

SAVREMENE „ON- LINE“ METODE ZA PRAĆENJE STANJA HIDRAULIČNIH TEKUČINA

THE MODERN "ON-LINE" METHODS FOR MONITORING HYDRAULIC FLUID

Adnan Dedović dipl. ing.
Olma d.d.
Ljubljana

Mag. Vito Tić dipl. Ing.
Olma d.d.
Ljubljana

REZIME

Sve više hidrauličnih postrojenja koji koriste savremenu hidrauličku pogonsku tehniku a koji rade u kompleksnim uslovima traže povećanu pouzdanost rada uz smanjenje ili potpuno izbacivanje neplaniranih zastoja. Potrebno je otkriti (mjerenjem i stalnim praćenjem) trenutak kada se počinju pogoršavati odgovarajuće fizikalno-kemijske osobine i radni parametri maziva i reagovati na vrijeme. Praćenje stanja maziva se vrši uz pomoć senzora, a uz pomoć teleservisa (monitoring) se može pratiti stanje hidraulične tekućine iz jednog ili više centara. U radu će biti navedeno nekoliko primjera praktične primjene monitoringa ulja.

Ključne riječi:hidraulično postrojenje, pouzdanost rada, senzor, teleservis

SUMMARY

More hydraulic plants that use advanced hydraulic drive technology and working in difficult conditions require higher operational reliability while reducing or completely discharge unplanned downtime. It is necessary to detect (measurement and continuous monitoring) the moment when it begins to deteriorate appropriate physico-chemical properties and operating parameters and lubricants react. Monitoring the condition of the lubricant is carried out with the help of sensors, and with the help of teleservice (monitoring) can track the status of hydraulic fluid from one or more centers. In the working will be few examples of practical applications for monitoring oil.

Keywords: hydraulic installation, reliable operation, sensor, teleservice.

1. UVOD

U radu će biti obrađene slijedeće cijeline: On-Line ispitivanja stanja ulja, fizikalno-kemijski parametri, senzori, postavljanje senzora, šema djelovanja OCM Olma i prenos podataka, testiranje i tok praktičnog djela rada, rezultati OCM u industrijskoj upotrebi.

2. ON-LINE ISPITIVANJA STANJA ULJA

Condition monitoring tj. nadzor stanja predstavlja prikupljanje i obradu informacija o stanju stroja tehničkog sistema ali i pojedinačnih komponenti. Može da se primjenjuje na svim mehaničkim sistemima ali mu je primjena zbog specifičnosti uglavnom ograničena na sljedeća područja upotrebe: postrojenja koja rade bez prekida tj. 24 sata dnevno, postrojenja koja su jako opterećena, postrojenja koja su nepristupačna ili teško dostupna, postrojenja koja nemaju mogućnost redovnog održavanja. Navest ćemo samo neka od postrojenja na kojima se najčešće koriste On-Line metode praćenja stanja: vjetrenjače, veliki alatni stojevi, mobilna hidraulika itd.

3. FIZIKALNO KEMIJSKE KARAKTERISTIKE ULJA

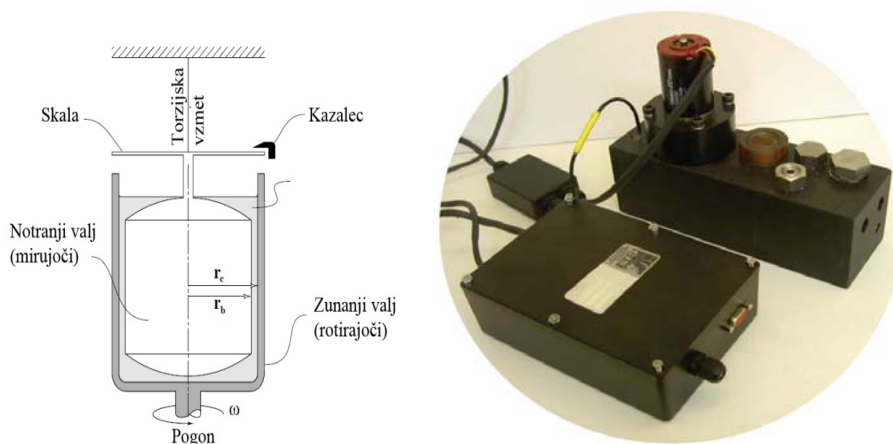
Praćenje određenih parametara tj. njihova promjena tokom vremena je ključna tokom monitoringa. Postavlja se pitanje koje je to veličine potrebno mjeriti u hidrauličnom sistemu? Kod svakog mehaničkog sistema postoji dosta veličina na koje treba obratiti pažnju kod održavanja samog sistema: radni pritisak, zamašćenost filtera, broj obrtaja motora, radni sati, snaga motora, radni sati, usisni pritisak, nivo ulja itd. U primjeru ulja nas interesuju najčešće sljedeće karakteristike: stupanj čistoće, temperatura, viskoznost, dielektrična provodnost i količina vlage.

3.1. Temperatura

Temperatura ima utjecaj na brzinu hemijskih reakcija tako da se na svaki 10 C udvostručava. Osnovni parametar postaje trendiranjem moćan dijagnostički alat (propuštanje, pregrijavanje djelova). Bitno je napomenuti veliku temperaturnu ovisnost ostalih parametara.

3.2. Viskozitet

Viskozitet je jedna od najvažnijih i ujedno najčešće korištenih karakteristika ulja u procjeni kvalitete istog. Viskozitet se proračunava na referentnu temperaturu od 40 C. Mjerenjem se određuje dinamička viskoznost koja se matematički preračunava u kinematičku viskoznost. Jedan od načina mjerenja viskoziteta je mehanički princip mjerenja sa rotirajućim valjkom. (Slika 1.)



Slika 1. Mjerenje viskoziteta mehaničkim principom sa rotirajućim valjkom

Navest ćemo nekoliko parametara koji utiču na viskozitet tj. utiču na njegov pad ili rast.

Viskozitet opada u slučaju promjena koje se dešavaju u samom ulju kao što su: termički raspad molekula ulja ili smanjenje koncentracije aditiva i inpruvera viskoziteta zbog velikih smicajnih opterećenja. Takođe viskozitet može opadati i u slučaju ulaska u ulje određenih dodataka: gorivo, sredstvo za hlađenje, topila i eventualno dosuto pogrešno ulje nižeg viskoziteta.

Viskozitet raste kod slučajeva promjena samog ulja u vidu: polimerizacije, oksidacije, gubitaka pri isparavanju i formiranja ugljikovih i oksidovih netopivih materija. Takođe viskozitet može rasti u slučaju da u ulje eventualno dođu sljedeći dodaci: voda ili emulzija, gljive, antifriz (glikoli) i pogrešno ulje veće viskoznosti.

3.3. Stupanj čistoće

Stupanj čistoće je jedan od najvažnijih parametara kvalitete ulja u savremenim hidrauličkim tekućinama. Sve veći zahtjevi koji se stavljaju pred hidraulične sisteme dovode do sve preciznijih hidrauličkih komponenti, a iste zahtjevaju izuzetno čisto ulje. Postoji mnogo načina za mjerenje stupnja čistoće hidrauličkog ulja a najprihvatljiviji u praksi je obrađen po standardu ISO 4406. Uređaj tj. indikator ili najčešće korišten naziv brojač čestica pomoću lasera doslovce broji i razvrstava nečistoće u nekoliko različitih grupa. Svjetlost iz lasera prolazi kroz staklenu cjevčicu kroz koju protiče hidraulična tekućina i na displeju iza prikazuje čestice nečistoća. U isto vrijeme ih broji i razvrstava a na monitoru izbacuje u koju grupu standarda ISO 4406 spada. Prilikom rada sa uređajem bitno je naglasiti da greške u brojanju čestica mogu nastati usljed zračnih mjehurića i nevezane vode u obliku kapljica.

3.4. Relativni sadržaj vlage

Može se mjeriti pomoću konduktivnog mjerača vlage. Sadržaj vlage može biti od 0% do 100% a kod 100% ulje je zasićeno sa vlagom. Tada se može pojaviti nevezana voda ili emulzija.

3.5. Dielektrična konstanta (relativna permeabilnost)

Dielektrična konstanta ulja je mjerilo mjerne polarnosti. Mjerenje temelji na kapacitivnom mjernom pretvaraču koji je potopljen u ulje. Polarnost tekućine je faktor kvalitete uz pomoć kojeg pratimo: promjenu ulja (vrsta i proizvođač), osvježanje tekućine, mehanizme starenja i kontaminaciju.

3.6. Električna provodnost

Električna provodnost materije je mjera koja nam govori u kolikoj mjeri je materija sposobna prenositi električni tok. Mjeri se određivanjem otpora između dvije metalne ploče. Električna provodnost tj. konduktivnost je specifična osobina tekućine. Sa njenom promjenom možemo prepoznati sljedeće: promjenu ulja (vrsta i proizvođač), osvježanje tekućine, mehanizme starenja i kontaminaciju.

4. SENZORI

Postoje sljedeće vrste senzora koji se koriste u primjeni kod monitoringa ulja. Osnovne podjele su: pojedinačni senzori, multi senzori, brojači čestica i senzorski sistemi. Pojedinačni senzori mogu da mjere: relativnu vlažnost, temperaturu, pritisak, protok ulja i nivo ulja. Multi senzori mogu da mjere dielektričnu konstantu, provodnost, viskoznost, relativnu vlažnost i temperaturu. Brojači čestica kao što smo već naveli mogu da mjere broj čestica, nečistoća po ISO 4406 ali nekim drugim standardima. Senzorski sistemi su integrirani uređaji koji sadrže pumpu, senzor, ekran, printer i memoriju.

Klasični senzori se uglavnom postavljaju u hidrauličnom cjevovodu ili rezervoaru hidrauličkog sistema. U hidrauličnom cjevovodu se uglavnom mjeri: temperatura, pritisak, protok i zamašćenost filterskog elementa dok se u rezervoaru najčešće mjere temperatura i nivo ulja.

Ostali senzori mjere uglavnom više različitih parametara a ovdje će biti navedeni samo pojedini koje smo testirali i koji su se pokazali primjenjivi u praksi. Indikator stupnja čistoće ulja Argo-Hytos OpCom mjeri stupanj čistoće i to ISO 4, ISO 6, ISO 14 i ISO 21 i temperaturu. Tokom rada se pokazao kao vrlo kvalitetan i precizan, a jedini nedostatak mu je mali protok ulja. Senzorski blok Hydac FMM je uređaj koji sadrži u sebi indikator stupnja čistoće ulja CS 1000 kao i senzor relativne vlažnosti AS 1000. Može da mjeri sljedeće razrede čistoće: ISO 4, ISO 6, ISO 14 i ISO 21. Pored toga mjeri i temperaturu ulja kao i relativnu vlažnost. I ovaj senzor se pokazao kao vrlo djelotvoran ali takođe ima mali protok. Senzor stupnja čistoće ulja-8 kanalni brojač djelića RMF CMS može da mjeri sljedeće razrede čistoće ulja: ISO 4, ISO 6, ISO 14 i ISO 21. Pored toga može da mjeri relativnu vlažnost, temperaturu kao i protok ulja. Pokazao se kao veoma djelotvoran a za razliku od prva dva senzora može da mjeri ukupan broj djelića većih od 4 mikrometra, veće od 6, veće od 14, veće od 21, veće od 25, veće od 38, veće od 50 i veće od 70 mikrometarta. Multi-senzor Argo-Hytos LubCos H2O+ može da mjeri sljedeće parametre: dielektrična konstanta, dielektrična konstanta na 40 C, električna provodnost, električna provodnost na 40 C, gradient dielektrične konstante, gradient električne provodnosti, relativna vlažnost i temperatura. Multi-senzor Internormen IVS može da mjeri dinamičku viskoznost, dielektričnu konstantu i temperaturu.

Što se tiče same montaže senzora oni se mogu postaviti na glavnom povratnom vodu, na glavnom tlačnom vodu ili na dodatnoj cirkulacionoj pumpi. Brojači čestica zahtijevaju određeni protok dok ostali senzori ne. Za stabilan rad je potrebno omogućiti konstantan protok pri odgovarajućem padu tlaka. Protok može biti od 30-300 ml/min a preporučuje se da on bude od 100-300 ml/min. Delta p minimalno 1 bar a preporuča se najmanje 3 bar. Vlastito iskustvo pokazuje da su rezultati stabilni kod većih delta p.

5. TELESERVIS HP UREĐAJA

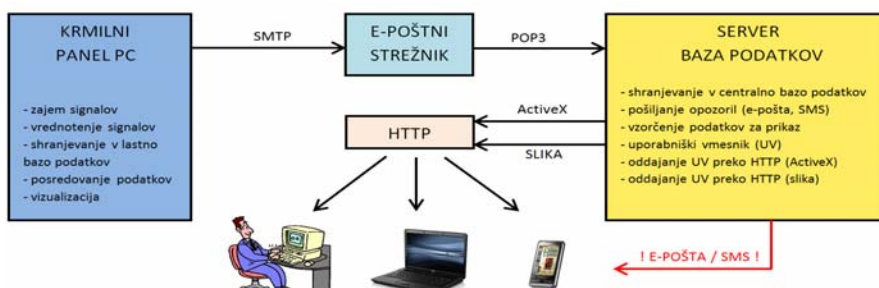
Teleservis ili dijagnoza HP uređaja na daljinu je jedna od najnovijih pristupa nadzora sa mogućnošću pravovremenog djelovanja na uređajima i postrojenjima udaljenim od mjesta nadzora.

Dijagnoza na daljinu je osmišljena posebno za situacije kada je moguće uključiti podatke izuzetne važnosti za održavanje i rad uređaja preko senzora koji su ugrađeni na samoj napravi. Definicija teleservisa:

Pojednostavljene definice za sada nema. Kod stacionarnih i mobilnih strojeva i uređaja se pod teleservisom podrazumjevaju brojni i raznoliki postupci povezani sa vrstom branše iz koje dolaze.

Teleservis je komunikacijama poduprt servisni odjeljak, koji djeluje na osnovu očitavanja, prenošenja podatak o stroju ili procesu sa namjenom povećavanja učinkovitosti servisnog i održavajućeg menadžmenta.

Sam tok podataka pri teleservisiranju je sljedeći: slanje potrebnih podataka u centar, slanje podataka u određenim vremenskim intervalima(5 min, 15 min, 1 h, 10 h...), pretraživanje potrebnih podataka po internetu (trenutni položaj stroja, popunjenost rezervoara sa gorivom, radni sati...). Na kraju se svi podaci polažu u servis banke podataka koji su osnova za dijagnozu stroja, analizu grešaka itd



Slika 2. Shema djelovanja i prenosa podataka OCM Olma



Slika 3. On – Line korisnički prikaz

5.1. Uloga banke podataka i njena namjena

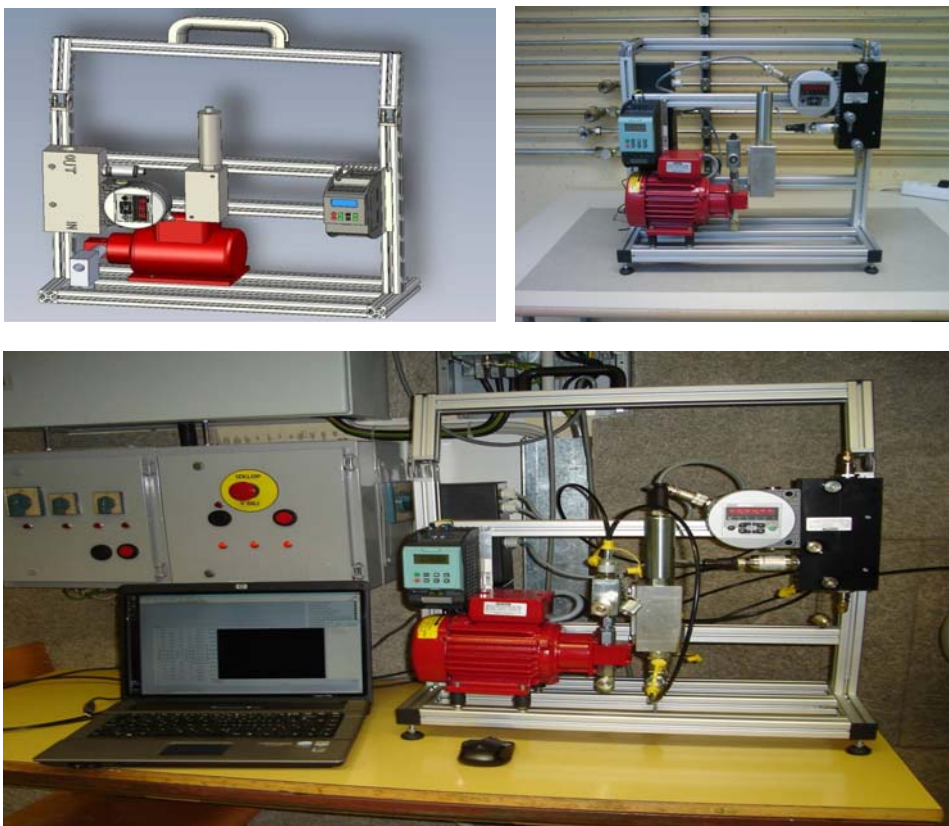
Preduslov za učinkovitu i korisnu upotrebu teleservisa je banka podataka, izrađena na osnovu informacija različitih korisnika i iz različitih izvora. U to se ubrajaju kako interne tako i eksterne informacije. Servis banke podataka treba da uzme u obzir sve podatke koji su vezani za samo postrojenje: telefonski razgovori, zapisi, formulari kao i interne informacije ali i eksterne informacije koje dolaze od dobavljača, tehničkog servisa kao i podaci o stanju postrojenja. Banka podataka može služiti kao informacije namjenjene: strankama, konstrukciji(razvoju) i servisnom odjeljenju. Informacije namjenjene strankama su: uredno ažurirani podaci (osnova brzog menadžmenta), brzo rješavanje problema na daljinu i aktuelni podaci o položaju i stanju stroja. Za konstrukciju i razvoj su namjenjene sljedeće informacije: brzo lokaliziranje grešaka, analiza stupnja opterećenja stroja, promatranje stanja prototipova itd. Za servisni odjeljak su namjenjene sljedeće informacije: savjetovanje klijenata, bolje planiranje preventivnog održavanja, dijagnoza na daljinu itd.

5.2. Zaključci glede stanja i smjerovi razvoja CM i OCM metoda

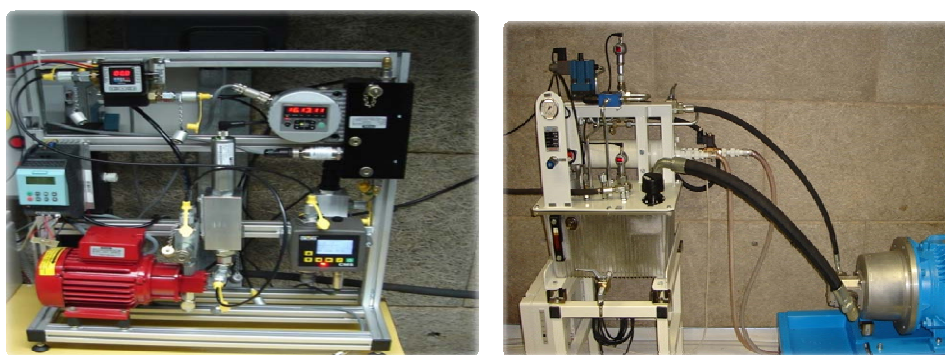
Uzimajući u obzir stanje CM i OCM metoda kao i njihov razvoj možemo zaključiti sljedeće: stalan razvoj CM od 80-tih godina, metode na osnovu signala i modela u zadnje vrijeme, upotreba na (pokretnim jedinicama, ventilima, autotskim ventilima i sistemima), dobro razvijen nadzor stanja ulja, principi senzora i tipičnih svojstava su obrađeni, sljedeći korak su

mjerjenja na terenu, istraživanje dugoročne stabilnosti senzora, povezivanje sa laboratorijem (off-line) podataka i optimizacija sa analizom podataka.

5.3. Praktični rad – gradnja CM jedinice



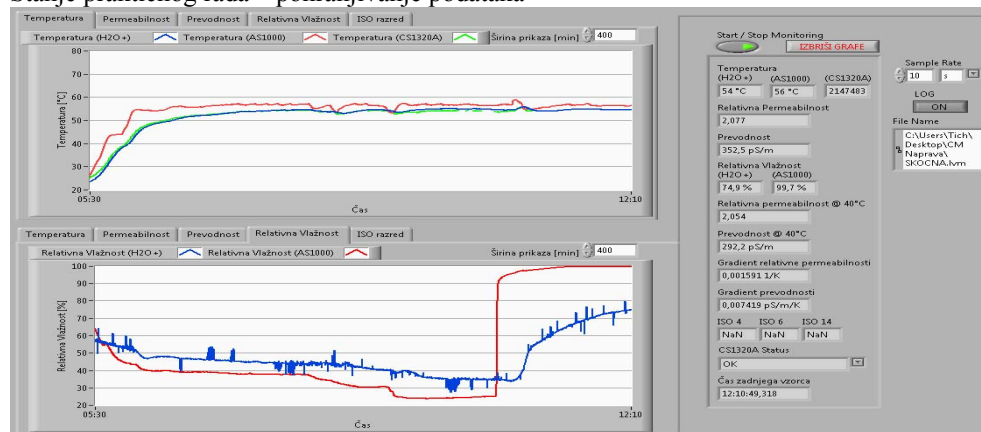
Slika 4. Gradnja CM jedinice



Slika 5. Condition Monitorin CM system

Testna jedinica

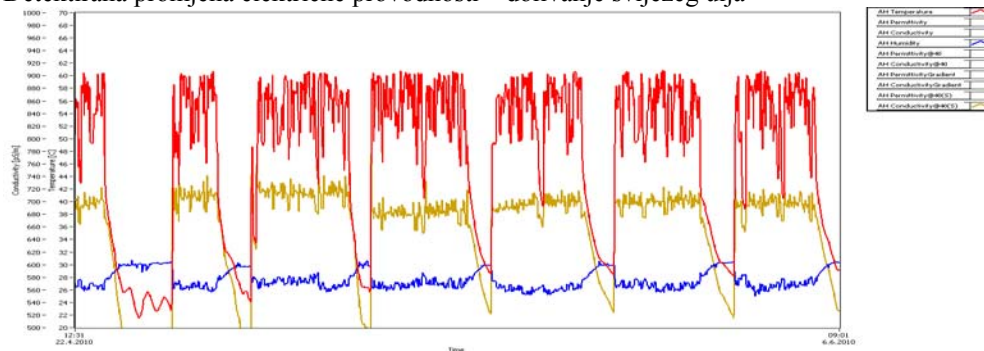
Stanje praktičnog rada – pohranjivanje podataka



Slika 6. Prikaz pohranjivanja podataka

Stanje praktičnog rada – rezultati iz industrije

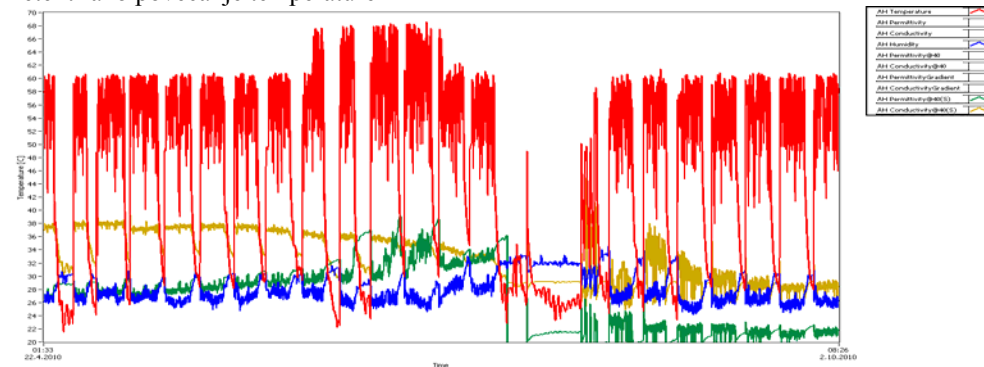
Detektirana promjena električne provodnosti – dolivanje svježeg ulja



Slika 7. Rezultat iz industrije – dolijevanje svježeg ulja

Stanje praktičnog rada – rezultati iz industrije

Detektirano povećanje temperature



Slika 8. Rezultat iz industrije – detektirano povećanje temperature

6. ZAKLJUČCI GLEDE STANJA I SMJEROVI RAZVOJA ON-LINE NADZORA HIDRAULIČKIH TEKUĆINA U FIRMI OLMA D.D.

1. Funkcionalni laboratorijski sistem nadzora stanja obuhvatio je: testiranje senzora (tačnost, pouzdanost i usporedljivost), razvoj i izrada grafičkog prikaza, omogućen racionalni i optimalni izvor opreme za praktične aplikacije.
2. Izrađen je i u praksi funkcionalan sistem nadzora u poznatim i uspješnim slovenačkim firmama.
3. Omogućene su pripreme za primjenu u drugim firmama van Slovenije.
4. Izvršena je nadgradnja, poboljšanje i širenje na ostale značajne korisnike Olminih maziva u Sloveniji ali i u regiji.
5. Planirano je širenje nadzora sa mineralnih ulja i na druge vrste hidrauličnih tekućina

7. ZAKLJUČCI I ISPUNJENI CILJEVI ISTRAŽIVAČKOG RADA

Ciljevi istraživačkog rada su bili izraditi sistem za daljinsko praćenje stanja mineralnih hidrauličkih ulja koje bi radio: autonomno, bez potrebe za iskusnog stručnjaka na postrojenju i na kraju potpuno neovjesno od ljudskog faktora. Istovremeno takav sistem bi morao biti inteligentan, univerzalan i robustan.

Tokom izrade rada ispunjeni su sljedeći ciljevi istraživačkog rada:

- Istraživanje međusobnih utjecaja fizikalno-kemijskih karakteristike mineralnih hidrauličkih ulja,
- Istraživanje i upoređivanje On-Line metoda praćenja stanja ulja sa konvencionalnim laboratorijskim stanjem ulja,
- Izrada sistema za obradu podataka u centralnoj bazi u obliku: bilježiti, promatrati i predvidjeti,
- Razvoj i uvođenje dvaju novih parametara za mineralno hidraulično ulje:
 - **stanje ulja/Oil Condition(%)**
 - **preostala životna dob ulja/ RUL-Remaining useful Lifetime**
- Test tj. agregat za ubrzano starenje tekućine,
- Condition Monitoring sistemi (laboratorijski i industrijski),
- Statistička obrada podataka,
- Periodično uzimanje uzoraka i provjera osobina u odgovarajućem kemijskom laboratoriju proizvođača,
- Uvođenje savremenih odlučivanja algoritama (vještačka inteligencija)
- Korištenje suvremenih simulacijskih alata za proučavanje izravnog utjecaja na kvalitetu i svojstva ulja koje mogu uzrokovati komponente u neposrednoj blizini ulja(rezervoar,...).