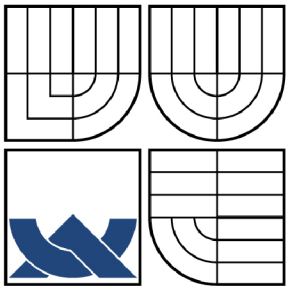
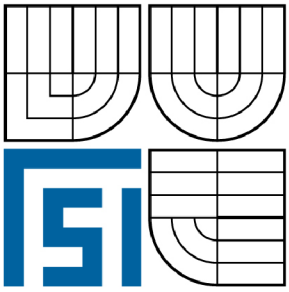


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ NÁKLADNÍCH VÝTAHŮ

DESIGN SOLUTION FOR HOISTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — PETER PALATINUS
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. PŘEMYSL POKORNÝ, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Palatinus Peter

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Koncepční řešení nákladních výtahů

v anglickém jazyce:

Design solution for hoists

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Proveďte návrhy koncepčních řešení nákladních výtahů s nosností 500 až 1000 kg, zdvih 3 až 5 m bez mezistanic. Zohledněte přitom i platnou legislativu.

Cíle bakalářské práce:

Technická zpráva obsahující kritické hodnocení současných používaných konstrukčních řešení. Minimální rozsah vlastní textové části 15 stran.

Seznam odborné literatury:

1. Janovský L.: Výtahy a eskalátory. Česká matice technická 1980
2. Janovský l.: Systémy a strojní zařízení pro vertikální dopravu. ČVUT 1991
3. Podklady z internetu

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 14.10.2008

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá rozdelením a popisom funkcie, princípu činnosti, vlastností a charakteristík používaných konštrukčných riešení a jednotlivých súčastí výťahov. Na koncepčných riešeniach je vykonané zhodnotenie použiteľnosti, vhodnosti a účelnosti rôznych alternatív i s výberom najvhodnejších riešení podľa zadania.

Kľúčové slová

nákladný výťah, konštrukcia výťahu, výťahový stroj, hydraulický výťah

Abstrakt

This thesis deals with classification, description of service, properties and characteristics of used design solutions and individual components of hoists. The most common conceptual solutions are evaluated from the point of usability and suitability with the choice of the most suitable solutions according to given assignment.

Keywords

freight elevator, elevator design, elevator machine, hydraulic elevator,

Bibliografická citácia VŠKP podľa ČSN ISO 690

PALATINUS, P. *Koncepční řešení nákladních výtahů.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 35 s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že bakalársku prácu na tému: **„Koncepční řešení nákladních výtahů“** som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce Ing. Přemysla Pokorného, Ph.D. a s použitím literatúry a prameňov uvedených v zozname použitej literatúry.

V Brne dňa 29. 5. 2009

.....

Poďakovanie

Týmto ďakujem svojmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Přemyslovi Pokornému, Ph.D za cenné rady a pripomienky.

Obsah

1 Úvod 9
2 Doplnenie cieľov práce 10
3 Základné ustanovenia 10
3.1 Definícia výťahu 10
3.2 Vymedzenie platnosti zákona pre zdvíhacie zariadenia 10
3.3 Normalizácia 11
3.4 Rozdelenie výťahov 12
3.5 Parametre a základné údaje výťahov 12
4 Hlavné časti výťahu 13
4.1 Výťahový stroj 13
4.1.1 Elektromotor 13
4.1.2 Prevody 14
4.1.3 Spojka 15
4.1.4 Brzda 15
4.1.5 Rám výťahového stroja 16
4.1.6 Výťahový stroj hydraulického výťahu 16
4.2 Nosné prostriedky 16
4.2.1 Oceľové laná 16
4.2.2 Reťaze 17
4.2.3 Ploché laná 17
4.3 Vedenie klietky a vyvažovacieho závažia 18
4.4 Nárazníky 19
4.5 Klietka 20
4.5.1 Rám 20
4.5.2 Záves 21
4.5.3 Kabína 21
4.6 Vyvažovacie závažie 21
4.7 Zabezpečovacie zariadenia 22
4.8 Pohon 24
4.8.1 Pohon lanovým bubnom 24
4.8.2 Trakčný pohon 25
4.8.3 Pohon reťazovým kolesom 27
4.8.4 Pohon GeN2 28
4.8.5 Hydraulický pohon 29
5 Návrh koncepčného riešenia podľa zadania úlohy 31
6 Záver 34
Zoznam použitej literatúry 35

1 Úvod

Už storočia si ľudia uľahčujú transport nákladu pomocnými mechanizmami. So stavbou poschodových budov prišla aj potreba transportovať náklad a osoby zvislým smerom. S vývojom strojárstva, vynájdením parného a neskôr spaľovacieho a elektrického motora sa problematika výťahov stávala riešiteľnejšou na vyššej úrovni. V dnešnej dobe patria výťahy medzi strojné zariadenia, ktoré môžu navrhovať, stavať a montovať iba k tomu určené organizácie spĺňajúce náročné kritéria dané zákonmi a príslušnými predpismi vzťahujúcimi sa k týmto zariadeniam.

V posledných desaťročiach je vývoj zameraný hlavne na zvýšenie bezpečnosti a ekologickosti, zníženie obstarávacích a prevádzkových nákladov, zjednodušenie montáže, údržby a revíznych kontrol a zlepšenie komfortu a estetickej stránky. Pri obstarávaní výťahu je veľmi dôležité prihliadať na mnoho faktorov a urobiť veľa správnych optimalizačných rozhodnutí. Od základného výberu osobný/nákladný, cez voľbu pohonu, nosných elementov, rýchlosti kabíny, nosnosti, zdvihu, typu kabíny a jej vybavenia a iné. Popritom je nutné dodržať všetky platné zákony vzťahujúce sa na výťahy. Správne rozhodnutia bez zbytočného predimenzovania či už nosnosti, rýchlosti alebo pevnosti konštrukcie a výber vhodnej alternatívy môžu ušetriť množstvo financií a problémov pri obstarávaní, montáži a prevádzke výťahu.

2 Doplnenie cieľov práce

Rozdeliť a popísať jednotlivé funkčné časti výťahu a základné používané ucelené konštrukčné celky.
Pri častiach výťahu popísať funkciu a princíp činnosti, používané koncepčné riešenia a prípadne zhodnotiť ich výhody, nevýhody a použitie.
Návrh koncepčného riešenia malého nákladného výťahu pre zadané parametre pri zohľadnení platnej legislatívy.

3 Základné ustanovenia

3.1 Definícia výťahu

Výťahom rozumieme strojné zariadenie, ktoré slúži k vertikálnej preprave osôb alebo bremien medzi dvoma alebo viacerými miestami. Prepravované osoby alebo bremená spočívajú pri doprave na plošine, ktorá je nosnou časťou kabíny alebo klietky. Klietka je vedená pevnými vodidlami, ktoré sú zakotvené v šachte výťahu. Vodidlá umožňujú jediný pohyb klietky: priamočiary posuv hore a dole. Klietka je zavesená na jednom, alebo viacerých nosných prostriedkoch, ktoré ju spájajú s motorickým zdvíhacím ústrojenstvom, tzv. výťahovým strojom. Práca je prerušovaná, nastupovanie a vystupovanie osôb, alebo vykladanie a nakladanie bremien prebieha pri stojacej kabíne (výnimkou sú paternostery). [2]

3.2 Vymedzenie platnosti zákona pre zdvíhacie zariadenia

Zbierka zákonov č. 571 [6]
§ 1
(1) Na účely tohto nariadenia sa rozumie
a) zdvíhacie zariadenie obsluhujúce rôzne úrovne,
s nosnou plošinou vedenou vodidlami, ktoré sú pevné a od-
klonené od vodorovnej roviny v uhle väčšom ako 15stupňov, určené na prepravu:

1. osôb,
2. osôb a nákladov,
3. len nákladov, ak je nosná plošina prístupná osobám, možno do nej voľne vstúpiť a je vybavená ovládacím zariadením nachádzajúcim sa vnútri alebo v dosahu osoby, ktorá je vnútri

b) zdvíhacie zariadenie podľa písmena a), ak nie je vedené pevnými vodidlami, ale má určenú dráhu pohybu, napr. výťahy s nožnicovým mechanizmom,
c) bezpečnostnou časťou časť výťahu uvedená v prílohe č. 4,
d) dodávateľom výťahu fyzická osoba alebo právnická osoba, ktorá je zodpovedná za konštrukciu, výrobu, montáž a uvedenie výťahu na trh, ktorá na výťah umiestňuje označenie CE a vydáva vyhlásenie o zhode,
e) uvedením výťahu na trh je prvé odovzdanie výťahu dodávateľom na používanie užívateľovi,
f) výrobcom bezpečnostnej časti je fyzická osoba alebo právnická osoba, ktorá je zodpovedná za konštrukciu a výrobu bezpečnostnej časti a ktorá na túto časť umiestňuje označenie CE a vydáva vyhlásenie o zhode,

g) modelovým výťahom výťah, ktorého technická dokumentácia dokumentuje, ako budú podrobnosti o technických požiadavkách z hľadiska bezpečnosti (ďalej len „technické požiadavky“), určené so zreteľom na požadované parametre, splnené na výťahoch odvodených od modelového výťahu, na ktorých sa používajú rovnaké bezpečnostné časti.

(2) Toto nariadenie sa nevzťahuje na:
a) zdvíhacie zariadenia, ktorých rýchlosť nie je vyššia ako 0,15 m/s,
b) zariadenia lanových dráh vrátane zariadení pozemných lanových dráh, ktoré sú určené na verejnú alebo neverejnú dopravu osôb,
c) výťahy špeciálne projektované a konštruované na vojenské alebo policajné účely,
d) banské ťažobné zariadenia,
e) javiskové výťahy,
f) výťahy v dopravných prostriedkoch,
g) výťahy spojené so strojovým zariadením, ktoré sú určené výhradne na zabezpečovanie prístupu na pracovné miesto,
h) vozidlá na ozubnicovej dráhe,
i) stavebné výťahy určené na dopravu osôb alebo osôb a nákladu.

3.3 Normalizácia

Výťahy ako zdvihové zariadenia prepravujúce v zvislom smere osoby i náklady podliehajú pri ich konštrukcii, výrobe, skúškach, revíziách, opravách a používaní mnohým zákonným predpisom, nariadeniam, normám a požiadavkám, ktoré musia bez zbytku spĺňať. České štátne normy (ČSN) sú stále podľa potreby doplňované a upravované a konfrontované s normami platnými v rámci EU. Základnú skupinu tvorí norma ČSN 27 4000 (ekvivalentná s ST SEV 5148-85) „Elektrické výťahy – názvoslovie“. Táto norma stanovuje názvy a ich definície v obore elektrických výťahov, ktoré sa musia používať v dokumentácii. Názvoslovie sa týka všeobecných pojmov, druhov výťahov, parametrov, stavebnej časti, bezpečnosti, elektrovýzbroje, elektrických obvodov, systémov a druhov riadenia. Súvisiace normy s touto základnou normou určujú:

- montáž, skúšky a prevádzku,
- revízne knihy a technické osvedčenia,
- projektovanie, konštrukciu, základné výpočty,
- základné parametre a rozmery osobných, nákladných, osobnonákladných, lôžkových výťahov,
- elektrické zariadenie, spínacie prístroje,
- bezpečnostné predpisy, štítky, informačné tabuľky.

Spracovateľom normy je české sdružení pro výtahovou techniku a technická normalizačná komise. Zmeny a doplnky noriem, ako i správy o nových vydaných normách sú uverejňované vo Věstníku úradu pro technickou normalizaci, metrologii a státní skušebnictví. [10]

3.4 Rozdelenie výťahov [4]

Podľa pohonu	- ručné - elektrické - hydraulické - pneumatické
Podľa použitia	- osobné - nákladné - lôžkové - jedálenské
Podľa výšky dopravy	- nízke - stredné - výškové
Charakter prevádzky	- obytný - priemyselný - obchodný - administratívny - hotelový
Podľa rýchlosti	- nižšie - stredné - vysoké

3.5 Parametre a základné údaje výťahov [4]

Použitie výťahu
Počet kabín
Nosnosť
Rýchlosť
Zdvih
Počet staníc
Počet vstupov
Riadenie
Pohon
Umiestnenie strojovne
Počet zopnutí za hodinu
Presnosť zastavenia
Rozmery šachty
Typ dverí
Rozmer dverí
Napájanie

4 Hlavné časti výťahu

Medzi hlavné časti výťahu patria:

Výťahový stroj
Nosné prostriedky
Klietka
Vyvažovacie závažie
Vedenie rámu a vyvažovacieho závažia
Nárazníky
Zachycovač klietky
Obmedzovač rýchlosti

4.1 Výťahový stroj

Pod pojmom výťahový stroj rozumieme časť pohonu výťahu, premieňajúci energiu zdroja na pohyb pomocou mechanických, hydraulických alebo iných prostriedkov (motor, spojka, brzda, prevodovka, trecí kotúč a pod.) [10]. Každý výťah musí mať najmenej jeden výťahový stroj. [12] [13]

4.1.1 Elektromotor

Požiadavky na elektromotor [2]:
a)priebeh momentovej charakteristiky musí umožňovať čo najhladší priebeh jazdy (hlavne rozbeh a zastavenie)
b) tepelné dimenzovanie na príslušnú frekvenciu spúšťania
c) menovitá rýchlosť má byť čo najväčšia, ale rýchlosť pred zastavením, má byť kvôli presnosti zastavenia čo najmenšia
d) motor musí pracovať v motorickom a aj v generátorovom stave
e) hlučnosť má byť čo najmenšia
f) malý pomer medzi záberovým a menovitým prúdom
g) vyvedené obidva konce hriadeľa (pre možnosť núdzového ručného posunu kabíny výťahu)

Pre tieto požiadavky obvykle nie je možné použiť bežný elektromotor. Používajú sa špeciálne motory skonštruované pre výťahovú techniku. [2]

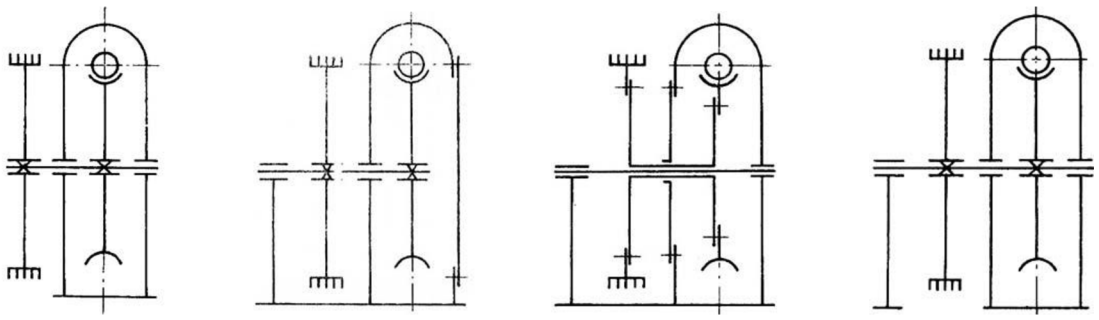
Druhy používaných pohonných elektromotorov a ich riadenie [2] [4]:
jednorýchlostný striedavý asynchrónny výťahový elektromotor – napájaním zo siete dosiahneme len jednu možnú rýchlosť otáčania. Je to najstarší používaný spôsob pohonu výťahu. Použitím frekvenčného meniča s týmto jednoduchým motorom dosiahneme možnosť použitia pre vyššie rýchlosti výťahov a lepšiu presnosť zastavenia v stanici s dobrým komfortom rozbehu a zastavenia.
dvojrýchlostný striedavý asynchrónny výťahový elektromotor – prepínaním napájania dvoch vinutí s rôznym počtom pólov máme k dispozícii 2 rýchlosti otáčania. Nižšia

rýchlosť sa používa k spomaleniu výťahu pred zastavením. Zvýši sa tým presnosť zastavenia.
tandemový elektromotor – je zložený z dvoch samostatných motorov s rôznym počtom pólov na jednom hriadeli v spoločnej kostre. Funkcia je obdobná ako pri dvojrýchlostnom striedavom asynchrónnom elektromotore.
pohon s dojazdovým strojom – obdobná funkcia ako u dvojrýchlostného elektromotoru. Pomalobežné vinutie nahradzuje samostatný elektromotor s vlastnou prevodovkou a spojkou.
jednosmerný motor v leonardovom zapojení – používal sa v minulosti pre vysoké nároky regulácie rýchlosti, krútiaceho momentu a brzdenia.
synchrónny motor – predstavuje novodobý trend. S rozvojom elektroniky a automatizácie je dnes možné použiť v kombinácii s frekvenčným riadením tento pomerne jednoduchý elektromotor. Najčastejšie sa používa bez prevodovky. Riadenie vhodného rýchlostného profilu je zaistené uzavretým okruhom frekvenčného meniča a mikropočítača. Riadením bez vplyvu zaťaženia a smeru jazdy dosiahneme, že skutočná rýchlosť je v zhode s rýchlosťou požadovanou počas všetkých fáz jazdy výťahu – rozjazdu, plnej rýchlosti a zastavenia. Z hľadiska základného koncepčného riešenia sa tieto motory rozdeľujú na motory s vonkajším a vnútorným rotorom. Vonkajší rotor môže slúžiť aj ako lanovnica a celkové prevedenie je preto priestorovo menej náročné. (Obr. 3)

4.1.2 Prevody

V minulosti sa používali takmer výhradne pohony so závitovkovými prevodovkami (Obr. 1) (niekedy v kombinácii s čelnou predlohou, prípadne remeňovým prevodom), hlavne pre možnosť dosiahnutia samosvornosti. Závitovka býva valcová a závitovkové koleso globoidné. [2] Pretože závitovkové prevodovky majú nižšiu účinnosť a teda sa aj výrazne zahrievajú, sú v súčasnosti nahradzované prevodmi s lepšími vlastnosťami. Používajú sa planétové prevodovky, menej často aj harmonické prevodovky alebo prevody ozubenými remeňmi. U týchto prevodov je státie zaistené iba brzdou.

Bezprevodové výťahové stroje (Obr. 3) sa v minulosti používali len na vysoké dopravné rýchlosti. Dnes pri použití synchrónneho motora s frekvenčným riadením majú celý rad výhod (jednoduchosť, zníženie nákladov, takmer dvojnásobnú účinnosť voči výťahovým strojom so závitovkovou prevodovkou, plynulé riadenie celého priebehu jazdy), je ich možné použiť aj na stredné rýchlosti a predstavujú novodobý trend.



a) b) c) d)

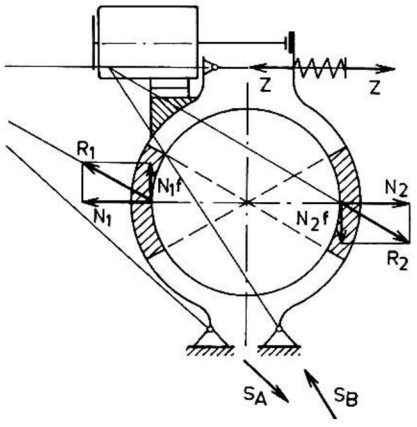
Obr.1 Možné riešenia uloženia závitovkového kolesa a hnacieho kotúča, príp. lanového bubna na výstupnom hriadeli [2]

4.1.3 Spojka

Používa sa na spojenie hriadeľa elektromotora so vstupným hriadeľom prevodovky. V niektorých prípadoch je motor na jednom hriadeli so závitovkou alebo predlohou prevodovky a teda nie je potrebné použiť spojku. Používajú sa pružné spojky, ktoré dovolia malé nesúososti a tlmia rázy. Spojka sa používa v prevedení s brzdným kotúčom. [2]

4.1.4 Brzda

Brzda musí byť konštruovaná tak, aby elektromagnet držal brzdu v odbrzdenom stave a pri odpojení napätia pružina vyvodzovala brzdný účinok. [11] Najčastejšie sa používajú brzdy čeľusťové (Obr. 2) pre ich jednoduchú konštrukciu, možnosť regulácie brzdného momentu a rovnaký účinok pri zmene smeru otáčok. Zriedka, ale stále častejšie sa používajú kotúčové brzdy (Obr. 3) a je možné použiť aj pásovú brzdu (musí však spĺňať podmienky rovnakého brzdného momentu na oba smery otáčania [2]).



Obr. 2 Princíp elektromagnetickej čeľusťovej brzdy [2]

Obr. 3 Bezprevodový výťahový stroj s vonkajším rotorom a kotúčovou brzdou [14]

4.1.5 Rám výťahového stroja

Rám je obvykle zvarený alebo zoskrutkovaný z oceľových profilov. Používajú sa aj liate rámy. Rám je osadený v šachte na silentblokoch, ktoré zabraňujú šíreniu vibrácií a hluku z výťahového stroja na steny šachty.

4.1.6 Výťahový stroj hydraulického výťahu

Výťahový stroj hydraulického výťahu sa skladá z hydraulického valca, hydraulického obvodu a hydrogenerátora (elektrického čerpadla).

4.2 Nosné prostriedky

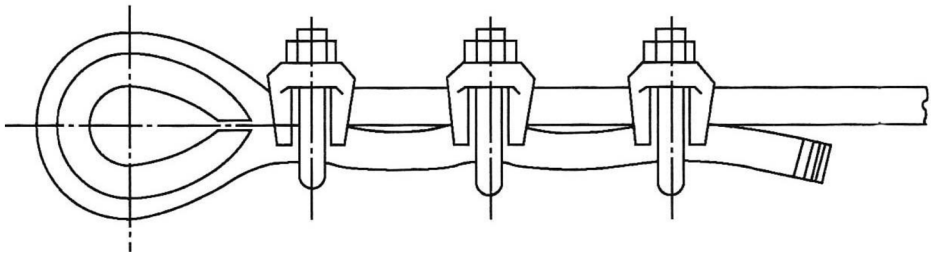
4.2.1 Oceľové laná

Používajú sa šesťpramenné oceľové laná konštrukcie seal vyrobené zo špeciálnych drôtov kruhového prierezu o menovitej pevnosti 1300 až 1800 MPa. [2]

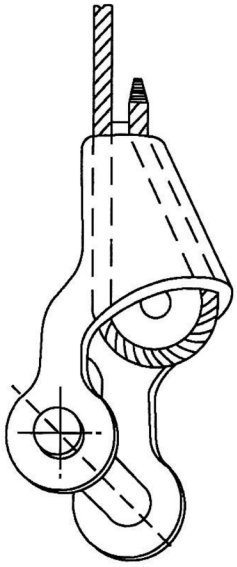
Používa sa takmer vždy viac lán, jedno lano môže byť použité iba pri nákladných výťahoch s bubnovým pohonom, do klietky ktorých nemôžu vstupovať osoby. [2] Minimálne počty lán závisia na type výťahu a sú uvedené v ČSN EN 12385. Norma doporučuje i konštrukciu lana pre výťahy.

Upevnenie koncov lán musí mať najmenej rovnakú bezpečnosť ako lano. [2] Lano je možné upevniť nasledujúcimi spôsobmi [2]:

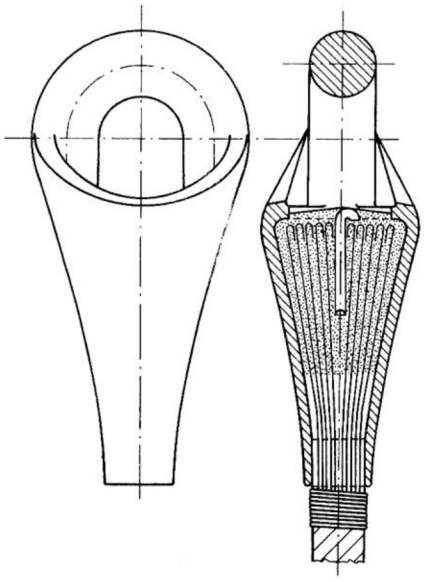
- klinovou objímkou s klinom (Obr. 5)
- lanovými svorkami (Obr. 4)
- zaliatím rozpletených koncov lán do objímky (Obr. 6)
- odborne prevedeným zapletením konca lana
- lanovou objímkou kónického tvaru s vložkou zo špeciálnej zliatiny
- nalisovanou objímkou zo zliatiny hliníka



Obr. 4 Upevnenie konca lana lanovými svorkami [1]



Obr. 5 Upevnenie konca lana klinovou objímkou s klinom [1]



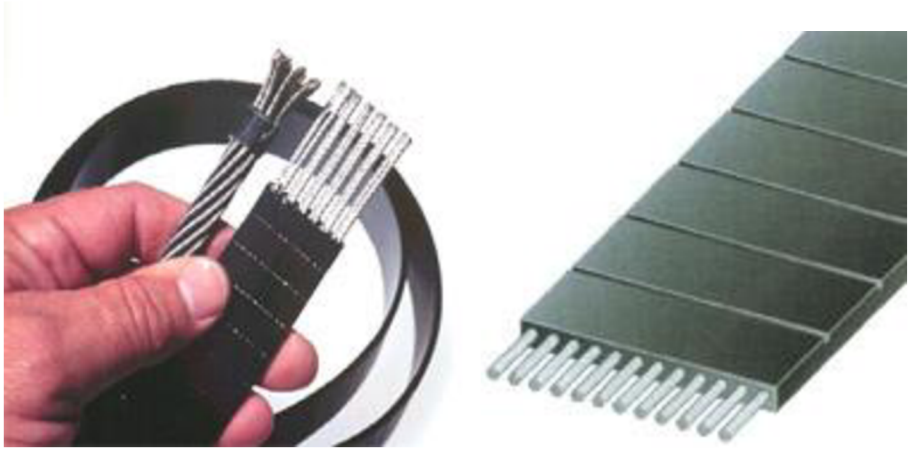
Obr. 6 Upevnenie konca lana zaliatím rozpletených koncov lán do objímky [1]

4.2.2 Reťaze

Reťaze sa používajú pre malé dopravné rýchlosti (max 0,3 m/s). Okrem špeciálnych prípadov sa používajú Gallove alebo valčekové reťaze. [2] Reťaze majú výhodu vo veľkej ohybnosti a odolnosti proti rázom. Nie je teda nutné použiť veľké kladky alebo bubny ako u lán a je možné použiť výťahový stroj s väčšími výstupnými otáčkami. Nevýhodou je veľká hmotnosť reťazí a ich predlžovanie vplyvom opotrebenia. [2]

4.2.3 Ploché laná

Výrobca OTIS vyvinul a v roku 2000 patentoval nový systém pohonu plochými lanami s polyuretánovým obalom, ktoré sa skladajú z 12 vedľa seba usporiadaných laniek, každé zo 7 prameňov so 7 vláknami. (Obr.7) Laná majú omnoho kľudnejší chod, nižšiu hlučnosť(styk oceľ- polyuretán / oceľ- oceľ), 3-krát väčšiu životnosť a veľmi malý polomer ohybu, čo umožňuje použiť malé kladky a teda menšie otáčky výťahového stroja a teda možnosť použiť bezprevodový výťahový stroj. Nevýhodou týchto lán je neviditeľnosť poškodenia. Preto je nutné pramene kontrolovať špeciálnym kontrolným systémom. [7] [8] [9]



Obr.7 Ploché laná firmy OTIS [7]

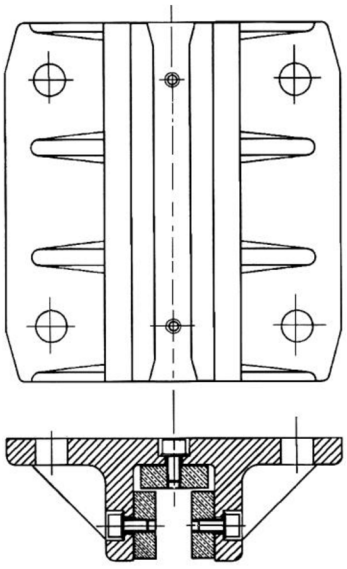
4.3 Vedenie klietky a vyvažovacieho závažia

Takmer výhradne sa používajú oceľové normalizované koľajnice pre výťahy v tvare T (vodidlá) (ČSN 27 4010), zakotvené vo výťahovej šachte v kombinácii s valivými (Obr.8) alebo klznými (Obr.8) čeľusťami. [2] Vodidlá musia zniesť brzdnú silu vyvolanú zachycovačmi pri zachytení klietky pri páde. Vodiace čeľuste môžu byť klzné alebo valivé.

Klzné vedenie klietky sa používa pri výťahoch s nižšími menovitými rýchlosťami. Ak je klietka zaťažená mimo osi, do vedenia sa prenášajú značné sily a tým sa zvyšujú trecie sily vo vedení. Na vedenie závažia sa používa najčastejšie klzné vedenie. Ťažisko závažia sa nemení ako ťažisko klietky a sily vo vedení sú teda minimálne.

Valivé vedenie predstavuje podstatne menší odpor proti pohybu vplyvom trenia na vodidlách. Valivý vodič sa skladá z troch kladiek uložených na valivých ložiskách. Jedna kladka dosadá na koľajnicu čelne a dve bočne.

Obr.8 Valivá čeľusť [5]



Obr. 9 Klzná čeľusť [1]

4.4 Nárazníky

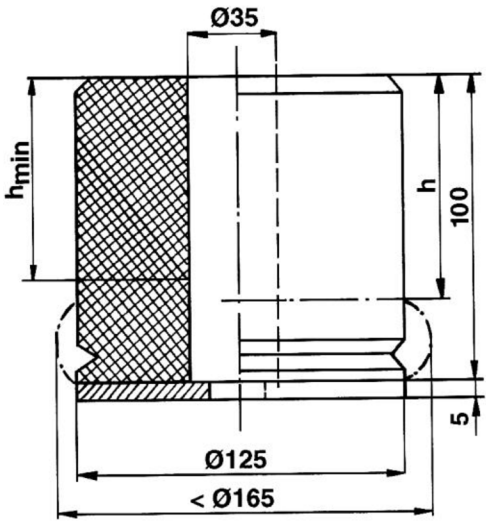
Nárazník je bezpečnostné zariadenie pre spomaľovanie a zastavenie klietky (vyvažovacieho závažia) smerom dole, keď klietka (vyvažovacie závažie) prejde dolnú (hornú) krajnú stanicu. [10]

Nárazníky sú umiestnené v spodnej časti šachty pod klietkou, príp. vyvažovacím závažím. Musia byť konštruované tak, aby zastavili klietku s bremenom zo zvýšenej rýchlosti (115 % menovitej rýchlosti) s maximálnym spomalením 25 $m.s^{-2}$, pričom priemerná hodnota spomalenia nesmie prekročiť 9 $m.s^{-2}$. [12] [2]

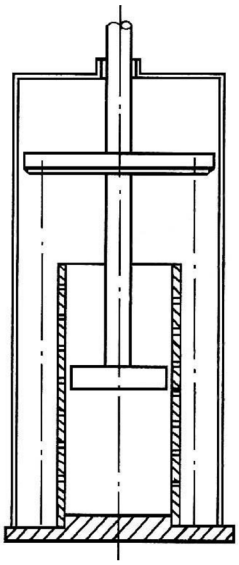
Nárazníky pre klietku a vyvažovacie závažie sa princípom nelíšia.

Používajú sa nárazníky: pružinové, gumové, hydraulické

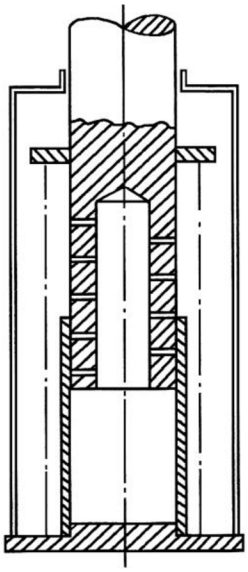
Nevýhodou pružinového a gumového nárazníka je, že sila a teda aj spomalenie vzrastá úmerne so stlačením. Závislosť sily na dráhe klietky u hydraulických nárazníkov závisí na konštrukcii (rozmiestnenie otvorov) (Obr.10,11,12,13). Snaha pri konštrukcii nárazníka je dosiahnuť konštantné spomalenie klietky pri kolízii s nárazníkom. Voľba druhu nárazníka sa odvíja hlavne od dopravnej rýchlosti (na najvyššie rýchlosti sa používajú hydraulické nárazníky).



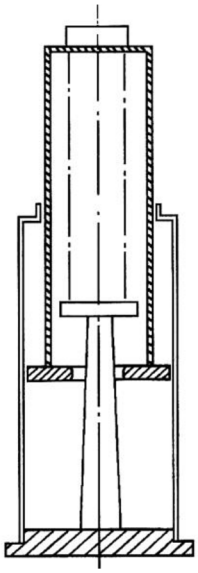
Obr.10 Gumový nárazník [1]



Obr.11 Hydraulický nárazník s otvormi vo valci [1]



Obr. 12 Hydraulický nárazník s otvormi v piestnici [1]

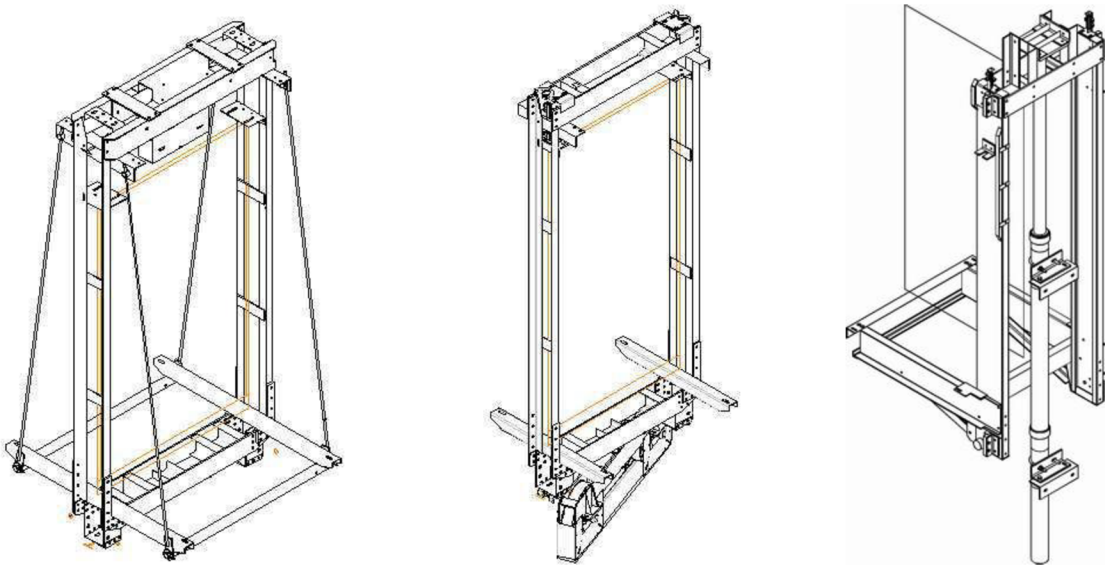


Obr. 13 Hydraulický nárazník s kónickou regulačnou tyčou [1]

4.5 Klietka

4.5.1 Rám

Kostra (rám) klietky musí byť oceľová – obvykle z valcovaných profilov spájaných skrutkami alebo zvarmi. Na kostre sú upevnené vodiče a závesy kabíny. Základnými časťami sú závesné nosníky, tiahla a rám podlahy. Rám musí bez deformácií vydržať okrem normálnej prevádzky aj zachytenie klietky na vodidlách a dosadnutie na nárazníky pri zvýšenej rýchlosti. [12] [3]

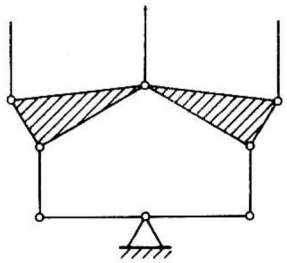


a) b) c)

Obr. 14 Rám klietky: a) bežného výťahu, b) výťahu s vedením lana pod klietkou, c) hydraulického výťahu [5]

4.5.2 Záves

Záves je zariadenie, pomocou ktorého je klietka resp. vyvažovacie zariadenie pripevnené k nosným prostriedkom. Závesy sa delia na pevné, vahadlové (Obr. 15) a pružinové. Zaťaženie všetkých nosných prostriedkov má byť rovnomerné, to sa dá úplne dosiahnuť iba u vahadlového závesu. [2] Záves nemusí byť nutne umiestnený na klietke. Pri použití lanového prevodu môže byť na klietke (vyvažovacom závaží) kladka a záves nosných prostriedkov je v šachte (obr. 16).



Obr. 15 Vahadlový záves [5]

4.5.3 Kabína

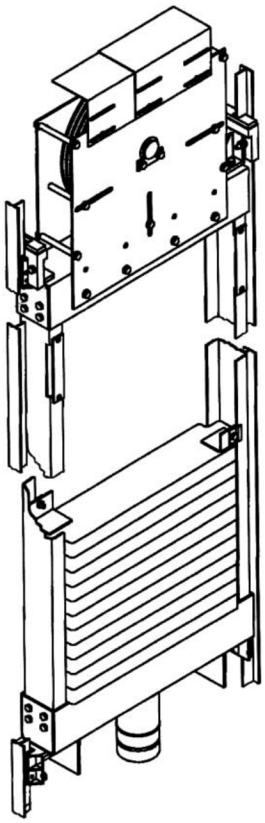
Na všetkých stranách a aj na strope okrem vstupných a nakladacích otvorov musí byť kabína ohradená pevnými stenami. Klietka nemusí mať dvere, ak je dopravná rýchlosť menšia ako 1 m/s, vzdialenosť okraja podlahy od vnútornej steny šachty nie je väčšia ako 25 mm a vnútorná stena šachty je na vstupných stranách po celej výške zdvihu hladká (zahrňuje aj dvere v šachte).[2] Svetlá výška klietky a vstupu do klietky musí byť minimálne 2 m. Pre jednotlivé nosnosti určená najväčšia užitočná plocha klietky (hodnoty sú uvedené v [12] [13]).

4.6 Vyvažovacie závažie

Vyvažovacie závažie (Obr. 16) je zariadenie pre vyvažovanie hmotnosti klietky a časti užitočného zaťaženia. [10] Slúži ako akumulátor energie, znižuje potrebný výkon výťahového stroja. V niektorých koncepciách pohonu je použitie vyvažovacieho závažia nutné pre zaistenie funkčnosti (napr. trakčný pohon).

Obvykle sa závažie skladá z rámu zo zoskrutkovaných, prípadne zvarených oceľových profilov. Na ráme sú upevnené závesy, vodiče, prípadne nárazník a betónové výplne. Jednu konštrukciu rámu môžeme použitím rôzneho množstva betónovej výplne použiť pre rôzne hmotnosti klietky a nosnosti.

Záves je obdobný ako pri závese klietky.



Obr. 16 Vyvažovacie závažie s nárazníkom, klznými vodiacimi čeľusťami a kladkou pre použitie s lanovým prevodom 2 [1]

4.7 Zabezpečovacie zariadenia

Medzi zabezpečovacie zariadenia patria obmedzovače rýchlosti a zachycovače. Zachycovače sú mechanické zariadenia pripevnené k rámu klietky resp. k vyvažovaciemu závažiu, slúžiace na zachytenie klietky resp. vyvažovacieho závažia na vodidlách pri odtrhnutí nosných orgánov alebo ak rýchlosť klietky smerom dole prípadne hore prekročí stanovenú hodnotu. [2]

V minulosti sa používali zachycovače pre zachytenie klietky iba pri chode smerom dole, dnes sa už používajú aj zachycovače na zachytenie pri chode nahor, pretože ak je výťah zaťažený menším bremenom ako polovica nosnosti a zlyhá prenos krútiaceho alebo brzdného momentu na hnací kotúč, vyvažovacie závažie ťahá klietku smerom nahor nekontrolovanou rýchlosťou.

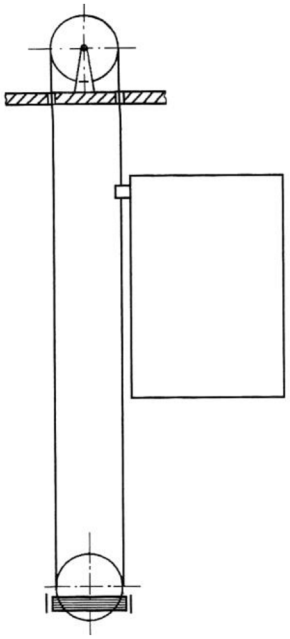
Zachycovače sa väčšinou umiestňujú pod rám klietky, pretože pri umiestnení nad rámom by sa pri zachytení klietky na vodidlách mohla klietka odtrhnúť od zachycovačov. Impulz k činnosti zachycovačov môže byť od nosných prostriedkov (len pri odtrhnutí nosných prostriedkov), alebo od obmedzovača rýchlosti.

Obmedzovač rýchlosti sa musí uviesť do činnosti najneskôr pri 115% menovitej rýchlosti. [12] Obmedzovač je umiestnený v strojovni výťahu a má nekonečné lano vedené cez kladku samotného obmedzovača a kladku napínacieho zariadenia (Obr. 17). Ovládacie lano je pripevnené v jednom mieste ku klietke a pri normálnej prevádzke je pohyb sústavy obmedzovača rýchlosti odvodený od pohybu klietky. Kotvenie ovládacieho lana na klietke je prevedené tak, aby pri prekročení určitej sily

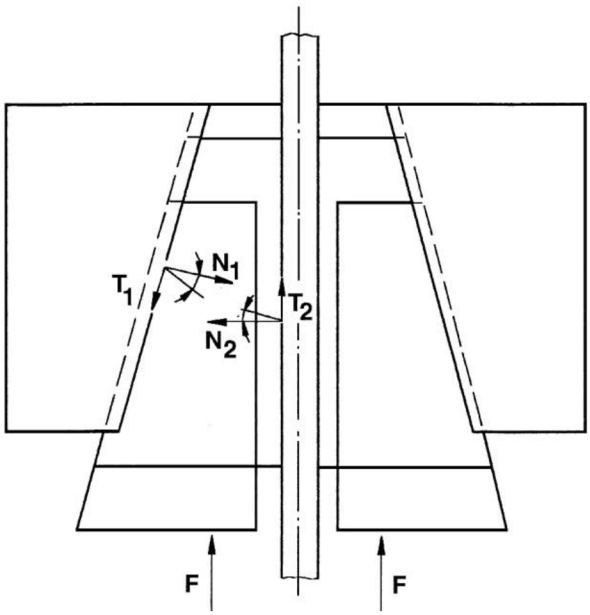
mohlo byť prerušené. Menovitý priemer ovládacieho lana musí byť minimálne 6 mm. [12] Pri prekročení stanovených otáčok zastaví obmedzovač ovládacie lano, preruší sa spojenie ovládacieho lana a klietky a relatívna rýchlosť klietky a ovládacieho lana uvedie do činnosti zachycovače. Zachycovače sú mechanicky spriahnuté, aby sa zamedzilo excentricite zaťaženia.

Zachycovače sa delia do 2 základných skupín [2]:

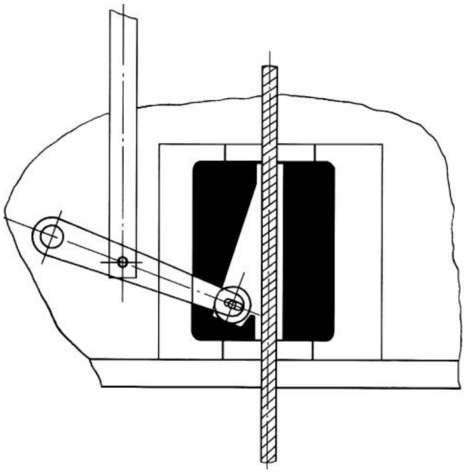
1. Samosvorné zachycovače zastavia klietku na veľmi krátkej vzdialenosti zablokovaním klietky na vodidlách pomocou klinov, valčekov alebo výstredníkov (Obr. 18, 19, 20).
2. Kĺzavé zachycovače zastavia klietku na dlhšej dráhe vplyvom trenia o vodidlá. Používajú sa pre výťahy s vysokými menovitými rýchlosťami.



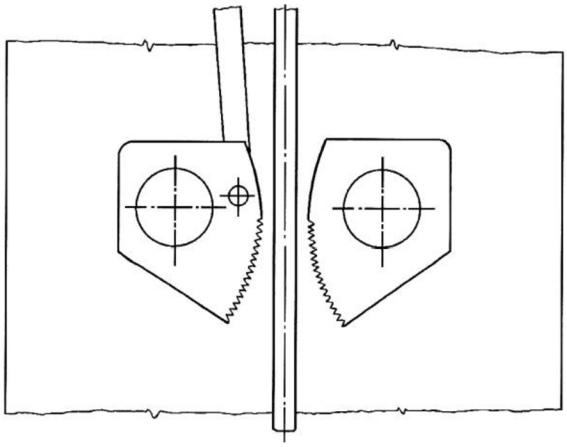
Obr. 17 Umiestnenie obmedzovača rýchlosti s ovládacím lanom [1]



Obr. 18 Klinový zachycovač [1]



Obr. 19 Valčekový zachycovač [1]

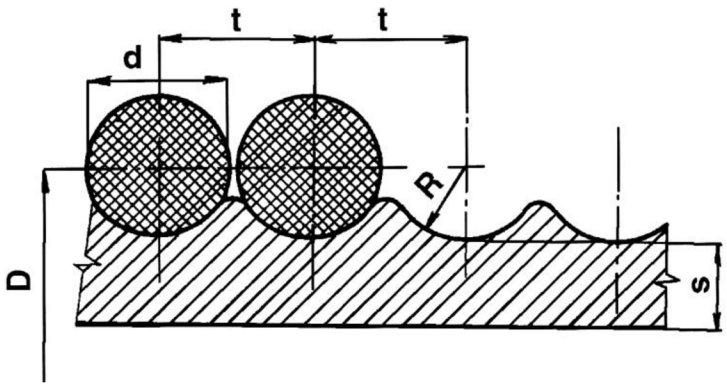


Obr. 20 Excentrický zachycovač [1]

4.8 Pohon

4.8.1 Pohon lanovým bubnom

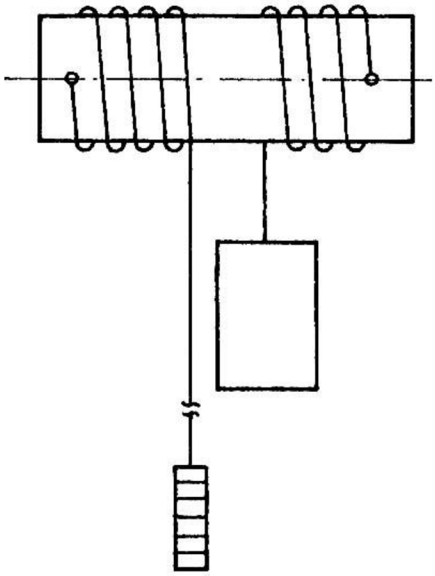
Pohon lanovým bubnom je historicky najstarší. Lano sa navíja na liatinový alebo oceľový bubon výhradne iba v jednej vrstve. Bubon sa kontroluje na kombinované namáhanie v krute, tlaku a ohybe. Na bubne musia byť drážky v tvare skrutkovice a ich tvar musí odpovedať použitým lanám (Obr. 21). [12] Počet chodov závitu drážky je rovný počtu nosných lán. Na jednej strane bubna sa kotvia nosné laná pre klietku a na druhej strane bubna nosné laná pre vyvažovacie závažie (Obr. 22). Pri použití pohonu lanovým bubnom nie je nutné vyvažovacie závažie použiť. V tomto prípade slúži len ako akumulátor energie, na zníženie potrebného výkonu elektromotora. Ak je teda výkonnejší výťahový stroj lacnejší ako zástavba protizávažia, je výhodnejšie závažie nepoužiť. Zdvihová výška je obmedzená dĺžkou bubna, preto tento spôsob pohonu nie je vhodný pre vysoké zdvihy. Minimálny priemer bubna závisí od priemeru použitých lán. Dĺžka bubna závisí od priemeru a dĺžky navíjaného lana a navrhuje sa tak, aby sa 1,5 závitu za prevádzky nikdy neodvinulo. [2]



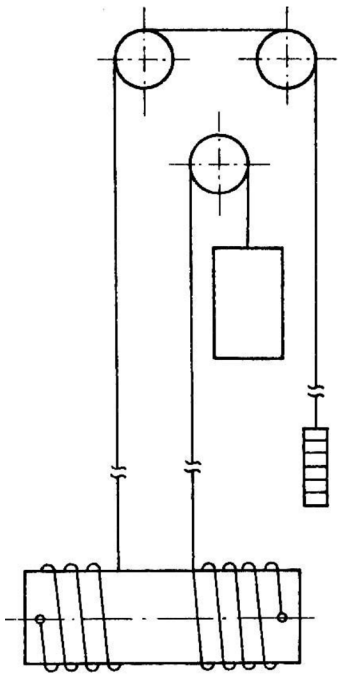
Obr. 21 Drážky lanového bubna [1]

Lanové systémy:

Použitím lanového prevodu 2 je rýchlosť klietky polovičná. Pre rovnakú rýchlosť môžeme teda použiť výťahový stroj s 2-násobnou obvodovou rýchlosťou lanového bubna (nižší prevodový pomer, prípadne možnosť použitia bezprevodového stroja). Pretože počet nosných vetiev sa zdvojnásobí, použije sa menšie lano, čo umožní použiť menší polomer kladiek a trakčného kotúča, teda je možné opäť zvýšiť otáčky výťahového stroja. Nevýhodou je nutnosť použitia kladiek a dlhšieho lana. Je len otázkou konštrukčnej vhodnosti kombinovať rôzne lanové prevody, umiestnenie kladiek a umiestnenia strojovne (Obr. 22, 23).



Obr. 22 Umiestnenie výťahového stroja nad výťahovou šachtou s lanovým prevodom 1 [2]

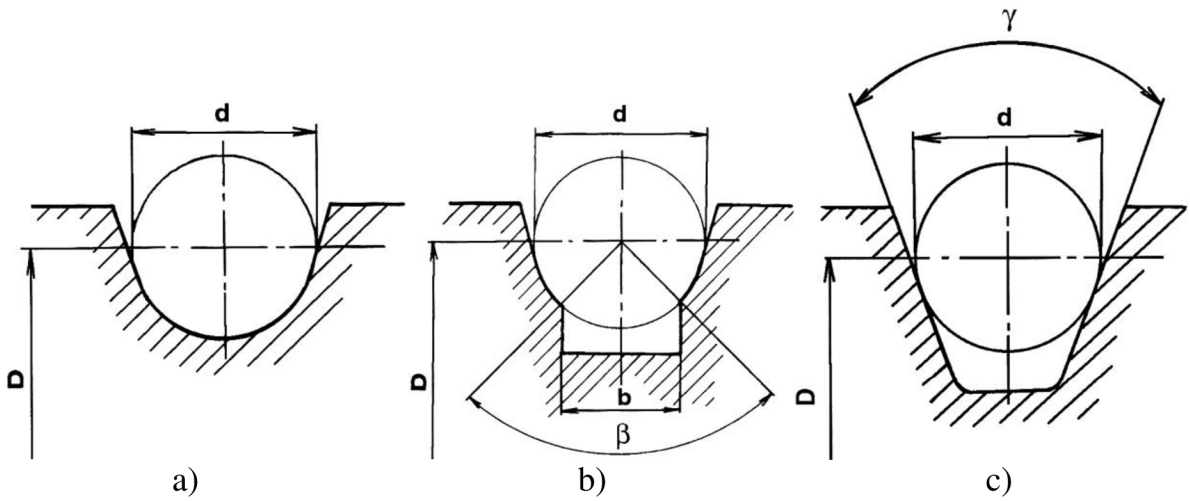


Obr. 23 Umiestnenie výťahového stroja v dolnej polohe [2]

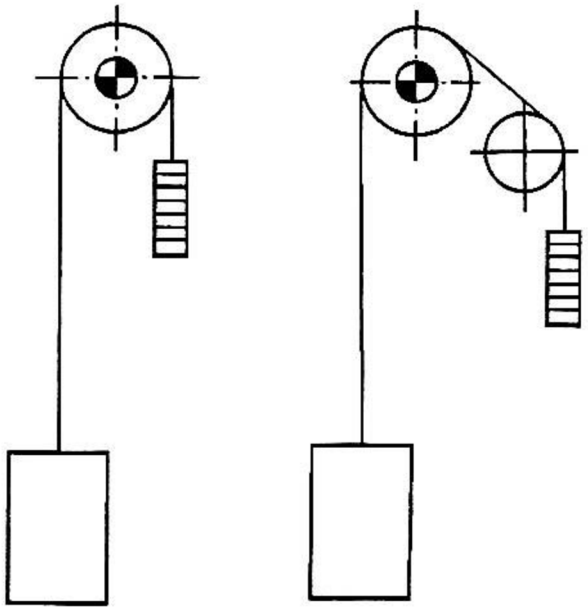
4.8.2 Trakčný pohon

Na rozdiel od pohonu lanovým bubnom je pri trakčnom pohone moment z hnacieho kolesa na laná prenášaný iba trením. Schopnosť prenášať moment závisí aj od tvaru lanovej drážky (Obr. 24). Môže byť použitý kotúč s jedným alebo dvojitým opásaním. Pri použití dvojitého opásania je schopnosť kotúča prenášať moment oveľa vyššia ako pri riešení s jedným opásaním. Teda pri použití jedného opásania je riziko preklzu lana na kotúči pri rázoch v systéme. Preklzom sa podstatne znižuje životnosť lana, preto je životnosť lana pri použití trakčného kotúča podstatne nižšia ako pri použití lanového bubna. [2]

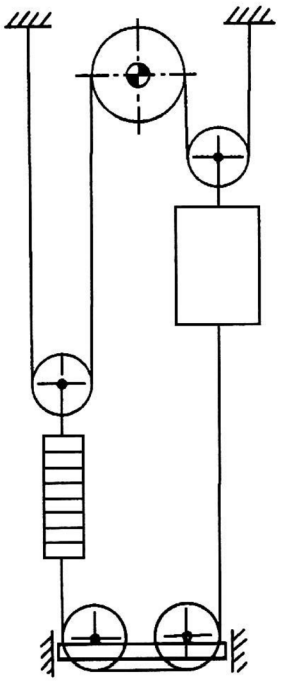
Použitie protizávažia je nutné. Jeho hmotnosť pri bežnom usporiadaní s rovnakým lanovým prevodom pre klietku a závažie je rovná súčtu hmotnosti klietky a polovici nosnosti. Trakčný systém pohonu je jediný vhodný na extrémne vysoké zdvihy. Pri týchto veľkých zdvihoch hmotnosť lán nie je možné pri konštrukcii zanedbať. S polohou klietky by sa pri bežnom usporiadaní menil pomer síl na trakčnom kotúči. Preto je nutné použiť kompenzačné laná. Podobne ako pri pohone lanovým bubnom môžeme kombináciou odkláňacích kladiek dosiahnuť rôzne lanové prevody a umiestnenie výťahového stroja (Obr. 25, 26, 27). [2]



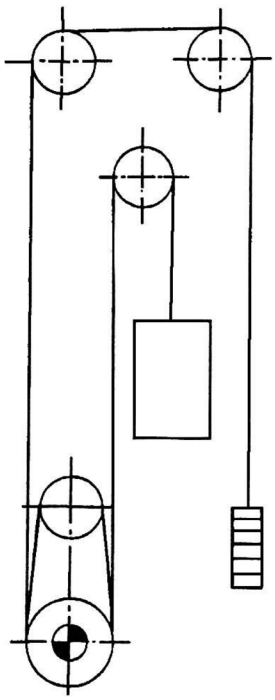
Obr. 24 Základné druhy lanových drážok trakčného pohonu: a) polkruhová; b) polkruhová so zárezom; c) klinová drážka [1]



Obr. 25 Klasické usporiadanie s výťahovým strojom v hornej polohe s jedným opásaním lanového kotúča s lanovým prevodom 1 [1]



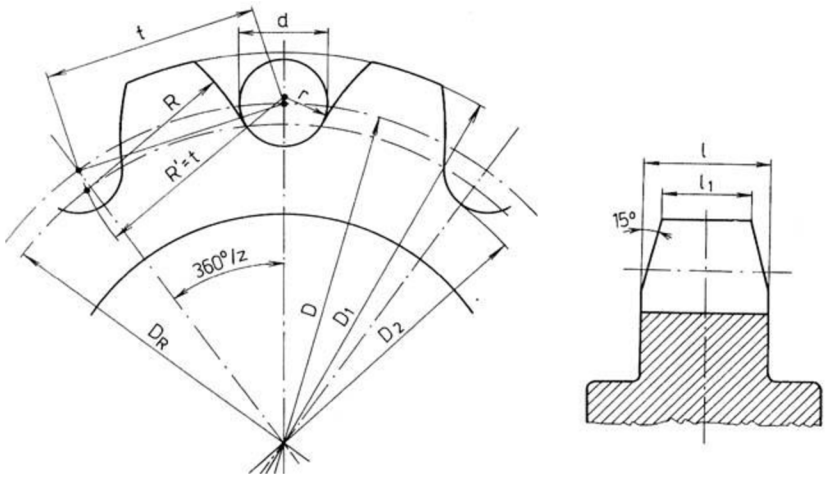
Obr. 26 Lanový systém s použitím kompenzačných lán a lanovým prevodom 2 [1]



Obr. 27 Lanový systém s výťahovým strojom v dolnej polohe, dvojitým opásaním a lanovým prevodom 1 [1]

4.8.3 Pohon reťazovým kolesom

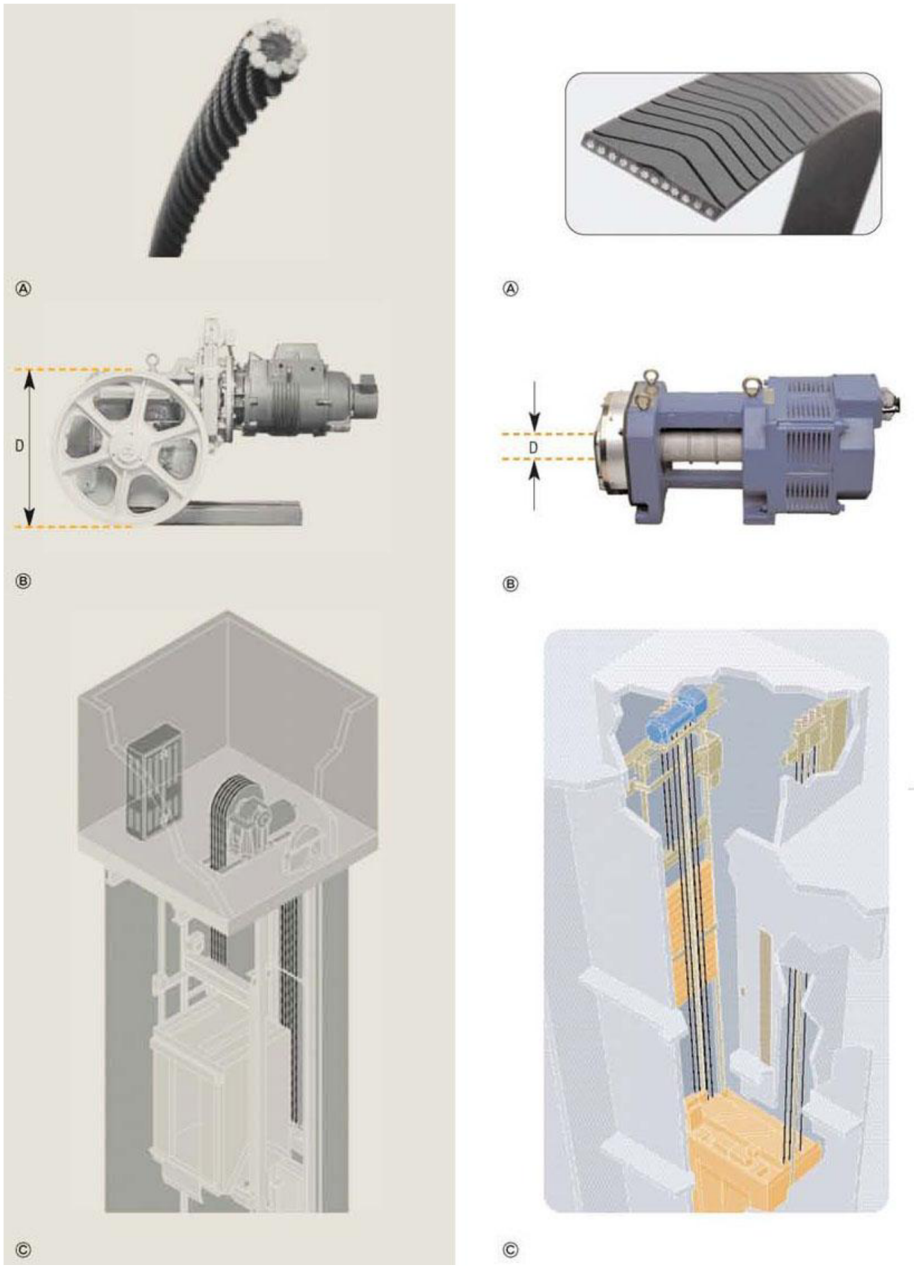
Pohon je uskutočnený záberom zubov reťazového kolesa (Obr. 28) s čapmi reťaze. Pretože reťaz je veľmi ohybná, nie je minimálny priemer daný jej ohybnosťou ako pri lanovom pohone, ale hlavne od minimálneho počtu zubov. Počet zubov by mal byť čo najväčší, aby bolo čo najviac zubov v zábere a aby bola čo najmenšia dynamická sila vznikajúca zo zmeny okamžitej rýchlosti pri prechode záberu. Počet zubov by v každom prípade nemal klesnúť pod hodnotu 7. Reťazové koleso sa pre malé zaťaženia používa z liatiny, pre väčšie zaťaženia z liatej ocele. [2]



Obr. 28 Reťazové koleso pre Gallovu reťaz [2]

4.8.4 Pohon GeN2

Firma OTIS predstavila novú generáciu pohonu Gen2. Systém využíva špeciálny trakčný systém a už zmienené ploché láná, ktoré umožňujú vďaka veľmi malému polomeru ohybu a lanovému prevodu 2 použiť malý kompaktný bezprevodový stroj aj pre bežné výťahy stredných dopravných rýchlostí (Obr. 30). Systém používa špeciálny synchrónny elektromotor s permanentnými magnetmi. Absencia prevodovky a mazania lán (žiadny olej) zlepšuje ekologický problém a znižuje energetickú náročnosť. Pohon je možné umiestniť priamo do výťahovej šachty a teda nie je nutné, ani účelné použiť strojovňu. Výroba systému GeN2 je certifikovaná podľa normy ISO 14001. [7] [8]



Obr. 29 Porovnanie klasického trakčného pohonu a pohonu GeN2 [9]

Obr. 30 Trakčný kotúč výťahového stroja GeN2 [9]

4.8.5 Hydraulický pohon

Pojmom hydraulický pohon sa rozumie pohon výťahu, kde zdrojom energie je elektrické čerpadlo a pracovným médiom je kvapalina. [10]

Pri priamom pohone je piestnica uchytená priamo o klietku, nie sú teda použité žiadne nosné prostriedky ako laná alebo reťaze. Pri priamom pohone nie je obvykle nutné používať ani zachycovače. Vyvažovacie závažie sa nepoužíva. Výkon pohonnej jednotky preto musí byť výkonnejší ako pri použití napr. lanového pohonu s protizávažím.

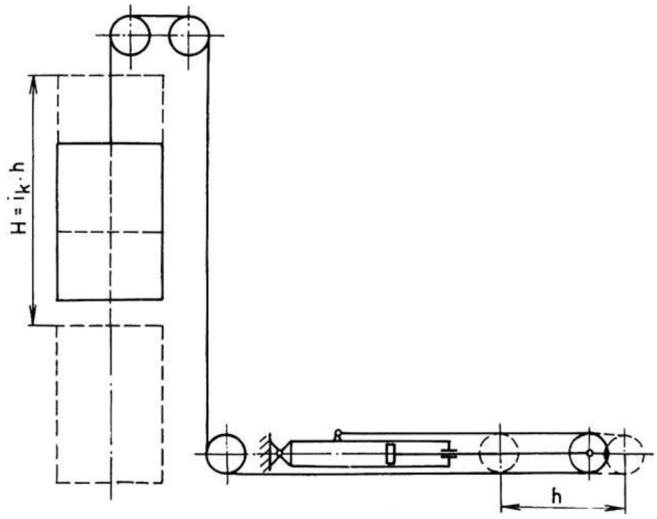
Základné usporiadania:

priamy pohon kabíny piestom (Obr. 32)

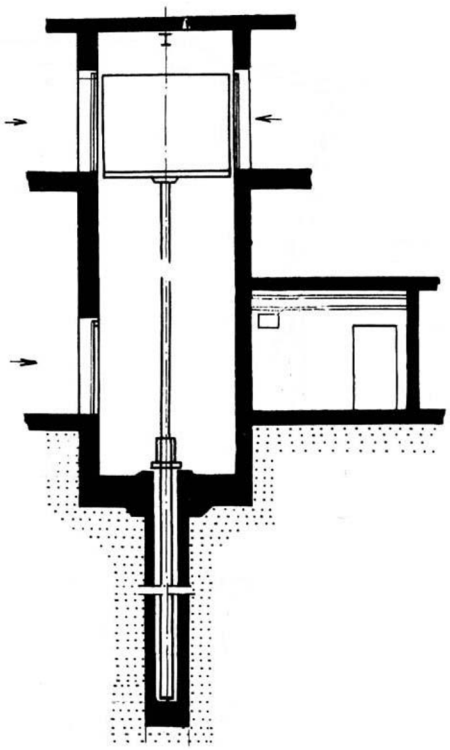
priamy pohon s použitím teleskopickej piestnice

priamy pohon kabíny s umiestnením hydraulického valca vedľa klietky (Obr. 33)

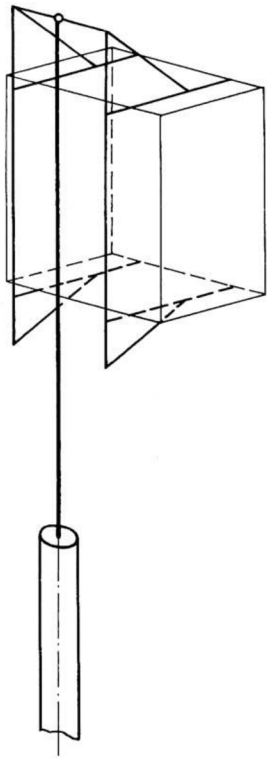
nepriamy pohon kombinuje použitie hydraulického valca s lanovým alebo reťazovým prevodom (Obr. 31, 34)



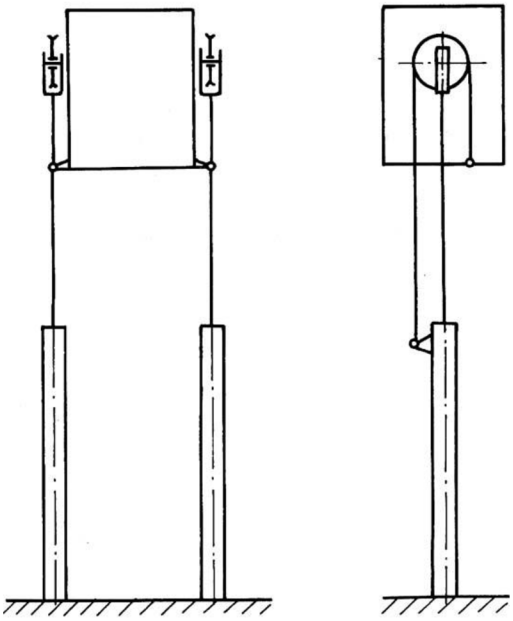
Obr. 31 Nepriamy pohon s kombináciou hydraulického a lanového pohybu [2]



Obr. 32 Priamy pohon kabíny [2]



Obr. 33 Priamy pohon kabíny s umiestnením hydraulického valca vedľa klietky [2]



Obr. 34 Nepriamy pohon kabíny dvomi hydraulickými valcami v kombinácii s lanovým pohonom a lanovým prevodom 2 [2]

5 Návrh koncepčného riešenia podľa zadania úlohy

Návrh sa má týkať nákladných výťahov s nosnosťou 500 až 1000 kg, zdvih 3 až 5 m bez medzistaníc.

Pomerne nízka nosnosť, zdvih a 2 stanice výťahu navádzajú k riešeniu celého problému koncepcie tak, aby sme mohli s výhodou využiť určitý druh pohonu. Týka sa to hlavne pohonu hydraulického, ktorý nám je schopný zabezpečiť s dostatočnou presnosťou polohu zastavenia klietky výťahu v dolnej i hornej stanici. Použitie hydraulického valca umožňuje riešenie riadeného tlmenia v okrajových polohách, takže dojazdy a zastavenia klietky v hornej alebo dolnej polohe sú plynulé. Vypadáva tým riešenie dojazdov, ktoré je potrebné u elektrických pohonov.

Keď predpokladáme nosnosť 500-1000 kg, odhadnime hmotnosť klietky na polovicu nosnosti. S protizávažím neuvažujeme, pretože by pri určitých režimoch mohlo dôjsť k zdvíhaniu klietky a vyťahovaniu piestnice hydraulického valca. Hydraulický valec by musel byť dvojčinný. Hydraulický okruh spĺňajúci všetky tieto požiadavky a jeho údržba by pravdepodobne boli cenovo náročnejšie ako u okruhu , ktorý rieši pohon bez protizávažia klietky. U nepriameho pohonu by bola situácia zložitejšia, lebo tento stav by sa musel riešiť zložitejším systémom lán a kladiek, ktoré by nedovolili, aby sa nepriamy systém znefunkčnil. Bolo by možné použitie čiastočného protizávažia len na vyváženie časti hmotnosti klietky. Znížil by sa tým v malej miere aj potrebný výkon pohonnej jednotky, a tým by bol systém aj menej energeticky náročný, ale úspora nevyváži skomplikovanie konštrukcie a zvýšenie ceny o zástavbu protizávažia a nutnosť rozšíriť rozsah revíznych kontrol o nosné orgány protizávažia.

Zdvih 3 až 5 m je obvykle výhodné riešiť priamym pohonom, pri ktorom síce je potrebná dvojnásobná dĺžka valca ako pri nepriamom pohone s lanovým prevodom 2, ale nie je nutné použiť obmedzovač rýchlosti, zachycovače a nárazníky. Piestnicu je možné uchytiť zospodu rámu v strede klietky, alebo v hornej časti rámu, s hydraulickým valcom vedľa klietky. Pri umiestnení hydraulického valca vedľa klietky sa zníži zástavbová hĺbka valca o výšku klietky, ale vznikne veľká excentricita zaťaženia, čo zvyšuje zaťaženie vodidiel a vodičov. Pri kabínach s malou plochou podlahy, resp. úzkych kabínach a nízkym zdvihom je výhodné použiť umiestnenie valca vedľa kabíny (niekedy stačí valec ukotviť na dno šachty), ale pri rozmerných kabínach je excentricita veľmi veľká a vodidlá s vodičmi musia byť veľmi masívne. Tento spôsob sa využíva skôr pri veľkých zdvihoch pri použití lanového prevodu 2, kde prináša viac výhod, keď umiestnenie pod kabínou nie je realizovateľné jednoduchým spôsobom. Na druhej strane pri umiestnení valca vedľa kabíny je zaťaženie vodidiel umiestnených v rovine súmernosti kabíny približne rovnaké ako pri ich umiestnení na zadnej strane, pri ktorej je hydraulický valec. Použitie tohto variantu by bolo vhodné pre špeciálnu požiadavku prístupnosti do kabíny z troch alebo z dvoch priľahlých strán.

Pre veľmi veľké rozmery kabíny (napr. na prepravovanie penových hmôt) je vhodný pohon dvomi hydraulickými valcami. Usporiadaním podľa obr. 28 nie je

nutná zástavba hydraulických valcov do dna šachty a nevzniká excentricita zaťaženia, takže vodidlá a vodiče nebudú namáhané prídavnými zaťaženiami ako pri pohone jedným hydraulickým valcom umiestneným vedľa kabíny.

Vzhľadom na pomerne malý zdvih klietky sa dá uvažovať s nižšími rýchlosťami zdvihu, rádovo 0,1 až 0,3 m/s, pretože časová úspora premiestnenia pri použití vyšších rýchlosti nie je významná (presnejšia voľba rýchlostí závisí na frekvencii spúšťania). Tieto parametre potom vedú k výkonu hydraulickej sústavy približne 1,2 až 3,5 kW pre nosnosť 500 kg resp. 2,4 až 7 kW pre nosnosť 1000 kg. Nevýhodou hydraulického pohonu je vysoká cena údržby (výmena oleja 1-krát za 5 rokov) a zvýšené energetické nároky vzhľadom na nižšiu účinnosť pohonu a absenciu protizávažia. Pri tomto pohone s výškou zdvihu rastie prudko aj cena hydraulického valca a množstvo hydraulickej kvapaliny. U elektrických výťahov s výškou zdvihu rastie hlavne dĺžka nosných orgánov, ktoré sú samozrejme omnoho lacnejšie v porovnaní s obstarávacou cenou hydraulického valca[1].

Ak by sme uvažovali s pohonnou jednotkou tvorenou elektromotorom, je na výber viacero možností. Klasický pohon lanovým bubnom, reťazovým kolesom, alebo dnes veľmi rozšírený trakčný pohon. Klasický trakčný pohon má veľkú výhodu pri použití pre veľké zdvihy a veľké rýchlosti, keď je možné použiť bezprevodové výťahové stroje. Jediné obmedzenie výšky zdvihu je hmotnosť a pružnosť lán. Prenos krútiaceho momentu iba trením, často s použitím klinových drážok na zlepšenie záberu znamená nižšiu životnosť a pravidelné kontroly lán. Pri použití lanového prevodu 1 by obvodová rýchlosť iba 0,1 až 0,3 m/s bola veľmi nízka pre použitie bezprevodového výťahového stroja. Optimálnejšie by bolo použiť vyšší lanový prevod - 2 a viac. Napríklad pri lanovom prevode 4 by obvodová rýchlosť kotúča bola 0,4 až 1,2 m/s. Prináša to ale drahé a komplikované lanové ústrojenstvo, ktorého životnosť by bola nižšia ako pri iných alternatívach. Pre malé zdvihy a malé rýchlosti ako v našom prípade nevýhody tohto pohonu prevažujú nad výhodami.

Viac výhod pre malé zdvihy a nosnosti ponúka pohon lanovým bubnom a pohon reťazou. U pohonu lanovým bubnom je obmedzený zdvih šírkou bubna, ale to nie je relevantné pri zdvihu 5m. Veľkou výhodou je životnosť lán - sú namáhané iba ohybom a ťahom, ale neodierajú sa ako pri trakčnom pohone. Pri malých rýchlostiach (okolo 0,1 m/s) je vhodné použiť lanový prevod 2 a tým pre zdvih 3 až 5 m a nosnosť 500 až 1000 kg použiť malý výťahový stroj určený pre menšie výťahy so zdvihom do 10 m a nosnosťou 250 až 500 kg. Ako už bolo spomenuté, u lanového bubnu nie je nutné použiť vyvažovacie závažie. V našom prípade je vzhľadom na malú rýchlosť a nosnosť zástavba vyvažovacieho závažia z obstarávacieho hľadiska drahšia ako použitie výkonnejšieho výťahového stroja. Navyše použitie závažia znamená vyšší rozsah údržby a revízií. Z uvedených dôvodov sa javí ako najvhodnejšie riešenie pohonu lanovým bubnom s použitím lanového prevodu 2, bez vyvažovacieho závažia.

---

[1] Dokument popisujúci nevýhody hydraulických výťahov a ich porovnanie s trakčnými výťahmi bol 14.4.2009 zaslaný Ing. Petrom Mokrejšom (Oblastní obchodní manažér OTIS a.s.)

Ak by nebola požadovaná zvýšená presnosť zastavenia, tak aj pre rýchlosti do 0,3 m/s je možné uvažovať s výťahovým strojom s jednorýchlostným trojfázovým asynchrónnym elektromotorom so závitovkovou prevodovkou a čeľusťovou brzdou. Pri požiadavke zvýšenej presnosti dojazdu je vhodnejšie použiť dvojrýchlostný elektromotor.

Pohon reťazou je použiteľný pre rýchlosti do 0,3 m/s, ako v našom prípade. Veľká nevýhoda reťazí, ich hmotnosť, nie je relevantná pre zdvihy do 5m. Ich ohybnosť dovoľuje použiť reťazové kolesá s malým priemerom a teda otáčky výťahového stroja môžu byť vyššie ako pri použití pohone lanovým bubnom s lanovým prevodom 1. Nevýhodou je nutná presnejšia výroba ako pri použití lanového bubna a nerovnomerné vyťahovanie reťazí. Použitie vyvažovacieho závažia nie je nutné, ale výhodné. Druhý koniec reťaze by musel byť pri riešení bez vyvažovacieho závažia udržiavaný v napnutom stave a to by si vyžiadalo netradičné konštrukčné riešenie. Reťazové kolesá sú lacnejšie ako rozmerný liaty bubon. Voľba elektromotora a prevodovky výťahového stroja by bola obdobná ako pri lanovom bubne.

Ďalšou možnosťou je pohonný systém GeN2 firmy OTIS, ktorý v podstate využíva trakčný pohon. Prepravné rýchlosti sú od 1 m/s, takže pohonná jednotka bude vzhľadom na použitie protizávažia a vyššej účinnosti približne rovnako výkonná ako pri hydraulického výťahu s rýchlosťou 0,3 m/s. Tento systém má vynikajúco vyriešenú energetickú bilanciu a komfort jazdy. Je to luxusné riešenie, ktoré bolo skonštruované pre osobné výťahy s požiadavkou vysokého komfortu jazdy s veľkou frekvenciou spúšťania, pri ktorej sa úspornosť výrazne prejaví. Taktiež aj servis a údržba je na vynikajúcej úrovni. Toto riešenie je výhodné tam, kde komfort, krátke časy jazdy a lacná údržba prevážia nad obstarávacími nákladmi [2].

Z predchádzajúceho rozboru možných koncepcií riešenia výťahu podľa zadania sa javí, že jednoznačné rozhodnutie výberu koncepcie závisí ešte od doplnenia konkrétnych údajov, ako sú:

- rozmernosť klietky
- požiadavka presnosti zastavenia
- otvorenosť klietky
- frekvencia použitia
- dovolené priečne sklony kabíny
- bilancia obstarávacie/údržbové náklady

Napriek týmto neznámym sa javia pre väčšinu aplikácii 2 najvhodnejšie koncepcie: použitie priameho hydraulického pohonu s uchytením piestnice pod klietkou a pohon lanovým bubnom s trojfázovým asynchrónnym elektromotorom (jedno alebo dvojrýchlostný - záleží od menovitej rýchlosti a požiadavky zastavenia) , závitovkovou prevodovkou a čeľusťovou brzdou.

---

[2] Cenové zhodnotenie obstarávacích a údržbových nákladov systému GeN2 a porovnanie s hydraulickým výťahom bolo 14.4.2009 zaslané Ing. Petrom Mokrejšom (Oblastní obchodní manažér OTIS a.s.)

6 Záver

V práci som pri popise časti výťahu vychádzal hlavne z použitej knižnej literatúry a noriem. Dostupná literatúra sa však vôbec nevenuje novým pohonom, ktoré sa v posledných rokoch veľmi rozšírili a prinášajú celý rad výhod a úspor. Na internete je taktiež málo odborných článkov, ucelene sa venujúcich popisom používaných konštrukčných riešení, preto som niektoré informácie musel čerpať priamo zo stránok výrobcov, propagujúcich vlastné výrobky. Pri popise som sa snažil zamerať hlavne na riešenia pohonu, výťahového stroja, nosných orgánov a mechanických bezpečnostných prvkov. Ovládanie výťahu a vybavenie kabíny nie je závislé od koncepcie výťahu a závisí od konkrétnych požiadaviek zákazníka, charakteru prevádzky a použitia.

V nasledujúcej časti som sa venoval úvahe o vhodnosti použitia a usporiadania rôznych konštrukčných celkov výťahu pre parametre nákladného výťahu podľa zadania. Prišiel som k záveru, že voľba konkrétneho koncepčného riešenia výťahu sa odvíja od mnohých parametrov a údajov. Napriek tomu som navrhol koncepčné riešenia, ktoré pokryjú väčšinu rozsahu nezadaných parametrov.

Na základe uvedených vlastností, výhod a nevýhod jednotlivých alternatív, by práca mala pomôcť pri prvotnom výbere koncepčného riešenia pre konkrétne parametre a požiadavky malého nákladného výťahu podľa zadania. Pre zákazníka s tým súvisí aj voľba firmy, ktorá bude výťah realizovať. Väčšina firiem používa iba úzky výber koncepčných riešení, ktorý jej umožní hlbšie sa venovať vylepšovaniu vlastných produktov.

Zoznam použitej literatúry

[1] JANOVSKÝ, Lubomír. *Elevator mechanical design*. Elevator World, Inc. 1999. 401 s. ISBN 1-886-536-26-0

[2] JANOVSKÝ,L; DOLEŽAL,J. Výtahy a eskalátory. Praha: STNL - Nakladatelství technické literatury, 1980. 695s. 04-228-80

[3] BALCAR, Otakar. *Výtahy osobní a nákladní s elektrickým pohonem*. Praha: STNL - Nakladatelství technické literatury, 1955. 345s.

[4] BOCKO, Peter. *Teória dopravných a manipulačných zariadení: Osobné výťahy*. Vydáno: 1. 12. 2000, [cit. 2009-23-03]. Dostupné z: <www.pbocko.szm.sk/projects/publications/2000/osobne%20vytahy.pdf>

[5] *Lift Components* [online], [cit. 2009-03-04]. Dostupné z: <http://www.liftcomponents.cz>

[6] Elektronická zbierka zákonov [online], [cit. 2009-02-15]. Dostupné z: <http://www.zbierka.sk>

[7] *Nová generace výtahů OTIS* [online], [cit. 2009-03-04]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/nova-generace-vytahu-otis/>

[8] *Osobný výťah bez strojovne* [online], [cit. 2009-03-04]. Dostupné z: <http://www.otis.com/site/sk/Pages/OVMachineroomless.aspx>

[9] *OTIS GEN2 PREMIER* [online], [cit. 2009-03-04]. Dostupné z: <www.otis.com/site/cz/OT_DL_Documents/OT_DL_DownloadCenter/Katalogy%20Gen%202/Premiere%20CZ.pdf>

[10] ČSN 27 4000: 1986. Elektrické výtahy. Názvosloví. Praha: Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření. 48 s

[11] ČSN 27 4002: 2003. Bezpečnostní předpisy pro výtahy – Provoz a servis výtahů. Praha: Český normalizačný institut. 56 s

[12] ČSN EN 81-1 (27 4003): 1999. Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů. Část 1: Elektrické výtahy. Praha: Český normalizačný institut. 148 s

[13] ČSN EN 81-2 (27 4003): 1999. Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů. Část 2: Hydraulické výtahy. Praha: Český normalizačný institut. 150 s

[14] *EM Brno s.r.o.* [online], [cit. 2009-03-21]. Dostupné z: <http://www.embrno.cz/bezprevodovy-vytahovy-stroj-MEZOLIFT.htm?k=17>