

# Proces montaže dizala

---

Čukelj, Miroslav

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:089210>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

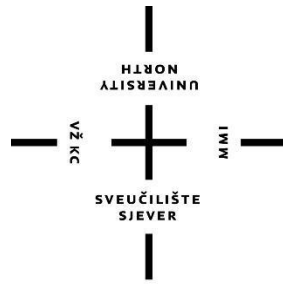
Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

**Završni rad br. 504/EL/2022**

## **Proces montaže dizala**

**Miroslav Čukelj, 2022/336**

Varaždin, srpanj 2022.





# Sveučilište Sjever

Odjel za elektrotehniku

Završni rad br. 504/EL/2022

## Proces montaže dizala

### Student

Miroslav Čukelj, 2022/336

### Mentor

dr. sc. Josip Nađ

Varaždin, lipanj 2022.

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEK	Odjel za elektrotehniku		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Elektrotehnika		
PREDSUPNIK	Miroslav Čukelj	NATČINI BROJ	2022/398
DATA	03.06.2022.	KRATICE	Elektromotorni pogoni
NATČINOV RADA	Proces montaže dizala		
NATČINOV NAZIV NA ENGL. JEZIKU	Elevator Assembly Process		
MENTOR	dr. sc. Josip Nađ	ZVANJE	Predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc. dr. sc. Dunja Srpak 2. Josip Srpak, viši predavač 3. dr. sc. Josip Nađ, predavač 4. mr. sc. Ivan Šumiga, viši predavač 5.		

## Zadatak završnog rada

BR. 504/EL/2022

U uvodnom dijelu završnog rada je potrebno prikazati i usporediti cenovne vrste dizala, s naglaskom na prikaz korištenih vrsta električnih strojeva.

Glavni dio završnog rada treba sačinjavati opis cjelokupnog procesa montaže dizala, od pripremnih radnji, preko same montaže, sve do puštanja u pogon.

Na kraju je potrebno dati kritički osvrt na postojeći proces, te osmisliti prijedlog za unapređenje.

ANOTACIJA IZLOŽEN

03.06.2022



PODPIS MENTORA

*J. Nađ*

## **Predgovor**

U prvome redu veliku zahvalnost dugujem svome mentoru dr. sc. Josipu Nađu koji mi je svojim savjetima i znanjem pomogao pri izradi ovoga završnog rada. Zahvaljujem i na tome što je uvijek imao strpljenja i razumijevanja za moja pitanja.

Također zahvalu želim izraziti ostalim profesorima Sveučilišta Sjever koji su mi svojim predanim radom i marljivošću prenosili znanje i vještine tijekom cijeloga studija. Ovim bih putem zahvalio i kolegama s kojima sam studirao te surađivao na raznim projektima i vježbama te koji su mi pomogli u svladavanju gradiva.

Posebnu zahvalnost iskazujem i Lani Dumbović, koja je najviše bila uz mene i davala mi snagu i hrabrost u najtežim trenucima, te svojoj obitelji koja je također bila uz mene i osigurala mi sredstva potrebna za studiranje.

Za kraj predgovora iskazujem još jedno veliko: „Hvala!“ svima koji su se našli uz mene tijekom studiranja.

## Sažetak

U ovome završnom radu detaljno je obrađena jedna montaža dizala, dodatno potkrijepljena slikama kako bi se bolje dokumentirao proces montaže. Ovaj rad prikazuje svu raznolikost procesa montaže te neke probleme s kojima se monterima susreću.

Na samome početku rada prikazane su i objašnjene različite vrste dizala koje se mogu ugrađivati ovisno o željama i potrebama korisnika te mjestu ugradnje. Nakon toga analiziraju se vrste dizala s obzirom na vrstu pogona. Za svaku vrstu pogona objašnjeno je u kojim se slučajevima koristi i kako je izveden.

Glavni dio rada odnosi se na detaljan opis montaže etažnoga dizala. Pri procesu montaže potrebno je poznavati osnovne koncepte elektrotehnike koji će u ovome radu biti istraženi i upotrijebljeni na konkretnome projektu. Sama montaža ima osam glavnih koraka koji obuhvaćaju pripremu, montažu i testiranje odnosno puštanje dizala u rad. Svi koraci detaljno su objašnjeni i potkrijepljeni slikama.

Sudjelovanjem u projektu montaže dizala i istraživanjem za potrebe ovog rada uočeno je nekoliko mogućnosti za olakšavanje i ubrzavanje procesa montaže dizala. Te su mogućnosti iznesene i objašnjene u poglavlju 5. U prilogima na kraju rada prikazane su neke zanimljivosti i komponente.

***Ključne riječi:*** *montaža, pogon dizala, konzole, vodilice, kabina, dizalo.*

## **Abstract**

In this final paper elevator assembly process is discussed in detail and additionally supported with pictures for better understanding. This paper shows diversity of the elevator assembly process and problems which can arise.

In the beginning of the paper different types of elevators which can be assembled depending on the wishes and needs of the user and the place of assembly are shown and explained. After that, types of elevators are analyzed with regard to the type of drive. For each type of drive it is explained in which cases it can be used and how it is implemented.

Main part of the paper is focused on detailed explanation of elevator assembly. During the assembly process, it is necessary to know the basic concepts of electrical engineering, which will be researched and used on a specific project in this paper. The assembly itself has eight main steps that include preparation, assembly and testing, accordingly putting the elevator into operation. All steps are explained in detail and supported by pictures.

By participating in the elevator installation project and researching for the purposes of this paper, several possibilities for facilitating and speeding up the elevator installation process were observed. These possibilities are presented and explained in chapter 5. In the appendices at the end of the paper, some interesting features and components are presented.

**Key words:** *assembly, elevator drive, consoles, guides, car (cabin), elevator*



## Popis korištenih kratica

<b>AM</b>	- asinkroni motor
<b>CAN</b>	- komunikacijska mreža kontrolera
<b>cm</b>	- centimetar
<b>DC</b>	- istosmjerni napon
<b>MK</b>	- mjerna kota
<b>mm<sup>2</sup></b>	- kvadratni milimetar
<b>NC</b>	- normalno zatvoreni kontakt
<b>NO</b>	- normalno otvoreni kontakt
<b>PMSM</b>	- sinkroni motor s permanentnim magnetima
<b>V</b>	- volt
<b>VO</b>	- vozno okno

# Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Vrste dizala .....	3
2.1.	Etažna dizala .....	3
2.2.	Platforme .....	4
2.3.	Pokretne trake i stepenice .....	6
3.	Kronologija montaže i komponente dizala .....	7
3.1.	Grubi prikaz tijeka montaže .....	7
3.2.	Elektromotorni pogon dizala .....	10
3.3.	Hidraulični pogon dizala .....	10
3.4.	Elektromotor bez reduktora .....	11
4.	Montaža dizala .....	14
4.1.	Pripremne radnje u voznome oknu dizala .....	14
4.2.	Montaža konzola i vodilica.....	15
4.3.	Montaža pogona dizala i grupe upravljanja.....	17
4.4.	Montaža okvira kabine i protuutega .....	20
4.5.	Montaža vrata voznoga okna .....	22
4.6.	Žičana forma.....	24
4.7.	Montaža kabine.....	27
4.8.	Puštanje dizala u rad .....	30
5.	Prijedlozi unapređenja montaže dizala .....	33
6.	Zaključak.....	36
7.	Literatura.....	37

# 1. Uvod

U današnje doba sve je veća potreba za vertikalnim transportom odnosno dizalima. Danas je gradnja novih zgrada nezamisliva bez dizala, a sve je češća ugradnja dizala u postojeće zgrade koje ih još nemaju.

Povijest dizala seže sve do Rimskoga Carstva, kad su dizala bila pokretana ljudskom ili životinjskom snagom. Antička i srednjovjekovna dizala koristila su pogonske sustave nalik dizalicama i vitlima. Nakon toga 1700-tih godina dolazi do izuma vijčanoga pogona za podizanje. Nakon izuma parnoga stroja, parni je stroj bio primijenjen i na pogon dizala, a takva dizala koristila su se u tvornicama i rudnicima. Izum hidrauličnoga pogona istisnuo je parni stroj iz uporabe, u prvome redu zbog mnogo veće snage hidrauličnoga dizala, tj. lakšega podizanja većeg tereta. Godine 1852. američki izumitelj Elisha Graves Otis predstavio je sigurnosnu napravu za zaustavljanje dizala u slučaju puknuća užeta koje služi za podizanje [1]. Time je značajno napredovala sigurnost putovanja dizalima.

Razvoj sigurnosnih elemenata i upravljanja dizalom nastavljao se sve bržim tempom i polako se približavao dizalima kakva poznajemo danas. Na primjer, u drugoj polovici 1900-tih pojavljuju se dizala a drvenom kabinom te mnoštvom sigurnosnih kontakata, vratima itd. U početcima su motori imali više brzina koje su se uklapale pomoću golemih sklopnika. Nakon samo nekoliko godina došlo je do pojave relejnoga upravljanja dizalima, a motori su bili jednobrzinski. Kabine dizala počinju se izrađivati od čeličnoga lima. 1990-ih dolazi do pojave mikroprocesorskoga upravljanja i uporabe frekvencijskih pretvarača [2].

Naravno, razvojem mehanike i elektronike značajne napretke doživjela je i montaža dizala. U slučaju relejne tehnike bilo je potrebno mnogo lemljenja nožica releja jer su se koristile žice. Napretkom tehnologije došlo je do korištenja kabela i konektora za brže spajanje. Daljnji napredak dogodio se izumom posebnih alata za montažu i boljom pripremom u samoj radionici.

U nastavku ovoga rada slijedi detaljan opis i prikaz tijeka montaže dizala. Na početku je napravljena podjela dizala, odnosno sve vrste dizala raspoređene su u tri kategorije. Naravno, dizala su vrlo složeni uređaji i podjela bi mogla imati mnogo više dijelova, no ovdje je prikazana gruba podjela prema osnovnoj namjeni i načinu svladavanja visinske razlike.

Cilj je ovoga završnog rada prikazati složenost samoga posla montaže, a dijelom i pripreme u proizvodnji. Moći će se uvidjeti da je posao montera opsežan, izazovan i raznolik. Potrebno je podosta vještina i tehničke snalažljivosti te strpljenja tijekom učenja i svladavanja tehnike montaže. Prvo je potrebno naučiti dijelove, odnosno komponente dizala te za što se one koriste. Posao gradnje dizala od same proizvodnje dijelova do montaže vrlo je dinamičan jer se kod svakoga dizala pojavljuju neki novi zahtjevi, problemi i druge nepredviđene okolnosti. U nastavku

su dana objašnjenja glavnih dijelova dizala te je kronološki prikazana njihova ugradnja. Uz opis dijelova opisane su i dvije različite vrste pogona dizala te svojstva i izvedba elektromotora korištenoga pri montaži koja je opisana u razradi ovog rada.

Kao što je već spomenuto, u razradi rada nalazi se detaljan prikaz montaže dijelova na gradilištu s prikazom montaže jednoga klasičnog dizala „iz prve ruke“. Uz detaljan prikaz montaže napomenuti su i neki problemi na koje se naišlo ili se nailazi pri svakoj montaži te su dana rješenja tih problema.

Kao zaključak ovoga rada dana su objašnjenja korištenih alata i način na koji je moguće ubrzati montažu. Neki od posebnih alata detaljno su objašnjeni i prikazani. Brzina montažnih radova najviše ovisi o znanju i iskustvu montera. S iskustvom dolazi do jasnijega pregleda sklopa i zapažanja dijelova koje treba doraditi ili prepraviti za lakšu ugradnju. U radu se može uvidjeti i kako je posao montera naporan zbog fizički teških i velikih elemenata koji se u većini slučajeva ugrađuju ručno.

Detalji prikazane montaže odnose se na projekt broj „LP 2019 1311“ [3].

## 2. Vrste dizala

Prema Pravilniku o sigurnosti dizala u upotrebi [4] dizalom se smatraju svi uređaji za dizanje koji se kreću između krutih vodilica a svladavaju put veći od 15 stupnjeva u odnosu na horizontalu. Dizala možemo podijeliti u tri osnovne skupine:

- etažna dizala
- platforme
- pokretne trake i stepenice.

U nastavku slijedi detaljno objašnjenje za svaku pojedinu vrstu dizala [2].

### 2.1. Etažna dizala

Etažna dizala najzastupljenija su vrsta dizala koja se koriste za vertikalni transport. Njihova je primjena veoma široka, a nalazimo ih u stambenim zgradama, bolnicama, poslovnim zgradama, skladištima itd. Etažna dizala mogu biti namijenjena prijevozu ljudi ili tereta. Uporaba ovakvih dizala vrlo je jednostavna i sigurna. Pogon etažnih dizala može biti izveden na dva načina:

- elektromotor s reduktorom ili bez njega
- hidraulični pogon.

Izvedba elektromotornoga pogona s reduktorom prikazana je na slici 1., a koristi se pri velikoj nosivosti i visinama dizanja. Elektromotor može biti manje snage, a uz odgovarajuću frekventnu regulaciju ima manju potrošnju električne energije i veću pouzdanost.



*Slika 1. Elektromotor s reduktorom (skladište u Varaždinu)*

Problem korištenja pogona s reduktorom jest potreba za strojarnicom. Kada nema prostora za strojarnicu, koristi se motor bez reduktora prikazan na slici 2. Ti su motori najčešće izvedeni kao sinkroni s permanentnim magnetima.



*Slika 2. Elektromotor bez reduktora (Starački dom Zaprešić)*

Hidraulični pogon češće se upotrebljava u teretnim dizalima velike nosivosti, ali koristi se i u stambenim zgradama za prijevoz ljudi. Nedostatak mu je ograničena visina dizanja od maksimalno 20 metara, što je otprilike 6 do 7 katova stambene zgrade. U većini slučajeva za pogon preko reduktora potrebna je strojarnica iznad voznoga okna dizala, a za hidraulični pogon strojarnica je najčešće pokraj dizala u najnižoj stanici.

Vrstu pogona određujemo prema nekoliko uvjeta [2]:

- svrha dizala
- potrebna nosivost i veličina dizala
- mogućnosti smještaja pogona dizala.

## **2.2. Platforme**

Ova vrsta dizala najčešće uz vertikalni put svladava i horizontalni put. Dakle, služe za svladavanje stepenica, a najčešće su namijenjena prijevozu osoba s invaliditetom. Ugrađuju se na mjesta gdje nije moguće izvesti podizanje ljudi ili tereta etažnim dizalom. Platforme se mogu podijeliti u dvije vrste: platforme za prijevoz osoba s invaliditetom i teretne platforme [2].

Platforme za prijevoz osoba s invaliditetom najčešće su izvedene za svladavanje stepenica, a mogu biti i vertikalne izvedbe. Slika 3. prikazuje jednu koso podiznu platformu za prijevoz osoba s invaliditetom do drugoga dizala. Takve platforme mogu biti izvedene tako da ih osoba može koristiti samostalno, dakle bez pratitelja, ili tako da osoba koja platformu koristi mora imati pratitelja. Razlika je u tome da platforma za korištenje bez pratitelja ima daljinski upravljač kojim se platforma može pripremiti za prijevoz osobe, dok druga izvedba mora imati pratitelja kako bi pripremio platformu za rad. Platforme za prijevoz osoba s invaliditetom mogu svladati nekoliko zavoja po stepenicama te maksimalno jednu etažu. Pogon ovakvih platformi može biti izveden izmjeničnim ili istosmjernim elektromotorom [2].



*Slika 3. Platforma za osobe s invaliditetom (hotel u Čakovcu)*

Teretne platforme namijenjene su podizanju tereta kao što su automobili, palete i slično. Izvedba je gotovo jednaka vertikalnim platformama za prijevoz osoba, ali se koriste mnogo robusniji materijali velike nosivosti. Takvu platformu prikazuje slika 4.

Najčešći pogon ovakvih platformi jest hidraulični agregat u kojemu je smješteno ulje i pumpa s elektromotorom koja tlači ulje preko crijeva u hidraulični klip i tako podiže teret.



*Slika 4. Teretna platforma tijekom montaže (skladište u Macincu)*

### **2.3. Pokretne trake i stepenice**

Pokretne trake i stepenice namijenjene su prijevozu ljudi i tereta. Najčešća im je primjena u trgovačkim centrima te sličnim mjestima gdje postoji velik protok ljudi. Pogodne su za frekventna područja jer u malo vremena prevezu mnogo osoba. Čim netko priđe stepenicama, one automatski počinju raditi i prevoze ljude dokle god oni prilaze stepenicama, nije potrebno pritiskati dugme za poziv ni čekati kao kod dizala. Pogon pokretnih stepenica najčešće je izveden kao trofazni asinkroni motor s reduktorom. Reduktor se koristi zbog velikih prijenosnih omjera. Reduktor s pokretnim stepenicama može s vratilom biti povezan izravno ili pogonskim lancem.

Pogone stepenica moguće je podijeliti u tri skupine prema njihovom smještaju: unutarnji, vanjski ili modularni pogon. Vanjski pogon stepenica smješten je u gornjoj stanici, ali izvan nosača stepenica. Unutarnji pogon izveden je također u gornjoj stanici, ali unutar nosača stepenica. Modularni je pogon smješten u kosome dijelu nosača stepenica [5].



### 3. Kronologija montaže i komponente dizala

Shematski prikaz komponenata dizala poredanih kronološkim redom prema načinu montaže prikazuje slika 5.

#### 3.1. Grubi prikaz tijeka montaže

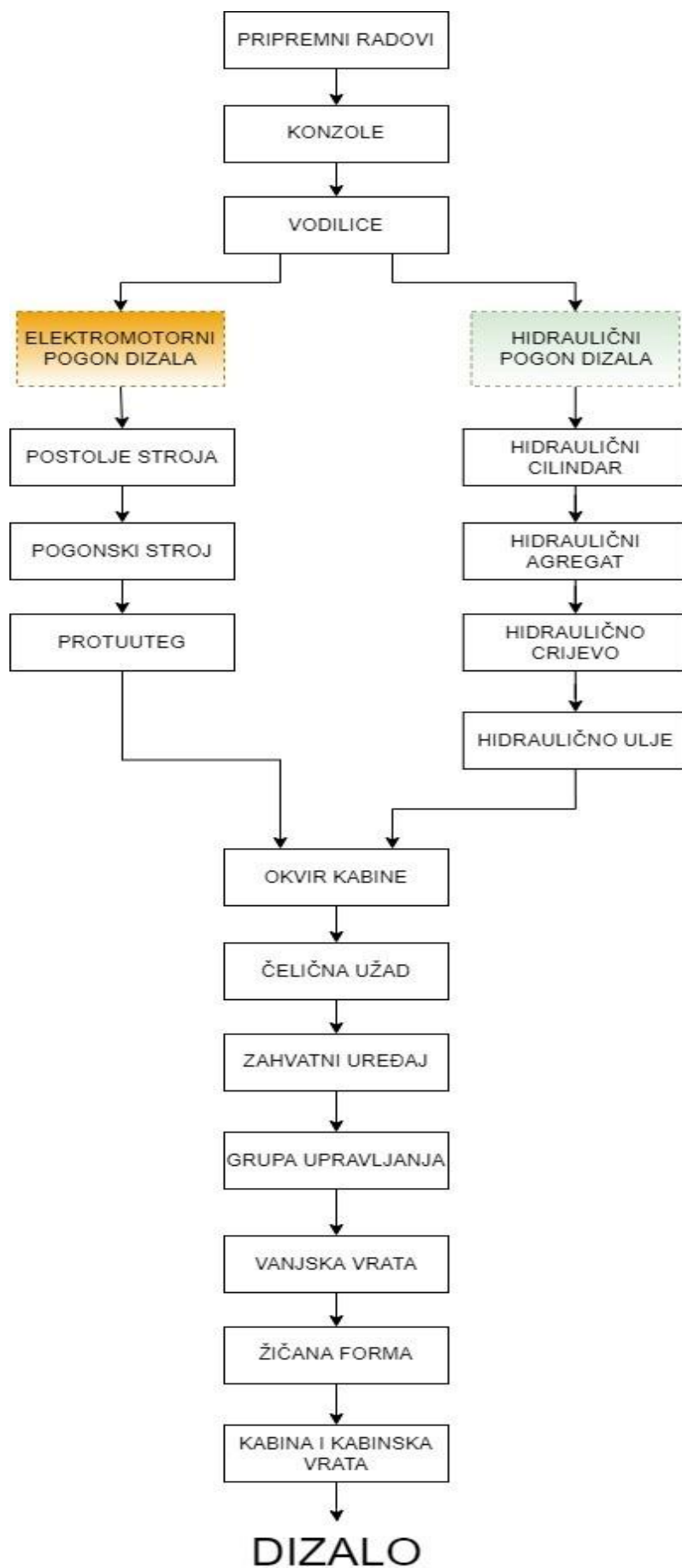
Prije početka montaže potrebno je izvesti pripremne radove u voznome oknu dizala. U pripremne radove spada postavljanje skele s koje se montiraju nosivi dijelovi dizala. Nakon toga potrebno je provjeriti mjere voznoga okna tako da se spuste viskovi i mjere odstupanja zida od tehničkoga crteža. U slučaju prevelikih odstupanja vožno je okno potrebno građevno doraditi. Kao kraj pripreme dolazi postavljanje rasvjete voznoga okna [2].

Konzole su nosivi dijelovi konstrukcije dizala koji se pričvršćuju na zid ili čeličnu konstrukciju, ovisno o izvedbi voznoga okna. Na betonski zid pričvršćuju se čeličnim sidrenim vijcima, u zidu od cigle koristi se posebni kemijski sidreni vijak, a ako se radi o čeličnoj konstrukciji najčešće se pričvršćuju varenjem. Konzole su, kao nosivi dijelovi dizala, podložne različitim vrstama naprezanja (savijanje, vlačno naprezanje).

Vodilice su standardno izvedene kao T-profil od hladno vučenoga metala. Služe za vođenje kabine i protuutega dizala (u električnome pogonu) ili samo kabine (u hidrauličnome pogonu). Na konzole se pričvršćuju posebnim vijcima koji se u žargonu nazivaju „kanjete“. Kanjete su vijci koji na jednoj strani imaju metrički navoj, a na drugoj strani glavu koja je izdužena kako bi legla uz vodilicu i pričvrstila je za konzolu [6].

Okvir kabine sastavlja se od čeličnih profila razne izvedbe, a profili se povezuju vijcima i varenjem. Okvir kabine mora biti krut i dovoljno čvrst da može nositi težinu cijele kabine i tereta koji se prevozi u kabini. Kabina se pričvršćuje na okvir na krovu te na podu kako se ne bi micala. Na okviru kabine nalaze se još vođenje kabine i zahvatni uređaj. Vođenje može biti izvedeno klizačima, kotačima ili kombinacijom obaju načina.

Čelična užad služi za podizanje i spuštanje kabine i protuutega električnih dizala te samo kabine i nepomičnog postolja hidrauličnih [2]. Standardiziranoga je presjeka (6, 8 ili 10 mm), a krajevi užadi kopčaju se užnim zatvaračima. Da bi motor lakše svladao teret, užad se postavlja u različitim omjerima (1:1, 2:1 ili 4:1).



Slika 5. Shematski prikaz tijekom montaže dizala [2]

Zahvatni uređaj sigurnosna je naprava koja ograničava brzinu kretanja kabine te u slučaju prevelike brzine mehanički zaustavlja dizalo. Pod pojam zahvatni uređaj spada nekoliko komponenata, a to su: mehanički regulator brzine, kočna kliješta, čelično uže te uređaj za natezanje užeta. Ovi elementi povezani su čeličnim užetom. Kada dizalo prijeđe preko nazivne brzine, regulator brzine okida i aktivira kočna kliješta te se kabina zaustavi. Postoje sigurnosni kontakti koji električki isključuju pogon dizala. Kontakt na regulatoru i kontakt na kočnim kliještima pokazuju je li se mehanizam aktivirao, a jedan se kontakt nalazi na uređaju za natezanje kako, u slučaju da se uže produlji, ne bi došlo do zatajenja zahvatnoga uređaja.

Grupa upravljanja upravlja radom dizala. Elementi koji se koriste u grupi upravljanja jesu: mikroprocesorska jedinica, frekvencijski pretvarač, releji i sklopnici, ispravljач napona i dr. Mikroprocesorskom jedinicom smatra se glavna pločica. Ona u sebi ima softver posebno izveden za dizala prema zakonima i normama koje se odnose na dizala. Frekvencijski pretvarač služi za regulirano upravljanje motorom.

Vanjska vrata moguće je izvesti kao automatska ili poluautomatska. Automatska vrata otvaraju se i zatvaraju, kao što se po nazivu može zaključiti, automatski. Mogu biti teleskopska (krila se otvaraju u lijevu ili desnu stranu) te centralna (krila se otvaraju i ulijevo i udesno istovremeno). Poluautomatska vrata slična su običnim vratima u kućanstvima. Poseban ih mehanizam odbravi (otključa) te ih je potrebno ručno otvoriti. Zatvaranje počinje automatski zbog opruge koja ih zatvara. Postoji velik izbor boja i materijala vanjskih vrata, a među najčešćima su korištenje različitih vrsta nehrđajućeg čelika i plastificiranje.

Žičana su forma sve električne instalacije na dizalu kojima se grupa upravljanja povezuje s kabinom dizala, pogonom dizala, vanjskim vratima, pozivima, priključnom kutijom u jami voznoga okna i ostalim elementima [2]. Većina današnjih električnih instalacija ima konektore za priključak, što znatno olakšava montažu. Najčešća mjesta korištenja konektora jesu vanjska vrata i pozivi, priključna kutija u jami voznoga okna i drugi.

Kabina i kabinska vrata montiraju se na samome kraju montaže te je potreban oprez pri sastavljanju kako se ne bi oštetili ili izgubili vidljivi dijelovi kabine. Kabina se sastavlja od čeličnih ili *inox* limova koji su izvedeni kao C-profilu da bi se mogli povezivati, ali i dobili veću krutost. U slučaju panoramskoga dizala stranice kabine izrađene su od stakla. Kako je kabina predviđena za prijevoz ljudi, važan je i estetski dojam, stoga se u kabinu dizala ugrađuju ogledala i rukohvat [2]. Na podu kabine može biti kamen ili protuklizna obloga, a strop ima spuštenu dio u kome su smještena rasvjetna tijela. Nakon sastavljanja i učvršćivanja kabine na red dolaze kabinska vrata koja u današnje vrijeme rade isključivo automatski. Kabinska vrata mogu biti izvedena kao teleskopska ili centralna s po jednim, dvama ili četirima krilima. Na mjestima gdje je smanjen

prostor za krila koriste se centralna BUS krila koja zahtijevaju mnogo manje prostora pri otvaranju i zatvaranju (ne otklanjaju se ustranu izvan kabine).

### **3.2. Elektromotorni pogon dizala**

Nosač stroja čelični je sklop sastavljen od U- ili UNP-profila te limova debljine od 5 do 10 milimetara. Nosač stroja ovisi i o mjestu ugradnje stroja. Ako se stroj postavlja u strojarnici, nosač se najčešće izrađuje od UNP-profila, dok je pri izvedbi bez strojarnice najčešće sastavljen od debelih limova. Dijelovi nosača spajaju se zavarivanjem ili vijcima. Nosač mora biti masivan kako bi izdržao opterećenja koja se pojavljuju pri pokretanju i zaustavljanju dizala.

Pogonski stroj dizala ove izvedbe jest elektromotor s reduktorom ili bez njega. Detaljna obrada motora bez reduktora slijedi u nastavku (sinkroni motor s permanentnim magnetima). Motor za pogon preko reduktora izveden je kao trofazni asinkroni s kaveznim rotorom. Ovakav motor s reduktorom zbog njegove je veličine potrebno smjestiti u strojarnicu iznad dizala. Postoji još mogućnost smještanja pogonskoga stroja na dno voznoga okna, ali to je rijedak izbor. Snaga motora i reduktora, tj. njihov tip, određuje se proračunom dizala [2].

Protuuteg se koristi samo u električnome pogonu dizala. Služi kao protuteža kabini kako bi motor lakše spuštao i dizao kabinu te teret u njoj. Konstrukcija mu je vrlo jednostavna, sastavlja se od vertikalnoga U-profila te gornjega i donjeg jarma od kojih gornji ima kolotur za čeličnu užad. Težina protuutega postiže se čeličnim, betonskim ili drugim ulošcima koji se stavljaju u nosivi okvir, a proračun težine radi se tako da se neto masi prazne kabine doda pola nosivosti dizala.

### **3.3. Hidraulični pogon dizala**

U hidrauličnome pogonu dizala za pogon se koristi hidraulični cilindar. Za ovu vrstu pogona protuuteg nije potreban. Hidraulični klip može biti postavljen bočno (uz kabinu) ili središnje ispod kabine, ovisno o samome voznom oknu i visini dizanja [2].

Hidraulični agregat sastavljen je od kotla za ulje, trofaznoga ili monofaznog elektromotora s pumpom te bloka ventila. U kotao se smješta hidraulično ulje, a na dnu kotla nalaze se motor i pumpa. Elektromotor je uronjen u ulje zajedno s pumpom, stoga mora postojati odgovarajuća zaštita kako ulje ne bi došlo u kućište motora. Elektromotor hidrauličnoga agregata pokreće vijčanu pumpu koja tjera ulje pod pritiskom prema bloku ventila. Blok ventila na sebi ima elektromagnetske ventile koji se elektronički otvaraju i zatvaraju kako je potrebno za gladak rad dizala.

Hidraulično crijevo povezuje blok ventila (hidraulični agregat) s klipom. Kada pumpa tjera ulje u crijevo, ulje pod pritiskom ulazi u klip te na taj način podiže kabinu do željenog kata. Kada

se kabina spušta, otvara se samo elektromagnetski ventil koji ima reguliran protok ulja te se ulje iz klipa vraća u agregat. Crijevo mora biti visokotlačno da može podnijeti tlak do 50 bara te savitljivo zbog same ugradnje i mjesta na koje se ugrađuje.

Hidraulično ulje služi kao radni medij koji pumpa pod tlakom tjera u klip što pomiče kabinu. Pri svakome korištenju dizala dolazi do zagrijavanja ulja, pa ono s vremenom gubi svojstva te ga je potrebno zamijeniti novim [2].

### 3.4. Elektromotor bez reduktora

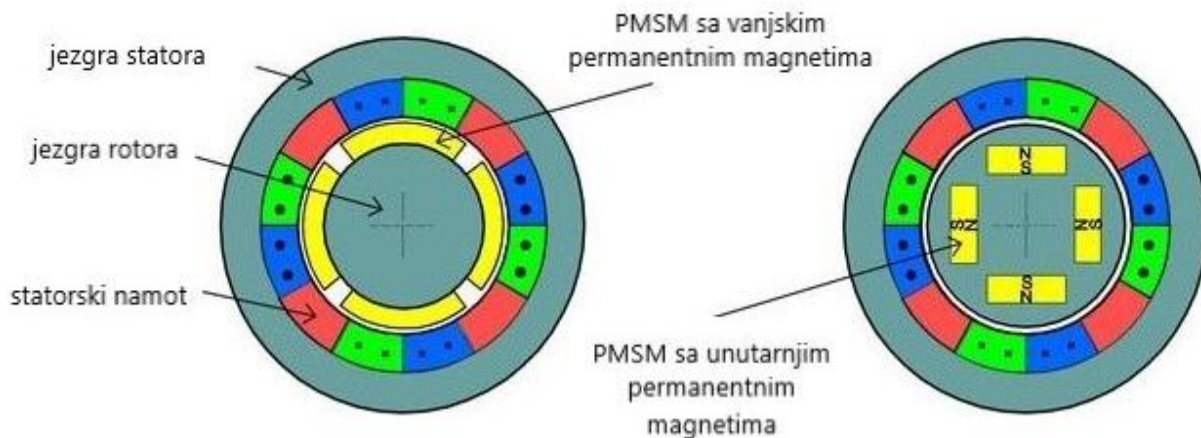
U elektromotornim pogonima bez reduktora na dizalima se koristi najčešće trofazni sinkroni elektromotor s permanentnim magnetima, kasnije u tekstu PMSM (*permanent magnet synchronous motor*). Permanentan ili stalan magnet jest tvar koja stvara vlastito magnetsko polje te se njegova magnetska svojstva neznatno mijenjaju s vremenom i nisu podložna vanjskim utjecajima. Permanentni magneti nalaze se na rotoru PMSM-a, zbog čega nema potrebe za uzбудnim namotajem, već magneti proizvode magnetsko polje u zračnome rasporu. Stoga je potrebno dovesti samo električnu energiju za promjenu magnetskoga polja kako bi se dobilo gibanje rotora. Ovakvi su motori zbog svojih dobrih karakteristika među boljim motorima u uporabi, a pogodni su za dizala zbog mogućnosti kontrole brzine i energetske učinkovitosti [7, 8, 9].

Konstrukcija PMSM-a ne razlikuje se znatno od konstrukcije asinkronoga motora. Štoviše, stator je u potpunosti jednak. Stator je izveden od dinamolimova koji su međusobno izolirani te je u utore statora ubačen statorski namotaj. Dok je stator iste izvedbe kao i u AM-u, rotor se značajno razlikuje. U ovakvim motorima na rotor se smještaju permanentni magneti, što je moguće izvesti na dva načina [7, 8, 9]:

- PMSM s vanjskim permanentnim magnetima
- PMSM s unutarnjim permanentnim magnetima.

Obje izvedbe rotora s permanentnim magnetima prikazane su na slici 6.

Upravljanje brzinom vrtnje rotora dizala ostvaruje se pretvaračem napona i frekvencije. Svaki pretvarač frekvencije sastoji se od triju dijelova: ispravljača, istosmjernog međukruga i izmjenjivača. Na ispravljač se priključuje mreža, a u istosmjernome krugu nalaze se zavojnica i kondenzator za stabilizaciju napona te otpornik koji služi za potrošnju električne energije koja se proizvodi pri kočenju motora. Izmjenjivač sadrži IGBT tranzistore.



*Slika 6. Izvedbe rotora s permanentnim magnetima [10]*

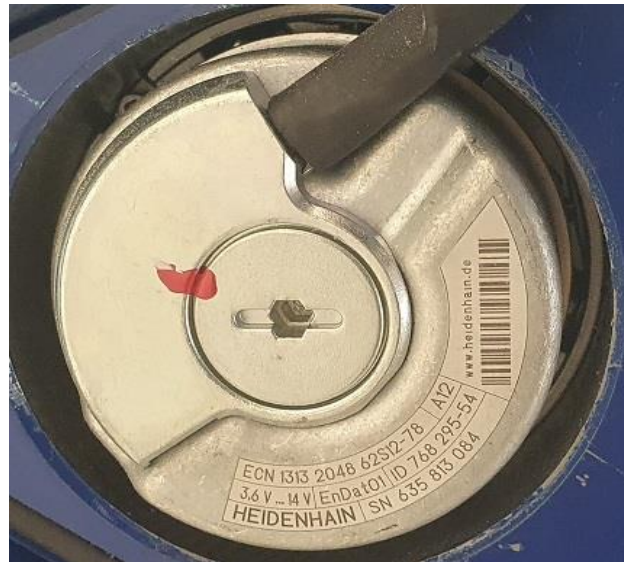
*Prevedeno s Padeborn University*

Motor prikazan na slici 7. izveden je s rotorom s unutarnjim permanentnim magnetima, a njegovi parametri vidljivi su s natpisne pločice prikazane u prilogu 1.



*Slika 7. Sinkroni motor s permanentnim magnetima*

Na motor su još ugrađeni enkoder prikazan na slici 8. koji služi pretvaraču za kontrolu položaja rotora te kočnica koja drži rotor motora dok dizalo ne vozi ili ga zaustavlja u slučaju potrebe.



*Slika 8. Enkoder [3]*

Enkoder mora biti kompatibilan s frekvencijskim pretvaračem. Korišteni enkoder inkrementalne je izvedbe te ima 2048 impulsa.

Kočnica dolazi tvornički ugrađena i podešena. Kočnica je složen mehanizam te tako na sebi ima zavojnice koje služe za otpuštanje kočnice. Otvaranjem kočnice također upravlja frekvencijski pretvarač, a uz zavojnice se na kočnici nalaze dva mikroprekidača za nadzor otvaranja kočnice.

## 4. Montaža dizala

Montaža dizala složen je proces za koji je potrebna kvalitetna priprema. Tako je jedna od obveza montera da provjeri dijelove isporučene na gradilište kako bi mogao pripremiti sve pomoćne alate koji će mu biti potrebni. Uz to se provjerom materijala mogu uvidjeti neki veći nedostaci, npr. dijelovi koji nedostaju, pogrešno su izrađeni ili oštećeni. Detaljna priprema važna je kako bismo se unaprijed pripremili na moguće poteškoće te time olakšali i ubrzali montažu.

U nastavku rada opisivat će se montaža dizala na električni pogon bez reduktora i bez strojarnice [2].

### 4.1. Pripremne radnje u voznome oknu dizala

Pripremne su radnje u voznome oknu: montaža skele s koje se montiraju nosivi dijelovi dizala, rasvjeta voznoga okna, spuštanje viskova kako bi se izmjerila odstupanja pojedinih zidova te usporedba dobivenih mjera s tehničkim crtežom dizala. Razmjeravanje (mjerenje dimenzija voznoga okna te usporedba s tehničkim crtežom) voznoga okna vrlo je važno jer je odstupanja, ako su prevelika, potrebno uskladiti s tehničkim crtežom [2].

U konkretnome projektu [2] građevni su radovi bili dobro izvedeni te odstupanja nisu bila prevelika. Ako su odstupanja prevelika, potrebno je građevno obraditi vozno okno prije početka montaže. Slika 9. prikazuje skelu u voznome oknu koju je zbog konfiguracije zgrade bilo lakše izvesti samo daskama debljine oko 5 cm na svakim ulaznim vratima umjesto standardne cijevne izvedbe.



*Slika 9. Skela u voznome oknu [3]*



Rasvjeta voznoga okna spada u pripremne radove jer su vozna okna dizala obično tamna i previše mračna za rad. Zbog panoramske izvedbe istočne strane voznoga okna u ovome je primjeru učinjena iznimka te je rasvjeta montirana kasnije kako ne bi smetala. Prije pojave LED rasvjete upotrebljavale su se brodske svjetiljke te fluorescentne cijevi. Današnja rasvjeta izvedena je kao LED traka ugrađena u gumeni prozirni plašt. Uporabom ovakve rasvjete osvjetljenje je znatno bolje jer se LED traka prostire duž cijeloga voznog okna, a druga je prednost to što je traka malih dimenzija.

Izgled LED trake prikazan je na slici 10.

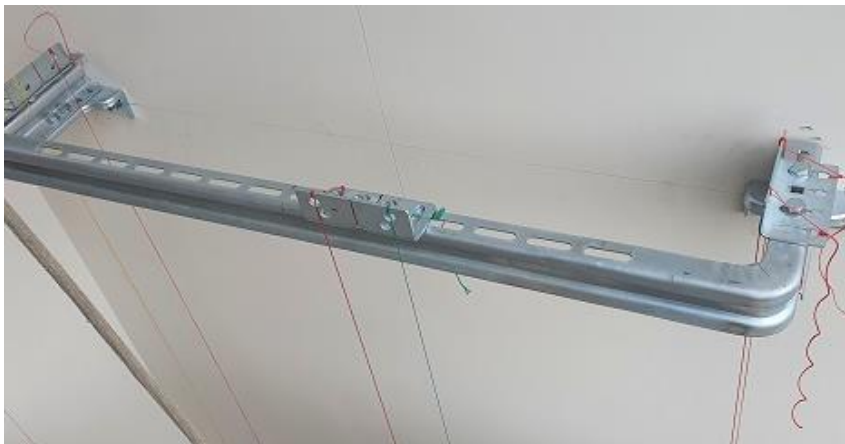


*Slika 10. Led traka [3]*

## **4.2. Montaža konzola i vodilica**

Konzole mogu biti izvedene na različite načine ovisno o prostoru u koji se smještaju te rješenju koje osmisli projektant strojarskoga dijela. One dolaze u dijelovima te ih je na gradilištu potrebno sastaviti vijčanim spojevima. Vijčani spojevi zatežu se prstima kako bi se kasnije moglo izvesti centriranje konzola [2]. Pri pripremi konzola za montažu utvrđena je greška u proizvodnji. Naime, konzole su se mogle pomicati u svim smjerovima, a kad su postavljene na najveću mjernu kotu (MK) utvrđeno je da razmak nije odgovarajući. Daljnjim razmatranjem zaključeno je da je sve konzole potrebno skratiti kako bi se dobila odgovarajuća MK. Nakon prepravke konzola počinje njihova montaža i to tako da se najprije montira gornji red. Razmak konzola određen je nacrtom.

Nakon montaže gornjega reda spuštaju se viskovi kako bi se točno odredio položaj donje konzole. Najniža (donja) i najviša (gornja) konzola jednom se riječju zovu „osnove“. Nakon uspješnoga postavljanja i centriranja, građevinsko se uže napinje između osnova kako ne bi došlo do njihanja pri montaži preostalih konzola. Izgled konzole sa spuštenim viskovima prikazuje slika 11. Na slici je prikazana samo zajednička konzola koja nosi vodilice protuutega te jednu kabinsku vodilicu. Druga konzola za drugu kabinsku vodilicu smještena je na suprotnome zidu te je manje izvedbe, odnosno izvedena je od dvaju L-profila (jedan za prihvat na zid, jedan na vodilicu, a međusobno su povezani vijcima).



*Slika 11. Konzola [3]*

Poslije montaže konzola slijedi montaža vodilica. Vodilice se postavljaju jedna na drugu te kanjetama pričvršćuju na konzole. Međusobni spoj ostvaruje se sudarnim letvama koje moraju biti željezne te dvostruko deblje od noža vodilice kojim se kreće kabina. Nakon što su sve vodilice postavljene, slijedi centriranje i provjera MK te zatezanje kanjeta i vijaka na sudarnim letvama. Slika 12. prikazuje montirane vodilice.



*Slika 12. Montirane vodilice [3]*

### 4.3. Montaža pogona dizala i grupe upravljanja

Nosač pogona dizala smješta se na vodilice pri vrhu voznoga okna jer je vozno okno izvedeno bez strojarnice. Pri ugradnji je došlo do poteškoća jer predviđene rupe za pričvršćivanje na vodilice nisu odgovarale ili vodilice nisu bile izbušene. Nosač stroja masivan je sam po sebi te na njega dolazi još motor, a kasnije, kad se postavi čelična užad, cijela težina dizala stoji na njemu. Stoga je bilo potrebno probušiti nekoliko rupa na vodilicama i samome nosaču te ga adekvatno učvrstiti. Nakon uspješnoga postavljanja nosača stroja, na drugu se kabinsku vodilicu postavljao nosač za kopčanje čelične užadi i regulatora brzine. On se pričvršćuje na kabinsku vodilicu te čeličnim sidrima na zid, ali pri ugradnji na vodilicu pojavio se problem. Zbog maloga razmaka od zida nije bilo moguće rukom ili alatom doći do vijaka te pričvrstiti nosač na vodilicu. Rješenje je izvedeno zavarivanjem matica na stražnjoj strani nosača. Slika 13. prikazuje nosač stroja, a nosač čelične užadi i regulatora brzine dizala prikazan je na slici 14.



*Slika 13. Nosač pogona dizala [3]*



*Slika 14. Nosač čelične užadi i regulatora brzine [3]*

Nakon nosača na red dolazi trofazni elektromotor s permanentnim magnetima, slika 7. On se vijcima pričvršćuje na nosač stroja. Kako se vibracije tijekom vožnje ne bi prenosile na kabinu, nosač stroja ili spoj nosača i motora moraju imati gume.

Kada je motor postavljen na mjesto, slijedi ugradnja grupe upravljanja koja se nalazi na zadnjem katu pokraj voznoga okna. Prije montaže grupe upravljanja potrebno je u zidu izbušiti rupu za električne instalacije dimenzija otprilike 15 x 15 cm. Slika 15. prikazuje veći dio grupe upravljanja.



Slika 15. Grupa upravljanja [3]

Na slici je vidljiv frekvencijski pretvarač unutar kojega su glavna pločica koja upravlja dizalom, ispravljač napona, elektronika UPS uređaja (akumulatori su smješteni na dnu ormara), priključnice za kabele koji dolaze od elektromotora te kutija za vožnju dizala u spasilačkome režimu.

Potom na red dolazi dio žičane forme odnosno povezivanje grupe upravljanja i elektromotora odgovarajućim kabelima. Dovod napajanja od frekvencijskoga regulatora do motora izveden je kabelom koji ima četiri vodiča presjeka  $4 \text{ mm}^2$  te je oklopljen metalnim plaštem.

Slika 16. prikazuje već ožičenu priključnu kutiju elektromotora. Na slici je također vidljiv otpornik koji služi za potrošnju električne energije pri kočenju motora.



*Slika 16. Priključna kutija elektromotora [3]*

Kada je elektromotor potpuno ožičen, potrebno je upisati sve parametre motora i pokrenuti uparivanje motora s pretvaračem. Da bi se moglo započeti s uparivanjem motora i pretvarača, potrebno je kratko spojiti sve kontakte u sigurnosnome krugu. Parametri motora upisuju se ručnim terminalom za ugađanje parametara. Potrebno je ući u postavke instalacije te odabrati ikonu „parametri uređaja“. Zatim je potrebno provjeriti prikazane parametre, a posebna pažnja pridodaje se broju stanica, naponu i frekvenciji mreže te se aktivira instalacijski način rada. Također se upisuju parametri motora s natpisne pločice prikazane u prilogu 1. Nakon toga postavljaju se tri vrste brzine:

- brzina normalne vožnje – brzina kojom dizalo prevozi osobe u normalnome načinu rada
- brzina inspeksijskoga načina rada – brzina dizala tijekom završne montaže ili servisa
- brzina povratnoga upravljanja – način vožnje iz grupe upravljanja (u spasilačkome režimu).

Na kraju se postavljaju tip enkodera i nadzor mehaničkih kočnica. Tip enkodera odabire se prema natpisnoj pločici prikazanoj na slici 8. Nadzor mehaničkih kočnica ostvaren je mikrokontaktima koji mogu biti normalno otvoreni (NO) ili normalno zatvoreni (NC), odnosno potrebno je odabrati koji se kontakti koriste. Kada su postavljeni svi parametri, potrebno je spremite promjene te pokrenuti uparivanje motora i pretvarača. [13]

#### 4.4. Montaža okvira kabine i protuutega

Okvir kabine i protuutega došao je u dijelovima te ih je bilo potrebno sastaviti. Na donji dio jarma okvira kabine potrebno je vijčanim spojevima montirati „papuče“ koje klize po vodilicama te dvije užnice kuda prolazi čelična užad. Zatim se stavljaju profili koji povezuju gornji jaram s donjim jarmom. Oni su najčešće izvedeni od L- ili U-profila. Papuče se montiraju i na gornji jaram kako bismo kabinu fiksirali između vodilica. Kada je okvir kabine fiksiran i centriran, zatežu se vijci na spojevima. Izgled gornjeg dijela okvira kabine prikazuje slika 17.



*Slika 17. Okvir kabine [3]*

Potom slijedi sastavljanje okvira utega. Slika 18. prikazuje okvir utega umetnut između vodilica. Okvir utega relativno je lagan, stoga se sastavlja izvan voznoga okna pa zatim ubacuje na mjesto između vodilica. Kada je umetnut između vodilica, montiraju se gornje i donje papuče.



*Slika 18. Okvir utega [3]*

Slijedi postavljanje čelične užadi koja služi za kretanje kabine voznim oknom. Ona se užnim zatvaračima kopča na nosač čelične užadi prikazan na slici 14. te provlači ispod kabine preko obiju užnica do motora. S motora prelazi na protuuteg te se druga strana opet užnim zatvaračem kopča na nosač stroja prikazan na slici 13. kako bi se dobio omjer 2:1. To je najčešći omjer kopčanja čelične užadi kod motora bez reduktora zbog broja okretaja samog motora. Kada bi ovjes bio izveden u omjeru 1:1, motor bi se morao vrtjeti vrlo sporo jer bi se u suprotnome kabina gibala vrlo velikom brzinom.

Na slikama 19. i 20. prikazano je kopčanje čelične užadi užnim zatvaračima. Na jednoj su strani samo gume zbog apsorpiranja vibracija (slika 19.), a na drugoj su strani opruge koje u slučaju puknuća jednog od čeličnih užadi podižu sklop iznad zatvarača te tako otvaraju sigurnosni kontakt i zaustavljaju dizalo (slika 20.).



*Slika 19. Užni zatvarači s gumama [3]*



*Slika 20. Užni zatvarači s oprugama [3]*

#### **4.5. Montaža vrata voznoga okna**

Vanjska vrata dizala moguće je montirati i sa skele, ali u praksi se to najčešće izvodi s poda kabine. Dakle, nakon montaže čelične užadi moguće je pokrenuti „dizalo“ odnosno okvire utega i kabine. Time je završila potreba za skelom u voznome oknu pa ju je potrebno srušiti, rastaviti. Kako bi se mogli prevoziti monter, potrebno je ugraditi pod dizala s kojega se odvija daljnja montaža, a prikazan je na slici 21. Ispod poda kabine ugrađuju se mjeraci tereta na sve četiri strane kako bi mjerenje bilo preciznije. Kalibriranje se izvodi tek nakon što je cijela kabina sastavljena.



*Slika 21. Pod kabine dizala [3]*



Kako ne bi došlo do proklizavanja čelične užadi kad se dodaje teret na pojedinu stranu kabine, trebaju se ubacivati elementi protuutega da se održi ravnoteža. Slika 22. prikazuje elemente utega stavljene u okvir.



*Slika 22. Elementi protuutega [3]*

Pod kabine namješta se i pričvršćuje za okvir kabine. Uz to se postavlja i čelično uže za regulator brzine (sigurnost prije svega, da tijekom montaže ne bi došlo do nekontroliranoga kretanja kabine i ozljeda montera). Dakle, ako dizalo počne ubrzavati i nekontrolirano se kretati, mehanizam za zaustavljanje će se aktivirati i spriječiti katastrofu. Uz to se kao sigurnosni elementi ispod protuutega i kabine montiraju amortizeri za nasjedanje da zaustave kretanje ako kabina ode prenisko ili previsoko.

Kada je sve osigurano, počinje montaža vrata voznoga okna. Vrata VO montiraju se na metalne nosače i to tako da se tri nosača postavljaju ispod vrata, a dva iznad vrata, te se svi nosači učvršćuju u zid. Vrata se sastoje od metalnoga okvira, mehanizma za otvaranje i zatvaranje te vratnih krila. Slika 23. prikazuje izgled montiranih vrata VO bez krila.



*Slika 23. Vrata voznoga okna [3]*

Nakon montaže okvira i mehanizma za otvaranje vrata montiraju se krila te je time završena montaža vanjskih vrata.

#### **4.6. Žičana forma**

Slijedi postavljanje električnih instalacija u voznome oknu. Ono se sastoji od postavljanja kanalice za kabele duž cijelog VO u blizini vanjskih vrata te postavljanja visećega kabela koji služi kao veza kabine s grupom upravljanja.

Slika 24. prikazuje postavljene kanale te viseći kabel.



*Slika 24. Električne instalacije u voznome oknu [3]*

U žičanoj formi nalazi se nekoliko kabela:

- kabel za kontakt zavrave vrata voznoga okna
- kabeli za pozive
- veza s jamom voznoga okna.

Kontakt zavrave vrata napajan je izmjeničnim naponom 230 V, a pozivi rade preko CAN komunikacije kako bi se smanjilo kablasko ožičenje. Za CAN komunikaciju koriste se samo četiri žice, od toga dvije za napajanje i dvije za komunikaciju. U ovome slučaju prednost u montaži bila je unaprijed pripremljena žičana forma s konektorima za vrata i pozive. Dakle, kod svakih vrata nalazio se konektor, čime se dobiva na brzini ugradnje.

Konektor za kontakt zavrave i poziva prikazan je na slici 25.



*Slika 25. Konektori žičane forme [3]*

Vanjski pozivi montiraju se najčešće na okvir vrata. Slika 26. prikazuje postavljen poziv zaštićen folijom kako zbog građevnih radova oko vrata ne bi došlo do oštećenja poziva.



*Slika 26. Vanjski poziv [3]*

U žičanoj formi nalazi se još kabel s 15 žica presjeka  $0,75 \text{ mm}^2$  koji povezuje jamu voznoga okna s grupom upravljanja. Razlog ovolikoga broja žica jesu sigurnosni kontakti u jami te inspeksijska kutija za vožnju kabine iz jame.

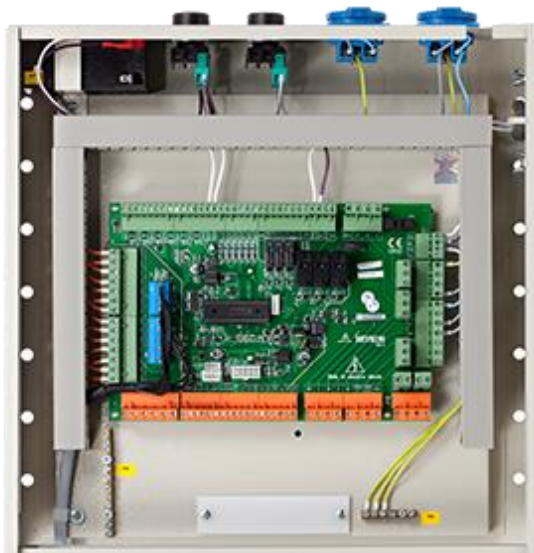
Od sigurnosnih kontakata u jami voznoga okna nalaze se:

- krajnji prekidač
- kontakt na preklopnoj penjalici
- kontakt uređaja za natezanje čeličnog užeta regulatora brzine itd.

Uz nabrojeno se u jami voznoga okna mora nalaziti i tipkalo za uključivanje rasvjete te gljiva „Stop“ koja otvara sigurnosni krug te onemogućava da dizalo krene.

Viseći kabel vidljiv na slici 24. tirkizne je boje zbog toga što je dizalo panoramske izvedbe pa je ljepši od standardne crne ili sive boje. U njemu se nalazi 16 žica presjeka  $0,75 \text{ mm}^2$  za napajanje kabinskih vrata i sigurnosne kontakte te 12 žica  $0,5 \text{ mm}^2$  za komunikaciju, telefonsku liniju itd. Plosnate je izvedbe kako bi lakše pratio kabinu dok se kreće voznim oknom. Na objema stranama nalaze se konektori pa je ugradnja relativno jednostavna i brza.

Slika 27. prikazuje priključnu kutiju na krovu kabine. S donje strane vidljivi su narančasti konektori gdje se spaja viseći kabel, a ostali konektori služe za sigurnosni niz svih kontakata na kabini, rasvjete kabine itd.



*Slika 27. Priključna kutija na krovu kabine [11]*

*Preuzeto s Arkel Elevator Systems (<https://www.arkel.co.in/media/1325/rk51.png>)*

#### **4.7. Montaža kabine**

Stranice kabine bile su tvornički pripremljene pa je vijcima trebalo spajati samo uglove po visini te na podu i krovu, a lijeva, desna i stražnja stranica bile su kompletirane. Desna stranica na kojoj se nalazi upravljačka lamela s pozivima ipak nije bila pripremljena.

Kada se sve stranice kabine spoje, montira se krov kabine koji na sebi ima spušten strop u koji se ugrađuje rasvjeta kabine. Na vrh kabine dolazi učvršćenje koje se vijcima spaja s krovom i okvirom kabine kako bi se kabina fiksirala u određenome položaju. Nakon centriranja kabine mogu se zategnuti svi vijci na spojevima lamela.

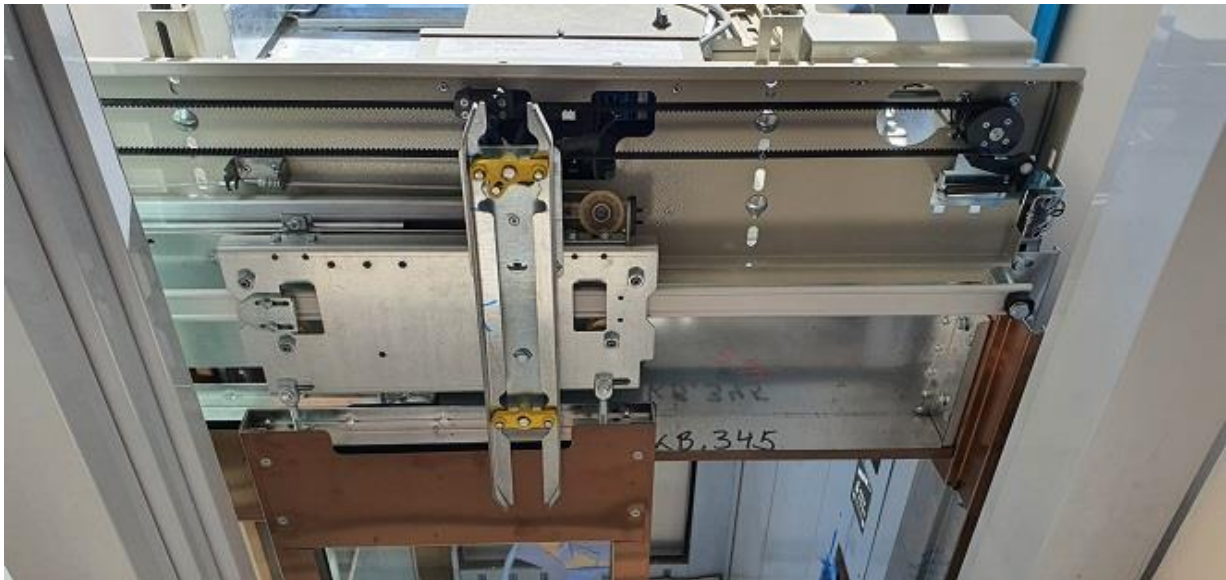
Slika 28. prikazuje kompletiranu kabinu s ugrađenom upravljačkom lamelom. Nakon što je kabina montirana i zategnuta, na krov kabine postavljaju se zaštitna ograda i priključna kutija. Slijedi montaža kabinskih vrata. Ona se sastoji od pogona vrata, u koji je ugrađena elektronika za upravljanje, te krila vrata.



*Slika 28. Kabina dizala [3]*

Kad su vrata mehanički na mjestu, potrebno je priključiti napajanje vrata, sigurnosni kontakt te kontakte krajnje otvorenog i krajnje zatvorenog položaja vrata. Zatim slijedi „učenje vrata“ – potrebno ih je električki pomicati u režimu učenja kako bi elektronika snimila put vrata. Kad se vrata ugođeno otvaraju i zatvaraju, montira se mehanizam za odbravljanje vanjskih vrata.

Pogon vrata s mehanizmom za otvaranje vanjskih vrata prikazan je na slici 29.



*Slika 29. Kabinska vrata [3]*

Na kraju se na kabinu ugrađuje skija za aktivaciju krajnjih prekidača koji se nalaze na vrhu te na dnu VO. Krajnji prekidači električna su zaštita u slučaju da se dizalo ne zaustavi na gornjoj, odnosno donjoj stanici.

Slika 30. prikazuje skiju montiranu na okvir kabine.



*Slika 30. Skija krajnjega prekidača [3]*

## 4.8. Puštanje dizala u rad

Prije samoga puštanja u rad potrebno je još ugraditi magnetske davače. Magnetski davači mogu biti izvedeni kao bistabili ili monostabili. U ovome slučaju koriste se oba. Bistabilni davači (sklopke) koriste se u krajnjim stanicama, oni su ujedno i krajnje sklopke servisne vožnje, jedan za gornju stanicu te jedan za donju. Postavljaju se 120 cm prije krajnje stanice. Za njihovu aktivaciju koriste se okrugli magneti promjera oko 2 cm, a najčešće se postavljaju pokraj noža vodilice kako ne bi trebalo postavljati dodatne nosače. Za jedan bistabil potrebno je postaviti dva magnetna, jedan za aktivaciju i jedan za deaktivaciju. Magneti se postavljaju tako da bistabil koji prođe pokraj njih (u krajnju stanicu) ostane aktiviran, a kad izlazi iz stanice magneti ga deaktiviraju. Preporučeni razmak magneta od davača jest 1–2 cm kada kabina prolazi kroz njih.

Slika 31. prikazuje dva takva bistabila.



*Slika 31. Bistabilne sklopke [3]*

Monostabilni davači koriste se za označavanje zone stanice te određivanje poravnanja u stanici u slučaju da dizalo propadne zbog dužega stajanja (hidraulična dizala). Monostabilni davač izveden je s dvostrukim kontaktima s tranzistorskim izlazima te koristi napajanje od 24 V DC. Udaljenost između dvaju senzora jest 8 cm [12]. Senzori su ugrađeni u plastičnome kućištu te imaju LED diode koje označavaju kada su kontakti zatvoreni, odnosno kada magnet svojim



magnetskim poljem djeluje na monostabile. Magneti za označavanje zone stanice i poravnavanje izvedeni su kao trake širine oko 2 cm te dužine od 15 do 30 cm.

Slika 32. prikazuje dva monostabilna davača te magnetnu traku koja služi za aktivaciju davača. Ovakve magnetne trake postavljaju se u svakoj stanici, potrebno je kabinu što točnije dovesti u stanicu i zatim postaviti magnetnu traku.



*Slika 32. Monostabilne sklopke [3]*

Kad su spojeni svi sigurnosni kontakti i postignuti svi uvjeti za puštanje dizala u automatski rad, počinju završni radovi. Za daljnje radove potreban nam je terminal za upravljanje prikazan na slici 33.

Kako bi „elektronika“ znala gdje su zone stanica, put kojim se dizalo kreće itd., potrebno je pokrenuti „učenje voznoga okna“. To se izvodi tako da se uđe u izbornik i odabere ikona na kojoj je naslikan metar (*shaft learning*). Zatim dizalo automatski počinje snimati. Ono „vozi“ polagano kako bi moglo skupiti sve informacije s enkodera i magnetskih davača, obraditi te informacije i upisati ih u memoriju. Brzina vožnje pri učenju jest 0,5 m/s. Najprije kreće prema dolje do donje stanice. Donju stanicu određuje bistabilni davač uzimajući u obzir razmak od 120 cm. Na isti se

način određuje gornja stanica. Dakle, kad se bistabilni davač aktivira, on traži prvu zonu stanice i u njoj se zaustavlja.



Slika 33. Ručni terminal [3]

Kada završi učenje prema dolje, počinje učenje prema gore do gornje stanice. Nakon toga je potrebno spremati sve informacije te je dizalo spremno za automatsku vožnju [13]. Međutim, dizalo još uvijek ne pristaje u stanici potpuno poravnato s vanjskim vratima. Da bi to bilo moguće izvesti, potrebno je u postavkama električki kratko spojiti kontakte vrata kako bi se moglo izvoditi fino ugađanje s otvorenim vratima. Kada je kabina u stanici, promijenjeni parametar u glavnoj pločici omogućava pomicanje kabine dok su vrata otvorena.

Za fino ugađanje pristajanja potrebno je ući u izbornik i odabrati ikonu na kojoj je prikazano pomično mjerilo (engl. *fine tune*). Nakon toga ulazi se u kabinu i pritiskom određenih tipki na upravljačkoj lameli ugađa pristajanje. U tome se režimu, kad se pritisnu određene tipke, kabina pomiče milimetar po milimetar i moguće je vrlo precizno odrediti pristajanje. To se izvodi u svim stanicama u oba smjera da se ne bi pojavilo kakvo odstupanje kada kabina dolazi iz drugoga smjera u istu stanicu.

## 5. Prijedlozi unapređenja montaže dizala

Dizala mogu biti proizvedena kao tipska ili pojedinačna. Tipska dizala propisanih su dimenzija te su u procesu masovne proizvodnje. Kod pojedinačnih dizala potrebno je za svako dizalo ponovno uzimati mjere, raditi razradu dijelova i tražiti najbolja rješenja. Takva dizala se ugrađuju u sve prostore gdje zbog dimenzija nije moguće smjestiti tipsko dizalo. U oba slučaja radi se o jedinstvenoj djelatnosti gdje je montaža ovisna o znanju, snalažljivosti i iskustvu montera [2]. Posao montaže dizala vrlo je kompleksan zbog toga što zadire u grane građevinarstva, strojarstva te na kraju elektrotehnike. Istraživanjem za potrebe ovoga rada i njegovu izradu došao sam do nekih zaključaka i prijedloga unapređenja montaže dizala.

Brzini montaže i olakšavanju rada pridonose razni pomoćni alati. Kao što je već navedeno, posao je složen, pa tako i zahtijeva različite vrste alata. Neki od alata koji se često koriste jesu: lančana dizalica, bušilice za beton i metal akumulatorske i električne izvedbe, brusilice, aparat za varenje, ključevi i odvijači, kliješta za stopice i skidanje izolacije sa žica itd. Postoje i razni posebni alati za montažu, a neki su od njih: kuka za ugradnju čelične užadi prikazana na slici 34., kliješta za rezanje viška čelične užadi itd. Ovaj alat za podizanje čelične užadi kroz VO ima ušicu gdje dolazi kuka dizalice ili konopa. Na gornjoj desnoj strani vidljiv je mehanizam s oprugom koji se raširi, a u utor se ubaci čelično užde te se ono samo svojom težinom i uz pomoć opruge zateže te na taj način omogućava podizanje čeličnog užeta kroz vozno okno.



Slika 34. Alat za montažu čelične užadi [3]

Ubrzavanje montaže postiže se i korištenjem nasadnih ključeva (*gedora*) te kombiniranih ključeva s račnom i bez račne. Ključevi s račnom imaju isti mehanizam kao i nasadni ključevi, odnosno moguće je zatezati vijke bez skidanja ključa nakon svakoga okreta ako je onemogućeno okretati ključ opisujući puni krug.

Posao montaže također olakšava primjena različitih vrsta tipli za ukucavanje umjesto tipli koje je potrebno zatezati okretanjem. Tako razlikujemo tiple za ukucavanje s vijkom i bez vijka [3]. Kod tipli za ukucavanje s vijkom potrebno je u izbušenu rupu staviti plastičnu tiplu te u nju zakucati vijak kako bismo učvrstili neki predmet na zid (kanalicu, stop-gljivu, prekidač rasvjete itd). Tiple za zakucavanje bez vijka izrađene su posve od plastike. One na sebi imaju rebra koja se prilikom zakucavanja u zid savijaju te na taj način osiguravaju da se tipla ne iščupa. Glava je izvedena tako da se kroz nju provlači plastična vezica te tako vežu kabeli. Slike 10. i 16. prikazuju korištenje takvih tipli pri postavljanju rasvjete VO i ožičenja motora, a slika 35. prikazuje izgled takve tiplje prije ugradnje.



*Slika 35. Tiple za ukucavanje bez vijaka [3]*

Brzini montaže dizala pridonose i: usklađenost s tehničkim nacrtom, zavarene matice na vijčanim spojevima gdje nije moguće doći do obje strane vijka, kompletirani pojedini sklopovi itd. Kod usklađenosti nacрта i konzola došlo je do problema jer se konzole nisu mogle raširiti dovoljno da se bi postigla mjerna kota koja je određena okvirom kabine i nije ju moguće promijeniti. Tu je došlo do usporavanja montaže jer je trebalo sve detaljno izmjeriti i provjeriti stvarno stanje, a zatim rezati svaku konzolu da se dobije dovoljno velik prostor za kabinu.

Primjer problema pri montaži jest zavarivanje matice na nosaču čelične užadi, vidljivo na slici 14. Zbog zida nije bilo moguće doći do matice i učvrstiti ga na vodilicu. Takve bi se stvari trebale predvidjeti u proizvodnji te odmah pripremiti i rupe na vodilici te zavariti matice sa stražnje strane da bi sama montaža tekla brže. Isto tako, rupe na nosaču stroja u kvalitetnijoj bi se razradi dale predvidjeti i pripremiti u proizvodnji.

Sklapanje sklopova u proizvodnji također olakšava posao na samome gradilištu. Tako je moguće sklopove poput okvira utega ili jarma okvira kabine kompletirati u proizvodnji. Rezanje rupe za upravljačku lamelu znatno usporava sastavljanje kabine. Naime, rezanje se izvodi brusilicom pa je potrebno biti vrlo oprezan da se ne ošteti stranica kabine jer je to dio koji korisnik vidi i u slučaju pogreške potrebno ju je zamijeniti novom stranicom. Taj bi dio bilo mnogo lakše i jednostavnije izrezati u proizvodnji pomoću laserskoga rezača ili drugoga sličnog alata.

Također, povremeno se može naići i na dijelove koji nemaju dovoljno dug narezani dio. Slika 36. prikazuje nosač krila vrata s potpunim navojem i drugi s nedovršenim navojem.



*Slika 36. Nosač krila vrata [3]*

Prostora za napredak u kvaliteti izrade i samoj montaži uvijek ima. Iz ovoga primjera vidljivo je koliko je pri montaži dizala bitna priprema i razrada pojedinih dijelova. Boljom razradom dijelova znatno bi se olakšao rad na samome gradilištu, a prethodnim sklapanjem pojedinih sklopova koje je moguće ugraditi u komadu povećala bi se brzina montaže. Brzini montaže pridonijeli bi i prikladno strukturirani dijelovi dizala za montažu. To se prvenstveno odnosi na vijčanu robu, crteže i skice montaže pojedinih sklopova [2]. Prema tome, vijčana bi roba trebala biti pakirana prema mjestu ugradnje odnosno biti razvrstana u paketiće (vrećice) s mjestom ugradnje naznačenim natpisom i/ili slikom. Skice i crteži sklopova ubrzavaju proces montaže jer je lakše dokučiti za što se i na kojem mjestu upotrebljavaju koji dijelovi.

Kao što je vidljivo iz ovoga završnog rada, mjesta za napredak ima te je potrebno značajno poraditi na osiguranju kvalitete isporučene robe, a onda i na preciznosti i stručnosti u samoj montaži.

## 6. Zaključak

U ovome završnom radu vidljivo je kako proces montaže dizala ovisi o mnogo čimbenika. U prvome redu tu su želje korisnika dizala odnosno investitora. Želje investitora više se odnose na estetski dojam osoba koje će se prevoziti u kabini, ali obuhvaćaju i odluke oko nabave opreme te vrste pogona. Nadalje, montaža dizala ovisi o samome objektu u koji se ugrađuje. To se prvenstveno odnosi na prostor za smještaj dizala, statiku zgrade, potrebu za izradom čelične konstrukcije i drugo. Zatim je vidljivo da sama brzina izvođenja montaže uvelike ovisi o dijelovima dizala zaprimljenima od proizvođača. U nekim slučajevima proizvođači materijal u potpunosti prilagode ugradnji, što montere oslobađa od dorada poput bušenja rupa, varenja itd. U praksi se mogu pojaviti brojne poteškoće koje usporavaju izvođenje radova montaže, stoga u tome dijelu postoji prostor za značajan napredak. S jedne strane proizvođači bi trebali kvalitetnije izrađivati pojedine sklopove, a s druge strane monter bi trebali koristiti razne pomoćne alate kako bi montaža tekla brže.

Detaljnim upoznavanjem procesa montaže dizala može se uočiti da je taj posao vrlo opsežan i obuhvaća različita područja. Dobar temelj za obavljanje ove djelatnosti jest znanje iz elektrotehnike koje obuhvaća snalaženje s električnim instalacijama i čitanje električne sheme. Također je potrebno poznavati osnove građevinarstva i strojarstva kako bi se od materijala zaprimljenog u dijelovima došlo do gotovog dizala koje je sigurno za korištenje. Tu do izražaja često dolaze kreativnost, snalažljivost i iskustvo montera kako bi se svekolike poteškoće na vrijeme uvidjele i uklonile.

Na kraju je potrebno naglasiti da svako dizalo ima svoje posebnosti, prednosti i probleme s kojima se monter susreću tijekom montaže jer svako dizalo, makar naizgled bilo potpuno identično nekom drugom, „ponaša“ se drugačije i postavlja pred montera drugačije probleme.

## 7. Literatura

- [1] <https://en.wikipedia.org/wiki/Elevator#History> , dostupno 10.05.2022.
- [2] D. Bedić: Planiranje procesa montaže dizala, Završni rad, FSB, Zagreb, 2010.
- [3] Projekt ugradnje etažnog dizala na hotelu u Zagrebu, broj projekta “LP 2019 1311”, projektirao LIFT-ing d.o.o.
- [4] Pravilnik o sigurnosti dizala u uporabi, NN 5/2019-94  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_01\\_5\\_94.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_5_94.html) , dostupno 14.05.2022.
- [5] M. Zeljko: Pokretne stepenice za robnu kuću, Diplomski rad, FSB, Zagreb, 2010.
- [6] [https://www.elbak-habulin.hr/download/documents/read/komponente-dizala\\_1](https://www.elbak-habulin.hr/download/documents/read/komponente-dizala_1) , dostupno 18.05.2022
- [7] M. Boršić, T. Bjažić: Upravljanje brzinom vrtnje sinkronog motora s permanentnim magnetima, seminar, TVZ, Zagreb 2015.  
<https://polytechnicanddesign.tvz.hr/index.php/ojs/article/view/76/60>,dostupno 30.05.2022.
- [8] D. K. Jukić: Modeliranje sinkronog motora s permanentnim magnetima i upravljanje neizrazitim regulatorom, Diplomski rad, FERIT, Osijek, 2019.  
<https://repozitorij.etfos.hr/islandora/object/etfos%3A2449/datastream/PDF/view>, dostupno 30.05.2022.
- [9] M. Gugić: Način upravljanja brzinom vrtnje sinhronih motora s permanentnim magnetima, Završni rad, FERIT, Osijek, 2018.  
<https://repozitorij.etfos.hr/islandora/object/etfos%3A1872/datastream/PDF/view>, dostupno 30.05.2022.
- [10] <https://ei.uni-paderborn.de/en/lea/research/forschungsprojekte/electrical-drives-and-mechatronic-systems/control-of-permanent-magnet-synchronous-motors-for-automotive-applications/> , dostupno 30.05.2022.
- [11] <https://www.arkel.co.in/media/1325/rk51.png> , dostupno 04.06.2022
- [12] <https://www.prosisasensor.com/en/urun/platinum-monostable-magnetic-switch-with-dual-contacts/> , dostupno 05.06.2022.
- [13] <https://www.manualslib.com/manual/1324357/Arkel-Arcode.html?page=52#manual>, dostupno 05.06.2022.

## Popis slika

Slika 1. Elektromotor s reduktorom (skladište u Varaždinu) .....	3
Slika 2. Elektromotor bez reduktora (Starački dom Zaprešić) .....	4
Slika 3. Platforma za osobe s invaliditetom (hotel u Čakovcu).....	5
Slika 4. Teretna platforma tijekom montaže (skladište u Macincu).....	6
Slika 5. Shematski prikaz tijeka montaže dizala [2].....	8
Slika 6. Izvedbe rotora s permanentnim magnetima [10].....	12
Slika 7. Sinkroni motor s permanentnim magnetima .....	12
Slika 8. Enkoder [3].....	13
Slika 9. Skela u voznome oknu [3].....	14
Slika 10. Led traka [3] .....	15
Slika 11. Konzola [3].....	16
Slika 12. Montirane vodilice [3].....	16
Slika 13. Nosač pogona dizala [3].....	17
Slika 14. Nosač čelične užadi i regulatora brzine [3] .....	17
Slika 15. Grupa upravljanja [3] .....	18
Slika 16. Priključna kutija elektromotora [3] .....	19
Slika 17. Okvir kabine [3] .....	20
Slika 18. Okvir utega [3] .....	21
Slika 19. Užni zatvarači s gumama [3].....	21
Slika 20. Užni zatvarači s oprugama [3].....	22
Slika 21. Pod kabine dizala [3] .....	22
Slika 22. Elementi protuutega [3].....	23
Slika 23. Vrata voznoga okna [3] .....	24
Slika 24. Električne instalacije u voznome oknu [3] .....	25
Slika 25. Konektori žičane forme [3] .....	25
Slika 26. Vanjski poziv [3] .....	26
Slika 27. Priključna kutija na krovu kabine [11] .....	27
Slika 28. Kabina dizala [3] .....	28
Slika 29. Kabinska vrata [3] .....	29
Slika 30. Skija krajnjega prekidača [3].....	29
Slika 31. Bistabilne sklopke [3].....	30
Slika 32. Monostabilne sklopke [3].....	31



Slika 33. Ručni terminal [3] .....	32
Slika 34. Alat za montažu čelične užadi [3] .....	33
Slika 35. Tiple za ukucavanje bez vijaka [3].....	34
Slika 36. Nosač krila vrata [3] .....	35

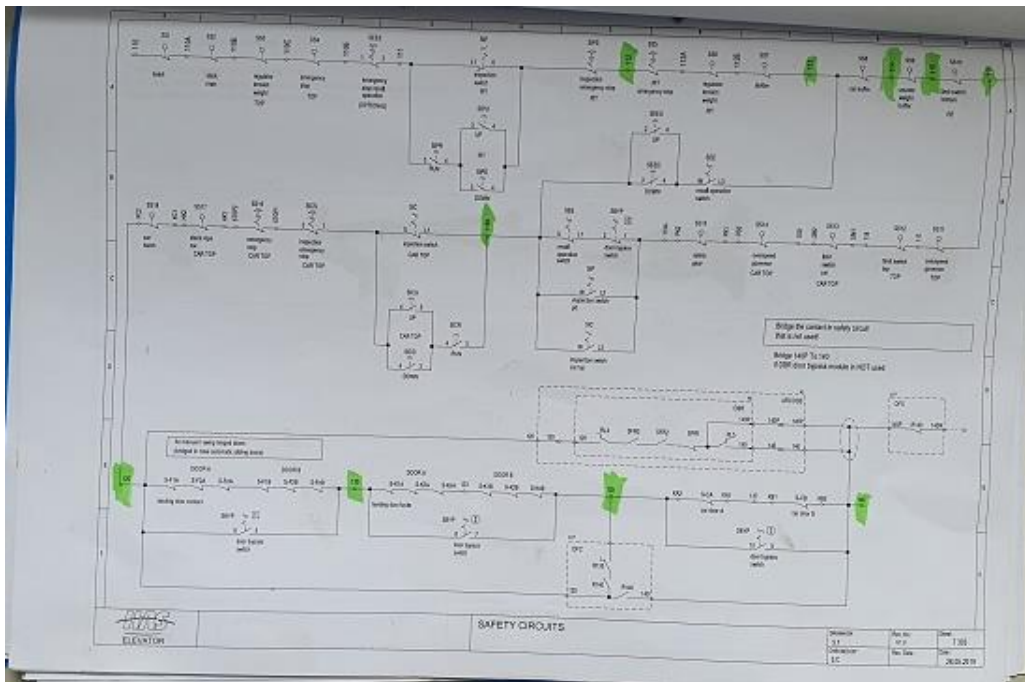
## Prilozi

AKIS		Kayaçık Mah. Ziyaeddin Cad. Tel : +90 332 2390729		EMC CC	
Asansör Makina Motor		6.Sk No:2 Selçuklu-Konya-Türkiye Fax : +90 332 2390759		TSEK	
Doküm Gaz. Tic. Ltd. Şti				MADE IN TURKEY	
Tip Type	AYG 180 AK2	www.akisasansor.com.tr	Frekans (Frequency)	26.66	
Seri No Serial No	869AYG85387		Stk	240	60
Hız Speed	1.00		Devir (n <sub>r</sub> ) Revolution(n <sub>r</sub> )	160	
Gerilim Voltage	360		Moment (M <sub>r</sub> )	232	
Güç (P <sub>n</sub> ) Power (P <sub>n</sub> )	3.9		İzo Sınıfı Iso Class	F	
Nominal Akım (I <sub>n</sub> ) Nominal Current (I <sub>n</sub> )	11.7		Bağlantı Şekli Connection Type	Δ	
Üretim Yılı Production Year	31/01/2022		Yük Load	630	
Kutup Sayısı Pole Number	20		Asrı Suspension	2:1	
Enkoder Tipi Encoder Type	ECN 1313		Ağırlık Weight	178	
Encoder Pulse	2048		<b>Made in Türkiye</b>		

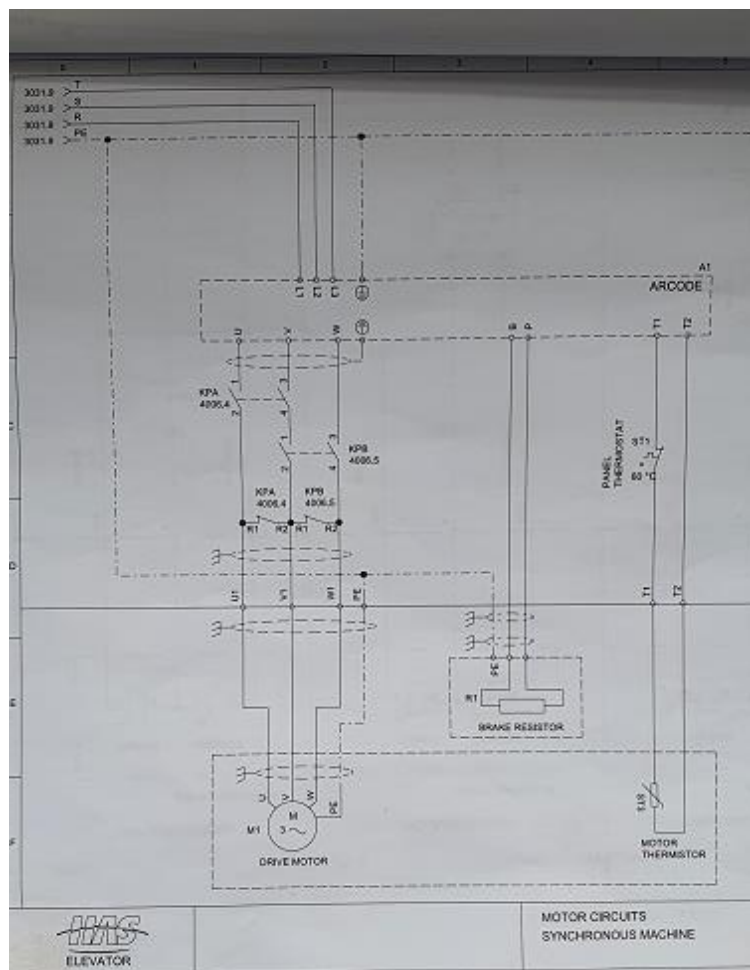
Prilog 1. Natpisna pločica PMSM-a [3]

ALBERTO SASSI		ASTOR	
REGULATION DATA			
TYPE MF48	VF	SERIAL N.	20A01961-01
RATIO	2/71	SHEAVE	520 mm
SHEAVE SPEED	100 m/s	RPM	1303
MAX OUT OF BALLOAD	170 kg	REGULATION FREQ.	43.46 Hz
ORDER No.	20-0421	Made in Italy	
LIFT No.	ZAGORJE LIFT	THE ABOVE PERFORMANCE ARE POSSIBLE ONLY WITH VVVF REGULATOR	
ALBERTO SASSI		ASTOR	
NOMINAL DATA			
TYPE 240095A	REGULATED VVVF	No. POLES	4
SERIAL N.	20A01961-01	FREQ.	50 Hz
NOMINAL DATA AT THE FREQUENCY AND VOLTAGE INDICATED		Rate IEC 34-1	3 Phases
RATED TORQUE	8.5 Nm	RATED CURRENT	7.3 A
POWER	29 kW	RPM	1445
Connection	Δ	ISOL CLASS	F
	54 STS/h	cos φ	.82
		COE %	40
CE			

Prilog 2. Natpisna pločica trofaznog AM-a (stambena zgrada u Karlovcu)



Prilog 3. Shema sigurnosnog kruga dizala [3]



Prilog 4. Shema spajanja PMSM-a [3]



*Prilog 5. Izgled upravljačke lamele u kabini [3]*

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MIROSLAV ČUKELJ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~ica~~ završnog/~~diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROCES MONTAŽE DIZALA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/~~ica~~  
(upisati ime i prezime)  
MIROSLAV ČUKELJ  
Čukelj  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MIROSLAV ČUKELJ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/~~ica~~ s javnom objavom završnog/~~diplomskog~~ (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROCES MONTAŽE DIZALA (upisati naslov) čiji sam autor/~~ica~~.

Student/~~ica~~  
(upisati ime i prezime)  
MIROSLAV ČUKELJ  
Čukelj  
(vlastoručni potpis)