

ZNAČAJ ODRŽAVANJA, PERIODIČNOG ISPITIVANJA I UNAPREĐENJA SISTEMA ZAŠTITE OD PREOPTEREĆENJA NA AUTODIZALICAMA SA ASPEKTA BEZBEDNOSTI

THE IMPORTANCE OF MAINTENANCE, PERIODIC INSPECTION, AND IMPROVEMENT OF OVERLOAD PROTECTION SYSTEMS ON MOBILE CRANES FROM A SAFETY PERSPECTIVE

Miodrag JOVANOVIĆ, Konstruktor Konsalting doo Beograd, Srbija, ORCID broj 0009-0002-87620-5507, miodrag.jovanovic@konstruktorgrupa.com, mikijov71@gmail.com

KRATAK SADRŽAJ

Imajući u vidu da je autodizalica sa teleskopskom granom specifično tehničko sredstvo i da zahteva kontinuiranu zaštitu od preopterećenja, u radu je dat istorijski pregled razvoja tih sistema i prikaz identifikovanih preostalih potencijalnih izvora opasnosti i predloga za unapređenje zaštitnih sistema u cilju postizanja bezbednih uslova upotrebe i rada i smanjenja rizika od nastanka akcidenta. Održavanje (autodizalica van garantnog roka), periodični pregledi i ispitivanje u skladu sa metodologijom (od strane ovlašćene institucije) je ključno sa aspekta bezbednosti i zahteva odgovornost, kontinuitet i profesionalnost svih subjekata u procesu. Potreba za modifikacijom (nadogradnjom i adaptacijom) i primena savremenih rešenja na sistemima za bezbedno opterećenje, naročito autodizalica starije proizvodnje, je nužnost i imperativ.

Ključne reči: autodizalica, nezgoda, periodično ispitivanje, zaštita od preopterećenja, bezbednosne komponente

ABSTRACT

Taking into account that a mobile crane with a telescopic boom is a specific technical machine and that it requires continuous overload protection, this paper gives a historic overview of the development of such systems and instances of other possible sources of danger as well as a suggestion for improving the protection systems with the aim of achieving safer operation and working conditions while also minimizing the risks of accidents. Post-warranty maintenance of mobile cranes, periodic inspections and examinations in accordance with methodology (conducted by a certified institution) are essential from the safety perspective and they require responsibility, continuity and professionalism of all the subjects involved in the process. The need for modification (upgrading and adaptation) and the implementation of contemporary solutions on safety loading systems, especially on mobile cranes of older production, is both a necessity and an imperative.

Key words: mobile crane, accident, periodic inspection, overload protection, safety components

UVOD - ISTORIJA RAZVOJA SISTEMA ZA ZAŠTITU OD PREOPTEREĆENJA NA AUTODIZALICAMA

U oblasti građevinarstva, autodizalice igraju ključnu ulogu u podizanju i premeštanju teških tereta na različitim visinama, realizujući naše konstruktorske vizije. Ove tehničke mogućnosti podrazumevaju i veliku odgovornost, jer nezgode sa autodizalicama mogu dovesti do značajnih finansijskih gubitaka i što je još važnije, ugroziti živote.

Autodizalice imaju tehnološka rešenja sa rešetkastom ili hidrauličnom teleskopskom granom-strelom (*slika 1*), sa jednom fiksnom kabinom ili sa dve kabine (od kojih je jedna obrtna iz koje se rukuje), sa četiri ili pet stepeni slobode, sa daljinskom kontrolom rada ili iz kabine, sa stabilizatorima na prednjem i zadnjem delu šasije autodizalice, sa nekim od



SLIKA 1- TELESKOPSKA AUTODIZALICA (GRADILIŠTE U LESKOVCU, 2025.god.)

sistema za bezbedno opterećenje - zaštitu od preopterećenja.

Zbog svoje konstrukcije na točkovima autodizalice moraju da imaju oslonce-stabilizatore da bi se tokom rada teret ravnomerno rasporedio na tlo i da bi se dizalica fiksirala. Ukoliko se oni ne postave, dozvoljeno opterećenje je znatno manje. Dodirna površina se povećava postavljanjem ploče između stabilizatora i tla.

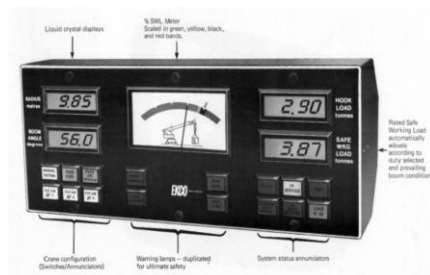
Autodizalice se ne koriste za rad u pokretu zato što su predviđene da rade dok stoje u mestu sa izvučenim stabilizatorima. Ukoliko je potrebno da se rad vrši u pokretu, moraju se koristiti dizalice na gusenicama.

Autodizalice, po pravilu, mogu da vrše četiri različita kretanja:

1. kretanje čeličnog užeta preko koturača sa ovesenim teretom preko kuke, po vertikalnoj osi; 2. kretanje strele (grane) pod različitim uglom; 3. kretanje strele (grane) po osi strele i 4. obrtanje strele oko sopstvene ose.

Pojavom prvih teleskopskih autodizalica, sredinom šezdesetih godina, sistem za bezbedno opterećenje je imao indikator sa živom koji je uspešno ugrađivan u dizalice proizvođača A, nosivosti 120 t i 150 t. Sistem sa živom je imao ograničenu primenu, zbog toga što je merio isključivo ugao strele, ne uzimajući u obzir dužinu izvlačenja. Svi sistemi prvih teleskopskih autodizalica bili su kalibrisani na maksimalno izvučenu strelu, zbog čega je sistem zapostavljao dizalicu sa uvučenom strelom. Rukovalac dizalice je dobijao samo svetlosnu indikaciju posredstvom dveju lampi. Ovaj sistem rukovacu dizalice nije pružao stvarne podatke o tome šta se sa njegovom dizalicom dešava u uslovima dinamičkog podizanja.

Prvi sistem, specijalno konstruisan za primenu na teleskopskim dizalicama, obuhvatio je merenje izvlačenja strele, prikazanu radnim radijusom, a živin prsten je zamenjen jednostavnim tranzistorskim generatorom pravca otpora i od 1970. godine, veliki broj ovih indikatora s uspehom je ugrađivan u različite varijante teleskopskih dizalica širom sveta. Tokom 1972. godine, da bi održao korak sa najnovijim teleskopskim dizalicama, proizvođač B uvodi sistem M7701 C. U toku 1974. godine, uvodi se novi sistem prilagođen poboljšanjem u konstrukciji teleskopskih pokretnih dizalica - težina strele proporcionalno je povećana, tako da je, pri velikim nagibima, težina strele prebacivana iza kupe (guske), čime je omogućena veća ukupna stabilnost dizalice i veća tačnost indikatora. U periodu od 1982. do 1984. godine, proizvođač B angažovan je projektom koji treba da ispita mogućnosti primene mikroprocesorske tehnologije S.L.I. u sistemima indikatora bezbednog radnog opterećenja (prikazan na slici 2). TU SSNO (1)



SLIKA 2 – “ECKO” JE PRVI PRIMENIO MIKROPROCESOR S.L.I. (1)

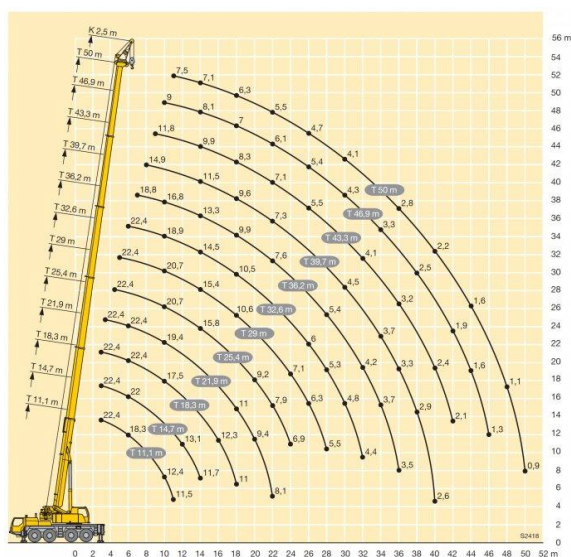
Prateći nove tehnologije sistemi zaštite autodizalica postaju sve sofisticiraniji i sa sve više funkcija i parametara koje mogu da se mere i prate. Danas, na novim autodizalicama, ti sistemi su deo centralnog računara i omogućavaju opcije koje su do pre par godina bile nezamislive. U novim sistemima zaštite bezbednog opterećenja autodizalica, prednost se daje na automatizaciji funkcija i olakšanom upravljanju od strane rukovaoaca. Sa daljinskim upravljanjem autodizalicom uvedeno je automatsko nivelisanje dizalice, podešavanje ostalih parametara rada, a izmerene vrednosti se porede sa referentnim, kao i zadate komande u realnom vremenu. Potrebno je kontinuirano održavanje svih elemenata sistema u ispravnom i funkcionalnom stanju, jer povećanje složenosti samih uređaja, broja njihovih funkcija i vrsta izmerenih vrednosti, direktno utiče na tehničku pouzdanost, te je neophodno i periodično ispitivanje autodizalice.

Statistika akcidenata sa mobilnim dizalicama (autodizalicama)

U analizi 1000 prevrnutih autodizalica, tokom poslednjih 20 godina, od ukupnog broja nezgoda, 15% dogodilo se u čistom transportu, 39% prilikom okretanja strele sa nepravilno postavljenim stabilizatorima, 15% prilikom zahvatanja tereta sa nepostavljenim stabilizatorima, 14% prilikom podizanja i okretanja strele sa postavljenim stabilizatorima, 6% su nepoznati razlozi nepravilne upotrebe stabilizatora, 7% sa pogrešno postavljenim stabilizatorima i 4% prilikom drugih aktivnosti. Takode je utvrđeno, da se svakih 10000 sati rada dogodi prevrtanje dizalice što rezultira sa 3% nezgoda sa smrtnim ishodom, 8% zadobije telesne povrede, 20% ozbiljnih oštećenja infrastrukture u zoni dejstva teleskopa dizalice i dr. NCDOL (2)

Preopterećenje. Preopterećenje dizalice je jedan od glavnih uzroka nesreća. Upotreba osetljivih i pouzdanih uređaja za zaštitu od preopterećenja je efikasna mera za poboljšanje sigurnosti rada dizalica i sprečavanje

nesreća od preopterećenja. Svaka dizalica ima specifična ograničenja opterećenja, a njihovo prekoračenje može prouzrokovati prevrtanje, strukturna oštećenja ili katastrofalni kvar. Operateri moraju uvek da se pozovu na dijagram opterećenja dizalice (primer na sl. 3) i da uzmu u obzir dužinu, ugao i radijus strele prilikom planiranja dizanja i izvrše procenu stabilnosti podloge. Dizalice treba koristiti samo na čvrstim i ravnim površinama.



SLIKA 3 – DIJAGRAM NOSIVOSTI AUTODIZALICE MODEL - LIEBHERR 1090-4.1, Liebherr [3]

Moment opterećenja. Sile prevrtanja koje deluju na dizalicu uključuju teret i težinu strele (slika 4).

Stabilizujući moment. Sile koje deluju na dizalicu uključuju težinu dizalice koja deluje kroz težište dizalice.

$$\text{Moment prevrtanja} = F_1 \times R_1 + F_2 \times R_2$$

$$\text{Stabilizujući moment} = F_4 \times R_4$$

Moment opterećenja podjednako je pod uticajem promena u teretu ili radijusu (slika 4).

Pod opterećenjem; odklon strele i nosača može povećati radijus tereta za 15% ili više.

Povećanje radijusa od 15% rezultiraće povećanjem momenta opterećenja od 15%.

Koncepcija sistema za zaštitu od preopterećenja

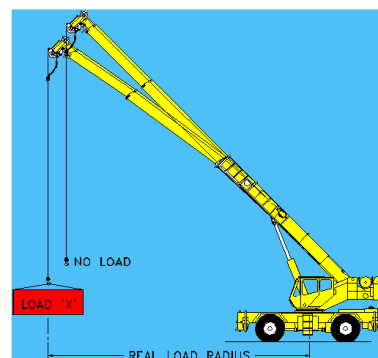
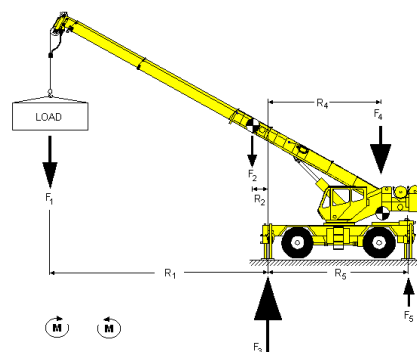
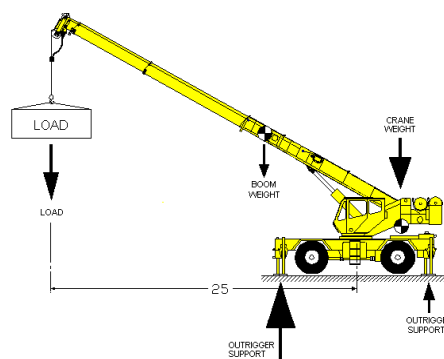
Kao jedna koncepcija uređaja i tehnike za merenje momenta, čest je metod merenja inteziteta sile koja deluje u čeličnom užetu vitla kuke u pravcu istezanja užeta. Za merenje inteziteta sile u čeličnom užetu kuke izabran je dinamometar. Sistem proizvođača C, funkcioniše na principu poređenja referentne sa realnom vrednosti. Realna trenutna masa tereta se ocenjuje u mikrop procesoru centralne računarske jedinice.

Dobijeni rezultat merenja mase tereta se poredi sa referentnom vrednošću i kalibracionim podacima koji su smešteni u centralnoj memoriji procesora. Kada su dostignute granične vrednosti, pojavljuje se upozoravajući signal preopterećenja na displeju konzole. Ugrožavajuće radnje po stabilnost dizalice, kao što su podizanje i spuštanje strele-teleskopa, biće zaustavljene, ostaju

Odgovorni izvođač radova na gradilištu treba redovno da procenjuje stanje tla, posebno nakon jake kiše ili iskopavanja, a rukovaoc autodizalice treba da koristi namenske podmetače, kako bi bolje osigurao istu na mekom ili neravnom terenu.

Vremenski uslovi kao što su jaki vetrovi takođe mogu ugroziti stabilnost dizalice.

Preopterećenje kao čest faktor u nesrećama sa autodizalicama, nastaje kada operateri pređu određeni nosivi kapacitet opreme, odnosno povećaju opterećenje izvan nazivnih vrednosti za dizalicu, što može dovesti do strukturnih oštećenja ili prevrtanja. Smanjenje ovog rizika podrazumeva primenu strogih ograničenja težine, rutinske inspekcije tereta i razumevanje procedura podizanja tereta (slika 7).

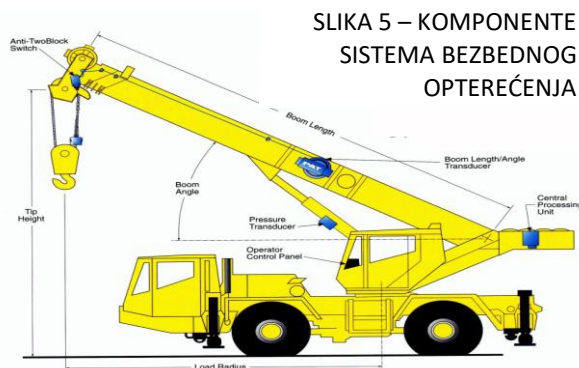


SLIKA 4 – MOMENTI OPTEREĆENJA TELESKOPSKE AUTODIZALICE

omogućene jedino radnje koje omogućavaju izlazak iz opasne zone. Fiksni podaci o kranu, kao što su: grafikoni opterećenja, težine strele, centri gravitacije i dimenzija se čuvaju u memorijskim čipovima u procesoru centralne jedinice - referentne informacije za izračunavanje operativnih uslova rada dizalice. Tehnologije sistema koje se koriste pri zaštiti dizalice od preopterećenja konstantno napreduju. Sa pojavom bežičnih sistema pojednostavljena je ugradnja i dobijene su nove mogućnosti pri merenjima posmatranih vrednosti. Elementi sistema se izrađuju od sve kvalitetnijih komponenti i sa novim softverskim i hardverskim rešenjima raste i preciznost i pouzdanost ovih sistema.

Sistem bezbednog opterećenja (prikazan na sl. 5) sastoji od:

1. Displej jedinice (konzole operatera) koja prikazuje određene podatke (broj programa, odabran broj sekcija strele (glavna/ pomoćna), radijus strele, ugao strele/dužinu strele, vrednost podignutog tereta (zakačen i dozvoljeni teret));
2. Centralne jedinice;
3. Senzora ugla strele;
4. Dinamometra;
5. Vitla – magacina rezerve kabla;
6. Senzora brzine vetra;
7. Anti-2-Block prekidača.



SLIKA 5 – KOMPONENTE SISTEMA BEZBEDNOG OPTEREĆENJA

USLOVI ZA AKCIDENTE (NEZGODE) SA AUTODIZALICAMA

Karakteristični primeri havarija autodizalica

Studija slučaja 1. Do prevrtanja teleskopske autodizalice od 35 tona na gradilištu, došlo je nakon što je jedan od nosača – stabilizatora autodizalice, potonuo u zemlju. Greda od 5,7 tona koja je podizana je prilikom pada promašila dva zaposlena. Incident se mogao izbeći da planiranje i nadzor operacije podizanja nisu bili toliko loši. Saobraćajnica nije bila dovoljno široka da primi širenje nosača dizalice. Procene rizika koje su izrađene bile su neadekvatne jer su razmatrale samo upotrebu na potpuno drugom delu gradilišta. HSB Engineering (5)

Studija slučaja 2. Dana 13. oktobra 2022. godine, teleskopska dizalica se prevrnula prilikom podizanja teškog tereta na gradilištu u Delhiju, u Indiji, usmrтивši jednu osobu i povredivši dve. Nesreća je pripisana kombinaciji faktora, uključujući preopterećenje i loše održavanje.



SLIKA 6 – FOTOGRAFIJE AKCIDENATA SA TELESKOPSKIM AUTODIZALICAMA

Studija slučaja 3. Dana 15. decembra 2022. godine, teleskopska dizalica se prevrnula na gradilištu u Bengaluru, Indija, usmrтивši dve osobe i povredivši deset drugih. Autodizalica je podizala teški teret kada je izgubila ravnotežu i prevrnula se. Nesreća je nastala kombinacijom faktora, uključujući preopterećenje i loše bezbednosne procedure.

Imajući u vidu konkretne incidente, važnost kontinuiranog održavanja i ispitivanja dizalica ne treba podceniti.

ODRŽAVANJE, PERIODIČNI PREGLEDI I ISPITIVANJA

Učestalost i vrste pregleda mobilnih dizalica

Propisi OSHA nalažu da autodizalice treba da imaju početni pregled, zajedno sa povremenim i periodičnim pregledima. Svaki od ovih pregleda ima različite zahteve i vremenske rokove za njihovo sprovođenje. WHSQ (6)

Početni pregledi treba da se izvrše na svim novim autodizalicama ili autodizalicama koje su nedavno modifikovane pre njihove prve upotrebe. Ovi pregledi treba da uključuju: - Pregled svih novih ili modifikovanih autodizalica pre njihove prve upotrebe; - Zamenu ili popravku oštećenih delova autodizalica; - Proveru funkcija autodizalica (kao što su: podizanje i spuštanje, kretanje sekcija teleskopa, kretanje vitla sa kukom, granični prekidači, uređaji za zaključavanje i bezbednost); - Izvođenje testa opterećenja autodizalice.



SLIKA 7 – UDVOJENI SINHRONIZOVAN RAD AUTODIZALICA

- Proveru električnog sistema; - Proveru indikatora opterećenja, vetra i drugih indikatora u punom opsegu. (6)

Kontrolne liste bezbednosti za autodizalice (date su u popisu literature). Safety Inspection Checklist (15, 16 i 17)

Ispitivanja autodizalica

Statička ispitivanja – sprovode se u skladu sa ISO 4310:2009 i SRPS EN 13000:2015 radi demonstriranja sposobnosti dizalice da podiže nominalna opterećenja i sposobnosti nekih strukturnih komponenti. Takva ispitivanja se smatraju uspešnim ako nisu vidljive pukotine, trajne deformacije, ljuštenje boje ili oštećenja.

Izvršavaju se odvojena statička ispitivanja za svaki mehanizam za dizanje i njegov istovremeni rad u položajima i konfiguracijama koje će nametnuti maksimalna opterećenja užeta, maksimalne momente savijanja i/ili maksimalne aksijalne sile, prema potrebi, na glavne komponente dizalice. Teret za ispitivanje, mora se podići 100 mm do 200 mm od tla i okačiti na period neophodan za ispitivanje, ali ne manje od 10 minuta. Težina testa mora biti $1,25 P$ za sve dizalice, gde je P - za mobilne dizalice, nominalni kapacitet nosivosti. ISO 4310 (14)

Ispitivanja stabilnosti – svrha ispitivanja stabilnosti je provera sposobnosti dizalice da izdrži momente prevrtanja. Ispitivanje se smatra uspešnim ako dizalica ostane stabilna kada je kuka dizalice statički opterećena.

Dinamička ispitivanja – vrši se dinamičko ispitivanje koristeći teret od $1,1 P$ odvojeno za svaki pokret dizalice ili za istovremene pokrete u takvim položajima i konfiguracijama koje će nametnuti maksimalno opterećenje na mehanizme. Testiranje treba da uključi ponovljeno pokretanje i zaustavljanje za svaki pokret u celom opsegu pokreta, a takođe treba da uključi i pokretanje u vazduhu sa okačenim test teretom. Dinamički test se smatra uspešnim ako je utvrđeno da dotične komponente obavljaju svoje funkcije, ako vizuelni pregled nakon testa ne otkrije oštećenja na mehanizmu ili strukturnim komponentama i ako nijedna veza nije olabavljena ili oštećena. (14)

Povremeni pregledi treba da se obavljaju svakodnevno, nedeljno i mesečno i to:

- Vizuelni pregled radi provere oštećenja bilo kog dela dizalice;
- Proveru eventualnog pogoršanja bilo kog dela dizalice, uključujući kuku, čeličnu užad dizalice i sistem kočenja;
- Mesečni pregled sa zapisom.

Periodični pregledi treba da se obavljaju svakih 1 do 12 meseci, u zavisnosti od toga koliko se koristi ili od okruženja u kojem se koristi. Pregledi uključuju: - Proveru istrošenih ili korodiranih delova dizalice; - Proveru labavih vijaka ili zakivaka; - Proveru sistema za gorivo;



SLIKA 8 – AUTODIZALICA LIEBHERR 1070 - 4.2 SA TELESKOPSKOM GRANOM, U RADU NA GRADILIŠTU U LESKOVCU, 2025. god.

Uslovi ispitivanja - U svrhu ispitivanja, autodizalica mora biti opremljena radnom opremom pogodnom za rad u skladu sa specifikacijama. U vreme ispitivanja, brzina vetra ne sme preći 8,3 m/s (30 km/h). (14)

Izveštaj o ispitivanju - Po završetku ispitivanja mora se pripremiti izveštaj o ispitivanju sa zaključkom i rezultatima. Izveštaj o ispitivanju mora identifikovati ispitivanu autodizalicu, navesti datum i mesto ispitivanja i ime supervizora ispitivanja. Moraju se navesti model i tip autodizalice, fabrički broj, godište proizvodnje, datum i mesto pregleda, ime inspektora i nalazi ispitivanja. Izveštaj treba da sadrži konkretne informacije o opterećenjima, položajima, konfiguracijama, postupcima i nalazima u svakom slučaju ispitivanja.

Pregled i ispitivanje dizalice - Probni teret za ispitivanje dizalice, bio je propisan u skladu sa čl. 134. tačka 4. Pravilnika o tehničkim normativima za dizalice, pri prvom ispitivanju iznosi 1,25, a pri svakom narednom ispitivanju 1,10 od nazivnog tereta. Pravilnik (10)

Rokovi za periodične preglede i provere opreme za rad - u skladu sa čl. 9. Pravilnika o postupku pregleda i provere opreme za rad i pregleda i ispitivanja električnih i gromobranskih instalacija i ispitivanja uslova radne sredine: „Periodični preglede i provere opreme za rad obavljaju se u roku koji je utvrđen tehničkim propisima i standardima ili koji je određen uputstvom proizvođača, a najkasnije u roku od tri godine od dana prethodnog pregleda i provere i periodičnih pregleda i provere opreme za rad koju poslodavac utvrdi aktom o proceni rizika, koji se obavljaju u roku utvrđenom tim aktom ali ne dužim od tri godine od dana prethodnog pregleda i provere“. Pravilnik (11)

Stručni nalazi o ispitivanju - O izvršenom pregledu i proveru opreme za rad izdaje se stručni nalaz (uz licencu pravnog i odgovornog lica) korisniku opreme za rad, najkasnije u roku od 30 dana od dana obavljenog pregleda.

Karakteristične evidentirane neusaglašenosti prilikom ispitivanja autodizalica. Neusaglašenost metodologije ispitivanja (treba prvo ispitivanje 1,25 *P* a naredna 1,10 *P* od nazivne nosivosti). Ne konstantuje se obavezno isključenje sistema za bezbedno opterećenje (SBO), prilikom ispitivanja dizalice opterećenjima većim od nazivne nosivosti (jer ako je sistem u funkciji i isparavan, on neće dozvoliti opterećenja veća od maksimalne nosivosti). Nedostaju u Stručnom nalazu fotografije dinamometra sa ispitivanja. Evidentirani su i propusti da lice koje je vršilo pregled/ispitivanje nije u potpisu stručnog nalaza. Takođe, potrebno je u Stručnom nalazu priložiti ateste za ispitnu opremu (metrološko potvrđivanje), a povremeno u istom nedostaju licenca pravnog lica i odgovornog lica u pravnom licu koje je vršilo pregled i ispitivanje dizalice. Međunarodni standard ISO 4310:2009 predviđa inspekciju dizalica, inspektora za dizalice i supervizora ispitivanja. Ovi problemi se mogu sprečiti strogim rasporedom perioda ispitivanja, obukom odgovornih lica za ispitivanje autodizalice, profesionalnim sprovođenjem ispitivanja po utvrđenoj metodologiji od strane kompetentnih lica. (6)

Pregled pogonskih delova;	x	
Pregled i provera ispravnosti svetlosne i zvučne signalizacije;	x	
Pregled kontrolno-mernih uređaja;	x	
Pregled zaštitnika i oklopa na opremi za rad;	x	
Simboli upozorenja;	x	
Pregled i provera pri radu bez opterećenja svih mehanizama;	x	
Pregled i provera pri radu sa probnim teretom i to: - Statička provera pri 1,25 puta većim od nominalnog - Dinamička provera pri 1,1 puta većim od nominalnog - Provera svih mehanizama pri radu sa nominalnim teretom	x	
Provera svih mehanizama pri radu sa nominalnim teretom;	x	
Provera konstrukcije pri rasterećenju;	x	

SLIKA 9 – SCAN DELA
STRUČNOG NALAZA 1, O
ISPITIVANJU AUTODIZALICE 1

10.8.1. Ispitivanje se izvodi na ravnom, vodoravnom i čvrstom terenu, pri čemu dohvat strele mora odgovarati nosivostima određenim u tehničkoj dokumentaciji i tablici nosivosti. Ispitivanje nazivne nosivosti pri statičkom i dinamičkom opterećenju od 110% nazivne nosivosti : Q = 1100 kg na 36 m. Nakon rasterećenja dizalice, nisu uočene nikakve promene i deformacije funkcionalnih elemenata dizalice.	Odgovara
--	----------

SLIKA 10 – SCAN DELA STRUČNOG NALAZA 2, O
ISPITIVANJU AUTODIZALICE 2

RAD SA AUTODIZALICAMA STARIJE PROIZVODNJE

Uobičajene vrste nezgoda sa autodizalicama

Identifikacija uobičajenih vrsta nezgoda sa autodizalicama i procedure kako ih izbjeći, će u krajnjoj liniji doprineti bezbednijem radnom okruženju (*slika 11*).

Prva dva uzroka nesreća sa autodizalicama su:

1. Preopterećenje. Preopterećenje se ističe kao rasprostranjen faktor u nesrećama sa autodizalicama, a javlja se kada operateri prekorače predviđeni kapacitet opreme. Ova praksa stavlja ogromno opterećenje na dizalicu, što potencijalno može dovesti do strukturnih kvarova ili prevrtanja. Smanjenje ovog rizika uključuje primenu strogih ograničenja težine, rutinske inspekcije tereta i funkcionalnost SBO.

2. Prevrtanje. Prevrtanje je uobičajena vrsta nezgode sa autodizalicama, čak i sa ugrađenim bezbednosnim karakteristikama dizajniranim da poboljšaju stabilnost. Preopterećenje ili nepravilna upotreba sistema za bezbedno opterećenje i hidrauličnih stabilizatora autodizalice, glavni su razlozi za incidente sa prevrtanjem. Spoljni faktori poput jakih vetrova ili neravnog zemljišta, takođe mogu doprineti prevrtanju autodizalice, što ističe važnost razmatranja uslova okoline, tokom rada.



SLIKA 11 – AUTODIZALICA Liebherr LG1550 THÖMEN (u radu od 1992. god. sa više od 20.000 rad. čas.) [4]

Unapređenje tehnologija sistema za zaštitu autodizalice od preopterećenja

Modifikacija, nadogradnja i adaptacija. Autodizalice, van garantnog roka i one starije proizvodnje nemaju u sistemu zaštite od preopterećenja, npr.: 1. davač brzine vetra na vrhu kрана (strele) – anemometar (*slika 12*); 2. merač relativnog produženja glavnog čeličnog užeta (*slika 13*) – sistem od tri koturače, od kojih je jedna



SLIKA 12 - DAVAČ BRZINE VETRA NA VRHU KRANA (STRELE) – ANEMOMETAR [18]



SLIKA 13 - MERAČ RELATIVNOG PRODUŽENJA GLAVNOG ČELIČNOG UŽETA [18]

pomična i spojena na dinamometar, koji šalje podatak u centralni računar sistema za bezbedno opterećenje; 3. senzor u sedištu rukovaoca dizalice koji blokira neke funkcije ukoliko isti nije na poziciji; 4. dinamometar na osovini koturača glavnog užeta; 5. novi model kontrolnih displeja (*zadnji s desna na slici 14*).



SLIKA 14 – PRIKAZ VREMENSKOG RAZVOJA I UNAPREĐENJA KONTROLNIH DISPLEJA OPERATERA AUTODIZALICA

Mogućnosti su zamene zastarelih sistema koji više nisu podržani ili nadogradnja postojećih aplikacija na najnoviju tehnologiju komponenti sistema za bezbedno opterećenje (ili zaštitu od preopterećenja) autodizalica.

Kalibrisanje sistema bezbednog opterećenja.

Nakon ugradnje, zamene i modifikacije, potrebno je uvezati sve komponente (indikacija momenta opterećenja, glavna grana sa 4 teleskopa, teleskop 1 se kreće nezavisno, teleskopi 2, 3, 4 se kreću sinhrono, fiksni krak glavne grane sa valjkom za brzo delovanje, pred izbor režima teleskopiranja, sistem za nadzor teleskopiranja (asinhrona glavna grana sa 4 teleskopa), jedinstveno isključivanje pokreta putem digitalnih izlaza, obrada digitalnih ulaza, čitač podataka prema specifičnim standardima, komunikacija sa kontrolerom dizalice, merenje pritiska putem senzora pritiska u cilindru za podizanje grane, osetljivost ugla na dnu grane, merenje ukupne dužine glavne grane, merenje dužine prvog teleskopa, grafički izbor režima rada, kolektivni brojači opterećenja, brojač radnih sati i nakon toga se vrši kalibrisanje sistema za bezbedno opterećenje dizalice (slika 15). (18)

Digitalni alati kao [Liebherr Crane Planer](#), su revolucionarne novine u procesu rada, održavanja i kalibracije autodizalica. Od aplikacije za planiranje dizanja, do softvera za praćenje održavanja, kalibracije i dijagnostike.



SLIKA 15 – PRIKAZ SAVREMENIH DAVAČA (WiFi) U SISTEMU ZAŠTITE OD PREOPTEREĆENJA [18]

ZAKLJUČAK

Razumevanje momenta stabilnosti, prevrtanja i prepterećenja autodizalice, je bitno kako sa aspekta logične i optimalne upotrebe autodizalice od strane operatera, tako i u razvoju novih tehničkih rešenja, koja inženjeri primenjuju u modernizaciji sistema za zaštitu od preopterećenja. Dugi period razvoja i tehnoloških usavršavanja sistema za zaštitu od preopterećenja autodizalica, omogućio je i njihov duži vremenski vek upotrebe, pouzdaniji rad, a iz proučavanja glavnih uzroka akcidenata nastala su i nova savremena rešenja.

U radu je poseban akcenat stavljen na bezbedan rad sa starijim autodizalicama (koje u momentu proizvodnje nisu imale u svom sigurnosnom sistemu, elemente kao anemometar ili davač relativnog produženja čeličnog užeta), na kojima se treba izvršiti modifikacija, nadogradnja i kalibracija sistema bezbednog opterećenja.

Sistem za zaštitu od preopterećenja svojim radom eliminiše mogućnost pojave sistemski prouzorkovanih havarija, olakšava i osigurava bezbedan rad rukovaoca autodizalice. Danas ni jedna autodizalica ne može da prođe pregled i ispitivanje, ukoliko nema funkcionalan i ispravan sistem za zaštitu od preopterećenja.

Savremena autodizalica sa teleskopskom granom je sofisticirano sredstvo upravljanja, kontrole i održavanja, koje zahteva profesionalan pristup i procedure, na način kako se sprovode u vazduhoplovstvu.

Samo ako se održavanje (van garantnog roka), vršenje periodičnih pregleda i ispitivanje autodizalica vrši u predviđenim vremenskim intervalima, po utvrđenoj metodologiji, od strane ovlašćenih kompetentnih odgovornih lica, može se garantovati i bezbedno korišćenje autodizalica u predviđenom resursu upotrebe.

LITERATURA

1. TU SSNO, EKCO SAFE LOAD INDICATOR SYSTEM, „EKCO - Sistem bezbednog radnog opterećenja na dizalicama Coles“, „Opis, rukovanje, održavanje i remont“, 1986, str.9 (*Razvojni put EKCO indikatora S.L.I.*)
2. N.C.Department of Labor (NCDOL), „A Guide to Cranes and Derricks“, OSHDivision, NC 27699-1101, DOE-STD 1090-2001., pg.14, (*Table 5 - Analysis Accidents Mobile Cranes*)
3. Liebherr-Werk Ehingen GmbH, „Mobile Crane LTM 1090-4.1“ (Technical data), TD 150.05.DEFISR 10.2009., pg.5, (*Diagram*)
4. Liebherr-International AG., „Upload - The magazin for customers and friends of mobile and crawler cranes“, N° 2/2021, pg.43 (*Liebherr LG 1550 lattice boom crane in action for Thömen for 29 years*)

5. HSB Engineering Insurance Limited, „Risk management – Mobile cranes overtuning on construction sites“, 2022, HSBE-1307-0622-3, pg.7 (*Case studies*)
6. Workplace Health and Safety Queensland / Mobile crane - Code of Practice, „Mobile crane Code of Practice“, 2024, pg.70 (*Competent person for inspecting mobile cranes; Routine, Annual, Major inspection*)
7. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Službeni glasnik RS“ broj 35/2023)
8. Pravilnik o bezbednosti mašina („Sl.gl. R.Srbije“, broj 58/16 i 21/20)
9. Pravilnik o preventivnim merama za bezbednost i zdravlje na radu pri korišćenju opreme za rad („Sl.gl. RS“, br.23/09, 123/12, 102/15, 101/18, 130/21)
10. Pravilnik o tehničkim normativima za dizalice („Sl.list SFRJ“, broj 65/91)
11. Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i pregleda i ispitivanja električnih i gromobranskih instalacija i ispitivanja uslova radne sredine („Sl. glasnik RS“, br. 76/2024, 38/2025 i 118/2025)
12. SRPS EN 12644-1:2009, „Dizalice – Informacije za upotrebu i ispitivanje“, 2009
13. SRPS EN 13000:2015, „Dizalice – Mobilne dizalice (*Cranes: Mobile cranes*)“, 2015
14. ISO 4310:2009, „Cranes — Test code and procedures“, 2009, ICS 53.020.20, pg.3 (4.3.2, 4.3.3, 4.3.4)

WEB linkovi:

15. Mobile Crane Safety Checklist - HSE STUDY GUIDE:
<https://www.hsestudyguide.com/mobile-crane-safety-checklist/>
16. Mobile Crane Inspection Checklist: 2025 Full Guide:
<https://ainuokusedheavyequipment.com/mobile-crane-inspection/>
17. GLOBAL EHS, „Mobile Crane Inspection Checklist“:
<https://globalehs.co.in/wp-content/uploads/2022/06/Mobile-Crane-Inspection-Checklist.pdf>
18. WIKA mobile: <https://www.wika-mc.com/en/> i <https://blog.wika-mc.com/en/category/products>