

Uvajanje tehnične diagnostike v papirnici

Darko CAFUTA

■ 1 Uvod

V prispevku želimo predstaviti nekajletne izkušnje pri uvajanju tehnične diagnostike in vzdrževalnih del v papirnici GORIČANE, to je vse od leta 1980 do leta 2007. V tem obdobju je papirnica doživljala številne spremembe in različne posege v delovanje papirnih strojev. Osnovna cilja za uspešnost podjetja pa sta bila učinkovita proizvodnja papirja in proizvodnja toplote in energije.

V začetni fazi so bila delovna sredstva (papirni stroj, parni kotel) v slabem tehničnem stanju. Kot je v literaturi še posebej poudarjeno, je potrebno za uvedbo učinkovitega preventivnega vzdrževanja najprej izboljšati delovna sredstva in odpraviti tehnične napake in šele nato pričeti s preventivnim vzdrževanjem [1 do 6].

Za strategijo uvajanja preventivnega vzdrževanja se je odločilo vodstvo tovarne, ki se je zavedalo, da se s tem ne da doseči takojšnjih rezultatov. Potrebna sta bila analiza stanja in oblikovanje skupine za preventivno vzdrževanje kakor tudi ustrezni posegi v obnovo papirnega stroja.

Izvedena je bila analiza pojavljanja napak in kako delovanje papirnega stroja vpliva na kakovost proizvedenega papirja. Nabavili so se instrumenti za meritve vibracij in usposobili delavci za delo z napravo za nastavljanje soosnosti gredi. Pregled napak je bil tudi osnova za ugotovitev razpoložljivosti stroja. Nekateri informacijski podsistemi so v vzdrževanju že delovali (zaloge rezervnih delov, zapisi o popravilih

valjev in črpalk), dodal se je le informacijski sistem za izdajanje delovnih nalogov. S tem se je preprečilo delo brez izdanih nalogov in začelo se je zasledovanje stroškov po strojih in napravah.

Pri analizi papirnega stroja smo si postavili za cilje odpraviti šibke točke, ki so povzročale zastoje, slabo kakovost papirja in zmanjševale kapaciteto. Z delnim reševanjem smo leta 1994 pričeli odpravljati najbolj akutne napake na stroju, ki so predvidevale tudi predelave papirnega stroja.

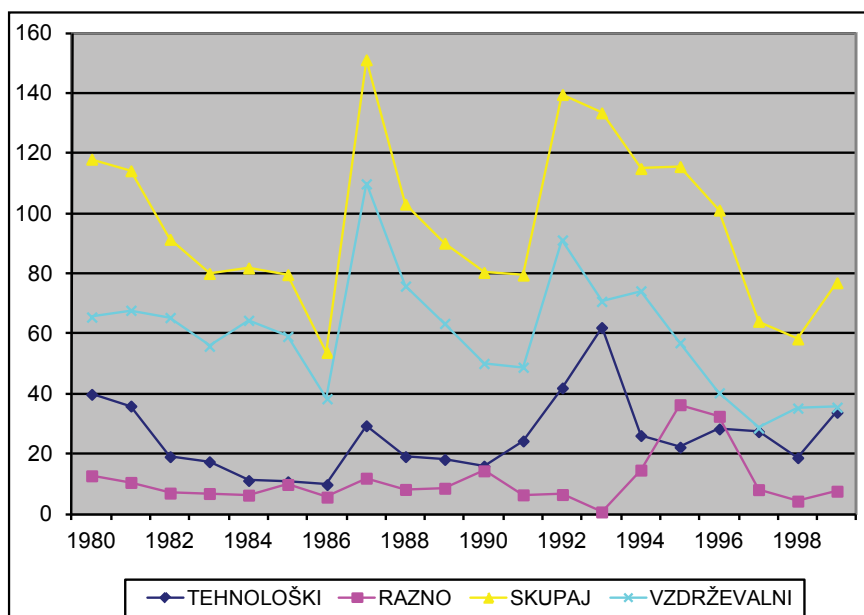
Seveda pa si je bilo potrebno najprej izpopolniti znanje s področja vzdrževanja. Pri tem smo si pomagali z literaturo in obiski sorodnih papirnic v tujini, ki so uspešno poslovale. Znanje pa si je bilo mogoče pridobiti na specializiranih delavnicah, kongresih papirne branže ter s sodelovanjem s strokovnjaki branže. Vključene so bile tudi svetovalne organizacije, ki pa

niso bile poceni. Tudi pri velikih proizvajalcih strojev za papirno industrijo, v Evropi sta dva, eden na Finskem in drugi v Nemčiji, imajo veliko znanja o kakovosti papirja in vzdrževalnih problemih, vendar tudi znanje ni zastoj. V ta namen smo po vzgledu drugih papirnic po letu 1994 oblikovali skupino za »monitoring« – nadzorno skupino, ki je zbirala podatke o stanju papirnega stroja. Kar je pomenilo pričetek preventivnega vzdrževanja.

■ 2 Pregled zastojev papirnem stroju v obdobju 1980–1999

Zaradi različnih pogojev, pri katerih je obratoval papirni stroj, je pregled zastojev razdeljen v štiri obdobja:

- 1980–1986,
- 1987–1991,
- 1992–1994,
- 1994–1999.



Slika 1. Vzdrževalni, tehnološki in skupni zastoji na papirnem stroju (v urah na mesec)

Darko Cafuta, dipl. inž., Ljubljana

V letih 1980–1986 so se unesle začetne napake papirnega stroja, zgrajenega leta 1975. Tudi vzdrževalci so vedno bolj spoznavali stroj. Zmanjšali so se časi zastojev zaradi vzdrževanja ter zastoji zaradi tehnološkega procesa. Skupno je bilo za 60 ur zastojev na mesec pri neprekinjenem delovanju. Pri tem je treba upoštevati, da je stroj obratoval le s hitrostjo 400 m/min.

Med letom 1987–1991 je bila takoj na začetku izvedena velika rekonstrukcija papirnega stroja, hitrost pa povečana na 600 m/min. Pojavljati se začnejo začetne napake, čas za vzdrževanje je narasel na rekordnih 110 ur na mesec, skupni čas zastojev pa na 150 ur na mesec.

V tretjem obdobju med leti 1992–1994 je nastopilo za tovarno krizno obdobje. Razpadel je jugoslovanski trg, svetovni trg papirja je bil v recesiji. Papirni stroj smo zaustavljali in poganjali, to pa se je odražalo v povečanem številu okvar. Izredno se je povečalo število zastojnih ur zaradi tehnoloških zastojev. Leta 1994 je proizvodnja zopet stekla normalno, normalizirali so se tudi tehnološki zastoji.

V zadnjem obdobju med leti 1995–1999 so se časi za vzdrževalne zastojne ure pričeli počasi zmanjševati, saj je že teklo uvajanje preventivnega vzdrževanja. Na papirnem stroju so se začele odpravljati konstrukcijske napake. Tudi skupne zastojne ure se pričnejo počasi zmanjševati, vendar počasneje kot vzdrževalne.

V letih 1995–1996 so se povečali zastoji z oznako »razno«. K tem so takrat pričeli dodajati tudi okvare, ki so nastale zaradi poškodb valjev in nerazčiščeni zastoji (ki se jih ni dalo opredeliti niti kot vzdrževalne niti kot tehnološke).

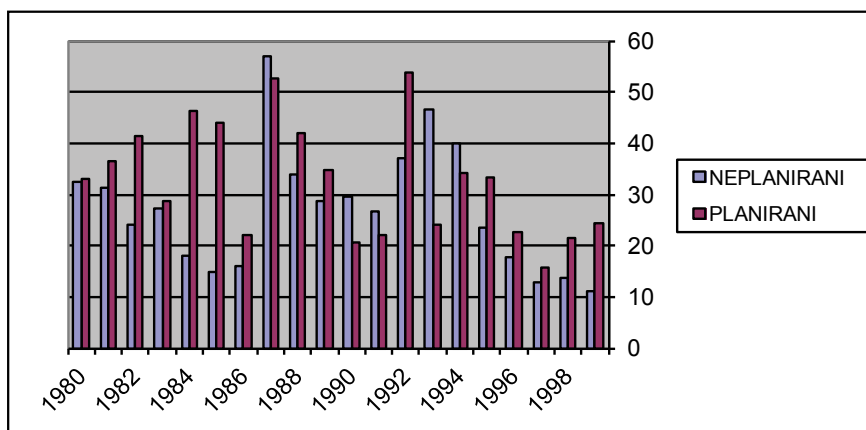
Leta 1996 so se prvič po 10 letih zmanjšali časi vzdrževalnih zastojev na nivo iz leta 1986 (40 ur) in ravnno tako skupni zastoji na 60 ur. Ta nivo se je obdržal do leta 1999, ko so se pojavili problemi s trganjem napeljevalnih vrvi, kljub temu da je

bil sistem leta 1998 rekonstruiran, ni bil optimiran.

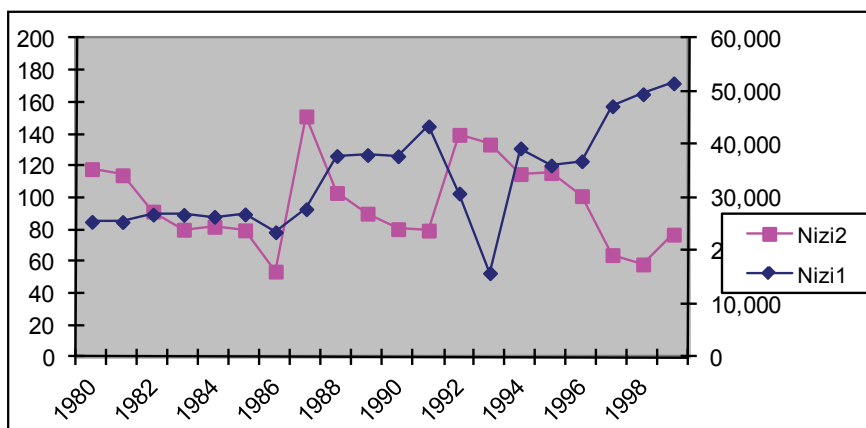
Preventivno vzdrževanje v papirnici je po letu 1994 prineslo vidne rezultate, kot to kaže diagram na *sliki 2*, kjer je viden značilen padec tako planiranih kot neplaniranih ur vzdrževanja.

Tudi pri proizvodnji papirja se v zadnjih letih vidi povečanje proizvodnje ob hkratnem zmanjšanju skupnih ur zastojev (*slika 3*).

pirja) na papirnem stroju. Upoštevati je potrebno tudi čas čiščenja stroja, če papirnica izdeluje barvne papirje. Pokazalo se je, da je papirnica GORIČANE pod evropskimi kazalniki za razpoložljivost papirnega stroja (aprila 1995 celo 66,8 %, vendar je potrebno upoštevati 2-dnevno zamenjavo novega pick-up valja). V letu 1995 se je dalo doseči razpoložljivost 70 %, vendar so bili za leto 1996 že načrti doseči 75-odstotno razpoložljivost. Povečanje razpoložljivosti se



Slika 2. Razmerje med planiranimi in neplaniranimi vzdrževalnimi urami



Slika 3. Soodvisnost proizvodnje papirja (v tonah) in skupnih zastojnih ur

■ 3 Razpoložljivost in učinkovitost papirnega stroja

Z razpoložljivostjo sistema za izdelavo papirja je opredeljen delež časa, ko je sistem pripravljen za proces. Po podatkih je razpoložljivost papirnic v zahodni Evropi in Skandinaviji med 82–92 %. Pri tem je treba upoštevati, kakšno vrsto papirja izdeluje določena papirnica in kolikokrat menjuje program (vrsto pa-

neposredno kaže v uspešnosti podjetja. Petodstotno povečanje razpoložljivosti je takrat pomenilo za podjetje okrog pol milijona evrov večji dobiček.

Za povečanje razpoložljivosti je podjetje ustanovilo pet vzdrževalno-proizvodnih timov, ki so ugotavljali, kako z organizacijskimi posegi in z manjšimi investicijami doseči večje učinke. Na osnovi predlogov so se pripravili plani investicij po letih. Leta 1996 smo zamenjali sklop za

navijanje papirja, ki je povzročal izredno veliko zastojev. Z zamenjavo je papirnica takrat zmanjšala potrebe po vzdrževanju, povečala zanesljivost procesa izdelave papirja. Trdota papirja je bila v predpisanih tolerancah in izmet se je zmanjšal. V nadaljnjih letih je podjetje kupilo še rezervne dele, nove valje in nekaj reduktorjev za zamenjavo, kar je omogočilo hitrejše popravilo ob okvarah z enostavno zamenjavo okvarjenih delov. Leta 1998 pa je bil zamenjan premazni agregat, saniralo pa se je še nekaj drugih ozkih grl.

Razpoložljivost papirnega stroja je odvisna od:

- hitrosti stroja,
- deleža dobrega izdelka,
- časa delovanja stroja,
- izkoriščenosti papirnega stroja.

Pri tem je razpoložljivost papirnega stroja opredeljena kot razmerje med časom delovanja in razpoložljivim časom, zmanjšanim za čas zastojev:

$$A = \frac{\text{čas delovanja stroja (celotni razpoložljivi čas - čas zastojev)}}{\text{čas zastojev}} \times 100 \text{ v [\%]}$$

Zastoji nastanejo zaradi planiranega ali neplaniranega vzdrževanja ter zaradi tehnoloških ali obratovalnih razlogov. Če ni na voljo vseh energentov (para, elektrika, zemeljski plin, stisnjen zrak ter tehnološka voda), nastanejo tudi zastoji papirnega stroja zaradi pomanjkanja energentov.

Celotna učinkovitost papirnega stroja je tako:

$$CE (OEE) = A \times P \times Q$$

kjer so:

- A – razpoložljivost stroja
- P – zmanjšana proizvodnja zaradi zmanjšanja hitrosti stroja
- Q – zmanjšana proizvodnja zaradi slabe kakovosti izdelka

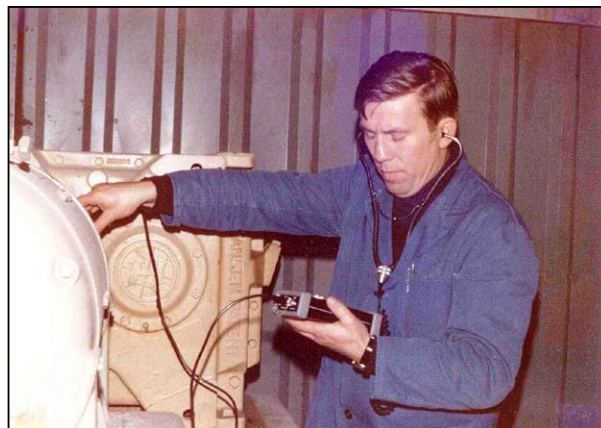
S tako izraženo učinkovitostjo papirnega stroja se lahko primerjajo produktivnosti papirnih strojev s podobnim programom (vrste papirja) in na podobnih širinah papirnih

strojev. Ta podatek takoj pove, kako je stroj vzdrževan, kako opravlja svoje delo oddelek vzdrževanja, kako je urejena tehnologija izdelave papirja in izurjena posadka papirnega stroja. Seveda vpliva tudi energetski oddelek, ki skrbi za dobavo energentov.

Papirnica je v obdobju med 1995 in 2007 dosegala visoko učinkovitost (OEE) papirnega stroja:

1995 (april):	66,8 %
1998:	80,3 % (maksimalna mesečna celo 85 %)
2001:	72,4 % (predelava stroja na 800 m/min)
2002:	76,0 %
2003:	80,67 %
2004:	81,3 %
2005:	77,1 %
2006:	70,2 % (predelava stroja na 1000 m/min)
2007:	76,4 %

Posamezne papirnice ne objavljajo več podatkov o celotni učinkovitosti in razpoložljivosti papirnih strojev. Vendar pa te podatke še vedno zbirajo proizvajalci strojev za »svoje« stroje. Tako je zgrajena baza podatkov, ki je anonimna. Po želji pa ti samo povedo, kje si s celotno učinkovitostjo papirnega stroja v primerjavi z drugimi. Seveda so vedno pripravljeni pomagati pri analizi in nasvetih, kaj je potrebno urediti, da se CE (OEE) poveča.

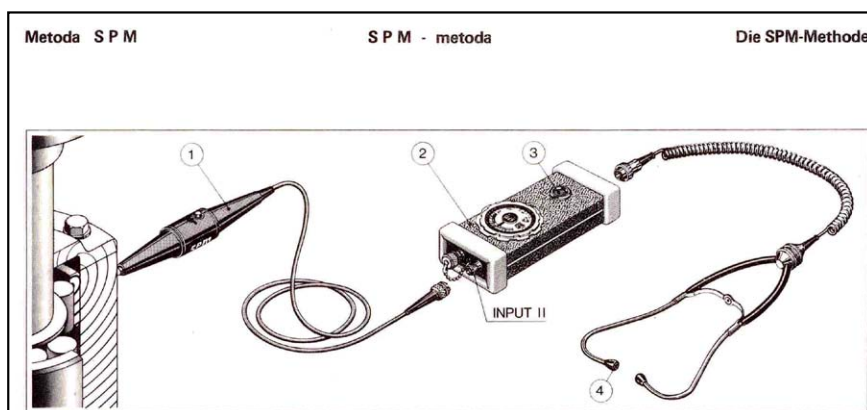


Slika 4. Naprava za merjenje vibracij leta 1977

Na razpoložljivost papirnega stroja značilno vpliva hitrost stroja. Pri določenih hitrostih se na stroju pojavijo vibracije in hitrost je potrebno zmanjšati. Vzroki so različni: slabo vzdrževanje, obraba, pregrevanje motorjev in podobno. Da bi lahko ugotovili vzroke in preprečili vibracije, smo uvedli tehnično diagnostiko.

Papirnica Goričane je leta 1977 kupila prvi instrument za merjenje vibracij SPM. Takoj je pričela z meritvami stanja ležajev.

Danes se kontrolira stanje ležajev s tehniko udarnih impulzov in s senzorji, ki omogočajo FFT-analizo vibracij. Poleg tega je bila leta 1990 podpisana pogodba o sodelovanju s specializirano firmo za meritve vibracij in za izvajanje kontrolnih meritev (trikrat na leto) ter meritev pri pojavu motenj na papirnem stroju. Monitoring skupina si je ustvarila bazo podatkov o ležajih, na osnovi katerih lahko napovedo čas do zastoja, tako da se lahko popravilo vključi v planirani zastoj in ni potreb-



Slika 5. Merjenje vibracij ležajev marca 1980 (foto: D. Cafuta, arhiv)

nih dodatnih ur zastoja. Nabavili so se tudi instrumenti za merjenje puščanja medijev z metodo ultrazvoka in kamere za termografijo. Tudi tukaj smo uporabljali meritve zunanjih inštitucij, če sami nismo mogli rešiti problemov. Meritve kvalitete olja smo prepuščali specializiranim laboratorijem dobaviteljev maziv.

■ 4 Sklep

Če želimo uvesti preventivno vzdrževanje v tovarni, v kateri so starejši stroji in naprave, je potrebno delovna sredstva najprej izboljšati in jih približati stanju novih naprav. Če teh izboljšav ne izvedemo, se bodo stroji kvarili in s preventivnim vzdrževanjem ne bomo dosegli zelenih ciljev. Splošno velja ocena, da se pri več kot 70 % vzdrževalnih ur za popravilo nepredvidenih okvar ne da brez večjih stroškov in izboljšav strojev uvesti učinkovitega preventivnega vzdrževanja.

Opraviti je potrebno temeljit pregled tehničnega stanja delovnega sredstva in ga temeljito izboljšati. Če to ni mogoče ali pa ekonomsko neupravičeno, je potrebno zamenjati celotno delovno sredstvo.

Po nekaj letih uspešnega uvajanja preventivnega vzdrževanja se je obseg del in stroškov za vzdrževanje pričel zmanjševati. To se je pokazalo tudi v obravnavanem obdobju

1980–1999 v papirnici GORIČANE. Vendar po to ni bil konec izboljšav papirnega stroja. Leta 2001 je sledila predelava papirnega stroja na 800 m/min in potem leta 2006 na 1000 m/min. Vendar pa se ravno zaradi tega, kar smo se naučili v obdobju 1980–1999, niso dogajale tako drastične spremembe, saj so bile predelave dobro pripravljene.

Število ur zastojev se je v letu 1996 zmanjšalo za 10 %, kar je bil prvi znak, da se ukrepi uvajanja preventivnega vzdrževanja že poznajo.

Leta 1997 pa se je število zastojnih ur zmanjšalo kar za 40 % glede na leto 1995, kar pa je pomenilo, da je program uvajanja preventivnega vzdrževanja zaživel. Izvedlo se je precej investicij, ki so se leta odlašale, kupili so se rezervni deli in novi valji in nekaj reduktorjev za zamenjavo (da ni bilo potrebno popravljati okvarjenih) in so se lahko ob okvari samo zamenjali.

Leta 1998 smo zamenjali celotni sklop premaznega agregata in sanirali druga ozka grla. Nove naprave niso imele začetnih okvar, tako da se število vzdrževalnih zastojnih ur ni povečalo v primerjavi s prejšnjim letom. Pokazalo se je, kako pomembna je izbira preizkušene firme za dobavo novih postrojev in dobra in temeljita priprava investicije.

Najceneje pa je, da so v tovarni strokovnjaki v vzdrževanju, ki znajo analize in ukrepe za ureditev izdelati sami. Seveda pa jih je potrebno izobraževati in izuriti, da znajo uporabljati naprave za tehnično diagnostiko. Vse parametre celotne učinkovitosti pa je treba dnevno zasledovati, da lahko vzdrževanje takoj prične s korektivnimi ukrepi za izboljšavo stanja, na katero ima vpliv. Seveda se morajo dnevno o tem pogovarjati strokovnjaki z več področij, saj so okvare ali napake na papirnih strojih zelo kompleksne.

Literatura

- [1] Alan Wilson, Asset Maintenance Management; A Guide to developing Strategy & Improving Performance, Conference Communication, 1999.
- [2] A. Kelly, Maintenance strategy, Butterworth Heinemann, 1998.
- [3] J. Moubray: Reliability-centered Maintenance, Butterworth-Heinemann, 1995.
- [4] Condition Monitoring Methods and Technique Training Manual, Idcon Inc.
- [5] J. Marolt: Organizacija vzdrževanja delovnih sredstev, Moderna organizacija, Kranj, 1990.
- [6] Christer Idhammar: Cut costs or improve reliability, PPI, april 2009.



industrijski
forum IRT
www.forum-irt.si

5. industrijski forum
Inovacije, razvoj, tehnologije **2013**



Jubilejni 5. industrijski forum IRT bo v 2013 prvič tridnevni dogodek, saj bo pod svojim okriljem gostil mednarodni forum orodjarjev 4. forum ISTMA Europe na katerem se pričakuje tudi udeležba najvidnejših političnih predstavnikov z državne in evropske ravni.

Portorož,
10. – 12. junij 2013

Dodatne informacije in prijava na dogodek:
Industrijski forum IRT, Motnica 7 A, 1236 Trzin
tel.: 01/5800 884 | faks: 01/5800 803
e-pošta: info@forum-irt.si www.forum-irt.si

www.forum-irt.si