

# Pregled i ispitivanje građevinskih dizalica i opasnosti koje su prisutne pri radu

---

**Krajačić, Robert**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:557776>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Tehnički fakultet u Puli

ROBERT KRAJAČIĆ

**PREGLED I ISPITIVANJE GRAĐEVINSKIH DIZALICA  
I OPASNOSTI KOJE SU PRISUTNE PRI RADU**

Završni rad

Pula, rujan 2024.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Tehnički fakultet u Puli

ROBERT KRAJAČIĆ

**PREGLED I ISPITIVANJE GRAĐEVINSKIH DIZALICA  
I OPASNOSTI KOJE SU PRISUTNE PRI RADU**

Završni rad

**JMBAG: 2421004781**

**Studijski smjer: Proizvodno strojarstvo**

**Predmet: Zaštita na radu**

**Znanstveno područje: Tehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Strojarsvo**

**Znanstvena grana: Opće strojarstvo**

**Mentor: dipl. ing. stroj. Aleksandar Kršulja, nasl. pred.**

Pula, rujan 2024.

# SADRŽAJ

	Stranica
1. Uvod .....	1
1.1. Hipoteza .....	1
1.2. Predmet istraživanja .....	1
1.3. Problem istraživanja .....	1
1.4. Metodologija rada .....	2
1.5. Struktura rada .....	3
2. Konstrukcijski elementi toranjske građevinske dizalice .....	4
2.1. Postolje dizalice .....	5
2.2. Stup dizalice.....	5
2.3. Krak grane s protuutegom .....	5
2.4. Grana s mačkom za teret .....	6
3. Strojarski dio pregleda i ispitivanja dizalice .....	7
3.1. Vizualni pregled .....	7
3.2. Ispitivanje bez opterećenja .....	7
3.3. Ispitivanje s opterećenjem .....	8
4. Elektro dio pregleda i ispitivanja dizalice .....	12
4.1. Vizualni pregled .....	12
4.2. Zaštita od izravnog napona dodira .....	14
4.3. Zaštita od neizravnog napona dodira .....	14
4.4. Otpor uzemljenja .....	15
4.5. Izjednačenje potencijala .....	18
5. Obaveze i rokovi za pregled i ispitivanje radne opreme .....	18
6. Zapisnik o obavljenom pregledu i ispitivanju radne opreme .....	19
6.1. Nalaz o rezultatima pregleda i ispitivanja - strojarski dio .....	20
6.2. Nalaz o rezultatima pregleda i ispitivanja - elektro dio.....	22
7. Matična knjiga i kontrolna knjiga za održavanje dizalice .....	23
8. Natpisi, upozorenja i upute za rad na siguran način .....	24
9. Mjerna oprema .....	26
10. Propisi vezani za pregled i ispitivanje radne opreme .....	27

# SADRŽAJ

	Stranica
11. Opasnosti pri radu s dizalicom .....	28
11.1. Primjeri potencijalnih opasnosti pri radu s dizalicom .....	31
11.2. Opasnosti, štetnosti i naponi za radno mjesto „dizaličar“ .....	33
11.3. Osobna zaštitna sredstva .....	34
12. Zaključak .....	35
Literatura .....	38
Popis slika .....	39
Popis tablica .....	40

## 1. Uvod

### 1.1. Hipoteza

U radu će se usporediti zakoni RH potrebni za ispitivanje Dizalica na praktičnom primjeru.

### 1.2. Predmet istraživanja

Građevinske dizalice namijenjene su za dizanje, spuštanje i prenošenje slobodno visećeg tereta u građevinarstvu. Smatraju ih jednim od najkorisnijih strojeva na gradilištu. Posebno su pogodne za izgradnju objekata u visokogradnji, te za transport krupnog materijala. Karakterizira ih duga grana koja je naslonjena na visoki stup ili toranj. U svom okretnom području, grana omogućava da se građevinski materijal prenosi i postavlja na točno određena mjesta. Upravljanje građevinskom dizalicom moguće je iz kabine ili pomoću uređaja za daljinsko upravljanje s tla ili objekta u izgradnji. Kabina je smještena na najpovoljnije mjesto na dizalici tako da dizaličar ima dobar pogled na radni i manipulativni prostor.

Ključne karakteristike koje određuju veličinu dizalice su nosivost i visina dizanja. Prema veličini, građevinske toranjske dizalice možemo podijeliti na:

- male: visine 20 do 30 m, duljine prijenosa 15 do 25 m, nosivosti do 2 t.
- srednje: visine 30 do 50 m, duljine prijenosa 20 do 45 m, nosivosti 3 do 5 t.
- velike: visine preko 50 m, duljine prijenosa preko 50 m, nosivosti preko 5 t.

### 1.3. Problem istraživanja

Moment opterećenja [kNm] izračunava se kao umnožak nosivosti [kN] i duljine prijenosa [m]. Toranjske dizalice mogu se dijeliti prema više kriterija. Prema načinu montaže na gradilištu dijele se na pokretne i nepokretne dizalice. Pokretne se mogu kretati po dizaličnoj stazi, pomoću gusjenica, kotača ili biti mobilne. Nepokretne dizalice su one kod kojih je stup pričvršćen za betonski temelj ili za objekt, a dizalica nema predviđen pogon za kretanje. Ako ih dijelimo prema vrsti grane, tada razlikujemo dizalice s horizontalnom granom, kosom granom, lomljivom granom i univerzalnom granom. Prema načinu okretanja stupa, dijelimo dizalice s okretnim stupom ili stupom bez mogućnosti okretanja.

Zahtijevana stabilnost od prevrtanja postiže se kombinacijom dva dijela dizalice zaduženih za stabilnosti - samostojeća nosivost i protuuteg.. Sigurnost od preopterećenja ostvaruje se zaštitnim isključivačima. To su automatski prekidači napona motora koji svojom funkcijom zaustavljaju pogon pojedinog mehanizma dizalice kada on dođe u krajnji položaj. Na taj način umanjuju mogućnost nezgode. Prilikom njegove aktivacije, zaštitni isključivač mora biti spojen s upravljačkim uređajem tako da se nakon zaustavljanja, motor može pokrenuti samo u suprotnom smjeru. Nakon što se udalji od krajnjeg položaja, mehanizam dizalice vrati se u svoj prvobitni položaj.

Građevinske dizalice moraju imati zaštitne isključivače za automatsko zaustavljanje pogona u krajnjim položajima na sljedećim mehanizmima:

- za dizanje tereta.
- za kretanje mačke po grani.
- za sprječavanje podizanja tereta čija težina prelazi dozvoljeno opterećenje.

Nazivni teret dizalice se, u skladu s dijagramom nosivosti, razlikuje ovisno o položaju udaljenosti od stupa. Dijagram nosivosti građevinske dizalice prikazuje koliku masu tereta dizalica može podići na određenoj udaljenosti od stupa. Stoga je položaj bliže stupa područje dohvata maksimalne nosivosti dizalice. U tom području je nazivni teret dizalice jednak maksimalnom teretu. Izvan područja dohvata maksimalnog tereta, nazivni teret se, s većom udaljenosti od stupa, smanjuje sve do položaja na kraju grane. To je ujedno i najkritičniji položaj u kojem je nazivna nosivost jednaka minimalnoj nosivosti dizalice.

Konstrukcija građevinskih dizalica može biti rešetkasta izrađena od „L“ profila za dizalice veće nosivosti ili izrađena od cijevi, koja se primjenjuje za dizalice manje nosivosti. Sve češće se primjenjuju građevinske dizalice koje imaju mogućnost premještanja s gradilišta na gradilište pomoću posebnog postolja s gumenim kotačima.

#### **1.4. Metodologija rada**

U radu će se koristiti metoda promatranja sukladno zakonima RH, popuniti će se dokumentacija i donijeti ocjena o ispravnosti rada dizalice.

Eksperimentalna metoda, na realnom primjeru izvršiti će se ocjenjivanje.

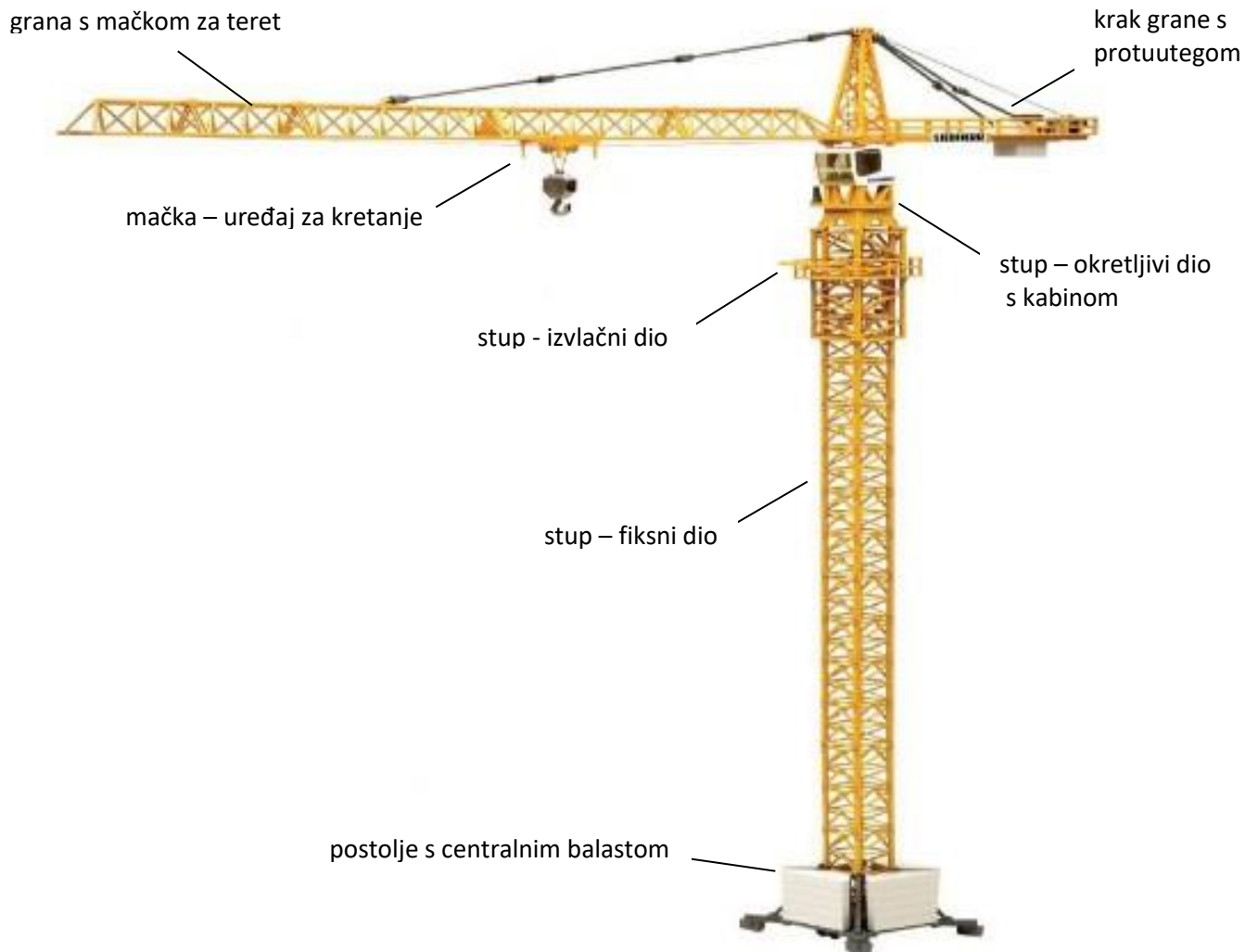
## 1.5. Struktura rada

U prvom poglavlju dan je uvod u temu rada. U drugom poglavlju su navedeni i opisani osnovni konstrukcijski elementi toranjske građevinske dizalice. U trećem poglavlju opisan je postupak strojarskog dijela pregleda i ispitivanja dizalice, a sastoji se od vizualnog pregleda, ispitivanja bez opterećenja i ispitivanja s opterećenjem. U četvrtom poglavlju opisan postupak elektro dijela pregleda i ispitivanja dizalice, a sastoji se od vizualnog pregleda, zaštite od izravnog napona dodira, zaštite od neizravnog napona dodira, otpora uzemljenja i izjednačenja potencijala. U petom poglavlju su u skladu s *Pravilnikom o pregledu i ispitivanju radne opreme (Narodne novine br.16/16, 120/22)*, navedeni rokovi za periodični pregled i ispitivanje radne opreme, odnosno za građevinske dizalice. Nakon pregleda i ispitivanja radne opreme potrebno je sastaviti zapisnik. Postupak pisanja zapisnika o pregledu i ispitivanju radne opreme opisan je u šestom poglavlju. Radi boljeg uvida u izgled zapisnika dodani su i konkretni tablični primjeri nalaza o rezultatima pregleda i ispitivanja strojarskog i elektro dijela. U sedmom poglavlju opisane su obaveze i sadržaj matične knjige i kontrolne knjige za održavanje dizalice. U osmom poglavlju navedene su i opisane natpisne ploče, upozorenja i sadržaj uputa za rad na siguran način. U devetom poglavlju je navedena mjerna oprema korištena prilikom pregleda i ispitivanja građevinske dizalice. U desetom poglavlju su navedeni propisi vezani za pregled i ispitivanje radne opreme, odnosno dizalica. U jedanaestom poglavlju opisane su opasnosti koje su prisutne prilikom rada s građevinskom dizalicom. Osim opasnosti, opisane su štetnosti i naponi kojima su izloženi dizaličari, a navedena su i osobna zaštitna sredstva koje bi dizaličari prilikom rada trebali koristiti. U dvanaestom poglavlju izveden je zaključak ovog završnog rada. Na kraju je navedena literatura koja se koristila pri izradi, popis slika i popis tablica.



## 2. Konstrukcijski elementi toranjske građevinske dizalice

Na slici 1 prikazana je dizalica s osnovnim elementima kako bi se bolje razumjelo problem istraživanja.



Slika 1: Konstrukcijski elementi toranjske građevinske dizalice

Konstrukcijski elementi toranjske građevinske dizalice su:

- postolje sa centralnim balastom.
- stup - fiksni dio.
- stup - izvlačni dio (teleskopski).
- stup - okretljivi dio s kabinom.
- krak grane s protutegom.
- grana s mačkom za teret.

## 2.1. Postolje dizalice

Postolje dizalice izrađeno je od čeličnih „L“ i „U“ profila, a elementi su međusobno spojeni vijcima, svornjacima ili su zavareni. Na postolje se pričvršćuje stup dizalice, a ujedno se na njega postavlja i centralni balast od betonskih blokova. Broj blokova se mijenja, ovisno o visini dizalice.

## 2.2. Stup dizalice

Stup dizalice, zovu ga još i toranj, izrađen je od rešetkaste konstrukcije „L“ i „U“ profila, a sastoji se od tri dijela - fiksnog, izvlačnog (teleskopskog) i okretljivog. Fiksni dio stupa dizalice sastoji se od četiri međusobno kruto zavarenih bočnih stranica, te od daljnjih nastavaka stupa. Nastavci se međusobno spajaju vijcima ili svornjacima, ovisno o izvedbi dizalice. Izvlačni dio stupa dizalice služi za namještanje okretljivog dijela koji je vertikalno oslonjen pomoću kliznog ležaja. Na teleskopskom dijelu nalazi se vijenac po kojem se valjaju valjci stupa okretljivog dijela. Okretljivi dio stupa dizalice sastoji se od dva dijela - donjeg i gornjeg. U donjem dijelu nalazi se kabina izvedbe „panorama“ tako da dizaličar ima što bolji pregled nad gradilištem. Kabina je opremljena svim uređajima potrebnim za upravljanje dizalicom. Ispred kabine okretljivi dio prelazi u konusnu rešetkastu konstrukciju gdje na kraju završava sa centralnim ležajem na kojem se okretljivi dio nesmetano okreće 360°. Na gornjem dijelu nalazi se vrh stupa okretljivog dijela gdje se pomoću spona učvršćuje grana tereta i krak grane s protuutegom.

## 2.3. Krak grane s protuutegom

Krak grane s protuutegom sastavljen je iz priključnog dijela i nastavaka. Na dijelu grane mogu biti ugrađeni mehanizmi za dizanje tereta (kao protuuteg) ili ugrađeni betonski blokovi. Za stabilnost građevinskih dizalica nužno je da balast i protuuteg kraka odgovaraju zahtjevima proizvođača. Betonski blokovi koji se koriste za protuuteg i balast moraju na siguran način biti osigurani od ispadanja. Na dizalici obavezno mora biti od strane stručnih službi postavljena natpisna ploča s oznakom broja betonskih blokova kako bi se prebrojavanjem blokova moglo ustanoviti da se na dizalici nalazi potrebna količina balasta.

## 2.4. Grana s mačkom za teret

Grana je sastavljena iz elemenata tako da se dužina grane može mijenjati prema potrebi dohvata. Svornjacima, vijcima i sponama spojena je na okretljivi stup dizalice. Na priključni dio grane nastavci se spajaju pomoću vijaka tako da se dobije odgovarajuća dužina grane. Grana je izrađena kao rešetkasta zavarena konstrukcija iz „L“ i „U“ profila ili od cijevi. Uzdužni „U“ profili grane služe kao pruga za mačku – uređaj za kretanje kojim se teret prenosi vertikalno i horizontalno u opsegu dohvata grane. Greda s odbojnicima na kraju grane osigurava mačku od ispadanja s grane. Mačka je zavarene izvedbe i ima četiri kotača. Na njoj se nalazi sustav koloturnika kroz koji prolazi čelično uže za dizanje tereta. Jedan kraj čeličnog užeta za dizanje tereta učvršćen je na bubanj mehanizma za dizanje tereta, te preko sustava koloturnika dolazi do mačke, prolazi kroz koloturnike mačke i sklopke kuke, a drugi kraj se učvršćuje na granu. Na mački je pričvršćeno čelično uže za vožnju mačke po grani. Mehanizam za vožnju mačke pomoću sustava koloturnika i čeličnog užeta povlači mačku horizontalno po grani dizalice. Za ocjenu udaljenosti tereta od sredine stupa dizalice na grani se nalaze ploče s oznakom udaljenosti i dozvoljene nosivosti.



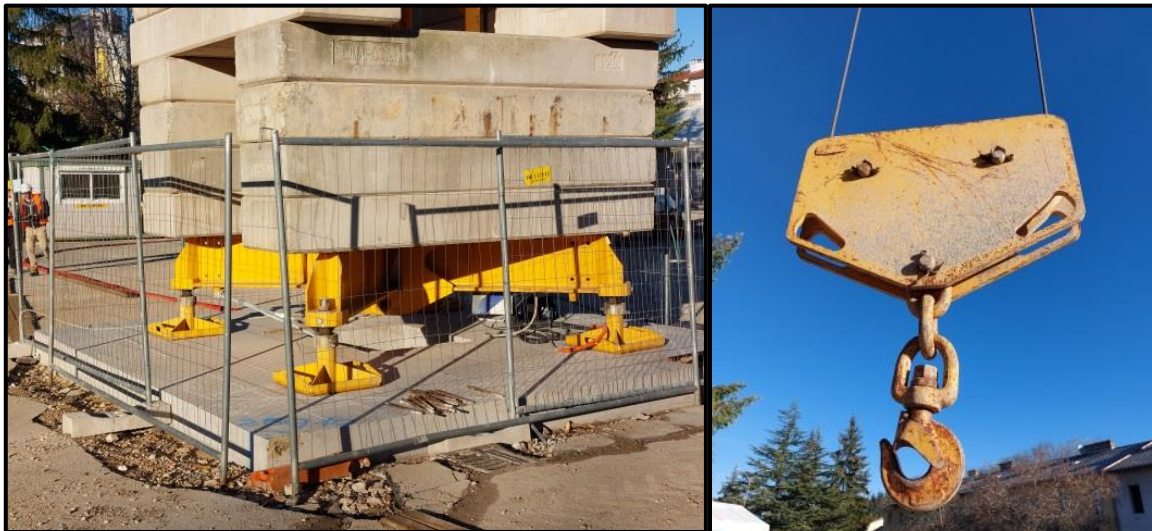
Slika 2: Oznake udaljenosti od sredine stupa i dozvoljene nosivosti na grani

### 3. Strojarski dio pregleda i ispitivanja dizalice

#### 3.1. Vizualni pregled

Potrebno je utvrditi postoje li oštećenja i deformacije koja utječu na siguran rad dizalice. Vizualni pregled obuhvaća detaljan pregled nosive konstrukcije, pregled temelja, dizalične staze (samo za pokretne dizalice), pregled svih uređaja, opreme i radnih dijelova dizalice (čelična užad, kuka s osiguračem, vitlo, sklop za zahvat tereta i dr.), pregled kabine, ergonomije i upravljačkog djela dizalice, pregled pogonskog dijela, pregled smještaja dizalice i ograda, pregled oznaka sigurnosti, te pregled dokumentacije - matične knjige, kontrolne knjige i uputa proizvođača dizalice.

Na slici 3 autor je snimio stanje dizalice na gradilištu.



Slika 3: Temelj dizalice; kuka dizalice

Ispitivanje dizalice sastoji se od dva dijela. Prvi je ispitivanje dizalice pri radu bez opterećenja, a drugi s opterećenjem.

#### 3.2. Ispitivanje bez opterećenja

Ispitivanje dizalice pri radu bez opterećenja obuhvaća ispitivanje svih mehanizama dizalice, zaštitnih i sigurnosnih uređaja - krajnjih isključivača, kočnica i uređaja za upravljanje i signalizaciju. Pri ispitivanju krajnjih isključivača mačka se vozi po grani dizalice sve do krajnjih položaja, gdje bi se morali aktivirati krajnji isključivači napona i zaustaviti pogon dizalice. Isto se događa i s podizanjem kuke sve do krajnjeg položaja.

### 3.3. Ispitivanje s opterećenjem

Postupak ispitivanja pod opterećenjem definiran je prema *Pravilniku o tehničkim normativima za dizalice (SL br. 65/91.)*, poglavlje 6. *Pregledi i ispitivanja dizalice*,

- čl. 134, točka 5:

*Pregled i ispitivanje dizalice, njezinih dijelova i opreme prije puštanja u rad (prvi pregled i ispitivanje), generalni pregled i ispitivanje te izvanredni pregled i ispitivanje sastoje se od ovoga:*

*5) opterećenje dizalice nazivnim teretom radi provjere ispravnosti djelovanja svih mehanizama uređaja za dizanje, prijenos odnosno spuštanje tereta i njihovih kočnica*

- čl. 137

*Pri ispitivanju dizalice s nazivnim teretom sva se kretanja izvode pri najvećoj brzini. Ako se dovod pogonske energije prekine pri punoj brzini spuštanja, kočnice uređaja za dizanje moraju se zaustaviti i držati teret. Mora se provjeriti djelovanje svih sigurnosnih uređaja.*

U tablici 1 dan je primjer parametara dizalice koja se ispituje, a na slici 4 dan je prikaz dizalice.

Tablica 1: Podaci o toranjskoj građevinskoj dizalici s horizontalnom granom

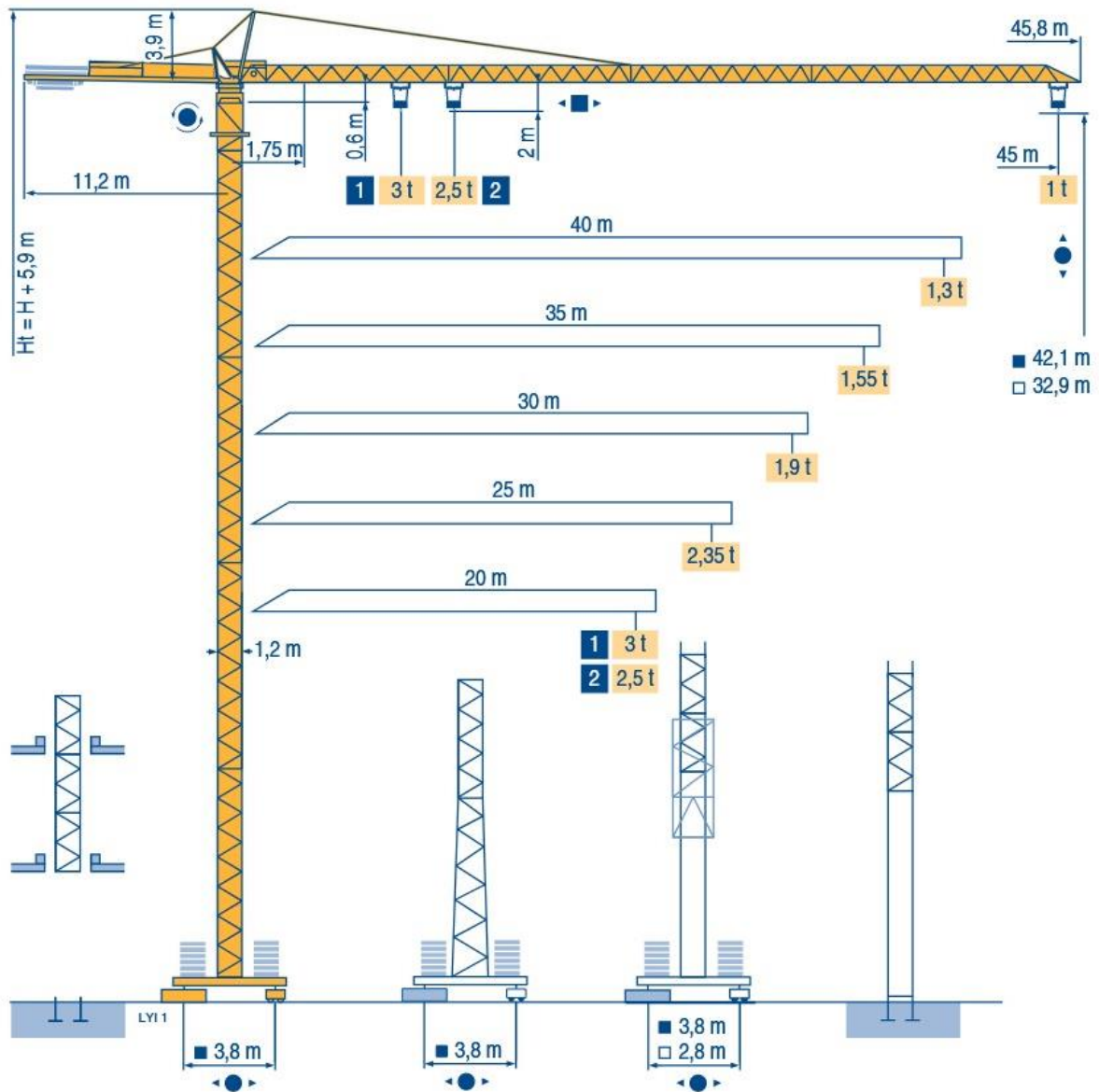
Proizvođač:	Potain
Tip:	MC 68B
Tvornički broj:	90414
Godina proizvodnje:	2001.g
Maksimalna nosivost:	3000 kg
Dopuštena nosivost u vezi s dohvatom:	18,6m - 3000 kg / 45m - 1000 kg.
Maksimalna nosivost kuke:	3000 kg
Pogonska klasa dizalice:	II.
Vrsta pogona:	elektro



Slika 4: Dizalica *Potain MC 68B* - ispitivanje s opterećenjem

Ispitivanje dizalice s opterećenjem provodi se radi provjere ispravnosti djelovanja svih mehanizama uređaja za dizanje, prijenos odnosno spuštanje tereta i njihovih kočnica, a koristi se nazivni teret dizalice. Za određivanje potrebnog tereta koristili smo dinamometar *Straightpoint, LLP12T*, a postavlja se između kuke i tereta. Pri ispitivanju dizalice s nazivnim teretom sva se kretanja izvode pri najvećoj brzini. Ako se dovod pogonske energije prekine pri punoj brzini spuštanja, kočnice uređaja za dizanje tereta moraju zaustaviti i držati teret. Djelovanje svih zaštitnih uređaja i sklopova mora biti u ispravnom stanju, kao i zvučna signalizacija. Buka koja nastaje prilikom rada dizalice ne smije prelaziti graničnu vrijednost radne opreme na gradilištu od 80 dB. Pregled i ispitivanje smo obavili na toranjskoj građevinskoj dizalici s horizontalnom granom proizvođača *Potain, MC 68B*. Dopuštena nosivost dizalice u vezi s dohvatom je 3000 kg na udaljenosti 18,6 m od stupa, odnosno na kraju grane, na udaljenosti 45 m od stupa ona iznosi 1000 kg. Dijagram nosivosti građevinske dizalice prikazuje koliku masu tereta dizalica može podići na određenoj udaljenosti od stupa.

Na slici 5 prikazana je problematika smanjenja nosivosti s obzirom na udaljenost od nosivog stupa dizalice.



Slika 5: Dizalica *Potain MC 68B* - dijagram nosivosti

Ispitivanje dizalice pri radu s opterećenjem možemo podijeliti na četiri dijela:

1. Ispitivanje s nazivnim (maksimalnim) teretom u najpovoljnijem položaju.
2. Ispitivanje ispravnosti kočnice.
3. Ispitivanje preopterećenja – provjera aktivacije zaštitnog isključivača vožnjom ispitnog tereta uzduž grane.
4. Ispitivanje s nazivnim teretom u najnepovoljnijem položaju dizalice.

Za početak ispitivanja pod opterećenjem koristili smo nazivni, ujedno i maksimalni teret dizalice mase 3000 kg, na udaljenosti 10 m od stupa. Dizaličar podiže teret na visinu 15 m od tla i na toj se visini zadržava teret. Slijedi ispitivanje kočnice uređaja za dizanje, odnosno provjera da li će prilikom spuštanja i naglog zaustavljanja doći do propadanja tereta. Dizaličar pokreće spuštanje tereta, te pri najvećoj brzini spuštanja, pomoću glavne sklopke isključujemo dovod pogonske energije. U tom trenutku, na visini 10 m od tla, teret se zaustavlja i zadržava se na istoj visini. Propadanja nema, spuštamo teret na tlo.

Kod ispitivanja preopterećenja moramo smanjiti ispitni teret, voziti ga uzduž grane, u smjeru njezinog kraja, a cilj nam je utvrditi na kojoj udaljenosti od stupa će se aktivirati sigurnosni uređaj - zaštitni isključivač napona. Koristimo ispitni teret mase 2000 kg, a nalazimo se na istom mjestu kao kod prethodnog ispitivanja - udaljenost od stupa je 10 m. Dizaličar podiže teret na visinu 15 m od tla i daje komandu za pokretanje mačke u smjeru kraja grane. Teret se kreće uzduž grane sve do 29. m udaljenosti od stupa, odnosno do aktivacije zaštitnog isključivača napona. Nakon toga upravljački uređaj više ne dopušta kretanje tereta prema kraju grane, niti je moguće podizanje tereta. Moguće je samo kretanje u suprotnom smjeru, prema stupu i u smjeru spuštanja tereta. Spuštamo teret na tlo.

Na kraju ispitivanja s opterećenjem želimo ispitati podizanje nazivnog tereta u najnepovoljnijem položaju, odnosno u najudaljenijoj točki grane od stupa. Udaljenost od stupa je 45 m, a koristimo nazivni teret mase 1000 kg. Dizaličar podiže teret na jednaku visinu kao kod prethodna dva ispitivanja. Teret se zadržava na visini 15 m od tla, a zatim ga spuštamo na tlo i uspješno zaključujemo ispitivanje dizalice s opterećenjem.



## 4. Elektro dio pregleda i ispitivanja dizalice

### 4.1. Vizualni pregled

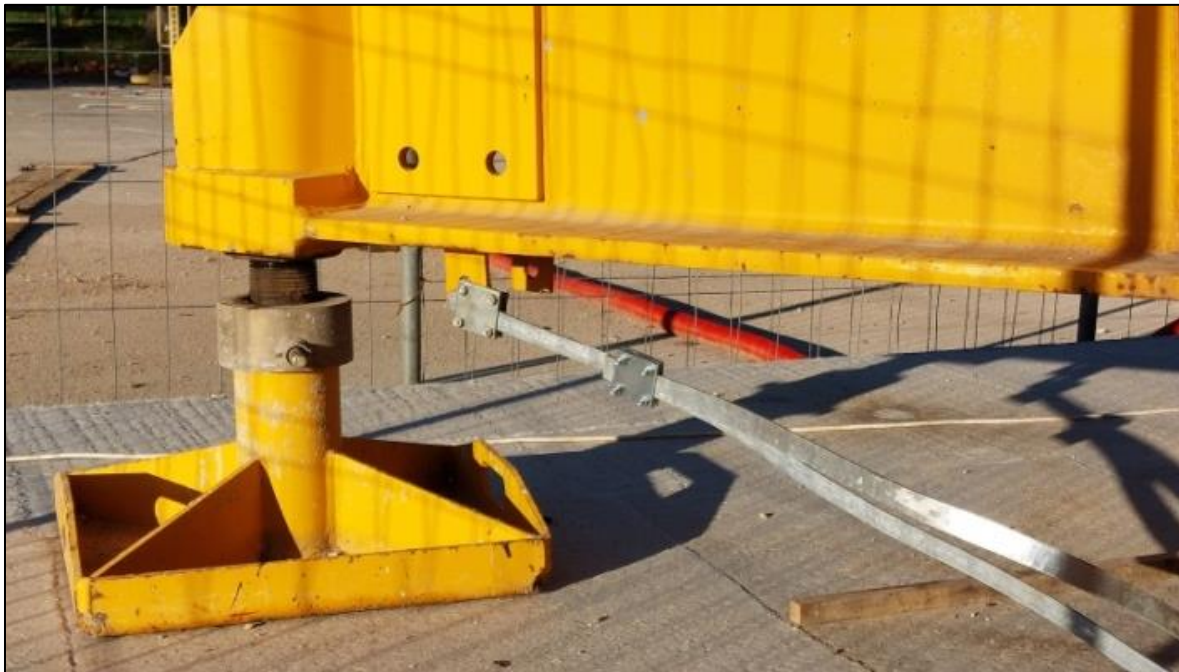
Vizualni pregled uključuje pregled općeg stanja električnih dijelova dizalice, odnosno pregled kompletne električne instalacije, električnih razdjelnih ormara, zaštitnih sklopova i uređaja, spojnih mjesta vodiča, uzemljivača i ostalih elemenata električne instalacije. Potrebno je provjeriti stanje kabela napajanja električnom energijom dizalice i ostalih vodiča. Ako je moguće trebalo bi izbjegavati povlačenje električnih vodova po tlu. Električni vodovi bi trebali biti zaštićeni od mehaničkih oštećenja postavljanjem u zaštitne bužire i ako je moguće provlačiti ih iznad tla, na visinu koja neće utjecati na rad dizalice ili ih ukopati ispod razine tla. Kabeli koji se provlače po tlu, a postoji mogućnost prolaženja vozila moraju biti zaštićeni od mehaničkih oštećenja postavljanjem u zaštitne podne kanalice. Električni vodovi koji se slobodno povlače po tlu predstavljaju dvije vrste opasnosti – opasnost od električne struje i opasnost od padova u ravnini. Na slici 6 prikazana je zaštita električnih vodova.



Slika 6: Zaštita električnih vodova od mehaničkih oštećenja

Potrebno je pregledati mjesta gdje se vodiči električne instalacije provlače kroz uvodnice. To najčešće vrijedi kod razdjelnih ormara, razdjelnih kutija, industrijskih utikača i ostalih mjesta gdje se koriste uvodnice, pa svakako treba pripaziti da se vodiči nisu izvukli iz uvodnice ili da je nastalo oštećenje uvodnice jer to često predstavlja opasnost od izravnog napona dodira.

Vizualni pregled obuhvaća i provjeru povezanosti metalnih dijelova dizalice koji u normalnom radu nisu pod naponom. Mjesta spoja zaštitnog vodiča koji povezuje metalne dijelove dizalice često je pod utjecajem korozije i prljavštine, a to svakako utječe na kvalitetu spoja. Slična pojava nastaje i kod spoja uzemljivača na metalnu konstrukciju dizalice. Nakon vizualnog pregleda slijedi ispitivanje izjednačenja potencijala mjernim instrumentom. Na slici 7 prikazan je uzemljivač od FeZn trake.



Slika 7: Spoj uzemljivača na metalnu konstrukciju dizalice

Prilikom pregleda provjerava se način priključenja dizalice na električnu instalaciju. Dizalica može biti priključena na dva načina. Prvi je izravno pomoću izravnog (tzv. fiksnog) priključka na mrežu, a drugi je pomoću kabela s utikačem. Također, mora se obratiti pažnja na zaštitne sklopove i uređaje u razdjelnom ormaru koji štite električnu instalaciju od neizravnog napona dodira. Na gradilištu vrijede uvjeti mokre sredine, a električna instalacija mora biti izvedena u skladu s Tehničkim propisom za niskonaponske električne instalacije (NN.5/10). U slučaju da dizalica nije izravno priključena na električnu instalaciju, tada priključnica na koju se dizalica priključuje mora biti šticeana strujnom zaštitnom sklopkom diferencijalne struje prorade ne veće od 30 mA. Razdjelni ormar mora biti propisno označen oznakom za opasnost od električnog udara, imati ugrađenu bravu s ključem, a ključ držati samo kod stručne osobe. Dizalica mora imati ugrađenu glavnu sklopku na dovodu električne energije koja ima mogućnost zaključavanja u isključenom stanju (slika 8).



Slika 8: Strujna zaštitna sklopka; glavna sklopka s opcijom zaključavanja

#### 4.2. Zaštita od izravnog napona dodira

Pregledom ugrađene opreme utvrđuje se provođenje zaštite od izravnih dijelova pod naponom zaštitnim izoliranjem i postavljanjem električnih uređaja i opreme u zatvorena kućišta.

#### 4.3. Zaštita od neizravnog napona dodira

Zaštita od neizravnog napona dodira ima cilj da pri pojavi kvara na izolaciji opreme spriječi opasno trajanje napona dodira. Najduže vrijeme isključivanja napajanja  $t_d$  za strujne krugove štice strujnom zaštitnom sklopkom iznosi 0,2 s. Ispitivanjem se utvrđuje da li će greška oštećenja izolacije na električnoj instalaciji i sredstvima za rad pod naponom prouzročiti dovoljno veliku struju kvara  $I_a$  koja će izazvati prekidanje napajanja unutar vremena od 0,2 s. U tu svrhu mjeri se napon dodira i uspoređuje sa najvećim dozvoljenim naponom dodira ( $U_{doz}=50V$ , odnosno  $U_{doz}=25V$  za mokre prostore;  $U_i \leq U_{doz}$ ). Provjera ispravnosti same strujne zaštitne sklopke vrši se propuštanjem njezine nazivne diferencijalne struje prorade  $I_d$  kroz petlju kvara i mjerenjem vremena isklopa  $t_d$  istog. Vrijeme isklopa strujne zaštitne sklopke mora biti unutar vremena od 0,2 s. Ako su ispunjena oba uvjeta;  $U_i \leq U_{doz}$  i  $t_d \leq 0,2$  s znači da će zaštita djelovati pravovremeno. Strujna zaštitna sklopka ima ugrađeno tipkalo pomoću kojeg se povremeno, u pravilu jednom mjesečno, treba ispitati da li ispravno djeluje. U našem slučaju se ispitivanje provodi mjernim instrumentom *METREL, tip Eurotest XA*. Za mjerenje ulazne impedancije potrebno je odabrati područje „RCD“, odnosno mjerenje neizravnog napona dodira  $U_c$ . Mjerenje se izvodi između aktivnih vodiča na dovodu električne energije dizalice i zaštitnog PE vodiča koji je spojen na sabirnicu PE vodiča.

Prilikom ispitivanja funkcionalnosti strujne zaštitne sklopke na mjernom instrumentu potrebno je odabrati područje „RCD“, podesiti granične vrijednost diferencijalne struje prorade na 30 mA i odabrati područje za isklon strujne zaštitne sklopke. Prilikom aktivacije, mjerni instrument postepeno podiže diferencijalnu struju prorade sve do trenutka isklopa strujne zaštitne sklopke. U trenutku isklopa, mjerni instrument bilježi diferencijalnu struju prorade  $I_{dm}$  (mA), napon dodira  $U_{dm}$  (V) i vrijeme isklopa zaštitnog uređaja  $t_d$  (ms). Izmjerene vrijednosti ispitivanja strujne zaštitne sklopke moraju biti unutar granica dopuštenih vrijednosti. Rezultati ispitivanja funkcionalnosti strujne zaštitne sklopke prikazani su u tablici 2.

Tablica 2: Rezultati ispitivanja funkcionalnosti strujne zaštitne sklopke:

Red. br.	Mjerno mjesto	$I_n$ (A)	$I_{dn}$ (A)	$I_{dm}$ (mA)	$U_{dm}$ (V)	$U_d$ (V)	$t_d$ (ms)	$t_{doz}$ (s)	Zadovoljava
1.	razdjelnik RO - RCD, 40/0,03 A	40	0,03	24,0	0,01	25	28	0,2	DA

Gdje je:

**RCD** (*engl. Residual Current Devices*) - strujna zaštitna sklopka.

**$I_n$**  - nazivna struja zaštitnog uređaja.

**$I_{dn}$**  - nazivna diferencijalna struja djelovanja RCD-a.

**$I_{dm}$**  - izmjerena diferencijalna struja djelovanja RCD-a.

**$U_{dm}$**  - izmjereni napon dodira.

**$U_d$**  - dozvoljeni napon dodira.

**$t_d$**  - vrijeme isklopa zaštitnog uređaja.

**$t_{doz}$**  - dozvoljeno vrijeme isklopa zaštitnog uređaja.

#### 4.4. Otpor uzemljenja

Metalna konstrukcija dizalice mora biti propisno uzemljena. Pri mjerenju vrijednosti otpora uzemljenja temeljnog uzemljivača primjenjuju se zahtjevi norme *HRN EN 62305-3:2007, Zaštita od munje, 3. dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život (IEC 62305-3: 2006; EN 62305-3: 2006)*, za dozvoljeni otpor uzemljenja čija maksimalna vrijednost smije iznositi 10  $\Omega$ .

Uzemljenje mora biti izvedeno pomoću ukopanih, u skladu sa strukom, elemenata sustava zaštite od munje koji su definirani propisom. Za određivanje vrste vodiča, koje je moguće koristiti pri izvođenju uzemljenja, odnosno odabira materijala i minimalno potrebnog presjeka vodiča, nužno je koristiti propise koji to definiraju.

Prema Hrvatskoj normi *HRN EN 62305-3 Zaštita od munje - 3. Dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život*, u tablici 7, definirane su vrste materijala i minimalni presjeci vodiča koje je moguće koristiti, a to su:

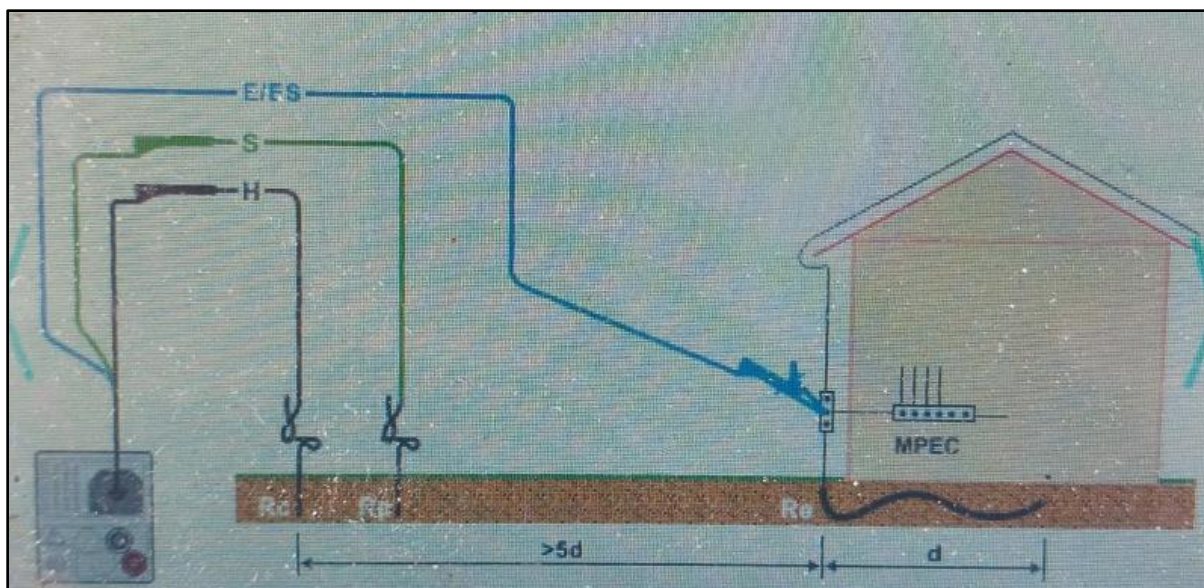
- Pocičana (FeZn) traka, min. presjeka  $90 \text{ mm}^2$  (npr.  $25 \times 4 \text{ mm}$ ).
- Bakreno (Cu) uže, min. presjeka  $50 \text{ mm}^2$ .
- Nehrđajući čelik: okrugli presjek min.  $78 \text{ mm}^2$  ili traka min. presjeka  $100 \text{ mm}^2$ .

Na slici 9 autor ispituje otpor uzemljenja dizalice instrumentom *Metrel Eurotest XA*.



Slika 9: Ispitivanje otpora uzemljenja instrumentom *Metrel Eurotest XA*

Metalna konstrukcija dizalice može se uzemljiti i spajanjem na već postojeći temeljni uzemljivač objekta u izgradnji ili na temeljni uzemljivač susjednog objekta (ako postoji). U konkretnom slučaju, ispitivanje se provodi mjernim instrumentom *METREL, tip Eurotest XA*, tv. broj: 12400046, potvrda o umjeravanju broj: U-0143/24, od dana 08.02.2024., umjeravanje izveo: Lumio 21 d.o.o., Zagreb. Mjerne sonde se postavljaju okomito od smjera postavljanja temeljnog uzemljivača. Prva mjerna sonda se postavlja u zemlju na udaljenosti 25 m od mjesta ispitivanja, a druga na udaljenosti od 50 m (slika 10).



Slika 10: Skica postupka mjerenja otpora uzemljenja

Na instrumentu je potrebno odabrati mjerno područje „Earth“ (zemlja), a vodiče spojiti s adapterom instrumenta prema uputama proizvođača. Ispitni nastavak adaptera instrumenta (tzv. ispitna pipalica ili „krokodil“ hvataljka) prisloni se na izvod uzemljivača i pritiskom na tipku „Start“ aktivira se mjerenje instrumenta (slika 11). Vrijednost izmjerenog otpora uzemljenja ne smije biti veća od  $10 \Omega$ . Rezultat ispitivanja otpora uzemljenja dizalice prikazan je u tablici 3.

Tablica 3: Rezultati ispitivanja otpora uzemljenja dizalice:

Red.br.	Mjerno mjesto	Izmjereni opor uzemljenja ( $\Omega$ )	Najveći dozvoljeni otpor uzemljenja ( $\Omega$ )	Napomena
1.	Izvod uzemljivača	1,93	10	Zadovoljava



Slika 11: Postupak ispitivanja otpora uzemljenja instrumentom Metrel Eurotest XA

#### 4.5. Izjednačenje potencijala

U posebne zaštitne mjere za sprečavanje skupljanja statičkog elektriciteta spada uzemljenje vodljivih dijelova dizalice. Uzemljenje se izvodi galvanskim povezivanjem svih vodljivih dijelova dizalice koji pri normalnom radu nisu pod naponom na uzemljivač, čime su svi metalni dijelovi postrojenja postavljaju na vrijednost potencijala uzemljivača.

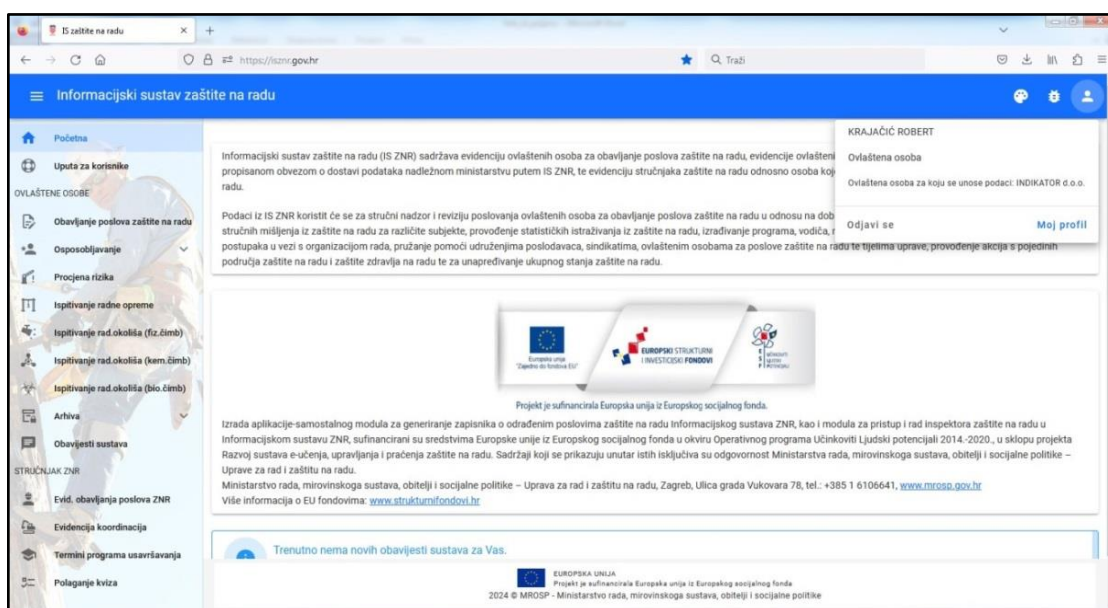
Rezultati opisanog postupka uzemljenja metalnih masa mogu se definirati i kao izjednačenje potencijala. Ispitivanje i mjerenje izjednačenja potencijala provedeno je mjerenjem otpora U-I metodom prema normi *HRN HD 60364-6: 2007, Niskonaponske električne instalacije – 6. Dio: Provjeravanje*. Na osnovu *Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadnih transformatorskih stanica (Službeni list broj 13/78)* djelotvornost mjera izjednačenja potencijala uspješno je provedena ako se mjerenjem električnog otpora između združenog uzemljenja dizalice, u našem slučaju najbliži izvod temeljnog uzemljivača i dohvatljivih dijelova metalne konstrukcija dizalice, dobije vrijednost manja od 2,00  $\Omega$ .

### 5. Obaveze i rokovi za pregled i ispitivanje radne opreme

Prema *Pravilniku o pregledu i ispitivanju radne opreme (Narodne novine br.16/16, 120/22, čl.7)*, propisani rokovi periodičkih pregleda i ispitivanja za dizalice ne smiju biti duži od tri godine ako u tom periodu ne dođe do njihova premještanja s jednog mjesta na drugo, pa je zbog toga dizalica rastavljena i ponovno sastavljena. U tom slučaju bilo bi potrebno obnoviti pregled i ispitivanje dizalice. Isto vrijedi u još dva slučaja. Prvi je, ukoliko bi se utvrdile određene promjene zbog kojih dizalica ugrožava sigurnost rada. To može biti u slučaju promjene načina rada, otkrivenih oštećenja ili nedostataka na dizalici ili u slučaju ozljede na radu nastalu prilikom rada s dizalicom. Drugi slučaj je na temelju rješenja inspektora rada. Rok za periodično ispitivanje dizalice može se razlikovati od navedenog ako je proizvođač dizalice kroz upute za uporabu i održavanje definirao drugačiji rok ili ako je rok definiran posebnim propisom.

## 6. Zapisnik o obavljenom pregledu i ispitivanju radne opreme

Nakon obavljenog pregleda i ispitivanja građevinske dizalice potrebno je sastaviti Zapisnik o pregledu i ispitivanju radne opreme. U zapisnik se unose opći podaci o naručitelju, korisniku, dizalici, lokaciji ispitivanja, aktualnim propisima i mjernoj opremi, te podaci o strojarskom i elektro dijelu pregleda i ispitivanja radne opreme. Zapisnik sastavljaju i potpisuju sve osobe, strojarske i elektrotehničke struke, koje su sudjelovale u pregledu i ispitivanju radne opreme, a podaci se unose izravno u informacijski sustav zaštite na radu, u koji se pristupa putem linka <https://isznr.gov.hr/> (slika 12). Na kraju zapisnika moguće je dodati priloge. Kao prilogi dodaju se fotografija dizalice s terena, tehnički podaci navedeni u kontrolnoj knjizi za održavanje dizalice, upute proizvođača i upute za rad na siguran način. Krajnji rok za zaključenje zapisnika je 30 dana od dana početka pregleda i ispitivanja dizalice, te se u tom roku mogu unositi i/ili korigirati podaci koji su već bili unešeni u sustav. Nakon tog roka informacijski sustav zaštite na radu zatvara mogućnost unosa i korekcije podataka i zapisnik je kao takav konačan. Ukoliko je zaključak zapisnika o pregledu i ispitivanju radne opreme definiran sa „*zadovoljava*“, tada rok za sljedeće ispitivanje, ne može biti duži od tri godine, odnosno određen prema rokovima koji su definirani u poglavlju 5. *Obaveze i rokovi za pregled i ispitivanje dizalica*. U suprotnom, ako je zaključak zapisnika definiran sa „*ne zadovoljava*“, treba navesti popis nedostataka i prijedlog mjera kojim će navedeni nedostaci biti uklonjeni. U skladu s tim, rok za ponovni pregled i ispitivanje je odmah po uklanjanju nedostataka.



Slika 12: Informacijski sustav zaštite na radu



## 6.1. Nalazi o rezultatima pregleda i ispitivanja - strojarski dio

Tablica 4: Nalazi o rezultatima pregleda i ispitivanja - strojarski dio

Red. br.	Sadržaj pregleda / ispitivanja	Napomena / izmjerene vrijednosti	Zadovoljava
1.	Smještaj i osiguranje slobodnog prostora za neometan pristup, kretanje, rad i održavanje:	-	DA
2.	Način postavljanja - osiguranje stabilnosti	-	DA
3.	Zaštita od neovlaštenog korištenja:	-	DA
4.	Djelovanje uređaja za uključivanje i isključivanje:	-	DA
5.	Djelovanje uređaja za upravljanje:	-	DA
6.	Opremljenost, označavanje i ispravnost upravljačkih i signalnih elemenata:	-	DA
7.	Zaštita od pokretnih dijelova-pogonski mehanizam:	-	DA
8.	Zaštita od pokretnih dijelova-prijenosnici snage i gibanja:	-	DA
9.	Zaštita od pokretnih dijelova-radni elementi:	-	DA
10.	Djelovanje uređaja za isključivanje u slučaju opasnosti:	-	DA
11.	Mehanizam hidrauličkog sustava osigurava besprijekoran rad, bez ulaganja napora i opasnosti pri izvođenju radnih operacija:	-	DA
12.	Probno statičko ispitivanje provedeno je sa poznatim teretom i dalo je zadovoljavajuće rezultate:	-	DA
13.	Probno dinamičko ispitivanje provedeno je sa poznatim teretom i dalo je zadovoljavajuće rezultate:	-	DA
14.	Opremljenost znakovima sigurnosti:	-	DA
15.	Opremljenost odgovarajućim uputama:	-	DA

<b>Red. br.</b>	<b>Sadržaj pregleda / ispitivanja</b>	<b>Napomena / izmjerene vrijednosti</b>	<b>Zadovoljava</b>
16.	Ostvarivanje gibanja i djelovanja prema oznakama i smjerovima:	-	DA
17.	Promjene nastale korištenjem:	-	DA
18.	Radno opterećenje na karakterističnim pozicijama radnih elemenata (funkcionalno ispitivanje radne opreme):	-	DA
19.	Stanje ograde oko dizalice	-	DA
20.	Stanje čeličnog užeta	-	DA
21.	Ispravnost kočnice pogona dizanja / spuštanja pri spuštanju poznatog tereta najvećom brzinom pri čemu se prekida dovod električne energije	-	DA
22.	Upravljanje daljinskim upravljačem	-	DA
23.	Dijagram nosivosti	-	DA
24.	Stanje kuke za dizanje terete sa osiguračem protiv ispadanja tereta	-	DA

## 6.2. Nalazi o rezultatima pregleda i ispitivanja - elektro dio

Tablica 5: Nalazi o rezultatima pregleda i ispitivanja - elektro dio

Red. br.	Sadržaj pregleda / ispitivanja	Napomena / izmjerene vrijednosti	Zadovoljava
1.	Način priključka na električnu mrežu, nazivni napon:	Kabel s utikačem, 400/230V, 50Hz	DA
2.	Presjek kabela napajanja (mm <sup>2</sup> ), stanje izolacije vodiča:	5 x 16 mm <sup>2</sup>	DA
3.	Instalirana je glavna sklopka:	-	DA
4.	Ispravnost priključnih naprava:	-	DA
5.	Zaštita od izravnog dodira dijelova pod naponom:	-	DA
6.	Zaštita od kratkog spoja i preopterećenja:	-	DA
7.	Zaštita od neizravnog dodira provedena u sustavu automatskim isključivanjem pomoću nadstrujnih zaštitnih elemenata: $I_n=20A$ , $t_i \leq 0,4s$ , $Z_{sdop} \leq 1,15 \Omega$ - najveća izmjerena impedancija petlje kvara - $Z_s (\Omega)$ :	0,54 $\Omega$	DA
8.	Zaštita od neizravnog dodira provedena u sustavu automatskim isključivanjem pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje (RCD) / (40/0,03)A, $t_{idop} \leq 0,2s$ , $U_{idop} \leq 25V$ / - izmjereni izravni napon dodira $U_i (V)$ :	0,01 V	DA
9.	Zaštita od neizravnog dodira provedena u sustavu automatskim isključivanjem pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje – vrijeme isključenja RCD - $t_i (ms)$ :	28 ms	DA
10.	Zaštita od neizravnog dodira provedena u sustavu automatskim isključivanjem pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje – izmjerena dif. struja isključenja RCD - $I_{di} (mA)$ :	24,0 mA	DA
11.	Izjednačenje potencijala - metalna konstrukcija i metalni dijelovi koji u normalnom pogonu nisu pod naponom, a u slučaju kvara mogli doći pod napon galvanski su povezani sa zaštitnim uzemljenjem - najveći izmjereni otpor $R_{gv} (\Omega)$ :	< 0,2 $\Omega$	DA

## 7. Matična knjiga i kontrolna knjiga za održavanje dizalice

Matična knjiga i kontrolna knjiga za održavanje dizalica (slika 13) sadrže podatke za sigurno rukovanje, održavanje, pregled i montažu dizalice kao i *Pravilnik o tehničkim normativima za dizalice (SL br. 65/91.)*. U skladu s pravilnikom korisnik dizalice ih mora imati za svaku pojedinu dizalicu. Matična knjiga za dizalice ispod 1000 kg nosivosti nije obavezna. Sadržaj kontrolne knjige za održavanje dizalice:

- Tehnički podaci - proizvođač dizalice, vrsta, tip, tvornički broj dizalice, pogonska klasa dizalice, vrsta pogona, maksimalna nosivost, godina izrade, datum prvog ispitivanja, podaci o ustanovi koja je provela prvo ispitivanje, podaci o korisniku.
- Lokacija i promjena lokacije dizalice - podaci o korisniku dizalice, mjesto na kojem je dizalica stalno ili privremeno postavljena, datum montaže / demontaže.
- Podaci o osobi zaduženoj za održavanje dizalice u tvrtki - datum primanja dužnosti, ime i prezime osobe, stručna sprema ili kvalifikacija, potpis.
- Podaci o osobi kojoj je povjereno upravljanje dizalicom - datum primanja dužnosti, ime i prezime osobe, kvalifikacija ili osposobljenost, potpis.
- Evidencija o redovnim i izvanrednim pregledima dizalice - datum pregleda, vrsta pregleda, rezultati pregleda, vrsta intervencije, potpis.
- Evidencija o remontu dizalice i zamjeni oštećenih dijelova - datum naloga, ime i prezime nalogodavca, naziv dijela koji je zamijenjen, potpis odgovorne osobe.
- Evidencija o periodičnom ispitivanju dizalice od stručne ustanove - datum ispitivanja, naziv stručne ustanove, nalaz, potpis osobe koja je obavila ispitivanje.
- Nalazi i posebna zapažanja prilikom redovnih, izvanrednih i periodičnih pregleda i ispitivanja, odnosno nakon obavljenih popravaka dizalice.



Slika 13: Matična knjiga; kontrolna knjiga za održavanje dizalice

## 8. Natpisi, upozorenja i upute za rad na siguran način

Kao dodatna zaštitna mjera pri radu s dizalicama propisuje se postavljanje odgovarajućih natpisa (slika 14) ili upozorenja (slika 15). Na toranjsku građevinsku dizalicu postavlja se natpisna ploča sa sljedećim podacima:

- Dizalica broj.
- Pogonska klasa.
- Maksimalna nosivost (pri minimalnom i maksimalnom dohvatu).

<b>DIZALICA</b>	BROJ	_____
	POGONSKA KLASA	_____
<b>MAKSIMALNA NOSIVOST</b>		
KOD MAKS.		
DOHVATA	_____ m	_____ kN
KOD MIN.		
DOHVATA	_____ m	_____ kN

Slika 14: Natpisna ploča: broj, pogonska klasa i maksimalna nosivost dizalice

Na samom prilazu dizalici mora se postaviti natpis sa sljedećim tekstom:

„Prilaz dizalici nezaposlenim osobama strogo zabranjen“ i

„Pozor, zabranjeno se zadržavati ispod visećeg tereta“.



Slika 15: Natpisne ploče s upozorenjima postavljene na prilazu dizalici

Osim natpisnih ploča i uputa postoje i sljedeća označavanja na pojedinim dijelovima:

- kuka iznad 10 kN nosivosti mora nositi na sebi oznaku proizvođača i oznaku maksimalne nosivosti.
- pasice od čelične užadi moraju imati oznake maksimalne nosivosti.
- hvatači tereta (stremeni, kliješta) moraju imati oznaku dozvoljene nosivosti.
- istaknuti pokretni dijelovi dizalice moraju biti obilježeni kosim prugama.
- sklop kuke obojen kosim prugama.

## Upute za rad na siguran način

- Prije početka rada provjerite jesu li svi dijelovi dizalice kao što su pogonski dijelovi, uređaji za upravljanje, mehanizmi za dizanje tereta, sigurnosni uređaji dizalice, kao i pribor za dizanje tereta postavljeni na svoja mjesta te jesu li sigurni i ispravni.
- Upravlajte dizalicom u skladu s uputama proizvođača te propisanim pravilima zaštite na radu.
- Pri upravljanju dizalicom nikada nemojte naglo dizati terete, kod većih i težih tereta upotrebljavati najveće brzine, koso podizati terete, privlačiti ili izvlačiti terete te naglo mijenjati smjer pojedinih operacija.
- Podižite i prenosite isključivo teret dopuštene težine i to obavljajte bez naglih pokreta ili trzaja dizalicom ili krakom. Pritom budite sigurni da je teret ispravno i sigurno vezan. Nemojte podizati i prenositi teret ako manevarski prostor nije pregledan i ako nije odgovarajuće rasvijetljen.
- Kod pojave pojačanog vjetra čiju je jakost odredio proizvođač, prekinite rad i dovedite dizalicu do sidrišta te ju usidrite.
- Posebnu pozornost posvetite podizanju i prijenosu tereta preko električnih vodovoda pod naponom. Ako napon nije moguće isključiti, prenosite uvijek teret na sigurnoj udaljenosti od vodova ovisno o visini napona.
- Budite sigurni da su za vrijeme podizanja i prijenosa tereta udaljeni svi okolni zaposlenici iz manevarskog prostora dizalice.
- Nemojte nikada podizati ili prenositi ljude na dizalici ili priboru za dizanje tereta.
- Pri radu vodite računa o ispravnosti i sigurnosti ljestava za prilaz upravljačkoj kabini. Ljestve moraju biti izgrađene i stalno održavane u skladu s pravilima zaštite na radu.
- Popravci i podmazivanje dizalice mogu se obavljati samo ako je dizalica osigurana od neodgovornog uključivanja u rad.
- U slučaju bilo kakvog kvara na dizalici odnosno njezinim sklopovima prekinite rad i kvar dojavite odgovornom voditelju poslova.
- Nakon završetka rada sve komande dizalice stavite u neutralni položaj i isključite glavnu sklopku. Osigurajte dizalicu od slučajnog pokretanja i neovlaštene upotrebe drugih zaposlenika.

## 9. Mjerna oprema

Za potrebe pregleda i ispitivanja građevinskih dizalica korištena je sljedeća mjerna oprema (slika 16):

- Dinamometar STRAIGHTPOINT, LLP12T, tv. broj: 23014.
- Mjerač osvjetljenosti (KIMO, LX100, 19072649).
- Zvukomjer (RION, model NL-52, tv.br. 00219852).
- Mjerni instrument METREL, tip Eurotest XA, tv. broj: 12400046, potvrda o umjeravanju broj: U-0143/24, od dana 08.02.2024., umjeravanje izveo: Lumio 21 d.o.o., Zagreb.



Slika 16: Mjerna oprema

## 10. Propisi vezani za pregled i ispitivanje radne opreme

Propisi kojima je utvrđena obveza ispitivanja radne opreme:

- Zakon o zaštiti na radu (N.N. 71/14, 118/14, 94/18 i 96/18)...čl. 42.
- Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme (N.N. 16/16 i 120/22)...čl.10.
- Zakon o normizaciji (N.N. 80/13).

Propisi prema čijim zahtjevima je obavljena provjera ispunjavanja sigurnosno zdravstvenih zahtjeva na radnoj opremi:

- Pravilnik o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme (N.N. 18/17).
- Pravilnik o sigurnosti strojeva (N.N. 28/11).
- Tehnički propisi za niskonaponske električne instalacije (N.N. 05/10).
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (N.N. 88/12).

Posebni propisi za dizalice:

- Pravilnik o tehničkim normativima za dizalice (SL br. 65/91).

Tehnička dokumentacija koja se koristi pri pregledu i ispitivanju radne opreme (upute proizvođača za uporabu i održavanje, te ostala dokumentacija):

- Tehnička dokumentacija.
- Uputa za uporabu.
- Matična knjiga i kontrolna knjiga za održavanje dizalice.
- Projekt sidrenja (toranjska građevinska dizalica - ako je sidrena za objekt) - način sidrenja i raspored sidra je i sastavni dio tehničke dokumentacije proizvođača dizalice.

Nalazi drugih ovlaštenih ispitivača i/ili laboratorija, te održavatelja radne opreme:

- Geomehanika tla.
- Izjava o sukladnosti i CE certifikat (za novo ugrađenu čeličnu užad i/ili kuke).
- Izjava o sukladnosti i CE certifikati za dodatni i osnovni materijal, te važeći atest zavarivača, kao i projekt sanacije oštećenja.



## 11. Opasnosti pri radu s dizalicom

U radnom prostoru radnika okružuje više izvora potencijalnih opasnosti koje mogu izazvati ozljede ili tijekom radnog vijeka štetno djelovati na organizam i radnu sposobnost radnika. Neželjene posljedice nastaju ako se poremeti odnos radnika i njegove radne okoline, odnosno radnog prostora kojim je radnik okružen i opreme s kojom radi. Radna okolina u kojoj se obavljaju poslovi dizaličara su u potpunosti otvoreni prostori, uglavnom gradilišta. Na gradilištima su redovito prisutne neuredne radne površine zakrčene građevinskim materijalom, otpadom, opremom, električnim vodovima i ostalim predmetima, što predstavlja opasnost od pada na istoj razini.



Slika 17: Opasnost od pada s visine

Toranjskom građevinskom dizalicom moguće je upravljati na dva načina, iz kabine dizalice ili pomoću upravljačkog uređaja za daljinsko upravljanje s tla ili objekta u izgradnji. Rad u kabini dizalice na visini većoj od tri metra, ne može se smatrati rad u zatvorenom zaštićenom prostoru, bez obzira na ukupnu visinu od tla. Osim toga rad u kabini toranjske građevinske dizalice predstavlja opasnost od pada s visine preko tri metra (slika 17). Ista vrsta opasnosti je prisutna i prilikom montaže ili demontaže dizalice. Također, postoji opasnost od pada dizalice uslijed preopterećenja, pogrešnog rukovanja, premale nosivosti podloge, naleta vjetra ili nevremena. U slučaju da se uoči približavanje nevremena, radi sigurnosti radnika, preporuča se prekid rada. Vjetar izravno utječe na stabilnost dizalice. Ako brzina vjetra dostigne 50 km/h, potrebno je dizalicu postaviti u siguran položaj i pripremiti je za prekid rada. Pri brzini vjetra većoj od 72 km/h se iz sigurnosnih razloga prekida rad s dizalicom.

Na kraju radnog dana, prije napuštanja gradilišta, potrebno je poduzeti sve aktivnosti koje smanjuju mogućnost nastanka neželjenog događaja dok se s dizalicom ne radi. Dizalicu je potrebno osloboditi tereta i užadi, kuku podići na najvišu razinu, a mačku postaviti u krajnji položaj prema stupu. Sve kočnice i blokade grane postaviti u slobodan položaj kako bi se grana dizalice mogla sama okretati u smjeru vjetra. Na taj način dizalica se sama postavlja u položaj s najmanjim otporom prema vjetru. Sve navedeno vrijedi samo ako u blizini nema objekata, stabala, dalekovoda ili nekih drugih prepreka u koje bi grana dizalice prilikom okretanja mogla udariti. U takvim uvjetima, otkočena dizalica mogla bi ugroziti vlastitu stabilnost i sigurnost ljudi, te izazvati materijalnu štetu.

Opasnost od pada tereta je kod toranjskih građevinskih dizalica vrlo velika. Pad tereta se najčešće događa zbog nepravilnog vezivanja tereta. Međutim, pad tereta moguć je i kod pojave pucanja neispravne ili oštećene užadi ili npr. u slučaju da teret zapne ili udari u objekt ili drugu prepreku koja se nalazi u blizini manipulativnog prostora. Pad tereta na radnike može se dogoditi i u slučaju kad se radnici nalaze u neposrednoj blizini tereta i rukama pridržavaju teret ili se nalaze ispod tereta, što je strogo zabranjeno.

Na gradilištima često nailazimo na neravne i mokre radne površine po kojima su slobodno položeni električni vodovi. Opasnost od električne struje prilikom rada s građevinskom dizalicom je vrlo velika jer se uglavnom radi o otvorenim radnim prostorima u kojima vrijede uvjeti mokre sredine. U pogledu zaštite na radu, električne instalacije, uređaji, oprema i postrojenja moraju svojom izradom i izvođenjem odgovarati odredbama postojećih propisa o zaštitnim mjerama protiv opasnosti od električne struje u radnim prostorijama i na gradilištima. Kao što sam već naveo u poglavlju elektro dijela pregleda i ispitivanja, u strujne krugove krajnjih trošila priključenih na fazni napon mora biti instalirana strujna zaštitna sklopka diferencijalne struje prorade ne veće od 30 mA. Slobodni električni vodovi na gradilištu moraju biti položeni tako da ne postoji opasnost od njihovog mehaničkog oštećenja. Električni razdjelni ormari, sklopke, elektromotori i ostala oprema koja se nalazi na otvorenom prostoru moraju biti zaštićeni od vremenskih neprilika. Sklopka za uključivanje i isključivanje pogonske struje mora biti postavljena na pristupačnom mjestu, najčešće se nalazi na vratima razdjelnog ormara i imati mogućnost zaključavanja u isključenom „off“ položaju.

Prijenosni ručni uređaji na električni pogon koji se koriste na gradilištu, moraju biti priključeni na sniženi napon - najviše 42 V. Električne svjetiljke koje služe za osvjetljavanje gradilišta smiju biti priključene na napon od 230 V ako služe za stalno osvjetljavanje i ako se nalaze na visini iznad dohvata ruke radnika. Prijenosne električne svjetiljke koje se koriste na gradilištu, smiju se priključivati samo na sniženi zaštitni napon do 24 V.

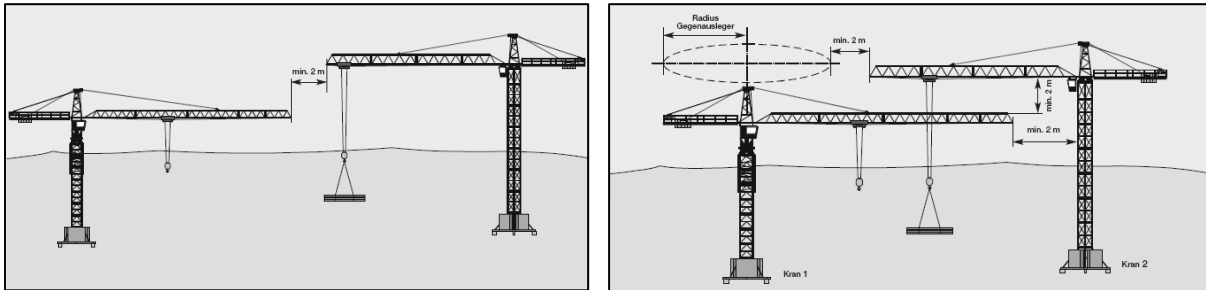
Ako je dizalica postavljena tako da joj grana prelazi preko prometnice ili željezničke pruge, tada treba ugraditi zaštitni isključivač okretanja grane dizalice ili zaštitni isključivač dohvata mačke sa teretom. Međutim, ako je na gradilištu postavljena ograda, te je manipulacija teretom izvan gabarita gradilišta zabranjena, tada nije potrebno postavljati zaštitne isključivače. Na slici 18 prikazano je ograđeno gradilište gdje grana dizalice prelazi iznad ceste.



Slika 18: Ograđeno gradilište - grana dizalice prelazi iznad ceste

### 11.1. Primjeri potencijalnih opasnosti pri radu s dizalicom

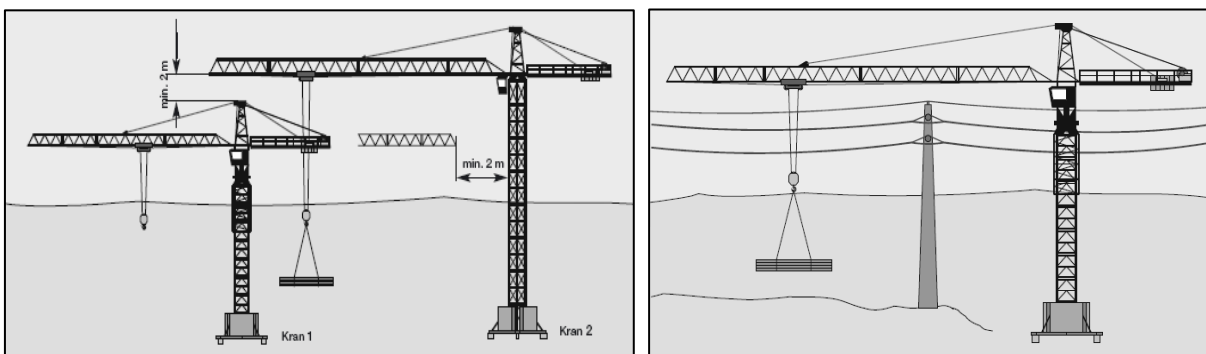
U slučaju da su na gradilištu postavljene dvije dizalice na relativno maloj udaljenosti, tada one moraju biti postavljene tako da se njihove grane ne dodiruju. Razmak između krajeva grana dizalice mora biti minimalno dva metra (slika 19).



Slika 19: Razmak između krajeva grana dizalica; preklapanje radnog područja

Kod preklapanja radnog područja dizalica, gdje se grana niže dizalice može sudariti s podignom sajlom više dizalice (slika 19), dizaličar mora biti zvučno obaviješten ili biti na izravnoj telekomunikacijskoj vezi s drugim dizaličarem. Kod ostavljanja dizalice izvan radnog pogona, neophodno je podići kuku i mačku više dizalice iznad razine niže dizalice, kako ne bi došlo do sudaranja.

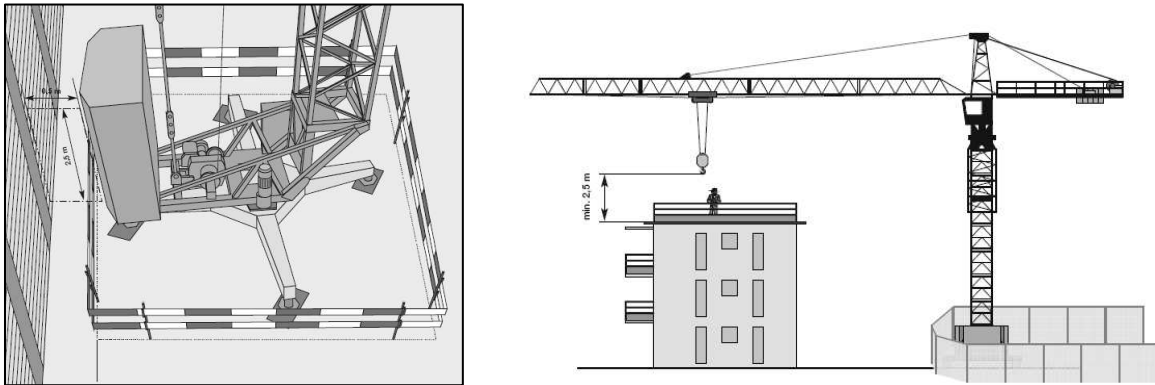
U slučaju da prilikom rada grana više dizalice ulazi u područje djelovanja grane protuutega niže dizalice, potrebno je zaštitnim isključivačem ograničiti područje rada. Ako su dizalice izvan pogona neophodno je kod više dizalice osloboditi teret, podići kuku, a mačku postaviti u krajnji položaj grane prema stupu dizalice (slika 20).



Slika 20: Preklapanje grana dviju dizalica; dizalica postavljena blizu dalekovoda

Prilikom odabira mjesta postavljanja treba izbjegavati postavljanje dizalice u blizini čvrstih prepreka, poput objekata, stabala, dalekovoda i slično (slika 20). Ukoliko je takvo mjesto nemoguće izbjeći, tada je neophodno prilikom rada dizalice osigurati uvjete za siguran rad. To se može postići ograničenjem područja okretanja pomoću zaštitnog isključivača ili električnim ograničavanjem područja okretanja.

Kod takvih slučajeva, kada je dizalica izvan pogona, neophodno je granu dizalice postaviti u položaj da se ne može slobodno okretati, te dizalicu po uputi proizvođača spriječiti da se okreće. Prilikom rada na takvim mjestima osim što postoji opasnost od oštećenja na dizalici postoji opasnost i od njezina pada. U takvim slučajevima moguće je izazvati materijalnu štetu na okolnim objektima, ali i ugroziti sigurnost ljudi. Prilikom odabira mjesta postavljanja dizalice treba uzeti u obzir blizinu dalekovoda, električnih vodova željeznice, te ostalih električnih vodova (slika 20). Tada postoji velika opasnost od električnog udara uslijed dodira metalnih dijelova dizalice s vodovima i mehaničke opasnosti od udara vlaka u određeni dio dizalice ili tereta koji dizalica prenosi.



Slika 21: Sigurnosni razmak između čvrstog objekta i protuutega; sigurnosna visina položaja kuke iznad krova prilikom okretanja grane

Sigurnosni razmak između čvrstog objekta i protuutega mora iznositi minimalno 0,5 m u širinu i 2,5 m u visinu, a opasno područje mora biti ograđeno. Ne smiju se ugroziti osobe na susjednim objektima. Prilikom okretanja grane dizalice neophodno je podići kuku minimalno 2,5 m iznad razine krova zgrade (slika 21).

## 11.2. Opasnosti, štetnosti i naponi za radno mjesto „dizaličar“

Radno mjesto „dizaličar“ nalazi se u kategoriji poslova s posebnim uvjetima rada, a prema *Pravilniku o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN broj 5/84), članak 3*, vrijede sljedeće točke:

- Točka 5 - upravljanje dizalicama na mehanizirani pogon.
- Točka 16 - fizički napor.
- Točka 17 - rad na visini.
- Točka 18 - rad u nepovoljnoj mikroklimi.

Dizaličar osim što upravlja i rukuje građevinskom dizalicom obavlja i čitav niz ostalih aktivnosti poput dnevnog pregleda ispravnosti i održavanja građevinske dizalice, mehaničkog transporta tereta, te ostale poslove građevinskog radnika na gradilištu. Od radne opreme koristi građevinsku dizalicu, miješalicu za beton, ručni pribor i alat. Stoga su opasnosti, štetnosti i naponi koji ga okružuju sljedeći:

- Opasnosti:
  - Mehaničke opasnosti - ručni alati, mehanizirani alati, dizalice.
  - Opasnosti od padova - pad na istoj razini, pad u dubinu, pad s visine, pad s visine iznad tri metra, pad predmeta.
  - Opasnosti od električne struje - otvoreni električni krug.
- Štetnosti:
  - Biološke štetnosti - zaražene životinje.
  - Fizikalne štetnosti - ometajuća buka (maks. 80 dB), rad na otvorenom.
- Napori:
  - Statodinamički naponi - stalno stajanje, nefiziološki položaj tijela (klečeći i sagnuti položaj tijela, ispruženi položaj tijela s podignutim rukama), dizanje i nošenje tereta (ručno podizanje i prenošenje maks. 25 kg tereta).
  - Psihofizički naponi - velika vjerojatnost izvanrednih događaja.

Ovisno o vrsti rada i izvoru opasnosti u Procjeni rizika definiran je popis osobnih zaštitnih sredstava koje poslodavac mora osigurati svakom zaposleniku, a isti ih tijekom rada mora koristiti što je propisano kroz Upute za rad na siguran način. Osim korištenja, svaki zaposlenik dužan je svakodnevno sam provjeravati ispravnost svojih osobnih zaštitnih sredstava, a svako oštećenje ili neispravnost odmah prijaviti neposrednom rukovoditelju. Neispravna zaštitna sredstva moraju biti odmah uklonjena iz upotrebe i zamijenjena ispravnim.

### 11.3. Osobna zaštitna sredstva

Radno mjesto „dizaličar“ ulazi u kategoriju “građevinska operativa“ za koju su prema Zakonu zaštite na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18 i 96/18, čl. 41., st. 5.) propisana sljedeća osobna zaštitna sredstva i zaštitna pomagala:

- Industrijska zaštitna kaciga EN 397:2001.
- zaštitno odijelo/kombinezon HRN EN 340:2003.
- prsluk s krznom HRN ENV 342:2001.
- sigurnosna cipela s pojačanom kapičom HRN EN 20345.
- zaštitne čizme gumene HRN EN 20345:2001 S3.
- naočale zaštitne prozirne s bočnom zaštitom HRN EN 166:2002.
- respirator s filtrom za zaštitu od krutih čestica i aerosola HRN EN 149:2002.
- rukavice za zaštitu od mehaničkih djelovanja HRN EN 420:2001.
- rukavice na tekstilnoj podlozi (za grube radove) HRN EN 420:2001.
- ušni čepovi – za višekratnu uporabu HRN EN 352-2:1999.
- pojas za zaštitu od pada s visine HRN EN 361:2001.

## 12. Zaključak

Pregled i ispitivanje dizalice se prema *Pravilniku o pregledu i ispitivanju radne opreme (Narodne novine br.16/16 i 120/22)* mora obaviti u rokovima koji nisu duži od tri godine, pod uvjetom da ne dođe do njihova premještanja zbog čega će dizalica biti rastavljena i ponovno sastavljena. Stoga, dizalice koje se koriste na privremenim gradilištima se uglavnom ispituju i češće od tri godine, ovisno o vremenu provedenom na pojedinom gradilištu. Osim navedenog, rokovi za pregled i ispitivanje dizalice mogu biti kraći od tri godine u sljedećim slučajevima:

- ako je proizvođač radne opreme u uputama za uporabu definirao drugačije rokove.
- ako su se utvrdile određene promjene zbog kojih rad s dizalicom može ugroziti sigurnost radnika. To može biti u slučaju promjene načina rada, otkrivenih oštećenja ili nedostataka na dizalici ili u slučaju ozljede na radu nastale prilikom rada s dizalicom.
- na temelju rješenja inspektora rada.

Pregled i ispitivanje građevinske dizalice može se podijeliti na dva osnovna dijela, strojarski i elektro dio.

Prilikom pregleda i ispitivanja strojarskog dijela dizalice treba istaknuti sljedeće:

- pregled dokumentacije – matična i kontrolna knjiga, upute proizvođača.
- vizualni pregled svih elemenata dizalice.
- ispitivanje bez opterećenja – provjera aktivacije zaštitnih isključivača:
  - krajnji položaj na oba kraja grane.
  - krajnji položaj kod podizanja kuke.
- ispitivanje s opterećenjem - radi provjere ispravnosti djelovanja svih mehanizama uređaja za dizanje, prijenos i spuštanje tereta, te njihovih kočnica koristi se nazivni teret dizalice, a može se podijeliti na četiri dijela:
  - ispitivanje s nazivnim (maksimalnim) teretom u najpovoljnijem položaju.
  - ispitivanje ispravnosti kočnice.
  - ispitivanje preopterećenja – provjera aktivacije zaštitnog isključivača vožnjom ispitnog tereta uzduž grane.
  - ispitivanje s nazivnim teretom u najnepovoljnijem položaju dizalice.



Prilikom pregleda i ispitivanja elektro dijela treba istaknuti sljedeće:

- vizualni pregled - utvrditi da li postoji opasnost od izravnog napona dodira.
- električna instalacija mora biti štíčena strujnom zaštitnom sklopkom diferencijalne struje prorade ne veće od 30 mA.
- ispitati zaštitu od neizravnog napona dodira, vrijednosti isklopa strujne zaštitne sklopke mora biti unutar dopuštenih granica (struja isklopa  $I_d < 30$  mA; napon isklopa  $U_d < 25$  V; vrijeme isklopa  $t_d < 0,2$  s).
- za uzemljivač dizalice koristiti materijale i presjeke vodiča koji su definirani važećim propisima – npr. normom *HRN EN 62305-3 Zaštita od munje - 3. Dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život*.
- ispitati otpor uzemljenja dizalice (maksimalna vrijednost otpora uzemljenja smije iznositi  $R_{uz} < 10 \Omega$ ).
- izjednačenje potencijala - svi metalni dijelovi dizalice koji u normalnom radu nisu pod naponom moraju biti galvanski spojeni sa sabirnicom zaštitnog PE vodiča.
- svi razdjelni ormari struje moraju biti označeni oznakom za opasnost od električnog udara, obavezno biti zaključani, a ključ držati kod stručne osobe.
- glavna sklopka pogonskog napajanja mora imati mogućnost zaključavanja u isključenom „off“ položaju.

Nakon obavljenog pregleda i ispitivanja potrebno je sastaviti Zapisnik o pregledu i ispitivanju radne opreme. Zapisnik sastavljaju i potpisuju sve osobe, strojarske i elektrotehničke struke, koje su sudjelovale u pregledu i ispitivanju dizalice. Podaci s terena se izravno unose u informacijski sustav zaštite na radu. Krajnji rok za zaključenje zapisnika je trideset dana od početka pregleda i ispitivanja dizalice.

Opasnosti koje su prisutne na gradilištu mogu se podijeliti u tri kategorije. - mehaničke opasnosti, opasnosti od padova i opasnosti od električne struje.

Dizaličar osim što upravlja i rukuje građevinskom dizalicom obavlja i čitav niz ostalih aktivnosti u svojem radnom okruženju. Obaveze prema dizalici poput dnevnog pregleda ispravnosti i održavanja građevinske dizalice samo su dio tih aktivnosti. Na gradilištu učestalo koristi i ostalu radnu opremu poput miješalice betona i ručnog alata. Svakodnevno je izložen mehaničkom transportu tereta i ostalim poslovima građevinskog radnika. Kod ovih aktivnosti prisutne su mehaničke opasnosti.

Opasnosti od padova mogu se podijeliti na opasnosti od pada na istoj razini, pada u dubinu, pada s visine, pada s visine iznad tri metra i pada predmeta. Najveća opasnost koja je prisutna je opasnost od pada predmeta, odnosno tereta. Takve nesreće su najčešće uzrokovane ljudskom pogreškom nastalom prilikom nepravilnog vezivanja tereta. Pad tereta je također moguć uslijed pogrešne procjene dizalčara, u slučaju da teret zapne ili udari u objekt ili drugu prepreku koja se nalazi u blizini manipulativnog prostora, te radi pucanja neispravne ili oštećene užadi.

Opasnosti od pada s visine iznad tri metra prisutne su prilikom svake montaže i demontaže dizalice, prilikom rada u kabini dizalice jer postoji mogućnost od njezina pada uslijed preopterećenja, udara vjetra, nevremena i sl. Opasnosti od padova na istoj razini je učestalo prisutna na gradilištima zbog neravnih i mokrih površina, te radi zakrčenosti radnog prostora raznim predmetima, materijalom, otpadom i sl.

Opasnost od električne struje prilikom rada s građevinskom dizalicom je vrlo velika jer se uglavnom radi o otvorenim radnim prostorima u kojima vrijede uvjeti mokre sredine. U strujne krugove krajnjih trošila priključenih na fazni napon mora biti instalirana strujna zaštitna sklopka diferencijalne struje prorade ne veće od 30 mA. Slobodni električni vodovi na gradilištu moraju biti položeni tako da ne postoji opasnost od njihovog mehaničkog oštećenja. Prijenosni ručni električni uređaji koji se koriste na gradilištu, moraju biti priključeni na najviši napon od 42 V, a prienosne električne svjetiljke na najviši napon do 24 V.

Osim opasnosti, prilikom rada s dizalicom prisutne su štetnosti i naponi. Štetnosti se mogu podijeliti na biološke i fizikalne. Biološke štetnosti nisu isključene zbog radne okoline u kojima dizalčar radi. Gradilišta su najčešće otvoreni prostori u kojima je moguće doći u kontakt sa zaraženim životinjama. Fizikalne štetnosti su usmjerene na ometajuću buku i rad na otvorenom. Najviša razina buke na radnom mjestu smije iznositi 80 dB, a iznad toga obavezna je upotreba osobnih zaštitnih sredstava za zaštitu od buke. Rad na otvorenom podrazumijeva rad u ekstremnim vremenskim uvjetima - izlaganje suncu, toplini, hladnoći, vjetru, vlazi, padalinama i dr.

Naponi se mogu podijeliti na statodinamičke i psihofizičke. Statodinamički naponi podrazumijevaju dizanje i nošenje tereta, stalno stajanje ili nefiziološki položaj tijela tijekom rada. To može biti klečeći ili sagnuti položaj, ispruženi položaj tijela s podignutim rukama. Tijekom rada s dizalicom postoji velika vjerojatnost nastanka izvanrednih događaja, a to za dizalčara predstavlja psihofizički napor.

## Literatura

- [1] Dević M.: Dizalice i dizaličar, Zavod za zaštitu pri radu, Zagreb, 1970.
- [2] ZIRS: Rukovalac, Priručnik za rukovoaoce oruđima za prihvat, podizanje, prijenos, prijevoz i odlaganje tereta: toranjske dizalice, mosne i portalne dizalice, autodizalice, hidrauličke dizalice, hidrauličke platforme, viličari, elektrokolica, ZIRS - Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti d.d., Zagreb, 2008.
- [3] Alerić S.: Radna oprema: komentar pravilnika o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 2009.
- [4] Lukavac D.: Pregled i ispitivanje radne opreme, Seminar - prezentacija, Zagreb, 2023.
- [5] Gašperov J.: Sigurnost: Pregled i ispitivanje radne opreme, Ministarstvo rada i mirovinskog sustava, Zagreb, 2016.
- [6] Tehnologija građenja visokogradnja, Predavanja: Unutrašnji transport - Toranjske dizalice, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb
- [7] Linarić Z.: Učinak građevinskih strojeva, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb
- [8] Pravilnik o tehničkim normativima za dizalice (SL br. 65/91.)
- [9] Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme (N.N. 16/16 i 120/22)
- [10] Zakon o zaštiti na radu (N.N. 71/14, 118/14, 94/18 i 96/18)
- [11] Pravilnik o sigurnosti strojeva (N.N. 28/11)
- [12] Tehnički propisi za niskonaponske električne instalacije (N.N. 05/10)
- [13] Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (N.N. 88/12)
- [14] Pravilnik o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme (N.N. 18/17)
- [15] Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (N.N. 5/84)
- [16] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadnih transformatorskih stanica (SL br. 13/78)
- [17] Pravilnik o tehničkim propisima o gromobranima (SL br. 13/68.)
- [18] Hrvatska norma HRN EN 62305-3:2007, Zaštita od munje,  
3. dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život
- [19] Hrvatska norma HRN HD 60364-6: 2007, Niskonaponske električne instalacije -  
6. Dio: Provjeravanje.

## Popis slika

	Stranica
Slika 1: Konstrukcijski elementi toranjske građevinske dizalice .....	4
Slika 2: Oznake udaljenosti od sredine stupa i dozvoljene nosivosti na grani .....	6
Slika 3: Temelj dizalice; kuka dizalice .....	7
Slika 4: Dizalica <i>Potain MC 68B</i> - ispitivanje dizalice s opterećenjem .....	9
Slika 5: Dizalica <i>Potain MC 68B</i> - dijagram nosivosti .....	10
Slika 6: Zaštita električnih vodova od mehaničkih oštećenja .....	12
Slika 7: Spoj uzemljiivača na metalnu konstrukciju dizalice .....	13
Slika 8: Strujna zaštitna sklopka; glavna sklopka s opcijom zaključavanja .....	14
Slika 9: Ispitivanje otpora uzemljenja instrumentom <i>Metrel Eurotest XA</i> .....	16
Slika 10: Skica postupka mjerenja otpora uzemljenja .....	17
Slika 11: Postupak ispitivanja otpora uzemljenja instrumentom <i>Metrel Eurotest XA</i> .....	17
Slika 12: Informacijski sustav zaštite na radu .....	19
Slika 13: Matična knjiga; kontrolna knjiga za održavanje dizalice .....	23
Slika 14: Natpisna ploča: broj, pogonska klasa i maksimalna nosivost dizalice ....	24
Slika 15: Natpisne ploče s upozorenjima postavljene na prilazu dizalici .....	24
Slika 16: Mjerna oprema .....	26
Slika 17: Opasnost od pada s visine .....	28
Slika 18: Ograđeno gradilište – grana dizalice prelazi iznad ceste .....	30
Slika 19: Razmak između krajeva grana dizalica; preklapanje radnog područja ...	31
Slika 20: Preklapanje grana dviju dizalica; dizalica postavljena blizu dalekovoda	31
Slika 21: Sigurnosni razmak između čvrstog objekta i protuutega; sigurnosna visina položaja kuke iznad krova prilikom okretanja grane .....	32

## Popis tablica

	Stranica
Tablica 1: Podaci o toranjskoj građevinskoj dizalici s horizontalnom granom .....	8
Tablica 2: Rezultati ispitivanja funkcionalnosti strujne zaštitne sklopke .....	15
Tablica 3: Rezultati ispitivanja otpora uzemljivača dizalice .....	17
Tablica 4: Nalazi o rezultatima pregleda i ispitivanja - strojarski dio .....	20
Tablica 5: Nalazi o rezultatima pregleda i ispitivanja - elektro dio .....	22