

# Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava

---

Ištvanović, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:779418>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-01**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Ištvanović

USPOREDNA ANALIZA PROGRAMSKIH ALATA ZA  
PREVENTIVNO ODRŽAVANJE INFORMACIJSKO-  
KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2021.

Zagreb, 28. travnja 2021.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**  
Predmet: **Održavanje telematičkih sustava**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 6434


Pristupnik: **Luka Ištvanović (0135251661)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava**

### Opis zadatka:

Opisati značajke informacijsko-komunikacijskih sustava. Prikazati oblike i značajke održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava. Identificirati prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava. Prepoznati i opisati ključne programske alate za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Napraviti usporednu analizu programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava.

Mentor:

  
\_\_\_\_\_  
izv. prof. dr. sc. Ivan Grgurević

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

  
\_\_\_\_\_

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

USPOREDNA ANALIZA PROGRAMSKIH ALATA ZA  
PREVENTIVNO ODRŽAVANJE INFORMACIJSKO-  
KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE TOOLS FOR  
PREVENTIVE MAINTENANCE OF INFORMATION AND  
COMMUNICATION SYSTEM

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ivan Grgurević

Student: Luka Ištvanović

JMBAG: 0135251661

Zagreb, rujan 2021.

# USPOREDNA ANALIZA PROGRAMSKIH ALATA ZA PREVENTIVNO ODRŽAVANJE INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA

## SAŽETAK

Ovaj završni rad opisuje i analizira programske alate za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Navedeni su načini i oblici održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava. U radu se razmatraju korektivno, preventivno i e-održavanje te način na koji se održavanje provodi. Stalnim napretkom tehnologije preventivno održavanje postalo je sve više isplativo za sve proizvodne djelatnosti zbog toga što može predvidjeti i spriječiti kvar sustava. Budući da je preventivno održavanje sve više zastupljeno u poslovanju glavni dio završnog rada je usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava prema različitim kriterijima usporedbe. Cilj završnog rada je odrediti najbolji programski alat za preventivno održavanje od deset proizvoljno odabranih programskih alata.

**KLJUČNE RIJEČI:** informacijsko-komunikacijski sustav, preventivno održavanje, programski alati za preventivno održavanje

# COMPARATIVE ANALAYSIS OF SOFTWARE TOOLS FOR PREVENTIVE MAINTENANCE OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEM

## SUMMARY

This bachelor's thesis presents describes and analyzes Software tools for Preventive Maintenance of Information and Communication System. The methods and forms of Preventive Maintenance for Preventive Maintenance are described. The bachelor's describes Corrective, Preventive and E-Maintenance and the way it is carried out. With constant advances in technology, preventive maintenance has become more cost-effective for all manufacturing activities because they can predict and prevent system malfunction. Since preventive maintenance is increasingly represent in business, the main part of this the bachelor is a Comparative Analysis of Software tools for Preventive Maintenance of Information and Communication System according to different comparison criteria. The main part of the bachelor is to determinate the best Software tool for Preventive Maintenance out of ten arbitrarily selected Software tools.

**KEY WORDS:** Information and Communication System, Preventive Maintenance, Software tools for Preventive Maintenance

## Sadržaj

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Uvod .....                                                                                                | 1  |
| 2. Značajke informacijsko-komunikacijskih sustava.....                                                       | 4  |
| 2.1. Informacijski sustav .....                                                                              | 4  |
| 2.2. Komunikacijski sustav .....                                                                             | 7  |
| 3. Oblici i značajke održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava.....                                   | 9  |
| 3.1. Vrste održavanja.....                                                                                   | 9  |
| 3.1.1. Korektivno održavanje.....                                                                            | 9  |
| 3.1.2. Preventivno održavanje.....                                                                           | 10 |
| 3.1.3. E-održavanje .....                                                                                    | 11 |
| 3.2. Izvedba održavanja.....                                                                                 | 12 |
| 3.3. Pristupi održavanja.....                                                                                | 12 |
| 3.3.1. TPM .....                                                                                             | 12 |
| 3.3.2. 3.3.2. RCM.....                                                                                       | 14 |
| 4. Prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava .....                             | 15 |
| 5. Programski alati alati za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava..                  | 20 |
| 6. Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava ..... | 29 |
| 7. Zaključak .....                                                                                           | 36 |
| Literatura.....                                                                                              | 38 |
| Popis slika i tablica .....                                                                                  | 41 |
| Popis kratica i akronima.....                                                                                | 42 |

## 1. Uvod

Informacijsko-komunikacijski sustav je sustav koji dijelimo na dva dijela, na informacijski i komunikacijski sustav. Informacijski sustav je dio nekog organizacijskog sustava čija je svrha prikupljanje, razvrstavanje, obrada, čuvanje, oblikovanje i raspoređivanje podataka u svim radnim razinama poslovnog sustava. Komunikacijski sustav je sustav u kojem se koristi suvremena informacijsko-komunikacijska tehnologija za obradu, prijenos, prijem i korištenje raspoloživih informacija. Da bi informacijsko-komunikacijski sustav, kao i svaki drugi sustav bio radno sposoban, potrebno ga je održavati. Razlikujemo tri vrste održavanja, a to su korektivno, preventivno i e-održavanje. Prema definiciji korektivno održavanje je skup održavalačkih pothvata pomoću kojih se popravljaju kvarovi. Preventivno održavanje je prema definiciji održavanje kojemu je svrha zadržati sustav na istoj razini izvedbe koju je imao kada je pušten u rad. Odnosno preventivno održavanje je vrsta održavanja kod kojeg je glavna zadaća da se otkloni greška prije nego ona prouzroči gubitak ili prestanak rada sustava. Pojam e-održavanja odnosi se na ugradnju informacijsko-komunikacijskih tehnologija u strategiju održavanja zbog novih načina podrške u proizvodnji i poslovanju. Razlikujemo 4 pristupa e-održavanju: e-održavanje kao strategija održavanja, kao plan održavanja, kao vrsta održavanja i kao održavalačka potpora.

Preventivno održavanje je održavanje koje je u početku najskuplje budući da se plaća održavanje sustava koji radi, ali dugoročno gledano je najisplativije budući da je vrlo mala vjerojatnost da će doći do kvara sustava. Za dobro preventivno održavanje koriste se razni programski alati, u radu je spomenuto nekoliko njih, a može se izdvojiti *Limble CMMS*.

Cilj završnog rada je usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava kako bi se dobio dojam na koji način i kako bi bilo najbolje održavati informacijsko-komunikacijski sustav te koji bi programski alat bio najbolji odabir za navedeno. Svrha rada je prikaz programskih alata za preventivno održavanje te njihova usporedba te donošenje zaključka koji je najbolji. Motiv za istraživanje ove teme bila je želja za obradom teme koja uključuje problematiku održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava.



Završni rad podijeljen je na sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Značajke informacijsko-komunikacijskih sustava
3. Oblici i značajke održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava
4. Prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava
5. Programski alati za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava
6. Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava
7. Zaključak

U uvodnom dijelu rada opisana je struktura, cilj i svrha te motiv za istraživanje teme završnog rada.

U drugom poglavlju definira se što je informacijski sustavi i koji su njegovi dijelovi te koji su ciljevi informacijskog sustava, a što je komunikacijski sustavi te koji su njegovi dijelovi i kako funkcionira.

U trećem poglavlju opisani su oblici i značajke održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava. Objasnjene su tri vrste održavanja preventivno, korektivno i e-održavanje, također spomenuta je izvedba održavanja te pristupi samom održavanju.

Četvrto poglavlje predstavlja prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava.

U petom poglavlju opisani su programski alati za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Navedeno je deset programskih alata za preventivno održavanje te je svaki opisan na koji način i što radi.

Šesto poglavlje predstavlja usporednu analizu programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Usporedna analiza je predstavljena pomoću tablice u kojoj se u jednom stupcu nalazi popis programskih alata, u drugom što programski alat nudi, u trećem stupcu nalaze se prednosti programskih alata te zadnji stupac predstavlja sami sažetak u

nekoliko rečenica što je dobro znati o programski alatu. Na kraju poglavlja donijet je zaključak koja dva programska alata bi bila najbolja za održavanje iz autorske (subjektivne) perspektive.

U sedmom poglavlju, *Zaključku*, sintetizirane su sve informacije prikupljene i obrađene tijekom izrade ovog završnog rada.

Na kraju rada, nalazi se *Literatura* koja daje uvid u sve studije, knjige i analitike te internetske stranice korištene pri izradi završnog rada.

## 2. Značajke informacijsko-komunikacijskih sustava

Pojam informacijsko-komunikacijskog sustava može se podijeliti u dva dijela, jedan dio je informacijski sustav, dok drugi dio tog sustava čini komunikacijski sustav. U daljnjem dijelu ovog odlomka bit će objašnjena oba dijela sustava.

### 2.1. Informacijski sustav

Informacijski sustav dio je nekog tehnološkog i/ili organizacijskog stvarnog sustava čija je svrha permanentno opskrbljivanje potrebnim informacijama svih razina njegovog upravljanje i odlučivanja. Zadaci informacijskog sustava su prikupljanje, razvrstavanje, obrada, čuvanje, oblikovanje i raspoređivanje podataka u svim radnim razinama poslovnog sustava. U tablici 1. prikazani su ciljevi informacijskog sustava koji su različiti za različite radne razine pojedine organizacije, [1].

**Tablica 1.** Ciljevi informacijskog sustava

| Razina funkcija organizacijskog sustava                                                         | Cilj informacijskog podsustava                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>IZVOĐENJE</b> procesi osnovne djelatnosti                                                    | povećanje <b>produktivnosti rada</b>          |
| <b>UPRAVLJANJE</b> razina odgovorna za organiziranje, praćenje uspješnosti, otklanjanje smetnji | povećanje <b>učinkovitosti</b>                |
| <b>ODLUČIVANJE</b> razina odgovorna za postavljanje poslovnih ciljeva                           | osiguranje <b>stabilnosti</b> rasta i razvoja |

Izvor: [1]

Kada govorimo o različitim kriterijima podjele postoji više vrsta informacijskih sustava. Osnovna podjela je prema konceptualnom ustrojstvu posloводства, zatim prema namjeni te prema modelu poslovnih funkcija u poslovnom sustavu. Prema konceptualnom ustroju informacijski sustavi dijele se na:

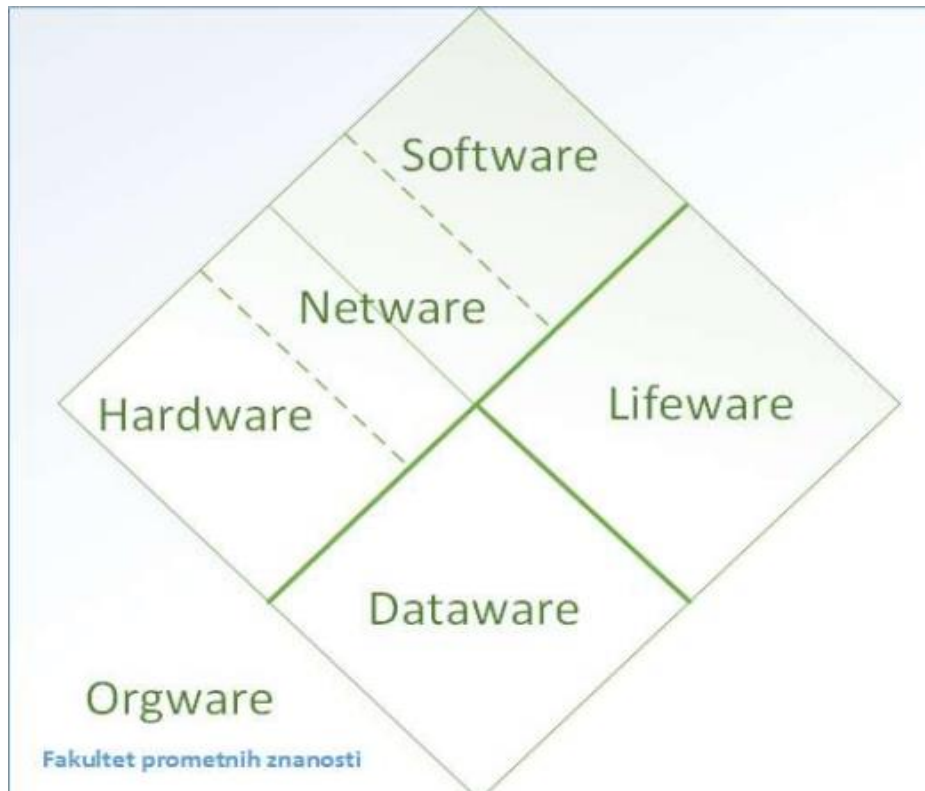
- Sustav potpore odlučivanju – strateški nivo ustroja;
- Izvršni informacijski sustav – taktički nivo ustroja i
- Transakcijski sustavi – operativni nivo, [1].

Prema namjeni informacijske sustave dijelimo na:

- Sustav obrade podataka – služi za unos, obradu i pohranjivanje podataka
- Sustav podrške uredskom radu – dijeli se na sustave za podršku u obavljanju administrativnih poslova i sustave za podršku ljudskog komuniciranja
- Sustav podrške u odlučivanju – primjenjuju se različiti modeli odlučivanja, kojima se stvaraju informacije potrebne za odlučivanje i
- Ekspertni sustav - služi kao podrška stručnjacima i ekspertima, te za rješavanje različitih problema, [1].

Prema modelu poslovnih funkcija informacijske sustave dijelimo na:

- Operativni sustav – sustav o kojem ovisi uspjeh tekućeg poslovanja (ovisi o informatičkoj tehnologiji)
- Potporni sustav – koristan, ali nije nužan za poslovni uspjeh (mala ovisnost o tehnologiji)
- Strateški sustav – nužan je za poslovnu strategiju u budućnosti (jako ovisi o primjeni informacijske tehnologije) i
- Izgledni sustav – može utjecati na uspjeh budućeg poslovanja (mala ovisnost o tehnologiji), [1].



**Slika 1.** Osnovni elementi informacijskog sustava, [1]

Slika 1. prikazuje nam elemente informacijskog sustava, a to su:

- *Hardware* – predstavlja fizičku komponentu računala
- *Software* – predstavlja nematerijalnu osnovu informacijskog sustava, odnosno predstavlja skup programski alata koji upravljaju samim računalom
- *Orgware* – organizacijski dio informacijskog sustava
- *Lifeware* – oznaka za ljudski faktor u sustavu
- *Netware* – označava povezivanje dijelova sustava u cjelinu, te omogućuje komuniciranje unutar mreže i
- *Dataware* – dio informacijskog sustava koja je odgovorna za organizaciju baze podataka, [1].

## 2.2. Komunikacijski sustav

Komunikacijski sustav u kojem se koristi suvremena informacijsko-komunikacijska tehnologija za obradu, prijenos, prijem i korištenje raspoloživih informacija može se definirati s različitih stajališta poput, [2]:

- zahtjeva
- tehničke strukture
- programskih rješenja
- organizacijskog aspekta
- korištenja i
- zaštite

Neki od brojnih zahtjeva koje suvremeni komunikacijski sustav treba zadovoljiti su kapacitet, pouzdanost, kompatibilnost, modularnost i ekonomičnost. Kapacitet predstavlja količinu informacija koju određeni informacijsko-komunikacijski sustav može pohraniti. Pouzdanost komunikacijskog sustava je zapravo sustav u kojem praktično nema prekida u radu, odnosno da je sustav uvijek „aktivan“ i spreman za rad. Kompatibilnost komunikacijskog sustava predstavlja usklađenost s organizacijskim, informatičkim, upravljačkim i drugim sustavima u nekoj organizaciji te otvorenost odnosno povezanost samog komunikacijskog sustava sa drugim komunikacijskim sustavima u svom okruženju. Modularnost predstavlja mogućnost dogradnje sustava gdje je glavna zadaća ugradnja najnovijih tehnologija. Ekonomičnost predstavlja zahtjev prema kojem se obavlja uravnoteženost potrebnog i realiziranog stanja sustava, [2].

Tehnička struktura komunikacijskog sustava sastoji se od ulazno-izlaznih čvorišta i kanala. Ulazno-izlazna čvorišta mogu se definirati kao prijemnici informacija koje je potrebno pripremati i obrađivati kontinuirano. Takva čvorišta služe za slanje i primanje signala pakiranih u određene cjeline u svrhu informiranja poslovnih struktura te se to izvodi preko prometnih kanala. Za ovu vrstu čvorova važno je da u svim dijelovima sustava uvijek budu aktivna i dostupna. Kanali odnosno komunikacijske prometnice predstavljaju puteve kroz koje se kreću kodirani signali, [2].

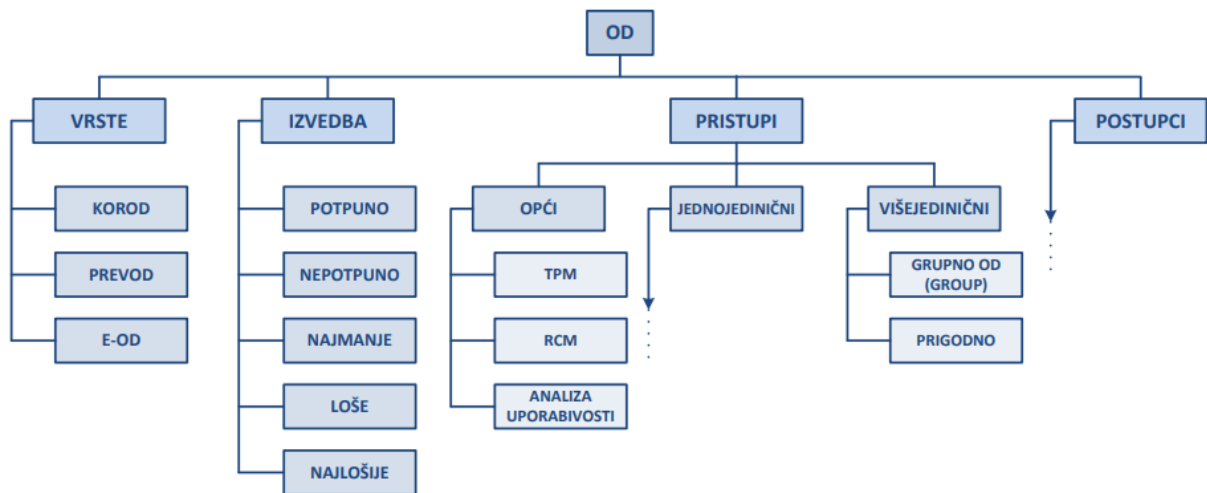
Programska rješenja komunikacijskog sustava čine sustavni i upravljački programski alati. Sustavni programski alati su programski alati koji korigiraju rad svih tehničkih komponenti komunikacijskog sustava odnosno to su programski alati koji osiguravaju, kontroliraju, usklađuju

te prate rad tog komunikacijskog sustava. Upravljački programski alati služe kao nadogradnja aplikativnih programski alata koji osiguravaju posebno oblikovane informacije kao pomoć pri odlučivanju, [2].

Zaštita komunikacijskog sustava je inkompatibilan pojam na međunarodnoj razini, odnosno sam razvoj komunikacijskog sustava na lokalnoj razini, zatim na međunarodnoj, pa na svjetskoj poništio je sve klasične sustave zaštite informacija i komunikacija. Budući da se prilikom uspostave komunikacijskih veza dostavljaju tzv. „virusi“, sam sustav odnosno računala se ne mogu zaštititi bez posebnih programski alata zaštite. Paralelno s razvoj komunikacijskog sustava javlja se i pojam „zaštićeno“ odnosno u organizacijskom aspektu to znači da informacija koja putuje komunikacijskim sustavom nije čitljiva za svakog člana u cijelom sustavu te organizacije nego se određuje prema hijerarhiji za koga je informacija namijenjena. Zbog toga se organizacije dijele na više dijelova i na različita ovlaštenja kako bi svaki određeni sektor vidio informacije samo one koje su njima potrebne a ne sve, [2].

### 3. Oblici i značajke održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava

Za shvaćanje pojma održavanja, prvo je potrebno definirati što je održavanje. Održavanje je skup pothvata tijekom cijelog životnog ciklusa promatranog dijela sustava, a cilj samog održavanja je zadržati sam sustav ili ga vratiti u stanje u kojem može izvršavati zahtijevanu funkciju, [3].



Slika 2. Značajke održavanja, [3]

Slika 2. prikazuje nam značajke ili sadržaj održavanja. Razlikujemo vrste, izvedbu, pristup i postupke održavanja.

#### 3.1. Vrste održavanja

Razlikujemo 3 vrste održavanja a to su korektivno, preventivno i e-održavanje, [3].

##### 3.1.1. Korektivno održavanje

Prema definiciji korektivno održavanje je skup održavalačkih pothvata pomoću kojih se popravljaju kvarovi. Cilj korektivnog održavanja za jedno jedinične sustave je popravak kvara na način da sustav opet radi u smislu „dobar kao da je nov“, dok je cilj za više jedinične sustave da se mogu izvoditi zahtjevne funkcije. Glavna zadaća korektivnog održavanja je da sustav bude u stanju nespremnosti što je moguće kraće vrijeme, odnosno da sustav ne radi što je manje moguće, [3].



Razlikujemo dvije vrste korektivnog održavanja nepredviđeno i planirano korektivno održavanje. Nepredviđeno korektivno održavanje je neočekivano ili prisilno, odnosno kada dođe do kvara prije nego što ponovno možete koristiti računalo potreban je popravak. Odnosno nepredviđeno korektivno održavanje znači da se popravak izvede što je brže moguće kako bi se izbjegle veće stanke u radu sustava, a samim time i ekonomski gubitci. Planirano korektivno održavanje je vrsta održavanja kojoj je cilj da predvidi moguće kvarove koji mogu nastati s vremena na vrijeme, odnosno da se pokuša na osnovu ranijih iskustava predvidjeti trenutke u kojima je potrebno proći postupak održavanja kako bi se detektirali istrošeni dijelovi sustava ili mogući kvarovi. Također planirano korektivno održavanje omogućava da se unaprijed odredi trenutak u kojem će se obaviti pregled sustava, a tu se obično koriste sati kada je sustav neaktivan ili kada je slabija iskoristivost sustava, [4].

Glavna prednost korektivnog održavanja je da se može produjiti vijek trajanja sustava u smislu popravka dijelova i ispravljanja grešaka do kojih je došlo, što oslobađa tvrtku kod koje je došlo do kvara od kupnje novih komponenti koje bi zamijenile stare svaki put kad se sustav pokvari. Nedostaci korektivnog održavanja odnose se na to da je potrebno zaustaviti rad sustava kada dođe do kvara, a time dolazi do gubitaka budući da sustav ne radi, te gubitka u smislu popravka kvara, [4].

### **3.1.2. Preventivno održavanje**

Preventivno održavanje je prema definiciji održavanje kojemu je svrha zadržati sustav na istoj razini izvedbe koju je imao kada je pušten u rad. Odnosno preventivno održavanje je vrsta održavanja kod kojeg je glavna zadaća da se otkloni greška prije nego ona prouzroči gubitak ili prestanak rada sustava, [3].

Razlikujemo nekoliko vrsta preventivnog održavanja poput održavanja temeljenog na vremenu, održavanje temeljeno na upotrebi i prediktivno održavanje. Održavanje temeljeno na vremenu temelji se na mjesečnom ili godišnjem rasporedu održavanja, za ovu vrstu preventivnog održavanja preporučljivo je voditi detaljne bilješke o ranijim kvarovima i problemima sa sustavom ili opremu kako bi se imala što bolja predodžba o tome koji dio sustava ili opreme je najosjetljiviji i potrebno joj je redovitije održavanje. Održavanje temeljeno na upotrebi je vrsta održavanje kod kojeg tim zadužen za održavanje sustava ili opreme prati upotrebu odnosno količinu radnih sati određenog sustava te obavještava kada sustav dostigne određeni broj radnih sati te ga je potrebno

dodatno prekontrolirati. Prediktivno održavanje je vrsta preventivnog održavanja koja se oslanja na senzore za prikupljanje informacija. Ova vrsta održavanja podrazumijeva praćenje rada sustava i otkrivanje mogućih nedostataka koji bi mogli dovesti do prestanka rada sustava, [5].

### 3.1.3. E-održavanje

Pojam e-održavanja odnosi se na ugradnju informacijsko-komunikacijskih tehnologija u strategiju održavanja zbog novih načina podrške u proizvodnji i poslovanju.

Razlikujemo 4 pristupa e-održavanju:

- E-održavanje kao strategija održavanja – e-održavanje se može promatrati kao jednu od vrsta održavanja pri čemu se upravlja elektronički s stvarno vremenskim podacima o opremi dobivenih zahvaljujući digitalnim tehnologijama. Primjeri spomenutog su: mobilne usluge, telekomunikacije kroz Internet
- E-održavanje kao plan održavanja – može se promatrati kao plan koji zadovoljava zahtjeve preventivnog udaljenog održavanja, zahtjeve do stvarno vremenskih podataka, zahtjeve za daljinsko upravljanje i izvođenje održavalačke potpore i usluge
- E-održavanje kao vrsta održavanja – može se predstaviti kao zamjena svih dosadašnjih vrsta održavanja s jednim više preventivnim. Uobičajeno periodičko održavanje treba poboljšati i premjestiti u područje koje se temelji na uvođenju umjetne inteligencije. U ovom smislu e-održavanje se smatra preventivnim koje ostvaruje samo funkcije nadzora i predviđanja stanja.
- E-održavanje kao održavalačka potpora – e-održavanje može se promatrati kroz uslužnu tehnologiju koja pruža suradnju umjetne inteligencije, [3].

Rješenja koja nastaju od konstantnog nadziranja rada sustava, a koja se temelje na e-održavanju daju odgovore na sljedeća pitanja:

- Što: koji dio opreme ili sustava zahtjeva održavanje?
- Kada: kada je potrebno izvesti postupak održavanja?
- Tko: tko upravlja održavanjem?
- Kako? Način na koji će se održavanje provesti, tu može pomoći pomoćna dokumentacija i ovisi o dostupnosti rezervnih dijelova, [6].

### 3.2. Izvedba održavanja

Prema izvedbi razlikujemo pet vrsta održavanja, a to su potpuno, najmanje, nepotpuno, loše i najlošije održavanje. Potpuno održavanje temelji se na tome da je sustav dobar kao da je nov, odnosno da sustav radi jednako dobro kao i prilikom puštanja u rad. Najmanje održavanje temelji se na riječima da je „sustav loš toliko koliko je star“. Glavni uzroci nepotpunog, lošeg i najlošijeg održavanja ljudska pogreška, neotkrivene ili skrivene neispravnosti, oštećenje susjednog dijela pa tu dolazi do još većeg kvara nego što je bio i djelomični ili nepotpuni popravak, [3].

### 3.3. Pristupi održavanja

Razlikuju se tri pristupa održavanja, a to su opći, zatim jedno jedinični i više jedinični. Opći pristup održavanja dijeli se na TPM (engl. *Total Productive Maintenance*) ili Potpuno proizvodno održavanje, RCM (engl. *Reliability Centered Maintenance*) ili Pouzdanski usmjereno održavanje i analizu uporabivosti. Jedno jedinični pristup se odvija kalendarski, uvjetovan je stanjem, trajnošću, kvarom odnosno brzinom kvarenja, radi se periodički odnosno redosljedno. Više jedinični pristup je pristup gdje se grupno održavanje odvija po principu svi odjednom i to kad postoji prilika, odnosno u ono vrijeme kada je sustav najmanje upotrebljiv, [3].

#### 3.3.1. TPM

TPM ili Potpuno proizvodno održavanje proces je korištenja strojeva i opreme za održavanje i poboljšanje proizvodnje i kvalitete sustava. TPM teži savršenoj proizvodnji. Savršena proizvodnja predstavlja proizvodnju bez kvarova, bez zaustavljanja i proizvodnju kojoj nema nedostataka. Poboljšanje ukupne učinkovitosti opreme putem TPM-a može se postići formiranjem manjih timova koji će se baviti odvojenim područjima održavanja cijelog sustava. Manji timovi omogućuju povećanje produktivnosti i smanjenju zastoja sustava. Glavne prednosti preventivnog održavanja su manje neplaniranih zastoja što rezultira povećanjem ukupne učinkovitosti opreme, smanjenje pritužbi korisnika na rad sustava, smanjenje troškova proizvodnje i povećanje kvalitete proizvoda, [3, 33].

TPM je izgrađeno na osam stupova temeljenih na 5-S sustavu. 5-S sustav organizacijska je metoda koja se sastoji od pet japanskih riječi a to su *seiri* (organizacija) što znači da treba ukloniti nered iz radnog prostora, *seiton* (urednost) osiguranje reda u sustavu po principu sve ima svoje mjesto i tamo se treba nalaziti, *seiso* (čistoća) predstavlja čist radni prostor u kojem se radi,

*seiketsu* (standard) odnosno standardizirati sve radne procese što znači postaviti skup pravila kojih se treba držati i *shitsuke* (disciplina) predstavlja stalno jačanje prvih 4 koraka u 5-S sustavu, [7].

8 stupova na kojima je izgrađen TPM sustav su:

- Autonomno održavanje – provođenje autonomnog održavanja uključuje čišćenje sustava prema „osnovnom“ standardu. To uključuje osposobljavanje zaposlenika za provođenje rutinskog pregleda na temelju priručnika. Nakon osposobljavanja zaposlenik postavlja svoj vlastiti autonomni raspored pregleda, a standardizacija mu osigurava da svi slijede iste postupke i procese, [7].
- Usredotočeno poboljšanje – promatra proces u cjelini i daje ideje o tome kako ga poboljšati. Osim toga, usredotočeno poboljšanje povećava učinkovitost smanjujući nedostatke proizvoda i broj procesa, a istovremeno povećava sigurnost, [7].
- Planirano održavanje – uključuje proučavanje povijest kvarova, a zatim zakazivanje održavanja na temelju prikupljenih podataka, [7].
- Kvalitetno održavanje – stup održavanja kvalitete usredotočen je na otkrivanje grešaka u dizajnu i sprječavanje procesa proizvodnje. Najveća prednost održavanja kvalitete je uklanjanje nedostataka i zastoja u radu, [7].
- Rano upravljanje opremom – uzima se praktično znanje i cjelokupno razumijevanje opreme za poboljšanje dizajna. Kada se govori o dizajnu važno je govoriti o stvarima poput jednostavnog održavanja, pristupačnost zamjenskih dijelova i sigurnosti. Ovakav pristup dodatno povećava učinkovitost jer nova oprema već ima sve željene specifikacije i imanje problema u radu, pa se brže postignu planirane razine performansi, [7].
- Obuka i obrazovanje – obuka se primjenjuje za osoblje koje provodi održavanje. Svrha obuke je naučiti djelatnike zadužene za održavanje sve o sustavu u kojem se radi te na koji način provesti održavanje, [7].
- Sigurnost, zdravlje i okoliš - održavanje sigurnog radnog okruženja znači da zaposlenici mogu obavljati svoje zadatke na sigurnom mjestu bez rizika za zdravlje zaposlenika. Važno je stvoriti sustav koji proizvodnju čini učinkovitom, a nije opasan za sigurnost i zdravlje zaposlenika, [7].

- TPM u administraciji – administrativne funkcije su često prvi korak u cijelom procesu pa je važno da su pojednostavljene i razumljive za sve djelatnike koji provode proces održavanja, [7].

### 3.3.2. RCM

RCM je pouzdanski usmjereno održavanje koje omogućuje učinkovito i djelotvorno postizanje zahtijevanih razina sigurnosti i raspoloživosti opreme, a to će rezultirati povećanom sigurnošću, raspoloživošću i ekonomičnost rada, [3].

RCM možemo podijeliti u 3 primarne faze a to su: faza odlučivanja, faza analize i rezultati i povratne informacije, [8].

Faza odlučivanja je faza u kojoj je potrebno definirati opremu ili sustav koji obavljaju ključne funkcije u proizvodnji i definiranje čimbenika koji utječu na sustav, [8].

Tijekom faze analize stručnjaci rade na identifikaciji uzroka kvara. Uzrok kvara može biti neispravnost ili kvar opreme, ljudska pogreška i/ili nedostatak u organizacijskoj strategiji. Tijekom ovog procesa može se provesti nekoliko analiza a najčešće se provodi analiza uzroka ili analiza načina kvara, [8].

Rezultati RCM programa trebali bi dati povratnu informaciju za donošenje odluka i analiza. U ovoj fazi stručnjaci bi trebali vidjeti mogućnost za daljnja poboljšanja sustava. Nadalje sama svrha provedbe RCM-a je da se izvodi kontinuirano, a ne prema potrebi, jer kontinuiranim provođenjem RCM-a produljuje se vijek trajanja sustava, smanjuju se ukupni troškovi održavanja i smanjuje se mogućnost neplaniranog isključivanja sustava zbog kvara, [8].

#### **4. Prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskih sustava**

Kao što je već spomenuto preventivno održavanje je prema definiciji održavanje kojemu je svrha zadržati sustav na istoj razini izvedbe koju je imao kada je pušten u rad. Odnosno preventivno održavanje je vrsta održavanja kod kojeg je glavna zadaća da se otkloni greška prije nego ona prouzroči gubitak ili prestanak rada sustava.

Prema ranijim istraživanjima i znanstvenim radovima utvrđeno je da telekomunikacijski sektor ima visoku traženu raspoloživost te sustav mora biti pouzdan u svakom trenutku. Svaka telekomunikacijska usluga pruža se na temelju potpisanog ugovora o razini usluge, [9,10]. Prema izvoru [9,10] davatelji usluge moraju osigurati da pružane usluge postignu performanse koje su očekivane od korisnika. Mjerila performansi telekomunikacijskih sustava opisuju vrijeme rada i nerada sustava, a to su raspoloživost, neraspoločivost, pouzdanost i održavljivost sustava, [10,11,12]. Prema izvorima [10,11,12] pojam raspoloživosti znači da sustav obavlja svoju funkciju, dok neraspoločivost označava da je sustav u kvaru. Također isti izvori navode kako je telekomunikacijski sustav dizajniran tako da je prosječna raspoloživost 99,9%, odnosno da je sustav raspoloživ u bilo kojem trenutku. Definicija preventivnog održavanja iz izvora [12,13,14] definirana je kao skup svih zahtjeva održavanja i kojem je svrha zadržavanje razine izvedbe sustava na vrijednosti koju je imao u trenutku puštanja u rad. Također prema istim izvorima preventivno održavanje mora ispuniti 3 osnovne zadaće: pojavu incidenta, omogućiti uslugu u što kraćem roku kod pojave incidenta i izbjeći ponavljanje incidenta. Budući da se rad zasniva na preventivno održavanju prema izvoru [15], preventivo održavanje sastoji se od nekoliko segmenata koji su detaljnije opisani u radu.

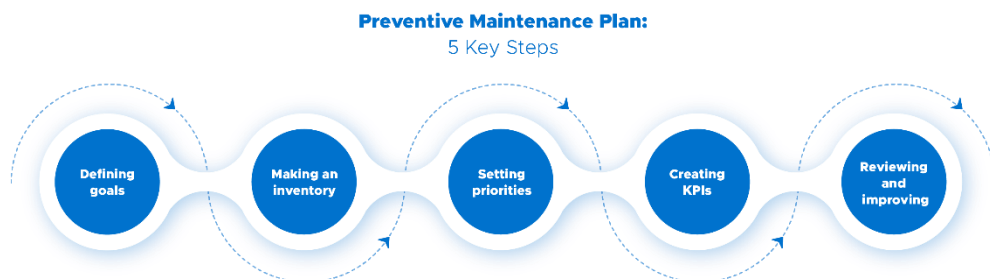
Preventivno održavanje dijeli se na nekoliko segmenata:

- Pregled – pregled je posao koji se obavlja u određenom vremenskom razdoblju s namjerom da se smanji vjerojatnost pojave kvara i osigura pouzdan rad cijelog sustava. Pregled obuhvaća vizualne kontrole cijelog sustava odnosno njegovih objekata, provjerava se funkcionalnost i ispravnost svih dijelova te se vrše ispitivanja i mjerenja. Tijekom pregleda mogu se otkloniti manji nedostaci na

sustavu ako je to dopušteno, odnosno ako zbog toga sustava neće biti zaustavljen, [15].

- Procjena stanja – procjenom stanja definira se stanje sustava i utvrđuju se daljnji potrebni koraci. Sama procjena stanja može se utvrditi na 2 načina, izravnog utvrđivanja stanja sustava i izvanrednim mjerenjima i ispitivanjima. Izravno utvrđivanje stanja obavlja se na temelju podataka dobivenih planiranim i neplaniranim održavanjem, dok se izvanredna mjerenja i ispitivanja obavljaju ako se ne može utvrditi stanje sustava na temelju rezultata provedenih aktivnosti. Procjenom stanja utvrđuju se daljnji segmenti preventivnog održavanja, [15].
- Redovno održavanje – je proces koji se obavlja u određenom vremenskom razdoblju koje je utvrđeno tehničkim uputama proizvođača, procjenom stanja ili prema posebnim uputama odjela za održavanje. Redovno održavanje se obavlja na sustavu ili nekom njegovom dijelu, a cilj mu je se različitim zahvatima, manjim popravcima ili zamjenom istrošenih dijelova održi sustav u radnom stanju, odnosno da ne dođe do kvara. U slučaju da u određenom vremenskom razdoblju kada je predviđeno redovno održavanje nije potreban nikakav rad na sustavu, određuje se novi termin za održavanje ali s nešto manjim vremenskim odmakom, [15].
- Veliki planski popravak ili remont – proces koji se obavlja nakon procjene stanja sustava, a cilj mu je da većim popravcima i zamjenama potrošenih dijelova zadrži sustav ili njegov ugroženi dio u radnom stanju, [15].

Prilikom provedbe preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava potrebno je izraditi plan održavanja koji možemo vidjeti na slici 8.



**Slika 3.** Prikaz 5 koraka u izradi plana preventivnog održavanja, [16]

Slika 8. prikazuje nam pet koraka za izradu plana preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava. Izrada koraka sastoji se od pet dijelova, a to su definiranje ciljeva, popis dijelova sustava, prioriteta rada, kreiranje pokazatelja uspješnosti i pregled i poboljšanje samog plana, [17].

Definiranje ciljeva predstavlja odluku što želimo da naš sustav radi, na koji način, što želimo spriječiti i kako doći do ostvarenja tih ciljeva, [17].

Popis dijelova sustava predstavlja dio plana gdje je potrebno ispisati sve dijelove sustava te ih grupirati u manje funkcionalne jedinice kako bi se lakše utvrdilo koji dio cijelog sustava je potrebno češće održavati u odnosu na ostale dijelove, [17].

Određivanje prioriteta je određivanje koji dio sustava ima prednost u odnosu na druge u pogledu preventivnog održavanja. Ovaj dio određuje se prema kriteriju dio koji je više kvarljiv u odnosu na ostale ima prioritet održavanja, te onaj dio koji može uzrokovati veće financijske gubitke u odnosu na ostale dijelove, [17].

Izrada pokazatelja uspješnosti predstavlja dio gdje je potrebno odrediti ispunjava li plan održavanja svoje ciljeve, [17].

Poboljšanje plana je moguće na temelju pokazatelja uspješnosti odnosno na temelju njihovih rezultate gdje se može vidjeti koji dijelovi sustava se mogu više iskoristiti kako bi se povećala produktivnost cijelog sustava, [17].

Nakon izrade plana preventivnog održavanja, može se krenuti u realizaciju tog plana. Da bi plan dobro funkcionirao potrebno je znati i prednosti koje nam donosi upotreba preventivnog održavanja. Prednosti preventivnog održavanja i razlozi zbog čega bi sve organizacije trebale imati preventivno održavanje su:

- Duži vijek trajanja sustava – svaki sustav ima svoj određeni životni vijek nakon kojeg su mu potrebni različiti popravci ili zamjena. Prilikom nabavljanja opreme za sustav bilo da se radi o zamjeni ili popravku sustava, tvrtka gleda unaprijed troškove popravka ili zamjene pojedine komponente kako bi vidjeli isplativost kupnje ako dođe do kvara. Preventivno održavanje produljuje vijek trajanja sustava



na nekoliko načina. Preventivno održavanje pomaže u otkrivanju i uklanjanju i najmanjih pogrešaka u radu sustava od strane tehničara koji su zaduženi za nadzor cijelog sustava za vrijeme njegova rada, također preventivno održavanje pruža jasnu sliku o tome koliko dugo određeni dio sustava treba i može raditi i koji se postupci održavanja mogu provesti kako bi se što bolje iskoristio svaki dio informacijsko-komunikacijskog sustava, [18].

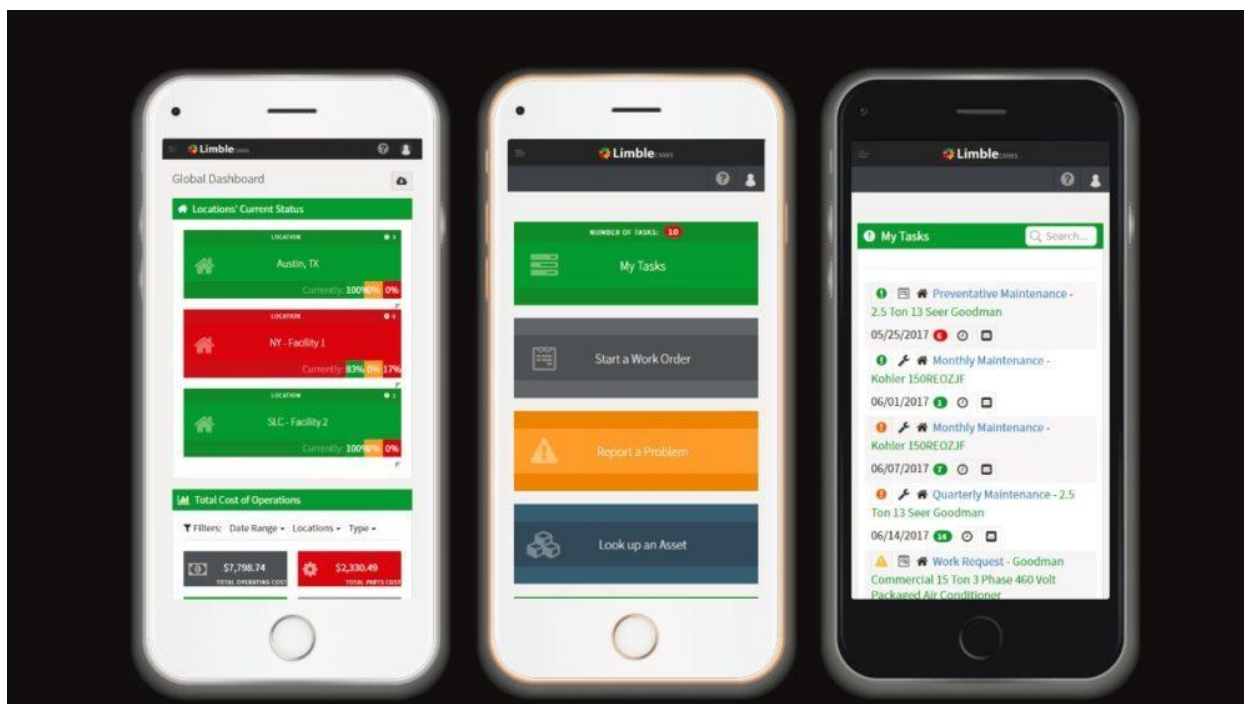
- Manji rizik kvarova – smanjen rizik dolaska do kvara sustava jedno je od najvažnijih prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava. Većina prednosti koja se javlja kao rezultat preventivnog održavanja možemo gledati kao rezultat smanjenog rizika kvara sustava. Gotovo 90% kvarova su mehanički, odnosno oni su posljedica problema koji se mogu riješiti i izbjeći dobrim planom za preventivno održavanje. Drugim riječima programski alat preventivnog održavanja postoji kako bi se smanjila mogućnost kvara sustava te omogućila otkrivanje problema i moguće kvarove prije nego što do njih dođe, [19].
- Povećanje produktivnosti – nedostatak redovnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava može usporiti rad vašeg sustava s vremenom. Nakon stalne uporabe, sustav sa svom svojom opremom i uređajima počinje gubiti na funkcionalnosti, odnosno sustav počinje biti manje učinkovit i pouzdan. Iako je takav proces spor i rezultati toga se ne vide tako brzo, prije ili kasnije ipak dođe do toga. Iz tog razloga pravilnim preventivnim održavanjem može se izbjeći velik dio pada funkcionalnosti informacijsko-komunikacijskog sustava, [20].
- Skraćeno vrijeme zastoja sustava – upotrebom preventivnog održavanja sustava, tim zadužen za održavanje ima priliku unaprijed odrediti vrijeme održavanja koje će najviše odgovarati za rad sustava, kako se ne bi onemogućio rad samog sustava, odnosno da se održavanje provodi u trenutku kada se sustav najmanje koristi kako bi bilo što manje zastoja i smetnji u radu. Jedna od glavnih prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava za smanjenje zastoja u radu je omogućavanje sustavu da radi uz manje stanke u radu u odnosu na ostale vrste održavanja, primjerice korektivnog jer kada dođe do kvara sustava, sustav je neupotrebljiv tako dugo dok se taj kvar ne ukloni i sustav ponovno postane uporabljiv i spreman za rad, [18].

- Zadovoljstvo korisnika sustava – osiguranje da sustav uvijek radi, odnosno da je radno sposoban i da je što je moguće učinkovitiji znači uštedu troškova i povećanje prihoda za određenu tvrtku koja koristi taj informacijsko-komunikacijski sustav. Također kada je sustav cijelo vrijeme radno sposoban to daje bolju sliku o samom radu sustavu, te o njegovom održavanju od strane tima koji je zadužen za to. Ako je sustav cijelo vrijeme radno sposoban sam kupac koji koristi taj informacijsko-komunikacijski sustav u svome poslovanju je zadovoljniji, ima veće prihode, a smanjene troškove iz razloga jer se sustav ne kvari zbog preventivnog održavanja, [19].
- Niži troškovi održavanja – sve ranije navedene prednosti preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava dovode do glavne prednosti preventivnog održavanja a to je ušteda novca. Neplanirano, odnosno održavanje koje se mora izvesti kada dođe do kvara sustava i prestanka rada košta 3 do 9 puta više u odnosu na unaprijed planirano održavanje gdje se mogu predvidjeti kvarovi i ukloniti nedostaci prije nego dođe do kvara samog sustava. Dugoročno gledano preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava puno je isplativije u odnosu na korektivno održavanje jer svi troškovi koje donosi preventivno održavanje puno su manji u odnosu na troškove korektivnog održavanja, [19].

## 5. Programski alati za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava

U nastavku su opisani odabrani programski alati za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava: *Limble CMMS*, *FTMaintenance*, *eMaint*, *MPulse Maintenance Management*, *Fiix*, *Hippo CMMS*, *Micro Main*, *Maintenance Care*, *Manager Plus*, *Q Ware CMMS*.

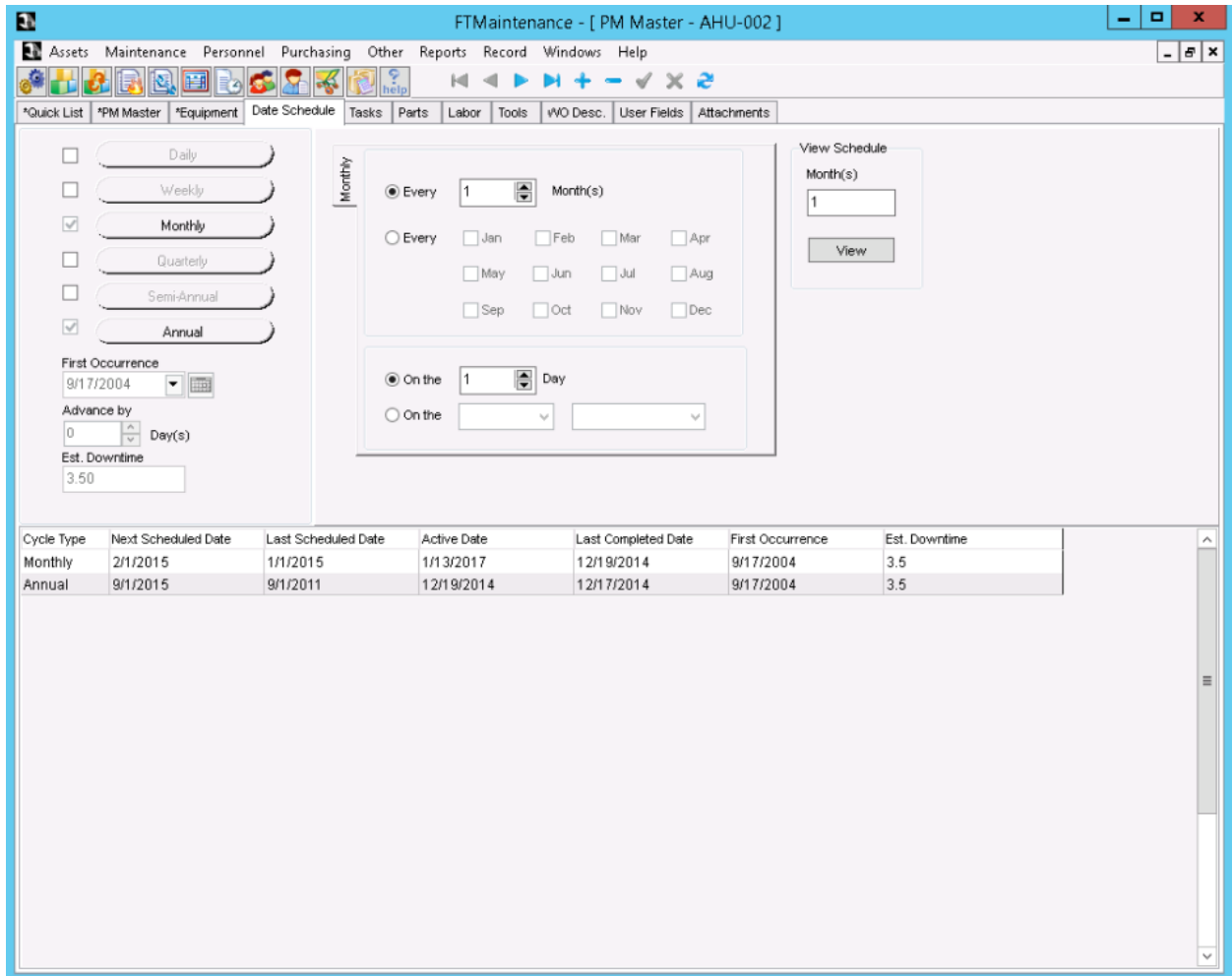
- *Limble CMMS* – jednostavan je CMMS (engl. *Computerized Maintenance Management System*) softver za preventivno održavanje. *Limble CMMS* omogućuje korištenje mobilnih aplikacija za Android i iOS kako bi klijentima omogućio bolju organizaciju, komunikacijsku odgovornost i produktivnost cijelom timu za održavanje. Na slici 3. može se vidjeti izgled *Limble CMMS* softver na mobilnim uređajima. Tim za održavanje u *limble CMMS*-u ima odličnu platformu za pregled radnji koje se događaju. *Limble CMMS* omogućuje brže i preciznije upravljanje imovinom na način da omogućuje preko centraliziranog upravljanja, upravljanje imovinom na način da svaki aspekt upravljanja imovinom ima svoj odjeljak. Podaci o imovini odnosno o sustavu koji se koristi omogućuju praćenje podataka i na što se točno odnosi, odnosno koje mu je određite. Izvještaj u stvarnom vremenu omogućuje timu za održavanje da stekne uvid u cjelokupno stanje sustava te da koristi trenutne informacije za donošenje odluka o održavanju, [21].



**Slika 4.** *Limble CMMS* kao mobilna aplikacija, [22]

- FTMaintenance* – *CMMS* softver koji nudi alate za upravljanje sustavom koji pomaže timu za održavanje u provedbi preventivnog i prediktivnog održavanja. Softver *FTMaintenance* pruža jedinstvenu platformu za upravljanje sustavom koji omogućuje praćenje svakodnevne i tjedne odgovornosti vezane uz održavanje što možemo vidjeti na slici 4. Ovaj softver omogućuje timu za održavanje da učinkovito upravljaju cijelim sustavom u svojoj organizaciji bez obzira na veličinu te organizacije. *FTMaintenance* olakšava praćenje dijelova sustava za održavanje i popravak, odnosno daje točan uvid kad i koji dio je potrebno održavati. Automatizacija ovog softvera omogućuje timu za održavanje da unaprijed vidi koji bi se potrošni dijelovi sustava mogli pokvariti te imaju li zamjenskih dijelova kako bi ga zamijenili prije nego dođe do kvara sustava. Pomoću softvera za preventivno održavanje umjesto „gašenja požara“ odnosno pokušaja rješavanja problema na kratko razdoblje, ovaj softver omogućuje povećanje pouzdanosti opreme i smanjuje mogućnost većeg kvara budući da je automatiziran i za čitavo vrijeme praćenja sustava ima uvid u sve dijelove sustava gdje se može vidjeti kada će otprilike doći do kvara i što bi se moglo pokvariti, kako bi se taj dio opreme iz sustava

pravovremeno zamijenio kako ne bi došlo do kvara, odnosno prestanka rada sustava, [23].



**Slika 5.** *FTMaintenance* i praćenje održavanja na mjesečnoj osnovi, [24]

- *eMaint* – nudi rješenja za upravljanje sustavom, zakazivanje održavanja, za prediktivno i preventivno održavanje, održavanje mobilnih uređaja. Unutar softvera *eMaint* za upravljanje sustavom nema ograničenja na koji se način treba održavati sustav, odnosno tim za održavanje može provesti održavanje onako kako misli da je najbolje, [25]. *eMaint* je *CMMS* softversko rješenje koje se koristi za upravljanje imovinom, praćenje inventara i rasporedom definirano preventivno i prediktivno održavanje. Glavne funkcionalnosti ovog softvera uključuju alate za praćenje, upravljanje i kontrolu radnim nalogima i zahtjevima, inventarom, rasporedom aktivnosti i zadataka, uvjetima nadzora opreme i potpora kontrole usklađenosti s

propisima. Mobilna aplikacija uključuje upravljanje zadovoljstvom korisnika, potporu u stvarnom vremenu, svakodnevno ažuriranje podataka o radu sustava, softverska poboljšanja i ažuriranja. Aplikacija se može konfigurirati prema veličini tvrtke, te nam njezina fleksibilnost omogućuje primjenu u raznim industrijama, [26].

- *Mpulse Maintenance Management* – softver za upravljanje održavanjem koji su razvili stručnjaci za održavanje, popravak i upravljanje sustavom, a nudi rješenja poput pouzdanog planiranja, praćenja i izvješćivanja *CMMS* softver programskih alata za održavanje sustava. *Mpulse* nudi 4 softverska izdanja, a to su brončana koja je namijenjena za voditelje održavanja, također brončano izdanje prilagodljivo je za bilo koje sučelje, ima značajke zakazivanja i praćenja preventivnog održavanja, grafički izvještaj koji može pročitati stručnjak za održavanja. Srebrno izdanje namijenjeno je za upravitelje održavanja i upravitelje sustava, ima sve značajke preventivnog održavanja kao i u brončanom izdanju gdje tim za održavanje ima mogućnost primanja, upravljanja i ažuriranja zahtjeva za uslugom od podnositelja zahtjeva, odnosno vlasnika organizacije u kojoj je implementiran sustav za održavanje. Zatim zlatno izdanje za sve veličine i vrste timova za održavanje, nudi značajku praćenja životnog ciklusa sustava ili njegovog dijela. Platinum izdanje namijenjeno za velike organizacije sa složenim održavanjem koje također uključuje i proširenje značajki namijenjeno industrijskom internetu, [27].
- *Fiix* – softver za održavanje i upravljanje sustavom temeljen na cloudu koji organizira, prati i raspoređuje procese vezane za održavanje. *Fiix CMMS* softver razvrstava sve podatke, dajući trenutni pristup informacijama koje su potrebne timu za održavanje što možemo vidjeti na slici 5., za poboljšanje, bilo da se radi o zakašnjelim radnim nalogima, o zalihama opreme gdje je mala zaliha pa postoji mogućnost da se ostane bez rezervnih dijelova ili o srednjem vremenu potrebnom za popravak sustava. *Fiix* omogućuje timu za održavanje da jednostavno „uvozi“ podatke o održavanju iz CSV-a (engl. *Comma Separated Values*) ili Excela iz drugih softverskih sustava za održavanje i upravljanje sustavom. *Fiix* također omogućuje dodjeljivanje i upravljanje neograničenim radnim nalogima s mobilnog uređaja, tableta ili osobnog računala gdje se može vidjeti tko na čemu radi i može

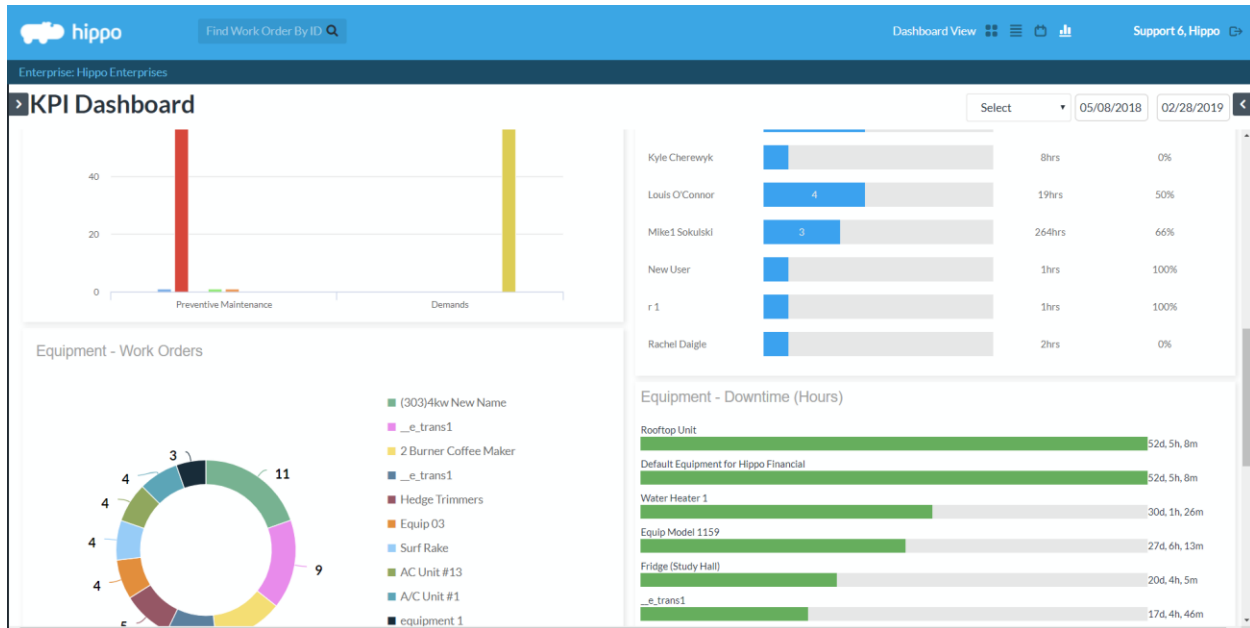
se primiti obavijest kada je neki posao završen kako bi se mogao izdati novi radni nalog za tog djelatnika u sustavu. *Fiix* daje pregled i balans zadataka i prioriteta tehničara s kalendarom povlačenja i ispuštanja gdje kalendar daje potpuni pregled o tome tko, kada i koji dio sustava održava. Također omogućuje i stvaranje preventivnih i zakazanih procesa za održavanje i automatsko generiranje tih procesa. Tim za održavanje također može pratiti dijelove sustava i zalihi tih dijelova, optimizirati razine zaliha ili upravljati njima na više lokacija putem integranog sustava za održavanje i upravljanje sustavom, [28].

| id        | Code      | Type       | Description                                                          | Site                             | Status           | Assets                               |
|-----------|-----------|------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 3,922,870 | 5006491   | Breakdown  | Track on the demolition robot needs to be replaced as cracked        | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Work In Progress | Demo Robot - Topdem03 (ToDem03)      |
| 3,546,071 | 5006465   | Breakdown  | Blade has snapped - needs to be replaced                             | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Work In Progress | SKIL_3386-01 2.5-Amp 9-Inch Band     |
| 3,210,033 | 1010      | Inspection | Daily Visual Inspection of the Facility                              | (No Site)                        | Work In Progress | Plant 1 (KKS 001)                    |
| 3,042,215 | 960       | Safety     | Daily Inspection Round                                               | Maintenance Request (506_W_Oa5-- | Work In Progress | Air Handler AHU-10 (H-HVAC-AHU1)     |
| 3,027,442 | 936       | Safety     | Monthly Fire Extinguisher Check                                      | Maintenance Request (506_W_Oa5-- | Work In Progress | Fire Extinguisher-1 (A593), Fire Ext |
| 2,881,398 | 903       | Corrective | Making a grinding noise                                              | Dublin (A690)                    | Work In Progress | Automatic Standby Generator 6EZY     |
| 2,880,963 | 902       | Chemical   | Test work order cheme                                                | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Work In Progress | Aerial Work Platform 2 (A373)        |
| 2,876,350 | 899       | Breakdown  | Bottle leak                                                          | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Work In Progress |                                      |
| 2,743,213 | 850       | Preventive | PM to clean our coffee machine                                       | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Work In Progress | Coffee Machine (TOHQ-MACAMP2-)       |
| 2,680,113 | 837       | Safety     | Monthly Fire Extinguisher Check                                      | Maintenance Request (506_W_Oa5-- | Work In Progress | Fire Extinguisher-1 (A593), Fire Ext |
| 2,137,245 | 684       | Breakdown  | Taper Jammed -                                                       | Maintenance Request (506_W_Oa5-- | Work In Progress | Taper 002 (BNYTAP002)                |
| 2,136,933 | 682       | Breakdown  | Taper broken - need to replace something: Station 4 - not sure wh... | Maintenance Request (506_W_Oa5-- | Work In Progress | Taper 002 (BNYTAP002)                |
| 1,798,312 | 490       | Corrective | Oil leaking from multiple locations                                  | London UK (A76)                  | Work In Progress | Coors Demolition Robot (A191)        |
| 5,246,474 | 5008415   | HVAC       |                                                                      | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Open             | SKIL_3386-01 2.5-Amp 9-Inch Band     |
| 5,150,631 | 5008412   | Oil Leaks  |                                                                      | Toronto_Canada_HQ (TOHQ)         | Open             | Big 400 C CC Generator Welder 50     |
| 5,091,398 | IceJeff 2 | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |
| 5,091,396 | IceJeff 1 | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |
| 5,089,891 | Ice 120   | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |
| 5,089,883 | Ice 119   | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |
| 5,089,875 | Ice 118   | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |
| 5,089,867 | Ice 117   | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |
| 5,089,859 | Ice 116   | Preventive | Weekly PM for SIAPIGroup                                             | Japan (A150)                     | Open             | 2846 (2846)                          |

Slika 6. Prikaz trenutnog stanja sustava od strane tima za održavanje, [29].

- *Hippo CMMS* – jednostavno softversko rješenje za upravljanje održavanjem koje pruža *CMMS* značajke koje su potrebne za upravljanje, organiziranje i praćenje operacija održavanja gdje svaki modul radi zajedno kako bi pružio besprijekoran sustav. *Hippo* nudi značajke kao što su preventivno održavanje, praćenje opreme, zalihe i dijelova sustava, zatim izvješća o održavanju, mobilni *CMMS* i *CMMS* softver. *Hippo CMMS* olakšava razmjenu informacija dajući mogućnost izdvajanja,

ispisa ili pretvaranja izvješća u grafikone koji se lako čitaju radi brže analize, što možemo vidjeti na slici 6., [30].



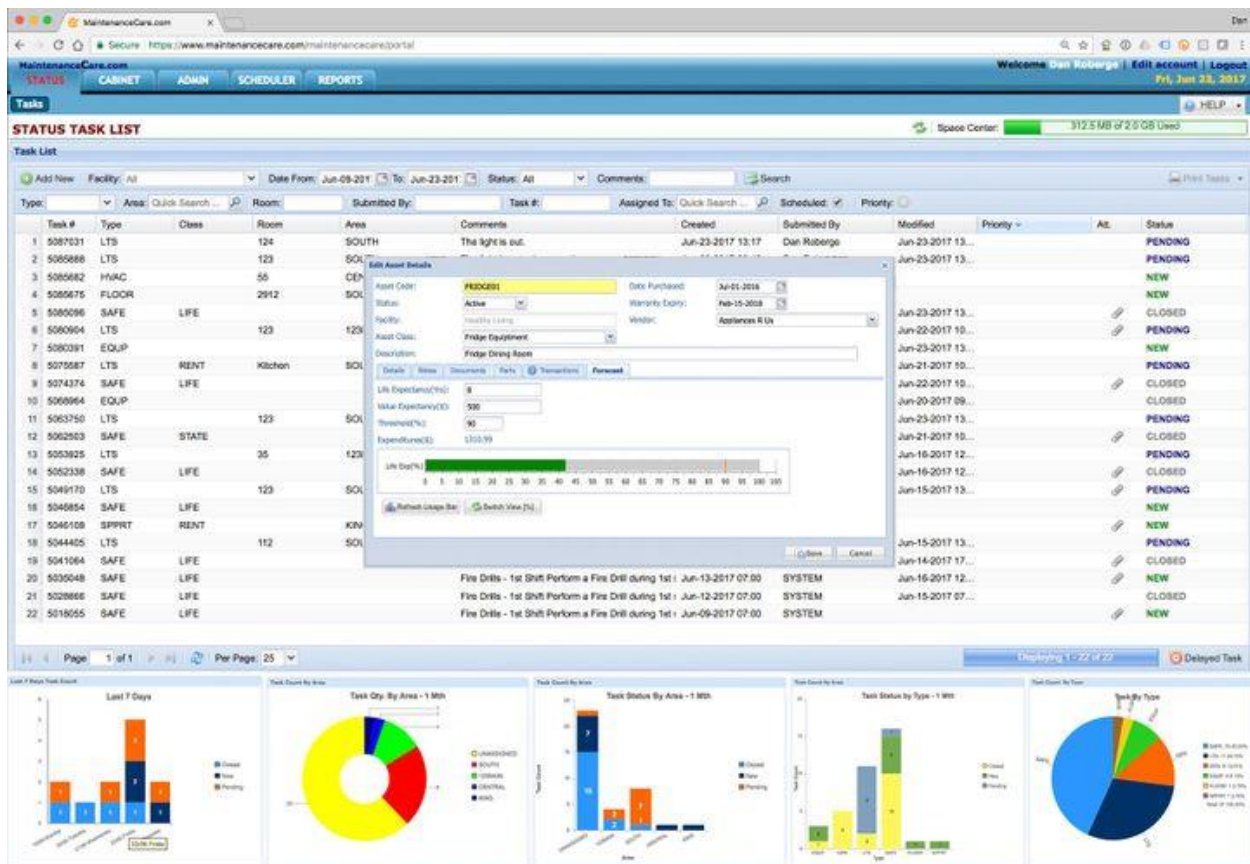
Slika 7. Grafički prikaz radnih naloga u Hippo CMMS-u, [31]

- *MicroMain* – softver za održavanje i upravljanje koji služi za učinkovito rješavanje preventivnog i odgođenog održavanja, te upravlja dijelovima sustava odnosno njihovim radom, također pomaže korisnicima ovog softvera u svom sustavu pojednostavniti poslovanje, produžiti vijek trajanja cijelog sustava, smanjiti troškove bez obzira na veličinu organizacije. *MicroMain* nudi vlastite proizvode poput *GLOBAL Multi-Site CMMS SaaS* (engl. *Softver as a Service, Softver kao usluga*), *Maintenance Management CMMS* i *Facility Management CAFM*. *MicroMain GLOBAL Multi-Site CMMS SaaS* je CMSS SaaS na više web stranica na cloudu koji služi kao temelj *MicroMain* održavanja i upravljanja dijelovima sustava tehnološke platforme koja je dizajnirana za više web stranica i međusobnu suradnju u okviru održavanja i organizacije neke tvrtke bez obzira na njezinu veličinu. *MicroMain GLOBAL Multi-Site CMMS SaaS* za više web stranica nudi značajke kao što su prilagodljiva konfiguracija za više web lokacija, prediktivno održavanje, pohranu dokumenata, upravljanje resursima sustava odnosno njegovom imovinom, automatsko dodjeljivanje radnih naloga odnosno zadataka. *MicroMain Maintenance management CMMS* nudi značajke poput preventivnog



održavanja, upravljanje radnim nalogima, automatsko raspoređivanje radnih naloga slobodnim zaposlenicima, upravljanje svim dijelovima sustava, usklađenost cijelog sustava. *MicroMain's Facility Management CAFM* softver je za upravljanje objektima koji pomaže tvrtkama da lakše i bolje upravljaju zgradama, prostorima tih zgrada te korisnicima tih prostora, također ovaj softver prati kvadraturu i karakteristike prostora, analizira troškove povezane sa selidbom i obnovom. *MicroMain's Facility Management CAFM* softver nudi značajke poput upravljanja zgradama, upravljanje premještajem, podržava *AutoCad*, upravljanje iznajmljivanjem i održavanjem imovine, [32].

- *Maintenance Care – CMMS* softver koji omogućuje održavanje putem prilagođenog web obrasca. *Maintenance Care* pruža izvrsnu platformu za automatsko planiranje i poboljšanje učinkovitosti preko *CMMS* platforme za raspoređivanje. Također nudi i značajku upravljanja imovinom odnosno resursima koja omogućuje brzo i točno praćenje svih troškova koji se odnose na resurse u sustavu ili organizaciji. Primarna obilježja ovog softvera su zadaci održavanja, pregled i nadzor životnog ciklusa dijelova sustava, mobilna aplikacija, izvještaj o radu sustava na nadzornoj ploči u središtu za održavanje i jednostavan radni nalog. Jednostavni radni nalog pruža lakši pristup kako bi se podijelili radni nalozi putem web obrasca što možemo vidjeti na slici . Značajka zadatka održavanja olakšava timu za održavanje upravljanje svim zadacima u sustavu. Životni ciklus dijelova sustava omogućuje predviđanje i očekivani vijek trajanja pojedinih dijelova sustava, [33].



Slika 8. Prikaz radnih naloga te njihov status,[34]

- Manager Plus* – softver za upravljanje imovinom organizacije koji pomaže da se poveća povrat uloženi sredstva uz smanjenje troškova pomoću planiranja preventivnog održavanja, upravljanja radnim nalogima, praćenjem rada sustava i njegovim upravljanjem. *Manager Plus* je softver prilagodljiv različitim veličinama organizacije, odnosno nema ograničenost da može biti implementiran samo kod manjih ili srednjih tvrtki. Softver *Manager Plus* dijeli se na *Manager Plus Desktop* i *Manager Plus Cloud*. Sa *Manager Plus Desktop* svi dijelovi organizacije, radni nalozi, raspoređeni nalaze se na jednom mjestu i lako su dostupni, bez obzira na koliko lokacija se tvrtka nalazi, sve se može vidjeti sa jednog mjesta preko *Manager Plus Desktopa* i te informacije su dostupne cijeloj organizaciji. *Manager Plus Cloud* omogućuje pristup podacima za održavanje s bilo kojeg mjesta bez instaliranja softvera u organizaciju, nego je za pristup podacima samo potreban pristup Internetu, [35].

- *Q Ware CMMS* – računalni softver za upravljanje održavanjem temeljen na webu i prilagođen je korisnicima za različita tržišta poput škola, zračnih luka, fakulteta, zdravstvenih ustanova i banaka. *Q Ware* nudi više besplatnih standardnih značajki poput neograničene podrške, neograničena pohrana dokumenata i nadogradnja besplatnog softver-a bez obzira o kojem modulu *Q Ware*-a se radi. Razlikuje se nekoliko vrsta modula poput modula za preventivno održavanje, modula za upravljanje imovinom organizacije, modula za planiranje događaja i modula za upravljanje zalihama. *Q Ware* također ima i mobilnu verziju kako bi korisnicima bio omogućen pristup svojim mobilnim uređajem, kako bi u trenutku kada se ne nalaze u tvrtki mogli doći do svih informacija o sustavu koje su im potrebne u tom trenutku, [36].

## 6. Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava

Kako bi se definirali čimbenici za preventivno održavanje, potrebno je prvo početi od preduvjeta za preventivno održavanje. Prema prof. Begoviću [13] za provedbu preventivnog održavanja potrebno je imati znanje o oznakama i nazivima svih dijelova, zatim projektnu dokumentaciju i dokumentaciju o stanju, dnevnik održavanja, pristup podacima o održavanju sličnog sustava, preporuke proizvođača vezane uz održavanje, upute za rad, zamjenske dijelove, stručno osoblje, ispitnu opremu i alate i jasne upute o održavanju, [13].

Prema tome, navedeni čimbenici omogućuju učinkovito obavljanje preventivnog održavanja, osiguravaju mogućnost usklađivanja sustava, povećanje korisnosti sustava, smanjenje količine pričuvnih dijelova, smanjenje vremena utrošenog na održavanje, povećanje sigurnosti i dr., [37]. Levitt tvrdi kako preventivno održavanje ima četiri dimenzije, to su ekonomska, inženjerska, psihološka i upraviteljska, ako se prilikom preventivnog održavanja ne uzmu sve četiri dimenzije u obzir nemoguće je ostvariti pune prednosti preventivnog održavanja. Prema tome, u tablici 2. prikazani su čimbenici koji se poklapaju u sve četiri dimenzije, [38].

**Tablica 2.** Čimbenici za preventivno održavanje [38]

| Čimbenici za preventivno održavanje                                                         | Kratice |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Upravljanje životnim ciklusom sredstava/ imovine (engl. <i>Asset Lifecycle Management</i> ) | ALM     |
| Upravljanje sredstvima sustava (engl. <i>Asset Management</i> )                             | AM      |
| Automatske obavijesti (engl. <i>Automatic Notifications</i> )                               | AN      |
| Upravljanje kalendarom aktivnosti (engl. <i>Calendar Management</i> )                       | CM      |
| Prilagođeno korisničko sučelje (engl. <i>Custom User Interface</i> )                        | CUI     |
| Pohrana dokumentacije (engl. <i>Document Storage</i> )                                      | DS      |
| Održavanje opreme (engl. <i>Equipment Maintenance</i> )                                     | EM      |
| Upravljanje nepokretnom imovinom (engl. <i>Fixed Asset Management</i> )                     | FAM     |
| Praćenje povijesnih događaja (engl. <i>History Tracking</i> )                               | HT      |
| Kontrola inventara (engl. <i>Inventory Control</i> )                                        | IC      |
| Praćenje inventara (engl. <i>Inventory Tracking</i> )                                       | IT      |
| Raspored aktivnosti održavanja (engl. <i>Maintenance Scheduling</i> )                       | MS      |
| Podrška na više lokacija (engl. <i>Multi-Location Support</i> )                             | MLS     |
| Stvarnovremenski podaci (engl. <i>Real Time Data</i> )                                      | RTD     |
| Upravljanje radnim nalogima (engl. <i>Work Order Management</i> )                           | WOM     |
| Upravljanje radnim tokovima (engl. <i>Workflow Management</i> )                             | WM      |

Svaki navedeni čimbenik korišten je u provedenoj usporednoj analizi programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Navedeni čimbenici iz tablice 2. koriste se za usporednu analizu kako bi se nakon znanstvenih istraživanja moglo doći do zaključka koji programski alati daju najveću mogućnost prilikom preventivnog održavanja informacijsko-komunikacijskog sustava.

**Tablica 3.** Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje

| Naziv programski alata | Što programski alat nudi?                                                                                                                                                                                                                                                  | Prednosti                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Sažetak                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Limble CMMS</i>     | Dobiva se uvid u cjelokupni status sustava i te informacije mogu se upotrijebiti kako bi se donijele dobre odluke za održavanje sustava i poslovanje tvrtke. <i>Limble CMMS</i> prati sve podatke koji se odnose na organizaciju u kojoj je programski alat implementiran. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Omogućuje tehničkom timu za održavanje organiziraju i automatiziraju održavanje</li> <li>• Omogućuje organizacijama u kojima je programski alat implementiran da imaju bolju organizaciju, komunikaciju, odgovornost i produktivnost u cijelom sustavu</li> </ul> | <i>Limble CMMS</i> je jednostavni CMMS softver za korištenje koji omogućuje lakšu organizaciju, automatizaciju i jednostavnije održavanje cijelog sustava tehničarima koji su odgovorni za taj dio.                                                                              |
| <i>FTMaintenance</i>   | <i>FTMaintenance</i> upravlja radnim nalogima, imovinom organizacije te zalihama. Preko ovog softvera moguće provođenje preventivnog održavanja, prediktivno održavanje, usluge savjetovanja i održavanje mobilnih uređaja                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostavan za korištenje</li> <li>• Lako prilagodljiv za sve sustave</li> <li>• Brz u radu</li> </ul>                                                                                                                                                            | <i>FTMaintenance</i> je jednostavno CMMS rješenje koje automatizira zadatke za održavanje i povezuje tehničare za održavanje sa podacima za upravljanje održavanjem pomoću alata poput upravljanje radnim nalogima, dijelovima sustava te zalihom odnosno zamjenskim dijelovima. |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>eMaint</i>                        | Softver za prediktivno i preventivno održavanje. Softver za prediktivno održavanje predviđa kvarove i prati stanje sustava u onom dijelu di je najkritičnije, odnosno tamo di je mogućnost kvara najveća. Softver za preventivno održavanje omogućuje generiranje kalendara za preventivno održavanje. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Održavanje se provodi onako kako mi želimo, odnosno tim za održavanje ima mogućnost prilagodbe sustava onako kako mu najbolje odgovara</li> </ul>                                                                                                                       | <i>eMaint</i> nudi prediktivno i preventivno održavanje, samostalnu mogućnost prilagodbe softvera za održavanje.                                                                                                                                                                                    |
| <i>Mpulse Maintenance Management</i> | Sučelje Mpulse ima mogućnost prilagodbe bilo kojem uređaju bilo da se radi o računalu, tabletu ili mobilnom uređaju. Dobra vizualizacija odnosno prikaz kalendara omogućuje timu za održavanje uvid u to kada se treba održavati pojedini dio sustava.                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dizajniran za rad s bilo kojom veličinom tvrtke</li> <li>• Dobra vizualizacija kalendara za uvid u to kada treba održavati pojedini dio sustava</li> <li>• 4 vrste softver: bronze, silver, gold i premium, ovisi što je korisniku potrebno za njegov sustav</li> </ul> | Ukratko Mpulse nudi 4 vrste softvera, Brončani softver nudi prilagodljivo sučelje za bilo koji uređaj, pojednostavljen prikaz kalendara, praćenje preventivnog održavanja, upravljanje radnim nalogima. Ostale 3 vrste nude isto što i brončana uz dodatne sadržaje koji su ranije navedeni u radu. |
| <i>Fiix</i>                          | Mogućnost praćenja cijelog preventivnog održavanja u jednom CMMS softveru, odnosno mogućnost upravljanja s više odjela, lokacija i objekata s jednog mjesta, odnosno središta baze podataka.                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogućnost upravljanja cijelim sustavom na više lokacija s jednog mjesta</li> <li>• Jednostavan za korištenje</li> <li>• Mogućnost upravljanja sustava putem mobilne aplikacije</li> </ul>                                                                               | <i>Fiix</i> nudi CMMS softver, Mobile CMMS i Cloud i SaaS CMMS sa značajkama preventivnog održavanja, korištenje mobilne aplikacije, upravljanje sustavom i njegovim dijelovima te izdavanje radnih naloga.                                                                                         |
| <i>Hippo CMMS</i>                    | <i>Hippo CMMS</i> nudi značajke za preventivno                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogućnost prikaza detalja</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    | <i>CMMS</i> softver za preventivno                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | održavanje, upravljanje radnim nalogima, praćenje rada sustava, odnosno stanja dijelova sustava te zalihu zamjenskih dijelova, mobilni <i>CMMS</i> , grafički izvještaj o održavanju.                                                                                                                                                    | održavanja u grafičkom obliku gdje je vidljivo koji dio sustava se najviše održava u odnosu na ostale dijelove.                                                                                                                                                                  | održavanje kojemu je glavna prednost mogućnost grafičkog prikaza preventivnog održavanja sustava.                                                                                                                                            |
| <i>MicroMain</i>        | Softver koji nudi vlastite proizvode poput <i>GLOBAL Multi-Site CMMS SaaS</i> , <i>CMMS Management Maintenance</i> i <i>Facility management CAFM</i>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Učinkovito rješavanje preventivnog i odgođenog održavanja</li> <li>• Upravljanje radom pojedinih dijelova sustava</li> <li>• Pojednostavljenje poslovanje, produljenje životnog vijeka cijelog sustava</li> </ul>                       | Softver koji nudi 3 vlastita proizvoda, nudi učinkovito rješavanje preventivnog i odgođenog održavanja. Pruža mogućnost upravljanja pojedinih dijelova sustava, te produljuje životni vijek cijelog sustava.                                 |
| <i>Maintenance Care</i> | Softver koji nudi automatsko planiranje, prati očekivani vijek sustava, nudi podnošenje zahtjeva putem web obrasca.                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pregled i nadzor životnog ciklusa cijelog sustava</li> <li>• Izvještaj o održavanju na nadzornoj ploči u središtu za održavanje</li> <li>• Jednostavni radni nalog</li> </ul>                                                           | <i>Maintenance Care</i> je <i>CMMS</i> softver koji pruža platformu za automatsko planiranje i poboljšanje, te jednostavno podnošenje zahtjeva za održavanje putem web obrasca                                                               |
| <i>ManagerPlus</i>      | Softver za upravljanje sustavom, dostupan u 2 verzije <i>ManagerPlus Desktop</i> i <i>ManagerPlus Cloud</i> . <i>ManagerPlus Desktop</i> pruža mogućnost nadzora tvrtke s jednog mjesta bez obzira na koliko se lokacija nalazi tvrtka, dok <i>ManagerPlus Cloud</i> omogućuje pristup podacima o održavanju bez instaliranja softvera u | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smanjenje troškova tvrtke zbog planiranja preventivnog održavanja</li> <li>• Prilagodljiv je svim organizacijama bez obzira na njezinu veličinu</li> <li>• Dostupan kao Cloud platforma gdje nije potrebna instalacija u sam</li> </ul> | <i>ManagerPlus</i> softver je za upravljanje imovinom koji povezuje upravljanje imovinom, upravljanje radnim nalogom, upravljanje održavanjem sustava, također dostupne su 2 verzije <i>ManagerPlus Desktop</i> i <i>ManagerPlus Cloud</i> . |

|                    | tvrtku nego je samo potreban pristup internetu.                                                                                   | sustav nego samo pristup internetu                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Q Ware CMMS</i> | Softver za održavanje koji može biti implementiran u školstvo, zračne luke, zdravstvo i banke. Dostupan je i kao mobilna verzija. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dostupnost u mobilnoj verziji</li> <li>• Neograničena pohrana dokumenata</li> <li>• Mogućnost nadogradnje <i>Q Ware</i> softvera bez obzira na modul</li> </ul> | <i>Q Ware je CMMS</i> softver koji je dostupan i u mobilnoj verziji, pruža neograničenu podršku, neograničenu pohranu dokumenata, ima mogućnost nadogradnje <i>Q Ware</i> softvera bez obzira na modul. Razlikuje se nekoliko vrsta modula poput modula za preventivno održavanje, modula za upravljanje sustavom, modula za upravljanje zalihama. |

U tablici 3. prikazana je usporedba deset programskih alata za preventivno održavanje koji su odabrani na temelju čimbenika iz tablice 3. Tablica 2. prikazuje nam popis programskih alata odnosno što odabrani programski alati nudi, njihove prednosti te nakraju sažetak svakog programskog alata, odnosno kratak zaključak.



**Tablica 4.** Usporedna analiza programskih alata

| Čimbenici                            |     |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |     |     |     |    |
|--------------------------------------|-----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| Programski alati                     | ALM | AM | AN | CM | CUI | DS | EM | FAM | HT | IC | IT | MS | MLS | RTD | WOM | WM |
| <i>Limble CMMS</i>                   | +   | +  | +  | +  |     | +  | +  | +   | +  | +  | +  | +  |     | +   | +   |    |
| <i>FTMaintenance</i>                 | +   | +  | +  |    |     |    | +  |     |    | +  | +  |    | +   | +   | +   |    |
| <i>eMaint</i>                        | +   | +  | +  |    |     | +  |    | +   | +  | +  | +  | +  | +   | +   | +   |    |
| <i>Mpulse Maintenance Management</i> |     | +  | +  | +  |     |    | +  |     |    | +  | +  |    | +   |     | +   |    |
| <i>Fiix</i>                          |     | +  | +  | +  | +   |    | +  |     |    |    |    | +  | +   | +   | +   | +  |
| <i>Hippo CMMS</i>                    | +   |    | +  | +  | +   | +  |    | +   | +  | +  | +  | +  |     |     | +   | +  |
| <i>MicroMain Maintenance Care</i>    | +   | +  | +  | +  | +   |    | +  |     |    |    |    | +  |     | +   | +   |    |
| <i>Manager Plus</i>                  |     | +  | +  | +  |     |    |    |     |    | +  | +  | +  | +   |     | +   |    |
| <i>Q Ware CMMS</i>                   |     | +  | +  |    | +   | +  | +  |     |    |    |    | +  | +   | +   | +   |    |

U tablici 4. prikazana je usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava prema čimbenicima iz tablice 2. Prema rezultatima iz tablice od testiranih programa izdvajaju se tri programa, to su: *Limble CMMS*, *eMaint* i *Hippo CMMS*. Kao najadekvatnijim programskim alatom za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava ovim istraživanjem utvrđuje se *Limble CMMS* aplikacijsko rješenje, budući da ima sve relevantne čimbenike kao i *eMaint* i *Hippo CMMS*. U usporedbi s *eMaintom* u prednosti je što ima mogućnost upravljanja kalendarom aktivnosti gdje se može vidjeti kada i u koliko sati je potrebno neki dio održavati u nekom sustavu. Kada *Limble CMMS* uspoređujemo s *Hippo CMMS* programskim alatom razlika je u tome što *Limble* ima mogućnost upravljanja sredstvima sustava, odnosno njihovim dijelovima dok to kod *Hippo CMMS*-a nije moguće.

Također nakon dodatnog istraživanja programa *Limble CMMS* vidljivo je kako je proglašen najboljim CMMS aplikativnim rješenjem za preventivno održavanje za 2020. godinu, [39].

## 7. Zaključak

U današnje vrijeme sve tvrtke moraju u sebi imati informacijsko-komunikacijski sustav bez kojeg je poslovanje gotovo ne zamislivo. IT je općenito u velikom porastu, a samim time i informacijski sustav. Naime budući da sve tvrtke teže digitalizaciji odnosno računalizaciji i povećanju informatičke pismenosti svojih djelatnosti, tako dolazi i do kvara tih informacijsko-komunikacijskih sustava odnosno računalnih sustava koji se koriste. Zbog toga je potrebno predvidjeti određenu razinu održavanja navedenih sustava.

Održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava glavni je preduvjet za dobar rad cijelog sustava. Razlikujemo nekoliko vrsta održavanja, a najpoznatiji su preventivno i korektivno održavanje. Većina tvrtki koristi korektivno održavanje koje im se na prvi trenutak čini puno povoljnije od preventivnog, a što nije točno. Korektivno održavanje je održavanje koje se provodi kada dođe do kvara u sustavu, u tom trenutku sustav ne može raditi i ako dođe do velikog kvara tvrtka može zabilježiti velike gubitke zbog nemogućnosti poslovanja. S druge strane, preventivno održavanje je održavanje za budućnost, odnosno održavanje u kojem tvrtka plaća održavanje sustava iako se nije dogodio kvar. S financijske strane to je isplativo jer programski alati koji su implementirani u sustav koji provodi preventivno održavanje ima mogućnost predvidjeti kad i u kojem dijelu sustava bi moglo doći do kvara pa se taj dio može zamijeniti prije nego dođe do kvara i samim time prestanka rada cijelog sustava.

Svrha rada bio je prikaz programskih alata za preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava te njihova analiza i usporedba. Usporednom analizom prikazanom u tablici 4. prikazalo se što svaki od deset odabranih programskih alata sadrži od navedenih čimbenika, odnosno koje mogućnosti su dostupne na svakom od programskih alata. Nakon analiziranja deset proizvoljno odabranih programskih alata za preventivno održavanje kao najadekvatnijim programskim alatom za preventivno održavanje informacijsko komunikacijskog sustava ovim istraživanjem utvrđuje se *Limble CMMS* aplikacijsko rješenje budući da pokriva najviše relevantnih čimbenika iz tablice, koji je također izabran za najbolji programski alat za preventivno održavanje u 2020. godini.

Nakon cijelog istraživanja i napisanog rada, dolazi se do zaključka kako je preventivno održavanje informacijsko-komunikacijskog sustava učinkovitije u odnosu na korektivno, te kada se pogleda na duže vremensko razdoblje puno isplativije jer predviđa i sprječava nastanak kvara.

## Literatura

- [1] Peraković D., Periša M., Forenbacher I.: Autorizirana predavanja iz predmeta Informacijski sustavi mrežnih operatora, akademska godina 2019./2020., Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2021. [pristupljeno: 20.kolovoza 2021.]
- [2] Grbavac J., Popović G., Grbavac V.: Mjesto i uloga komunikacijskih sustava u funkciji upravljanja poslovnih korporacija. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/66861> [pristupljeno: 20.kolovoza 2021.]
- [3] Peraković D., Grgurević I.: Autorizirana predavanja iz predmeta Održavanje telematičkih sustava, akademska godina 2019./2020., Fakultet prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2021. [pristupljeno: 20.kolovoza 2021.]
- [4] <https://hr.encyclopedia-titanica.com/significado-de-mantenimiento-correctivo> [pristupljeno: 20. kolovoza 2021.]
- [5] <https://coastapp.com/blog/preventive-maintenance/> [pristupljeno: 20. kolovoza 2021.]
- [6] Aramco S., „Information and Communication Technology Infrastructure in Emaintenance“, 4<sup>th</sup> International Conference of Information, Process and Knowledge Management, eKNOW, Dhahran, Saudi Arabia, Znanstveni članak 2012. Dostupno na: <https://www.semanticscholar.org/paper/Information-and-Communication-Technology-in-Alqahtani-Arabia/9ca14f83c1525893c9fc9557390b200d69962151> [pristupljeno: 20.kolovoza 2021.]
- [7] <https://www.reliableplant.com/Read/26210/tpm-lean-implement> [Pristupljeno: 20.kolovoza 2021.]
- [8] <https://inspectioneering.com/tag/reliability+centered+maintenance> [Pristupljeno: 20.kolovoza 2021.]
- [9] Ayers M.L.: Telecommunications System Reliability Engineering, Theory, and Practice Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2012. [Pristupljeno: 21.kolovoza 2021.]
- [10] Sehgal A., Rahul D., Vaishya O.: Availability of Network With Its Maintenance in Telecom Industry, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), PEC university Of Technology, Chandigarh, 2017. [Pristupljeno: 21.kolovoza 2021.]

- [11] Vaishya R., Sehgal A.: Availability of Network With Its Maintenance in Telecom, Total Quality Engineering Management, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), PEC university Of Technology, Chandigarh, 2017., [Pristupljeno: 21.kolovoza 2021.]
- [12] Cramp R., Vouk Wendell Jones M.A.: On Operational Availability of a Large Software-Based Telecommunications System, North Carolina State University, Department of Computer Science, USA, 2016., [Pristupljeno: 21.kolovoza 2021.]
- [13] Begović M.: Održavanje tehničkih sustava, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003., [Pristupljeno: 21.kolovoza 2021.]
- [14] Carlier J., Li Y., Luttonb J.: Reliability evaluation of large telecommunication networks, Discrete Applied Mathematics, Universitk de Technologie de Compitgne, France, 1997. [Pristupljeno: 21.kolovoza 2021.]
- [15] <http://www.ho-cired.hr/referati/SO1-11.pdf> [pristupljeno: 22.kolovoza 2021.]
- [16] <https://mk0infraspakblk4h2a.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2020/06/graphics-en-02.png> [pristupljeno: 22.kolovoza 2021.]
- [17] <https://blog.infraspak.com/preventive-maintenance/> [pristupljeno: 22.kolovoza 2021.]
- [18] <https://limblecmms.com/preventive-maintenance/benefits-of-preventive-maintenance/> [pristupljeno: 22. kolovoza 2021.]
- [19] <https://www.gofmx.com/blog/benefits-of-preventive-maintenance/> [pristupljeno: 23. kolovoza 2021.]
- [20] <https://www.dynaway.com/blog/6-preventive-maintenance-benefits> [pristupljeno: 23. kolovoza 2021.]
- [21] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/limble-cmms/> [pristupljeno: 23. kolovoza 2021.]
- [22] Limble CMMS. Preuzeto sa <https://www.predictiveanalyticstoday.com/wp-content/uploads/2018/06/Limble-1000x561.jpg> [pristupljeno:26. kolovoza 2021.]
- [23] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/ftmaintenance/> [pristupljeno: 23. kolovoza 2021.]

- [24] FTMaintenance. Preuzeto sa <https://gdm-catalog-fmapi-prod.imgix.net/ProductScreenshot/70d9f7ad-b989-4658-b986-c64937fb135b.png?ixlib=react-9.0.3&ch=Width%2CDPR&auto=format> [pristupljeno:23. kolovoza 2021.]
- [25] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/emaint/> [pristupljeno: 23. kolovoza 2021.]
- [26] <https://comparecamp.com/emaint-review-pricing-pros-cons-features/> [pristupljeno: 23.kolovoza 2021.]
- [27] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/mpulse-maintenance-management/> [Pristupljeno:23. kolovoza 2021.]
- [28] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/fiix/> [pristupljeno:23. kolovoza 2021.]
- [29] Fiix. Preuzeto sa <https://gdm-catalog-fmapi-prod.imgix.net/ProductScreenshot/2319fb1d-8e76-4f31-9ff7-fd2c30f5ee34.png?auto=format&q=50&fit=fill> [pristupljeno:24. kolovoza 2021.]
- [30] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/hippo-cmms/> [pristupljeno:24. kolovoza 2021.]
- [31] Hippo CMMS. Preuzeto sa <https://gdm-catalog-fmapi-prod.imgix.net/ProductScreenshot/3807258d-d655-4c26-b68d-6c0aec94ed74.png> [pristupljeno: 24.kolovoz 2021.]
- [32] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/micromain/> [pristupljeno:24. kolovoza 2021.]
- [33] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/maintenance-care/> [pristupljeno:25. kolovoza 2021.]
- [34] Maintenance Care. Preuzeto sa [https://www.maintenancecare.com/wp-content/uploads/2019/12/Main-Pic-Mcare1\\_720.jpg](https://www.maintenancecare.com/wp-content/uploads/2019/12/Main-Pic-Mcare1_720.jpg) [pristupljeno:25. kolovoz 2021.]
- [35] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/managerplus/> [pristupljeno:25. kolovoza 2021.]
- [36] <https://www.predictiveanalyticstoday.com/q-ware-cmms/> [pristupljeno:25. kolovoza 2021.]
- [37] Ayers M.L: Telecommunications System Reliability Engineering, Theory, and Praticce Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2012. [pristupljeno: 25.kolovoza 2021.]
- [38] Levitt J.: Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance, 2nd edition, Industrial Press Inc., New York, USA, 2011. [pristupljeno: 25.kolovoza 2021.]
- [39] <https://www.capterra.com/p/162600/Limble-CMMS/> [pristupljeno: 25.kolovoza 2021.]

## Popis slika i tablica

### Popis slika

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Slika 1.</b> Osnovni elementi informacijskog sustava, [2] .....                       | 6  |
| <b>Slika 2.</b> Značajke održavanja, [3] .....                                           | 9  |
| <b>Slika 3.</b> Prikaz 5 koraka u izradi plana preventivnog održavanja, [26] .....       | 16 |
| <b>Slika 4.</b> Limble CMMS kao mobilna aplikacija, [19] .....                           | 21 |
| <b>Slika 5.</b> FTMaintenance i praćenje održavanja na mjesečnoj osnovi, [20] .....      | 22 |
| <b>Slika 6.</b> Prikaz trenutnog stanja sustava od strane tima za održavanje, [21] ..... | 24 |
| <b>Slika 7.</b> Grafički prikaz radnih naloga u Hippo CMMS-u, [22] .....                 | 25 |
| <b>Slika 8.</b> Prikaz radnih naloga te njihov status, [23] .....                        | 27 |

### Popis tablica

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablica 1.</b> Ciljevi informacijskog sustava .....                                | 4  |
| <b>Tablica 2.</b> Čimbenici za preventivno održavanje .....                           | 29 |
| <b>Tablica 3.</b> Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje ..... | 30 |
| <b>Tablica 4.</b> Usporedna analiza programskih alata .....                           | 34 |



## Popis kratica i akronima

| Kratica/akronim | Značenje na engleskom jeziku                      | Značenje na hrvatskom jeziku                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| CAFM            | <i>Computer Aided Facility Management</i>         | Upravljanje objektima pomoću računala                        |
| CMMS            | <i>Computerized Maintenance Management System</i> | Računalni sustav upravljanja održavanjem                     |
| CSV File        | <i>Comma Separated Values File</i>                | Datoteka vrijednosti odvojena zarezima ili točkom-zarezom(;) |
| RCM             | <i>Reliability Centered Maintenance</i>           | Održavanje usmjereno na pouzdanost                           |
| SaaS            | <i>Softver as a Service</i>                       | Softver kao usluga                                           |
| TPM             | <i>Total Productive Maintenance</i>               | Potpuno proizvodno održavanje                                |



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Usporedna analiza programskih alata za preventivno održavanje  
informacijsko-komunikacijskih sustava**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 6.9.2021 \_\_\_\_\_

Student/ica:

\_\_\_\_\_  
(potpis)