

# Digitalizacija energetske instalacije južne zgrade Fakulteta strojarstva i brodogradnje

---

Grgurač, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:235:313234>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Ivan Grgurač

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

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

Student:

Ivan Grgurač

Zagreb, 2015.

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

Ovom prilikom želim zahvaliti svom mentoru prof. dr.sc. Dragutinu Lisjaku na savjetima i pruženoj podršci u izradi rada.

Također želim zahvaliti i g. Alojzu Hohnjecu, voditelju tehničke službe, te g. Stipi Barabi, djelatniku tehničke službe, na strpljenju, uloženom vremenu i prenesenom znanju bez kojih ovaj rad ne bi bio moguć.

Ivan Grgurač



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **IVAN GRGURAČ** Mat. br.:0035181563

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **DIGITALIZACIJA ENERGETSKIH INSTALACIJA JUŽNE ZGRADE FAKULTETA STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**

Naslov rada na engleskom jeziku: **DIGITALIZATION OF SOUTH BUILDING ENERGY INSTALLATIONS OF FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING**

Opis zadatka:

1. Potrebno je proanalizirati postojeće stanje energetske instalacije grijanja, hladne i tople vode kao i pripadnih ogrjevnih tijela te izljevni mjesta.
2. Izraditi listu energetske instalacije i pripadne armature koje se nalaze u lošem stanju te dati procjenu vremena njihove zamjene.
3. Izraditi 2-D i 3-D CAD modele shema razvoda i spajanja navedenih instalacija po katovima zgrade sa ucrtanim elementima instalacija kao što su šahtovi, ventili, slavine, radijatori itd.

Napomena: Kao podlogu koristiti postojeće tlocrte zgrade u digitalnom obliku.

Zadatak zadan:

25. studenog 2014.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Dragutin Lisjak

Rok predaje rada:

1. rok: 26. veljače 2015.

2. rok: 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 2., 3., i 4. ožujka 2015.

2. rok: 21., 22., i 23. rujna 2015.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Zoran Kunica

## SADRŽAJ

POPIS SLIKA .....	III
POPIS KRATICA .....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	V
SAŽETAK .....	VI
1. UVOD .....	1
2. UPRAVLJANJE IMOVINOM (AM) .....	2
2.1. Infrastrukturno upravljanje imovinom (infrastrukturni AM) .....	3
2.1.1. Termin infrastrukturnog AM-a .....	3
2.1.2. Objekti infrastrukturnog AM-a .....	3
2.2. Nivoi implementacije AM-a .....	4
2.3. Ključni elementi AM-a .....	5
2.4. Aktivnosti AM-a .....	6
3. PRIMJENA RAČUNALA U ODRŽAVANJU .....	7
3.1. Integrirani sustav upravljanja radnim mjestom – IWMS .....	8
3.1.1. Računalom podržano gospodarenje objektima – CAFM .....	9
3.1.1.1. Nastanak CAFM-a .....	10
3.1.1.2. Značajke integriranih CAFM sustava .....	10
3.1.1.3. Izazovi i prepreke korištenja CAFM-a .....	11
3.1.1.4. Prednosti CAFM-a .....	11
3.1.1.5. Implementacija CAFM-a .....	14
3.1.1.6. CAFM i CAD .....	15
3.1.2. Upravljanje imovinom poduzeća – EAM .....	16
3.1.2.1. Infor .....	17

---

3.1.2.2. Infor EAM .....	17
3.1.2.2.1. Dobiti korištenja Infor EAM-a .....	19
4. UPRAVLJANJE VODOOPSKRBNIM SUSTAVOM .....	20
4.1. Cijevni sustav.....	21
5. UPRAVLJANJE PLINSKIM INSTALACIJAMA.....	22
5.2. Postojeća zakonska regulativa .....	23
6. IZRADA GRAFIČKOG DIJELA ZADATKA .....	25
6.2. Postavljanje tlocrta u pravilne međusobne odnose .....	25
6.3. U crtavanje energetske mreže .....	27
6.3.1. Toplinska mreža .....	27
6.3.2. Vodoopskrba .....	34
6.3.3. Opskrba plinom .....	37
6.3.4. Elektroinstalacije.....	37
7. ZAKLJUČAK.....	38
PRILOZI.....	41

## POPIS SLIKA

Slika 1. Podjela IWMS-a po funkcijama .....	8
Slika 2. Tlocrti južne i sjeverne zgrade FSB-a u pravilnim međusobnim odnosima ..	26
Slika 3. Sigurnosni ventil .....	28
Slika 4. Glavni ventili toplinske mreže .....	28
Slika 5. Kalorimetar .....	28
Slika 6. Pločasti izmjenjivač topline.....	29
Slika 7. Vanjski senzor za određivanje meteoroloških uvjeta .....	30
Slika 8. Indikatori i prekidači izmjenjivača topline.....	30
Slika 9. Kontrolno sučelje izmjenjivača topline .....	30
Slika 10. Indikatori ispravnosti rada hidrofora .....	31
Slika 11. Nazivni tlak hidrofora .....	31
Slika 12. Hidrofor.....	31
Slika 13. Pumpe i motori .....	32
Slika 14. Funkcionalna shema spajanja toplinske podstanice.....	33
Slika 15. Plovak za regulaciju visine vode.....	35
Slika 16. Spremnik zapremnine 3000 litara.....	35
Slika 17. Motor za crpljenje vode iz spremnika .....	35
Slika 18. Hidrofor za napajanje 'mokrog' hidranta .....	36



## **POPIS KRATICA**

AM – Asset Management – Upravljanje imovinom

FM – Facility Management – Upravljanje objektima

ISO – International Organization for Standardization – Internacionalna organizacija za standardizaciju

IWMS – Integrated Workplace Management System – Integrirani sustav upravljanja radnim mjestom

CAFM – Computer Aided Facility Management – Računalom podržano gospodarenje objektima

EAM – Enterprise Asset Management – Upravljanje imovinom poduzeća

CAD – Computer Aided Design – Računalom potpomognuti dizajn

## POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

1. FSB jug – energetska mreža – trenutno stanje

## SAŽETAK

Upravljanje imovinom (engl. *Asset Management*), skraćeno AM, je ključan pojam za razumijevanje potrebe za digitalizacijom održavanja pošto se on odnosi na svaki sustav za nadzor i održavanje imovine. AM koristi alate, poput strateškog planiranja i balansiranja troškova, koji se mogu značajno unaprijediti uvođenjem računalnih sustava. Takvi sustavi se uvode s ciljem optimizacije cjelokupne funkcije održavanja i pojednostavljenja svih njenih aktivnosti.

Općeprihvaćeno zajedničko ime za software rješenja koja pružaju potporu aktivnostima i procesima AM-a je integrirani sustav upravljanja radnim mjestom, odnosno IWMS. Pod pojmom IWMS-a može se, prema domeni funkcije, razlikovati više različitih software rješenja od kojih su za ovaj rad najvažniji CAFM (računalom podržano gospodarenje objektima) i EAM (upravljanje imovinom poduzeća).

Za oba software-a navedena su pojašnjenja njihovog značaja te opisane njihove značajke koje predstavljaju alate uspješne digitalizacije održavanja.

U nastavku rada ukratko su opisane trenutne prakse i zakonske regulative koje se tiču upravljanja vodoopskrbnim sustavom i sustavom opskrbe plinom. Upravljanje sustavom grijanja i elektroinstalacijama na sličan način opisano je u završnom radu kolege Marka Botice, pod nazivom "Digitalizacija energetske instalacije sjeverne zgrade Fakulteta strojarstva i brodogradnje".

U zadnjem dijelu rada opisan je proces izrade grafičkog dijela zadatka, odnosno skiciranja i izrade CAD nacrtu glavnih energetske vodova južne i sjeverne zgrade FSB-a. Uz opis procesa crtanja objašnjeni su i principi funkcioniranja ključnih dijelova toplinske mreže i mreže vodoopskrbe, kao što su toplinske stanice i protupožarni sustavi.

Ključne riječi: Upravljanje imovinom, digitalizacija održavanja, energetska mreža

## 1. UVOD

Svaki proces ima svoje gubitke a kada se radi o energetske mrežama ti gubici mogu značiti i značajne financijske troškove ili materijalnu štetu. Takvom problematikom bavi se funkcija održavanja a njeno pravilno i efikasno izvođenje može rezultirati velikim uštedama. Tom mišlju inspiriran je cjelokupni projekt digitalizacije funkcije održavanja fakulteta strojarstva i brodogradnje. Ovaj rad samo je dio tog projekta te će se iskoristiti za vizualizaciju postojećeg stanja energetskih vodova.

Zbog boljeg razumijevanja funkcije održavanja čitavih zgrada te provedbe njene digitalizacije, potrebno je navesti nekoliko ključnih pojmova i objasniti njihov značaj. Neki od tih pojmova, obrađeni u ovom radu, su: upravljanje imovinom (AM), integrirani sustav upravljanja radnim mjestom (IWMS), računalom podržano gospodarenje objektima (CAFM), te upravljanje imovinom poduzeća (EAM).

## 2. UPRAVLJANJE IMOVINOM (AM)

Upravljanje imovinom (engl. *Asset Management*), skraćeno AM, je široko definirani pojam koji se odnosi na svaki sustav za nadzor i održavanje imovine. Može se odnositi na fizikalnu imovinu poput građevina ili na intelektualnu imovinu. AM je sistematski proces uspostave, upravljanja, održavanja i unapređenja imovine na ekonomičan način. Kao alate AM koristi : strateško planiranje, analizu investicija, operacijsku analizu i pozicioniranje vlasništva na tržištu u skladu s tržišnim trendovima. AM uključuje i balansiranje troškova, prilika i rizika kako bi se postigli ciljevi organizacije.

AM omogućava organizacijama da ispitaju potrebu za imovinom i imovinskim sustavima na različitim razinama, odnosno njihove performanse po istim razinama. Nadalje omogućava primjenu analitičkih pristupa menadžmentu imovine kroz različite stadije njenog životnog ciklusa. [1]

Standard ISO 55000 definira upravljanje imovinom (AM) kako slijedi : "Koordinirana aktivnost organizacije za realizaciju vrijednosti od imovine." Nadalje imovina (engl. *asset*) se definira kao : "Objekt, stvar ili entitet koji ima potencijalnu ili stvarnu vrijednost određenoj organizaciji." [1]

Alternativni pogledi na AM u inženjerskom okruženju ga definiraju kao praksu upravljanja imovinom kako bi se postigao najveći povrat, te kao proces nadzora i održavanja sustava objekta s ciljem osiguravanja najbolje moguće usluge korisnicima. Ovakvi pogledi prikladni su za infrastrukturnu imovinu te se iz njih može definirati zasebni vid AM-a zvan infrastrukturno upravljanje imovinom.

## **2.1. Infrastrukturno upravljanje imovinom (infrastrukturni AM)**

Infrastrukturno upravljanje imovinom predstavlja kombinaciju inženjerskih, menadžerskih, financijskih i ekonomskih praksi i ostalih kompetencija primijenjenih na fizikalnu imovinu s ciljem pružanja potrebne razine usluge na najekonomičniji način. Uključuje menadžment cijelog životnog ciklusa uključujući dizajn, konstrukciju, uporabu, održavanje, popravljavanje, modificiranje, zamjenu i dekomisioniranje fizikalne i infrastrukturne imovine. [2]

### **2.1.1. Termin infrastrukturnog AM-a**

Infrastrukturni AM je specifični vid upravljanja imovinom fokusiran na fizikalnu umjesto financijsku imovinu. U literaturi se termin infrastrukturni AM često izjednačava s terminom infrastrukturni menadžment. Jedno od najranijih spominjanja egzaktnog termina infrastrukturni AM nalazi se u priručniku "The New Zeland Infrastructure Asset Management Manual", objavljenom 1996. [2]

### **2.1.2. Objekti infrastrukturnog AM-a**

Objekti infrastrukturnog AM-a obrađeni u ovom radu su energetske mreže grijanja, plina, električne energije i vodoopskrbe. AM koristi softverske alate za organizaciju i implementaciju generalnih strategija održavanja, popravaka i zamjene, s temeljnim ciljem očuvanja i produljenja uporabnog vijeka dugoročne infrastrukturne imovine. [2]

## 2.2. Nivoi implementacije AM-a

Kanadski znanstvenik, dr. Dana Vanier, nivo implementacije AM-a prezentira kroz pet pitanja, tzv. The Six "Whats" of Asset Management.

Pitanja glase :

1. "Što posjeduješ?" (engl. "What do you own?") – Ovo pitanje mora imati egzaktni odgovor te iako se odgovor na ovo pitanje čini jednostavnim, mnoge organizacije ne znaju točan opseg vlastitog portfelja. Ako se odgovor ne zna, strateško AM planiranje, odnosno planovi dugoročniji od pet godina, je beznažno.
2. "Koliko ta imovina vrijedi?" (engl. "What is it worth?") – Ovo pitanje traži vlasnike imovine da pripišu realne vrijednosti svojim imovinskim portfeljima. Kada je vrijednost portfelja zadana, omogućena je prikladna raspodjela budžeta.
3. "Koliko je vrijednost odgođenog održavanja?" (engl. "What is the deferred maintenance?") – Odgovor na ovo pitanje pruža dodatnu metriku za alokaciju budžeta održavanja. Unaprijed znati vrijednost odgođenog održavanja pruža jasan pregled potrebnih sredstava za dovođenje održavanja i popravaka pod kontrolu. Ove vrijednosti mogu se koristiti i za određivanje prioriteta u održavanju.
4. "U kakvom je imovina stanju?" (engl. "What is its condition?") – Ovo pitanje je nastavak drugog pitanja te predstavlja još jedan alat za određivanje prioriteta održavanja, popravaka i obnova. Metrički podaci za tehnička stanja u mnogim disciplinama nisu dostupni te se stoga moraju koristiti indeksi tehničkog stanja za definiranje nivoa performansi. Tehničke indekse je mnogo teže i skuplje za definirati nego li njihova financijska stanja, stoga se ovaj nivo implementacije treba pokušavati tek nakon uspjeha na prethodna tri nivoa.

5. "Koliko je preostalo uporabno razdoblje imovine?" (engl. "What is the remaining service life?") – Odgovor treba pružati detaljne informacije o fizičkoj imovini te tako dodati još jednu dimenziju određivanja prioriteta održavanja, poglavito informaciju o tome kada treba provesti generalnu renovaciju. Tehnički životni vijek može se ustanoviti iz tablica, priručnika ili iskustva.
6. "Što popraviti prvo?" (engl. "What do you fix first?") – Odgovori na prvih pet pitanja pomažu pri donošenju odluke o prioritetima održavanja, no odgovor na peto pitanje omogućava donošenje objektivnije odluke. Određivanje prioriteta održavanja nije jednostavan zadatak te je u nekim slučajevima potrebno posegnuti za sofisticiranim tehnikama poput višekriterijalne optimizacije. [3]

### **2.3. Ključni elementi AM-a**

Mnoge udruge i organizacije koje se bave isključivo AM-om se slažu oko slijedećih ključnih elemenata AM-a:

- Poznavanje imovine koja se kontrolira ili posjeduje
- Razumijevanje stanja u kojemu se imovina nalazi i njenog očekivanog životnog vijeka
- Poznavanje budžeta i njegove raspodjele
- Poznavanje potrebne razine usluge koja se pruža i očekuje
- Uspostavljanje prioriteta i alokacija budžeta
- Poznavanje dugoročnih financijskih potreba
- Dokumentiranje planova AM-a



## 2.4. Aktivnosti AM-a

Općenito govoreći, AM uključuje nekolicinu aktivnosti od kojih su najistaknutije:

- Identifikacija izvora financiranja
- Nabava fizičke imovine
- Logistička podrška sustavu za upravljanje imovinom
- Razvoj procedura i aktivnosti održavanja imovine
- Poboljšanje upravljanja rizikom i korporativnog upravljanja
- Optimizacija povrata na investiciju
- Poboljšanje zdravstvenih i sigurnosnih uvjeta
- Dugoročno planiranje s ciljem održivosti [4]

Uz sve ove, AM može podrazumijevati i veliki broj drugih aktivnosti. Takav opseg djelovanja AM-a razlikuje se od slučaja do slučaja i ovisi o primarnoj funkciji organizacije i širini implementacije same funkcije AM-a.

### 3. PRIMJENA RAČUNALA U ODRŽAVANJU

Danas je kompjuterizacija gotovo svih funkcija menadžmenta postala moguća, a u nekim slučajevima i relativno česta. Kompjuterizacija može rezultirati značajnim beneficijama ali ne mogu se zanemariti ni potencijalne negativne posljedice. Stoga je za uspješnu kompjuterizaciju potrebno biti upoznat sa svim funkcijama takvih računalnih sustava te njihovom implementacijom i uporabom. [5]40

Primjena računala inherentno veže organizaciju, a u slučaju menadžmenta održavanja to podrazumijeva organizirane baze podataka. Organizirane baze podataka trebale bi 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. [5]

Bitno je upamtiti da računalni sustavi ne mogu samostalno planirati radove održavanja, već služe samo kao platforma za olakšani rad menadžera održavanja.

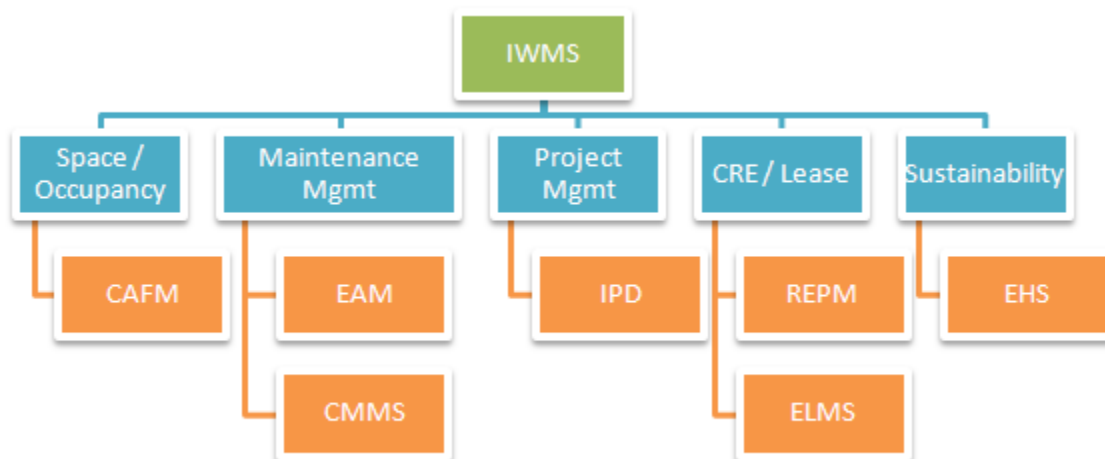
Razlog uvođenja računalnih sustava u funkciju održavanja leži u optimiziranju resursa održavanja, a samim time i reduciranju s održavanjem povezanih troškova. Takvi rezultati većinom proizlaze iz sposobnosti brzog i jednostavnog planiranja i izrade rasporeda aktivnosti održavanja uz minimalnu količinu papirologije.

Gotovo svi računalni sustavi koji služe za optimizaciju održavanja mogu se, ovisno o funkciji, svrstati u integrirane sustave upravljanja radnim mjestom.

### 3.1. Integrirani sustav upravljanja radnim mjestom (engl. *Integrated Workplace Management System*) – IWMS

IWMS je globalno prihvaćeno zajedničko ime za software rješenja koja pružaju potporu aktivnostima i procesima FM-a i AM-a. Termin IWMS je prvi puta upotrijebljen 2004. godine od strane vodećeg svjetskog instituta za istraživanje tehnologije i izvještavanje o tržištu tehnologije, Gartner. Institut Gartner IWMS definira kao software platformu koja integrira pet ključnih komponenti funkcionalnosti a kojom se upravlja iz jedinstvenog tehnološkog sučelja i repozitorija baza podataka. Te ključne komponente funkcionalnosti su :

- Upravljanje nekretninama i najmovima
- Upravljanje objektima i prostorom
- Upravljanje održavanjem
- Upravljanje projektima
- Okolišna održivost [6]



Slika 1. Podjela IWMS-a po funkcijama [7]

Domene funkcionalnosti (Slika 1 - označeno plavom bojom) potrebne za ovaj projekt su upravljanje objektima i prostorom te upravljanje održavanjem. Stoga će sva software rješenja koja će se koristiti za realizaciju projekta spadati pod domene rješenja (Slika 1 - označeno narančastom bojom) označene kraticama CAFM (Computer Aided Facilities Management) i EAM (Enterprise Asset Management).

### **3.1.1. Računalom podržano gospodarenje objektima (engl. *Computer Aided Facilities Management*) – CAFM**

CAFM je alat koji uporabom informacijskih tehnologija pruža podršku. Takav alat olakšava menadžerima planiranje, izvršavanje i nadzor svih aktivnosti obuhvaćenih FM-om. Neke od tih aktivnosti su: povećanje iskoristivosti prostora i objekata, planiranje preventivnog održavanja, efikasno izvršavanje reaktivnog održavanja te standardizacija usluga. [8]

Alati CAFM-a nazivaju se CAFM software, CAFM aplikacije ili CAFM sustavi. [9]

Tipični CAFM sustav se definira kao kombinacija računalom podržanog dizajna (CAD) i povezivog software-a koji sadržava baze podataka i ima specifične sposobnosti za FM. Većina današnjih CAFM sustava je web-bazirano i pružaju niz značajki poput analize kapaciteta i izrade rasporeda vezanih uz objekte FM-a. Podaci za popunjavanje baza podataka mogu se sakupljati iz raznih izvora, od tehnoloških sučelja do ručnog unosa. Podaci se mogu pohranjivati, povratiti te analizirati iz jednog spremišta podataka. [10]

Svrha CAFM sustava je pomoć pri osiguravanju potpune iskorištenosti imovine pri najmanjim mogućim troškovima te podrška strateškom i operacijskom FM-u, odnosno svim aktivnostima povezanim s administrativnim, tehničkim i infrastrukturnim zadacima FM-a za operativnog vijeka objekta.

### **3.1.1.1. Nastanak CAFM-a**

CAFM se razvio kasnih 1980ih godina uporabom računala za prikupljanje, obradu i analizu informacija bitnih za FM djelatnost. Naglim širenjem uporabe informacijskih tehnologija pojavljuju se web-bazirane baze podataka te raste uporaba modernih FM alata. CAFM sustavi pružaju menadžerima alate za praćenje, planiranje, upravljanje i korištenje informacija o opremi odnosno objektima koji spadaju pod domenu FM-a.

CAFM sustavi se koriste za unapređenje baratanja podacima u raznim industrijama kao što su: zdravstvo, edukacija, trgovina i industrija.

Iako ne postoji idealni model prikladan za sve situacije, dobro razvijeni CAFM sustav će često uključivati raznovrsne funkcije i značajke koje dopuštaju korisniku da prilagodi sustav svojim potrebama, odnosno potrebama i ciljevima FM-a. [10]

### **3.1.1.2. Značajke integriranih CAFM sustava**

Integrirani CAFM sustavi su opremljeni inteligentnim sučeljima, naprednim automatiziranim FM funkcijama i poveznicama između raznovrsnih eksternih software paketa za analizu.

Slijedeće značajke su najčešće uključene u većini CAFM sustava:

- Interaktivna baza podataka – Pošto su baze podataka ključne u svakoj FM praksi, CAFM sustavi su bazirani na potpuno razvijenim, povezivim bazama podataka koje su dizajnirane kako bi što bolje akomodirale funkcionalne zahtjeve FM-a.
- Interaktivna grafika – CAFM sustavi dopuštaju i olakšavaju korištenje interaktivnih grafičkih modula za osnovnu izradu i modifikaciju tlocrta objekata, planova i ostalih vizualnih dokumenata. Većina CAFM sustava na tržištu integrira standardne industrijske CAD pakete u CAFM sustav kako bi se omogućilo korištenje standardnih CAD file formata. Dodatno, grafički podaci mogu se zadržati i u formatu kompatibilnom sa standardima

geografskog informacijskog sustava (GIS), što omogućava da se CAFM informacije mogu dijeliti na mnogo različitih platformi uključujući i 3D okolinu.

- Alati za upravljanje podacima – CAFM sustavi koriste postojeće podatke te su u stanju prepoznati i/ili pretvoriti eksterne podatke u korisne informacije. Ovi alati pružaju robusno korisničko sučelje kako bi se osigurala user-friendly okolina za unos, uređivanje i analizu podataka. [10]

### **3.1.1.3. Izazovi i prepreke korištenja CAFM-a**

FM menadžeri se susreću s raznovrsnim problemima i izazovima od kojih su danas najčešći :

- Smanjenje budžeta za održavanje
- Ograničavanje sredstava
- Politički prioriteti
- Nepodudaranje podataka
- Organizacijska ograničenja

Izazov za FM menadžere je prevladati navedene prepreke korištenjem dostupnih sredstava i uvjeravanje vodstva tvrtke u efikasnost i ekonomičnost ulaganja u tehnologiju poput dobro razvijenog CAFM sustava. [10]

### **3.1.1.4. Prednosti CAFM-a**

Prednosti CAFM sustava uključuju :

- Strateško planiranje – Pri planiranju novog ili izmjeni postojećeg objekta, CAFM sustavi olakšavaju i pomažu pri određivanju prostornih zahtjeva, pozicioniranju opreme, određivanju konstrukcijskih troškova te ostalim kritičnim funkcijama planiranja.

- Inventariziranje i upravljanje prostorom – CAFM može definirati i standardizirati prostorne attribute i elementarne podatke organizacije uključujući i analizu dimenzija, iskoristivosti i zagađenosti prostora, kao i evakuacijske rute, lokacije protupožarne opreme te attribute zgrada kao što su :
  - Starost
  - Podaci o troškovima
  - Očekivani životni vijek
  - Konstrukcijski podaci
  - Podaci o ugovorima i garancijama
  - Brojevi telefona, itd.
- Operacije – Zadaci koji uključuju praćenje energetske potrošnje, nadzor komunalija, upravljanje rasvjetom, domarske dužnosti, održavanje zemljišta, itd.
- Održavanje i popravci – Zadaci koji uključuju nadzor rutinskih popravaka i operacija preventivnog održavanja. Upravljanje se može i uvjetima sigurnosti na radu.
- Procjene – Ova funkcija tipično uključuje inspekcije uvjeta zgrade, prijave nezadovoljavajućih uvjeta, sigurnosnu ranjivost te procjene rizika.
- Predviđanje prostornih potreba – Uključuje sposobnost određivanja trenutne iskorištenosti prostora i projekcija budućih prostornih potreba baziranih na potrebama misije proizvodnje. Ovaj zadatak obično uključuje i sposobnost upravljanja potrebama za radnom snagom, komunalijama, tehnološkim viškovima kao i troškovima preseljenja. [10]

Prednosti uporabe CAFM sustava U FM zadacima mogu se razvrstati u: kvalitetu života, smanjenje troškova, izbjegavanje troškova, i unapređenje informacija.

Karakteristične prednosti su slijedeće:

- Efikasnije iskorištenje prostora kako bi se postigle uštede i potencijalno smanjio imovinski inventar.
- Smanjenje broja aktivnosti kretanja i preseljenja, što rezultira velikim smanjenjem troškova preseljenja.
- Kontinuirano povećanje FM efikasnosti.
- Poboljšanje planiranja projekata koje dovodi do smanjenja arhitektonskih, građevinskih i inženjerskih troškova, kao i troškova održavanja.
- Brzi i precizni izvještaji o kritičnim informacijama.
- Uporabom standardiziranih podataka povećava se učinkovitost postojećih procesa.
- CAFM pruža menadžerima potrebne alate kako bi postali više proaktivni, umjesto reaktivni, prema potrebama postrojenja, što pospješuje donošenje boljih odluka.
- Poboljšanje sigurnosnih sposobnosti i sposobnosti planiranja okoline, što rezultira smanjenim rizikom od nesreća na radu.
- Standardizacija podataka diljem cijele organizacije i eliminacija nepotrebnih i suvišnih informacija raznovrsnih stupnjeva kvalitete i točnosti. [10]



### 3.1.1.5. Implementacija CAFM-a

Kada se organizacija odluči na implementaciju CAFM sustava, odabrani prodavač mora jasno ocrtati cijeli proces od početka do kraja kako bi CAFM sustav što bolje odgovarao potrebama organizacije. U tu svrhu koristi se procedura koja se najčešće sastoji od slijedeća četiri koraka:

#### 1. Analiza potreba:

- Preliminarna procjena
- Analiza prilika – Analiza resursa, protok podataka, pristup podacima, zahtjevi osposobljavanja i izvješće analize plana implementacije.

#### 2. Projektiranje rješenja:

- Projektiranje sustava
- Razvoj standarda
- Personalizacija software-a
- Vodič procedura

#### 3. Implementacija

- Instalacija software-a
- Razvoj i/ili integracija podataka
- Izrada izvješća
- Osposobljavanje korisnika

#### 4. Post-implementacijska podrška

- Tehnička podrška
- Recenzija i evaluacija
- Poboljšanja sustava
- Dopunsko osposobljavanje korisnika [9]

### 3.1.1.6. CAFM i CAD

Grafički prikazi olakšavaju i pojednostavljuju gotovo sve aktivnosti FM-a, stoga CAFM sustavi integriraju CAD crteže u razne procese, uključujući upravljanje prostorom i planiranje rasporeda.

- Industrijski standardi – Kako bi se osigurala višestruka i efikasna iskoristivost CAD crteža s CAFM software-om, crteži moraju biti u skladu s konvencijama za strukture layer-a, simbole, tekst, blokove, dimenzije itd. Takvi standardi mogu biti postavljeni od strane poduzeća ili propisani od strane organizacija poput ISO (International Organization for Standardization), CEN (Francuski: Comité Européen de Normalisation) ili IFMA (International Facility Management Association). Podudaranje s takvim standardima olakšava proces spajanja CAD crteža s CAFM sustavom i osigurava dosljednost podataka.
- Upravljanje grafičkim i alfanumeričkim promjenama pomoću jednog sustava – CAD crteži su za CAFM korisni jedino ako su ažurni. Ažuriranje CAD crteža obavlja se u odgovarajućem CAD software-u a CAFM sustav takve izmjene može zbrinjavati na dva načina. Izmijenjeni crteži se periodično unose u sustav ili se baza podataka ažurira u stvarnom vremenu. Time se osigurava konzistentna povezanost i pouzdana integracija CAD-a i CAFM-a.
- Planiranje scenarija – Jedna od glavnih snaga CAD software-a je sposobnost kreiranja višestrukih scenarija za procese poput prostornog planiranja i AM-a. Kada se takvi scenariji povežu s CAFM sustavom omogućena je analiza i usporedba scenarija kako bi se osigurao izbor najboljeg. Kada je scenarij odabran CAFM sustav automatski ažurira baze podataka.
- Vizualizacija informacija – Kombiniranjem CAD-a i CAFM-a mogu se lako vizualizirati informacije iz baza podataka u stvarnom vremenu. Takve grafičke vizualizacije olakšavaju odgovaranje na pitanje "Gdje?". Ovo pitanje odnosi se na lokacije odjela, pozicije imovine, položaj slobodnog prostora i sl. [8]

### **3.1.2. Upravljanje imovinom poduzeća (engl. *Enterprise Asset Management*) – EAM**

Za razliku od CAFM-a, koji se bavi problemima gospodarenja prostorom i objektima, domena funkcije EAM-a podrazumijeva upravljanje održavanjem.

EAM pomaže pri formuliranju i organizaciji optimalnog upravljanja održavanjem fizičke imovine poduzeća tokom cijelog njenog životnog vijeka. Optimalnim gospodarenjem imovinom na razini svih odjela, lokacija i objekata, organizacije postižu poboljšanja iskoristivosti i performansi, smanjenje kapitalnih i operativnih troškova te produljenje životnog vijeka imovine.

Implementacijom EAM software-a može se dobiti uvid u korištenje imovine u realnom vremenu i time olakšati planiranje i izvođenje aktivnosti održavanja, popravaka i zamjena.

EAM software je dostupan i u specijaliziranim izdanjima s predodređenim konfiguracijama kako bi se suzio fokus na jedinstvene potrebe pojedinih grana industrije među kojima su najistaknutije:

- **Proizvodnja** – Poboljšanje performansi proizvodne opreme eliminacijom neplaniranih zastoja i izravnim obraćanjem problemima gubitaka energije.
- **Zdravstvo** – Bolje upravljanje opremom i objektima kako bi se osigurala pouzdanost, minimizirao rizik i reguliralo podudaranje sa zakonom reguliranim standardima.
- **Javni sektor** – Upravljanje preventivnim održavanjem vodoopskrbnih sustava, kanalizacije, energetske mreže, transporta i sl.
- **Naftna industrija** – Izbjegavanje skupocjenih zastoja i prevencija havarija prije nastanka uz pomoć nadzora uvjeta u proizvodnji. Briga o zakonskim regulativama i svojoj opremi koja im podliježe. [11]

Za projekt digitalizacije funkcije održavanja FSB-a odabran je EAM software kompanije Infor, nazvan jednostavno Infor EAM.

### **3.1.2.1. Infor**

Infor je američka software tvrtka koja se specijalizira za poduzetničke software pakete koji variraju od financijskih sustava do upravljanja lancem nabave. Infor je osnovan 2002. godine pod imenom Agilisys u gradu Malvern, Pennsylvania. U veljači 2004. sjedište kompanije seli se u Atlantu i Agilisys kupuje njemačku tvrtku Infor Business Solutions. Nakon toga Agilisys mijenja ime u Infor Global Solutions. Danas Infor posluje u 41 zemlji te s više od 1700 partnera. [12][13]

### **3.1.2.2. Infor EAM**

Infor EAM je poduzetničko software rješenje za upravljanje imovinom koje olakšava i pomaže pri slijedećim aktivnostima:

1. Održavanje – Efikasno raspoređivanja resursa održavanja i upravljanje radom vezanim uz održavanje. Izrada rasporeda održavanja baziranih na stanju imovine a ne na arbitrarnim datumima. Modeliranje scenarija za određivanje optimalnog preventivnog održavanja.

Ključne funkcije Infor EAM-a:

- Radni nalozi – Izrada rasporeda poslova i dodjele zaposlenika te bilježenje i praćenje troškova.
- Preventivno održavanje – Praćenje inspekcija i poslova preventivnog održavanja uključujući instrukcije korak-po-korak, liste potrebnih materijala i ostale značajne detalje.
- AM (Asset Management) – Bilježenje podataka o opremi i imovini uključujući specifikacije, informacije o garancijama, ugovore o uslugama, rezervne dijelove, datume kupnje i očekivane životne vjekove.

- Kontrola inventara – Upravljanje rezervnim dijelovima, alatima i ostalim materijalima.
  - Napredna izvješća i analize – Izrada prilagođenih izvješća i analiza koje mogu biti korištene za prognoziranje vjerojatnih problema na vrijeme, kako bi ih se moglo spriječiti.
2. Produljenje neprekidnog rada – Izvješća o performansama imovine za razumijevanje njihovog utjecaja na organizaciju. Prognoziranje najslabijih točaka imovine i njihovih uzroka. Planiranje alternativa kako bi se produljilo vrijeme neprekidnog rada.

Ključne funkcije Infor EAM-a:

- Upravljanje materijalima – Nadzor, kontrola i obnavljanje inventara s ciljem prevencije zastoja i optimizacije uporabe monetarnih resursa.
  - Izvješća – Rad kako s već definiranim, tako i s personaliziranim izvješćima.
  - Analize – Inkorporacija podataka od mnogo različitih sustava s ciljem pružanja jedinstvenog pogleda na informacije o performansama.
3. Inventar – Smanjenje količine rezervnih dijelova i kontrola narudžbenica. Eliminacija neautoriziranog trošenja povećanim nadzorom narudžbenica. Prevencija zastoja osiguravanjem dijelova u pravo vrijeme. Praćenje informacija o garancijama i segregacija troškova vezanih uz upravljanje garancijama.

Ključne funkcije Infor EAM-a:

- Upravljanje narudžbama – Osiguravanje da se naručuju pravilni dijelovi i praćenje vremena dostava, performansi dobavljača i ispravnosti računa.
- Upravljanje rekvizicijama – Automatska izrada rekvizicija u hodu te mogućnost njihovog usmjeravanja na odobrenje prije slanja.

4. Strateško planiranje - Identifikacija imovine za koju je vjerojatno da neće ispuniti zahtjeve postavljene na njene performanse. Određivanje utjecaja promjena u rasporedu na ostale aktivnosti. Usmjeravanje imovine s ciljem ostvarivanja strateških ciljeva.

Ključne funkcije Infor EAM-a:

- Integracija podataka – Fleksibilna integracija podataka o poduzeću u cilju stvaranja jedinstvenog pogleda na cjelokupnu organizaciju te potpora strateškom planiranju i ostalim procesima vezanim uz imovinu.
- Upravljanje budžetom – Praćenje, nadzor, kontrola i analiza potrošnje novčanih sredstava vezane uz imovinu.
- Nadzor performansi – Prikaz mjerila u obliku kontrolne ploče koja pokazuje performanse imovine u usporedbi sa standardima postavljenim od strane korisnika. [11]

#### **3.1.2.2.1. Dobiti korištenja Infor EAM-a**

Prema službenoj web stranici Infor-a te prema podacima trenutnih korisnika njihovih software 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 [11]

## 4. UPRAVLJANJE VODOOPSKRBNIM SUSTAVOM

Zanemarivanje vodoopskrbnog sustava, posebice u velikim sustavima, može znatno opteretiti budžet organizacije. Iz tog razloga je za uspješno gospodarenje vodom iz vodoopskrbnog sustava potrebno primijeniti određenu strategiju. Takve strategije se razlikuju u ovisnosti od objekta na kojemu se primjenjuju ali se u svom osnovnom obliku sastoje od slijedećih pet koraka:

1. Otkloniti propuštanja na mreži
2. Analizirati – Procijeniti da li su pojedini procesi zaista potrebni i ustanoviti da li je zaista neophodna uporaba vode ili postoji troškovno opravdana alternativa.
3. Smanjiti – Odrediti postoji li mogućnost efikasnije uporabe vode.
4. Ponovno uporabiti – Saznati može li se voda u procesu tretirati ili filtrirati i ponovno uporabiti.
5. Reciklirati – Odrediti može li se voda u procesu reciklirati i koristiti u druge svrhe te da li postoji mogućnost uporabe kišnice.

Svako propuštanje može izazvati havariju, što bi značilo da trošak ne predstavlja samo izgubljena voda, već i troškovi sanacije štete. Isto tako, ukoliko se ne nadzire infrastruktura, moguće je, posebno kod velikih potrošača, ne primijetiti čak i znatna propuštanja vode. Takva propuštanja u dužem trajanju dovode do prihvaćanja potrošnje kao normalne. Preporuka za izbjegavanje takvih slučajeva je postavljanje kontrolnih brojila na ključne pozicije kako bi se cijeli proces lakše nadzirao. Ugradnjom brojila s mogućnošću daljinskog kontinuiranog očitavanja s centralnim praćenjem dobiva se mogućnost praćenja velikog broja kontrolnih točaka i omogućuje se kontinuirana kontrola sustava. 40[14]

#### **4.1. Cijevni sustav**

Cijevni sustav vodoopskrbe trebao bi biti primjeren namjeni stoga se pri izboru materijala prednost daje dugotrajnim materijalima koji ne zahtijevaju AK zaštitu i posjeduju sve potrebne certifikate i uvjerenja o kakvoći materijala.

Podzemne instalacije, spremnike i ostalu opremu potrebno je od korozije zaštititi katodnom zaštitom čiji izbor ovisi o geotehničkim nalazima.

Toplinska izolacija cijevi mora biti izvedena sukladno zakonskoj regulativi kao i ventili, kućišta ventila i ostali metalni dijelovi. [14]



## 5. UPRAVLJANJE PLINSKIM INSTALACIJAMA

Prema zakonu o zapaljivim tekućinama i plinovima plinska instalacija definira se kao instalacija od glavnog zapora za zatvaranje na kraju priključka koji služi za prekid opskrbe plinom odnosno od spremnika plina do ispusta dimnih plinova, a sastoji se od plinskog cjevovoda s opremom, plinskih uređaja i trošila, uređaja ili otvora za opskrbu zrakom za izgaranje i odvod dimnih plinova. [15]

Prema drugom članku istog zakona plinska instalacija u građevini ili dijelu građevine mora biti izvedena sukladno projektu plinske instalacije izrađenom prema propisima i hrvatskim normama, odnosno pravilima tehničke prakse sukladno propisima o normizaciji, do donošenja propisa i hrvatskih normi. Unatoč tome u praksi je primjena strukovnih propisa i smjernica vrlo neujednačena a razlog tome je upravo nepostojanje jedinstvenih zajedničkih propisa na nivou države. U nedostatku takvih propisa, u praksi se koriste kombinacije raznih zakona, pravilnika i normi. Takva praksa je za sada i dopuštena zakonom o zapaljivim tekućinama i plinovima, odredbom koja glasi: u slučajevima nedostatka hrvatskih propisa, mogu se primijeniti strani propisi, tehnička pravila ili primijenjene znanstvene spoznaje, uz prethodno odobrenje Ministarstva unutarnjih poslova. Dok se ne oforme zajednički propisi na razini države, gotovo svaki dobavljač se vodi drugačijom kombinacijom pravilnika i normi što rezultira vrlo teškim snalaženjem u mnoštvu postojećih regulativa od kojih su ovdje navedene samo neke.

## 5.2. Postojeća zakonska regulativa

### 1. Zakoni:

- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, 38/09)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 58/93, 33/05, 107/07, 38/09)
- Zakon o normizaciji (NN 55/96, 163/03)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 20/10)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 86/08)
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08)
- Zakon o energiji (NN 68/01, 177/04, 76/07, 152/08)
- Zakon o tržištu plina (NN 40/07, 152/08, 83/09) [15]

### 2. Pravilnici:

- MREŽNA PRAVILA plinskog distribucijskog sustava (NN 50/09)
- MREŽNA PRAVILA transportnog sustava (NN 50/09)
- OPĆI UVJETI za opskrbu prirodnim plinom (NN 43/09)
- UREDBA o sigurnosti opskrbe prirodnim plinom (NN 112/08, 92/09, 153/09)
- PRAVILNIK o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica (Sl. list 10/90 i 52/90)
- PRAVILNIK za plinske aparate (NN 55/10)
- POPIS hrvatskih norma u području plinskih uređaja (NN 141/09)

- PRAVILNIK o listi strojeva i uređaja s povećanim opasnostima (NN, br. 47/02)
- PRAVILNIK o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (NN 6/84, 42/05 i 113/06)
- PRAVILNIK o tehničkim uvjetima i normativima za siguran transport tekućih i plinovitih ugljikovodika magistralnim naftovodima i plinovodima, te naftovodima i plinovodima za međunarodni transport (Sl. list 26/85)
- PRAVILNIK o zapaljivim tekućinama (NN 54/99)
- PRAVILNIK o tehničkom nadzoru električnih postrojenja, instalacija i uređaja namijenjenih za rad u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN 02/02, 141/03)
- PRAVILNIK o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom („Narodne novine“ br. 39/06) [16]

### 3. Norme:

- PLINSKI OPSKRBNII SUSTAVI – Cjevovodi za maksimalni radni tlak do uključivo 16 bar – 1. dio: Opće funkcionalne preporuke (HRN EN 12007-1:2000)
- PLINSKI OPSKRBNII SUSTAVI – Cjevovodi za maksimalni radni tlak do uključivo 16 bar – 2. dio: Posebne funkcionalne preporuke za polietilen (MRT do i uključivo 10 bar) (HRN EN 12007-2: 2000)
- PLINSKI OPSKRBNII SUSTAVI – Cjevovodi za maksimalni radni tlak do uključivo 16 bar – 3. dio: Posebne funkcionalne preporuke za čelik (HRN EN 12007-3:2000)
- PLINSKI OPSKRBNII SUSTAVI – Tlačna proba, procedura upuštanja u pogon i stavljanja izvan pogona plinovoda – Funkcionalni zahtjevi (HRN EN 12327: 2000)

## 6. IZRADA GRAFIČKOG DIJELA ZADATKA

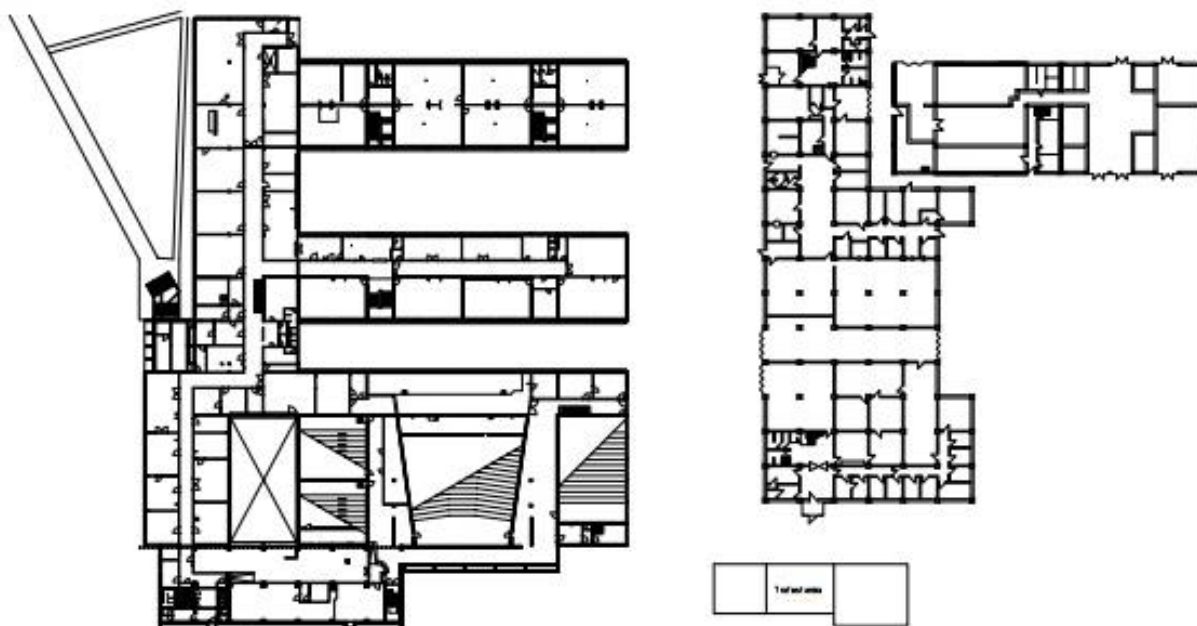
Primarni zadatak grafičkog dijela projekta bio je ucrtati glavne vodove toplinske mreže, vodoopskrbe, opskrbe plinom te elektroinstalacija u postojeće tlocrte zgrada FSB-a. Kako bi se moglo početi ucrtavati vodove, bilo je potrebno postaviti tlocrte pojedinih zgrada u pravilne međusobne odnose.

### 6.2. Postavljanje tlocrta u pravilne međusobne odnose

Južna zgrada FSB-a energetskim instalacijama povezana je s istočnom zgradom što znači da tlocrti tih dviju zgrada moraju biti smješteni na jednom crtežu [Slika 2.] kako bi se vodovi mogli ucrtati. Istočna zgrada sastoji se od dva dijela, tzv. stare istočne zgrade i tzv. nove istočne zgrade. Za oba dijela istočne zgrade te za južnu zgradu odabrani su tlocrti njihovih niskih prizemlja iz već postojećih tlocrta fakulteta. Za energetske povezanost južne i istočne zgrade FSB-a bitna je i trafostanica koja se nalazi u zasebnom objektu. Tlocrt tog objekta nije bio dostupan te se stoga na zajedničkom crtežu južne i istočne zgrade objekt u kojemu se nalazi trafostanica nacrtao samo simbolički ali u odgovarajućim dimenzijama i u odgovarajućim međusobnim odnosima sa ostalim zgradama.

Za dovođenje tlocrta u pravilne međusobne odnose korištene su tri metode:

1. Mjere i odnosi dobiveni iz izvoda iz katastarskog plana za katastarsku česticu 966/5
2. Uporaba interaktivne aplikacije Google Maps i njenog alata za mjerenje udaljenosti
3. Terenska mjerenja za provjeravanje točnosti iznosa udaljenosti dobivenih prvim dvjema metodama



Slika 2. Tlocrti južne i sjeverne zgrade FSB-a u pravilnim međusobnim odnosima

### 6.3. U crtavanje energetske mreže

Nakon pozicioniranja svih potrebnih tlocrta bilo je potrebno ucrtati glavne vodove energetske mreže. Radi sistematiziranog i lakšeg ucrtavanja, ovaj zadatak podijeljen je na četiri zasebne 'grupe':

1. Toplinska mreža (u legendi crteža: grijanje)
2. Vodoopskrba (u legendi crteža: voda)
3. Opskrba plinom (u legendi crteža: plin)
4. Elektroinstalacije (u legendi crteža: struja)

Svaka od četiri grupe crtana je zasebno a zatim su svi crteži uklopljeni u jedan nacrt. Radi jednostavnosti razlikovanja i uočavanja elemenata pojedinih grupa, isti su označeni različitim bojama. Tako su svi elementi toplinske mreže na crtežu označeni crvenom bojom, vodoopskrbe plavom, opskrbe plinom zelenom te elektroinstalacija žutom bojom.

U dogovoru s voditeljem i djelatnicima tehničke službe u sklopu FSB-a, svi energetske vodovi, trase i razvodi su običeni i skicirani rukom na pripremljenim nacrtima, a tek zatim ucrtani u Autodesk software paketu AutoCAD.

#### 6.3.1. Toplinska mreža

Obilazak i skiciranje toplinske mreže krenulo je od glavnog ulaza vode iz gradske mreže, odnosno od toplinske stanice u 'staroj' istočnoj zgradi fakulteta.

Na samome ulazu toplinske stanice nalaze se glavni ventili za zatvaranje dovoda odnosno povrata vode u gradsku mrežu [Slika 4], kalorimetar za nadzor potrošnje toplinske energije [Slika 5], te sigurnosni ventil za osiguranje u slučaju prelaska dopuštenog tlaka u mreži [Slika 3].



Slika 4. Glavni ventili toplinske mreže



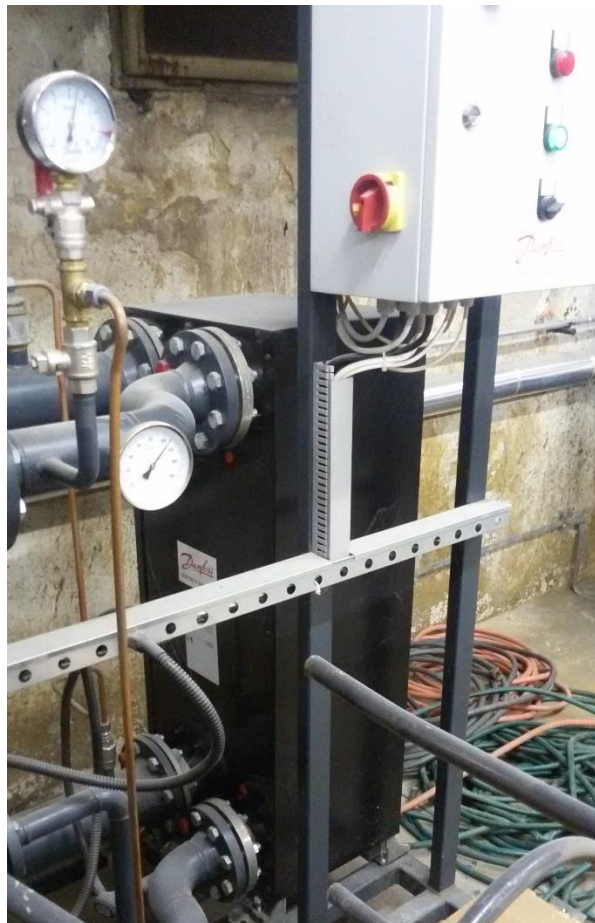
Slika 3. Sigurnosni ventil



Slika 5. Kalorimetar

Nakon sigurnosnog ventila nalazi se pločasti izmjenjivač topline [Slika 6] kojim se regulira potrebna temperatura vode u toplinskoj mreži.

Temperatura vode na izlazu iz izmjenjivača regulira se automatski uz pomoć senzora, postavljenih na vanjskoj fasadi fakulteta [Slika 7], koji očitavaju vanjsku temperaturu zraka i meteorološke uvjete poput naoblačenosti i jačine vjetra. Da bi se postigla sobna temperatura od 21°C potrebna temperatura vode u cijevima iznosi 50°C za uvjete vanjske temperature zraka od 0°C, bez naoblačenja i uz minimalnu jačinu vjetra. Željena sobna temperatura unosi se na kontrolnom sučelju izmjenjivača [Slika 9] koje se nalazi iza njegovih glavnih indikatora i prekidača [Slika 8].



**Slika 6. Pločasti izmjenjivač topline**





Slika 7. Vanjski senzor za određivanje meteoroloških uvjeta



Slika 9. Kontrolno sučelje izmjenjivača topline



Slika 8. Indikatori i prekidači izmjenjivača topline

Idući ključni element toplinske stanice je hidrofor, odnosno diktir posuda [Slika 12]. Hidrofor se uvijek postavlja na najnižu razinu objekta, a služi za održavanje potrebnog tlaka vode u mreži koji iznosi između 4 i 6 bara [Slika 11]. Ispravnost rada hidrofora nadzire se pomoću svjetlosnih indikatora ispravnosti [Slika 10].



Slika 12. Hidrofor



Slika 11. Nazivni tlak hidrofora



Slika 10. Indikatori ispravnosti rada hidrofora

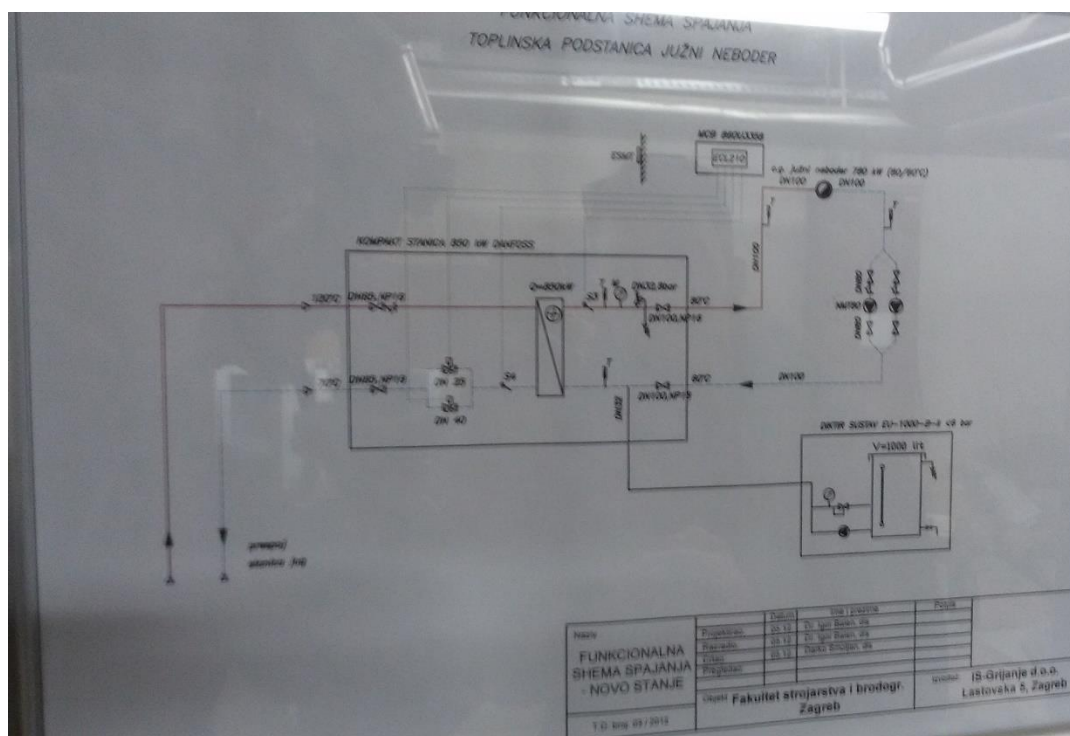
Za cirkulaciju vode toplinskom mrežom odgovorne su pumpe i pridruženi motori. U toplinskoj stanici istočne zgrade nalaze se četiri pumpe [Slika 13] pošto iz stanice izlaze četiri seta po dvije cijevi (dovod i povrat vode). Na izlazu svake pumpe nalazi se kuglični ventil koji služi kao glavni ventili jedne, od spomenutih četiri, grane.



**Slika 13. Pumpe i motori**

Iz toplinske stanice, na dubini dva metra, izlaze četiri para cijevi. Jedan par se pod zemljom proteže na udaljenosti od samo pet metara te ulazi u 'novu' istočnu zgradu za koju služi kao glavni toplinski vod. Preostala tri para protežu se na udaljenosti oko 45 metara te ulaze u zajednički razvodni šaht. U razvodnom šahtu se jedan par cijevi grana na dva zasebna para od kojih jedan izlazi u prostoriji S8 a drugi u prostoriji B8 gdje se dalje granaju i opskrbljuju svaki po jedan 'trakt'. Drugi, od tri para cijevi koji ulaze u razvodni šaht, ulazi u prostorije tehničke službe, a treći ulazi u zasebnu toplinsku podstanicu koja služi za kontrolu grijanja nebodera južne zgrade.

Toplinska podstanica izvedena je prema prikazanoj funkcionalnoj shemi spajanja [Slika 14], a sastoji se od istih komponenti kao i glavna toplinska stanica. Pošto ova podstanica opskrbljuje samo neboder južne zgrade, iz nje izlazi jedan glavni par cijevi te je potrebna samo jedna pumpa. Princip regulacije potrebne temperature vode u cijevima je također automatski i bazira se na vanjskim sensorima i programiranju kontrolnog sučelja izmjenjivača. Tlak u mreži osigurava se hidroforom zapremnine 1000 litara. Parametri toplinske mreže periodično se kontroliraju, a bilo kakvi radovi i izmjene na mreži bilježe se u za to predviđenom dnevniku.



Slika 14. Funkcionalna shema spajanja toplinske podstanice

### 6.3.2. Vodoopskrba

Obilazak i skiciranje vodoopskrbne mreže započeto je od šahta s glavnim ventilom i glavnim brojičkom za kontrolu potrošnje. Od glavnog šahta cijevi nastavljaju prema prostorijama restorana SC-a gdje se pokraj sjeverne fasade granaju u dva smjera, jedan za opskrbu južne i jedan za opskrbu istočne zgrade. Ogranak za opskrbu južne zgrade priključen je na visoko tlačne pumpe za čiji je smještaj odvojena prostorija restorana SC-a. Visokotlačne pumpe osiguravaju i održavaju dostatan tlak u mreži kako bi se omogućila dobava vode i do zadnjih katova nebodera južne zgrade.

U niskom prizemlju nebodera južne zgrade vodoopskrbne cijevi opskrbljuju i veliki spremnik zapremnine 3000 litara [Slika 16] koji služi kao rezerva u slučaju požara. U hodniku južnog ulaza u zgradu nalaze se dva hidranta za slučaj požara, tzv. 'suhi' i 'mokri' hidrant. 'Mokri' hidrant napaja se pomoću spomenutog spremnika zapremnine 3000 litara. Spremnik radi na principu koji se koristi i u vodokotlićima, odnosno za reguliranje visine vode u spremniku koristi se plovak [Slika 15]. U stanju pripravnosti spremnik mora biti ispunjen vodom skoro do vrha. U slučaju požara pokreće se motor [Slika 17] koji crpi vodu iz spremnika te puni diktir posudu odnosno hidrofor [Slika 18]. Diktir posuda osigurava dovoljno velik tlak vode u 'mokrom' hidrantu za slučajeve požara na bilo kojem katu nebodera pošto inače dostupna 2 bara nisu dovoljna za protupožarni sustav.



Slika 16. Spremnik zapremnine 3000 litara



Slika 15. Plovak za regulaciju visine vode



Slika 17. Motor za crpljenje vode iz spremnika



**Slika 18. Hidrofor za napajanje 'mokrog' hidranta**

Sustav spremnika, motora i hidrofora predstavlja pomoćni protupožarni sustav dok se primarni napaja preko 'suhog' hidranta koji je povezan s priključkom lociranom u južnom kutu zapadne fasade nebodera južne zgrade fakulteta. Taj vanjski priključak služi za spajanje s vatrogasnom cisternom koja, kada je priključena, opskrbljuje 'suhi' hidrant vodom dovoljnog tlaka.

Drugi glavni smjer vodoopskrbnih cijevi nastavlja se u smjeru istoka gdje se između južne i 'nove' istočne zgrade opet grana u dva smjera. Jedan smjer se proteže uz 'novu' istočnu zgradu te služi za njenu opskrbu vodom, dok drugi smjer prolazi ispod 'nove' i opskrbljuje 'staru' istočnu zgradu.

### 6.3.3. Opskrba plinom

Plinska mreža je poprilično kratka pošto se plin koristi u relativno malim količinama. U istočnoj i sjevernoj zgradi nema plinskih instalacija pošto se plin koristi samo u manjem dijelu južne zgrade.

Dovod iz gradske mreže spojen je na glavni plinski ormarić u kojem se nalazi i glavno brojilo za kontrolu potrošnje. Ormarić se nalazi pored stepenica glavnog ulaza u južnu zgradu fakulteta. Nakon ulaza u zgradu, plinske cijevi prolaze uz sam strop glavnog hodnika niskog prizemlja južne zgrade. U smjeru sjevera cijevi ulaze u restoran SC-a koji predstavlja primarnog i najvećeg potrošača plina na fakultetu. U smjeru juga cijevi se protežu smjerom hodnika i putem opskrbljuju mali broj laboratorija koji imaju plinska trošila. U ravnini početka neobodera južne zgrade plinske cijevi su odrezane i blindirane te tu završava plinska mreža.

### 6.3.4. Elektroinstalacije

Južna i istočna zgrada fakulteta kao izvor električne energije koriste vlastitu trafostanicu lociranu južno, pored 'nove' istočne zgrade. Na dubini od oko 0.8 metara iz trafostanice izlaze četiri glavna voda. Dva služe za napajanje 'stare' i 'nove' istočne zgrade, a dva za napajanje južne zgrade. Glavni vodovi električne energije ulaze u tzv. glavne razvodne ormariće nakon kojih počinje izrazito razgranata mreža. Detalji te mreže, odnosno projektiranog i izvedenog stanja elektroinstalacija, mogu se vidjeti u dokumentaciji projektantske i izvođačke tvrtke.



## 7. ZAKLJUČAK

Digitalizacija funkcije održavanja ambiciozan je projekt ali nužan ako se troškovi održavanja i gubitaka žele dovesti pod kontrolu. Smanjenje troškova nije jedina prednost takvog projekta, pravilnom implementacijom i korištenjem otvaraju se nove mogućnosti poput praćenja svih bitnih procesa i njihovih gubitaka te planiranja aktivnosti održavanja i popravaka bez, inače ekstenzivne, papirologije.

Osnova svakog dobro implementiranog računalnog sustava održavanja je kvalitetno popunjena baza podataka. U procesu implementacije zahtjeva se opsežno unošenje kako trenutnog tako i prošlog stanja elemenata koje pokušavamo nadzirati. Prošlo stanje elemenata podrazumijeva 'povijest bolesti' tih elemenata, odnosno već obavljene popravke čiji unos u bazu podataka nam omogućuje uvid u najkritičnija mjesta i olakšava predviđanje potrebnih aktivnosti održavanja u budućnosti. Iz toga vidimo da dobra baza podataka može značiti velike uštede u budućnosti.

Jedan od ključnih dijelova baze podataka je i grafički prikaz energetske mreže koja funkciji održavanja predstavlja najveći izvor troškova i gubitaka. Prema izreci slika vrijedi tisuću riječi, pa tako i grafički prikaz, u vidu CAD crteža, rezultira golemim olakšanjem u praćenju i razumijevanju protezanja vodova energetske mreže, što u konačnici znači i velike vremenske uštede u izradi rasporeda aktivnosti održavanja.

Bez obzira na stupanj digitalizacije održavanja, velik dio troškova javlja se kao direktan rezultat stanja u kojem se energetske instalacije nalaze. Dobar primjer kontrasta stanja instalacija možemo vidjeti i u trenutnom stanju toplinskih mreža sjeverne te južne i istočne zgrade FSB-a.

Nakon nedavne renovacije toplinskih stanica u južnoj i istočnoj zgradi vidi se značajan pomak u troškovima kako održavanja tako i potrošnje toplinske energije. Ugradnjom suvremenih pločastih izmjenjivača topline smanjio se potreban protok dovoda iz gradske mreže, a postavljanjem novijih kuglastih ventila smanjio se interval zamjene i popravaka ventila i pumpi.

Toplinska stanica sjeverne zgrade nije renovirana kad i preostale dvije te se trenutno nalazi u prilično lošem stanju. Pošto nema ugrađenog pločastog izmjenjivača topline, a senzori za nadzor vanjskih uvjeta su stari i nefunkcionalni, protok vode iz gradske mreže mora se regulirati ručno prema iskustvu djelatnika tehničke službe. Takva ručna regulacija povremeno rezultira viškom protoka tople vode koju onda sigurnosni ventil izbacuje u kanalizaciju te se stvaraju nepotrebni troškovi.

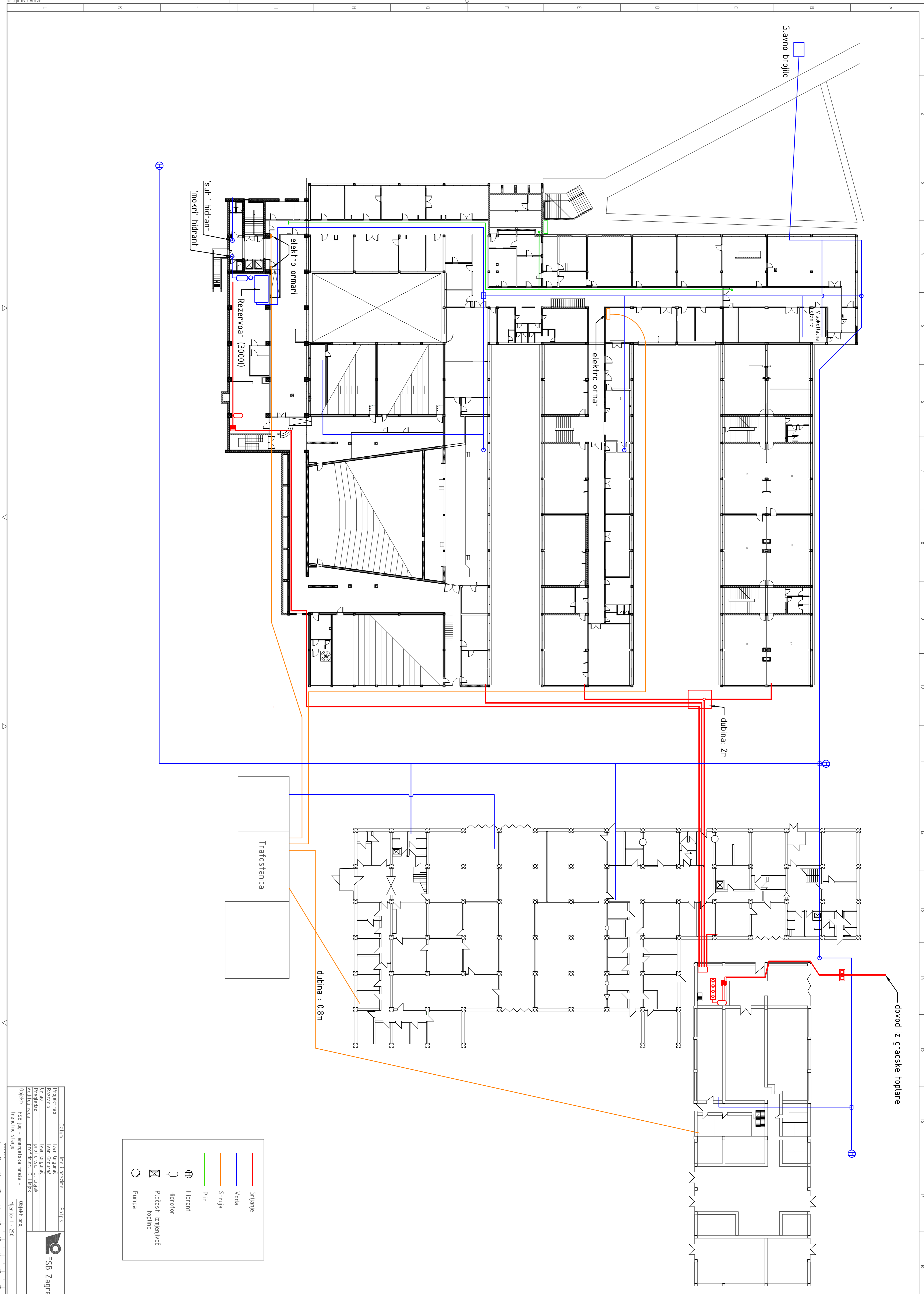
Postoji još mnogo primjera zastarjelosti opreme toplinske stanice sjeverne zgrade koji rezultiraju razlikom operativnih troškova nove i stare toplinske stanice. Zbog očigledno velikih razlika u vidu troškova, gubitaka i pouzdanosti, u idućih godinu dana planira se kompletna obnova toplinske stanice sjeverne zgrade kako bi ju se dovelo u korak s vremenom i pri tome ostvarilo dugoročne uštede.

## LITERATURA

- [1] <https://theiam.org/what-asset-management> , dostupno 09.02.2015.
- [2] Cagle, R.F., Infrastructure Asset Management: An Emerging Direction, AACE International Transactions, 2003.
- [3] Vanier, B.J., Advanced Asset Management: Tools And Techniques, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, 1500 Montreal Road, Ottawa, Canada, 2000.
- [4] <http://www.lgam.info/asset-management> , dostupno 09.02.2015.
- [5] Mobley, R.K. i suradnici, Maintenance Engineering Handbook, The McGraw-Hill Companies Inc., SAD, 2008.
- [6] <http://planonsoftware.com/us/glossary/iwms/> , dostupno 12.02.2015.
- [7] <http://www.iwmsnews.com/2009/12/why-eam-cmms-cafm-fmis-cifm-iwms-and-other-acronyms-are-confusing/> , dostupno 12.02.2015.
- [8] <http://planonsoftware.com/us/glossary/cafm/> , dostupno 12.02.2015.
- [9] [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_facility\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_facility_management) , dostupno 12.02.2015.
- [10] <http://www.wbdg.org/om/cafm.php> , dostupno 12.02.2015.
- [11] <http://www.infor.com/solutions/eam/> , dostupno 13.02.2015.
- [12] <http://en.wikipedia.org/wiki/Infor> , dostupno 13.02.2015.
- [13] <http://www.infor.com/company/> , dostupno 13.02.2015.
- [14] Vugrinec, D., Priručnik za upravljanje poslovnim zgradama, Udruga 2G2E, Zagreb, 2012.
- [15] <http://www.zakon.hr/z/304/Zakon-o-zapaljivim-teku%C4%87inama-i-plinovima> , dostupno 14.02.2015.
- [16] [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999\\_05\\_54\\_1028.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999_05_54_1028.html) , dostupno 14.02.2015.

## **PRILOZI**

- I. Tehnička dokumentacija: FSB jug – energetska mreža – trenutno stanje



	Grinjanje
	Voda
	Struja
	Plin
	Hidrant
	Hidrofor
	Pločasti izmjenjivač topline
	Pumpa

Datum	Ime i prezime	Porpis
Projektirao	Ivan Grunurat	
Razradio	Ivan Grunurat	
Crtao	Ivan Grunurat	
Preveo	prof.dr.sc. D. Lisjak	
Objektna radnja	prof.dr.sc. D. Lisjak	

Objekt:	FSB jug - energetska mreža -	Objekt broj:	
Priloga:	Trenutno stanje	Mjerilo:	1 : 250

