
3.6	Výpočet sil uvedených ve výkresové dokumentaci	14
3.7	Maximální úhel při navíjení lana na buben	15
3.8	Návrh pohonu	16
4.	Popis koncepce manipulačního výtahu	17
4.1	Rozsah unifikace	17
4.2	Vybrané body technické specifikace	18
4.3	Popis jednotlivých dílů manipulačního výtahu:	19
4.4	System přenosu lana	20
4.5	Klec výtahu	20
4.6	Lano	21

4.7	Princip vedení klece výtahu	21
4.8	Nárazník klece výtahu.....	22
4.9	Signalizační panel.....	22
4.10	Požadavky na šachtový prostor	22
4.11	Pohon výtahu.....	23
5.	Závěr	24
6.	Informační zdroje.....	25
7.	Seznam použitých symbolů:.....	26
8.	Seznam obrázků	27
9.	Seznam tabulek:.....	27
10.	Seznam příloh	28
11.	Seznam přiložené výkresové dokumentace	28

1. Úvodní ustanovení

1.1 Úvod

Trendem dnešní doby je snaha nahrazovat lidskou sílu strojem, který vykoná stejnou práci. Ve většině případů se tímto rozhodnutím ušetří čas i finanční prostředky. Mezi zařízení, které nám usnadňují práci patří i výtahy.

Výtahy lze rozdělit do následujících skupin dle způsobu zdvihání:

- trakční (lanové)
- hydraulické

Dle Nařízení vlády č. 27/2003 Sb. v České republice rozlišujeme následující druhy výtahů u hlediska přepravy:

- osob
- osob a nákladů
- pouze nákladů, pokud lze do klece vstoupit a je opatřena ovládacím zařízením uvnitř klece nebo v dosahu osoby nacházející se uvnitř klece

V únoru roku 2009 byla v České republice schválena nová evropská norma ČSN EN 81-3+A1 Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Část 3: Elektrické a hydraulické malé nákladní výtahy.

Ve své práci toto zařízení sice nazývám „výtah“, ale dle Nařízení vlády č. 27/2003 Sb. se jedná ve skutečnosti o obecné strojní zařízení.

Jelikož ke schválení normy ČSN EN 81-3+A1 došlo v průběhu vypracování této bakalářské práce, z časových důvodů nebylo možné brát zřetel na všechna nařízení vyplývající z této normy. Proto tato norma sloužila jako vodítko ke zhotovení mé práce.

Ve své práci se zabývám návrhem komponent a jejich vlastností z hlediska rozměrů, materiálů a funkčnosti. Zvolil jsem si lanový výtah. Tento výtah je primárně určen pro dopravu potravin.

1.2 Bezpečnost

Po instalaci tohoto manipulačního výtahu musí být vydáno Prohlášení o shodě dle zákona č.22/1997 Sb. Dále je nutné vydat Revizní knihu manipulačního výtahu. Dle [5] tento manipulační výtah patří mezi vyhrazená zařízení, které musí být pravidelně 1x za 2 roky kontrolovány revizním technikem pro zvedací zařízení. Každá revize musí být zaznamenána v revizní knize.

2. Vybrané historické mezníky ve vývoji výtahů

2.1 První principy činnosti výtahů

Při vykopávkách v Římě odkryli archeologové různé šachty a výklenky, které svou konstrukcí mohly být používány jako výtahové šachty. Ve středověku se používaly výtahy v dolech, poháněné lidskou, zvířecí, nebo vodní silou. Jejich pomocí se spouštěli horníci na svá pracoviště do štol a vytěžené rudy se vyvážely na povrch. Ve Francii si jej dokonce nesměl zřídit nikdo jiný kromě krále. Historicky první doložený výtah byl nainstalován v roce 1743 v paláci francouzského krále Ludvíka XV. ve Versailles.

2.2 První české výtahy

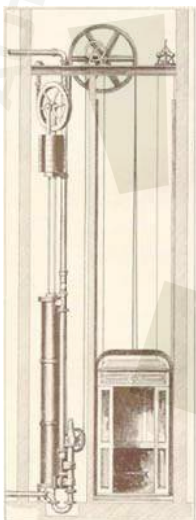
V Čechách byl jeden z prvních výtahů dochován na zámku v Ploskovicích, který byl vybudován ve dvacátých letech osmnáctého století. V letohrádku Belaria v zahradě zámku Český Krumlov se dochoval unikátní mechanismus, který sloužil jako výtah na potraviny. Připravené jídlo bylo tímto výtahem přepraveno přímo do střední části hodovní tabule. Tento výtah ovšem nebyl zavěšen, nýbrž naopak vysouván po způsobu divadelního propadla, takže konstrukčně připomínal moderní hydraulické výtahy.

Na zámku Konopiště je dochován mechanický výtah z devatenáctého století. Fungoval na jednoduchém principu, že jeho pohyb vzhůru zajišťovala voda postupně napuštěná do nádrže, která tvořila protizávaží jeho přepravní klece.



Obrázek 1: Elisha Graves Otis

2.3 Otisův vynález



V roce 1853 představil Elisha Graves Otis bezpečný výtah, s pojistkou, která zabrání pádu kabiny při přetržení lana. Otis za svůj život vyzkoušel mnoho řemesel. Pracoval mimo jiné v nábytkářské fabrice, která vyráběla hlavně postele. Přímo na této fabrice byl Otis v roce 1852 požádan, aby vymyslel plošinový výtah pro transport dřevěných prken do vyšších pater. Tento Otisův vynález byl natolik úspěšný, že si konstruktér otevřel vlastní firmu, kde tyto plošinové výtahy vyráběl.

Obrázek 2: Otisův výtah pro dopravu prken

2.4 Historické zajímavosti

- První elektrický výtah sestrojil Werner von Siemens v roce 1880. Bezpečnost a rychlost elektrických výtahů značně zvýšil Frank Sprague.
- První výtah v Čechách zkonstruovala firma Breitfeld-Daněk (později ČKD), která působila v Litoměřicích.
- První výtah s tlačítky byl instalován v pražském hotelu Modrá hvězda.
- V době mrakodrapů sám zakladatel Otis již nežil. V mrakodrapech se ve velkém instalovaly většinou hydraulické výtahy bez lana. Kabinu výtahu zvedal obrovský píst. Tento systém se používal pro budovy maximálně o 20 patrech. Výše to nebylo možné, protože bylo zapotřebí vrtat šachtu stejně hlubokou, jak byla vysoká budova.
- V roce 1859 společnost OTIS instalovala v hotelu Fifth Avenue šroubový výtah. Ten fungoval na principu šroubu, od suterénu do střechy budovou procházel kovový šroub, a kabina jezdila jako matice

3. Výpočtová zpráva

Výpočtová zpráva zahrnuje následující výpočty:

- návrh lana
- návrh pohonu
- návrh nárazníku klece
- výpočet velikosti napětí čepu klece výtahu
- výpočet velikosti napětí nerezové police klece výtahu

3.1 Zadané vstupní parametry:

- pracovní zdvih klece výtahu do 5m
- vnitřní rozměry klece výtahu š x h x v 550 x 500 x 700 mm
- nosnost klece výtahu 50kg

3.2 Návrh lana

Vstupní parametry:

- Gravitační tíhové zrychlení 10m/s²
- Zatížení klece výtahu se všemi komponenty: 300N
- Nosnost klece výtahu: 500N
- Součet sil: 800N
- Pro následující výpočty uvažuji sílu lana F_Q : 1000N
- η_k Účinnost kladek 0,96 –
- km Minimální bezpečnost lana 8 –

Ve velikosti gravitačního tíhového zrychlení se dopouštím nepřesnosti. V této nepřesnosti jsou zahrnuty odchylky skutečné hmotnosti od teoretické.

Výpočet síly lana ve větvi napínané bubnem: (1)

$$F_p = \frac{F_Q}{\eta_k} = \frac{1000}{0,96} = 1041,6[N]$$

Výpočet minimální pevnosti lana: (2)

$$P_{\min} = km \times F_p = 8 \times 1041,6 = 8333[N]$$

Dle [11] volím lano viz. tab1 Přehled informací lana výtahu. Jelikož v koncepci výtahu není použit zachycovač, volím o jednu řadu vyšší průměr lana.

(3)

Tabulka 1: Přehled informací lana výtahu

Veličina	Označení veličiny	Hodnota veličiny	Jednotka veličiny
Průměr	∅	5	mm
Jmenovitá pevnost drátu	P	1770	MPa
Jmenovitá únosnost lana	F	15,9	kN

Výpočet skutečné bezpečnosti lana:

$$k = \frac{F_p}{F} = \frac{15900}{1041,66} = 15,264$$

(4)

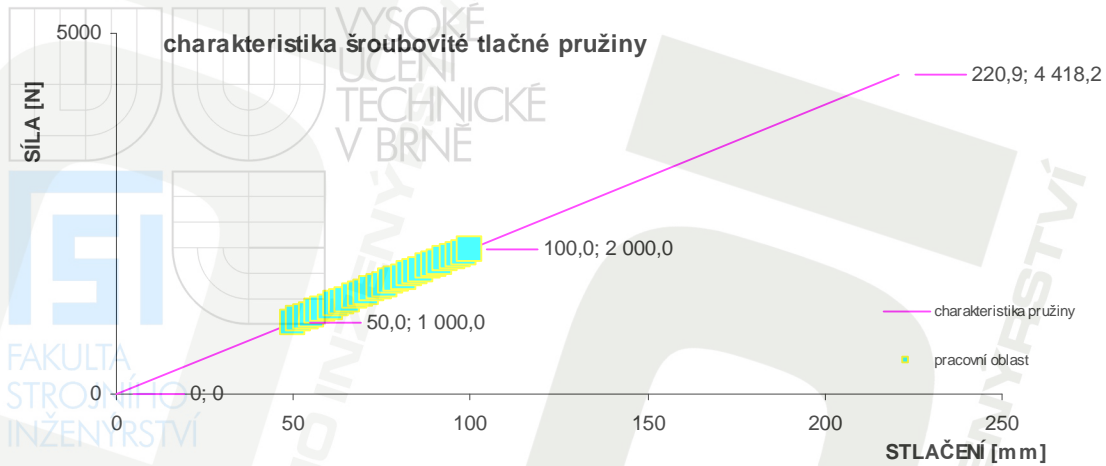
3.3 Návrh nárazníku klece výtahu

Při navrhování nárazníku klece je nutné brát zřetel na samovolný pád klece výtahu a tudíž i na deformační energii, kterou je nutné zachytit. K absorbování části energie slouží pružina umístěná v nárazníku klece.

Návrh sil pružiny vychází se situace samovolného pádu a následné případné opravy, vyžadující si zásah servisního pracovníka na konstrukci klece výtahu.

- F_Q Síla větve lana nesoucí klec 1000N
- Zatížení servisního pracovníka 1000N

Výpočet pružiny je proveden programem Mitcalc (příloha 1). Dle výpočtového programu Mitcalc je velikost bezpečnosti pružiny rovna 1,9.



Obrázek 3: Silová charakteristika pružiny nárazníku

3.4 Výpočet velikosti pracovního napětí čepu klece výtahu

Síle F_Q odpovídá napětí čepu klece dle výpočtu COSMOSXpress 31,9MPa. Průhyb čepu mezi oběma oky dle stejného výpočtového programu má velikost 0,0054mm. (příloha 2)

3.5 Výpočet velikosti pracovního napětí nerezové police klece výtahu

Silovému zatížení 200N odpovídá napětí police klece výtahu dle výpočtu COSMOSXpress 61,6MPa. Maximální průhyb police dle stejného výpočtového programu má velikost 2,033mm. Při tomto výpočtu je uvažována velikost styku nádoby o $\varnothing 100\text{mm}$ s policí.

Dle materiálové knihovny výpočtového programu COSMOSXpress je velikost bezpečnosti rovna přibližně 2,8. (příloha 3)

3.6 Výpočet sil uvedených ve výkresové dokumentaci

Síla na podlahu šachty:

- | | | |
|--------------------------------------|--------|-----|
| • F_Q Síla větve lana nesoucí klec | -1000N | (5) |
| • Zatížení pohonem | 7700N | |
| • Zatížení nárazníku klece | 6500N | |
| • Celková síla na podlahu klece: | 13200N | |

Statické síly na vodící tyče:

- | | | |
|----------------|------|-----|
| • Síla v ose x | 300N | (6) |
|----------------|------|-----|

Velikost sil dle [5]

Rázové síly na vodící tyče:

- Síla v ose x 1000N (7)
- Velikost sil dle [5]

Síla na nosné I profily závěšených kladek:

- F_Q Síla větve lana nesoucí klec 1000N (8)
- Zatížení zavěšených kladek 7500N
- Celková síla na I profily zavěšených kladek: 8500N

Síla v laně

- F_Q Síla větve lana nesoucí klec 1000N (9)
- F_p Síla lana ve větvi napínané bubnem 1041,6N

3.7 Maximální úhel při navíjení lana na buben

Vstupní parametry:

- h_c celková vzdálenost osy bubnu od osy zavěšené kladky 5580mm
- h pracovní zdvih výtahu 3800mm
- d průměr lana 5mm
- D roztečný průměr bubnu 160mm

Délka šroubovice v jedné otáčce

$$l = \sqrt{[(\pi \times D)^2 + d^2]} = \sqrt{[(\pi \times 160)^2 + 5^2]} = 502,68 [mm] \quad (10)$$

Výpočet počtu otáček drážky šroubovice na bubnu:

$$x = \frac{h}{l} + 1,5 = \frac{3800}{502,68} = 9,06 \cong 9,1 \quad (11)$$

Výpočet pracovní délky bubnu:

$$l_b = x \times d = 9,1 \times 5 = 45,5 [mm] \quad (12)$$

Výpočet maximálního úhlu navíjení:

$$\alpha = \arctg \frac{l_b}{h_c} = \arctg \frac{45,5}{5580} = 0^\circ 28' 1,87'' \quad (13)$$

Maximální úhel lana při jeho navíjení je $0^\circ 29'$, což splňuje požadavek [5]. (14)

3.8 Návrh pohonu

Vstupní parametry:

- d průměr lana
- F_p síla lana ve větvi napínané bubnem
- vt rychlost klece výtahu

5mm
1041,6N
0,4m/s

Výpočet roztečného průměru bubnu:

(15)

Dle [5] roztečný průměr bubnu musí být min. 30 x průměr lana.

$$D = 30 \times d = 30 \times 5 = 150 [mm]$$

Průměr D volím z normalizované řady o velikosti 160mm.

Výpočet potřebného krouticího momentu bubnu:

(16)

$$M_{kb} = \frac{F_p \times D}{2} = \frac{1041,6 \times 160}{2} = 83328 [Nmm] = 83,3 [Nm]$$

Výpočet potřebných otáček k zajištění teoretické rychlosti:

(17)

$$nb = \frac{vt}{o} = \frac{0,4}{\pi \times 0,16} = 0,796 [ot./s]$$

Výpočet potřebného výkonu:

(18)

$$P_t = M_{kb} \times 2\pi \times nb = 83,3 \times 2\pi \times 0,796 = 416,65 [W] \cong 0,42 [kW]$$

4. Popis koncepce manipulačního výtahu

Jak jsem již zmínil, práce popisuje výtah určený pro dopravu potravin. Předpokládané užití najde v tomto případě v zařízeních, kde je oddělena kuchyně od stravovacího prostoru jedním úrovnovým podlažím. Zadaný maximální zdvih 5m splňuje výšku místnosti 3500mm a stropní tloušťku 300mm. Výška parapetu dveří v obou nakládacích patrech je 1000mm nad úrovní podlahy. Tento rozměr vychází z ergonomických zásad. Celkový pracovní zdvih klece výtahu je tedy 3800mm.

Strojovna výtahu je volena na dně šachty. Lano klece je napínáno na buben, který je poháněn motorem se šnekovým převodem. Po obvodu bubnu je vyrobena drážka tvořící šroubovici. Do této drážky se postupně navíjí větve lana nesoucí klec výtahu.

Předpokládaný směr nakládání a vykládání z klece výtahu je shodný, proto je klec konstruována s nakládacím přístupem z jedné strany. Klec výtahu je vybavena snímači polohy, které jsou zaměřeny na plechy přišroubované k výtahovým vodítkům. Vysílají logický signál řídicímu panelu, který ovládá pohon výtahu.

Ručně otvírané šachtové dveře v obou stanicích jsou vybaveny pojistným mechanismem, který ústí do šachtového prostoru. V případě přítomnosti klece je možné dveře snadno otevřít a na signalizačním panelu svítí kontrolka přítomnosti klece. V opačném případě není možno dveře otevřít bez použití trojhranného klíče dle [5]. Tento trojhranný klíč může vlastnit pouze poučená osoba, která má oprávnění k manipulaci se zajištěnými dveřmi vybavenými tímto zámkem.

4.1 Rozsah unifikace

Konstrukce výtahu je navržena tak, aby bylo možno výtah přizpůsobit místním rozměrovým podmínkám šachty i v jiné lokalitě..

Unifikace konstrukce je popsána v následujících bodech:

- Systém přenášení lana mezi klecí a bubnem pohonu je realizován pomocí zavěšených kladek. Poloha zavěšených kladek je variabilní. Lano lze vést tedy kdekoli po obvodu klece. Strojovna výtahu je umístěna pod nejnižší stanicí. Poloha bubnu je závislá na poloze větve napínaného lana vedeném po obvodu klece.
- Dveře do strojovny mohou být realizovány v libovolné stěně šachty. V této práci je použit příklad dveří strojovny umístěných na stejné stěně jako dveře spodní stanice. Příčka, kterou jsou odděleny dveře strojovny od dveří spodní stanice je zavěšena na jedné straně na kloubu a na druhé straně je podepřena. Lze ji tedy sklopit a tímto zajišťuje pohodlný vstup obsluze a servisním pracovníkům do prostoru šachty. V případě nutnosti vyjmutí klece výtahu ze šachtového prostoru je nutné

vyšroubovat kotevní šrouby rámu obou dveří. Poté je možno klec bez obtíží vyvést.

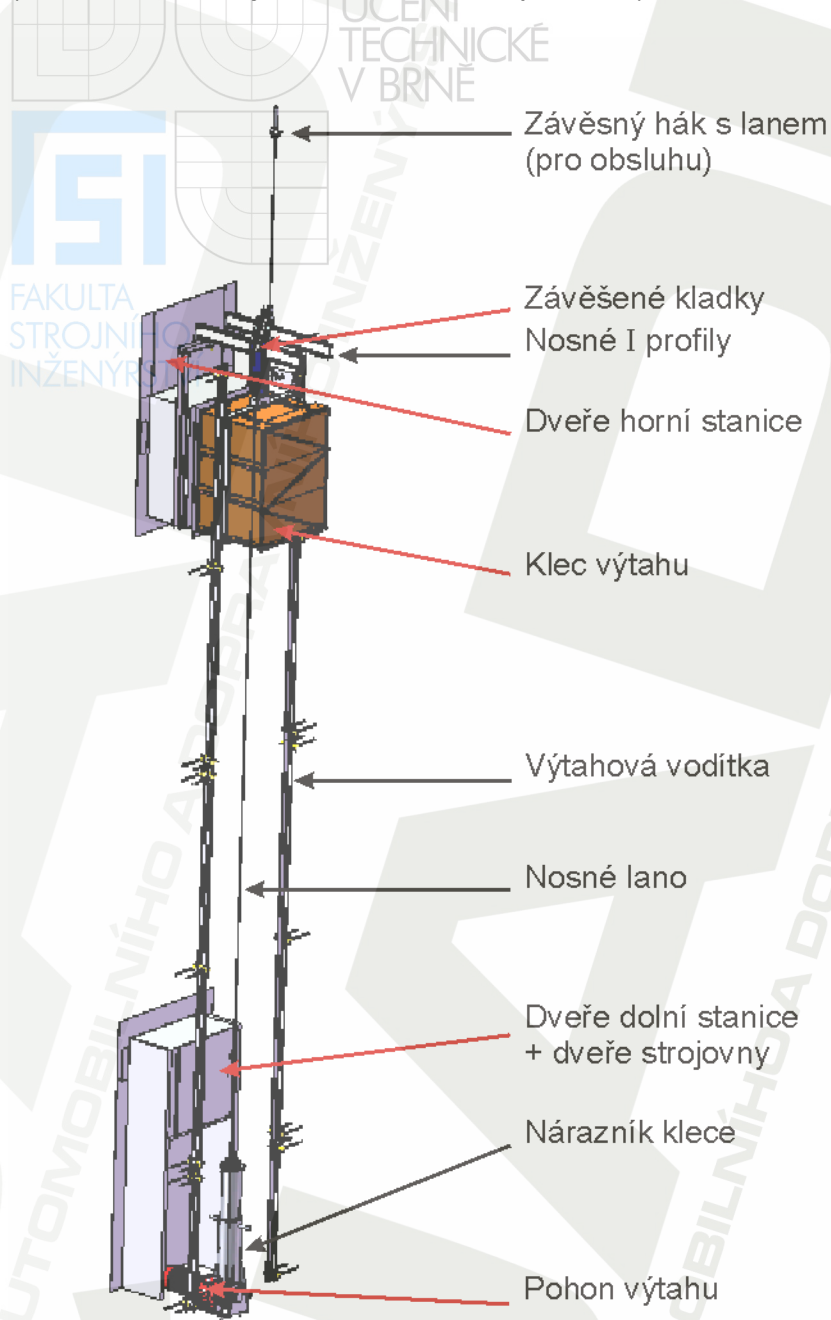
- Obě police klece výtahu je možné vyjmout ze své drážky. Výtah tedy umožňuje dopravu prostorného nákladu. Dále je možné do jedné drážky umístit obě police a sčítat jejich nosnosti.

4.2 Vybrané body technické specifikace

V technické specifikaci manipulačního výtahu musí být uvedeny následující body:

- Objednatel zajistí teplotu šachtového prostoru v rozmezí 5 – 40°C
- Objednatel zajistí přepravování potravin v přepravních nádobách.
- Nosnost klece výtahu je 50kg. Nosnost jedné police je max.20kg. V případě umístění obou polic do jedné drážky je možné nosnost polic sčítat
- Do prostoru šachty není povolený vstup vyjma následujících výjimek
 - a) klec výtahu sedí na nárazníku a v řídicím panelu je zakázáno ovládání pohonu výtahu. Současně je pohon vypnutý
 - b) do prostoru nade dveřmi horní stanice je vstup povolen pouze v případě, že v řídicím panelu je zakázáno ovládání pohonu výtahu. Současně je pohon vypnutý a klec výtahu sedí na nárazníku.
- Manipulační výtah neslouží jako evakuační
- V případě požáru je použití manipulačního výtahu přísně zakázáno. Po likvidaci požáru, zajištění funkčnosti manipulačního výtahu a před uvedením do provozu je nutná kontrola revizním technikem.

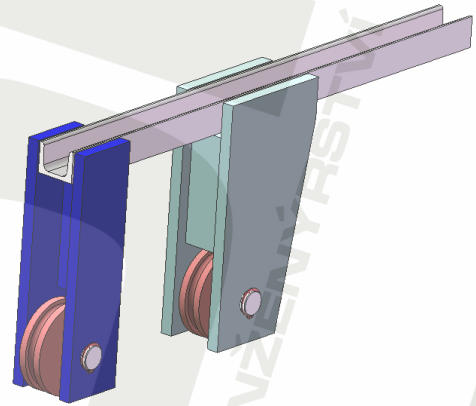
4.3 Popis jednotlivých dílů manipulačního výtahu: (náhled na celek je bez šachtového prostoru)



Obrázek 4: Náhled na komponenty výtahu

4.4 Systém přenosu lana

Bočnice zavěšených kladky klece jsou konstruovány flexibilně. Jsou přivařeny ke svarku tak, aby se roztečná vzdálenost obou kladek přizpůsobila roztečné vzdálenosti obou větví lana. Roztečná vzdálenost obou větví je závislá na poloze osy větve lana, která je napínána bubnem. Tato poloha je volena s ohledem na rozmístění komponent v prostoru strojovny a v závislosti na šachtovém prostoru. Svarek zavěšených kladek je uchycen objímkami k oběma tyčím I profilu. Objímka je vyrobena z tyče ohnuté do tvaru písmene U se závit na obou koncích. Na oba závity je našroubována pojistná matice, která stahuje objímkový plech k tyčím I profilu.



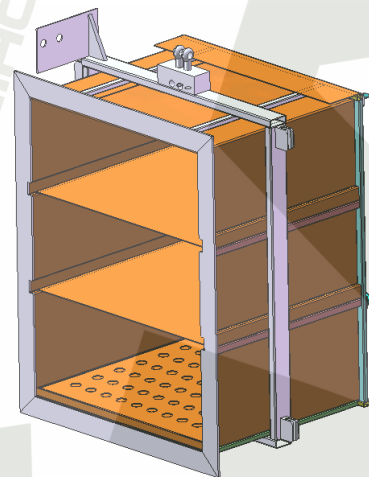
Obrázek 5: Sestava zavěšených kladek

4.5 Klec výtahu

Klec výtahu se skládá ze svarku uzavřených profilových tyčí profilu jáckl 15x12mm. Tento svarek je obklopen rámem z uzavřených tyčí profilu jáckl 50x20mm. Rám je umístěn do těžiště celé klece. Zachycuje síly ve všech třech osách. K rámu jsou přivařeny čtyři vodící kameny a kostka pro zašroubování šroubů s okem.

Před uvedením do provozu se oběma oky šroubů provleče čep. Mezi šrouby s oky se umístí očnice lana a čep se na obou koncích pojistí pojistnou maticí.

Vnitřní prostor je obklopen ohýbanými nerezovými plechy. Oba nerezové plechy jsou k sobě přivařeny vně klece. Na dně klece je umístěna nerezová miska. Tato miska snižuje napětí nerezového plechu na dně klece a současně také může zachytit předměty, které by se do tohoto prostoru mohly dostat neopatrnou manipulací obsluhy. Vnitřní prostor splňuje rozměrové požadavky zadání.



Obrázek 6: Klec výtahu s komponenty

4.6 Lano

Pro obě lana jsem vybral fy Pavlinek s.r.o. Zengrova 497/42, 703 00 Ostrava – Vítkovice.

Stacionárně zavěšené lano za stropní hák volím protisměrně pletené o průměru 5mm s ukončením očnice na jedné straně a na straně druhé ukončené zapletením.

Typ lana: Seal

Označení očnice: 110 310 005

Nosné lano klece výtahu o průměru 5mm volím stejnosměrně pletené s ukončením očnic na obou stranách.

Typ lana: Seal

Označení očnic: 110 310 005

4.7 Princip vedení klece výtahu

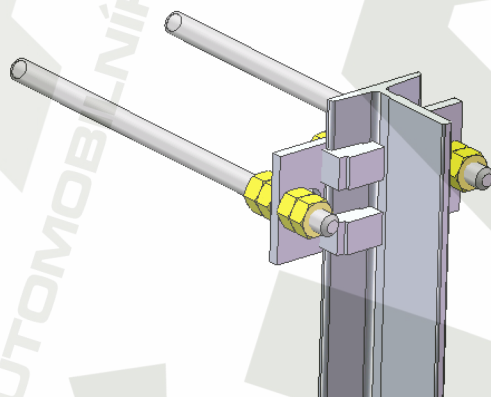
Klec výtahu je vedena vodicími kameny - 4ks vodicích kamenů jsou přivařeny k rámu klece výtahu. Vodicí tyče procházejí těmito vodicími kameny.

Vodicí tyče jsou přišroubovány litinovými přichytkami k vodicímu plechu. Tloušťka tohoto plechu vymezuje vzdálenost mezi oběma pojistnými maticemi, které jsou našroubovány na závitovou tyč. Ty jsou ukotveny ve stěně šachty. Vodicí plech má na obou koncích vyvrtný otvor pro umístění závitových tyčí. Při pracovním zdvihu 3800mm je použito 4ks vodicích tyčí o délce 2,5m 2ks o délce 875 mm a 14 ks kotvení. Jedno kotvení sestává ze 2ks litinových přichytek, 1ks vodicího plechu, 2ks závitových tyčí a 4ks pojistných matic.

Doraz nad horní stanicí zamezuje kontaktu zavěšených kladek s očnicí lana. Tento doraz je zajištěn závrtným šroubem M20, který je umístěn na obou vodicích tyčích. Je tedy možný zdvih nad horní stanicí 100mm. Na oba šrouby jsou našroubovány matice z obou stran.

Vodicí tyč volím od fy LM Metal Lifts s.r.o. Karlova 5, 301 21 Plzeň

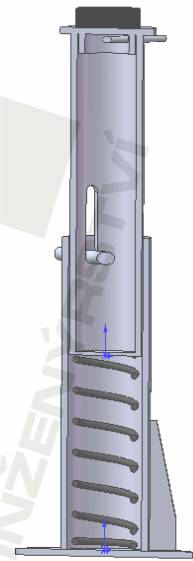
Označení tyče: T50A v délce 2,5m
Označení litinové přichytky: M1



Obrázek 7: Upnutí vodicích tyčí

4.8 Nárazník klece výtahu

Nárazník klece je konstruován jako absorbér energie při samovolném pádu klece výtahu. Jedním z tlumicích elementů je pružina, která snižuje velikost deformační energie. Vedlejší funkce pružiny je snížit velikost napětí svarku klece v případě, že obsluha vstoupila na horní profilové tyče klece. Pružina je umístěna v trubce. Trubka je součástí svarku, který je přišroubován čtyřmi kotevními šrouby do podlahy výtahové šachty. Pružina se stlačuje pomocí svarku vnitřní trubky s přírubou. Maximální dovolené stlačení pružiny (příloha 1) je 100mm. Nepřesáhnutí této hodnoty zabraňuje pojistný čep, který prochází skrz obě trubky. Do vnitřní trubky je zasazená hlavice pojištěná čepem a k ní je přišroubována pryžová podložka.



Obrázek 8: Nárazník klece výtahu

4.9 Signalizační panel

Signalizační panel je v obou stanicích vybaven následujícími komponenty:

- kontrolkou přítomnosti klece ve stanici
- dvěma tlačítky s označením čísel stanic
- zámek tvaru trojhranu pro nouzové odjištění dveří

4.10 Požadavky na šachtový prostor

Šachtový prostor musí být vybaven odvětráním. Odvětrávací prostor musí být vybaven mřížkou. Velikost plochy odvětrávacího prostoru musí být min.1% půdorysné plochy šachty výtahu.

V prostoru strojovny musí být umístěn světelný zdroj o min.výkonu 100W. Tento zdroj musí být umístěn na stejné stěně šachty jako jsou vstupní dveře.

Stropní prostor musí být vybaven světelným zdrojem o min.výkonu 100W. Tento zdroj musí být umístěn na stropě šachtového prostoru.

Oba světelné zdroje musí být ovládány z prostoru strojovny i z dostupného prostoru šachetních dveří nad horní stanicí.

V šachtovém prostoru musí být instalován regulátor teploty. Teplota vzduchu šachty se může pohybovat v rozmezí 5 - 40°C.

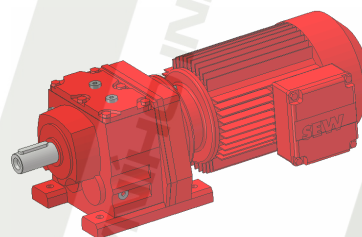
- Ve stropě musí být přišroubován závěsný hák. Tento hák slouží výhradně pro potřeby obsluhy nebo servisních pracovníků. Maximální dovolené zatížení háku musí být minimálně 150 kg.

4.11 Pohon výtahu

Pohon výtahu je zajištěn frekvenčním měničem ve spolupráci s brzdou, elektromotorem s čelní převodovkou a navíjecím bubnem. Frekvenční měnič plní funkci plynulého rozjezdu a zastavení výtahu. Výhoda frekvenčního měniče se projeví v situaci, kde jsou přepravovány tekutiny, protože při rozjezdu a brzdění nedochází k vylití. Navíjecí buben nosného lana bude vyráběný. Brzda je ovládána frekvenčním měničem.

Výrobce elektromotoru a frekvenčního měniče volím od fy SEW-EURODRIVE CZ, s.r.o. Lužná 591/4, 160 00 Praha-Vokovice.

Parametry elektromotoru garantované výrobcem uvádím v tab. 2: Hodnoty elektromotoru se šnekovou převodovkou.



Obrázek 9: Náhled na motor výtahu

Tabulka 2: Hodnoty elektromotoru se šnekovou převodovkou

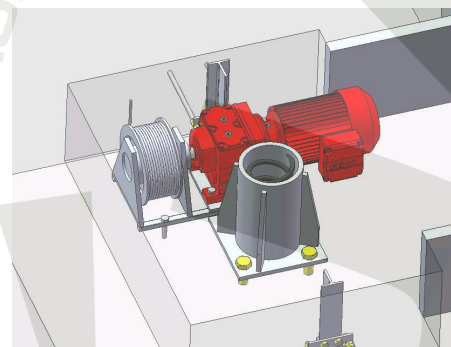
Označení veličiny	Popis veličiny	Hodnota veličiny	Jednotka veličiny
Pv	výstupní výkon	0,55	kW
nv	výstupní otáčky	47	otáček/min
Mkv	výstupní krouticí moment	111	Nm
ip	převodový poměr šnekové převodovky	28,7	

Označení frekvenčního měniče:

MCO7B 0005-2A3-4-00

Označení pohonu:

R37DT80K4



Obrázek 10: Náhled na umístění komponentů podlahy šachty

5. Závěr

Tato práce popisuje koncepci lanového výtahu v souladu s Nařízením vlády č. 27/2003 Sb. Normu ČSN EN 81.3+A1, schválenou Českým normalizačním institutem v únoru roku 2009. Bohužel nebylo z časových důvodů možné zpracovat veškeré body, které norma nařizuje.

Výtah je konstruován s minimálními požadavky na změnu výkresové dokumentace v závislosti na požadavcích objednatele.

Konstrukce manipulačního výtahu je přizpůsobena nenáročné výrobě a snadné instalaci na místě určeném objednatelem. Předpokládaná doba výroby výtahu je cca 4 týdny od předání výkresové dokumentace. Předpokládaná doba instalace výtahu do šachtového prostoru (dle výkresové dokumentace) je jeden týden.

Tento výtah je navržen na manipulaci s potravinami, zadanou nosnost klece výtahu 50kg i na zadané vnitřní rozměry klece. Všechny díly, které mohou přijít do styku s potravinami (vnitřní prostory klece, dveře, parapet a obložení stěn v obou stanicích) jsou vyrobeny z potravinářské nerezové oceli. Vyráběné kovové díly vně klece (které nepřijdou do styku s potravinami) jsou z běžné konstrukční oceli opatřené nátěrem.

Konstrukce splňuje i požadavek vedoucího této bakalářské práce, aby větev napínanou bubnem bylo možné vést kdekoli po obvodu klece výtahu. V této práci je uvažována instalace manipulačního výtahu do nově vybudovaných zařízení, která splňují výšku místnosti 3800mm a tloušťku stropu 300mm. Mezi tato zařízení patří například restaurace, stravovací prostory hotelů, škol, léčeben i mnoho dalších.

6. Informační zdroje

Literární zdroje:

- [1] JANOVSÝ, Lubomír, DOLEŽAL, Josef. Výtahy a eskalátory. Praha: SNTL NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY, 1980. 696s.
- [2] NEUFERT, Ernst. Navrhování staveb. Praha : Consultinvest, 2000. ISBN 80-901486-6-2
- [3] JANÍČEK, Přemysl, ONDRÁČEK, Emanuel, VRBKA, Jan, BURŠA, Jiří. Mechanika těles pružnost a pevnost I. 3.přeprac.vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2004. 287s. ISBN 80-214-2592-X.
- [4] RUBÍNOVÁ, Dana. Ergonomie. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2006, 62 s. ISBN 80-214-3313-2.
- [5] ČSN EN 81-3+A1 Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Část 3: Elektrické a hydraulické malé nákladní výtahy
- [6] ČSN 02 6003 Šroubovitě pružiny válcové tlačné a tažné a tlačné pramencové z drátu a tyčí kruhového průřezu. Volba základních rozměrů
- [7] Fabory. Katalog strojních součástí 2007
- [8] Nařízení vlády č. 27/2003 Sb
- [9] Zákon č.22/1997 Sb.
- [10] SEW-EURODRIVE. Katalog motorů 2008
- [11] ČSN EN 12385-4 +A1 Ocelová drátěná lana - Bezpečnost - Část 4: Pramenná lana pro všeobecné zdvihadací účely

Internetové zdroje:

- [12] www.hennlich.cz
- [13] www.i-vytahy.cz
- [14] www.hennlich.cz
- [15] www.ferona.cz
- [16] www.kobra-tr.cz
- [17] www.pavlinek.cz

7. Seznam použitých symbolů:

označení symbolu	jednotka	popis použitého symbolu
d	mm	průměr lana
D	mm	roztečný průměr bubnu
F	N	jmenovitá únosnost lana
F _Q	N	síla ve větvi lana zdvihací klec
F _P	N	síla ve větvi lana napínané bubnem
h	mm	pracovní zdvih výtahu
hc	mm	celková vzdálenost osy bubnu od osy kladek
ip	-	převodový poměr šnekové převodovky motoru
k	-	skutečná bezpečnost lana
km	-	minimální bezpečnost lana
l	mm	délka šroubovice v jedné otáčce bubnu
lb	mm	výpočet pracovní délky bubnu
M _{kb}	Nm	potřebný krouticí moment výstupní hřídele motoru
M _{kv}	Nm	výstupní krouticí moment hřídele motoru
nb	ot./s	potřebné otáčky výstupní hřídele motoru
nv	ot./min.	výstupní otáčky hřídele motoru
P _{min}	N	minimální pevnost lana
P _t	W	minimální výkon motoru
P _v	kW	výstupní výkon motoru
vt	m/s	teoretická rychlost
x	-	počet otáček drážky šroubovice na bubnu
α	°	maximální úhel navíjení lana na buben
η _k	-	účinnost kladek

8. Seznam obrázků

Obrázek 1: Elisha Graves Otis.....	10
Obrázek 2: Otisův výtah pro dopravu prken.....	10
Obrázek 3: Silová charakteristika pružiny nárazníku.....	14
Obrázek 4: Náhled na komponenty výtahu	19
Obrázek 5: Sestava zavěšených kladek	20
Obrázek 6: Klec výtahu s komponenty	20
Obrázek 7: Upnutí vodicích tyčí	21
Obrázek 8: Nárazník klece výtahu	22
Obrázek 9: Náhled na motor výtahu.....	23
Obrázek 10: Náhled na umístění komponentů podlahy šachty	23

9. Seznam tabulek:

Tabulka 1: Přehled informací lana výtahu	13
Tabulka 2: Hodnoty elektromotoru se šnekovou převodovkou	23

10. Seznam příloh

Příloha 1: Výpočet pružiny programem Mitcalc

Příloha 2: Analýza napětí čepu klece výtahu provedená programem COSMOSXpress

Příloha 3: Analýza napětí police klece výtahu provedená programem COSMOSXpress

11. Seznam přiložené výkresové dokumentace

SE-100001-0 SESTAVA MANIPULAČNÍHO VÝTAHU

SE-103001-0 SESTAVA SVARKU – OPRACOVÁNÍ KLECE VÝTAHU

DE-104433-0 PRUŽINA TLAČNÁ 1kN

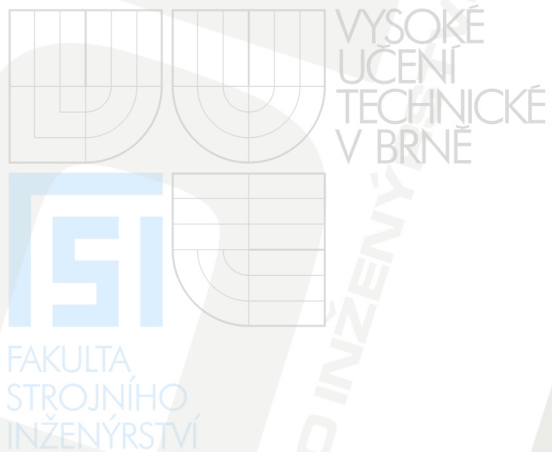


VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ



FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

PŘÍLOHY



Příloha 1:

Výpočet pružiny provedený programem Mitcalc

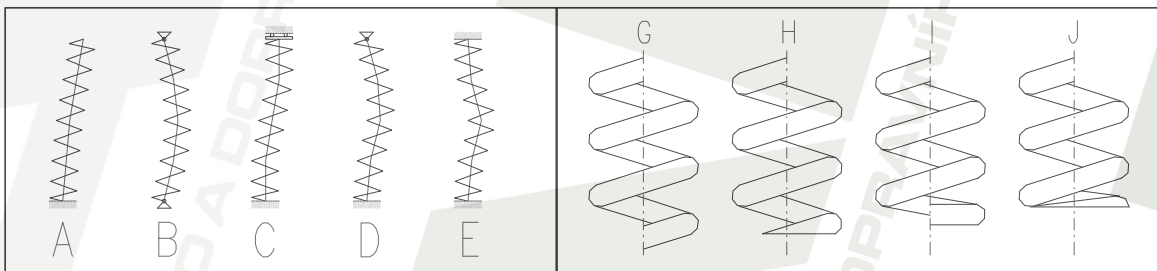
Šroubovitá pružina válcová tlačná z drátů a tyčí kruhového průřezu [mm]

- i **Výpočet bez chyb.**
- ii **Informace o projektu**

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 50,0 [° C]
- 1.4 Provozní prostředí Neagresivní
- 1.5 **Provedení pružiny**
- 1.6 Uložení pružiny E ... Pevné - pevné uložení
- 1.7 Provedení konců J ... Uzavřený konec obrobený
- 1.8 Povrchové zpracování Kuličkované pružiny
- 1.9 Smysl vinutí závitu Pravý
- 1.10 Počet závěrných / obrobených závitů n_C / n_G 2,0 | 1,0



- 1.11 **Statically zatížená pružina**
- 1.12 Provozní režim zatížení Středně těžký provoz
- 1.13 Požadovaná míra bezpečnosti s_s 1,15
- 1.14 Způsob korekce napětí v krutu Bez korekce

2.0 Volba materiálu pružiny.

- 2.1 Způsob výroby : Pružiny formované za tepla
- 2.2 Materiál pružiny : Ocelový drát válcovaný za tepla EN 10089 50CrV4

2.3 Oblast použití vybraného materiálu

2.4	Vhodnost pro dynamické zatížení	excelentní	
2.5	Relativní pevnost materiálu	vysoká	
2.6	Korozivní odolnost	dobrá	
2.7	Maximální pracovní teplota	220	[° C]
2.8	Dodávané průměry drátů	8 - 80	[mm]

2.9 Mechanické a fyzikální vlastnosti materiálu

2.10	Modul pružnosti ve smyku	G ₂₀	78500	[MPa]
2.11	Modul pružnosti ve smyku při pracovní teplotě	G	77762	[MPa]
2.12	Hustota	ρ	7850	[kg/m ³]

2.13 Pevnostní charakteristiky materiálu

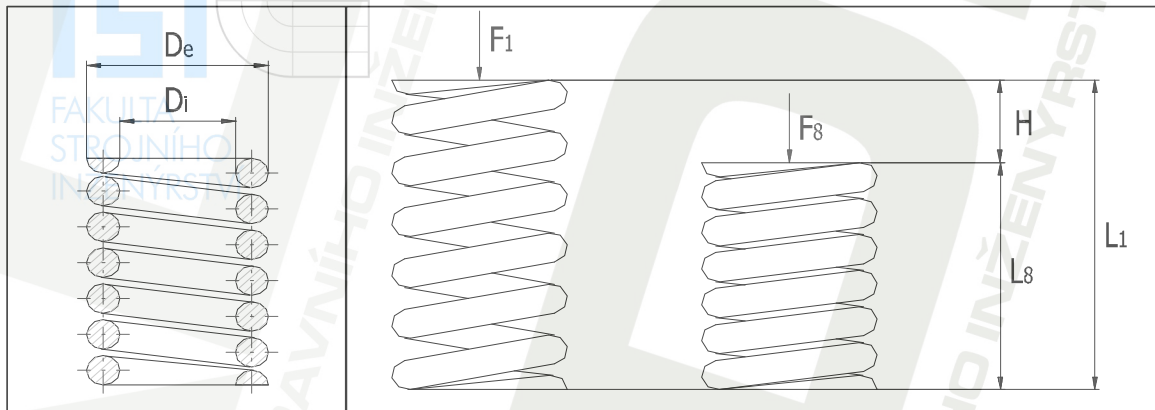
2.14	Mez pevnosti v tahu	R _m	1370	[MPa]
2.15	Mezní dovolené napětí v krutu	τ _D	915	[MPa]
2.16	Mezní únavová pevnost v krutu	τ _c	457	[MPa]
2.17	Únavová pevnost v krutu při omezené životnosti	τ _f	457	[Mpa]

3.0 Návrh pružiny.

- 3.1 **Požadované parametry pracovního cyklu**
- 3.2 Maximální pracovní zatížení Odch. [%] F₈ 2000,0 | 0,0 [N]

- 3.3 Minimální pracovní zatížení
- 3.4 Délka plně zatížené pružiny
- 3.5 Požadovaný pracovní zdvih pružiny
- 3.6 Délka předpružené pružiny

F_1	1000,0	0,0	[N]
L_8	200,0	0,0	[mm]
H	50,0	0,0	[mm]
L_1	250	0,00	[mm]



3.7 **Filtry návrhu řešení**

- 3.8 Maximální dovolený vnější průměr pružiny
- 3.9 Minimální dovolený vnitřní průměr pružiny
- 3.10 Dovolené dělení počtu činných závitů
- 3.11 Dovolené překročení mezních rozměrů pružiny
- 3.12 Provádět kontrolu pružiny na vzpěrné vybočení
- 3.13 Provádět kontrolu mezní pracovní délky
- 3.14 Dodržet požadovanou míru bezpečnosti u pevnostní kontroly
- 3.15 Měřtko kvality
- 3.16 Počet iterací návrhu

D_{emax}	45,00	[mm]
D_{imin}	80,00	[mm]
	1/4	
	0,0	[%]
	Ne	
	Ano	
	Ano	
	Odchyłka od požadovaných rozměrů	
	Střední	
	Kvality řešení	

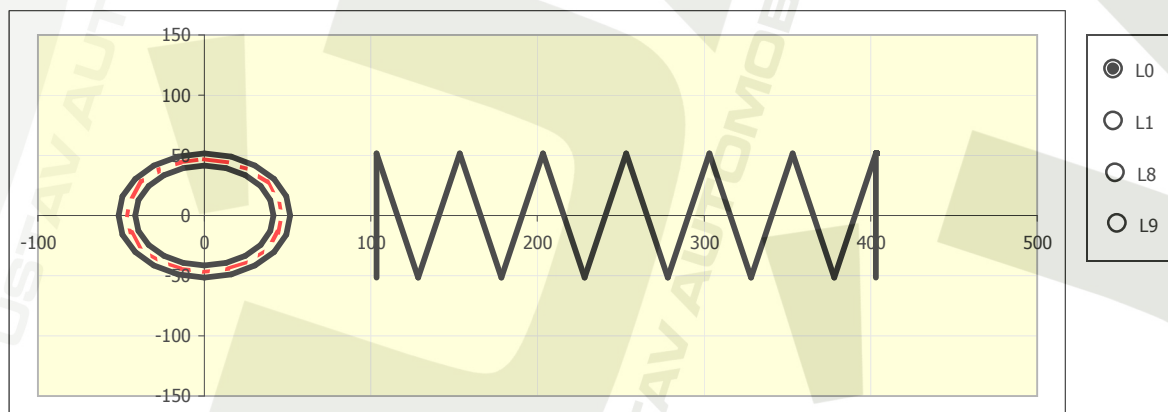
- 3.17 **Výběr řešení**
- 3.18 Výsledky návrhu třídít dle
- 3.19 Start návrhového výpočtu

3.20	ID	D	De	Di	d	n	L ₀	L ₁	L ₈	F ₁	F ₈	τ_8	s _s	s _f	m	quality
	2.	93.2	103.2	83.2	10.00	6.00	300.0	250.0	200.0	1000.0	2000.0	475	1.93	0.00	1471.3	0.00

Kapitola výsledků

4.0 **Souhrnný výpis parametrů navržené pružiny.**

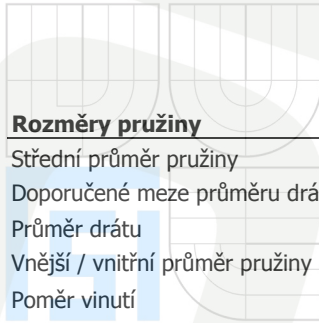
- 4.1 Občerstvení výsledků z vybraného návrhu pružiny



4.2 **Zatížení pružiny**

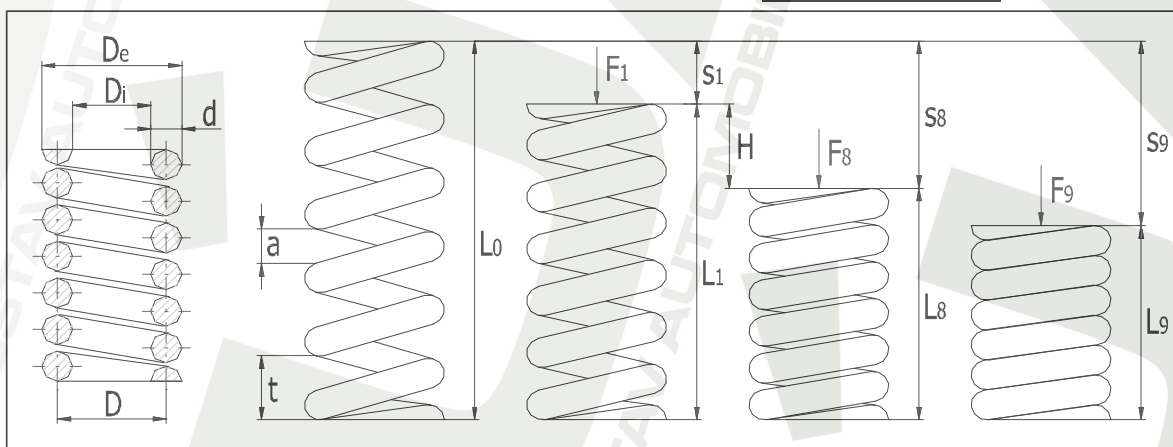
- 4.3 Minimální pracovní zatížení
- 4.4 Maximální pracovní zatížení

F_1	1000,13	[N]
F_8	2000,06	[N]



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

4.5	Rozměry pružiny			
4.6	Střední průměr pružiny	D	93,22	[mm]
4.7	Doporučené meze průměru drátu	d_{min} / d_{max}	8,00 31,07	[mm]
4.8	Průměr drátu	d	10	[mm]
4.9	Vnější / vnitřní průměr pružiny	D_e / D_i	103,22 83,22	[mm]
4.10	Poměr vinutí	i	9,32	
4.11	Počet činných závitů	n	6	
4.12	Doporučené meze volné délky	L_{0min} / L_{0max}	187,80 327,63	[mm]
4.13	Volná délka pružiny	L_0	300	[mm]
4.14	Doporučené meze rozteče mezi závit	t_{min} / t_{max}	27,97 51,27	[mm]
4.15	Vůle / rozteč mezi závity volné pružiny	a / t	36,67 46,67	[mm]
4.16	Parametry předpružené pružiny			
4.17	Deformace (stlačení) pružiny	s_1	50,01	[mm]
4.18	Délka pružiny	L_1	249,99	[mm]
4.19	Napětí pružiny	τ_1	237,41	[MPa]
4.20	Parametry plně zatížené pružiny			
4.21	Deformace (stlačení) pružiny	s_8	100,01	[mm]
4.22	Délka pružiny	L_8	199,99	[mm]
4.23	Pracovní zdvih pružiny	H	50,00	[mm]
4.24	Napětí pružiny	τ_8	474,78	[MPa]
4.25	Parametry pružiny ve stavu mezním			
4.26	Teoretické mezní zatížení pružiny	F_9	4399,68	[N]
4.27	Teoretické stlačení / délka pružiny	s_9 / L_9	220,00 80,00	[mm]
4.28	Teoretické napětí pružiny	τ_9	1044,41	[MPa]
4.29	Suma min. dovolených vůlí mezi činnými závity	s_{amin}	12,386	[mm]
4.30	Minimální mezní zkušební délka pružiny	L_{minF}	92,39	[mm]
4.31	Fyzikální a mechanické vlastnosti pružiny			
4.32	Tuhost pružiny	c	20,00	[N/mm]
4.33	Deformační energie pružiny	W_8	100,01	[J]
4.34	Kritická rychlost pružiny	v_k	16,30	[m/s]
4.35	Vlastní kmitočet pružiny	f	67,93	[Hz]
4.36	Rozvinutá délka drátu	l	2386	[mm]
4.37	Hmotnost pružiny	m	1,471	[kg]



4.38	Pevnostní kontrola pružiny			
4.39	Korekční součinitel napětí v krutu	K_s	1,0000	
4.40	Korigované napětí pružiny v plně zatíženém stavu	τ_{8C}	474,78	[MPa]

4.41	Mezní dovolené napětí v krutu	τ_D	915	[MPa]
4.42	Míra bezpečnosti		1,927	
4.43	Kontrola pružiny na vzpěrné vybočení			
4.44	Dovolené / skutečné max. pracovní stlačení pružiny		100 33,34	[%]

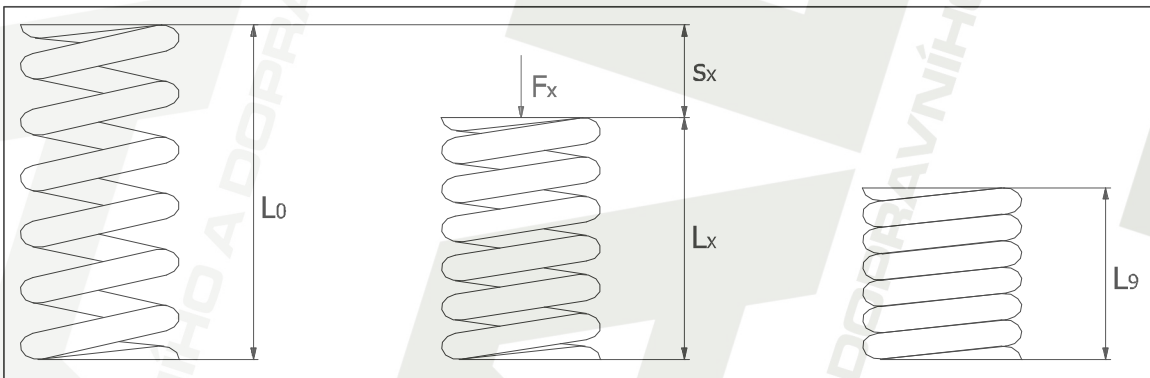
5.0 Parametry navržené pružiny pro specifické pracovní zatížení resp. délku pružiny.

5.1 Parametry pružiny pro dané pracovní zatížení

5.2	Zatížení pružiny	F_x	250,0	[N]
5.3	Deformace (stlačení) pružiny	s_x	12,50	[mm]
5.4	Délka pružiny	L_x	287,50	[mm]
5.5	Napětí pružiny	τ_x	59,35	[MPa]

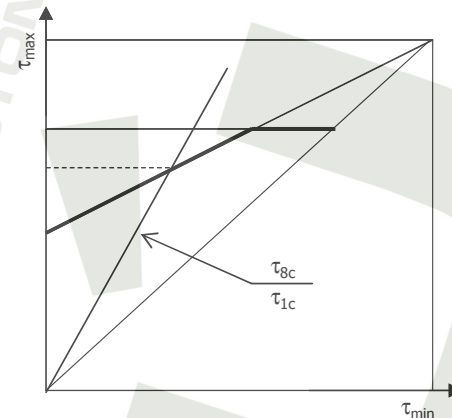
5.6 Parametry pružiny pro danou pracovní délku

5.7	Délka pružiny	L_x	60,00	[mm]
5.8	Deformace (stlačení) pružiny	s_x	240,00	[mm]
5.9	Síla vyvinutá pružinou	F_x	4799,66	[N]
5.10	Napětí pružiny	τ_x	1139,36	[MPa]



6.0 Kontrola únosnosti cyklicky zatížené pružiny.

6.1	Korekční součinitel napětí v krutu	K_f	1,1561	
6.2	Korigované napětí předpružené pružiny	τ_{1c}	274,47	[MPa]
6.3	Korigované napětí pružiny v plně zatíženém stavu	τ_{8c}	548,89	[MPa]
6.4	Mez pevnosti materiálu ve smyku	R_{ms}	1096	[MPa]
6.5	Mezní dovolené napětí v krutu	τ_D	915	[MPa]
6.6	Mezní únavová pevnost v krutu	τ_c	457	[MPa]
6.7	Únavová pevnost v krutu při omezené životnosti	τ_f	457	[Mpa]
6.8	Únavová pevnost pro daný průběh zatížení	τ_{max}	645,1	[MPa]
6.9	Míra bezpečnosti		1,175	




7.0 Kontrolní výpočet pružiny.

7.1 Načtení vstupních údajů z hlavního výpočtu

7.2 Parametry pracovního cyklu

7.3 Maximální pracovní zatížení	F_8	2000,00	[N]
7.4 Minimální pracovní zatížení	F_1	1000,1	[N]
7.5 Pracovní zdvih pružiny	H	50,00	[mm]

7.6 Pevnostní kontrola pružiny

7.7 Střední průměr pružiny	D	93,22	[mm]
7.8 Doporučené meze průměru drátu	d_{min} / d_{max}	8,50 31,07	[mm]
7.9 Průměr drátu / z tabulky	d	10,00 29,5	[mm]
7.10 Vnější / vnitřní průměr pružiny	D_e / D_i	103,22 83,22	[mm]
7.11 Poměr vinutí	i	9,32	
7.12 Mezní dovolené napětí v krutu	τ_D	915	[MPa]
7.13 Korigované napětí pružiny v plně zatíženém stavu	τ_{8c}	474,8	[MPa]
7.14 Míra bezpečnosti		1,927	

7.15 Stabilita provedení pružiny

7.16 Doporučený minimální počet činných závitů	n_{min}	3,00	
7.17 Počet činných závitů	n	6,00	
7.18 Teoretická mezní délka pružiny	L_9	80	[mm]
7.19 Doporučené meze volné délky	L_{0min} / L_{0max}	192,39 327,62	[mm]
7.20 Volná délka pružiny	L_0	300,00	[mm]
7.21 Doporučené meze rozteče mezi závity	t_{min} / t_{max}	27,97 51,27	[mm]
7.22 Rozteč mezi závity volné pružiny	t	46,67	[mm]
7.23 Minimální mezní zkušební délka pružiny	L_{minF}	92,4	[mm]
7.24 Délka pružiny při min. / max. pracovním zatížení	L_1 / L_8	249,99 199,99	[mm]
7.25 Stlačení pružiny při min. / max. pracovním zatížení	s_1 / s_8	50,01 100,01	[mm]
7.26 Dovolené / skutečné max. pracovní stlačení pružiny		100 33,34	[%]
7.27 Přenos řešení do hlavního výpočtu			

8.0 Výpočet pracovních sil pružiny.

8.1 Načtení vstupních údajů z hlavního výpočtu

8.2 Parametry pracovního cyklu

8.3 Délka plně zatížené pružiny	L_8	199,99	[mm]
8.4 Délka předpružené pružiny	L_1	249,99	[mm]
8.5 Pracovní zdvih pružiny	H	50	[mm]

8.6 Rozměry pružiny

8.7 Střední průměr pružiny	D	93,22	[mm]
8.8 Průměr drátu / z tabulky	d	10,00 29,5	[mm]
8.9 Vnější / vnitřní průměr pružiny	D_e / D_i	103,22 83,22	[mm]
8.10 Poměr vinutí	i	9,32	
8.11 Počet činných závitů	n	6,00	
8.12 Volná délka pružiny	L_0	300,00	[mm]
8.13 Stlačení pružiny při min. / max. pracovním zatížení	s_1 / s_8	50,01 100,01	[mm]
8.14 Teoretická mezní délka pružiny	L_9	80	[mm]

8.15 Zatížení pružiny

8.16 Maximální pracovní zatížení	F_8	2000,1	[N]
8.17 Minimální pracovní zatížení	F_1	1000,1	[N]
8.18 Pevnostní kontrola pružiny			
8.19 Mezní dovolené napětí v krutu	τ_D	915	[MPa]



VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

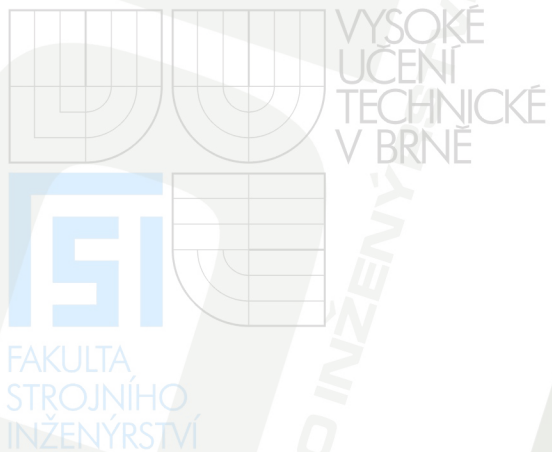
FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

8.20	Korigované napětí pružiny v plně zatíženém stavu	τ_{8c}	474,8	[MPa]
8.21	Míra bezpečnosti		1,927	
8.22	Přenos řešení do hlavního výpočtu			

9.0 Výpočet pracovních délek pružiny.

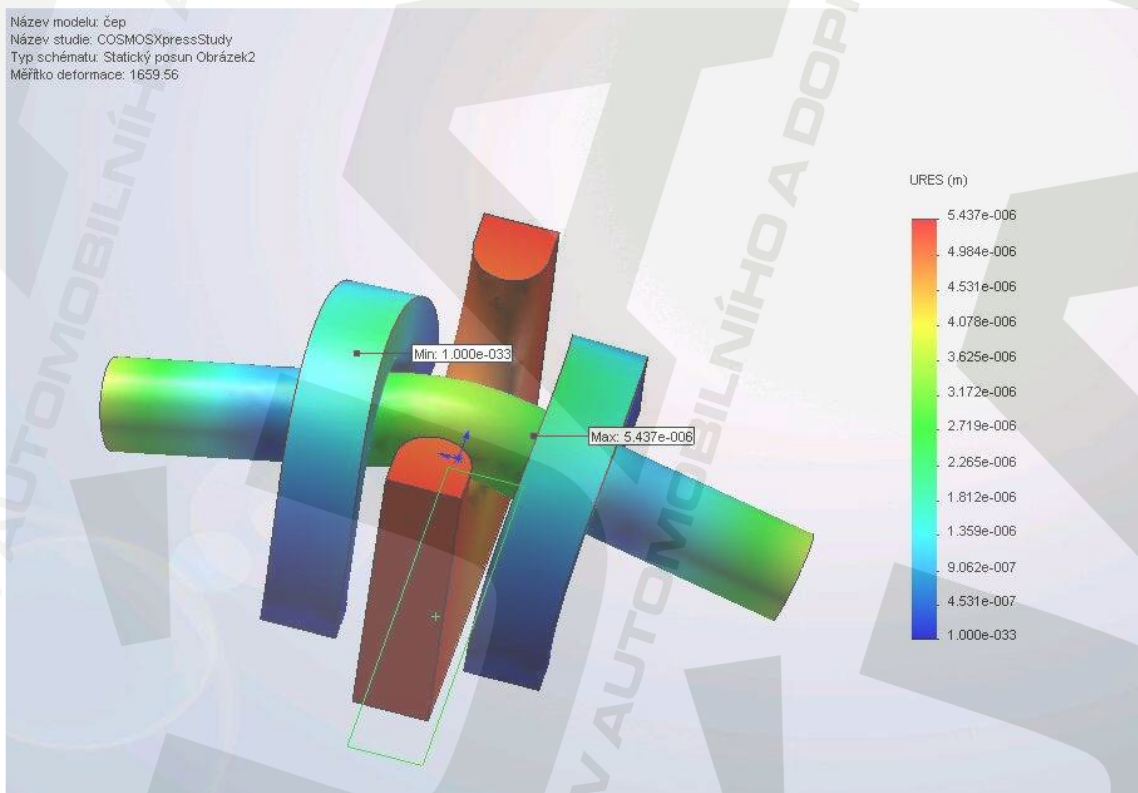
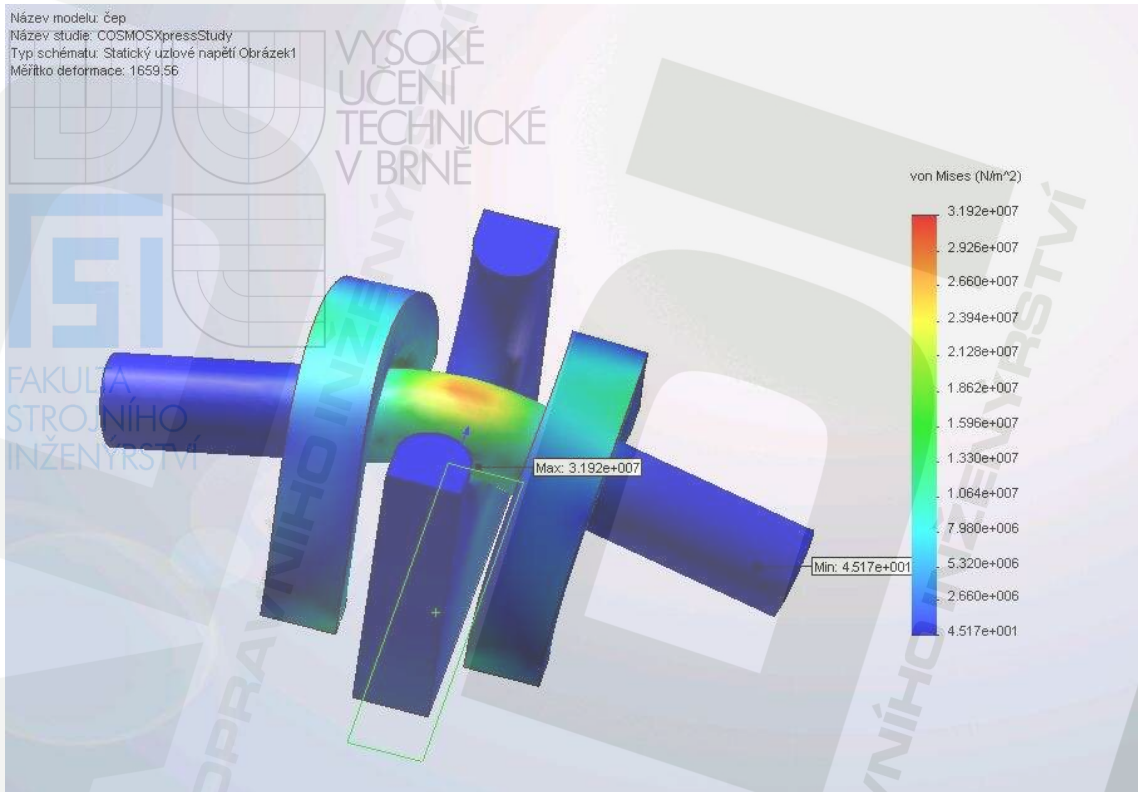
9.1	Načtení vstupních údajů z hlavního výpočtu			
9.2	Zatížení pružiny			
9.3	Maximální pracovní zatížení	F_8	2000,06	[N]
9.4	Minimální pracovní zatížení	F_1	1000,13	[N]
9.5	Rozměry pružiny			
9.6	Střední průměr pružiny	D	93,22	[mm]
9.7	Průměr drátu / z tabulky	d	10,00 29,5	[mm]
9.8	Vnější / vnitřní průměr pružiny	D_e / D_i	103,22 83,22	[mm]
9.9	Poměr vinutí	i	9,32	
9.10	Počet činných závitů	n	6,00	
9.11	Volná délka pružiny	L_0	300,00	[mm]
9.12	Teoretická mezní délka pružiny	L_9	80	[mm]
9.13	Parametry pracovního cyklu			
9.14	Stlačení pružiny při min. / max. pracovním zatížení	s_1 / s_8	50,01 100,01	[mm]
9.15	Délka plně zatížené pružiny	L_8	199,99	[mm]
9.16	Délka předpružené pružiny	L_1	249,99	[mm]
9.17	Pracovní zdvih pružiny	H	50,00	[mm]
9.18	Pevnostní kontrola pružiny			
9.19	Mezní dovolené napětí v krutu	τ_D	915	[MPa]
9.20	Korigované napětí pružiny v plně zatíženém stavu	τ_{8c}	474,8	[MPa]
9.21	Míra bezpečnosti		1,927	
9.22	Přenos řešení do hlavního výpočtu			

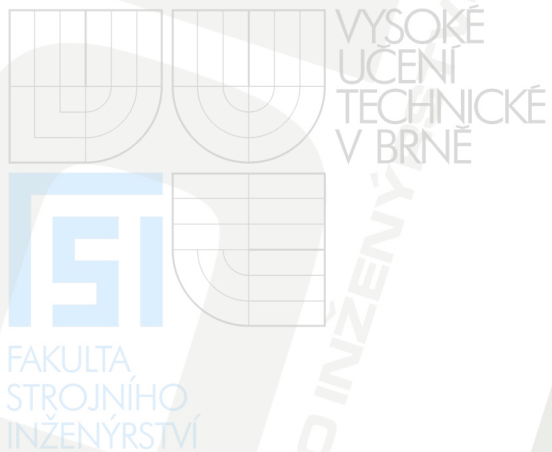
10.0 Grafický výstup, CAD systémy



Příloha 2:

Analýza napětí čepu klece programem COSMOSXpress





Příloha 3:

Analýza napětí police klece výtahu programem
COSMOSXpress

