

Zvedací zařízení pro zdravotně postižené

Michal Dvořáček

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal DVOŘÁČEK**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Zvedací zařízení pro zdravotně postižené**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma.
2. Navrhněte konstrukční řešení zvedacího zařízení pro zdravotně postižené
3. Zhotovte výrobní dokumentaci.
4. Proveďte ekonomické zhodnocení

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího BP.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2008

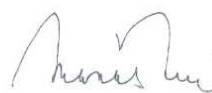
Termín odevzdání bakalářské práce:

6. června 2008

Ve Zlíně dne 30. ledna 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá konstrukcí zvedacího zařízení. Zařízení je konstruováno tak, aby usnadnilo dopravu osob se zdravotním postižením v domě o jednom nebo více podlažích.

Jeho využití je však všestrannější, je možné jej použít i k dopravě materiálu, či různých břemen do určité pracovní výšky (3m).

V teoretické části se zabývám rozdělením výtahů do skupin podle ČSN.

V praktické části jsem navrhl zvedací zařízení a zkontroloval jej pevnostními výpočty.

Zvedací zařízení jsem modeloval v programu Inventor.

Klíčová slova: Zvedací zařízení, doprava osob, doprava materiálu

ABSTRACT

This work deals with construction of lifting device. This device is constructed to make easier transport of people with disability in a house where there are one or more floors.

However, its usage is more universal. It is possible to use it to transport material or various burdens to the certain working height (3m).

The theoretical part deals with division of lifts into groups according to ČSN.

In the practical part there is a lifting device designed and checked by strength calculations.

The lifting device was modelled in the programme Inventor.

Key words: lifting device, transport of people, transport of material

Touto cestou děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, ing. Františku Volkovi, za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady a čas, který mi věnoval při vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

I	TEORETICKÁ ČÁST	9
1	KONSTRUKCE VÝTAHŮ-VÝBĚR Z NOREM.....	10
1.1	NORMA ČSN ISO 4190	10
1.1.1	Terminologie	10
1.1.2	Třídy výtahů	10
1.1.3	Rozměry	11
1.1.4	Další parametry	12
1.2	NORMA ČSN EN 81-70.....	14
1.2.1	Vstupy – otevírání dveří.....	14
1.2.2	Zařízení v kleci.....	14
1.2.3	Přesnost zastavování/vyrovnávání	15
1.2.4	Materiály způsobující alergie	16
1.3	VŠEOBECNÉ POŽADAVKY NA ZDVIHACÍ PLOŠINY	17
1.3.1	Obecná konstrukce	17
1.3.2	Údržba, opravy a inspekce	17
1.3.3	Parametry zdvihacích plošin	17
1.3.4	Ochrana zařízení proti škodlivým vnějším vlivům.....	18
1.3.5	Zdvihací plošina	20
II	PRAKTICKÁ ČÁST	23
2	STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PÁCE	24
3	NÁVRH KONSTRUKČNÍCH VARIANT.....	25
3.1	VARIANTA Č.1	25
3.2	VARIANTA Č.2	26
3.2.1	Výběr varianty	27

4	VÝPOČET	32
4.1	VÝPOČET ZATĚŽUJÍCÍ SÍLY.....	32
4.2	ZÁKLADNÍ VÝPOČET ŠROUBU	32
4.3	KONTROLA ŠROUBU NA VZPĚRNOU SÍLU.....	33
4.4	VÝPOČET KROUTÍCÍHO MOMENTU	34
4.5	KONTROLA ŠROUBU NA KOMBINOVANÉ NAMÁHÁNÍ (TAH,KRUT).....	34
4.6	VÝPOČET MATICE	35
4.7	VÝPOČET VÝKONU ELEKTROMOTORU.....	38
4.8	VÝPOČET OZUBENÝCH KOL	38
4.9	ZÁKLADNÍ ROZMĚRY KUŽELOVÉHO OZUBENÉHO KOLA S PŘÍMÝMI ZUBY.....	39
4.10	VÝPOČET SPOJKY	41
4.11	VÝPOČET LOŽISEK.....	44
4.12	KONTROLA NAPĚTÍ V KRITICKÉM MÍSTĚ PODLAHY.....	47
5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	48
	ZÁVĚR	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
	SEZNAM TABULEK.....	57
	SEZNAM PŘÍLOH.....	58

Úvod

V domech o více než pěti podlažích je výtah téměř nepostradatelný pomocník. Lékařské výzkumy prokázaly, že normální chůze do schodů je dvaapůlkrát namáhavější než rychlá jízda na kole a i pomalá chůze do schodů s těžším břemenem je srovnatelná se špičkovým sportovním výkonem.

První výtah, o kterém víme, sestrojil slavný řecký učenec Archimédes asi roku 236 př. n. l. Kabina visela na kovovém lanu a do výšky ji zdvihal ruční vrátek.

První výtah v obytném domě použil pravděpodobně v roce 1670 E. Weigel v Jeně, avšak pravá éra výtahů se počíná až od roku 1853, kdy Američan Elisha Graves Otis zkonstruoval a vystavoval výtah v podstatě dnešní konstrukce: byl po stranách vedený vodičky a měl bezpečnostní zařízení. To tvořily tzv. zachycovače, které v případě přetržení lana zabrzdlily kabinu výtahu u vodičky.

Výtahy té doby měly parní pohon, případně pohon hydraulický: do válce pod píst se čerpala voda (dnes hydraulický olej), která píst zvedala. Hydraulické výtahy byly někdy zvedány přímo pístnicí umístěnou pod kabinou, takže nepotřebovaly ani bezpečnostní zařízení (kabina výtahu klesala samotíží jen tak rychle, jak to umožňovalo odpouštění vody z pod pístu) ani protizávaží. Výtah tohoto typu byl instalován například v paláci rakouského císaře ve Vídni. Hydraulické výtahy se používají dodnes, ale jen pro několika podlažní objekty.

Výtah s elektrickým pohonem zkonstruoval známý německý elektrotechnik a podnikatel Werner von Siemens: elektromotor byl přímo pod podlahou a otáčel ozubeným pastorkem, který tak “šplhal” po ozubeném hřebenu. Později se u výtahů motor přestěhoval nad nejvyšší podlaží, kde poháněl lanový buben. Kabina tak byla opět zavěšena na laně. Tato konstrukce sice běžně vyhovovala, ale nakonec převládl způsob, kdy lano je “přehozeno” přes lanovnici, kde na jedné straně je lano kabiny a na druhé lano závaží (tzv. trakční nebo lanové výtahy).

Od těch dob se mnoho změnilo. Výtahy jsou mnohem rychlejší, jejich řízení přesnější, dokonalejší a často jsou řízeny mikroprocesory, mají frekvenční měniče a plynulou regulaci dojezdu. Staly se běžným “dopravním” prostředkem.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KONSTRUKCE VÝTAHŮ-VÝBĚR Z NOREM

1.1 Norma ČSN ISO 4190

ISO 4190 stanoví potřebné rozměry pro zřizování osobních výtahů třídy I, II, III, a VI. **ISO 4190** platí pro nové výtahy, bez ohledu na druh pohonu, s klecí s jedním vstupem, zřizované v nových budovách. Kde na tom záleží, může se použít i pro zřizování výtahu v existující budově. Norma se nevztahuje na výtahy s rychlostí větší než 6 m/s, zřizování výtahů je třeba konzultovat s výrobcem.

1.1.1 Terminologie

Klec – část výtahu, ve které se dopravují osoby a/nebo náklad

Horní část šachty – část šachty nad horní krajní stanicí, ve které klec zastavuje

Nástupiště – prostor pro vstup do klece na každé používané úrovni

Strojovna – místnost, ve které je umístěn stroj a/nebo další zařízení výtahu

Osobní výtah – trvale umístěné zvedací zařízení obsluhující určené úrovně nástupišť, mající klec jejíž rozměry a konstrukce zjevně dovolují přístup osob

Prohlubeň – část šachty pod dolní krajní stanicí, ve které klec zastavuje

Šachta – prostor, ve kterém se pohybuje klec, vyvažovací závaží a/nebo hydraulický píst

1.1.2 Třídy výtahů

Třída I - výtahy určené pro dopravu osob

Třída II - výtahy určené především pro dopravu osob, ale může se v nich dopravovat i náklad

Třída III - výtahy určené pro zdravotnické účely včetně nemocnic a pečovatelských domovů

Třída IV - výtahy určené především pro dopravu nákladu, který je obvykle doprovázen osobami

Třída V - malé nákladní výtahy

Třída VI – výtahy zvlášť určené pro budovy s intenzivním provozem (např. s rychlostí 2,5 m/s a více)

1.1.3 Rozměry

Šířka klece, b_1

Vodorovná vzdálenost mezi vnitřními povrchy stěn klece, měřená rovnoběžně s přední vstupní stranou.

Hloubka klece, d_1

Vodorovná vzdálenost mezi vnitřními povrchy klece měřená kolmo k šířce.

Výška klece, h_4

Svislá vnitřní vzdálenost mezi prahem vstupu a konstrukčním stropem klece.

Šířka vstupu do klece, b_2

Světlá šířka vstupu, měřená při úplně otevřených šachetních a kabinových dveřích

Výška vstupu do klece, h_3

Světlá výška vstupu, měřená při úplně otevřených šachetních a kabinových dveřích.

Šířka šachty, b_3

Vodorovná vzdálenost mezi vnitřními povrchy stěn šachty, měřená rovnoběžně s šířkou klece.

Hloubka šachty, d_2

Vodorovná vzdálenost, kolmá mašičku.

Hloubka prohlubně, d_3

Svislá vzdálenost mezi dokončeným povrchem podlahy dolní krajní stanice a dnem šachty.

Výška horní části šachty, h_1

Svislá vzdálenost mezi dokončeným povrchem horní krajní stanice a stropem šachty (do tohoto rozměru se nepočítá s kladkami nad dráhou klece).

Šířka strojovny, b_4

Vodorovný rozměr, měřený rovnoběžně s šířkou klece.

Hloubka strojovny, d_4

Vodorovný rozměr, měřený kolmo k šířce.

Výška strojovny, h_2

Nejmenší svislá vzdálenost mezi dokončenou podlahou a stropem, vyhovující jak požadavkům předpisů pro stavby budov, tak pro výtahová zařízení.

1.1.4 Další parametry**Jmenovitá rychlost, v_n**

Rychlost, pro kterou byl výtah konstruován a kterou má jezdit.

Nosnost

Hmotnost, pro kterou byl výtah konstruován a kterou má přepravovat.

Skupina výtahů

Skupina elektricky propojených výtahů mající společné vnější ovládání.

Nosnosti

V kg: 320 – (450) – 630 – 800 – 1000 – 1 275 - 1 600 – 1 800 – 2 000 – 2 500.

Jmenovité rychlosti

V m/s: 0,4 – 0,63 – 1,0 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,0 – 3,5 – 4,0 – 5,0 – 6,0.

Rychlosti 0,63 m/s až 6,0 m/s platí pro elektrické výtahy.

Rychlosti 0,4 m/s až 1,0 m/s platí pro hydraulické výtahy.

Každý typ budovy může být vybaven výtahy různých tříd. Výtahy jsou rozděleny do skupin viz norma ČSN ISO 4190.

Vnitřní rozměry klecí

Doporučuje se, aby ve vícepodlažních budovách byl umístěn aspoň jeden výtah přístupný osobám na vozících pro invalidy. Tento výtah musí splňovat všechny požadavky pro toto použití a musí být označen značkou: (.....)přístup pro osoby na vozících pro invalidy.

Výtahy určené pro bytové domy:

- a) klece s nosností 320 kg a 450 kg dovolují pouze dopravu osob

- b) klece s nosností 630 kg dovolují navíc dopravu osoby na vozíku (avšak nedovolují plnou manévrovatelnost s vozíkem) a/nebo doprovázející osoby
- c) klece s nosností 1 000 kg dovolují navíc k možnosti a) a b) ještě dopravu nosítek se zasouvatelnými rukojeťmi, dopravu rakví a nábytku.

Půdorysné rozměry

Půdorysné rozměry výtahové šachty jsou stanoveny včetně tolerance od svislice. S tolerancí od svislice ± 25 mm se počítá v prvních dvaceti podlažích, s 1 mm navíc pro každé další podlaží, maximální dovolená odchylka je 50 mm bez ohledu na výšku.

Pro umístění výtahů do budovy šachta musí mít určitý volný objem tvořený pravoúhlým kvádrem vepsaným do šachty, se svislými hranami se základnami tvořenými dnem prohlubně a stropem šachty. Má-li vyvažovací závaží zachycovače, uvedené rozměry hloubky a šířky mohou být zvětšeny až o 200 mm.

Rozměry nástupišť

Hloubka nástupiště stanovená v následujících člancích musí být dodržena minimálně po celé šířce šachty (jednotlivé nebo společné). Tyto rozměry neberou v úvahu možnost průchodu osob, které výtahy nepoužívají.

Výtahy třídy I zvlášť určené pro bytové domy

Tyto výtahy mohou být jednotlivé nebo skupinami výtahů umístěné vedle sebe. U této kategorie výtahů je vhodné umístit maximálně čtyři výtahy vedle sebe. U hydraulických výtahů se zpravidla doporučuje vybavit maximálně dva výtahy společným řízením. Minimální hloubka nástupiště měřená od stěny a ve stejném směru jako hloubka klece (klecí) by se měla rovnat hloubce nejhlubší klece. Avšak hloubka nástupiště výtahů sloužících pro osoby s omezenou pohyblivostí musí být minimálně 1 500 mm.

Uspořádání strojovny

Tato část **ISO 4190** vychází z uspořádání strojovny nad šachtou. Boční rozšíření strojovny u elektrických výtahů vzhledem k šachtě (nebo společné šachtě) může být provedeno buď na pravou nebo levou stranu šachty. Strojovna hydraulických výtahů se přednostně umísťuje vedle šachty nebo za šachtou ve spodní části budovy. Strojovna by měla mít větrání.

1.2 Norma ČSN EN 81-70

1.2.1 Vstupy – otevírání dveří

Světlá šířka vstupu musí být nejméně 800 mm. Přístupnost bez jakýchkoliv překážek se vyžaduje ve stanicích na všech v úvahu přicházejících podlažích. Vnitřní rozměry klece s jedním vstupem nebo se dvěma protilehlými vstupy se vybírají z tabulky 1 (viz Úvod, Projednání). Rozměry klece se měří mezi konstrukčními stěnami klece. Dekorativní panely na stěnách, které zmenšují minimální rozměry klece podle tabulky 1, nesmí být tlustší než 15 mm. Klec se přilehlými vstupy musí mít takové rozměry šířky a hloubky, které jsou vhodné pro umístění vozíku pro invalidy v tomto typu výtahu.

Rozměry klece viz norma ČSN EN 81-70.

1.2.2 Zařízení v kleci

Nejméně na jedné stěně klece musí být umístěno madlo. Část madla pro uchopení musí mít průřez o rozměrech mezi 30 mm a 45 mm s minimálním radiusem 10 mm. Volná vzdálenost mezi stěnou a částí pro uchopení musí být minimálně 35 mm. Výška horní hrany části pro uchopení musí být 900 mm \pm 25 mm nad podlahou klece. Konce madel musí být uzavřeny nebo zahnuty ke stěně, aby se minimalizovalo nebezpečí úrazu. Tam, kde je umístěno sklápěcí sedadlo nesmí ve sklopené poloze překážet normálnímu užívání výtahu. Sedadlo musí mít:

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| a) výšku sedadla nad podlahou | 500 mm \pm 20 mm |
| b) hloubku | 300 mm \div 400 mm |
| c) šířku | 400 mm \div 500 mm |
| d) zatížitelnost | 100 kg |

V případě velikosti klece typu 1 nebo 2 z tabulky 1, pokud se uživatel na vozíku pro invalidy nemůže otočit, musí se instalovat nějaké zařízení (např. zrcadlo) tak, aby umožnilo uživateli sledovat překážky, když se otáčí zpět ven z klece.

Pokud je některá stěna klece výrazně zrcadlová, musí být přijata opatření k zabránění vytvoření optického klamu u slabozrakých uživatelů (např. dekorativním sklem nebo minimální svislou vzdáleností 300 mm od podlahy ke spodnímu okraji zrcadla, apod.).

Vnitřní stěny by neměly odrážet světlo, měly by mít matný povrch a barevně i odstínem by měly kontrastovat s podlahou, která by také měla mít matný povrch. Podlaha klece by měla mít podobný povrch charakteristický pro šachetní dveře. Ovládače by měly vyčnívat několik milimetrů nad povrchem stěn.

Čištění a větrání klece

Klec by měla být provedena tak, aby se dala snadno čistit a spolu s v+stráním klece by měla být čištěna pravidelně.

1.2.3 Přesnost zastavování/vyrovnávání

Podle předpokládaného používání:

Přesnost zastavení klece musí být ± 10 mm,

Přesnost vyrovnávání klece musí být udržováno ± 20 mm

Ovladačové kombinace na nástupištích musí být umístěny v blízkosti šachetních dveří samostatných výtahů.

Ovládače používané pro ovládání výtahu musí být označeny těmito značkami:

- a) ovládače pro volbu stanic: -2, -1, 0, 1, 2, atd.
- b) ovládač ALARM: žlutý se značkou zvonku
- c) ovládač pro znovuotevření dveří: značkou $< | >$
- d) ovládač pro zavření dveří: značkou $> | <$

Osa ovládače nouzové signalizace a ovládačů pro ovládání dveří musí být v minimální výšce 900 mm nad podlahou klece. Ovládače pro volbu stanic musí být umístěny nad ovládačem pro nouzovou signalizaci a nad ovládači pro ovládání dveří.

Ovládačová kombinace v kleci musí být umístěna na stěně:

- a) při centrálně otevíraných dveřích na pravé straně při vstupu do klece
- b) při stanou otevíraných dveřích na straně zavírací strany zavřených dveří

V případě dvou vstupů do klece požadavky a) a b) musí být splněny podobně

Pokud není klec výtahu použita, výtah se musí samočinně vrátit do normálního provozu po 30 sekundách až 60 sekundách.

1.2.4 Materiály způsobující alergie

Typickými materiály, které mohou být pro uživatele alergickými jsou nikl, chróm, kobalt a přírodní nebo syntetická pryž. Materiály způsobující alergie by se neměly používat na tlačítka, ovládací zařízení, rukojeti nebo madla.

Nikl

V nerezavějící oceli je nikl obsažen tak málo, že nezpůsobuje alergii. Maximální obsah niklu v kovových předmětech, které mohou přijít do stuku s pokožkou (prsty, ruce) vyjádřené množstvím niklu k celkovému množství, by mělo být menší než 0,05 % nebo poměr niklu uvolněného z kovového předmětu musí být menší než $\mu\text{g}0,5\text{ g/cm}^2$ za týden (během používání minimálně 2 roky).

Chróm

Vodou rozpustný chróm může způsobit alergii v dotku s pokožkou, ale ne jako kovový chróm. Předměty pokovené chrómem nebo nerezavějící oceli obsahující chróm nemohou způsobit alergii.

Povrchové materiály

Povrchové materiály v kleci výtahu, látky na stěnách nebo plastické hmoty na stěnách s reliéfním povrchem, tlusté koberce atp. by se neměly používat, protože se v nich hromadí prach. Ten způsobuje alergické reakce, zvláště u osob trpících alergickým astma.

Nástupiště

Barva a odstín dveří by měly kontrastovat s okolními stěnami, aby se usnadnilo nalezení dveří. Ovládače výtahu pro záznam požadavků by měly barvou a odstínem kontrastovat s okolním povrchem.

1.3 Všeobecné požadavky na zdvihací plošiny

Norma ČSN ISO 9386

1.3.1 Obecná konstrukce

Části musí být složeny ze spolehlivých strojních a elektrických prvků s použitím materiálů bez zřejmých vad a s odpovídající pevností a vhodnou kvalitou. Musí být zaručeno, že rozměry stanovené v této části **ISO 9386** budou dodrženy i v případě opotřebení. Musí se rovněž vzít v úvahu nutnost ochrany proti korozi. Musí být minimalizován přenos hluku a vibrací do okolních stěn a dalších podpůrných konstrukcí. Žádné materiály nesmí obsahovat azbest. Musí se vzít v úvahu zajištění konstrukčních požadavků na instalaci nebo požadavků uživatele.

1.3.2 Údržba, opravy a inspekce

Zdvihací plošiny musí být navrženy, provedeny a instalovány tak, aby části vyžadující pravidelnou inspekci, zkoušení, údržbu nebo opravy byly snadno přístupné.

Požární odolnost

Materiály použité při výrobě zdvihací plošiny nesmí podporovat hoření ani nesmí být nebezpečné svou toxickou povahou a neměly by v případě požáru tvořit množství plynů a kouře. Plastové prvky a izolace elektrických vodičů musí zpomalovat hoření a musí být samozhášecí.

1.3.3 Parametry zdvihacích plošin

Jmenovitá rychlost

Jmenovitá rychlost zdvihací plošiny ve směru pohybu nesmí být větší než 0,15 m/s.

Nosnost

Nosnost nesmí být menší než 250 kg. Konstrukce plošiny musí být vypočítána na zatížení užité plochy podlahy minimálně 210 kg/m².

Obecný součinitel bezpečnosti

Pokud není stanoveno jinak v této části ISO 9386, součinitel bezpečnosti všech částí zařízení nesmí být menší než 1,6násobek meze v kluzu a maximálního dynamického zatížení. Tento součinitel bezpečnosti platí pro ocel nebo pro podobné tažné materiály. Pro jiné materiály se musí použít zvýšený součinitel bezpečnosti.

Odolnost proti provozním silám

Úplná namontovaná zdvihací plošina musí odolávat bez trvalých deformací silám působícím během normálního provozu, během působení bezpečnostních zařízení a při účinku způsobeném mechanickými zastavením během jízdy jmenovitou rychlostí. Avšak místní deformace, které nemohou ovlivnit provoz zdvihací plošiny a které vznikají při působení zachycovačů, jsou povolené. Vodící prvky, jejich upevnění a spoje musí odolávat průhybům vlivem nerovnoměrného zatížení bez vlivu na normální provoz.

1.3.4 Ochrana zařízení proti škodlivým vnějším vlivům

Strojní a elektrické prvky musí být chráněny proti škodlivým a nebezpečným působením vnějších vlivů, které se mohou vyskytovat namísto předpokládané instalace, např.:

- a) vnikání vody a pevných látek
- b) působení vlhkosti, teploty, koroze, atmosférického znečištění, sluneční radiace
- c) činnost rostlin, zvířat atd.

Ochrana

Musí se navrhnout a provést ochrana a zdvihací plošina musí být namontována tak, aby výše uvedené vlivy neovlivňovaly bezpečný a spolehlivý provoz zdvihací plošiny.

Na podlaze jízdní dráhy se nesmí hromadit vlhkost.

Kryty

Části (např. převodovka a pohonná jednotka) musí být zakryty tak, aby se zabránilo nebezpečí úrazu. Kde je to nutné, kryty musí být z neperforovaného materiálu. Přístupové panely musí být zajištěny tak, aby bylo nutno použít nástroj nebo klíč pro jejich odkrytí.

Vodítka

Vodítko/vodítka musí být provedeny tak, aby udržela a vedla plošinu při její jízdě. Vodítka zdvihacích plošin s uzavřenými jízdnicími dráhami musí zajišťovat, aby vodorovné vzdálenosti mezi vnitřním povrchem jízdnicí dráhy a prvky plošiny, byly dodrženy po celou jízdu plošiny.

Mezery

Žádná mezera pod, nad a na stranách nebo mezi nástupními dveřmi nesmí být větší než 6 mm (ta se může následkem opotřebení zvětšit až na 10 mm) po celé jízdnicí dráze a přejezdů plošiny.

Prahy

Vstup musí být opatřen prahem nebo rampou s vyhovující pevností, aby odolal zatížení plošiny s jmenovitým zatížením.

Vedení dveří

Nástupní dveře musí být tak provedeny, aby během normálního provozu nemohlo dojít k jejich zablokování nebo vysunutí za konce jejich dráhy.

Rampy

Okraje přístupů na plošiny musí být opatřeny rampami se schodkem větším než 15 mm. Rampy musí mít sklon, který není větší než je uvedeno níže. Na čelní hraně každé rampy je přístupný schodek do 15 mm.

Sklon ramp nesmí být větší než:

- a) 1 : 4 při svislé vzdálenosti do 50 mm
- b) 1 : 6 při svislé vzdálenosti do 75 mm
- c) 1 : 8 při svislé vzdálenosti do 100 mm
- d) 1 : 12 při svislé vzdálenosti nad 100 mm

Ochrana při pohybu dveří

Síla potřebná k zamezení zavírání dveří nesmí být, měřeno na čelní hraně dveří, větší než 150 N. Kinetická energie motoricky poháněných dveří a mechanických dílů, které jsou

s nimi pevně spojeny, vypočítaná nebo změřená, při střední zavírací rychlosti, nesmí být větší než 10 J.

Zajišťování dveří

Při normálním provozu nesmí být možná otevření nástupní dveře, stojí-li plošina více než 50 mm od úrovně prahu těchto dveří. Nesmí být možný rozjezd plošiny nebo její trvalý pohyb s otevřenými nástupními dveřmi. Zavřená poloha musí být kontrolována elektrickým bezpečnostním zařízením. Nesmí být možný rozjezd plošiny nebo její trvalý pohyb s nezajištěnými nástupními dveřmi, nachází-li se zdvihací plošina více než 50 mm od úrovně prahu těchto dveří. Toto může být provedeno bezpečnostním kontaktem přemostujícím zajišťovací kontakt v odjišťovacím pásmu. Elektrické bezpečnostní zařízení musí kontrolovat, je-li zajišťovací prostředek správně zasunut. Spojení mezi jedním z prvků kontaktu, který rozpíná obvod a zařízením, které mechanicky zajišťuje, musí být kinematicky vázané a bezpečné proti závadě, ale, je-li nutné, seřiditelné. Zajišťující prostředky a jejich upevnění musí být odolné proti rázům. Zasunutí zajišťovacích prostředků se musí provést tak, aby síla působící ve směru otevírání dveří nesnížila účinné zajišťování. Dveřní uzávěrka musí odolat bez trvalé deformace minimální síle 3 000 N u uzávěrek křídlových dveří a síle 1 000 N u uzávěrek svisle posuvných dveří působící na zajišťovací prostředek na úrovni uzávěrky a ve směru otevírání dveří.

Uzávěrky křídlových nástupních dveří musí být umístěny na zavírací hraně dveří nebo v její blízkosti a musí účinně zajistit dveře i když poklesnou. Dveřní uzávěrky musí být navrženy a umístěny tak, aby nebyly při normálním používání dosažitelné a byly chráněny proti úmyslnému zneužití.

1.3.5 Zdvihací plošina

Vnitřní podlahová plocha

Zatížitelná světlá plocha plošiny, mimo madla nesmí být větší než 2 m². Doporučuje se, aby půdorysné rozměry podlahy plošiny pro vozíky pro invalidy, odpovídající normě ISO, byly rovné nebo větší než rozměry uvedené v tabulce 1. V budovách se soukromým přístupem osob se mohou použít zmenšené rozměry, je-li to nutné pro omezený prostor. Minimální půdorysné rozměry musí odpovídat místním požadavkům.

Tabulka 1

– Minimální rozměry plošin

Použití	Minimální půdorysné rozměry (šířka x hloubka)
Jsou-li dveře umístěny na 90° k sobě navzájem (průvodce vedle vozíku pro invalidy)	1 100 x 1 400
Průvodce stojící za uživatelem na vozíku pro invalidy	800 x 1 600
Samotný uživatel, stojící nebo na vozíku pro invalidy	800 x 1 250
Samotný uživatel stojící (nevhodné pro uživatele na vozíku pro invalidy)	650 x 650
Samotný uživatel stojící (při jízdě na dráze do 500 mm)	325 x 350

V budovách s přístupem veřejnosti nesmí být hloubka plošiny menší než 1 400 mm.

Provedení plošiny

Krytina podlahy plošiny musí být z protiskluzového materiálu. Práh plošiny nebo nástupiště se musí barevně odlišovat od povrchu podlahy nástupiště ve vstupu. Pokud hnací, vodící nebo zdvihací mechanismy představují riziko na stranách plošiny, mechanismy musí být zakryty pro ochranu uživatelů. Kryty musí být hladké, pevné a souvislé. Stropy musí mít pouze zdvihací plošiny umístěné v uzavřených jízdnicích drahách. Strop plošiny nesmí být nosný a musí být odnímatelný, aby dovolil přístup k údržbě. Strop musí být opatřen tabulkou varující před vstupem na něj. Ohrazení plošiny musí odolat působení síly 300 N působící kolmo nekruhovou nebo čtvercovou plochu 5 cm², v kterémkoliv místě bez pružné deformace větší než 10 mm a bez trvalé deformace.

Na jedné straně plošiny musí být umístěno toto zařízení:

- a) ovládací zařízení
- b) nouzové zařízení STOP
- c) ovládací zařízení nouzové signalizace ALARM

Zařízení b) a c) mohou být spojena v jedno zařízení

Na nejméně jedné straně plošiny, kterou se nenastupuje, ve vzdálenosti 900 mm až 1 100 mm nad úrovní podlahy plošiny musí být umístěno snadno uchopitelné madlo. Pod každým prahem plošiny musí být umístěna okopová lišta po celé šířce nástupního otvoru. Svislé vzdálenosti této okopové lišty musí být nejméně o 25 mm delší než je odjišťovací pásmo. Aby se snížilo nebezpečí zachycení ruky během jízdy, jestliže jsou části zdvihací plošiny, které se mohou použít jako madlo, blíže než 80 mm k nástupním dveřím nebo k ohrazení jízdní dráhy, jejich horní povrch musí být vybaven bezpečnostním okrajem nebo podobným zařízením.

Zvláštní požadavky pro zdvihací plošiny s neuzavřenými jízdními dráhami

Všechny předměty vzdálené méně než 400 mm od plošiny musí tvořit souvislý svislý povrch vytvořený z tvrdých materiálů. Kromě toho, předměty, které jsou od plošiny vzdáleny 120 mm a méně, musí mít hladký povrch s omezením stanoveným viz norma ČSN ISO 9386-1. Všechny strany plošiny, kterými se nenastupuje a sousedí se zarovnaným povrchem po celé výšce, i když jsou chráněny bariérami, musí být vzdáleno minimálně 20 mm od souvislého povrchu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

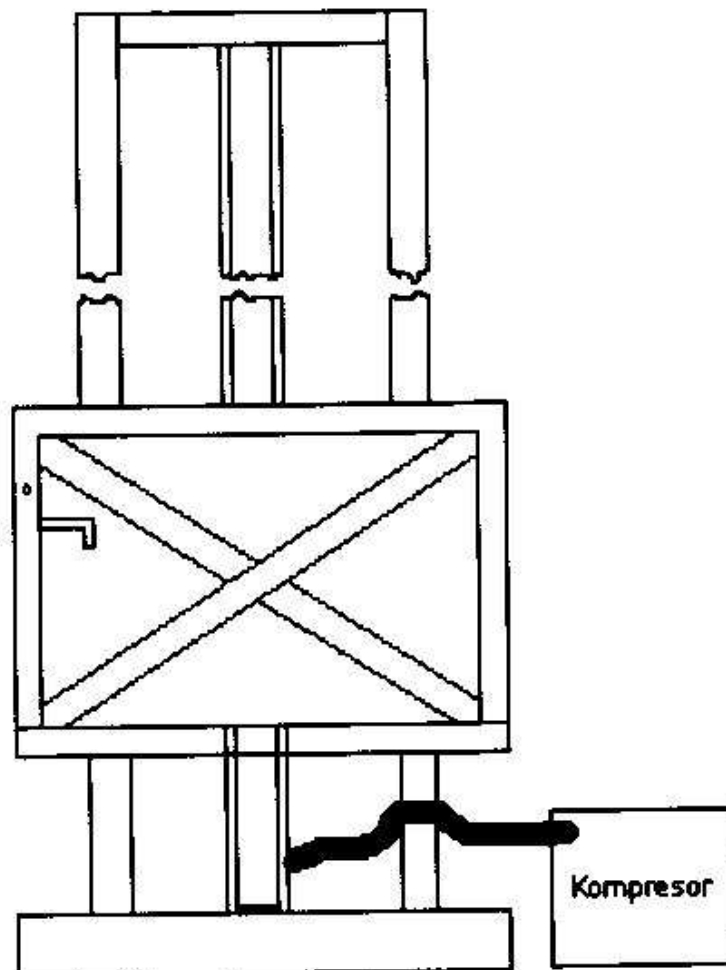
2 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PÁCE

Cílem je navrhnout a vymodelovat zvedací zařízení (výtah) pro zdravotně postižené a usnadnit jim lepší přístup k bytu například v panelovém,rodinném domě,který není vybaven systémem přepravy zdravotně postižených do vyšších pater.

Tento výtah je určen do prostoru schodiště. Lze ho též využít na stavbě pro přepravu materiálu do výšky, která nesmí přesáhnout 3m.

3 NÁVRH KONSTRUKČNÍCH VARIANT

3.1 Varianta č.1

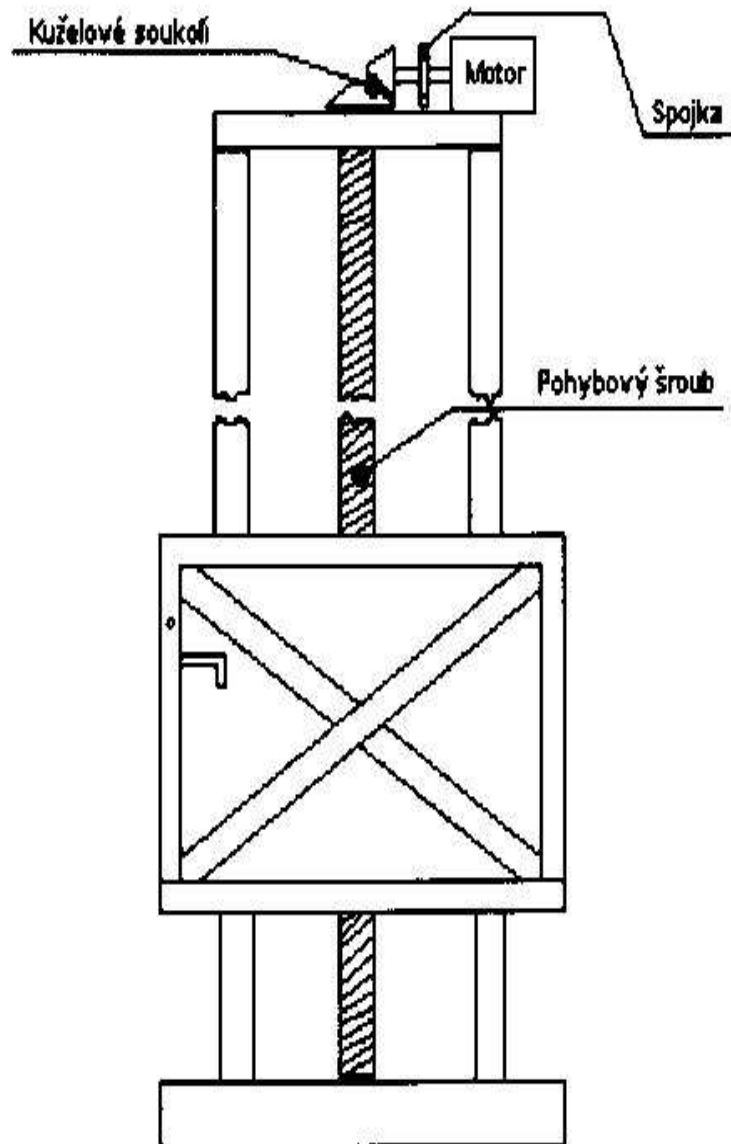


Obr. 1 Varianta č.1

Tato varianta má několik hlavních částí. Skládá se z plošiny, středového pohonného šroubu, zvedení plošiny, ze spodní spojné desky, na které je připevněno čerpadlo s kompresorem. Výtah je založen na principu Pascalova zákona. Z čerpadla je tlačena tlaková kapalina do středového válce pod píst, jenž je spojen s nosnou částí plošiny. Tlak pod pístem spolu s plochou pístu vytváří tlakovou sílu, jenž zvedá plošinu. Výtah obsahuje hydraulický zámek, který se uvádí v činnost při přerušení dodávky energie nebo dosažení pat-

ra. Nevýhodou této varianty je nutné utěsnění, velká velikost průměru pístu, potřeba většího množství propojovacích hydraulických hadic a hygiena provozu.

3.2 Varianta č.2



Obr. 2 Varianta č.2

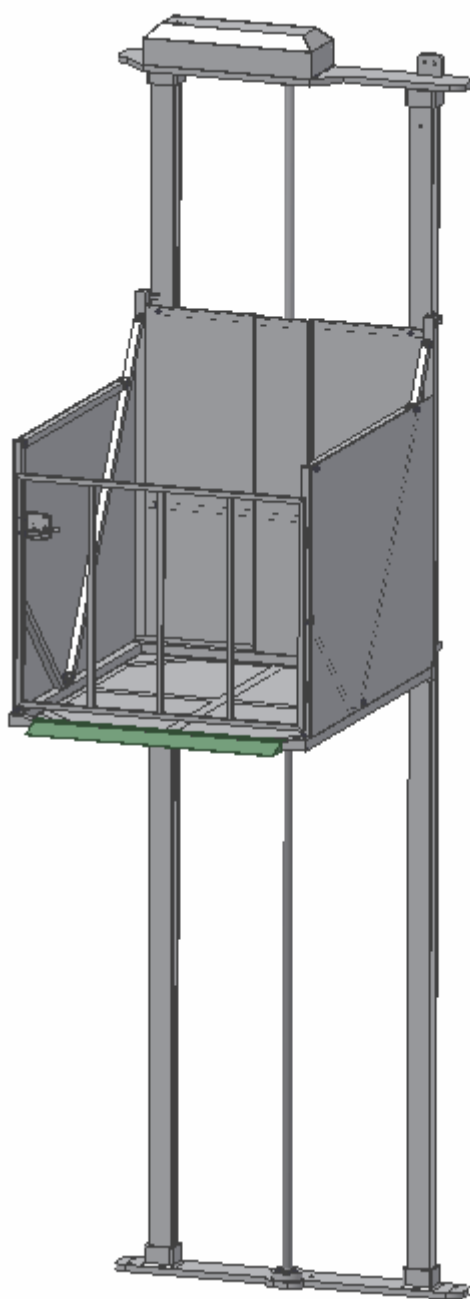
Varianta č.2 je založena na principu šroubového zvedáku. Nosná klec je pevně spojena s maticí, která se pohybuje po šroubu. Matice je upevněna v objímce, která klouže po vodících tyčích. Pohon systému může být upevněn buď na horní desce nebo na spodní desce výtahu. Otáčky vysoko obrátkového motoru jsou snižovány kuželovým soukolím, jehož ozubené kolo je spojeno s pohybovým šroubem. Horní spojovací deska může být provedena tak, že se pevně přišroubuje ke stropu nebo může dojít k ukotvení výtahu do podlahy.

3.2.1 Výběr varianty

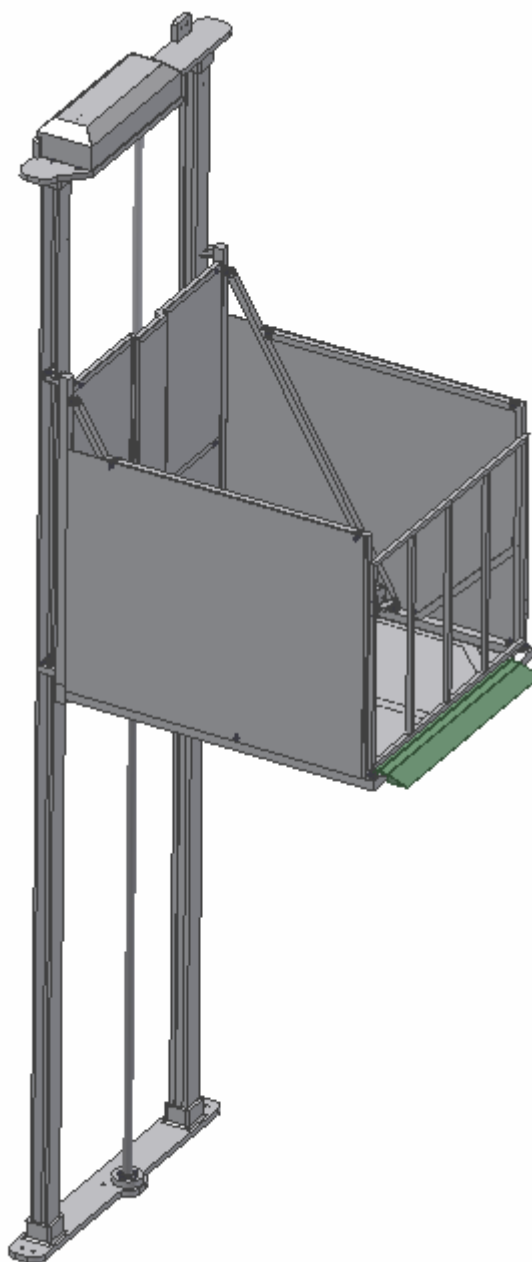
Pro zpracování zadaného úkolu jsem si vybral variantu číslo 2. Pro výběr této varianty jsem se rozhodl z hlediska univerzálnosti tohoto řešení. Může se použít jako zvedací zařízení pro zdravotně postižené, tak i jako zařízení na dopravu materiálu do určité pracovní výšky. Při přerušení dodávky elektrické energie nedojde k samovolnému spuštění zatížené plošiny. Pohonná jednotka může obsahovat ruční pohon, tím lze dostat plošinu z jakéhokoliv místa do výchozí polohy. Boční sloupy slouží k vedení kabiny výtahu a tím odlehčují zdvihací šroub. Tato varianta umožňuje snadnou výměnu matice šroubu při opotřebení.

Tento způsob výtahu má vysokou pasivní bezpečnost, neboť stoupání závitů má takovou velikost, že je splněna podmínka samosvornosti.

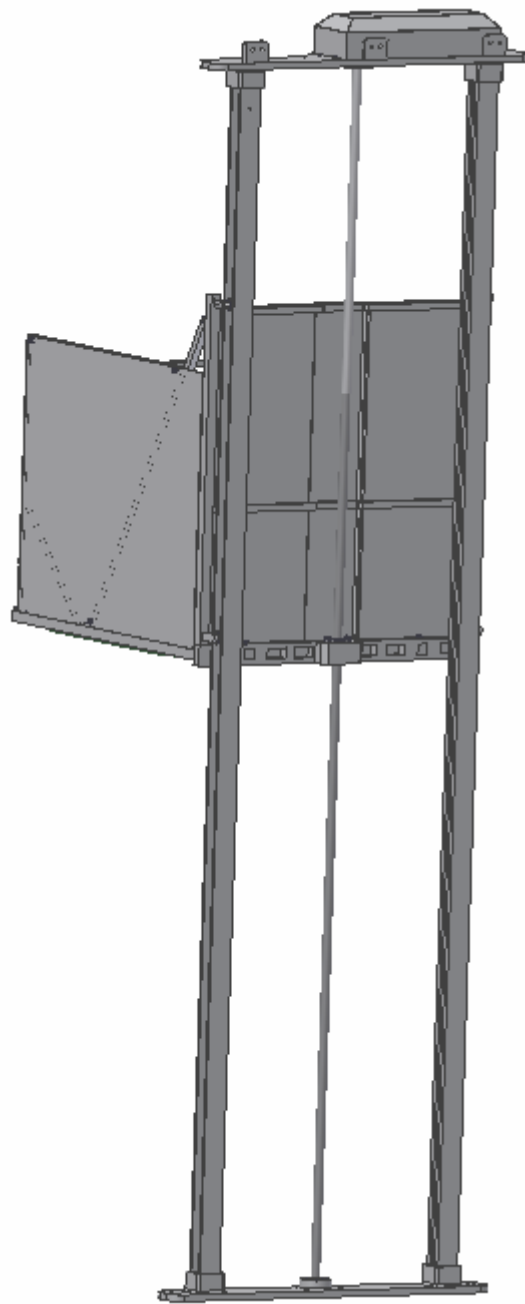
Celé zařízení má několik prvků pro zajištění bezpečnosti např. pojistka proti rozjezdu klece, při otevřených dveřích klece, nebo pojistka při dojezdu klece do určité výšky.



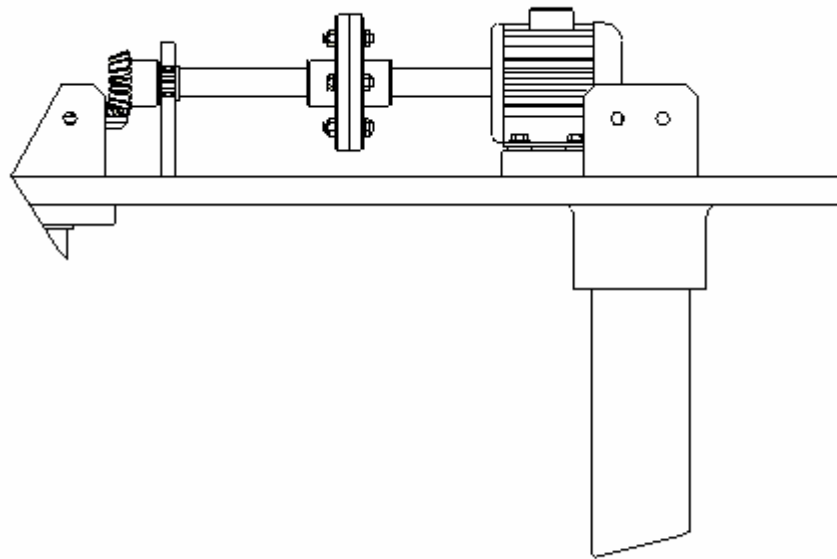
Obr. 3 Zvedací zařízení



Obr. 4 Zvedací zařízení



Obr. 5 Zvedací zařízení



Obr. 6 Pohonné ústrojí

4 VÝPOČET

4.1 Výpočet zatěžující síly

Uvažuji nosnost výtahu $m_1 = 260\text{kg}$ a hmotnost klece $m_2 = 140\text{kg}$.

Volím tíhové zrychlení $g = 10\text{m/s}^2$.

$$F = m \cdot g \quad m = m_1 + m_2$$

$$F = 400 \cdot 10 \quad m = 260 + 140$$

$$F = 4000\text{N} \quad m = 400\text{kg}$$

4.2 Základní výpočet šroubu

Materiál šroubu volím 11500. Tento šroubový mechanismus je zatěžován kombinovaným namáháním, proto nejprve provedu jeho předběžný výpočet na tah, následně potom na další druhy namáhání.

výpočet na tah

Pro materiál 11500 je $\sigma_{dt} = \frac{R_m}{k_m} \cdot c$

Dle [5], viz *Seznam použité literatury*, volím pevnost v tahu $R_m = 500\text{MPa}$, koeficient stíhacího namáhání $c = 0,65$ a bezpečnost $k_m = 3,5$.

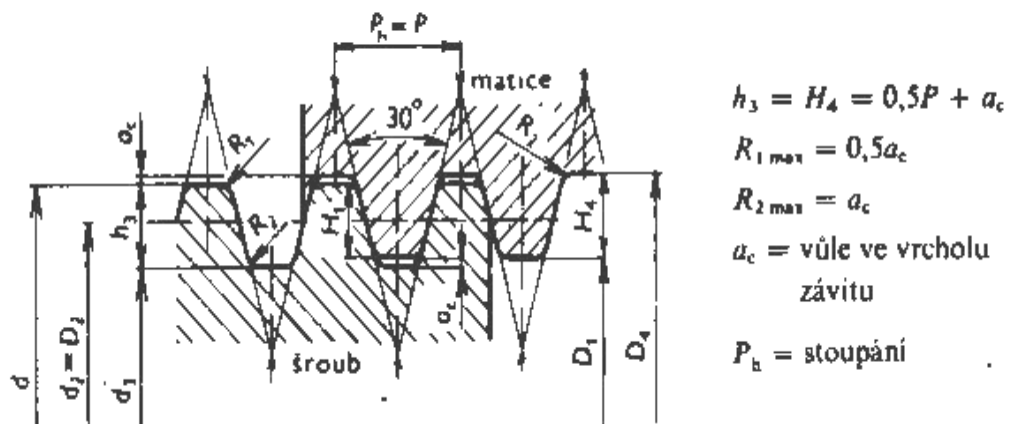
$$\sigma_{dt} = \frac{500}{3,5} \cdot 0,65 = 93\text{MPa}$$

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{dt}$$

$$\sigma_t = \frac{4F}{\pi \cdot d_3^2} \leq \sigma_{dt} \Rightarrow d_3 = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot \sigma_{dt}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4000}{\pi \cdot 93}} = 7,4\text{mm}$$

Jelikož šroub je namáhán na tah, krut a vzhledem k dopravní délce i na vzpěr, volím $d_3 = 26,5\text{mm}$. Vzhledem k tomu, že se jedná o pohybový šroub, volím dle [5] lichoběžníkový závit Tr30x3. Velikost stoupání 3mm jsem určil z toho důvodu, že závit o této velikosti bude samosvorný (bezpečný proti samovolnému klesání výtahu).

LICHOBĚŽNÍKOVÝ ZÁVIT ROVNORAMENNÝ JEDNOCHODÝ



Obr. 7 Lichoběžníkový závit rovnoramenný jednochodý

4.3 Kontrola šroubu na vzpěrnou sílu

Horní konec výtahu přikotvím ke skeletu stavby, pak bude $l_o = \frac{l}{2}$ a platí:

Volím pracovní délka výtahu $l=3\text{m}$, dle [5] $d_3 = 26,5\text{mm}$.

kritická síla podle Eulera

$$F_{KR} = \frac{4\pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{l^2} = \frac{4\pi^2 \cdot E \cdot \pi \cdot d_3^4}{64 \cdot l^2} = \frac{4\pi^3 \cdot 210000 \cdot 26,5^4}{64 \cdot 3000^2} = 22300\text{N}$$

$$K_{TE} = \frac{F_{KR}}{F} \geq 4,6$$

$$K_{TE} = \frac{22300}{4000} = 5,575 \geq 4,6 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Navržený průměr šroubu vyhovuje podle Eulera.

4.4 Výpočet kroutícího momentu

úhel stoupání

Dle [5] volím stoupání závitu $P = 3\text{mm}$ a střední průměr šroubu $d_2 = 28,5\text{mm}$.

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{P}{\pi \cdot d_2} = \frac{3}{\pi \cdot 28,5} = 1,92^\circ$$

třecí úhel

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\mu}{\cos 30^\circ} = \frac{0,05}{\cos 30^\circ} = 3,3^\circ$$

obvodová síla pro zvedání

$$F_o = F \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi) = 4000 \cdot \operatorname{tg}(1,92 + 3,3) = 365\text{N}$$

kroutící moment

$$M_K = F_o \cdot \frac{d_2}{2} = 365 \cdot \frac{28,5}{2} = 5201\text{Nmm}$$

4.5 Kontrola šroubu na kombinované namáhání (tah,krut)

výpočet napětí v tahu

$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{4F}{\pi \cdot d_3^2} = \frac{4 \cdot 5000}{\pi \cdot 26,5^2} = 9,1\text{MPa}$$

výpočet napětí na krut

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K} = \frac{16 \cdot M_K}{\pi \cdot d_3^3} = \frac{16 \cdot 5201}{\pi \cdot 26,5^3} = 1,4\text{MPa}$$

výpočet redukovaného napětí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + 3 \cdot (\tau_K)^2} = \sqrt{9,1^2 + 3 \cdot (1,4)^2} = 9,41\text{MPa}$$

Platí: $\sigma_{dt} = 93\text{MPa}$ viz str. 33 výpočet na tah.

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{dt}$$

$9,41\text{MPa} \leq 93\text{MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Rozměry navrženého šroubu vyhovují.

4.6 Výpočet matice

Materiál matice je podle ČSN 423016 Cu-Sn6 (cínový bronz).

dovolený tlak

Dle [5] volím pevnost v tahu $R_m = 300MPa$, koeficient bezpečnosti $k_m = 3,5$, součinitel snížení napětí $c_{II} = 0,65$.

$$p_d = \left(\frac{R_m}{k_m} \cdot c_{II} \right) \cdot \frac{1}{20} = \left(\frac{300}{3,5} \cdot 0,65 \right) \cdot \frac{1}{20} = 2,66MPa$$

výška závitů matice

Dle [5] volím stoupání závitů $P = 3mm$, a vůli ve vrcholu závitů $a_c = 0,25mm$.

$$H_1 = 0,5 \cdot P + a_c = 0,5 \cdot 3 + 0,25 = 1,75mm$$

počet činných závitů

$$z_N = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot p_d} = \frac{4000}{\pi \cdot 28,5 \cdot 1,75 \cdot 2,66} = 9,5 \Rightarrow 10$$

počet závitů v matici

$$z = z_N + z_O$$

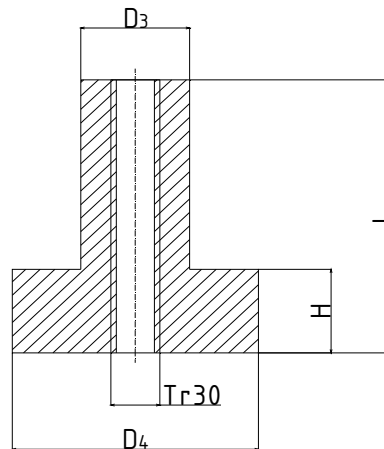
$$z = 10 + 2$$

$$z = 12$$

délka matice

$$L = z \cdot P = 12 \cdot 3 = 36mm$$

kontrola matice na krut



Obr. 8 Matice

Dle [5] volím pevnost v tahu $R_m = 300MPa$, koeficient bezpečnosti $k_m = 3,5$, součinitel snížení napětí $c_{II} = 0,65$, součinitel mezi normálovým a tečným napětím $c_1 = 0,65$.

Z konstrukčního hlediska volím $D_3 = 36mm$.

$$\tau_{DK} = \frac{R_m}{k_m} \cdot c_{II} \cdot c_1$$

$$\tau_{DK} = \frac{300}{3,5} \cdot 0,65 \cdot 0,65 = 36,2MPa$$

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K} \leq \tau_{DK} = \frac{M_K}{\frac{\pi}{16} \cdot \left(\frac{D_3^4 - d^4}{D_3} \right)} = \frac{5201}{\frac{\pi}{16} \cdot \left(\frac{36^4 - 30^4}{36} \right)} = 1,1MPa \leq 36,2MPa \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Kontrola hlavy matice na tlak

Dle [5] volím pevnost v tahu $R_m = 300MPa$, koeficient bezpečnosti $k_m = 3,5$,

součinitel snížení napětí $c_{II} = 0,65$, součinitel mezi normálovým a tečným napětím $c_2 = 0,65$.

$$p_D = \frac{R_m}{k_m} \cdot c_{II} \cdot c_2 = \frac{300}{3,5} \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 50,14MPa$$

$$p = \frac{F}{S} \leq p_D = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_4^2 - D_3^2)} \leq p_D \Rightarrow D_4$$

$$D_4 = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot p_D} + D_3^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4000}{\pi \cdot 50,14} + 36^2} = 37,4mm$$

Spodní průměr matice D_4 zaokrouhluji na minimální rozměr 40mm.

kontrola matice na střih

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{DS}$$

Dle [5] volím pevnost v tahu $R_m = 300MPa$, koeficient bezpečnosti $k_m = 3,5$, součinitele mezi normálovým a tečným napětím $c_3 = 0,65$, $c_4 = 0,65$.

$$\tau_{DS} = \frac{R_m}{k_m} \cdot c_3 \cdot c_4 = \frac{300}{3,5} \cdot 0,65 \cdot 0,65 = 36,21MPa$$

$$\tau_s = \frac{F}{\pi \cdot D_3 \cdot H} \leq \tau_{DS} \Rightarrow H = \frac{F}{\pi \cdot D_3 \cdot \tau_{DS}} = \frac{4000}{\pi \cdot 36 \cdot 36,21} = 1mm$$

Při nedokonalé rovinnosti uložení matice může dojít ve střižném průřezu k ohybu, proto volím $H=3mm$.

4.7 Výpočet výkonu elektromotoru

účinnost šroubového pohonu

$$\eta_{\xi} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \varphi)} = \frac{\operatorname{tg} 1,92}{\operatorname{tg}(1,92 + 3,3)} = 0,37$$

Volím zvedací rychlost $v=0,14\text{m/s}$ z důvodu omezení otáček a převodového poměru.

Volím účinnost ložisek $\eta_L = 0,9$.

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta_L \cdot \eta_{\xi}} = \frac{4000 \cdot 0,14}{0,9 \cdot 0,37} = 1682\text{W}$$

Dle [5] volím elektromotor 3AP90L-2.

4.8 Výpočet ozubených kol

kroučící moment

Dle [5] volím výkon $P = 2200\text{W}$ a otáčky $n = 46,6\text{ot/s}$.

$$M_K = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{2200}{2 \cdot \pi \cdot 46,6} = 7514\text{Nmm}$$

Dovolené cyklické namáhání zubů

Materiál ozubených kol volím 11600.4. Dle [5] volím cyklickou pevnost $\sigma_{FC} = 100\text{MPa}$.

$$\sigma_{FD} = \frac{\sigma_{FC}}{10} = \frac{100}{10} = 10\text{MPa}$$

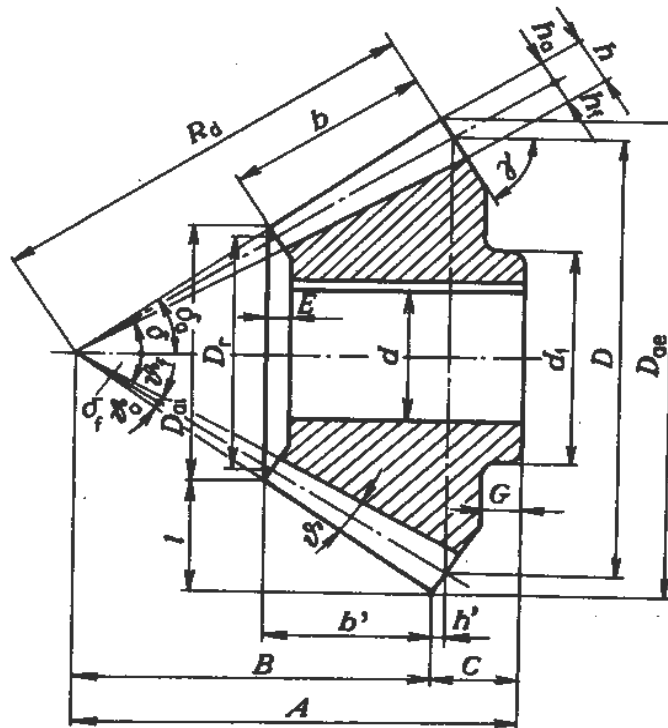
Volím počet zubů $z_1 = 22$

modul

$$m = \sqrt[3]{\frac{2M_K}{z_1 \cdot \psi_m \cdot \sigma_{FD}}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 7514}{22 \cdot 20 \cdot 10}} = 1,51 \Rightarrow 2\text{mm}$$

Převod od elektromotoru volím $i = 1$. Rozhodl jsem se použít kuželové soukolí s přímými zuby, neboť potřebuji otočit osu rotace o 90° (motor je uchycen v horizontální poloze a šroub je ve vertikální poloze).

4.9 Základní rozměry kuželového ozubeného kola s přímými zuby.



Obr. 9 Kuželové ozubené kolo s přímými zuby

$$z_1 = z_2 = 22 \text{ zubů}$$

$$t = \pi \cdot m = \pi \cdot 2 = 6,28 \text{ mm}$$

$$D_1 = m \cdot z_1 = 2 \cdot 22 = 44 \text{ mm}$$

$$D_2 = m \cdot z_2 = 2 \cdot 22 = 44 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{22}{22} = 1 = 45^\circ$$

$$\delta_2 = 90 - \delta_1 = 45 = 45^\circ$$

$$\delta_1 = \delta_2$$

$$h_a = 2 = m$$

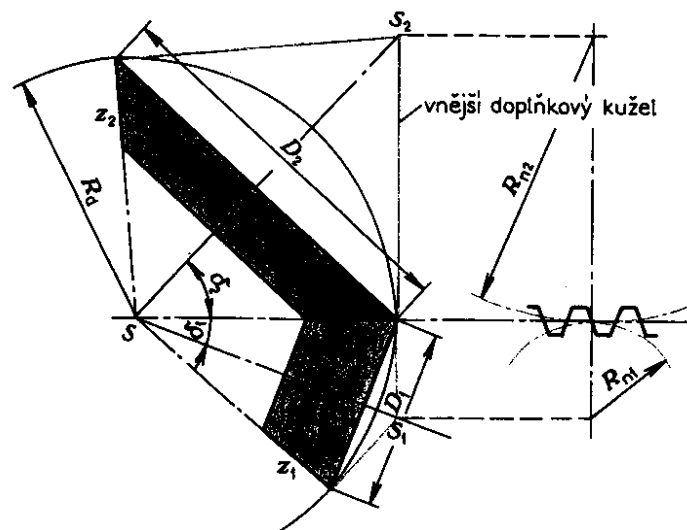
$$h_f = h_a + C_a = 2 + 0,2 = 2,2$$

$$h = h_a + h_f = 2 + 2,2 = 4,2 \text{ mm}$$

$$D_{SC1} = D_1 + 2h_a \cdot \cos \delta_1 = 44 + 2 \cdot 2 \cdot \cos 45 = 46,8$$

$$D_{SC2} = D_2 + 2h_a \cdot \cos \delta_2 = 44 + 2 \cdot 2 \cdot \cos 45 = 46,8$$

$$R_d = \frac{D_1}{2 \cdot \sin \delta_1} = \frac{44}{2 \cdot \sin 45^\circ} = 31,1 \text{ mm}$$



Obr. 10 Doplňkový kužel

$$\operatorname{tg} \theta_a = \frac{h_a}{R_d} = \frac{2}{31,1} = 3,7^\circ$$

$$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{h_f}{R_d} = \frac{2}{31,1} = 3,7^\circ$$

$$\theta = \theta_a + \theta_f = 3,7^\circ + 3,7^\circ = 7,4^\circ$$

$$\sigma_{1a} = \delta_1 + \theta_a = 45^\circ + 3,7^\circ = 48,7^\circ$$

$$\sigma_{2a} = \delta_2 + \theta_a = 45^\circ + 3,7^\circ = 48,7^\circ$$

$$d_{f1} = \delta_1 - \theta_f = 45^\circ - 3,7^\circ = 41,3^\circ$$

$$d_{f2} = \delta_2 - \theta_f = 45^\circ - 3,7^\circ = 41,3^\circ$$

šířka ozubení

$$b_{\max} = \frac{1}{3} \cdot R_d = \frac{1}{3} \cdot 31,1 = 10,4 \text{ mm}$$

počet zubů porovnávacího kola

$$z_{n1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{22}{\cos 45^\circ} = 31,1 \Rightarrow 32$$

$$z_{n2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{22}{\cos 45^\circ} = 32$$

4.10 Výpočet spojky

Dle [5] volím materiál kotoučové spojky a spojovacích členů 11423.

Dle [5] odpovídá elektromotoru 3AP90L-2 výkon $P = 2200 \text{ W}$ a otáčky $n = 46,6 \text{ ot/s}$.

kroučící moment spojky

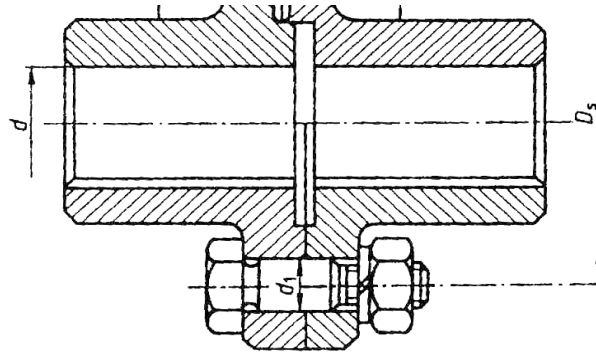
$$M_K = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2\pi n} = \frac{2200}{2 \cdot \pi \cdot 46,6} = 7514 \text{ Nmm}$$

výpočtový moment spojky

Dle [8] $k = 2,3-2,8$.

Volím $k = 2,6$.

$$M_V = k \cdot M_K = 2,6 \cdot 7514 = 19536,4 \text{ Nmm}$$



Obr. 11 Kotoučová spojka

obvodová síla v ose čepu

$$M_v = \frac{F_{os} \cdot D_s}{2} \Rightarrow F_{os}$$

Volím roztečný průměr čepů $D_s = 90mm$

$$F_{os} = \frac{2 \cdot M_v}{D_s} = \frac{2 \cdot 19536,4}{90} = 434,1N$$

kontrola tlaku mezi čepem a přírubou

Dle [5] volím dovolený tlak $p_d = 72MPa$.

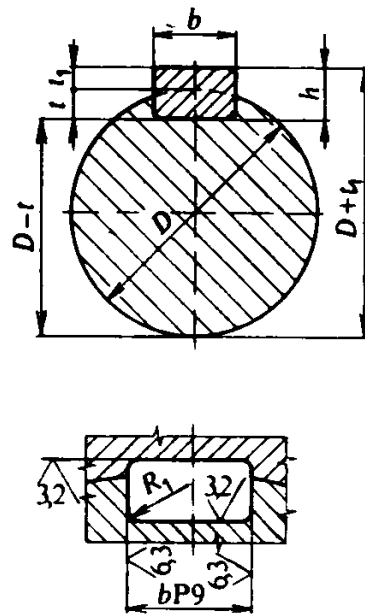
Z konstrukčního hlediska volím počet čepů $i=6$, průměr čepu $d_1 = 8mm$ a délku čepu $l=12mm$.

$$p = \frac{F_{os}}{S} \leq p_d = \frac{F_{os}}{i \cdot d_1 \cdot \frac{l}{2}} = \frac{434,1}{6 \cdot 8 \cdot 6} = 1,5MPa \leq 72MPa \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

kontrola na stříh čepu

Dle [5] volím dovolené napětí ve stříhu $\tau_{DS} = 60MPa$

$$\tau_s = \frac{F_{os}}{S} \leq \tau_{DS} = \frac{4F_{os}}{i \cdot \pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 434,1}{6 \cdot \pi \cdot 8^2} = 1,5MPa \leq 60MPa \Rightarrow \text{vyhovuje}$$



Obr. 12 Pero

výpočtový průměr hřídele spojky

Dle [6] průměr hřídele $D = 24\text{mm}$, hloubka drážky v hřídeli $t = 4,1\text{mm}$.

$$d = D - t = 24 - 4,1 = 19,9\text{mm}$$

kontrola výstupní části hřídele elektromotoru na krut

Dle [5] volím dovolené napětí v krutu $\tau_{DK} = 60\text{MPa}$.

$$\tau_K = \frac{M_V}{W_K} \leq \tau_{DK} = \frac{16 \cdot M_v}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 19536,4}{\pi \cdot 19,9^3} = 12,6\text{MPa} \leq 60\text{MPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

kontrola pera

Dle [5] volím materiál pera 11500.

Dle [5] volím dovolený tlak $p_D = 10\text{MPa}$.

Na základě průměru hřídele $D = 24\text{mm}$ volím dle [5] pero 8e7x7 ČSN 02 2562 \Rightarrow
hloubka drážky v náboji $t_1 = 2,9\text{mm}$.

$$M_K = \frac{F_{OH} \cdot D}{2} \Rightarrow F_{OH}$$

$$F_{OH} = \frac{2 \cdot M_K}{D} = \frac{2 \cdot 7514}{24} = 626,2N$$

$$p = \frac{F_{OH}}{S} \leq p_D = \frac{F_{OH}}{t_1 \cdot l_p} \Rightarrow l = \frac{F_{OH}}{t_1 \cdot p_D} = \frac{626,6}{2,9 \cdot 100} = 2,16mm \Rightarrow \text{dle [5] volím délku pera}$$

$$l_p = 28mm.$$

kontrola na stříh

Dle [5] volím $\tau_{SD} = 55MPa$.

$$\tau_s = \frac{F_{OH}}{S} \leq \tau_{SD} = \frac{F_{OH}}{b \cdot l_p} = \frac{626,6}{8 \cdot 28} = 3MPa$$

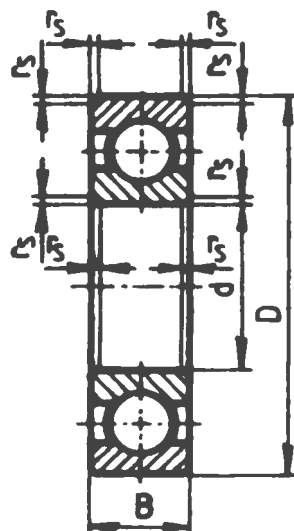
$$\tau_s \leq \tau_{SD}$$

$$3MPa \leq 55MPa \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

4.11 Výpočet ložisek

radiální ložisko

Dle [5] volím radiální ložisko 6005 ČSN 024630. Tento typ ložiska použiji, jak pro uchycení radiální síly na kuželovém kole, tak k uchycení radiální síly pohybového šroubu.



Obr. 13 Radiální ložisko

obvodová (radiální) síla

$$M_K = F_{OB} \cdot R_D \Rightarrow F_{OB}$$

$$F_{OB} = \frac{M_K}{R_D} = \frac{M_K}{\frac{D_1}{2} - \frac{b_{\max}}{2} \cdot \sin \delta} = \frac{7514}{22 - 5,2 \cdot \sin 45^\circ} = 411N$$

statické zatížení

$$P_{OV} = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a = 1 \cdot 411 + 0,5 \cdot 0 = 411N$$

Dle [5] $C_0 = 4900N$.

$$4900N \geq 411N \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

dynamické zatížení

$$P_r = X \cdot F_r + Y \cdot F_a = 1 \cdot 411 + 0 \cdot 0 = 411N$$

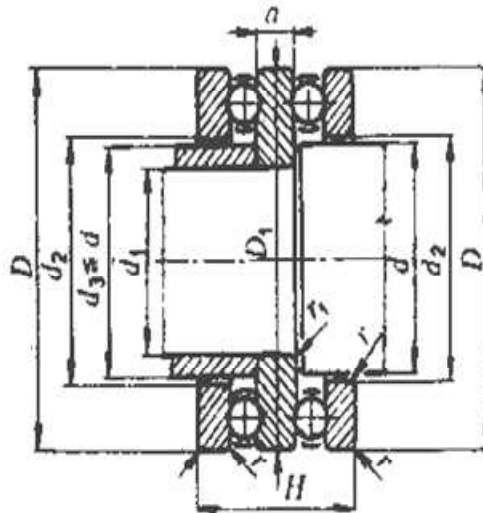
Dle [5] $C = 7650N$.

$$7650N \geq 411N \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

kontrola trvanlivosti ložisek

$$L_{10h} = \frac{10^6}{3600 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^P = \frac{10^6}{3600 \cdot n} \cdot \left(\frac{7650}{411}\right)^3 = 38439hod$$

Uvažované radiální ložisko vyhovuje z hlediska statického a dynamického zatížení, tak i z hlediska trvanlivosti.

axiální ložisko

Obr. 14 Axiální ložisko

Axiální ložisko drží zatížení $F_a = 5000N$.

Radiální (obvodová) síla šroubu $F_r = 365N$.

statické zatížení

$$P_{OV} = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a = 0,5 \cdot 365 + 1 \cdot 5000 = 5182,5N$$

dynamické zatížení na počet provozních hodin

Stanovuji maximální počet provozních hodin $L_{10}=1900$ hodin

$$L_{10} = \frac{10^6}{3600 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p \Rightarrow C$$

$$C = \sqrt[p]{\frac{L_{10} \cdot 3600 \cdot n}{10^6}} \cdot P = \sqrt[3]{\frac{1900 \cdot 3600 \cdot 46,6}{10^6}} \cdot 5182,5 = 35401N$$

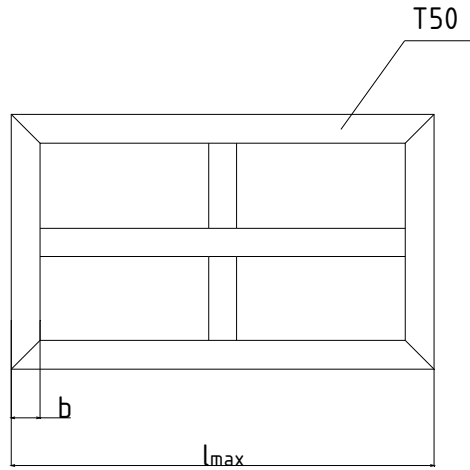
$$C \leq C_{tab}$$

$$35401N \leq 36000N \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Na základě vypočtené dynamické únosnosti dle [5] volím axiální ložisko 52210

ČSN 024738.

4.12 Kontrola napětí v kritickém místě podlahy



Obr. 15 Podlaha výtahu

Dle [5] volím materiál podlahy výtahu 11423.

Dle [5] volím pevnost v tahu $R_m = 423\text{MPa}$, koeficient bezpečnosti $k_m = 3,5$, koeficient míjivého namáhání $c_5 = 0,86$.

$$\sigma_{DO} = \frac{R_m}{k_m} \cdot c_5 = \frac{423}{2,6} \cdot 0,86 = 140\text{MPa}$$

$b = 40\text{mm}, h = 50\text{mm}, l_{\max} = 1350\text{mm}$ viz obr.11

zatěžující síla $F=5000\text{N}$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{3 \cdot W_o} \leq \sigma_{DO} = \frac{6 \cdot F \cdot l_{\max}}{3 \cdot (b \cdot h^2)} = \frac{6 \cdot 5000 \cdot 1350}{3 \cdot (40 \cdot 50^2)} = 135\text{Mpa} \leq 140\text{MPa}$$

$\sigma_o \leq \sigma_{DO} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Matice.....	130kč
Ložiska.....	400kč
Šrouby, matice, podložky.....	600kč
Spodní vedení.....	1620kč
Horní vedení.....	1890kč
Kolej pravá.....	2350kč
Kolej levá.....	2350kč
Šroub.....	3200kč
Klec.....	10200kč
Elektromotor + převody.....	10700kč

Celková cena zvedacího zařízení je odhadována na 35000Kč.

Uvedené ceny jsem vyhledal v katalogu firmy Vymyslický Výtahy spol. s.r.o.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout zvedací zařízení pro zdravotně postižené a umožnit jim tak snadnější pohyb v domě o jednom a více podlažích.

V teoretické části jsem se zabýval rozdělením výtahů do skupin podle normy ČSN.

V praktické části jsem řešil početně a konstrukčně zvedací zařízení na principu šroubového zvedáku. Pro navržené zařízení jsem uvažoval pracovní zdvih 3 metry.

Nejprve jsem vypočetl základní průměr šroubu, poté přepočítal zatížení a zvětšil průměr šroubu z důvodu namáhání krut-vzpěr. Na tento šroub jsem připevnil nosnou klec, která se pohybuje na šroubu pomocí matice. Matice je pevně spojena s klecí.

Celý systém je poháněn přes kuželové soukolí elektromotorem o výkonu 2,2 kW.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) Kříž R. a kol. *Stavba a provoz strojů I*,SNTL 1977
- 2) Kříž R. a kol. *Stavba a provoz strojů II*,SNTL 1978
- 3) Kříž R.,Weigner K., Svoboda J. *Stavba a provoz strojů III*,SNTL 1983
- 4) Kříž R., Martinsko C., Weigner K., *Konstrukční cvičení II*,SNTL 1986
- 5) Vávra P. a kol. *Strojnické tabulky*,SNTL 1984
- 6) Vávra P., Leinveber J., Řasa J. *Strojnické tabulky*,Scientia 1999
- 7) Dvořáček J. *Stavba a provoz strojů I*, 2005
- 8) Dvořáček J. *Stavba a provoz strojů II*, 2005
- 9) Dvořáček J. *Stavba a provoz strojů III*, 2004
- 10) Vymyslický Výtahy spol. s.r.o., *Katalog výtahů*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

m_1	nosnost výtahu	kg
m_2	hmotnost klece	kg
m	celková hmotnost	kg
g	tíhové zrychlení	m/s^2
F	zatěžující síla	N
σ_{Dr}	dovolené napětí v tahu	MPa
R_m	pevnost v tahu	MPa
k_m	koeficient bezpečnosti	....
S	průřez	mm^2
d_3	průměr dříku šroubu	mm
d_2	střední průměr šroubu	mm
c	koeficient střídavého namáhání	....
l	pracovní délka	mm
l_0	délka	mm
F_{KR}	kritická síla	N
E	modul pružnosti v tahu	MPa
J_{\min}	kvadratický moment průřezu	mm^4
K_{TE}	bezpečnostní koeficient pro vzpěr	....
P	stoupání závitu	mm
γ	úhel stoupání	°
φ	třecí úhel	°
μ	součinitel tření	....

F_O	obvodová síla při zvedání	N
c_{II}	součinitel snížení napětí	....
p_D	dovolený tlak	MPa
a_C	vůle ve vrcholu závitů	mm
z	počet závitů	....
z_N	činné závity	....
z_o	závěrné závity	....
L	délka matice	mm
c_1	součinitel mezi normálovým a tečným napětím	....
τ_{DK}	dovolené napětí v krutu	MPa
τ_K	napětí v krutu	MPa
D_3	horní průměr matice	mm
d	průměr šroubu	mm
c_2	součinitel mezi normálovým a tečným napětím	....
p	tlak	MPa
D_4	spodní průměr matice	mm
τ_S	střížné napětí	MPa
τ_{DS}	dovolené napětí ve stříhu	MPa
c_3	součinitel mezi normálovým a tečným napětím	....
c_4	součinitel mezi normálovým a tečným napětím	....
H	tloušťka vnější části matice	mm
η_{ξ}	účinnost šroubového pohonu	....
η_L	účinnost ložisek	....

P	výkon elektromotoru	W
v	zvedací rychlost	m/s
n	otáčky elektromotoru	ot/s
ω	úhlová rychlost	rad/s
σ_{FC}	cyklická pevnost	MPa
σ_{FD}	dovolené cyklické namáhání	MPa
z_1	počet zubů	....
z_2	počet zubů	....
m	modul	mm
i	převod elektromotoru	....
ψ_m	koeficient šířky zubu	....
t	rozteč zubu	mm
D_1	průměr ozubeného kola	mm
D_2	průměr ozubeného kola	mm
δ_1	úhel roztečného kužele	°
δ_2	úhel roztečného kužele	°
h_a	výška hlavy zubu	mm
h_f	výška paty zubu	mm
h	výška zubu	mm
c_a	hlavová vůle	mm
D_{SC1}	průměr hlavové kružnice	mm
D_{SC2}	průměr hlavové kružnice	mm
α	úhel záběru	°

R_d	poloměr základního kola	mm
θ_a	úhel hlavového kužele	°
θ_f	úhel patního kužele	°
θ	celkový úhel kužele	°
σ_{1a}	celkový hlavový úhel	°
σ_{2a}	celkový hlavový úhel	°
d_{f1}	úhel kužele paty zubu	°
d_{f2}	úhel kužele paty zubu	°
b_{\max}	šířka ozubení	mm
z_{n1}	počet zubů porovnávacího kola	....
z_{n2}	počet zubů porovnávacího kola	....
k	bezpečnostní koeficient spojky	....
M_v	výpočtový moment	Nmm
M_K	kroučící moment spojky	Nmm
F_{OS}	obvodová síla spojky	N
D_s	roztečný průměr čepů	mm
i	počet čepů	....
d_1	průměr čepu	mm
l	délka čepu	mm
d	výpočtový průměr hřídele spojky	mm
t_1	hloubka drážky v náboji	mm
t	hloubka drážky v hřídeli	mm
D	průměr hřídele elektromotoru	mm

F_{OH}	obvodová síla na hřídeli	N
l_p	délka pera	mm
P_{OV}	statické zatížení	N
P_r	dynamické zatížení	N
C	statická únosnost	N
P	koeficient	....
L_{10}	základní trvanlivost v milionech otáček	....
F_r	radiální zatížení na ložisko	N
F_a	axiální zatížení na ložisko	N
F_{OB}	obvodová (radiální) síla na ložisko	N
X	koeficient radiálního zatížení	....
Y	koeficient axiálního zatížení	....
L_{10h}	hodinová trvanlivost	hod
C_0	dynamická únosnost	N
R_D	rameno obvodové síly	mm
σ_{red}	reduované napětí	MPa
σ_{DO}	dovolené napětí v ohybu	MPa
σ_K	napětí v podlaze výtahu	MPa
σ_{Kd}	dovolené napětí v podlaze výtahu	MPa
c_5	koeficient míjivého namáhání	....
l_{max}	maximální délka rámu	mm
b	šířka rámu	mm
h	výška rámu	mm

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Varianta č.1	25
Obr. 2	Varianta č.2.....	26
Obr. 3	Zvedací zařízení.....	28
Obr. 4	Zvedací zařízení.....	29
Obr. 5	Zvedací zařízení.....	30
Obr. 6	Pohonné ústrojí.....	31
Obr. 7	Lichoběžníkový závit rovnoramenný jednochodý.....	33
Obr. 8	Matice	36
Obr. 9	Kuželové ozubené kolo s přímými zuby.....	39
Obr. 10	Doplňkový kužel.....	40
Obr. 11	Kotoučová spojka	42
Obr. 12	Pero.....	43
Obr. 13	Radiální ložisko	44
Obr. 14	Axiální ložisko.....	46
Obr. 15	Podlaha výtahu.....	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	21
-----------------	----

SEZNAM PŘÍLOH

Zvedací zařízení - BC-03-01

Kusovník - BC-03-011

Kusovník - BC-03-012