

# Optimizacija preventivnog održavanja u ljevaonici Roč

---

**Sergo, Petar**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Istrian University of applied sciences / Istarsko veleučilište - Università Istriana di scienze applicate**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:706543>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-12**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



image not found or type unknown



Istarsko veleučilište  
Università Istriana  
di scienze applicate

**KRATKI STRUČNI STUDIJ POLITEHNIKE**

**ZAVRŠNI RAD**

**OPTIMIZACIJA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA U  
LJEVAONICI ROČ**

Petar Sergio

Pula, lipanj 2021

ISTARSKO VELEUČILIŠTE  
KRATKI STRUČNI STUDIJ POLITEHNIKE

**ZAVRŠNI RAD**

**OPTIMIZACIJA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA U  
LJEVAONICI ROČ**

Kolegij: Proizvodno inženjerstvo

Mentor: dr.sc. Davor Stanić - Predavač

Student: Petar Sergio

Pula, lipanj 2021

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Petar Sergio, kandidat za pristupnika Politehnike ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, lipanj 2021. godine

Student



---

## IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA

Ja, PETAR SERGO dajem odobrenje Istarskom veleučilištu, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom OPTIMIZACIJA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA LJEVAONICE ROČ na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljane na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, lipanj 2021. godine

Potpis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. Sergo', written over a horizontal line.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	11
1.1. Opis i definicija problema .....	12
1.2. Cilj i svrha rada.....	12
1.3. Hipoteza .....	12
1.4. Metode rada .....	13
1.5. Struktura rada.....	13
2. ODRŽAVANJE .....	14
2.1. Korektivno održavanje .....	15
2.2. Preventivno održavanje .....	15
2.3. Plansko održavanje .....	16
2.4. Održavanje po stanju .....	17
2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE .....	18
3. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE LJEVAONICE ROČ .....	19
3.1. Preventivno održavanje alata za niskotlačno ljevanje .....	19
3.1.1. Demontaža alata .....	196
3.1.2. Hlađenje alata .....	208
3.1.3. Rastavljanje alata.....	229
3.1.4. Pjeskanje alata.....	20
3.1.5. Pregled alata i dodatno čišćenje .....	241

3.1.6. Premazivanje alata.....	252
3.1.7. Sastavljanje alata te poliranje.....	263
3.2. Preventivno održavanje opreme za niskotlačno ljevanje .....	274
4. OPTIMIZACIJA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA ALATA ZA NISKOTLAČNO LJEVANJE (ALAT ZA IZRADU KUĆIŠTA TURBOKOMPRESORA 737) .....	285
4.1. Postupci preventivnog održavanja alata za niskotlačno ljevanje – (LPDC) ..	285
4.2. Postupak čišćenja alata suhim ledom u ljevaonici Roč .....	329
4.3. Detalji preventivnog pregleda alata .....	30
5. ZAKLJUČAK.....	353
Literatura .....	374
Popis slika, tablice i grafikona .....	374

## **SAŽETAK**

U završnom radu je opisan i objašnjen postupak preventivnog održavanja proizvodne opreme i alata za ljevanje u ljevaonici Roč, te optimizacije i poboljšanja postupka s ciljem povećanja produktivnosti i konkurentnosti proizvodnog procesa.

Završni rad je podijeljen na dva dijela. U prvom dijelu rada opisan je i objašnjen teorijski dio općenito o održavanju sa težištem na postupak preventivnog održavanja. U drugom dijelu je opisan praktičan primjer preventivnog održavanja alata iz realnog proizvodnog procesa niskotlačnog ljevanja aluminijskih odljevaka i postupak optimizacije preventivnog održavanja sa svim benefitima koje pridonosi smanjenju troškova proizvodnje.

## **SUMMARY**

The final paper describes and explains the procedure of preventive maintenance of production equipment and casting tools in the Roč foundry, as well as the optimization and improvement of the procedure with the aim of increasing productivity and competitiveness of the production process.

The final paper is divided into two parts. The first part of the paper describes and explains the theoretical part in general about maintenance with a focus on the procedure of preventive maintenance. The second part describes a practical example of preventive maintenance of tools from the real production process of low-pressure casting of aluminum castings and the process of optimizing preventive maintenance with all the benefits it brings in production costs.



## 1.UVOD

U svakom segmentu života teži se ka napretku i poboljšanjima tako i u poslovnom svijetu. Svakim danom želi se biti što konkurentniji i bolji na tržištu. Automobilaska industrija je pravi primjer za to, jer u današnje vrijeme svaki prodan dio automobila je poslovni uspjeh. Kako bi na vrijeme isporučili kupcu traženu količinu i kvalitetan proizvod potrebna nam je i kvalitetna i pouzdana oprema. Da bi nam oprema bila funkcionalna i u izvornom stanju važno je planirati i sprovoditi preventivno održavanje strojeva. Preventivno održavanje je niz postupaka koji se poduzimaju radi sprječavanja nastajanja kvarova i zastoja u proizvodnom procesu i osigurava se veća efikasnost i iskorištenje instalirane opreme i alata.

Naravno i u tom području važno se je usavršavati i koristiti nove metode da bi si olakšali održavanje te da bi bili efikasniji i brži.

Cilj ovoga rada je prikazati primjer optimizacije preventivnog održavanja u ljevaonici Roč na primjeru preventivnog održavanja alata uz korištenje metode čišćenja sa suhim ledom.

Pri izradi rada koristit će se u odgovarajućim kombinacijama sljedeće znanstvene metode: metoda analiza, metoda sinteze, metoda deskripcije, metoda kompilacije i povijesna metoda.

Tematika ovog istraživačkog rada podijeljena je na pet dijelova. U prvom dijelu, uvodu, definiran je cilj ovoga rada, metode kojima ćemo se koristiti te osnovna struktura rada. U drugom dijelu rada definirano je preventivno održavanje. U trećem dijelu prikazano je preventivno održavanje alata u ljevaonici Roč. U četvrtom dijelu opisana je optimizaciju preventivnog održavanja alata u ljevaonici Roč na primjeru metode čišćenja alata sa suhim ledom. U zadnjem petom dijelu je zaključak u kojem su objašnjeni rezultati optimizacije do kojih smo došli tijekom praktičnih proba i koje su opisane u ovom završnom radu.

### **1.1. Opis i definicija problema**

Povećanjem narudžbi od strane kupaca i opsega posla povećao se značaj postupka održavanja i pripreme alata i opreme za proizvodnju. Veće količine naručenih dijelova traži i bolje funkcioniranje opreme, a posebno ljevačkih alata. Na prioritetnoj poziciji kućišta turbokompresora 737 svakih osam smjena kontinuiranog rada pojavljuju se problemi loših proizvoda, nepotpuno zalivenih komada te problemi s funkcioniranjem alata. Kako bi proizveli planirane količine proizvoda morali smo se usredotočiti na optimizaciju preventivnog održavanja alata.

### **1.2. Cilj i svrha rada**

Cilj završnog rada je prikazati značaj i važnost održavanja, posebno preventivnog, jer na taj način se postiže veće iskorištenja sadašnjih strojnih kapaciteta i izbjegava investicija u nabavu novog alata i opreme. Svrha završnog rada je prikazati stečena znanja, tehnike i vještine koje se koriste u optimizaciji preventivnog održavanja u ljevaonici Roč.

### **1.3. Hipoteza**

Implementacija novih metoda u preventivnom održavanju i sama optimizacija preventivnog održavanja podigla je proizvodnju na viši i produktivniji nivo. Tako smo osigurali veću iskoristivost strojeva te životni ciklus alata s čime su smanjeni troškovi proizvodnje te su izbjegnuti nepotrebni visoki troškovi investicije u novi ljevački alat.

#### **1.4. Metode rada**

U ovom radu korištene se sljedeće metode rada:

- Metoda analize – sakupljanje podataka u trenutnom proizvodnom procesu
- Metoda sinteze – objedinjeni su svi relevantni parametri u jednu bazu podataka
- Metoda deskripcije – opis proizvodnog procesa nakon optimizacije

#### **1.5. Struktura rada**

U uvodu je opisano preventivno održavanje i znanstvene metode koje koristimo kroz strukturu rada. Nakon uvodnog dijela opisano je održavanje općenito, te njegove glavne podjele. U nastavku je detaljnije objašnjeno preventivno održavanje te je ukazano na njegovu važnost s ciljem što veće produktivnosti i uštede ulaganja koje se postiže s pravovremenim održavanjem. U završnom dijelu rada prikazani su načini čišćenja, gdje je konkretno kao primjer izabran alat za izradu kućišta turbokompresora 737 kako bi se što jasnije prikazale metode održavanja i čišćenja. U samom zaključku prikazana je sinteza završnog rada s nekoliko važnih podataka koji ukazuju na važnost održavanja te su navedeni neki od daljnjih planova ljevaonice Roč.

## 2. ODRŽAVANJE

Općenito za održavanje može se reći da je postupak s kojim se nastoji održati istim neko stanje ili neka sposobnost. Održavanje kao takvo najveću primjenu ima u tehničkim znanostima, gdje postoji i cijelo zasebno područje koje se bavi teorijom održavanja.

Održavanje u tehnici podrazumijeva postupak pregleda, popravka, poboljšavanja nekog uređaja ili opreme kojom se najčešće otklanja kvar, poboljšava postojeće stanje ili samo produžava radni vijek. Teorija održavanja temelji se na dva sukobljena zahtjeva:

- Troškovi održavanja moraju biti što manji
- Uređaj mora raditi što pouzdanije

Kako je nemoguće pomiriti ova dva zahtjeva cijela teorija održavanja se zasniva na kompromisu odnosno na pokušaju da se postigne što veća sigurnost uz što manje troškove. Pri tome važnu ulogu imaju zakoni i pravila koja se moraju poštovati pri radu pojedinih uređaja koja nameću minimume standarda koji moraju biti zadovoljeni za pojedine grane tehnike.

## **2.1. Korektivno održavanje**

Korektivno održavanje podrazumijeva popravak sustava nakon što je sustav pretrpio kvar, odnosno ne obavlja predviđenu funkciju.

Korektivno održavanje podrazumijeva slijed akcija nad sustavom koji nije radno sposoban kako bi mu se vratila funkcionalnost na prijašnju razinu, odnosno u ispravno stanje.

Prednosti ovakvog pristupa su najniža cijena i najveće iskorištenje resursa sustava.

Što se nedostataka tiče, potrebno je istaknuti da je time otežano planiranje, jer osim eventualno statističkih podataka, nije moguće znati kada će pojedini dijelovi sustava odnosno sustav u cjelini prestati s radom.

## **2.2. Preventivno održavanje**

Preventivno održavanje je metoda održavanja kod kojeg se kvar predviđa i samo održavanje se vrši prije nego kvar nastane. Ovaj način održavanja za razliku od korektivnog održavanja pruža određenu sigurnost pri radu uređaja.

Preventivno održavanje podrazumijeva brigu i servisiranje sustava kako bi ostao u zadovoljavajućim radnim karakteristikama, koristeći sustavni nadzor, detekciju i ispravak potencijalnog kvara prije nego dođe do njega.

Preventivno održavanje podrazumijeva prevenciju, odnosno sprječavanje pojave kvara. Cilj je imati sustave koji se nikada neće pokvariti, a njih osiguravamo tako da periodički provjeravamo svojstva i funkcije sustava.

Preventivno održavanje ima svoje prednosti i mane u odnosu na korektivno održavanje.

*Prednosti su mu:*

- veća pouzdanost uređaja i sustava u radu
- mogućnost planiranja trenutka održavanja
- mogućnost predviđanja troškova održavanja i samim time i lakša kontrola.

*Nedostaci su:*

- povećani troškovi održavanja (teoretski, iako često ne i stvarni, kvar uređaja s korektivnim održavanjem često donese mnogo veće troškove)
- povećana mogućnost kvara uređaja radi utjecaja ljudske greške osoblja koje vrši održavanje
- visoki troškovi održavanja uzrokovano često bespotrebnom zamjenom dijelova stroja koji su još iskoristivi i produktivni.

### **2.3. Plansko održavanje**

Plansko održavanje je metoda održavanja sustava, strojeva i uređaja kod koje se svi radovi unaprijed planiraju. Plansko održavanje je održavanje pri kome se aktivnosti održavanja realiziraju prije pojave kvara. Plansko održavanje se unaprijed planira za svaki pojedini sustav, dio ili uređaj, a planiranje se može vršiti prema proteklom vremenu, brojem odrađenih radnih sati ili nečim drugim.

Plansko održavanje u usporedbi s korektivnim održavanjem ima određene prednosti i nedostatke.

*Prednosti su:*

- veća raspoloživost opreme
- veća sigurnost na radu i veća sigurnost opreme
- dulji radni vijek opreme i veća kvaliteta proizvoda.

*Nedostaci su:*

- dodatni troškovi planiranja, programiranja i praćenja stanja
- održavanje je skuplje tijekom vremena zbog češćeg izvođenja održavanja i češće izmjene dijelova koji su još produktivni i upotrebljivi.

## **2.4. Održavanje po stanju**

Održavanje po stanju možemo pojednostavljeno definirati kao metodu održavanja po potrebi, odnosno u trenutku kada se za to ukaže potreba. Ovo održavanje se izvodi kada pojedini pokazatelji daju naznaku da će doći do kvara sustava, stroja ili uređaja ili kada pokazatelji pokažu pad performansi uređaja. Održavanje po stanju je suvremena strategija održavanja koja se danas primjenjuje kad god je to tehnički i ekonomski razumno, odnosno kada to zahtijevaju pravila o sigurnosti uređaja.

Održavanje po stanju se upotrebljava da bi se uređaj ili sustav ispravno održavao u pravom trenutku. Sustav održavanja po stanju se temelji na očitavanju parametara u stvarnom vremenu, uspoređivanjem dobivenih rezultata i izvođenjem zaključaka kada treba započeti održavanje. Očitavanje parametara rada naziva se nadzor ili monitoring sustava ili uređaja. Nadzorom i praćenjem tijekom početnog perioda utvrđuju se podaci o uređaju u normalnom radu, a zatim se prate pokazatelji u realnom vremenu i kada se očitani podaci počnu mijenjati dobiva se jasan signal da nešto nije u redu sa sustavom ili uređajem. Shodno uočenim poremećajima uređaj će pretpostaviti što se dešava i sam će upozoriti korisnika za potrebom za održavanjem.

## 2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE

Preventivno održavanje je dio održavanja koji se odrađuje prema definiranom planu preventivnog održavanja u dogovoru sa proizvodnjom. U većini slučajeva izvodi se u unaprijed dogovorenim servisnim intervalima i normama pa je lakše za isplanirati kada će se neka oprema ili alat zaustaviti da se odradi preventivno održavanje. Dobrim planiranjem se može uvelike smanjiti troškove, oprema može biti održavana kada nije u funkciji (radu) te se tako ne utječe direktno na proizvodnju. Planiranje je velika stavka kod takve vrste održavanja jer treba pripremiti sve potrebne resurse da bi se kvalitetno, brzo i efikasno odradile sve radnje koje su zadane pod određenom opremom ili alatom. Plansko zaustavljanje opreme nije baš povoljno za korisnika opreme, ali neke zadane radnje ne mogu se drukčije izvesti nego da je oprema u fazi mirovanja, zastoju opreme. Redovitim i efikasnim preventivnim održavanjem izbjegavamo nastajanje kvarova (zastoja) opreme te produžujemo radni vijek opreme.

Slika 1: Osnovna podjela održavanja



Izvor:

<https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1194/datastream/PDF/view>



### **3. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE LJEVAONICE ROČ**

#### **3.1. Preventivno održavanje alata za niskotlačno ljevanje**

Kao najbolji primjer preventivnog održavanja alata za niskotlačno ljevanje u ljevaonici Roč uzet je primjer proizvoda kućišta turbokompresora interne oznake 737. Proizvod 737 je trenutno prioritetna obaveza prema ispunjavanju plana i narudžbi kupaca i konstantno se izrađuje na jednom stroju. Alat za ljevanje se zamjenjuje nakon četiri dana provedenih na stroju te se za preventivno održavanje alata izgubi jedan dan. Praksa je pokazala da se nakon četiri radna dana u kontinuitetu, počinju događati određeni problemi i nepravilnosti s kojima se javlja problem nekvalitete proizvoda (škarta).

##### **3.1.1. Demontaža alata**

Prva aktivnost preventivnog održavanja je postupak demontaže alata sa stroja. Postupak demontaže alata se provodi u nekoliko koraka:

- gornja pomična polovica alata se spušta na donju fiksnu polovicu gdje se zatim ploče spajaju čvrstom vezom
- odspajaju se sve cijevi hidraulike te cijevi hlađenja koje su spojene sa stroja na alat
- odspajaju se svi strujni kabeli sa konektorima koji služe za upravljanje pomičnih dijelova alata
- alat se stavlja u poziciju za skidanje sa stroja, te se zatim spušta dizalicom na napravu za transport alata.

Slika 2: Demontaža alata



Izvor: fotografije autora rada

### 3.1.2. Hlađenje alata

Nakon što se alat skine sa stroja, potrebno je vrijeme za njegove hlađenja sa radne temperature od otprilike 300°C na sobnu temperaturu, da se može započeti sa ostalim radnjama koje su propisane u planu i listama preventivnog održavanja. Alat se hladi prirodnim hlađenjem na zraku na određenom i predviđenom mjestu, bez dodatnih utjecaja na proces hlađenja.

Slika 3: Hlađenje alata



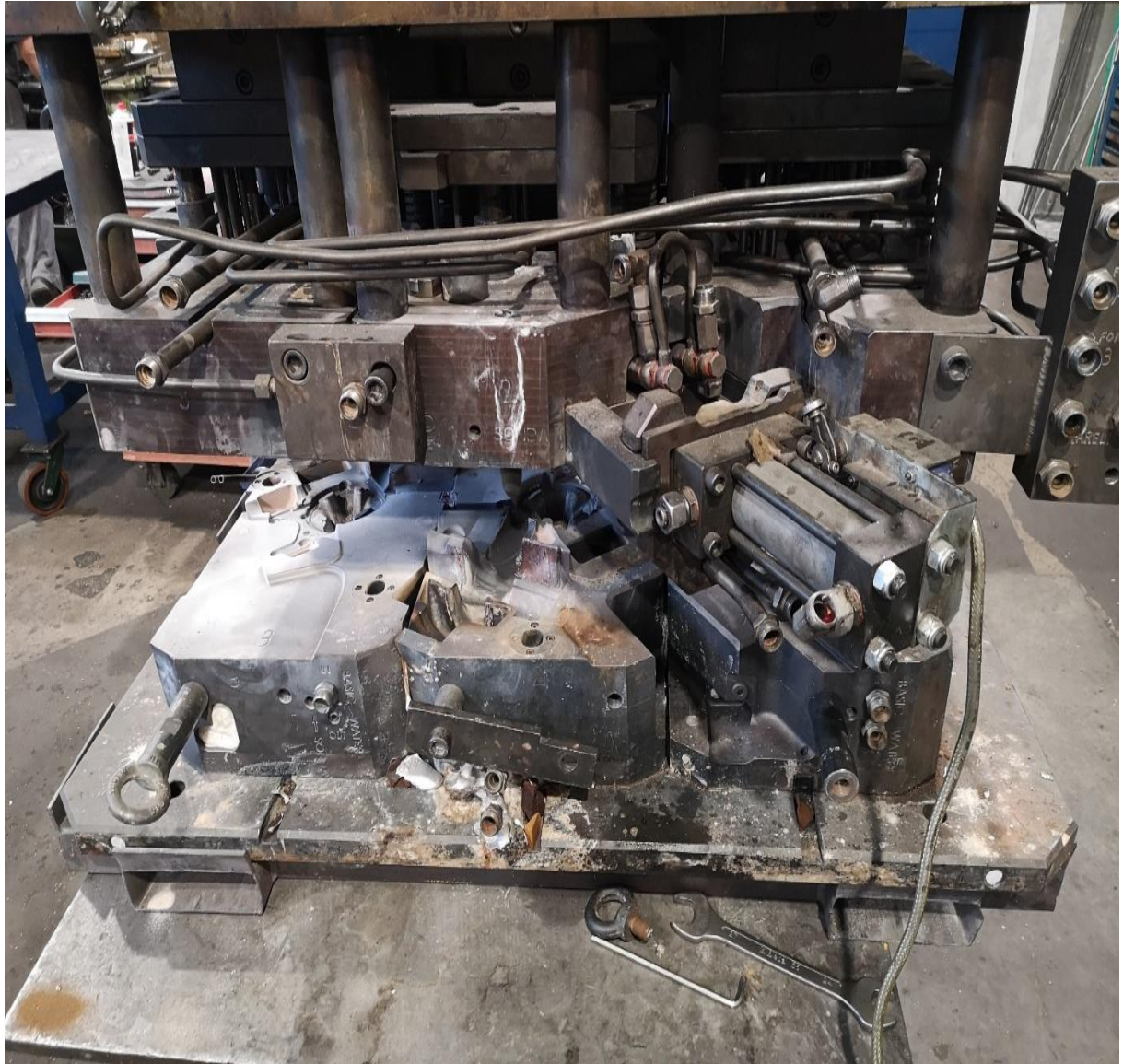
Izvor: fotografije autora rada



### 3.1.3. Rastavljanje alata

Nakon hlađenja alata do temperature okoline i tek kada ne postoji opasnost od opekline može se s njim sigurno rukovati. Kada se dovoljno ohladi, alat viličarem transportiramo u alatnicu gdje se alat rastavlja na dijelove.

Slika 4: Rastavljanje alata



Izvor: fotografije autora rada

### 3.1.4. Pjeskanje alata

Rastavljen alat se mora ispijeskati tako da se sa površine alata odstrani stari sloj zaštitnog premaza i očiste sve nečistoće i da je nakon toga spreman za preventivni pregled.

Slika 5: Pjeskanje alata



Izvor: fotografije autora rada



### 3.1.5. Pregled alata i dodatno čišćenje

Nakon pjeskanja površine alata vraća se u alatnicu gdje osobe za održavanje alata pomno pregledaju dijelove alata te uklanjaju sve uočene nedostatke i greške koje nastaju kao posljedica rada i spremaju alat za novo premazivanje.

Slika 6: Pregled alata i dodatno čišćenje



Izvor: fotografije autora rada

### 3.1.6. Premazivanje alata

Alat se premazuje različitim premazima koji ga štite od direktnog kontakta sa tekućim metalom i od visokih temperatura i osiguravaju pravilno hlađenje odljevaka u alatu. Premazi omogućuju kvalitetnu površinu odljevaka i na taj način se osigurava zahtijevana i propisana hrapavost i kvaliteta površina proizvoda.

Slika 7: Premazivanje alata



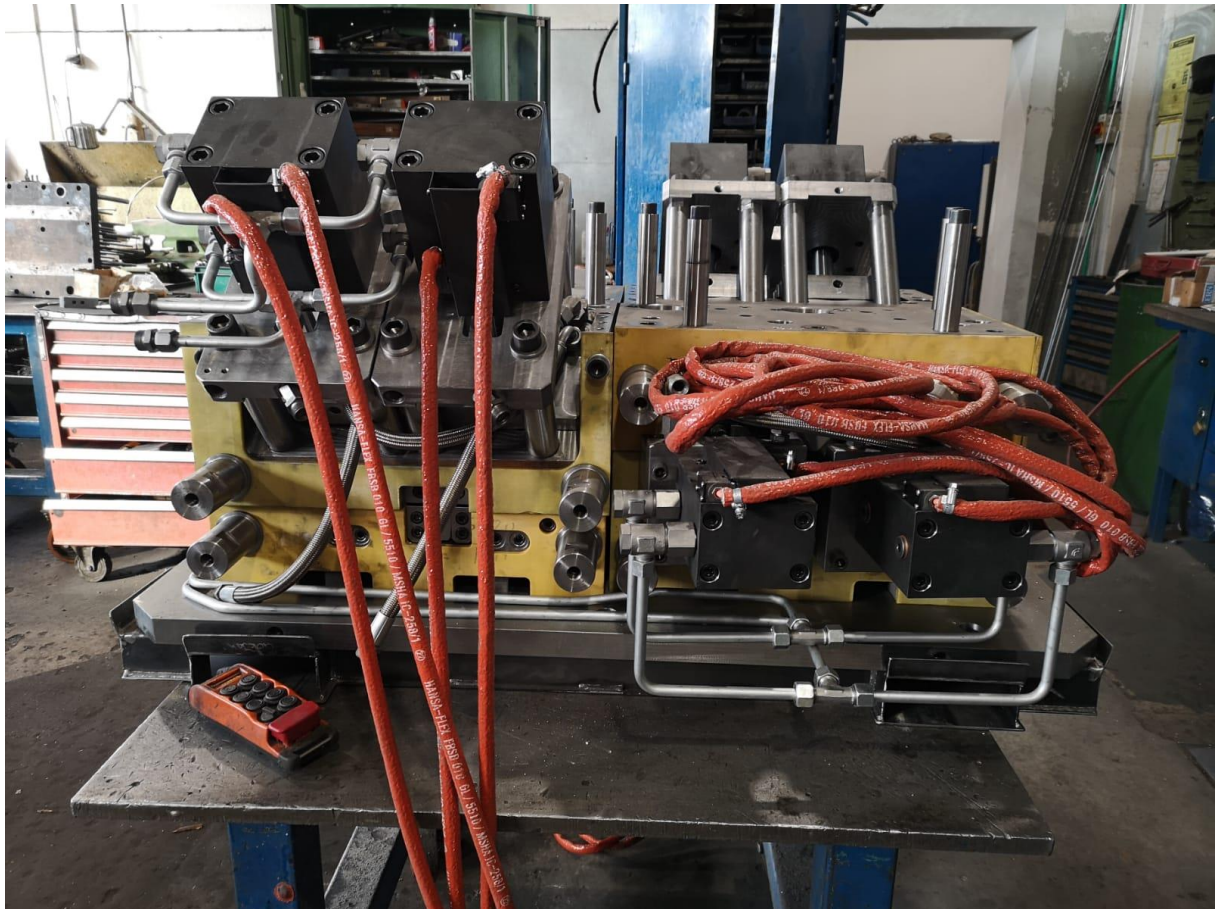
Izvor: fotografije autora rada



### 3.1.7. Sastavljanje alata te poliranje

Nakon završenog premazivanja alata, alat je spreman u alatnici za sastavljanje. Nakon što je završeno sastavljanje alata, dodatno se izvrši poliranje i on je nakon toga spreman za rad.

Slika 8: Sastavljanje alata i poliranje



Izvor: fotografije autora rada



### 3.2. Preventivno održavanje opreme za niskotlačno ljevanje

Trenutno se u ljevaonici Roč koriste samo strojevi za niskotlačno ljevanje-LPDC (*eng. Low pressure die casting*) iako su se u ne tako dalekoj prošlosti koristili i strojevi za visoko tlačno ljevanje-HPDC (*eng. High pressure die casting*). U našem slučaju preventivni zahvati za strojeve niskotlačnog ljeva odrađuju se kroz tri vremenska intervala: mjesec dana, tri mjeseca te šest mjeseci. Svakih mjesec dana odrade se jednostavni zahvati kao zamjene filtera klima uređajima te elektroormarima. Kada dođe termin preventivnog održavanja za tromjesečje onda se podmazuju kolone (vodilice), čiste se klizne površine te se pritežu vijci na transformatorima. Nakon šest mjeseci preventivno održavanje predviđa čišćenje ili zamjenu filtera hidraulike, čišćenje mjerača protoka vode (za hlađenje hidrauličkog agregata), elektroventila hlađenja i ventilatora hlađenja u elektroormaru.

Slika 9: Ispis naloga preventivnog održavanja i potvrda izvršenja planiranih operacija

CIMOS		Radni nalog broj 5091247		Strana 1	
Opis: Preventiva NTL C1 - BPS 650					
Funkc. lokacija	RO01-01-008-01	ČELIJA 1 - LPM BPS 650			
Oprema	57717 (10004062)	Stroj za ntl. ljev. LPM BPS 650 (1)			
Mjesto rada					
Sklop					
Grupa planera	PG4	Održavanje Roč			
Radni centar	RC4_O	Održavanje Roč			
Vrsta naloga	PM03	Nalog preventivnog održavanja			
Prioritet	3	Srednji			
Početak / Kraj	28.10.2020 / 07.11.2020				
Dr. rezervacije	29353380				
Kadr.br.	00000000				
Op 0100	Preventivni radovi 1Mj (0,8 H)				
Op 0101	Zamjena filtera na klima uređajima (0,2 H)				
Op 0102	Zamjena filtera na elektroormarima (0,2 H)				
Op 0103	Čišćenje zaštite ventilatora el.motora (0,4 H)				
Op 0200	Preventivni radovi 3Mj (2,5 H)				
Op 0201	Podmazivanje kolona (1,0 H)				
Op 0202	Čišćenje kliznih površina (1,0 H)				
Op 0203	Pritezanje vijaka na transformatoru (0,5 H)				
Op 0300	Preventivni radovi 6Mj (5,4 H)				
Op 0301	Čišćenje/zamjena filtera hidraulike (2,0 H)				
Op 0302	Čišćenje mjerača protoka ("menzura") (1,0 H)				
Op 0303	Čišćenje el.ventila hlađenja (2,0 H)				
Op 0304	Čišćenje ventilatora hlad. u el.ormaru (0,4 H)				
Ime i prezime	Datum	Sati rada/od-do	Šifra mat.	Kol	
ELVIĆ R.	18.10.20	07-09	30		
STANIĆ V.	18.10.20	11-15	30		
STANIĆ V.	18.10.20	15-17	30		
Napomene:					

Izvor: fotografije autora rada

## 4. OPTIMIZACIJA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA ALATA ZA NISKOTLAČNO LJEVANJE (ALAT ZA IZRADU KUĆIŠTA TURBOKOMPRESORA 737)

### 4.1. Postupci preventivnog održavanja alata za niskotlačno ljevanje - (LPDC)

Čišćenje suhim ledom se vrši pomoću sitnih granula smrznutog ugljičnog dioksida. Pomoću stlačenog zraka granule se poput praha prskaju na površinu koju čistimo. Metoda je slična drugim metodama pjeskarenja, kao što su pjeskarenje pijeskom ili plastičnim granulama. Suhi led pri udaru u površinu koju čistimo povećava svoj obujam za oko 800 puta, materijal nije vodljiv, zapaljiv te nije otrovan. Prvi takav sustav čišćenja razvila je ratna mornarica SAD-a 1945. godine, a tek 1986. godine se javljaju suvremeniji sustavi za čišćenje suhim ledom.

Slika 10: Aero 40 ft, cold jet



Izvor:

[https://www.google.com/search?q=aero+40+fp&source=lmns&rlz=1C1GCEA\\_enHR935HR935&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwidqMzV\\_K3vAhWN2eAKHUZvBxgQ\\_AUoAHoECAEQAA](https://www.google.com/search?q=aero+40+fp&source=lmns&rlz=1C1GCEA_enHR935HR935&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwidqMzV_K3vAhWN2eAKHUZvBxgQ_AUoAHoECAEQAA)

Ugljični dioksid je plin bez mirisa, prirodan i neotrovan, sastavni je dio naše atmosfere i kao takav ekološki prihvatljiv. Koristi se za čišćenje kuhinjskih ventilacija, termolakirnica, u prehrambenoj industriji, drvoprerađivačkoj, farmaceutskoj, kemijskoj industriji itd.

Prednosti čišćenja suhim ledom:

- nema zbrinjavanja sredstva za čišćenje jer suhi led odmah nakon udara o površinu sublimira u plinovito stanje
- ne šteti okolišu jer postupak funkcionira bez kemijskih dodataka. Treba zbrinuti samo odstranjenu naslagu prljavštine
- čisti blago jer djeluje bez abrazije. Svojstva suhog leda su takva da ne uzrokuje oštećivanje površine
- povećanje proizvodnje jer nema prekida proizvodnje i mnogi dijelovi strojeva mogu se čistiti bez prethodne demontaže, u stanju u kojem su ugrađeni u stroj
- brzina, jer se lako i brzo primjenjuje, mobilno jer nije potrebna skupa obrada,
- pogon bez električne energije, jer rade pneumatski pa je posvuda moguće
- mnogostrana primjena, jer mnogobrojne vrste mlaznica imaju djelotvoran učinak i na teško dostupnim mjestima
- ušteda, jer je brzo, blago, bez zbrinjavanja otpada, bez zastoja u proizvodnji, te se primjena u kratkom vremenu amortizira.

## GDJE SE SVE MOŽE PRIMJENITI POSTUPAK ČIŠĆENJA SUHIM LEDOM?

- automobilska industrija (lakiranje, traka za zavarivanje)
- kemijska industrija (sušilice, kotlovi)
- farmaceutska industrija (kotlovi)
- industrijska kaučuka (kalupi)
- industrijska plastična masa (kalupi)
- zrakoplovna industrija (turbine)
- brodogradnja
- industrija prehrambenih namirnica
- saniranje štete prouzročenih požarom (odstranjivanje čađe), saniranje zgrada (grafiti)

Metode čišćenja i odstranjivanja lakova, masti i sličnih naslaga već su dovoljno poznate, kao što je npr. pjeskarenje. Odnedavno, sve više se u industrijskim pogonima koristi suhi led kao efikasno sredstvo za čišćenje i odstranjivanje.

Poznate metode čišćenja imaju nedostatke koje treba shvatiti ozbiljno.

Veliki troškovi pri uklanjanju otpada ili izgubljeno vrijeme radi demontaže osjetljivih dijelova, a da ne govorimo o sve većem oštećenju tretiranih strojeva, sve to ističe važnost suvremenih uređaja za čišćenje.

Slika 11: Čišćenje suhim ledom



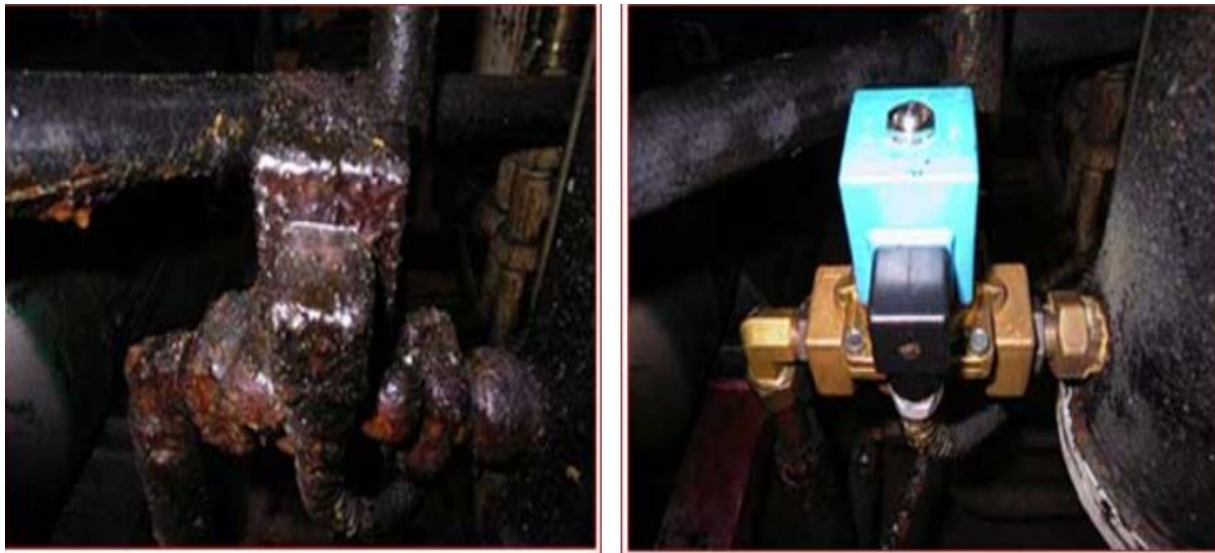
Izvor: fotografije autora rada

## 4.2. Postupak čišćenja alata suhim ledom u ljevaonici Roč

Postupak započinje tako da se otvori gornja polovica alata, te podignemo gornju ploču koliko je to moguće kako bi imali što više prostora da lakše radimo. Dobro ispušemo sve dijelove alata te vizualno pregledamo je li sve u redu prije nego počnemo s čišćenjem alata.

Čišćenje suhim ledom odrađuje se nakon trećeg dana što je alat na stroju. Alat se otvori i tada stručno osposobljena osoba očisti alat. Nakon završetka čišćenja suhim ledom, alat se vizualno pregleda je li sve u redu te da li se može nastaviti s procesom ljevanja. Čišćenje suhim ledom omogućilo je da alat radi šest dana, što je za dva dana više nego prije čišćenja alata suhim ledom. Na taj način smo produžili vrijeme rada alata za dva dana i smanjili vrijeme preventivnog održavanja sa prijašnjih 24 sata na 12 sati.

Slika 12: Usporedba prije i nakon čišćenja suhim ledom



Izvor: <https://www.kgvh-eko.hr/suhiled.php>

### 4.3. Detalji preventivnog pregleda alata

Rastavljanje alata (cca 2-6 sati, ovisno o vrsti alata).

Pjeskanje alata (0,5 – 1 sat, alata se pjeska staklenim perlama).

Preventivni pregled (1) (alata (2 – 3 sati, ovisno o stanju alata) – ovaj dio procesa se većinom odnosi na moguće popravke na alatu, ovisno o radu alata tijekom serije. Tijekom ovog pregleda se čisti izbacivački sklop, a to je sustav za hidraulično izbacivanje odljevaka iz alata nakon završetka skrućivanja u alatu.

Premazivanje alata (alat za izradu kućišta turbokompresora 737 oko 3 sata, ne uključujući 4 sata grijanja u peći).

Preventivni pregled (2) i kompletiranje (3-12 sati, ovisno o vrsti alata) – Drugi dio preventivnog pregleda koji se radi u paraleli sa kompletiranjem alata. Provjera protoka i mogućeg propuštanja ulja i vode, pregled električne instalacije (mikroprekidači karela – pokretni dijelovi alata i sl.). Zamjena bakrenih podloški i nanošenje novog silikona u sklopu krugova hlađenja alata. Provjera zatvaranja alata i nasjedanje jezgri (ne za svako preventivno održavanje).

Trajanje preventivnog održavanja najviše ovisi o složenosti alata za lijevanje. Najkraće preventivno održavanje ima trajanje od cca 12 sati, dok za najkompliciranije alate preventivno održavanje zna trajati i do 32 sata.

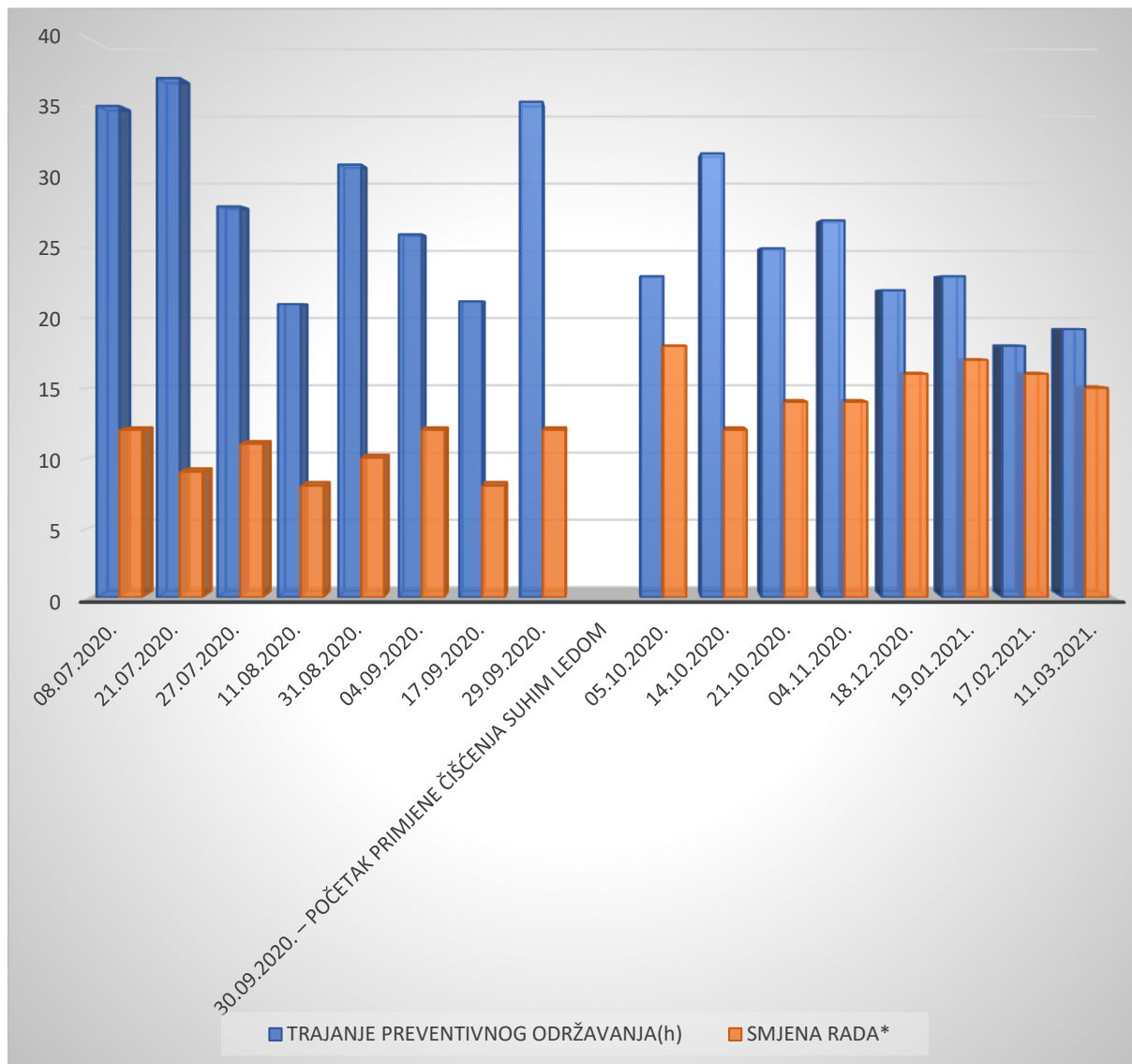
Tablica 1: Trajanje preventivnog održavanja prije/poslije primjene čišćenja suhim ledom

DATUM PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA	TRAJANJE PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA (h)	SMJENA RADA*
08.07.2020.	35,2	12
21.07.2020.	37,2	9
27.07.2020.	28	11
11.08.2020.	21	8
31.08.2020.	31	10
04.09.2020.	26	12
17.09.2020.	21,2	8
29.09.2020.	35,5	12
30.09.2020. – početak primjene čišćenja suhim ledom		
05.10.2020.	23	18
14.10.2020.	31,8	12
21.10.2020.	25	14
04.11.2020.	27	14
18.12.2020.	22	16
19.01.2021.	23	17
17.02.2021.	18	16
11.03.2021.	19,2	15

\*Koliko smjena u nizu je alat radio u prošloj seriji



Grafikon 1: Trajanje preventivnog održavanja prije/poslije primjene čišćenja suhim ledom



U prosjeku, prije primjene čišćenja suhim ledom, trajanje preventivnog održavanja alata je iznosilo otprilike 29,4 h, a alat je na stroju radio oko 10 smjena. Nakon uvođenja procesa čišćenja suhim ledom, trajanje preventivnog održavanja se smanjilo na otprilike 23,6 h. Alat u ovakvom načinu rada na stroju provede otprilike 15 smjena u nizu.

## 5. Zaključak

Svrha ovog završnog rada je bila analiza implementacije jedne aktivnosti koja bi u teoriji trebala puno pomoći u proizvodnom procesu izrade aluminijskih odljevaka, a to je čišćenje alata za ljevanje sa suhim ledom.

Koristeći standardne metode u analizi, dolazimo do zaključka da je korištenje suhog leda kao dijelom preventivnog održavanja alata za niskotlačno ljevanje uvelike pomoglo da produži vijek trajanja alata tijekom serije, te u isto vrijeme smanjilo potrebno vrijeme za pripremu alata prije sljedeće serije.

Kao ogledni primjer, za analizu korištenja suhog leda koristio se jedan od alata koji bi u cilju zadovoljavanja količina zatraženih od kupaca u seriji trebao biti više od 2/3 tjedna.

Implementacijom takvog načina preventivnog održavanja realizacija nam je porasla sa 82,8 % na 89,4 %. Time smo produžili životni vijek alata, kvalitetu i povećali proizvodnju.

Ljevaonica Roč već je neko vrijeme u procesu povećanja proizvodnih kapaciteta, a u sklopu se povećao i broj strojeva za niskotlačno ljevanje. S time u vidu, implementacija čišćenja alata suhim ledom tijekom serija rada nije samo pomogla da se alat može duže koristiti, već umanjilo vrijeme potrebno za pripremu alata prije sljedeće serije (preventivni pregled), što je na duži period omogućilo kontinuirani rad bez zastoja u proizvodnji radi čekanja na pripremu alata.

Iz prikazanih podataka može se zaključiti da ulaganjem u nove metode te nove strojeve za preventivne zahvate unaprjeđujemo način rada ljevaonice. U završnom radu je prikazan jedan reprezentativni primjer i detaljno opisan postupak preventivnog održavanja u proizvodnji. Uzimajući u obzir da u ljevaonici Roč trenutno imamo oko dvadesetak alata i da se na svakom od njih može transparentno primijeniti preventivni zahvat čišćenja suhim ledom, jasno da su to velika poboljšanja u proizvodnom procesu koja povećavaju rentabilnost i ekonomičnost proizvodnje i doprinosi daljnjoj budućnosti ljevaonice Roč.

## Literatura

[https://bs.wikipedia.org/wiki/Suhi\\_led](https://bs.wikipedia.org/wiki/Suhi_led), 12.02.2021.

[https://www.google.com/search?q=preventivno+odr%C5%BEavanje&rlz=1C1GCEA\\_enHR935HR935&oq=preventivno+&aqs=chrome.1.69i57j0i13l9.6152j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=preventivno+odr%C5%BEavanje&rlz=1C1GCEA_enHR935HR935&oq=preventivno+&aqs=chrome.1.69i57j0i13l9.6152j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8), 24.01.2021.

<https://www.kgvh-eko.hr/suhiled.php>, 12.02.2021.

## Popis slika :

Slika 1: Osnovna podjela održavanja .....	15
Slika 2: Demontaža alata.....	17
Slika 3: Hlađenje alata.....	18
Slika 4: Rastavljanje alata.....	19
Slika 5: Pjeskanje alata.....	20
Slika 6: Pregled alata i dodatno čišćenje .....	21
Slika 7: Premazivanje alata .....	22
Slika 8: Sastavljanje alata i poliranje .....	23
Slika 9: Ispis naloga preventivnog održavanja i potvrda izvršenja planiranih operacija .....	24
Slika 10: Aero 40 ft, cold jet, 12.02.2021. ....	25
Slika 11: Čišćenje suhim ledom.....	28
Slika 12: Usporedba prije i nakon čišćenja suhim ledom .....	29

Tablica 1: Trajanje preventivnog održavanja prije/poslije primjene čišćenja suhim ledom..... 31

Grafikon 1: Trajanje preventivnog održavanja prije/poslije primjene čišćenja suhim ledom..... 32

