

Upravljanje procesima održavanja objekata na temelju pokazatelja učinkovitosti

Režek, Matija

Professional thesis / Završni specijalistički

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:198247>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Matija Režek

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Dragutin Lisjak, dipl. ing.

Student:

Matija Režek

Zagreb, 2021.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i rada te navedenu literaturu.

Zahvaljujem se EKONERG-u što su prepoznali važnost i podržali nastavak mog daljnjeg obrazovanja na Fakultetu Strojарstva i Brodogradnje, te svom mentoru prof. dr. sc Dragutinu Lisjaku na vođenju, uputama i smjernicama prilikom izrade ovog završnog rada.

Matija Režek



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Poslijediplomski specijalistički studij
Smjer Industrijsko inženjerstvo i menadžment



Zagreb, 28.04.2016.

Zadatak za završni rad

Kandidat: Matija Režek, mag.ing.mech.

Naslov zadatka: **UPRAVLJANJE PROCESIMA ODRŽAVANJA OBJEKATA NA TEMELJU POKAZATELJA UČINKOVITOSTI**

Sadržaj zadatka:

Moderni pristup upravljanja procesima održavanja objekata podrazumijeva tehničko, infrastrukturno i komercijalno upravljanje. Područje upravljanja procesima održavanja objekata (eng. *FM - Facility Management*) obuhvaća cjelokupan spektar poslova kako bi nekretnina (objekt) funkcionirala na najbolji mogući način tijekom cijelog životnog vijeka. U današnje se doba za brzo i efikasno održavanje nužno zahtijeva uvođenje računalom podržanog upravljanja procesima održavanja objekata (eng. *CAFM-Computer Aided Facilities Management*). Učinkovitost upravljanja procesima održavanja objekata rezultat je složenih aktivnosti koje se mogu vrednovati odgovarajućim ekonomskim, tehničkim i organizacijskim pokazateljima. Pokazatelji su od velikog značaja menadžmentu poduzeća pri donošenju poslovnih odluka koje se odnose na učinkovitije upravljanje poslovnim sustavom. U skladu s navedenim u radu je potrebno:

1. Opisati razvoj i značajke upravljanja održavanja objektima.
2. Dati pregled i opisati mogućnosti današnjih *CAFM* sustava te definirati kriterije za izbor.
3. Detaljno opisati pokazatelje učinkovitosti održavanja u skladu s normom CEN EN 15341.
4. Na primjeru stvarne organizacije, predložiti i projektirati vlastiti *CAFM* sustav za upravljanje procesima održavanja objekata.
5. Osim pokazatelja učinkovitosti koji su definirani normom, predložiti i vlastite pokazatelje učinkovitosti te ih ugraditi unutar *CAFM* sustava.

Zadatak zadan:

Rad predan:

Mentor:
Dr.sc. Dragutin Lišjak,
Izv.prof.

Predsjednik Odbora za
poslijediplomske studije:
Dr.sc. Joško Parunov,
red.prof.

Voditelj smjera:
Dr.sc. Nedeljko Štefanić,
red.prof.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	14
SUMMARY	15
1 UVOD.....	16
2 RAZVOJ I ZNAČAJKE UPRAVLJANJA OBJEKTIMA.....	18
2.1 POVIJESNI RAZVOJ UPRAVLJANJA OBJEKTIMA	19
2.2 DEFINICIJA POJMA UPRAVLJANJA OBJEKTIMA.....	22
2.3 ZNAČAJKE UPRAVLJANJA OBJEKTIMA I INFRASTRUKTUROM.....	23
2.3.1 Životni ciklus objekta	26
2.3.2 Usluge upravljanja objektima	27
2.3.3 Uloga menadžera upravljanja objektima	29
2.3.4 Uspostava sustava upravljanja objektima	31
3 INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE OBJEKTIMA.....	34
3.1 RAZVOJ CAFM SUSTAVA.....	36
3.2 KRITERIJI ODABIRA CAFM SUSTAVA	38
4 KLJUČNI POKAZATELJI UČINKOVITOSTI.....	42
4.1 KLJUČNI POKAZATELJI UČINKOVITOSTI PREMA NORMI CEN EN 15341	45
4.1.1 Ekonomski pokazatelji učinkovitosti.....	47
4.1.2 Tehnički pokazatelji učinkovitosti.....	69
4.1.3 Organizacijski pokazatelji učinkovitosti.....	82
5 PRIMJER IMPLEMENTACIJE CAFM SUSTAVA.....	101
5.1 INFORMACIJSKI SUSTAV INFOR EAM.....	101
5.2 STRUKTURA CAFM SUSTAVA.....	104
5.2.1 Osnovne funkcionalnosti sustava.....	106
5.2.2 Integracija s postojećim ERP sustavom.....	113
5.2.3 Korisnici informacijskog sustava.....	115
5.2.4 Objekti održavanja	115
5.2.5 Radni nalozi	120
5.2.6 Planovi preventivnog održavanja.....	129
5.2.7 Zahtjevi za rad.....	139
5.2.8 Zahtjevnice.....	142
5.2.9 Projekti.....	148
5.3 SIMULACIJA RADNIH NALOGA	149

6	PRAĆENJE UČINKOVITOSTI UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM PRIMJENOM KPU	152
6.1	PRIJEDLOG KPU SUKLADNO NORMI CEN EN 15341.....	156
6.1.1	Ekonomski pokazatelji učinkovitosti.....	162
6.1.2	Tehnički pokazatelji učinkovitosti.....	167
6.1.3	Organizacijski pokazatelji učinkovitosti.....	168
6.2	DODATNO POSTAVLJENI KPU I IZVJEŠĆA.....	172
6.2.1	Dijagrami na početnoj stranici	185
6.2.2	Sustav izvještavanja	188
6.2.3	Izvješćivanje korisnika putem Inbox-a	191
7	ZAKLJUČAK.....	197
7.1	MOGUĆA DALJNJA UNAPRIJEĐENJA SUSTAVA UPRAVLJANJA OBJEKTIMA.....	198
	LITERATURA.....	202
	ŽIVOTOPIS	205

POPIS SLIKA

Slika 1.	Prikaz domena usluga vezanih uz upravljanje objektima prema normi HRN EN 15221	19
Slika 2.	Prikaz koncepta upravljanja objektima [10]	23
Slika 3.	Prikaz udjela pojedinih operativnih troškova upravljanja objektima [10]	24
Slika 4.	Podjela održavanja [11].....	25
Slika 5.	Faze upravljanja objektima u životnom ciklusu jednog objekta [1]	26
Slika 6.	Prikaz odgovornosti menadžera upravljanja objektima kroz životne cikluse objekta [1]	29
Slika 7.	Elementi sustava upravljanja objektima.....	31
Slika 8.	Hijerarhijski prikaz imovinskih sredstava	32
Slika 9.	Gartnerov magični kvadrat [20]	40
Slika 10.	SMART test za procjenu ključnih pokazatelja učinkovitosti [22]	44
Slika 11.	Prikaz kvarova opreme za izračun pokazatelja T16 [25]	78
Slika 12.	Intervalni prikaz kvara opreme za izračun pokazatelja T21 [25]	81
Slika 13.	Gartnerov magični kvadrat dostupnih EAM rješenja [28]	102
Slika 14.	Ključne funkcionalnosti Infor EAM-a	103
Slika 15.	Prikaz strukture CAFM sustava	104
Slika 16.	Početni zaslon sustava Infor EAM	105
Slika 17.	Pristupni zaslon sustava.....	106
Slika 18.	Prikaz kontrolnog centra sustava.....	106
Slika 19.	Prikaz osnovnih funkcionalnosti sustava	107
Slika 20.	Detaljan prikaz podataka	109
Slika 21.	Tablični prikaz podataka	109
Slika 22.	Podijeljeni prikaz podataka	110
Slika 23.	Pretraživanje podataka pomoću predefiniranih filtara	110
Slika 24.	Napredno pretraživanje podataka po višestrukim vrijednostima	111
Slika 25.	Definiranje parametara pretraživanja podataka.....	111
Slika 26.	Mogućnosti exporta podataka u excel tablice	112
Slika 27.	Prikaz obavijesti putem info trake	113
Slika 28.	Sinkronizacija matičnih podataka između Infor EAM-a i postojećeg ERP sustava	114
Slika 29.	Prikaz postavljene hijerarhije objekata održavanja u Infor EAM sustavu	116

Slika 30.	Prikaz mogućnosti prilaganja dokumenata uz objekte održavanja	117
Slika 31.	Prikaz odabranog dokumenta uz objekte održavanja	118
Slika 32.	Pregled radnih naloga po objektu održavanja	118
Slika 33.	Prikaz unesenih sati rada.....	119
Slika 34.	Prikaz unosa očitavanja mjerila (sati rada opreme ili uređaja).....	119
Slika 35.	Definiranje zaglavlja modula Radni nalozi	120
Slika 36.	Odabir objekta održavanja na RN	121
Slika 37.	Prikaz unosa komentara na RN	122
Slika 38.	Definiranje aktivnosti radnog naloga	123
Slika 39.	Prikaz terećenja radne snage na RN	124
Slika 40.	Prikaz zaprimanja dijelova/usluga po radnim naložima.....	125
Slika 41.	Odabir dijela/usluge koju se želi zaprimiti.....	126
Slika 42.	Definiranje pojedinosti o dijelu/usluzi koju se zaprima.....	126
Slika 43.	Prikaz zaprimanja dodatnih troškova RN.....	127
Slika 44.	Prikaz postavljanja dokumenata uz RN.....	128
Slika 45.	Definiranje pojedinosti o dokumentu koji se postavlja uz RN.....	128
Slika 46.	Prikaz zatvaranja radnog naloga.....	129
Slika 47.	Prikaz zaglavlja modula Planovi PO	130
Slika 48.	Definiranje aktivnosti plana PO	131
Slika 49.	Definiranje objekata održavanja plana PO	132
Slika 50.	Odabir objekata održavanja za plan PO	133
Slika 51.	Pregled odrađenih RN po planu PO	134
Slika 52.	Definiranje zaglavlja Zadataka	134
Slika 53.	Dodavanje upute uz zadatak.....	135
Slika 54.	Definiranje zaglavlja ruta	136
Slika 55.	Dodavanje objekata održavanja na rutu	136
Slika 56.	Odabir radnih naloga PO za generiranje	137
Slika 57.	Generiranje radnih naloga PO	138
Slika 58.	Prikaz postavljenih planova PO u sustavu Infor EAM.....	139
Slika 59.	Prikaz zaglavlja modula Zahtjevi za rad	139
Slika 60.	Odobranje/odbijanje zahtjeva za rad	141
Slika 61.	Dijagram tijeka procesa nabave materijala	142
Slika 62.	Kreiranje zahtjevnice kroz RN	143
Slika 63.	Odabir stavki zahtjevnice	144

Slika 64.	Pregled generiranih zahtjevnica	144
Slika 65.	Pristupanje generiranoj zahtjevnici kroz RN.....	145
Slika 66.	Unos cijene usluga/materijala na zahtjevnici	146
Slika 67.	Pregled generiranog dokumenta zahtjevnice iz sustava Infor EAM	146
Slika 68.	Slanje zahtjevnice u službu nabave	147
Slika 69.	Prikaz modula Projekti	148
Slika 70.	Prikaz podjele simuliranih radnih naloga prema vrsti i razredu	149
Slika 71.	Postavljene vrste radnih naloga u sustavu EAM	149
Slika 72.	Prikaz podjele aktivnosti prema struci	151
Slika 73.	Prikaz grafa na početnom zaslonu.....	153
Slika 74.	Prikaz numeričkih KPU indikatora na zaslonu	154
Slika 75.	Prikaz grafičkih KPU indikatora na zaslonu	154
Slika 76.	Postavljanje KPU na vlastitom početnom zaslonu.....	155
Slika 77.	Grafički prikaz grupa pokazatelja prema normi CEN EN 15341	156
Slika 78.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E8	163
Slika 79.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E9	163
Slika 80.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E11	164
Slika 81.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E13	165
Slika 82.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E15	166
Slika 83.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E18	167
Slika 84.	Prikaz unesenih očitavanja sati rada dizala u sjevernoj zgradi	167
Slika 85.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O12	169
Slika 86.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O13	170
Slika 87.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O16	170
Slika 88.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O20	171
Slika 89.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O21	172
Slika 90.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja vremena odziva zahtjeva za rad	176
Slika 91.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja vremena izvršenja RN	177
Slika 92.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja izvršenja korektivnog održavanja.....	178
Slika 93.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja izvršenja preventivnog održavanja.....	179
Slika 94.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja udjela preventivnog održavanja	180
Slika 95.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja usklađenosti s planom održavanja.....	181
Slika 96.	Prikaz pokazatelja troškova upravljanja objektima.....	181
Slika 97.	Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja troška održavanja po m ²	182

Slika 98. Prikaz detaljnog raspisa pokazatelja operativnih troškova.....	182
Slika 99. Prikaz detaljnog raspisa pokazatelja udjela recikliranog otpada.....	183
Slika 100. Prikaz pokazatelja ekološkog otiska.....	183
Slika 101. Prikaz pokazatelja Otvoreni RN po zavodima - zajednički	184
Slika 102. Prikaz pokazatelja Otvoreni RN po zavodima – detaljan raspis po zavodima....	185
Slika 103. Dijagram troškova održavanja prema vrsti RN na početnom zaslonu.....	185
Slika 104. Dijagram potrošnje električne energije na početnom zaslonu	186
Slika 105. Dijagram potrošnje toplinske energije na početnom zaslonu	186
Slika 106. Dijagram potrošnje vode na početnom zaslonu	187
Slika 107. Dijagram prikupljenog otpada na početnom zaslonu.....	187
Slika 108. Grafički prikaz troškova održavanja po kvadratnom metru	189
Slika 109. Primjer tabličnog prikaza rekapitulacije troškova održavanja po kvadratnom metru	189
Slika 110. Grafički prikaz troškova održavanja ovisno o razredu radnih naloga.....	190
Slika 111. Grafički prikaz troškova održavanja ovisno o vrsti radnih naloga.....	191
Slika 112. Podjela pokazatelja u Inboxu početne stranice.....	192
Slika 113. Prikaz pokazatelja u mapi Održavanje	193
Slika 114. Prikaz pokazatelja u mapi Operacije	194
Slika 115. Prikaz pokazatelja u mapi Upravljanje.....	195
Slika 116. Prikaz područja djelovanja Industrije 4.0 [32]	199
Slika 117. Grafički dizajn projekta Faks Bez Smeća [35].....	200

POPIS TABLICA

Tablica 1. Definicije upravljanja objektima prema IFMA, IWFM i GEFMA	22
Tablica 2. Detaljna podjela usluga upravljanja objektima [4].....	28
Tablica 3. Podjela ključnih pokazatelja učinkovitosti prema normi EN 15341 [25]	46
Tablica 4. Primjer troškova u poduzeću [25]	53
Tablica 5. Primjer troškova skladišnog prostora u poduzeću [25]	58
Tablica 6. Primjer godišnjih troškova održavanja u poduzeću [25]	66
Tablica 7. Primjer troškova edukacije zaposlenika održavanja u poduzeću [25]	67
Tablica 8. Primjer mjesečnog izvještaja rada opreme [25]	72
Tablica 9. Primjer popisa zaposlenika održavanja u poduzeću [25]	83
Tablica 10. Primjer utrošenih radnih sati na aktivnosti održavanja u poduzeću [25]	86
Tablica 11. Primjer utrošenih sati na edukaciju zaposlenika održavanja u poduzeću [25]	98
Tablica 12. Prikaz funkcionalnosti alatne trake CAFM sustava Infor EAM	108
Tablica 13. Broj radnih naloga prema vrsti RN	150
Tablica 14. Broj radnih naloga prema klasi RN	150
Tablica 15. Prikaz postavljenih KPU prema normi CEN EN 15341	157
Tablica 16. Prikaz dodatno postavljenih KPU	173
Tablica 17. Faktori konverzije mjerenih veličina za izračun ekološkog otiska [38][39]	184

POPIS KRATICA

FM – Upravljanje i održavanje objektima (od eng. Facility Management)

AM – Gospodarenje materijalnom imovinom (od eng. Asset Management)

KPU – Ključni pokazatelji učinkovitosti (od eng. KPI – Key Performance Indicators)

EDS – poduzeće Electronic Data Systems

FMI – Institut za upravljanje i održavanje objektima (od eng. Facility Management Institute)

NFMA – Nacionalna udruga upravljanja i održavanja objekata (od eng. National Facility Management Association)

IFMA – Međunarodna udruga upravljanja i održavanja objekata (od eng. International Facility Management Association)

AFM – Udruga upravitelja objekata (od eng. The Association of Facilities Managers)

IFM – Institut upravljanja objektima (od eng. The Institute of Facilities Management)

BIFM – Britanski institut za upravljanje objektima (od eng. British Institute of Facilities Management)

IWFM – Institut mjesta rada i upravljanja objektima (od eng. Institute of Workplace and Facilities Management)

FMAA – Australaska udruga za upravljanje objektima (od eng. Facility Management Association of Australia)

GEFMA – Njemačka udruga za upravljanje objektima (od eng. German Facility Management Association)

IT – Informatička tehnologija

CAFM – Softver za podršku upravljanja objektima (od eng. Computer Aided Facility Management)

CAD – Oblikovanje pomoću računala (od eng. Computer Aided Design)

LAN – Lokalna računalna mreža (od eng. Local Area Network)

DBMS – Sustav za upravljanje bazama podataka (od eng. Database Management Systems)

XML – Programski jezik za označavanje podataka (od eng. Extensible Markup Language)

HTML – Programski jezik za izradu web stranica (od eng. HyperText Markup Language)

SQL – Programski jezik namijenjen za rad s bazama podataka (od eng. Structured Query Language)

CMMS – Informacijski sustav za podršku poslovima održavanja (od eng. Computerised Maintenance Management Systems)

EAM – Informacijski sustav za upravljanje imovinom (od eng. Enterprise Asset Management)

EFNMS – Europska zajednica nacionalnih udruga održavanja (od eng. European Federation of National Maintenance Societies)

ERV – Procijenjena vrijednost zamjene (od eng. Estimated Replacement Value)

RCFA – Analiza uzroka korijena kvarova (od eng. Root Cause Failure Analysis)

FMEA – Analiza uzroka i posljedica kvarova (od eng. Failure Mode Effects Analysis)

MTBF – Srednje vrijeme između kvarova (od eng. Mean Time Between Failures)

MTTF – Srednja vrijednost do kvara (od eng. Mean Time To Failure)

FMECA – Analiza potencijalnih kvarova, njihovih posljedica i učestalosti (od eng. Failure Modes and Effects Criticality Analysis)

MTTR – Srednje vrijeme do popravka (od eng. Mean Time To Repair)

TEC – Centar za procjenu tehnoloških rješenja (od eng. Technology Evaluation Centers)

ERP – Poslovni informacijski sustav (od eng. Enterprise Resource Planning)

RCM – Održavanje prema pouzdanosti (od eng. Reliability Centered Maintenance)

RFID – Radiofrekventna identifikacija (od eng. Radio-frequency identification)

GIS – Geografski informacijski sustav (od eng. Geographic Information Systems)

FSB – Fakultet strojarstva i brodogradnje

PO – Preventivno održavanje

RN – Radni nalog

CEN – Europski odbor za normizaciju (od eng. European Committee for Standardization)

EN – Europska norma (od eng. European Standard)

SAŽETAK

Tema ovog rada je upravljanje objektima pomoću ključnih pokazatelja učinkovitosti, a sastoji se od teorijskog dijela koji uvodi u problematiku FM-a te praktičnog dijela u kojem je postavljen model upravljanja objektima pomoću ključnih pokazatelja učinkovitosti.

Teorijski dio rada opisuje povijesni razvoj, značajke i područja djelovanja upravljanja objektima (FM). Objašnjena je uloga informacijskih sustava kao podrške FM te kriteriji njihova odabira, kao i ključni pokazatelji učinkovitosti u svrhu usporedbe i pozicioniranja poslovnih sustava u odnosu na konkurenciju s naglaskom na normu CEN EN 15341.

U praktičnom dijelu rada prikazan je proces implementacije informacijskog sustava za podršku upravljanja održavanjem objekata na Fakultetu Strojарstva i Brodogradnje te je u sklopu implementacije postavljen model upravljanja objektima pomoću odgovarajućih KPU.

Na samom kraju rada navedeni su mogući načini daljnjeg razvoja i unaprjeđenja postavljenog informacijskog sustava kojima bi se podigla kvaliteta postavljenog sustava upravljanja objektima.

Ključne riječi: Facility Management, Key Performance Indicators, informacijski sustavi, upravljanje objektima, održavanje, ključni pokazatelji učinkovitosti

SUMMARY

This thesis covers discipline of Facility Management through theoretical and practical part of the thesis.

Theoretical part introduces concept of Facility Management through its history, key elements and scope of work. In order to simplify facility managers job and make it more effective, information systems are used for storing data and managing daily tasks. Thesis covers main requirements of CAFM systems and decision criterias for their choosing. Latter part of thesis puts emphasis on efficient FM through key performance indicators. KPI's are used to compare and evaluate organizations fit related to their competition, and standardized KPI's are defined for that purpose by standard CEN EN 13431.

Practical part of thesis covers implementation of CAFM system for facility management purposes on Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture with adequate KPI's to improve efficiency of maintenance management.

At the very end of thesis, future ways of possible CAFM upgrades are presented in order to bring the current system configuration to higher level.

Key words: Facility Management, Key Performance Indicators, KPI, information systems, CAFM, property management, maintenance

1 UVOD

Uspješno gospodarenje imovinom oduvijek je bilo povezano s održavanjem i predstavlja kombinaciju brige za imovinom i njene iskorištenosti. Održavanje i upravljanje imovinom se ubrzano razvija u posljednjem desetljeću uslijed objedinjavanja znanja, bržeg protoka informacija te koordinacije svih sudionika u planiranju i građenju.

Ovdje je bitno spomenuti dva slična pristupa gospodarenju imovinom, gospodarenje materijalnom imovinom (Asset management) te upravljanje i održavanje objekata (Facility management). Gospodarenje materijalnom imovinom usredotočeno je na izvlačenje maksimuma iz materijalne imovine, a pod time se podrazumijeva sva imovina koja se može upotrijebiti s ciljem proizvodnje roba, proizvoda ili usluga. U ovom slučaju naglasak je na povećanju pouzdanosti i iskoristivosti opreme uz minimiziranje kapitalnih investicija.

Za razliku od gospodarenja materijalnom imovinom, kod upravljanja i održavanja objekata uvodi se faktor ljudi odnosno njihovog zadovoljstva. Ovdje je fokus na cjelokupnoj imovini koja je bitna za izvođenje primarnih djelatnosti poduzeća ali i na uspostavljanje optimalnih radnih uvjeta kako bi se na taj način zaposlenicima povećala produktivnost i efikasnost.

Između ostalog, unutar razrade ovog rada razmatrat će se i prednosti upravljanja objektima te njegovih značajki u poslovanju poduzeća. Neke od njih su: mogućnost upravljanja zgradama, ljudima i imovinom, povećanje ekonomičnosti radnih procesa, te usklađivanje rada poduzeća s ciljem povećanja ukupne učinkovitosti. U cilju uspješnog upravljanja objektima, potrebno je osigurati kontinuirano praćenje aktivnosti održavanja i stanja objekata. Razvojem tehnologije dolazi i do razvoja modernih informacijskih sustava koji omogućuju integraciju poslovnih informacija s ciljem pametnijeg i efikasnijeg upravljanja objektima. Upotreba takvih informacijskih sustava omogućava detaljno praćenje i analizu poslovanja poduzeća kroz primjenu organizacijskih, tehničkih i financijskih ključnih pokazatelja učinkovitosti. Pomoću njih se, kao podrška pri donošenju odluka kroz jednostavnu i transparentnu prezentaciju podataka, menadžmentu ili klijentima osigurava jednostavnije i učinkovitije praćenje stanja poduzeća u realnom vremenu.

U drugom poglavlju ovog rada navedene su osnovne značajke FM-a te njegov razvoj kroz godine. Značajnu ulogu u uspješnom upravljanju objektima ima i odgovarajući informacijski sustav čija je uloga prikupljanje relevantnih poslovnih informacija i izvješćavanje menadžmenta s ciljem pravovremenog donošenja ispravnih poslovnih odluka.

U trećem poglavlju prikazana je kratka povijest i razvojni put informacijskih sustava za upravljanje održavanjem te je dan prikaz značajki modernih informacijskih sustava kao i

kriteriji za njihov odabir. Svaki informacijski sustav mora biti prilagođen poduzeću i korisnicima koji ga koriste te je u tom smislu važno definirati zahtjeve kojima sustav mora udovoljiti.

U četvrtom poglavlju opisana je uloga ključnih pokazatelja učinkovitosti kao mjera učinkovitosti održavanja objekata. U nastavku poglavlja su opisani ključni pokazatelji učinkovitosti prema normi CEN EN 15341 s ciljem primjene u pristupu upravljanja objektima. Peto i šesto poglavlje rada odnose se na praktični dio rada gdje je prikazana implementacija informacijskog sustava na Fakultetu Strojarstva i Brodogradnje u Zagrebu kao i postavke odgovarajućih ključnih pokazatelja učinkovitosti s ciljem učinkovitijeg upravljanja procesima održavanja objekata.

2 RAZVOJ I ZNAČAJKE UPRAVLJANJA OBJEKTIMA

Upravljanje objektima je relativno mlada disciplina koja svoje korijene veže uz SAD. Do sredine 20. stoljeća za taj se pojam nije ni znalo niti su se aktivnosti upravljanja objektima uopće primjenjivale. Ono što je u toj disciplini vrlo zanimljivo jest da objedinjuje dva pristupa upravljanja objektima - tehnički i ekonomski te bi kao osnovni cilj trebala postići što veće funkcionalne sposobnosti nekretnine. Također, bitno je napomenuti da se upravljanje objektima prilagođava karakteristikama lokalnog okruženja, budući da se često radi o različitim stupnjevima tehničkog i tehnološkog razvoja, različitim standardima, klimatskim uvjetima i ostalim specifičnostima.

Upravljanje objektima utemeljuje se i u tranzicijskim zemljama zbog strožih propisa i standarda korištenja nekretnina, što vlasnike prisiljava na organiziranije i kvalitetnije upravljanje objektima kako bi se ostvario veći profit, očuvanje vrijednosti i dulja eksploatacija istih. Razvijene zemlje Europske Unije već se vode tim načelima, vodeći pritom računa o izgrađenom okruženju čuvajući njihove vrijednosti i štedeći resurse [1].

Trenutno je na snazi sedam normi u Europi koje su usvojene i u Hrvatskoj a odnose se na upravljanje objektima (Slika 1.):

- I. HRN EN 15221-1:2012**
Upravljanje objektima i sustavima podrške – 1. dio: Nazivi i definicije (EN 15221-1:2006)
- II. HRN EN 15221-2:2007**
Upravljanje objektima i sustavima podrške – 2. dio: Smjernice za pripremu ugovora za uslugu upravljanje objektima i sustavima podrške (EN 15221-2:2006)
- III. HRN EN 15221-3:2012**
Upravljanje objektima i sustavima podrške – 3. dio: Smjernice za kvalitetu u području upravljanja objektima i sustavima podrške (EN 15221-3:2011)
- IV. HRN EN 15221-4:2012**
Upravljanje objektima i sustavima podrške – 4. dio: Taksonomija, klasifikacija i strukture u području upravljanja objektima i sustavima podrške (EN 15221-4:2011)
- V. HRN EN 15221-5:2012**
Upravljanje objektima i sustavima podrške – 5. dio: Smjernice za procese u području upravljanja objektima i sustavima podrške (EN 15221-5:2011)
- VI. HRN EN 15221-6:2012**
Upravljanje objektima i sustavima podrške – 6. dio: Mjerenje površina i prostora u području upravljanja objektima i sustavima podrške (EN 15221-6:2011)

VII. HRN EN 15221-7:2012

Upravljanje objektima i sustavima podrške – 7. dio: Usporedba značajki (EN 15221-7:2012)



Slika 1. Prikaz domena usluga vezanih uz upravljanje objektima prema normi HRN EN 15221

Radi boljeg razumijevanja same discipline važno se osvrnuti na povijesni pregled, počevši od 60-ih godina prošlog stoljeća, što se smatra prvim razdobljem u razvoju metode upravljanja objektima, pa sve do danas.

2.1 POVIJESNI RAZVOJ UPRAVLJANJA OBJEKTIMA

Prema nekim autorima počeci upravljanja objektima su u kasnim 60-im razvojem informatičke tehnologije i zapošljavanjem vanjskih suradnika iz tog područja. Prema drugima, početak je u 70-im godinama i razvoju nekretninskih biznisa kojima je trebalo upravljati. Treći idu još dalje u povijest i razvoj upravljanja objektima povezuju s razvojem željezničkog prometa u 18. stoljeću, s naglaskom na SAD, kada se pojavljuje potreba za organiziranim upravljanjem imovinom, materijalom i ljudima. Željeznice su u to vrijeme bilježile strahovit razvoj i potrebu za zapošljavanjem novih građevinskih radnika, inženjera, konduktera, strojovođa, računovođa, prodavača karata, itd. Usklađivanje radnika, resursa za širenje prometne mreže, održavanje mreže i objekata te osiguranje da sve skupa posluje pozitivno otvorile su potrebu za poslovima kakve danas obavljaju menadžeri upravljanja objektima. Postoje razne interpretacije početaka kao i definicije upravljanja objektima, a detaljnije će se prikazati u nastavku [2].

I. SAD

Počeci razvoja upravljanja objektima, kao što je već spomenuto, vežu se uz SAD. Upravljanje objektima se kao pojam prvi puta pojavljuje 60-ih godina 20. stoljeća, a njegovim tvorcem smatra se Henry Ross Perot, osnivač poduzeća EDS (Electronic Data Systems). Tada se pojam

upravljanja objektima koristio u drugačijem kontekstu nego danas, a značenje pod kojim ga poznamo danas dobiva tek desetak godina kasnije.

70-ih godina dolazi do značajnih pomaka u shvaćanju potrebe za ovom disciplinom. Proizvođač Herman Miller prepoznao je važnost uređivanja poslovnih prostora i vrijednost samog prostora te oko sebe okupio grupu istomišljenika koji su, kao i on, uviđali važnost promjena koje bi donio nov način upravljanja radnim okolišem. Na njihovom je skupu u Ann Arboru u Michiganu osnovan prvi institut koji se bavi upravljanjem objektima, FMI (*Facility Management Institute*). Jednome od članova skupa, Davidu Armstrongu, pripisuje se i titula neformalnog oca FM-a [3].

1980. godine, samo godinu nakon osnivanja FMI, osnovana je NFMA (National Facility Management Association) koja je vrlo brzo, već 1981. godine, promijenila ime u IFMA (International Facility Management Association) s ciljem prilagodbe rastućem kanadskom članstvu. IFMA je međunarodna udruga stručnjaka koja djeluje i danas, a prema aktualnim podacima broji oko 24 000 članova u 94 države te se smatra najvećom i najprihvaćenijom udrugom za upravljanje objektima [5].

II. Velika Britanija

Nakon što je u SAD-u shvaćen značaj upravljanja objektima i u Europi se sredinom 80-ih počinje razvijati ta disciplina. U tome je primat imala Velika Britanija, do 1993. u toj državi osnovane su dvije organizacije za upravljanje objektima – AFM (The Association of Facilities Managers) i IFM (The Institute of Facilities Management).

AFM je registrirana 1985. godine kao prva udruga te vrste, sastojala se od 10 menadžera upravljanja objektima i cilj joj je bio promicanje profesionalnog korištenja upravljanja objektima. IFM je nastao 1990. godine iz dvije skupine, Facilities Management Group i Office Design Group [3].

Tri godine kasnije osnovan je BIFM (British Institute of Facilities Management), kao rezultat spajanja AFM-a i IFM-a. BIFM zastupa interese poduzeća koje djeluju u području upravljanja objektima te poduzeća koje se bave gospodarenjem materijalnom imovinom i upravljanjem prostorom [4].

Koliko se sve više uviđa važnost upravljanja objektima, vidljivo je i iz samih brojki. BIFM je u 2002. godini brojio oko 7 300 članova, dok se 2009. godine taj broj popeo na 12 500 [3].

U 9. mjesecu 2018. godine BIFM mijenja ime u IWFM (Institute of Workplace and Facilities Management). Prema aktualnim podacima sa službene stranice BIFM-a, ta organizacija danas broji oko 17 000 članova [6].

III. Međunarodne udruge

Prilikom povijesnog pregleda razvoja upravljanja objektima važno je spomenuti dvije velike mreže organizacija – EuroFM i GlobalFM.

EuroFM je mreža koja se sastoji od preko 75 organizacija smještenih u 15 europskih zemalja. Baza te mreže su tri grupe: Practice Network Group, Education Network Group i Research Network Group. U njoj sudjeluju mnogobrojni stručnjaci, akademici i istraživači, a svrha mreže je razmjena informacija i iskustva sudjelovanjem na sastancima, seminarima i radionicama te istraživačkim projektima.

GlobalFM predstavlja savez organizacija koje se bave upravljanjem objektima te je osnovan kao rezultat suradnje IWFM-a, IMFA-e te FMAA (Facility Management Association of Australia). Promiče suradnju između ta tri udruženja te ima za cilj razvoj znanja i razumijevanja upravljanja objektima, poticanje primjene najuspješnijih svjetskih načela te na taj način unapređuje članove svake pojedinačne organizacije [3].

IV. Upravljanje objektima u Hrvatskoj

Iako se na svjetskom i europskom planu rapidno razvija, u Hrvatskoj je upravljanje objektima još uvijek u začecima te njegovo vrijeme tek dolazi. Donedavno se kod nas vrlo malo znalo o tome, no sada su tvrtke primorane promijeniti način poslovanja kako bi bile u skladu s promjenama na tržištu te novim tehnologijama [4].

2.2 DEFINICIJA POJMA UPRAVLJANJA OBJEKTIMA

Pitanje definiranja pojma upravljanja objektima od samog početka razvitka te discipline bilo je kompleksno. Postoje mnogobrojni pokušaji, što organizacija za upravljanje objektima, što pojedinaca, koji se razlikuju ovisno o kulturološkom okruženju, stavovima, motivima i ciljevima koje autori definicije žele postići. Tako su i IFMA, IWFM i GEFMA (German Facility Management Association) dale svoje definicije upravljanja objektima (Tablica 1.).

Tablica 1. Definicije upravljanja objektima prema IFMA, IWFM i GEFMA

IFMA	FM je multidisciplinarna struka koja osigurava funkcionalnost izgrađenog prostora kombiniranjem podataka o ljudima, mjestima, procesima i tehnologijama [7].
IWFM	FM je organizacijski proces koji integracijom ljudi, prostora i procesa razvija okruženje s ciljem poboljšanja kvalitete života ljudi i produktivnosti osnovne djelatnosti [8].
GEFMA	FM je poduzetnički proces koji integracijom planiranja, nadzora i upravljanja zgradama i ustanovama, te uz uvažavanje radnog mjesta i radnog okruženja ima kao cilj poboljšanu fleksibilnost korištenja, radnu produktivnost i rentabilnost kapitala [4].

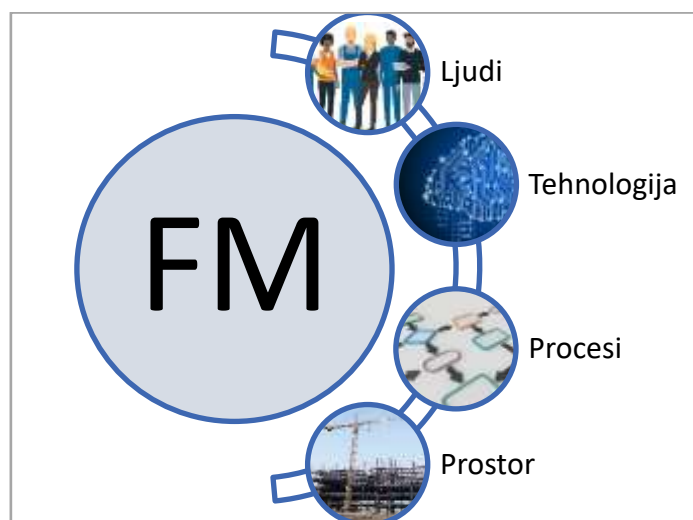
Republika Hrvatska usvojila je Europsku normu EN 15221-1 koja u sebi sadrži definiciju upravljanja objektima: „*Upravljanje objektima je integracija procesa unutar poslovnog sustava kako bi se održavale i razvijale dogovorene usluge koje podržavaju i poboljšavaju djelotvornost njezinih osnovnih djelatnosti*“.

Usprkos različitim definicijama, autori na umu imaju sličnu viziju te se može zaključiti kako se upravljanje objektima bavi upravljanjem i održavanjem izgrađenih objekata u fazi eksploatacije, a u sebi sadrži stručnosti iz područja arhitekture, građevinarstva i drugih inženjerskih grana, ekonomije, informacijskih i komunikacijskih tehnologija, organizacijskih znanosti, sociologije i estetike [4].

2.3 ZNAČAJKE UPRAVLJANJA OBJEKTIMA I INFRASTRUKTUROM

Održavanje i upravljanje objektima u posljednjem se desetljeću ubrzano razvija uslijed objedinjavanja znanja, bržeg protoka informacija te koordinacije svih sudionika u planiranju i građenju (vlasnici, projektanti, izvođači, korisnici i dr.).

Glavne prednosti korištenja usluga sustava upravljanja objektima u poslovanju poduzeća svakako su mogućnost upravljanja zgradama, ljudima, infrastrukturom i prostorom, povećanje ekonomičnosti radnih procesa te usklađivanje rada poduzeća i povećanje njene ukupne učinkovitosti (Slika 2.).



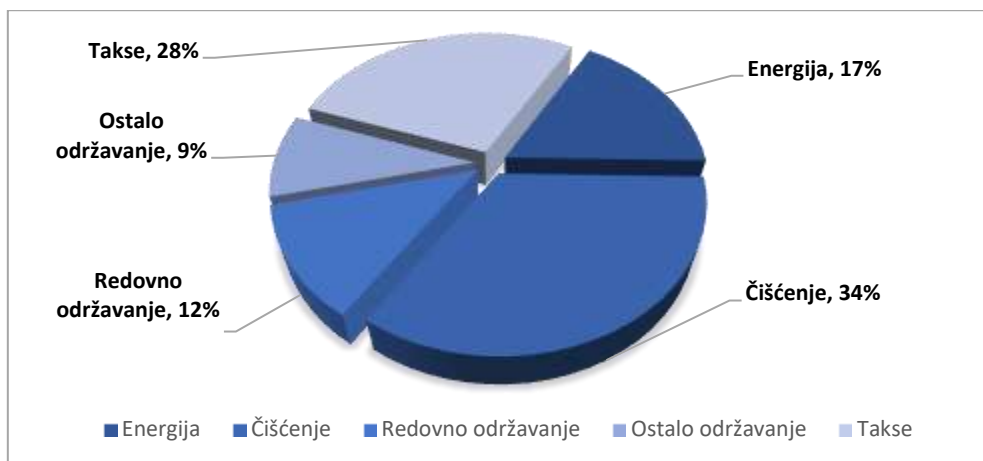
Slika 2. Prikaz koncepta upravljanja objektima [10]

Pod objektima se podrazumijevaju postrojenja, strojevi, nekretnine, zgrade, vozila i druga imovinska sredstva od posebne vrijednosti za poduzeće, uključujući i nematerijalnu imovinu poput intelektualnog vlasništva [9].

Upravljanje objektima se uspješno primjenjuje u raznim granama industrije, od proizvodnje, komunalnog gospodarstva, do zdravstvenih i turističkih ustanova. Bitno je oslanjati se na aktivnosti proaktivnog upravljanja objektima, uz što manje aktivnosti reaktivnog upravljanja, prema sljedećim stavkama:

- Održavanje sustavne evidencije inventara objekata u pogledu troškova akvizicije, izvornog i preostalog vremena eksploatacije, fizičkog stanja objekata i povijesti poslova održavanja;
- Definiranje programa s ciljem održivosti objekata putem planova preventivnog održavanja, korektivnih popravaka te zamjene pojedine opreme i objekata;
- Implementacija i rukovođenje informacijskih sustava kao podrške prethodno navedenim stavkama [9].

U strukturi troškova poduzeća, operativni troškovi su veoma visoki te se nalaze na drugom mjestu, odmah poslije plaća zaposlenika. Oni obuhvaćaju održavanje objekata, čišćenje, troškove vode, električne energije, plina i drugih energenata, zatim razni potrošni materijal, troškove telefonije, nabave i održavanja računalne opreme, osiguranje objekata i slično (Slika 3.).



Slika 3. Prikaz udjela pojedinih operativnih troškova upravljanja objektima [10]

Suvremena iskustva pokazuju da je uvođenjem sustava upravljanja objektima u postojeći koncept moguće postići i do 30% ušteda u operativnim troškovima. Uzevši ovo u obzir, procjenjuje se da se naizgled visoki troškovi uvođenja sustava upravljanja objektima na razini poduzeća povrate u svega nekoliko godina primjene [1].

Moguće mjerljive uštede uslijed adekvatnog upravljanja objektima iznose:

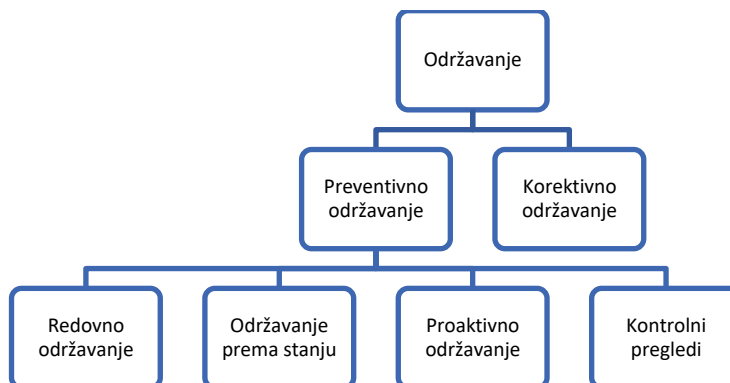
- 15-20% na tehničkom održavanju
- 3-12% na čišćenju
- 5-7% kroz optimalno korištenje prostora
- 10% u procesima preseljenja
- 20% na generalnom povećanju produktivnosti
- 9% kroz optimizaciju procesa
- 10% na upravljanju „outsourcing“ poslovima
- Do 20% na prikupljanju i čuvanju podataka [10]

Kao jedan od temeljnih dijelova sustava upravljanja objektima, održavanje je kombinacija poslovnih, tehničkih i administrativnih postupaka tijekom životnog vijeka građevina, postrojenja i opreme s ciljem zadržavanja projektiranog stanja ili povrata funkcionalnosti za projektom određeni ili produženi vijek trajanja. Potrebno ga je jasno odrediti jer se ne odnosi samo na održavanje tehnike na objektima, već i na čitavu poslovnu infrastrukturu [10].

Upravljanje održavanjem obuhvaća sve aktivnosti i vještine kojima se utvrđuju ciljevi, strategije i odgovornosti u održavanju te ih se zatim primjenjuje i provodi kroz planiranje, kontrolu i nadzor provedbe održavanja radi poboljšanja u organizaciji održavanja, uključivo i optimiranje s ekonomsko–troškovnih aspekata održavanja.

Prema vrsti održavanje se dijeli na (Slika 4.):

- Preventivno (planirano) održavanje;
- Korektivno (neplanirano) održavanje;



Slika 4. Podjela održavanja [11]

Preventivno održavanje se provodi po unaprijed određenim vremenskim intervalima, odnosno ciklusima s ciljem smanjivanja vjerojatnosti kvara te produženja životnog vijeka, ukoliko se radi o redovnim aktivnostima održavanja.

Održavanje prema stanju koristi procjenu stvarnog stanja objekta ili opreme koje se može mjeriti i čije se ponašanje može kontrolirati određenim parametrima. Utvrđivanje stvarnog stanja opreme temelji se na metodama tehničke dijagnostike te se na temelju dobivenih informacija, praćenju stvarnog stanja i usporedbi s dopuštenim vrijednostima donose odluke o planiranim aktivnostima održavanja čime se utječe na sprječavanje pojave kvara ili oštećenja.

Proaktivno održavanje provodi se na temelju analiza uzroka i posljedica kvarova, sagledavajući zastoje opreme kao nešto što se može predvidjeti i eliminirati prije nastanka istoga. Provodi se u situacijama kada se na opremi često ponavlja neki kvar, provođenjem analize uzroka kvara te poduzimanjem odgovarajućih aktivnosti kako se isti u budućosti ne bi ponavljao.

Kontrolnim pregledima utvrđuje se funkcionalna i tehnička ispravnosti opreme i sustava, a obavljaju ih za to nadležni inspektori državnih institucija ili ovlaštena poduzeća na temelju važeće zakonske regulative.

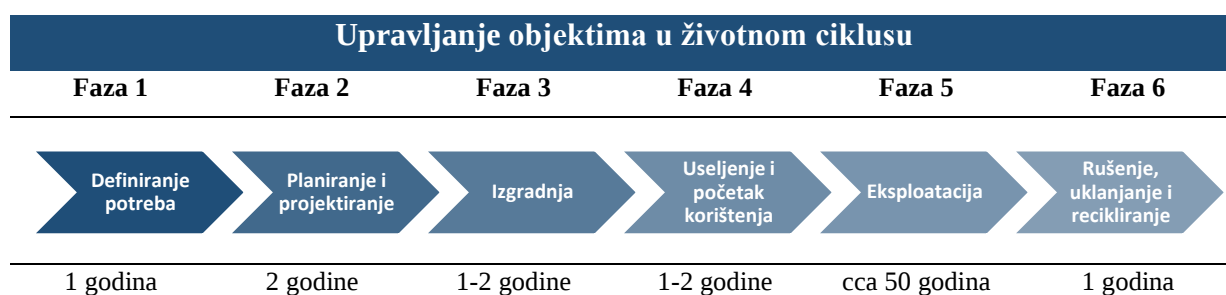
Korektivno održavanje se s druge strane provodi nakon prepoznavanja nedostatka ili nakon nastupa kvara s ciljem vraćanja objekta održavanja u stanje u kojem mogu obavljati zahtijevanu funkciju [11].

Svaku aktivnost održavanja bitno je popratiti generiranjem odgovarajuće dokumentacije, informacija i zapisa u pisanom ili elektroničkom obliku vezanih uz planiranje, pripremu, provedbu, kontrolu i analizu održavanja.

2.3.1 Životni ciklus objekta

Svim se objektima na određeni način upravlja i potrebno ih je održavati, ali rezultati njihova upravljanja i održavanja mogu se uvelike razlikovati i odstupati. Dobro upravljani objekti mogu biti primjerice optimalno osvijetljeni i provjetreni, ugodno zagrijani, odnosno rashlađeni, sa termoizolacijskim fasadama, održanim travnjacima i besprijekornim sanitarnim čvorovima. S druge strane na objektima kojima se loše upravlja se već na fasadama mogu uočiti znakovi neodržavanja i zapuštenosti koje prate istrošen namještaj te zastarjeli interijer i sanitarni čvorovi.

Zbog ograničenja sredstava proračuna događaju se situacije u kojima se pokušavaju ostvariti uštede kroz jeftinije metode gradnje ili rezanjem operativnih troškova i troškova održavanja. Navedene troškove potrebno je gledati kao jednu od komponenti troškova životnog ciklusa objekta iz razloga što se uštede na izgradnji u sadašnjosti vrlo lako mogu u budućnosti pretvoriti u povećane troškove životnog ciklusa. Uštede na troškovima rada i održavanja neposredno dovode do skraćivanja korisnog vijeka trajanja objekta i ranijom potrebom za njegovom rehabilitacijom ili zamjenom. Sve u svemu takav pristup kratkoročnom smanjenju troškova, dugoročno dovodi do povećanih troškova objekta [9]. Bitno je stoga kod projektiranja objekta postaviti uvjete izgradnje kojima se u konačnici smanjuju troškovi korištenja i održavanja objekta, a prilikom kontrole izvođenja radova ne odstupati od projektiranih zahtjeva. Naglasak je prije svega na korištenju modernih načina i tehnologija gradnje te odabiru primjerenih strojarских instalacija s ciljem racionalnije potrošnje sve skupljih energenata. Potrebno je sagledati i upotrebu obnovljivih izvora energije, koji su kod nas, baš kao i u svijetu, sve zastupljeniji. Odabirom pravilnih i kvalitetnih tehničkih sustava pojednostavljuje se rukovanje postrojenjima, opremom i svim tehničkim instalacijama objekta [10].



Slika 5. Faze upravljanja objektima u životnom ciklusu jednog objekta [1]

Pristup životnog ciklusa objekta (Slika 5.) prikazuje smanjenje intervala efektivne eksploatacije objekta na 30–50 godina. Preostali intervali definiranja potreba, planiranja i projektiranja, izgradnje i useljenja sveukupno traju oko 6 godina, što predstavlja svega 10-20% životnog ciklusa objekta [1].

Upravljanje i održavanje objekata je proces o kojem se razmišlja još u fazi formiranja projektnog programa, a traje sve do konačnog rušenja nekretnine. Danas se proces upravljanja objektima smatra dijelom projekta koji mora biti stručno razmatran i definiran kako u fazi idejnog i glavnog projekta, tako i u fazi upotrebe objekta. Njegova glavna zadaća je prilagodba potreba korisnika s prostorom koji im stoji na raspolaganju i osiguranje njegove učinkovite upotrebe. Razlozi potrebe za kvalitetnim upravljanjem objektima su njihova visoka kupovna cijena, skupo održavanje, sporo uređenje te neučinkovito korištenje prostora. Najznačajnija uloga upravljanja objektom odvija se upravo u fazi eksploatacije objekta, ujedno i najduljim intervalom njegova životnog ciklusa. Dio projekta koji se odnosi na upravljanje objektima potrebno je konstantno provjeravati i dopunjavati za vrijeme trajanja objekta, a njegova završna faza mora predvidjeti kako će objekt biti srušen te koji se materijali, i kako, mogu reciklirati ili uništiti [4] [10].

2.3.2 Usluge upravljanja objektima

Usluge upravljanja objektima mogu se svrstati u tri dijela – primarne, sekundarne i dodatne usluge. Navedene grupe usluga jednako su zastupljene te nijedna nema prvenstvenu važnost u odnosu na druge dvije. Ne postoji univerzalna razlika između primarnih i pomoćnih djelatnosti upravljanja objektima već svaki poslovni sustav samostalno odlučuje o tome, iz jednostavnog razloga što se usluge prilagođavaju promjenjivim zahtjevima klijenata [4].

U današnje je vrijeme outsourcing, odnosno ustupanje ugovorenih usluga vanjskim izvođačima, uobičajena metodologija upravljanja objektima. S obzirom na širinu usluga koje obuhvaća, normalno je za očekivati da velik broj usluga upravljanja objektima nije u domeni glavnih poslova poduzeća. Upravo se s ciljem prebacivanja fokusa na glavno područje djelovanja, te optimizacije organizacije poslovnih procesa kroz rasterećenje ljudskih, financijskih i materijalnih resursa, sve više poduzeća okreće outsourcingu [10].

Tablica 2. opisuje podjelu usluga po grupama s ciljem lakšeg i jednostavnijeg pregleda usluga upravljanja objektima.

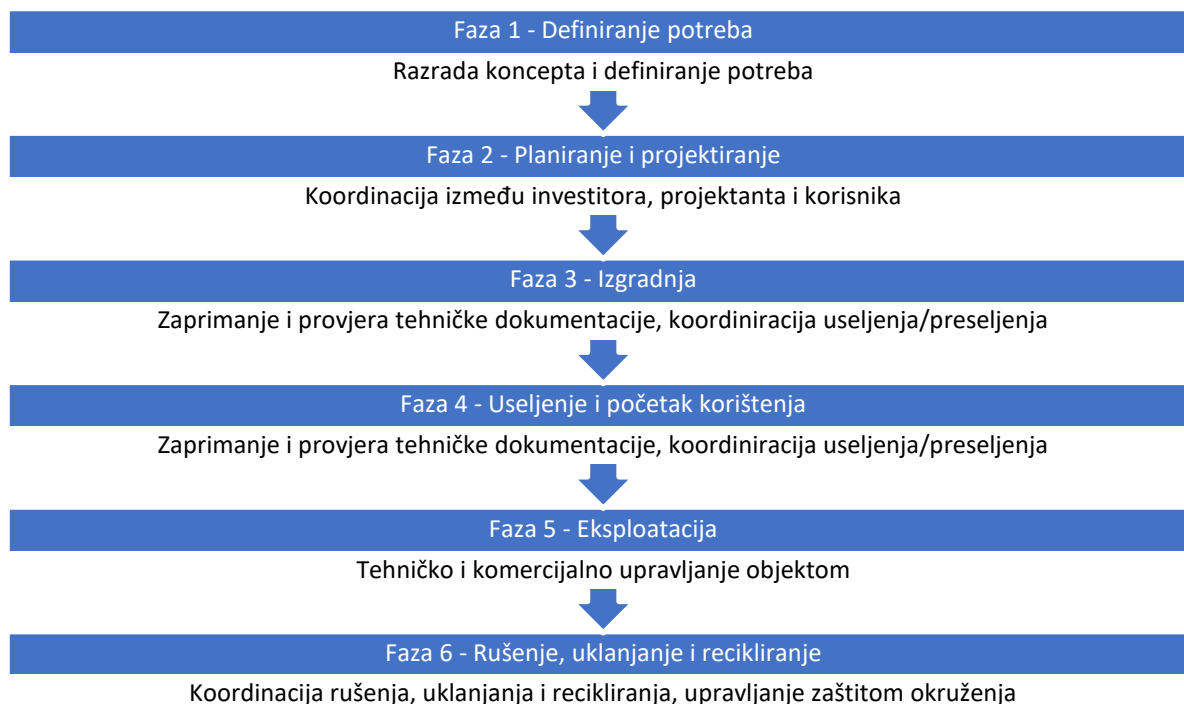
Tablica 2. Detaljna podjela usluga upravljanja objektima [4]

Primarne usluge	▪ Građevinsko održavanje ▪ Strojarsko održavanje ▪ Elektro održavanje ▪ Održavanje i instalacija uređaja za klimatizaciju ▪ Održavanje protupožarnih instalacija ▪ Održavanje liftova i pokretnih stepenica ▪ Dekorativni radovi i rekonstrukcija ▪ Manji popravci
Sekundarne usluge	▪ Čišćenje ▪ Fizička i tehnička zaštita ▪ Kućni popravci ▪ Odlaganje i briga o otpadu ▪ Recikliranje ▪ Deratizacija i dezinfekcija ▪ Osmišljavanja i održavanje okoliša ▪ Briga o biljkama unutar objekta
Dodatne usluge	▪ Selidbe ▪ Planiranja kretanja ljudi po objektu ▪ Upravljanje poslovnim rizicima ▪ Planiranje i održavanje radnih procesa ▪ Sustavno vrednovanje ▪ Upravljanje imovinom ▪ Osmišljavanje i upravljanje prostorom ▪ Posredovanje pri ugovaranju ▪ Projektiranje i održavanje informacijskih sustava ▪ Telefonija ▪ Vođenje komunalnih usluga ▪ Organizacija dostave toplih obroka ▪ Rukovođenje flotom vozila ▪ Usluga ispisa i kopiranja dokumenata ▪ Poštanske usluge ▪ Arhiviranje ▪ Rezervacija putovanja ▪ Recepcija ▪ Zdravstveno savjetovanje i organizacija zdravstvenih usluga ▪ Savjetovanje vezano uz sigurnost na radu ▪ Briga o okolišu ▪ Organizacija sastanaka

2.3.3 Uloga menadžera upravljanja objektima

Objektima upravljaju posebni odjeli u okviru poslovnog sustava. Oni u svom sastavu uz menadžere upravljanja objektima mogu imati i inženjere ili tehničare raznih profila, kao i osoblje za podršku i održavanje.

Menadžer upravljanja objektima je prema tome odgovorna osoba u privatnom ili javnom poslovnom sustavu koju je rukovodstvo postavilo da koordinira i nadzire rad zaposlenika kroz sve faze životnog vijeka određenog objekta (Slika 6.) [1].



Slika 6. Prikaz odgovornosti menadžera upravljanja objektima kroz životne cikluse objekta [1]

Menadžer upravljanja objektima kao stručna osoba raspolaže vrlo širokim područjem kompetencija vezanih za eksploataciju objekata, fizičku strukturu, održavanje, nesmetano i učinkovito funkcioniranje te troškove koji prate sve navedeno. Znanja koja posjeduju o poslovnom menadžmentu, dizajnu interijera, arhitekturi, računalima, nekretninama, inženjerstvu i stvaranju kvalitetnih uvjeta u radnom prostoru, menadžeri koriste u svrhu planiranja, organiziranja i upravljanja timovima unutar poslovnih sustava. Za kvalitetno izvršavanje navedenih zadataka od njih se očekuje neprekidno usavršavanje znanja i vrlo dobra socijalna inteligencija [1].

Odgovornost za aktivnosti upravljanja objektima mora biti vođena od viših prema nižim pozicijama. Odgovornosti menadžera upravljanja objektima podrazumijevaju:

- Cjelokupnu izradu, dokumentaciju, pregled i unaprjeđenje sustava upravljanja objektima
- Pobriniti se da je proces upravljanja objektom jasno prezentiran svim ključnim osobama
- Pobriniti se da sve ključne osobe u potpunosti razumiju svoje pojedinačne uloge i odgovornosti unutar sustava upravljanja objektima
- Pobriniti se da sve ključne osobe prolaze primjerenu edukaciju o implementaciji načela sustava upravljanja objektima
- Odgovorne osobe prate implementaciju sustava upravljanja objektima
- Rukovođenje i praćenje učinkovitosti osoblja
- Priprema i pregleda pravovremenih izvješća upravljanja objektima.

Kako bi uspješno stvorili i implementirali strategiju upravljanja prostorom u određeni poslovni sustav, menadžeri moraju razumjeti način na koji objekt funkcionira. 2009. godine IFMA je provela analizu kako bi utvrdila temeljne aktivnosti i odgovornosti sustava upravljanja objektima koje su zajedničke širom svijeta te tako utemeljila univerzalne kriterije za prepoznavanje uspješnih menadžera upravljanja objektima [12].

Kao rezultat istraživanja definirano je 11 osnovnih nadležnosti sustava upravljanja objektima. Prema IFMA-i upravljanje objektima nadležno je za komunikaciju, financije, ljudski faktor i faktor okoliša, rukovodstvo, funkcije i održavanje, planiranje i projektni menadžment, procjenu kvalitete i inovativnost, nekretnine, tehnologiju, planiranje interijera te planiranje i upravljanje instalacijama [7].

Uspostavljanje novog odjela unutar poslovnog sustava koji bi se bavio upravljanjem objektima nije prijeko potrebno, već bi se metodologija upravljanja objektima trebala integrirati u postojeću organizaciju poslovnog sustava. Bitno je prilikom same implementacije sustava upravljanja objektima naglasiti kako se ne radi o jednokratnom projektu već o kontinuiranom poboljšanju načina poslovanja. Osoblje na vodećim pozicijama i s većom odgovornošću dužno je pritom osigurati potrebne promjene unutar organizacije i omogućiti lakšu prilagodbu novih metodologija u svakodnevne aktivnosti osoblja [9].

2.3.4 Uspostava sustava upravljanja objektima

Sustav upravljanja objektima objedinjava skup elemenata koje rukovodstvo koristi s ciljem povećanja učinkovitosti (Slika 7.).

Sustav upravljanja objektima	Politika upravljanja objektima
	Strategija i ciljevi upravljanja objektima
	Plan upravljanja objektima
	Ljudski faktori upravljanja objektima
	Tehnike upravljanja objektima
	Praćenje i unaprjeđenje upravljanja objektima
	Upravljanje informacijama o objektima

Slika 7. Elementi sustava upravljanja objektima

Politika upravljanja objektima je skup načela i zahtjeva koji pružaju okvir za razvoj i provedbu strategije te postavljanje ciljeva sustava upravljanja objektima. U sklopu politike definirani su strategija i plan upravljanja objektima koji sadrži aktivnosti, resurse, odgovornosti i vremenske rokove za provođenje strategije i ostvarenje zadanih ciljeva sustava upravljanja objektima.

U svrhu planiranja budućih aktivnosti, potrebno je raspolagati određenim informacijama o objektima i osnovnim imovinskim sredstvima. Svaki objekt i imovinsko sredstvo definirano je specifičnim atributima i neke od bitnih informacija su:

- Starost, stanje i lokacija,
- Veličina i kapacitet,
- Proizvođač, model i serijski broj,
- Podaci o izvedbi i očekivani radni vijek,
- Povijest održavanja i kvarova,
- Povijest troškova.

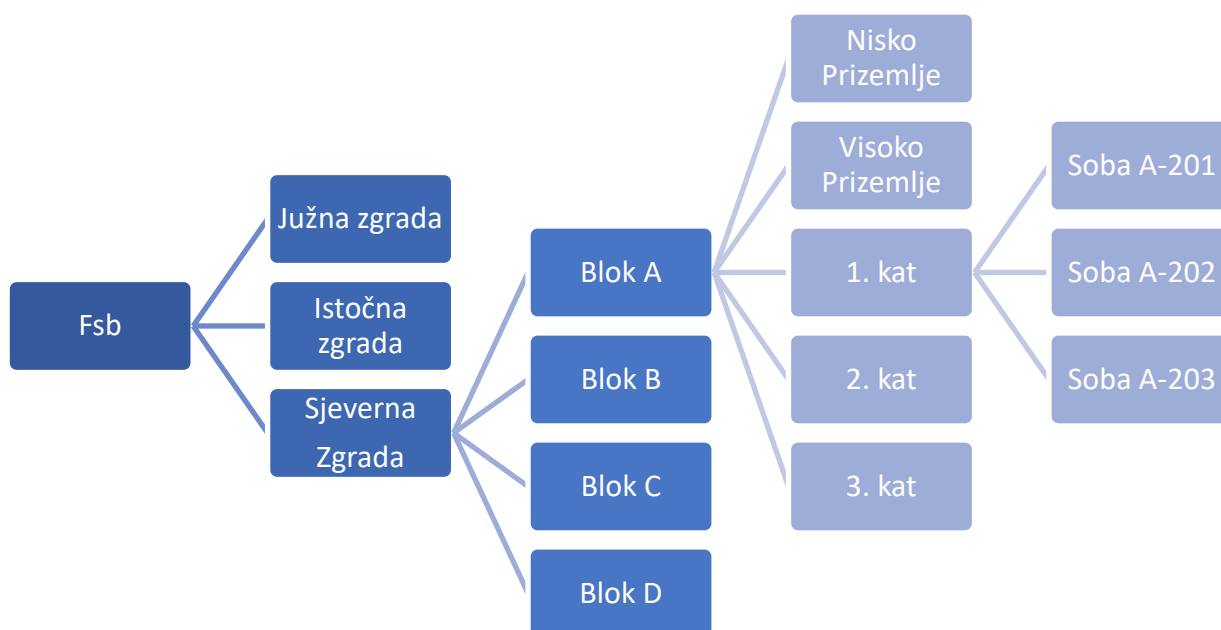
Takve značajne i suvisle informacije ključne za učinkovito upravljanje objektima mogu se prikupiti iz više izvora kao što su:

- Terenski izvid,
- Fotografije i video zapisi,
- Registar objekata (popis osnovnih sredstava),
- Ugovori, dozvole, regulatorni i zakonski dokumenti,
- Projektna dokumentacija i studije (nacrti projekata i izvedenog stanja),

- Podaci iz priručnika dobavljača/proizvođača,
- Podaci prikupljeni tijekom redovnog održavanja (tehničke upute, procedure, operativni kriteriji),
- Podaci prikupljeni od osoblja (navođenja i bilješke) [9] [13].

Možebitni manjak prikupljenih informacija ne predstavlja nikakvu prepreku za implementaciju sustava upravljanja objektima, dakle početno stanje može biti s ograničenim podacima, iako je u konačnici nužno imati cjelokupan inventar objekata i imovinskih sredstava.

Budući da se u svakom poslovnom sustavu radi o relativno velikom broju imovinskih sredstava, iste je potrebno podijeliti u određene kategorije prema njihovom tipu i značajkama, koristeći se pritom hijerarhijskim pristupom (Slika 8.).



Slika 8. Hijerarhijski prikaz imovinskih sredstava

Korištenje IT tehnologije danas je neprekidno i gotovo je nemoguće zamisliti koncept projektiranja, planiranja, građenja i upravljanja bez odgovarajuće primjene računalnih i softverskih rješenja. Ako je arhitektima vrlo važan estetski segment objekta, građevinarima konstrukcijski, a strojarima i električarima funkcionalni, onda postaje jasno koliko različitih informacija od strane stručnjaka koji sudjeluju u procesu projektiranja, građenja i upravljanja mora objediniti informacijski sustav za podršku upravljanja objektima. Upravo takvi različiti pogledi na isti objekt i informacije o njemu uvećavaju stalnu potrebu za ažuriranim i lako dostupnim podacima.

Visoki troškovi koje generira objekt tijekom eksploatacije, mnoge su poslovne sustave motivirali na primjenu odgovarajućeg alata za praćenje troškova poput specijaliziranih informacijskog sustava. Naravno da je moguće objektima upravljati i bez podrške CAFM (Computer Aided Facility Management) sustava, no takav način upravljanja nije uvijek učinkovit ni transparentan.

Pod pretpostavkom da je objekt kojim se upravlja star dvadesetak godina i da su grafički nacrti u papirnatom obliku, lako je pretpostaviti da vrlo vjerojatno nisu ažurni što znači da korisniku nisu od pomoći. U slučaju da nacrti i jesu ažurirani, oni su i dalje u papirnoj formi te je potrebno uložiti znatnu količinu vremena za dobivanje osnovnih informacija poput kvadrature određenog poslovnog prostora, opremi koja se nalazi u njemu, instalacijama, itd. Osnovna ideja CAFM sustava za upravljanje objektima je čuvanje, te na jednostavan način ažuriranje i upravljanje različitim informacijama objedinjenim u jednoj bazi podataka. Samim time mogućnost razlikovanja i odstupanja podataka koje pojedini korisnici imaju lokalno pohranjene više nije moguća. Svaki korisnik ili odjel unutar poslovnog sustava može pristupiti jedinstvenim podacima te ih koristiti za razvoj vlastite strategije upravljanja istima.

Detaljnije će se o CAFM sustavima raspravljati u sljedećem poglavlju rada.

3 INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE OBJEKTIMA

Do nedavno informatizacija značajki menadžmenta bila je opcija, dok se danas ona smatra pravilom. Informatizacija poduzeću donosi brojne i značajne pogodnosti, ali jednako tako sa sobom nosi i mogući rizik negativnih posljedica. Za uspješno provedenu informatizaciju važno je stoga biti upoznat sa svim funkcionalnostima sustava, kao i njihovom implementacijom i upotrebom [14].

Razlog uvođenja računalnih sustava u funkciju održavanja leži u optimiranju procesa i aktivnosti održavanja, a time ujedno i smanjenja troškova održavanja. Takvi rezultati većinom proizlaze iz sposobnosti brzog i jednostavnog planiranja te izrade rasporeda aktivnosti održavanja uz minimalnu količinu papirologije, što podrazumijeva organizirane baze podataka. One bi trebale omogućiti pristup svim bitnim informacijama kao što su stanje zaliha, povijest i identifikacija opreme, liste dijelova opreme, dostupnost materijala, troškovi operacija, rasporedi održavanja i sl [14].

Važno je napomenuti da se nabavom i implementacijom informacijskog sustava neće riješiti eventualno prisutni problemi organizacijskog karaktera te da će upravljanje održavanjem samo po sebi postati bolje nego što je bilo. Softver treba promatrati i prihvatiti kao alat koji može pridonijeti olakšanju i povećanju učinkovitosti i efikasnosti upravljanja održavanjem, i to na način da će održavateljima osigurati određenu automatizaciju procesa, raspoloživost i bolji protok te brži pristup relevantnim podacima radi donošenja ispravnih poslovnih odluka – od razine pripreme i izvršenja održavanja do upravljačke razine i menadžmenta [15].

Kvalitetan informacijski sustav za upravljanje održavanjem treba podržavati sljedeće osnovne funkcije i tehnološke poslovne procese:

- formiranje registra objekata održavanja (sredstava za rad, fizičke imovine) – uspostavu elektroničke baze podataka, nomenklaturnog sustava i standardnog nazivlja sa tehničkim, lokacijskim, vlasničkim i ostalim podacima koji jednoznačno opisuju objekte održavanja,
- evidenciju stanja tehničkih sustava – objekata održavanja (nazivni tehnički podaci, podaci o jamstvima), klasifikaciju kritičnosti objekata i opreme u pogledu utjecaja na odvijanje procesa,
- evidenciju i analizu kvarova te svih podataka proizašlih iz spomenutih događaja (klasifikacija kvarova, razlog i uzrok nastanka, srednje vrijeme između kvarova i slične veličine relevantne za analizu kvarova),

- evidenciju aktivnosti preventivnog održavanja koje se moraju provoditi u konstantnim intervalima (npr. aktivnosti propisane zakonskom regulativom),
- izradu, planiranje i praćenje budžeta održavanja, neposredno planiranje i kontrolu izvršenja aktivnosti održavanja,
- generiranje radnog naloga kao osnovnog dokumenta u djelatnosti održavanja te upravljanje provedbom svih aktivnosti održavanja koje se izvršavaju na objektima održavanja,
- definiranje mjera osiguranja mjesta rada koje treba uspostaviti kod provedbe pojedine aktivnosti održavanja te izdavanje dokumenata i isprava zaštite na radu uz radni nalog,
- kreiranje, ažuriranje i arhiviranje sve dokumentacije održavanja u elektroničkom obliku (npr. povijest objekta održavanja, tehnološke upute za održavanje, itd.),
- upravljanje ljudskim resursima (radnicima) u održavanju,
- upravljanje zalihama materijala (rezervni dijelovi i potrošni materijal) i skladišnim poslovanjem,
- upravljanje nabavom materijala, usluga i radova održavanja od vanjskih specijaliziranih dobavljača i institucija,
- izvještavanje i analitika, praćenje i analiza ključnih pokazatelja učinkovitosti u pogonu i održavanju,
- mogućnost korištenja sustava na mobilnim uređajima [15].

Jezgru svakog sustava za podršku upravljanja objektima sačinjava model podataka kojima taj sustav upravlja, a njih dijelimo na prostorne i opisne. Opisni podaci vezani su na prostorne podatke i logički organizirani u relacijskom modelu podataka, dok su prostorni podaci modelirani na temelju CAD (Computer Aided Design) modela. Grafičko korisničko sučelje omogućava spremanje, obradu i vizualizaciju svih grafičkih podataka vezanih uz prostor koji se opisuje pomoću CAD programskih paketa. Digitalna obrada i čuvanje podataka praktički je neograničenog vijeka trajanja za razliku od papirnatih nacrti kojima je vijek trajanja ograničen. S obzirom da nije moguće sve potrebne podatke prikazati grafički, prijeko potrebna je izrada baze alfanumeričkih podataka – atributa koji pobliže opisuju svojstva pojedinog objekta, povezanih s pripadajućim grafičkim podacima koji će se pozivati u određenom trenutku. Implementacijom navedenih atributa u bazu podataka moguće je jednostavno dobivanje željenih informacija poput starosti instalacija, iskorištenosti prostora, pokrivenosti prostora potrebnim infrastrukturnim sadržajem, itd. [1].

Prednosti korištenja CAFM sustava za rješavanje zadataka upravljanja objektima mogu se svrstati u nekoliko kategorija poput kvalitete života, smanjenja troškova, izbjegavanje troškova i unapređenje informacija. Karakteristične prednosti su sljedeće:

- Efikasnije iskorištenje prostora u svrhu postizanja uštede i potencijalnog smanjenja inventara,
- Smanjenje broja aktivnosti kretanja i preseljenja, što rezultira velikim smanjenjem troškova preseljenja,
- Kontinuirano poboljšanje učinkovitosti upravljanja objektima,
- Poboljšanje planiranja projekata što vodi smanjenju arhitektonskih, građevinskih i inženjerskih troškova, kao i troškova održavanja,
- Brzo i precizno izvještavanje o kritičnim informacijama,
- Uporabom standardiziranih podataka koji su dostupni svima u poduzeću povećava se učinkovitost postojećih procesa,
- Menadžeri raspolazu potrebnim alatima kako bi poduzeće više okrenuli proaktivnim umjesto reaktivnim aktivnostima, što utječe na poboljšanje u donošenju ispravnih poslovnih odluka,
- Poboljšanje planiranja sigurnosnih aktivnosti, što rezultira smanjenjem rizika od nesreća na radu,
- Standardizacija podataka u cijelom poduzeću, te eliminacija nepotrebnih i suvišnih informacija različitih stupnjeva kvalitete i točnosti [16].

3.1 RAZVOJ CAFM SUSTAVA

Do razvoja informacijskih sustava dolazi krajem 80-ih godina prošlog stoljeća primjenom računala za automatizaciju prikupljanja, obrade i analize ključnih informacija u cilju učinkovitog gospodarenja imovinom i objektima. Naglim širenjem primjene informacijskih tehnologija u gotovo svim djelatnostima te razvojem i primjenom drugih modernih alata, isti se počinju primjenjivati kao podrška upravljanju procesima održavanja te FM-u [14].

Ranih 90-ih započinje razvoj nove tehnologije koju karakterizira integracija između različitih grafičkih i alfanumeričkih aplikacija te primjena računala kao glavne hardverske platforme.

U to vrijeme se prvi puta javlja i pojam CAFM. Prvi CAFM sustavi bili su stolna (desktop) rješenja, a podaci su se putem lokalne (LAN) mreže premještali na računalo. Nakon što bi CAFM softver obradio podatke, vraćao bi ih korisnicima preko LAN-a. Ovaj je postupak bio

izrazito spor, posebice u slučajevima kada se radilo o CAD grafičkim datotekama, te je ograničavao efikasnu primjenu sustava.

Unaprjeđenje dolazi kao rezultat novih sustava za upravljanje bazama podataka (DBMS – Database Management Systems). Pojavom klijent-server baza podataka poput Oracle-a i Sybase-a dolazi do značajnog ubrzanja prijenosa podataka, što rezultira većim brojem veza s vanjskim bazama podataka koje nisu bile organizirane od strane odjela upravljanja objektima. Klijent-server baze podataka omogućile su brzu obradu podataka i jednostavno vraćanje rezultata korisnicima.

Razvojem i popularizacijom Interneta i HTML formata dolazi do novog poboljšanja, a također se počinju razvijati i alati za pregledavanje web stranica. Sljedeći korak razvoja je XML (Extensible Markup Language) jezik koji uz prijenos parametara za prikaz stranice interpretira i podatke. U početku je Internet korišten samo u svrhu prikazivanja informacija u obliku HTML formuliranih izvješća iz klijent-server aplikacija, no uskoro se javljaju i upiti za ažuriranje podataka baze. Većina CAFM sustava koristi vlastiti Java kod u cilju kreiranja personaliziranog grafičkog sučelja, a neki koriste i dostupne GIS alate. Daljnjim razvojem Interneta, CAFM sustavi razvijaju se na današnju razinu široke primjene, uz vrlo brzu bežičnu ili djelomično bežičnu komunikaciju koja je dostupna i s mobilnih uređaja. Različiti objekti su prema mogućnostima opremljeni čipovima te povezani na CAFM sustav te je za svaki od njih poznato trenutno stanje zahvaljujući automatskom osvježavanju baze s kojom je povezan [17].

Današnji CAFM sustavi menadžerima služe kao alat za podršku upravljanja objektima u vidu planiranja, izvođenja i praćenja svih aktivnosti obuhvaćenih sustavom upravljanja objektima, poput povećanja iskoristivosti prostora i objekata, planiranja preventivnog održavanja, efikasnog izvođenja korektivnog održavanja, itd [18].

CAFM sustavi kontinuirano bilježe porast primjene, paralelno s razvojem informatičkih tehnologija i povećanjem ulaganja u informatizaciju poslovnih procesa kompanija. Korisnost njihove primjene najviše dolazi do izražaja u onim djelatnostima gdje je tehničko održavanje ključno za poslovne procese, a raspoloživost tehničkih sustava od presudne važnosti za odvijanje proizvodnje i pružanje usluga kupcima. Takve djelatnosti su npr.:

- prehrambena i farmaceutska, automobilska, grafička i papirna te ostala procesna i diskretna industrija,
- kemijska industrija,
- energetika – proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije i toplinske energije,

- proizvodnja, prerada, transport i distribucija nafte i plina,
- transport – željeznički, cestovni, zračni i morski,
- telekomunikacije,
- komunalne djelatnosti – vodoopskrba i odvodnja, prikupljanje i odvoz otpada, upravljanje javnim površinama, prometnom infrastrukturom i ostalim infrastrukturnim sustavima,
- upravljanje i održavanje nekretnina [15].

Uz CAFM sustave, informacijski sustavi koji se još u načelu najčešće primjenjuju za podršku upravljanju održavanjem fizičke imovine, na svjetskom tržištu poznati su pod nazivom Informacijski sustavi za upravljanje imovinom (Enterprise Asset Management – EAM). Nastali su nadogradnjom, proširenjem i razvojem funkcionalnosti prve generacije računalom podržanih sustava za upravljanje poslovima održavanja poznatijih kao računalni sustavi za podršku procesima održavanja (Computerised Maintenance Management Systems – CMMS) [15].

3.2 KRITERIJI ODABIRA CAFM SUSTAVA

Informacijski sustav održavanja je osnovni alat za upravljanje procesima održavanja te je njegovom odabiru potrebno posvetiti naročitu pažnju. Već i sama odluka o uvođenju sustava ima dugoročnu važnost za poslovni sustav jer se predviđa njegovo korištenje kroz dugi niz godina, a osim toga pretpostavlja se da će se intenzitet i opseg njegove primjene, kao i broj korisnika tijekom vremena povećavati.

Prilikom odabira odgovarajućeg CAFM rješenja, potrebno je definirati kriterije odabira. Kao jedan od glavnih kriterija, a kojeg uvijek nameće financijska strana investicije, je kupovina odgovarajućeg CAFM rješenja s velikim brojem mogućnosti za što manje novca. Pri odabiru CAFM sustava potrebno je voditi računa o sljedećim kriterijima:

- posjedovanje potrebne funkcionalnosti informacijskog sustava s obzirom na specifičnosti vlastite djelatnosti, odabranu strategiju održavanja te zahtjeve poslovnih procesa održavanja koje će sustav podržati,
- mogućnost postupnog uvođenja pojedinih funkcionalnih cjelina (modula) informacijskog sustava, mogućnost njegove prilagodbe i konfiguracije te naknadne nadogradnje kroz isporuku novih verzija,
- kompatibilnost informacijskog sustava održavanja s poslovnim informacijskim sustavom i informacijsko – komunikacijskom infrastrukturom vlastite kompanije (tehnološka platforma, mogućnost međusobne integracije),

- stabilnost i pozicija proizvođača i samog proizvoda (informacijskog sustava održavanja) na tržištu,
- dostupnost lokalne korisničke podrške u primjeni sustava (kvaliteta, stručnost osoblja, garantirana vremenska raspoloživost i brzina odziva),
- iskustvo konzultanta koji će provesti implementaciju sustava, poznavanje strategija, tehnoloških procesa i problematike održavanja,
- lokalizacija sustava na vlastiti jezik (korisničko sučelje sustava, korisnička dokumentacija za rad sa sustavom) – ukoliko se radi o inozemnom rješenju,
- ugrađena funkcionalnost višjezičnosti i viševalutarnosti (ukoliko tvrtka posluje u internacionalnom okruženju),
- cijena nabave i cijena održavanja, cijena usluge implementacije [15].

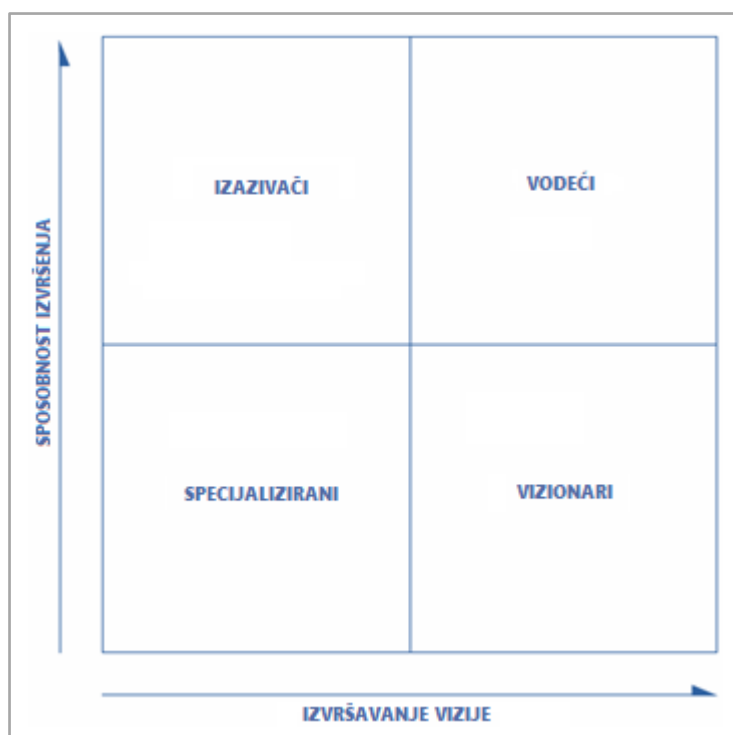
Nadalje, prilikom odabira rješenja potrebno je napraviti usporedbu alternativnih rješenja s obzirom na sve kriterije, vodeći pritom računa da se izbjegne subjektivnost prilikom razmatranja alternativnih rješenja. U tu svrhu postoje specijalizirani web servisi poput PlantServices gdje se na jednostavan način dolazi do informacija o dostupnim rješenjima na tržištu, uključujući povratne informacije korisnika [19].

Pri odabiru CAFM rješenja, uobičajeno je istražiti tržište tj. postojeće dobavljače, postavljajući si pritom sljedeća pitanja na koja je potrebno iznaći odgovore:

- Tko su „glavni igrači“ na tržištu?
- Na kojeg od njih se dugoročno može računati?
- Koji od njih ima najkraće vrijeme odziva?
- Kakva im je korisnička podrška?

Do odgovora na gore navedena pitanja moguće je doći na jednostavan način zahvaljujući vodećoj svjetskoj analitičkoj tvrtki iz područja informacijskih tehnologija – Gartner, koja slovi kao neupitni autoritet u generiranju mišljenja, stavova i procjena za sveukupno IT tržište. Gartner je osmislio tzv. „Magični kvadrat“, odnosno 2D grafički prikaz pozicioniranja četiri vrste konkurentnih dobavljača informatičkih rješenja, koje razlikujemo kao:

- **Izazivači (Challengers)** – dobri su u izvršavanju zacrtane vizije, dominiraju u velikom segmentu tržišta no ne razumiju u kojem smjeru se tržište kreće,
- **Vodeći (Leaders)** – imaju dobru sposobnost izvršavanja vizije te dobru pozicioniranost i u budućnosti,
- **Specijalizirani (Niche Players)** – fokusirani su na mali segment tržišta, slabi su u inovacijama te nemaju cilj nadmašiti konkurenciju,
- **Vizionari (Visionaries)** – razumiju u kojem smjeru ide tržište, imaju viziju i sposobnost promjene tržišnih pravila, ali i slabiju trenutnu sposobnost izvršavanja [20].



Slika 9. Gartnerov magični kvadrat [20]

Najvažnija prednost magičnog kvadrata je brza edukacija o dobavljačima CAFM rješenja, njihova sposobnost zadovoljavanja trenutnih i budućih potreba krajnjih korisnika, kao i jednostavnost u razumijevanju pozicije koje trenutno na tržištu zauzima pojedini dobavljač

CAFM rješenja, te mogućnost usporedbe pojedinih dobavljača u izvršavanju zacrtane vizije u budućnosti.

Treba imati na umu kako fokusiranje isključivo na kvadrant vodećih rješenja ne mora u svim slučajevima biti i najpovoljnije rješenje, već je poželjno u razmatranje uzeti i kvadrant izazivača. U određenim slučajevima će i specijalizirana rješenja bolje udovoljavati potrebama korisnika od rješenja vodećih dobavljača, no na kraju izbor ovisi o tome kako se određeni dobavljač rješenja uklapa u plan za postizanje zacrtanih poslovnih ciljeva.

Često se dogodi da poslovni sustav zbog nedovoljne informiranosti, nakon što se odluči za određeni informacijski sustav upravljanja održavanjem, smatra da je samim odabirom sustava već napravio najveći dio posla, zanemarujući predstojeće aktivnosti implementacije. Implementacija informacijskog sustava je vrlo složen projekt kojem treba pristupiti temeljito kako bi se postigli očekivani rezultati i do izražaja došla puna funkcionalnost softvera. Potrebno je u sve faze projekta uključiti osoblje iz održavanja, krajnje korisnike sustava - od pripreme podataka, definiranja poslovnih pravila i dijagrama tijeka poslovnih procesa, do testiranja i uvođenja informacijskog sustava u produkciju.

Uloga konzultanta angažiranog na uvođenju informacijskog sustava za održavanje je ovdje od presudnog značaja, jer iako se radi o uvođenju softvera, konzultant mora uz sami sustav poznavati i osnove organizacije održavanja, strategije održavanja, upravljanje zalihama i nabavu te također raspolagati dobrim komunikacijskim sposobnostima, kako bi mogao pomoći korisniku (npr. u uspostavi šifrarskog sustava objekata održavanja, strukturiranju nazivlja objekata održavanja i stavki zaliha na skladištu, prijedlogu organizacije procesa održavanja i sl.). Konačno, kada se utvrde i usuglase svi navedeni elementi, konzultant treba sukladno tome prilagoditi i konfigurirati sustav tako da svaki korisnik od njega može izvući maksimum i ima pristup svim funkcijama i podacima koji su mu potrebni za svakodnevno korištenje [15].

4 KLJUČNI POKAZATELJI UČINKOVITOSTI

Praćenje učinkovitosti je osnovni princip upravljanja, ono je važno iz razloga što prikazuje razliku između trenutne i željene učinkovitosti određenog procesa, te pruža informacije o napretku prema postavljenom cilju. Ključno je dakle pratiti sve procese kojima se želi upravljati, a kroz pomno odabrane ključne pokazatelje učinkovitosti dobivaju se precizne informacije u kojim je područjima potrebno poduzeti odgovarajuće aktivnosti s ciljem povećanja učinkovitosti [21].

Ključni pokazatelji učinkovitosti, KPU (Key Performance Indicators – KPI), mjerljive su vrijednosti koje odražavaju kritične čimbenike uspjeha u poduzeću. Oni poduzeću pomažu definirati i pratiti napredak prema postavljenim ciljevima. KPU se uobičajeno koriste na više razina unutar poduzeća. Kako bi se održala ili povećala radna učinkovitost poduzeća, svaki se organizacijski odjel mora usredotočiti na ključne pokazatelje učinkovitosti na koje ima izravan utjecaj. Dok su KPU na višim razinama usmjereni na sveukupno poslovanje poduzeća, KPU na nižim razinama mogu se fokusirati na specifične procese za svaki od odjela, poput nabave, održavanja, logistike, itd. Ključni pokazatelji učinkovitosti koji se odnose na proces održavanja mogu se u tom slučaju smatrati djecom KPU ukupnog poslovanja poduzeća [22].

Sami pokazatelji razlikuju se od poduzeća do poduzeća, što je i logično budući da poduzeće koje se bavi prodajom neće nužno imati iste KPU kao primjerice javne ili obrazovne ustanove. Proizvodno poduzeće kao jedan od KPU može imati npr. postotak škarta pri proizvodnji vratila, obrazovna ustanova će s druge strane imati podatak o broju studenata koji su podmirili svoje obveze i diplomirali u roku, a služba za korisnike prosječno vrijeme trajanja telefonske podrške ili postotak uspješnih odgovora korisnicima usluga u roku od jedne minute.

Svi pokazatelji u konačnici imaju zajedničku stvar, a to je da moraju biti specifični, mjerljivi, ostvarivi, svrsishodni i vremenski određeni, jer je učinkovitost njihovog postizanja moguće pratiti samo kada su postavljeni na navedeni način. Ciljevi i KPU su usko povezani, stoga je njihova međusobna usklađenost i više nego potrebna.

Ključni pokazatelji učinkovitosti mogu se definirati kao:

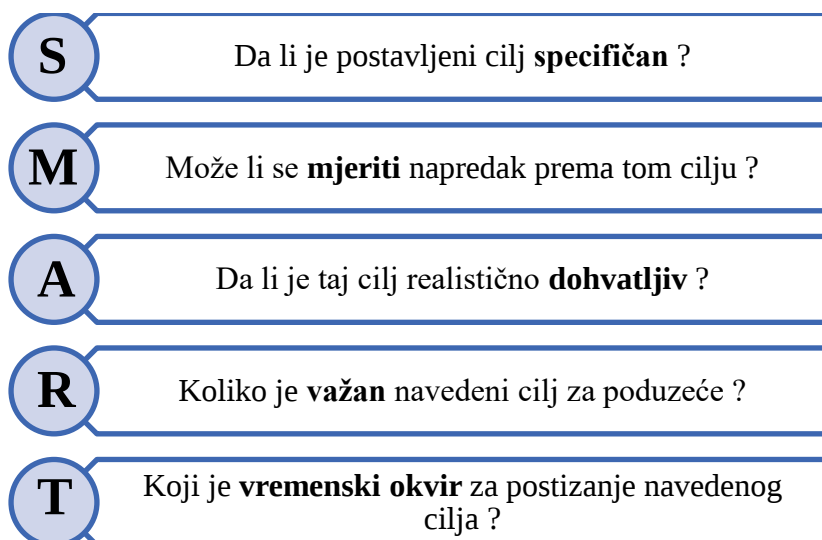
- Kvantitativni – izraženi u brojevima,
- Praktični – povezani s postojećim procesima unutar poduzeća,
- Usmjeravajući – ukazuju na poboljšanje u poduzeću,
- Optužujući – za kontrolu učinkovitosti promjena u poduzeću.

Definiranje KPU može biti dugotrajan proces prilikom kojeg je potrebno detaljno razmotriti sve poslovne procese, no jednom kada se oni odrede i kada se definira način njihova praćenja, nije ih potrebno često mijenjati. Kako se poduzeće približava postizanju zadanih ciljeva, ili su ciljevi promijenjeni, ključne pokazatelje učinkovitosti moguće je korigirati sukladno tome.

U njihovom odabiru, važno je ograničiti ih na faktore prijeko potrebne za postizanje zadanih ciljeva. Također je važno zadržati manji broj KPU kako bi se pažnja većeg broja zaposlenika usmjerila na postizanje istih ciljeva [23].

Prilikom odabira pokazatelja potrebno se zapitati što to određeni KPU čini učinkovitim? Svaki je pokazatelj naime vrijedan samo onoliko koliko i aktivnosti koje su zbog njega poduzete. Često se dogodi da poduzeće usvoji određene KPU koji su uobičajeni u toj gospodarskoj grani, ne razmišljajući da li se oni podudaraju s vlastitim ciljevima poduzeća zbog čega teško dolazi do pozitivnih pomaka u poslovanju. Jedno od najbitnijih, no ujedno i najčešće zaboravljenih karakteristika ključnih pokazatelja učinkovitosti je da su oni u suštini oblik komunikacije, te ih je kao takve potrebno promatrati i na njima primjenjivati jednaka pravila kao i za sve ostale oblike komunikacije. Ukratko, veća je vjerojatnost za prijem informacija i poduzimanje aktivnosti po istima ako su one sažete i relevantne, kao što je prethodno navedeno.

Jedan od kriterija procjene ključnih pokazatelja učinkovitosti je SMART test. SMART dolazi od riječi koje označavaju specifičnost, mjerljivost, dohvatljivost, važnost i vremensku ograničenost (specific, measurable, attainable, relevant, time-bound). Drugim riječima, prilikom definiranja KPU potrebno je postaviti sljedeća pitanja (Slika 10.).



Slika 10. SMART test za procjenu ključnih pokazatelja učinkovitosti [22]

SMART test je moguće dodatno proširiti kako bi bio SMARTER, s dodavanjem procjene i ponovne procjene KPU (evaluate, reevaluate). Ova su dva koraka izrazito važna budući da osiguravaju kontinuiranu procjenu ključnih pokazatelja učinkovitosti i njihovog značaja za poduzeće [22].

Praćenje razvoja poduzeća kroz primjenu KPU izvršnom menadžmentu poduzeća osigurava lakše i učinkovitije upravljanje kvalitetom i poslovanjem, odnosno praćenje stanja poduzeća u realnom vremenu, na najvišoj razini. Može obuhvaćati bilo koju kombinaciju izvještaja, tablica ili grafova. KPU mogu obuhvatiti izračune prodaje, trendove unutar vremena, informacije iz lanca opskrbe ili bilo koje druge dugoročno razmatrane podatke.

KPU trebaju dati svima u poduzeću jasnu sliku postavljenih ciljeva, te što svaki od zaposlenika treba provesti kako bi se isti ostvarili. Periodičko prikazivanje napretka svakog od KPU u odnosu na vrijednosti koje se žele dostići, dodatno će motivirati ljude za njihovo ostvarivanje [23].

4.1 KLJUČNI POKAZATELJI UČINKOVITOSTI PREMA NORMI CEN EN 15341

S ciljem standardizacije KPU, radi lakšeg korištenja kao potporu menadžmentu u postizanju izvrsnosti u održavanju te omogućavanja usporedbe poslovanja različitih poduzeća s ciljem postizanja konkurentnosti, od strane europskog udruženja nacionalnih društava za održavanje EFNMS-a (European Federation of National Maintenance Societies) donesena je norma CEN EN 15341 kojom se jasno definiraju uobičajeni KPU kako bi njihov izračun uvijek bio jednak. EFNMS je organizacija koja povezuje razna nacionalna društva za održavanje u Europi, osnovana je 1971. godine, a danas broji 22 člana i nekoliko potencijalnih kandidata. Njihov cilj je poboljšanje održavanja kroz stvaranje mreže znanja i osiguravanje sredstava za unaprijeđenje i poboljšanje održavanja u svim društvima članovima.

1995. godine osnovana je radna grupa sa zadatkom da odabere i složi indikatore referentnih vrijednosti po kojima će se mjeriti uspješnost i učinkovitost održavanja. Godine 2002. objavili su tablicu sa 13 indikatora, a kroz suradnju s tehničkim povjerenstvom u ožujku 2007. godine, objavili su normu CEN EN 15341, sa 71 ključnim pokazateljem učinkovitosti.

Većina pokazatelja primjenjiva je u svim područjima gdje se izvode aktivnosti održavanja kao što su proizvodni pogon, zgrade, infrastruktura, prijevoz, distribucija, itd. Pokazatelji se također koriste za praćenje stanja, usporedbu, analizu snage i slabosti, planiranje aktivnosti za poboljšanje i kontinuirano praćenje promjena kroz vrijeme.

Sustav ključnih pokazatelja učinkovitosti podijeljen je u tri grupe: ekonomske, tehničke i organizacijske pokazatelje, a svaka od grupa je dalje podijeljena u tri razine (Tablica 3.). Takvim su načinom podjele obuhvaćeni svi aspekti održavanja.

Tablica 3. Podjela ključnih pokazatelja učinkovitosti prema normi EN 15341 [25]

		Razina pokazatelja		
		Razina I.	Razina II.	Razina III.
Grupa pokazatelja	Ekonomski pokazatelji	E1 E2 E3 E4 E5 E6	E7 E8 E9 E10 E11 E12 E13 E14	E15 E16 E17 E18 E19 E20 E21 E23 E24
	Tehnički pokazatelji	T1 T2 T3 T4	T5 T6	T7 T8 T9 T10 T11 T12 T13 T14 T15 T16 T17 T18 T19 T20 T21
	Organizacijski pokazatelji	O1 O2 O3 O4 O5 O6 O7 O8	O9 O10	O11 O12 O13 O14 O15 O16 O17 O18 O19 O20 O21 O22 O23 O24 O25 O26

Na navedene pokazatelje učinkovitosti utječu određeni vanjski i unutarnji faktori.

Vanjski utjecajni faktori su promjenjivi uvjeti koji su izvan kontrole menadžmenta poduzeća, poput lokacije, kulture okoline, zakonskih regulativa i cijene rada. S druge strane, unutarnji utjecajni faktori su unutar kontrole menadžmenta poduzeća, ali su izvan kontrole menadžmenta održavanja. Pod unutarnje utjecajne faktore spadaju politika poduzeća, vrsta proizvoda i proizvodnog pogona te veličina i dob proizvodnog pogona.

U nastavku rada, svaki pokazatelj će se detaljno prikazati u obliku definicije i cilja, te izraza po kojem se računa uz pojašnjenje svakog od članova, a također će se prikazati i primjeri izračuna određenih ključnih pokazatelja učinkovitosti.

Pokazatelji su izraženi kao omjeri praćenih varijabli prema zadanim izrazima. Prilikom izračuna pokazatelja potrebno je obratiti pozornost da se nazivnik i brojnik odnose na istu aktivnost, kao i na isto vremensko razdoblje u kojem se pokazatelj prati [24].

4.1.1 Ekonomski pokazatelji učinkovitosti

Ekonomski pokazatelji učinkovitosti služe za praćenje ostvarivanja financijskih ciljeva poduzeća i usporedbu trenutnog stanja i konkurentnosti naspram drugih poduzeća. Navedeni ciljevi vezani su za financijsko stanje poduzeća, a kao njihov primjer mogu se navesti smanjenje troškova održavanja, smanjenje vrijednosti materijala na zalihama, itd.

4.1.1.1 Pokazatelj E1

Ekonomski pokazatelj E1 poznat je i kao trošak održavanja. Prikazuje udio ukupnog troška održavanja u trošku zamjene imovine (RAV – Replacement Asset Value).

Primarna zadaća pokazatelja je direktna usporedba troškova u odnosu na druga poduzeća. Budući da poduzeća mogu varirati u veličini i vrijednosti, trošak zamjene imovine koristi se kao nazivnik u svrhu normalizacije veličina.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E1 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{trošak zamjene imovine}} \times 100 \quad (1)$$

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Trošak zamjene imovine poznat je i kao procijenjeni trošak zamjene (ERV – Estimated Replacement Value), a definira se kao trošak potreban za zamjenu trenutne imovine (opreme) u proizvodnom pogonu uz zadržavanje jednakog kapaciteta proizvodnje. Uključuje proizvodnu/procesnu opremu, kao i objekte, sredstva i ostalu srodnu imovinu.

Pokazatelj E1 preporuča se pratiti na godišnjoj razini. Namijenjen je rukovodstvenom kadru u poduzeću poput voditelja pogona i održavanja, menadžmentu i direktorima s ciljem utvrđivanja stanja proizvodnog poduzeća u kvartalnim mjerenjima. Poduzeća koja su najbolja u klasi, odlikuju se visokim stupnjem iskoristivosti imovine i visokom pouzdanošću opreme, te imaju niže troškove održavanja.

Kod takvih se procjena nije moguće u potpunosti osloniti isključivo na ovaj pokazatelj budući da niži troškovi održavanja ne rezultiraju nužno i najboljim održavanjem u klasi [25].

Primjer izračuna:

Ako ukupni troškovi održavanja iznose 3 000 000 HRK godišnje, i vrijednost zamjene imovine za imovinu iznosi 100 000 000 HRK, onda trošak održavanja iskazan kao postotak troška zamjene imovine iznosi:

$$E1 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{trošak zamjene imovine}} \times 100$$

$$E1 = \frac{3\,000\,000}{100\,000\,000} \times 100$$

$$E1 = 3\%$$

4.1.1.2 Pokazatelj E2

Ekonomski pokazatelj E2 prikazuje udio ukupnih troškova održavanja u vanjskim troškovima održavanja kojima je pribrojena dodana vrijednost.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E2 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{dodana vrijednost} + \text{vanjski troškovi održavanja}} \times 100 \quad (2)$$

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Dodana vrijednost je vrijednost proizvodnje umanjena za vrijednost sirovina/usluga.

Vanjski troškovi održavanja su troškovi provođenja aktivnosti održavanja izvršeni od strane vanjskih izvođača [24].

4.1.1.3 Pokazatelj E3

Ekonomski pokazatelj E3 prikazuje ukupne troškove potrebne za održavanje neke opreme ili objekta kako bi ono proizvelo određenu količinu proizvoda, te se iskazuje kao postotak.

Primarna zadaća pokazatelja je određivanje ukupnih troškova održavanja potrebnih za proizvodnju određene količine proizvoda u nekom vremenskom intervalu, a omogućava usporedbu ukupnih troškova održavanja za različite proizvodne količine i vremenske intervale. Moguće ga je primjenjivati za određenu opremu ili grupe proizvodne opreme unutar jednog ili više raznih poduzeća.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E3 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{izlazna količina}} \times 100 \quad (3)$$

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Izlazna količina je ukupna proizvedena količina određenog proizvoda izražena u nekoj od mjernih jedinica (komadi, paketi, litre, kilogrami i sl.).

Pokazatelj E3 preporuča se pratiti na godišnjoj razini. Moguće ga je pratiti i za kraće vremenske intervale, no u tim je slučajevima potrebno uključiti i dio opterećenja od planiranih zastoja. Pokazatelj je namijenjen zaposlenicima u rukovodstvu, održavanju, planiranju proizvodnje i financijama s ciljem usporedbe troškova održavanja po jedinici proizvodnje unutar poduzeća, ali i direktne usporedbe s drugim poduzećima. U ukupne troškove održavanja potrebno je uračunati sve troškove povezane s očuvanjem proizvodnog kapaciteta u određenom vremenskom intervalu. Moguća su neslaganja kod podataka izlazne količine uslijed smanjenja proizvodnje zbog manje potražnje za proizvodom ili operativnih problema nevezanih za održavanja, što u konačnici ima nepovoljan utjecaj na pokazatelj. Troškovi održavanja također mogu biti i različiti za različite proizvode iako se oni mjere istim mjernim jedinicama, stoga je potrebno usporedbama pristupiti s pažnjom.

U slučaju da se u poduzeću želi zasebno pratiti troškove za specifični tip opreme, potrebno je posebno vođenje i podjela troškova prema opremi [25].

Primjer izračuna:

Ako su godišnji troškovi održavanja u poduzeću 2 585 000 HRK, a ukupna izlazna količina nekog proizvoda iznosi 12 227 500 kg, pokazatelj iznosi:

$$E3 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{izlazna količina}} \times 100$$

$$E3 = \frac{2\,585\,000\text{ HRK}}{12\,227\,500\text{ kg}} \times 100$$

$$E3 = 0,21\text{ HRK/kg}$$

4.1.1.4 Pokazatelj E4

Ekonomski pokazatelj E4 prikazuje udio ukupnih troškova održavanja u troškovima transformacije u proizvodnji.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E4 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{troškovi transformacije u proizvodnji}} \times 100 \quad (4)$$

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Troškovi transformacije u proizvodnji su ukupni troškovi potrebni za transformaciju ulazne sirovine u konačan proizvod. Iz troškova transformacije u proizvodnji potrebno je isključiti troškove sirovine i ambalažnog materijala utrošenog za pakiranje konačnog proizvoda [24].

4.1.1.5 Pokazatelj E5

Ekonomski pokazatelj E5 prikazuje omjer ukupnih troškova održavanja i neraspoloživosti potrebnih za proizvodnju konačnog proizvoda.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E5 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja} + \text{troškovi neraspoloživosti}}{\text{izlazna količina}} \quad (5)$$

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Troškovi neraspoloživosti su troškovi nastali uslijed zastoja opreme zbog održavanja, a računaju se kao umnožak vremena zastoja i prosječne vrijednosti zastoja proizvodnje u određenom vremenskom intervalu.

Izlazna količina je ukupna proizvedena količina određenog proizvoda izražena u nekoj od mjernih jedinica (komadi, paketi, litre, kilogrami i sl.) [24].

4.1.1.6 Pokazatelj E6

Ekonomski pokazatelj E6 prikazuje omjer raspoloživosti opreme i ukupnih troškova održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E6 = \frac{\text{raspoloživost povezana s održavanjem}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \quad (6)$$

Raspoloživost povezana s održavanjem je sposobnost opreme da obavlja svoju zadaću u određenom vremenskom intervalu.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta [24].

4.1.1.7 Pokazatelj E7

Ekonomski pokazatelj E7 prikazuje udio vrijednosti rezervnih dijelova i materijala na skladištu potrebnih za izvođenje aktivnosti održavanja i operativni rad u trošku zamjene imovine.

Primarna zadaća pokazatelja E7 je direktna usporedba vrijednosti rezervnih dijelova i materijala na skladištu u odnosu na druga poduzeća. Budući da poduzeća mogu varirati u veličini i vrijednosti, trošak zamjene imovine koristi se kao nazivnik u svrhu normalizacije veličina.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E7 = \frac{\text{vrijednost rezervnih dijelova i materijala za održavanje na skladištu}}{\text{trošak zamjene imovine}} \times 100 \quad (7)$$

Vrijednost rezervnih dijelova i materijala za održavanje predstavlja trenutnu knjigovodstvenu vrijednost istih na svim skladišnim lokacijama u skladištu. Vrijednost isključuje skladištene sirovine potrebne za proizvodnju i pakiranje proizvoda, kao ni skladištene konačne proizvode.

Trošak zamjene imovine poznat je i kao procijenjeni trošak zamjene (ERV – Estimated Replacement Value), a definira se kao trošak potreban za zamjenu trenutne imovine (opreme) u proizvodnom pogonu uz zadržavanje jednakog kapaciteta proizvodnje. Uključuje proizvodnu/procesnu opremu, kao i objekte, sredstva i ostalu srodnu imovinu.

Pokazatelj E7 preporuča se pratiti na kvartalnoj ili godišnjoj razini. Pokazatelj je namijenjen zaposlenicima u rukovodstvu, održavanju, planiranju proizvodnje i financijama s ciljem usporedbe s drugim poduzećima. Najbolja poduzeća u klasi koja imaju visoku iskoristivost i

pouzdanost opreme u pravilu imaju niže vrijednosti skladištenih rezervnih dijelova i materijala zbog bolje procjene potrebe za istima.

Nije se moguće u potpunosti osloniti isključivo na ovaj pokazatelj budući da minimiziranje vrijednosti materijala na skladištu nužno ne odgovara najboljim svjetskim načelima. Potrebno je održavati ravnotežu između ovog i pokazatelja nemogućnosti isporuke materijala sa skladišta koji također treba biti nizak, te ostalih pokazatelja vezanih za skladišno poslovanje [25].

Primjer izračuna:

Ako je vrijednost materijala za održavanje na zalihama 3 000 000 HRK, a trošak zamjene imovine 100 000 000 HRK, onda vrijednost zalihe rezervnih dijelova i materijala za održavanje na skladištu iskazana kao postotak po trošku zamjene imovine iznosi:

$$E7 = \frac{\text{vrijednost rezervnih dijelova i materijala za održavanje na skladištu}}{\text{trošak zamjene imovine}} \times 100$$

$$E7 = \frac{3\,000\,000\text{ HRK}}{100\,000\,000\text{ HRK}} \times 100$$

$$E7 = 3\%$$

4.1.1.8 Pokazatelj E8

Ekonomski pokazatelj E8 prikazuje udio ukupnih troškova vlastite radne snage održavanja u ukupnim troškovima održavanja za određeni vremenski interval.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje udjela troškova vlastite radne snage u ukupnim troškovima održavanja, usporedba s troškovima vanjskih izvođača te analiza s ciljem optimizacije ukupnih troškova održavanja. Pokazatelj se može koristiti i za usporedbu u odnosu na druga poduzeća.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E8 = \frac{\text{ukupni trošak vlastite radne snage u održavanju}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (8)$$

Trošak vlastite radne snage u održavanju uključuje sve troškove izvođenja aktivnosti održavanja od strane vlastitih zaposlenika, uključujući redovne i prekovremene sate, rad za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Pod vlastitom radnom snagom misli se samo na zaposlenike poduzeća, ne i na vanjske izvođače. Troškovi ne uključuju niti trošak godišnjih ugovora opreme za održavanje, trošak godišnjeg ugovora domara, rad vanjskih suradnika na održavanju ni trošak utrošenih rezervnih dijelova i materijala.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka.

Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E8 preporuča se pratiti na kvartalnoj ili godišnjoj razini. Namijenjen je direktorima te rukovoditeljima pogona, održavanja i ljudskih resursa u svrhu usporedbe s drugim proizvodnim lokacijama i poduzećima. Također se koristi prilikom razvijanja strategije raspodjele budžeta za održavanje [25].

Primjer izračuna:

Troškovi održavanja za neko poduzeće u godini dana iznose (Tablica 4.):

Tablica 4. Primjer troškova u poduzeću [25]

Vlastita radna snaga u održavanju (uključujući beneficije)	8 144 000 HRK
Nadzorni kadar u održavanju (Supervizori, Planeri, itd.)	2 320 000 HRK
Vanjski izvođači radova održavanja	1 125 000 HRK
Godišnji ugovori za održavanje opreme	96 000 HRK
Troškovi domara	380 000 HRK
Materijal korišten za održavanje	9 992 000 HRK
Ukupni trošak održavanja	22 057 000 HRK

Za izračun pokazatelja troškova vlastite radne snage potrebno je iste podijeliti s ukupnim troškovima održavanja.

$$E8 = \frac{\text{ukupni trošak vlastite radne snage u održavanju}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E8 = \frac{8\,144\,000 + 2\,320\,000}{22\,057\,000} \times 100$$

$$E8 = 0,474 \times 100$$

$$E8 = 47,4\%$$

4.1.1.9 Pokazatelj E9

Ekonomski pokazatelj E9 prikazuje udio ukupnih troškova vanjskih izvođača u ukupnim troškovima održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E9 = \frac{\text{ukupni troškovi vanjskih izvođača}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (9)$$

Ukupni troškovi vanjskih izvođača su troškovi izvođenja aktivnosti održavanja od strane vanjskih izvođača.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta [24].

4.1.1.10 Pokazatelj E10

Ekonomski pokazatelj E10 prikazuje udio ukupnih troškova ugovorenih aktivnosti održavanja u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je analiza kapacitiranosti i obučenosti vlastitih zaposlenika u održavanju za radno opterećenje. Uobičajeno je korištenje vanjskih izvođača kao nadopunu vlastitom kadru za izvođenje aktivnosti koje zahtijevaju posebne vještine i znanja, ili kod vršnih i izvanrednih radnih opterećenja (npr. kod ispada, zastoja, remonta) i za korištenje specijalnih alata i usluga (kranovi, mjerenje vibracija, itd.)

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E10 = \frac{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (10)$$

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja su ukupni troškovi izvođenja aktivnosti održavanja ugovorenih s vanjskim izvođačima, uključujući utrošene rezervne dijelove i materijal, kao i izvanredne aktivnosti održavanja uslijed neplaniranih zastoja i ispada. Potrebno je uključiti i troškove nastale uslijed zamjene opreme na kraju životnog vijeka, a isključiti troškove nastale zbog proširenja ili ulaganja za poboljšanje proizvodnog kapaciteta.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E10 preporuča se pratiti na godišnjoj razini, no može se pratiti i na mjesečnoj. Namijenjen je direktorima poduzeća te rukovoditeljima pogona, održavanja i ljudskih resursa radi usporedbe s drugim proizvodnim lokacijama i poduzećima.

Prilikom procjene ugovorenih troškova vanjskih izvođača radova ne može se oslanjati isključivo na ovaj pokazatelj [25].

Primjer izračuna:

Ako je godišnji trošak vanjskih izvođača radova u održavanju 2 600 000 HRK, a ukupni godišnji troškovi održavanja iznose 10 000 000 HRK, onda je udio troškova održavanja od strane vanjskih izvođača jednak:

$$E10 = \frac{\text{ugovorni troškovi vanjskih izvođača radova}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E10 = \frac{2\,600\,000}{10\,000\,000} \times 100$$

$$E10 = 26\%$$

4.1.1.11 Pokazatelj E11

Ekonomski pokazatelj E11 prikazuje udio ukupnih troškova rezervnih dijelova i materijala iskorištenih za održavanje i popravak opreme u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje udjela troškova rezervnih dijelova i materijala u ukupnim troškovima održavanja te analiza s ciljem optimizacije ukupnih troškova održavanja. Pokazatelj se može koristiti i za usporedbu u odnosu na druga poduzeća.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E11 = \frac{\text{ukupni troškovi materijala za održavanje}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (11)$$

Ukupni troškovi materijala za održavanje su troškovi svih rezervnih dijelova i materijala utrošenih za popravak i održavanje u određenom vremenskom intervalu. Troškovi obuhvaćaju trošak materijala pohranjenih na skladištu i materijala kupljenih prema potrebi, uključujući i trošak materijala za popravak rezervnih dijelova. Ne uključuju trošak materijala korištenih za proširenje ili povećanje učinkovitosti proizvodnog pogona.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E11 preporuča se pratiti na mjesečnoj, kvartalnoj ili godišnjoj razini. Namijenjen je menadžmentu poduzeća te rukovoditeljima pogona, održavanja i ljudskih resursa s ciljem usporedbe s drugim proizvodnim lokacijama i poduzećima. Koristi se kod razvijanja strategije raspodjele budžeta za održavanje, kao i za usporedbu troškova vlastite radne snage u održavanju s ciljem povećanja učinkovitosti procesa održavanja.

Visoki omjer troška materijala naspram troška rada može ukazati na neučinkovite planove preventivnog održavanja, dok visoki postotak troškova rada može pak ukazati na neučinkovito planiranje [25].

Primjer izračuna:

Za izračun pokazatelja troška materijala potrebno je ukupne troškove materijala podijeliti s ukupnim troškovima nastalim uslijed održavanja (Tablica 4.):

$$E11 = \frac{\text{ukupni troškovi materijala održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E11 = \frac{9\,992\,000}{22\,057\,000} \times 100$$

E11 = 45,3%

4.1.1.12 Pokazatelj E12

Ekonomski pokazatelj E12 prikazuje koliko su dugo zalihe materijala pohranjene na skladištu, a poznat je i kao koeficijent obrtaja zaliha. Primarna zadaća pokazatelja je praćenje i upravljanje količinama zaliha materijala na skladištu.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E12 = \frac{\text{vrijednost zaliha materijala na skladištu}}{\text{vrijednost nabavljenih zaliha materijala}} \quad (12)$$

Vrijednost zaliha materijala na skladištu je trenutna vrijednost zaliha materijala u skladištu.

Vrijednost nabavljenih zaliha materijala je vrijednost zaliha kupljenih u određenom vremenskom intervalu.

Pokazatelj E12 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je rukovoditeljima skladišta, nabave i financija. Zbog varijacija u postupku nabave zaliha, pokazatelj se treba pratiti u vremenskom intervalu koji će omogućiti normalizaciju nejednakosti u procesu nabave. Kako bi se dobila cijela slika trenutnog stanja zaliha u skladištu i skladišnog poslovanja, pokazatelj je najbolje koristiti uz druge pokazatelje poput organizacijskog pokazatelja O26 koji prikazuje nemogućnost isporuke materijala sa skladišta. Kada se prati zajedno sa pokazateljem nemogućnosti isporuke materijala sa skladišta, niske vrijednosti oba pokazatelja sugeriraju da su razine zaliha prevelike. Produktivno skladište mora biti u mogućnosti održavati ravnotežu između rizika od nemogućnosti isporuke materijala i gomilanja zaliha. Visoki koeficijent obrtaja zaliha rezervnih dijelova ukazuje na moguće probleme s pouzdanosti opreme ili okretanje korektivnom održavanju [25].

Primjer izračuna:

Određeni skladišni prostor ima iduće troškove u prošloj godini (Tablica 5.):

Tablica 5. Primjer troškova skladišnog prostora u poduzeću [25]

Ukupna vrijednost zaliha na skladištu	7 241 296 HRK
Ukupna vrijednost nabavljenog materijala	15 836 351 HRK
Ukupna vrijednost rezervnih dijelova na skladištu	3 456 789 HRK
Ukupna vrijednost nabavljenih rezervnih dijelova	5 123 456 HRK
Ukupna vrijednost zalihe materijala za operativan rad	1 567 890 HRK
Ukupna vrijednost nabavljenog materijala za operativan rad	9 345 678 HRK

$$E12 = \frac{\text{vrijednost pohranjenih zaliha}}{\text{vrijednost nabavljenih zaliha}}$$

$$E12 \text{ (svih zaliha)} = \frac{15\,836\,351 \text{ HRK}}{7\,241\,296 \text{ HRK}}$$

$$E12 \text{ (svih zaliha)} = 2,19$$

$$E12 \text{ (rezervnih dijelova)} = \frac{5\,123\,456 \text{ HRK}}{3\,456\,789 \text{ HRK}}$$

$$E12 \text{ (rezervnih dijelova)} = 1,48$$

$$E12 \text{ (operativnog materijala)} = \frac{9\,345\,678 \text{ HRK}}{1\,567\,890 \text{ HRK}}$$

$$E12 \text{ (operativnog materijala)} = 5,96$$

4.1.1.13 Pokazatelj E13

Ekonomski pokazatelj E13 prikazuje udio troškova indirektnih zaposlenika održavanja u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje udjela troškova indirektnih zaposlenika održavanja u ukupnim troškovima održavanja te analiza s ciljem optimizacije ukupnih troškova održavanja. Pokazatelj se može koristiti i za usporedbu u odnosu na druga poduzeća. Količina zaposlenika potrebnih za nadzor i podršku poslovima održavanja izravni je odraz kvalificiranosti zaposlenika u održavanju.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E13 = \frac{\text{troškovi indirektnih zaposlenika održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (13)$$

Troškovi indirektnih zaposlenika održavanja su ukupni troškovi rada indirektnih zaposlenika održavanja, uključujući redovne i prekovremene sate. Indirektni zaposlenici

održavanja ne izvode izravno aktivnosti održavanja, već istima pružaju podršku. Najčešće se radi o poslovima nadzora, npr. nadzornim inženjerima, planerima poslova održavanja, itd.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E13 preporuča se pratiti na godišnjoj i/ili kvartalnoj razini. Namijenjen je rukovoditeljima održavanja u svrhu praćenja raspodjele budžeta za održavanje [25].

Primjer izračuna:

Za izračun pokazatelja troškova indirektnog osoblja održavanja, iste je potrebno podijeliti s ukupnim troškovima nastalim uslijed održavanja (Tablica 4.):

$$E13 = \frac{\text{troškovi indirektnog osoblja održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E13 = \frac{2\,320\,000 \text{ HRK}}{22\,057\,000 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E13 = 0,105 \times 100$$

$$E13 = 10,5\%$$

4.1.1.14 Pokazatelj E14

Ekonomski pokazatelj E14 prikazuje omjer ukupnih troškova održavanja i troškova potrošnje energije.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E14 = \frac{\text{ukupni troškovi održavanja}}{\text{troškovi potrošnje energije}} \quad (14)$$

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Troškovi potrošnje energije su troškovi potrošnje energenata: električne i toplinske energije, plina, itd. [24].

4.1.1.15 Pokazatelj E15

Ekonomski pokazatelj E15 prikazuje udio troškova korektivnog u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje troškova korektivnog održavanja, čime se osiguravaju povratne informacije za ocjenu učinkovitosti proaktivnog djelovanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E15 = \frac{\text{troškovi korektivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (15)$$

Troškovi korektivnog održavanja su troškovi rada, materijala i usluga vlastitih zaposlenika i vanjskih izvođača potrebnih za vraćanje opreme u funkcionalno stanje nakon kvara.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E15 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je menadžmentu održavanja u svrhu procjene učinkovitosti proaktivnih aktivnosti održavanja kao što su planovi preventivnog i prediktivnog održavanja. S ciljem prikupljanja potrebnih podataka za izračun pokazatelja, potrebno je podesiti sustav za upravljanje poslovima održavanja na način da se posebno klasificiraju radni nalozi preventivnog i korektivnog održavanja. Troškove koji su nastali korektivnim održavanjem uslijed pronalaska problema koji bi tek mogli rezultirati

kvarom (npr. aktivnostima prediktivnog održavanja) potrebno je ubrojiti u troškove korektivnog održavanja.

Visoki udio troškova korektivnog održavanja pokazatelj je kulture reaktivnog održavanja i niske pouzdanosti opreme. Također može ukazivati i na neučinkovite planove preventivnog i prediktivnog održavanja [25].

Primjer izračuna:

Ukupni troškovi održavanja u mjesecu iznose 1 287 345 HRK. Ukupni trošak korektivnog održavanja iznosi 817 000 HRK.

$$E15 = \frac{\text{troškovi korektivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E15 = \frac{817\,010\text{ HRK}}{1\,287\,345\text{ HRK}} \times 100$$

$$E15 = 0,635 \times 100$$

$$E15 = 63,5\%$$

4.1.1.16 Pokazatelj E16

Ekonomski pokazatelj E16 prikazuje udio troškova planiranog održavanja u ukupnim troškovima održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E16 = \frac{\text{troškovi planiranog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (16)$$

Troškovi planiranog održavanja su troškovi aktivnosti održavanja prema planski određenim intervalima bez prethodnog istraživanja uvjeta s ciljem smanjivanja vjerojatnosti kvara ili ograničenja funkcije opreme.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta [24].

4.1.1.17 Pokazatelj E17

Ekonomski pokazatelj E17 prikazuje udio troškova prediktivnog održavanja (po stanju) u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje troškova održavanja po stanju (prediktivnog održavanja) radi mjerenja, praćenja i usporedbe stanja opreme s poznatim standardima u svrhu

detekcije, analize i rješavanja problema prije nego uzrokuju funkcionalni kvar opreme, čime se osiguravaju povratne informacije za ocjenu učinkovitosti proaktivnog djelovanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E17 = \frac{\text{troškovi prediktivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (17)$$

Troškovi prediktivnog održavanja su troškovi održavanja nastali po potrebi, kao rezultat mjerenja, praćenja i usporedbe stanja opreme u svrhu otkrivanja i sprječavanja problema prije nego što uzrokuju kvar.

Prediktivno održavanje (održavanje po stanju) je strategija održavanja bazirana na praćenju stanja opreme i otkrivanja indikacija mogućeg otkazivanja ili pada učinkovitosti opreme u narednom vremenskom intervalu, te poduzimanje odgovarajućih aktivnosti održavanja s ciljem sprječavanja istog.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E17 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je zaposlenicima koji se bave održavanjem i praćenjem pouzdanosti opreme.

Najbolji se rezultati dobivaju kada se koristi za procjenu učinkovitosti aktivnosti proaktivnog održavanja i aktivnosti s ciljem povećanja pouzdanosti u usporedbi s ostalim radovima održavanja (npr. aktivnostima korektivnog održavanja).

Potrebno je konfigurirati sustav za upravljanje održavanjem tako da je moguće razlikovati radne naloge preventivnog održavanja od ostalih radnih naloga, bilo klasifikacijom radnih naloga ili nekim drugim načinom.

Trošak nastao zbog manje prilagodbe i/ili popravaka tijekom mjerenja stanja opreme treba biti uključen u troškove održavanja po stanju. Vrijeme utrošeno za manje prilagodbe i/ili popravke ne bi smjelo prelaziti planirano vrijeme cijele aktivnosti. Radni nalog pronalaženja kvara izvršen u planiranom vremenu smatra se održavanjem po stanju [25].

Primjer izračuna:

Poduzeće ima ukupne troškove održavanja u mjesecu u iznosu od 194 400 HRK. Ukupni trošak radova prediktivnog održavanja iznosi 17 100 HRK. Prediktivno održavanje od strane vanjskih izvođača radova iznosi 9 300 HRK. Trošak rukovanja opremom za praćenje stanja opreme iznosi 4 898 HRK.

$$E17 = \frac{\text{troškovi održavanja po stanju}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E17 = \frac{17\,100 + 9\,300 + 4\,898 \text{ HRK}}{193\,400 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E17 = \frac{31\,298 \text{ HRK}}{193\,400 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E17 = 0,162 \times 100$$

$$E17 = 16,2\%$$

4.1.1.18 Pokazatelj E18

Ekonomski pokazatelj E18 prikazuje udio troškova preventivnog održavanja u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje troškova preventivnog održavanja, čime se osiguravaju povratne informacije za ocjenu učinkovitosti proaktivnog djelovanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E18 = \frac{\text{troškovi preventivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (18)$$

Troškovi preventivnog održavanja su troškovi rada, materijala i usluga vlastitih zaposlenika i vanjskih izvođača na izvođenju aktivnosti preventivnog održavanja.

Preventivno održavanje je strategija održavanja temeljena na provođenju aktivnosti održavanja prije otkazivanja ili pada učinkovitosti opreme. Preventivno održavanje može se provoditi prema točno određenim vremenskim intervalima ili prema stanju opreme. Primjer su planirani popravci i zamjene dijelova te prediktivno održavanje.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E18 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je zaposlenicima koji se bave održavanjem i praćenjem pouzdanosti opreme.

Najbolji se rezultati dobivaju kada se koristi za procjenu učinkovitosti aktivnosti proaktivnog održavanja i aktivnosti s ciljem povećanja pouzdanosti u usporedbi s ostalim radovima održavanja (npr. aktivnostima korektivnog održavanja). Ako su zadaci preventivnog održavanja konstantni tijekom vremena može se koristiti i kao pokazatelj produktivnosti preventivnog održavanja.

Potrebno je konfigurirati sustav za upravljanje održavanjem tako da je moguće razlikovati radne naloge preventivnog održavanja od ostalih radnih naloga, bilo klasifikacijom radnih naloga ili nekim drugim načinom.

Trošak nastao zbog manje prilagodbe i/ili popravaka dok se vrši preventivno održavanje treba biti uključen u troškove preventivnog održavanja. Vrijeme utrošeno za manje prilagodbe i/ili popravke ne bi smjelo prelaziti planirano vrijeme cijele aktivnosti [25].

Primjer izračuna:

Poduzeće ima mjesečne troškove održavanja u iznosu od 567 345 HRK. Ukupni trošak preventivnog održavanja od strane vlastite radne snage je 227 563 HRK. Trošak preventivnog održavanja koji izvode vanjski izvođači iznosi 23 587 HRK. Preventivno održavanje operatera iznosi 7 300 HRK.

$$E18 = \frac{\text{troškovi preventivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E18 = \frac{227\,653 + 23\,587 + 7\,300 \text{ HRK}}{567\,345 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E18 = \frac{258\,450 \text{ HRK}}{567\,345 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E18 = 0,456 \times 100$$

$$E18 = 45,6\%$$

4.1.1.19 Pokazatelj E19

Ekonomski pokazatelj E19 prikazuje udio troškova povećanja učinkovitosti održavanja u ukupnim troškovima održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E19 = \frac{\text{troškovi povećanja učinkovitosti održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (19)$$

Troškovi povećanja učinkovitosti održavanja su troškovi aktivnosti održavanja provedenih s ciljem povećanja učinkovitosti održavanja, a posljedično i raspoloživosti opreme.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

4.1.1.20 Pokazatelj E20

Ekonomski pokazatelj E20 prikazuje udio troškova održavanja za vrijeme planiranih zastoja u ukupnim troškovima održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje udjela troškova planiranih radova održavanja za vrijeme zastoja u ukupnim troškovima održavanja te analiza s ciljem optimizacije ukupnih troškova održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E20 = \frac{\text{troškovi održavanja za vrijeme planiranih zastoja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100 \quad (20)$$

Troškovi održavanja za vrijeme planiranih zastoja su svi troškovi nastali tijekom pripreme i planiranja prekida rada zbog izvođenja aktivnosti održavanja. Potrebno je uključiti troškove indirektnih zaposlenika održavanja na poslovima planiranja i pripreme aktivnosti održavanja i sve troškove direktno povezane s aktivnostima održavanja uslijed planiranog zastoja poput iznajmljene opreme i privremenih postrojenja. Troškovi ne uključuju troškove aktivnosti vezanih uz poboljšanje ili proširenje proizvodnog pogona obavljenih za vrijeme planiranih zastoja zbog održavanja.

Ukupni troškovi održavanja su ukupni troškovi provođenja aktivnosti održavanja, a uključuju sve troškove vanjskih izvođača, utrošenih materijala, troškove nastale uslijed zastoja te kapitalne investicije direktno povezane sa zamjenom opreme uslijed kraja životnog vijeka. Ukupni troškovi održavanja ne uključuju kapitalne investicije nastale zbog proširenja ili ulaganja u povećanje učinkovitosti proizvodnog kapaciteta.

Pokazatelj E20 preporučeno je pratiti na godišnjoj razini. Koristi ga menadžment poduzeća, zatim voditelji pogona, održavanja i ljudskih resursa u svrhu usporedbe s prijašnjim rezultatima prekida rada uslijed održavanja, usporedbu s drugim poduzećima, te za bolje planiranje budućeg prekida rada.

Kako bi se mogli zabilježiti svi troškovi povezani sa stajanjem, na lokaciji gdje se izvode radovi održavanja mora postojati određeni mehanizam praćenja troškova [25].

Primjer izračuna:

Poduzeće ima sljedeće godišnje troškove održavanja (Tablica 6.):

Tablica 6. Primjer godišnjih troškova održavanja u poduzeću [25]

Planiranje zaustavljanja pogona	15 000 HRK
Iznajmljivanje specifične opreme (kranovi, itd.)	22 000 HRK
Troškovi vanjskih izvoditelja radova	125 000 HRK
Troškovi vlastite radne snage	36 000 HRK
Trošak korištenog materijala	192 000 HRK
Ukupni troškovi održavanja za vrijeme stajanja	390 000 HRK
Ukupni troškovi održavanja	7 200 000 HRK

$$E20 = \frac{\text{troškovi održavanja za vrijeme stajanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

$$E20 = \frac{15\,000 + 22\,000 + 125\,000 + 36\,000 + 192\,000 \text{ HRK}}{7\,200\,000 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E20 = \frac{390\,000 \text{ HRK}}{7\,200\,000 \text{ HRK}} \times 100$$

$$E20 = 0,0542 \times 100$$

$$E20 = 5,42\%$$

4.1.1.21 Pokazatelj E21

Ekonomski pokazatelj E21 prikazuje trošak edukacija po zaposleniku održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje ulaganja u edukacije i usavršavanja znanja i vještina zaposlenika u održavanju.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E21 = \frac{\text{ukupni troškovi edukacija zaposlenika održavanja}}{\text{ukupni broj zaposlenika održavanja}} \quad (21)$$

Edukacije su odlasci na konferencije, predavanja i radionice s ciljem razvoja osobnih vještina poput organizacije, vodstva, nadzora, tehničkih vještina rješavanja problema, korištenja softvera, planiranja, kao i niz praktičnih edukacija iz područja podmazivanja, zavarivanja, bravarskih radova, hidraulike, pneumatike, itd.

Ukupni troškovi edukacije zaposlenika održavanja su svi izravno vezani troškovi uz edukaciju zaposlenika održavanja, uključujući vrijeme zaposlenika, putne troškove, naknade za sudjelovanje u seminaru i sl.

Ukupni broj zaposlenika održavatelja je zbroj svih zaposlenika u održavanju.

Pokazatelj E21 preporučeno je pratiti na godišnjoj razini. Namijenjen je rukovoditeljima održavanja u svrhu praćenja ulaganja u edukaciju zaposlenika u održavanju. Edukacija zaposlenika treba biti formalna i dokumentirana, a predviđeno je i testiranje nakon provedene edukacije u svrhu provjere stečenih znanja i vještina.

Procjene znanja zaposlenika u održavanju mogu se koristiti i s ciljem utvrđivanja ukupnog raskoraka u znanju i vještinama te planiranja programa edukacije za popunjavanje istih [25].

Primjer izračuna:

Služba održavanja u nekom poduzeću sastoji se od 22 zaposlenika, šefa održavanja, inženjera održavanja, planera, 2 poslovođe, 2 nadzornika, 10 mehaničara, 4 električara i voditelja skladišta. Ukupni trošak zaposlenika u održavanju u godini iznosi 1 162 000 HRK. Prate se sva stručna usavršavanja kroz godinu, i u prethodnoj godini njihovi troškovi su iznosili (Tablica 7.):

Tablica 7. Primjer troškova edukacije zaposlenika održavanja u poduzeću [25]

Sigurnost (polagano unutar vlastitog poduzeća)	0	HRK
Lasersko poravnavanje	6 500	HRK
Hidraulički sustavi	7 000	HRK
Izračuni strujnih krugova	6 500	HRK
Planiranje poslova	6 000	HRK
Vođenje tima	1 600	HRK
Matematička znanja (edukacija unutar vlastitog poduzeća)	0	HRK
Godišnja konferencija održavatelja (kotizacija, putni troškovi, itd.)	3 000	HRK
Vođenje skladišta	4 800	HRK
Godišnji trošak stručnog usavršavanja iz održavanja	35 400	HRK

Trošak rada zaposlenika za vrijeme stručnog usavršavanja		
Sigurnost (edukacija unutar vlastitog poduzeća)	7 260	HRK
Lasersko poravnavanje	7 079	HRK
Hidraulički sustavi	7 079	HRK
Izračuni strujnih krugova	1 965	HRK
Planiranje poslova	3 660	HRK
Vođenje tima	4 850	HRK
Matematička znanja (polagano unutar vlastitog poduzeća)	1 200	HRK

Godišnja konferencija održavatelja (utrošeno vrijeme)	3 335	HRK
Godišnja konferencija održavatelja (kotizacija, putni troškovi, itd.)	3 000	HRK
Vođenje skladišta	2 530	HRK
Godišnji ukupni trošak stručnog usavršavanja zaposlenika iz održavanja	35 400	HRK
Ukupni trošak stručnog usavršavanja iz održavanja	77 358	HRK

$$E21 = \frac{\text{troškovi edukacije osoblja održavanja}}{\text{ukupni broj održavatelja}}$$

$$E21 = \frac{77\,358 \text{ HRK}}{22}$$

$$E21 = 3\,516 \text{ HRK/zaposlenik}$$

$$E21 = \frac{\text{troškovi edukacije osoblja održavanja}}{\text{ukupni trošak rada osoblja održavanja}}$$

$$E21 = \frac{77\,358 \text{ HRK}}{1\,162\,000} \times 100$$

$$E21 = 0,066 \times 100$$

$$E21 = 6,7\%$$

4.1.1.22 Pokazatelj E22

Ekonomski pokazatelj E22 prikazuje omjer ukupnih troškova ugovorenih aktivnosti strojarskog održavanja i ukupnih troškova održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E22 = \frac{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti strojarskog održavanja}}{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja}} \quad (22)$$

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti strojarskog održavanja su svi troškovi ugovorenih aktivnosti povezanih sa strojarskim održavanjem.

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja su ukupni troškovi izvođenja aktivnosti održavanja ugovorenih s vanjskim izvođačima, uključujući utrošene rezervne dijelove i materijal, kao i izvanredne aktivnosti održavanja uslijed neplaniranih zastoja i ispada. Potrebno je uključiti i troškove nastale uslijed zamjene opreme na kraju životnog vijeka, a isključiti troškove nastale zbog proširenja ili ulaganja za poboljšanje proizvodnog kapaciteta [24].

4.1.1.23 Pokazatelj E23

Ekonomski pokazatelj E23 prikazuje omjer ukupnih troškova ugovorenih aktivnosti elektro održavanja i ukupnih troškova održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E23 = \frac{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti elektro održavanja}}{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja}} \quad (23)$$

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti elektro održavanja su svi troškovi ugovorenih aktivnosti povezanih sa elektro održavanjem.

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja su ukupni troškovi izvođenja aktivnosti održavanja ugovorenih s vanjskim izvođačima, uključujući utrošene rezervne dijelove i materijal, kao i izvanredne aktivnosti održavanja uslijed neplaniranih zastoja i ispada. Potrebno je uključiti i troškove nastale uslijed zamjene opreme na kraju životnog vijeka, a isključiti troškove nastale zbog proširenja ili ulaganja za poboljšanje proizvodnog kapaciteta [24].

4.1.1.24 Pokazatelj E24

Ekonomski pokazatelj E24 prikazuje omjer ukupnih troškova ugovorenih aktivnosti instrumentacijskog održavanja i ukupnih troškova održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$E24 = \frac{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti instrumentacijskog održavanja}}{\text{ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja}} \quad (24)$$

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti instrumentacijskog održavanja su svi troškovi ugovorenih aktivnosti povezanih sa instrumentacijskim održavanjem.

Ukupni troškovi ugovorenih aktivnosti održavanja su ukupni troškovi izvođenja aktivnosti održavanja ugovorenih s vanjskim izvođačima, uključujući utrošene rezervne dijelove i materijal, kao i izvanredne aktivnosti održavanja uslijed neplaniranih zastoja i ispada. Potrebno je uključiti i troškove nastale uslijed zamjene opreme na kraju životnog vijeka, a isključiti troškove nastale zbog proširenja ili ulaganja za poboljšanje proizvodnog kapaciteta [24].

4.1.2 Tehnički pokazatelji učinkovitosti

Tehnički pokazatelji učinkovitosti služe za praćenje ostvarivanja tehničkih ciljeva poduzeća i usporedbu trenutnog stanja i konkurentnosti naspram drugih poduzeća. Navedeni ciljevi vezani su za stanje opreme i imovine koja se održava, a kao primjer ciljeva može se navesti povećanje pouzdanosti i raspoloživosti opreme, smanjenje neplaniranih zastoja uslijed kvarova, broj kvarova i ispada, itd.

4.1.2.1 Pokazatelj T1

Tehnički pokazatelj T1 prikazuje udio ukupnog vremena u radu u zbroju ukupnog vremena u radu i vremena zastoja zbog održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T1 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{ukupno vrijeme u radu} + \text{vrijeme zastoja zbog održavanja}} \times 100 \quad (25)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval u kojem oprema uspješno obavlja zadanu funkciju.

Vrijeme zastoja zbog održavanja je vremenski interval u kojem oprema nije u stanju obavljati svoju zadanu funkciju uslijed izvođenja aktivnosti održavanja [24].

4.1.2.2 Pokazatelj T2

Tehnički pokazatelj T2 prikazuje udio postignutog vremena rada u zahtjevanom vremenu rada.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T2 = \frac{\text{postignuto vrijeme rada}}{\text{zahtjevano vrijeme rada}} \times 100 \quad (26)$$

Postignuto vrijeme rada je vremenski interval u kojem je oprema uspješno izvodila zahtijevane funkcije.

Zahtjevano vrijeme rada je vremenski interval u kojem se od opreme zahtijeva izvođenje zadane funkcije [24].

4.1.2.3 Zajednički pokazatelj T1 i T2

Zajednički tehnički pokazatelj T1 i T2 prikazuje raspoloživost opreme, odnosno udio vremena kada je oprema u radu i obavlja svoju funkciju u odnosu na njen planirani vremenski interval rada.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje raspoloživosti opreme, odnosno sposobnosti opreme za obavljanje zadane funkciju. Pokazatelj je dakle mjerilo sposobnosti opreme da obavlja zadanu funkciju kada je potrebno.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T1, T2 = \frac{\text{vrijeme neprekidnog rada}}{\text{ukupno raspoloživo vrijeme} - \text{vrijeme praznog hoda}} \times 100 \quad (27)$$

Vrijeme neprekidnog rada = ukupno raspoloživo vrijeme – (vrijeme tijekom kojeg je oprema u stanju mirovanja + vrijeme zastoja)

Vrijeme zastoja = planirani zastoji + neplanirani zastoji

Ukupno raspoloživo vrijeme je ukupno moguće vrijeme koje bi oprema u funkcionalnom stanju mogla obavljati svoju zadanu funkciju. 365 dana × 24 sata (na godišnjoj razini); 24 sata (na dnevnoj razini).

Vrijeme praznog hoda je vremenski interval u kojem je oprema u praznom hodu, miruje, odnosno ne obavlja zadanu funkciju, iako je istu sposobna obavljati, uslijed administrativnih problema (npr. nedostatak sirovina).

Vrijeme neprekidnog rada je vremenski interval u kojem oprema obavlja zadanu funkciju.

Planirani zastoj je vremenski interval u kojem oprema nije u stanju obavljati zadanu funkciju uslijed izvođenja planiranih aktivnosti održavanja.

Neplanirani zastoj je vremenski interval u kojem oprema nije u stanju obavljati zadanu funkciju uslijed iznenadnih kvarova.

Zajednički pokazatelj T1 i T2 preporuča se pratiti na tjednoj, mjesečnoj, kvartalnoj ili godišnjoj razini. Namijenjen je menadžmentu poduzeća u svrhu dobivanja uvida u učinkovitost opreme kao osnovu za planiranje poboljšanja [25].

Primjer izračuna:

Tablica 8. prikazuje primjer izračuna raspoloživosti na temelju mjesečnog izvještaja rada za jedan komad opreme.

Tablica 8. Primjer mjesečnog izvještaja rada opreme [25]

	Podaci	Komentari
	(Sati)	
Ukupno raspoloživo vrijeme	720	24 sata, 30 dana
- Prazni hod	240	Nestanak struje 20 sati Manjak sirovine 220 sati
Pregled zastoja		
A. Planirani zastoj:	(Sati)	
1. Srednje vrijeme radova preventivnog održavanja	30	30 događaja
2. Planirane pauze smjene	19,8	
Ukupni planirani zastoj	49,8	
B. Neplanirani zastoj	(Sati)	
1. Čekanje na operatera	13,8	
2. Kvarovi ili ispadi	9,9	
3. Podešavanja i preslagivanja	16,8	
4. Popravci ili zamjena dijelova	6,9	
5. Ponovni startovi i podešavanja	15	
Ukupni neplanirani zastoj	62,4	
Ukupni zastoj	112,2	
C. Vrijeme rada	367,8	Vrijeme rada = 720 – 240 – 112,2
Raspoloživost (%)	76,63%	Raspoloživost = $367,8 \div (720 - 240) \times 100 = 76,63\%$

$$T1, T2 = \frac{\text{vrijeme neprekidnog rada}}{\text{ukupno raspoloživo vrijeme} - \text{vrijeme praznog hoda}} \times 100$$

$$T1, T2 = \frac{367,8}{720 - 240} \times 100$$

$$T1, T2 = 0,766 \times 100$$

$$T1, T2 = 76,6\%$$

4.1.2.4 Pokazatelj T3

Tehnički pokazatelj T3 prikazuje broj aktivnosti održavanja koje su rezultirale onečišćenjem okoliša u određenom vremenskom intervalu.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T3 = \frac{\text{broj aktivnosti održavanja koje su uzrokovale onečišćenje okoliša}}{\text{vremenski interval}} \quad (28)$$

Broj aktivnosti održavanja koje su uzrokovale onečišćenje okoliša je zbroj aktivnosti održavanja koje su rezultirale ekološkim incidentom ili havarijom [24].

4.1.2.5 Pokazatelj T4

Tehnički pokazatelj T4 prikazuje broj ozljeda zaposlenika povezanih s održavanjem u određenom vremenskom intervalu.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T4 = \frac{\text{broj ozljeda zaposlenika povezanih s održavanjem}}{\text{vremenski interval}} \quad (29)$$

Broj ozljeda zaposlenika povezanih s održavanjem je ukupan broj ozljeda zaposlenika tijekom izvođenja aktivnosti održavanja ili zbog izostanka njihova izvođenja [24].

4.1.2.6 Pokazatelj T5

Tehnički pokazatelj T5 prikazuje udio ukupnog vremena u radu u vremenu zastoja uslijed kvarova.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T5 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{vrijeme zastoja uslijed kvarova}} \times 100 \quad (30)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval u kojem oprema uspješno obavlja zadanu funkciju.

Vrijeme zastoja zbog kvarova je vremenski interval u kojem oprema nije u stanju obavljati svoju zadanu funkciju zbog kvara [24].

4.1.2.7 Pokazatelj T6

Tehnički pokazatelj T6 prikazuje udio ukupnog vremena u radu u zbroju ukupnog vremena u radu i vremena zastoja uslijed planiranog održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T6 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{ukupno vrijeme u radu} + \text{vrijeme zastoja uslijed planiranog održavanja}} \times 100 \quad (31)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval u kojem oprema uspješno obavlja zadanu funkciju.

Vrijeme zastoja uslijed planiranog održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje planiranih aktivnosti održavanja [24].

4.1.2.8 Pokazatelj T7

Tehnički pokazatelj T7 prikazuje udio vremena zastoja uslijed preventivnog održavanja u ukupnom vremenu zastoja uslijed održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T7 = \frac{\text{vrijeme zastoja uslijed preventivnog održavanja}}{\text{vrijeme zastoja uslijed održavanja}} \times 100 \quad (32)$$

Vrijeme zastoja uslijed preventivnog održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje aktivnosti preventivnog održavanja.

Vrijeme zastoja uslijed održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje svih aktivnosti održavanja (korektivnog i preventivnog) [24].

4.1.2.9 Pokazatelj T8

Tehnički pokazatelj T8 prikazuje udio vremena zastoja uslijed vremenski planiranog održavanja u ukupnom vremenu zastoja uslijed održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T8 = \frac{\text{vrijeme zastoja uslijed vremenski planiranog održavanja}}{\text{vrijeme zastoja uslijed održavanja}} \times 100 \quad (33)$$

Vrijeme zastoja uslijed vremenski planiranog održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje aktivnosti vremenski planiranog održavanja.

Vrijeme zastoja uslijed održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje svih aktivnosti održavanja (korektivnog i preventivnog) [24].

4.1.2.10 Pokazatelj T9

Tehnički pokazatelj T9 prikazuje udio vremena zastoja uslijed prediktivnog održavanja (po stanju) u ukupnom vremenu zastoja uslijed održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T9 = \frac{\text{vrijeme zastoja uslijed prediktivnog održavanja}}{\text{vrijeme zastoja uslijed održavanja}} \times 100 \quad (34)$$

Vrijeme zastoja uslijed prediktivnog održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje aktivnosti prediktivnog održavanja (po stanju).

Vrijeme zastoja uslijed održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje svih aktivnosti održavanja (korektivnog i preventivnog) [24].

4.1.2.11 Pokazatelj T10

Tehnički pokazatelj T10 prikazuje udio kvarova koji rezultiraju ozljedama zaposlenika u ukupnom broju kvarova.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T10 = \frac{\text{broj kvarova koji uzrokuju ozljede zaposlenika}}{\text{ukupni broj kvarova}} \times 100 \quad (35)$$

Broj kvarova koji uzrokuju ozljede zaposlenika je broj kvarova koji rezultiraju ozljedama zaposlenika i njihovim odlaskom na bolovanje.

Ukupni broj kvarova je zbroj svih kvarova [24].

4.1.2.12 Pokazatelj T11

Tehnički pokazatelj T11 prikazuje udio kvarova rezultiraju potencijalnim ozljedama radnika u ukupnom broju kvarova.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T11 = \frac{\text{broj kvarova koji uzrokuju potencijalne ozljede radnika}}{\text{ukupni broj kvarova}} \times 100 \quad (36)$$

Broj kvarova koji uzrokuju potencijalne ozljede radnika je broj kvarova koji mogu rezultirati ozljedama zaposlenika i njihovim odlaskom na bolovanje.

Ukupni broj kvarova je zbroj svih kvarova [24].

4.1.2.13 Pokazatelj T12

Tehnički pokazatelj T12 prikazuje udio kvarova koji rezultiraju onečišćenjem okoliša u ukupnom broju kvarova.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T12 = \frac{\text{broj kvarova koji uzrokuju onečišćenje okoliša}}{\text{ukupni broj kvarova}} \times 100 \quad (37)$$

Broj kvarova koji uzrokuju onečišćenje okoliša su kvarovi koji rezultiraju ekološkim incidentima i havarijama.

Ukupni broj kvarova je zbroj svih kvarova [24].

4.1.2.14 Pokazatelj T13

Tehnički pokazatelj T13 prikazuje udio broja kvarova koji rezultiraju potencijalnim onečišćenjem okoliša u ukupnom broju kvarova.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T13 = \frac{\text{broj kvarova koji uzrokuju potencijalno onečišćenje okoliša}}{\text{ukupni broj kvarova}} \times 100 \quad (38)$$

Broj kvarova koji uzrokuju potencijalno onečišćenje okoliša su kvarovi koji mogu rezultirati ekološkim incidentima i havarijama.

Ukupni broj kvarova je zbroj svih kvarova. [24].

4.1.2.15 Pokazatelj T14

Tehnički pokazatelj T14 prikazuje udio ukupnog vremena u radu i broja radnih naloga održavanja koji zahtijevaju zastoje opreme.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T14 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{broj radnih naloga održavanja koji zahtijevaju zastoj}} \quad (39)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval u kojem oprema uspješno obavlja zadanu funkciju.

Broj radnih naloga održavanja povezanih s vremenom zastoja je broj radnih naloga koji zahtijevaju zastoje opreme za izvođenje aktivnosti korektivnog i preventivnog održavanja [24].

4.1.2.16 Pokazatelj T15

Tehnički pokazatelj T15 prikazuje omjer ukupnog vremena u radu i broja radnih naloga održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T15 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{broj radnih naloga održavanja}} \quad (40)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval u kojem oprema uspješno obavlja zadanu funkciju.

Broj radnih naloga održavanja je broj svih radnih naloga korektivnog i preventivnog održavanja [24].

4.1.2.17 Pokazatelj T16

Tehnički pokazatelj T16 još se naziva i srednje vrijeme između kvarova (MTBF – Mean Time Between Failures), a označava vremenski interval između dva kvara opreme tijekom kojeg ista obavlja zadanu funkciju. Koristi se prvenstveno kod opreme koja se može popravljati, kao i kod njihovih komponenti. Sličan termin, Srednja vrijednost do kvara (MTTF – Mean Time To Failure), koristi se kod opreme koja se ne može popravljati, primjerice žarulja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje pouzdanosti, odnosno vjerojatnosti opreme da će u vremenskom intervalu uspješno obaviti zadanu funkciju bez kvara.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T16 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{broj kvarova}} \quad (41)$$

Ukupno vrijeme u radu je vremenski interval u kojem oprema uspješno obavlja zadanu funkciju.

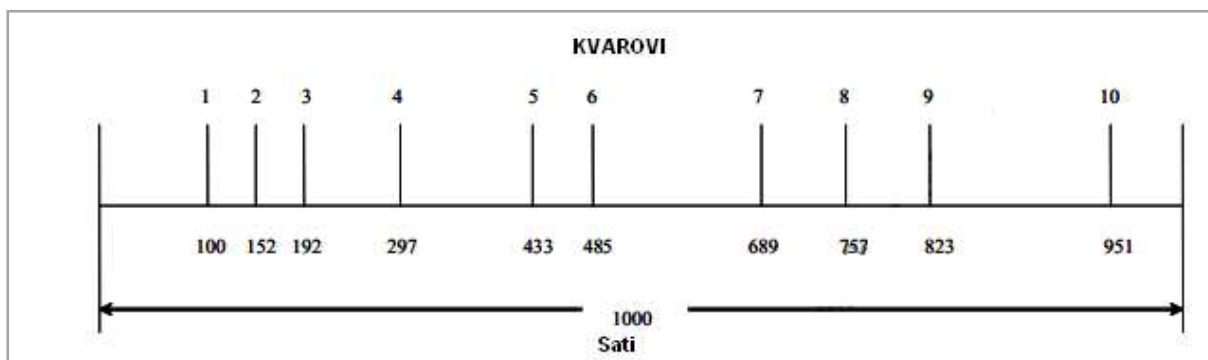
Kvar je događaj u kojem oprema nije u stanju izvoditi zadanu funkciju.

Vremenski interval praćenja pokazatelja ovisi o opremi za koju se on računa. Namijenjen je zaposlenicima koji se bave održavanjem i praćenjem pouzdanosti opreme. Najbolje ga je koristiti na razini opreme, a može se koristiti i za usporedbu pouzdanosti slične opreme.

Ako je srednje vrijeme između kvarova za opremu nisko, potrebno je izvršiti analizu uzroka korijena kvarova (RCFA – Root Cause Failure Analysis) i analizu uzroka i posljedica kvarova (FMEA – Failure Mode Effects Analysis) u svrhu utvrđivanja mogućnosti za povećanje pouzdanosti [25].

Primjer izračuna:

Neka oprema je imala 10 kvarova u 1000 sati rada (Slika 11.):



Slika 11. Prikaz kvarova opreme za izračun pokazatelja T16 [25]

$$T16 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{broj kvarova}}$$

$$T16 = \frac{1000 \text{ h}}{10}$$

$$T16 = 100 \text{ h}$$

4.1.2.18 Pokazatelj T17

Tehnički pokazatelj T17 prikazuje omjer ukupnog broja kvarova i troška zamjene imovine.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T17 = \frac{\text{ukupni broj kvarova}}{\text{trošak zamjene imovine}} \quad (42)$$

Ukupni broj kvarova je zbroj svih kvarova.

Trošak zamjene imovine poznat je i kao procijenjeni trošak zamjene (ERV – Estimated Replacement Value), a definira se kao trošak potreban za zamjenu trenutne imovine (opreme) u proizvodnom pogonu uz zadržavanje jednakog kapaciteta proizvodnje. Uključuje proizvodnu/procesnu opremu, kao i objekte, sredstva i ostalu srodnu imovinu [24].

4.1.2.19 Pokazatelj T18

Tehnički pokazatelj T18 prikazuje udio broja sustava obuhvaćenih analizom kritičnosti u ukupnom broju sustava u poduzeću.

Primarna zadaća pokazatelja je identifikacija kritičnih sustava čijim bi kvarom ili otkazivanjem posljedice i moguća šteta u poduzeću bila najveća.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T18 = \frac{\text{broj sustava obuhvaćenih analizom kritičnosti}}{\text{ukupni broj sustava}} \times 100 \quad (43)$$

Sustav predstavlja skup opreme koji služi za obavljanje zadane funkcije.

Analiza kritičnosti je kvantitativna analiza kvarova rangiranih po ozbiljnosti posljedica i učestalosti ponavljanja.

Kritični sustav je sustav koji je neophodan za proizvodnju i čijim kvarom dolazi do zastoja proizvodnje i/ili rizika za sigurnost zaposlenika ili okoliša.

Pokazatelj T18 preporuča se pratiti na godišnjoj razini. Namijenjen je menadžmentu poduzeća u svrhu procjene rizika, te inženjerima koji su zaduženi za praćenje pouzdanosti sustava. Pokazatelj je potrebno izračunati na početku poboljšanja procesa održavanja te ga zatim pratiti sukladno terminskom planu. Menadžment pojedinog postrojenja, odnosno poduzeća, treba definirati koja je oprema uključena u koji sustav sukladno tehnologiji postrojenja (npr. funkcijskim lokacijama).

Izvedba analize kritičnosti može varirati od jednostavnih tablica kritičnosti do složenih FMECA analiza (Failure Modes and Effects Criticality Analysis), i obuhvaćaju razna područja u proizvodnji od sigurnosti, ekološkog utjecaja, pa do kontrole kvalitete i cijene. Analizu kritičnosti trebalo bi provesti na svim novim sustavima u proizvodnji prije njihova puštanja u pogon. Prije provođenja analize kritičnosti potrebno je procijeniti sve sustave i odrediti koji su kritični. Kritične je sustave potrebno razlikovati i odvojiti od nekritičnih, te je u konačnici cilj imati sve kritične sustave obuhvaćene analizom kritičnosti.

Analize kritičnosti potrebno je popratiti odgovarajućom dokumentacijom [25].

Primjer izračuna:

U poduzeću je analiza kritičnosti provedena na 337 sustava od ukupnih 1 811.

$$T18 = \frac{\text{broj sustava obuhvaćenih analizom kritičnosti}}{\text{ukupni broj sustava}} \times 100$$

$$T18 = \frac{337}{1811} \times 100$$

$$T18 = 0,186 \times 100$$

$$T18 = 18,6\%$$

4.1.2.20 Pokazatelj T19

Tehnički pokazatelj T19 prikazuje omjer radnih sati planiranja poslova održavanja i ukupnih radnih sati zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T19 = \frac{\text{sati rada planiranja poslova održavanja}}{\text{ukupni sati rada zaposlenika održavanja}} \quad (44)$$

Sati rada planiranja poslova održavanja su radni sati zaposlenika održavanja utrošeni na planiranje poslova održavanja (sigurnost, specijalni alati i postupci, standardne tolerancije, potrebni zamjenski dijelovi i/ili materijali, potrebno vrijeme zastoja i sl.).

Ukupni sati rada zaposlenika održavanja uključuju sve radne sate vlastite radne snage za izvođenje aktivnosti održavanja, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona [24].

4.1.2.21 Pokazatelj T20

Tehnički pokazatelj T20 prikazuje udio vremena zastoja proizvodnje uslijed planiranog održavanja u vremenu zastoja uslijed održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T20 = \frac{\text{vrijeme zastoja proizvodnje uslijed planiranog održavanja}}{\text{vrijeme zastoja uslijed održavanja}} \times 100 \quad (45)$$

Vrijeme zastoja proizvodnje uslijed planiranog održavanja je vremenski interval zastoja proizvodnje zbog izvođenja planiranih aktivnosti održavanja.

Vrijeme zastoja uslijed održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje svih aktivnosti održavanja (korektivnog i preventivnog) [24].

4.1.2.22 Pokazatelj T21

Tehnički pokazatelj T21 poznat je i kao Srednje vrijeme do popravka (MTTR – Mean Time To Repair), a prikazuje prosječno vrijeme potrebno za popravak ili zamjenu dijelova na opremi s ciljem njenog vraćanja u prvobitno funkcionalno stanje.

Primarna zadaća pokazatelja je određivanje održivosti opreme, uključujući i učinkovitost održavanja proizvodnog pogona.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$T21 = \frac{\text{ukupno vrijeme obnove}}{\text{broj kvarova}} \quad (46)$$

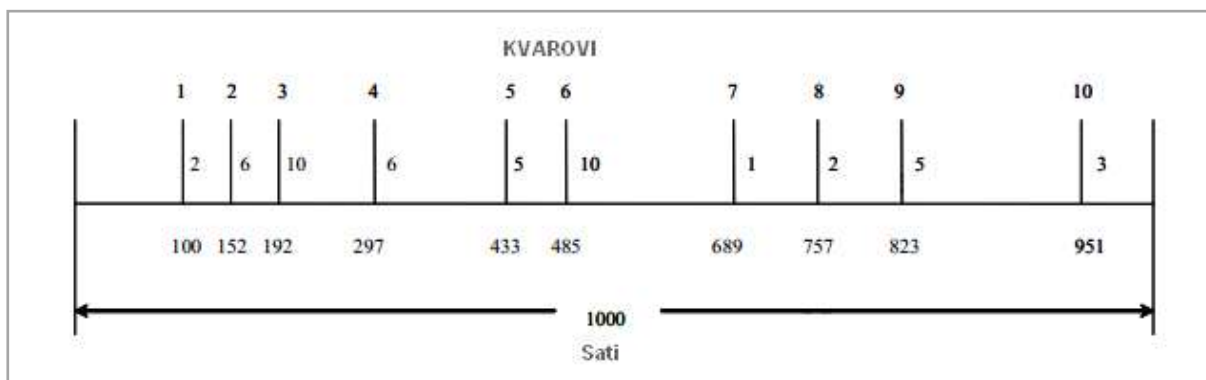
Kvar je događaj u kojem oprema nije u stanju izvoditi zadanu funkciju.

Ukupno vrijeme obnove je vremenski interval potreban za izvođenje aktivnosti održavanja s ciljem povratka opreme u prvotno funkcionalno stanje.

Pokazatelj T21 je tipa kašnjenja i vremenski interval njegova praćenja ovisi o opremi za koju se računa. Namijenjen je zaposlenicima koji se bave održavanjem i praćenjem pouzdanosti opreme. Najbolji se podaci dobivaju za istoznačnu opremu u sličnim uvjetima rada. Srednje vrijeme do popravka moguće je znatno smanjiti edukacijom radnika, postojanjem i korištenjem uputa za održavanje te raspoloživosti materijala i alata. Korištenjem pokazatelja prilikom preoblikovanja sustava, moguće je smanjiti vrijeme i troškove održavanja opreme [25].

Primjer izračuna:

Neka je oprema imala 10 kvarova u 1000 sati rada, i vremena popravka su bila 2, 6, 10, 6, 5, 10, 1, 2, 5 i 3 (Slika 12.).



Slika 12. Intervalni prikaz kvara opreme za izračun pokazatelja T21 [25]

$$T21 = \frac{\text{ukupno vrijeme obnove}}{\text{broj kvarova}}$$

$$T21 = \frac{2 + 6 + 10 + 6 + 5 + 10 + 1 + 2 + 5 + 3}{10}$$

$$T21 = \frac{50}{10} = 5 \text{ sati/kvaru}$$

4.1.3 Organizacijski pokazatelji učinkovitosti

Organizacijski pokazatelji učinkovitosti služe za praćenje ostvarivanja organizacijskih ciljeva poduzeća i usporedbu trenutnog stanja i konkurentnosti naspram drugih poduzeća. Navedeni su ciljevi vezani za organizacijsku strukturu poduzeća, a kao primjer takvih ciljeva može se uzeti optimizacija vlastitog kadra u održavanju.

4.1.3.1 Pokazatelj O1

Organizacijski pokazatelj O1 prikazuje udio zaposlenika održavanja u ukupnom broju zaposlenika u poduzeću.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O1 = \frac{\text{broj zaposlenika održavanja}}{\text{ukupni broj zaposlenika u poduzeću}} \times 100 \quad (47)$$

Broj zaposlenika održavanja je ukupan broj vlastitih zaposlenika održavanja (direktnih i indirektnih).

Ukupni broj zaposlenika u poduzeću čine svi zaposlenici poduzeća [24].

4.1.3.2 Pokazatelj O2

Organizacijski pokazatelj O2 prikazuje udio indirektnih zaposlenika održavanja u ukupnom broju zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O2 = \frac{\text{broj indirektnih zaposlenika održavanja}}{\text{broj zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (48)$$

Broj indirektnih zaposlenika održavanja je ukupan broj zaposlenika koji ne izvode izravno aktivnosti održavanja, već istima pružaju podršku. Najčešće se radi o poslovima nadzora, npr. nadzornim inženjerima, planerima poslova održavanja, itd.

Broj zaposlenika održavanja je ukupan broj vlastitih zaposlenika održavanja (direktnih i indirektnih) [24].

4.1.3.3 Pokazatelj O3

Organizacijski pokazatelj O3 prikazuje omjer direktnih i indirektnih zaposlenika održavanja. Primarna zadaća pokazatelja je izvještavanje o ravnoteži između direktne i indirektna podrške aktivnostima održavanja u svrhu boljeg upravljanja kadrom na svim razinama poslovnog sustava.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O3 = \frac{\text{broj direktnih zaposlenika u održavanju}}{\text{broj indirektnih zaposlenika u održavanju}} \quad (49)$$

Broj direktnih zaposlenika održavanja je ukupan broj zaposlenika koji izravno izvode aktivnosti korektivnog i preventivnog održavanja, primjerice strojarski tehničari, bravari, električari, instrumentarci, itd.

Broj indirektnih zaposlenika održavanja je ukupan broj zaposlenika koji ne izvode izravno aktivnosti održavanja, već istima pružaju podršku. Najčešće se radi o poslovima nadzora, npr. nadzornim inženjerima, planerima poslova održavanja, itd.

Pokazatelj O3 preporučeno je pratiti na godišnjoj razini. Namijenjen je rukovoditeljima održavanja u svrhu praćenja učinkovitosti i produktivnosti aktivnosti održavanja, te da se ustanovi postoje li odgovarajući resursi na svim razinama [25].

Primjer izračuna:

Tablica 9. prikazuje primjer popisa zaposlenika u službi održavanja.

Tablica 9. Primjer popisa zaposlenika održavanja u poduzeću [25]

Indirektni zaposlenici u održavanju		Direktni zaposlenici u održavanju	
Radno mjesto	Broj zaposlenih	Radno mjesto	Broj zaposlenih
Šef održavanja	1	Strojarski tehničar	96
Strojarski tehnolog	8	Elektro tehničar	40
Elektro tehnolog	7	Tehničari podmazivanja	5
Instruktori	4	Instrumentacijski tehničari	65
Inženjeri	15	Tehničari rashlade	6
Planeri	7	Majstori u radioni	12
Koordinator materijala	2		
Konstruktori	5		
Skladištar	2		
Ukupno	51		224

$$O3 = \frac{\text{broj direktnih zaposlenika u održavanju}}{\text{broj indirektnih zaposlenika u održavanju}}$$

$$O3 = \frac{224}{51}$$

$$O3 = 4,4:1$$

4.1.3.4 Pokazatelj O4

Organizacijski pokazatelj O4 prikazuje omjer broja sati održavanja od strane operatera i ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O4 = \frac{\text{broj sati održavanja od strane operatera}}{\text{ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja}} \quad (50)$$

Broj sati održavanja od strane operatera je broj radnih sati koje je operater stroja utrošio na izvođenje korektivnih i preventivnih aktivnosti održavanja.

Ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja je broj radnih sati koje su direktni zaposlenici održavanja utrošili na izvođenje korektivnih i preventivnih aktivnosti održavanja [24].

4.1.3.5 Pokazatelj O5

Organizacijski pokazatelj O5 prikazuje udio broja sati planiranja poslova održavanja u ukupnom broju sati na raspolaganju za izvođenje aktivnosti održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O5 = \frac{\text{broj sati planiranja poslova održavanja}}{\text{ukupan broj sati na raspolaganju za održavanje}} \times 100 \quad (51)$$

Broj sati planiranja poslova održavanja je broj radnih sati indirektnih zaposlenika održavanja utrošenih na planiranje i vremensko terminiranje provođenja aktivnosti održavanja, uključujući ispunjavanje sigurnosnih zahtjeva, osiguravanje specijalnih alata, brigu o nabavi rezervnih dijelova, itd.

Ukupan broj sati na raspolaganju za održavanje je ukupan broj sati na raspolaganju za izvođenje aktivnosti održavanja, isključujući praznike i obuku zaposlenika [24].

4.1.3.6 Pokazatelj O6

Organizacijski pokazatelj O6 prikazuje omjer broja ozljeda zaposlenika održavanja u ukupnom broju zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O6 = \frac{\text{broj ozljeda zaposlenika održavanja}}{\text{ukupni broj zaposlenika održavanja}} \times 10000 \text{ (stopa učestalosti)} \quad (52)$$

Broj ozljeda zaposlenika održavanja je ukupan broj ozljeda vlastitih zaposlenika održavanja koje su rezultirali njihovim odlaskom na bolovanje.

Ukupni broj zaposlenika održavanja je ukupan broj vlastitih zaposlenika održavanja, direktnih i indirektnih [24].

4.1.3.7 Pokazatelj O7

Organizacijski pokazatelj O7 prikazuje udio broja izgubljenih sati zbog ozljeda zaposlenika održavanja u ukupnom broju sati zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O7 = \frac{\text{broj izgubljenih sati zbog ozljeda zaposlenika održavanja}}{\text{ukupni broj sati zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (53)$$

Broj izgubljenih sati zbog ozljeda zaposlenika održavanja je broj radnih sati izgubljenih uslijed bolovanja povezanog s ozljedama vlastitih zaposlenika održavanja na radnom mjestu.

Ukupni broj sati zaposlenika održavanja je ukupni broj radnih sati vlastitih zaposlenika održavanja [24].

4.1.3.8 Pokazatelj O8

Organizacijski pokazatelj O8 prikazuje udio radnih sati osoblja održavanja utrošenih za kontinuirano poboljšanje u ukupnom broju sati zaposlenika u održavanju.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje radnih sati održavanja utrošenih na aktivnosti kontinuiranog poboljšanja procesa održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O8 = \frac{\text{broj sati utrošenih za kontinuirano poboljšanje}}{\text{ukupni broj sati zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (54)$$

Broj sati utrošenih za kontinuirano poboljšanje je broj radnih sati vlastitih zaposlenika održavanja (direktnih i indirektnih) utrošenih na aktivnosti kontinuiranog poboljšavanja procesa održavanja poput lean menadžmenta, six sigma, preoblikovanje tijeka rada i ostale slične aktivnosti.

Ukupni broj sati rada zaposlenika održavanja je ukupan broj radnih sati vlastitih zaposlenika održavanja, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O8 preporuča se koristiti na mjesečnoj i godišnjoj razini. Namijenjen je menadžmentu održavanja u svrhu mjerenja i praćenja ulaganja u poboljšanje postupaka održavanja.

Neka poduzeća radije prate ovaj pokazatelj preko utrošenih sati nego postotka u odnosu na ukupne sate održavanja, no iskazivanje pokazatelja kroz postotak omogućava usporedbu s drugim poduzećima različitih veličina zbog normalizacije vrijednosti [25].

Primjer izračuna:

Poduzeće je proteklog mjeseca uložilo vlastite resurse u poboljšanje radne učinkovitosti. Ukupni radni sati održavanja u mjesecu iznosili su 8 083 sati. Utrošeni radni sati po aktivnostima raspisane su u nastavku (Tablica 10.).

Tablica 10. Primjer utrošenih radnih sati na aktivnosti održavanja u poduzeću [25]

Aktivnost	Sati
Radni sati mehaničara utrošeni na poboljšanja	12
Radni sati električara utrošeni na poboljšanja	28
Radni sati inženjera pouzdanosti utrošeni na poboljšanja	24
Radni sati nadzornika održavanja utrošeni na poboljšanja	6
Radni sati predavača utrošeni na poboljšanja	9
Radni sati planera održavanja utrošeni na poboljšanja	11
Radni sati administratora održavanja utrošeni na poboljšanja	4
Radni sati menadžera održavanja utrošeni na poboljšanja	3

$$O8 = \frac{\text{broj sati utrošenih za kontinuirano poboljšanje}}{\text{ukupni broj sati zaposlenika održavanja}} \times 100$$

$$O8 = \frac{12 + 28 + 23 + 6 + 9 + 11 + 4 + 3 \text{ h}}{8083 \text{ h}} \times 100$$

$$O8 = \frac{97 \text{ h}}{8083 \text{ h}} \times 100$$

$$O8 = 0,012 \times 100$$

$$O8 = 1,2\%$$

4.1.3.9 Pokazatelj O9

Organizacijski pokazatelj O9 prikazuje udio broja sati održavanja od strane operatera u ukupnom broju sati rada operatera.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O9 = \frac{\text{broj sati održavanja od strane operatera}}{\text{ukupan broj sati operatera}} \times 100 \quad (55)$$

Broj sati održavanja od strane operatera je broj sati rada operatera opreme utrošenih na izvođenje aktivnosti održavanja.

Ukupni broj sati operatera je ukupni broj radnih sati operatera [24].

4.1.3.10 Pokazatelj O10

Organizacijski pokazatelj O10 prikazuje omjer broja direktnih zaposlenika održavanja u smjeni u odnosu na ukupan broj direktnih zaposlenika održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je identifikacija problema u održavanju koji nastaju kada nema direktnih zaposlenika održavanja u smjeni te indirektno praćenje pouzdanosti opreme. Podaci se također mogu koristiti za usporedbu s drugim poduzećima, ili čak i različitim odjelima unutar istog poduzeća.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O10 = \frac{\text{direktni zaposlenici održavanja u smjeni}}{\text{ukupni direktni zaposlenici održavanja}} \quad (56)$$

Direktni zaposlenici održavanja u smjeni su direktni zaposlenici održavanja kojima je dodijeljeno radno vrijeme usklađeno s proizvodnjom, isključujući glavnu grupu održavatelja koji rade redovne dnevne smjene.

Direktni zaposlenici održavanja su zaposlenici održavanja koji izravno izvode aktivnosti korektivnog i preventivnog održavanja, primjerice strojarski tehničari, bravari, električari, instrumentarci, itd.

Pokazatelj O10 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je menadžmentu poduzeća kao pokazatelj pouzdanosti proizvodne opreme. Rad direktnih zaposlenika održavanja koji za potrebe ispomoći rade izvan svojeg uobičajenog vremena se ne računa kao rad u smjeni, neovisno jesu li odradili cijelu smjenu ili ne [25].

Primjer izračuna:

U odjelu održavanja nalaze se 24 strojarska mehaničara i 3 u smjeni, 8 električara i 2 u smjeni, te 4 instrumentacijska tehničara i 1 u smjeni.

$$O10 = \frac{\text{direktni održavatelji u smjeni}}{\text{ukupno direktno osoblje održavanja}}$$

$$O10 = \frac{3 + 2 + 1}{24 + 8 + 4}$$

$$O10 = \frac{6}{36}$$

$$O10 = 1:6$$

4.1.3.11 Pokazatelj O11

Organizacijski pokazatelj O11 prikazuje udio vremena trenutnog korektivnog održavanja u ukupnom vremenu održavanja u vezi sa zastojem.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O11 = \frac{\text{vrijeme trenutnog korektivnog održavanja}}{\text{vrijeme zastoja uslijed održavanja}} \times 100 \quad (57)$$

Vrijeme trenutnog korektivnog održavanja obuhvaća zahvate održavanja koji se izvode odmah nakon pojave kvara.

Vrijeme zastoja uslijed održavanja je vremenski interval zastoja opreme potreban za izvođenje svih aktivnosti održavanja (korektivnog i preventivnog) [24].

4.1.3.12 Pokazatelj O12

Organizacijski pokazatelj O12 prikazuje udio broja sati strojarskog održavanja u ukupnom broju sati direktnih zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O12 = \frac{\text{broj sati strojarskog održavanja}}{\text{ukupni broj sati direktnih zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (58)$$

Broj sati strojarskog održavanja je broj radnih sati vlastitih zaposlenika utrošenih na izvođenje aktivnosti strojarskog održavanja.

Ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja podrazumijeva radne sate utrošene na sve aktivnosti održavanja koje izvode direktni održavatelji [24].

4.1.3.13 Pokazatelj O13

Organizacijski pokazatelj O13 prikazuje udio broja sati elektro održavanja u ukupnom broju sati direktnog osoblja održavanja.

Organizacijski pokazatelj O13 prikazuje udio broja sati elektro održavanja u ukupnom broju sati direktnih zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O13 = \frac{\text{broj sati elektro održavanja}}{\text{ukupni broj sati direktnih zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (59)$$

Broj sati elektro održavanja je broj radnih sati vlastitih zaposlenika utrošenih na izvođenje aktivnosti elektro održavanja.

Ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja podrazumijeva radne sate utrošene na sve aktivnosti održavanja koje izvode direktni održavatelji [24].

4.1.3.14 Pokazatelj O14

Organizacijski pokazatelj O14 prikazuje udio broja sati instrumentacijskog održavanja u ukupnom broju sati direktnog osoblja održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O14 = \frac{\text{broj sati instrumentacijskog održavanja}}{\text{ukupni broj sati direktnih zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (60)$$

Broj sati instrumentacijskog održavanja je broj radnih sati vlastitih zaposlenika utrošenih na izvođenje aktivnosti instrumentacijskog održavanja.

Ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja podrazumijeva radne sate utrošene na sve aktivnosti održavanja koje izvode direktni održavatelji [24].

4.1.3.15 Pokazatelj O15

Organizacijski pokazatelj O15 prikazuje udio zaposlenika održavanja s vještinama različitih struka u ukupnom broju zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O15 = \frac{\text{broj zaposlenika održavanja s vještinama različitih struka}}{\text{ukupni broj zaposlenika održavanja}} \times 100 \quad (61)$$

Broj zaposlenika održavanja s vještinama različitih struka je broj vlastitih zaposlenika održavanja sposobnih za izvođenje aktivnosti održavanja u više struka .

Ukupni broj zaposlenik održavanja je ukupan broj vlastitih zaposlenika održavanja, direktnih i indirektnih [24].

4.1.3.16 Pokazatelj O16

Organizacijski pokazatelj O16 prikazuje udio radnih sati korektivnog održavanja u ukupnom broju radnih sati održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je kvantificirati učinak radnih resursa utrošenih na korektivno održavanje, čime se dobiva povratna informacija s ciljem procjene učinkovitosti proaktivnih aktivnosti održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O16 = \frac{\text{broj sati korektivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad (62)$$

Broj sati korektivnog održavanja je ukupan broj radnih sati utrošen na izvođenje aktivnosti korektivnog održavanja.

Ukupan broj sati održavanja uključuje sve radne sate utrošene u održavanju, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje

radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O16 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je menadžmentu održavanja u svrhu procjene učinkovitosti proaktivnih aktivnosti održavanja kao što su planovi preventivnog i prediktivnog održavanja.

Potrebno je konfigurirati sustav za upravljanje održavanjem tako da je moguće razlikovati radne naloge preventivnog održavanja od ostalih radnih naloga, bilo klasifikacijom radnih naloga ili nekim drugim načinom.

Vrijeme utrošeno na izvođenje aktivnosti korektivnog održavanja uslijed pronalaska problema koji bi tek mogli rezultirati kvarom (npr. aktivnostima prediktivnog održavanja) potrebno je ubrojiti u radne sate korektivnog održavanja.

Visoki udio radnih sati korektivnog održavanja obično je pokazatelj kulture reaktivnog održavanja i loše pouzdanosti opreme [25].

Primjer izračuna:

Ukupni radni sati vlastitih zaposlenika u održavanju u mjesecu su iznosili 2400 redovnih i 384 prekovremenih sati rada. Vanjski izvođači su utrošili dodatnih 480 sati. Radni sati korektivnog održavanja u istom mjesecu iznosili su 1832 sata.

$$O16 = \frac{\text{broj sati korektivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100$$

$$O16 = \frac{1\,832\,h}{2\,400 + 384 + 480\,h} \times 100$$

$$O16 = \frac{1\,832\,h}{3\,264\,h} \times 100$$

$$O16 = 0,561 \times 100$$

$$O16 = 56,1\%$$

4.1.3.17 Pokazatelj O17

Organizacijski pokazatelj O17 prikazuje udio radnih sati reaktivnog održavanja izvan tjednog plana održavanja u ukupnom broju radnih sati održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje i nadzor aktivnosti održavanja koje se izvode pored tjednog plana održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O17 = \frac{\text{broj sati radova izvan tjednog plana održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad (63)$$

Broj sati radova izvan tjednog plana održavanja je broj sati reaktivnih aktivnosti održavanja koje se izvode pored tjednog plana održavanja.

Tjedni plan održavanja je raspored izvođenja planiranih aktivnosti održavanja u narednom tjednu.

Ukupan broj sati održavanja uključuje sve radne sate utrošene u održavanju, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O17 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je operativnom menadžmentu i menadžmentu održavanja s ciljem dobivanja informacije koliko je poduzeće reaktivno (skakanje s jednog problema na drugi). Može ga se koristiti za prikaz potencijalne dobrobiti od reduciranja reaktivnih i povećanja planiranih radova, budući da su dobro poslovno i terminski planirani radovi učinkovitiji od reaktivnih radova [25].

Primjer izračuna:

Ukupni radni sati održavanja u mjesecu iznose 1000 sati, od čega je 350 sati utrošeno na izvanredne i neplanske radove koji nisu bili predviđeni tjednim planom održavanja.

$$O17 = \frac{\text{broj sati radova van tjednog plana održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100$$

$$O17 = \frac{350 \text{ h}}{1\,000 \text{ h}} \times 100$$

$$O17 = 0,35 \times 100$$

$$O17 = 35\%$$

4.1.3.18 Pokazatelj O18

Organizacijski pokazatelj O18 prikazuje udio radnih sati proaktivnog održavanja u ukupnom broju radnih sati održavanja. Proaktivnim održavanjem smatraju se sve rutinske aktivnosti preventivnog i prediktivnog održavanja, kao i zadaci koji iz njih proizlaze.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje i nadzor količine radova koji se izvršavaju s ciljem sprječavanja kvarova ili otkrivanja oštećenja koja bi do njih mogla dovesti.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O18 = \frac{\text{broj sati proaktivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad (64)$$

Broj sati proaktivnog održavanja je broj sati preventivnog i prediktivnog održavanja.

Ukupan broj sati održavanja uključuje sve radne sate utrošene u održavanju, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O18 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je operativnom menadžmentu i menadžmentu održavanja s ciljem dobivanja informacije o utrošenom vremenu na izvođenje aktivnosti održavanja s ciljem sprječavanja kvarova [25].

Primjer izračuna:

Ukupni radni sati održavanja za poduzeće iznose 1000 sati u mjesecu. 150 radnih sati utrošeno je na preventivno održavanje, 100 sati na prediktivno održavanje i 400 sati je utrošeno na korektivne radove koji su uočeni tijekom preventivnih i prediktivnih pregleda.

$$O18 = \frac{\text{broj sati proaktivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100$$

$$O18 = \frac{150 + 100 + 400 \text{ h}}{1\,000 \text{ h}} \times 100$$

$$O18 = \frac{650 \text{ h}}{1\,000 \text{ h}} \times 100$$

$$O18 = 0,65 \times 100$$

$$O18 = 65\%$$

4.1.3.19 Pokazatelj O19

Organizacijski pokazatelj O19 prikazuje udio radnih sati prediktivnog održavanja u ukupnom broju radnih sati održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je kvantificirati učinak radnih resursa utrošenih na prediktivno održavanje. Praćenjem radnih sati održavanja prema stanju dobiva se povratna informacija radi procjene učinkovitosti proaktivnih aktivnosti održavanja u usporedbi s pokazateljima ostalih strategija održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O19 = \frac{\text{broj sati prediktivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad (65)$$

Broj sati prediktivnog održavanja je ukupan broj sati vlastitih zaposlenika održavanja utrošenih na izvođenje aktivnosti prediktivnog održavanja.

Ukupan broj sati održavanja uključuje sve radne sate utrošene u održavanju, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O19 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je zaposlenicima koji se bave održavanjem i praćenjem pouzdanosti opreme. Najbolji se rezultati dobivaju kada se koristi za procjenu učinkovitosti aktivnosti proaktivnog održavanja i aktivnosti s ciljem povećanja pouzdanosti u usporedbi s ostalim radovima održavanja (npr. aktivnostima korektivnog održavanja).

Potrebno je konfigurirati sustav za upravljanje održavanjem tako da je moguće razlikovati radne naloge preventivnog održavanja od ostalih radnih naloga, bilo klasifikacijom radnih naloga ili nekim drugim načinom.

Vrijeme utrošeno na izvođenje radova održavanja po stanju, i manjih popravaka ili korekcija koje su uočene i završene prilikom izvođenja zadataka monitoringa potrebno je uključiti u radne sate održavanja po stanju [25].

Primjer izračuna:

Ukupni sati rada održavanja za mjesec dana iznose 3 753 sata redovnog i 47 sati prekovremenog rada. Za ispitivanje kvalitete ulja, vanjski izvođači su potrošili 196 radnih sati. Vlastiti zaposlenici su na održavanje prema stanju utrošili ukupno 876 sati.

$$O19 = \frac{\text{broj sati održavanja po stanju}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100$$

$$O19 = \frac{196 + 876 h}{3\,753 + 47 h} \times 100$$

$$O19 = \frac{1\,072 h}{3\,800 h} \times 100$$

$$O19 = 0,2821 \times 100$$

$$O19 = 28,21\%$$

4.1.3.20 Pokazatelj O20

Organizacijski pokazatelj O20 prikazuje udio radnih sati preventivnog održavanja u ukupnom broju radnih sati održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je kvantificirati učinak radnih resursa utrošenih na preventivno održavanje, čime se dobiva se povratna informacija radi procjene učinkovitosti proaktivnih aktivnosti održavanja u usporedbi s pokazateljima ostalih strategija održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O20 = \frac{\text{broj sati preventivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad (66)$$

Broj sati preventivnog održavanja je ukupan broj sati vlastitih zaposlenika održavanja utrošenih na izvođenje aktivnosti preventivnog održavanja.

Ukupan broj sati održavanja uključuje sve radne sate utrošene u održavanju, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O20 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je zaposlenicima koji se bave održavanjem i praćenjem pouzdanosti opreme. Najbolji se rezultati dobivaju kada se koristi za procjenu učinkovitosti aktivnosti proaktivnog održavanja i aktivnosti s ciljem povećanja pouzdanosti u usporedbi s ostalim radovima održavanja (npr. aktivnostima korektivnog održavanja).

Potrebno je konfigurirati sustav za upravljanje održavanjem tako da je moguće razlikovati radne naloge preventivnog održavanja od ostalih radnih naloga, bilo klasifikacijom radnih naloga ili nekim drugim načinom.

Vrijeme utrošeno na izvođenje radova preventivnog održavanja, i manjih popravaka ili korekcija koje su uočene i završene prilikom izvođenja planiranih aktivnosti potrebno je uključiti u troškove preventivnog održavanja [25].

Primjer izračuna:

Ukupni radni sati održavanju u mjesecu iznose 1800 redovnih i 125 prekovremenih radnih sati. Na mjesečne zadatke podmazivanja, zamjene filtera, čišćenje i podešavanje plamenika, operateri utroše dodatnih 150 sati. Radni sati preventivnog održavanja u mjesecu ukupno iznose 452 sata.

$$O20 = \frac{\text{broj sati preventivnog održavanja}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100$$

$$O20 = \frac{452 \text{ h}}{1\,800 + 125 + 150 \text{ h}} \times 100$$

$$O20 = \frac{452 \text{ h}}{2\,075 \text{ h}} \times 100$$

$$O20 = 0,218 \times 100$$

$$O20 = 21,8\%$$

4.1.3.21 Pokazatelj O21

Organizacijski pokazatelj O21 prikazuje udio broja prekovremenih radnih sati vlastitih zaposlenika održavanja u ukupnom broju radnih sati zaposlenika održavanja.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje učinkovitosti zaposlenika, odnosno da li je adekvatno dimenzioniran za uspješno izvođenje radnog opterećenja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O21 = \frac{\text{broj prekovremenih sati u održavanju}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100 \quad (67)$$

Broj prekovremenih sati u održavanju je svaki sat izvan redovnog radnog vremena. Uključuje prekovremene sate tijekom normalnog funkcioniranja proizvodnje, kao i prekovremene sate tijekom zastoja, ispada ili remonta. Uključuje prekovremene radne sate prilikom zamjene opreme pri kraju životnog vijeka. Ne uključuje prekovremene radne sate prilikom proširenja ili poboljšanja proizvodnog pogona.

Ukupan broj sati održavanja uključuje sve radne sate utrošene u održavanju, redovne i prekovremene, za vrijeme normalnog rada kao i za vrijeme zastoja, ispada i remonta. Uključuje radne sate zamjene opreme zbog dotrajalosti. Uključuje prekovremene radne sate nadzornika i ostalog indirektnog osoblja održavanja. Ne uključuje broj radnih sati utrošenih na proširenje i poboljšanje proizvodnog pogona.

Pokazatelj O21 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je menadžerima i rukovoditeljima održavanja i ljudskih resursa kako bi procijenili potrebu za dodatnim zaposlenicima.

U slučaju da se vanjski izvođači koriste kao stalna podrška službi održavanja, potrebno je pribrojiti i njihove sate [25].

Primjer izračuna:

U nekom poduzeću u proteklom mjesecu bilo je 500 prekovremenih sati rada u održavanju i 10 000 ukupnih sati rada u održavanju za isti mjesec. Pokazatelj prekovremenih radnih sati u održavanju u tom slučaju bi iznosio:

$$O21 = \frac{\text{broj prekovremenih sati u održavanju}}{\text{ukupan broj sati održavanja}} \times 100$$

$$O21 = \frac{500 \text{ h}}{1000 \text{ h}} \times 100$$

$$O21 = 0,5 \times 100$$

$$O21 = 5\%$$

4.1.3.22 Pokazatelj O22

Organizacijski pokazatelj O22 prikazuje usklađenost s tjednim planom održavanja izraženu kao udio u ukupnom broju planiranih radnih naloga u tom tjednu.

Primarna zadaća pokazatelja je praćenje učinkovitosti izrade i izvršavanja tjednog plana održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O22 = \frac{\text{broj radnih naloga izvršenih prema planu}}{\text{ukupan broj planiranih radnih naloga u tjednu}} \times 100 \quad (68)$$

Broj radnih naloga izvršenih prema planu je broj radnih naloga uspješno izvršenih sukladno tjednom planu održavanja.

Ukupan broj planiranih radnih naloga u tjednu je broj svih radnih naloga predviđenih tjednim planom održavanja.

Tjedni plan održavanja je raspored izvođenja planiranih aktivnosti održavanja u narednom tjednu.

Pokazatelj O22 preporuča se pratiti na tjednoj razini. Namijenjen je menadžmentu održavanja u svrhu otkrivanja mogućnosti za poboljšanje učinkovitosti.

Odgođeni radovi koji se ponovno pojavljuju na tjednom planu održavanja ne smatraju se završenima na vrijeme budući da je izvorni planirani datum izvođenja već prošao. Računaju se samo radni nalozi koji su stvarno izvedeni prema izvornom planu.

Svi izvedeni radovi koji nisu bili na planu, smatraju se neplaniranim radovima [25].

Primjer izračuna:

U tjednu je bilo planirano izvršavanje 135 radnih naloga. Na kraju tjedna bilo je izvršeno 113 planiranih radnih naloga, te 45 izvanredna radna naloga.

$$O22 = \frac{\text{broj radnih naloga izvršenih prema planu}}{\text{ukupan broj planiranih radnih naloga}} \times 100$$

$$O22 = \frac{113}{135} \times 100$$

$$O22 = 0,837 \times 100$$

$$O22 = 83,7\%$$

4.1.3.23 Pokazatelj O23

Organizacijski pokazatelj O23 prikazuje omjer broja sati edukacije i ukupnog broja zaposlenika.

Primarna zadaća pokazatelja je pratiti ulaganja u edukaciju radi usavršavanja znanja i vještina zaposlenika u održavanju.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O23 = \frac{\text{broj sati edukacije zaposlenika održavanja}}{\text{ukupan broj zaposlenika održavanja}} \quad (69)$$

Broj sati edukacije osoblja održavanja uključuje sve sate provedene na konferencijama, predavanjima i radionicama s ciljem razvoja osobnih vještina poput organizacije, vodstva, nadzora, tehničkih vještina rješavanja problema, korištenja softvera, planiranja, kao i niz praktičnih edukacija iz područja podmazivanja, zavarivanja, bravarskih radova, hidraulike, pneumatike, itd.

Broj zaposlenika održavanja je ukupan broj vlastitih zaposlenika održavanja (direktnih i indirektnih).

Pokazatelj se može izraziti i kao udio u ukupnim radnim satima održavanja (npr. sati edukacije ÷ ukupni radni sati održavanja).

Pokazatelj O23 preporuča se pratiti na godišnjoj razini. Namijenjen je rukovoditeljima održavanja u svrhu praćenja ulaganja u edukaciju zaposlenika u održavanju. Edukacija zaposlenika treba biti formalna i dokumentirana, a predviđeno je i testiranje nakon provedene edukacije u svrhu provjere stečenih znanja i vještina [25].

Primjer izračuna:

Služba održavanja u nekom poduzeću sastoji se od šefa održavanja, inženjera održavanja, planera, 2 poslovođe, 2 nadzornika, 10 mehaničara, 4 električara i voditelja skladišta. U godini su zaposlenici prošli edukaciju u iznosu (Tablica 11.):

Tablica 11. Primjer utrošenih sati na edukaciju zaposlenika održavanja u poduzeću [25]

Područje edukacije	Trajanje [h]
Sigurnost	264
Lasersko poravnavanje	288
Hidraulički sustavi	288
Izračuni strujnih krugova	80
Planiranje poslova	120
Vođenje tima	176
Matematička znanja	52
Godišnja konferencija održavatelja	80
Vođenje skladišta	72

$$O23 = \frac{\text{broj sati edukacije osoblja održavanja}}{\text{ukupan broj osoblja održavanja}}$$

$$O23 = \frac{264 + 288 + 288 + 80 + 120 + 176 + 52 + 80 + 72 \text{ h}}{1 + 1 + 1 + 2 + 10 + 4 + 1}$$

$$O23 = \frac{1420 \text{ h}}{20}$$

$$O23 = 71 \text{ sat/zaposleniku}$$

$$O23 = \frac{\text{broj sati edukacije osoblja održavanja}}{\text{ukupan broj sati osoblja održavanja}} \times 100$$

$$O23 = \frac{264 + 288 + 288 + 80 + 120 + 176 + 52 + 80 + 72 \text{ h}}{38\,400 \text{ h}} \times 100$$

$$O23 = \frac{1\,420 \text{ h}}{38\,400 \text{ h}} \times 100$$

$$O23 = 0,037 \times 100$$

$$O23 = 3,7\%$$

4.1.3.24 Pokazatelj O24

Organizacijski pokazatelj O24 prikazuje udio broja direktnih zaposlenika održavanja koji koriste informacijski sustav za podršku upravljanju poslovima održavanja u broju direktnih zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O24 = \frac{\text{broj direktnih zaposlenika održavanja koji koriste informacijski sustav}}{\text{broj direktnih zaposlenika održavanja}} \quad (70)$$

Broj direktnih zaposlenika održavanja koji koriste informacijski sustav je ukupan broj direktnih zaposlenika održavanja koji imaju pristup informacijskom sustavu za upravljanje poslovima održavanja.

Broj direktnih zaposlenika održavanja je ukupan broj zaposlenika koji izravno izvode aktivnosti korektivnog i preventivnog održavanja, primjerice strojarski tehničari, bravari, električari, instrumentarci, itd. [24].

4.1.3.25 Pokazatelj O25

Organizacijski pokazatelj O25 prikazuje udio ukupnog broja sati direktnih zaposlenika održavanja utrošenih na aktivnosti planiranja u ukupnom broju sati direktnih zaposlenika održavanja.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O25 = \frac{\text{ukupan broj sati direktnih zaposlenika utrošenih na aktivnosti planiranja}}{\text{ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja}} \quad (71)$$

Ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja utrošenih na aktivnosti planiranja je ukupan broj radnih sati direktnih zaposlenika održavanja utrošenih na izvođenje aktivnosti planiranja poslova održavanja.

Ukupan broj sati direktnih zaposlenika održavanja podrazumijeva radne sate utrošene na sve aktivnosti održavanja koje izvode direktni održavatelji [24].

4.1.3.26 Pokazatelj O26

Organizacijski pokazatelj O26 prikazuje udio nemogućnosti podizanja materijala sa skladišta nedostatka zaliha u ukupnom broju zahtjeva za podizanje materijala sa skladišta.

Primarna zadaća pokazatelja je kvalitetno upravljanje zalihama materijala u skladištu. Nagomilane zalihe nepotrebno opterećuju proračun, dok nedovoljni broj materijala na zalihama rezultira nepotrebnim kašnjenjima i produljenju zastoja rada opreme, što negativno utječe na profit. Ovim se pokazateljem mogu minimizirati gubici povezani s prekomjernim zalihama na skladištu.

Pokazatelj se računa izrazom:

$$O26 = \frac{\text{broj zahtjeva za nedostupnim materijalom sa skladišta}}{\text{ukupan broj zahtjeva za isporuku materijala}} \times 100 \quad (72)$$

Broj zahtjeva za nedostupnim materijalom sa skladišta je broj svih zahtjeva za podizanje materijala koje nije moguće realizirati zbog nedostatka zaliha. Ubrajaju se samo zahtjevi sa uobičajenim količinama traženih materijala.

Ukupan broj zahtjeva za isporuku materijala je ukupni broj zahtjeva za podizanje materijala sa skladišta.

Pokazatelj O26 preporuča se pratiti na mjesečnoj razini. Namijenjen je zaposlenicima u održavanju, logistici (skladištu) i nabavi.

Pokazatelj je najbolje koristiti uz druge pokazatelje kao što je ekonomski pokazatelj E12, koeficijent obrtaja zaliha, kako bi se dobila cijela slika o zalihama i skladišnom poslovanju.

Informacije prikupljene iz izvještaja o nemogućnosti isporuke materijala trebaju se analizirati s ciljem utvrđivanja potrebnih razina zaliha s obzirom na trendove potrošnje pojedinih materijala. Granične razine zaliha potrebno je držati u ravnoteži između rizika nemogućnosti isporuke i ušteda proračuna održavanja [25].

Primjer izračuna:

Skladište mjesečno dobiva 1 234 zahtjeva za izdavanje materijala. 30 zahtjeva u mjesecu nije moglo biti ispunjeno jer je potrošen sav materijal sa skladišta. Analizom se uspostavilo da je od tih 30 zahtjeva, 4 bilo sa količinom koja je veća od uobičajene, zbog čega ova 4 zahtjeva ne udovoljavaju kriterijima zahtjeva za koje nije moguće isporučiti materijal. Preostalih 26 zahtjeva broje se kao nemogućnost isporuke materijala.

$$O26 = \frac{\text{broj zahtjeva za nedostupnim materijalom sa skladišta}}{\text{ukupan broj zahtjeva za isporuku materijala}} \times 100$$

$$O26 = \frac{26}{1\,234} \times 100$$

$$O26 = 0,021 \times 100$$

$$O26 = 2,1\%$$

5 PRIMJER IMPLEMENTACIJE CAFM SUSTAVA

U nastavku rada, prikazat će se način implementacije CAFM sustava američke tvrtke Infor na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Implementacija je svojevrstan pilot projekt, prvi ovakvog tipa na jednom sveučilištu.

5.1 INFORMACIJSKI SUSTAV INFOR EAM

Infor je američka tvrtka specijalizirana za poduzetničke softverske pakete koji variraju od financijskih sustava do upravljanja lancem nabave. Tvrtka je osnovana 2002. godine pod imenom Agilisys u gradu Malvern, Pennsylvania. U veljači 2004. sjedište tvrtke seli se u Atlantu, i Agilisys kupuje njemačku tvrtku Infor Business Solutions. Nakon te akvizicije dolazi do promjene imena u Infor Global Solutions i preseljenja sjedišta tvrtke na današnju lokaciju u New York. 2017. godine Koch Industries kupuje većinski dio udjela u poduzeću, a početkom 2020. godine i ostatak dionica čime postaje jedini vlasnik ukupne vrijednosti 11 milijardi dolara.

Danas Infor zapošljava preko 15 000 zaposlenika, ostvaruje godišnje prihode oko 3 milijarde dolara te posluje u 200 zemalja s više od 1 700 partnera, što ga kao trećeg svjetskog proizvođača poslovnih aplikacija postavlja u sami vrh unutar njegova djelovanja [26] [27].

Infor-ov EAM sustav ubraja se u red najboljih u klasi specijaliziranih (Best in Class, Best of Breed) rješenja za upravljanje održavanjem. Već je godinama od strane neovisnih analitičkih kuća poput Gartnera, ARC Advisory Group i TEC – Technology Evaluation Centers pozicioniran kao vodeći na svjetskom IT tržištu EAM/CMMS sustava. Gartner je EAM u magičnom kvadratu prepoznao kao lidera među ostalim trenutačno dostupnim sustavima u području upravljanja objektima (Slika 13.) [28].



Slika 13. Gartnerov magični kvadrat dostupnih EAM rješenja [28]

Informacijskom sustavu se pristupa putem web preglednika (IE, Firefox, Chrome) čime se omogućava jednostavan pristup sa svih računala unutar domene tvrtke, potrebno je samo imati korisnički račun.

Osnovni moduli i funkcionalnosti Infor EAM informacijskog sustava su (Slika 14.):

- Upravljanje objektima – upravljanje bazom podataka objekata održavanja, upravljanje jamstvima, mjerila parametara rada opreme, definiranje i izračun razine kritičnosti i pouzdanosti opreme,
- Upravljanje preventivnim i korektivnim održavanjem, upravljanje inspekcijama i istpitivanjima, pozivni (call) centar, automatsko obavješćavanje e-mail i SMS porukama,
- Upravljanje radnim nalogima,
- Upravljanje radnom snagom (zaposlenicima),
- Upravljanje zalihama i skladišnim poslovanjem,
- Upravljanje nabavom roba, usluga i radova,
- Upravljanje proračunom (budžetom),

- Upravljanje projektima i integracija s MS Projectom, Primavera,
- Izvještaji i analize, KPU – Ključni pokazatelji učinkovitosti,
- Integracija s poslovnim (ERP) i procesnim informacijskim sustavima i aplikativnim rješenjima.



Slika 14. Ključne funkcionalnosti Infor EAM-a

Uz osnovne module i funkcionalnosti koje su integrirane u Infor EAM, moguće je dokupiti i koristiti sljedeće specifične module:

- Planiranje pouzdanosti i analize, RCM modul Optimizer+,
- Učinkovito upravljanje energijom – verzija s ugrađenim funkcionalnostima energetskog menadžmenta kao jedne od ključnih komponenata upravljanja objektima,
- Mobilna aplikacija – Korištenje na mobilnim uređajima (pametni telefoni, tablet računala), barkod i RFID,
- Kalibracija – modul za kompletnu podršku umjeravanju uređaja i mjerila,
- Integracija s GIS (geoinformacijskim) sustavima za geografski disperzirane objekte i opremu,
- Interaktivne sheme, interakcija s CAD rješenjima,
- Upravljanje tehničkom dokumentacijom.

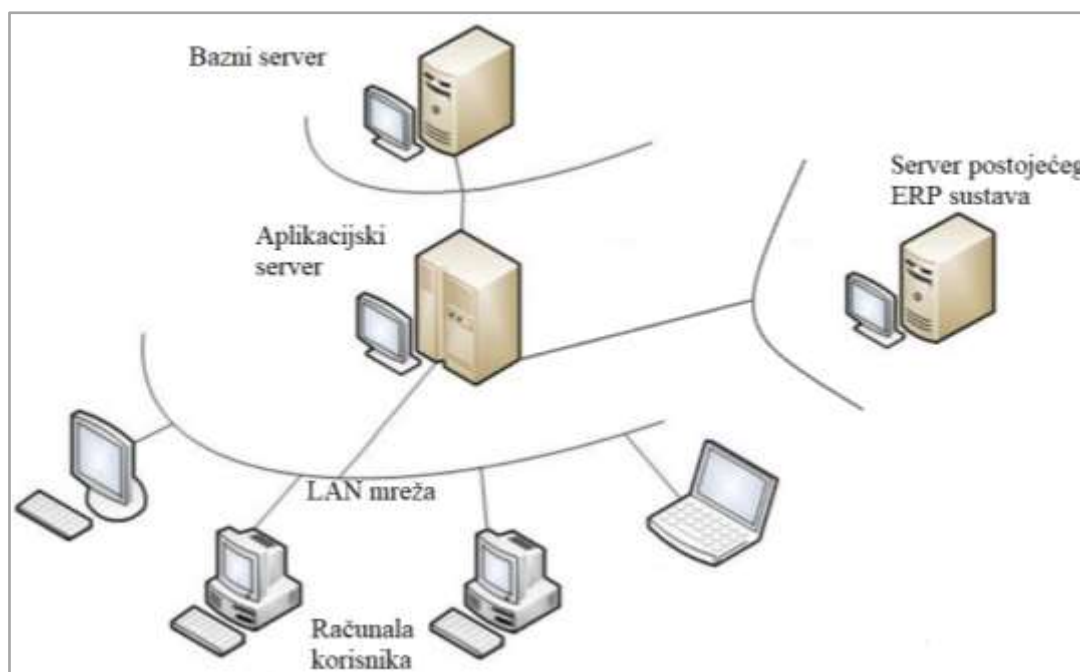
Prema službenoj web stranici Infor-a te prema podacima trenutnih korisnika njihovih softverskih paketa, dobiti postignute korištenjem Infor EAM-a su:

- Do 50% smanjenje vremena održavanja, rada i troškova vanjskih izvođača;
- 20% smanjenje u troškovima materijala održavanja;
- 20% smanjenje u vremenima zastoja;
- 20% smanjenje u potrošnji energije;
- 5% smanjenje u troškovima nove opreme;
- 10% povećanje u dostupnosti opreme;
- 50% povećanje u povratku troškova garancija;
- 50% smanjenje u troškovima nabave [29].

5.2 STRUKTURA CAFM SUSTAVA

Implementacija informacijskog sustava Infor EAM na FSB-Zagreb zamišljena je kao podrška upravljanju poslovima upravljanja objektima koji su u domeni službe održavanja fakulteta.

Za korištenje sustava nije potrebna nikakva instalacija na računalu korisnika budući da se radi o web aplikaciji. Preduvjet za pristup sustavu je posjedovanje nekog od web preglednika na računalu koje se nalazi u lokalnoj mreži fakulteta (Slika 15.).



Slika 15. Prikaz strukture CAFM sustava

Budući da se za rad u sustavu koristi samo web preglednik i nema lokalne instalacije koja ovisi o konfiguraciji pojedinog računala, rad u sustavu je vrlo stabilan i s brzim odzivom.

Nakon upisivanja web adrese aplikacije, u pregledniku se otvara pristupna stranica sustava Infor EAM (Slika 16.).

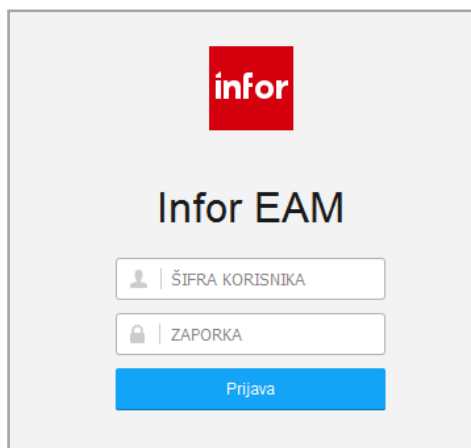


Slika 16. Početni zaslon sustava Infor EAM

Kroz pristupnu stranicu sustav omogućava spajanje na jednu od 4 baze:

- **EAM01** – Produkcijaska baza; „radna“ baza s ažurnim i stvarnim podacima, služi za rad u sustavu s pravim događajima.
- **EAM02** – Edukacijska baza; kopija podataka i konfiguracije s produkcijske baze, služi za edukaciju i vježbu korisnika za rad u sustavu.
- **EAM03** – Razvojna baza; služi za testiranje novih značajki sustava.
- **EAM04** – Razvojna baza; služi za rad sa studentima, izradu završnih i diplomskih zadataka, itd.

Odabirom na jednu od ponuđenih baza sustav nas vodi na pristupni zaslon gdje je za prijavu potrebno upisati šifru i zaporku korisnika (Slika 17.).



Slika 17. Pristupni zaslon sustava

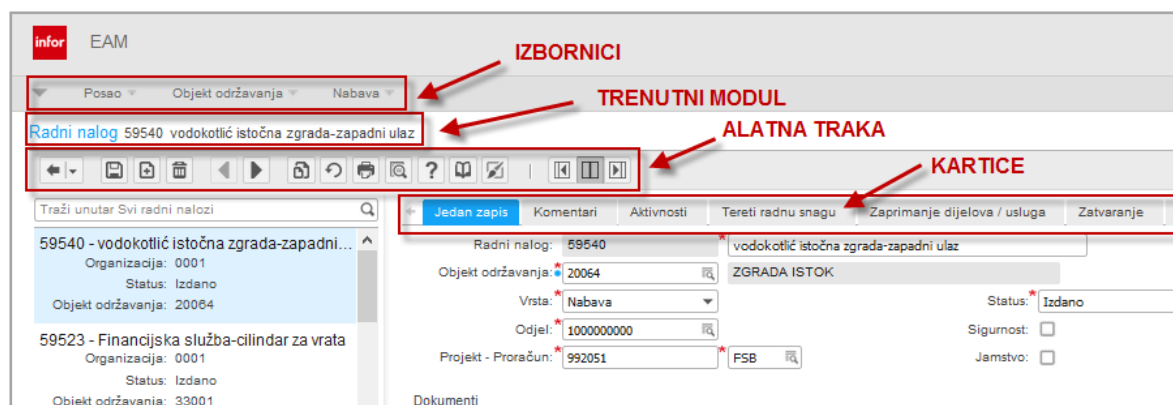
5.2.1 Osnovne funkcionalnosti sustava

Nakon uspješne prijave u sustav, u pregledniku se pojavljuje početna stranica. Početna je stranica podijeljena u tri segmenta, Inbox, grafikone i KPU, koji služe za izvještavanje o aktivnostima koje se izvršavaju (Slika 18.).



Slika 18. Prikaz kontrolnog centra sustava

Kretanje kroz sustav odvija se preko zaglavlja i izbornika u gornjem lijevom kutu zaslona. Svaki od izbornika korisnicima nudi nekoliko modula za odabir koji služe za različite operacije u sustavu (Slika 19.).



Slika 19. Prikaz osnovnih funkcionalnosti sustava

Odabirom nekog od modula, npr. Radni nalozi, otvara se njegova forma. U zaglavlju je plavim slovima radi provjere tijekom rada, naznačeno u kojem se modulu korisnik trenutno nalazi.

Kretanje između kartica unutar pojedinog modula izvodi se klikom miša na karticu koju želimo pregledati. Kartica koja je trenutno aktivna označena je plavom bojom radi lakše uočljivosti.

Tablica 12. opisuje ikone za izvođenje funkcija sadržane u alatnoj traci, uz kratice za pojedine funkcijske tipke čime se postiže brži rad u sustavu.

Tablica 12. Prikaz funkcionalnosti alatne trake CAFM sustava Infor EAM

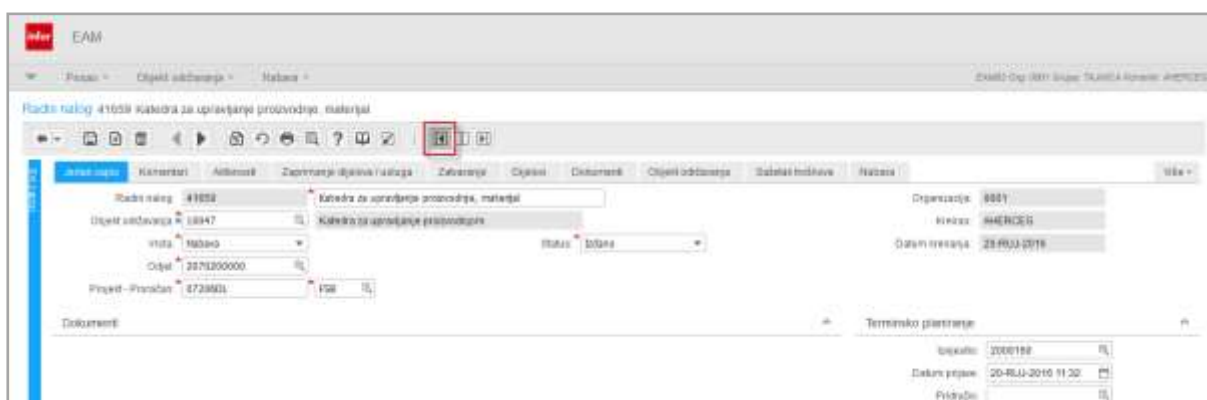
Ikona	Funkcija	Kratika
	Prethodni zaslon – Vraća se na prethodni zaslon.	CTRL+LIJEVA STRELICA ILI F11
	Spremi zapis – Sprema aktualni zapis.	CTRL+S ILI F10
	Novi zapis – Unosi novi zapis.	CTRL+N ILI F6
	Izbriši zapis – Briše zapis.	CTRL+D ILI CTRL+F6
	Sljedeći zapis – Prikazuje sljedeći zapis.	CTRL+DONJA STRELICA
	Prethodni zapis – Prikazuje prethodni zapis.	CTRL+GORNJA STRELICA
	Kopiraj zapis – Kopira aktualni zapis. Pogledajte „Kopiranje zapisa“ kasnije u ovom poglavlju.	CTRL+F ILI F4
	Resetiraj formu – Briše promjene na aktualnom zapisu.	CTRL+R
	Ispiši zapis – Ispisuje aktualni zapis.	ALT+P
	Pregled prije ispisa – Prikazuje pregled aktualnog izvješća.	
	Pomoć – Prikazuje online pomoć za aktualnu stranicu.	ALT+H
	Proširi lijevo – Otvara detaljan prikaz odabranog zapisa.	
	Podijeli pregled – Otvara kombinirani prikaz, sažetu listu na lijevoj strani sučelja i sažeti prikaz odabranog zapisa na desnoj strani sučelja.	
	Proširi desno – Otvara kompletnu listu svih zapisa.	

Unutar svakog modula nalaze se pojedini podaci (zapisi) specifični za taj modul. Podaci mogu biti različito prikazani ovisno o odabranom načinu prikaza koji se definira na alatnoj traci, pa se tako razlikuju:

- Detaljni prikaz (Slika 20.),
- Tablični prikaz (Slika 21.),
- Podijeljeni prikaz (Slika 22.).

Sustav dodatno nudi i mogućnost brze promjene prikaza dvostrukim klikom na plavu okomitu traku na rubu zaslona. Dvostrukim klikom na traku na lijevom kraju zaslona u detaljnom prikazu modula, sustav će promijeniti prikaz u tablični. Jednako tako, ukoliko je odabran tablični prikaz podataka, sustav će dvostrukim klikom na traku koja se ovaj puta nalazi na desnom kraju zaslona promijeniti prikaz u detaljan za trenutno odabrani zapis.

Kod detaljnog prikaza na zaslonu se prikazuju detaljne informacije za prvi zapis (Slika 20.). Kretanje između zapisa omogućeno je preko alatne trake pomoću tipki *Sljedeći* i *Prethodni zapis*.



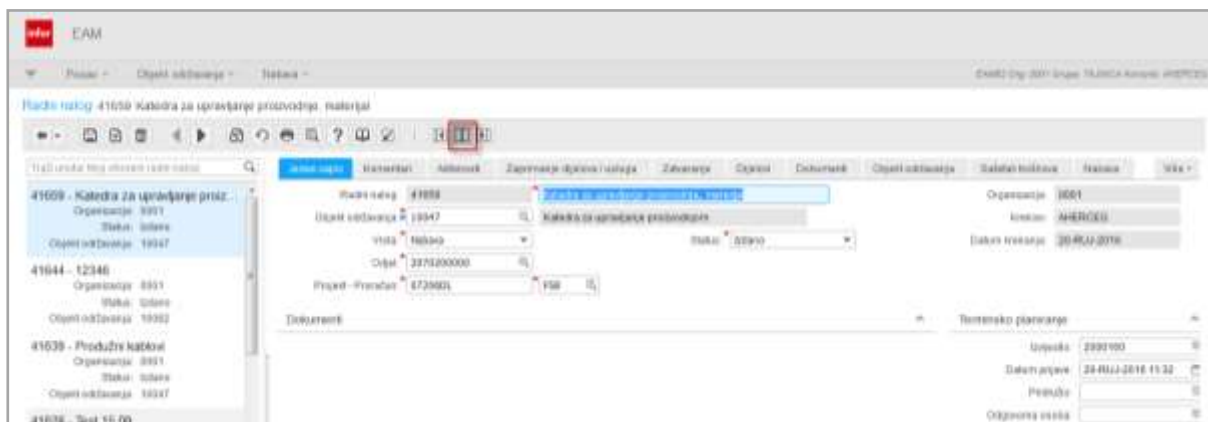
Slika 20. Detaljan prikaz podataka

Tablični prikaz prikazuje sve zapise s postavljenim odabranim sažetim informacijama (Slika 21.). Dvostrukim klikom na željeni zapis, sustav otvara odabrani zapis u detaljnom prikazu.

Radni nalog	Opis	Status	Organizacija	Objekt održavanja	Razred	Objekt	Planirani datum početka
41659	Kategorija za upravljanje proizvodnjom, materijal	Izdano	0001	2070200000	10047	2006188	20.06.2016
41644	123456	Izdano	0001	2070100000	10062	2006188	20.06.2016
41639	Proizvodnja katoli	Izdano	0001	2070200000	10047	2006188	20.06.2016
41638	Test 12.08	Izdano	0001	2070100000	10006	2006188	15.06.2016
41627	Test 14.08	Izdano	0001	2070600000	10035	2006188	14.06.2016
41626	Materijal za održavanje	Izdano	0001	2070600000	10006	2006188	13.06.2016

Slika 21. Tablični prikaz podataka

Podijeljeni prikaz prikazuje podijeljeni zaslon, gdje su na lijevom dijelu zaslona prikazani svi zapisi, dok su na desnom dijelu zaslona prikazane detaljne informacije za odabrani zapis (Slika 22.).



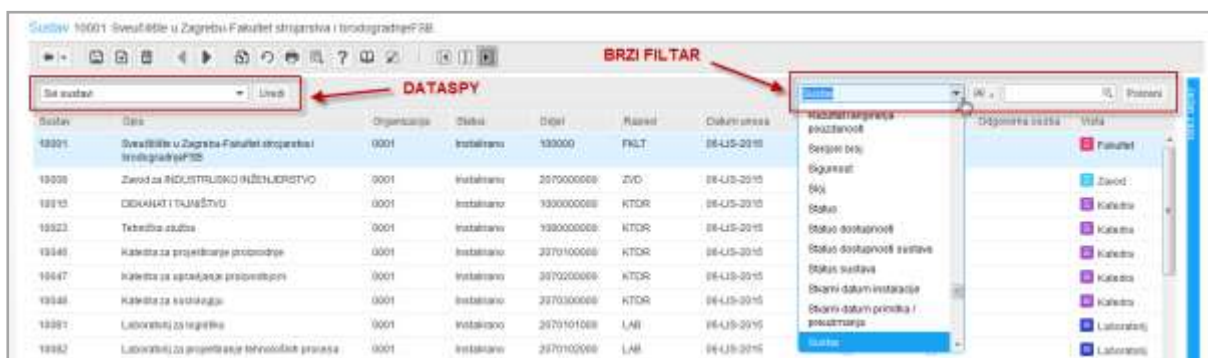
Slika 22. Podijeljeni prikaz podataka

5.2.1.1 Pretraživanje i filtri

Dva su načina pretraživanja i filtriranja zapisa u sustavu s ciljem lakog i brzog dolaska do traženih informacija. U podijeljenom prikazu podataka omogućeno je jednostavno pretraživanje, dok u tabličnom prikazu podataka sustav nudi opciju složenog pretraživanja istih. Kod jednostavnog pretraživanja sustav pretražuje zadanu ključnu riječ pretrage po svim dostupnim stupcima, a složeno pretraživanje nudi opciju pretrage po svakom od dostupnih stupaca zasebno, kao i kombiniranje pretrage po više stupaca.

Za pretraživanje i filtriranje također postoji i predodređeni filter Dataspy, brzi filter za pretraživanje zapisa. Izbor između ponuđenih filtera odvija se preko padajućeg izbornika koji se otvara klikom miša na trokut u desnom kutu polja (Slika 23.).

Kod korištenja brzog filtra za pretraživanje u padajućem izborniku odabire se stupac po kojem se želi pretraživati te se u polju desno upisuje vrijednost, odnosno dio naziva po kojem se pretražuju postojeći podaci.



Slika 23. Pretraživanje podataka pomoću predefiniranih filtera

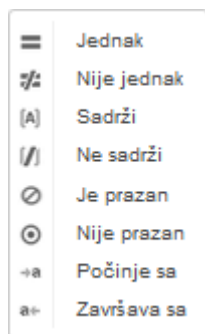
Kao što je prethodno navedeno, sustav u tabličnom prikazu podataka nudi i složeno pretraživanje po više parametara pomoću tipki F7 i F8 (Slika 24.). Tipkom F7 poziva se opcija složenog pretraživanja i na zaslonu postaju dostupna dodatna polja za pretraživanje. Ovisno po kojim se atributima želi izvoditi pretraživanje, u polju iznad tog stupca potrebno je upisati vrijednost po kojoj se pretražuje. Pritiskom na tipku F8 sustav započinje pretraživanje prema zadanim parametrima.



Slika 24. Napredno pretraživanje podataka po višestrukim vrijednostima

Uz opciju višestrukog pretraživanja, kod složenog je pretraživanja moguće i zadati različite parametre po kojima će sustav uspoređivati zadane vrijednosti pretraživanja s podacima u sustavu.

S lijeve strane svakog polja za pretraživanje nalazi se ikonica i klikom miša na nju poziva se padajući izbornik za definiranje parametara pretraživanja (Slika 25.).



Slika 25. Definiranje parametara pretraživanja podataka

U izborniku su dostupne sljedeće opcije s kratkim opisom svake od njih:

- **Jednak** – Sustav će prikazati sve podatke koji su jednaki upisanoj vrijednosti;
- **Nije jednak** – Sustav će prikazati sve podatke koji su različiti od upisane vrijednosti;
- **Sadrži** – Sustav će prikazati sve podatke koji sadrže upisanu vrijednost;
- **Ne sadrži** – Sustav će prikazati sve podatke koji ne sadrže upisanu vrijednost;
- **Je prazan** – Sustav će prikazati sve podatke koji nemaju upisane vrijednosti u stupcu pretraživanja;

- **Nije prazan** – Sustav će prikazati sve podatke koji imaju upisane vrijednosti u stupcu pretraživanja;
- **Počinje sa** – Sustav će prikazati sve podatke koji počinju sa zadanom vrijednosti;
- **Završava sa** – Sustav će prikazati sve podatke koji završavaju sa zadanom vrijednosti.

5.2.1.2 Standardne funkcionalnosti

Pregled podataka u sustavu je vrlo jednostavan i intuitivan te svakom korisniku nudi mogućnost prilagodbe prikaza podataka prema vlastitim preferencijama. Redoslijed stupaca se može jednostavno izmijeniti *Drag & Drop* metodom, klikom miša na stupac koji se želi premjestiti i odvlačenjem istoga na novu poziciju.

Za spremanje novog redoslijeda podataka i obradu istih u excelu, u desnom donjem kutu forme nalaze se tipke (Slika 26.):

-  Spremi u tablicu Excel. Podaci se mogu spremiti kao radna tablica excela.
-  Spremi razmještaj. Spremanje promjena razmještaja stupaca.



10082	Laboratorij za projektiranje termotekničkih procesa	0001	Instalirano	2C
10083	Laboratorij za proizvodni menadžment	0001	Instalirano	2C
10268	Dekanat- studentski agregatna stanica	0001	Instalirano	1C
10278	Dekanat- FAMENA	0001	Instalirano	1C
10279	DEKANAT I TAJNIŠTVO	0001	Instalirano	1C
10280	Dekanat- aula južne zgrade	0001	Instalirano	1C
10281	Dekanat- Izdavaštvo FSB	0001	Instalirano	1C
10282	Dekanat- studentski agregat	0001	Instalirano	1C

Zapisi: 50 od 115 | 823 | Prikazi filter: [ikonice] [ikonice]

Slika 26. Mogućnosti exporta podataka u excel tablice

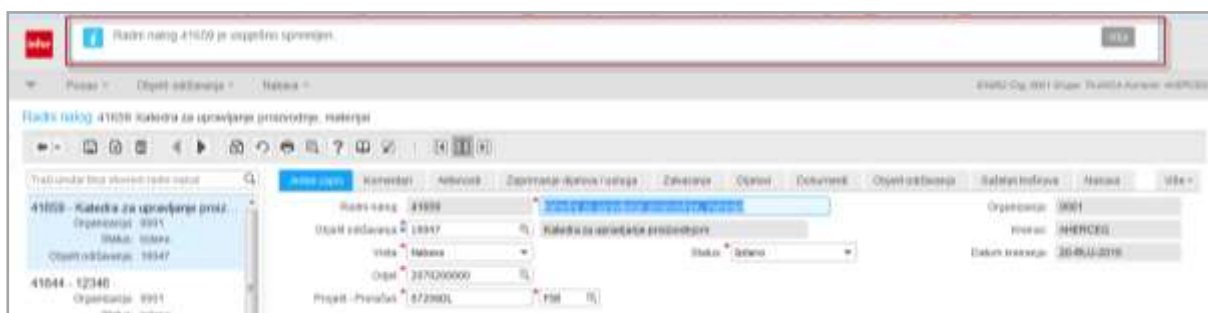
U detaljnom prikazu zapisa razlikuje se nekoliko tipova dostupnih polja za popunjavanje:

- **Obično polje** – Polje sa slobodnim unosom vrijednosti.
- **Polje s trokutićem u desnom kutu** - Polje za koje su predefinirane određene vrijednosti s ciljem sistematizacije podataka (primjerice vrsta radnog naloga, prioritet, itd.). Padajući izbornik se poziva klikom miša na povećalo nakon čega se odabire neka od predefiniranih vrijednosti.
- **Polje s povećalom u desnom kutu** – Polje u koje je potrebno upisati točan podatak koji je najčešće već definiran u drugim tablicama (npr. šifra zaposlenika, dobavljača, dijela, itd.). Klikom miša na povećalo sustav otvara prozor u kojem se odabire tražena vrijednost.
- **Polja označena crvenom zvjezdicom** – Ključna polja sustava koja se moraju popuniti.

- **Polja označena plavom točkicom** – Plava točkica pored polja označava hipervezu. Dvostrukim klikom miša na vrijednost u polju, sustav otvara novi prozor i prikazuje detaljne informacije o upisanoj vrijednosti. Ovim je poljima omogućeno brže kretanje kroz sustav i prelazak između različitih modula.
- **Sivo osjenčano polje** – Pregledno polje u kojem nije dozvoljeno nikakvo ažuriranje podataka već samo pregled istih.

5.2.1.3 Info traka

Sustav pomoću info trake na vrhu prozora prikazuje poruke o greškama ili opcijama koje je potrebno razmotriti nakon poduzimanja određene aktivnosti (Slika 27.).



Slika 27. Prikaz obavijesti putem info trake

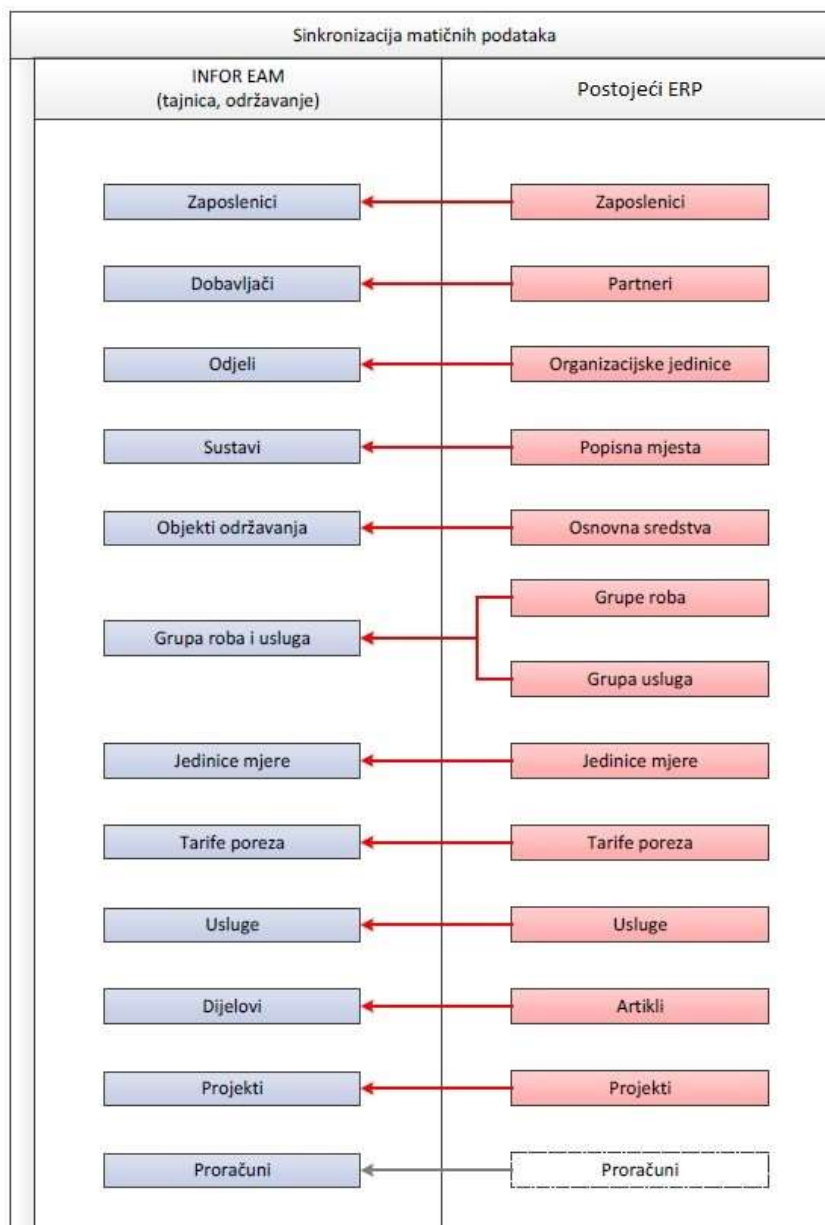
Traka s porukom može sadržavati neku od sljedećih vrsta poruka:

- **Greška** – Upućuje na grešku (npr. zahtjev za nabavu mora sadržavati stavke ili zapis je promijenjen od strane drugog korisnika),
- **Upozorenje** – Upozorava korisnika o nadolazećoj aktivnosti (npr. istjecanje zaporke ili izmjena postojećeg zapisa),
- **Pitanje** – Zahtijeva od korisnika odabir opcije prije poduzimanja određene aktivnosti (npr. unesi razlog odbijanja prije neodobrenja zahtjeva za nabavu ili zahtjeva za rad),
- **Uspjeh** – Ukazuje na uspješno izvršenu aktivnost (npr. klikom na Predaj, uspješno ste kreirali zahtjev za nabavu),
- **Informacija** – Prikazuje informativni tekst koji nije posljedica korisničke aktivnosti (npr. sistemska poruka).

5.2.2 Integracija s postojećim ERP sustavom

Na Fakultetu se također koristi i informacijski sustav (ERP) za vođenje poslova nabave te vođenja računovodstva. Budući da je navedeni sustav korišten kroz godine, u njemu su već definirani određeni šifarnici (matični podaci) poput zaposlenika, organizacijskih jedinica, roba

i usluga, osnovnih sredstava, itd. Tijekom implementacije sustava Infor EAM osigurano je korištenje matičnih podataka koji se nalaze u bazi postojećeg informacijskog sustava te je na taj način osigurana konzistentnost postojećih podataka. Također je s postojećim informacijskim sustavom osigurana kontinuirana sinkronizacija svih potrebnih podataka u Infor EAM (Slika 28.).



Slika 28. Sinkronizacija matičnih podataka između Infor EAM-a i postojećeg ERP sustava

Iz postojećeg ERP sustava preuzimaju se podaci o zaposlenicima, organizacijskim jedinicama, osnovnim sredstvima, itd. Važno je naglasiti da se pritom zadržavaju sve postojeće podjele, hijerarhije i nazivlje, kako bi se korisnici sustava Infor EAM jednostavno snalazili prema šiframa i nazivljima s kojima su se već susretali.

5.2.3 Korisnici informacijskog sustava

Kako se Infor EAM prvenstveno koristi kao podrška upravljanju poslovima održavanja, kao logičan korisnik sustava nameće se voditelj službe održavanja. Uz njega su kao korisnice postavljene tajnice svakog od zavoda Fsb-a kako bi mogle prijavljivati eventualne kvarove na vlastitom zavodu te kroz sustav slati zahtjevnice za nabavom materijala i usluga u postojeći ERP sustav.

Korisnici su podijeljeni u dvije korisničke grupe, *Održavanje* i *Tajnice*. Svakoj od korisničkih grupa sustav je posebno prilagođen pomoću dodavanja i uklanjanja različitih modula sustava Infor EAM prema opsegu poslova koje korisnici trebaju pratiti kroz sustav.

Na razini korisničkih grupa postavljeni su zaštitni filtri prema odjelu kojem pripada korisnik, na način da nije dozvoljen pregled i ažuriranje podataka u odjelima kojima trenutno spojeni korisnik ne pripada. Time je osigurano da svaka od tajnica zavoda ima pristup samo podacima koje se tiču njihovih zavoda, što uvelike olakšava snalaženje među većom količinom podataka koji im nisu relevantni.

5.2.4 Objekti održavanja

U sklopu sinkronizacije matičnih podataka iz ERP sustava, u Infor EAM je preuzeto ukupno 62 266 objekata održavanja. Objekti su podijeljeni na komponente, njih 61 473, i na sustave na koje otpada preostalih 793 objekata održavanja.

Objektom održavanja u sustavu se smatra svaki zapis za koji se mogu bilježiti informacije, spremati dokumenti i kreirati radni nalozi. Mogu se dodatno dijeliti na Sustave, Pozicije i Komponente.

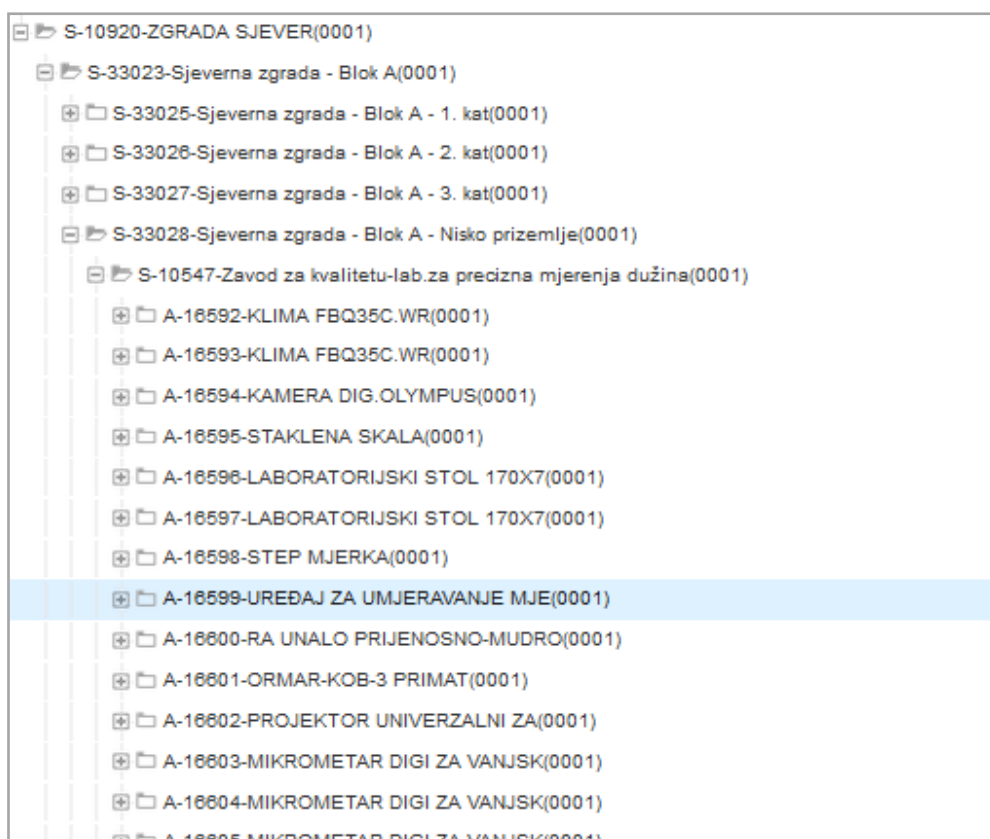
Sustavi su skup pozicija i/ili komponenata koje zajedno funkcioniraju u cjelini i ako je jedan objekt sustava u kvaru onda to utječe i na ostale objekte unutar sustava. Primjerice, ako je potrebno popraviti vodovodne instalacije u nekoj učionici, najčešće će trebati isključiti glavni ventil na tom katu, pa bi tom logikom sve učionice na katu bile dio tog sustava – kata.

Pozicije predstavljaju funkcije koje obavljaju određene komponente, tzv. funkcijske lokacije. Primjerice projektor u učionici je funkcijska lokacija na kojoj se može nalaziti bilo koja fizička komponenta, odnosno projektor nekog proizvođača koji će obavljati funkciju reprodukcije zapisa na ploči.

Komponente su fizički objekti koji imaju svoju informaciju u vidu proizvođača, modela i serijskog broja opreme. Mogu se seliti s jedne funkcijske lokacije na drugu ako zadovoljavaju uvjete te funkcijske lokacije odnosno pozicije.

U komponente spada sva fizička imovina, stolice, stolovi, ormari, računala, knjige, itd., dok se u sustavima nalaze popisna mjesta i određene organizacijske cjeline poput zavoda, katedri, itd. Objekte održavanja bitno je adekvatno podijeliti na komponente i sustave radi kasnije analize i izvještavanja o događajima i troškovima na istima. Naime, komponenta može pripadati u više sustava, pa se shodno tome mogu analizirati podaci s više različitih pogleda ukoliko je hijerarhija objekata održavanja kvalitetno postavljena.

Komponente su podijeljene u odgovarajuću hijerarhiju unutar sustava na način da se mogu pratiti kroz dvije različite linije koje u konačnici završavaju na krovnom sustavu, Fakultetu Strojarstva i Brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu (Slika 29.).



Slika 29. Prikaz postavljene hijerarhije objekata održavanja u Infor EAM sustavu

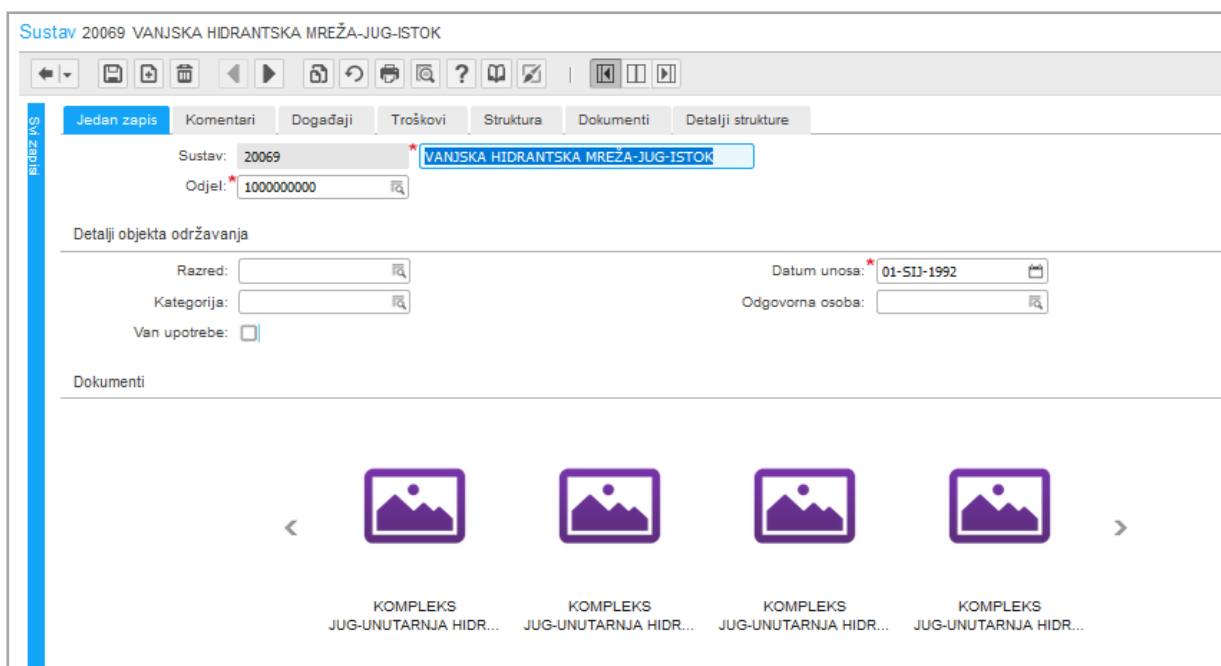
Prva linija hijerarhije je da se Fakultet strojarstva i brodogradnje kao krovni objekt prati preko katedra i njihovih pripadajućih zavoda. FSB je tako podijeljen na 13 zavoda koji su dalje raspisani na pripadajuće katedre i laboratorije kojima pripada određena oprema poput alata, strojeva, stolica, projektoru...

Druga linija hijerarhije odnosi se pak na fizički smještaj pojedine opreme na lokaciji fakulteta. Isti uređaj, npr. Uređaj za umjeravanje mjera, u ovom slučaju prati se na način da se on nalazi

u Laboratoriju za precizna mjerenja dužina, koji se nalazi u niskom prizemlju bloka A sjeverne zgrade.

Na taj se način osigurava praćenje i analiza troškova prema katedrama, kao i prema zgradama, te postaje jednostavno uočiti slučajeve kada troškovi održavanja instalacija neke zgrade značajno odstupaju od ostalih. Katedrama je jednako bitno pratiti troškove održavanja opreme kako bi pravovremeno zamijenili dotrajalu i time smanjili troškove održavanja iste.

Infor EAM korisnicima omogućava vezanje bitnih informacija uz svaki objekt održavanja, bilo to kroz komentare ili kroz priložene dokumente. Tako pohranjenu dokumentaciju je jednostavno pronaći u sustavu i pristupiti joj u svakom trenu (Slika 30.).



Slika 30. Prikaz mogućnosti prilaganja dokumenata uz objekte održavanja

Klikom miša na odabrani dokument, sustav u novom prozoru otvara isti u svrhu pregleda.



Slika 31. Prikaz odabranog dokumenta uz objekte održavanja

Na ovaj se način uz objekte mogu priložiti razni dokumenti poput primjerice lokacijskih i građevinskih dozvola za zgrade fakulteta, ili pak proizvođačeva dokumentacija i upute za održavanje nekog stroja (Slika 31.).

Uz svaki objekt moguće je kroz ostale kartice vidjeti povijest aktivnosti održavanja po tom objektu kao i njihove popratne informacije poput troškova određenih vanjskih usluga ili materijala. U kartici *Događaji* prikazani su svi događaji, odnosno radni nalozi koji su provedeni po tom objektu. Uz broj radnog naloga prikazana je i njegova vrsta te datum kada su radovi izvođeni (Slika 32.).

Sustav 20069 VANJSKA HIDRANTSKA MREŽA-JUG-ISTOK

◀ ▶ ↺ ⌂ 🔍 ? 📖 📄 | 🖨️ 📱 📧

Jedan zapis | Komentari | **Događaji *** | Troškovi | Struktura | Dokumenti | Detalji strukture

Zatvoreni RN Uredi

Događaj	Organizacija	Vrsta	Datum završetka	Objekt održavanja	Šifra problema	Šifra kvara	Šifra
(A) 41670	(A) 0001	(A) Preventivno održavanje	05-PRO-2016 14:52	20069	(A)	(A)	(A)

Slika 32. Pregled radnih naloga po objektu održavanja

U kartici *Troškovi* prikazani su troškovi po radnim nalogima koji se zatim dalje koriste u analizi i izvještavanju troškova s obzirom na objekte održavanja na kojima su nastali.

U kartici *Mjerila* unose se mjerene veličine, npr. sati rada opreme ili uređaja, koje se koriste za preventivno održavanje u slučaju kada se isto ne provodi po vremenski zadanim periodima već prema satima rada opreme. Mjerila se također mogu koristiti za razne analize opreme poput srednjih vremena kvarova ili srednjih vremena između popravaka (Slika 33).

Komponenta 20101 DIZALO U SJEVERNOJ ZGRADI

JM	Opis	Ukupna iskorištenost	Korištenje od ugradnje	Korištenje od zadnjeg RN
(A) SAT	(A) SAT	= 10.456	= 16.996	= 10.456

Slika 33. Prikaz unesenih sati rada

Očitavanja mjerila se unose na kartici *Mjerila* pozivom izbornika **Akcije** i odabirom vrijednosti **Unesi očitavanje mjerila**. U skočnom izborniku potrebno je odabrati **Datum očitavanja** i unijeti **Vrijednost** te pritisnuti na tipku **Predaj** nakon čega sustav sprema novu vrijednost očitavanja (Slika 34.).

Dodaj očitavanje mjerila

Odaberi vrstu unosa i unesi datum i vrijednost očitavanja mjerila

Očitavanje mjerila

Vrsta unosa: **Očitavanje**

Datum/vrijeme: 06-PRO-2020 08:52

Vrijednost:

Radni nalog:

Povezan radni nalog:

Predaj Odustani

Slika 34. Prikaz unosa očitavanja mjerila (sati rada opreme ili uređaja)

5.2.5 Radni nalozi

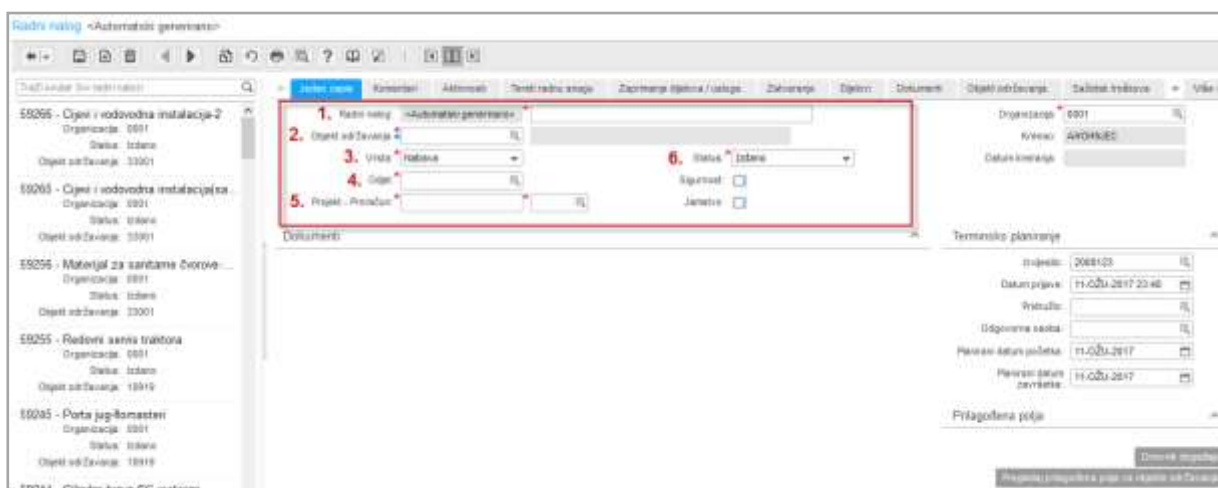
Radni nalog je temeljni dokument koji na sebi nosi informaciju o tome tko je u kojem razdoblju provodio određene aktivnosti i s kojim ciljem. On je nositelj informacija o svim događajima, bilo da se radi o otklanjanju kvara, aktivnostima preventivnog održavanja ili naručivanja određenog materijala odnosno usluge, troškovima naručenih usluga, itd.

5.2.5.1 Unos zaglavlja radnog naloga

U zaglavlju radnog naloga zapisane su sve bitne informacije koje definiraju radni nalog. Za otvaranje novog radnog naloga potrebno je otvoriti modul *Radni nalozi* koji se nalazi u izborniku *Posao*.

Sustav otvara formu *Radni nalozi* i prikazuje podijeljeni prikaz odabranog zapisa. Na lijevoj strani zaslona nalazi se popis svih radnih naloga, dok je s desne strane detaljni prikaz pojedinosti o odabranom radnom nalogu.

Pritiskom na tipku  - Novi zapis sustav unosi novi zapis i prikazuje stranicu *Jedan zapis*.



Slika 35. Definiranje zaglavlja modula Radni nalozi

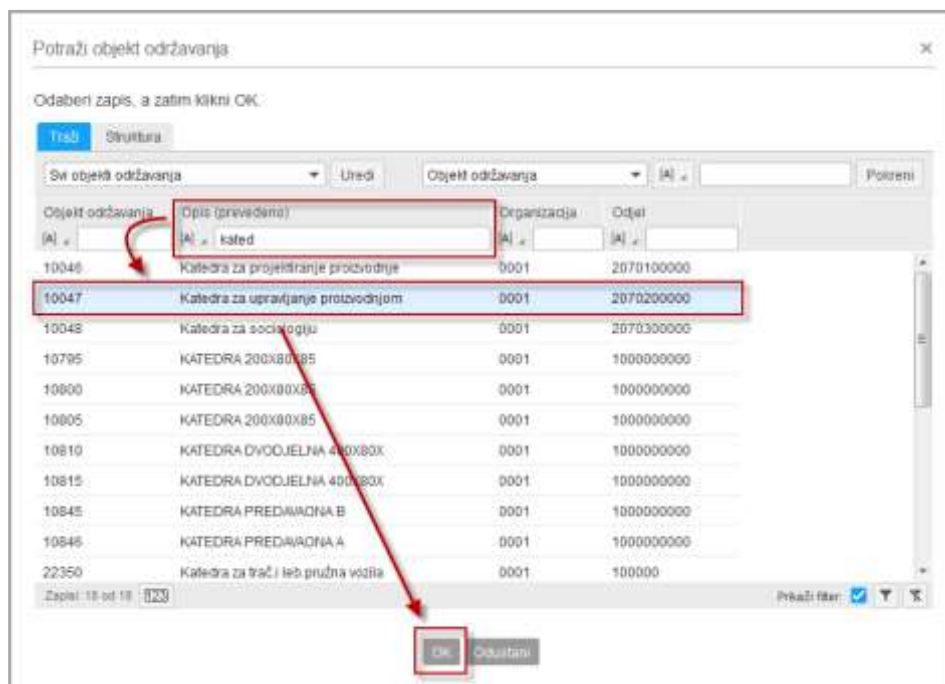
Za definiranje zaglavlja radnog naloga potrebno je popuniti polja (Slika 35.):

1. **Radni nalog** – Unosi se opis posla koji se izvodi u odgovarajuće polje.
2. **Objekt održavanja** – Odabire se objekt održavanja na kojem se izvode radovi pozivanjem padajućeg izbornika klikom miša na povećalo u desnom kutu polja.

Objekt održavanja: 

Sustav otvara novi prozor u kojem se odabire objekt održavanja. Objekti se pretražuju po opisu pa je u polju iznad stupca s opisom potrebno upisati dio riječi po kojoj se želi pretraživati (npr. ako se traži katedra za upravljanje proizvodnjom, upisati će se dio jedne od riječi, recimo 'kated' i pritisnuti tipka F8 da sustav filtrira po toj vrijednosti).

Objekt se odabire dvostrukim klikom na željenu vrijednost, ili jednostrukim klikom da se vrijednost osjenča plavom bojom i pritiskom na tipku OK (Slika 36.).



Slika 36. Odabir objekta održavanja na RN

Nakon odabira objekta, sustav automatski popunjava sivo polje s **Opisom objekta održavanja**.

3. **Vrsta** – Vrsta radnog naloga se automatski postavlja na Nabava.
Održavatelji moraju promijeniti vrstu RN iz Nabava u Kvar.
4. **Odjel** – Odjel se automatski popunjava prema odabranom objektu održavanja.
5. **Projekt – Proračun** – Odabire se projekt odnosno proračun s kojeg se skida iznos za nabavu potrebnih stvari. Za pretraživanje dostupnih proračuna potrebno je pozvati prozor na ikonu povećala u desnom kutu polja.
6. **Status** – Status radnog naloga se automatski postavlja na Izdano.

Terminsko planiranje:

7. **Izvijestio** – Odabire se zaposlenik koji zahtijeva izvršenje aktivnosti.
8. **Datum prijave** – Unosi se datum prijave RN (ako se razlikuje od trenutnog datuma).
9. **Pridružio** – Sustav automatski unosi osobu koja je kreirala radni nalog.
10. **Odgovorna osoba** – Unosi se odgovorna osoba za radni nalog.
11. **Planirani datum početka i Planirani datum završetka** – Unose se planirani datumi početka i završetka radnog naloga.

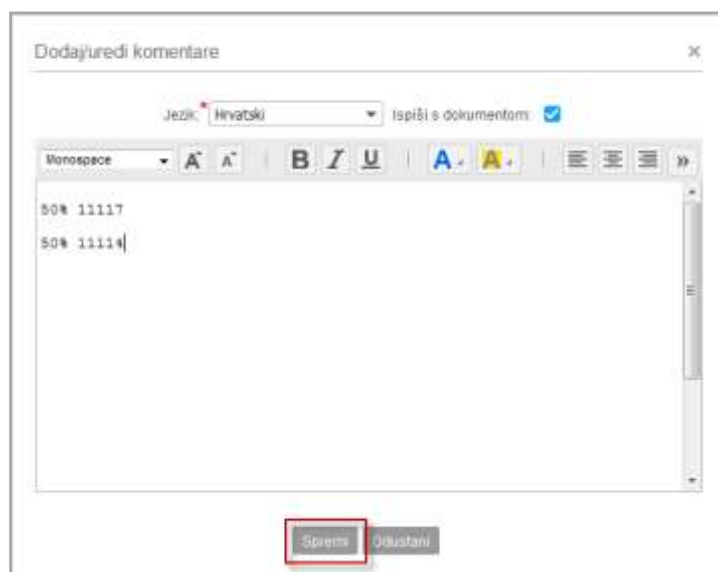
5.2.5.2 Komentari

U kartici *Komentari* unose se napomene i bitne informacije koje želimo zabilježiti uz radni nalog. Za unos komentara potrebno je otvoriti karticu *Komentari*.

Klikom na tipku  - **Dodaj komentar**, sustav otvara novi prozor *Dodaj/uredi komentare* u skladu s mogućnostima HTML preglednika. Za uređivanje postojećeg komentara potrebno je dvostrukim klikom na tekst komentara otvoriti prozor *Dodaj/Uredi komentare* (Slika 37.).

U zaglavlju editora iznad alatne trake nalazi se kućica s opcijom **Ispiši s dokumentom**, čijim se odabirom komentar ispisuje na pridruženom izvješću.

Po završetku komentara pritiskom na tipku **Spremi** sustav sprema komentar.



Slika 37. Prikaz unosa komentara na RN

5.2.5.3 Definiranje aktivnosti radnog naloga

Za definiranje aktivnosti radnog naloga potrebno je pozvati karticu *Aktivnosti* unutar modula *Radni nalozi* klikom miša na istu.

Slika 38. Definiranje aktivnosti radnog naloga

Klikom na tipku  - **Dodaj aktivnost** sustav unosi novi zapis i automatski popunjava polje **Aktivnost** sa sljedećim raspoloživim brojem stavke (Slika 38.).

Kratki opis dostupnih polja u kartici *Aktivnosti*:

1. **Vrsta aktivnosti** – Pozivom izbornika odabire se jedna od vrijednosti, **MAT** - **materijal** ili **USL** - **usluga** ovisno o stavci koja se naručuje.
Održavatelji odabiru vrijednost **ACT** – **Aktivnosti vlastite radne snage**.
2. **Opis aktivnosti/Materijala/Usluge** – Unosi se kratki opis materijala/usluge/aktivnosti koja se naručuje ili izvodi.
3. **Šifra dijela** – Polje popunjava služba nabave sa šifrom materijala odnosno usluge.
4. **Količina** – Unosi se količina materijala/usluge koju je potrebno naručiti. Kod unosa materijala u dodatnom polju potrebno je odabrati jedinicu nabave (komad, paket, itd.).
5. **Aktivnost** – Sustav automatski dodjeljuje brojeve (10, 20, 40, ...) kod kreiranja nove aktivnosti.
6. **Struka** – Polje je automatski popunjeno i predefiniрано s *. Označava struku koja izvodi radove. Prema potrebi može se promijeniti u odgovarajuću struku.

Preostala polja:

7. **Šifra usluge** – Unosi se šifra materijala/usluge prema šifrarniku iz ERP sustava. Polje nije obavezno popunjavati, te će odgovarajuće šifre biti dodijeljene naknadno od strane službe nabave.
8. **Datum početka** i **Datum završetka** – Prema potrebi mogu se promijeniti datumi početka i završetka aktivnosti.

Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Aktivnosti*. Za brisanje aktivnosti iz radnog naloga potrebno je odabrati aktivnost da se osjenča plavom bojom, te kliknuti na tipku  - **Izbriši aktivnost**. Sustav briše zapis i ažurira stranicu *Aktivnosti*.

5.2.5.4 Terećenje radne snage

Za terećenje radne snage na radne naloge potrebno je unutar modula *Radni nalozi* za željeni radni nalog pozvati karticu *Tereti radnu snagu*.

Slika 39. Prikaz terećenja radne snage na RN

Klikom na tipku  - **Dodaj radnu snagu** sustav unosi novi zapis (Slika 39.). U polju *Aktivnost* potrebno je odabrati aktivnost za koju želimo teretiti radnu snagu. Za terećenje radne snage koriste se polja:

1. **Zaposlenik** – Pozivom izbornika potrebno je odabrati zaposlenika koji je izvodio radove.

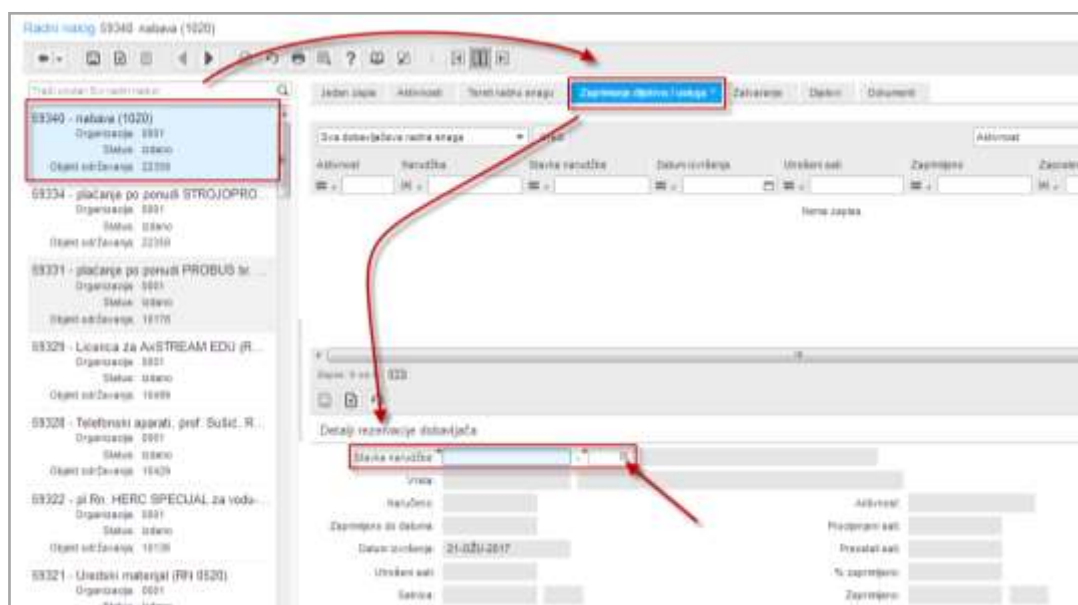
2. **Aktivnost** – Odabrati aktivnost za koju se terete sati radne snage. Moguće je odabrati samo aktivnosti koje nisu označene da ih izvodi vanjski izvođač.
3. **Odjel** – Odjel se automatski popunjava prema odabranom zaposleniku.
4. **Struka** – Sustav automatski popunjava polje sa zvjezdicom *.
5. **Datum izvršenja** – Unosi se datum izvođenja radova.
6. **Vrsta sati** – Odabire se jedna od sljedećih vrijednosti:
 - N – Normalno vrijeme.
 - O – Prekovremeno
7. **Utrošeni sati** – Unosi se broj sati utrošenih na izvođenje radova.
8. **Opis terećenja radne snage** – Unosi se opis terećenja radne snage

Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Tereti radnu snagu*.

5.2.5.5 Zaprimanje dijelova/usluga

U svrhu kasnije analize troškove održavanja po radnim nalogima, potrebno je na iste zaprimiti odgovarajuće vrijednosti dijelova i usluga. S ciljem jednostavnijeg pregleda obrađenih narudžbi od strane službe nabave, na početni zaslon dodan je inbox *Narudžbe za zaprimanje*. Dvostrukim klikom na njega sustav će otvoriti formu *Radni nalozi* i prikazati sve radne naloge koji su spremni za zaprimanje dijelova/usluga.

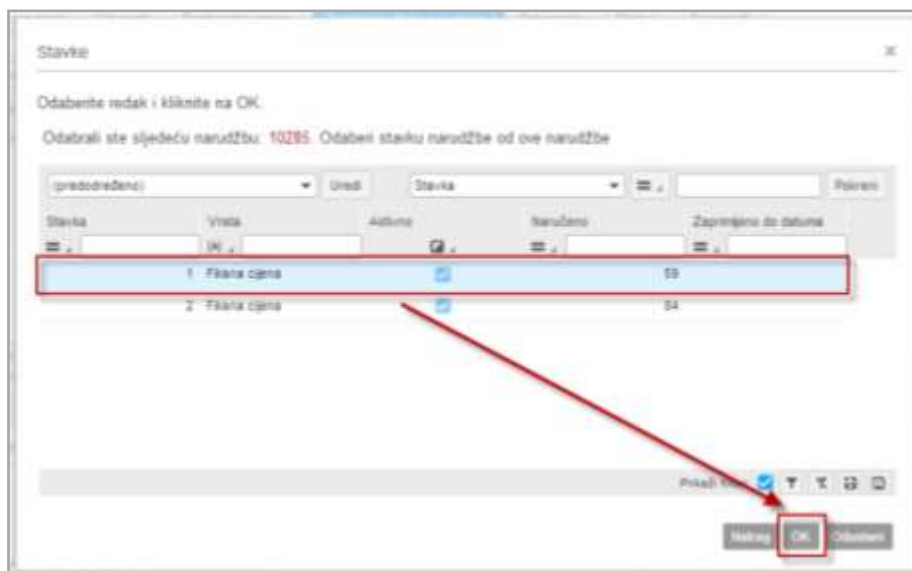
Za zaprimanje dijelova/usluga potrebno je otvoriti karticu *Zaprimanje dijelova/usluga* (Slika 40.).



Slika 40. Prikaz zaprimanja dijelova/usluga po radnim nalogima

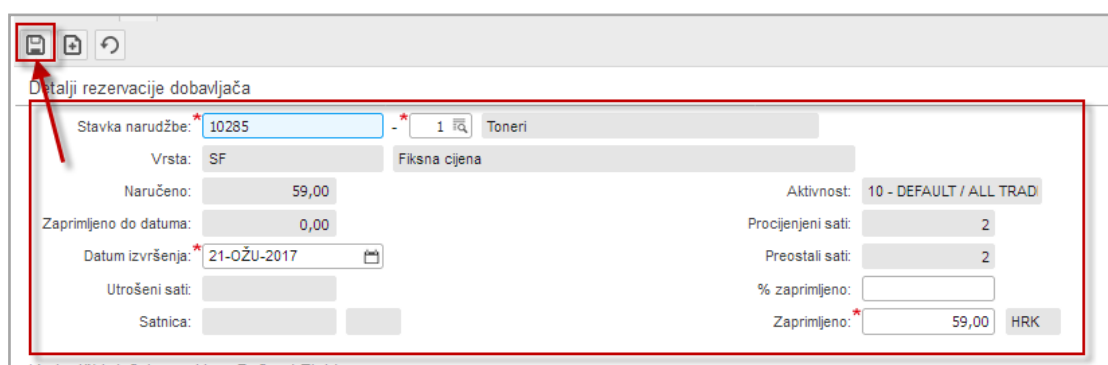
Klikom miša na povećalo u polju *Stavka narudžbe* sustav otvara novi prozor za odabir narudžbe i dijela/usluge za zaprimanje.

U ponuđenom izborniku potrebno je odabrati narudžbu i pritisnuti tipku OK nakon čega će se prikazati svi dijelovi/usluge na toj narudžbi. Dijelove i usluge potrebno je zaprimati jednu po jednu, dvostrukim klikom miša na željeni zapis (Slika 41.).



Slika 41. Odabir dijela/usluge koju se želi zaprimiti

Nakon odabira usluge sustav automatski vraća u karticu *Zaprimanje dijelova/usluga* i prikazuje detalje o odabranom dijelu ili usluzi. Automatski se popunjava polje *Zaprimljeno* s iznosom koji je unesen u ERP sustavu te je potrebno pritisnuti tipku  - **Predaj**, nakon čega sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Zaprimanje dijelova/usluga* (Slika 42.).



Slika 42. Definiranje pojedinosti o dijelu/usluzi koju se zaprima

5.2.5.6 Zaprimanje dodatnih troškova

Za zaprimanje dodatnih troškova potrebno je otvoriti karticu *Dodatni troškovi*.

Slika 43. Prikaz zaprimanja dodatnih troškova RN

Klikom na tipku  - **Dodaj dodatne troškove** sustav unosi novi zapis. Potrebno je u polju *Aktivnost* odabrati aktivnost za koju želimo teretiti dodatne troškove (Slika 43.). Sustav nudi sljedeća polja za zaprimanje dodatnih troškova:

1. **Aktivnost** – Odabire se aktivnost za koju se terete sati radne snage.
2. **Opis troška** – Unosi se opis troška.
3. **Vrsta troška** – Odabire se jedna od sljedećih vrijednosti:
 - Dio
 - Vlastita radna snaga
 - Radna snaga dobavljača
4. **Datum** – Unosi se datum izvođenja radova.
5. **Trošak** – Unosi se iznos troška.

Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Dodatni troškovi*.

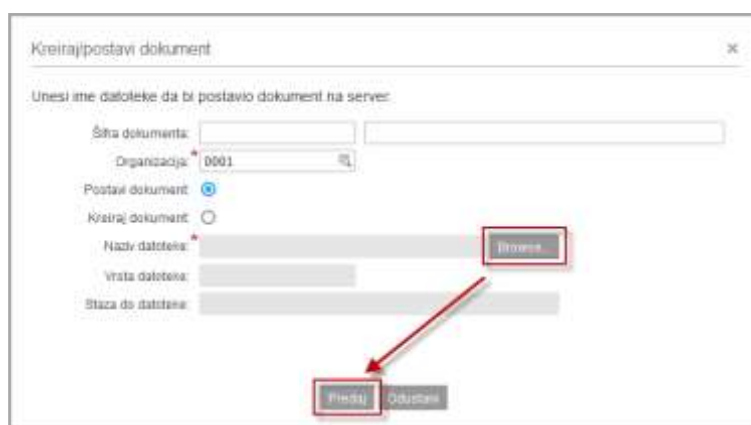
5.2.5.7 Dokumenti

U kartici *Dokumenti* uz radne naloge prilažu se bitni dokumenti poput uvjerenja o izvršenim ispitivanjima i slično. Za prilaganje dokumenata potrebno je otvoriti karticu *Dokumenti*. Klikom na **Kreiraj/postavi dokument** sustav otvara novi prozor (Slika 44.).



Slika 44. Prikaz postavljanja dokumenata uz RN

Za odabir dokumenta s računala odabire se tipka **Browse**. Sustav otvara novi prozor za pronalazak dokumenta na računalu (Slika 45.).



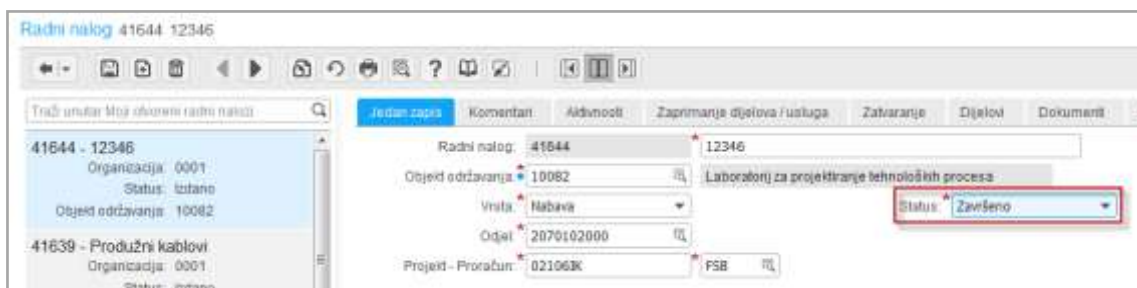
Slika 45. Definiranje pojedinosti o dokumentu koji se postavlja uz RN

U polju **Šifra dokumenta** dokumentu se u sustavu dodjeljuje naziv pod kojim ga želimo spremiti. U slučaju da polje ostane prazno, sustav će sam dodijeliti naziv i šifru dokumentu prema njegovom nazivu na računalu. Klikom na tipku **Predaj** dokument ostaje priložen uz zahtjevnici materijala.

5.2.5.8 Zatvaranje radnih naloga

Nakon što su sve aktivnosti održavanja predviđene radnim nalogom izvedene, preostalo je samo zatvoriti radni nalog. Za zatvaranje radnog naloga potrebno je odabrati radni nalog koji želimo zatvoriti i otvoriti karticu *Jedan zapis*.

Za zatvaranje radnog naloga potrebno je status radnog naloga promijeniti iz **Izdano** u **Završeno** i spremi promjene klikom na tipku . Sustav sprema zapis i sva polja postaju zaključana kako bi se onemogućilo mijenjanje vrijednosti na zatvorenim nalogima (Slika 46.).



Slika 46. Prikaz zatvaranja radnog naloga

U slučaju da je potrebno napraviti izmjene na radnom nalogu, isti se uvijek može vratiti u status **Izdano** u kojem su izmjene dozvoljene.

5.2.6 Planovi preventivnog održavanja

Kroz modul *Planovi PO*, sustav omogućava planiranje, praćenje i analizu aktivnosti preventivnog održavanja koje se planiraju za izvođenje u konstantnim intervalima.

Planovima preventivnog održavanja pristupa se preko glavnog izbornika, kroz izbornik *Posao* -> *Planovi PO*.

5.2.6.1 Definiranje zaglavlja plana PO

Za kreiranje novog plana preventivnog održavanja potrebno je otvoriti modul *Planovi PO* koji se nalazi u izborniku *Posao*. Sustav prikazuje podijeljeni prikaz forme *Planovi PO*, na lijevoj strani ekrana nalazi se popis svih planova PO, dok je s desne strane detaljni prikaz pojedinosti o odabranom planu. Za unos novog plana potrebno je pritisnuti tipku  - Novi zapis. Sustav unosi novi zapis i prikazuje stranicu *Jedan zapis* (Slika 47.).

Slika 47. Prikaz zaglavlja modula Planovi PO

Za definiranje zaglavlja plana preventivnog održavanja dostupna su sljedeća polja u sustavu:

1. **Plan PO**- Unosi se jedinstvena šifra plana PO i opis u odgovarajuće polje.
2. **Vrsta**- Odabire se vrsta plana PO kroz jednu od ponuđenih opcija:
 - **Fiksno** - Odabir izdavanja PO na osnovu fiksnog plana, npr., temeljeno na datumu ili očitavanju zadnjeg dospelog radnog naloga PO.
 - **Dupliciraj** - Odabir višestrukog izdavanja radnih naloga PO u isto vrijeme. Odabirom **Dupliciraj** za vrstu PO omogućava se odstupanje od pravila da objekt održavanja PO može imati otvoren samo jedan radni nalog PO.
 - **Varijabla** - Odabir izdavanja PO na osnovu kliznog plana, npr., na datumu ili očitavanju kada je posljednje PO dovršeno.
3. **Van upotrebe** – Odabire se ako se plan PO ne koristi te se tada neće pojavljivati u prozorima za pretraživanje.
4. **Vrsta RN** – Odabire se vrsta izdanog radnog naloga iz preventivnog održavanja.
5. **Trajanje** – Unosi se trajanje RN u danima
6. **Izvršiti svakih** – Unosi se vremenski interval do generiranja radnog naloga PO, a u susjednom polju odabire se jedinica mjere za interval PO. Jedinica mjere za interval PO mogu biti dani, tjedni, mjeseci, tromjesečja ili godine.

Opcionalno:

7. **Nadzor** – Unosi se nadzor za plan PO.
8. **Prioritet** - Odabire se prioritet plana PO. Ponuđeni prioriteti su 1 – Visok, 2 – Srednji, 3 – Nizak ili Svi prioriteti radnih naloga.

Nakon popunjavanja ključnih polja i definiranja periodike pregleda, pritiskom na tipku  sustav sprema zapis.

5.2.6.2 Komentari radnih naloga PO

Na planove preventivnog održavanja moguće je postaviti komentar koji će se ispisivati na svim radnim nalogima generiranim iz tog plana. Unos komentara jednak je kao za radne naloge.

5.2.6.3 Definiranje aktivnosti radnih naloga PO

Za definiranje aktivnosti radnih naloga PO potrebno je pozvati karticu *Aktivnosti* unutar modula *Planovi PO* (Slika 48.).

Slika 48. Definiranje aktivnosti plana PO

Klikom na tipku  **-Dodaj aktivnost** sustav unosi novi zapis i automatski popunjava polje **Aktivnost** sa sljedećim raspoloživim brojem stavke, te polja **Potrebno ljudi**, **Početak** i **Trajanje** s predodređenom vrijednosti 1.

Kratki opis dostupnih polja u kartici *Aktivnosti*:

1. **Bilješka** – Unosi se naziv aktivnosti.
2. **Aktivnost** – Unosi se jedinstvena šifra aktivnosti. Ako se ne unese broj od strane korisnika, sustav ga unosi sam, počevši s 10 i povećavanjem broja svake sljedeće aktivnosti za 10.
3. **Struka** – Unosi se struka koja će izvoditi aktivnost ili se odabire vrijednost * - Sve struke.
4. **Zadatak** – Unosi se šifra zadatka za ovu aktivnost.
5. **Procijenjeni sati** – Unosi se broj procijenjenih sati potrebnih za ovu aktivnost.
6. **Potrebno ljudi** – Unosi se broj potrebnih ljudi za dovršavanje aktivnosti.

7. **Početak** – Unosi se vrijednost 1 ako aktivnost počinje isti dan kada počinje i radni nalog. Unosi se vrijednost 2 ako aktivnost počinje dan iza početka radnog naloga, itd.
8. **Trajanje** – Unosi se trajanje aktivnosti u danima.
9. **Radna snaga dobavljača** – Unosi se kvačica ako će navedenu aktivnost obaviti vanjski izvođač.

Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Aktivnosti*. Za brisanje aktivnosti iz plana PO potrebno je odabrati aktivnost da se osjenča plavom bojom, te kliknuti na tipku  - **Izbriši aktivnost**. Sustav briše zapis i ažurira stranicu *Aktivnosti*.

5.2.6.4 Definiranje objekata održavanja za planove PO

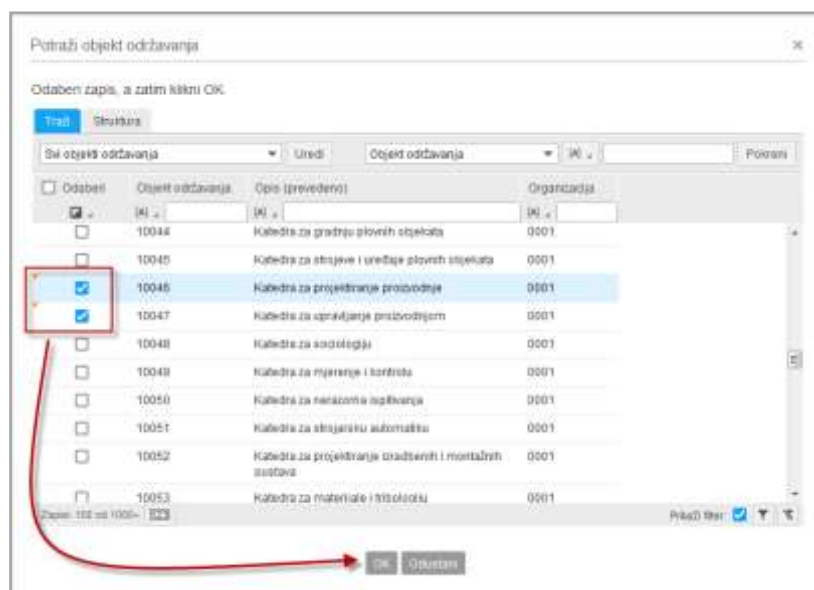
Za svaki plan preventivnog održavanja potrebno je definirati objekte koji će se u sklopu toga plana održavati. Za definiranje objekata održavanja potrebno je pozvati karticu *Objekt održavanja* na planu PO za kojeg se postavljaju objekti (Slika 49.).

Slika 49. Definiranje objekata održavanja plana PO

Klikom na tipku  - **Dodaj objekt održavanja** sustav unosi novi zapis i automatski popunjava polja **Organizacija (RN)**, **Odjel**, **Izvršiti svakih**.

Potrebno je još popuniti sljedeća polja:

1. **Objekt održavanja** – Klikom miša poziva se prozor za pretraživanje objekata održavanja. Odabire se objekt održavanja za koji se želi definirati plan PO te ga je potrebno potvrditi odabirom OK. Sustav automatski popunjava opis objekta održavanja, te polja **Odjel**, **Organizacija (RN)** (Slika 50.).



Slika 50. Odabir objekata održavanja za plan PO

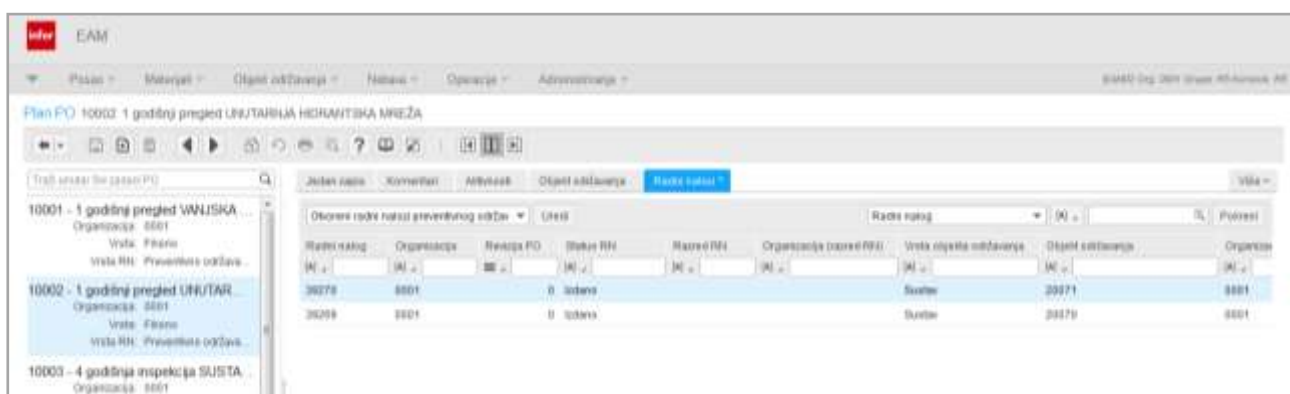
2. **Odjel** – Unosi se odjel radnog naloga.
3. **Ruta** – Unosi se ruta objekta održavanja PO. Definiranje ruta PO i objekata održavanja unutar ruta objašnjeno je kasnije u ovom poglavlju.
4. **Izvršiti svakih** – Unosi se vremenski interval do generiranja radnog naloga PO. Moguće je unijeti bilo koju vrijednost između 0 i 99 999 te je zatim potrebno još odabrati jedinicu mjere u susjednom polju. Jedinica mjere za period PO mogu biti dani, tjedni, mjeseci, tromjesečja ili godine.
5. **Datum dospijeca** – Unosi se datum dospijeca prvog radnog naloga.
Datum dospijeca može se mijenjati ukoliko u tom trenutku nema otvorenih radnih naloga za odabrani objekt održavanja. Prema datumu dospijeca može se mijenjati datum izdavanja (generiranja) radnog naloga.
6. **Odgovorna osoba** – Unosi se odgovorna osoba.
7. **Nadzor** – Unosi se nadzor za objekt održavanja.
8. **Interval mjerila** – Unosi se interval prvog očitavanja, tj. koliko je često potrebno izvršavati očitavanje, npr. 30 ako se očitavanje provodi svakih 30 dana. Također je potrebno unijeti jedinicu mjere za prvo očitavanje prema kojoj će se izdavati zahtjev za sljedećim očitanjem.
9. **Očitavanje mjerila** – Unosi se vrijednost očitavanja prvog mjerenja.

Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Objekt održavanja*. Za brisanje objekta održavanja iz plana PO, potrebno je odabrati objekt da se osjenča plavom

bojom, te kliknuti na tipku  - **Izbriši objekt održavanja**. Sustav briše zapis i ažurira stranicu *Objekt održavanja*.

5.2.6.5 Pregled radnih naloga po planovima PO

U sustavu ostaju zabilježeni svi radni nalozi sa svojim vezanim informacija. Time se omogućava na jednostavan način uvid u sve radne naloge koji su izvođeni prema određenim planovima PO. Za pregled tih naloga potrebno je u modulu *Planovi PO* otvoriti karticu *Radni nalozi* klikom na istu.

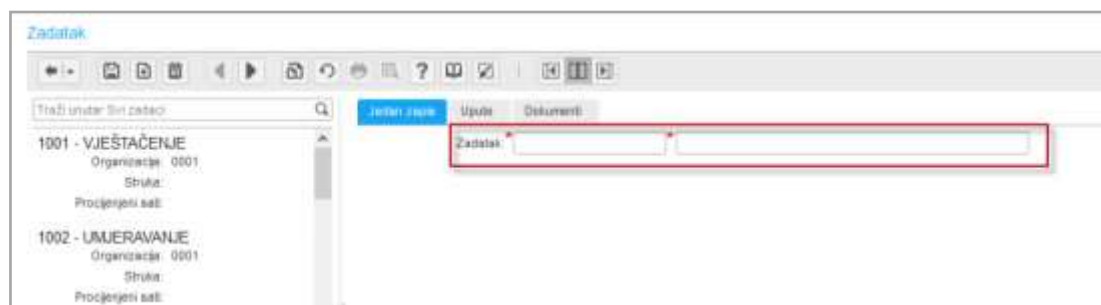


Slika 51. Pregled odrađenih RN po planu PO

Sustav prikazuje sve radne koji su generirani po tom planu preventivnog održavanja te omogućava pretraživanje i filtriranje naloga po ponuđenim poljima (Slika 51.).

5.2.6.6 Zadaci preventivnog održavanja

U modulu *Zadaci* definiraju se upute, zadaci, za planove preventivnog održavanja prema kojima će zaposlenici izvoditi određene aktivnosti održavanja. Za kreiranje novih zadataka potrebno je otvoriti modul *Zadaci* kroz izbornik *Posao*. Sustav prikazuje stranicu *Svi zapisi* i za unos novog plana potrebno je pritisnuti tipku  - **Novi zapis**. Sustav unosi novi zapis i prikazuje stranicu *Jedan zapis*.



Slika 52. Definiranje zaglavlja Zadatka

Za definiranje zadatka potrebno je u polju **Zadatak** unijeti jedinstvenu šifru zadatka i opis (Slika 52.). Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Zadaci*.

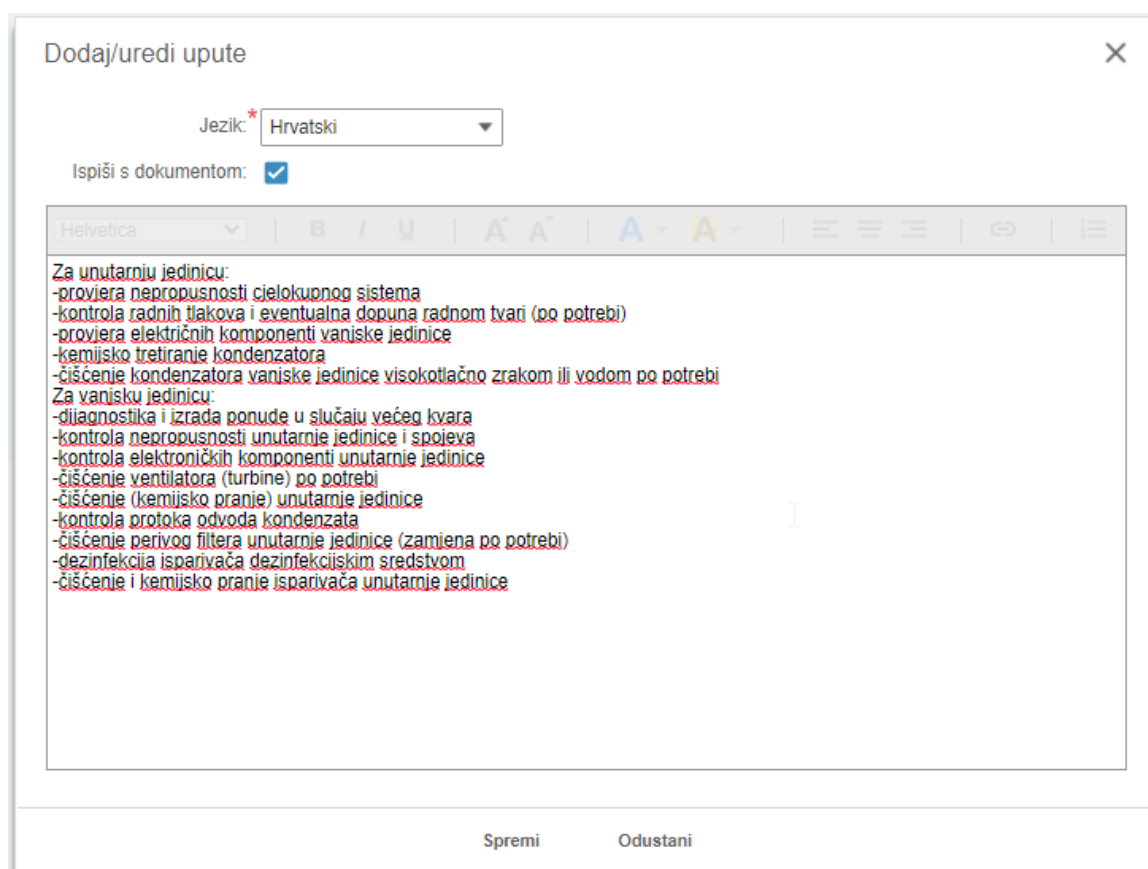
Sljedeći je korak definiranje upute za zadatak što se izvodi u kartici *Upute*. Postupak unosa upute jednak je onome za unos komentara.

Klikom na tipku  - **Dodaj upute**, sustav otvara novi prozor *Dodaj/uredi upute* u skladu s mogućnostima HTML preglednika. Za uređivanje postojeće upute potrebno je dvostrukim klikom na tekst komentara otvoriti prozor *Dodaj/Uredi upute* (Slika 53.).

Formatiranje uputa potrebno je isto kao i za komentare izvoditi preko alatne trake HTML editora. U zaglavlju editora iznad alatne trake nalazi se kućica s opcijom **Ispiši s dokumentom**, čijim se odabirom komentar ispisuje na pridruženom izvješću.

Po završetku upute pritiskom na tipku **Spremi** sustav sprema uputu.

Za brisanje upute koristi se tipka , dok se za pregled unosa promjena u uputama koristi tipka



Dodaj/uredi upute

Jezik: * Hrvatski

Ispiši s dokumentom: ☒

Helvetica

Za unutarnju jedinicu:

- provjera nepropusnosti cjelokupnog sistema
- kontrola radnih tlakova i eventualna dopuna radnom tvari (po potrebi)
- provjera električnih komponenti vanjske jedinice
- kemijsko tretiranje kondenzatora
- čišćenje kondenzatora vanjske jedinice visokotlačno zrakom ili vodom po potrebi

Za vanjsku jedinicu:

- dijagnostika i izrada ponude u slučaju većeg kvara
- kontrola nepropusnosti unutarnje jedinice i spojeva
- kontrola električnih komponenti unutarnje jedinice
- čišćenje ventilatora (turbine) po potrebi
- čišćenje (kemijsko pranje) unutarnje jedinice
- kontrola protoka odvoda kondenzata
- čišćenje prvog filtera unutarnje jedinice (zamjena po potrebi)
- dezinfekcija isparivača dezinfekcijskim sredstvom
- čišćenje i kemijsko pranje isparivača unutarnje jedinice

Spremi Odustani

Slika 53. Dodavanje upute uz zadatak

5.2.6.7 Ruta

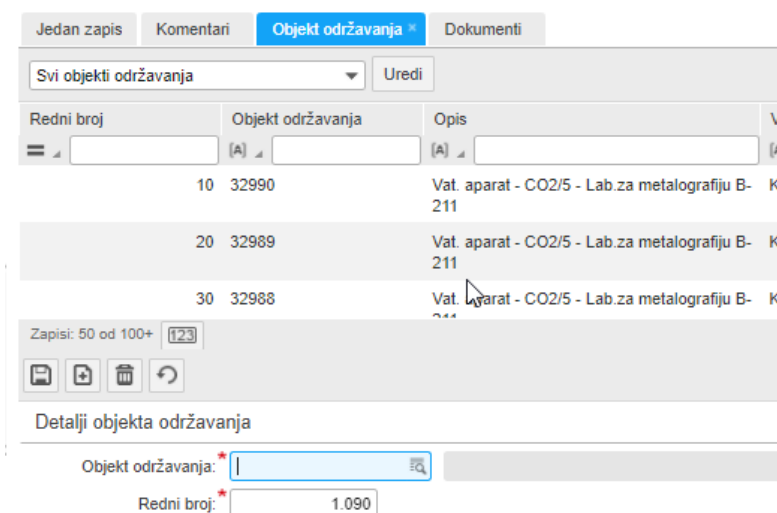
Rute u sustavu služe kao popis objekata održavanja koje je potrebno pregledati prema planu PO, a koriste se kod velikog broja objekata za pregled. Za kreiranje rute potrebno je otvoriti istoimeni modul u izborniku *Posao*. Sustav prikazuje stranicu *Svi zapisi* i za unos novog plana potrebno je pritisnuti tipku  - Novi zapis. Sustav unosi novi zapis i prikazuje stranicu *Jedan zapis* (Slika 54.).



Slika 54. Definiranje zaglavlja ruta

Zaglavlje rute definira se pomoću sljedećih polja:

1. **Ruta** – Unosi se jedinstvena šifra rute i opis u odgovarajuće polje.
2. Klikom na tipku , sustav sprema zapis.
3. Po potrebi se u kartici *Komentari* može ostaviti komentar na razini rute.
4. Potrebno je definirati sastavne objekte održavanja pojedine rute, za što je potrebno otvoriti karticu *Objekt održavanja*.



Redni broj	Objekt održavanja	Opis	V
10	32990	Vat. aparat - CO2/5 - Lab.za metalografiju B-211	K
20	32989	Vat. aparat - CO2/5 - Lab.za metalografiju B-211	K
30	32988	Vat. aparat - CO2/5 - Lab.za metalografiju B-211	K

Slika 55. Dodavanje objekata održavanja na rutu

5. Klikom na tipku  - **Dodaj objekt održavanja**, sustav unosi novi zapis. Sustav automatski popunjava polje **Redni broj** sa sljedećim brojem.

6. **Objekt održavanja** – Unosi se objekt održavanja koji se želi uključiti u rutu. Sustav automatski popunjava opis objekta održavanja, **Vrstu objekta održavanja** i **Organizaciju (objekta održavanja)**.

7. Klikom na tipku **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Objekti održavanja*.

Napomena: Za brisanje objekta održavanja iz rute, odaberite objekt, te kliknite na  - **Izbriši objekt održavanja**. Sustav briše zapis i ažurira stranicu *Objekt održavanja*.

5.2.6.8 Generiranje radnih naloga

Radni nalozi koji se trebaju izvoditi prema planu PO se u sustavu ne izdaju automatski, već ih je potrebno generirati. Generiranje naloga izvodi se kroz modul *Generiraj RN* koji se nalazi u izborniku *Posao*. Otvaranjem modula sustav prikazuje karticu *Parametri* u kojoj se postavljaju uvjeti prema kojima će sustav ponuditi naloge za generiranje (Slika 56.).

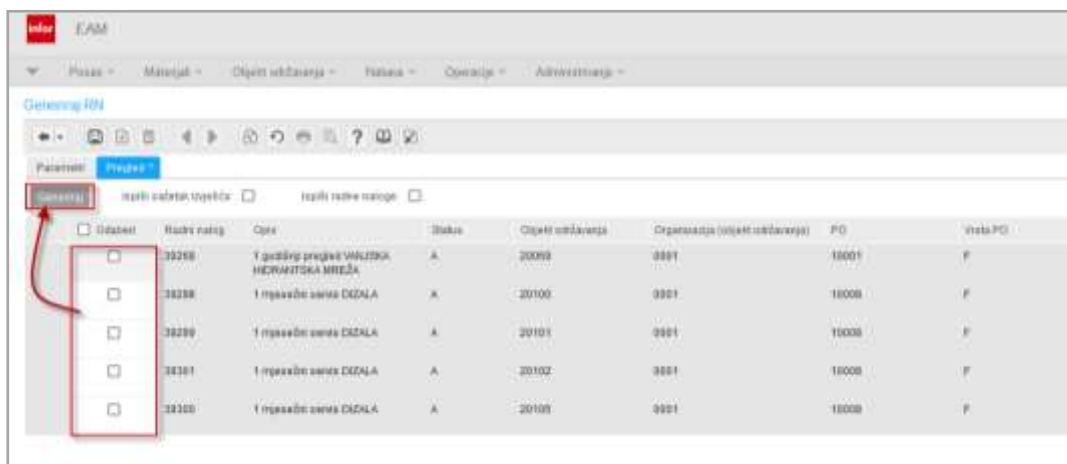
Slika 56. Odabir radnih naloga PO za generiranje

Kratki opis dostupnih polja:

1. **Generiraj do** – Unosi se datum do kojeg se želi proizvesti/generirati radne naloge.
2. **Nadzor, Objekt održavanja, Lokacija, Odgovorna osoba, PO, Vrsta RN**– Unosi se jedan ili više parametara prema kojima se želi generirati grupne radne naloge.
3. **Izdaj RN za fiksno/variabilno PO** – Odabire se opcija generiranja fiksnih, varijabilnih ili grupno planiranih radnih naloga PO.
4. **Generiraj RN za duplikate PO** – Odabir se opcije generiranja radnih naloga PO koji su vrste planiranja Duplikati.
5. **Ispisi sažetak izvješća** – Odabire se kod potrebe kratkog ispisa izvješća za sve generirane radne naloge nakon završetka postupka grupne obrade.
6. **Ispisi radne naloge** - Odabir se kod potrebe ispisa radnih naloga kreiranih/ažuriranih postupkom grupnog generiranja radnih naloga.

Klikom na tipku **Obradi** sustav prikazuje karticu *Pregled* s popisom svih radnih naloga koji odgovaraju odabranom kriteriju.

Stranica *Pregled* sadržava i postavke za polje **Ispiši radne naloge** sa stranice **Parametri**. Može se odabrati ili ukloniti odabir tog polja po potrebi (Slika 57.).



Slika 57. Generiranje radnih naloga PO

Parametar planirani datum početka radnog naloga mijenja se u modulu *Planovi PO*.

5.2.6.9 Postavljeni planovi preventivnog održavanja

U sustavu su u dogovoru s voditeljem službe održavanja postavljeni određeni planovi preventivnog održavanja koji su zakonom propisani kao nužni za pregled. Postavljeni su sljedeći planovi PO na temelju važeće zakonske regulative (Slika 58.):

- Godišnji pregled vanjske hidrantske mreže,
- Godišnji pregled unutarnje hidrantske mreže,
- Četverogodišnja inspekcija sustava zaštite od munje,
- Godišnji pregled sustava zaštite od munje (obavljaju ga vlastiti zaposlenici),
- Četverogodišnji pregled i ispitivanje sigurnosne panik rasvjete,
- Petogodišnje ispitivanje plinskih instalacija,
- Godišnji pregled i ispitivanje dizala,
- Mjesečni servis dizala,
- Godišnji pregled vatrogasnih aparata,
- Četverogodišnje ispitivanje elektro instalacija – Otpor izolacije električne instalacije,
- Četverogodišnje ispitivanje elektro instalacija – Direktni i indirektni napon dodira,
- Dvogodišnje ispitivanje uređaja za rad s povećanom opasnošću,
- Dvogodišnje ispitivanje radnog okoliša.

Plan PO	Opis	Organizacija	Vrsta	Vrsta RH	Trajanje	Datum prijave	Ispravljeni prilikom	JM Perioda
10001	1 godišnji pregled VANJSKA HIDRANTSKA MREŽA	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		1 Godinama
10002	1 godišnji pregled UNUTARNJA HIDRANTSKA MREŽA	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		1 Godinama
10003	4 godišnje inspekcije SUSTAV ZAŠTITE OD MUNJE	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		4 Godinama
10004	1 godišnji pregled SUSTAV ZAŠTITE OD MUNJE VLASTITI ZAPOSLENICI	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		1 Godinama
10005	4 godišnji pregled i ispitivanje SIGURNOSNE FANKE RASVJETE	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		4 Godinama
10006	5 godišnje ispitivanje PLINISKE INSTALACIJE	0001	Filano	Preventivno održavanje	5	19-SVI-2018		5 Godinama
10007	1 godišnji pregled i ispitivanje DIZALA	0001	Filano	Preventivno održavanje	10	19-SVI-2018		1 Godinama
10008	1 mjesečni servis DIZALA	0001	Filano	Preventivno održavanje	2	19-SVI-2018		1 Mjeseci
10009	1 godišnji pregled VATROGASNIH APARATA	0001	Filano	Preventivno održavanje	10	19-SVI-2018		1 Godinama
10010	4 godišnje ispitivanje električne instalacije-OTPOR IZOLACIJE ELEKTRIČNE INSTALACIJE	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		4 Godinama
10011	6 godišnje ispitivanje električne instalacije-DIREKTN I INDIREKTN NAPON ODODRA	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		6 Godinama
10012	24 mjesečno ispitivanje uređaja za rad s povećanom opterećenju (USPO)	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		2 Godinama
10013	24 mjesečno ispitivanje RADNOG OKOLIŠA	0001	Filano	Preventivno održavanje	30	19-SVI-2018		2 Godinama

Slika 58. Prikaz postavljenih planova PO u sustavu Infor EAM

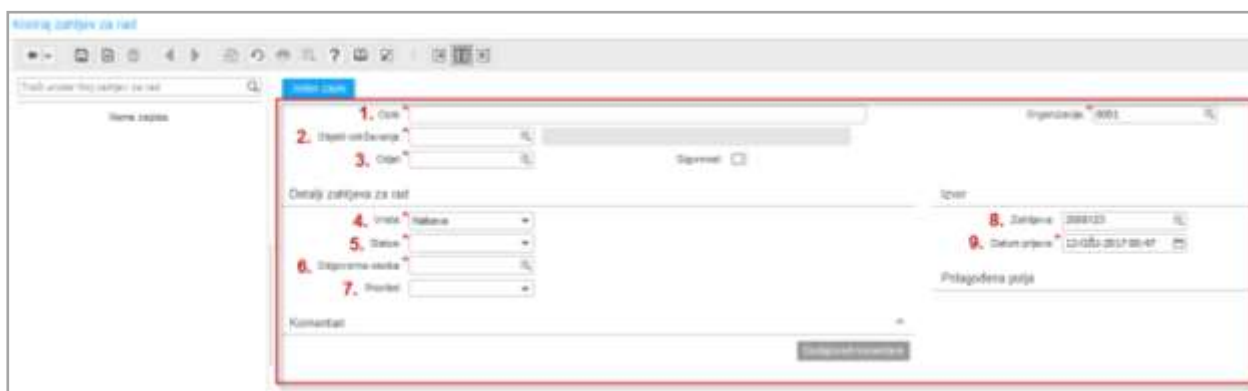
5.2.7 Zahtjevi za rad

Modul se koristi kod prijave kvarova, problema, poteškoća u radu s opremom na FSB-a, a koje otklanja Služba održavanja FSB-a. Zahtjeve za rad mogu prijaviti svi korisnici sustava, bitno je jedino prilikom prijave voditi računa na koga nasloviti zahtjev s ciljem otklanjanja kvara odnosno problema.

5.2.7.1 Kreiranje zahtjeva za rad

Za kreiranje zahtjeva za rad prvo je potrebno otvoriti modul preko izbornika *Posao*. Sustav prikazuje podijeljeni prikaz, na lijevoj strani ekrana nalazi se popis svih zahtjeva za rad, dok je s desne strane detaljni prikaz pojedinosti o odabranom zapisu. Sustav prikazuje formu *Zahtjevi za rad*, a za unos novog zahtjeva za rad potrebno je pritisnuti tipku  - Novi zapis.

Sustav automatski otvara formu *Jedan zapis* s praznim poljima spremnim za definiranje novog zahtjeva za rad (Slika 59.).



Slika 59. Prikaz zaglavlja modula Zahtjevi za rad

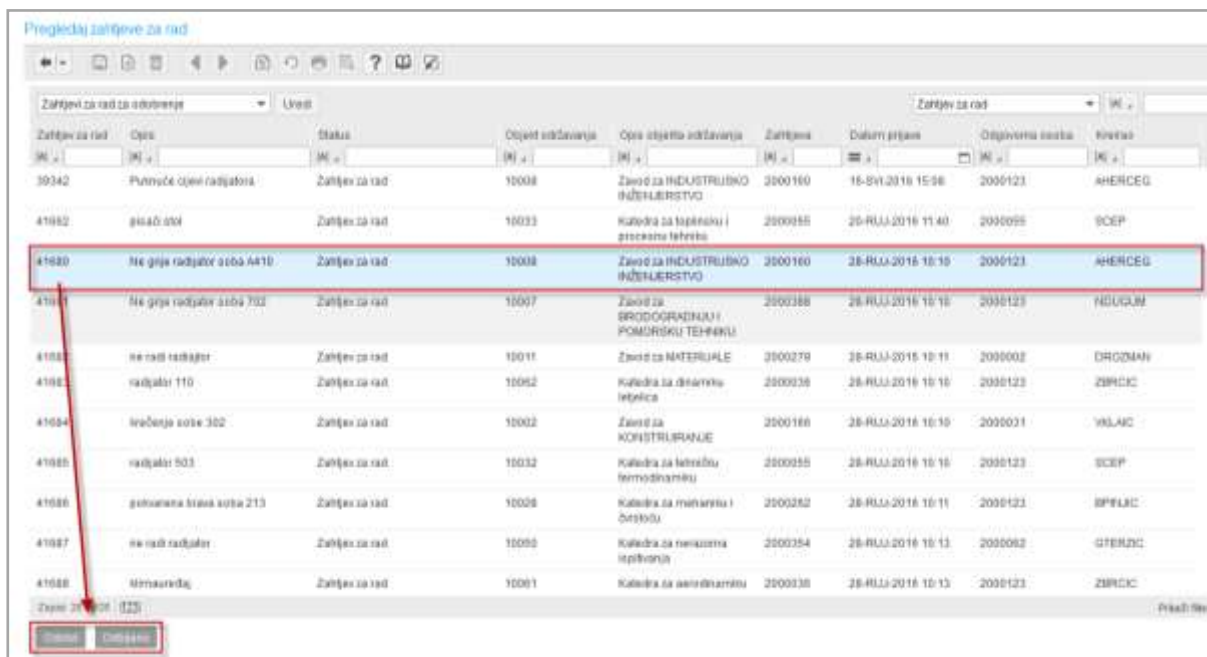
Sustav nudi sljedeća polja za popuniti kako bi se definirao zahtjev za rad:

1. **Opis** – Unosi se opis zahtjeva za rad.
2. **Objekt održavanja** – Odabire se objekt održavanja koji je potrebno popraviti.
3. **Odjel** – Sustav automatski popunjava polje prema prethodno odabranom **Objektu održavanja**.
4. **Vrsta** – Odabire se vrsta zahtjeva za rad - **Kvar**.
5. **Status** – Status se automatski postavlja na Zahtjev za rad.
6. **Odgovorna osoba** – Kako bi se zahtjev za rad dostavio službi održavanja, za odgovornu osobu potrebno je postaviti voditelja te iste službe.
7. **Prioritet** – Odabire se odgovarajući prioritet zahtjeva za rad prema sljedećim vrijednostima: 1 – Visok, 2 – Srednji ili 3 – Nizak.
8. **Zahtjeva** – Sustav automatski popunjava polje s šifrom osobe koja je kreirala zahtjev za rad.
9. **Dodaj/uredi komentar** – Unosi se dodatan komentar, npr. detaljniji opis i sve bitne informacije vezano za kvar ili problem koji je potrebno otkloniti.

Nakon popunjavanja polja i dodavanja komentara po potrebi, pritiskom na tipku  sustav sprema zapis i obavijest o kreiranom zahtjevu za rad pojavljuje se na zaslonu osobe koja je postavljena kao odgovorna osoba.

5.2.7.2 Odobravanje/odbijanje zahtjeva za rad

Za pregled zaprimljenih zahtjeva za rad potrebno je otvoriti formu *Pregledaj zahtjeve za rad* kojoj se pristupa preko izbornika *Posao*.



Slika 60. Odobravanje/odbijanje zahtjeva za rad

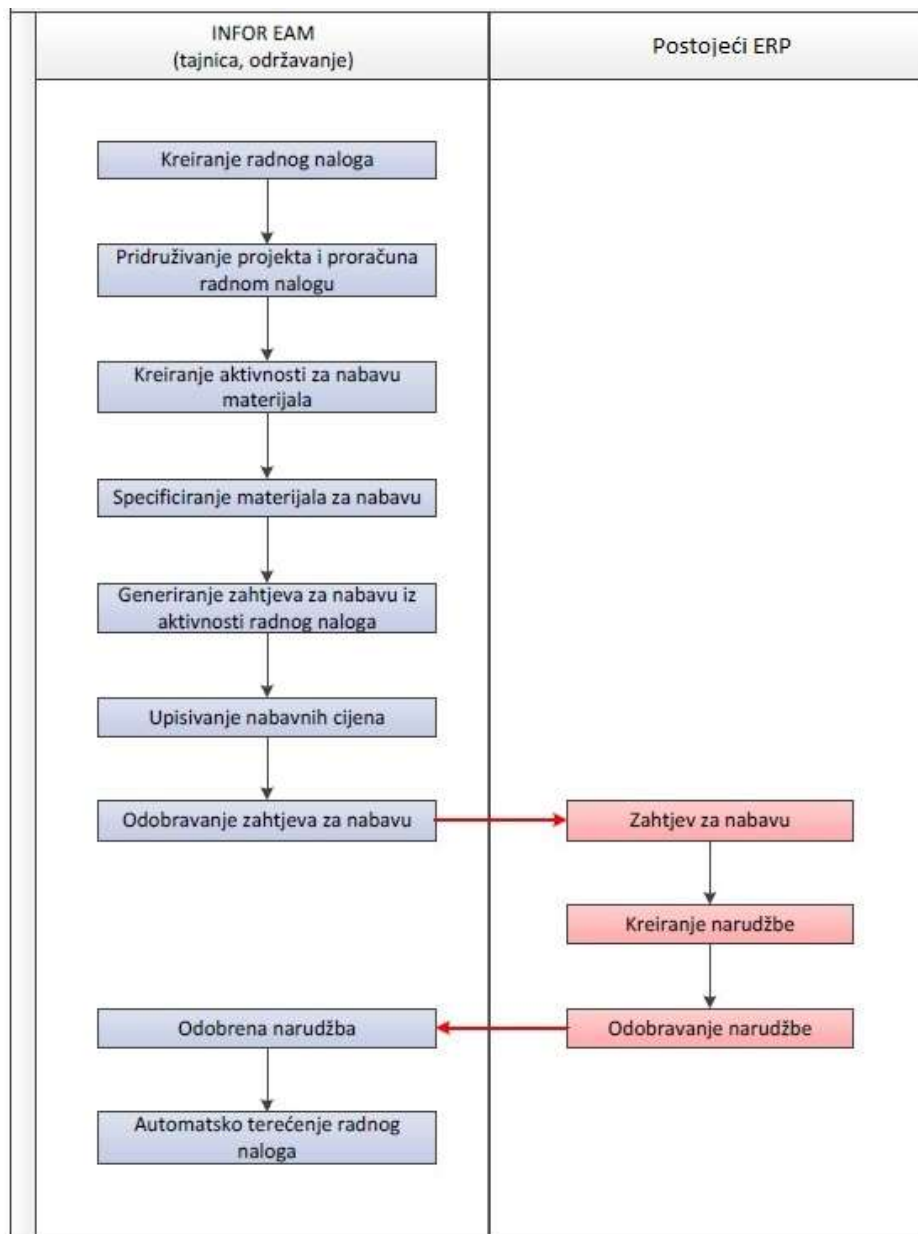
Za odobrenje ili odbijanje zahtjeva za rad potrebno je željeni zahtjev za rad označiti klikom na njega da se osjenča plavom bojom te zatim pritisnuti tipku **Odobri** ili **Odbijeno** (Slika 60.).

U slučaju odobrenja zahtjeva za rad isti postaje radni nalog te se dalje s njime postupa kao sa svakim radnim nalogom u sustavu.

U slučaju odbijanja zahtjeva za rad obavezan je upis komentara odnosno obrazloženja zbog čega se zahtjev za rad odbija (npr. već su poduzete aktivnosti otklanjanja kvara).

5.2.8 Zahtjevnice

Osim za evidenciju i praćenje poslova održavanja, Infor EAM se koristi i u svrhu zamjene dosadašnjih načela papirnatoг ispisivanja zahtjevnica za uslugama i materijalom koji se naručuje od strane pojedinih zavoda ili katedri.



Slika 61. Dijagram tijeka procesa nabave materijala

Prema dijagramu tijeka procesa nabave materijala (Slika 61.), tajnice na zavodima u Infor EAM-u kreiraju radne naloge i povezuju ih s odgovarajućim projektima (tzv. internim radnim nalogima nastavnika), te na njima specificiraju usluge i materijal koji naručuju. Preko radnog naloga u sustavu zatim kreiraju zahtjeve za nabavu, na koje se prenose specificirane stavke nabave koje je još preostalo povezati s odgovarajućim šiframa iz šifrnika nabave.

Odobranjem zahtjeva za nabavu, isti se automatski šalje u postojeći ERP sustav, a služba nabave na temelju njega kreira narudžbenicu, odobrava je i u skladu s njom pokreće postupak nabave materijala. Odobrena i finalizirana narudžba vraća se pritom u Infor EAM gdje se zatim trošak zaprima na radne naloge.

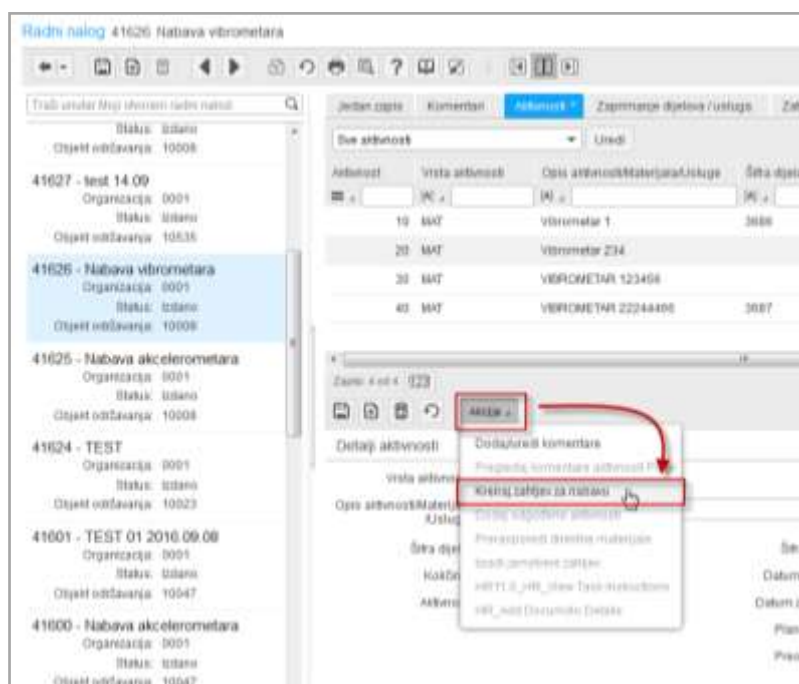
Budući da tajnice zavoda bez odgovarajućeg računovodstvenog znanja i poznavanja šifrnika nabave nisu u mogućnosti ispravno odabrati šifre pojedinih materijala, predviđeno je da se u zahtjeve za nabavu upisuju samo opis materijala ili usluge prema dobivenoj ponudi te se zahtjev kao takav šalje u postojeći ERP sustav gdje ga služba nabave dopunjava odgovarajućim šiframa. Uz zahtjev uvijek trebaju biti priložene ponude u PDF formatu kako bi se otklonile moguće greške prilikom unosa zapisa.

Kreiranje zahtjeva za nabavu na projektima koji nemaju odgovarajuća financijska sredstva pritom nije omogućeno.

5.2.8.1 Kreiranje zahtjevnice

Zahtjevnice se kreiraju iz kartice *Aktivnosti* modula *Radni nalozi*. Materijal i usluge koje se naručuju potrebno je dodavati redom kao zasebne aktivnosti vodeći pritom računa o pravilnom odaberu vrste aktivnosti kao **MAT** za materijal, odnosno **USL** za usluge.

Nakon unosa svih materijala i usluga koje se naručuju, potrebno je pozvati izbornik klikom na tipku **Akcije** i odabrati vrijednost **Kreiraj zahtjev za nabavu** (Slika 62.).



Slika 62. Kreiranje zahtjevnice kroz RN

Sustav otvara novi prozor za odabir materijala i usluga koje će biti na zahtjevnici (Slika 63.).

Slika 63. Odabir stavki zahtjevnice

Potrebno je popuniti polje **Zahtjeva** s odgovornom osobom za zahtjevnici i označiti sve stavke tako da se osjenčaju plavom bojom te pritisnuti na tipku **Kreiraj zahtjev za nabavu**.

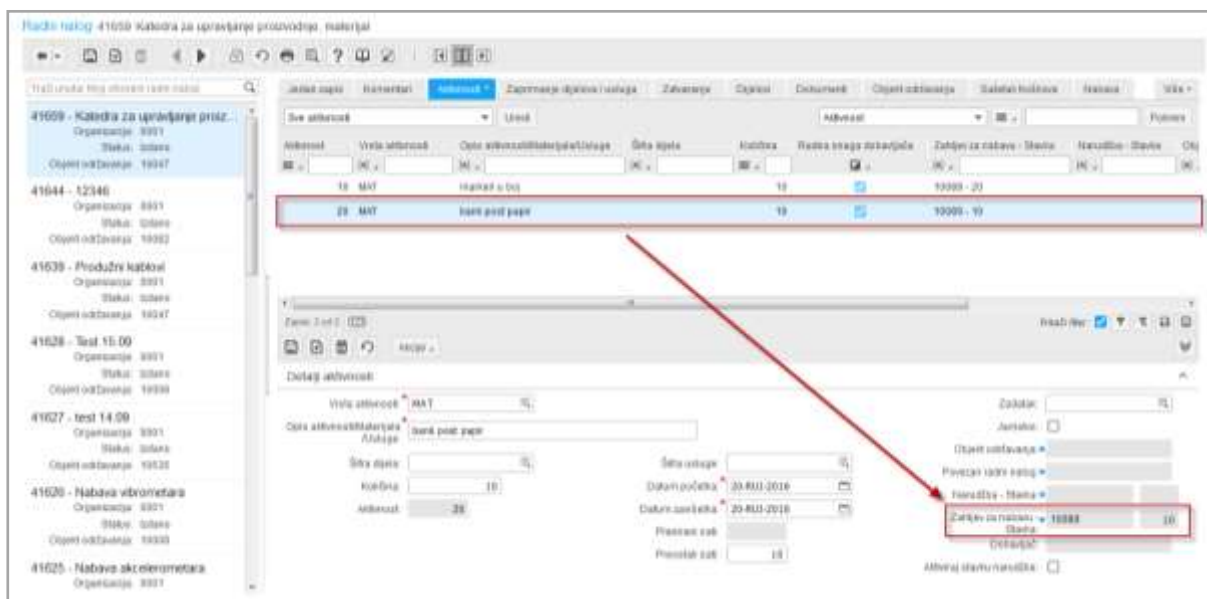
5.2.8.2 Način pristupa kreiranoj zahtjevnici

Kada je zahtjevnica kreirana preko aktivnosti na radnom nalogu, otvara se kroz modul *Zahtjevi za nabavu* koji se nalazi u izborniku *Nabava* u glavnom izborniku sustava.

Sustav otvara podijeljeni prikaz svih zapisa i odabirom željene zahtjevnice u lijevom dijelu ekrana detalji zahtjevnice se prikazuju u desnom dijelu (Slika 64.).

Slika 64. Pregled generiranih zahtjevnica

Zahtjevnici je moguće pristupiti i izravno iz kartice *Aktivnosti* na radnom nalogu u kojem je kreirana preko hiperlinka na za to predviđenom polju. Nakon kreiranja zahtjeva za nabavu, sustav uz svaku aktivnost bilježi broj zahtjevnice s kojom je taj radni nalog povezan (Slika 65.). Za otvaranje zahtjevnice potrebno je odabrati neku od aktivnosti jednostrukim klikom na nju da se osjenča plavom bojom. U donjem dijelu ekrana tada se prikazuju detalji o odabranoj aktivnosti. S desne strane nalazi se polje **Zahtjev za nabavu – stavka**. Dvostrukim klikom na polje sustav otvara novi prozor s kreiranom zahtjevnicom.



Slika 65. Pristupanje generiranoj zahtjevnici kroz RN

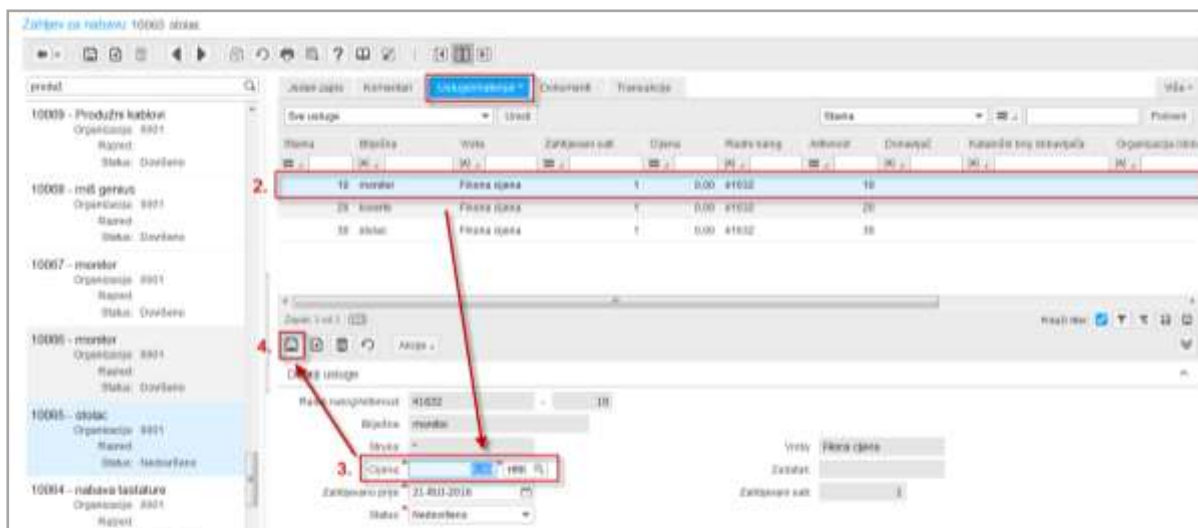
5.2.8.3 Komentari

U kartici *Komentari* unose se napomene koje je potrebno prenijeti službi nabave. U komentarima se naznačuje ako je troškove materijala/usluga potrebno teretiti s različitih proračuna i u kojem omjeru. Dodavanje novog komentara jednako je kao na radnim nalogima.

5.2.8.4 Usluge/materijal

U kartici *Usluge/materijal* unose se cijene usluga odnosno materijala koji se naručuje prema ponudi, ako su cijene poznate.

Za unos cijene materijala potrebno je otvoriti karticu *Usluge/materijal*. Klikom na zapis odabire se usluga/materijal za koji se želi unijeti cijena. Zapis će se osjenčati plavom bojom i njegovi detalji se prikazuju u donjem dijelu ekrana. U polje **Cijena** potrebno je upisati cijenu usluge/materijala i odabrati valjanu valutu (Slika 66.).



Slika 66. Unos cijene usluga/materijala na zahtjevnicu

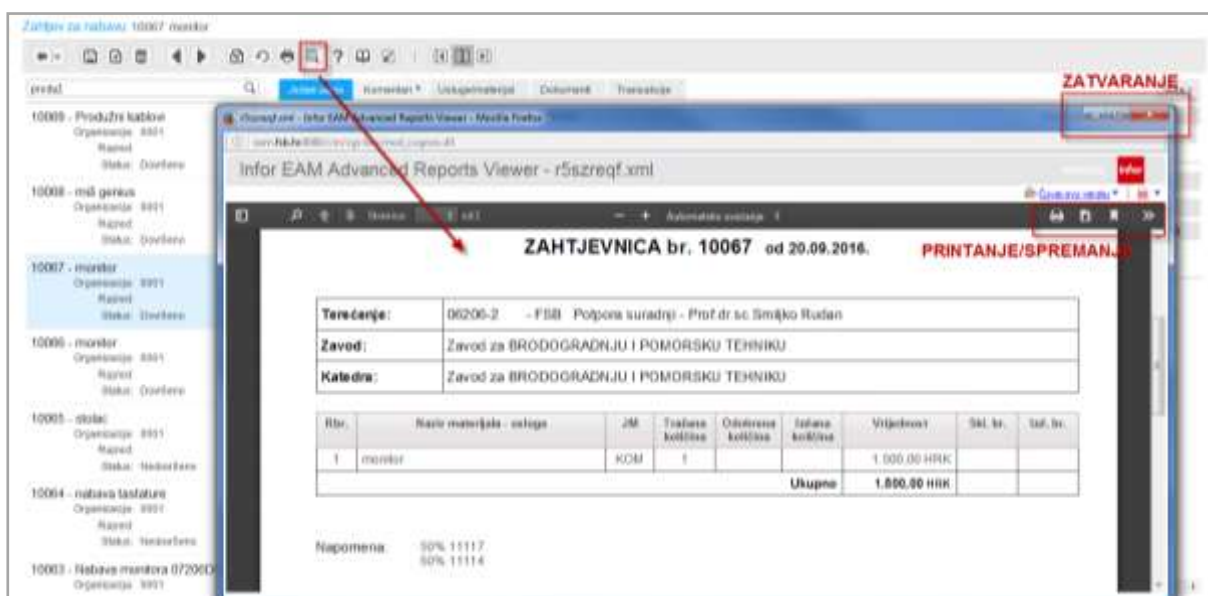
Klikom na tipku  - **Predaj** sustav sprema zapis i ažurira stranicu *Usluge/materijal*.

5.2.8.5 Dokumenti

U kartici *Dokumenti* uz zahtjevnici se, ukoliko postoji, prilaže ponuda za naručenu uslugu/materijal. Prilaganje dokumenata uz zahtjevnici jednako je kao na radnim nalogima.

5.2.8.6 Pregled i slanje zahtjevnice u postojeći ERP sustav

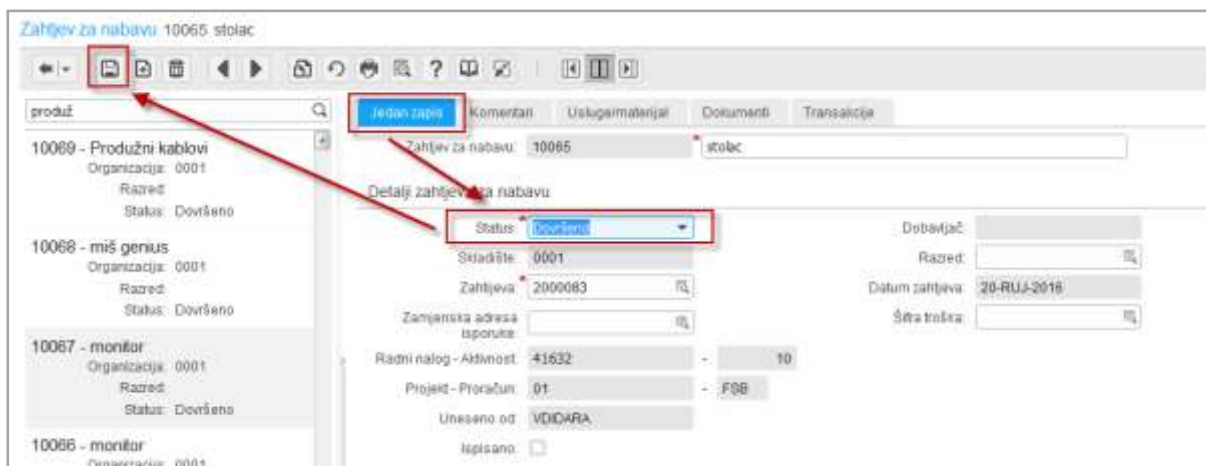
Zahtjevnici je moguće pregledati u svakoj fazi izrade i po potrebi je doraditi. Pregled zahtjevnice dostupan je pritiskom na tipku  - **Pregled prije ispisa**. Sustav otvara novi prozor u web pregledniku s odabranom zahtjevnicom (Slika 67.).



Slika 67. Pregled generiranog dokumenta zahtjevnice iz sustava Infor EAM

Zahtjevnicu je prema potrebi iz preglednika moguće ispisati ili spremiti na računalo u PDF formatu.

U slučaju da su na zahtjevnicu materijala upisane sve potrebne informacije i želimo je poslati u službu nabave, potrebno je otvoriti karticu *Jedan zapis* i promijeniti status zahtjevnice u **Dovršeno** (Slika 68.).



Slika 68. Slanje zahtjevnice u službu nabave

Klikom na tipku  - Spremi zapis sustav ažurira zapis i automatski šalje zahtjevnicu službi nabave u postojeći ERP sustav.

5.2.9 Projekti

Kako su u postojeći ERP sustav pristup imali samo korisnici službe nabave, tajnicama zavoda nije bila stalno dostupna informacija o stanju proračuna pojedinog projekta, već je za istu bilo potrebno kontaktirati financijsku službu.

S ciljem pojednostavljenja dobivanja informacija o stanju pojedinih projekata, korisnicima sustava Infor EAM je kroz isti omogućen uvid u projekte u svakom trenutku, budući da se svi potrebni podaci redovito sinkronizacijom povlače iz ERP sustava.

Za pregled stanja projekata potrebno je pozvati modul *Projekti* putem izbornika *Posao -> Projekti* (Slika 69.).

Detalji projekta	
Koordinator	
Nabavni projekt	
Procjenjeni datum početka	21-05-2014
Procjenjeni datum završetka	
Ostataka	
Projektne zadaci za ostatak	
Zahtjev za kapitalnom planom	
Plan za prihodjivanje br.	
Procjena rizika prije gradnje	☐
Status	Odobreno
Datum odobrenja	19-05-2016
Stvari datum početka	21-05-2014
Stvari datum završetka	
Razred	
Projektne zadaci	
Organizacija (zahtjev za kapitalnom planom)	
Klijent za dizajn	

Detalji proračuna	
Vrijednost narudžbe	
Datum kreiranja proračuna	19-05-2016
Iznos proračuna	48,000
Trenutni proračun	31,183.96
Razmjerena sredstva	0
Procjena završetka	0.00
Radna snaga	
Radna snaga dostavljena	
Stavke zaliha	
Osnovna narudžba	

Slika 69. Prikaz modula Projekti

U sustavu je dozvoljen samo pregled podataka, sva su polja zaštićena od unosa te nije moguće mijenjati njihove vrijednosti, u svrhu osiguranja jednakosti podataka u odnosu na vrijednosti u postojećem ERP sustavu.

Pozivanjem modula *Projekti*, u kartici *Jedan zapis* prikazuju se detalji o trenutačnom financijskom stanju projekta, poput početnog budžeta proračuna, njegova trenutnog stanja te rezerviranih sredstava. Na ovaj je način voditeljima projekata omogućen jednostavan uvid u stanje svih svojih projekata u svakom trenu.

Korisnicima je postavljen zaštitni filter kako bi vidjeli samo projekte u nadležnosti njihovog zavoda.

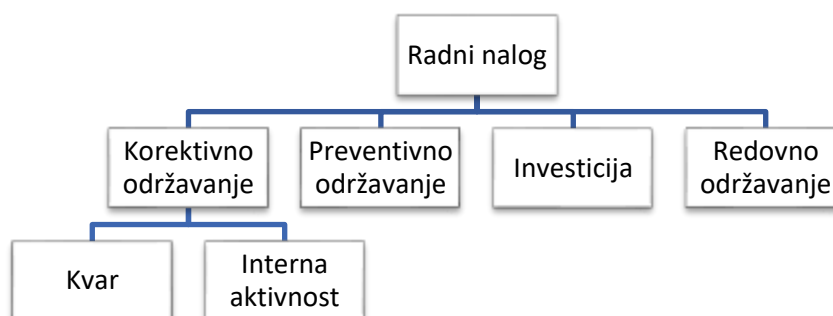
5.3 SIMULACIJA RADNIH NALOGA

Za potrebe izrade završnog rada, svi podaci iz baze EAM01 su početkom 2019. godine kopirani u bazu EAM02 u svrhu postavljanja ključnih pokazatelja učinkovitosti. Kako bi se raspolagalo većom količinom podataka za sustav izvještavanja u bazi su simulirani dodatni radni nalozi. Dio radnih naloga u periodu od 2016. do 2018. godine sadrže stvarne podatke iz produkcijske baze, dok je drugi dio naloga u istom periodu simuliran kao i svi radni nalozi u kasnijim godinama (Slika 70.).

Radni nalog	Ops	Objekt održava	Opis objekta održavanja	Status	Vrsta	Razred	Prioritet	Kreira
68903	Bravica za stoli u uruščenom	10300	Dekanal. urušbeni zapisnik	Završeno	Kvar	INFR	2 - Srednji	MBULIC
67946	Zamjena žarulje	10495	Zavod za energetiku S-604 Dijan	Završeno	Kvar	ELEK	2 - Srednji	IHERCIGONJA
66899	Servis klima uređaja - sjever A-405	10555	Zavod za robotiku A-405	Završeno	Kvar	HVAC	2 - Srednji	MBULIC
66369	Vađenje tpi, krpanje rupa u zidu nakon skidanja slike	10170	Materijali t1205 Fietn	Završeno	Interna aktivnost	INFR	3 - Nizak	DROZMAN
67715	Postavljanje slika na zid	10165	Materijali u205 Matjevič	Završeno	Interna aktivnost	INFR	2 - Srednji	DROZMAN
66900	Izrada klupa za sjever A-311	10554	Zavod za robotiku A-311	Završeno	Investicija	INFR	2 - Srednji	MBULIC
67935	Izbacuje osigurač za laboratorij	10223	Laboratorij za ševstvo B1-111	Završeno	Kvar	ELEK	1 - Visok	VOIDARA
66137	1 Mesečni pregled dizel agregata	11633	ELEKTROAGREGAT (DVORIŠTE)	Završeno	Preventivno održavanje	ELEK	2 - Srednji	KMKULIC
66896	Nabava i postava arhivskih pošta	10312	Dekanal. teploćica- Kragina T	Završeno	Investicija	INFR	2 - Srednji	MBULIC
67921	Popravlak rolete	10437	Zavod za termodinamiku S-506	Završeno	Kvar	INFR	2 - Srednji	SCEP
67949	Zamjena žarulje	10494	Zavod za energetiku S-603 Šavar	Završeno	Kvar	ELEK	2 - Srednji	IHERCIGONJA
67098	Zamjena žarulju u uredu	10535	Zavod za industrijsko inž. A-223 Jurek, Prazmova	Završeno	Kvar	ELEK	2 - Srednji	AHERCEG

Slika 70. Prikaz podjele simuliranih radnih naloga prema vrsti i razredu

Uz radne naloge korektivnog i preventivnog održavanja uvedene su dodatne vrste radnog naloga (Slika 71.): investicija kako bi se troškove investicijskog ulaganja u objekte moglo prikazati izdvojeno, te redovno održavanje koji služe za evidenciju materijala za održavanje i aktivnosti proaktivnog održavanja koje nisu pokrivena planovima preventivnog održavanja. Radni nalozi korektivnog održavanja su također dodatno podijeljeni na kvarove i interne aktivnosti, kako bi se interne aktivnosti poput montaže namještaja ili pripreme dvorane mogle izdvojiti od pravih kvarova, s ciljem točnijeg praćenja troškova održavanja.



Slika 71. Postavljene vrste radnih naloga u sustavu EAM

Analiza radnih naloga prema vrsti prikazuje da se najveći broj radnih naloga odnosi na kvarove i preventivno održavanje, redovnog održavanja je nešto manje, dok je naloga investicija i internih aktivnosti primjetno manje (Tablica 13.).

Tablica 13. Broj radnih naloga prema vrsti RN

	2016	2017	2018	2019	2020
Kvar	168	191	206	288	162
Interna aktivnost	50	23	48	34	35
Investicija	18	57	4	19	0
Preventivno održavanje	94	158	131	207	98
Redovno održavanje	94	192	167	123	54
Ukupno	424	621	556	671	349

S ciljem detaljnijeg praćenja troškova radni su nalozi dodatno klasificirani u neki od sljedećih razreda:

- **CIS** – Čišćenje
- **ELEK** – Elektroinstalacije
- **HOR** – Hortikultura
- **HVAC** – Grijanje, ventilacija i klimatizacija
- **INFR** – Infrastruktura
- **SAN** – Sanitarije, vodovod i kanalizacija
- **SIG** – Sigurnost

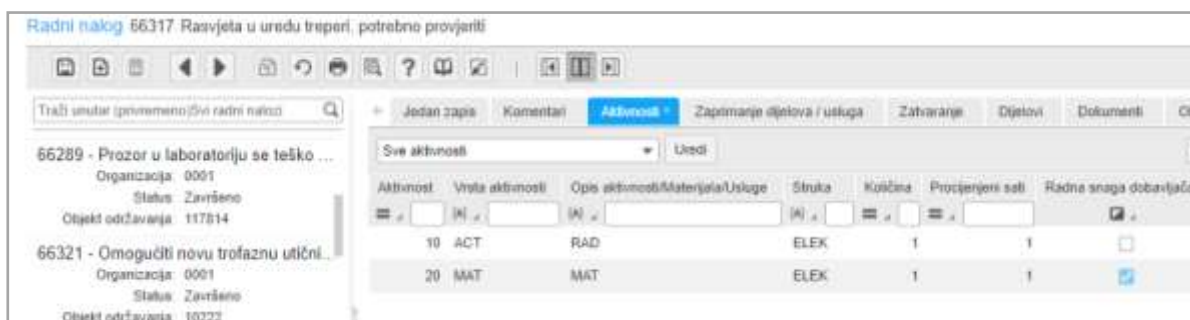
Ako se promatra ukupan broj radnih naloga prema njihovoj klasi za pojedinu godinu, primjećuje se da se većina radnih naloga odnosi na radove po infrastrukturi odnosno elektroinstalacijama. Radni nalozi koji se odnose na sigurnosne sustave su također brojni te ih zatim slijede radni nalozi klasa čišćenje, sanitarije, hortikultura, HVAC i vozni park (Tablica 14.).

Tablica 14. Broj radnih naloga prema klasi RN

	2016	2017	2018	2019	2020
Čišćenje	22	87	63	60	11
Elektroinstalacije	74	107	80	141	57
Hortikultura	53	34	11	57	26
HVAC	17	19	12	39	9
Infrastruktura	130	187	180	139	123
Sanitarije	50	52	61	69	40
Sigurnost	76	125	138	161	77
Vozni park	2	10	11	5	6
Ukupno	424	621	556	671	349

Na razini aktivnosti radnog naloga sustav nudi mogućnost određivanja struke za svaku od aktivnosti koja se izvodi unutar naloga (Slika 72.). Radi detaljnijeg izvještavanja prema strukama, u sustavu su uvedene sljedeće struke:

- **GRAD** – Graditeljstvo
- **STROJ** – Strojarsstvo
- **ELEK** – Elektro
- **SIG** – Sigurnost



Aktivnost	Vrsta aktivnosti	Opis aktivnosti/Materijala/Usluge	Struka	Količina	Procijenjeni sati	Radna snaga dobavljača
10	ACT	RAD	ELEK	1	1	
20	MAT	MAT	ELEK	1	1	

Slika 72. Prikaz podjele aktivnosti prema struci

Korektivni radni nalozi su nasumično kreirani i raspoređeni po zgradama i katedrama, dok su radni nalozi preventivnog održavanja kreirani u skladu s periodikom postavljenih planova održavanja definiranih na produkcijskoj bazi. Na radnim su nalogima zatim terećeni sati vlastitih zaposlenika te su evidentirani troškovi vanjskih usluga i materijala nasumičnim iznosima.

6 PRAĆENJE UČINKOVITOSTI UPRAVLJANJA ODRŽAVANJEM PRIMJENOM KPU

Kako bi se odabrali relevantni pokazatelji, prvi korak je definiranje ciljeva koji se žele ostvariti na svakoj od razina poduzeća. Na razini poduzeća ciljevi su poboljšanje globalnih performansa poduzeća (profit, tržišni udjeli, konkurentnost). Na razini proizvodnog sustava i proizvodne linije, ciljevi održavanja odnose se na faktore izvedbe koji su identificirani kroz prethodne analize kao što su poboljšanje dostupnosti, poboljšanje ekonomičnog održavanja, održavanja zadovoljavajuće razine sigurnosti i ekološki odnos prema okolišu te kontrola ugovorenih usluga. Na razini opreme, strojeva ili vrste strojeva, poželjna je bolja kontrola pouzdanosti, troškova i trajanja opreme. Ciljevi se također mogu sastojati od savjetovanja prilikom donošenja odluka vezanih za investicije, trajanje korištenja i izbora strategije.

Jednom kada su ciljevi i mjerni parametri definirani, sljedeći korak je pronalazak pokazatelja koji omogućuju mjerenje tih parametara. Prilikom odabira pokazatelja za održavanje u obzir se primjerice uzima kapacitet održavanja opreme, logistička podrška (rezervni dijelovi, alati, dokumentacija), organizacija rada, pouzdanost opreme, sigurnost. Pokazatelj je relevantan kada je njegova vrijednost, odnosno procjena, u korelaciji s procjenom parametra koji želimo mjeriti. Relevantan pokazatelj je jedan od elemenata odlučivanja, što znači da su podaci koji čine taj pokazatelj u vezi s definiranim ciljem. Tu vezu pronalazimo i dokazujemo putem analize. Također se mogu koristiti statističke tehnike kako bi se utvrdila korelacija između pokazatelja. U potrazi za odgovarajućim pokazateljima mogući pristup se sastoji od odabira postojećih pokazatelja s popisa koji nakon analize dokažu da ispunjavaju zahtjeve.

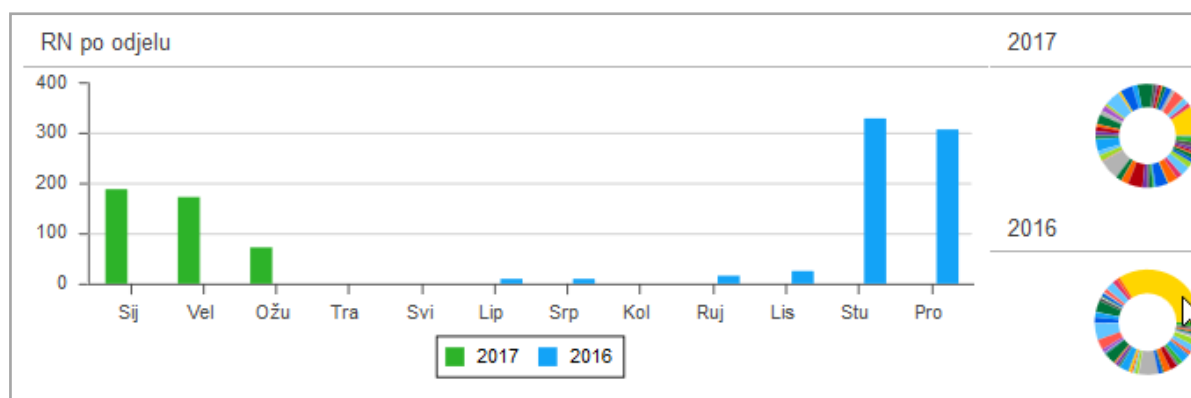
Prilikom prikupljanja i definiranja osnovnih podataka potrebno je precizno definirati: podatke koji se prikupljaju kako bi se utvrdile vrijednosti potrebne za pokazatelje, metode mjerenja, alati potrebni za mjerenje (dokumenti, senzori, brojači). Nezavisno od prikupljanja podataka učestalost izračuna moguće je odrediti unaprijed (npr. moguće je ocijeniti tromjesečni pokazatelj s podacima prikupljenim u jednom mjesecu, ali je u tom slučaju potrebno voditi računa da se radi o pokazatelju samo za taj mjesec). Učestalost prikupljanja podataka mora se prilagoditi dostupnosti i potencijalnom vremenu kašnjenja relevantnih podataka, promjenama tijekom vremena izvedbe mjerenja, reaktivnosti sustava na poduzete aktivnosti.

Korištenje pokazatelja uglavnom zahtjeva grafički prikaz u skladu s zahtjevanim korištenjem i važnosti podataka. Prije korištenja izračuna svaki pokazatelj bi se trebao izračunati pomoću reprezentativnog uzorka u značajnom razdoblju čime se provjerava metode prikupljanja i

obrade podataka, metode izračuna i izradu grafičkih prikaza te analizu i korištenje pokazatelja. Primjeri izračuna pokazatelja u ovom radu preuzeti su iz priručnika EFNMS-a [30].

U Infor EAM-u korisnicima je omogućen brz i jednostavan pregled bitnih informacija na uočljiv način putem početnog zaslona, čim se prijave u sustav.

Početni je zaslon tako postavljen da je teško previdjeti postavljene KPU indikatore. U gornjem dijelu zaslona nalazi se graf koji u ovom slučaju prikazuje broj radnih naloga u odnosu na odjel kojem pripadaju (Slika 73.). Graf je moguće konfigurirati da prikazuje podatke mjesečno ili kvartalno. Također se radi usporedbe mogu prikazivati i podaci za prošlu godinu, a moguće je odabrati i samo prikaz podataka u tekućoj godini, ovisno o želji korisnika.



Slika 73. Prikaz grafa na početnom zaslonu

Na lijevoj strani grafa nalazi se stupičasti graf koji prikazuje broj radnih naloga prema godini i mjesecu njihova pokretanja. U sredini su torusi, za svaku godinu po jedan, koji prikazuju udio radnih naloga po pojedinom odjelu. Pozicioniranjem miša na obojani segment torusa, sustav prikazuje o kojem se odjelu radi te ukupan broj radnih naloga u godini za odabrani odjel. Sasvim desno nalaze se polja za namještanje parametara koje želimo prikazivati u grafu.

U donjem dijelu početnog zaslona signalizacija bitnih informacija vrši se putem ključnih pokazatelja učinkovitosti. KPU se definiraju prema korisnicima i njihovim postavljenim ciljevima. Budući da su korisnici podijeljeni u grupe, pojedinoj grupi korisnika može se dodijeliti određeni set ključnih pokazatelja koji im ukazuju na njima bitne informacije. Svaki od korisnika naknadno može za sebe dodati ili ukloniti KPU na koje ima pravo pregleda.

Ključni pokazatelji učinkovitosti postavljaju se kroz sustav od strane administratora budući da je za njihovo definiranje potrebno napredno poznavanje strukture samog sustava kao i poznavanje programskih jezika za pisanje odgovarajućih upita. Sukladno tome postavljanju KPU pristupa se kroz izbornik *Administriranje -> Postavke Početne stranice -> Postavke KPU* koji je dostupan isključivo administratorima sustava.

KPU se definira primjenom SQL programskog jezika s potrebnim parametrima kako bi u konačnici sustav prikazivao traženu vrijednost definiranog KPU. Osim samog koda, sustav nudi i mogućnost definiranja raspona pokazatelja na način da se odredi raspon u kojem se određeni pokazatelj smatra dobrim, prihvatljivim ili pak lošim, što korisniku signalizira na potrebu za poduzimanjem odgovarajuće radnje s ciljem poboljšanja situacije. Signalizacija se najlakše postiže upečatljivim bojama npr., zelena predstavlja zadovoljavajuće stanje, žutom je označeno dobro stanje, dok je crvenom označeno loše stanje (Slika 74.).



Slika 74. Prikaz numeričkih KPU indikatora na zaslonu

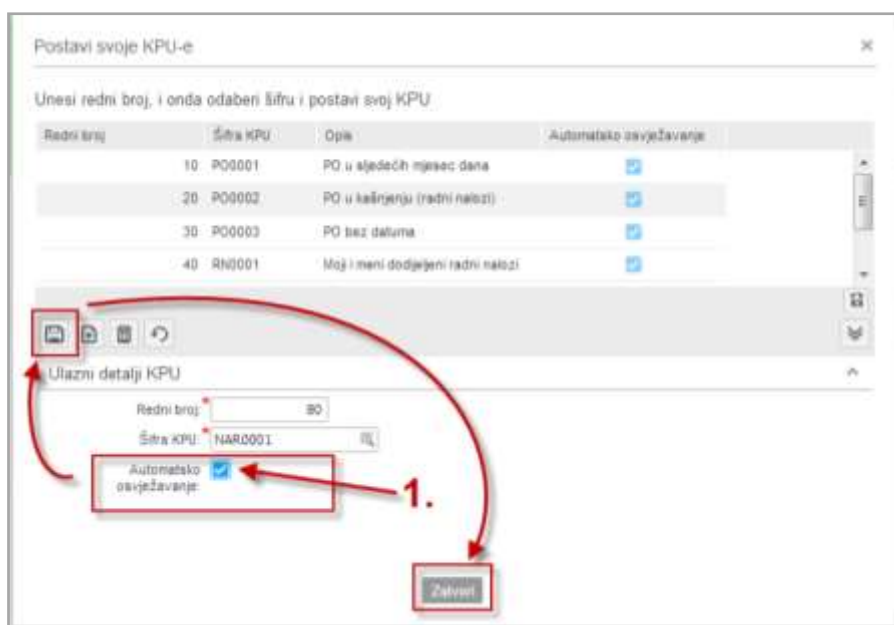
Osim kao numeričke vrijednosti, KPU indikatore je moguće prikazati u obliku grafike. U tom je slučaju prilikom definiranja raspona vrijednosti pojedinog indikatora potrebno odrediti koji će se grafički oblik prikazivati za dobre, a koji za loše vrijednosti (Slika 75.).



Slika 75. Prikaz grafičkih KPU indikatora na zaslonu

Jednom kada su ključni pokazatelji definirani, mogu se jednostavno dodati i ukloniti s početnog zaslona, tako da svaki korisnik ima mogućnost prilagoditi početni zaslon prema vlastitim potrebama.

Za dodavanje novog pokazatelja na zaslon potrebno je pozvati formu preko ikone zupčanika - *Osobne postavke* u desnom kutu zaslona. Sustav otvara novi prozor u kojem se odabire *Šifra KPU* iz ponuđenog izbornika i spremaju se promjene, nakon čega novi pokazatelj postaje dostupan na početnom zaslonu. Bitno je naglasiti da je prilikom dodavanja novog pokazatelja potrebno označiti kvačicom polje *Automatsko osvježavanje* kako bi sustav uvijek pokazivao točnu vrijednost pokazatelja (Slika 76.).



Slika 76. Postavljanje KPU na vlastitom početnom zaslonu

6.1 PRIJEDLOG KPU SUKLADNO NORMI CEN EN 15341

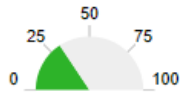
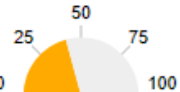
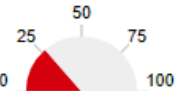
Sukladno postavljenom zadatku ovog završnog rada potrebno je postaviti odgovarajuće ključne pokazatelje učinkovitosti definirane normom CEN EN 15341 prethodno opisane u četvrtom poglavlju. Zbog bolje preglednosti, pokazatelji su kao i ranije podijeljeni u 3 grupe: ekonomski, tehnički i organizacijski pokazatelji (Slika 77.). Uz svaku se grupu pokazatelja nalazi tzv. padajuća lista kojom se otvara odabrana grupa pokazatelja.



Slika 77. Grafički prikaz grupa pokazatelja prema normi CEN EN 15341

Tablica 15. prikazuje postavljene ključne pokazatelje učinkovitosti prema normi CEN EN 15341. Uz svaki od pokazatelja naveden je vremenski interval u kojem je pokazatelj iskazan, te vrijednost najbolje svjetske klase za usporedbu ukoliko je ista poznata.

Tablica 15. Prikaz postavljenih KPU prema normi CEN EN 15341

Ključni pokazatelj Učinkovitosti	Grafički prikaz	Formula za izračun	Vremenski interval	Vrijednost najbolje svjetske klase
(*) E8 – Udio troškova vlastite radne snage	 E8 - Udio troškova vlastite radne snage, 31,3 %	$E8 = \frac{\text{ukupni trošak evidentiranih radnih sati zaposlenika}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$	kvartalno	
(*) E9 – Udio troškova vanjskih usluga održavanja	 E9 - Udio troškova vanjskih usluga održavanja, 41,54 %	$E9 = \frac{\text{ukupni troškovi naručenih vanjskih usluga održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$	kvartalno	
E11 – Udio troškova materijala za održavanje	 E11 - Udio troškova materijala za održavanje, 27,17 %	$E11 = \frac{\text{ukupni troškovi materijala utrošenog za održavanje}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$	kvartalno	
(*) E13 – Udio troškova indirektnih zaposlenika održavanja	1.6% E13 - Udio troškova indirektnih zaposlenika održavanja	$E13 = \frac{\text{trošak evidentiranih radnih sati indirektnih zaposlenika}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$	kvartalno	

(*) E15 – Udio
troškova
korektivnog
održavanja

29.48%

E15 - Udio troškova korektivnog održavanja

$$E15 = \frac{\text{troškovi korektivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

kvartalno 20%

(*) E18 – Udio
troškova
preventivnog
održavanja

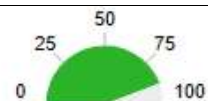
14.7%

E18 - Udio troškova preventivnog održavanja

$$E16 = \frac{\text{troškovi preventivnog održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \times 100$$

kvartalno

(*) T1 – Udio
ukupnog vremena u
radu



T1 - Udio ukupnog vremena u radu, 88,4 %

$$T1 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{ukupno vrijeme u radu} + \text{vrijeme zastoja zbog održavanja}} \times 100$$

godišnje

(*) T4 – Broj ozljeda
na radu

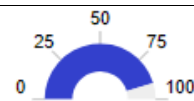
2

T4 - Broj ozljeda na radu

$$T4 = \frac{\text{broj ozljeda tijekom izvođenja aktivnosti održavanja}}{\text{godina dana}}$$

godišnje

(*) T5 – Udio
ukupnog vremena u
radu u vremenu
zastoja zbog
kvarova



T5 - Udio ukupnog vremena u radu u vremenu zastoja zbog kvarova, 90,55 %

$$T5 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{vrijeme zastoja zbog kvarova} + \text{ukupno vrijeme u radu}} \times 100$$

godišnje

(*) T6 – Udio ukupnog vremena u radu u vremenu zastoja povezanih s PO	97.38 % T6 - Udio ukupnog vremena u radu u vremenu zastoja povezanih s PO	$T6 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{ukupno vrijeme u radu} + \text{vrijeme zastoja povezano s PO}} \times 100$ godišnje
(*) T10 – Udio kvarova koji uzrokuju ozljede radnika	0.78% T10 - Udio kvarova koji uzrokuju ozljede radnika	$T10 = \frac{\text{broj korektivnih RN s ozljedom radnika}}{\text{ukupni broj kvarova}} \times 100$ kvartalno
(*) T11 - Udio kvarova koji uzrokuju potencijalne ozljede radnika	4.95% T11 - Udio kvarova koji uzrokuju potencijalne ozljede radnika	$T11 = \frac{\text{broj korektivnih RN s mogućnošću ozljede radnika}}{\text{ukupni broj korektivnih RN}} \times 100$ kvartalno
(*) T16 – Srednje vrijeme između kvarova (MTBF)	389 T16 - Srednje vrijeme između kvarova (MTBF)	$T16 = \frac{\text{ukupno vrijeme u radu}}{\text{broj korektivnih RN}}$ godišnje
(*) T21 – Srednje vrijeme do popravka (MTTR)	66 T21 - Srednje vrijeme do popravka (MTTR)	$T21 = \frac{\text{ukupno vrijeme obnove}}{\text{broj korektivnih RN}}$ godišnje

O1 – Udio broja
zaposlenika u
održavanju

1.55%

O1 - Udio broja zaposlenika u održavanju

$$O1 = \frac{\text{broj zaposlenika u odjelu održavanja}}{\text{ukupni broj zaposlenika na FSB}} \times 100$$

-

O2 – Udio
indirektnih
zaposlenika u
održavanju

14.29%

O2 - Udio indirektnih zaposlenika u održavanju

$$O2 = \frac{\text{broj indirektnih zaposlenika u odjelu održavanja}}{\text{broj zaposlenika u odjelu održavanja}} \times 100$$

-

O3 – Omjer
direktnih i
indirektnih
zaposlenika u
održavanju

6:1

O3 - Omjer direktnih i indirektnih zaposlenika u održavanju

$$O3 = \frac{\text{broj direktnih zaposlenika u odjelu održavanja}}{\text{broj indirektnih zaposlenika u odjelu održavanja}}$$

-

(*) O12 – Udio broja
sati strojarskog
održavanja



$$O12 = \frac{\text{broj radnih sati na aktivnostima strojarskog održavanja}}{\text{ukupni broj radnih sati održavanja}} \times 100$$

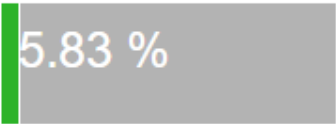
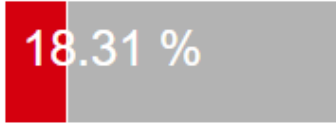
kvartalno

(*) O13 – Udio broja
sati elektro
održavanja



$$O13 = \frac{\text{broj radnih sati na aktivnostima elektro održavanja}}{\text{ukupni broj radnih sati održavanja}} \times 100$$

kvartalno

(*) O16 – Udio broja radnih sati korektive	 5.83 % O16 - Udio broja radnih sati korektive	$O16 = \frac{\text{broj radnih sati na aktivnostima korektivnog održavanja}}{\text{ukupan broj radnih sati održavanja}} \times 100$	kvartalno	10-15% [21]
(*) O20 – Udio broja radnih sati preventive	 18.31 % O20 - Udio broja radnih sati preventive	$O20 = \frac{\text{broj radnih sati na aktivnostima preventivnog održavanja}}{\text{ukupan broj radnih sati održavanja}} \times 100$	kvartalno	75-80% [21]
(*) O21 – Udio prekovremenih radnih sati	 0.02 % O21 - Udio prekovremenih radnih sati	$O21 = \frac{\text{broj prekovremenih radnih sati održavanja}}{\text{ukupan broj radnih sati održavanja}} \times 100$	kvartalno	5% [36]

(*) – Zbog nedovoljne količine stvarnih podataka, pokazatelj je izračunat na temelju procijenjenih vrijednosti.

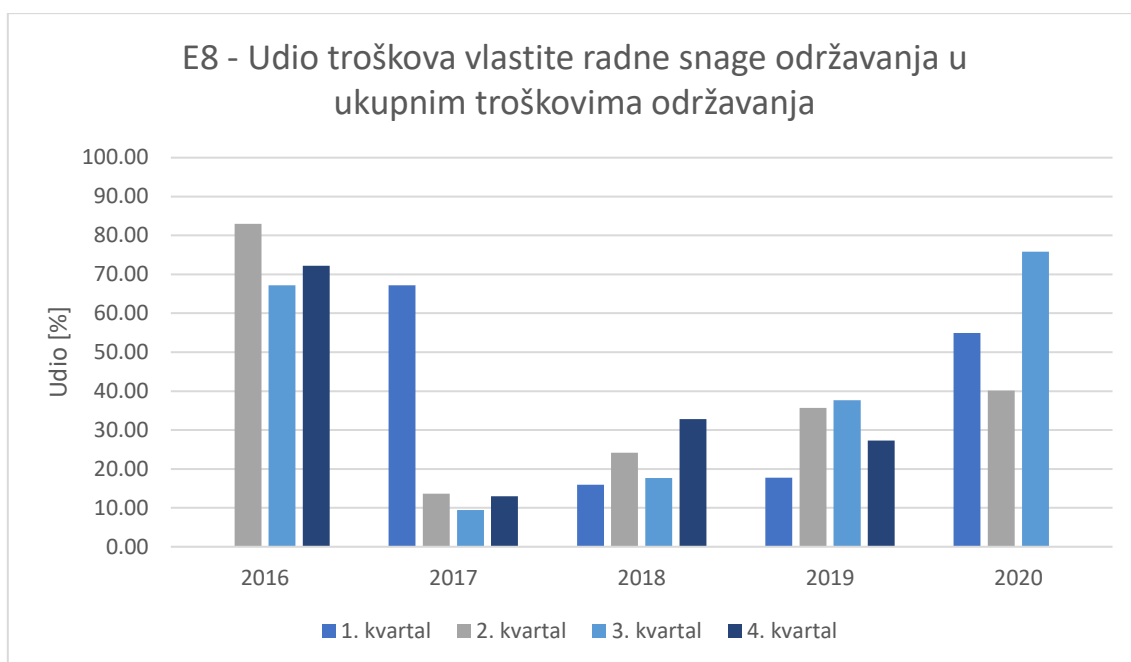
6.1.1 Ekonomski pokazatelji učinkovitosti

Za izračun ekonomskih pokazatelja korišteni su stvarni podaci koji su dopunjeni procijenjenim vrijednostima troškova kako bi se povećao uzorak podataka na kojima su računati pokazatelji. Pokazatelji E8, E9 i E10 su međusobno obrnuto proporcionalni te njihov zajednički zbroj uvijek daje 100%. Omjeri pokazatelja u ukupnim troškovima održavanja uvelike ovise o odabranoj strategiji održavanja. Ukoliko se poduzeće primjerice odlučilo za strategiju outsourcinga, najveći će se dio troškova u tom slučaju odnositi na vanjske usluge održavanja.

Na primjeru FSB-Zagreb popravke otklanjaju samostalno s vlastitim zaposlenicima u opsegu koji mogu dok je na drugim specifičnim radovima potrebno angažirati vanjsku uslugu. Uz radnu snagu praćeni su i troškovi potrošnih materijala kao i materijala za čišćenje i potrebe sanitarnih čvorova.

U prvim kvartalima korištenja sustava najveći dio troškova odnosio se na troškove vlastite radne snage. U drugom kvartalu 2017. godine oni se smanjuju na 10-ak posto, a većinski dio troškova u tom periodu preuzimaju vanjske usluge. Tijekom 2018. godine najveći su udio u ukupnim troškovima imali troškovi materijala nakon čega njihov udio kontinuirano pada u narednim mjesecima, dok s druge strane troškovi vlastite radne snage kao i troškovi vanjskih usluga bilježe linearni porast.

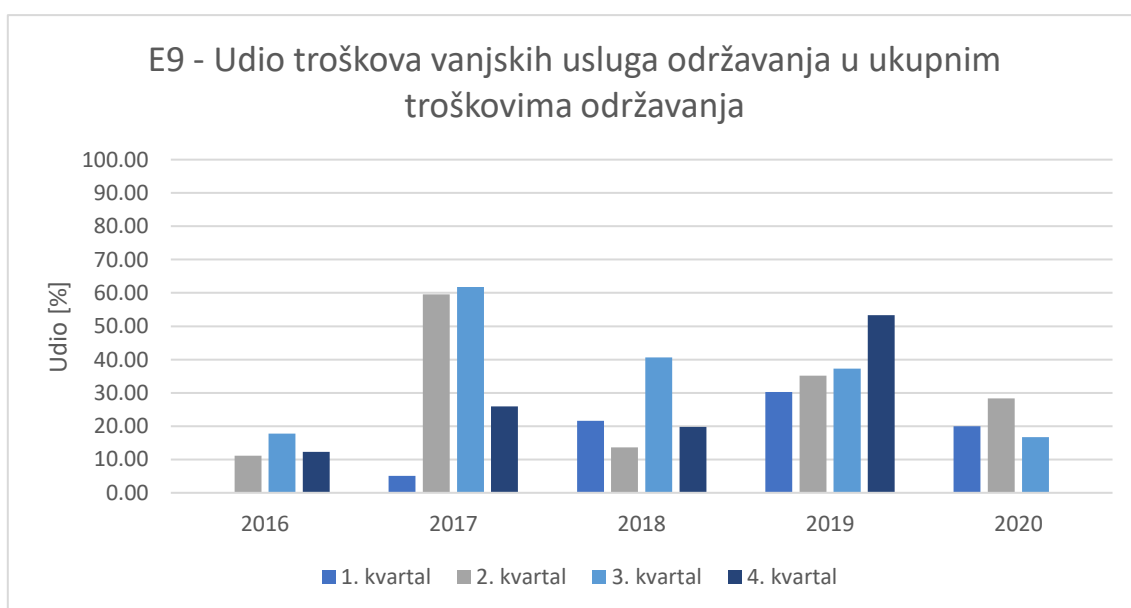
Ako se detaljnije pogleda graf troškova vlastite radne snage održavanja (Slika 78.) može se zaključiti da su vrlo visoke vrijednosti troškova vlastite radne snage u počecima korištenja sustava vjerojatno razlog postepenog uhodavanja dok se sustav nije počeo koristiti u svom punom opsegu.



Slika 78. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E8

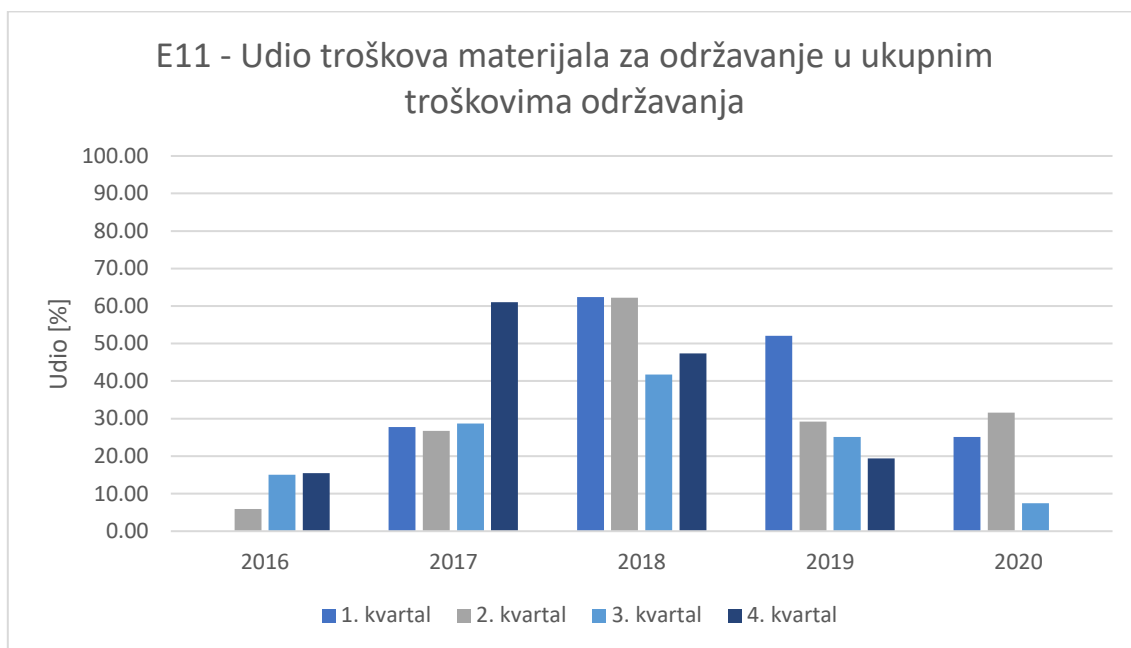
Od drugog kvartala 2017. godine vrijednosti troškova vlastite radne snage, vanjskih izvođača i materijala su ipak ravnomjernije raspoređene. Značajno viša vrijednost zabilježena je i u trećem kvartalu 2020. godine iz razloga što sav trošak vanjskih usluga i materijala još nije zaprimljen po radnim nalogima.

Niske vrijednosti pokazatelja troškova vlastite radne snage u 2017. godini potrebno je promatrati zajedno s vrijednostima pokazatelja troškova vanjskih usluga održavanja (Slika 79.) Slika 78 gdje je vidljiv značajan porast troškova u drugom i trećem kvartalu.



Slika 79. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E9

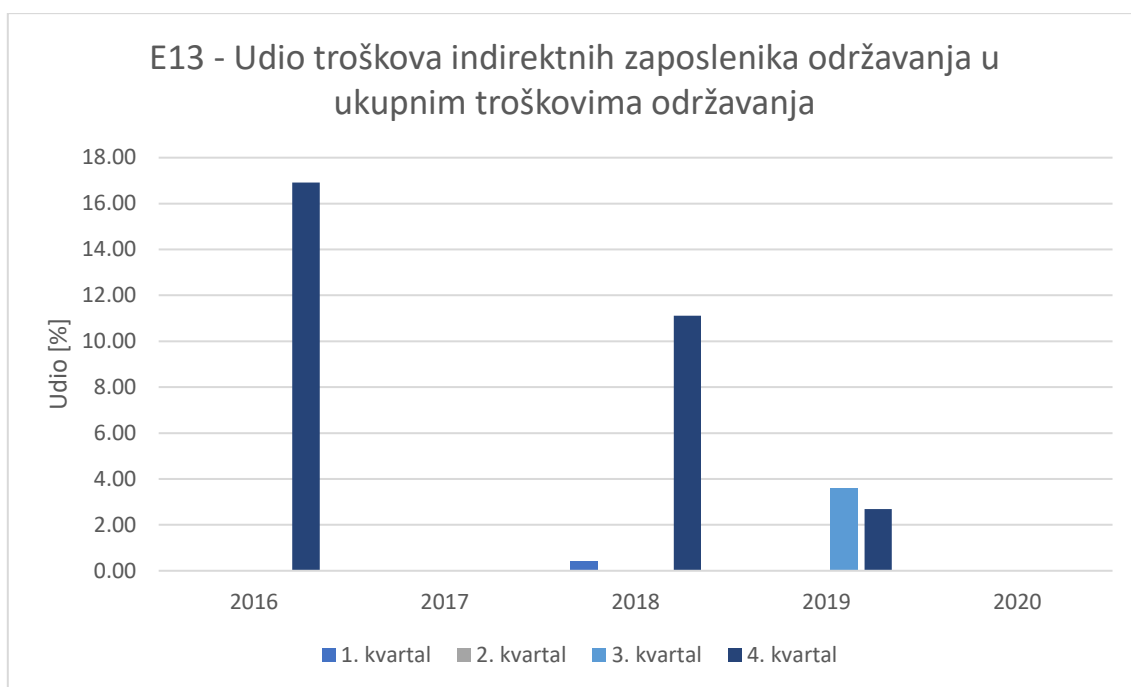
Zbog točne analize ovdje je potrebno sagledati još dva pokazatelja, E15 i E18 koji govore o troškovima korektivnog odnosno preventivnog održavanja, čije su vrijednosti u tom periodu niske. Kada se uzmu u obzir svi pokazatelji zaključuje se da je u tom periodu bila investicija izvođena od strane vanjskih izvođača te su iz tog razloga i izraženi troškovi vanjskih izvođača. Slična je situacija i u 2019. godini gdje su također više vrijednosti vanjskih usluga održavanja, a vrijednosti troškova korektivnog i preventivnog održavanja nemaju izraženih skokova.



Slika 80. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E11

Troškovi materijala za održavanje su najviše vrijednosti zabilježili u zadnjem kvartalu 2017. godine i prvoj polovini 2018. godine (Slika 80.). Visoke vrijednosti mogu se tumačiti nabavom materijala za opremanje u tijeku izvođenja investicije za koju se detaljnim uvidom pokazalo da se radilo o rekonstrukciji sanitarnih čvorova u bloku A južne zgrade, tako da se u ovom slučaju radilo o troškovima građevinskog materijala i sanitarne opreme.

Graf pokazatelja troškova indirektnih zaposlenika održavanja u slučaju FSB-Zagreb ne prikazuje realnu sliku iz razloga što po većini radnih naloga nisu evidentirani radni sati indirektnih zaposlenika. Radni sati indirektnih zaposlenika evidentirani su samo po radnim nalogima investicija gdje je provoden nadzor i asistencija nad izvršenim radovima ugovorenih vanjskih usluga u četvrtim kvartalima 2016. i 2018. godine, te u značajno manjem opsegu u drugoj polovici 2019. godine (Slika 81.). Postavlja se pitanje da li su u svim tim slučajevima indirektni zaposlenici morali pružati podršku vanjskim izvođačima ili je dio poslova podrške mogao preuzeti i netko od direktnih zaposlenika.



Slika 81. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E13

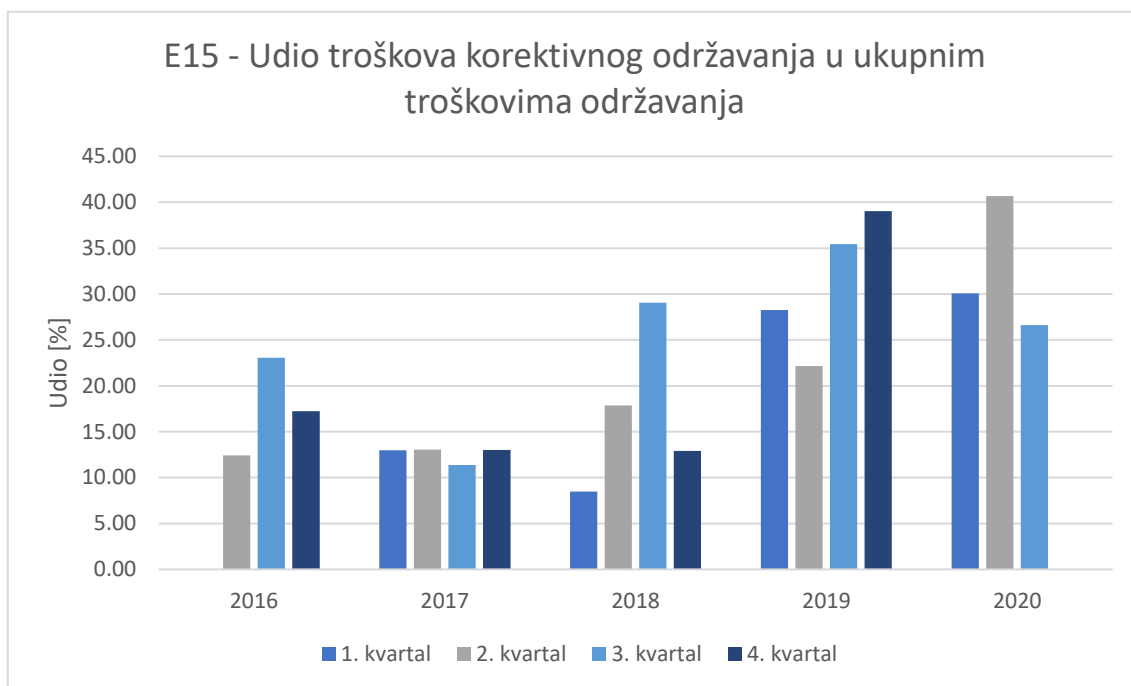
Vrijednosti pokazatelja bile bi točnije kada bi se evidentiralo i vrijeme indirektnih zaposlenika utrošeno na pripremu i planiranje aktivnosti održavanja, kao i ono vrijeme utrošeno na upoznavanje i nadzor vanjskih izvođača s radovima koje izvode. One su uzevši sve u obzir zadovoljavajuće budući se većina troškova zaposlenika u održavanju odnosi na troškove direktnih zaposlenika.

Osim praćenja raspodjele troškova održavanja prema vrsti izvođenja, bilo da se radi o vlastitim zaposlenicima ili vanjskim izvođačima koji provode aktivnosti održavanja, važno je pratiti i udjele troškova korektivnog odnosno preventivnog održavanja.

Vrijednosti pokazatelja udjela korektivnih troškova prikazuju vidljivi porast u zadnjim godinama (Slika 82.) posebice u drugoj polovici 2019. godine i drugom kvartalu 2020. godine kada su zabilježeni najveći udjeli od 35-40%.

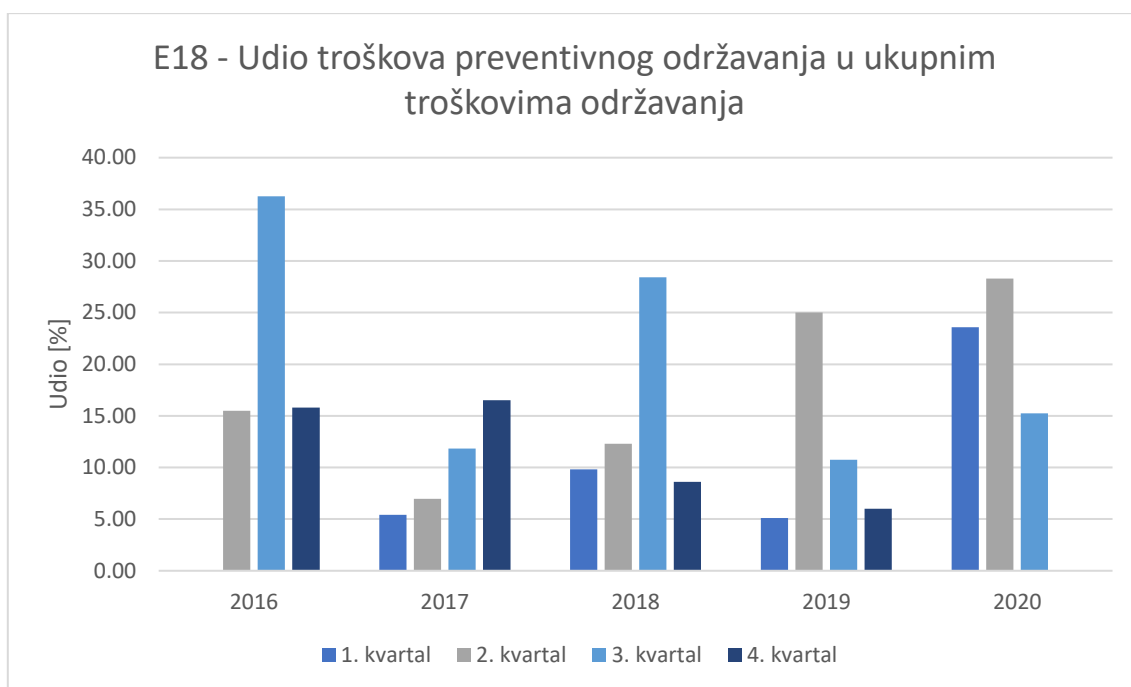
Vrijednosti pokazatelja je potrebno promatrati zajedno s grafom troškova preventivnog održavanja (Slika 83.) kako bi se izvukli ispravni zaključci. Vrijednosti oba pokazatelja su niske u 2017. godini što ukazuje da je veći udio troškova na drugim aktivnostima održavanja poput investicija. Nakon završetka radova po investicijskom održavanju, udjeli troškova korektivnog i preventivnog održavanja zauzimaju preostali udio troškova te je iz tog razloga vidljiv i porast udjela troškova korektivnog održavanja u 2019. i 2020. godini (Slika 82.).

Na grafu udjela troškova preventivnog održavanja nije moguće odrediti kontinuirane trendove kretanja pokazatelja izuzev 2017. godine u kojoj se jasno vidi linearan rast udjela troškova preventivnog održavanja kako se investicija privodila kraju.



Slika 82. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E15

U narednim godinama izraženi su skokovi u trećem kvartalu 2018. godine, odnosno drugom kvartalu 2019. godine kada udio troškova preventivnog održavanja doseže vrijednosti od 25%. Udio troškova preventivnog održavanja sve u svemu ima niske vrijednosti u ukupnim troškovima održavanja te je potrebno povećati ulaganja u proaktivne aktivnosti održavanja što se i primjećuje u 2020. godini kada je udio troškova preventivnog održavanja zamjetno viši nego prijašnjih godina.



Slika 83. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja E18

6.1.2 Tehnički pokazatelji učinkovitosti

Podaci potrebni za izračun tehničkih pokazatelja nisu inicijalno bilježeni u sustavu tako da su za potrebe njihova izračuna u sustav unesene procijenjene vrijednosti. Tehnički pokazatelji uspješnosti postavljeni su na primjeru dizala u sjevernoj zgradi budući da se računaju izričito za određenu opremu ili uređaj, s izuzetkom pokazatelja T4, T10 i T11 koji se mogu promatrati na razini poslovnog sustava.

U svrhu izračuna tehničkih pokazatelja uspješnosti potrebno je pratiti radne sate opreme ili uređaja za koji se isti računaju. Na primjeru dizala u sjevernoj zgradi, u sustav su u kartici *Mjerila* uneseni simulirani sati rada dizala na kraju svake godine (Slika 33.).

Povijest očitavanja mjerila		
Molim odaberi očitavanje za brisanje.		
Datum	Očitavanje	Razlika
01-PRO-2020 00:00	18.712	2.972
31-PRO-2019 00:00	15.740	2.840
31-PRO-2018 00:00	12.900	2.790
31-PRO-2017 00:00	10.110	2.820
31-PRO-2016 00:00	7.290	7.290

Slika 84. Prikaz unesenih očitavanja sati rada dizala u sjevernoj zgradi

Unesene vrijednosti očitavanja sati rada dizala korištene su za potrebe izračuna tehničkih pokazatelja T1, T5, T6, T16 i T21.

Tehnički pokazatelj T1 prikazuje udio ukupnog vremena dizala sjeverne zgrade u radu, a prikazan je na razini godine te je njegova vrijednost u 2020. godini iznosila 88,44%. Na ovaj se pokazatelj nadovezuju dodatna dva tehnička pokazatelja T5 i T6 koji pokazuju udio ukupnog vremena u radu u vremenu zastoja zbog kvarova i radova povezanih s preventivnim održavanjem, te su iznosili 90,55% (T5) i 97,38% (T6). Vrijednosti pokazatelja ukazuju na dobru pripremljenost planiranih radova preventivnog održavanja što je vidljivo visokim vrijednostima pokazatelja T6. Vrijednost pokazatelja T5 koji se odnosi na otklanjanje nastalih kvarova na dizalu je nešto niža, no i ti se kvarovi otklanjaju u relativno brzom vremenu.

Tehnički pokazatelji T4, T10 i T11 su također računati na godišnjoj razini, a odnose se na radove na kojima je došlo do ozljede radnika ili je potencijalno moglo doći do iste. Pokazatelj T4 prikazuje ukupan broj ozljeda na radu u promatranoj godini, a u 2020. godini su zabilježene 2 ozljede na radu. Ukoliko se broj ozljeda na radu promatra u odnosu na ukupan broj radnih naloga u toj godini, radi se o pokazatelju T10 koji govori o udjelu kvarova koji su uzrokovali ozljede radnika, a u 2020. godini je iznosio 0,78%. Pokazatelj T11 prikazuje udio kvarova koji uzrokuje potencijalne ozljede radnika, a takvih je bilo 3,92%. Ovi su pokazatelji izrazito bitni s aspekta zaštite na radu te je potrebno težiti čim manjim vrijednostima ovih pokazatelja.

Tehnički pokazatelj T16 prikazuje srednje vrijeme između kvarova dizala sjeverne zgrade. U 2020. godini kvar na dizalu sjeverne zgrade zabilježen je na svakih 1453 sati rada dizala.

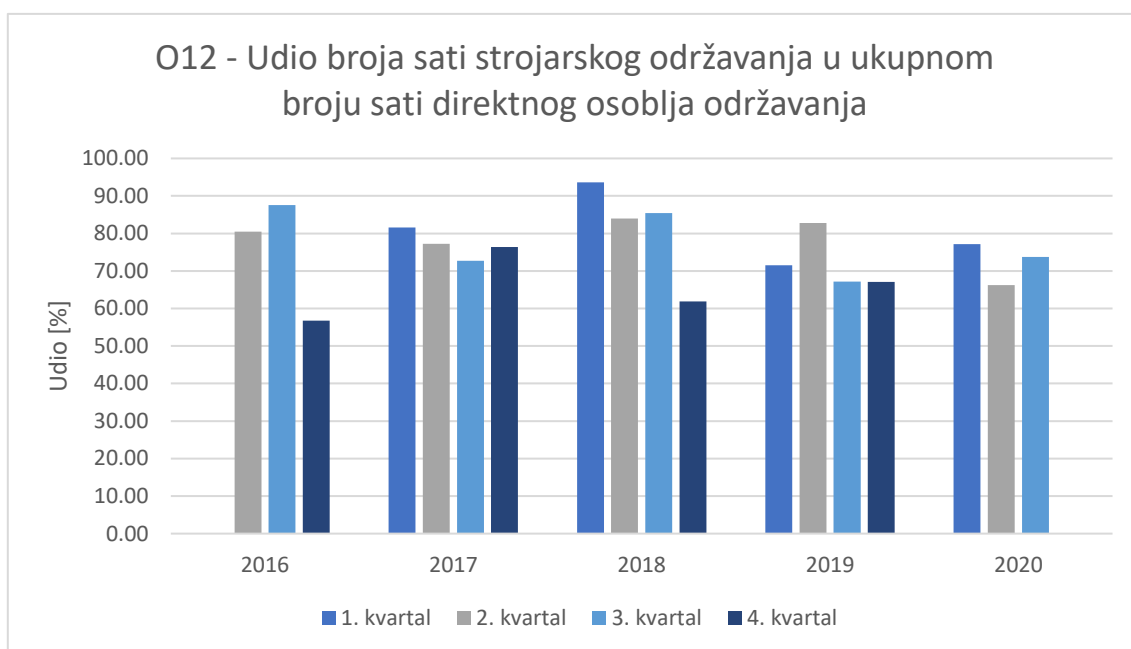
Pokazatelj T21 je također postavljen na primjeru dizala sjeverne zgrade te prikazuje srednje vrijeme do popravka koje je u 2020. godini iznosilo 66 sati. Drugim riječima, prosječno vrijeme potrebno za otklanjanje nastalog kvara na dizalu iznosi već spomenutih 66 sati.

6.1.3 Organizacijski pokazatelji učinkovitosti

Organizacijski pokazatelji učinkovitosti su jednako kao i ekonomski postavljeni na podacima koji su jednim dijelom stvarni, a drugio dio podataka je procijenjen zbog male količine dostupnih podataka. Iste procijenjene vrijednosti utrošenih radnih sati su korištene i za izračun ekonomskih pokazatelja učinkovitosti.

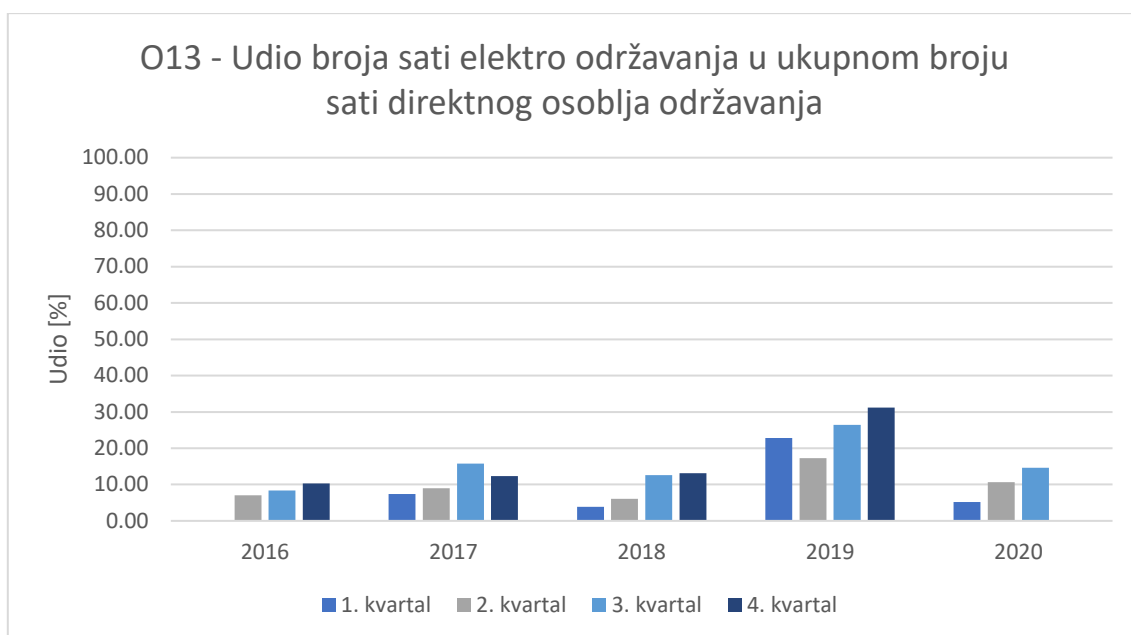
Pokazatelji O12 i O13 korisniku pružaju informaciju koliko je radnih sati u održavanju utrošeno po radnim nalogima strojarskog odnosno elektro održavanja. Pokazatelji su izuzetno korisni kod donošenja odluka o zapošljavanju novih zaposlenika te voditeljima održavanja daju uvid u količinu i vrstu aktivnosti održavanja koje se provode na lokaciji.

Na primjeru FSB-Zagreb, vrijednosti pokazatelja udjela broja sati strojarskog održavanja kreću se oko 70-80% što govori da je većina radnih sati utrošena na poslovima strojarskog održavanja (Slika 85.). Ovakve vrijednosti pokazatelja mogu se tumačiti time što se većina prijavljenih kvarova za otklanjanje zahtijeva određeni angažman instalaterskih ili bravarskih radova, koji nerijetko traže veći angažman. Prijavljeni kvarovi na električnim instalacijama s druge strane se često odnose na zamjenu žarulja, prekidača ili utičnica i oni se otklanjaju u brzom vremenu. Veći su zahvati na električnim instalacijama bili rijetki naspram onih strojarskog održavanja u ovom periodu pa su iz tog razloga i vrijednosti pokazatelja znatno niže (Slika 86.).



Slika 85. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O12

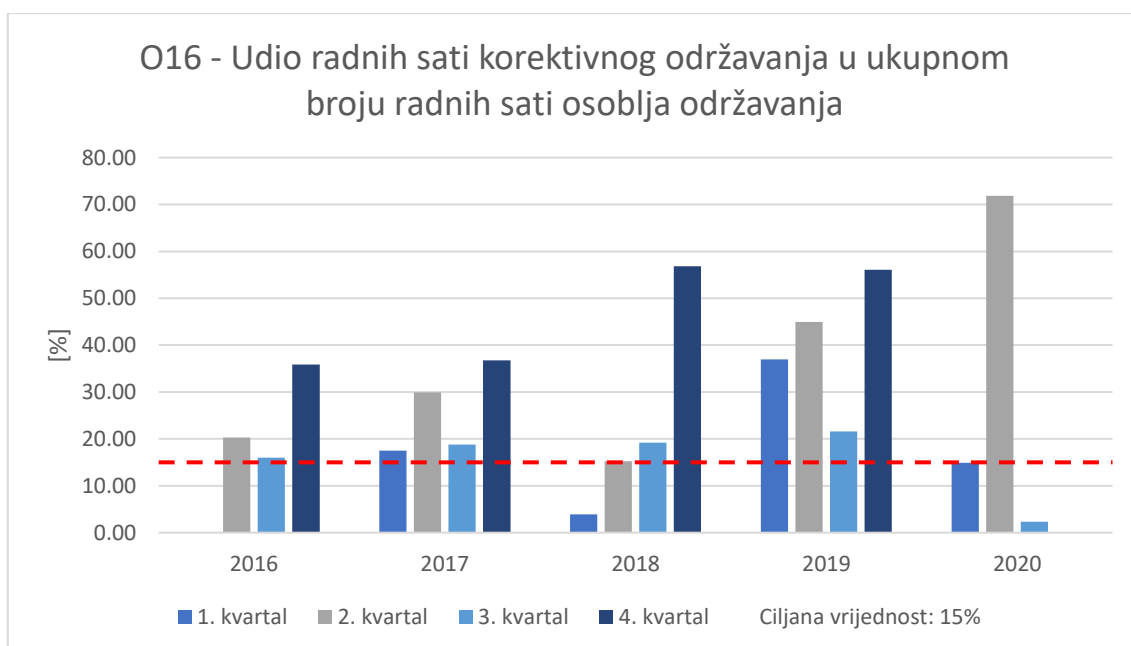
Na grafu udjela broja sati elektro održavanja (Slika 86.) vrijednosti su više-manje ujednačene i kreću se oko 10% s izuzetkom 2019. godine u kojoj je zabilježen veći udio radnih sati.



Slika 86. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O13

Prema najboljoj svjetskoj klasi, 75 do 80% radnih sati osoblja održavanja trebao bi se odnositi na proaktivne aktivnosti održavanja s ciljem sprečavanja budućih kvarova. 5 do 10% radnih sati ne odnosi se striktno na aktivnosti održavanja, već na aktivnosti u svrhu poboljšanja procesa poput modifikacija i investicija, čime ostaje 10 do 15% radnih sati za aktivnosti korektivnog održavanja [21].

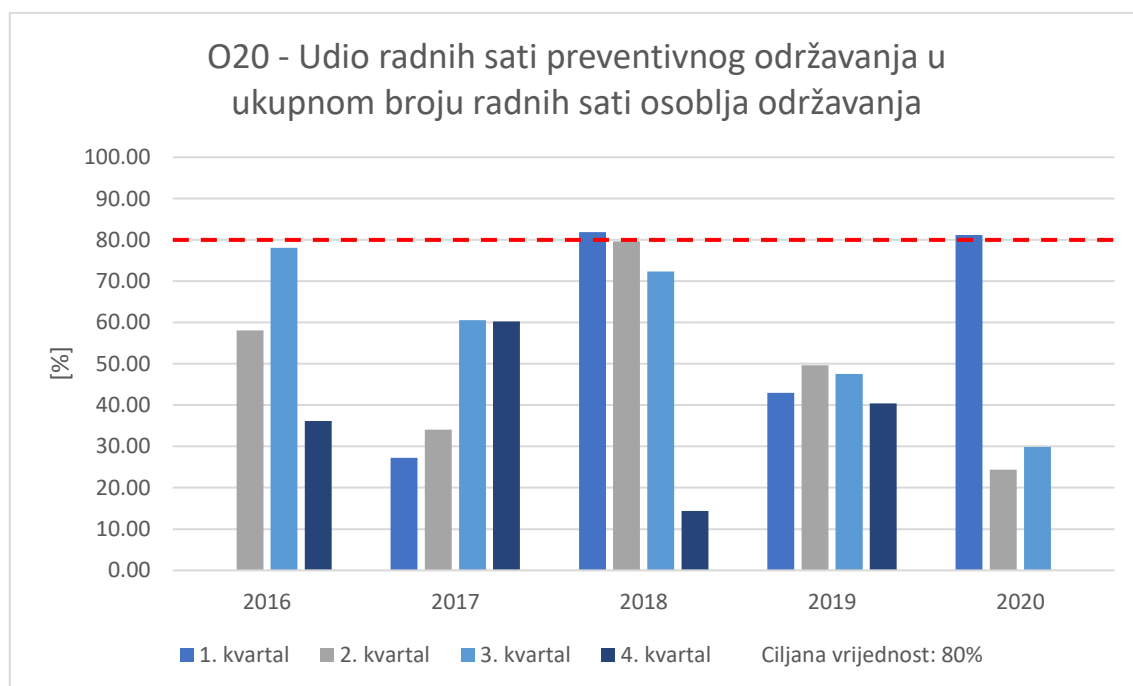
Na prikazu udjela radnih sati korektivnog održavanja vidljivo je da su vrijednosti u određenim kvartalima znatno više od vrijednosti najbolje svjetske klase (Slika 87.).



Slika 87. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O16

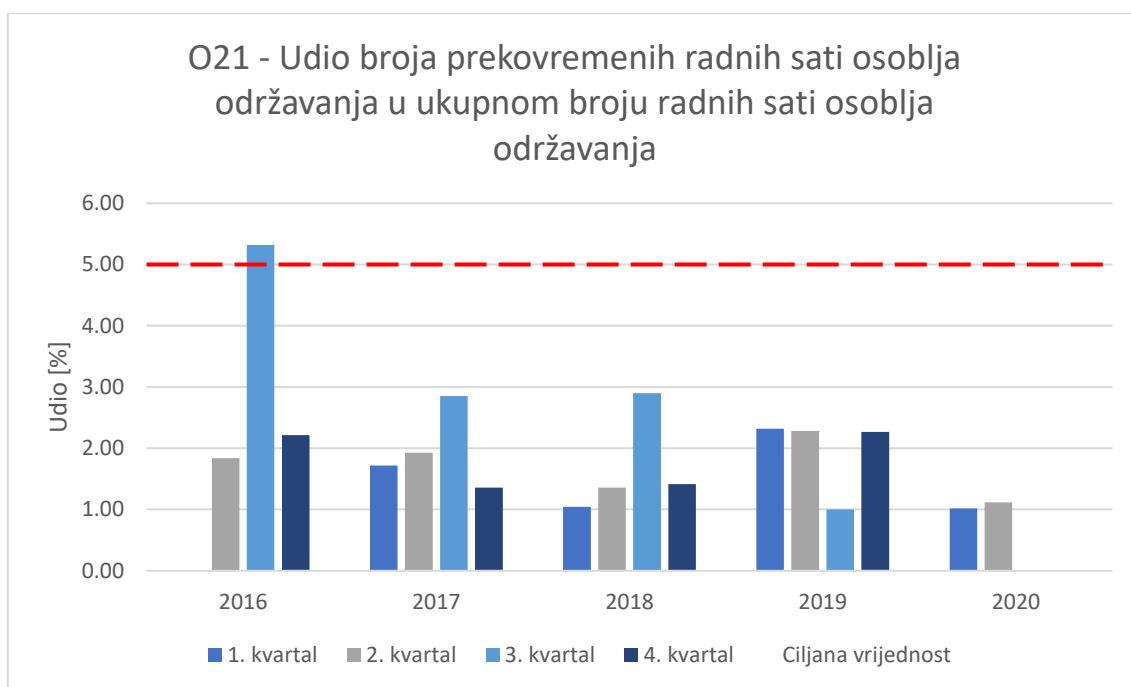
Za smanjenje vrijednosti pokazatelja kako bi se približilo vrijednostima najbolje svjetske klase potrebno je povećati udio preventivnih aktivnosti održavanja, odnosno definirati i kreirati dodatne planove preventivnog održavanja. Trenutno postavljeni planovi PO odnose se samo na aktivnosti temeljene na odgovarajućoj zakonskoj regulativi i drugi planovi proaktivnog djelovanja nisu postavljeni unutar sustava. Uvrštenjem preventivnih pregleda i njihovim redovitim provođenjem udio radnih sati korektivnog održavanja smanjio bi se na zadovoljavajuću razinu.

Posljedično dolazi i do povećanja udjela radnih sati preventivnog održavanja zbog njihovog međusobnog obrnuto proporcionalnog odnosa. Kao i za prethodni pokazatelj, graf je jasno pokazao da su vrijednosti pokazatelja u određenim kvartalima značajno manji od preporučenih vrijednosti najbolje svjetske klase (Slika 88.).



Slika 88. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O20

Prekovremeni rad vezan je za slučajeve više sile i prijeke potrebe za hitnim otklanjanjem uočenih problema te ga se ne smije smatrati pravilom već iznimkom. Za učinkovito smanjenje prekovremenih radnih sati, iste je potrebno pratiti odgovarajućim pokazateljima, a jedan od njih je i udio broja prekovremenih radnih sati osoblja održavanja.



Slika 89. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja O21

Američko sveučilište Northwestern postavilo je gornju granicu udjela prekovremenih radnih sati na 5% [36] te će se ista vrijednost postaviti i na primjeru FSB-Zagreb.

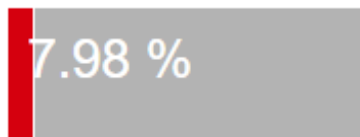
Na grafu kvartalnog prikaza pokazatelja (Slika 89.) vidljivo je kako je vrijednost pokazatelja samo u trećem kvartalu 2016. godine premašila gornju granicu od 5%. Vrijednosti su za ostale kvartale manje unutar okvira najbolje svjetske klase uz značajno smanjenje udjela prekovremenih sati u 2020. godini.

6.2 DODATNO POSTAVLJENI KPU I IZVJEŠĆA

Uz KPU prema normi CEN EN 15341 u sustavu je postavljeno još nekoliko pokazatelja koji korisnicima pružaju dodatne informacije pomoću kojih mogu utjecati na povećanje učinkovitosti procesa održavanja. Kao i u prethodnom slučaju, uz svaki od pokazatelja naveden je vremenski interval u kojem se promatra te vrijednost najbolje svjetske klase ukoliko je poznata (Tablica 16.).

Tablica 16. Prikaz dodatno postavljenih KPU

Ključni pokazatelj učinkovitosti	Grafički prikaz	Formula za izračun	Vremenski interval	Vrijednost najbolje svjetske klase
(*) Prosječno vrijeme odziva zahtjeva za rad	26.8 Prosječno vrijeme odziva zahtjeva za rad (sati)	$\text{datum početka RN} - \text{datum prijave RN}$	kvartalno	80% [37]
(*) Prosječno vrijeme otklanjanja prijavljenog kvara (dani)	8.32 Prosječno vrijeme izvršenja radnog naloga (dani)	$\text{datum završetka RN} - \text{datum početka RN}$	kvartalno	7 dana [37]
(*) Izvršenje preventivnog održavanja	 Izvršenje preventivnog održavanja, 100 %	$\frac{\text{broj RN preventivnog održavanja završenih unutar 30 dana}}{\text{ukupan broj RN preventivnog održavanja}} \times 100$	kvartalno	75% [36]
(*) Izvršenje korektivnog održavanja	 Izvršenje korektivnog održavanja, 77.78 %	$\frac{\text{broj RN korektivnog održavanja završenih unutar 30 dana}}{\text{ukupan broj RN korektivnog održavanja}} \times 100$	kvartalno	90% [36]

Udio preventivnog održavanja	 Udio preventivnog održavanja, 29.29 %	$\frac{\text{broj RN preventivnog održavanja}}{\text{ukupan broj RN održavanja}} \times 100$	kvartalno	35% [36]
(*) Usklađenost s planom održavanja	 Usklađenost s planom održavanja	$\frac{\text{broj RN korektivnog održavanja završenih unutar 30 dana}}{\text{ukupan broj RN korektivnog održavanja}} \times 100$	kvartalno	90% [21]
(*) Troškovi upravljanja objektima (kn/m2)	22.83 Troškovi upravljanja objektima (kn/m2)	$\frac{\text{ukupni troškovi održavanja} + \text{ukupni operativni troškovi}}{\text{ukupna površina FSB}}$	kvartalno	-
Udio recikliranog otpada	 Udio recikliranog otpada, 0.49	$\sum \left(\frac{\text{količina prikupljenog reciklabilnog otpada (po vrsti)}}{\text{ukupna količina prikupljenog otpada}} \right) \times 100$		
Ekološki otisak	 Ekološki otisak (tCO2e), 1188.69	$\sum (\text{godišnja potrošnja energenta (ili otpada)} \times \text{faktor konverzije})$	godišnje	-

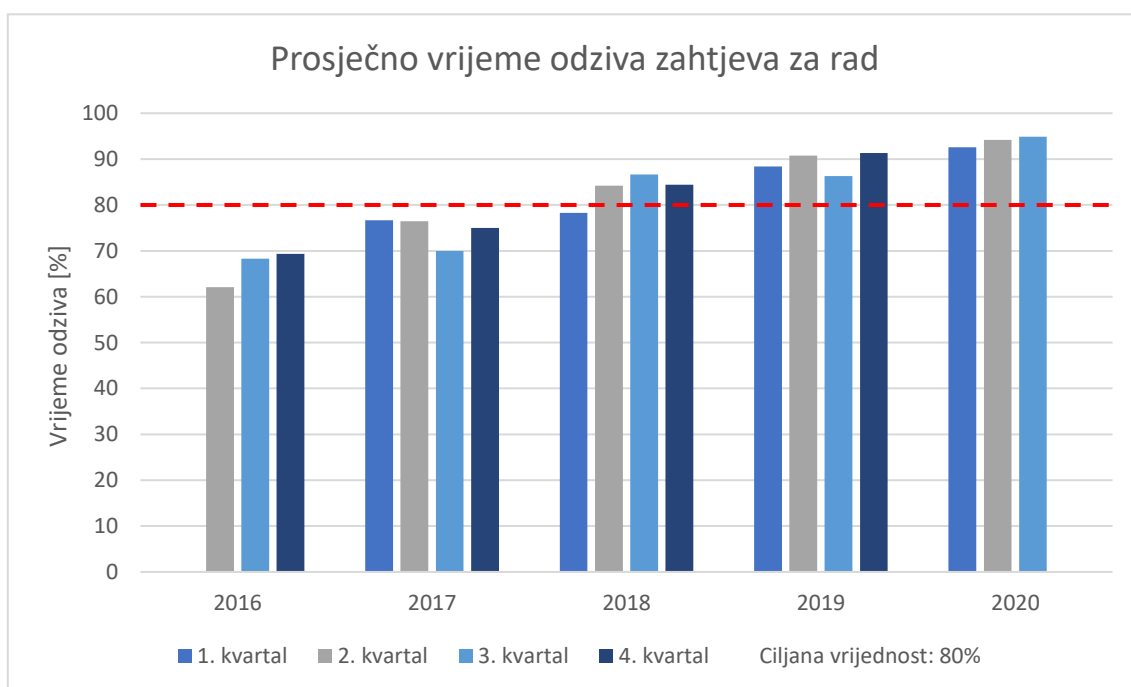
Otvoreni RN po zavodima	435	ukupan broj otvorenih RH po pojedinom zavodu	-	-
Otvoreni RN po zavodima 				

(*) – Zbog nedovoljne količine stvarnih podataka, pokazatelj je izračunat na temelju procijenjenih vrijednosti.

Prvi od dodatno postavljenih ključnih pokazatelja učinkovitosti govori o reaktivnosti službe održavanja prema prijavljenim zahtjevima za rad (kvarovima) od strane korisnika objekta.

Prijavljene zahtjeve za rad voditelj službe održavanja pregledava i odobrava čime nastaje radni nalog koji dalje služi kao osnovica za planiranje potrebnih aktivnosti održavanja za otklanjanje prijavljenih nesukladnosti. U dobro postavljenom sustavu upravljanja objektima, proces od prijave do odobravanja zahtjeva za rad i pokretanja radnog naloga trebao bi biti čim kraći, a prema najboljoj svjetskoj klasi više od 80% prijavljenih zahtjeva za rad trebalo bi odobriti unutar 5 dana od prijave [21].

Pokazatelj je u prvim godinama postavljen na stvarnim vrijednostima dok su vrijednosti kasnijih godina procijenjene prema uspostavljanom trendu kretanja pokazatelja.



Slika 90. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja vremena odziva zahtjeva za rad

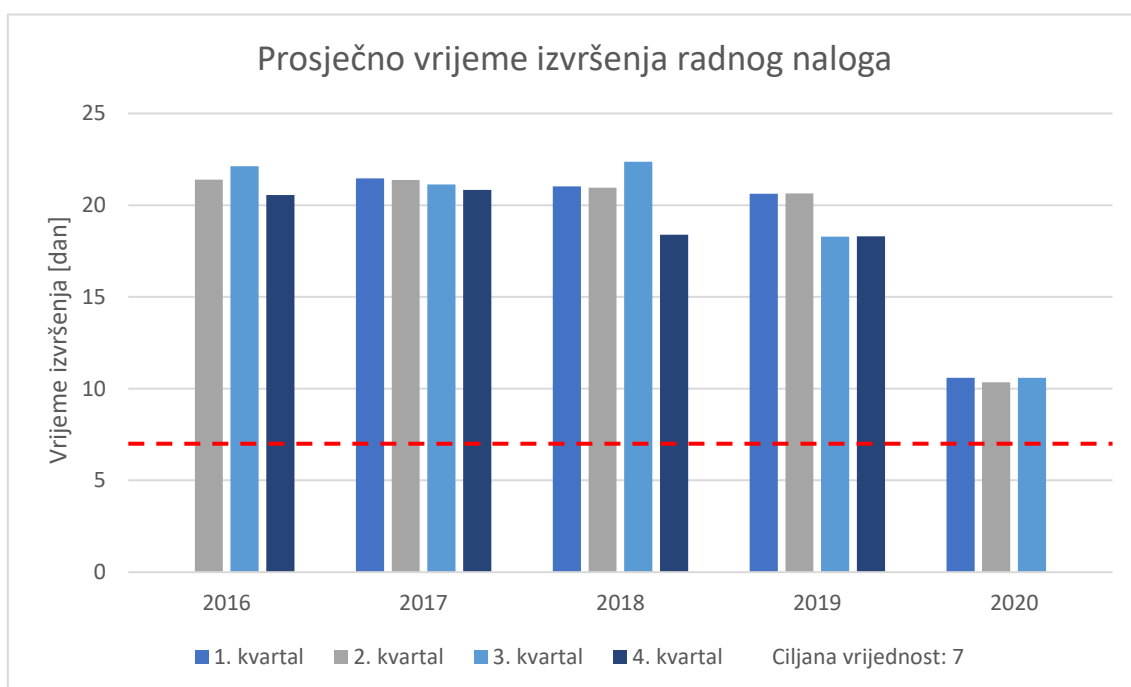
Na grafu prosječnog vremena odziva zahtjeva za rad prikazano je kretanje pokazatelja kroz kvartalne vremenske periode (Slika 90.). Niže vrijednosti pokazatelja u prvoj godini mogu se tumačiti upoznavanjem s postavljenim sustavom i uhodavanjem u njegovo korištenje, nakon čega dolazi do linearnog rasta vrijednosti pokazatelja te su one danas znatno više od preporučenih vrijednosti najbolje svjetske prakse.

Idući pokazatelj prikazuje prosječno vrijeme izvršenja zahtjeva za rad, odnosno korektivnih radnih naloga, te nema propisanu vrijednost najbolje svjetske klase s kojom bi ga se moglo uspoređivati. Unatoč tome, pokazatelj je izuzetno korisno pratiti u određenom vremenskom

intervalu s ciljem povećanja učinkovitosti održavanja budući da prikazuje brzinu otklanjanja prijavljenih nesukladnosti. Pokazatelj se dobiva izračunom srednje vrijednosti razlike datuma početka radnog naloga i datuma prijavljenog zahtjeva za rad.

Pokazatelj je za prve godine računat na stvarnim podacima dok su kasniji podaci potrebni za izračun pokazatelja procijenjeni. Isti procijenjeni podaci su korišteni i za izračun pokazatelja izvršenja korektivnog i preventivnog održavanja.

Vrijednosti se mogu usporediti s istoznačnim pokazateljem koji se prati na sveučilištu Western Michigan [37]. Ako se njihov slučaj uzme u razmatranje, također je vidljiv značajan napredak u smanjenju vremena izvršenja zahtjeva za rad kroz godine. Prema iskustvu sveučilišta Western Michigan postavljena je ciljana vrijednost izvršenja radnih naloga od 7 dana, a svakako bi trebalo težiti otklanjanju kvarova u najkraćem mogućem vremenu.

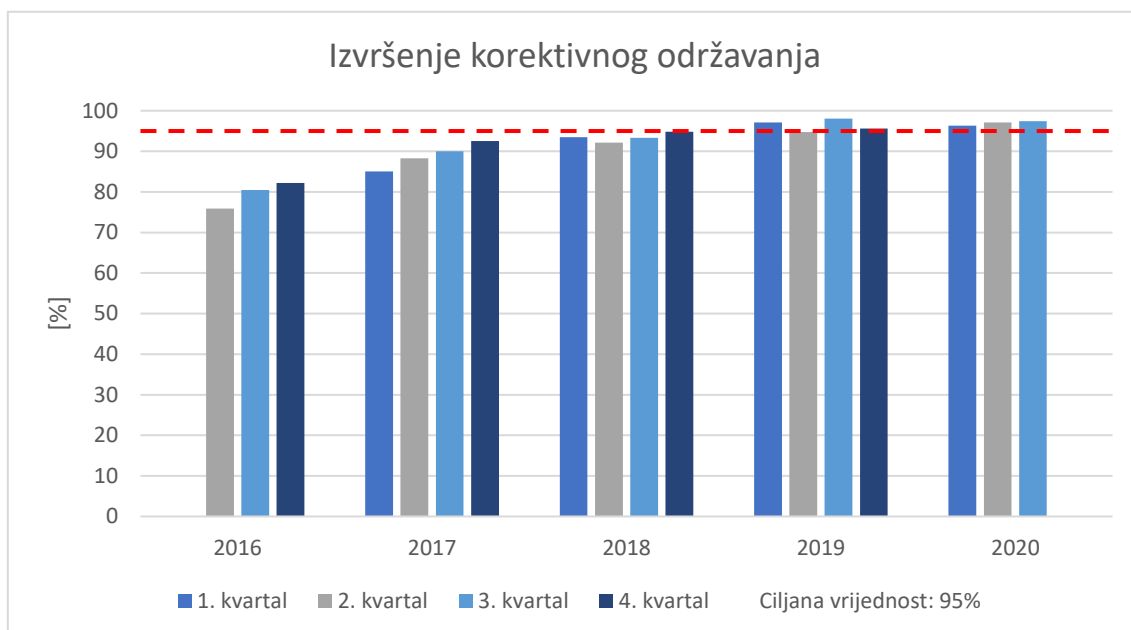


Slika 91. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja vremena izvršenja RN

Na grafu je vidljivo kako prosječno vrijeme izvršenja korektivnih radnih naloga iznosi oko 11 dana (Slika 91.). Primjetan je trend smanjenja vremena izvršenja kroz godine što ukazuje na kontinuirano povećanje učinkovitosti održavanja. Pokazatelj je obrnuto proporcionalan pokazatelju izvršenja korektivnog održavanja, odnosno smanjenjem vremena izvršenja zahtjeva za rad izravno se utječe na povećanje učinkovitosti izvršenja korektivnog održavanja.

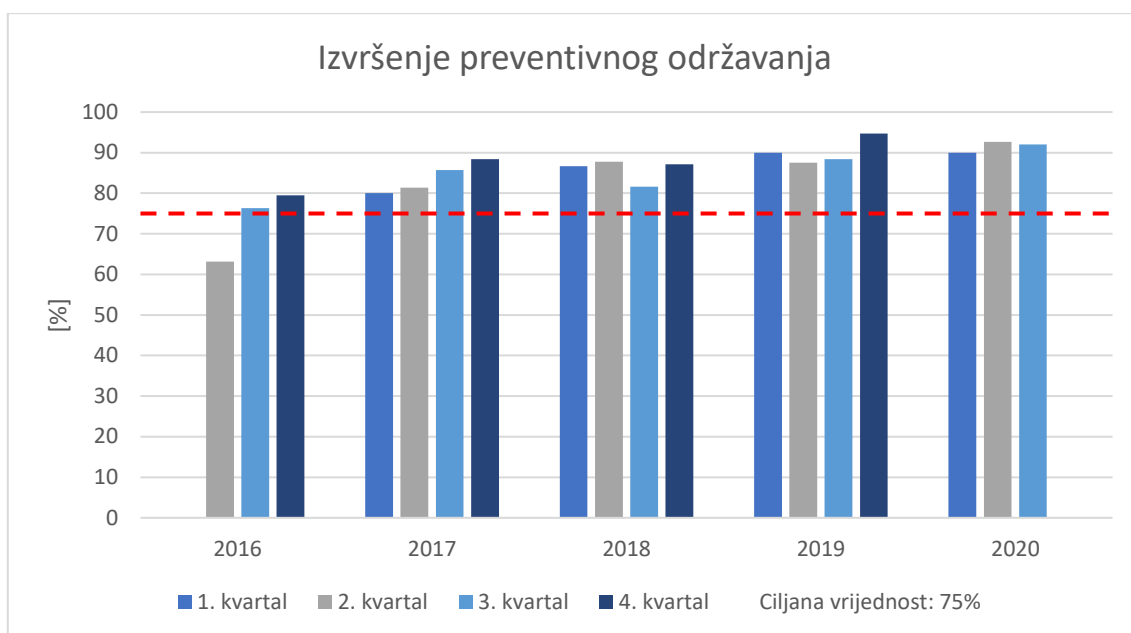
Pokazatelji izvršenja korektivnog (Slika 92.) i preventivnog održavanja (Slika 93.) prikazuju koliko je aktivnosti održavanja obavljeno unutar 30 dana od pokretanja radnog naloga.

Američko sveučilište Northwestern je za svoje ciljeve ključnih pokazatelja učinkovitosti postavilo vrijednosti od 95% za izvršenje aktivnosti korektivnog održavanja, odnosno 75% za izvršenje aktivnosti preventivnog održavanja [36].



Slika 92. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja izvršenja korektivnog održavanja

U oba slučaja primjetan je znakovit porast pokazatelja u početnom periodu korištenja sustava upravljanja objektima uslijed uhodavanja nakon čega pokazatelji i dalje nastavljaju kontinuirano rasti no u manjim udjelima. Pokazatelj izvršenja preventivnog održavanja je zbog niže granične vrijednosti ranije zadovoljio postavljene ciljeve dok se za izvršenje korektivnog održavanja vrijednostima najbolje svjetske prakse približilo tek u drugoj polovici 2018. godine. Trenutno su pokazatelji na sličnim vrijednostima i poželjno ih je i dalje zadržati na visokim razinama.

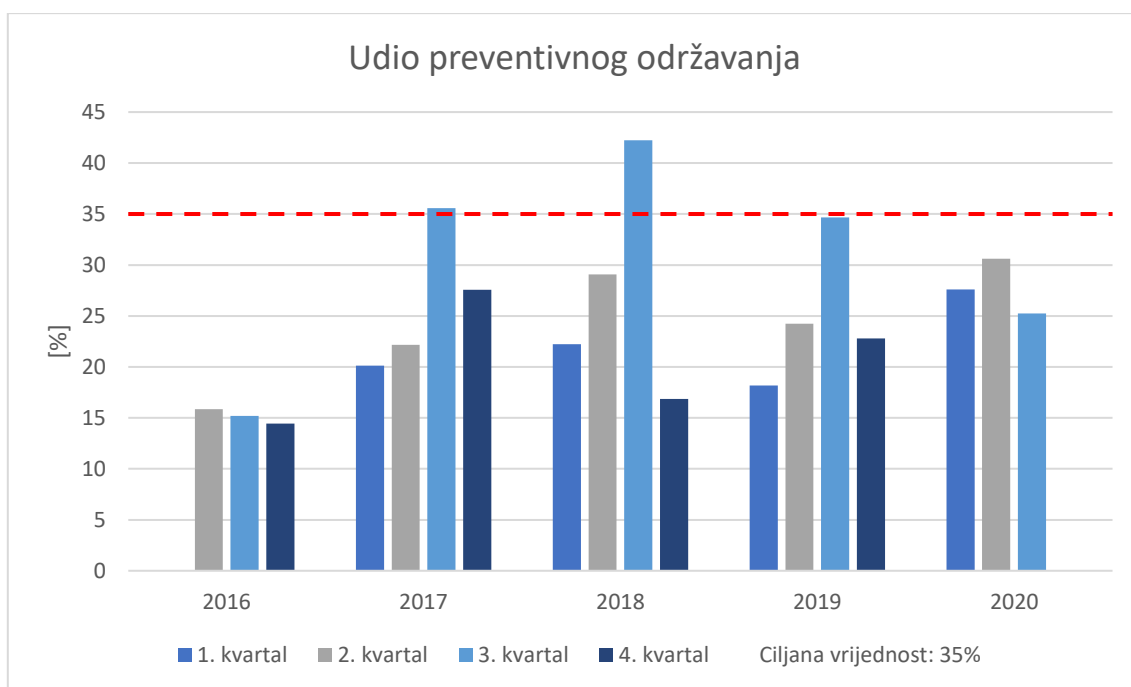


Slika 93. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja izvršenja preventivnog održavanja

Još jedan dobar pokazatelj za praćenje je udio preventivnog održavanja koji prati broj radnih naloga preventivnog održavanja u ukupnom broju radnih naloga. Pokazateljem se želi utjecati na povećanje aktivnosti proaktivnog održavanja kako bi se smanjio broj mogućih izvanrednih kvarova.

Ovaj se pokazatelj prati između ostaloga i na sveučilištu Northwestern gdje je ciljana vrijednost postavljena na 35% [36] te je po uzoru na njega ista postavljena i na FSB-Zagreb

Kako je vidljivo na grafu (Slika 94.), potrebno se više osloniti na proaktivne aktivnosti održavanja jer je trenutno većina korektivnih aktivnosti. Razlog tomu je što su na FSB-Zagreb od planova preventivnih pregleda postavljene samo nužne aktivnosti pokrivene odgovarajućom zakonskom regulativom. Dodavanje planova kao što su tjedni ili mjesečni obilasci objekata i periodički pregledi ispravnosti određenih sustava poslijedično dovodi do povećanja udjela preventivnih aktivnosti održavanja. Provođenjem takvih aktivnosti pozitivno djeluje na pravovremeno uočavanje potencijalnih kvarova i sprječavanje njihova nastajanja.

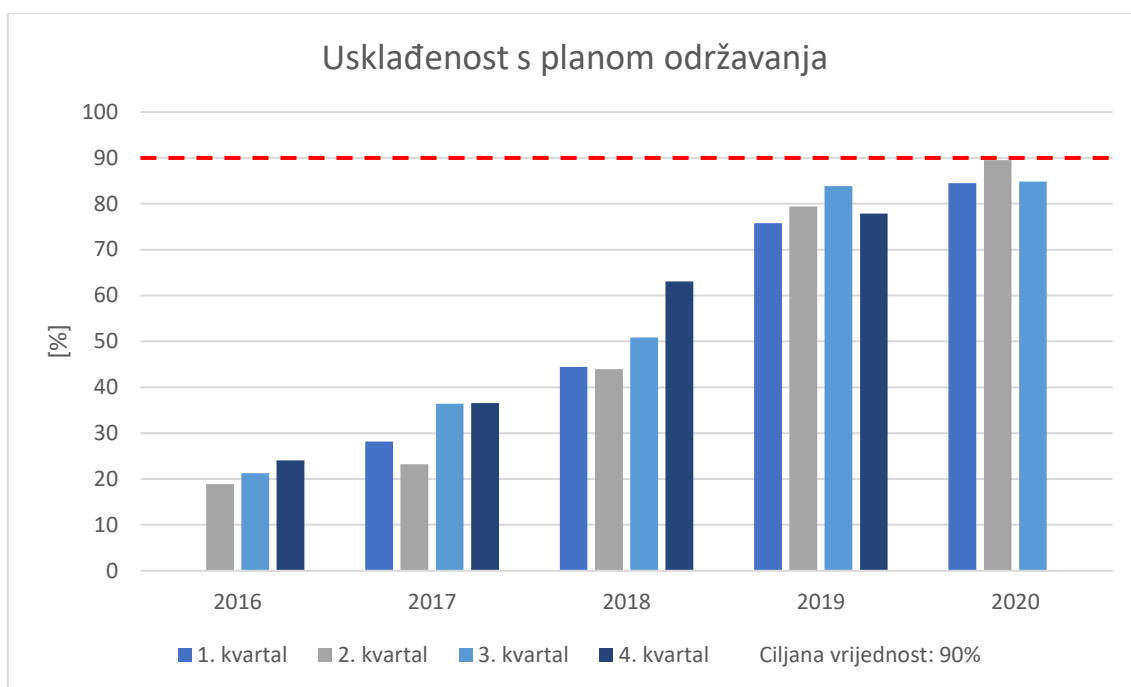


Slika 94. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja udjela preventivnog održavanja

Na grafu su također vidljivi skokovi vrijednosti pokazatelja u trećim kvartalima zbog manjeg ukupnog broja radnih naloga u tim mjesecima uslijed korištenja godišnjih odmora i smanjenog kapaciteta rada fakulteta zbog završetka nastave.

Pokazatelj usklađenosti s planom održavanja ukazuje koliko se aktivnosti održavanja provode se prema planiranim i vremenski terminiranim radnim nalogima. Na grafu se vidi da su aktivnosti održavanja na FSB-u u početku značajno odstupale od plana održavanja, bilo to kasnijim početkom provođenja aktivnosti održavanja ili produljenjem planiranog roka završetka radova (Slika 95.). Razloga za takve vrijednosti je nekoliko, od same prilagodbe na novi sustav upravljanja objektima do educiranja zaposlenika u svrhu boljeg planiranja aktivnosti održavanja.

Preporuka najbolje svjetske klase je da se čak 90% ili više provodi u skladu s planom održavanja [21]. Te vrijednosti i dalje nisu dostignute na FSB-u, ali linearni porast pokazatelja govori da će se to u skoro vrijeme promijeniti.



Slika 95. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja usklađenosti s planom održavanja

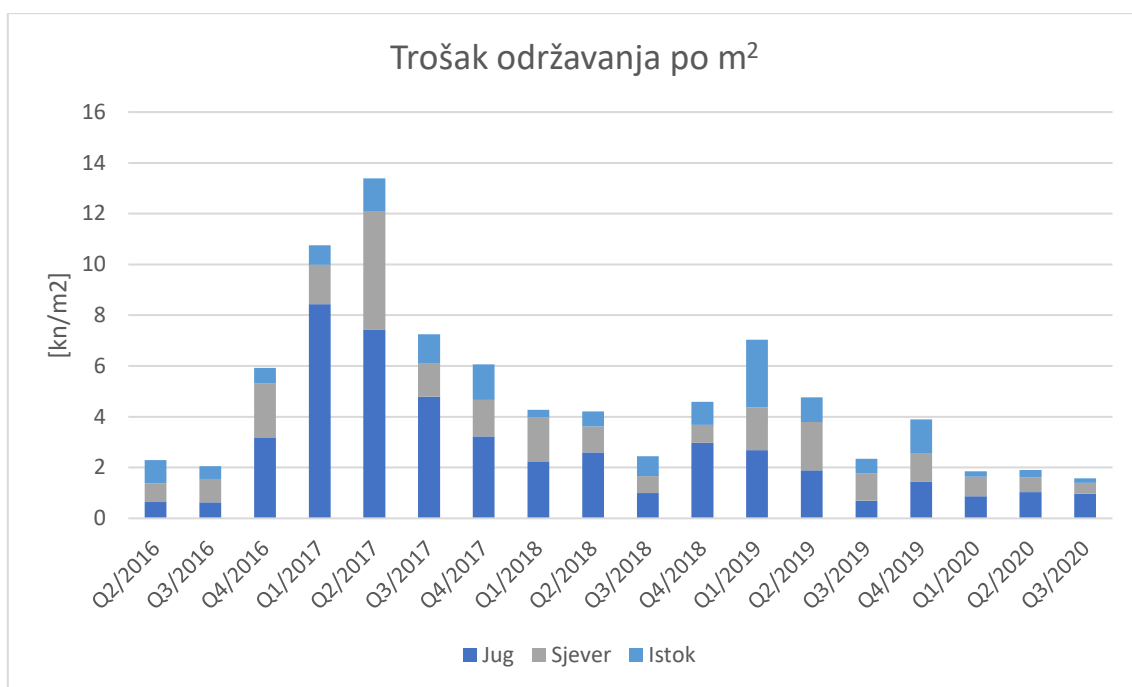
Pokazatelj troškova upravljanja objektima iskazan je u kunama po m² te objedinjuje troškove održavanja i operativne troškove (Slika 96.). Podaci korišteni za izračun troškova upravljanja objektima su isti kao za izračun ekonomskih pokazatelja učinkovitosti, odnosno dijelom se radi o stvarnim podacima dok je drugi dio podataka procijenjen. Operativni troškovi su računati na stvarnim podacima dostupnim za prethodne godine.



Slika 96. Prikaz pokazatelja troškova upravljanja objektima

Pokazatelj troška održavanja po m² računa se na način da sustav zbraja ukupne troškove svih radnih naloga, grupira ih prema objektu održavanja i zgradama kojim objekti hijerarhijski pripadaju te ih dijeli s odgovarajućom površinom pojedine zgrade.

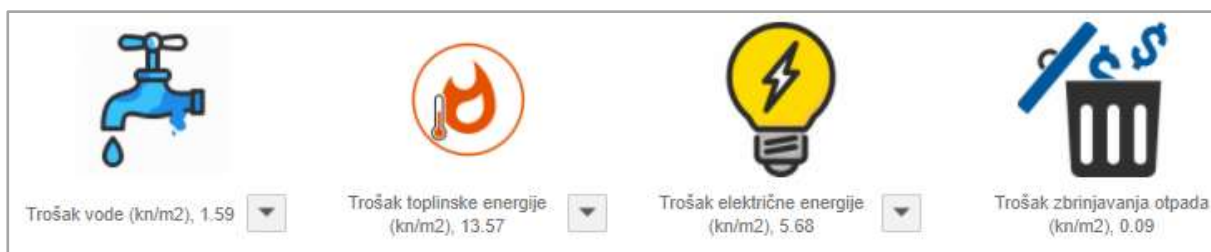
Ovaj pokazatelj je složeniji u odnosu na ostale zbog svoje dvostruke funkcionalnosti. Iskazan je kao broj i početno prikazuje ukupni trošak održavanja po m². Klikom miša na strelicu u donjem desnom kutu KPU otvara se detaljan raspis pokazatelja u kojem je trošak održavanja po m² grupiran prema odgovarajućim zgradama.



Slika 97. Prikaz kvartalnih vrijednosti pokazatelja troška održavanja po m²

Graf pokazatelja troškova održavanja po m² prikazuje kretanje ukupnih troškova održavanja u kvartalnim periodima (Slika 97.). Na grafu je vidljiv porast troškova održavanja s krajem 2016. godine, a najviše vrijednosti od 12 kn/m² zabilježene su u drugom kvartalu 2017. godine nakon čega vrijednosti troškova održavanja padaju. Već je utvrđeno da je porast troškova u tom periodu zbog rekonstrukcije sanitarnih čvorova u južnoj zgradi. U prvom kvartalu 2019. godine je vidljiv ponovni skok troškova održavanja s naglaskom na istočnu zgradu čije su vrijednosti u tom periodu znatno više naspram uobičajenih. Krajem 2019. godine vrijednosti troškova održavanja se vraćaju na niske razine s početka korištenja sustava i takve se nastavljaju u 2020. godini.

Pokazatelj operativnih troškova dodatno se dijeli s obzirom na utrošeni energent (voda, električna energija i toplinska energija) te trošak zbrinjavanja prikupljenog otpada (Slika 98.).



Slika 98. Prikaz detaljnog raspisa pokazatelja operativnih troškova

Svaki od pokazatelja troška pojedinog energenta dodatno je raspisan na dva mjerna mjesta na kojima se prikupljaju podaci o potrošnji, a ona su Kompleks Sjeverne zgrade i Kompleks Južne zgrade u koju su pribrojene i potrošnje Istočne zgrade.

Osim preko pokazatelja operativnih troškova, podaci o potrošnjama energenata prikazani su i putem dijagrama na početnoj stranici sustava Infor EAM koji su opisani u idućem poglavlju.

Uz pokazatelj troškova zbrinjavanja otpada postavljen je i pokazatelj Udio recikliranog otpada koji prikazuje udio prikupljenog reciklabilnog otpada u ukupnoj prikupljenoj količini otpada. Pokazatelj se računa na razini godine, a za 2020. godini reciklirano je 49,46% ukupnog prikupljenog otpada na FSB. Pokazatelj je dodatno raspisan na svaki reciklabilni otpad (Slika 99.) te najveći udio reciklabilnog otpada čini plastika s 41,93%. Slijedi je papir sa 7,19% te staklo sa svega 0,34%.



Slika 99. Prikaz detaljnog raspisa pokazatelja udjela recikliranog otpada

Na temelju podataka o potrošnji energenata i prikupljenom otpadu na FSB, izračunat je godišnji ekološki otisak fakulteta (Slika 100.) koji iznosi 1187.51 tCO₂e.



Slika 100. Prikaz pokazatelja ekološkog otiska

Kako bi se različite mjerene veličine energenata mogle zbrajati, potrebno ih je pretvoriti u istu mjernu jedinicu za što su korišteni faktori konverzije kako navodi Tablica 17.

Tablica 17. Faktori konverzije mjerenih veličina za izračun ekološkog otiska [38][39]

Veličina	Mjerna jedinica (MJ)	Faktor konverzije ekološkog otiska	MJ ekološkog otiska
Električna energija	kWh	0,2732	kgCO ₂ e/kWh
Toplinska energija	kWh	0,18	kgCO ₂ e/kWh
Voda	m ³	0,344	kgCO ₂ e/m ³
Staklo (otpad)	lit	0,034	kgCO ₂ e/lit
Papir (otpad)	kg	0,021	kgCO ₂ e/kg
Plastika (otpad)	lit	0,0199	kgCO ₂ e/lit
Miješani otpad	lit	0,0101	kgCO ₂ e/lit

Pokazatelj Otvoreni RN po zavodima prikazuje otvorene radne naloge sve zajedno i grupirane po zavodima. Korisnicima služi za pregled količine otvorenih radnih naloga te njihovog stanja prema zavodima kojim pripadaju (Slika 101.).

435

Otvoreni RN po zavodima ▼

Slika 101. Prikaz pokazatelja Otvoreni RN po zavodima - zajednički

Pokazatelj je iskazan je kao broj i početno prikazuje sve otvorene radne naloge, a pokretanjem detaljnog raspisa KPU prikazuju se otvoreni radni nalozi grupirani prema zavodima kojim pripadaju (Slika 102.). Računa se na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge koji su u statusu izdano te ih grupira prema zavodu kojem pripadaju.



Slika 102. Prikaz pokazatelja Otvoreni RN po zavodima – detaljan raspis po zavodima

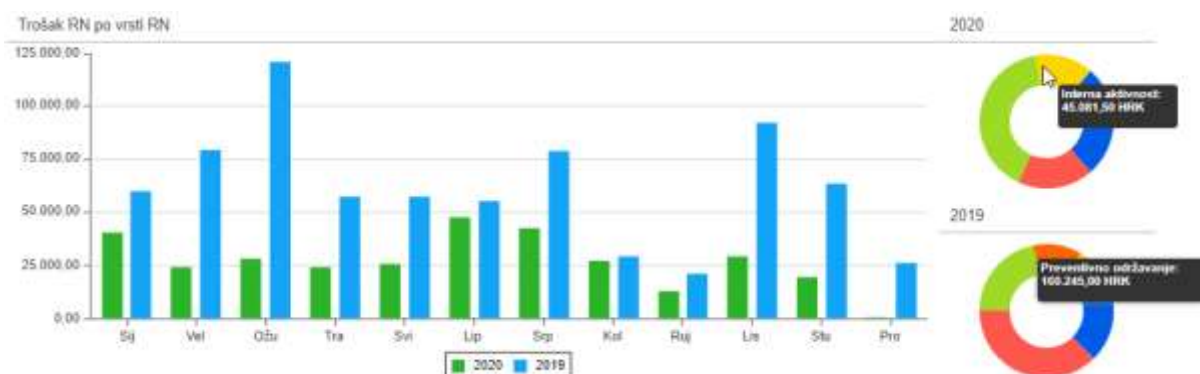
6.2.1 Dijagrami na početnoj stranici

Uz ključne pokazatelje uspješnosti, najupečatljiviji dio početnog zaslona sustava Infor EAM odnosi se na dijagrame te je njima moguće prikazati željeni set podataka za tekuću i prethodnu godinu.

U sustavu su postavljeni sljedeći dijagrami:

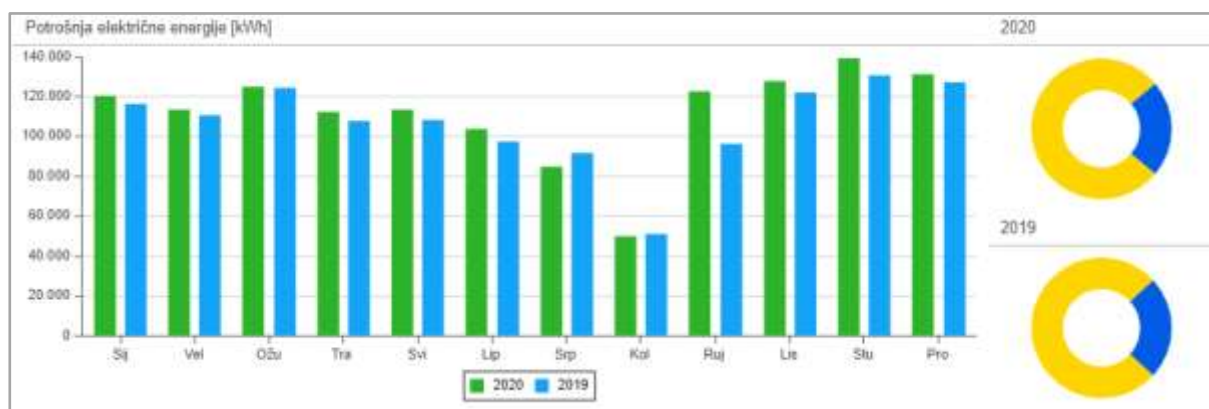
- Dijagram troškova održavanja prema vrsti RN (Slika 103.)
- Dijagram potrošnje električne energije (Slika 104.)
- Dijagram potrošnje toplinske energije (Slika 105.)
- Dijagram potrošnje vode (Slika 106.)
- Dijagram prikupljenog otpada (Slika 107.)

Na dijagramu troškova održavanja prema vrsti RN (Slika 103.) jasno su uočljivi znatno viši troškovi održavanja u 2019. godini u odnosu na 2020. godinu s naglaskom na veljaču, ožujak, listopad i studeni gdje je ta razlika dodatno izražena.



Slika 103. Dijagram troškova održavanja prema vrsti RN na početnom zaslonu

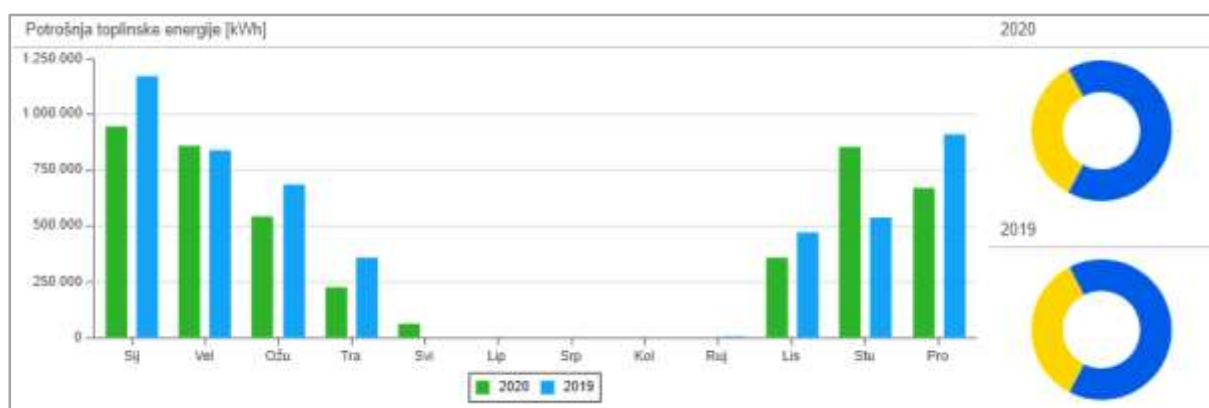
Detaljnijim uvidom u radne naloge održavanja primjećuje se da su troškovi vanjskih usluga i materijala višestruko veći u 2019. godini što rezultira uvećanim ukupnim troškovima održavanja.



Slika 104. Dijagram potrošnje električne energije na početnom zaslonu

Promatrajući potrošnju električne energije ne uočavaju se značajno izraženi trendovi kretanja potrošnje. Evidentno je da se potrošnja električne energije u kolovozu smanjuje uslijed korištenja godišnjih odmora od strane zaposlenika Fakulteta, kao i zbog činjenice da na fakultetu veći dio mjeseca nema studenata. S desne strane na torus dijagramima vidljiv je odnos potrošnje električne energije između kompleksa Sjeverne zgrade i kompleksa Južne zgrade, pod kojim se vodi i Istočna zgrada, te se može zaključiti kako je potrošnja električne energije za kompleks Južne zgrade gotovo pa četiri puta veća od potrošnje Sjeverne zgrade.

Dijagram potrošnje toplinske energije jasno ukazuje na trendove smanjenja odnosno povećanja potrošnje ovisno o godišnjem dobu. Logično je da se u zimskom periodu troši najviše toplinske energije zbog potreba grijanja prostorija, dok se u ljetnom periodu ona gotovo da i ne troši.

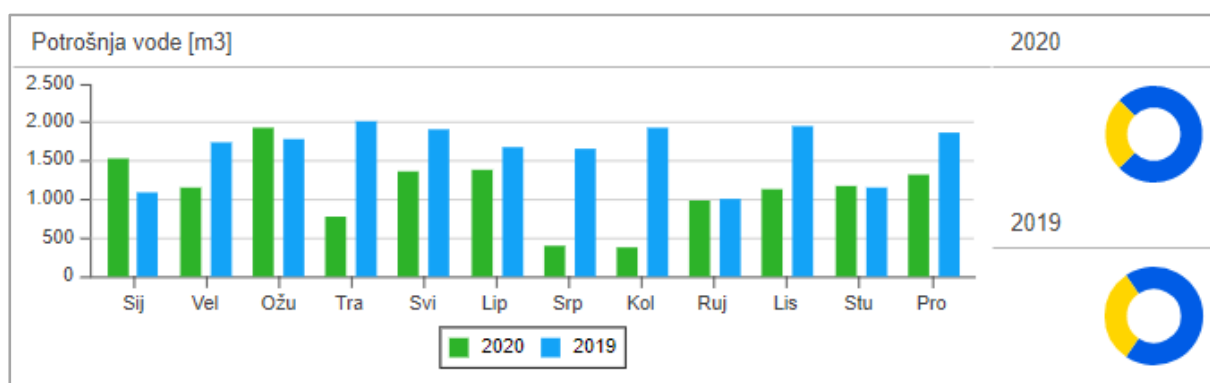


Slika 105. Dijagram potrošnje toplinske energije na početnom zaslonu

Trend porasta/smanjenja potrošnje toplinske energije kroz godine nije izražen te se potrošnje kreću oko sličnih vrijednosti. U slučaju potrošnje toplinske energije, razlika između kompleksa

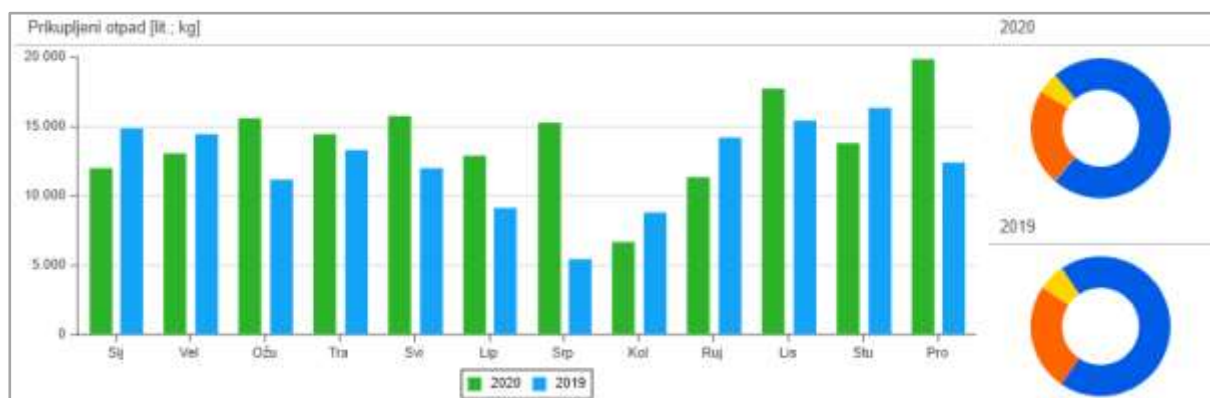
Južne i Sjeverne zgrade je nešto niža nego što je slučaj kod potrošnje električne energije, pa je tako potrošnja toplinske energije na kompleksu Južne zgrade više nešto manje od tri puta u odnosu na potrošnju Sjeverne zgrade.

Ako se promatra potrošnja vode na FSB-u, nema izraženijih trendova u zadnje dvije godine. Vrijednosti potrošnje vode nešto su niže u 2020. godini što se može pripisati smanjenom boravku studenata u prostorima fakulteta. Uočljive su velike razlike potrošnje u ljetnim mjesecima (srpanj i kolovoz) čije je uzroke potrebno detaljnije provjeriti u radnim nalogima kako bi se utvrdilo da li je bilo kakvih zabilježenih kvarova na vodovodnim instalacijama ili je možda postojala potreba za opskrbu vodom u svrhu izvođenja građevinskih sanacija i rekonstrukcija.



Slika 106. Dijagram potrošnje vode na početnom zaslonu

Posljednji postavljani dijagram prikazuje količine prikupljenog otpada na Fakultetu te ih torusnim dijagramima dodatno razlikuje ovisno o vrsti prikupljenog otpada (miješani otpad, papir, staklo, plastika). Svi su podaci o prikupljenim količinama otpada izraženi u litrama (zbog spremnika u kojima se isti odvozi) izuzev papira koji je izražen u kilogramima.



Slika 107. Dijagram prikupljenog otpada na početnom zaslonu

Na dijagramu je vidljiv porast u prikupljenim količinama otpada u tekućoj godini, no promatrajući torusne dijagrame prema udjelima pojedinih vrsta otpada može se zaključiti kako nije došlo do porasta prikupljene količine miješanog otpada, već je i udio reciklabilnog otpada imao jednak porast u istom periodu.

6.2.2 Sustav izvještavanja

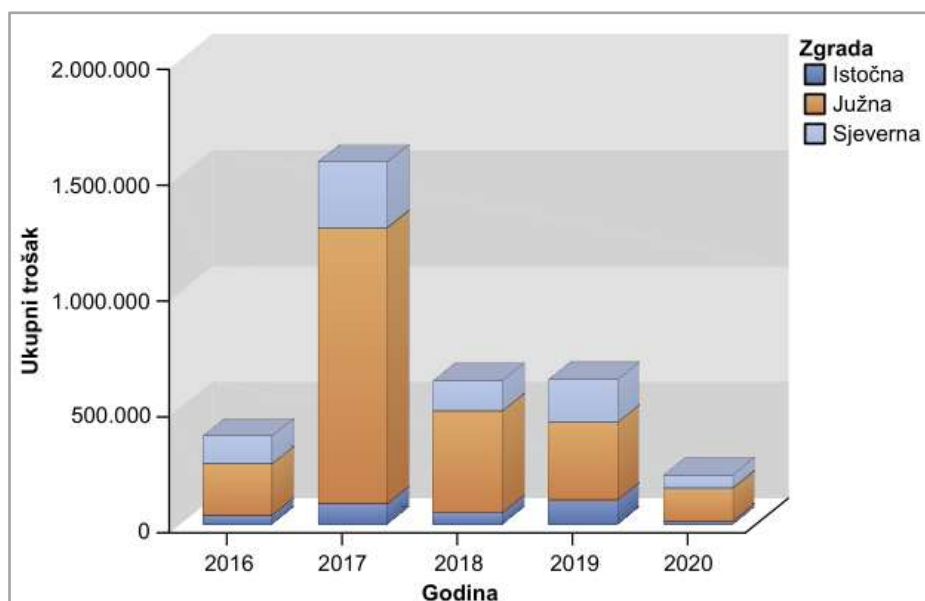
Na temelju prikupljenih podataka u sustavu Infor EAM moguće je postaviti zasebne izvještaje prema potrebama korisnika koji se generiraju na njihov zahtjev. Za potrebe završnog rada, postavljen je izvještaj Analiza troškova održavanja koji grafički i tablično prikazuje raspodjelu troškova održavanja u ovisnosti o lokaciji (zgrada) te razredu i vrsti radnih naloga po kojima su evidentirani troškovi.

Izvještajima ovakvog tipa dodatno je olakšan pregled podataka, a moguće ih je konfigurirati tako da njihovim generiranjem zamijene ručnu izradu određenih dokumenata. Primjer takvog izvještaja bio bi recimo izrada godišnjeg plana održavanja, koji se umjesto izrade u wordu ili excelu može jednostavno generirati kroz EAM na temelju postavljenih preventivnih planova održavanja i njihove periodike. Drugi primjer vezan na istu tematiku je realizacija planiranih sredstava za potrebe izvršenja godišnjeg plana održavanja, gdje je bitno vidjeti stvari utrošak rezerviranih sredstava za troškove održavanja.

Postavljeni izvještaj analize troškova održavanja podijeljen je u tri dijela:

- Trošak održavanja po m²
- Trošak održavanja po razredu
- Trošak održavanja po vrsti radnog naloga

Kao što je već navedeno, za svaki dio je suma troškova prvo prikazana grafički, a zatim je tablično prikazana njihova rekapitulacija. U prvom dijelu izvještaja prikazana je rekapitulacija troškova po kvadratnom metru pojedine zgrade za svaku godinu (Slika 108.).



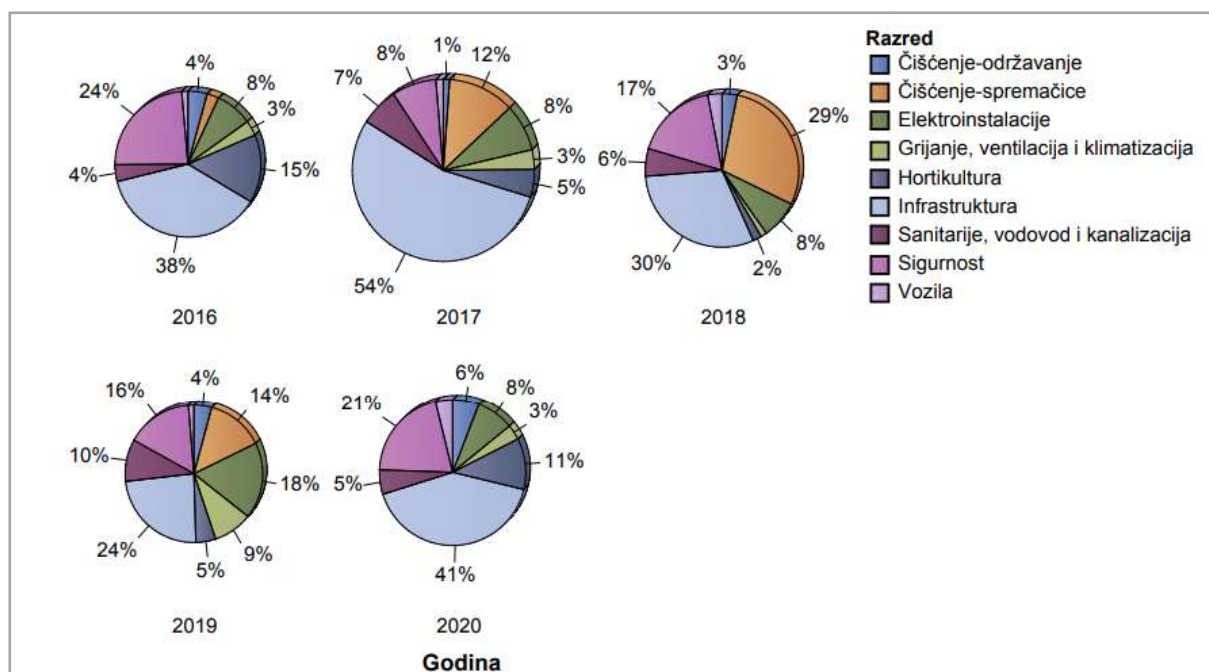
Slika 108. Grafički prikaz troškova održavanja po kvadratnom metru

Na grafičkom prikazu vidljivo je kako su ukupni troškovi održavanja bili najviši u 2017. godini što je već utvrđeno analizom vrijednosti KPU u prethodnom poglavlju. Daljnja rekapitulacija troškova tablično je prikazana po godinama prvo za ukupne troškove održavanja, a zatim zasebno za troškove internih aktivnosti, vanjskih usluga i materijala (Slika 109.).

Ukupni trošak				
Godina / Zgrada	Istočna	Južna	Sjeverna	Ukupno
2016	38.303,80	221.531,55	120.647,85	380.483,20
2017	87.566,94	1.191.237,58	284.632,08	1.563.436,60
2018	48.796,76	439.642,55	131.867,59	620.306,90
2019	104.787,75	334.708,00	185.092,89	624.588,64
2020	12.711,46	143.244,23	56.779,69	212.735,38
Ukupno	292.166,71	2.330.363,91	779.020,10	3.401.550,72

Slika 109. Primjer tabličnog prikaza rekapitulacije troškova održavanja po kvadratnom metru

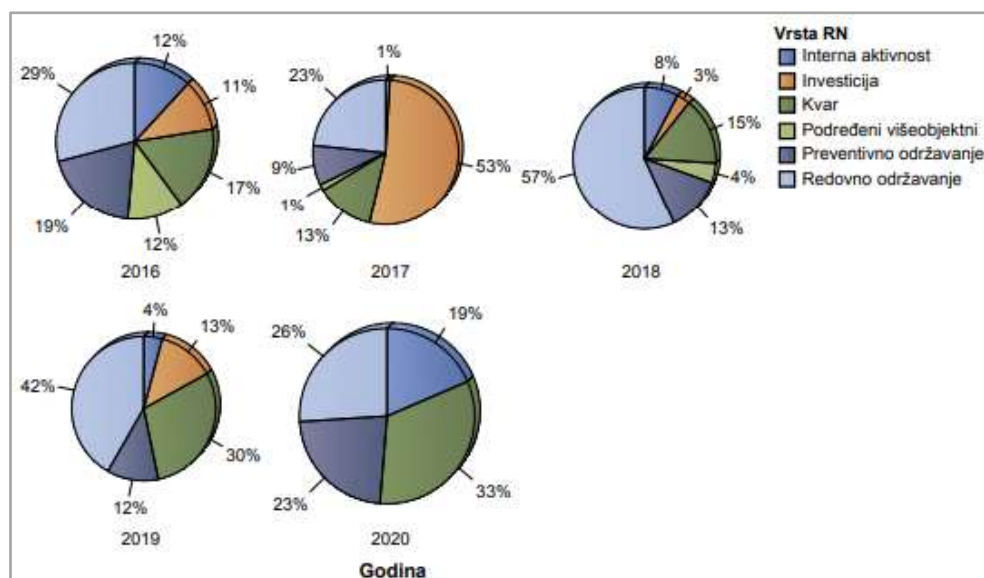
Većina troškova odnosi se na interne aktivnosti i vanjske usluge, dok je trošak materijala svega sedmina ukupnog iznosa. Sljedeći graf u izvještaju odnosi se na raspodjelu troškova prema razredu (Slika 110.).



Slika 110. Grafički prikaz troškova održavanja ovisno o razredu radnih naloga

Za svaku godinu se najveći dio troškova odnosi na aktivnosti održavanja na infrastrukturi, slijede ih troškovi na sigurnosti i troškovi potrošnog materijala za čišćenje i higijenskog materijala. Ostatak razreda u ukupnim troškovima održavanja slijedi redom troškovi elektroinstalacija, sanitarija, hortikulture, grijanja i ventilacije te trošak materijala za potrebe održavanja i trošak održavanja vozila.

Poslijedni graf se odnosi na raspodjelu troškova prema vrsti radnih naloga. Primjetan je udio investicijskog održavanja u 2017. godini s čak 53% ukupnih troškova održavanja. Iz ovakvih ciljanih izvještaja jednostavno se iščitavaju navedene vrijednosti, dok je za donošenje istih zaključaka pomoću KPU bilo potrebno sagledati njih nekoliko kako se ne bi donijelo pogrešne zaključke.



Slika 111. Grafički prikaz troškova održavanja ovisno o vrsti radnih naloga

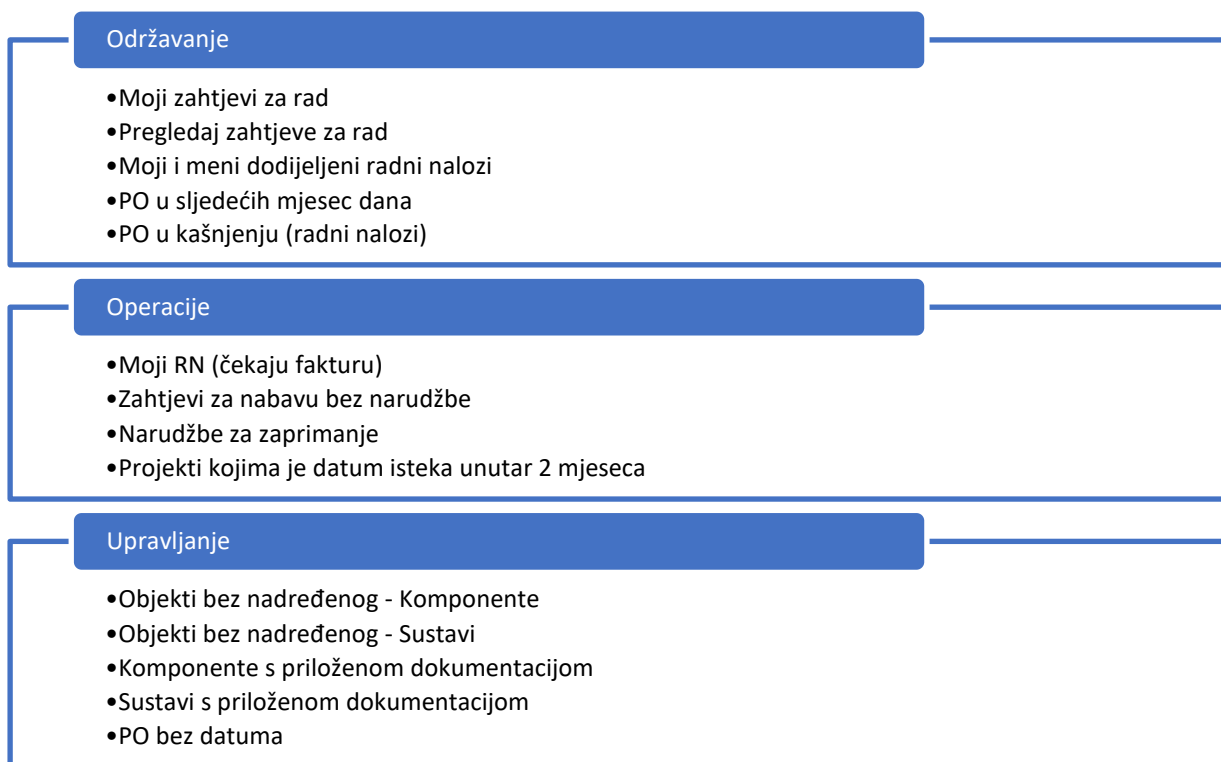
Gledano prema vrsti radnih naloga, većina troškova se odnosi na redovno održavanje pod kojim se kao što je već navedeno vodila nabava potrošnog materijala za održavanje kao i higijenskog materijala za sanitarne čvorove i čišćenje.

Znakovito je da je svake godine veći udio troškova korektivnog od preventivnog održavanja, na što bi trebalo utjecati kako bi se omjer troškova promijenio. Također, troškovi korektivnog održavanja su se udvostručili tijekom 2017. i 2018. godine.

6.2.3 Izvješćivanje korisnika putem Inbox-a

U Inbox dijelu početne stranice postavljaju se informacije koje očekuju određenu reakciju od korisnika sustava, što može biti običan pregled, odobrenje ili unos podataka koji se od korisnika očekuju. Inbox je podijeljen u tri mape: održavanje, operacije i upravljanje u koje se pokazatelji mogu postavljati prema potrebama korisnika. Nekim će korisnicima odgovarati sve pokazatelje u istu mapu dok će drugima preglednije biti iste rasporediti u više mapa.

Radi bolje preglednosti, pokazatelji su podijeljeni po mapama prema shemi u nastavku (Slika 112.).

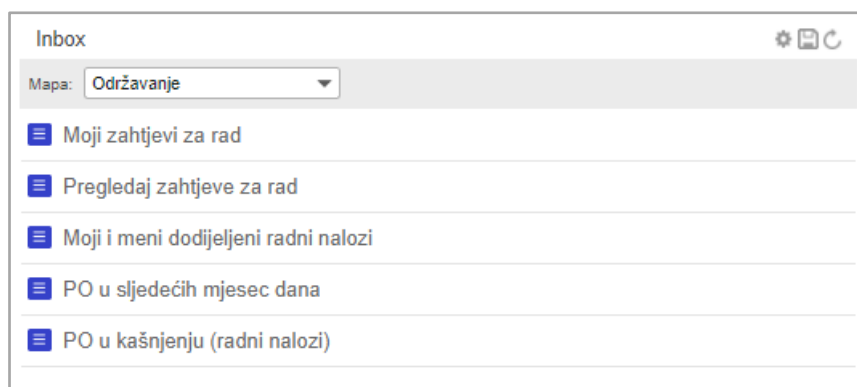


Slika 112. Podjela pokazatelja u Inboxu početne stranice

Logika podjele navedenih pokazatelja bila je da se u mapu održavanje smjeste svi pokazatelji koji se odnose na tekuće i nadolazeće poslove održavanja, u mapu operacije su smješteni pokazatelji koji prikazuju i zahtijevaju određene akcije vezano za službu nabave, a u mapu upravljanje postavljeni su pokazatelji koji služe za pregled i upravljanje podacima u sustavu. Pokazatelji u inbox-u su podešeni da se prikazuju samo u slučajevima kada je potrebna određena reakcija korisnika. Oni su također aktivni što znači da se dvostrukim klikom na odgovarajući pokazatelj u sustavu otvara točno određeni set podataka na koje je potrebno reagirati.

6.2.3.1 Pokazatelji u mapi Održavanje

Pokazatelji koji se nalaze u mapi održavanje su prvenstveno namijenjeni zaposlenicima službe održavanja koji prate tekuće aktivnosti održavanja i dobivaju prijave kvarova od strane drugih korisnika (Slika 113.).



Slika 113. Prikaz pokazatelja u mapi Održavanje

Pokazatelj **Moji zahtjevi za rad** prikazuje ukupan broj zahtjeva za rad koji su upućeni trenutnom korisniku. Služi za obavješćavanje korisnika zahtjevima za rad koji su im uputili drugi korisnici. Ovim se pokazateljem primarno služi služba održavanja kojima se preko njega omogućava prijava raznih kvarova od strane svih koji su taj isti kvar primjetili.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve zahtjeve za rad te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba zahtjeva za rad ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

Pokazatelj **Pregledaj zahtjeve za rad** jednak je pokazatelju Moji zahtjevi za rad osim što ne filtrira zahtjeve za rad prema odjelu već prikazuje sve kreirane zahtjeve za rad.

Pokazatelj **Moji i meni dodijeljeni radni nalozi** prikazuje ukupan broj otvorenih radnih naloga preventivnog i korektivnog održavanja. Služi za obavješćavanje korisnika o trenutnim aktivnostima održavanja koje su u tijeku, bilo da se radi o korektivnim ili preventivnim radnim nalogima. Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge preventivnog i korektivnog održavanja koji su u statusu izdano te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba za RN ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

Pokazatelj **PO u sljedećih mjesec dana** prikazuje ukupan broj radnih naloga preventivnog održavanja koji su predviđeni za izvođenje u narednih mjesec dana. Služi za pravovremeno upoznavanje s nadolazećim zadacima preventivnog održavanja u svrhu kvalitetnog planiranja njihovog izvođenja.

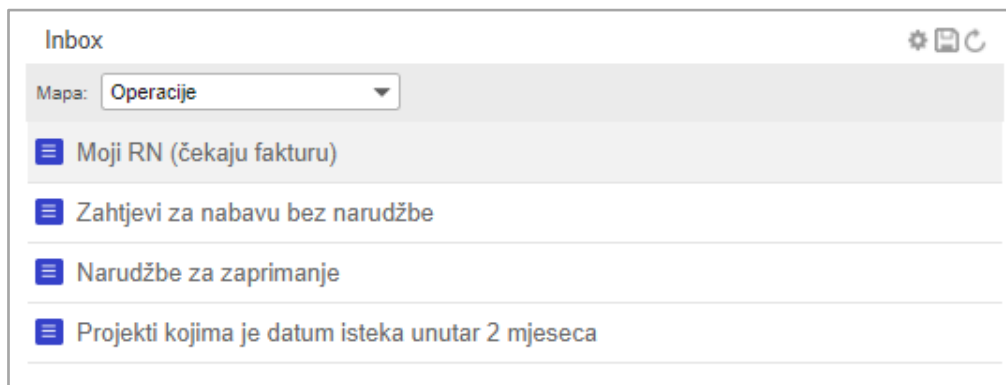
Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge preventivnog održavanja koji su u statusu čekanja za izdavanje te ih filtrira preko uvjeta da je datum izvršenja RN unutar mjesec dana od trenutnog datuma i da odgovorna osoba za RN ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik. Kroz zadnji uvjet se osigurava da svaki od korisnika na uvid dobiva samo radne naloge koji pripadaju njegovom odjelu.

Pokazatelj **PO u kašnjenju (radni nalozi)** prikazuje ukupan broj radnih naloga preventivnog održavanja koji nisu generirani a datum izvršenja im je prošao. Služi za obavještanje korisnika o aktivnostima preventivnog održavanja koje je potrebno izvršiti u skladu s planom preventivnog održavanja.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge preventivnog održavanja koji su u statusu čekanja za izdavanje te ih filtrira preko uvjeta da je datum izvršenja RN prošao u odnosu na trenutni datum te da odgovorna osoba za RN ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

6.2.3.2 Pokazatelji u mapi Operacije

Pokazatelji smješteni u mapu Operacije predviđeni su za lakše praćenje procesa nabave. Pomoću njih je korisnicima olakšan pregledavanje u kojoj se fazi nalaze njihovi predmeti nabave (Slika 114.).



Slika 114. Prikaz pokazatelja u mapi Operacije

Pokazatelj **Moji RN (čekaju fakturu)** prikazuje ukupan broj radnih naloga preventivnog i korektivnog održavanja koji čekaju fakture. Služi za obavještanje korisnika o aktivnostima održavanja za koje je postupak nabave u tijeku, a čeka se faktura. Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge preventivnog i korektivnog održavanja koji su u postupku nabave i čekaju fakturu te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba za RN ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

Pokazatelj **Zahtjevi za nabavu bez narudžbe** prikazuje sve zahtjeve za nabavu za koje narudžba još nije kreirana. Služi za obavještanje korisnika o stanju njihovih kreiranih zahtjeva za nabavu.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve zahtjeve za rad za koje nije kreirana narudžba te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba zahtjeva za rad ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

Pokazatelj **Narudžbe za zaprimanje** prikazuje sve radne naloge po kojima nisu zaprimljeni dijelovi/usluge s pripadajuće narudžbe. Služi za obavještanje korisnika o stanju njihovih kreiranih zahtjeva za nabavu. Zajedno s pokazateljem *Zahtjevi za nabavu bez narudžbe* daju uvid u stanje u kojem se nalazi njihov zahtjev za nabavu. U slučaju da je zahtjev za nabavu obrađen i odobren od strane službe nabave, on će se prikazivati u ovom pokazatelju, informirajući pritom korisnika da su traženi dijelovi/usluge naručeni.

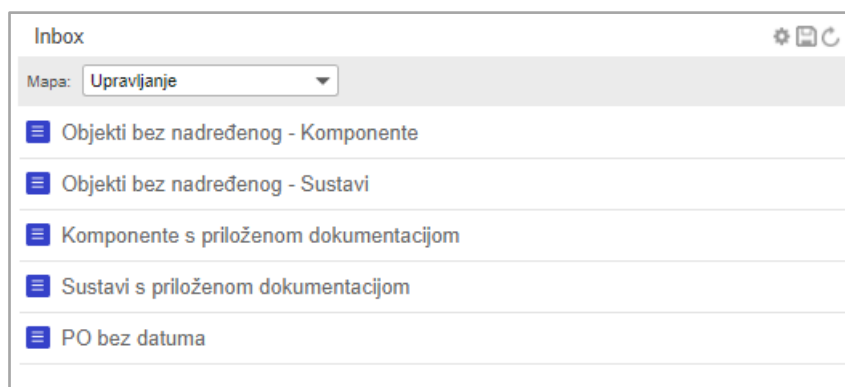
Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge na kojima nisu zaprimljeni dijelovi/usluge s pripadajuće narudžbe te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba ista kao trenutno spojeni korisnik.

Pokazatelj **Projekti kojima je datum isteka unutar 2 mjeseca** prikazuje sve projekte koji ističu unutar 2 mjeseca. Služi za obavještanje korisnika o projektima koji ističu kroz iduća 2 mjeseca.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve zahtjeve za rad te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba zahtjeva za rad ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

6.2.3.3 Pokazatelji u mapi Upravljanje

Pokazatelji u mapi Upravljanje korisnicima govore da je potrebno napraviti određene akcije kako bi u sustavu bile dostupne sve funkcionalnosti, unos datuma sljedećeg izvršenja na planovima PO bez kojih nije moguće pokretati preventivne radne naloge ili spajanje novih objekata održavanja na odgovarajuće mjesto u strukturi (Slika 115.)).



Slika 115. Prikaz pokazatelja u mapi Upravljanje

Pokazatelj **Objekti bez nadređenog - Komponente** prikazuje sve objekte održavanja – komponente kojima nije poznat nadređeni objekt u hijerarhijskoj strukturi objekata održavanja. Služi kako bi ukazao na postojanje objekata održavanja – komponenata za koje nije poznato na koje mjesto u strukturi pripadaju.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve objekte održavanja koji su klasificirani kao komponente i u hijerarhijskoj strukturi nemaju definiran nadređeni objekt održavanja.

Pokazatelj **Objekti bez nadređenog - Sustavi** prikazuje sve objekte održavanja – sustave kojima nije poznat nadređeni objekt u hijerarhijskoj strukturi objekata održavanja. Služi kako bi ukazao na postojanje objekata održavanja – komponentata za koje nije poznato na koje mjesto u strukturi pripadaju.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve objekte održavanja koji su klasificirani kao sustavi i u hijerarhijskoj strukturi nemaju definiran nadređeni objekt održavanja.

Pokazatelji **Komponente s priloženom dokumentacijom** i **Sustavi s priloženom dokumentacijom** prikazuju komponente odnosno sustave koji imaju priloženi dokument uz njih. Služe za jednostavan dolazak do dokumentacije pohranjene uz objekte održavanja u sustavu.

Pokazatelj **PO bez datuma** prikazuje ukupan broj radnih naloga preventivnog održavanja kojima nije definiran datum izvršenja. Služi za obavješćavanje korisnika kako postoje aktivnosti preventivnog održavanja za koje nije definiran terminski plan u kojem bi se trebali izvršiti. Bez zadanog datuma izvršenja sustav neće radne naloge ponuditi korisniku za generiranje pa je iz tog razloga bitno definirati isti.

Pokazatelj se računa na način da sustav uzima u obzir sve radne naloge preventivnog održavanja kojima nije definiran datum izvršenja te ih filtrira preko uvjeta da odgovorna osoba za RN ima pridruženi isti odjel kao trenutno spojeni korisnik.

7 ZAKLJUČAK

Upravljanje objektima je disciplina koja se i dalje razvija te obujam njenih usluga nije zaključen. U Hrvatskoj FM još uvijek nije dovoljno zastupljen te se njime i dalje bavi relativno uski krug poduzeća i osoba u okviru upravljanja i održavanja stambenih i poslovnih objekata, hotela, bolnica itd. Kako bi se objektima moglo kvalitetno upravljati, potrebno je mjeriti i pratiti učinkovitost procesa upravljanja i održavanja s ciljem kasnije analize i praćenja napretka prema zadanim ciljevima. U današnje vrijeme digitalizacije se u tu svrhu koriste specijalizirani informacijski sustavi koji na jednom mjestu objedinjavanju sve bitne informacije za korisnike te im pomažu u njihovom analiziranju i izvještavanju pri donošenju poslovnih odluka.

Na primjeru implementacije informacijskog sustava Infor EAM na Fakultetu Strojarstva i Brodogradnje postavljen je model upravljanja poslovima održavanja pomoću ključnih pokazatelja učinkovitosti. U sustavu su postavljeni KPU prema normi CEN EN 15341 koji omogućuju direktnu usporedbu i utvrđivanje pozicije vlastitog poduzeća u odnosu na druge poslovne sustave. Također je postavljeno i nekoliko dodatnih pokazatelja koji nisu definirani navedenom normom ali korisnicima sustava daju smjernice kako proces održavanja učiniti efikasnijim.

KPU su postavljeni na edukacijskoj bazi te je prikazano kako se analizom njihovih vrijednosti može pravovremeno utjecati na nužne promjene u procesu održavanja. Analiza je pokazala da se većina aktivnosti održavanja odnosi na korektivno održavanje ili je barem kao takvo vođeno. Potrebno je dodatno razraditi planove preventivnog održavanja i uz postavljene planove regulirane zakonskim obvezama dodati preventivne preglede i obilaske objekata te planove s ciljem očuvanja ispravnosti objekta prema uvriježenim standardima građevinskog održavanja. U planove PO bi se tako primjerice mogli dodati planovi za bojanje prostoriya svakih 5 godina, godišnji pregled krovne konstrukcije i čišćenje oluka, bojanje unutarnje stolarije svakih 8 godina, brušenje i lakiranje parketa svakih 10 godina, itd. Time bi se za navedene aktivnosti moglo unaprijed planirati termine i sredstva za njihovo izvršenje prema unesenom rasporedu u sustavu. Analizom postavljenih KPU jednostavno se uočavaju trendovi porasta ili snižavanja troškova održavanja kao što je bilo u slučaju većih investicija poput rekonstrukcije sanitarnih čvorova ili sanacije parkirališta, te se sukladno uočenim trendovima može pravovremeno reagirati.

Postavljeni model KPU jednostavno se može prenijeti na produkcijski rad sustava gdje će odgovornim osobama za vođenje poslova održavanja doprinijeti u svakodnevnom radu. Njegovo korištenje u produkcijskom radu trenutno nije moguće učinkovito koristiti iz razloga

što se implementirani informacijski sustav ne koristi u svom punom opsegu, već se u njemu većinom bilježe samo one aktivnosti održavanja za koje je potreban angažman vanjske usluge te nabava raznih materijala i usluga. Potrebno je dakle motivirati zaposlenike na korištenje sustava ukazujući pritom na pozitivan doprinos koji se time ostvaruje. Osim toga treba postaviti dodatne vrste i klase radnih naloga koje su postavljene na edukaciji, a u dogovoru s voditeljem održavanja iste se mogu doraditi.

U toku izrade rada primjećeno je nekoliko stvari čijom bi se korekcijom pridonijelo kvaliteti postavljenog sustava. Jedna od njih odnosi se na sinkronizaciju popisnih mjesta kao objekata održavanja što za posljedicu ima da se određeni uredi i prostori vode na nekoliko različitih šifri ovisno o korisniku ureda. Kako novo popisno mjesto ulazi, staro se postavlja van upotrebe i trošak održavanja istog prostora kreće se voditi na novom mjestu. Ispravno rješenje bilo bi uvođenje pozicija (funkcionalnih lokacija) za svaku prostoriju čime bi se trošak njenog održavanja uvijek prikupljao na istom mjestu. Novootvorena popisna mjesta na ured trebalo bi u tom slučaju nakon sinkronizacije u EAM spojiti na odgovarajuće mjesto u hijerarhiji.

Također bi korisno bilo postaviti digitalne nacрте objekata na kojima bi se naznačile odgovarajuće šifre prostora u EAM-u kako bi se korisnicima sustava olakšale prijave kvarova u istima.

Trenutnu strukturu implementiranog CAFM sustava ne treba gledati kao konačnu stvar. Promjenom npr. strategije održavanja dolazi do čitavog niza promjena pratećih procesa u organizaciji uključujući i usklađivanje KPU novoj situaciji. Sustav treba promatrati kao živi organizam koji raste i razvija se zajedno s potrebama korisnika te je kao takav podložan daljnjem unaprijeđenju, nadogradnji i optimizaciji sve s ciljem pružanja boljeg iskustva korisnicima. Kada se pokaže potreba za novim mogućnostima, sustav je moguće nadograditi i ažurirati kako bi korisnicima i dalje pokrивao sve potrebe i zahtjeve.

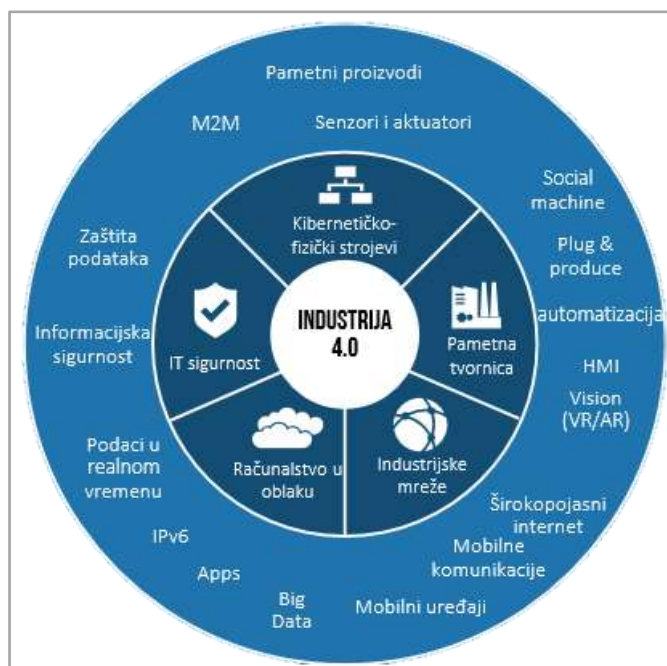
U nastavku poglavlja će se na nekoliko primjera prikazati mogućnosti i smjer u kojem bi se postojeći sustav mogao doraditi kako bi obuhvatio dodatne značajke upravljanja objektima koje nisu implementirane u trenutnom opsegu.

7.1 MOGUĆA DALJNJA UNAPRIJEĐENJA SUSTAVA UPRAVLJANJA OBJEKTIMA

Kako se danas živi u svijetu mobilnih tehnologija gdje su potrebe, tehnologija i brzina prijenosa omogućili dostupnost informacija na svakom koraku, a svakodnevica je postala nezamisliva bez korištenja pametnih mobilnih uređaja i aplikacija, kao logičan slijed razvoja

nameće se mobilna aplikacija u svrhu bržeg i jednostavnijeg izvršavanja raznih zadataka. Mobilna bi aplikacija u ovom smislu omogućila ne samo izravnim korisnicima informacijskog sustava, već i svim drugim zaposlenicima FSB-a pa i studentima koji ga pohađaju, brze i jednostavne prijave kvarova. Naime, prilikom svakodnevnog boravka u objektu njegovi će korisnici prije ili kasnije primjetiti neku nesukladnost ili odstupanje poput curenja, buke, pukotine i slično. U tom trenu oni mogu pomoću mobilnog uređaja kreirati zapis o primjećenoj nesukladnosti, uz njega pohraniti komentar, fotografiju ili video zapis te ga proslijediti u Infor EAM gdje dolazi voditelju održavanja na evaluaciju [31]. Na taj se način doprinosi povećanju učinkovitosti procesa održavanja jer se skraćuje vrijeme prijave, a samim time i vrijeme otklanjanja nesukladnosti.

Osim mobilne tehnologije u novije se vrijeme pojavljuje i pojam Industrija 4.0 koji se odnosi na nove načine komunikacije tehnologije s ljudima, društvom i okolinom. Ona je prisutna u svim aspektima današnjeg života, od umjetne inteligencije, robotike, kvantnog računanja, Interneta stvari (IoT), itd.



Slika 116. Prikaz područja djelovanja Industrije 4.0 [32]

Internet stvari, IoT (*engl. Internet of Things*), povezuje niz predmeta iz našeg svakodnevnog života poput spremnika za otpad, ulične rasvjete, parkirnih mjesta, prometnih znakova, cesta, kućanskih aparata, proizvodnih linija, itd. Svi su ti objekti opremljeni senzorima, procesorima i komunikacijskim napravama s ciljem da preko interneta razmjenjuju informacije i prema potrebi reagiraju u skladu s njima.

Primjer korištenja industrije 4.0 i interneta stvari u upravljanju objektima bio bi primjerice u pametnim prostorima opremljenim senzorima i uređajima koji korisnicima omogućuju centralizirano upravljanje svim njihovim parametrima. Takvi su prostori opremljeni senzorima za temperaturu, video nadzorom, motoriziranom stolarijom i roletama i slično. Time se otvara niz mogućnosti, primjerice namještanje odgovarajuće mikroklimе u predavaonicama u točno zadano vrijeme kako bi svim sudionicima nastave bilo ugodnije, zatim automatsko zatvaranje i otvaranje roleta na prozorima u ovisnosti s vanjskim osvjetljenjem, itd. No osim funkcija koje izravno doprinose komforu korisnika, jednako su bitne i one s ekonomske strane jer se ovakvim pristupom otvaraju mogućnosti racionalnijeg upravljanja potrošnjom energije [32][33].

Na FSB-Zagreb je uspostavljen i sustav gospodarenja otpadom, kroz odvajanje otpada u tri kategorije na ukupno 115 lokacija diljem fakulteta te se na taj način omogućuje izdvajanje reciklabilnih tvari iz tijeka otpada čime se postižu pozitivni gospodarski i ekološki učinci:

- smanjenje količina miješanog otpada i troškova za odvoz i odlaganje,
- prikupljanje različitih reciklabilnih otpadnih tvari,
- izdvajanje opasnih tvari iz tijeka otpada i značajno smanjenje naknadnog onečišćenja okoliša,
- smanjenje emisija stakleničkih plinova,
- očuvanje brojnih resursa [35].



Slika 117. Grafički dizajn projekta Faks Bez Smeća [35]

Umjesto dosadašnjih načela provedbe, praćenja i iskazivanja rezultata provedbe projekta Faks Bez Smeća, Infor EAM nudi mogućnost podizanja projekta na još višu razinu.

Prethodno je već navedeno da je spremnike za otpad moguće kroz dostupna rješenja povezati na IoT te se tako prikupljeni podaci o zapunjenim spremnicima za otpad mogu proslijediti u

Infor EAM gdje se automatski kreira zahtjev za rad za njihovo pražnjenje. Osim toga, napušta se potreba za ručnim bilježenjem, unosom i obradom podataka u odgovarajućim excel tablicama iza kojih slijedi kreiranje ili ažuriranje grafova te njihovo postavljanje na web stranicu. Budući da su sve informacije u tom slučaju već dostupne na jednom mjestu, one se mogu jednostavno grafički prikazati u sustavu Infor EAM putem izvještajnog sustava ili kreiranjem KPU gospodarenja otpadom.

U svrhu učinkovitog gospodarenja energijom, njenu potrošnju je potrebno pratiti i bilježiti na tjednoj i mjesečnoj bazi kako bi se kasnije na prikupljenim podacima mogla provesti analiza i interpretacija rezultata i odgovoriti na pitanja kao što su: gdje se troši energija, kako se ona troši, o kojim se energentima i u kojoj količini radi, te koliko to sve u konačnici košta.

Navedeni se podaci prikupljaju u zaseban informacijski sustav za gospodarenje energijom – ISGE koji je obavezan alat za prikupljanje, praćenje i analizu potrošnje na objektima u vlasništvu gradova i županija i Vlade Republike Hrvatske [34], no iste bi u pogledu cjelovitog upravljanja objektima bilo dobro pratiti u za to postavljenom informacijskom sustavu Infor EAM. Podaci o potrošnji energenata se u ISGE unose ručno i automatski - putem daljinskih mjernih mjesta gdje se sabiru i šalju u bazu podataka. Konfiguracijom postojećeg automatskog sustava daljinskog mjerenja moguće je prilikom slanja u ISGE, iste podatke proslijediti i u Infor EAM te bi se na temelju njih mogli postaviti KPU gospodarenja energijom za FSB-Zagreb s ciljem periodičkog izvještavanja i optimizacije potrošnje energenata.

Sve informacije zabilježene u sustavu Infor EAM mogu se prikazati na zaslonima postavljenim u predvorju zgrada fakulteta kako bi bile dostupne na uvid svim korisnicima objekata.

LITERATURA

- [1] Rustempašić, N., Čaušević, A.: Održavanje objekata, međunarodna konferencija „The Importance of Place“, CICOP.NET, 2014., URL:
https://www.researchgate.net/publication/266145866_ODRZAVANJE_OBJEKAT_A (Pristupljeno 02.09.2019.)
- [2] Nor, N.A.M., Mohammed, A.H., Alias, B.: Facility Management History and Evolution, International Journal of Facility Management, 2014, Vol.5, No.1, Studeni 2014.
- [3] Wiggins, J. M.: Facilities Manager's Desk Reference, Wiley-Blackwell, Second edition, 2014.
- [4] Vidić, Z.: Metode cjelovitog upravljanja objektima, Magistarski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2008.
- [5] <https://www.ifma.org/about/about-ifma/history> (Pristupljeno 20.07.2019.)
- [6] <https://www.iwfm.org.uk/about.html> (Pristupljeno 20.07.2019.)
- [7] <http://www.ifma.org/about/what-is-facility-management> (Pristupljeno 20.07.2019.)
- [8] <https://www.iwfm.org.uk/about/what-is-workplace-and-facilities-management.html> (Pristupljeno 20.07.2019.)
- [9] NALAS: Skup alata za upravljanje imovinom u lokalnoj samoupravi (smjernice za donosioce odluka na lokalnoj razini), 2014., URL:
http://www.nalas.eu/Home/Download/Croatian-Asset_Management_Toolkit (Pristupljeno 20.07.2019.)
- [10] Ljubić, I.: Prijedlog dobrog gospodarenja objektima i infrastrukturom, Završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2011.
- [11] Lisjak D.: Održavanje, nastavni materijal, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2018.
- [12] <http://facilityexecutive.com/2009/02/ifma-announces-global-job-task-analysis-project/> (Pristupljeno 21.07.2019.)
- [13] Tunjić, A., Pakasin, G., Strmečki, G.: Upravljanje imovinom – značajna poslovna aktivnost operatora distribucijskog sustava, Skup, CIRED, Sv. Martin na Muri, 2012., URL:
<https://www.bib.irb.hr/829828> (Pristupljeno 25.07.2019.)
- [14] Mobley, R.K. i suradnici, Maintenance Engineering Handbook, Seventh Edition, The McGraw-Hill Companies Inc., SAD, 2008.

- [15] Brckan, K., Dinković, Z., Jakšić, D: Upravljanje održavanje uz podršku suvremenog Asset Management informacijskog sustava, 1. konferencija „ODRŽAVANJE 2010“, Zenica, BiH, 2010.
- [16] <https://www.wbdg.org/om/cafm.php> (Pristupljeno 02.08.2019.)
- [17] Vojnović, P.: Izrada 3D FM sustava Geodetskog fakulteta korištenjem prostorne baze podataka, Diplomski rad, Geodetski fakultet, Zagreb, 2006.
- [18] <http://planonsoftware.com/us/glossary/cafm/> (Pristupljeno 02.08.2019.)
- [19] <https://info.plantservices.com/cmms-lp> (Pristupljeno 07.08.2019.)
- [20] http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/research_mq.jsp (Pristupljeno: 07.08.2019.)
- [21] Weber, A., Thomas, R.: Key Performance Indicators: Measuring and Managing the Maintenance Function, Ivara Corporation, Kanada, 2005., URL: [https://www.academia.edu/7687085/Written by KEY PERFORMANCE INDICATORS Measuring and Managing the Maintenance Function](https://www.academia.edu/7687085/Written_by_KEY_PERFORMANCE_INDICATORS_Measuring_and_Managing_the_Maintenance_Function) (Pristupljeno 20.08.2019.)
- [22] <https://www.klipfolio.com/resources/articles/what-is-a-key-performance-indicator> (Pristupljeno 08.07.2019.)
- [23] Peterlić, S.: Ključni pokazatelji uspješnosti (KPIs) – Management kvalitete i poslovanja, 8. Hrvatska konferencija o kvaliteti, 2011. URL: <https://issuu.com/kvaliteta.net/docs/peterlic-s1> (Pristupljeno 10.08.2019.)
- [24] Radoš, M: Mjerenje učinkovitosti procesa održavanja, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2013.
- [25] Kahn, J., Svantesson, T., Olver, D., Poling, A.: Global Maintenance & Reliability Indicators, 3rd Edition, European Federation of National Maintenance Societies and Society for Maintenance & Reliability Professionals, 2010.
- [26] <http://www.infor.com/company/> (Pristupljeno 13.08.2019.)
- [27] <http://www.infor.com/content/brochures/corp-fact-sheet.pdf/> (Pristupljeno 13.08.2019.)
- [28] http://www.plantservices.com/assets/knowledge_centers/infor/assets/magic_quadrant_for_eam_for_manufacturing.pdf (Pristupljeno 13.08.2019.)
- [29] <http://www.infor.com/solutions/eam/> (Pristupljeno 13.08. 2019.)
- [30] Payant, R.P., Lewis, B.T.: Facility Manager's Maintenance Handbook, The McGraw-Hill Companies Inc., Second edition, SAD, 2007.

-
- [31] <https://webassets.infor.com/resources/Brochures/Infor-EAM-Mobile.pdf?mtime=20180831071548> (Pristupljeno 20.04.2020.)
- [32] <https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722f1e.pdf> (Pristupljeno 23.04.2020.)
- [33] <https://mreza.bug.hr/internet-stvari-iot-mijenja-nacin-na-koji-zivimo-i-poslujemo/> (Pristupljeno 23.04.2020.)
- [34] <http://www.enu.fzoeu.hr/isge> (Pristupljeno 21.08.2019.)
- [35] <https://www.fsb.unizg.hr/otpad/about.php> (Pristupljeno 20.08.2019.)
- [36] <https://www.northwestern.edu/fm/fm-staff/key-performance-indicators.html> (Pristupljeno 30.08.2020.)
- [37] <https://wmich.edu/facilities/maintenance/performance> (Pristupljeno 30.08.2020.)
- [38] <https://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=en-GB> (Pristupljeno 03.12.2020.)
- [39] Loyarte-Lopez, E., Barral, M., Morla, J.C.: Methodology for Carbon Footprint Calculation Towards Sustainable Innovation in Intangible Assets, Sustainability, 2020, 16, 1629, Veljača 2020., URL:
https://www.researchgate.net/publication/339417920_Methodology_for_Carbon_Footprint_Calculation_Towards_Sustainable_Innovation_in_Intangible_Assets (Pristupljeno 11.07.2020.)

ŽIVOTOPIS

Matija Režek rođen je 9. srpnja 1989. godine u Zagrebu. Osnovnu školu i Opću gimnaziju završio je u Dugom Selu. 2007. godine upisao je Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu te je diplomirao na smjeru Proizvodno Inženjerstvo 2012. godine i stekao zvanje magistra inženjera strojarstva.

Po završetku studija zaposlio se u Institutu za energetiku i zaštitu okoliša – EKONERG – u, u Odjelu za sustave upravljanja održavanjem gdje radi i danas.

BIOGRAPHY

Matija Režek was born on July, 9th, 1989. in Zagreb. He finished elementary school and high school in Dugo Selo. In 2012. he graduated from the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture at the University of Zagreb.

After graduation he was employed at EKONERG – Institute for energetics and environmental protection at department for asset and maintenance management systems and continued to work there ever since.