

[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468



**Sveučilište: Sveučilište u Rijeci**  
**Fakultet: Tehnički fakultet**

**Akadska godina: 2010-2011**



## **ZAVRŠNO IZVJEŠĆE** **o studentskoj praksi**

**Student: Marko Jukić**

**Matični broj studenta: 0069046553**

**Studijska godina: 2010./2011.**

**Modul: Sveučilišni preddiplomski studij strojarstva**

**Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković**

**Ime industrijskoga mentora: dipl. ing. el. Andrej Samardžić**

*2011., Rijeka*



## 1. Opće informacije

Student			
Ime studenta: Marko Jukić		Studijska razina: X Preddiplomski <input type="checkbox"/> Diplomski	
Matični broj: 0069046553	Adresa e-pošte: mjukic@riteh.hr		Telefon: 091 595 99 59
Razdoblje prakse	Od: 27.06.2011.	Do: 19.07.2011.	Broj sati: 120
Akademska institucija			
Sveučilište: Sveučilište u Rijeci			
Fakultet: Tehnički fakultet			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković		Pozicija: docent	
Adresa e-pošte: zoran.jurkovic@riteh.hr		Broj telefona: 051/651 466	
Poduzeće/institucija u kojem se ostvaruje praksa			
Ime: INA d.d. – RAFINERIJA NAFTE RIJEKA			
URL: www.ina.hr			
Adresa: Urinj bb ; 51221 Kostrena		Grad: Rijeka	
Ime industrijskoga mentora: Andrej Samardžić		Pozicija: Ruk. PJ za projektni inženjering	
Adresa e-pošte: andrej.samardzic@ina.hr		Broj telefona: 051/203-006	

**Na kraju dokumenta priložena je uputnica i potrebne potvrde.**

## 2. Zahvalnice

Posebno se zahvaljujem gosp. Domagoj Lazar, ing. (glavni inženjer za održavanje) na svesrdnoj pomoći i suradnji u izvođenju mog programa studentske prakse.



### 3. Uvod

#### Povijest

INA je osnovana 1. siječnja 1964. spajanjem Naftaplina Zagreb, Rafinerije nafte Rijeka i Rafinerije nafte Sisak. Prvih dana djeluje pod nazivom Kombinat nafte i plina, a 26. studenoga iste godine dobiva današnje ime.

Potkraj 1964. dijelom Ine postaje Trgovina, a 1966. godine i Rafinerija Lendava. Proces je nastavljen, pa INA s vremenom izrasta u tvrtku koja uključuje Rafineriju nafte Zagreb, Tvornicu mineralnih gnojiva u Kutini, Petronaftu Solin, Naftovod Opatovac – Bosanski Brod, Inženjering Zagreb, petrokemijske tvornice OKI Zagreb i DINA Omišalj.

Od početna 2,2 milijuna tona godišnjega preradbenog kapaciteta, Inine su rafinerije 1979. došle do kapaciteta od 15 milijuna tona. Dogodilo se to zahvaljujući puštanju u rad pogona Rafinerije nafte Rijeka na Urinju 1965, povećanju kapaciteta Rafinerije Sisak, te izgradnji pogona Rafinerije Zagreb na Žitnjaku 1971.

Naftaplin je 1980. godine izvukao iz bušotina tri milijuna tona crnog zlata. Od 195 benzinskih postaja, koliko ih je imala 1966, INA desetak godina potom posjeduje više od 500 postaja. Godine 1979. pušten je u rad naftovod od Omišlja prema Sisku i ostalim potrošačima u kontinentalnoj unutrašnjosti (Bosanski Brod, Pančevo, Novi Sad). INA je jedan od glavnih financijera njegove izgradnje.

Ekonomska kriza u Jugoslaviji osamdesetih godina prošlog stoljeća zaustavlja razvojni ciklus. Tijekom Domovinskog rata, u prvoj polovici devedesetih godina prošlog stoljeća, INA je energetska oslonac Republike Hrvatske.

Od 1990. ona je poduzeće u državnom vlasništvu, od 1993. dioničko društvo.

#### Istraživanje i proizvodnja nafte i plina

Inin Segment djelatnosti Istraživanja i proizvodnje bavi se istraživanjem, razradom i proizvodnjom nafte i prirodnog plina u Hrvatskoj i u inozemstvu. Osnovan je 1952. i od tada Hrvatska bilježi sve snažnije aktivnosti istraživanja i proizvodnje. Ovaj Inin Segment ubrzo nakon osnivanja započinje i s radom u inozemstvu, tako da je INA do sada imala aktivnosti u 20 stranih zemalja, a trenutačno obavlja poslove u Angoli, Egiptu i Siriji.

Intenzivne aktivnosti istraživanja i proizvodnje nafte i plina nastavljaju se u Panonskom

bazenu i na Jadranu. Jedno od posljednjih je i otkriće plina na istraživačkoj bušotini Dravica-1, gdje su potvrđene potencijalne zalihe ugljikovodika. Valja spomenuti i nastavak zajedničkog projekta Ine i Mola, projekta Novi Gradac-Potony gdje su obavljena opsežna seizmička mjerenja.

Istraživačke aktivnosti nastavljaju se u sjevernom Jadranu zajedno s partnerom, grupom ENI iz Italije. Tako je u 2009. godini pušteno u rad plinsko polje Annamaria, koje isporučenim količinama plina značajno doprinosi opskrbi hrvatskih potrošača.

U inozemstvu smo fokusirani na područje Sirije i Egipta. U Siriji smo tijekom posljednjih godina zabilježili šest otkrića te proizvodimo prirodni plin, sirovu naftu i kondenzat, a blok Hayan u Siriji je naša najuspješnija inozemna koncesija u povijesti kompanije.

### Rafinerije i marketing

INA d.d. u Hrvatskoj posjeduje i koristi rafinerijska postrojenja i pogone za proizvodnju goriva i maziva, kao i određeni opseg potrebne mreže za distribuciju nafte i drugih proizvoda. Isporuka nafte rafinerijama se obavlja cjevovodima, a prijevoz drugih proizvoda se obavlja morem, cestom i željeznicom uz korištenje određenog broja skladišta proizvoda. Prodaja je organizirana putem veleprodaje i kroz maloprodajnu mrežu.

INA ima dvije rafinerije goriva, smještene u Rijeci (Urinj) i u Sisku. Rafinerija u Rijeci je smještena je na morskoj obali s pristupom luci za brodove dubokog gaza i cjevovodnom sustavu JANAF.



Položaj rafinerije je pogodan za opskrbu tržišta ne samo u Hrvatskoj nego i u južnim dijelovima Bosne i Hercegovine, Slovenije, Crne Gore i drugih zemalja na Mediteranu.

Riječka rafinerija godišnje prerađuje 2,6 – 3 milijuna tona nafte i proizvodi određen broj naftnih

[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468



proizvoda namijenjenih domaćem i inozemnom tržištu.

Rafinerija u Sisku je od Zagreba udaljena 50 km, a područje Zagreba bilježi najveću potrošnju naftnih proizvoda u zemlji. Smještaj rafinerije je pogodan i za opskrbu drugih lokalnih tržišta u Hrvatskoj kao i onih u sjeverozapadnoj Bosni i Hercegovini, sjeveroistočnoj Sloveniji i zapadnoj i sjevernoj Srbiji.

Rafinerija prerađuje naftu iz domaćih izvora (koju proizvodi sama INA) uz rusku naftu uvezenu naftovodima Družba 1 i Družba 2. Moguća je i opskrba naftom s Mediterana putem naftovoda JANAF. Rafinerija posjeduje devet spremnika za naftu s ukupnim skladišnim kapacitetom od 365.000 m<sup>3</sup>.

Rafinerija prosječno godišnje preradi 2,0-2,2 milijuna tona nafte i proizvede određeni broj naftnih derivata koji se prodaju na domaćem i susjednim izvoznim tržištima.

INA je 2005. godine krenula u opsežan program modernizacije svojih rafinerija. Prva faza modernizacije je gotovo završena, te je INA sada u mogućnosti tržištu ponuditi višu kvalitetu proizvoda koji mogu udovoljiti zahtjevima i specifikacijama Europske Unije.

### **Trgovina na malo**

Segment djelatnosti Trgovina na malo upravlja regionalnom mrežom od 489 benzinskih postaja u Hrvatskoj te susjednim zemljama Bosni i Hercegovini, Sloveniji i Crnoj Gori. INA u Hrvatskoj drži vodeću poziciju, a benzinske postaje su prepoznatljivo mjesto kupnje.

Ina i dalje nastavlja razvijati svoju maloprodajnu mrežu kroz kapitalna ulaganja u benzinske postaje te unapređenje kvalitete usluga. Uz prodaju motornih goriva, Inine benzinske postaje pružaju široku mogućnost opskrbe robom široke potrošnje, te pružaju dodatne usluge prilagođene zahtjevima i potrebama kupaca.



#### 4. Ciljevi PSP-a (Program studentske prakse) i metodologija

Za osnovni zadatak postavljena je izrada trodimenzionalnog prikaza rotora turbine, pripadajućih lopatica te aksijalnog i radijalnog ležaja sa svim potrebnim segmentima. Za izradu sam koristio AutoCAD, Autocad je najpoznatiji CAD proizvod (Computer Aided Design) za projektiranje potpomognuto računalom, tvrtke Autodesk. Osnovni proizvod 'Autocad' je sofisticirani projektantski alat široke, univerzalne namjene koji podržava dvodimenzionalno projektiranje, kojim se praktički zamjenjuje klasično projektiranje na papiru, odnosno crtaču dasku i šestar ili trodimenzionalno modeliranje kompleksnih objekata koji se u "modelnom prostoru" (model space) mogu proizvoljno zumirati, nagingjati, okretati, prikazivati u projekcijama, pogledima i presjecima iz svih smjerova, sa perspektivnim efektom ili bez njega, proizvoljno osvjetljavati i randerirati, tako da 3D-prikaz imitira fotografiju virtualnog objekta koji postoji samo u memoriji računala.

Iz arhive izvučene su potrebne skice i nacrt potrebni za realizaciju prikaza. Aksijalni i radijalni ležajevi izrađeni su na temelju prikladne izometrije a potrebne izmjere (gabariti i druge veličine) djelomično su izvučeni iz arhive, a djelomično izvučeni iz skice (izometrije) pomoću odgovarajućeg mjerila uz poznavanje promjera osovine. Rotor turbine izrađen je na temelju nacрта iz arhive priloženog od proizvođača. Gabaritne mjere jasno su naznačene dok su se detalji poput hvatišta lopatica, utora za brtvenice ili prijelazi sa različitog promjera također izvučeni iz nacрта putem mjerila. Treba napomenuti da se prilikom izrade lopatica poznavalo visinu i početni poprečni presjek lopatice, a ulazni i izlazni kut te zakrivljenost lopatica određena je proizvoljno.

Tijekom obavljanja osnovnog zadatka velika pozornost pridodana je vibracijama i gibanju takvog rotora u praksi te funkciji ležajeva. Na temelju arhiviranih podataka razmatrani su postupci koji slijede u slučaju havarije ili pogreške u radu jednog od takvih strojeva.

Dakle svi strojevi poput turbo – kompresora, blower itd. ako je potrebno imaju instalirane sustave mjernih uređaja odnosno senzora koji imaju svrhu za vrijeme rada stroja pratiti njegov rad. U slučaju bilo kakvih odstupanja u radu uključuje se odgovarajući alarm. Nakon uključivanja alarma ovisno o vrsti alarma okvirno se zaključuje o kakvom se poremećaju radi. Kod mjernih sustava koji imaju instaliranu vanjsku jedinicu za ispis mjerenih parametara nakon uključivanja alarma automatski se vrši ispis istih, na osnovu koji donosimo prve zaključke. Napravljen je kratki uvid u izvještaje i analize stvarnih poremećaja u radu nekih strojeva u službi pogona. Povučene su poveznice između mjernih parametara i odgovarajućih poremećaja, isto je objašnjeno kako na temelju određenog odaziva prepoznati poremećaj. Promatrana su i prokomentirana nastala oštećenja kod aksijalnog pomaka, te postupak sanacije.

Kao cilj ove stručne prakse određena je izrada trodimenzionalnog prikaza dijelova postrojenja. Tijekom studentske prakse posvećeno je određeno vrijeme za upoznavanje s praktičnim problemima dijelova postrojenja i funkcijom istih u svrhu lakšeg prezentiranja bilo problema sa odgovarajućim rješenjem ili samog postrojenja.

## 5. Opis posla

Za vrijeme stručne prakse izvedeno je razmatranje postupka:

**Praćenja stanja rotacijske opreme u obliku :**

- održavanje rotacijskih i drugih strojeva i osnove vibrodijagnostike

### Održavanje rotacijskih i drugih strojeva i osnove vibrodijagnostike

#### 1. Održavanje prema stanju rotacijskih strojeva primjenom analize vibracija

Održavanje tehničkih sustava je skup svih postupaka čiji je zadatak omogućavanje i osiguravanje ispravnog rada sustava odnosno odgovarajućih značajki tehničke i ekonomske učinkovitosti.

**Osnovne metode održavanja su:**

##### 1.1. Korektivno održavanje

- predstavlja skup aktivnosti čiji je cilj dovođenje tehničkog sustava u ispravno stanje nakon prestanka istog

##### 1.2. Preventivno održavanje

- je skup aktivnosti neophodnih za spriječavanje ispada tehničkog sustava

##### 1.3. Održavanje prema stanju

- je oblik održavanja čija je strategija donošenje odluka o održavačkim akcijama bazirana na neprekidnoj ili periodičkoj kontroli i praćenju tehničkog stanja sustava u procesu eksploatacije

### Mjerni parametri strojeva

Ispravnim mjerenjem, praćenjem i analizom parametara relativnih za rad stroja, posebno onih kojim se opisuju dinamičko stanje i ponašanje istog, dobiva se u svakom trenutku uvid u mehaničko i procesno stanje istog.

Parametre dijelimo na:

1. Izravne mjerene veličine koje definiraju trenutno stanje dinamičkog kretanja položaja u stroju
2. Sekundarne mjere koje imaju indirektan upliv na rezultirajuće dinamičko stanje

### Osnovni parametri vibracija koji se koriste u dijagnostici stanja rotacijskih strojeva

#### Amplituda

Veličina amplitude nam pomaže da dobijemo odgovore na pitanja:

1. Da li naš stroj radi ispravno ili ne?

2. Kakvo je generalno mehaničko stanje stroja?
3. Ako rad stroja nije sasvim miran, da li se ovakav rad stroja može tolerirati ili ga treba odmah obustaviti?

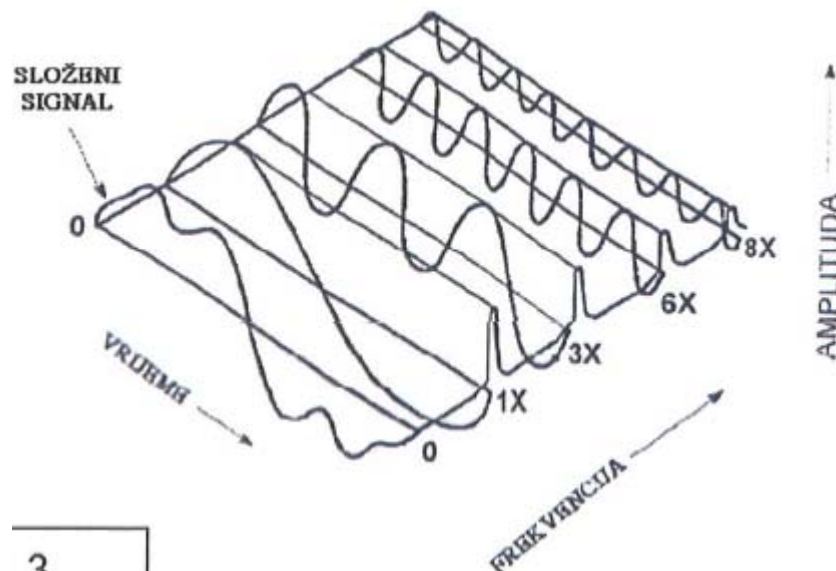
Amplituda vibracije ovisi o dva faktora:

1. veličini amplitude poremećajne sile  $F$
2. dinamičkoj krutosti mehaničkog sistema (DK):  $A=F/DK$

Danas se, najčešće, mjeri amplituda vibracijskog pomaka rotora primjenom **proximity** osjetila.

### Frekvencija

Kompleksni se vibracijski signal može razložiti u određeni broj sinusoidalnih signala – komponenti. Svaki od tih signala – komponenti ima svoju frekvenciju i naravno amplitudu te fazni kut.



U praksi je uočeno da pojedini poremećaj u radu stroja izaziva vibracije karakterističnih frekvencija što omogućuje njihovo praćenje i razlikovanje.

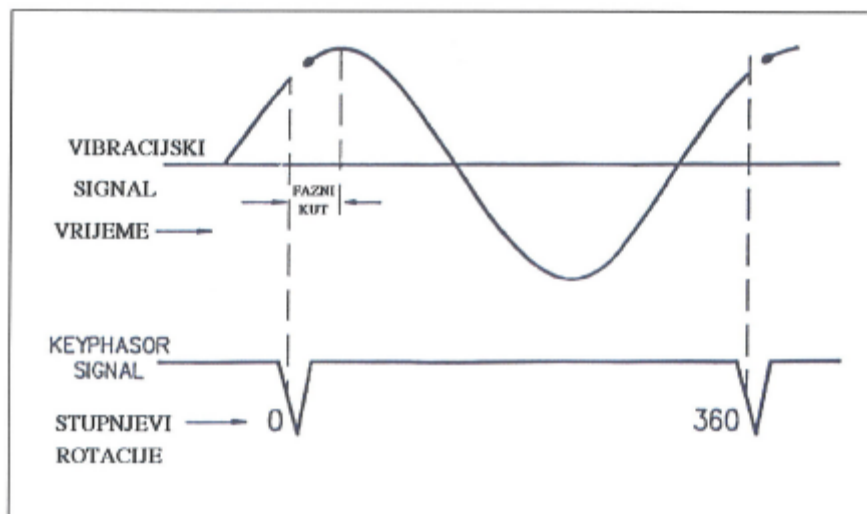
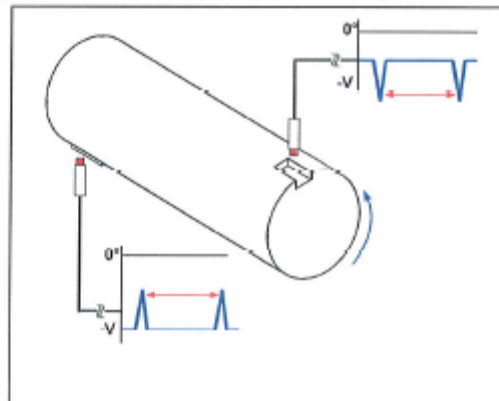
Frekvencija vibracije može pomoći odijeliti jednu grupu mogućih poremećajnih uzroka od drugih, ali općenito ne može dati jednoznačan odgovor na pitanja:

1. Što se događa sa strojem?
2. Koji su uzroci lošeg ponašanja stroja?

### Fazni kut

Fazni kut vibracije je vremenski odnos, izražen u stupnjevima, između dva vibracijska signala. Keyphasor je osjetilo koje registrira točku na rotoru i svaki put kada ista prođe kraj njega daje signal u odnosu na koji se određuje fazni kut vibracijskog signala. Fazni kut vibracijskog

signala se definira kao udaljenost izražena u stupnjevima od Keyphasor pulsa do prvog pozitivnog vrha vibracijskog signala.



Fazni kut daje tempiranu informaciju koja pomaže u pronalaženju odgovora na pitanja:

1. Što se događa?
2. Gdje se događa?
3. Kada se događa?
4. Kako se događa?

Kod balansiranja, ova izravna referenca na osovini eliminira potrebu za pokusnim startom i radom stroja kako bi se odredio položaj maksimuma vibracije na rotoru.

### Oblik ili forma

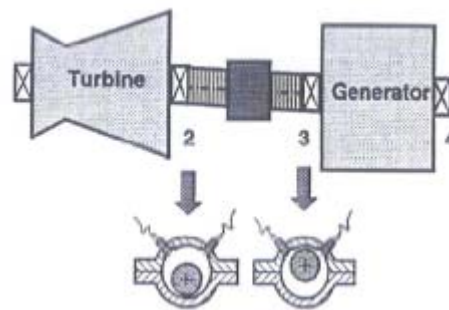
Oblik vibracije je možda najvažnije sredstvo prikazivanja vibracijskog podataka za analizu. Samo uvidom u formu ili oblik vibriranja se može shvatiti ponašanje određenog stroja. Sva tri prethodna parametra su mjerljive veličine koje se mogu prikazati na digitalnom displeju. Oblik ili forma vibriranja je u stvari sirovi vibracijski signal, tj. njegov izgled u vremenu kako ga se vidi na osciloskopu.

Vibracijska forma nam pomaže shvatiti što stroj u stvari radi, jer promatramo stvarno gibanje dijela kojeg promatramo (rotora ako se koriste proximity osjetila, kučišta ako se koriste inercijska osjetila).

## Položaj

Pod položajem podrazumijevamo položaj rotora u odnosu na stator, odnosno u slučaju mjerenja vibracija vratila u odnosu na vibracijska osjetila. Radi se o statičkom položaju osi rotora u ravnini vibracijskih proba pa to nije klasično vibracijski parametar, ali se zbog svoje izuzetne važnosti kod identificiranja djelovanja statičkih sila na rotorski sistem smatra jednim od mjernih parametara vibracija. Položaj osi rotora definira i koliki dio raspoložive zračnosti okupira rotor za vrijeme svog dinamičkog kretanja.

Ako pretpostavimo da između turbine i generatora postoji necentričnost osi njihovih rotora. U tom slučaju će položaj rukavca u susjednim ležajevima za vrijeme normalnog rada biti nenormalan.



## 2. Upravljanjem rotacijskim strojevima

Upravljanje strojevima predstavlja nastavak održavanja prema stanju većim korištenjem modernih dijagnostičkih sustava koji redovito sakupljaju relevantne podatke te omogućuju analizu tih podataka koji su prezentirani u formatima pogodnim za interpretaciju. Definitivno se radi o najkvalitetnijem obliku održavanja koji ima cijeli niz prednosti i koristi:

1. povećanje sigurnosti proizvodnog i održavačkog osoblja
2. povećana raspoloživost i proizvodna fleksibilnost
3. poboljšana upotreba raspoloživih kadrova
4. produženo vrijeme između pojedinih servisa i drugih održavačkih akcija, a bez smanjenja sigurnosti
5. relativno brzi povratak investicija i znatne financijske uštede

## 3. Osnove dinamike rotorskog sustava

Rotor izvodi precesijsko gibanje, a na njega istovremeno djeluju vanjske (poremećajne) i unutarnje sile kojima se rotor opire djelovanju vanjskih. Ravnoteža vanjskih i unutarnjih sila



osigurava stabilno, ustaljeno precesijsko kretanje rotora. Na ovo gibanje bitno utječe ne samo karakteristike samog rotora već značajke ostalih dijelova rotacijskog stroja, odnosno rotacijskog sustava. Zbog toga uvijek govorimo o rotacijskom sustavu te dinamici rotacijskog sustava.

Rotor ustvari ne vibrira, već izvodi orbitalno gibanje oko određene statičke osi. Vanjskom stacionarnom promatraču izgleda da rotor vibrira, ali je to jednostavno planarna projekcija orbitalnog gibanja (precesije), kako se vidi sa strane.

### **1. Vibracijski prikazi koji se koriste u dijagnostici stanja rotira**

Sirovi vibracijski signal koji daje vibracijsko osjetilo je često vrlo složenog i nerazumljivog oblika te ga je teško, obično nemoguće interpretirati. Zbog toga ga je, potrebno procesirati tako da dobijemo najveću količinu za dijagnosticiranje stanja potrebnih podataka i to u takvom obliku da te podatke možemo relativno lako prepoznati i interpretirati. Navedeno rade dijagnostički uređaji koji sirovi vibracijski signal digitalno obrađuju te ga prikazuju u različitim grafičkim prikazima.

Prije razlaganja vibracijskih signala nu odgovarajuće grafičke prikaze potrebno je iste sakupiti. Sakupljanje podataka je složen proces koji obuhvaća:

1. vibracijska osjetila
2. instrumentaciju
3. instalaciju
4. formate podataka
5. dokumentaciju
6. konvencije
7. podršku/potvrdu

Budući da većina turbosetova ima veliki broj osjetila potreban je kompjuterski sustav koji sakuplja i obrađuje podatke te ih prikazuje u odgovarajućim formatima. Kvalitetni dijagnostički uređaji mogu vibracijski signal prikazati u sljedećim formatima:

1. položaj osi rotora
2. Bode format
3. polarni dijagram
4. orbitni prikaz
5. promjena vrijednosti sveukupne amplitude, amplitude i faznih kutova nX komponenti
6. spektralni prikaz
7. potpuni spektralni prikaz
8. spektralni prikaz kao funkcija vremena



9. potpuni spektralni prikaz kao funkcija vremena
10. spektralni prikaz kao funkcija broja okretaja
11. potpuni spektralni prikaz kao funkcija broja okretaja
12. prikaz vibracijskog signala kao funkcije vremena
13. kombinirani prikaz orbita i izgleda signala u vremenu
14. "plus orbit" prikaz
15. tabelarni prikaz vektorskih vrijednosti

## 5. Potpuni spektar poremećaja u radu rotacijskih strojeva

Mnogi poremećaji u radu strojeva generiraju slične ili iste spektre. Pogrešna dijagnoza problema može značiti dugotrajni i skupi zastoj stroja ili postrojenja, a bez ikakvog rezultata jer će se ponoviti. Da bi se mogao donijeti ispravan zaključak potrebno je imati dovoljan broj odgovarajućih premisa. U našem slučaju te premise daju odgovarajući dijagnostički alat, a potpuni spektar je jedan od njih. Potpuni spektar omogućuje:

1. određivanje stupnja eliptičnosti orbite i time određivanje postojanje jednosmjernih sila koje djeluju na rotorski sustav
2. određivanje precesije svake vibracijske komponente
3. analiziranje mehaničkih i/ili električkih udara mjernih staza vibracijskih proba
4. razlikovanje pojedinih poremećaja koji generiraju slične spektre
5. utvrđivanje postojanja pojedinih poremećaja za vrijeme tranzitnih načina rada koji bi inače prošli neopažen

**Za priloženi tekst usvojeni su pripadajući zaključci, radi lakšeg shvaćanja i promatranja praktičnog primjera.**

### Primjer u praksi

Kao praktični primjeri razmatrali su se slučajevi aksijalnog pomaka rotora turbine korištene za pogon kompresora na jednom od Ininih pogona i sakupljanje vibracijskih podataka prilikom određivanja stanja blowera. Kroz podatke izvađene iz arhive poput pripadajućih analiza, izvještaja i slika razmatrali su se neki od postupaka i radnji od uključivanja alarma do potpune sanacije i puštanja u pogon.

Za vrijeme prakse izrađen je 3D prikaz rotora turbine, aksijalnog i radijalnog ležaja (nad kojima je izvršena sanacija) u Auto CAD-u.

Za navedeno prilozi su u poglavlju **6. Rezultati**.

## 6. Rezultati

### 1. Održavanje prema stanju rotacijskih strojeva primjenom analize vibracija

#### Zaključak:

Samo praćenjem i analizom svih vibracijskih parametara te korištenjem odgovarajućih prikaza signala može se imati kvalitetan i ispravan uvid u dinamičko, a time i mehaničko stanje stroja. Neanaliziranje i nepraćenje pojedinih parametara nužno dovodi do gubitaka važnih informacija te često dovodi do pogrešnog zaključka o stanju stroja te o uzroku poremećenog i nenormalnog ponašanja istog, često s vrlo teškim posljedicama. Pravilnom interpretacijom vibracijskih formata u analizu pet osnovnih i neophodnih vibracijskih parametara može se doći do ispravnih zaključaka o vibracijskom stanju i ponašanju stroja, posebno u situacijama kada on radi nepravilno, tj. kada je izložen djelovanju poremećaja.

### 2. Upravljanjem rotacijskim strojevima

#### Zaključak:

Provedbom kvalitetnog Programa održavanja prema stanju postiže se potpuno upravljanje strojevima koji su od vitalnog značenja za rad postrojenja, smanjuju se troškovi popravka, povećava se pouzdanost i sigurnost.

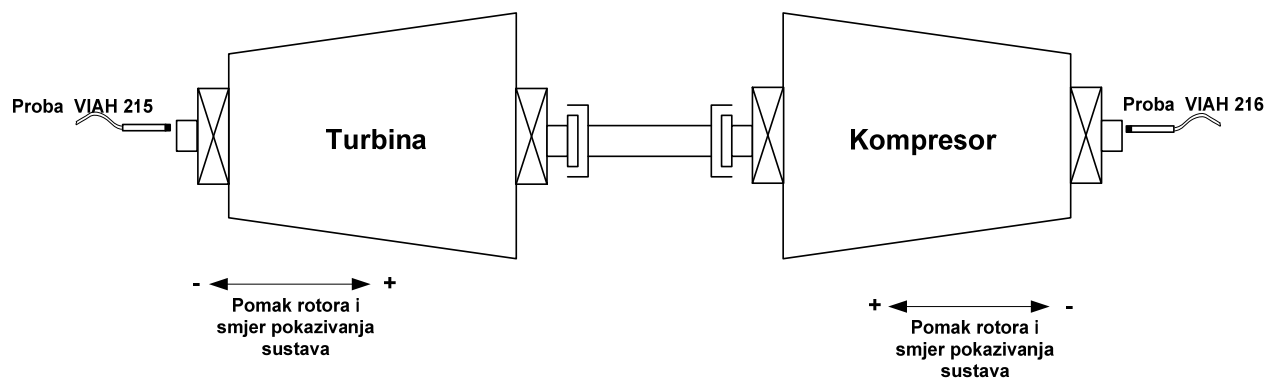
## Primjeri u praksi

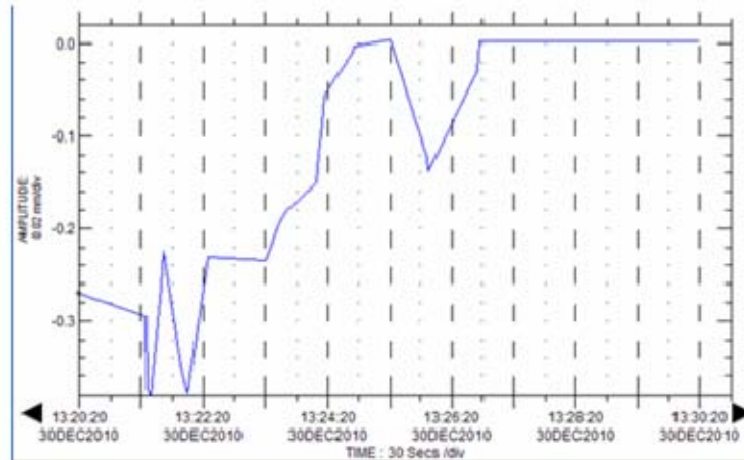
### Aksijalni pomak rotora turbine

#### Analiza povećanja aksijalnog pomaka

Alarm je ukazao na aksijalni pomak rotora tijekom rada.

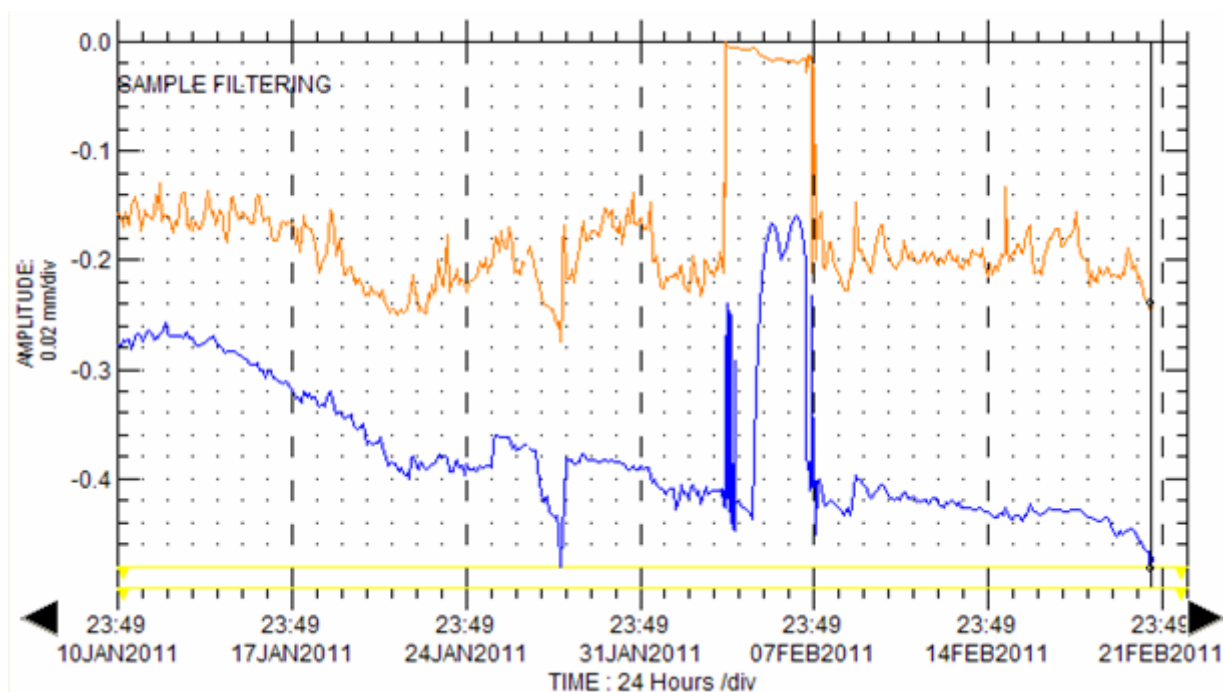
#### Konfiguracija turbostroja





Dijagram ukazuje na pomak rotora

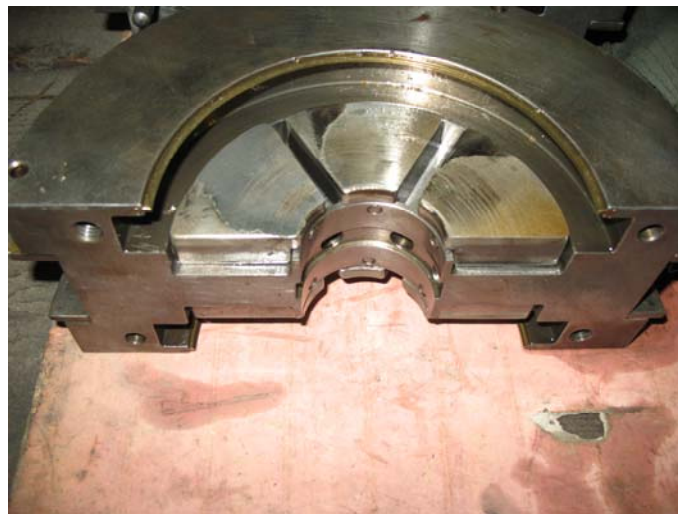
Nakon što je postignuto nulto stanje stroja, na temelju prikaza mjerenih parametara vidjelo se da rotor ide prema „neradnoj“ strani aksijalnog ležaja. Također, iz dijagrama vidi se da je aksijalni pomak turbine izazvao uključivanje alarma, te je lako uočiti kako kompresor i turbina relativno slijede jedan drugoga tijekom aksijalnog pomaka.



Dijagram ukazuje na vezu kompresora i turbine tijekom pomaka

## Nastala oštećenja uslijed aksijalnog pomaka

### Aksijalni ležaj



### Radijalni ležaj



## Otvaranje kućišta

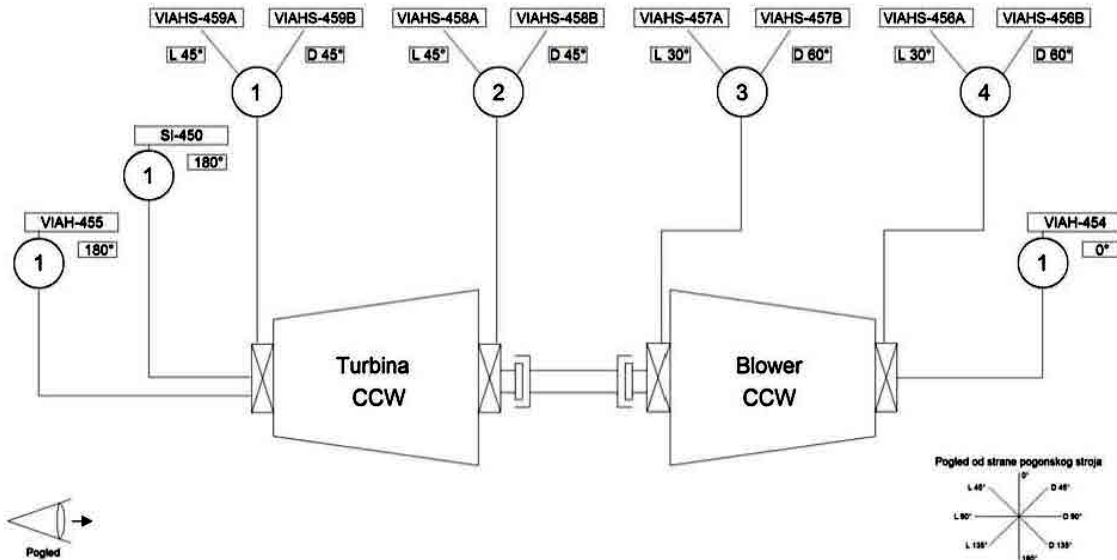


## Sanirana bijela kovina na ležajevima (provjera penetrantima)



## Kratki izvještaj o vibracijskom stanju blower-a

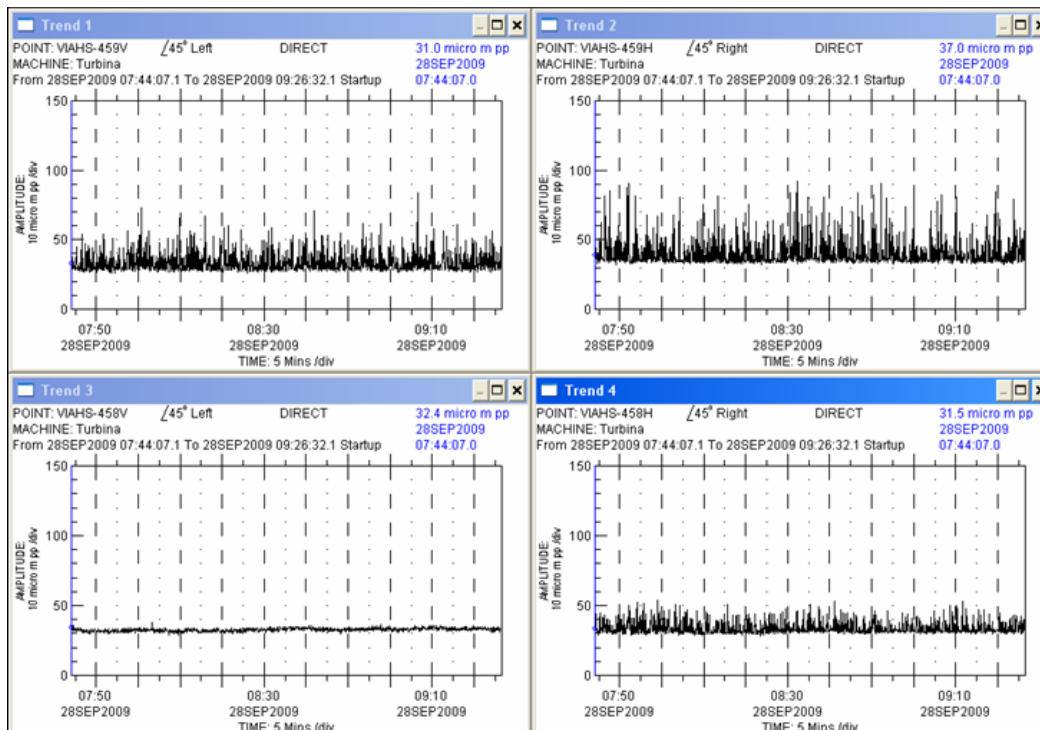
### Raspored mjernih mjesta



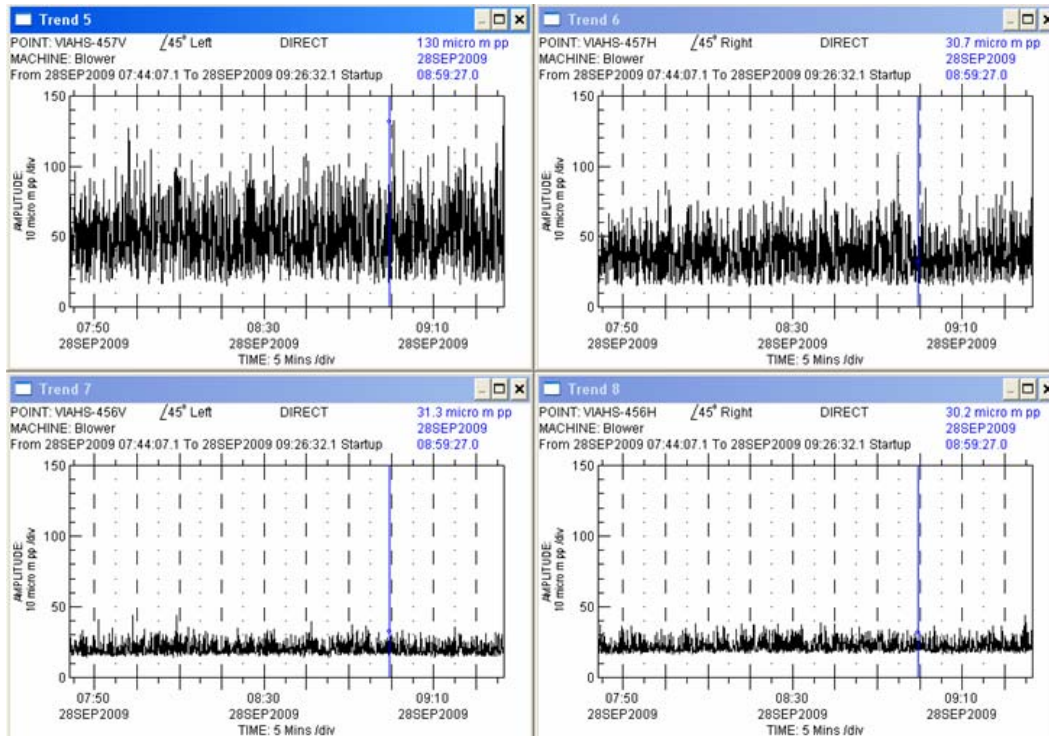
Slika 1

## Karakteristike vibracijskog stanja i ponašanja turbine i blower-a

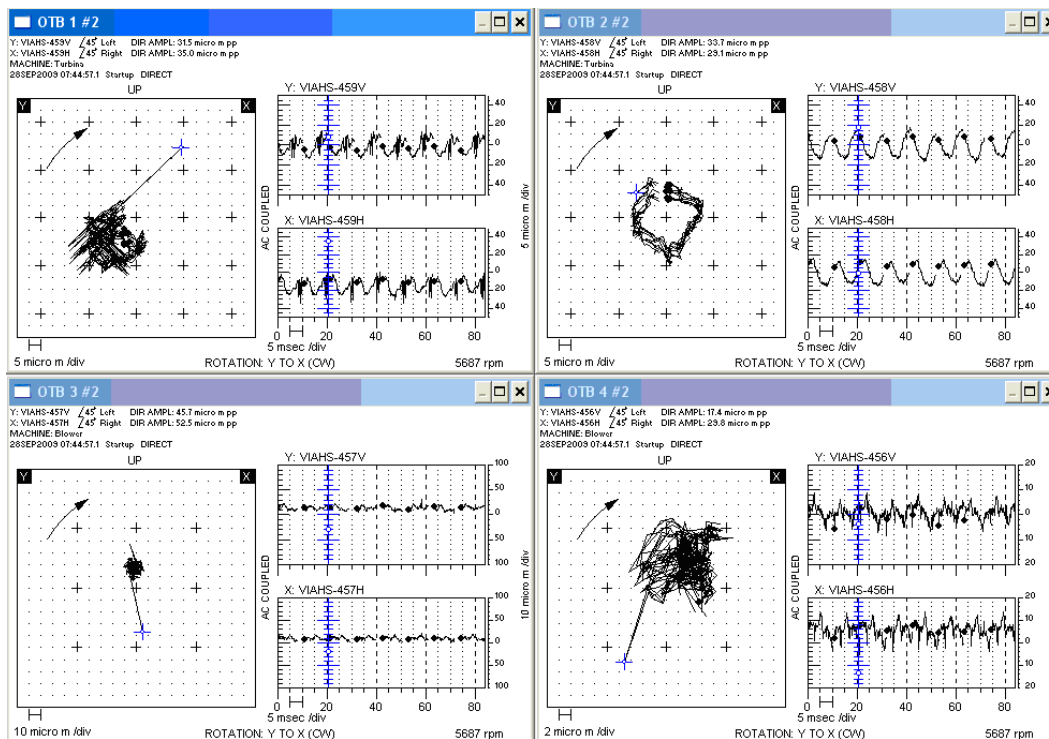
### Pulsirajuće amplitude vibracija turbine

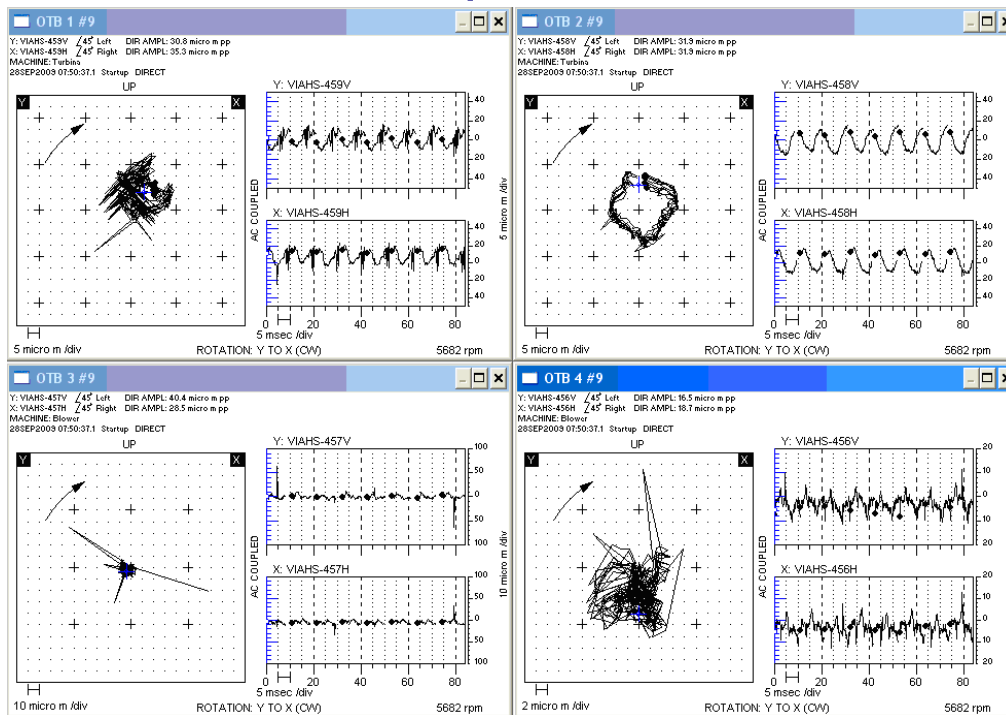


## Pulsirajuće amplitude vibracija blowera:



## Orbitni prikazi





Postojanje amplitudnih skokova u dijagramu vibracija te "šiljaka" na orbitama i u vibracijskim signalima jasno ukazuje na postojanje smetnji i poremećaja u radu koji se evidentiraju kao skokovite promjene amplituda vibracija. U spektru vibracija se ove pojave ne vide. Uzrok može biti elektrostatičke ili elektrodinamičke prirode.

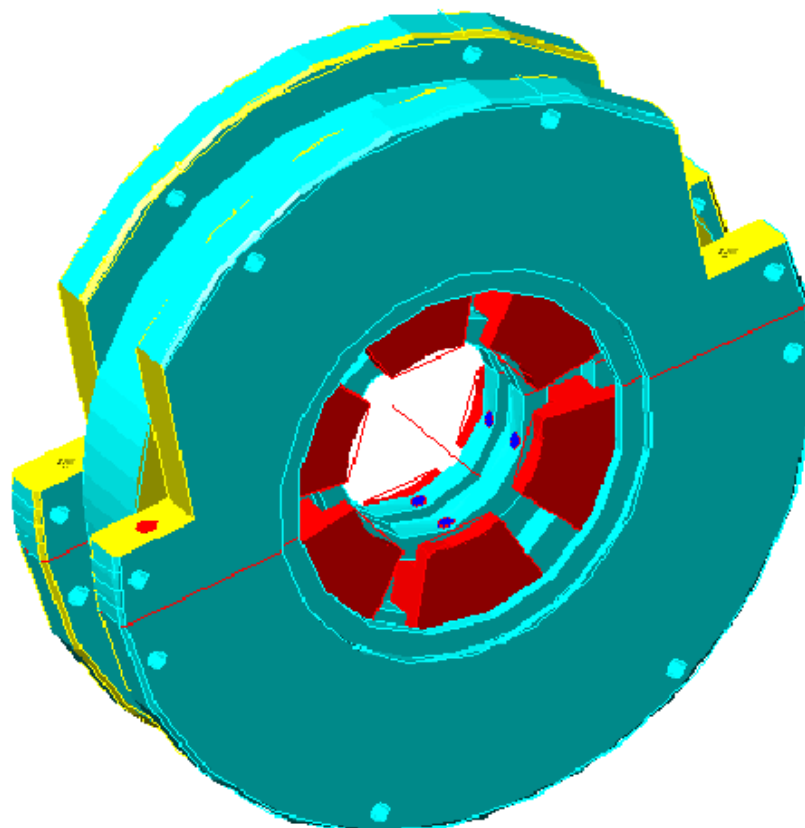
Djelovanje osovinskih struja, bilo elektrostatičkih bilo elektrodinamičkih, je vrlo opasno i može u kratkom periodu dovesti do havarije stroja uslijed uništenja aksijalnog i/ili radijalnog ležaja.

[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468

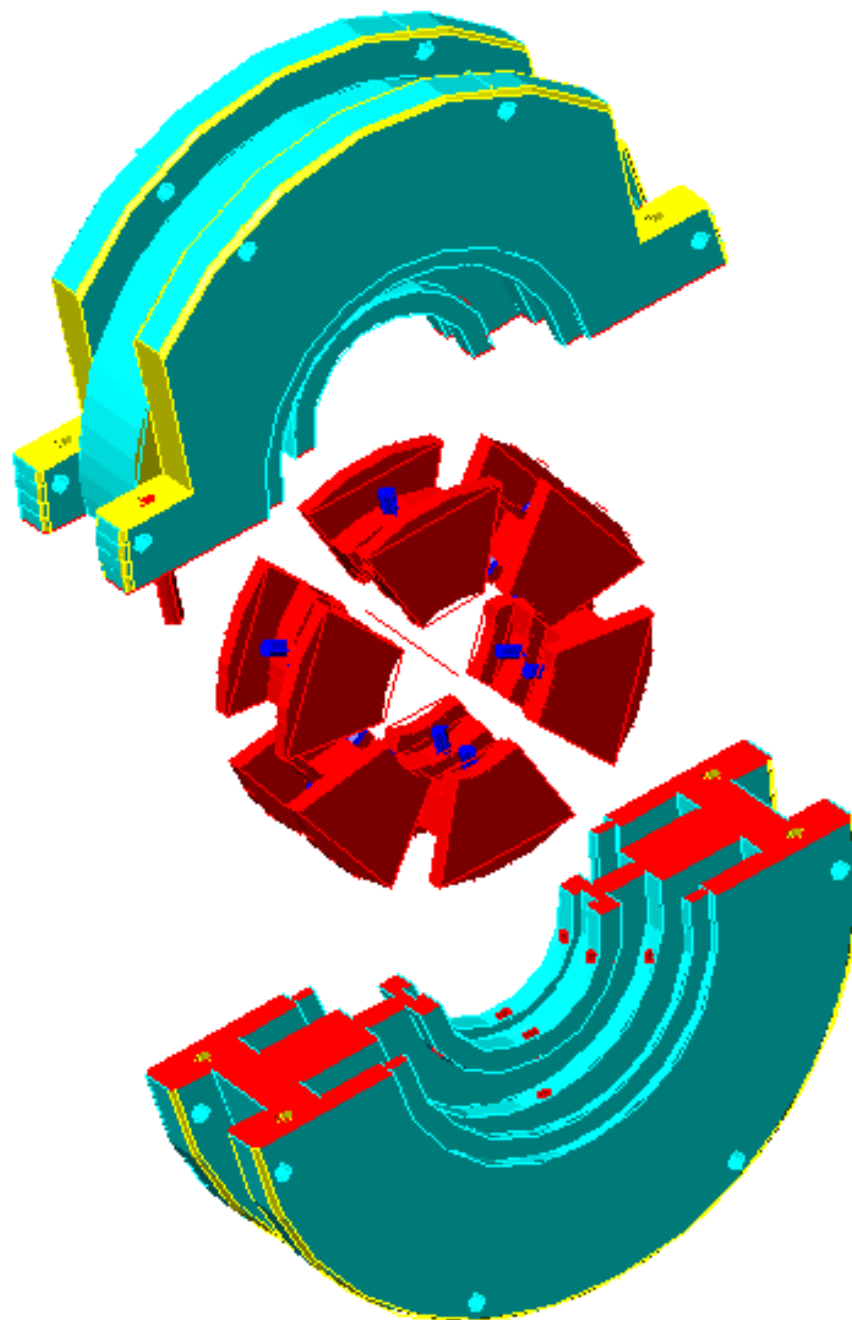


# 3D-AutoCAD

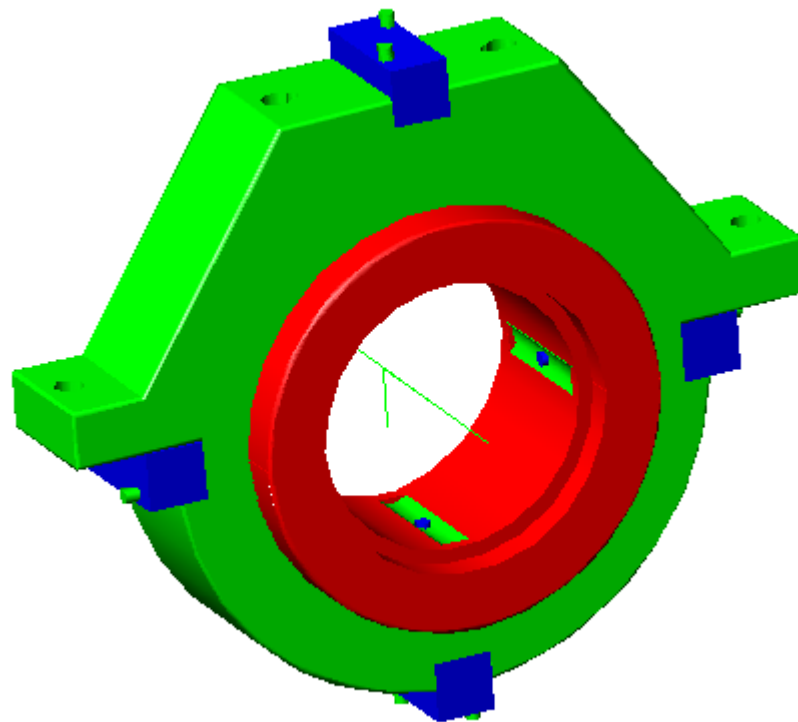
## Aksijalni ležaj

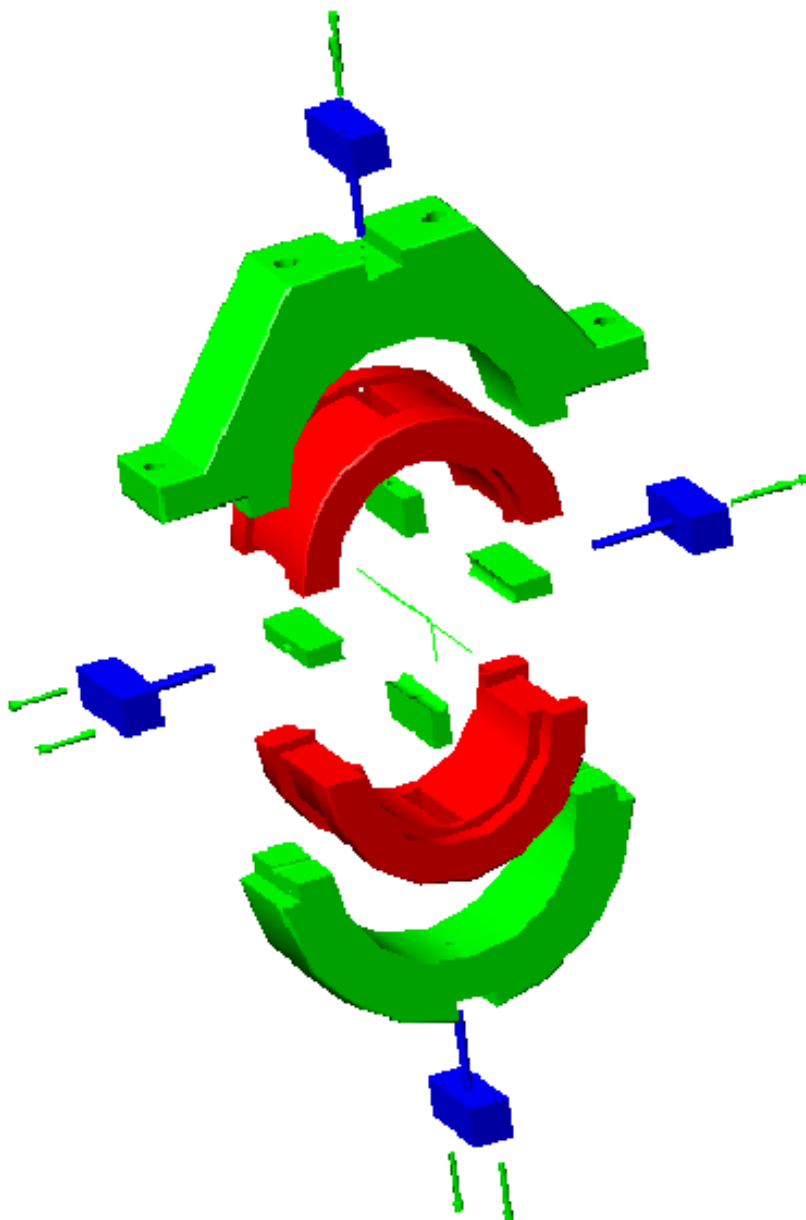


[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468

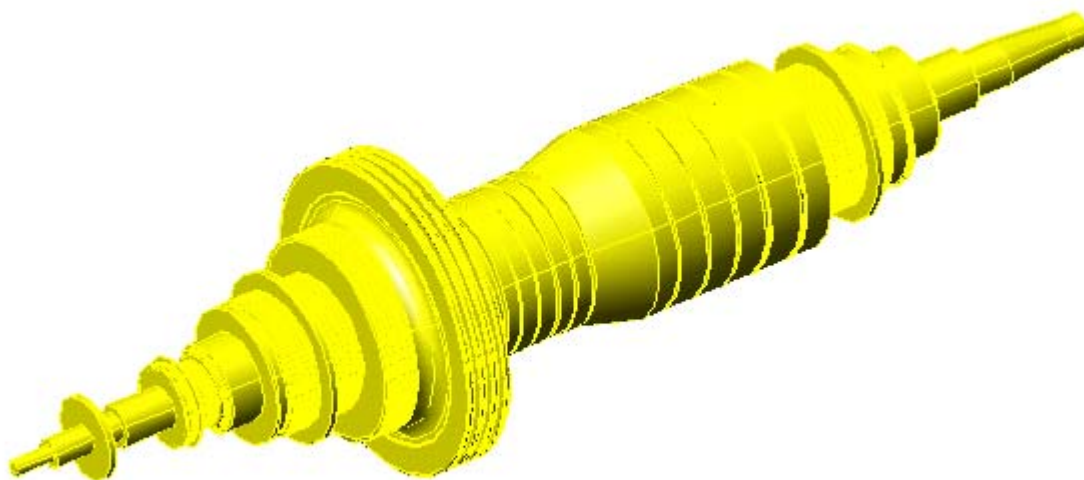
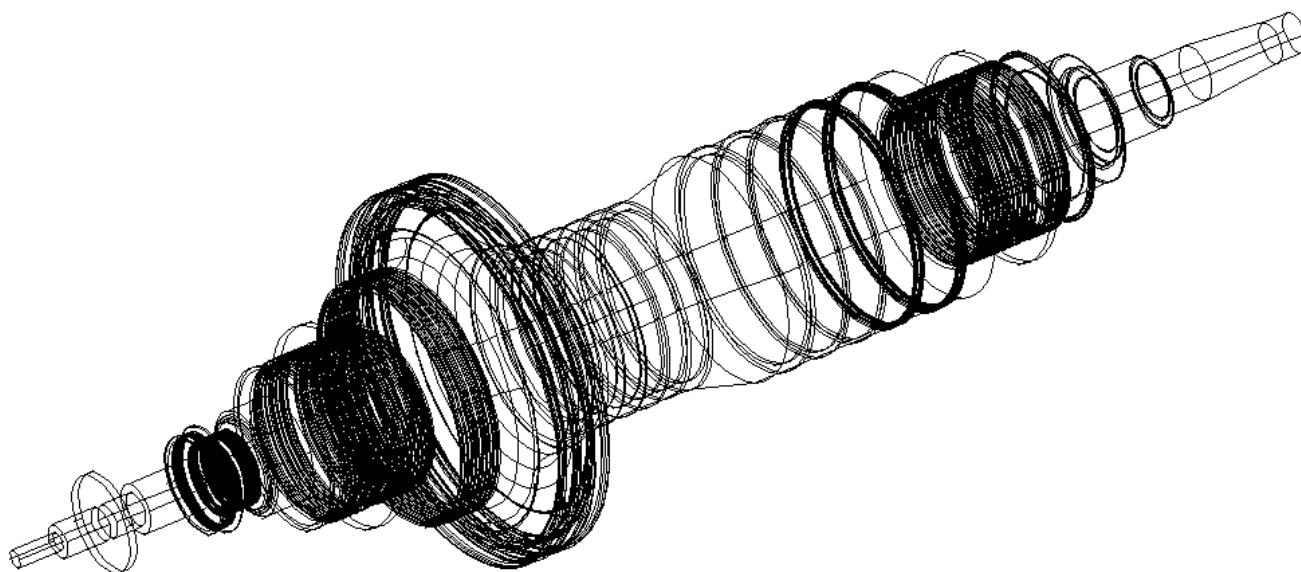


## Radijalni ležaj

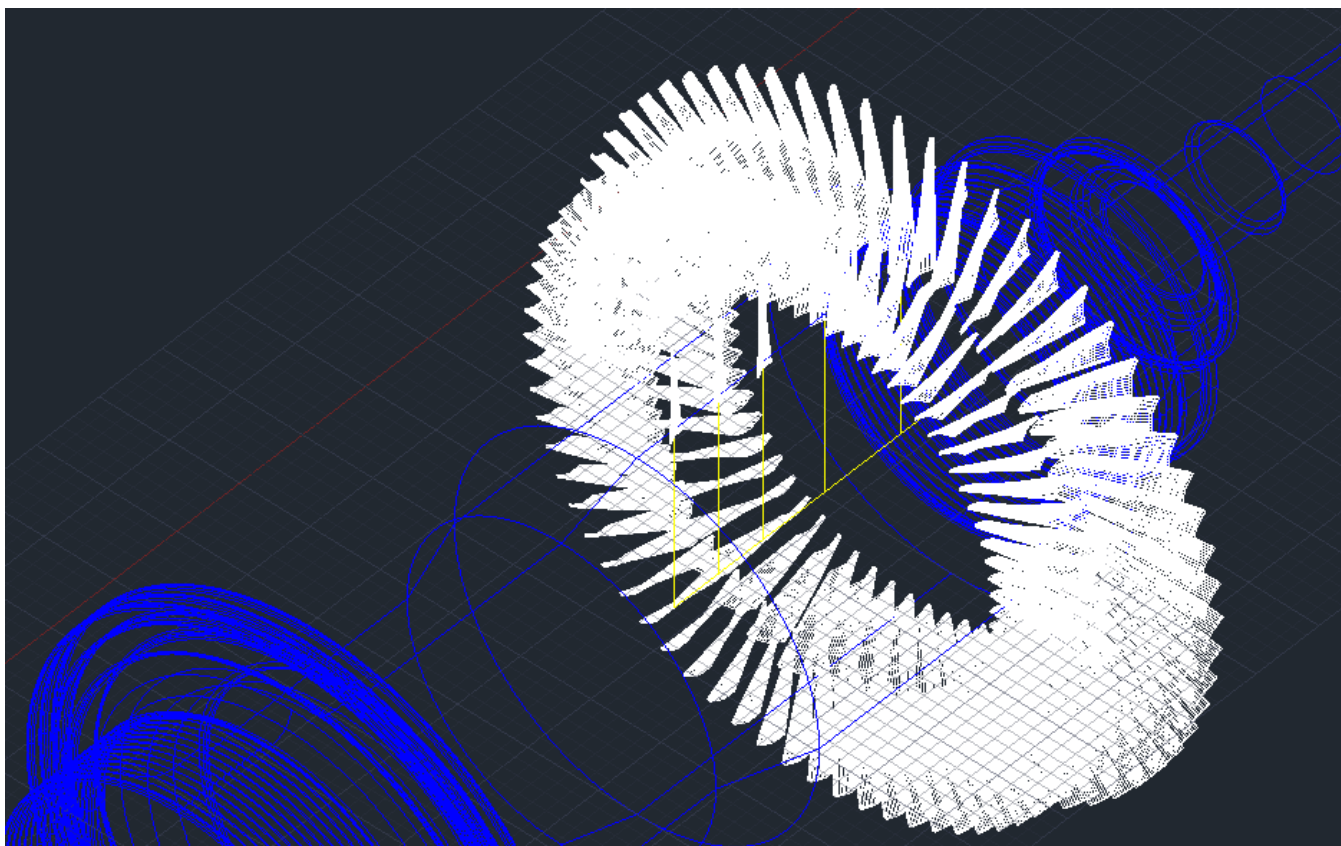
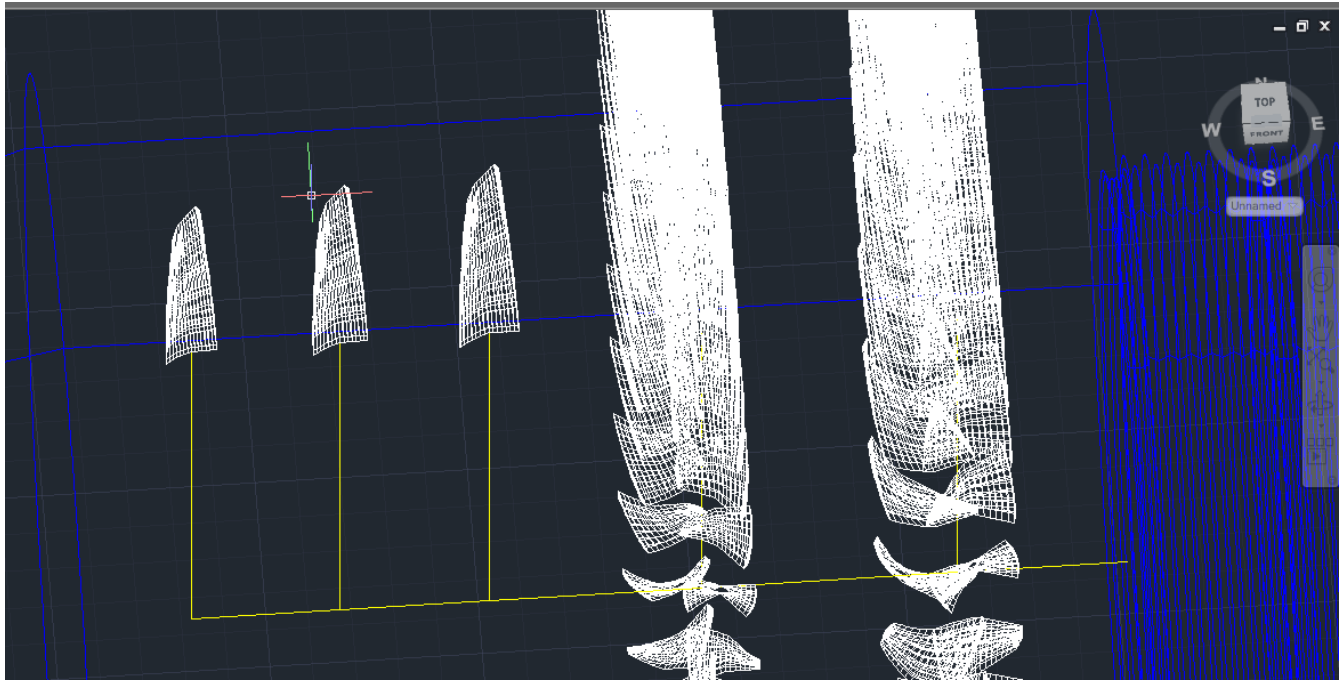


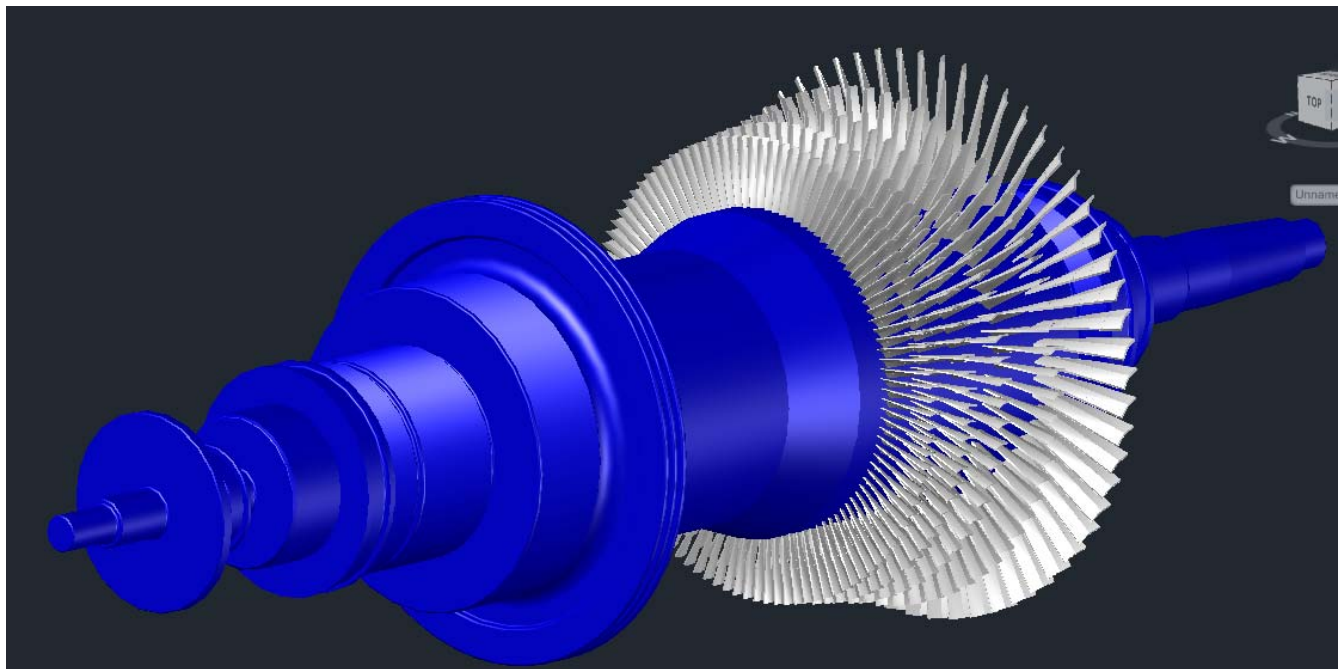
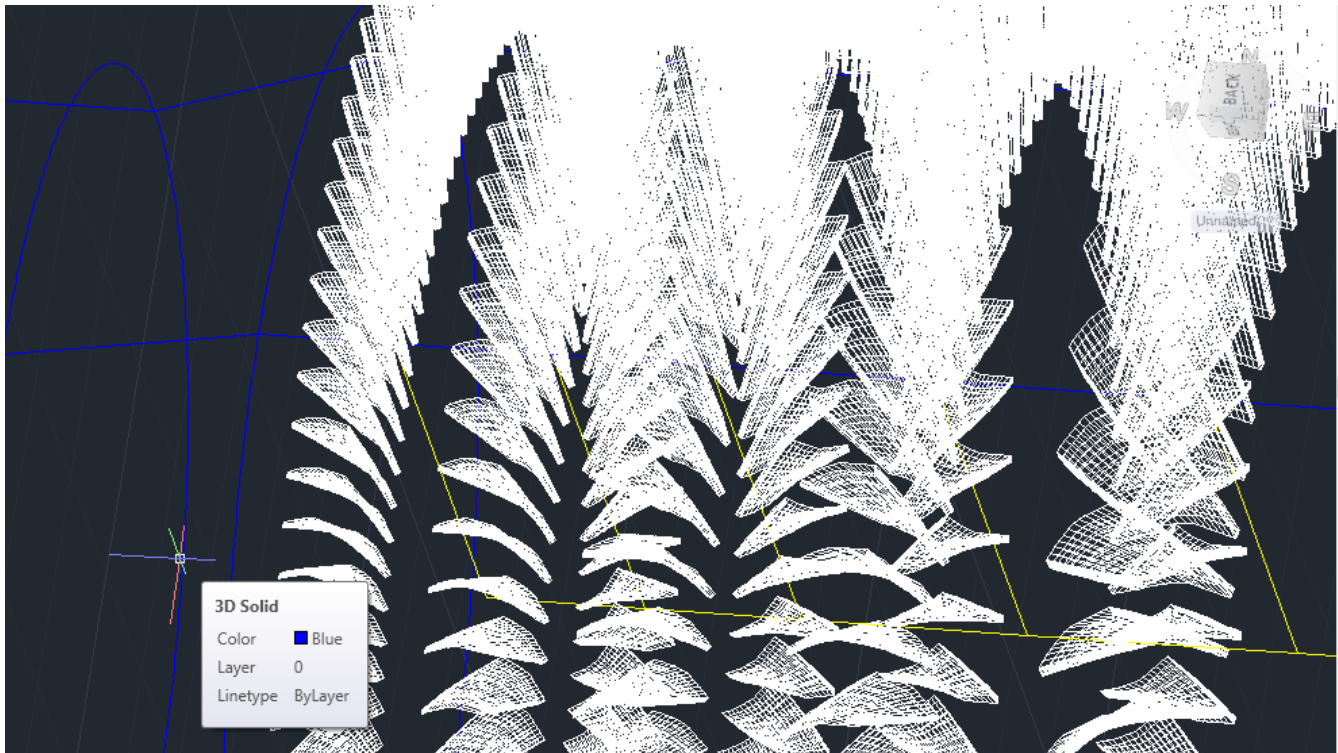


## Rotor

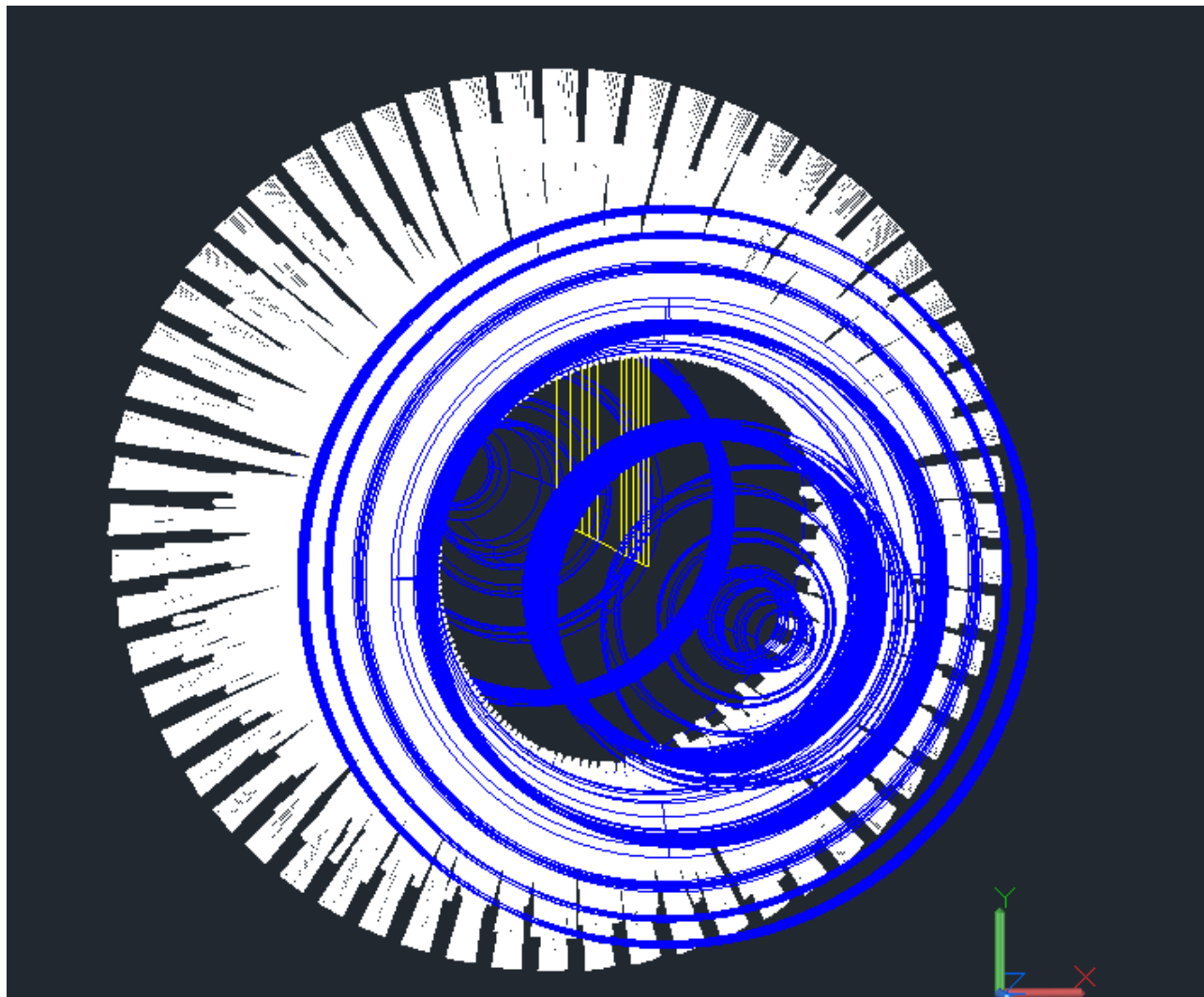
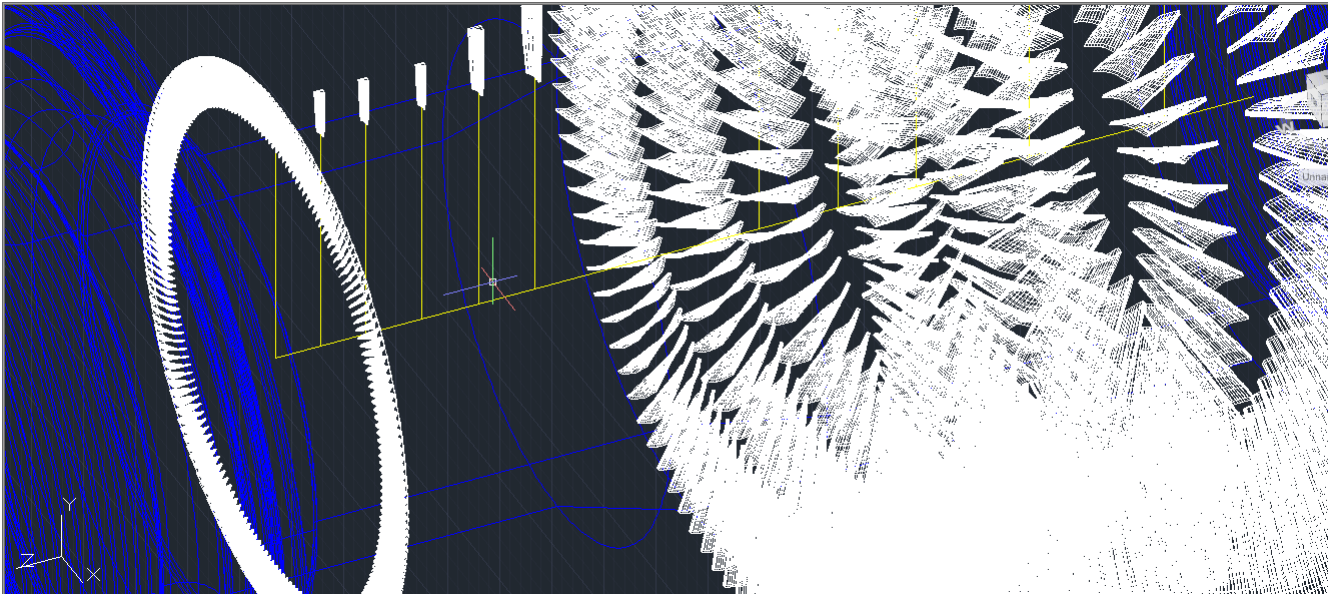


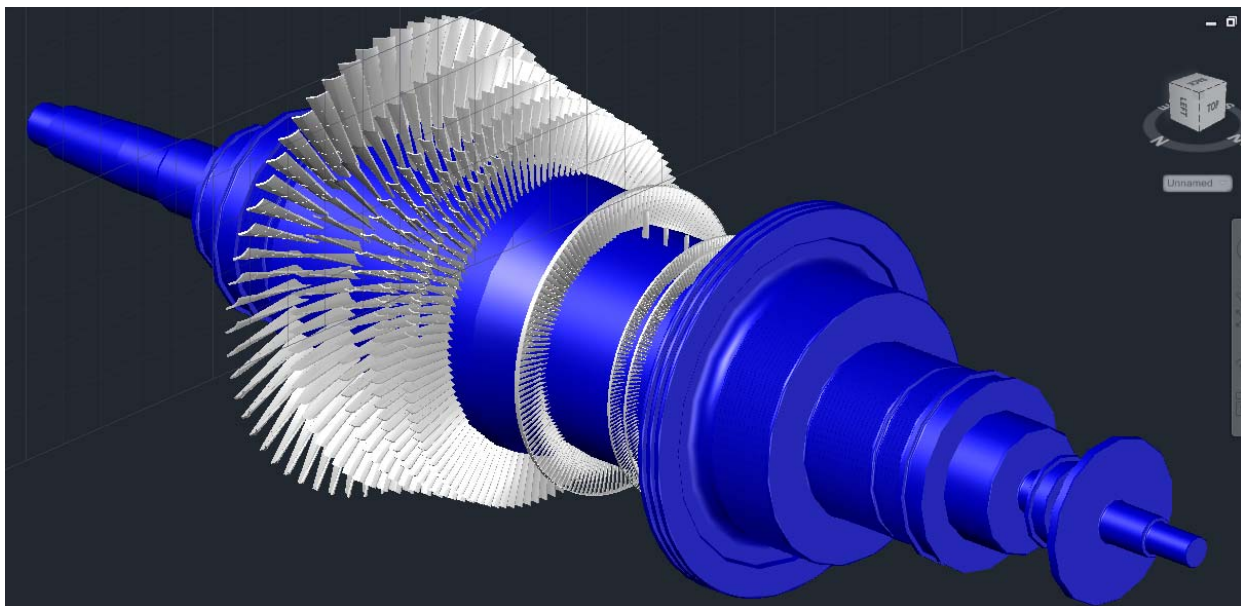
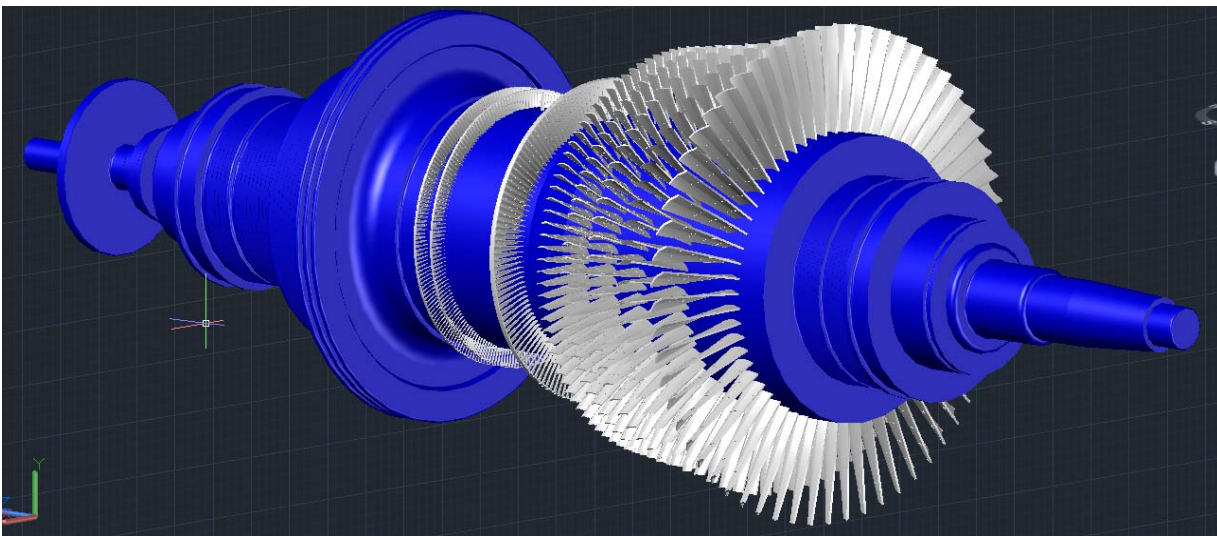
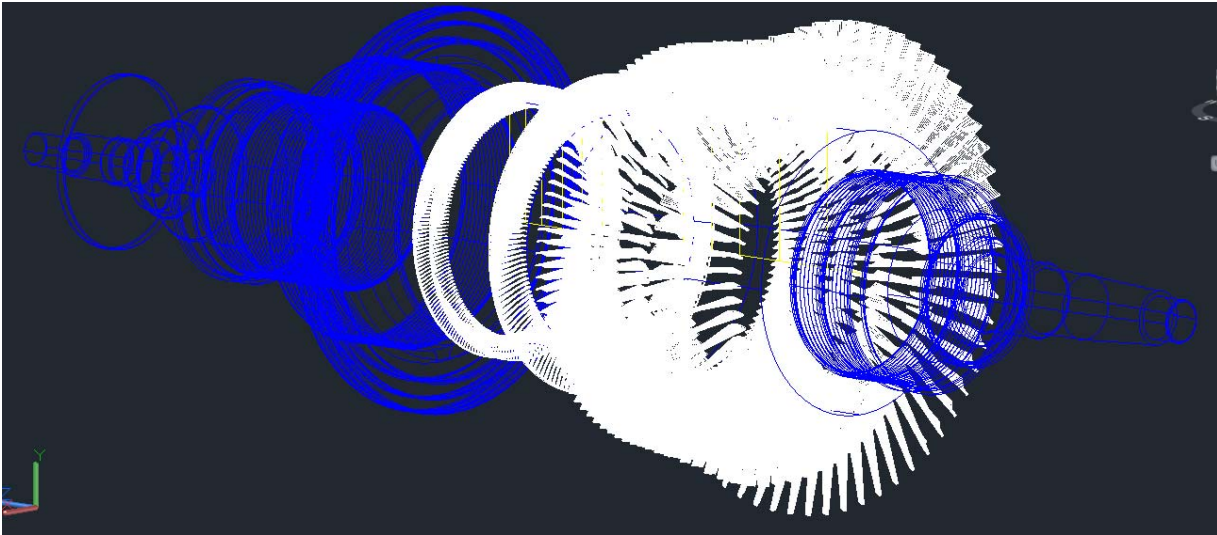
## Rotor + Lopatice





[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468







[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468

## 7. Reference

- [1] Arhiva tehničke dokumentacije – INA Urinj
- [2] web.stranica INA
- [3] web.stranica AutoDesk

## 8. Zaključci

Studentska praksa se pokazala kao idealan nastavak na praksu vezanu uz srednjoškolsko obrazovanje, koju sam također odrađivao u INI nakon drugog i trećeg razreda. Svi koji su bili prisutni za vrijeme određivanja ove prakse bili su susretljivi te su pokazali volju i znanje da odgovore na sva moja pitanja. Isto u mnogim situacijama ukazalo mi se i na praktične probleme koji isprva nisu bili vidljivi niti jasni. Stoga mogu reći da sam zadovoljan s obavljenom praksom iz razloga što sam proširio i poboljšao osjećaj za „stvarnost“ po pitanju strojarstva, te razvio poveznice između teorije i prakse. Imati mogućnost ostvarivati studentsku praksu strojarstva u tehničkoj službi rafinerije izuzetno je zbog raznolikih primjena strojarskih znanosti od same pripreme proizvodnje i tijekom proizvodnje; posebno zbog toga što Ina ulaže u nove tehnologije i prati trendove.

Rafinerija nafte Rijeka ostavila je dojam reda i globalnog poslovanja koje diktiraju potrebne standarde. Tijekom prakse odnosno suradnje sa službom za „Projektin inženjering“ vidio sam sve prednosti i mogućnosti, kao i zahtjeve i odgovornost radnog mjesta jednog inženjera strojarstva.

Datum: 19.07.2011. Mjesto: RIJEKA

Potpis studenta:

Potpis industrijskoga mentora:  
ANDREJ SAMARDŽIĆ