

ULOGA ULTRAZVUČNE TEHNOLOGIJE U POUZDANOSTI

ULTRASOUND IN RELIABILITY

Haris Trobradović
SDT International sa.nv.
Zagreb

REZIME

Realnost u industriji, govoreći o pristupu održavanju u velikom broju slučajeva, u velikom je nesrazmjeru s raspoloživim znanjima i dostupnim tehnologijama. Ovakva situacija mnoge tvrtke čini nekonkurentnima ili bitno smanjuje projicirani profit. Na suvremenom globalnom tržištu, kada su resursi stabilnih ili rastućih cijena, a finalni proizvodi sve nižih cijena, budućnost se mora tražiti unutar kompanije, a održavanje u tom slučaju može i mora biti generator profita. Rast pouzdanosti se može očekivati tek kada postane nešto što se tiče svih, a ne samo tima kojem je zadatak dodijeljen. Širi pogled na dostupne tehnologije dovodi do uključivanja većeg broja zaposlenih u proces podizanja Pouzdanosti, najčešće kroz uključivanje u Nadzor stanja. Ultrazvuk u održavanju nudi širok raspon aplikacija, ali i širok raspon onih koji tehnologiju koriste, zavisno od sposobnosti i obuke.

Ključne riječi: Ultrazvuk, Pouzdanost, Nadzor stanja

ABSTRACT

Reality in industry, thinking of maintenance approach in many cases, is disproportional with available technologies and knowledge. This situation is decreasing company's competitiveness or decreasing the possible or projected profit. In the global market, when resources show stable or increasing prices, and final product price drop, future is to be found within the system, and maintenance must be a profit generator. Reliability increase can only happen once it becomes everyone's concern, not only the concern of the team in charge. Wider acceptance of available technologies inevitably leads to inclusion of larger number of employees in Reliability improvement process, most often through their participation in Condition Monitoring. Ultrasound in maintenance covers wide area of applications and wide range of employees that can use it, depending on their skills and training applied.

Keywords: Ultrasound, Reliability, Condition Monitoring

1. POUZDANOST I NADZOR STANJA; RASPOLOŽIVA ZNANJA I TEHNOLOGIJE NASUPROT REALNOSTI U INDUSTRIJI

Koje metode/tehnologije/alate koristite u procesu nadzoru stanja ili dijagnostici?

- Ništa !
- Vrlo jednostavne alate u vrijednosti nižoj od 500 €
- Vib, Ut (ae), Ir, Oa ... sve ili nešto od toga

Da li taj dio posla za vas obavljaaju vanjske tvrtke ?

- *Ne!*
- *Ir, Vib, Oa .. u prosjeku jednom godišnje*

Ova su pitanja dio svakog razgovora na temu uvođenja novih ili dodatnih tehnologija u smjeru unaprijeđenja. Poredana su prema odgovorima, i prva mjesta zauzimaju tu poziciju vrlo čvrsto. Zasižno se ne mogu smatrati anketom ili podacima koji predstavljaju presjek ove teme, ali u svakom slučaju mogu i trebaju izazvati zabrinutost i pogled na realnost iz jedne sasvim druge perspektive. Velika većina opreme i procesa je tretirana u „run to failure“ ((Rad do Ispada) modelu, ali ne kao dio strateške odluke zasnovane na cost/benefit analizi Prediktivnog ili Preventivnog pristupa, već kao odraz, nažalost, nemoći i degradacije u kojoj se održavanje tretira kao prvi „trošak“ koji treba „rezati“.

Degradiranje struke možemo i ne moramo gledati kao na nešto tragično, ipak je kvalitetno održavanje stvar izbora, no takav stav degradira ljude, održavaoće čiji posao gubi dignitet u mnogim sredinama. Nemoguće je ne primjetiti status podmazivača, npr., čiji je posao jedno od ključnih područja u kvalitetnom održavanju.

Važno je naglasiti da je ukupno raspoloživo znanje u akademskoj zajednici na vrlo visokom nivou, da je nivo kvalitete obrazovanja obzirom na prilike vrlo zadovoljavajuć, no most koji je oduvijek povezivao razvoj i primjenu je urušen ili u potpunosti nestao. Dok je važnost tog mosta u visokorazvijenim industrijama odavno prepoznata na području održavanja, u našoj se regiji desilo urušavanje ili rušenje mosta, zavisi kako na to gledamo, u posljednjih 25 godina. Shvaćanje održavanja kao neizbježnog ili nepotrebnog troška umjesto generatora profita dovodi do onoga što se ne može nazvati nikako drugačije nego anomalija s vrlo skupim i dugoročnim posljedicama.

Jaz između raspoloživih znanja i realnosti primjene dovodi i do gubitka generacija koje uz formalnu edukaciju stiču iskustvo radom sa starijim kolegama, do gubitka kontinuiteta sustava u kojemu se nove tehnologije i znanja relativno lako implementiraju u manjim koracima stalne nadogradnje, te neminovno i do gubitka profita vodeći u nezaustavljivu spiralu nedostatak profita-urušavanje sustava-dodatni gubitak profita. Pod sustav moramo razumijevati ciljeve, strategije, opremu, kulturu rada i ljude. Dok su prve tri stavke skupe ali mogu biti brzo „nabavljene“, posljednje dvije su također skupe ali njihova „nabavka“ podrazumijeva mnogo vremena. Nerijetko je odgovor na ovakav slijed događaja dodatno „rezanje“ upravo tamo gdje nikako ne bi trebalo, bez dubljeg prepoznavanja gubitka koji nosi degradacija održavanja ili prepoznavanja dodatnog profita koji unaprijeđenje održavanja donosi.

Iz do sada navedenoga moram izuzeti određeni broj kompanija koje smatramo liderima u regiji, u kojima je situacija potpuno drugačija. Upravljanje imovinom, pouzdanost, održavanje, nadzor stanja, kultura rada i ljudi su prepoznati kao budućnost i rezultati su vrlo jasni. Te kompanije mogu služiti kao primjer, sjajan primjer, ali od samog gledanja u njih kao izvrsne primjere ne možemo očekivati rezultate. Loš pristup i neulaganje u primjenu tehnologija i potrebnih znanja donio je u velikom broju slučajeva vrlo jasne i poznate katastrofalne posljedice. Nepovratan ulazak u područje reaktivnog održavanja, visoki troškovi održavanja, propadanje opreme, neplanirani zastoj, veliki gubici energije, povećanje troškova proizvodnje i pad konkurentnosti, gubitak poslova, gubitak kvalitetnih ljudi i konačno, minorizacija uloge na tržištu koja vodi u neminovno gašenje. Znanja i tehnologije su dostupne i svakim danom sve naprednije.

No, pojmovi znanje i tehnologija su neodvojivi i moraju biti dio „paketa“. U protivnom, postavlja se pitanje da li se nešto *kupuje* ili *implementira*. Uz veliki broj slučajeva kada se ne

poduzima gotovo ništa, i onaj manji dio primjera kada i dođe do odluke o investiciji, ostane na kupovini i vrlo malom ili nikakvom obimu obuke. To su situacije kada tehnologija „podbaci“ i ne ispuni očekivanja. U praksi kompanija na našem području gotovo je redovna pojava da se posjeduje oprema čijih se svega 10% mogućnosti koristi.

Vibrodijagnostički uređaji naprednih mogućnosti koje se koriste u rangu „vibro olovka“, Ultrazvučni uređaji koji se koriste isključivo da se locira „šištanje“, IC kamere (Infracrvene kamere) isključivo u arsenalu elektro održavanja, itd. Vjerujem da smo svi imali prilike vidjeti nevjerovatne primjere koji su samo poslužili kao razlog za eliminaciju bilo kakvih budućih investicija. Odluke o primjeni tehnologija i raspoloživih znanja leže na upravi kompanije, ali u procesu koji vodi do kvalitetne odluke je mnogo sudionika i svi moraju snositi odgovornost. Godinama potiskivani održavaoci u uvođenju novih tehnologija u svoj brojčano osakaćeni tim često vide samo novo dodatno opterećenje i stres, i time se gubi strast i želja, uz izostanak dodatne pomoći u prevladavanju implementacijskog perioda.

U uspinjanu uz „*initial hump*“ (inicijalno dodatno opterećenje) većina pravih promjena i prestane postojati. U velikom broju slučajeva su očekivanja uprave potpuno nerealna i bez pravog uvida u sve potrebno za uspjeh, tražeći cjelovito rješenje u svega jednom segmentu. Iako mnoge studije napominju da udio odgovornosti odjela održavanja u unaprijeđenju pouzdanosti rijetko prelazi 20%, dramatične promjene se očekuju upravo tamo, često vjerovanjem u „čarobni štapić“ u obliku nabavljenog instrumenta.

Uz neadekvatno reportiranje, projekti se ukidaju kao besmisleni i neprofitabilni. Sindrom „*Ministarstva za prevenciju Zemljotresa*“. Veliki broj onih koji nude tehnologije su, nažalost, „isporučio kutija“ i isključivo trgovci opremom. To podrazumijeva tržišno ponašanje, uz dužno poštovanje naravno, i utrka za profitom nužno vodi ka prevelikim obećanjima koja su obrnuto proporcionalna pravoj podršci korisniku. Time su na gubitku svi. Luksuz takvog plasiranja tehnologije je prošlost, potrebna su cjelovita rješenja. Ponuda tehnologije mora sadržavati cijeli paket sa „zašto“, „što“ i „kako“ i korisnici se moraju naviknuti da na tome inzistiraju.

Unaprijeđenje Pouzdanosti je sustav, promjena pristupa i involviranost apsolutno svih. Svojedobno je JFK rekao „Poslat ćemo čovjeka na Mjesec“ i kreirao ideju, cilj. Tijekom posjeta Nassa-inim prostorima upitao je čistača s četkom u ruci što radi.: „Šaljem čovjeka na Mjesec“. Koliko god to zvučalo senzacionalistički i kao odjavna scena filma osrednje kvalitete, zanimljivo je upitati se s koliko žara, osjećaja pripadnosti i truda je taj čovjek radio svoj posao. Pratio je cilj, bio je dio strategije, i osjećao je svoj posao kao važan. Nažalost, ponovno buđenje u realnosti. Najčešći odgovor kada se postavi pitanje o nekom problemu je bio : „To nije moj posao“. Vjerujem da to nije krivnja onoga koji je dao odgovor, već onih koji trebaju biti lideri i kreirati strategiju. Da li moraju stvoriti nešto što podsjeća na „part-time“ religiju od 07-15? Uvjeren sam da da, to rade oni koji uspješno implementiraju uspješne promjene s minimalnim sredstvima, jer u centar strategije stavljaju ljude, sve ljude od portira do generalnog menagera.

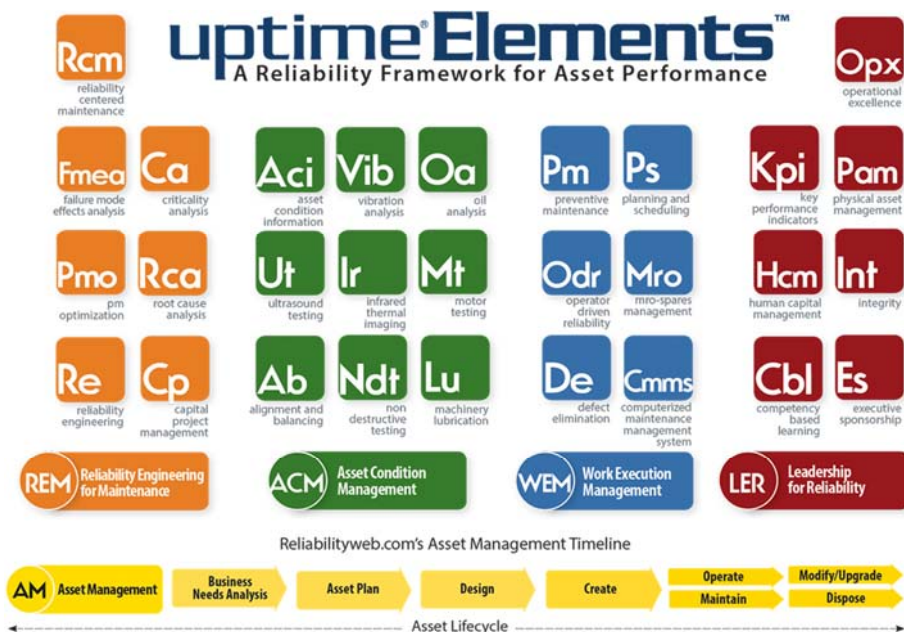
Prije 20-tak godina smo kao imperativ vidjeli najnovije tehnologije, što je apsolutno ispravno, no zaboravljano je da je u našem poslu tehnologija samo kutija s alatom, namijenjena ljudima. Citirat ću jednog kolegu koji je nekada davno bio entuzijast, danas razočaran : „Ma kakav trening. Računovodstvo i tajnice idu na simpozije i usavršavanje svake godine, u Dubrovnik. Održavanje ne ide nigdje.“

2. ROTIRAJU LI SVI PROBLEMI? JESU LI TRENDIBILNI? ŠTO JE POD NADZOROM I JE LI TO DOVOLJNO?

Primarni fokus Condition Monitoringa (Nadzor Stanja) je često stavljen isključivo na rotacionu opremu, ne s punim pravom. Hidraulični i pneumatski sistemi, ventili, kavitacija u pumpama, klipna oprema, itd. Iznimno velik uticaj na pouzdanost, no nažalost često izostavljeno iz redovitog nadzora stanja. Razloga je mnogo, od tradicionalnog pogleda na kritičnost opreme, manjka ljudi ili prikladne tehnologije, do nedostatka kvalitetne analize i pripreme. Idealan omjer bi bio da je pod nadzorom sve što je financijski opravdano ili prema RPN (Risk Priority Number -Koeficijent rizika) ulazi u kritičnu ili srednje kritičnu opremu.

No, opreme koja zadovoljava jedan od ova dva uvjeta je u prosjeku 80%, dok je u programu nadzora daleko manje. Naravno, govorimo o idealnim situacijama, o nečemu prema čemu treba težiti. Realnost, i sjajan korak prema povećanju pouzdanosti kroz CM (Condition Monitoring - Nadzor Stanja) je prihvaćanje različitosti tehnologija koje omogućavaju brzu „trijazu“ i uključenost većeg broja ljudi, primarno kroz Operator Driven Reliability (Uključenost Operatera u unaprijeđenje Pouzdanosti). Takva tehnologija mora omogućiti efikasnu upotrebu kroz veliki raspon raspoloživih ljudi i njihovih kompetencija i znanja. Jednostavna kada to želite, kompleksna kada je to potrebno. Upravo takvu raznolikost primjene pruža Ultrazvuk.

3. “RELIABILITY FRAMEWORK” KAO PLATFORMA PROJEKTIMA PODIZANJA POUZDANOSTI.



Slika 1. Uptime elements

Uptime Elements Reliability Framework Trade mark, (Specificirana okosnica strukovnih elemenata u unaprijeđenju Pouzdanosti organizacije ReliabilityWeb) već duže vrijeme predstavlja sjajan pregled elemenata potrebnih za uspješno unaprijeđenje pouzdanosti. 29 područja koja imaju apsolutno jednaku važnost i zaokružuju 4 temeljne grupe.

Bitno je i iz ovog pregleda zaključiti već navedeno – u unaprijeđenju pouzdanosti moraju sudjelovati SVI, i to je jedini način koji garantira uspjeh. Pristup je holistički i u svojoj osnovi vrlo jednostavan. 29 „struka“ s pripadajućim pravilima i znanjima koja više ili manje nije pretjerano teško steći. No, ono što razlikuje uspješne projekte od neuspješnih je interakcija između sudionika i involviranost. Uspješan Reliability Department (Odjel za unaprijeđenje Pouzdanosti) se sastoji od SVIH zaposlenih, umreženih u strategiju, sa zajedničkim ciljem, sa zadacima koji su prilagođeni kompetencijama. Strategija koja je kreirana u izolaciji od ljudi i kulture rada koji ju trebaju izvršiti je osuđena na propast od samog početka.

Potrebni alati i znanja su s nama odavno; Analiza vibracija od 1950-tih, Termografija od 1920-tih, FMEA (Failure Mode & Effect Analysis – Analiza oblika defekta, njihovih simptoma i efekata na proces) i RCA (Root Cause Analysis – Analiza uzroka) od 1950-tih, Ultrazvuk od 1960-tih, RCM (Reliability Centered Maintenance – Održavanje fokusirano na Pouzdanost) od 1970-tih, CMMS (Computerized Maintenance Management System) od 1960-tih ...itd. Ukratko i realno, ništa novo i nepoznato i već nekoliko generacija ima pristup tim alatima. No, da li je to unaprijedilo Pouzdanost onoliko koliko je moglo i trebalo? U pravilu ne. Primarni razlog je upravo činjenica da uspješan projekt u fokus stavlja ljude, njihovo vjerovanje u cilj, motiviranost, osjećaj pripadnosti ... ali i osjećaj osobnog unaprijeđenja kroz opće unaprijeđenje. Odlučnost i vjerovanje u projekt mora biti preneseno na sve i, koliko god ta usporedba zvučala preslobodno, takav projekt svojim oblikom ima elemente religije. Kao što mnogi fitness, vegetarijanstvo, yogu ili meksičke sapunice shvaćaju gotovo kao oblik religioznog putovanja prema cilju, neshvatljivo je da se takav stav u Pouzdanosti nije stvorio u onome što je kritično za pojedinca, kompaniju i društvo u cjelini; osobni napredak pojedinca, profitabilna kompanija za stabilno društvo, održivi razvoj za čist okoliš. Ideja o projektu mora evoluirati u ideju o načinu i kulturi rada koja traje i razvija se, a kritičan element je inspirirati ljude i dati im adekvatna znanja za sudjelovanje u promjenama.

Ono što osobno vidim kao primarnu prepreku da se to i ostvari je „leadership“ koji često nastupa kao Edward I iza svojih trupa, a premalo kao Leonidas. Predstavljanje 29 elemenata kao specijalističke alate (što realno i jesu) ali ne omogućiti svima da ih prihvate barem u određenoj mjeri je pogrešno, jer se time jasno odvajaju alati od onih kojima bi oni trebali služiti. Apstrahiranje vodi u nezainteresiranost i nesudjelovanje i ima dalekosežne posljedice. Pogledajmo malo manje znanstveno a malo više ljudski i osobno Uptime Elements i pouzdanost uopće. Nije li cijela ta disciplina nastala kao sistematiziran pristup onome što gotovo svi primjenjujemo u svojim domovima i svakodnevnom životu? FMEA i RCA su usađeni u naše svakodnevno ponašanje, Condition Monitoring također, KPI (Key Performance Indicators – Indikatori uspjesnosti provođenja aktivnosti) koristimo apsolutno svakodnevno iako ih tako ne nazivamo ... itd. Shvatimo li ih tako, i budu li tako prezentirani svima, postiže se uključenost svih, na određenom nivou. Apstrahiranje izaziva strah od nepoznatog i nerazumljivog i čini neophodne alate rezerviranima za „elitu“. Raditi više ima svoje limite, no raditi pametnije nema. Smatrao bih uspjehom kada bi se svaki lider upitao o psihološkom stanju svojih uposlenih, njihovom obiteljskom životu, entuzijizmu i u srednjoj životnoj dobi.

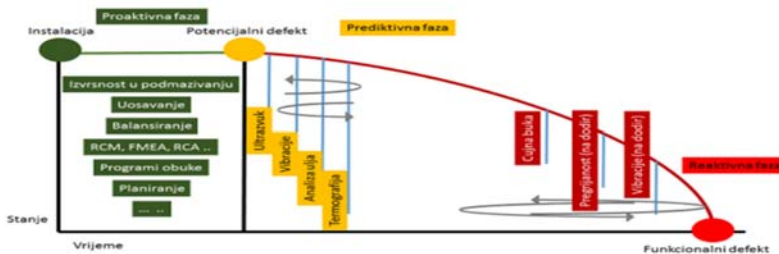
Nekoliko globalnih kompanija je radilo istraživanje o stopi razvoda njihovih zaposlenika i usporedili su to s njihovom efikasnošću, istraživanje je obuhvatilo sve, od podmazivača do generalnog menagera. Rezultat je zanimljiv, no prije svega je zanimljivo što se to netko uopće upitao. Nameće se zaključak da ključ uspjeha leži u „leadership-u“. „*Leadership je umjetnost služenja drugima, pružajući im znanje, alate i ljude kao i svoje vlastito vrijeme, energiju i emocionalnu inteligenciju kako bi oni ispunili svoj puni potencijal, kako osobni, tako i profesionalni*“ - Daphne Mallory, , kolumnistica **Entrepreneur Magazine časopisa** Mislim da bi ovu definiciju trebalo kao mantru povezati s unaprijeđenjem Pouzdanosti.

4. ULTRAZVUK (ULTRAZVUČNA EMISIJA); PREGLED APLIKACIJA KROZ “RELIABILITY FRAMEWORK”

Ultrazvuk, po samoj prirodi tehnologije, nalazi svoje mjesto u velikom broju Uptime Elemenata. Od jasno utemeljene uloge u nadzoru stanja, preko ODR do ljudskih potencijala i ostalih elemenata. Pojednostavljeno, razlozi su vrlo jasni; pokrivanje velikog broja aplikacija, rano otkrivanje anomalija, mogućnost upotrebe od vozača kamiona do dijagnostičara, mogućnost vrlo brze obuke za vrlo vrijedne zadatke te odličan uticaj na promjenu kulture rada. Popis aplikacija je vrlo dugačak, te ću nabrojati samo neke od njih; rotaciona oprema, podmazivanje prema realnom stanju, kavitacija u pumpama, izmjenjivači topline, hidraulični sistemi, pneumatski sistemi, električne instalacije, propuštanje instalacija pod pritiskom, parni sistemi ... Lista je impresivna i omogućava iznimno veliku primjenu u svim industrijama.

5. ULTRAZVUK U NADZORU; RANO OTKRIVANJE ANOMALIJA, ODR, POVEĆANJE POKRIVENOSTI NADZOROM.

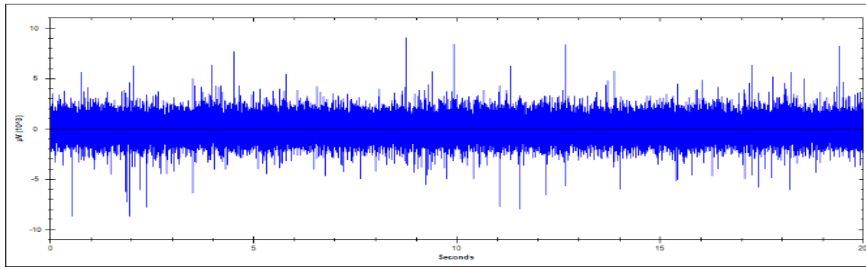
Ultrazvuk nudi izuzetno vrijedan kvalitativni pomak u nadzoru stanja kroz rano otkrivanje anomalija. Ovakav pristup otvara daleko veci P-F interval (krivulja razvoja od Potencijalnog do Funkcionalnog defekta), što je ključno u kvalitetnom pristupu održavanju, ali i u povećanju pouzdanosti. Ipak, važno je naglasiti da se oprema ne ponaša uvijek onako kako teoretske analize o učestalosti i progresiji defekta govore.



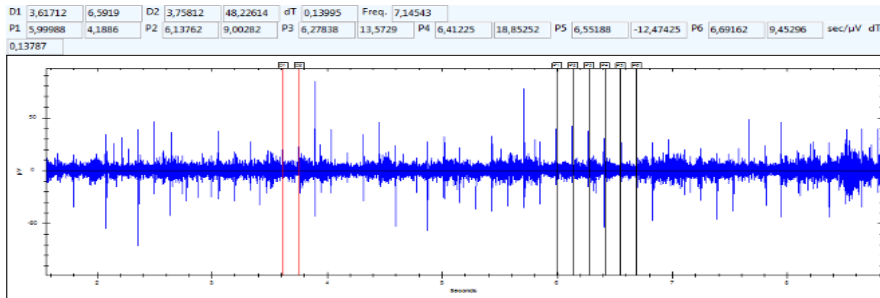
Slika 2. Primjer jedne od P-F krivulja, vjerojatnost razvoja/detektibilnost

U slučaju kotrljajućih ležajeva, visokofrekventni, random impakti koji karakteriziraju ranu fazu defekta se najranije i najpouzdanije otkrivaju upravo Ultrazvukom. U slučaju prenosa, situacija je gotovo ista. Kavitacija u pumpama, propuštanje ventila, stanje podmazanosti, električne instalacije.. Ultrazvuk je generiran *trenjem, impactom, turbulencijom i ionizacijom*, što otvara iznimne mogućnosti nadzora kroz praćenje promjena u Ultrazvučnoj emisiji.

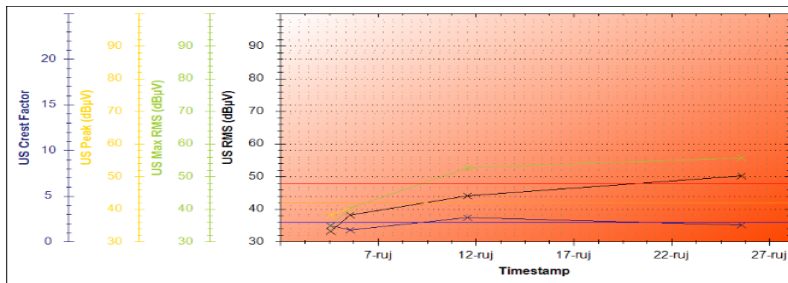
Gledajući pomno FMEA, upravo promjene vezane uz ova četiri fenomena nam u većini slučajeva govore iznimno mnogo. Današnji sofisticirani Ultrazvučni uređaji nude velike mogućnosti; kroz osnovne indikatore idealne za trendiranje i alarmiranje, te kroz mogućnost dublje analize dinamičkog signala, ali i kroz mogućnost „live“ donošenja zaključaka u određenim aplikacijama.



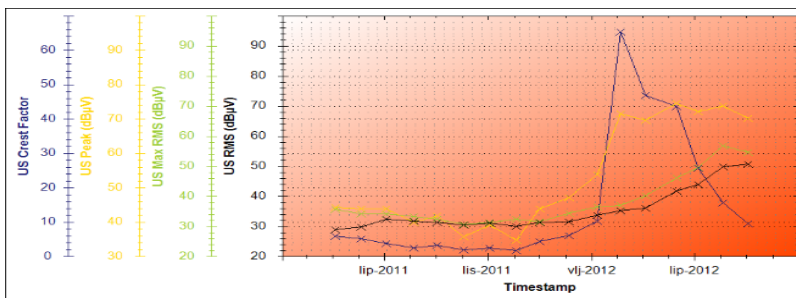
Slika 3. Rana faza promjena u ležaju



Slika 4. Definiran defekt, kroz repetitivne impakte



Slika 5. Aktiviran alarm, promjena vezana uz povećano trenje



Slika 6. Praćenje sva 4 indikatora do ispada

Uz „prvu liniju obrane“ u procesu Condition Monitoringa, Ultrazvuk otvara iznimno velike mogućnosti u području ODR-a (Operator Driven Reliability) koji je u pravilu lakmus papir za kvalitetnu implementaciju unaprijeđenja Pouzdanosti. Kroz ODR se vrlo brzo može vidjeti koliko je uspješno kreirana atmosfera sudjelovanja svih, ka zajedničkom cilju. Također, ODR, primijenjen na pravi način, efikasno i brzo mijenja navike i kulturu rada nabolje. Uzevši u obzir

široko područje primjene Ultrazvuka, vrlo kratka i pouzdana mjerenja i mogućnost da neka od njih vrše i manje specijalizirano osoblje, bitno se podiže pokrivenost opreme nadzorom. Pod pojmom „prva linija obrane“, korisnici Ultrazvuka često podrazumijevaju „trijazu“; preglede opreme u potrazi za indikacijom na koju će se fokusirati specijalisti koristeći sve raspoložive metode. Ovdje je također važno naglasiti da je nadzor stanja multidisciplinarni proces u kojemu ne postoji bolja ili lošija metoda, već samo oni koji su bolje ili lošije shvatili imperativ da sve raspoložive metode rade nadopunjujući jedna drugu. Kao potvrdu komplementarnosti metoda možemo posebice navesti opremu niskih okretnih brzina, gdje je Ultrazvuk nezamjenjiv kao alat.

6. PODMAZIVANJE PREMA REALNOM STANJU; POTREBA, PRIMJENA I REZULTATI

Podmazivanje predstavlja ključni element koji osigurava adekvatan rad opreme. Iako je ova činjenica neupitna i deklarativno je podmazivanje istaknuto kao ključno, u praksi je to potpuno obrnuto. Podmazivanje je posao koji se često radi daleko ispod nivoa koji je potreban. Rezultati su, nažalost, vrlo porazni, ali i zanemareni jer su postali uobičajeni.

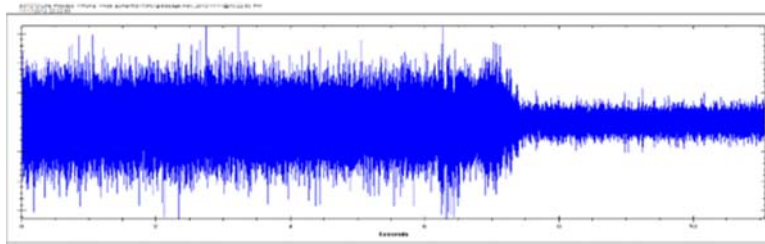


Gotovo 60% ispada je uzrokovano problemima s podmazivanjem i kontaminacijom, što nije podatak koji je nov ili nepoznat. No, taj postotak je već dugo s nama i ne pokazuje tendenciju pada, jer nije došlo do promjene prakse koja takve rezultate uzrokuje. Ipak, ovakva distribucija uzročnika ispada će se shvatiti i kao dobra vijest, uzevši u obzir da se promjenom prakse u samo jednom segmentu može postići izniman napredak u Pouzdanosti.

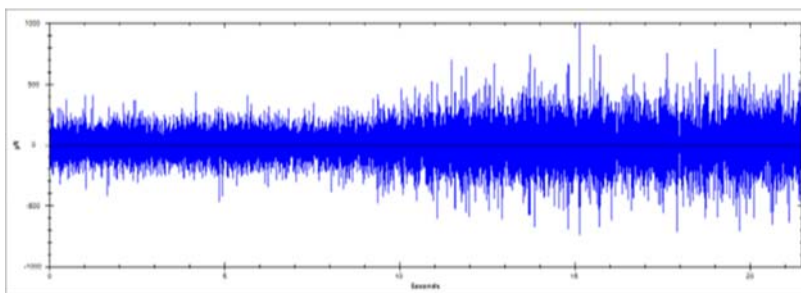
Nerijetko je podmazivanje organizirano koristeći moto: „tako smo to radili oduvijek“, te su tako pristupi podmazivanju prema „osjećaju“, „*dok mast ne izađe na drugu stranu*“ ili tablice definiranog intervala podmazivanja kao jedini kriterij. Alternativa ovom pristupu je podmazivanje prema realnom stanju, „On Condition Lubrication“. Ovakav je pristup utemeljen na osnovama ovisnosti stanja podmazanosti o viskozitetu, opterećenju i brzini, ali i mnogim drugim faktorima koje je često nemoguće pretpostaviti.

Uzevši u obzir Stribeck-ovu krivulju, jasno je da je područje stanja optimalne podmazanosti iznimno usko, te da sve promjene uvijek i jedino povećavaju trenje. Dok prva dva pristupa zaista ne pripadaju sadašnjosti, postavlja se pitanje i da li su vremenske tablice dovoljne, ukoliko uzmemo u obzir da su rezultat izračuna na osnovu pretpostavljenih zadanih parametara, koji se u praksi gotovo redovito mijenjaju. Uloga Ultrazvuka u ovoj aplikaciji je bazirana na činjenici da Ultrazvuk detektira i evaluira trenje i impact, što ovu tehnologiju stavlja u ključnu poziciju primarnog alata u podmazivanju. Upotrebom Ultrazvuka, primarni zadatak tima podmazivača je mjerenje, definiranje potrebe za podmazivanjem te podmazivanje uz „live“ mjerenje kako bi se odredila idealna količina.

Primjer mjerenja tokom podmazivanja na dva ležaja na istom motoru. Predefimirani režim podmazivanja je sugerirao jednaku količinu maziva u oba ležaja, u istom vremenskom intervalu.



DE ležaj je trebao podmazivanje, no svega trećinu od sugerirane količine. Trenje je smanjeno na minimum.



NDE ležaj je već bio prepodmazan. Dodatno apliciranje maziva je povećalo trenje. Aplicirana je svega trećina sugerirane količine, trenje je bitno povećano.

„On condition lubrication“ uz Ultrazvuk je već etabliran pristup koji donosi izuzetno vrijedne rezultate. Prije svega kroz povećanje Pouzdanosti, eliminirajući one defekte koji svoj korijen imaju u neadekvatnom podmazivanju, ali i produžujući eksploatacijski vijek opreme. Uz to, utrošak maziva u pravilu bitno opada, što donosi dodatni financijski učinak. Tim podmazivača uz vrlo kratak trening prolazi kroz velike promjene i postaje izuzetno bitan faktor, temeljen na znanju i tehnologiji. Uz to, obavljajući svoj posao, tim podmazivača osigurava veliki broj redovnih mjerenja potrebnih za Condition Monitoring.

7. ENERGETSKI ASPEKT, POVEĆANJE POUZDANOSTI TE SIGURNOSNI ASPEKT PRIMJENE ULTRAZVUKA

Kroz tri svakodnevne i sveprisutne aplikacije, prikazat ćemo unaprijeđenja koja upotreba Ultrazvuka donosi.

7.1. Komprimirani zrak (gubici kroz propuštanja) i parni sustav (propuštanja i „ kondenz lonci“ – korišteni vlastiti podaci) su gotovo temeljne i najjednostavnije aplikacije Ultrazvuka. Dok je obuka operatera i kvalitetna implementacija programa rada brza i jednostavna, financijski učinci su iznimno veliki. Iako svijest o magnitudi gubitaka ne postoji u onoj mjeri u kojoj je potrebno, sve je više kvalitetnih primjera onih koji su ovakvim pristupom ostvarili izuzetno velike uštede. Prema prosjecima, neinspektirani sistemi komprimiranog zraka gube i do 35%. Na primjeru dva korisnika iz naše regije, gubici od 30% su svedeni na operativne gubitke ne veće od 3%, investicija je isplaćena u 2-4 mjeseca, te su uštede dosegle iznose u jednom slučaju prezentirane na vrlo zanimljiv način; „ *Ukupne mjesečne uštede su dosegle*

iznos dovoljan za zapošljavanje dva inženjera u odjelu održavanja, sa svim uključenim troškovima“ . Ova rečenica odražava mnogo toga što je u samim temeljima Pouzdanosti. Financijska odgovornost za uštede, socijalna odgovornost za društvo u cjelini, te briga za okoliš.

7.2. Redovit nadzor ležajeva niskih okretnih brzina te implementacija podmazivanja prema realnom stanju (korišteni vlastiti podaci) u prvoj fazi, te uključivanje i ostale opreme u proces nadzora u drugoj fazi, doveli su do smanjenja direktno vezanih troškova za 30%. Povećanje eksploatacijskog perioda i Uptime (vrijeme raspoloživosti opreme i kapaciteta) su donijeli iznimno veliku korist. Uz to, postignuta je evidentirana ušteda od prosječnih 2,5% u potrošnji električne energije nakon uvođenja podmazivanja prema stanju na elektromotorima. Projekt nije zahtijevao novo zapošljavanje, niti je rezultirao povećanim brojem radnih sati.

7.3. Uvođenje Ultrazvučnih ispitivanja u inspekcije električnih instalacija donosi unaprijeđenje u dva kritična aspekta; sigurnost inspektora i povećanje detektibilnosti. Ultrazvuk omogućava ispitivanje s većih udaljenosti i primarno ispitivanje bez otvaranja panela, što uvelike povećava sigurnost i velikim dijelom eliminira opasnost od stradanja zbog Arc Flash i Arc Blast (explozivne visokorizične pojave uzrokovane električnim lukom). Uz to, Ultrazvuk donosi mogućnost detektiranja pojava koje ne generiraju toplinu (Corona - tip električnog defekta pražnjenja, ionizacija fluida u okolini vodiča) ili je generiranje topline vrlo teško otkriti (Tracking - tip električnog defekta, površinsko provođenje). Također, u svim primjerima implementacije, ovo područje nije zahtijevalo dodatna zapošljavanja, već dodatnu obuku postojećih članova tima, prije svega termografskih inspektora.

8. ZAKLJUČAK

Nedovoljno omasovljena primjena raspoloživih znanja i tehnologija u održavanju neminovno uzrokuje gubitke i pad konkurentnosti kompanija. Čvrsta implementacija programa podizanja Pouzdanosti je nužnost, kroz sve elemente i uz uključenost svih. Nadzor stanja, kao bitan segment Pouzdanosti može igrati ključnu ulogu ukoliko se poveća uključenost zaposlenih i pokrivenost opreme i imovine nadzorom. Ultrazvuk nudi jedno od rješenja kroz angažman u vrlo velikom broju aplikacija te mogućnost uključivanja zaposlenih na svim razinama edukacije.

9. LITERATURA

- [1] Terence O'Hanlon: Certified Reliability Leader training book, Reliabilityweb,
- [2] R. Keith Mobley: Maintenance engineering handbook, 7th Edition,