

Vloga vzdrževanja pri doseganju stroškovno učinkovite proizvodnje: študija primera papirniškega stroja

Viktor Lovrenčič, C&G d.o.o. Ljubljana viktor.lovrencic@c-g.si

Damjan Maletič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, damjan.maletic@fov.uni-mb.si

Boštjan Smrekar, Papirnica Vevče d.o.o., bostjan.smrekar@papier-vevce.si

Roman Habjan, Papirnica Vevče d.o.o., roman.habjan@papier-vevce.si

Matjaž Maletič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, matjaz.maletic@fov.uni-mb.si

Basim Al-Najjar, School of Engineering, Linnaeus University, basim.al-najjar@lnu.se

Boštjan Gomišček, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, bostjan.gomiscek@fov.uni-mb.si

Struktura predstavitve



- ◎ Uvod
- ◎ Teoretična izhodišča – VBM in DPN
- ◎ Študija primera
- ◎ Sodobne rešitve za podporo odločanju v procesih vzdrževanja

Uvod



- © V današnjem izredno dinamičnem in hitro spreminjajočem se okolju, je globalna konkurenca organizacije privedla do vse višjih zahtev v proizvodnji (Miyake in Enkawa, 1999).
- © Vzdrževanje se v zadnjem času vse bolj smatra kot dejavnost, ki ima velik doprinos pri uresničevanju ciljev organizacije za doseganje nižjih stroškov in uspešnosti poslovanja.
- © Primerno vzdrževanje delovnih sredstev je ključnega pomena pri doseganju uspešnosti in učinkovitosti poslovanja; stroški vzdrževanja lahko predstavljajo od 15 do 40 odstotkov proizvodnih stroškov (Dunn, 1987).

Uvod



- ⊙ Pomembnost primerne politike in strategije vzdrževanja pri stalnem izboljševanju proizvodnih in vzdrževalnih procesov!
- ⊙ Dejavnosti vzdrževanja imajo vpliv na sposobnost proizvodne organizacije za ohranjanje konkurenčnosti. Hitra dobava proizvodov visoke kakovosti ob sprejemljivih stroških, je cilj, ki ga organizacija težko izpolni pri neprimerno vzdrževani opremi.
- ⊙ Organizacije se vse bolj zavedajo pomembnosti uporabe sodobnih pristopov vzdrževanja:
 - ❖ Vzdrževanje glede na stanje (Condition based Maintenance - CBM)
 - ✓ Vibration based maintenance (VBM)
 - ❖ Delo pod napetostjo (DPN)

Uvod



- © Namen referata je izpostaviti pomembnost vloge vzdrževanja pri doseganju konkurenčne prednosti, s poudarkom na stroškovni učinkovitosti procesov vzdrževanja....

... z vidika strojnih in električnih okvar.

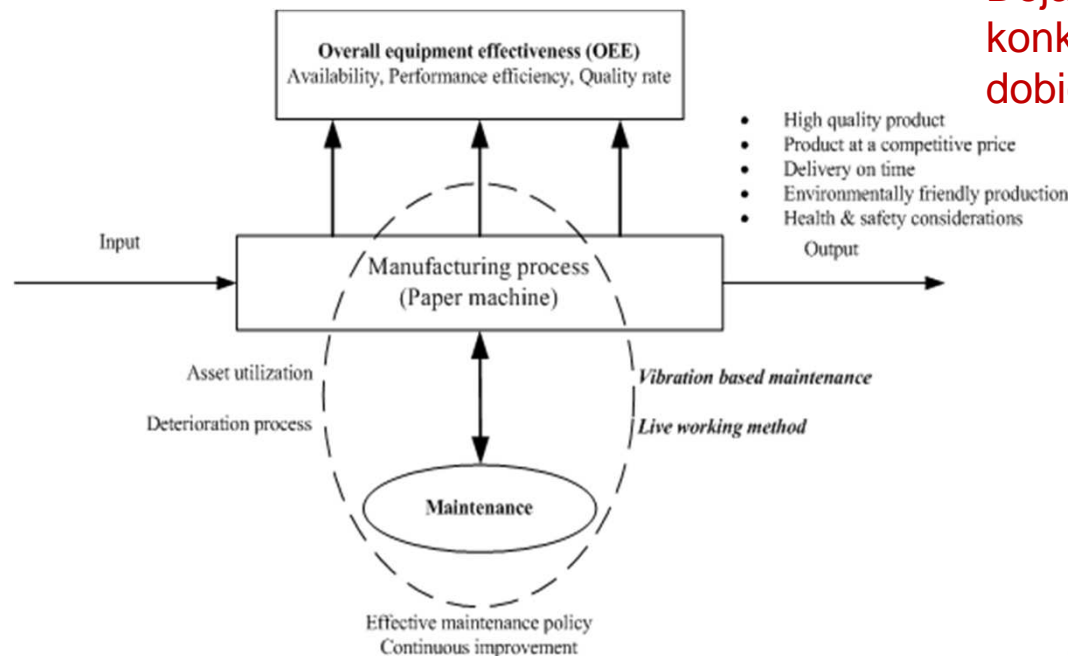
- © V tem kontekstu referat obravnava prednosti in koristi sodobnih metod vzdrževanja, s poudarkom na VBM in DPN.

Teoretična izhodišča – VBM in DPN



- © Vzdrževanje ima vse večjo vlogo v organizaciji, predvsem z vidika razumevanja doprinosa pri zagotavljanju: razpoložljivosti, stroškovne učinkovitosti in uspešnosti procesov, kakovosti proizvodov, varnosti in doseganju visoke produktivnosti (Al-Najjar, 1997).

Dejavniki, ki vplivajo na konkurenčnost in dobičkonosnost!



Teoretična izhodišča – VBM in DPN



- ⊙ S pomočjo sodobne tehnične diagnostike, kot je merjenje vibracij (ang. Vibration based maintenance - VBM) lahko organizacija učinkovito prepreči neplanirane zaustavitve.
- ⊙ Merjenje vibracij je najbolj pogosto uporabljena tehnika vzdrževanja glede na stanje (CBM) v procesnih industrijah (i.e. papirnica).
- ⊙ V nadaljevanju so naštetih nekateri dejavniki (v povezavi s pristopi CBM/VBM), ki jih je potrebno upoštevati z vidika stroškovne učinkovitosti:
 1. Pogosto pomanjkanje informacij, ki dokazujejo ekonomsko upravičenost
 2. Učinkovita identifikacija problemov in rešitev s pomočjo CBM, vendar ne dobimo informacije katera rešitev je z vidika stroškov najbolj učinkovita
 3. Pogosto pomanjkljivi podatki (pomembnost uporabe skupne baze podatkov)

Teoretična izhodišča – VBM in DPN



4. Nerazumevanje razlik med merjenjem in spremljanjem stanja opreme (condition monitoring - CM) in pristopom vzdrževanja glede na stanje.
5. Točnost CM signalov in meritev
6. Pomembnost uporabe tako tehničnih kot ekonomskih kazalnikov

Vpliv vzdrževanja (CBM/VBM/DPN) na poslovanje organizacije

- © Manj okvar --- krajši čas zastojev --- daljši čas proizvodnje --- višja produktivnost --- posledično --- višja profitna marža --- kar vodi do --- višjega dobička --- in --- konkurenčne prednosti.

Teoretična izhodišča – VBM in DPN



- ⊙ Stroškovno učinkovitost izboljšav (bodisi na podlagi CBM/VBM ali DPN) lahko preverimo s pomočjo naslednjega izračuna (Al-Najjar, 2007):

$$C_e = 1 - \frac{C_a}{C_b}$$

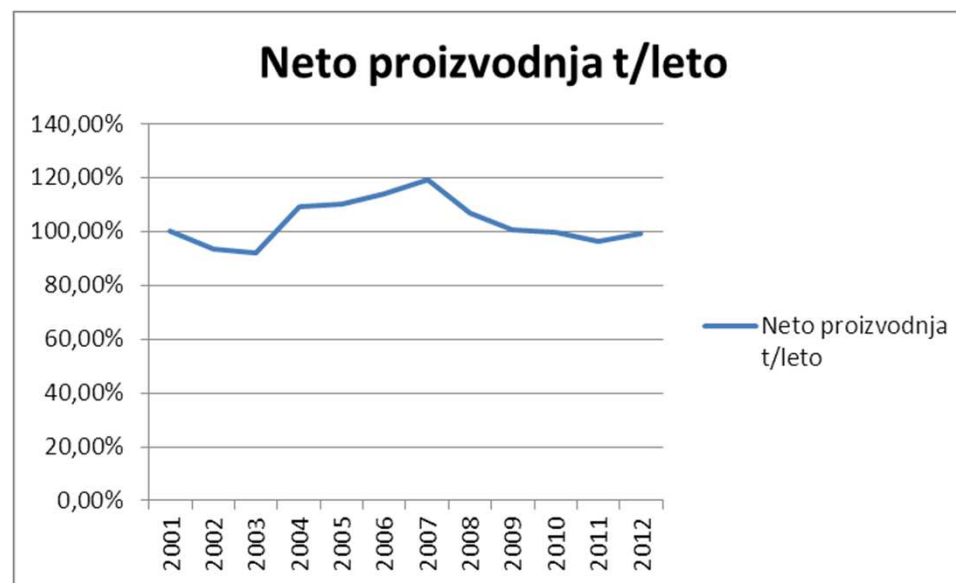
C_e – stroškovna učinkovitost

C_a – povprečni stroški na časovno enoto po izboljšavi

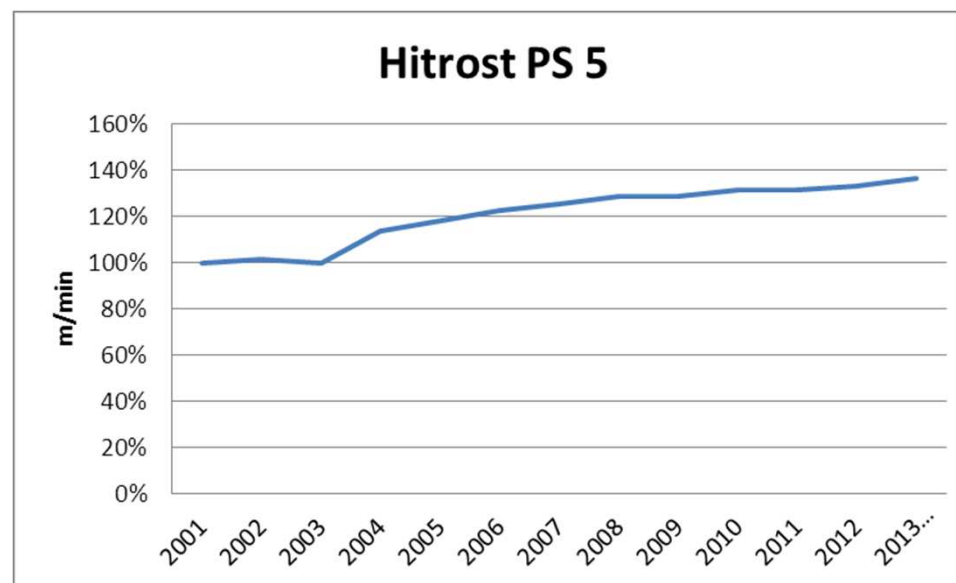
C_b – povprečni stroški na časovno enoto pred izboljšavo

- ⊙ Na začetku pričakujemo, da je zaradi začetnih stroškov $C_e > 0$
- ⊙ Po začetnem obdobju učenja pa naj bi C_e bil večji kot 0, i.e. $C_b > C_a$
- Potrebno je upoštevati vse „prihranke“ dosežene s pomočjo bolj učinkovite politike vzdrževanja!

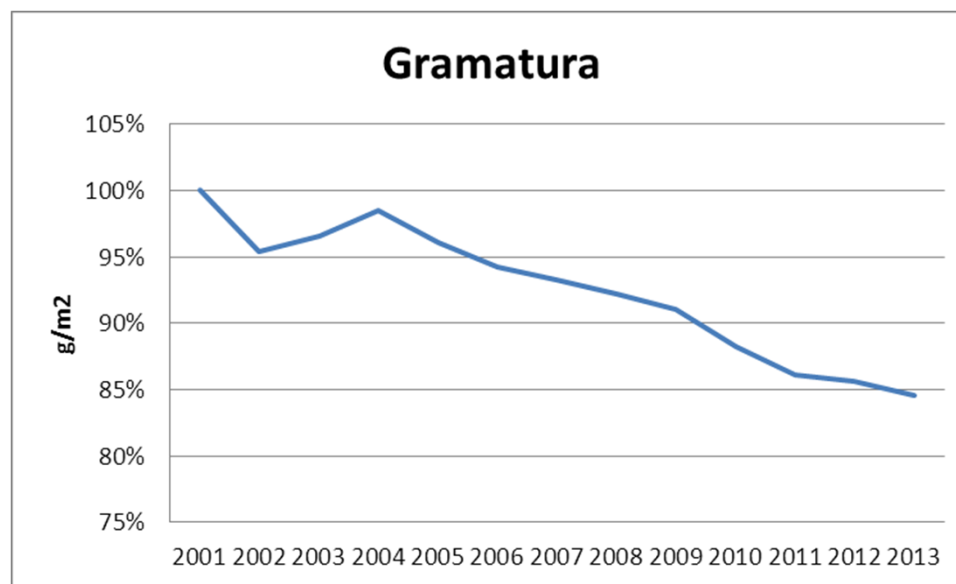
Študija primera



Študija primera



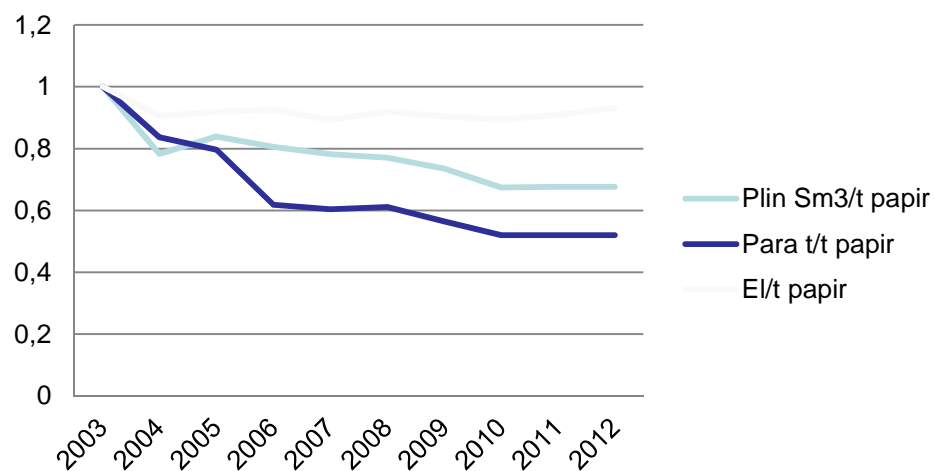
Študija primera



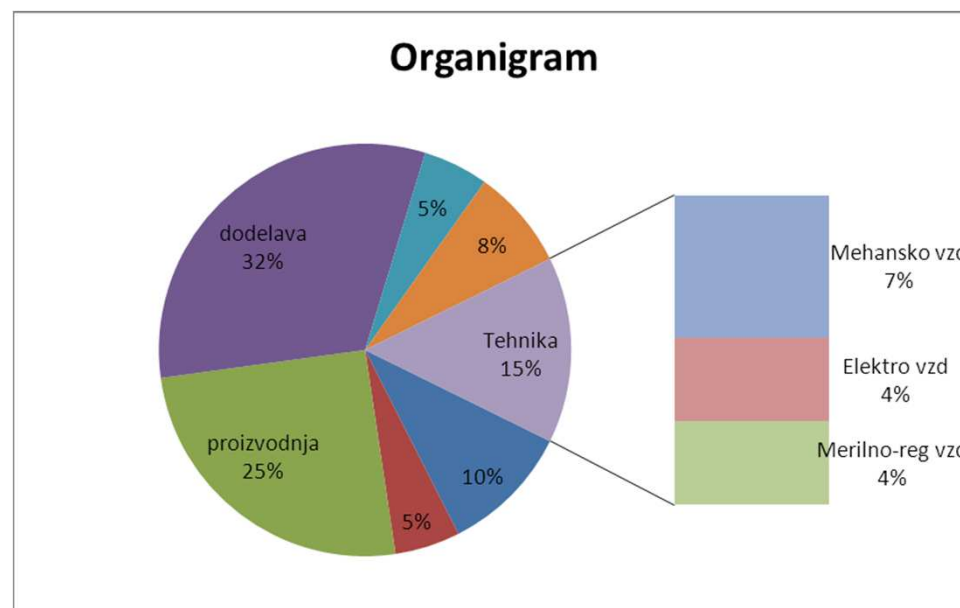
Študija primera



Energetika.net



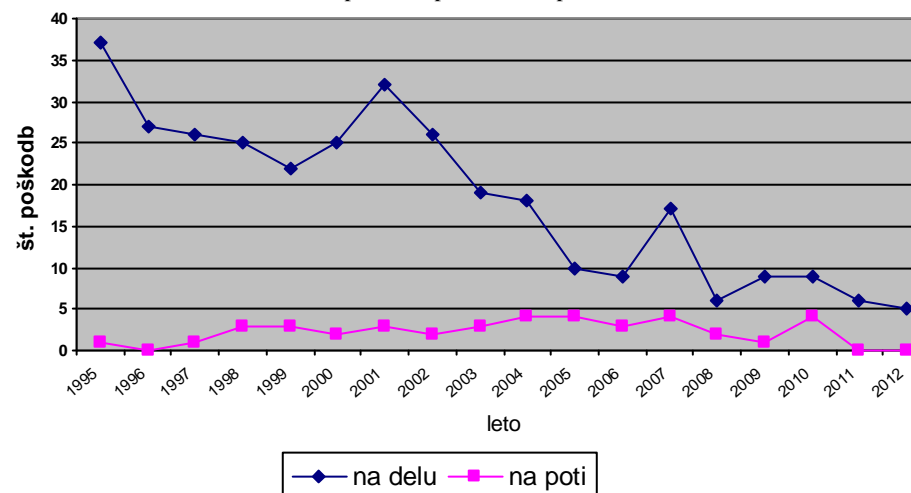
Študija primera



Študija primera



Statistika poškodb pri delu v Papirnici Vevče

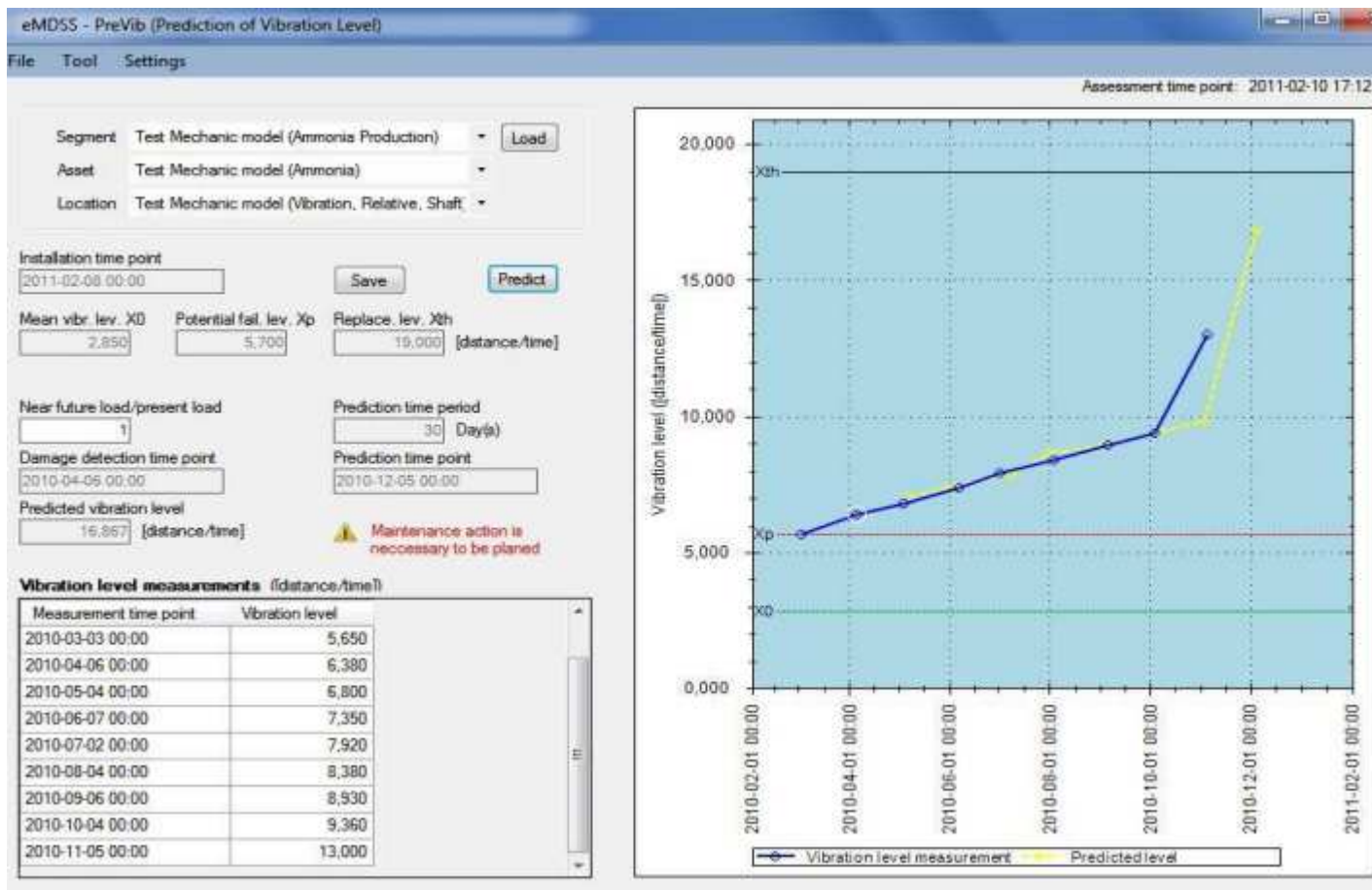


Sodobne rešitve za podporo odločanju v procesih vzdrževanja



- ◎ Sodobne IKT rešitve omogočajo sistematičen pristop in bolj poglobljen pogled na vzdrževalno funkcijo za uveljavitev in doseganje stroškovne učinkovite politike vzdrževanja predvsem z:
 - ❖ Uporabo „real-time“ podatkov, analiz in odločitev,
 - ❖ Natančnim spremljanjem stroškov investicij na področju vzdrževanja,
 - ❖ Analizo/napovedovanjem trendov CM parametrov,
 - ❖ Učinkovitejšim ukrepanje v zgodnji fazi; preden pride do okvare,
 - ❖ Oceno vpliva dejavnosti vzdrževanja na poslovanje organizacije,
 - ❖ Enostavnim in hitrim pregledom nad stroški in možnimi prihranki (prihranki povezani z implementacijo stroškovno učinkovitejše politike vzdrževanja),
 - ❖ Pregled nad učinkovitostjo v različnih časovnih periodah (e.g. skupna učinkovitost opreme - OEE).

Sodobne rešitve za podporo odločanju v procesih vzdrževanja



Sodobne rešitve za podporo odločanju v procesih vzdrževanja



Maintenance Savings

File

Segment: DP10, Engine production

Previous period start time point: 2007-01-01 00:00:00 [Load]

Current period start time point: 2007-07-01 00:00:00

Current period end time point: 2008-09-03 00:00:00

Assessment time point: 2008-09-25 08:27:11

Profit margin previous period: 200 SEK/Tons

Production rate current period: 30,434 Tons/Hour

Production time current period: 990,0 Hour(s)

Failures		Average failure time		Short stoppages	
previous period	current period	previous period	current period	previous period	current period
14	17	2,2	5,6	1	1
Average failure time previous period: 2,2 Hour(s)		Number of failures previous period: 14		Average short stoppage time previous period: 25,0 Hour(s)	
Saving (Loss): -40521,4 SEK/Year		Saving (Loss): -354011,2 SEK/Year		Saving (Loss): 0,0 SEK/Year	

Quality production

Quality rate previous period: 0,987

Quality rate current period: 0,987

Saving (Loss): 600,0 SEK/Year

User defined expenses (SEK/Year)

Type of expense	Previous period	Current period	Saving (Loss)	Include

Total saving (Loss): -393932,5 SEK/Year

Potential saving: 6910825,7 SEK/Year

Rate of total saving to potential saving: -5,700 %

Maintenance investment

Total investment: 3000000 SEK

Investment per period: 1500000,0 SEK/Year

Rate of saving to investment: -26,262 %

Depreciation period: 2 Year(s)

Profit (Loss): -1893932,5 SEK/Year

Rate of investment to potential saving: 21,705 %

Segment OEE

Previous period	Current period	Difference
2,070	1,886	-0,184

Assess

Sodobne rešitve za podporo odločanju v procesih vzdrževanja



Alternative Simulations

File

Segment: JTD Engine Head Line (OP10) Reference period: 2007-01-08 00:00:00 - 2007-06-07 00:00:00 Anticipated period: 2007-06-08 00:00:00 - 2008-01-08 00:00:00

Reference Alternative 1 Alternative 2 Alternative 3 Results

Investments alternative summaries

	Total saving (Loss) [currency/period]	Profit (Loss) [currency/period]	Rate of saving to investment %	Potential saving [currency/period]	Type of investement	Conf. level %
Alternative 1	127433,0	123035,7	2898,0	1860278,1	3x sensing system	97
Alternative 2	66205,5	64006,9	3011,2	1700760,3	1x sensing	80
Alternative 3	46337,2	44871,4	3161,3	1505353,9	1x sensing and training	70

Sort alternatives according to...
 profit rate of saving to investment

Edinstvena uporaba DPN na NN v industriji v Evropi (PV)



PRIČAKUJEMO:

- ⊙ odpravo nelegalnega DPN (pogosta praksa v industriji)
- ⊙ uporabo preverjene metode DPN
- ⊙ boljšo usposobljenost delavcev
- ⊙ uporabo odobrenih orodij za DPN
- ⊙ uporabo osebne varovalne opreme za DPN
- ⊙ zavest delavcev, da se dela opravljajo pod napetostjo
- ⊙ spoštovanje predpisane dokumentacije za DPN
- ⊙ **zmanjšanje števila poškodb na delu**
- ⊙ zmanjšanje stroškov (bolniška odsotnost, tožbe in odškodnine)
- ⊙ **večjo učinkovitost izvajanja vzdrževalnih del**
- ⊙ **omejene primere prekinitve dobave el. energije strojni opremi**
- ⊙ **zadovoljstvo odjemalcev (npr. zahteve ISO 9001 in OHSAS 18001)**

Zgodovina uvajanja DPN na Vevčah



Dela izvajamo v skladu z zahtevami proizvodnega procesa ob upoštevanju zahtev VZD.

- © 2007 ustanovitev konzorcija DPN pod vodstvom C&G
- © 2007 Papirnica Vevče kot prva članica Konzorcija DPN – pristopi konzorciju in začne z uvajanjem sistema (sistemski priročniki)
- © 2008 usposabljanje vodje del za DPN na NN v HEP-NOC
- © 2010 usposabljanje el. vzdrževalcev DPN na NN v HEP-NOC
- © 2010 opravljene dve DPN aktivnosti na NN inštalacijah v PV
- © 2012 prvo obnovitveno usposabljanje v PV

DPN v PV (danes):

- 1x koordinator, 4x elektro vzdrževalec DPN na NN
- 2x DPN (2010), 2xDPN (2012), 4xDPN (2013)

Pričakovani učinki projekta DPN



Specifična izvedba ter zahteve po zanesljivosti delovanja opreme še posebej papirniških strojev s stališča **neprekinjenega obratovanja pri preventivnem vzdrževanju ključne opreme postavljajo v ospredje hitro in učinkovito odpravo napak za kar je DPN ena od kakovostnih in preverjenih rešitev.**

EVIDENTIRANA dela v PV:

- ◎ **Različna oprema:**
akumulatorske baterije, transformatorske postaje, MCC-ji, merilno regulacijski paneli,
- ◎ **Različne komponente:**
podnožje varovalk, odklopnik, rele/kontaktor, spončna letev, končno stikalo,...
- ◎ **Različna dela:**
pregledi, iskanje in odprava okvare/menjava, meritve, priklopi/odklopi,

Pogoji za izvedbo DPN na NN



Osebna varovalna oprema:

- ⊙ Čelada z vizirjem
- ⊙ Zaščitna obleka
- ⊙ Izolacijske rokavice
- ⊙ Zaščitne nadrokavice
- ⊙ Izolacijski čevlji



Zaščitna sredstva in orodje:

- ⊙ Izolacijski podlage
- ⊙ Izolacijske pregrade
- ⊙ Izolacijske folije
- ⊙ Izolacijski tulci
- ⊙ Izolacijsko orodje
- ⊙ Izolirano orodje
- ⊙ Prva pomoč



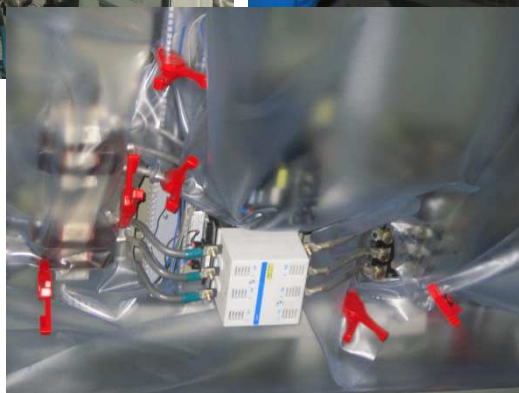
Primeri opreme (Papirnica Vevče)



B&B PAPIRNICA VEVČE

Zamenjava kontaktorja poz. B1 (pogon ventilatorja za prah 30 kW)

Zamenjava kontaktorja poz. A104 (stikališče PREMAZ)



Kaj je kazalec OEE?



Kazalnik skupna učinkovitost opreme (**OEE - Overall Equipment Effectiveness**) je postal znan v poznih 80 – ih in zgodnjih 90 - ih letih prejšnjega stoletja.

To je bil čas »benchmarkinga« na področju vzdrževanja in predstavitve TPM. Najprej je bila skupna učinkovitost opreme tesno povezana s TPM, zato je bila pogosto uporabljena za primerjanje učinkovitosti med podjetji.

Tovrstno primerjanje je lahko zavajajoče, saj bi potrebovali za primerjanje učinkovitosti delovnih sredstev ali linij med različnimi podjetji identična delovna sredstva in proizvode (Gomišček, 2010).

Kako izboljšati kazalec OEE?



Skupno učinkovitost opreme izračunamo kot produkt dejanskih vrednosti razpoložljivosti, uspešnosti delovanja in kakovosti.

Kazalnik **OEE = *razpoložljivost x zmogljivost x kakovost***, nam s pomočjo produkta treh faktorjev pokaže, kateri faktor predstavlja glavni vzrok za nizek delež OEE in na katero področje moramo usmeriti največ energije za uvedbo izboljšav.

Za izračun OEE lahko delovno sredstvo opazujemo poljubno dolgo npr. dan, teden, mesec. Prednost OEE je, da ne prikazuje le enega rezultata, temveč tri dejavnike, ki tvorijo rezultat in vsakega od njih lahko samostojno analiziramo in izboljšujemo (Gomišček, 2010).

ZAKLJUČEK



V PV je kazalec **OEE** neposredno povezan s **CBM/VBM** in **DPN**.

Oba elementa direktno vplivata na RAZPOLOŽJIVOST PS5, saj uvedba VBM (outsourcing) prinaša odličen monitoring in diagnostiko stanja rotirajočih strojev ter DPN (lastna izvedba) odlične pogoje preventivnega vzdrževanja brez prekinitve napajanja oz. proizvodnje.

ZAKLJUČEK:

Tako VBM kot DPN vplivata na izboljšanje kazalcev vzdrževanja in direktno vplivata na izboljšanje OEE.

RAZMISLEK in ZAKLJUČEK



Potrebno je preučiti možnost uveljavitve programsko podprtega sistema preventivnega vzdrževanja (CBM).

Potrebno je preveriti ali je ekonomsko opravičljivo uveljaviti monitoring in diagnostiko v delovnem okolju PV (PS5) z lastnimi strokovnjaki in lastno programsko premo.

Spodbujati je potrebno nadaljnji razvoj VBM in DPN v lastnem okolju, saj direktno vpliva na izboljšanje OEE!

VPRAŠANJA



HVALA ZA POZORNOST

LabelPaper
with IQ®

B&B
LABELS AND FLEXPACK
PRINZHORN GROUP

CG
C & G D.O.O. LJUBLJANA

 **Linnæus University**
Sweden


Univerza v Mariboru

Bled 2013