



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Elektroenergetika  
Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne  
inštalacije

# **INFORMACIJSKI SISTEM MAXIMO KOT ORODJE ZA UČINKOVITO PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE**

Mentor: mag. Marko Zivlakovič, univ. dipl. ing.  
Lektorica: Ksenija Pečnik, prof. slov.

Kandidat: Andrej Loboda

Lhan, marec 2020

## **ZAHVALA**

Iskreno bi se zahvalil mentorju mag. Marku Zivlakoviču za odzivnost, pomoč in vodenje ves čas pisanja diplomskega dela.

Obenem bi se rad zahvalil tudi mentorju v podjetju Boštjanu Mežnaršiču za izkazano pomoč in podporo pri raziskovanju preventivnega vzdrževanja.

Prav tako se zahvaljujem tudi dekletu Katji, družini in vsem sodelavcem, ki so na kakršenkoli način prispevali pri iskanju pravih odgovorov in rešitev.

## **IZJAVA**

Študent Andrej Loboda izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Marko Zivlakovič, univ. dipl. ing.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne 31.3.2020

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Diplomsko delo obravnava informacijski sistem Maximo kot orodje za učinkovito preventivno vzdrževanje v podjetju Danfoss Trata, d. o. o. Preventivno vzdrževanje predstavlja enega izmed ključnih dejavnikov za zagotavljanje nemotene proizvodnje, saj v primeru dobre kondicije proizvodne opreme nimamo težav z dobavljivostjo izdelkov do končnih kupcev. Na ta način lahko podjetje doseže zadane cilje in omogoča svojo nadaljnjo rast.

Ravno na tem področju smo zaznali problem v podjetju Danfoss Trata, d. o. o. V proizvodnji podjetja imamo veliko število nepredvidenih okvar strojev in naprav, saj nam izvajanje dovolj velikega števila preventivnih vzdrževanj predstavlja izziv. Če želimo optimizirati delo v proizvodnji, moramo zagotoviti čim manjše število nepredvidenih okvar, kar lahko storimo z nenehnim izvajanjem preventivnega vzdrževanja.

Cilj diplomskega dela je ugotoviti, na kakšen način zmanjšati številko okvar na napravah in ali nam lahko pri tem pomaga informacijski sistem Maximo, ter preveriti našo ničelno hipotezo, ki pravi, da lahko z informacijskim sistemom Maximo zmanjšamo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih naprav. Dejanski rezultati so v skladu s pričakovanji, kar pomeni, da se podjetje vedno bolj zaveda pomena preventivnega vzdrževanja in učinkovitosti uporabe novega informacijskega sistema Maximo.

## **KLJUČNE BESEDE**

- preventivno vzdrževanje,
- vzdrževanje,
- informacijski sistem,
- Maximo,
- proizvodno vzdrževanje.

## **ABSTRACT**

The diploma thesis is about the Maximo information system which serves as a tool for effective preventive maintenance at Danfoss Trata, Ltd.. Preventive maintenance is one of the key factors for ensuring smooth production. Good condition of production equipment ensures there are no problems with the availability of products for end customers. In this way, the company can achieve set goals and enables further growth of the company.

It was in this area where we detected a problem at Danfoss Trata, Ltd.. We have a large number of unforeseen failures in the production chain of the company, because the implementation of a sufficient number of preventive maintenance presents quite a challenge. In order to optimize production, we must ensure minimum number of unforeseen failures, which can be done by constantly performing preventive maintenance.

The aim of this thesis is to find out how to reduce the number of failures on devices and whether the Maximo information system can help us with this and to answer our null hypothesis, which says that with the Maximo information system we can reduce unforeseen failures and downtime of production. The actual results are in line with expectations, which means that the company is increasingly aware of the importance of preventive maintenance and the efficiency of using the new Maximo information system.

## **KEYWORDS**

- preventive maintenance,
- maintenance,
- information system,
- Maximo,
- maintenance in production.

## KAZALO

1 UVOD.....	1
1.1 Opredelitev problema.....	1
1.2 Namen, cilji in hipoteze .....	1
1.3 Predpostavke in omejitve .....	2
1.4 Metode dela.....	2
2 PREDSTAVITEV PODJETJA .....	2
2.1 Danfoss Trata .....	2
2.2 Danfoss .....	3
3 POMEN PROIZVODNEGA VZDRŽEVANJA .....	4
3.1 Pomen proizvodnega vzdrževanja za podjetje Danfoss Trata .....	5
4 OPREDELITEV PROBLEMOV .....	5
4.1 Metode vzdrževanja.....	5
4.1.1 Preventivno vzdrževanje .....	6
4.2 Informacijski sistemi.....	7
4.2.1 Informacijski sistem IBM Maximo.....	8
5 RAZISKAVA .....	10
5.1 Namen in cilj raziskave .....	10
5.2 Metode in tehnike dela.....	10
5.3 Terminski načrt opazovanja .....	10
5.4 Analiza opazovanja.....	11
5.5 Ugotovitve raziskave.....	17
6 PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE.....	19
6.1 Preventivno vzdrževanje na osnovi merjenih veličin.....	20
6.2 Prediktivno vzdrževanje .....	22
6.3 Povezljivost sistema Maximo s sistemom v planski službi.....	24
6.4 Grafično načrtovanje oddelka vzdrževanja.....	24
7 ZAKLJUČEK .....	25
8 LITERATURA IN VIRI .....	29

## KAZALO SLIK

Slika 1: Logotip podjetja Danfoss .....	3
Slika 2: Razdelitev preventivnega vzdrževanja.....	6
Slika 3: Maximo Anywhere .....	9
Slika 4: Primer seznama preventivnega vzdrževanja v sistemu Maximo .....	12
Slika 5: Napoved preventivnega vzdrževanja .....	12
Slika 6: Indeks izvedenih preventivnih vzdrževanj in nepredvidenih okvar v letu 2019 v primerjavi z letom 2018.....	15
Slika 7: Število opravljenih ur na posamezni proizvodni napravi .....	20

Slika 8: Mejne vrednosti za kreiranje delovnega naloga za preventivno vzdrževanje .....	21
Slika 9: Število izdelanih kosov na posamezni proizvodni napravi .....	22
Slika 10: Podatek o relativni vlažnosti zraka .....	23
Slika 11: Mejne vrednosti za podatek o relativni vlažnosti .....	23
Slika 12: Grafično načrtovanje oddelka vzdrževanja.....	25

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Terminski načrt .....	11
Tabela 2: Število izvedenih vzdrževanj v letu 2019.....	13
Tabela 3: Število izvedenih vzdrževanj v letu 2018.....	14
Tabela 4: Indeks izvedenih preventivnih vzdrževanj in nepredvidenih okvar v letu 2019 v primerjavi z letom 2018.....	14
Tabela 5: Število kreiranih in izvedenih preventivnih vzdrževanj v letih 2018 in 2019 .....	16

## KRATICE IN AKRONIMI

CPV:	Celostno produktivno vzdrževanje
IBM:	International Business Machines
MS Office:	Microsoft Office
SAP:	Systems, Applications & Products in Data Processing
TPM:	Total Productive Maintenance
%:	Odstotek

# 1 UVOD

## 1.1 Opredelitev problema

Vsako proizvodno podjetje potrebuje preventivno vzdrževanje, saj le tako lahko vzpostavi primerno delovno okolje brez prekinitev, zastojev dela in poškodb strojne opreme.

Ravno na tem področju smo zaznali problem v podjetju Danfoss Trata. Podjetje je eno izmed 62 podjetij v skupini Danfoss, ki je vodilni proizvajalec in dobavitelj izdelkov za daljinsko ogrevanje na svetu. V proizvodnji podjetja imamo veliko število nepredvidenih okvar strojev in naprav, saj premalo časa namenimo preventivnemu vzdrževanju. Zaradi nepredvidenih okvar ne dosegamo dnevnih načrtov, posledično to pomeni nedobavljivost izdelkov, manjše prihodke in povečanje stroškov za popravilo strojev.

V podjetju Danfoss Trata smo v letu 2018 implementirali nov informacijski sistem Maximo, ki ga uporabljamo kot orodje za učinkovito vzdrževanje proizvodne opreme. Maximo omogoča sistemsko pošiljanje informacij o okvarah in težavah na proizvodnih napravah, sprejemanje zahtevkov, kreiranje delovnih nalogov, spreminjanje statusov delovnih nalogov, vnos in navajanje opravljenih ur vzdrževalcev, vnos razlogov okvar, samodejno kreiranje delovnih nalogov za preventivno vzdrževanje in drugo.

Problem je torej neopravljanje preventivnega vzdrževanja v izbranem podjetju, ki ga želimo odpraviti z novim informacijskim sistemom Maximo.

## 1.2 Namen, cilji in hipoteze

Z raziskavo bi radi ugotovili, ali lahko z informacijskim sistemom Maximo preprečimo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev. Zanima nas torej:

- ali nam informacijski sistem Maximo omogoča samodejno predvidevanje okvar strojev,
- na kakšen način zmanjšati število okvar na strojih,
- ali povečanje preventivnih vzdrževanj pomeni zmanjšanje zastojnih časov proizvodnje,
- kako načrtovati preventivno vzdrževanje,
- kateri ukrepi poleg preventivnega vzdrževanja bi bili še potrebni za učinkovito vzdrževanje.

Pri oblikovanju hipotez glede na proučevani problem smo uporabili znanje, ki smo ga pridobili z delom v podjetju:.



- Ničelna hipoteza: Z informacijskim sistemom Maximo lahko zmanjšamo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev.
- Hipoteza 1: Informacijski sistem Maximo trenutno omogoča samodejno kreiranje nalogov za preventivno vzdrževanje.
- Hipoteza 2: Večje število preventivnih vzdrževanj omogoča boljšo kondicijo strojne opreme.
- Hipoteza 3: Zaposleni v vzdrževanju se zavedajo pomembnosti preventivnega vzdrževanja.
- Hipoteza 4: Preventivno vzdrževanje mora biti usklajeno s proizvodnim načrtom, če želimo optimizirati proces preventivnega vzdrževanja.

### 1.3 Predpostavke in omejitve

Kot smo že omenili, veliko število nepredvidenih okvar strojev povzroči nedoseganje dnevnih delovnih načrtov. To pomeni nedobavljivost izdelkov na trg in s tem zmanjšanje prihodkov podjetja. Več časa bo treba nameniti preventivnemu vzdrževanju opreme, ki ga je smiselno opraviti ob načrtovanem času zastojev opreme. Na ta način bomo izboljšali kondicijo proizvodne opreme in s tem zmanjšali možnost nepredvidenih okvar. Omejitve pri obravnavanju problema predstavljala morebitna nedostopnost podatkov o preteklem preventivnem vzdrževanju v starem informacijskem sistemu.

### 1.4 Metode dela

Pri izdelavi diplomskega dela bomo uporabili opisno metodo s študijo domače in tuje literature. Za doseganje ciljev bomo uporabili kvantitativno metodo raziskovanja, saj bomo rezultate prikazali na osnovi številske obdelave podatkov. Uporabili bomo neeksperimentalno metodo, in sicer metodo opazovanja, saj nas bo zanimalo, kako se z višanjem števila ur preventivnega vzdrževanja niža število ur zastojev opreme. Izhajali bomo iz sekundarnih podatkov, saj so predhodni podatki in raziskave pokazale, da je preventivnega vzdrževanja v našem podjetju malo.

## 2 PREDSTAVITEV PODJETJA

### 2.1 Danfoss Trata

Podjetje Danfoss Trata je od leta 1995 del mednarodne skupine Danfoss s sedežem na Danskem. Pred tem se je podjetje imenovalo Industrijsko montažno podjetje, ki je imelo v začetku 90. let na območju nekdanje Jugoslavije skoraj 90 % delež na trgu daljinskega ogrevanja in klimatizacije. Na trgu so hitro širili svoj proizvodni program, ki je obsegal elektronske regulatorje in ventile. Zaradi tega je tudi prišlo do pridružitve

globalnemu koncernu Danfoss z namenom vzpostavitve kompetenčnega centra za razvoj in proizvodnjo komponent za daljinsko ogrevanje (Danfoss Trata, b. l.).

Danes je Danfoss Trata uspešno podjetje, ki ga odlikujejo stalna rast, intenziven razvoj in predanost zaposlenih. Več kot 500 zaposlenih s skupinskim delom in sodobnimi koncepti vsako leto ustvarja rezultate, na katere so ponosni tako lastniki podjetja Danfoss kot tudi kupci njihovih izdelkov. Vizija podjetja stremi k odličnemu poslovnemu in tehnološkemu centru za področje regulacije daljinskega ogrevanja in hlajenja, zaposleni pa soustvarjajo trajnostni razvoj Danfossa s širjenjem svojih znanj. Obljubili so, da si bodo zvestobo kupcev pridobili z inovativnostjo, zanesljivostjo in kakovostnim delom skozi čas. Zaposleni zato gradijo podjetje na medsebojnem zaupanju, prizadevanjih in sprejemanju drugačnosti (Danfoss Trata, b. l.).

## 2.2 Danfoss

Uspešna zgodba podjetja Danfoss se je začela 1. septembra 1933, ko je Mads Clausen ustanovil podjetje v kraju Nordborg na Danskem. Od takratnega samostojnega podjetja je podjetje preraslo v enega izmed največjih svetovnih proizvajalcev inovativnih in energetsko učinkovitih rešitev. Prve rešitve so bile v obliki termostatskega ekspanzijskega ventila za hladilne sisteme, radiatorskih termostатов za regulacijo ogrevanja, prvih frekvenčnih pretvornikov na svetu do današnjih telematik v kmetijstvu (Danfoss, b. l.).



*Slika 1: Logotip podjetja Danfoss  
(Vir: Danfoss, b. l.)*

V globalni korporaciji Danfoss je 62 podjetij, ki so razdeljeni v 4 ključne segmente, na katerih podjetje krepi rast: hlajenje in klimatizacija, daljinsko ogrevanje, mobilna hidravlika in pogoni. Posamezni segmenti nudijo najobširnejši nabor rešitev za svoja področja na svetu. Te rešitve pomagajo k zadostitvi najnovejšim energetskim standardom z optimizirano porabo energije in nizkimi obratovalnimi stroški (Danfoss, b. l.).

Poleg glavnih 4 segmentov Danfoss uveljavlja svoje rešitve tudi na področjih industrijske avtomatike, požarne varnosti, solarne tehnike, visokotlačnih črpalk in

nadzora emisij. Na ta način si želi Danfoss soustvarjati boljše življenje na zemlji in skrbeti za trajni razvoj okolja na vseh področjih, na katere imamo vpliv. Zato tudi ne preseneča, da so si za svoj slogan izbrali »Engineering Tomorrow«, v prevodu: »Gradimo jutrišnji dan«. Z inženirskimi rešitvami lahko bistveno pripomorejo k rešitvi svetovnih izzivov na področju podnebja, prehrane in urbanizacije (Danfoss, b. l.).

### 3 POMEN PROIZVODNEGA VZDRŽEVANJA

Proizvodna sredstva in tehnični sistemi morajo biti vse bolj storilni ter imeti višjo operativno sposobnost zaradi vedno višjih gospodarskih zahtev, ki stremijo k čim redkejšemu stanju, ko ni možno opravljati osnovne funkcije sredstva ali sistema. Podjetja so zato spremenila pristop k vzdrževanju. Danes odpravljanje okvar in napak ni več primarna dejavnost vzdrževanja, saj sta se miselnost in razmišljanje preusmerila v dejanja, ki bi napako ali okvaro preprečila pred njenim nastopom. Postopki vzdrževanja lahko upočasnijo ali zmanjšajo obrabo sredstva, ki bo na tak način proizvedlo dobiček in povečalo storilnost (Drstvenšek, 2006).

Zavedanje o dobri organizaciji vzdrževanja in vedno višji strokovni izobraženosti vzdrževalcev v sodobnih podjetjih nam omogoča (Drstvenšek, 2006):

- doseči temeljni cilj pravilnega vzdrževanja, kar pomeni visoko razpoložljivost delovnih sredstev in sistemov,
- lažje vzdrževanje vse večjih kompleksnih sistemov, strojev in naprav,
- izpolnjevanje rokov izdelave izdelkov,
- dobro kakovost in količino izdelkov,
- lažje obvladovanje in optimiziranje stroškov vzdrževanja.

Danes vzdrževanje kot dejavnost v podjetjih pogosto nima položaja znotraj organizacij, ki bi ga te prepoznale kot dodano vrednost in ne privesek, brez katerega ne gre. Posledica takega odnosa podjetij do vzdrževanja je razvrednotenje vzdrževalne dejavnosti. Obenem pa tak odnos onemogoča hitrejšo rast podjetij, saj ne izkoriščajo možnosti prispevka vzdrževanja k stabilnim proizvodnim procesom (Drstvenšek, 2006).

Prav tako je opaziti, da se vzdrževanje premalo uporablja na ostalih področjih množično razširjene organizacijske tehnike in tehnologije, ki bi zmanjšala vzdrževalne stroške. V številnih podjetjih se vzdrževanja ne da več uspešno voditi brez sistematičnega in organiziranega pristopa. Tak pristop se posledično odraža na celotnem proizvodnem procesu in na osebju, ki z njim upravlja (Drstvenšek, 2006).

Cilj in naloga vzdrževanja je torej učinkovito preprečevanje in odprava napak na proizvodnih sredstvih ter sistemih. S postopki, ki jih opravimo, morajo sredstva in

sistemi delovati zanesljivo, varno in gospodarno. Le tako bo podjetje videlo dejanski vpliv vzdrževanja na proizvodni proces in njegovo dodano vrednost. Še posebno v današnjih časih, ko se sistemi vedno bolj avtomatizirajo in morajo delovati s čim višjo zanesljivostjo (Drstvenšek, 2006).

### **3.1 Pomen proizvodnega vzdrževanja za podjetje Danfoss Trata**

Tudi v podjetju Danfoss Trata vedno več pozornosti namenjamo proizvodnemu vzdrževanju. Zavedamo se namreč, da nepredvidene okvare pomenijo nenačrtovan izostanek proizvodnje in nedoseganje njene maksimalne učinkovitosti, kar pa posledično pomeni negativen vpliv na prodajo in morebitno rast podjetja.

V letu 2015 smo imeli okoli 13 % zmanjšanje nepredvidenih okvar v urah v primerjavi z letom 2014. Podoben trend se je nadaljeval do leta 2018 (Danfoss Trata, 2018). V tem letu smo uvedli nov informacijski sistem Maximo, ki je nadomestil informacijski sistem SAP. S sistemom Maximo smo morali uvesti več sprememb, saj zdaj vanj vnašamo vsak zastoj ne glede na njegov čas. Posledično smo imeli v letu 2018 povišanje nepredvidenih okvar v urah v primerjavi z letom 2017. Za leto 2019 smo napovedali 2 % izboljšanje oz. zmanjšanje nepredvidenih okvar v urah v primerjavi z letom 2018 (Danfoss Trata, 2018).

V letu 2019 se je število nepredvidenih okvar proizvodnih strojev znižalo za okoli 1 %, kar je posledica izvajanja preventivnega vzdrževanja, saj smo v lanskem letu povečali število ur tovrstnega vzdrževanja (Danfoss Trata, 2019).

Ker se v našem podjetju vse bolj zavedamo namena in pomena proizvodnega vzdrževanja, smo ravno s tega naslova uvedli nov oz. dodatni informacijski sistem Maximo, ki je namenjen izključno oddelku vzdrževanja. Kot smo namreč že omenili, je izvajanje pravilnega vzdrževanja ključ do doseganja proizvodnih ciljev in povečanja možnosti za dodatno rast podjetja.

## **4 OPREDELITEV PROBLEMOV**

### **4.1 Metode vzdrževanja**

Dejavnost, ki ji rečemo vzdrževanje, omogoča proizvodnim napravam in strojem daljšo obdobje optimalnega delovanja ne glede na različne pogoje dela (Jemec, 2004).

Vzdrževanje kot tako se je ob začetku razvoja industrije predstavljalo kot nezaželeno delo in velik strošek podjetja, zato se je uporabljalo le kot nujno delo ob zastojih

proizvodne opreme. Skozi dobo razcveta industrije in naprav pa se je vzdrževanje vedno bolj uveljavljalo kot eden izmed najpomembnejših procesov v sklopu proizvodnje podjetja. V odvisnosti od časa in tehnične razvitosti podjetja so se pojavila različna vzdrževanja (Goubar, 2017):

- kurativno vzdrževanje,
- preventivno vzdrževanje,
- prediktivno vzdrževanje,
- vzdrževanje glede na stanje,
- CPV – celostno produktivno vzdrževanje (TPM).

V podjetju Danfoss Trata izvajamo kurativno in preventivno vzdrževanje, v zadnjem času pa se je začelo izvajati tudi prediktivno vzdrževanje. Problem kurativnega vzdrževanja je, da ne vemo, kdaj se bo katera od naprav ustavila, in se ne moremo pripraviti na napako. V primeru, da je napaka težjega značaja in je potrebna menjava posebnega rezervnega dela, ki ni na zalogi, se podaljša čas odprave napake. Da bi se temu izognili, bi morali imeti na zalogi veliko število rezervnih delov, kar ni najbolj smiselno, saj ima samo ena naprava lahko veliko različnih delov, ki se lahko nepredvideno pokvarijo.

Največji pomen za podjetje ima zato preventivno vzdrževanje, katerega glavni namen je predvideti okvare naprav, kar nam omogoča, da v oddelku vzdrževanja naročimo ustrezne dele v pravem času.

#### 4.1.1 Preventivno vzdrževanje

Preventivno vzdrževanje delimo na načrtno vzdrževanje in vzdrževanje glede na stanje. Cilj zmanjševanja obrabljenih delov opreme dosežemo s periodičnim izvajanjem vzdrževalnih posegov na opremi ne glede na to, v kakšnem stanju se v danem trenutku nahaja. Na ta način podaljšujemo življenjsko dobo opreme in stabilnost delovanja (Drstvenšek, 2006).



Slika 2: Razdelitev preventivnega vzdrževanja  
(Lastni vir)

Prvi način je načrtno vzdrževanje, ki ga opravljamo na neko časovno obdobje, ki ga razberemo iz navodil proizvajalca določene opreme. V navodilih so predstavljeni posamezni sklopi opreme, ki jih moramo v priporočenem časovnem obdobju preveriti in v primeru pomanjkljivosti odpraviti. To so tudi glavne naloge preventivnega vzdrževanja, ki privedejo do preprečitve strojnih okvar in poškodb, še preden pride do njih. Glavni cilj preventivnega vzdrževanja je tako zmanjšati zastoje proizvodne opreme in na ta način bistveno prispevati k vitki proizvodnji in manjšim stroškom zaradi okvar opreme (Goubar, 2017).

Drugi način je vzdrževanje glede na stanje, ki se od načrtnega vzdrževanja razlikuje le v tem, da se pri načrtnem vzdrževanju upošteva časovno vnaprej predpisan poseg, medtem ko se pri vzdrževanju glede na stanje upošteva analiza stanj posameznih meritev na opremi. Pri vzdrževanju glede na stanje izvršimo samo tiste posege, pri katerih z analizami meritev pridemo do potrebe po preventivnem vzdrževanju (Drstvenšek, 2016).

Preventivno vzdrževanje omogoča načrtovanje akcij za daljše časovno obdobje. Prav tako se z njim lažje prilagaja akcije glede na načrte proizvodnje. Prednost preventivnega vzdrževanja je, da ob doslednem izvajanju preventivnih nalog lahko preprečimo veliko okvar, kar povzroča nižje stroške posameznih obrabnih delov (Goubar, 2017).

Največji problem pri preventivnem vzdrževanju v našem podjetju je, da se trenutno ne izvaja dovolj redno, kar se odraža v večji potrebi po kurativnem vzdrževanju. To pomeni veliko nepredvidenih dodatnih ur za vzdrževanje in posledično nenačrtovane zastoje proizvodne opreme, kar povzroči nedoseganje dnevnih oz. tedenskih načrtov proizvodnje (odvisno od tipa okvare). To pa nam povzroči dodatne težave pri načrtovanju proizvodnje, saj moramo poleg rednih delovnih nalogov načrtovati še izostanke. Nepredvidene okvare pomenijo tudi začasno nedobavljivost izdelkov oz. podaljšanje njihovih dobavnih rokov, kar posledično otežuje tudi doseganje prodajnih načrtov.

Najbolj smiselno je voditi preventivno vzdrževanje prek informacijskih sistemov. Dobro razviti informacijski sistemi omogočajo načrtovanje preventivnega vzdrževanja, terminiranje pregledov opreme, vpis opravljenega dela, zgodovino napak in drugo.

## 4.2 Informacijski sistemi

Informacijski sistem lahko opišemo kot celoto komponent, ki so medsebojno odvisne (ljudje, strojna oprema, programska oprema, komunikacijska oprema). V osnovi delimo informacijske sisteme glede na namen uporabe na: transakcijski, celoviti, upravljavski (poslovodni), direktorski, odločitveni, ekspertni, sisteme za

avtomatizacijo pisarniškega poslovanja in sisteme za podporo delovnim procesom (Bajec in Rupnik, 2004).

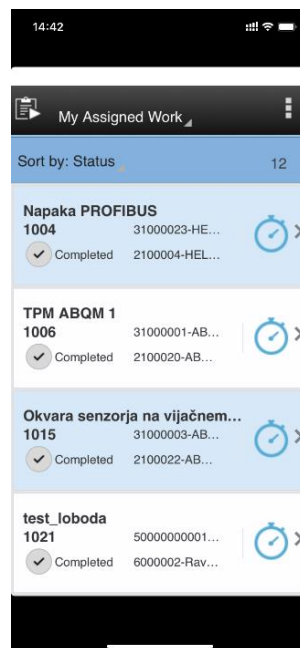
Sodobni informacijski sistemi zaradi hitro razvijajoče se informacijske tehnologije pogosto niso opredeljeni le na osnovne kategorije, ampak pripadajo več kategorijam in z njimi povezanim funkcionalnostim. To pa se izkaže kot koristno, saj poudarimo ključne karakteristike posameznih kategorij. Te pa je treba upoštevati v vsakem informacijskem sistemu (Bajec in Rupnik, 2004).

V našem podjetju smo vse do leta 2018 uporabljali informacijski sistem SAP. Nato se je strategija uporabe informacijskih sistemov glede vzdrževanja v Danfossu spremenila, saj so se odločili za uvedbo novega sistema – IBM Maximo. V letu 2018 smo zato v Danfossu Trati uvedli nov informacijski sistem, ki je namenjen izključno oddelku vzdrževanja.

#### **4.2.1 Informacijski sistem IBM Maximo**

Informacijski sistem IBM Maximo ponuja nadzor in avtomatizacijo nad ključnimi informacijami o posameznih sredstvih, ki jih v vzdrževanju imenujemo proizvodna oprema. Tehnološka platforma je nastala pod okriljem podjetja IBM in je razširjena po vsem svetu. Uporabljajo jo v panogah, kot so: industrija, logistika, letalska tehnika, znanost in drugo. Informacijski sistem omogoča nadzor nad posameznimi sredstvi tako z vidika učinkovitosti, zanesljivosti, skladnosti, kot tudi varnosti. Nudi pomoč industriji v smislu opravljanja sredstev in vodenja vzdrževanja. Skrbi za načrtovanje tako vzdrževalcev kot vzdrževalnih posegov na osnovi vizualnih pripomočkov za lažje razvrščanje in razporejanje (IBM, 2019).

Stranke podatkovno bazo namestijo po lastnih željah in zahtevah ne glede na to, kako veliko je podjetje. Vsaka enota skrbi za svoje lastne poslovne procese, nastavitve in konfiguracijo opreme. Informacijski sistem IBM Maximo deluje prek spletne aplikacije in je dostopen vsem, ki imajo povezavo z internetom. Ker pa je danes razširjenost mobilnih naprav velika, se lahko v informacijski sistem povežemo tudi prek mobilne aplikacije Maximo Anywhere. Aplikacija je namenjena hitrejšemu odzivu v primeru okvare sredstev oziroma lažjemu pregledu že opravljenega dela ne glede na to, kje se nahajamo (IBM, 2019).



Slika 3: Maximo Anywhere  
(Lastni vir)

V našem podjetju smo si informacijski sistem IBM Maximo v fazi uvajanja prilagodili glede na lastne želje in potrebe proizvodnega procesa, ki bi z novimi možnostmi in idejami pridobil na učinkovitosti. Sistem nam trenutno omogoča analitični vpogled v opravljeno delo, kjer lahko preverjamo našo uspešnost in na njeni osnovi lahko sprejmemo dobro odločitev za odpravo napak. Preventivno vzdrževanje lahko trenutno krepimo glede na zgodovino napak in njihovo ponovljivost, načrtujemo za določen čas in vodimo evidenco opravljenih nalog.

Informacijski sistem je že zdaj dodana vrednost za podjetje in predstavlja priložnost za izpopolnitev proizvodnega vzdrževanja, zato v tem primeru ne bomo govorili o problemih, ampak o prihodnjih izzivih.

V prihodnosti želimo sistem nadgraditi v smeri preventivnega vzdrževanja na osnovi števila izdelanih kosov ali števila opravljenih ur na posameznih napravah. Na ta način želimo polno obremenjene naprave pregledovati pogosteje kot tiste naprave, ki so obremenjene le občasno. Prav tako nam bo sistem omogočal vpeljavo prediktivnega vzdrževanja, ki bo na osnovi merjenja ključnih podatkov določene naprave predvidel napako.

Danfoss Trata je bilo eno izmed prvih podjetij v skupini Danfoss, ki je v proizvodnjo vpeljalo nov informacijski sistem IBM Maximo. Naše znanje o informacijskem sistemu je zato bolj bogato kot v drugih državah, ki so vpeljavo izvedle kasneje. Pri uvajanjih in vzpostavitvi pravilnega delovanja sistema smo jim pomagali z lastnimi izkušnjami



in na ta način krepili svoje kompetence in znanja. Ravno zaradi našega znanja o informacijskem sistemu smo mi – Danfoss Trata za Danfoss pomemben člen, saj bomo zato, ker smo bili eno izmed prvih podjetij, ki smo uvedli sistem, tudi prvi uvajali nove funkcije. To nam daje dodano vrednost in nam povečuje možnost hitrejšega izboljšanja proizvodnega vzdrževanja.

## **5 RAZISKAVA**

Namen raziskovanja se lahko razlikuje po različnih področjih in disciplinah glede na to, kako zapleteno je vprašanje, ki nas zanima. Raziskava se zato v osnovi deli na čisto raziskovanje in uporabno raziskovanje. Na začetku imata oba tipa raziskovanja enako strukturo, kar pomeni, da preverjata hipoteze in napovedi, vendar pa je njun končni namen drugačen. Glavni namen je preizkušanje teorij in njihova izvedba v resničnih situacijah (Shuttleworth, 2008).

Uporabne znanstvene raziskave se uporablja, kadar iščemo odgovore o nekem določenem problemu, kot tudi v našem primeru: z informacijskim sistemom Maximo lahko zmanjšamo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev.

### **5.1 Namen in cilj raziskave**

Namen raziskave v našem podjetju je ugotoviti, ali lahko z novim informacijskim sistemom Maximo preprečimo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih naprav. Zato smo na začetku diplomskega dela postavili štiri hipoteze, ki jih bomo preverili skozi raziskavo.

### **5.2 Metode in tehnike dela**

V raziskavi smo uporabili številsko obdelavo podatkov, zato je naša raziskava kvantitativnega tipa. Naša metoda dela je neeksperimentalna metoda opazovanja. Zanimalo nas je, kako se z višanjem števila ur preventivnega vzdrževanja, vodenega prek novega informacijskega sistema Maximo, zmanjšuje število ur zastojev proizvodnih naprav. Predhodni podatki in raziskave so nam pokazale, da je bilo preventivnega vzdrževanja v našem podjetju malo.

### **5.3 Terminski načrt opazovanja**

Opazovanje dela v času informacijskega sistema SAP in zdaj informacijskega sistema Maximo poteka v okviru našega delovnega mesta že več kot štiri leta. Bolj podrobno pa smo se posvetili opazovanju informacijskega sistema Maximo od junija 2019, saj

nas zanima, kot smo že navedli, ali lahko z informacijskim sistemom Maximo preprečimo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev.

Tabela 1 prikazuje terminski načrt trajanja posameznih aktivnosti v času opazovanja informacijskega sistema Maximo.

Opazovanja/mesec, leto	jan-dec 2017	jan-mar 2018	apr-dec 2018	jan-dec 2019	jan-mar 2020
Izvajanje preventivnega vzdrževanja					
Preventivno vzdrževanje v SAP-u					
Pilotna uvedba Maximo-e					
Delovanje Maximo-e					
Izvajanje preventivnega vzdrževanja v Maximo-i					

*Tabela 1: Terminski načrt  
(Lastni vir)*

## 5.4 Analiza opazovanja

Z vpeljavo informacijskega sistema Maximo v oddelek vzdrževanja smo želeli narediti korak naprej pri vzdrževanju proizvodne opreme. Začeli smo z načrtovanim preventivnim vzdrževanjem, ki ga lahko v novem informacijskem sistemu vodimo kot delovne naloge za preventivno vzdrževanje. Kreiranje preventivnih vzdrževanj v informacijskem sistemu Maximo opravi sistemski administrator. Sistemski administrator je oseba, ki podrobno pozna Maximo in skrbi za nemoteno delovanje sistema. Ob kreiranju naloga preventivnega vzdrževanja za določeno opremo je treba vnesti določene podatke. Ti podatki so: ime preventivnega vzdrževanja, na katero opremo se navezuje, tip vzdrževanja, status, frekvenca ponovitve, prvi naslednji datum klicanja, v katerih dneh se lahko kliče itd. Slika 4 prikazuje primer seznama preventivnih vzdrževanj v informacijskem sistemu Maximo.

PV	Opis	Lokacija	Opis	Sredstvo	Opis
100001	TPM MS ZT 1000Y - Mehanika			2100047	Mori Seiki ZT 1000Y
100002	TPM MS ZT 1000Y - Elektro			2100047	Mori Seiki ZT 1000Y
100003	TPM GDM - Mehanika			2100045	Gildemeister 90 MC
100004	TPM GDM - Elektro			2100045	Gildemeister 90 MC
100005	TPM Index G200 YB - Elektro			2100044	Index G200 YB
100006	TPM Index G200 YB - Mehanika			2100044	Index G200 YB
100007	TPM Index G200 IWK - Elektro			2100043	Index G200 Compact IWK
100008	TPM Index G200 IWK - Mehanika			2100043	Index G200 Compact IWK
100009	TPM Index G200 Compact C - Elektro			2100042	Index G200 Compact C
100010	TPM Index G200 Compact C - Mehanika			2100042	Index G200 Compact C

Slika 4: Primer seznama preventivnega vzdrževanja v sistemu Maximo (Lastni vir)

Ob kreiranju naloga za preventivno vzdrževanje vnesemo predviden datum prvega klicanja preventivnega vzdrževanja, ko se bo ustvaril delovni nalog za izvedbo. Ustvarjanje delovnega naloga poteka avtomatsko v ozadju informacijskega sistema. Ker pa nam sistem omogoča tudi načrtovanje na daljši rok glede na nastavljeno frekvenco, lahko ob generiranju napovedi vidimo, kdaj se bo izvajalo preventivno vzdrževanje v celotnem letu. Na ta datum sistem kreira delovni nalog za preventivno vzdrževanje. Nastavljena frekvenca je v našem primeru na osnovi časa, in sicer enkrat mesečno, na 17 tednov ali enkrat letno. Na ta način napovedi lahko lažje usklajujemo preventivno vzdrževanje s plansko službo, ki uskladi naše potrebe po zastoju opreme s potrebami proizvodnje in končnih kupcev izdelkov. Primer napovedi za določeno napravo je razviden iz slike 5.

Pogled seznama | PV | Frekvenca | Sezonski datumi | Zaporedje delovnega plana | Hierarhija PV-jev | **Napoved** | Strošek napovedi

PV: 100001 | Opis: TPM MS ZT 1000Y - Mehanika | Enota: SILJU | Status: ACTIVE

Datumi napovedi so zaklenjeni?  Vnovič napovej naslednje datume?

Podrobnosti napovedi | Filter > | 1 - 3 od 3

Datum napovedi	Delovni plan	Nov datum	Spremeni	Datum spremembe	Opombe	Vnovična napoved je nerešena?
28.1.2020						<input type="checkbox"/>
9.6.2020						<input type="checkbox"/>
20.10.2020						<input type="checkbox"/>

Obdelaj nerešeno vnovično napoved

Slika 5: Napoved preventivnega vzdrževanja (Lastni vir)

Z namenom, da pa bi preventivno vzdrževanje vplivalo na zmanjšanje zastojskih časov proizvodne opreme zaradi nepredvidenih okvar, je bilo treba za vsako proizvodno linijo kreirati svoj načrt preventivnega vzdrževanja. Pred informacijskim sistemom Maximo je ta načrt obstajal le v obliki seznama, ki je bil voden ročno prek programa MS Office Excel.

Z informacijskim sistemom Maximo pa je sedaj to vodeno sistemsko in nam omogoča pregled nad načrtovanim in že opravljenim delom. Vsako preventivno vzdrževanje je podprto z delovnim nalogom, ki ga zaključijo izvajalci vzdrževanja. V delovnem nalogu je razvidno, kdaj je bil nalog kreiran, kdo je opravljal naloge, predpisane za to napravo, kaj je bilo narejeno in kdaj je bil nalog zaključen. Ko je nalog zaključen, imamo vse potrebne podatke, da lahko iz sistema dobimo dobro poročilo o izvedenih aktivnostih na posameznih napravah.

Ker prek informacijskega sistema Maximo beležimo tudi prijave s strani proizvodnje o nepredvidenih okvarah naprav, imamo tudi za korektivno vzdrževanje določene podatke. Ti podatki se prav tako vnesejo v delovni nalog, ki ga kreira vzdrževalec sam. V njem so podatki o napravi, ki je bila okvarjena, kaj je bilo okvarjeno, kaj se je popravilo, kdo je popravil in koliko časa naprava ni delovala.

S podatki o številu izvedenih preventivnih vzdrževanj in številu ur zastojev proizvodne opreme pa lahko naredimo določene analize, ki nam pokažejo učinkovitost preventivnega vzdrževanja.

V vzdrževanju se izvajajo tedenska poročila o zastojih proizvodne opreme. Iz poročila je možno razbrati, katera oprema je imela v preteklem tednu največ zastojskega časa proizvodnje. Na mesečni ravni je poročilo bolj obširno, saj se poleg podatkov o zastojih opreme obravnava tudi preventivno vzdrževanje. V njem najdemo podatke, kot so: število preventivnih vzdrževanj, število ur, porabljenih za preventivno vzdrževanje, katera oprema je imela preventivni pregled in drugo.

Tabela 2 prikazuje število nepredvidenih okvar in število izvedenih preventivnih vzdrževanj. Podatki so prikazani na mesečni ravni za leto 2019.

2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Št. izvedenih preventivnih vzdrževanj</b>	44	42	98	73	88	79	70	81	103	98	80	78
<b>Št. nepredvidenih okvar</b>	107	98	73	86	100	116	135	112	144	118	73	46

*Tabela 2: Število izvedenih vzdrževanj v letu 2019  
(Vir: Maintenance report, 2019)*

Ker nam podatki sami ne povejo prav veliko, je smiselno, da jih primerjamo s podatki iz leta 2018. Tabela 3 prikazuje število nepredvidenih okvar in število izvedenih preventivnih vzdrževanj za leto 2018.

2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Št. izvedenih preventivnih vzdrževanj</b>	52	54	55	29	38	42	38	36	47	45	46	30
<b>Št. nepredvidenih okvar</b>	42	48	57	60	115	97	128	117	93	94	66	66

*Tabela 3: Število izvedenih vzdrževanj v letu 2018  
(Vir: Maintenance report, 2018)*

Na osnovi zgornjih podatkov bomo izračunali indekse za leto 2019 števila izvedenih preventivnih vzdrževanj in števila nepredvidenih okvar v primerjavi z letom 2018. Na naslednji strani je prikazan izračun indeksa za prvi mesec, in sicer za mesec januar.

$$I_{19 \text{ vs. } Y_a \text{ preventivno vzdrževanje}} = \left( \frac{\text{št. preventivnih vzdrževanj 2019}}{\text{št. preventivnih vzdrževanj 2018}} \right) \times 100$$

$$= \left( \frac{44}{52} \right) \times 100 = 85$$

$$I_{19 \text{ vs. } Y_a \text{ nepredvidene okvare}} = \left( \frac{\text{št. nepredvidenih okvar 2019}}{\text{št. nepredvidenih okvar 2018}} \right) \times 100 = \left( \frac{107}{42} \right) \times 100$$

$$= 225$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Indeks 19 vs. Ya: izvedena preventivna vzdrževanja</b>	85	78	178	252	232	188	184	225	219	218	174	260
<b>Indeks 19 vs. Ya: št. nepredvidenih okvar</b>	255	204	128	143	87	120	105	96	155	126	111	70

*Tabela 4: Indeks izvedenih preventivnih vzdrževanj in nepredvidenih okvar v letu 2019 v primerjavi z letom 2018  
(Lastni vir)*

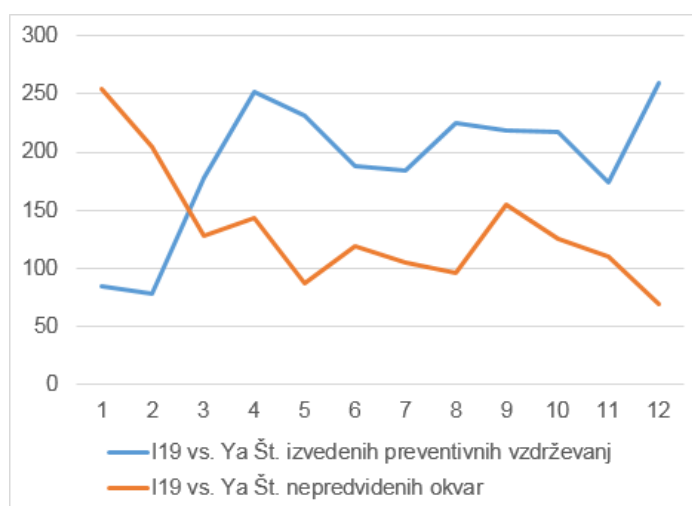
Informacijski sistem Maximo smo v podjetju vpeljali z aprilom 2018. Do takrat so bili podatki vodeni v MS Office Excelu. Zaradi tega do meseca aprila 2018 niso popolnoma zanesljivi, kar je razvidno tudi iz zgornje tabele in grafa na naslednji strani, saj je indeks števila nepredvidenih okvar bistveno višji od števila izvedenih preventivnih vzdrževanj.

Eden izmed glavnih namenov vpeljave informacijskega sistema Maximo v naše podjetje je bil povečati število preventivnih vzdrževanj z namenom zmanjšanja števila nepredvidenih okvar. Število preventivnih vzdrževanj smo od začetka povečali, saj Maximo sam kreira obvezne zahteve za preventivno vzdrževanje proizvodne opreme. Kot prikazuje slika 6, smo v podjetju Danfoss Trata v letu 2019 namenili bistveno več časa preventivnemu vzdrževanju in posledično zmanjšali število nepredvidenih okvar.

Iz tabele 2 lahko izračunamo, da je bilo skupno število nepredvidenih okvar v letu 2019 1.208, število izvedenih preventivnih vzdrževanj pa 934. Rezultat za leto 2018 iz tabele 3 je nekoliko nižji, in sicer je število nepredvidenih okvar 983, število izvedenih preventivnih vzdrževanj pa 512.

Povečanje števila tako izvedenih preventivnih vzdrževanj kot nepredvidenih okvar iz leta v leto je za rastoča podjetja nekaj povsem normalnega. Če proizvodno podjetje namreč želi zrasti, ima v prihodnjem letu višje proizvodne načrte v primerjavi s prejšnjim letom, kar pa pomeni povečanje možnosti okvar strojev.

Slika 6 prikazuje indekse izvedenih preventivnih vzdrževanj in nepredvidenih okvar iz leta 2019 v primerjavi z indeksi za leto 2018 z namenom lažje predstave podatkov.



Slika 6: Indeks izvedenih preventivnih vzdrževanj in nepredvidenih okvar v letu 2019 v primerjavi z letom 2018  
(Lastni vir)

Kot smo že omenili, povečanje preventivnega vzdrževanja zmanjšuje število nepredvidenih okvar proizvodne opreme, zato se morajo zaposleni v vzdrževanju zavedati pomena preventivnega vzdrževanja. V nasprotnem primeru informacijski sistem Maximo ne bo tako učinkovit, kot bi lahko bil. Ob kreiranju zahtevka za preventivno vzdrževanje v sistemu Maximo se mora vzdrževalec zavedati, da poleg korektivnih popravil na proizvodni opremi opravi tudi preventivno vzdrževanje. Kljub temu se je za pristop k izvedbi treba uskladiti s plansko službo oziroma preveriti, ali na načrtovani dan preventivnega vzdrževanja določene opreme izvajamo redno proizvodnjo ali ne. Če ne, potem je treba preventivno vzdrževanje izvesti na tisti dan, kot je načrtovano. Le na tak način lahko pridemo do zmanjšanja nepredvidenih okvar in povečanja učinkovitosti proizvodne opreme.

Poleg vseh že omenjenih analiz vodimo tudi analizo opravljenih preventivnih vzdrževanj na osnovi zahtev po preventivnem vzdrževanju. Iz tabele 5 je razvidno, koliko preventivnih vzdrževanj je bilo opravljenih in koliko zahtevanih za določeno obdobje. Podatke imamo za leti 2018 in 2019.

<b>2019</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Št. zahtevanih preventivnih vzdrževanj</b>	48	45	91	77	90	81	71	83	103	90	89	76
<b>Št. izvedenih preventivnih vzdrževanj</b>	44	42	98	73	88	79	70	81	103	98	80	78
<b>2018</b>												
<b>Št. zahtevanih preventivnih vzdrževanj</b>	64	71	75	30	55	45	42	39	50	57	69	45
<b>Št. izvedenih preventivnih vzdrževanj</b>	52	54	55	29	38	42	38	36	47	45	46	30

*Tabela 5: Število kreiranih in izvedenih preventivnih vzdrževanj v letih 2018 in 2019  
(Vir: Maintenance report 2018, 2019)*

Iz tabele 5 lahko razberemo, da se je v letu 2018 kreiralo 642 zahtevkov po preventivnem vzdrževanju, od tega jih je bilo izvedenih 512. V letu 2019 se je število kreiranih zahtevkov za preventivno vzdrževanje povečalo na 944, izvedenih pa jih je bilo 934. Iz podatkov lahko razberemo, da se glede na to, da se je število kreiranih

zahtevkov povečalo za 47 %, podjetje vedno bolj zaveda pomena preventivnega vzdrževanja. V oddelku vzdrževanja smo v letu 2019 opravili le 10 zahtevkov manj za preventivno vzdrževanje, kot je bilo načrtovano.

Preventivno vzdrževanje lahko izvedemo le, če se predhodno uskladimo s proizvodnim načrtom. Preventivno vzdrževanje načrtujemo v oddelku vzdrževanja, medtem ko proizvodni načrt določajo v oddelku planske službe.

V planski službi določijo načrt dela za posamezne proizvodne linije in skrbijo, da končni kupci v najkrajšem času prejmejo naročene izdelke. Načrt dela določajo na tedenski ravni oziroma se v določenih primerih usklajujejo na dnevni ravni. Zaposleni v tem oddelku morajo prav tako preverjati zalogo sestavnih komponent, preden določajo delovne naloge za proizvodnjo določenih izdelkov. V nasprotnem primeru morajo načrt prilagoditi.

Kljub vsemu pa med njihov obseg nalog ne spada usklajevanje z oddelkom vzdrževanja glede preventivnega vzdrževanja. Od vpeljave informacijskega sistema Maximo v naše podjetje smo se v oddelku vzdrževanja tako rečeno zavezali k povečani izvedbi preventivnega vzdrževanja. Kot smo že zgoraj navedli, nam informacijski sistem Maximo sam kreira naloge za preventivno vzdrževanje, kar naredi na osnovi predhodno vnesenih časovnih intervalov. Sistem nas na prihajajoč preventivni poseg opozori en teden pred izvedbo. Vodja vzdrževanja se mora po obvestilu o zahtevi preventivnega posega na določeni proizvodni opremi uskladiti s plansko službo, saj na dan preventivnega vzdrževanja ne sme biti načrtovan proizvodni nalog. To dogovarjanje trenutno predstavlja vsakdanjo navado med plansko službo in oddelkom vzdrževanja.

## 5.5 Ugotovitve raziskave

Hipoteze smo postavili na začetku diplomskega dela na osnovi predvidevanj, pričakovanj in ugibanj glede na dejansko stanje v podjetju. V diplomskem delu smo se podrobneje poglobili v preventivno vzdrževanje v oddelku vzdrževanja in v okviru raziskave naredili analizo dela s pomočjo opazovanja. Na osnovi novo pridobljenega znanja in podatkov se bomo v nadaljevanju lotili preverjanja veljavnosti postavljenih hipotez. Začeli bomo s hipotezo 1 in končali z ničelno hipotezo.

- Hipoteza 1: Informacijski sistem Maximo trenutno omogoča samodejno kreiranje nalogov za preventivno vzdrževanje.

Hipotezo potrjujemo, saj smo z raziskavo ugotovili, da nam informacijski sistem Maximo omogoča samodejno kreiranje delovnih nalogov za preventivno vzdrževanje. Po vnosu vseh potrebnih podatkov o posamezni proizvodni opremi in po določitvi predvidenega datuma preventivnega vzdrževanja ter vnosu frekvence informacijski



sistem Maximo samodejno generira datume in posledično zahtevke za izvedbo preventivnega vzdrževanja vsake proizvodne opreme posebej.

- Hipoteza 2: Večje število preventivnih vzdrževanj omogoča boljšo kondicijo strojne opreme.

Hipotezo potrjujemo, saj povečanje preventivnega vzdrževanja zmanjšuje število nepredvidenih okvar proizvodne opreme. V raziskavi smo analizirali podatke izvedenih preventivnih vzdrževanj in nepredvidenih zastojev proizvodne opreme iz leta 2019 v primerjavi z letom 2018. Na osnovi izračunov indeksov smo ugotovili, da bolj kot smo izvajali preventivno vzdrževanje, manj smo imeli nepredvidenih zastojev proizvodne opreme. Povprečni indeks izvajanja preventivnega vzdrževanja za leto 2019 v primerjavi z letom 2018 znaša 191 %, povprečni indeks nepredvidenih zastojev pa 133 % za leto 2019 v primerjavi z letom 2018. Ne glede na to, da sta se oba povečala, se je indeks izvajanja preventivnih vzdrževanj povečal za več, kot se je povečal indeks nepredvidenih okvar. Smiselno je tudi omeniti, da so podatki relevantni od meseca aprila dalje, saj smo takrat v naše podjetje vpeljali informacijski sistem Maximo.

- Hipoteza 3: Zaposleni v vzdrževanju se zavedajo pomembnosti preventivnega vzdrževanja.

Hipotezo potrjujemo, saj se zaposleni v vzdrževanju zavedajo pomembnosti preventivnega vzdrževanja. Iz raziskave je razvidno, da smo v letu 2018 opravili 80 % kreiranih preventivnih vzdrževanj, v letu 2019 pa kar 99 % vseh kreiranih preventivnih vzdrževanj. Na osnovi tega lahko potrdimo, da se zaposleni v vzdrževanju zavedajo svoje odgovornosti do izvajanja preventivnega vzdrževanja in vidijo prispevek k zmanjšanju nepredvidenih zastojev proizvodne opreme.

Pri tej hipotezi je smiselno omeniti, da se pomena preventivnega vzdrževanja ne zavedajo le zaposleni v vzdrževanju, ampak tudi vodstvo skupine Danfoss. Vodstvo skupine je bilo namreč tisto, ki je sprejelo ključno odločitev o vpeljavi informacijskega sistema Maximo, da bi izboljšali celotno funkcijo vzdrževalnih oddelkov v celotnem Danfossu. Preventivno vzdrževanje je pravzaprav eden izmed ključnih dejavnikov za rast podjetja, saj kot smo že dokazali s prejšnjo hipotezo, se s povečanjem preventivnega vzdrževanja zmanjšajo nepredvidene okvare proizvodnih naprav.

- Hipoteza 4: Preventivno vzdrževanje mora biti usklajeno s proizvodnim načrtom, če želimo optimizirati proces preventivnega vzdrževanja.

Hipotezo potrjujemo, saj smo z opazovanjem dela ugotovili, da se v oddelku vzdrževanja in oddelku planske službe trenutno dogovarjajo za proste termine, kdaj lahko izvajajo preventivno vzdrževanje. To omogoča optimiziran proces

preventivnega vzdrževanja, saj lahko na predviden termin za preventivno vzdrževanje proizvodne opreme to tudi izvedejo.

Preden potrdimo ali zavrnamo ničelno hipotezo, ki smo jo postavili na začetku diplomskega dela, je bilo smiselno, da smo najprej potrdili oziroma zavrnilo hipoteze 1–4. Na osnovi potrditve vseh štirih hipotez lahko zdaj odgovorimo na našo ničelno hipotezo.

- Ničelna hipoteza: Z informacijskim sistemom Maximo lahko zmanjšamo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev.

Glede na to, da informacijski sistem Maximo omogoča samodejno kreiranje delovnih nalogov za preventivno vzdrževanje, da smo z analiziranjem podatkov prišli do zaključka, da povečanje preventivnega vzdrževanja pomeni manj nepredvidenih okvar proizvodne opreme in da se zaposleni v oddelku vzdrževanja zavedajo pomena preventivnega vzdrževanja, ga izvajajo redno ter se za njegovo učinkovito izvajanje dogovarjajo z oddelkom planske službe, lahko potrdimo našo glavno ničelno hipotezo, da lahko z informacijskim sistemom Maximo zmanjšamo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev.

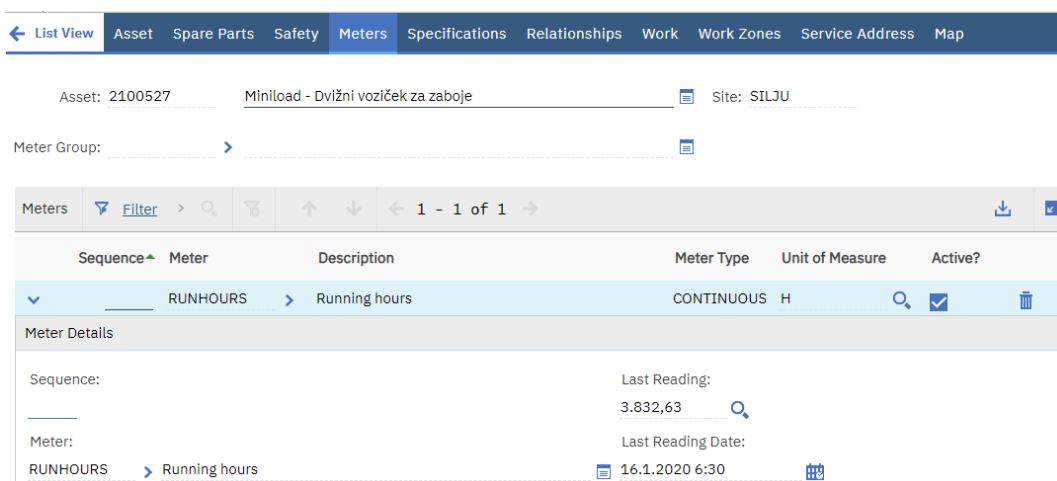
## 6 PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE

Veliko vlogo v uspešnem podjetju ima kakovosten informacijski sistem, ki zagotavlja zanesljive, točne in tekoče podatke ne glede na to, kdaj jih potrebujemo in na kateri ravni organizacije. Veliko klasičnih informacijskih sistemov pa tega ni zmožno zagotavljati, zato se podjetja odločajo za prehod na nove informacijske sisteme. Vlaganja v nadgradnjo obstoječih informacijskih sistemov običajno ne prinesejo zelenega učinka na dolgi rok, saj se podjetja prehitro spreminjajo. Podjetja pri analizi uvedbe novega informacijskega sistema velikokrat ugotovijo, da je uvedba celovitega informacijskega sistema najboljša rešitev tako s strateškega kot tudi z ekonomskega vidika (Kovač, 2008).

Tudi naše podjetje se je odločilo za zamenjavo informacijskega sistema zaradi zagotavljanja celovitih rešitev v celotni skupini Danfoss. Prejšnji informacijski sistem je postal prešibak na določenih področjih, ki so bila nujno potrebna za nemoteno proizvodnjo. V nadaljevanju bomo zato predlagali možnosti izboljšav v oddelku vzdrževanja, ki nam jih omogoča nov informacijski sistem Maximo, vendar so te izboljšave zaenkrat testno izvedene samo na nekaj napravah v naši proizvodnji.

## 6.1 Preventivno vzdrževanje na osnovi merjenih veličin

Kot smo že omenili, se vzdrževanje v grobem deli na 5 pomembnih sklopov: kurativno vzdrževanje, preventivno vzdrževanje, prediktivno vzdrževanje, vzdrževanje glede na stanje in celostno vzdrževanje (TPM). Nov informacijski sistem Maximo nam poleg kurativnega vzdrževanja omogoča tudi vzdrževanje glede na stanje posameznih proizvodnih naprav. Ker se preventivno vzdrževanje v veliki večini navezuje na teoretične načrte, ki ne upoštevajo zasedenosti proizvodnih naprav skozi obdobja, se v veliko proizvodnih podjetjih uveljavlja vzdrževanje na osnovi merjenih veličin. Na ta način lahko preventivno vzdrževanje opravljamo bolj pogosto na napravah, ki proizvajajo v več izmenah, in manj pogosto na napravah, ki so obremenjene le eno izmeno ali nekaj ur. V informacijskem sistemu Maximo je zaenkrat omogočeno testno vpisovanje števila opravljenih delovnih ur za posamezno proizvodno napravo. Ker so naprave dandanes lahko opremljene z najnovejšimi krmilniki, lahko te podatke dobimo v informacijski sistem Maximo neposredno iz naprave. Na spodnji sliki je prikaz vnosa števila opravljenih ur na posamezni proizvodni napravi.



The screenshot displays the Maximo Meters interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: List View, Asset, Spare Parts, Safety, Meters (selected), Specifications, Relationships, Work, Work Zones, Service Address, and Map. Below the navigation bar, the asset information is shown: Asset: 2100527, Miniload - Dvižni voziček za zaboje, and Site: SILJU. The Meter Group is also visible. The main area shows a table of meters with columns: Sequence, Meter, Description, Meter Type, Unit of Measure, and Active?. The selected meter is 'RUNHOURS' with the description 'Running hours', Meter Type 'CONTINUOUS', and Unit of Measure 'H'. Below the table, the 'Meter Details' section shows the following information:

Field	Value
Sequence:	
Meter:	RUNHOURS > Running hours
Last Reading:	3.832,63
Last Reading Date:	16.1.2020 6:30

*Slika 7: Število opravljenih ur na posamezni proizvodni napravi  
(Lastni vir)*

Iz zgornje slike lahko razberemo, da je bilo na proizvodni opremi zabeleženih 3.832,63 ure, ko je naprava delovala. Da bi nam te številke pomenile dodano vrednost pri vzdrževanju, pa bi nam lahko informacijski sistem Maximo omogočal nastavitve proženja preventivnih akcij po preteku določenih ur na posamezni opremi. Na spodnji sliki lahko vidimo primer mejnih vrednosti za avtomatsko generiranje delovnega naloga preventivnega vzdrževanja.

The screenshot displays the 'Condition Monitoring' configuration page in Maximo. It shows the following details:

- Point:** 1014, Preventivno vzdrževanje - Miniload
- Location:** (empty)
- Asset:** 1006, Miniload - Dvižni voziček za zaboje
- Meter:** RUNHOURS, Running hours
- Site:** SILJU
- Meter Type:** CHARACTERIST
- Unit of Measure:** (empty)

Below these details, there are two sections for setting limits:

- Upper Limits:**
  - Upper Warning Limit: (empty)
  - Upper Action Limit: 4,000,000
  - Upper Limit PM: 1002, Preventivno vzdrževanje - Miniload
  - Upper Limit Job Plan: (empty)
  - Upper Limit Priority: 1 (Priority range from 1(critical) to 5(non-critical))
- Lower Limits:**
  - Lower Warning Limit: (empty)
  - Lower Action Limit: (empty)
  - Lower Limit PM: (empty)
  - Lower Limit Job Plan: (empty)
  - Lower Limit Priority: 0 (Priority range from 1(critical) to 5(non-critical))

*Slika 8: Mejne vrednosti za kreiranje delovnega naloga za preventivno vzdrževanje (Lastni vir)*

Na ta način lahko sledimo navodilom in priporočilom proizvajalcev naprav, ki nam ob predaji proizvodnih naprav izročijo navodila za vzdrževanje, kjer je zapisano, kako pogosto ali na koliko ur moramo izvajati določene aktivnosti.

Število opravljenih ur proizvodne opreme pa ni edina veličina, ki je lahko v našem primeru dodana vrednost. Dodana vrednost bi lahko bil tudi podatek o številu izdelanih kosov določene naprave. Ta bi lahko bistveno vplival na določene dele naprav, ki jih moramo glede na navodila po določenih izdelanih kosih zamenjati z novimi rezervnimi deli.

Iz slike 9 je razvidno, da je bilo na določeni proizvodni napravi izdelanih 1.629 kosov izdelkov. In če je v navodilih za vzdrževanje navedeno, da je treba določen del zamenjati pri 1.600 proizvedenih kosih, bi nas lahko informacijski sistem Maximo sam opozoril na potrebo po preventivni zamenjavi obrabljenega dela.

Asset: 2100114      RAVX-PDS - AP 1      Site: SILJU

Meter Group: >

Sequence	Meter	Description	Meter Type	Unit of Measure	Active?
>	PH - 01	PH	GAUGE	PH	<input checked="" type="checkbox"/>
>	PRODCNT	Production Counter	CONTINUOUS	PC	<input checked="" type="checkbox"/>
>	RAVX_AP1.0	Production Counter (navita žica)	CONTINUOUS	PC	<input checked="" type="checkbox"/>
▼	RAVX_AP2.0	Production Counter (ravna žica)	CONTINUOUS	PC	<input checked="" type="checkbox"/>

Meter Details

Sequence:	Last Reading:
_____	1.629
Meter:	Last Reading Date:
RAVX_AP2.0 > Production Counter (ravna žica)	30.10.2019 6:30

*Slika 9: Število izdelanih kosov na posamezni proizvodni napravi (Lastni vir)*

Obe zgoraj naštetih dodani vrednosti bi lahko za naše vzdrževanje pomenili korak naprej pri zmanjševanju nepredvidenih okvar in večjo zanesljivost proizvodnih naprav. Prav tako bi nam to prišlo prav tudi pri usklajevanju preventivnega vzdrževanja z oddelkom planske službe, saj lahko na daljši rok vnaprej napovemo potrebo po preventivnem vzdrževanju.

Takšno vzdrževanje se trenutno v našem podjetju šele testira in ni razširjeno na proizvodne linije z najvišjo proizvodno vrednostjo. Zato bi bilo nujno treba omenjeni dodani vrednosti spremljanja posameznih ciklov naprav implementirati v redno preventivno vzdrževanje vseh proizvodnih naprav na osnovi merjenih veličin.

## 6.2 Prediktivno vzdrževanje

Tako kot preventivno vzdrževanje tudi prediktivno vzdrževanje potrebuje določene aktivnosti in znanja, da lahko prepoznamo dodano vrednost takega vzdrževanja. Informacijski sistem Maximo nam že zdaj omogoča spremljanje in zapisovanje določenih veličin v realnem času, kar pomeni, da lahko vsak trenutek vidimo, v kakšnem stanju je proizvodna oprema, vendar tega še ne uporabljamo.

Funkcijo informacijskega sistema smo zaenkrat le testirali: v našem testnem primeru je bil to kompresor, ki je eden izmed najpomembnejših naprav v našem podjetju in napaja vse proizvodne naprave s kakovostnim komprimiranim zrakom. Ker je kakovost komprimiranega zraka najpomembnejša za pravilno delovanje proizvodnih naprav, lahko z informacijskim sistemom Maximo spremljamo podatek o relativni vlažnosti zraka in točko rosišča. Podatki se prek krmilnika kompresorja prenesejo v informacijski sistem Maximo na osnovi prednastavljenih podatkovnih baz, ki komuniciraj prek internega omrežja s sistemom Maximo. Če relativna vlažnost

preseže nastavljeno mejo, se nam avtomatsko kreira delovni nalog za preverjanje določenih aktivnosti na kompresorju. Iz slike 10 je razvidno, kako sta relativna vlažnost in točka rosišča zavedeni v našem testnem primeru.

Sequence	Meter	Description	Meter Type	Unit of Measure	Active?
>	DEW_POINT	Točka rosišča	GAUGE	DEGC	<input checked="" type="checkbox"/>
>	REL.HUMID	Relativna vlažnost	GAUGE	%	<input checked="" type="checkbox"/>

Meter Details	
Sequence:	Last Reading: 19,389
Meter: REL.HUMID > Relativna vlažnost	Last Reading Date: 18.9.2019 10:01

Slika 10: Podatek o relativni vlažnosti zraka  
(Lastni vir)

Na osnovi zgoraj merjenih podatkov lahko nastavimo mejno vrednost, ko se bo avtomatsko kreiral delovni nalog za preprečitev zastojev proizvodne opreme. Iz slike 11 na naslednji strani lahko vidimo, da se bo v primeru vrednosti 30 % relativne vlažnosti generiral delovni nalog, ki bo zahteval pregled delovanja sušilca zraka na omenjenem kompresorju.

Upper Limits	
Upper Warning Limit:	29,000
Upper Action Limit:	30,000
Upper Limit PM: 100167	Preveriti delovanje sušilca zraka Kompresor AC GA55VSD+FF

Slika 11: Mejne vrednosti za podatek o relativni vlažnosti  
(Lastni vir)

Trenutno v našem podjetju tak način prediktivnega vzdrževanja testiramo le na omenjeni napravi, zato bi bilo treba tako vzdrževanje vpeljati tudi na druge proizvodne

naprave, ki so primerne za to. V našem podjetju imamo veliko vodnih testnih naprav, na katerih bi lahko merili motnost in koncentracijo vode ter v primeru preseganja vrednosti ukrepali z zamenjavo vode.

Prav tako je v našem podjetju vedno več proizvodnih naprav, ki imajo vgrajene tako imenovane pametne senzorje. Ti senzorji skrbijo za podatke o temperaturi, vibracijah, napetosti, toku in drugo. Vse te podatke bi lahko na ključnih linijah za proizvodnjo povezali z informacijskim sistemom Maximo in na tak način omejili možnost pojava nepredvidene napake, še preden bi se ta zgodila, saj recimo trend naraščanja temperature na motorju vodi h gotovi zaustavitvi.

### **6.3 Povezljivost sistema Maximo s sistemom v planski službi**

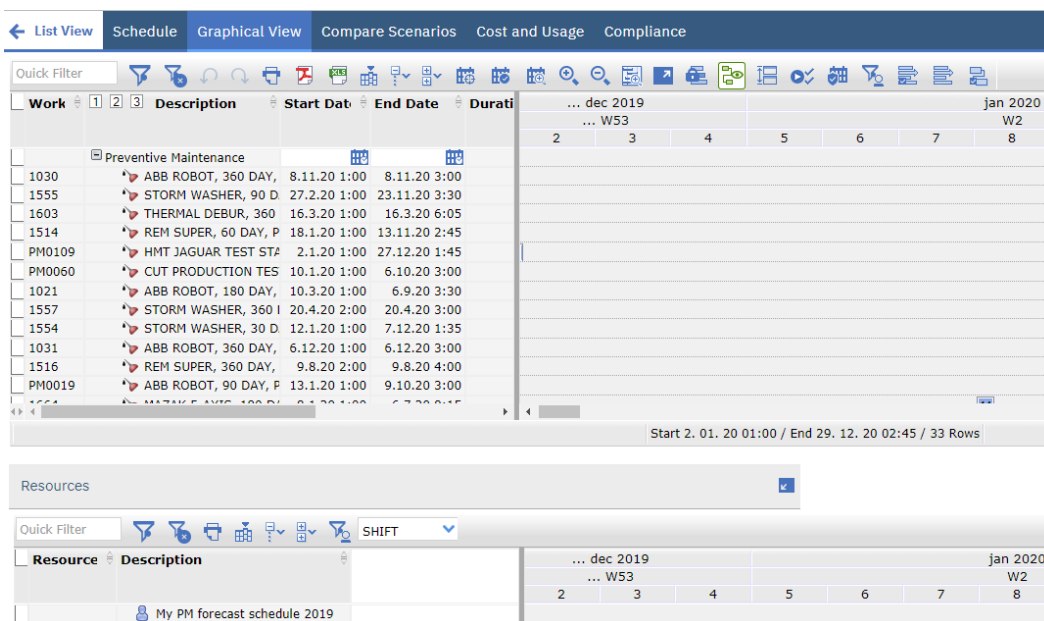
Zagotavljanje hitre dobave izdelkov končnim kupcem je glavna naloga planske službe, ki skrbi za pravilno načrtovanje delovnih nalogov glede na naročila in kapaciteto proizvodne linije. Vse to morajo uskladiti tudi s potrebami preventivnega vzdrževanja, ki jim ga vnaprej sporoči vodja vzdrževanja. V primeru neuskkljenosti preventivnega vzdrževanja s plansko službo namreč to ne bo izvedeno. V primeru, ko se vseeno odločimo za preventivno vzdrževanje, pa lahko pride do določenih zamud pri dokončanju nalogov in s tem povzročimo nedobavljivost izdelka končnemu kupcu v dogovorjenem roku. To pa ni dobro za rast podjetja, ki stremi k višjim ciljem in krajšemu roku dobavljivosti izdelkov. Zato je bistvenega pomena dobra usklajenost načrta preventivnih vzdrževanj s proizvodnim načrtom.

Vsa dogovarjanja trenutno potekajo prek elektronske pošte ali na skupnih sestankih. Ravno zaradi načina takšne komunikacije velikokrat pride do napak pri načrtovanju preventivnega vzdrževanja glede na načrt proizvodnje, saj se zaradi nenehnega spreminjanja proizvodnih načrtov pozabi na preventivno vzdrževanje. Smiselno bi bilo, da bi informacijski sistem Maximo povezali tudi z informacijskim sistemom, ki ga uporablja planska služba. Tako bi planska služba dobila podatek o načrtovanem preventivnem vzdrževanju in bi ga lahko umestila v redno proizvodnjo. Na ta način ne bi prihajalo do nenamerne izpustitve preventivnega vzdrževanja, ki se dandanes zgodi tako zaradi komunikacije prek elektronske pošte, ki je velikokrat spregledana ali pozabljena, kot tudi zaradi osebnih dogovarjanj med odgovornimi osebami.

### **6.4 Grafično načrtovanje oddelka vzdrževanja**

Informacijski sistem Maximo nam že zdaj omogoča tudi grafično načrtovanje vzdrževanj, s katerim bi lahko zagotavljali večjo učinkovitost oddelka vzdrževanja, vendar tudi tega za zdaj še ne izvajamo. Ker pa je vzdrževanje dinamičen proces dela že sam po sebi, je jasno, da se določene aktivnosti zelo težko omeji na določeno časovno obdobje, ki bi potem tudi veljalo. Zato bi se v praksi velikokrat pojavilo, da bi se načrtovani čas izvedbe prekrival z drugim načrtovanim časom neke druge izvedbe.

Zaradi teh razlogov se nam grafično načrtovanje oddelka vzdrževanja trenutno ne zdi kot dodana vrednost informacijskega sistema Maximo, vendar menimo, da nam bo v prihodnosti tudi ta funkcija omogočala lažje opravljanje dela. Na spodnji sliki lahko vidimo primer načrtovanja oddelka vzdrževanja v grafični obliki.



Slika 12: Grafično načrtovanje oddelka vzdrževanja  
(Lastni vir)

## 7 ZAKLJUČEK

Na začetku diplomskega dela smo predstavili izbrano podjetje Danfoss Trata in Danfoss kot krovno organizacijo. V nadaljevanju smo predstavili tipe vzdrževanja, ki se največkrat izvajajo v današnjem času. Trenutno je preventivno vzdrževanje najbolj pomembno, saj se z njim lahko ognemo nekaterim nepredvidenim zastojem proizvodnih naprav. Preventivno vzdrževanje je zelo pomembno v smislu zagotavljanja nemotene proizvodnje, ko je to najbolj potrebno. Z njim lahko bistveno pripomoremo k zmanjšanju števila nepredvidenih okvar in tako zagotovimo dobavo izdelkov končnim kupcem v dogovorjenem roku. Če se namreč vnaprej predvidi možna napaka na določeni proizvodni opremi, je smiselno, da se preventivno vzdrževalno delo izvede, ker se lahko na ta način izognemo nepredvidenim okvaram proizvodne opreme.

Tudi v našem podjetju in krovni organizaciji želimo preventivno vzdrževanje še bolj okrepiti. To želimo storiti tudi s pomočjo novega informacijskega sistema Maximo, ki omogoča lažje vodenje ključnih podatkov, generiranje delovnih nalogov, načrtovanje



in zaključevanje delovnih nalogov. Informacijski sistem Maximo nam poleg vodenja kurativnega vzdrževanja omogoča tudi boljše načrtovanje preventivnega vzdrževanja. Načrtujemo lahko tako na teoretičnem koledarju kot tudi na dejanskih podatkih iz posameznih proizvodnih naprav, ki prek komunikacije sporočajo v Maximo dejansko količino proizvedenih kosov ali število delovnih ur. Tako lahko preventivno vzdrževanje krepimo tam, kjer je to potrebno zaradi večjega števila opravljenih ur ali kosov.

V času opravljanja dela v novem informacijskem sistemu Maximo smo se soočili s kar nekaj izzivi. Pri izziv je bil, kako nov informacijski sistem Maximo pravilno umestiti v oddelek vzdrževanja, da bo to kar najbolj priročno orodje tako za strokovno usposobljene ljudi kot tudi za proizvodnjo. Zanimalo nas je torej, kaj sam po sebi omogoča informacijski sistem Maximo in kaj potrebujemo v našem podjetju. Z drugim izzivom smo se soočili, ko smo ga morali pilotno uvesti kot eno izmed prvih podjetij v skupni Danfoss. Po pilotni uvedbi smo se nekaj časa podrobno spoznavali z informacijskim sistemom in ga poskušali čim bolj razumeti ter sočasno nenehno razmišljali, ali ustreza vsem našim potrebam in kaj vse še dodatno potrebujemo. Vse to smo primerjali s potrebami, ki smo jih predvideli pred pilotno uvedbo.

Ravno zaradi tega smo v okviru diplomskega dela želeli ugotoviti, ali lahko z informacijskim sistemom Maximo preprečimo nepredvidene okvare in zastoje proizvodnih strojev. Izvedli smo raziskavo, v kateri nas je zanimalo, ali Maximo omogoča samodejno predvidevanje okvar strojev, na kakšen način lahko zmanjšamo število okvar na strojih, ali povečanje preventivnih vzdrževanj pomeni zmanjšanje zastojnih časov proizvodnje, kako še bolj učinkovito načrtovati preventivno vzdrževanje in katere ukrepe poleg preventivnega vzdrževanja bi še bilo treba razviti za učinkovito vzdrževanje. To smo izvedli s podrobnim opazovanjem proučevanega poslovnega procesa.

V okviru raziskave smo ugotovili, da nam informacijski sistem Maximo omogoča samodejna predvidevanja okvar strojev, in sicer s samodejnim kreiranjem delovnih nalogov za preventivno vzdrževanje. To stori na osnovi vnaprej vnesenega in določenega načrta za preventivno vzdrževanje določene proizvodne opreme.

Prav tako smo ugotovili, da večje število preventivnih vzdrževanj omogoča zmanjšanje števila nepotrebnih okvar in z njimi povezanih izgub proizvodnega načrta. Na ta način skrbimo za boljšo kondicijo proizvodne opreme, izognemo se morebitnim večjim nepredvidenim okvaram, omogočimo lažje doseganje proizvodnih načrtov, pravočasne dostave naročil kupcev in povečanje možnosti za nadaljnjo rast podjetja. Zaposleni v vzdrževanju se zavedajo pomembnosti preventivnega vzdrževanja, saj so v letu 2019 opravili skoraj vsa predvidena preventivna vzdrževanja. Prav tako se pomembnosti preventivnega vzdrževanja zaveda vodstvo organizacije, saj je sprejelo odločitev o vpeljavi novega informacijskega sistema Maximo v Danfoss.

Na ta način menimo, da želijo v celotnem Danfossu izboljšati preventivno vzdrževanje in doseči dobro kondicijo proizvodne opreme, ki bi podjetju omogočala nadaljnjo rast in pridobitev še večje konkurenčnosti na trgu.

Za to, da preventivno vzdrževanje ne bi omejevalo proizvodnih načrtov in dobav izdelkov končnim kupcem, je potrebno učinkovito načrtovanje preventivnih vzdrževanj in proizvodnih načrtov. Z raziskavo smo ugotovili, da se načrtovanje trenutno izvaja z vsakotedenskim usklajevanjem prek elektronske pošte ali na tedenskih sestankih. Zaradi tega občasno prihaja do določenih zamikov pri izvajanju preventivnih vzdrževanj, saj se v določenih primerih pozabi na potrebo po preventivnem vzdrževanju. Na ta način pa se lahko poveča možnost za nepredvideno okvaro proizvodne opreme, zato je ključno, da se preventivno vzdrževanje izvaja takrat, ko je to tudi načrtovano.

Po soočenju z vsemi izzivi po vpeljavi in ob delu v informacijskem sistemu Maximo smo se nato vprašali, kaj nam trenutno informacijski sistem že omogoča, vendar teh funkcij še ne uporabljamo, in katere od njih bi bilo smiselno čim prej vpeljati v redni proces dela in katere predstavljajo dolgoročne izboljšave. Največji potencial za poenostavitev dela smo zaznali v treh funkcijah, ki bi jih po našem mnenju morali uvesti v kratkem času.

Prva funkcija je preventivno vzdrževanje na osnovi merjenih veličin, ki bi nam omogočila kakovostnejše preventivno vzdrževanje, saj bi ga izvajali na osnovi števila proizvedenih kosov oziroma števila opravljenih delovnih ur. Na ta način bi prepoznali bolj obremenjene proizvodne naprave. Poleg tega bi lahko na teh napravah nastavili mejne vrednosti, ko bi se avtomatsko generirala zahteva po preventivnem vzdrževanju. S takim načinom vzdrževanja bi lahko še dodatno zmanjšali nepredvidene zastoje proizvodne opreme.

Druga funkcija je prediktivno vzdrževanje, ki bi se lahko na osnovi merjenih veličin v realnem času in večji frekvenci vzorčenja odzvala na spremembo stanja proizvodne naprave. S spremljanjem motnosti in koncentracije vode v testnih napravah bi lahko zaznali odstopanje in slabšo kakovost vode. Na to bi nas obvestil informacijski sistem Maximo z avtomatskim generiranjem delovnega naloga za zamenjavo vode. S tem bi lahko zagotovili kakovostnejše prepoznavanje puščanja določenih izdelkov ob testiranju.

Tretja funkcija pa bi bila povezava informacijskega sistema Maximo z informacijskim sistemom, ki ga uporablja planska služba. Na ta način bi dosegli sinhronizirano delo načrtovanja proizvodnje in preventivnega vzdrževanja.

Malo manjši potencial za naš poslovni proces pa predstavlja funkcija za grafično načrtovanje oddelka vzdrževanja. Ta teoretično omogoča časovno načrtovanje

vzdrževalnih del, kar pomeni, da bi lahko celoten delovni čas vnaprej načrtovali. Kljub vsemu menimo, da je vsako vzdrževanje unikatno in ga zaenkrat še ne znamo časovno opredeliti. Zato je implementacija te funkcije po našem mnenju dolgoročna izboljšava dela.

Čeprav je večina predlaganih funkcij v informacijskem sistemu Maximo že delujočih, je razumljivo, da sprememb v tako veliki organizaciji, kot je Danfoss, ni možno uvesti čez noč. Izboljšave se navezujejo na različna delovna mesta, kar pomeni, da je zaposlene treba informirati, jih ustrezno izobraziti, predvsem pa morajo spremembe sprejeti kot izboljšave in ne le kot dodatno delo. Prav tako bi morali dodatno razviti tako informacijska sistema kot tudi proizvodne naprave za medsebojno povezavo.

Podjetje je v času nastajanja diplomskega dela že sprejelo nekaj odločitev v smeri učinkovitejšega načrtovanja preventivnega vzdrževanja, zato menimo, da nas bo v oddelku vzdrževanja v prihodnosti čakalo še zelo veliko pozitivnih izzivov in izboljšav.

## 8 LITERATURA IN VIRI

Bajec, M., Rupnik, R. (b. l.). *Osnove informacijskih sistemov*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova [http://freeweb.siol.net/dragmann/OIS\\_predavanja\\_v2004\\_11.pdf](http://freeweb.siol.net/dragmann/OIS_predavanja_v2004_11.pdf).

Danfoss (b. l.). *Danfoss Engineering Tomorrow*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <https://www.danfoss.com/static/images/logo.svg>.

Danfoss (b. l.). *Danfoss Engineering Tomorrow: Segments*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <https://workplace.danfoss.net/1274/segments>.

Danfoss (b. l.). *Danfoss - The journey to Engineering Tomorrow*. Pridobljeno 13.10.2019 z naslova <https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/company/history/>

Danfoss (b. l.). *Engineering Tomorrow*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/company/engineering-tomorrow>.

Danfoss Trata (b. l.). *Splošno o Trati – Informacije o podjetju*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <https://workplace.danfoss.net/41689/splosno-o-trati>.

Danfoss Trata (b. l.). *Vizitka: Več o*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova [https://www.facebook.com/pg/DanfossTrata/about/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/DanfossTrata/about/?ref=page_internal).

Danfoss Trata, d. o. o. (2018). *Maintenance report 2018*. Ljubljana.

Danfoss Trata, d. o. o. (2019). *Maintenance report 2019*. Ljubljana.

Danfoss Trata, d. o. o. (2019). *Plan vzdrževanja 2019*. Ljubljana.

Danfoss Trata, d. o. o. (2019). *Zastoji 2014–2019 YTD*. Ljubljana.

Drstvenšek, I. (2006). *Vzdrževanje v poindustrijski dobi, v luči standarda SIST EN 13306*. Pridobljeno 9. 10. 2019 z naslova <http://www2.arnes.si/~sspjeme/CPlvzdrzevanje13306.pdf>.

Goubar, S. (2017). *Revizija načrta preventivnega vzdrževanja*. Diplomsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.

IBM (2019). *Understanding the impact and value of enterprise asset management*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <https://www.ibm.com/downloads/cas/BX0ERPWB>.

Jemec, V. (2004). *Vrste vzdrževanj*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <http://www2.arnes.si/~sspjeme/vzdrzevanje/vrstevzdrzevanj.htm>.

Kovač, U. (2008). *Uvedba informacijskega sistema v majhno podjetje na primeru podjetja Kovinarstvo Uranjek, d. o. o.* Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <http://old.epf.uni-mb.si/ediplome/pdfs/kovac-urska.pdf>.

Shuttleworth, M. (2012). *Purpose of Research*. Pridobljeno 13. 10. 2019 z naslova <https://explorable.com/purpose-of-research>.