

# Održavanje CNC strojeva u tvrtki ONIKS Gornji Draganec

---

Lovreković, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Bjelovar University of Applied Sciences / Veleučilište u Bjelovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:553235>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



VELEUČILIŠTE U BJELOVARU  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKA

## **Održavanje CNC strojeva u tvrtki ONIKS Gornji Draganac**

Završni rad br. 07/MEH/2022

Ivan Lovreković

Bjelovar, rujan 2022.



Veleučilište u Bjelovaru  
Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

## 1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Student: **Ivan Lovreković**

JMBAG: 0314021051

Naslov rada (tema): **Održavanje CNC strojeva u tvrtki ONIKS Gornji Draganac**

Područje: **Tehničke znanosti**

Polje: **Strojarstvo**

Grana: **Proizvodno strojarstvo**

Mentor: **dr.sc. Stjepan Golubić** zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za ocjenjivanje i obranu završnog rada:

1. **dr.sc. Tomislav Pavlic, predsjednik**
2. **dr.sc. Stjepan Golubić, mentor**
3. **Goran Benkek, struč.spec.ing.el., član**

## 2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 07/MEH/2022

U sklopu završnog rada potrebno je:

1. Opisati CNC strojeve za obradu odvajanjem čestica, prikazati njihovu povijest, primjenu, osnovne elemente i podjelu.
2. Opisati organizaciju održavanja u proizvodnim tvrtkama.
3. Prikazati održavanje CNC strojeva.
4. Opisati otklanjanje kvarova kod CNC strojeva.
5. Prikazati održavanje CNC strojeva u tvrtki ONIKS Gornji Draganac na primjeru CNC glodalice.
6. Dati prijedloge za poboljšanje održavanja u tvrtki ONIKS Gornji Draganac.

Datum: 06.07.2022. godine

Mentor: **dr.sc. Stjepan Golubić**

### *Zahvala*

Zahvaljujem svom mentoru dr. sc. Stjepanu Golubiću na svim savjetima koji su mi pomogli pri izradi ovog završnog rada. Zahvaljujem direktoru tvrtke ONIKS d.o.o. što mi je dozvolio da izradim završni rad na ovu temu. Posebnu zahvalu dugujem svojoj obitelji i djevojci na financijskoj i moralnoj podršci tijekom školovanja.

# Sadržaj

<b>1. Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CNC strojevi .....</b>	<b>2</b>
2.1 Povijest CNC strojeva.....	2
2.2 Primjena CNC strojeva.....	4
2.3 Osnovni elementi .....	4
2.3.1 Pogonski dio.....	4
2.3.2 Prijenos snage, momenta i sile .....	4
2.3.3 Radni ili izvršni dio.....	5
2.3.4 Upravljački dio.....	6
2.4 Podjela CNC strojeva .....	7
2.4.1 Glodalica .....	7
2.4.2 Tokarilica .....	8
2.4.3 Bušilica.....	8
2.4.4 Plazma rezač.....	8
2.4.5 Stroj za savijanje .....	9
2.4.6 Stroj za zavarivanje.....	9
2.4.7 Laserski rezač i graver.....	9
2.4.8 Stroj za rezanje vodenim mlazom .....	10
2.4.9 Brusilica .....	10
2.4.10 Štanca .....	10
2.5 Radni vijek CNC strojeva .....	11
<b>3. O tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec .....</b>	<b>12</b>
3.1 Strojni park.....	13
3.1.1 Glodanje .....	13
3.1.2 Tokarenje .....	19
3.1.3 CNC vodeno rezanje .....	22
3.1.4 Mjerenje .....	23
3.1.5 Lasersko graviranje .....	24
3.2 Ostale usluge .....	24
<b>4. Organizacija održavanja.....</b>	<b>26</b>
4.1 Organizacija službe održavanja .....	26
4.1.1 Metode Održavanja .....	27
4.1.2 Organizacija održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec .....	27
<b>5. Otklanjanje kvarova kod CNC strojeva.....</b>	<b>28</b>
5.1 Oštećenja i kvarovi .....	28
5.2 Redovni servis.....	28
5.3 Otkrivanje i otklanjanje kvara .....	29
5.4 Ostale provjere stroja .....	30
5.4.1 Test preciznosti stroja (Ballbar test).....	30
5.4.2 Mjerenje vibracija na glavnom vretenu .....	32
5.4.3 Lasersko umjeravanje osi stroja .....	34
5.5 Primjeri zamjene dijelova na CNC stroju.....	35
5.5.1 Zamjena servo motora.....	35
5.5.2 Zamjena beskontaktnog enkodera .....	35
5.5.3 Zamjena pumpe za ulje u mjenjačkoj kutiji .....	36
5.6 Troškovi servisa i otklanjanja kvarova .....	36

<b>6.</b>	<b>Održavanje CNC glodalice u tvrtki ONIKS d.o.o.</b> .....	<b>38</b>
6.1	<i>Održavanje CNC glodalice koje radi CNC operater</i> .....	38
6.1.1	Popis provjera sustava CNC glodalice .....	38
6.1.2	Raspored održavanja CNC glodalice .....	41
6.2	<i>Održavanje koje je povjereno tvrtki TEXIMP d.o.o.</i> .....	42
6.3	<i>Prijedlozi za poboljšanje održavanja</i> .....	42
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>45</b>
<b>9.</b>	<b>OZNAKE I KRATICE</b> .....	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b>SAŽETAK</b> .....	<b>48</b>
<b>11.</b>	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>49</b>

## 1. Uvod

CNC strojeve je potrebno redovito održavati da bi zadržali svoju preciznost izrade, radnu sposobnost i produktivnost i da bi izlazni proizvod zadovoljavao određene norme i zahtjeve. U tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec se pridaje velika pažnja pravilnom održavanju CNC strojeva jer je tvrtki cilj da strojevi budu precizni i da se smanje zastoji i troškovi kvarova. ONIKS d.o.o. izrađuje proizvode za tvrtke poput RIMAC d.o.o., TEAM TECHNIK gmbh i druge koje zahtijevaju izradu proizvoda visoke preciznosti te je to još jedan razlog zašto strojevi moraju biti pravilno održavani i vrlo precizni. U ONIKS-u se konstantno ulaže u razvoj tehnološkog sustava, strojeva i djelatnika i to im omogućuje stalan rast i napredak.

Cilj ovog završnog rada je opisati CNC strojeve i njihovo održavanje u tvrtki ONIKS d.o.o. na primjeru glodalice. U drugom poglavlju su opisani CNC strojevi, njihova povijest, primjena, osnovni elementi i najvažnije vrste. U poglavlju pod brojem tri opisana je tvrtka ONIKS d.o.o. i njihov strojni park. U četvrtom poglavlju opisana je organizacija održavanja općenito i u tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec. U petom poglavlju opisano je otkrivanje i otklanjanje kvarova na CNC stroju i servisiranje CNC strojeva te su opisani primjeri zamjene dijelova. U posljednjem poglavlju opisana je metoda održavanja i organizacija službe održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o.. Opisano je održavanje CNC glodalice koje radi CNC operater u tvrtki ONIKS d.o.o. i održavanje koje je povjereno tvrtki TEXIMP d.o.o. te su navedeni prijedlozi za poboljšanje održavanja.

## 2. CNC strojevi

CNC (eng. *Computer Numerical Control*) stroj je alatni stroj podržan računalnim upravljanjem. Takvi strojevi za rad koriste alate, pa se nazivaju još i numerički upravljani alatni strojevi. CNC strojevi imaju pogonski dio, prijenos snage, momenta i sile i radni dio isto kao i stari ručno upravljani strojevi, ali im je još dodana računalna upravljačka jedinica zbog koje je rad na takvom stroju brži, jednostavniji, precizniji i isplativiji. Čovjek je razvojem tehnologije stvorio CNC strojeve za obradu gotovo svih materijala kao što su staklo, plastika, kamen, drvo i metal koji se najviše obrađuje na CNC strojevima. Jedna od najvećih prednosti CNC strojeva je primjena u serijskoj proizvodnji u industriji.

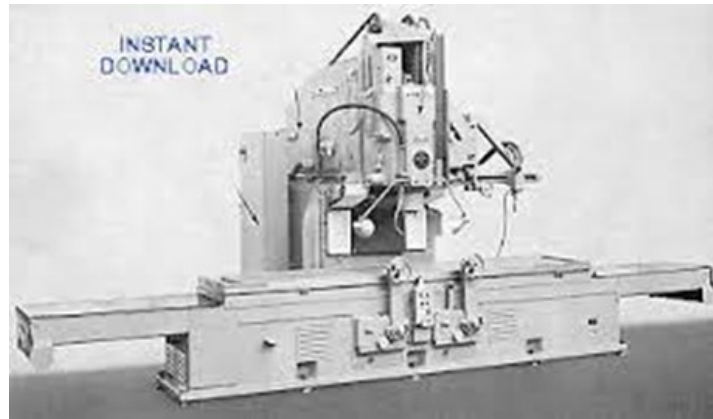
### 2.1 Povijest CNC strojeva

Automatizacija alatnih strojeva započela je vrlo rano, i to uglavnom u upravljanju posmakom, brzinom rezanja i mijenjanjem alata. Godine 1947. osnove numeričkog upravljanja postavio je John T. Parsons upotrebom bušene trake kojom je upravljao pozicijom alata pri izradi lopatica propelera za helikoptere. Godine 1949. američka vojska je sklopila ugovor sa sveučilištem MIT (eng. *Massachusetts Institute of Technology*) za razvoj programirane glodalice. Troosna glodalica *Cincinnati Hydrotel* (slika 2.1) predstavljena je 1952., a imala je elektromehaničko upravljanje i koristila je bušenu traku. Iste godine počinje se koristiti naziv numeričko upravljanje. Tadašnja upravljačka jedinica je bila puno veća od samog stroja [1].

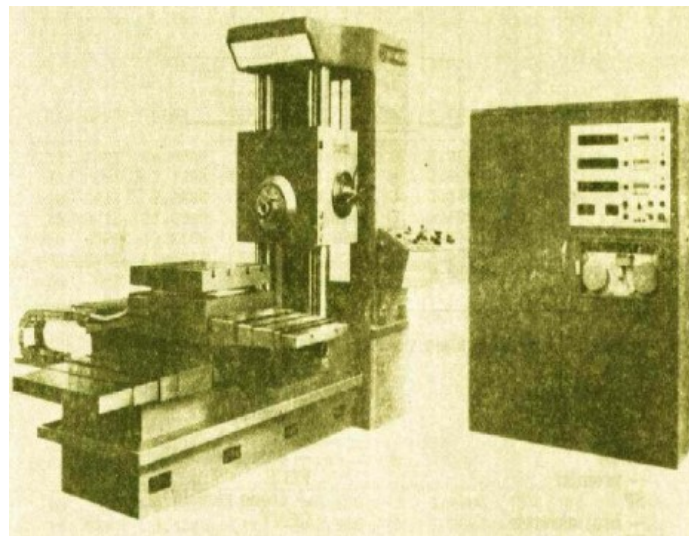
U civilnoj industriji numeričko upravljanje započinje 1960-tih godina, a široka primjena u obliku računalnog numeričkog upravljanja počinje 1972. 1970.-ih u upravljanju alatnim strojevima upotrebljavaju se mikroracunala. Prvi obradni centar *Kearney & Tracker* proizveden je 1968. godine. To je bio veliki iskorak u razvoju numeričkog upravljanja alatnim strojevima jer mikroprocesor koji je ugrađen u upravljačku jedinicu preuzima čitav niz posebnih zadataka kao što su viša razina interpolacije i korekcija geometrijskih odstupanja. Zahvaljujući brzom razvoju mikroelektronike razvoj numerički upravljanih alatnih strojeva posebno je snažan u zadnjih dvadesetak godina [1].

Hrvatska tvornica Prvomajska iz Zagreba je prva nabavila numerički upravljane konzolne glodalice Sharmann FB100 (slika 2.2) s upravljačkom jedinicom Dekamat 1969. godine, a sama je počela serijski proizvoditi numerički upravljane strojeve od 1978. kao na primjer glodalicu G 301 NC koja je prikazana na slici 2.3 [1].

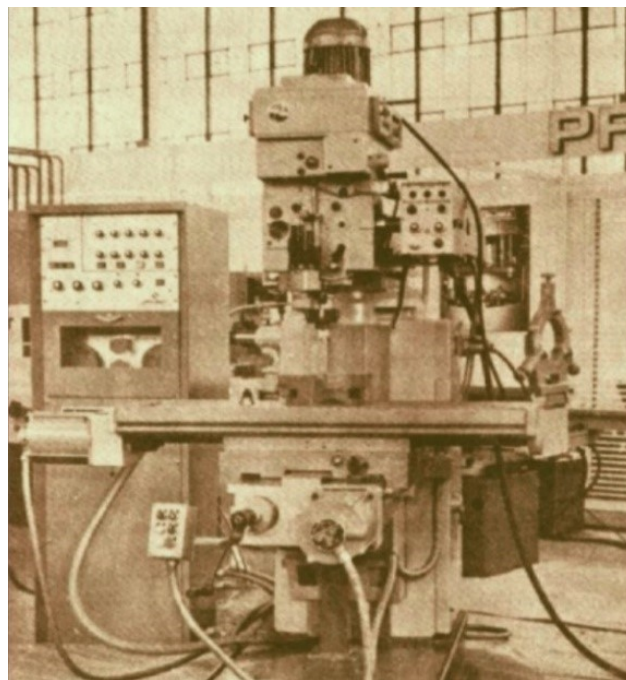




*Slika 2.1 Troosna glodalica Cincinnati Hydrotel [2]*



*Slika 2.2 Glodalica Sharmann FB100 s upravljačkom jedinicom Dekamat [3]*



*Slika 2.3 Glodalica G 301 NC [3]*

## 2.2 Primjena CNC strojeva

CNC strojevi su vrlo važan dio moderne industrije. Primjena CNC strojeva najviše je zahvatila industrije koje zahtijevaju brzo i precizno obrađivanje materijala i sirovina. Proizvodi izrađeni na CNC strojevima koriste se u medicini, nautici, autoindustriji, zrakoplovnoj industriji, poljoprivredi, proizvodnji strojeva i u drugim granama industrije.

## 2.3 Osnovni elementi

Osnovni elementi CNC stroja su pogonski dio, prijenos snage momenta i sile, radni dio, upravljački dio, postolje, kućište itd.

### 2.3.1 Pogonski dio

Pogonski dio se mijenjao s napretkom tehnike kroz stoljeća. U industrijskoj revoluciji započinje upotreba parnog stroja, te kasnije trofaznog elektromotora, koji je i danas osnovni pokretač svih alatnih strojeva. Elektromotor je električni stroj koji pretvara električnu energiju u mehanički rad. Razvojem trofaznog elektromotora se širi njegova upotreba. U početku nije bilo moguće precizno upravljati brojem okretaja, ali razvojem elektronike omogućena je regulacija pokretanja, regulacija broja okretaja i regulacija momenta trofaznog kaveznog asinkronog elektromotora.



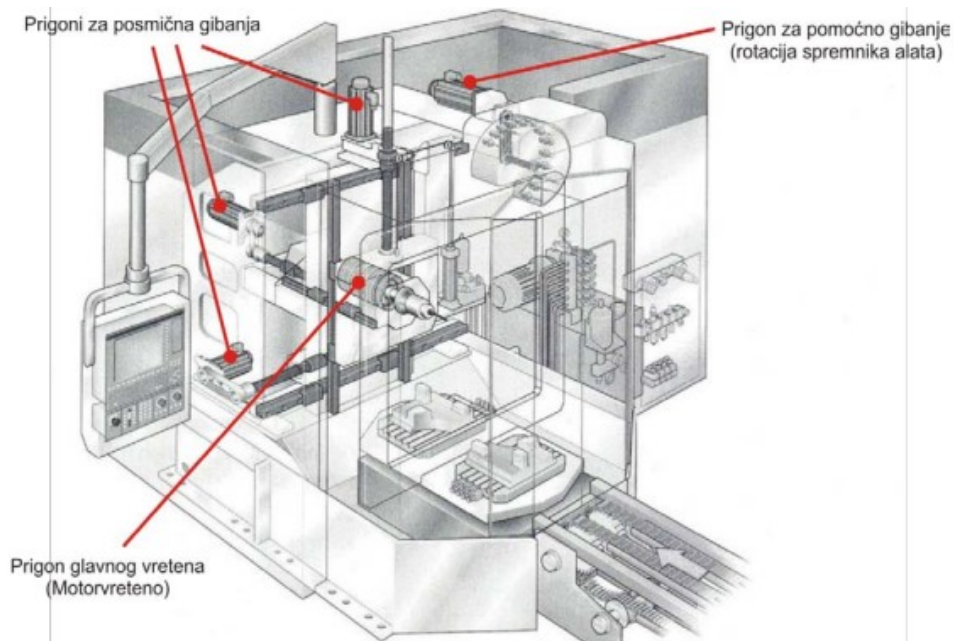
Slika 2.4 Trofazni elektromotor [4]

### 2.3.2 Prijenos snage, momenta i sile

Prijenos snage, momenta i sile se mijenjao s promjenama pogonskih strojeva i povećanjem snage motora.

Prigoni su prijenosnici momenta i snage, a mogu biti reduktori ili multiplikatori. Prema načinu gibanja pogonjenog elementa dijele se na rotacijske i translacijske prigone.

Prema načinu rada dijele se na mehaničke, električne i hidrauličke. Prema prijenosnom omjeru dijele se na prigone sa promjenjivim ili stalnim prijenosnim omjerom.



Slika 2.5 Prigoni CNC glodalice [3]

### 2.3.3 Radni ili izvršni dio

Radni ili izvršni dio su razni alati i naprave. Alati su sredstva u direktnom dodiru s materijalom koji se obrađuje, preoblikuju ga ili mu mijenjaju dimenzije ili svojstva. Alati koji se koriste su glodala, noževi, svrdla, ureznici za navoje, razvrtači i ostali alati.

Naprave su pomoćna sredstva koja se koriste u proizvodnji, ali ne obrađuju predmet, već sudjeluju u obradi kao samostalni uređaji ili dijelovi alatnog stroja. Naprave imaju različitu namjenu i različite nazive u praksi: modeli, stezni pribor, šablone, uređaji, pomoćni pribor. Standardni pomoćni pribor za alatne strojeve su škripac, stezni trn, planska ploča, tokarski šiljak, rotirajući stol, stezna glava i slično.



*Slika 2.6 Različita glodala za finu obradu [5]*



*Slika 2.7 Škripac marke Tormach u CNC glodalici [6]*

#### **2.3.4 Upravljački dio**

Upravljački dio CNC stroja služi za upravljanje gibanjima alata i obratka, te odabiranje parametara obrade. Upravljačke jedinice se razlikuju ovisno o marki i vrsti stroja.



*Slika 2.8 Upravljačka jedinica CNC glodalice marke Haas [7]*

## **2.4 Podjela CNC strojeva**

Vrste CNC strojeva mogu biti:

- Glodalica
- Tokarilica
- Bušilica
- Plazma rezač
- Stroj za savijanje
- Stroj za zavarivanje
- Laserski rezač i graver
- Stroj za rezanje vodenim mlazom
- Brusilica
- Štanca.

### **2.4.1 Glodalica**

Stroj za obradu odvajanjem čestica pomoću kojeg se rezanjem obrađuju dijelovi pretežno ravnog oblika te zubi, profili i navoji. Glavno gibanje je uvijek rotacijsko i obavlja ga alat, dok je posmično gibanje kružno ili pravocrtno i okomito je ili je pod nekim kutom na os rotacije.



#### 2.4.2 *Tokarilica*

Stroj za strojnu obradu odvajanjem čestica, pomoću kojeg se rezanjem izrađuju i obrađuju proizvodi valjkastog oblika. Obradak uvijek obavlja glavno gibanje, dok alat obavlja dostavno, posmično i pripremno gibanje.

#### 2.4.3 *Bušilica*

Stroj s kojim se uz pomoć alata za bušenje izrađuju provrti. Uglavnom se spiralna svrdla koriste za bušenje provrta.



*Slika 2.9 CNC bušilica ROBLAND BM3000 [8]*

#### 2.4.4 *Plazma rezač*

Stroj koji za rezanje materijala koristi plazma plamenik. Kroz mlaznicu se velikom brzinom potiskuje inertni plin, dok se u isto vrijeme uspostavlja električni luk kroz plin do materijala koji se reže te se jedan dio plina pretvara u plazmu. Plazma ima dovoljno visoku temperaturu da reže materijal.



*Slika 2.10 CNC stroj za rezanje plazmom ACCURL [9]*

#### 2.4.5 *Stroj za savijanje*

Stroj za obradu materijala savijanjem. Kod savijanja u poprečnom presjeku se vanjski dio produljuje i opterećen je na vlak, dok se unutrašnji dio skraćuje i opterećen je na tlak.



*Slika 2.11 CNC stroj za savijanje Planik CYBTOUCH 6 [10]*

#### 2.4.6 *Stroj za zavarivanje*

Stroj koji zavarivanjem spaja dva raznorodna ili istorodna materijala. Pomoću ovih CNC strojeva svaki dio postupka zavarivanja može se računalno kontrolirati i automatizirati te je zavarivanje zbog toga preciznije i brže.



*Slika 2.12 CNC stroj za zavarivanje Taylor [11]*

#### 2.4.7 *Laserski rezač i graver*

Stroj koji graviranje i rezanje laserom radi tako da se računalom kontrolira izlazna snaga lasera. O izlaznoj snazi lasera ovisi reže li se materijal ili se gravira na njemu. Rezanje laserom ostavlja visoko kvalitetne rubove reza.

#### 2.4.8 *Stroj za rezanje vodenim mlazom*

Stroj koji radi rez abrazivnim vodenim mlazom koji pod visokim tlakom izlazi iz mlaznice. Rezanje vodenim mlazom koristi se za rezanje metala, stakla, kamena, plastike, gume, drva, polistirena itd.

#### 2.4.9 *Brusilica*

Stroj za obradu odvajanjem čestica brušenjem. Brušenjem se postiže visoka kvaliteta obrade materijala i visoka razina točnosti.



*Slika 2.13 CNC brusilica OKUMA GA26W [12]*

#### 2.4.10 *Štanca*

Stroj za strojnu obradu metala postupcima rezanja ili savijanja. Kod štanci se najčešće radi o probijanju primjenom alata za štancanje. Uglavnom se koriste u serijskoj proizvodnji.

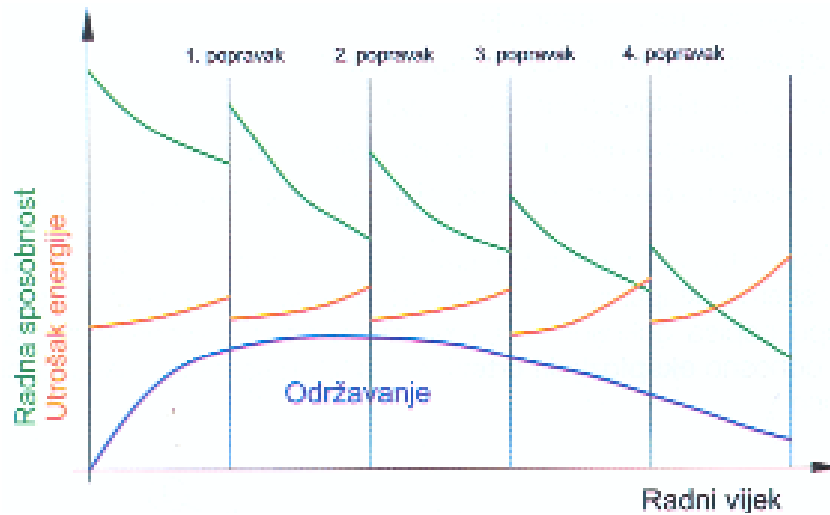


*Slika 2.14 CNC štanca Boschert [13]*



## 2.5 Radni vijek CNC strojeva

Radni vijek strojeva je period tijekom kojeg strojevi obavljaju funkciju za koju su namijenjeni. Potrebno je stroj redovito održavati i pravilno s njim rukovati da bi se radni vijek produžio što je više moguće.

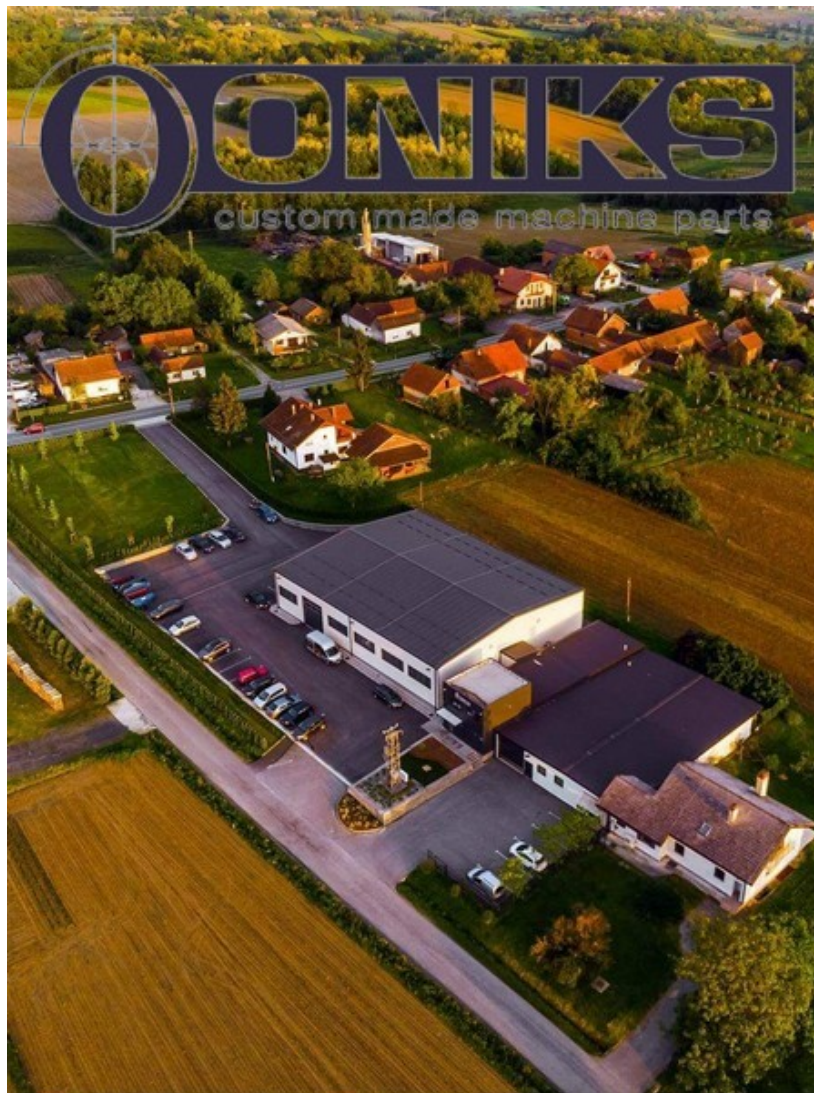


Slika 2.15 Radni vijek stroja [14]

Iz dijagrama na slici 2.15 se vidi da radna sposobnost stroja opada kako raste broj kvarova i popravaka i utrošak energije raste. Tvrkama je cilj da su strojevi što više u radu i da što manje stoje te je bitno redovito održavanje da se strojevima produži radni vijek što je više moguće.

### 3. O tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec

Tvrtka ONIKS d.o.o. osnovana je 1991. godine i u 100 % privatnom je vlasništvu. ONIKS d.o.o. trenutno zapošljava 65 visoko kvalificirana, motivirana i obučena radnika. Usmjereni su na izvoz u zemlje Europske Unije poput Njemačke, Francuske i Belgije i europske zemlje poput Švicarske, a proizvode i za domaće tržište. Površina proizvodnih hala sa uredskim prostorijama iznosi 1700 m<sup>2</sup>. Proizvodnja se temelji na preradi i obradi metala i plastike. Za obradu se koriste glodalice, tokarilice, brusilice, CNC tokarilice i CNC glodalice i stroj za rezanje vodenim mlazom. Visoki standardi izlazne kvalitete potvrđuju se 3D Tesa Micro Hite uređajem za mjerenje. Proizvodi tvrtke ONIKS d.o.o. zadovoljavaju standarde Europske unije, a primjenjuju se u proizvodnji solarnih panela, medicini, nautici, auto i drvanoj industriji, poljoprivredi, proizvodnji strojeva, te u mnogim drugim granama industrije [15].



*Slika 3.1 Zgrada tvrtke ONIKS d.o.o. [15]*

### 3.1 Strojni park

Strojevi koji se koriste u tvrtki ONIKS d.o.o. su glodalice, tokarilice, laserski graver, stroj za vodeno rezanje te uređaji za mjerenje.

#### 3.1.1 Glodanje

U tvrtki ONIKS d.o.o. koriste se glodalice marki Haas, DMG Mori, Famup i Intos. Glodalice marke Haas koje se koriste su:

- VF-2SS



*Slika 3.2 CNC glodalica Haas VF-2SS [15]*

*Tablica 3.1 Specifikacije glodalice Haas VF-2SS [16]*

SPECIFIKACIJE	
Dužina	1981 mm
Širina	2286 mm
Visina	2311 mm
Brzina vretena	12000 o/min
Snaga vretena	22.4 kW
Hod po osi	X=762 mm
	Y=406 mm
	Z=508 mm

- VF-3YT



*Slika 3.3 CNC glodalica Haas VF-3YT [15]*

*Tablica 3.2 Specifikacije glodalice Haas VF-3YT [16]*

<b>SPECIFIKACIJE</b>	
Dužina	2850 mm
Širina	3806 mm
Visina	3096 mm
Brzina vretena	8100 o/min
Snaga vretena	22.4 kW
Hod po osi	X=1016 mm
	Y=660 mm
	Z= 635 mm

- VF-4



*Slika 3.4 CNC glodalica Haas VF-4[15]*

Tablica 3.3 Specifikacije glodalice VF-4 [16]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	2314 mm
Širina	3128 mm
Visina	3093 mm
Brzina vretena	12000 o/min
Snaga vretena	22.4 kW
Hod po osi	X=1270 mm
	Y=508 mm
	Z=635 mm

- TM-2P



Slika 3.5 CNC glodalica Haas TM-2P [15]

Tablica 3.4 Specifikacije glodalice Haas TM-2P [16]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	1992 mm
Širina	3522 mm
Visina	2716 mm
Brzina vretena	6000 o/min
Snaga vretena	5.6 kW
Hod po osi	X=1016 mm
	Y=406 mm
	Z=406 mm

- VM-2



*Slika 3.6 CNC glodalica Haas VM-2 [15]*

*Tablica 3.5 Specifikacije glodalice Haas VM-2 [16]*

<b>SPECIFIKACIJE</b>	
Dužina	2311 mm
Širina	3116 mm
Visina	2733 mm
Brzina vretena	12000 o/min
Snaga vretena	22.4 kW
Hod po osi	X=762 mm
	Y=508 mm
	Z=508 mm

- VF4 SS



*Slika 3.7 CNC glodalica Haas VF-4SS [15]*

Tablica 3.6 Specifikacije glodalice Haas VF-4SS [16]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	2314 mm
Širina	3128 mm
Visina	3093 mm
Brzina vretena	8100 o/min
Snaga vretena	22.4 kW
Hod po osi	X=1270 mm
	Y=508 mm
	Z=635 mm

Glodalice marke DMG Mori koje se koriste su:

- CMX 800V



Slika 3.8 CNC glodalica DMG Mori CMX 800V [15]

Tablica 3.7 Specifikacije glodalice DMG Mori CMX 800V [17]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	2757 mm
Širina	2426 mm
Visina	2935 mm
Brzina vretena	12000 o/min
Snaga vretena	12 kW
Hod po osi	X=800 mm
	Y=560 mm
	Z=510 mm

- CMX 70U



*Slika 3.9 CNC glodalica DMG Mori CMX 70U [15]*

*Tablica 3.8 Specifikacije glodalice DMG Mori CMX 70U [17]*

<b>SPECIFIKACIJE</b>	
Dužina	2594 mm
Širina	3045 mm
Visina	2890 mm
Brzina vretena	12000 o/min
Snaga vretena	13 kW
Hod po osi	X=750 mm
	Y=600 mm
	Z=520 mm

Koriste se još glodalice FAMUP FMP-100 i INTOS FNGP-50.



*Slika 3.10 CNC glodalica FAMUP FMP-100 [15]*





Slika 3.11 CNC glodalica INTOS FNGP-50 [15]

### 3.1.2 Tokarenje

U tvrtki ONIKS d.o.o. koriste se tokarilice marki Haas, DMG Mori i Nakamura. Tokarilice marke Haas koje se koriste su:

- TL-2



Slika 3.12 CNC tokarilica Haas TL-2 [15]

Tablica 3.9 Specifikacije tokarilice Haas TL-2 [18]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	1810 mm
Širina	2820 mm
Visina	2110 mm
Brzina vretena	1800 o/min
Snaga vretena	7.5 kW
Hod po osi	X=203 mm
	Z=1219 mm

- ST-20Y



*Slika 3.13 CNC tokarilica Haas ST-20Y [15]*

*Tablica 3.10 Specifikacije tokarilice Haas ST-20Y [18]*

SPECIFIKACIJE	
Dužina	2290 mm
Širina	3640 mm
Visina	2210 mm
Brzina vretena	4000 o/min
Snaga vretena	14.9 kW
Hod po osi	X=213 mm
	Z=572 mm

- ST-10.



*Slika 3.14 CNC tokarilica Haas ST-10 [15]*

Tablica 3.11 Specifikacije tokarilice Haas ST-10 [18]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	1780 mm
Širina	3200 mm
Visina	2030 mm
Brzina vretena	6000 o/min
Snaga vretena	11.2 kW
Hod po osi	X=200 mm
	Z=406 mm

Tokarilica marke DMG Mori koja se koristi je:

- NLX-2500/700.



Slika 3.15 CNC tokarilica NLX-2500/700 [15]

Tablica 3.12 Specifikacije tokarilice NLX-2500/700 [19]

SPECIFIKACIJE	
Dužina	1898 mm
Širina	2620 mm
Visina	1826 mm
Brzina vretena	4000 o/min
Snaga vretena	15 kW
Hod po osi	X=260 mm
	Y=100 mm
	Z=795 mm

Tokarilica marke Nakamura koja se koristi je:

- AS-200.



*Slika 3.16 CNC tokarilica Nakamura AS-200 [15]*

*Tablica 3.13 Specifikacije tokarilice Nakamura AS-200 [20]*

SPECIFIKACIJE	
Dužina	1655 mm
Širina	1655 mm
Visina	1852 mm
Brzina vretena	4000 o/min
Snaga vretena	11 kW
Hod po osi	X=202.5 mm
	Y=82 mm
	Z=320 mm

### 3.1.3 CNC vodeno rezanje

U ONIKS-u se koristi CNC stroj za rezanje vodenim mlazom radnih dimenzija 1500x3000 mm. Namijenjen je za precizno rezanje različitih materijala.



*Slika 3.17 CNC stroj za rezanje vodenim mlazom VR 1530 [21]*

### 3.1.4 Mjerenje

Za mjerenja se koristi TESA Micro Hite 3D mjerni uređaj za završnu kontrolu i NIKON Alto. TESA Micro Hite 3D i Nikon Alto su koordinatni mjerni strojevi. Služe za brzo i jednostavno mjerenje svih poznatih geometrijskih elemenata.



*Slika 3.18 Stroj za mjerenje Tesa Micro Hite [15]*



*Slika 3.19 Stroj za mjerenje NIKON Alto [15]*

### 3.1.5 Lasersko graviranje

U ONIKS-u se za lasersko graviranje koristi laserski graver BAUBLYS BL-3000. Laserski graver koristi Windows 7 CNC upravljanje.

Specifikacije laserskog gravera:

- Tip: UV
- Duljina vala: 355 [nm]
- Snaga: 4 [W]
- Dimenzije stroja: 1150 mm x 840 mm x 1750 mm
- Težina stroja: 450 kg
- Električna snaga: 1 kW
- Napon: 200 V
- Maxi površina za graviranje: 135 mm x 135 mm



Slika 3.20 Stroj za lasersko graviranje BAUBLYS BL-3000 [15]

## 3.2 Ostale usluge

ONIKS d.o.o. nude usluge zavarivanja TIG i MIG-MAG postupkom, pjeskarenja, staklarenja i trovaliranja.

**Pjeskarenje** je proces tijekom kojeg se stlačeni zrak iz mlaznice ispuhuje pijesak koji udara u materijal i skida površinski sloj s njega. Pjeskarenje se izvodi zbog stvaranja hrapave površine, uklanjanja hrđe, odmašćivanja, uklanjanja boje i čišćenja materijala.

**Staklarenje** je sličan postupak kao pjeskarenje, ali se umjesto pijeska koriste staklene kuglice.

**Trovaliranje** je postupak skidanja oštih rubova sa odljevaka ili već gotovih proizvoda. Trovaliranje se izvodi u vibracijskim ili centrifugalnim strojevima. Tijekom procesa obrade obratci se miješaju s abrazivnim medijem različitih oblika koji se određuju prema zahtjevima i obliku obratka.

## 4. Organizacija održavanja

U ovom poglavlju opisana je organizacija službe održavanja, te su navedene i opisane općenite metode održavanja i opisana je organizacija održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec.

### 4.1 Organizacija službe održavanja

Organizacija službe održavanja brine se o održavanju postrojenja, opskrbi električnom energijom i drugim energentima. Prema funkciji održavanja razlikujemo pojedinačno održavanje, centralno održavanje, kooperativno održavanje i mješovito održavanje.

**Pojedinačno održavanje** je oblik službe održavanja kod kojega svako proizvodno odjeljenje u tvrtki ima svoju jedinicu službe održavanja. Reagiranje na iznenadne kvarove i praćenje stanja sredstava za rad je jako dobro, ali jedinice održavanja zbog nedostatka stručnjaka nisu u stanju riješiti svaki kvar, pa je potrebno angažirati vanjske tvrtke za održavanje što može dovesti do dodatnih troškova.

**Centralno održavanje** je oblik službe održavanja kod kojega u tvrtki postoji samo jedna radna jedinica službe održavanja. U ovoj vrsti organizacije vrijeme otklanjanja kvarova je vrlo brzo jer se tamo nalaze svi potrebni stručnjaci i oprema. Dobro je upravljanje zalihama doknadnih dijelova i radna sredstva za otklanjanje kvarova su dobro iskorištena, ali loša povezanost s proizvodnim odjeljenjima i slabo praćenje sredstava za rad uzrokuje slabo reagiranje na iznenadne kvarove što uzrokuje nepotrebne zastoje i prekide rada.

**Kooperativno održavanje** je oblik službe održavanja u kojem održavanje radnih sredstava izvode tvrtke koje se bave održavanjem i to u potpunosti ili djelomično. Ovakvom obliku službe održavanja pristupa se kada u tvrtki nema potrebnih stručnjaka, kada je takvo održavanje učinkovitije ili kada je niža cijena vanjskih tvrtki koje se bave održavanjem.

**Mješovito održavanje** je oblik službe održavanja koje ujedinjuje prednosti pojedinačnog i centralnog održavanja. Proizvodna odjeljenja imaju svoje jedinice održavanja s manjim brojem zaposlenika koji dobro poznaju stanje strojeva, njihovih sklopova i dijelova i brzo reagiraju na iznenadne kvarove. Oni se brinu i o strojnoj dokumentaciji. U slučaju nastanka kvarova koje oni ne mogu riješiti ili ako se radi o



velikom opsegu posla održavanja dolaze stručnjaci iz centralnog održavanja ili se stroj odnosi u jedinice centralnog održavanja.

#### 4.1.1 *Metode Održavanja*

Svakoj tvrtki je cilj imati što manje zastoja u radu zbog neočekivanih kvarova koji mogu uzrokovati gubitak vremena i novca. Kvaliteta održavanja se temelji na izboru metode održavanja. Metode održavanja mogu biti:

- Metoda korektivnog održavanja - kvar se otklanja tek kada nastane
- Metoda oportunističkog održavanja - nakon početnih kvarova planiraju se pregledi određenih dijelova
- Metoda preventivnog održavanja - redovnim pregledima stanja i zamjenom dijelova prema određenom planu pokušava se spriječiti nastanak kvara
- Metoda pretkazivanog održavanja – pokušava se predvidjeti vrijeme nastanka kvara i reagira se malo prije nastanka kvara
- Metoda održavanja prema stanju – konstantni pregledi dijelova i reagiranje prema potrebi ili ako se uoče nepravilnosti

#### 4.1.2 *Organizacija održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec*

U tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec se koriste metode preventivnog i korektivnog održavanja. Kod korektivnog se održavanja kvar otklanja tek kada nastane, a kod preventivnog se održavanja redovitim pregledima prema stanju stroja pokušava spriječiti nastanak kvara. Organizacija službe održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o. je kooperativna jer je otklanjanje kvarova na strojevima i njihovo održavanje većinski povjereno tvrtki TEXIMP d.o.o. CNC operateri svakodnevno održavaju strojeve u dijelu preventivnog održavanja. Serviseri tvrtke TEXIMP d.o.o. obavljaju zamijene dijelova u dijelu korektivnog održavanja.

## 5. Otklanjanje kvarova kod CNC strojeva

U ovom poglavlju opisani su oštećenja i kvarovi te otklanjanje kvarova na CNC stroju i njegovo servisiranje.

### 5.1 Oštećenja i kvarovi

Oštećenja i kvarovi nastaju zbog rada stroja i njegove starosti. Oni mogu dovesti do prestanka rada stroja što nije isplativo za tvrtku. Ako se pravilno rukuje CNC strojem najčešći kvarovi su kvarovi električnih komponenata (kablovi, enkoderi, matična ploča itd.) zbog njihove dotrajalosti.

**Kvar stroja** je stanje stroja u kojem stroj ne može obavljati funkciju za koju je namijenjen. Kvarovi nastaju zbog istrošenosti, starosti, nepravilnog rukovanja strojem, konstrukcijskih pogrešaka itd. Vrste kvarova su kvarovi uhodavanja, slučajni, korisnički ili vremenski.

**Oštećenje stroja** je stanje u kojem stroj radi ispravno, ali pokazuje znakove da bi moglo doći do kvara. Oštećenja mogu biti nasilna, neizbježna i uporabna.

**Nasilna oštećenja** nastaju zbog pogrešnog upravljanja strojem. Mogu se spriječiti pravilnim rukovanjem strojem.

**Neizbježna oštećenja** nastaju zbog starosti stroja, dugog rada ili dugog stajanja stroja. Neizbježna oštećenja su najčešće korozija, oštećenje gumenih dijelova stroja kao što su kablovi itd.

**Uporabna oštećenja** nastaju zbog konstantne uporabe stroja pri čemu se troše dijelovi.

### 5.2 Redovni servis

Zbog visoke cijene novih strojeva, u današnje je vrijeme servis iznova dobio na važnosti jer je svakoj tvrtki u interesu da ne mora kupovati nove CNC strojeve i da im strojevi koje imaju budu pravilno i redovno održavani. CNC strojevi zbog svoje visoke cijene i gubitaka zbog zastoja ne trpe zastoje i duge popravke. U takvim slučajevima nastoji se reagirati najbrže moguće. Redovni servis strojeva se radi u dogovoru sa službom održavanja ili vanjskom tvrtkom koja održava strojeve. Na redovnom servisu se provjeravaju mehaničke komponente, sistem rashlađivanja, sistem razvoda zraka, provjera geometrije i elektroničke komponente. Redovni servis je dobar način da se smanji broj neprihvatljivih obradaka nastalih zbog trošenja reznog alata uslijed narušene preciznosti i geometrije stroja, produlji radni vijek stroja i da se poveća i zadrži profitabilnost

prevencijom kvarova i neplaniranih zastoja koji mogu biti i pet puta veći trošak od troška redovnog servisa.

### 5.3 Otkrivanje i otklanjanje kvara

Zaslon upravljačke jedinice CNC stroja izvještava o statusu stroja i pruža smjernice za održavanje stroja i otklanjanje kvara. Na zaslonu se prikazuju podaci o statusu koji mogu biti kvar ili greška. Podaci o statusu uključuju: podatke o statusu sustava, status položaja osi, ulazni i izlazni status između PLC-a (eng. *Programmable Logic Controller*) i NC-a (eng. *Numerical Control*) itd.

CNC strojevi imaju veliku sposobnost samodijagnostike. Ako dijagnostički softver i zaslon rade normalno tada će se informacije o kvaru ili grešci prikazati na zaslonu stroja u obliku broja, teksta ili ikone. Po broju postoje do tisuću vrsta kvarova i grešaka koji se mogu prikazati. Mogući uzrok kvara može se utvrditi ako se pogleda priručnik za održavanje stroja ili ako se broj alarma pretraži na internetu. Svjetlo LED indikatora statusa na upravljačkoj jedinici CNC stroja također ukazuje na grešku i kvar. Zato treba provjeriti stanje LED indikatora statusa tijekom održavanja. Serviseri se zovu ako se pojavi bilo kakva vrsta alarma koja ukazuje na neki kvar na stroju.



Slika 5.1 LED indikator statusa na CNC stroju marke Haas [22]

Primjeri broja grešaka ili kvarova:

- 108-X SERVO OVERLOAD- preopterećenje servo motora koji pokreće X-os
- 136-Y-AXIS MOTOR OVERHEAT- pregrijavanje motora koji pokreće Y-os
- 198-SPINDLE STALLED- zastoj vretena, postoji mogućnost da je pukao remen koji pokreće vreteno
- 235-SPINDLE Z FAULT- greška vretena, postoji mogućnost da je enkoder na vretenu pokvaren te je potrebna zamjena
- 923-LOW OIL PRESSURE- pumpa za ulje ne radi pravilno, potrebno je provjeriti je li filter začepljen i treba li zamjena pumpe

#### **5.4 Ostale provjere stroja**

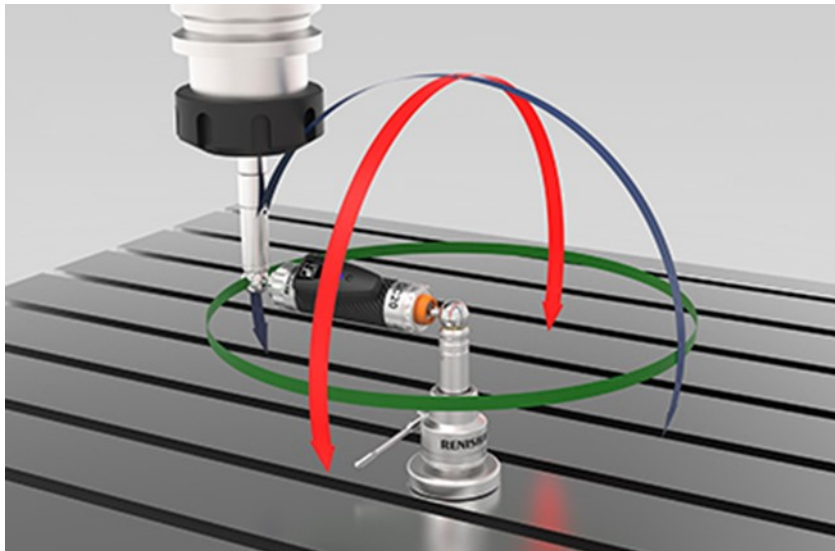
U ovom poglavlju su opisane ostale provjere i testiranja koje pomažu pri otkrivanju i otklanjanju kvarova te osiguravaju i povećavaju kvalitetu izlaznih proizvoda.

##### **5.4.1 Test preciznosti stroja (*Ballbar test*)**

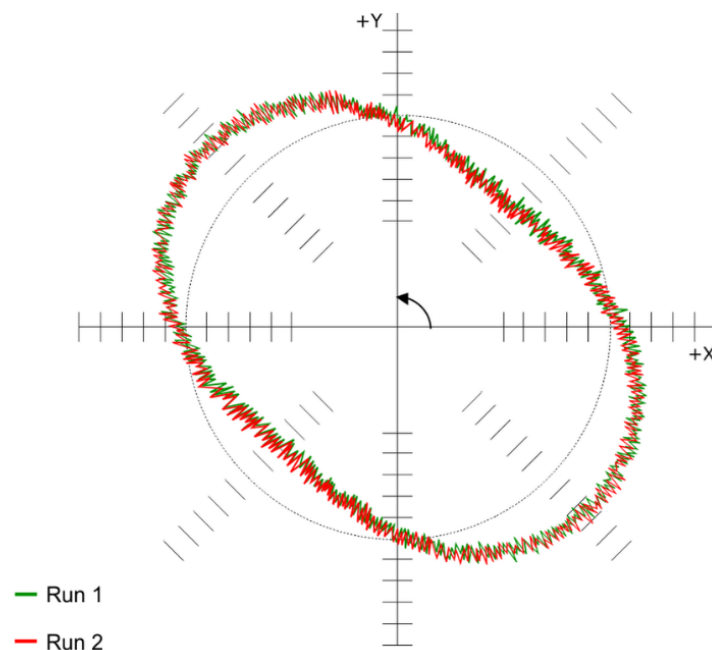
*Ballbar* testiranje pruža jednostavnu i brzu provjeru kvalitete pozicioniranja CNC stroja prema priznatim međunarodnim standardima (npr. ISO, ANSI/ASME itd.). To tvrtkama omogućuje usporedbu i praćenje stanja strojeva te brzo dijagnosticiranje problema koji mogu zahtijevati održavanje. *Ballbar* testiranje također identificira izvore i uzroke grešaka.

QC20 *ballbar* sustav sastoji se od teleskopskog linearnog senzora vrlo visoke točnosti s kuglicama na svakom kraju i dva magnetska nosača, jedan pričvršćen na stol stroja, a drugi na vreteno stroja ili kućište vretena. Kuglice senzora su smještene u magnetskim čašama. To sve omogućuje *ballbaru* da mjeri male varijacije u radijusu dok stroj slijedi programiranu kružnu putanju oko nosača na stolu stroja.

Softver *Ballbar 20* izračunava ukupna mjerenja točnosti pozicioniranja prikupljenih podataka u skladu s međunarodnim standardima (npr. ISO, ANSI/ASME itd.). Ovo izvješće koristi jedinstvenu matematičku analizu za dijagnosticiranje mnogih dodatnih pojedinačnih pogrešaka stroja iz niza linearnih očitavanja. Podaci se prikazuju grafički ili u numeričkom obliku.

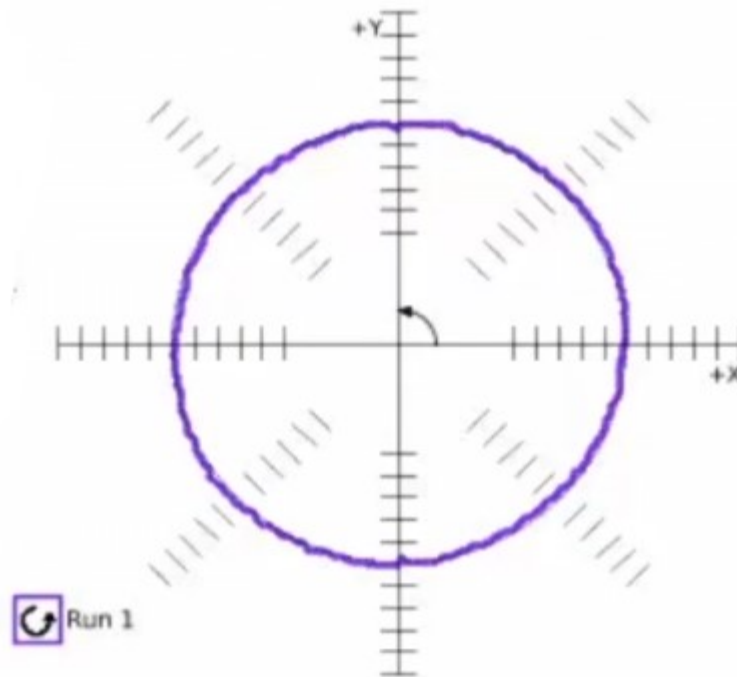


Slika 5.2 Kružno kretanje CNC glodalice kod Ballbar testa [23]



Slika 5.3 Rezultati Ballbar testa [24]

Rezultati *Ballbar* testa sa slike 5.3 nisu zadovoljavajući jer stroj nije slijedio programiranu kružnu putanju te bi stroj trebao na servis. Postoje varijacije loših testiranja koje možemo vidjeti u rezultatu testa i za svaku od njih se zna što bi mogao biti uzrok problema i rješenje. Mogući uzroci su: oštećenja ležajeva, vodilica, vretena ili motora, nepravilno postavljanje *Ballbar* sustava, nepravilno izvođenje *Ballbar* testa itd. Moguće rješenja nakon loših rezultata *Ballbar* testiranja su: zamjena dotrajalih dijelova i ponovno pravilno izvođenje testiranja.



Slika 5.4 Rezultat Ballbar testa [24]

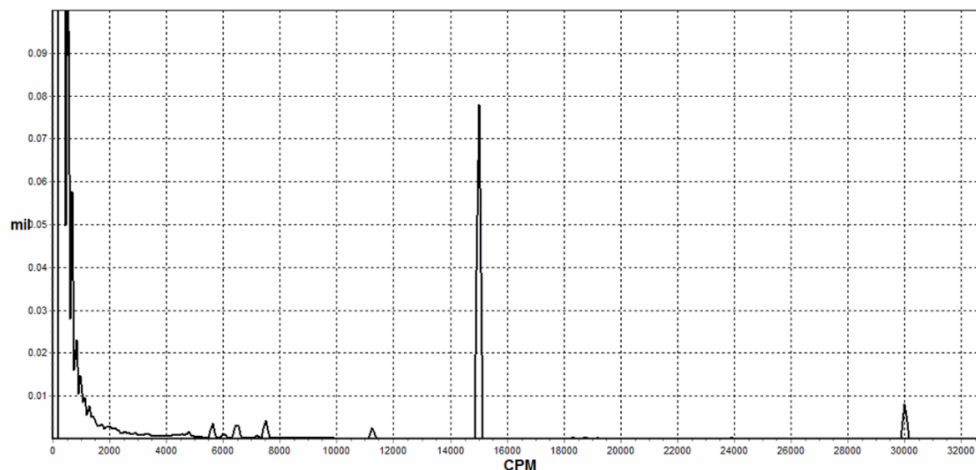
Rezultati *Ballbar* testa sa slike 5.4 su zadovoljavajući jer je stroj slijedio programiranu kružnu putanju i nema prevelikih odstupanja u obliku kružnice.

#### 5.4.2 Mjerenje vibracija na glavnom vretenu

Mjerenje vibracija na glavnom vretenu prikazuje uvid u stanje vretena. Ako su vibracije iznad dopuštenih normi nešto nije u redu sa vretenom te treba odmah reagirati i zvati servisere da otklone kvar.

Senzor vibracije, koji je spojen na računalo, postavlja se na desnu stranu vretena u smjeru X-osi. Vibracije se mjere u X-osi jer je CNC stroj najslabiji u toj osi i tako će napraviti najviše vibracija. Ako se ne može sa sigurnošću odrediti postoji li određena brzina pri kojoj se vibracija pojavljuje u radu stroja, s priključenim analizatorom vibracija, pokreće se stroj počevši od 1000 okretaja u minuti i povećava se za 1000 okretaja u minuti do maksimalne brzine, da bi se pronašlo područje u kojem postoji visoka vibracija ili puno buke. Za grafikone brzine mora se snimiti više snimaka zaslona u različitim rasponima CPM-a (eng. *Cycles per minute*).

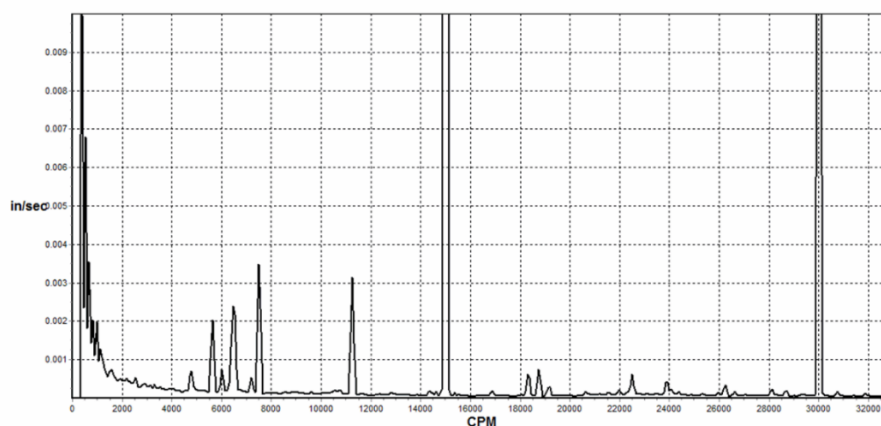
Tolerancija pomaka ne smije biti veća od 0.100 MIL (tisućiti dio inča) pri maksimalnoj brzini stroja.



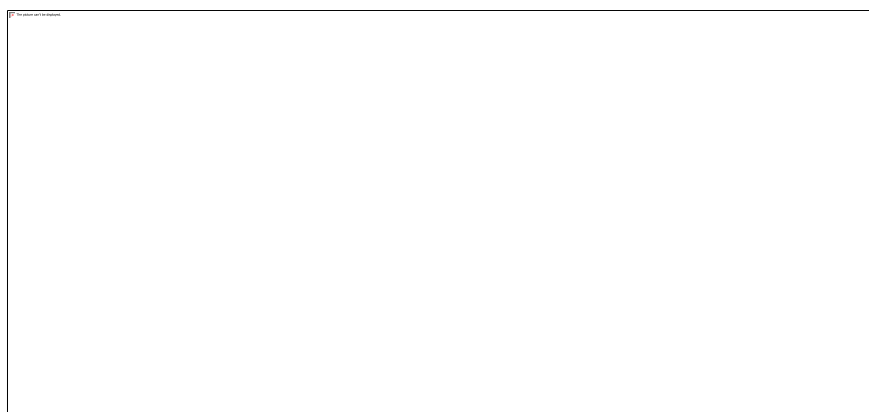
Slika 5.5 Graf rezultata mjerenja tolerancije pomaka od 0 do 32000 CPM [25]

U slučaju na slici 5.5 iznos najveće vrijednosti na grafu je ispod 0,100 MIL te vreteno zadovoljava ispitivanje pomaka vibracija.

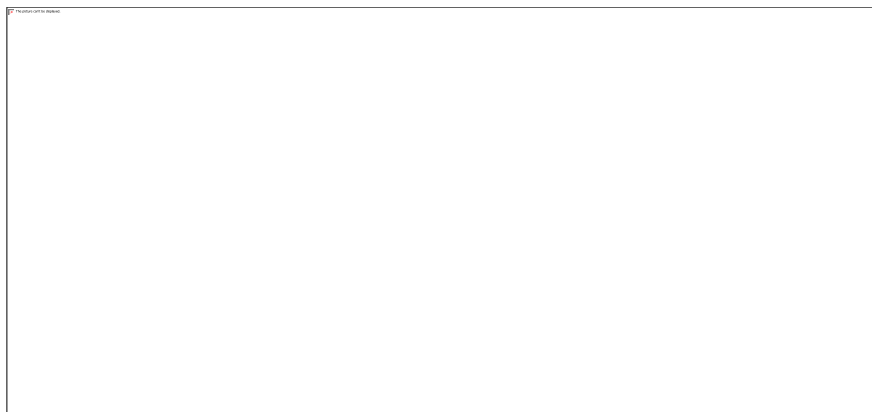
Tolerancije brzine ne smiju premašiti ukupno 3 vrijednosti na grafu koje su veće od 0.005 IPS (eng. *Inches per second*) između 30000 i 210000 CPM.



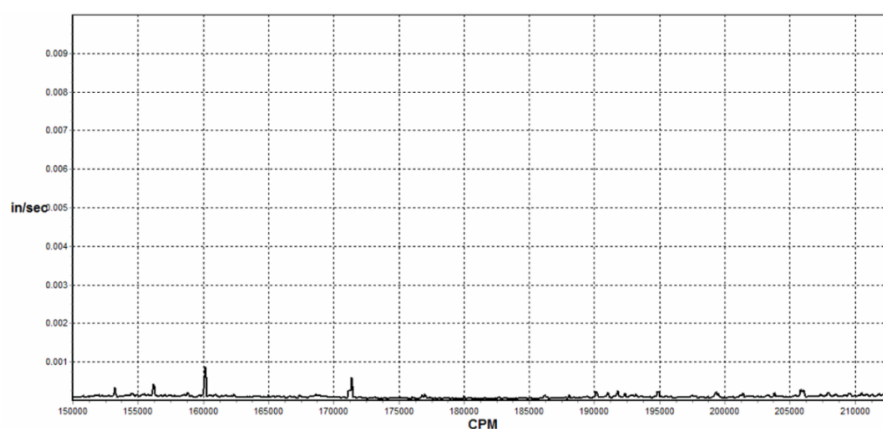
Slika 5.6 Graf rezultata mjerenja tolerancije brzine od 0 do 32000 CPM [25]



Slika 5.7 Graf rezultata mjerenja tolerancije brzine od 30000 do 90000 CPM [25]



Slika 5.8 Graf rezultata mjerenja tolerancije brzine od 90000 do 150000 CPM [25]



Slika 5.9 Graf rezultata mjerenja tolerancije brzine od 150000 do 210000 CPM [25]

U slučaju na slikama 5.6, 5.7, 5.8 i 5.9 na grafovima postoji jedna vrijednost između 30000 i 210000 CPM koja je veća od 0,005 IPS te vreteno zadovoljava ispitivanje brzine vibracija.

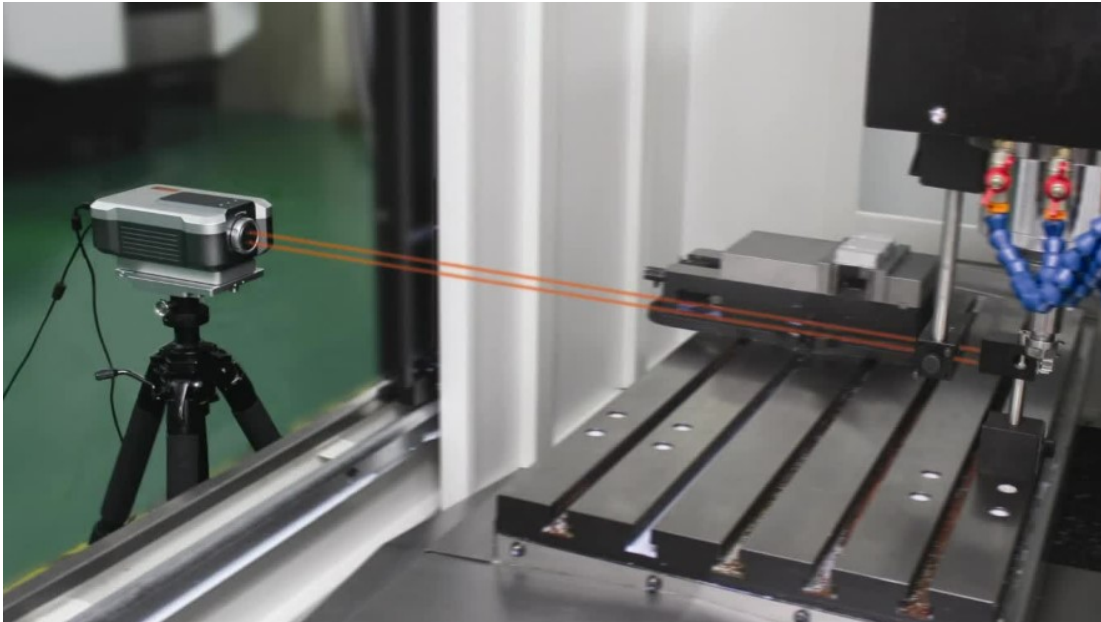
#### 5.4.3 Lasersko umjeravanje osi stroja

Način za vrlo preciznu kontrolu geometrijske točnosti CNC strojeva je korištenje laserskog interferometra. Lasersko umjeravanje poboljšat će proizvodnju na stroju, povećati kvalitetu proizvoda i povećati dobit tako što će stroj moći preciznije obrađivati i odstupanje od zadanih mjera će biti manje.

Laserski interferometar se uglavnom koristi pri mjerenju preciznosti CNC strojeva, može kalibrirati visoku točnost strojeva i raznih uređaja za pozicioniranje. Može mjeriti razne parametre, kao što je točnost linearnog položaja, kut, okomitost, paralelnost itd. Osim toga, ima još neke funkcije, kao što je automatska kompenzacija pogreške nagiba, mjerenje i procjena dinamičkih karakteristika strojeva, kalibracija točnosti rotacijskih



koordinata, funkcija ulaza/izlaza okidačkog impulsa, itd. Duljina mjerenja može doseći i desetke metara, a točnost može doseći razinu mikrona.



*Slika 5.10 Prikaz laserskog umjeravanja stroja [26]*

## **5.5 Primjeri zamjene dijelova na CNC stroju**

U ovom poglavlju opisane su zamjene servo motora, beskontaktnog enkodera i pumpe za ulje u mjenjačkoj kutiji. Opisane zamjene dijelova spadaju pod korektivno održavanje. Prije svake zamjene neispravnih dijelova potrebno je isključiti stroj.

### **5.5.1 Zamjena servo motora**

Potrebno je odspojiti kablove servo motora te se otpustiti spojnicu i vijke servo motora. Neispravn servo motor se tada može ukloniti. Prilikom ugradnje motora, pričvrtni elementi moraju se stezati u fazama. Novi servo motor se tada postavlja i pričvrtni elementi se ostavljaju lagano stegnuti. Provjerava se je li sve dobro postavljeno i tek se onda zatežu nosač motora, vijci i spojnica.

### **5.5.2 Zamjena beskontaktnog enkodera**

Beskontaktni enkodera koriste magnetske, kapacitivne ili optičke pojave kako bi odredili položaj.

Potrebno je isključiti dovod zraka u stroj te odspojiti kabel enkodera i uzemljeni kabel od glave za čitanje enkodera. Otpustiti vijke koji drže enkoder. Postavlja se novi enkoder te se kablovi spajaju na mjesto gdje su bili. Tada je potrebno pokrenuti vreteno s 25 %, 50 % i 100 % brzine i pratiti je li brzina ista u kodu kao i na zaslonu.

### 5.5.3 Zamjena pumpe za ulje u mjenjačkoj kutiji

Potrebno je ukloniti dva poklopca otvora za ulje te dodati kap ulja u svaki otvor. Nakon toga je potrebno vratiti poklopce otvora za ulje na pumpu za ulje. Zatim treba ukloniti poklopce glave glavnog vretena, crijevo za dovod ulja i crijevo za povrat ulja te staviti čep u svako crijevo. Pumpa za ulje se tada uklanja iz stroja i ugrađuje se nova. Pričvršćuju se crijevo za dovod ulja i crijevo za povrat ulja te se ugrađuju poklopci glavnog vretena.

## 5.6 Troškovi servisa i otklanjanja kvarova

Cijena CNC strojeva je jako visoka, a samim time je i njihovo održavanje skupo što se vidi iz tablica 5.1. i 5.2.. Cijene servisnih usluga navedenih u tablicama su iz cjenika tvrtke TEXIMP d.o.o. koja održava CNC strojeve u ONIKS-u, a cijene rezervnih dijelova su s internet stranice parts.haascnc.com. U cijenu redovnog servisa uključena je provjera mehaničkih komponenata, sistema rashlađivanja, sistema razvoda zraka, provjera geometrije i elektroničkih komponenata. Popravci CNC strojeva su u većini slučajeva dosta hitni jer troškovi zastoja mogu biti veći od troškova otklona kvara te je cilj da serviseri dođu što je prije moguće i ponekad ostaju prekovremeno da bi otklonili kvar jer je tvrtki bitno da je stroj u funkciji.

Tablica 5.1 Troškovi servisnih tehničara [27]

	<b>CIJENA</b>
Cijena rada servisnog tehničara	390 kn/sat
Cijena dolaska/odlaska servisnog tehničara	190 kn/sat
Cijena prijeđenog puta	4,50 kn/km

Tablica 5.2 Cijena nekih rezervnih dijelova [7]

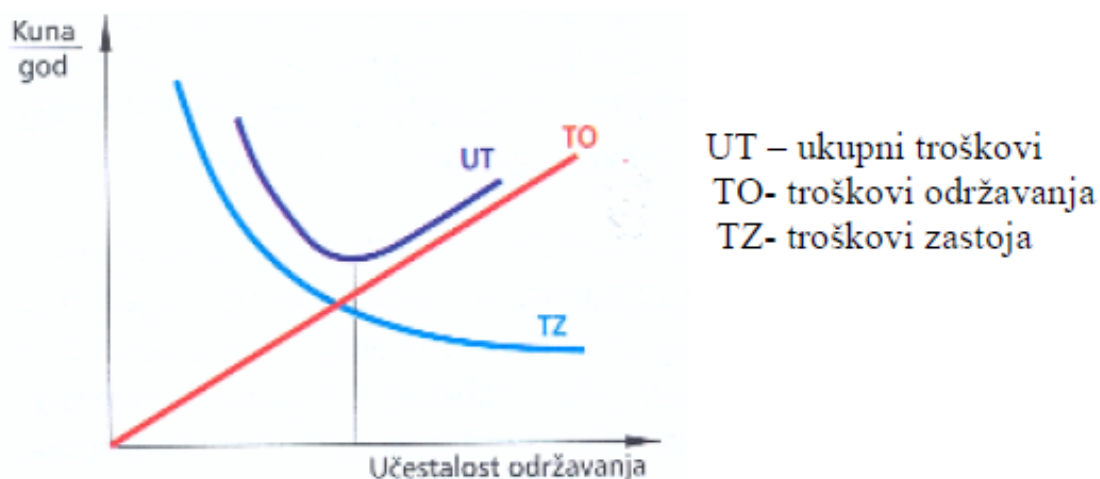
<b>REZERVNI DIO</b>	<b>CIJENA</b>
Glavno vreteno	16000 kn do 155000 kn
Filter na spremniku rashladne tekućine	2200 kn
Pumpa za ulje	5000 kn do 8100 kn
Servo motor	10100 kn do 41000 kn
Crijevo u hidrauličnom sustavu	250 kn do 450 kn
Ležajevi	100 kn do 3800 kn
Enkoder	3200 kn

Tablica 5.3 Cijena dodatnih usluga [28]

DODATNE USLUGE	CIJENA
Renishaw ballbar test preciznosti stroja	Cijena kreću od: 3-osi 2250 kn
Mjerenje vibracija na glavnom vretenu i utvrđivanje stanja glavnog vretena	Cijene kreću od: 2250 kn
Lasersko umjeravanje osi stroja	Cijene kreću od: 3-osi 7550 kn 5-osi 11350 kn

Tablica 5.4 Cijena redovnog servisa [28]

USLUGA	CIJENA		
Redovni servis (dijelovi nisu uključen)	Tokarilica 2250 kn	Glodalica 3-osi 2650 kn	Glodalica 5-osi 3750 kn



Slika 5.11 Dijagram troškova održavanja i zastoja [14]

Iz dijagrama na slici 5.11 može se vidjeti da učestalijim održavanjem pada cijena troškova zastoja, ali istovremeno troškovi održavanja rastu. Zbog toga je potrebno naći ravnotežu u učestalosti održavanja da bi se ukupni troškovi bili što manji. Svakoju tvrtki je cilj da se cijena ukupnih troškova svede na minimum.

## **6. Održavanje CNC glodalice u tvrtki ONIKS d.o.o.**

Svakoj tvrtki koja se bavi proizvodnjom je bitno da proizvodnja funkcionira što bolje i efikasnije, zato je pravilno održavanje jako bitno. U ONIKS-u se rade tri smjene te je pravilno održavanje ključno za radni vijek stroja.

U ONIKS-u se koriste metode preventivnog i korektivnog održavanja. Kod korektivnog se održavanja kvar otklanja tek kada nastane. CNC operateri mogu odraditi neke jednostavnije zamjene dijelova i svakodnevno održavaju strojeve u dijelu redovitog i preventivnog održavanja. Tvrtka TEXIMP d.o.o. servisira i otklanja kvarove na strojevima te je takva organizacija održavanja kooperativna. Očito je da takva organizacija održavanja vrlo dobro funkcionira jer se u ONIKS-u nalaze strojevi stari čak i do 15 godina, koji su još u funkciji i obavljaju svoju funkciju.

### **6.1 Održavanje CNC glodalice koje radi CNC operater**

CNC operater je osoba koji postavlja i održava opremu u radu na CNC stroju. CNC operater osigurava pravilan rad CNC stroja. CNC operateri moraju biti stručni i dobro poznavati mogućnosti svojih strojeva. Zadatak CNC operatera nije samo raditi na stroju nego i održavati stroj. Obaveza operatera je čišćenje stroja iznutra i izvana, podmazivanje stroja, mijenjanje emulzije i provjera stavki stroja navedenih u 6.1.1. CNC operater mora paziti na vrstu i kvalitetu alata koje koristi pri obradi određenog materijala. Mora pratiti jesu li alati koje koristi istrošeni i po potrebi ih zamijeniti te brisati nosač alata krpom. Održavanje CNC strojeva i alata koji se koriste u obradi nužan je korak pri osiguranju kvalitetnog obratka. Kako bi se kvaliteta zadržala na maksimalnoj razini, a vjerojatnost nastanka kvara svela na minimum, potrebno je pratiti kako stroj radi i provesti provjere mehaničkog sustava, zračnog sustava, električnog sustava, sustava podmazivanja, sustava rashladnog sredstva, sustava sonde i kućišta.

#### **6.1.1 *Popis provjera sustava CNC glodalice***

Nepotreban prekid rada stroja može dovesti do gubitka vremena i novca. Zbog toga treba CNC operaterima pružiti što više informacija o tome kako održavati CNC strojeve i njima upravljati. Jednostavni kontrolni popis za preventivno održavanje i osnovno razumijevanje postupka provjera mogu pomoći produljiti radni vijek stroja i smanjiti vjerojatnost nastanka kvara, a samim tim smanjiti troškove. Operater radi provjere koje su dio preventivnog održavanja. Te provjere su:

### **Mehaničkog sustava:**

Dnevno:

- provjeriti je li vreteno čisto
- provjeriti podmazuje li se vreteno
- pregledati stanje konusa vretena.

Mjesečno:

- provjeriti razinu ulja rotacijskog stola
- provjeriti remeni pogon
- pregledati držače alata i vodilice za podmazivanje
- pregledati izmjenjivač alata i podmazati ga.

Polugodišnje:

- provjeriti razinu ulja rotacijskog stola.

Godišnje:

- provjeriti rad mjenjačke kutije i motora.

### **Sustava podmazivanja:**

Dnevno:

- provjeriti razinu hidraulične tekućine i filter.

Tjedno:

- provjeriti filter
- provjeriti cijevi i spojnice
- provjeriti rad crpke
- provjeriti i po potrebi podesiti tlak regulatora vretena
- pregledajte sustav na curenja.

### **Električnog sustava:**

Mjesečno:

- očistiti električni ormarić.

Polugodišnje:

- provjeriti sigurnosne brave
- provjeriti motore i kabele osovine
- provjeriti dolazne napone
- provjeriti napon DC sabirnice

- provjeriti spojeve i priključke
- pregledati električne spojeve za uzemljenje

Godišnje:

- očistiti ili zamijeniti ventilator filtra.

#### **Sustava rashladnog sredstva:**

Tjedno:

- pregledati cijevi rashladnog sredstva.

Mjesečno:

- provjeriti sve funkcije pumpe.

Polugodišnje:

- očistiti filtre rashladnog sredstva
- ispitati i podesiti koncentraciju rashladnog sredstva
- provjeriti ima li taloga u spremniku rashladnog sredstva.

#### **Zračnog sustava i sustava podmazivanja:**

Tjedno:

- pregledati sve vodove i cijevi
- provjeriti dovod zraka

Mjesečno:

- provjeriti sve funkcije pumpe
- provjeriti rad pumpe i podmazivanja osovina.

#### **Kućišta i sigurnosti:**

Dnevno:

- pregledati ima li oštećenja na prozorima
- pregledati zaštitu kliznih staza i brisače.

Mjesečno:

- pregledati rad sigurnosne blokade.

#### **Sustava sonde:**

Tjedno:

- provjeriti kalibraciju sonde.

Mjesečno:

- provjeriti baterije sonde.

Ukoliko se uoče neke nepravilnosti koje operater ne može sam otkloniti kontaktira voditelja postrojenja. Voditelj postrojenja tada zove servisere iz TEXIMP-a koji dolaze otkloniti kvar.

### 6.1.2 *Raspored održavanja CNC glodalice*

Da bi radni vijek strojeva bio duži potrebno je pratiti upute za pravilno održavanje na način kako preporučuje proizvođač. Prema rasporedu održavanje se dijeli na dnevno, tjedno, mjesečno, polugodišnje i godišnje. Dnevno i tjedno održavanje je dio preventivnog održavanja i to operater radi sam, a za mjesečno, polugodišnje i godišnje se mora savjetovati sa službom održavanja.

#### **Dnevno održavanje:**

- počistiti strugotinu sa zaštitnih limova osi, korita stroja i izmjenjivača alata da ne bi došlo do oštećenja zaštitnih limova
- provjeriti nivo rashladne tekućine i nivo ulja centralnog podmazivanja
- očistiti konus glavnog vretena sa krpom te ga podmazati lakšim uljem.

#### **Tjedno održavanje:**

- provjeriti TSC (eng. *Through Spindle Coolant*) filter i po potrebi ga zamijeniti
- provjeriti ispravnost uređaja za odvodnju vlage iz zračnog regulatora
- počistiti nečistoće iz spremnika rashladne tekućine
- provjeriti dovod zraka na regulator glavnog vretena i na glavnom manometru
- počistiti i obrisati vanjske površine stroja.

#### **Mjesečno održavanje:**

- provjeriti nivo ulja u mjenjačkoj kutiji
- provjeriti funkcionalnost zaštitnih limova osi i podmazati ih lakšim uljem
- podmazati vodilice izmjenjivača alata i provjeriti držače svih alata
- provjeriti nivo ulja u redukciji izmjenjivača alata
- provjeriti ima li prašine na ventilatorima u električnom ormaru i frekventnom pretvaraču, ako ima očistiti krpom ili kompresorom.

### **Polugodišnje održavanje:**

- očistiti spremnik rashladne tekućine i zamijeniti rashladnu tekućinu
- provjeriti razinu ulja rotacijskog stola, po potrebi dodati ulje.

### **Godišnje održavanje:**

- promijeniti ulje u mjenjačkoj kutiji
- očistiti i po potrebi zamijeniti uljni filter centralnog podmazivanja i kompletan spremnik ulja.

Strojevi se moraju čistiti prije dužeg perioda stajanja. U ONIKS-u se strojevi generalno čiste dva puta godišnje i to prije kolektivnog godišnjeg odmora u 7. mjesecu i u 12. mjesecu. Tada se mijenja rashladna tekućina i čisti njen spremnik, stroj se čisti od strugotine iznutra i izvana se briše te se provjerava razina ulja centralnog podmazivanja. Strojevi se onda gase i isključuju iz struje.

## **6.2 Održavanje koje je povjereno tvrtki TEXIMP d.o.o.**

TEXIMP d.o.o. je tvrtka koja se bavi održavanjem, prodajom i otkupom CNC strojeva. Imaju više od 96 ovlaštenih tehničara koji svakodnevno servisiraju i popravljaju CNC strojeve. Tvrtka TEXIMP d.o.o. ima ugovor sa tvrtkom ONIKS d.o.o. da im oni servisiraju i otklanjaju kvarove na strojevima. TEXIMP d.o.o. se brine o nabavi novih dijelova, te o zamjeni dotrajalih dijelova.

Kada se primijeti nepravilnost u radu stroja ili ako se na ekranu upravljačke jedinice pojavi alarm koji daje podatke da nešto nije u redu sa strojem, operater to prijavljuje voditelju postrojenja koji kontaktira servisere iz TEXIMP-a te oni dolaze što je prije moguće i otklanjaju kvar. Popravci kvarova mogu trajati od nekoliko sati, pa do nekoliko radnih dana, sve ovisi o tome koliko je popravak zahtjevan.

## **6.3 Prijedlozi za poboljšanje održavanja**

Prijedlog za poboljšanje održavanja je ulaganje više vremena i napora u organizaciju održavanja. U tvrtki ONIKS d.o.o. se koristi metoda korektivnog održavanja što znači da se kvar otklanja kada nastane što može uzrokovati nepotrebne zastoje i prekide rada. Koristi se još i metoda preventivnog održavanja, ali te provjere koje se rade ne zapisuju se



kad se odrade. Zato bi trebalo uvesti zapisnik koji bi trebao biti na svakom stroju i operater bi morao po rasporedu raditi provjere sustava i zapisivati u zapisnik što i kada je napravio.

U tvrtki nema ni jedan zaposlenik koji bi mogao otkloniti neki veći kvar ako je nešto hitno, nego se za svaki takav kvar poziva tvrtka TEXIMP d.o.o. Bilo bi jako korisno kada bi se u ONIKS-u zaposlio serviser koji bi po potrebi mogao otkloniti kvar te bi se tako uštedjelo na troškovima održavanja i na vremenu.

## 7. ZAKLJUČAK

Za izradu ovog završnog rada korišteno je znanje stečeno na kolegiju Održavanje mehatroničkih sustava, proučavanjem dostupne literature i tijekom odrađivanja stručne prakse u tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec. U ovom završnom radu prikazan je način održavanja CNC strojeva u tvrtki ONIKS d.o.o. Pravilno održavanje CNC strojeva je vrlo bitno jer su cijene CNC strojeva i rezervnih dijelova za njih jako visoke. Potrebno je imati stručne CNC operatere koji pravilno upravljaju strojem da bi se smanjila mogućnost nastanka nasilnih oštećenja koja mogu biti vrlo skupa za tvrtku. Pravilnim rukovanjem i održavanjem stroja se smanjuje vjerojatnost nastanka kvara, smanjuju se troškovi održavanja i održava se kvaliteta proizvedenih dijelova. Proizvodi koji se izrađuju u tvrtki ONIKS d.o.o. moraju biti veoma precizno izrađeni i moraju zadovoljavati određene norme te se zato daje pažnja na održavanje strojeva zbog očuvanja preciznosti. Potrebno je pratiti uputstva o održavanju CNC stroja koje je dao proizvođač stroja s ciljem da stroj što duže obavlja svoju funkciju i da mu se produži radni vijek što je više moguće. Potrebno je pravilno upravljati strojem da bi se izbjegla nasilna oštećenja. Unatoč tome što ONIKS d.o.o. nema svoje servisere tvrtka uspješno posluje i nema mnogo kvarova koji bi mogli usporiti proizvodnju. Postupci otklanjanja kvarova koji nisu komplicirani bi mogli biti odrađeni od strane zaposlenika u tvrtki. Tako bi se smanjili troškovi i vrijeme zastoja jer se ne bi trebalo čekati da dođu serviseri iz TEXIMP-a. Neki strojevi su stari čak i do 15 godina i unatoč svojoj starosti još uvijek jako dobro obavljaju funkciju za koju su namijenjeni što znači da sustav održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o. funkcionira dovoljno dobro unatoč nekim nedostacima.

## 8. LITERATURA

- [1] <https://www.scribd.com/document/428788919/Kratki-Povijesni-Razvoj-Cnc-Strojeva-i-Karakteristike> (08.09.2022)
- [2] <https://www.mcspt.com/shop/Cincinnati-28Inch-Vertical-Hydro-Tel-Milling-Machine-Model-Dk-Operator-Manual.html> (20.07.2022)
- [3] [http://repositorij.fsb.hr/1016/1/06\\_07\\_2010\\_Zavrzni\\_rad\\_Birkic.pdf](http://repositorij.fsb.hr/1016/1/06_07_2010_Zavrzni_rad_Birkic.pdf) (20.07.2022.)
- [4] <http://ba.hanzelmotor.org/> (20.07.2022)
- [5] <https://www.ubuy.vn/en/product/E7PR01I-autotoolhome-1-8-3-16-1-4-5-16-3-8-1-2-high-speed-steel-hss-4-flute-straight-end-mill-cutter-5-32-1> (22.07.2022)
- [6] <https://blog.tormach.com/many-vises-guide-selecting-right-vise-job>
- [7] <https://parts.haascnc.com/> (14.07.2022.)
- [8] <https://hudek-zagreb.hr/proizvod/cnc-busilica-robland-bm-3000/> (23.07.2022.)
- [9] <https://hr.laser-cutter-machine.com/table-cnc-plasma-cutting-machine-low-cost-cnc-cutting-metal-of-plasma-machine.html> (23.07.2022.)
- [10] <https://www.planik-machinery.com/APN-CNC-Hidrauli%C4%8Dna-servo-apkant-presa-za-savijanje-lima%E2%80%93CybTouch-6> (23.07.2022.)
- [11] <https://blog.wor-con.com/taylor-cnc-stroj-za-zavarivanje/> (23.07.2022.)
- [12] <https://blog.wor-con.com/okuma-cnc-brusilica/> (23.07.2022.)
- [13] <https://www.moja-djelatnost.hr/cnc-stancanje-i-savijanje-zagreb/ambroz-doo/MMxSEq4l> (23.07.2022.)
- [14] [http://repositorij.fsb.hr/320/1/01\\_09\\_2008\\_Baburic\\_](http://repositorij.fsb.hr/320/1/01_09_2008_Baburic_) (06.07.2022.)
- [15] <http://www.oniks.hr/> (11.07.2022.)
- [16] <https://www.haascnc.com/hr/machines/vertical-mills.html> (22.07.2022.)
- [17] <https://en.dmgmori.com/products/machines/milling/> (22.07.2022.)
- [18] <https://www.haascnc.com/hr/machines/lathes.html> (22.07.2022.)
- [19] <https://en.dmgmori.com/products/machines/turning/> (22.07.2022.)
- [20] [https://www.teximp.com/hr/product/as-sc\\_series/nakamura\\_as-200/](https://www.teximp.com/hr/product/as-sc_series/nakamura_as-200/) (22.07.2022.)
- [21] <http://www.cnc-teh.hr/index.php/stroj-vodeni-mlaz-vr-1530> (22.07.2022.)
- [22] <https://www.haascnc.com/hr/productivity/control.html> (21.07.2022.)
- [23] <https://www.renishaw.com/en/qc20-ballbar-system--11075> (13.07.2022.)
- [24] <https://www.haascnc.com/service/troubleshooting-and-how-to/how-to/renishaw-ballbar-test---plot-interpretation---mills.html> (14.07.2022)

- [25] <https://www.haascnc.com/hr/service/troubleshooting-and-how-to/reference-documents/mill---spindle-vibration---tolerances.html> (19.07.2022.)
- [26] <https://www.dajinprecision.com/news/114--instruments-for-calibration-of-cnc-machine-tools-what-instruments-are-used-to-verify-the-accuracy--dajin-precision> (14.07.2022.)
- [27] <https://www.haascnc.com/hr/HFO/HFO-Herzegovina/service.html> (19.07.2022.)
- [28] [https://www.teximp.com/db\\_data/pag/service/Teximp\\_Service-Maintenance\\_hr.pdf](https://www.teximp.com/db_data/pag/service/Teximp_Service-Maintenance_hr.pdf) (19.07.2022.)
- [29] Golubić Stjepan. Nastavni materijali Održavanje\_mehatroničkih\_sustava\_2021.-2022., Veleučilište u Bjelovaru
- [30] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=1347> (05.07.2022.)
- [31] <https://vdocuments.site/odrzavanje-alatnih-strojeva-5680fa9e16f31.html?page=29> (05.07.2022.)
- [32] [https://www.predator-software.com/Predator\\_Virtual\\_CNC\\_Software\\_Haas\\_CNC.html](https://www.predator-software.com/Predator_Virtual_CNC_Software_Haas_CNC.html) (07.07.2022.)
- [33] <https://hr.jidemachinery.com/info/cnc-machine-troubleshooting-56853681.html> (12.07.2022.)
- [34] <https://www.haascnc.com/hr/service/troubleshooting-and-how-to/how-to/vibration-analysis---rs-232-interface.html> (14.07.2022.)
- [35] [https://www.haascnc.com/service/Preventive\\_Maintenance.HTML.html](https://www.haascnc.com/service/Preventive_Maintenance.HTML.html) (15.07.2022.)
- [36] <https://hr.amcncmachining.com/news/fault-alarm-and-elimination-of-cnc-machining-c-49842742.html> (16.07.2022.)
- [37] <https://www.peregino.hr/vertikalni-obradni-centri/> (20.07.2022.)
- [38] Upute o rasporedu održavanja CNC glodalica koje se nalaze na CNC glodalici u tvrtki ONIKS d.o.o.
- [39] <https://www.teximp-retro.com/userfiles/pdfs/Tesa%20MH3D%20DCC.pdf> (23.07.2022.)
- [40] <https://www.wotol.com/product/baublys-bl-3000-4-axis-windows-7-cnc-control/2292261> (23.07.2022)
- [41] <http://www.helmancnc.com/haas-alarm-codes/> (03.08.2022.)
- [42] <https://www.haascnc.com/service/search-results.howto.html#contentType%3DHow-To%20Procedure> (08.08.2022.)

## 9. OZNAKE I KRATICE

ANSI- American National Standards Institute (Američki nacionalni institut za standarde)

ASME- American Society of Mechanical Engineers (Američka zajednica inženjera strojarstva)

CNC- Computer Numerical Control (Računalno brojevno upravljanje)

CPM- Cycles Per Minute (Ciklus po minuti)

DC- Direct Current (Istomjerna struja)

IPS- Inches Per Second (Inči po sekundi)

ISO- International Organization for Standardization (Internacionalna organizacija za standardiziranje)

NC- Numerical Control (Brojevno upravljanje)

PLC- Programmable Logic Controller (Programirajući logički kontroler)

TSC- Through Spindle Coolant (Rashladna tekućina kroz vreteno)

## 10. SAŽETAK

**Naslov:** Održavanje CNC strojeva u tvrtki ONIKS Gornji Draganac

U ovom završnog radu opisani su CNC strojevi i njihovo održavanje. Kao primjer je opisano održavanje CNC glodalice u tvrtki ONIKS d.o.o. Gornji Draganec. U radu je opisana organizacija održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o. te su navedeni savjeti za poboljšanje organizacije održavanja. Cilj rada je prikazati važnost održavanja i način održavanja CNC strojeva u tvrtki ONIKS d.o.o. zbog produljenja radnog vijeka strojeva te smanjenja troškova.

**Ključne riječi:** CNC strojevi, održavanje CNC glodalice, organizacija održavanja u tvrtki ONIKS d.o.o., važnost održavanja CNC strojeva.

## 11. ABSTRACT

**Title:** CNC machine maintenance in ONIKS company in Gornji Draganac

CNC machines and their maintenance are described in this thesis. Example used in this thesis is maintenance of the CNC mill in the ONIKS Ltd. company in Gornji Draganec. The thesis describes the organization of maintenance in ONIKS d.o.o. and tips for improving maintenance organization are given. The goal of this thesis is to show the way and the importance of CNC machine maintenance in ONIKS Ltd. Company in order to extend the working life of the machines and to reduce costs.

**Keywords:** CNC machines, maintenance of the CNC mill, organization of maintenance in ONIKS d.o.o., CNC machine maintenance importance.

## IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>07.09.2022</u>	IVAN LOVREKOVIĆ	Ivan Lovreković



Prema Odluci Veleučilišta u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Veleučilišta u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

IVAN LOVREKOVIĆ

*ime i prezime studenta/ice*

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 07.09.2022

Ivan Lovreković  
*potpis studenta/ice*