

PREDIKTIVNO VZDRŽEVANJE

VZPOSTAVITEV PROGRAMA PREDIKTIVNEGA VZDRŽEVANJA S TERMOGRAFSKIMI PREGLEDI ELEKTROENERGETSKIH IN STROJNIH NAPRAV

Infrardeča termografija postaja ključna metoda prediktivnega vzdrževanja elektroenergetskih in strojnih naprav. Dobro pripravljen program termografskih pregledov omogoča velike prihranke. Kako izvesti učinkovit program termografskih pregledov v podjetju, je odvisno od mnogih faktorjev. Usposobiti ekipo znotraj podjetja ali uporabiti zunanjo storitev (outsourcing)? Morda je rešitev nekje vmes. V prispevku bodo navedene prednosti in slabosti različnih pristopov.

Ključne besede: infrardeča termografija, preventivno vzdrževanje, prediktivno vzdrževanje.

1. Uvod

Vse elektro in mehanske komponente imajo nekaj skupnega - preden odpovedo, se pregrevajo. Posledica slabega električnega spoja, povečanja mehanskih vibracij ali trenja, je namreč povišana temperatura. Zgodnje odkritje takih neobičajnih pregrevanj prepreči nenadne zastoje in je zato ključnega pomena. Termografija je pri tem zelo učinkovita.

Prednosti termografskega pregleda so številne, zato danes dilema termografija v vzdrževanju da ali ne, ni več prisotna. Ključno vprašanje je le, na kakšen način vzpostaviti učinkovit in cenovno opravičljiv program termografskih pregledov. Ponujajo se nam tri možnosti:

- uporabiti zunanjo termografsko storitev (outsourcing),
- vzpostaviti lastno ekipo in opremo znotraj hiše,

- kombinacija zgornjih načinov.

V nadaljevanju bom poskušal podati nekatere prednosti in slabosti posamezne izbire.

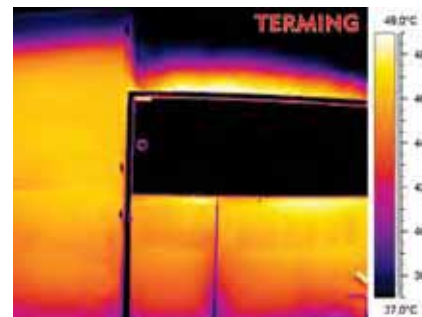
2. Zunanja termografska storitev (outsourcing)

Dokler termografija še ni bila tako razširjena, je večina podjetij skoraj izključno uporabljala storitve zunanjega servisa, ki je ustrezno usposobljen, certificiran in izkušen. Termografski pregled povprečno traja en delavnik. V tem času se pregleda vse ali pa večino pomembnih naprav.

2.1. Prednosti zunanje termografske storitve

Visoko kvaliteto pregleda zagotavlja izkušen in certificiran termografer, ki upora-

blja visokokvalitetno profesionalno kamero. Termografer, ki je na terenu praktično vsak dan, zna ločiti med pomembnimi in manj pomembnimi pregrevanji, med resničnimi anomalijami in navideznimi pregrevanji zaradi, recimo, refleksije. Tudi nepotrebno popravilo namreč stane.



Slika 1: Pokrovi elektro omaric, obsijanih s soncem. Pokrov desno zgoraj je prebarvan z visokorefleksno barvo. Tega s prostim očesom ni videti.. Zaradi visoke refleksije se je pokrov segrel manj kot ostali in je na termogramu viden celo hladnejši, kot je v resnici. Neizkušen termografer, ki ne upošteva različne emisivnosti materialov, lahko samo na osnovi termograma postavi popolnoma napačno diagnozo.

Pregled, ki ga izvaja zunanji termografer, spremlja en sam vzdrževalec, zato je izguba časa lastnih zaposlenih minimalna. Po pregledu nastane termografsko poročilo, v katerem je navedena resnost posamezne napake. Poročilo je osnova za načrtovanje popravila. Zgledno pripravljeno poročilo je zelo prepričljivo pri vodstvu, ki odobrava denarna sredstva za odpravo napak.

Ustaljena in uspešna praksa je, da se pregled izvede enkrat letno, običajno pravočasno pred načrtovanim remontom. Cene takih pregledov so znane in predvidene vnaprej v letnem planu in so do sedemkrat nižje od nabavne cene celo najcenejše termografske kamere.

Uporaba zunanje storitve je najcenejši način za identifikacijo potreb in pre-

verjanje kvalitete vašega termografskega programa.

2.2. Slabosti zunanje termografske storitve

V času pregleda ne delujejo vse naprave, zato nekaj napak ostane neodkritih. Občasno se pojavi potreba po dodatnem preverjanju določene naprave, za kar je potrebno ponovno klicati zunanji servis. V kolikor je potrebno meritev izvesti hitro, je težko čakati na prihod zunanjega servisa.

Preverjanje naprav takoj po popravilu je ključnega pomena. Klicati zunanji servis samo za preverjanje popravila nekaj napak je lahko neekonomično.

3. Samostojna izvedba termografskega programa

Ta program predvideva nabavo lastne opreme in usposobitev merilca – termograferja.

3.1. Prednosti samostojne izvedbe

Lasten termografski servis znotraj hiše omogoča meritve v vsakem trenutku. Z večkratnimi meritvami bodo vse naprave preverjene pod obremenitvijo. Uspešnost popravila lahko preverimo takoj po popravilu.

3.2. Slabosti samostojne izvedbe

Osnovni problem je izbira termografske kamere. Katera kamera je najboljša? Na to vprašanje ni enostavno odgovoriti. Najdražja kamera ni vedno tudi najboljša kamera. Tehnične lastnosti različnih proizvajalcev niso vedno direktno primerljive. Ali res potrebujete najdražjo kamero z vsemi uporabnimi in tudi neuporabnimi »okraski«?



Slika 2: Visokoresolucijska termografska kamera. Resolucija 640x480 točk je trenutno največ, kar ponuja tržišče.

Danes so na tržišču tudi 10x cenejše kamere, kot so bile pred leti in z njimi je mogoče popolnoma zadovoljivo izvesti termografski program. Nižje cene so predvsem posledica razvoja in uporabe detektorja z manjšim številom elementov.



Slika 3: Nizkoresolucijska termografska kamera. Resolucija 120x120 točk znatno zmanjšuje ceno kamer in je trenutno trend proizvajalcev.

Pred nakupom kamere si predvsem določite osnovne minimalne tehnične zahteve za kamero - kateri tehnični podatki so za vaše potrebe ključni in jih kamera mora imeti in kateri niso ali so za vas bolj kozmetičnega pomena. To je pomembno predvsem zaradi velikih cenovnih prihrankov, ki jih lahko dobite z optimalno izbiro.

Na osnovi tehničnih podatkov, ki jih podajajo proizvajalci, si sami lahko ustvarite primerjalno tabelo, ki vsebuje vse za vas pomembne podatke. Pomembno je, da so vam vsi parametri razumljivi, sicer se pozanimajte pri dobaviteljih, kaj točno pomenijo.

Identificirajte potrebe. Za kakšen namen bo kamera uporabljena danes in v bodoče? Ali imate velik ali majhen obseg naprav, ki jih je potrebno pregledati? Ali imate zahtevno proizvodnjo, ki dela neprekinjeno in si zastoja ne smete privoščiti, ali se proizvodnja po potrebi lahko zaustavi brez škode? Za velik obseg pregleda je pomembna tudi velikost in teža kamere. Ali je kamera dovolj robustna za vaše potrebe? Kamera mora biti odporna na težke industrijske razmere. V

kakšnem okolju mora kamera delovati? Kvalitetno delovanje na visokih temperaturah (nad 40°C) ali na nizkih (pod 0°C) je za nekatere kamere problem. Hitro menjavanje okolja – prenos iz vročega prostora na hladno in obratno ne prenesejo vse kamere enako dobro. Lahko se pojavljajo napake pri meritvi temperature in kvaliteti slike. Primerjajte nabavno ceno in ceno vzdrževanja kamere ter usposobljenost dobavitelja za pomoč pri morebitnih težavah pri meritvah. Kako hitro se bo povrnila investicija v kamero, je predvsem odvisno od vrste, zahtevnosti in obsega proizvodnje, ki določa pogostost uporabe kamere.

Vsi proizvajalci hvalijo svoje kamere in prikrivajo slabosti. Edina prava pot pred končno izbiro kamere je zato njeno testiranje na terenu z merjenjem vaših naprav.

Nabava kamere je ne glede na visoko ceno najcenejše dejanje pri vzpostavitvi termografskega programa. Ključni člen v programu je operater oziroma termografer. Ukrepanje na osnovi podatkov neusposobljenega in neizkušnega merilca ima lahko katastrofalne posledice. Šolanje za pridobitev certifikata termografer poteka v tujini in vsebuje osnove teorije infrardečega valovanja in termodinamike, opis termalnih kamer, tehnike merjenja, itd. Večje firme lažje najdejo in usposobijo med zaposlenimi človeka, ki bo delal s kamero in spremljal razvoj na področju IR tehnologije. Vprašanje pa je, ali si lahko podjetje, ki toliko vložijo v program privoščijo, da je odvisna samo od enega termograferja.

Problemi nastanejo tudi v primeru okvare kamere. V najboljšem primeru popravilo traja vsaj 14 dni. Podobno je v primeru rekaliibracije kamere. Vse to tudi nekaj stane.

Termografsko poročilo je pomemben dokument, ki je osnova za pripravo kasnejšega popravila. Kameri je običajno priložen osnovni računalniški program za obdelavo termogramov in pripravo enostavnega poročila, za boljši program je potrebno dodatno doplačilo. Žal največkrat zaradi pomanjkanja časa tudi enostavno poročilo le redko nastane.

Tabela 1: Prednosti različnih načinov izvedbe termografskega programa.

| | Servis v hiši | Zunanji servis | Kombinacija obeh |
|------------------|---|--|---|
| Prednosti | Možna meritev v vsakem trenutku. | Merjenje z visokokvalitetno IR kamero. | Merjenje z visokokvalitetno IR kamero. |
| | Vse naprave bodo izmerjene pod obremenitvijo. | Usposobljen in certificiran termografer. | Usposobljen termografer. |
| | Preverjanje naprav je možno takoj po popravilu. | Veliko izkušenj. | Veliko izkušenj. |
| | | Določitev resnosti napake. | Določitev resnosti napake. |
| | | Zanesljiva izdelava profesionalnega poročila v kratkem času. | Zanesljiva izdelava profesionalnega poročila v kratkem času. |
| | | Objektivni in neodvisni pregled. | Objektivni in neodvisni pregled. |
| | | Minimalna izguba časa vzdrževalcev v času pregleda. | Minimalna izguba časa vzdrževalcev v času pregleda. |
| | | Stroški pregleda so znani in v naprej predvideni: okoli 800 €/dan. | Stroški pregleda so znani in v naprej predvideni: okoli 800 €/dan. |
| | | | Preverjanje naprav, ki med generalnim pregledom niso delovale z lastnim IR termometrom ali cenejšo IR kamero. |
| | | | Preverjanje naprav je možno takoj po popravilu. |
| | | | Izmenjava izkušenj s profesionalnim termograferjem. |

4. Kombinacija zunanje storitve in samostojne izvedbe

Kombinacija obeh načinov predvideva, da sami znotraj podjetja sicer uporabljate brezkontaktno merilnike temperature (IR termometer ali cenejšo IR kamero), vendar običajno vsaj enkrat letno najamete zunanjo storitev, ki naredi generalni termografski pregled.

4.1. Prednosti kombinacijskega programa

Poleg že vseh naštetih prednosti, ki jih nudi najem zunanega servisa, kombinacijski program nudi še dodatne prednosti. V obdobju med dvema generalnima

pregledoma lahko sami z razmeroma cenanim IR termometrom ali cenejšo IR kamero preverjate ključne naprave in preverite uspešnost popravila napak, ki so bile odkrite med generalnim pregledom.



Slika 4: Izbina ustreznega infrardečega termometra in njegova pravilna uporaba lahko pri preverjanju popravila nadomesti termografsko kamero.

S sodelovanjem z zunanjim servisom izmenjujete izkušnje in pridobivate nova znanja za uspešno lastno preverjanje.

4.2. Slabosti kombinacijskega programa

Edina slabost kombinacijskega programa je investicija v merilno opremo. Glede na to, da zaradi sodelovanja z zunanjim servisom, ki nudi vrhunsko storitev, ni potrebe po najdražji merilni opremi, se tudi ta slabost ob uspešnih meritvah prevesi v prednost.

Tabela 2: Slabosti različnih načinov izvedbe termografskega programa.

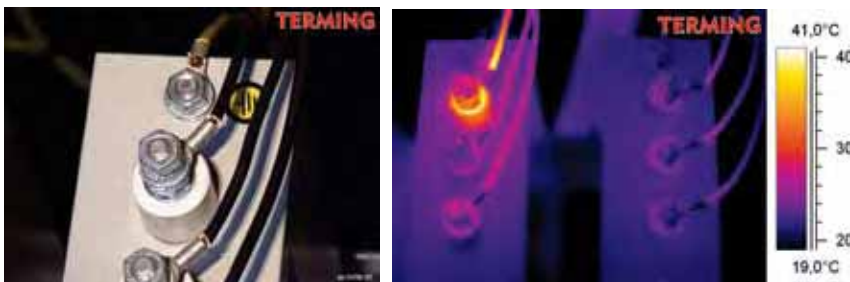
| | Servis v hiši | Zunanji servis | Kombinacija obeh |
|-----------------|--|---|---|
| Slabosti | Visoki stroški nabave IR kamere. Kamera: 6.000 € do 35.000 € Letni strošek: 1.200 do 7.000 €/leto (pri amortizacijski dobi 5 let). | Meritev ni stalno pri roki. | Stroški nabave IR termometra (do 700 €) ali cenejše IR kamere (do 6.000 €). |
| | Stroški usposabljanja termograferja: Okoli 3.000 € bruto. | Med generalnim pregledom ne delujejo vse naprave. | |
| | Stroški termograferja: 1.500 € bruto mesečna plača (20 dni) 1 dan meritev: 75 € 1 dan priprava poročila: 75 € | Preverjanje naprav takoj po popravilu je možna le po vnaprejšnjem dogovoru. | |
| | Določitev resnosti napake je zaradi neizkušenosti težka. | | |
| | Visoki stroški zaradi napačne diagnoze. | | |
| | Nabava zmogljivejše računalniške opreme za izdelavo poročila. | | |
| | Za izdelavo poročila običajno zmanjka časa tako, da običajno niti ne nastane. | | |
| | Stroški popravila in recalibracije kamere. | | |
| | V nekaj letih kamera zastari. | | |

5. Izvedba termografskega programa

Ne glede na to, za kateri način se odločite, mora biti termografski program skrbno in resno pripravljen. Osebe, zadolžene za vzdrževanje, mora biti seznanjeno s tem, kaj termografski pregled omogoča in kako poteka, da lahko vključi v pregled vse naprave, ki jih je mogoče pregledati, ter tako od pregleda iztrži kar največjo korist.

Za začetek potrebujete popis predvsem vseh kritičnih, kasneje pa tudi vseh ostalih komponent. Časovni potek pregleda je potrebno uskladiti z obdobjem največje obremenitve naprav. Dokumentirajte toplotno stanje kritičnih naprav, ki vam služi kot osnova (referenčno stanje) pri kasnejših meritvah. Popis termografskega pregleda mora vsebovati vse pregledane komponente in ne samo tiste, na katerih so bile odkrite anomalije. Navedeno mora biti, pri kakšni obremenitvi in drugih delovnimi pogoji so bile naprave pregledane. Določite kritične temperaturne vrednosti. Pomembna je primerjava s starejšimi posnetki in spremljanje stanja.

Pogosto slišim pomisleke proti termografskemu pregledu novih naprav, kar je zmotno.



Slika 5: V novi kompenzacijski napravi se pregreva priključek na kondenzator. Podroben pregled je pokazal, da je vzrok pregrevanja slabo privita matica, ki jo je bilo z labkoto odviti z roko. Pregled novih naprav obvezno sodi na spisek termografskega pregleda.

Pregled naj še posebno zajema vse nove ali obnovljene naprave. Tako se pravočasno odkrije pomanjkljiva montaža, slabo priviti spoji, poddimenzioniranost, neustreznost elementov, pregrevanje zaradi nepravilne ali pretesne montaže, pregrevanje zaradi vrtilčnih tokov itd.

Vse pomanjkljivosti, odkrite ob prevzemu naprave ali v garancijskem roku, bo dobavitelj na osnovi prepričljivega termografskega poročila odpravil brezplačno.

Popolno, nazorno in pregledno poročilo omogoča vzdrževalcem kvalitetno pripravo na popravilo. Vsebovati mora lokacijo pregleda, naziv in oznako elementa, termogram in fotografijo, opis napake, pomembne temperature, morebitno grafično analizo in priporočilo za prioriteto ukrepanja. Ključno je, da to poročilo dobi v roke vzdrževalec, ki bo izvedel popravilo. V poročilu naj bo prostor, ki ga izpolni vzdrževalec ob popravilu. Vanj zapiše svoja opažanja in izvedene ukrepe. Skrbno dokumentiranje napak omogoča spremljanje stanja naprav, ki jih iz različnih vzrokov ni mogoče takoj popraviti. Poročilo naj bo pripravljeno tudi v elektronski obliki, ki omogoča hitro distribuiranje v celoti ali delno na posamezne lokacije.

Ko je enkrat vzpostavljena baza pregledov, lahko analizirate, katere so najpogostejše napake, na katerih lokacijah se pojavljajo in zakaj. Tako lahko planirate zalogo rezervnih delov, izločite dobavitelje slabih komponent itd.

6. Zaključek

Infrardeča termografija prevzema vidno vlogo v prediktivnem vzdrževanju. Kako velika je ta vloga, je odvisno od izbire in kvalitete vzpostavljenega programa termografskih pregledov.

Kvaliteten program omogoča pravočasno ukrepanje in prihrani podjetju neprecenljiva sredstva. Napačna odločitev je najdražja odločitev.

Literatura

Termografska poročila Terving termografija d.o.o.
www.terming.si
www.irinfo.org/Articles/article_10_1_2006_cawfield.html
www.prothermographer.com/new_page_1.htm
www.irinfo.org/articles/article_elements.html