CENTRALNI SISTEM NADZORA I UPRAVLJANJA U ZGRADI POSEBNE NAMENE

CENTRAL CONTROL SYSTEM IN A SPECIFIC PURPOSE BUILDING

Aleksandra KUČ*, Milica VLAJIĆ, Bojan BILEN, Dragomir MARKOVIĆ
ENERGOPROJEKT ENTEL, Beograd, Srbija

<https://doi.org/10.24094/kgkh.018.49.1.201>

U radu je prikazano rešenje za sistem automatske kontrole i inteligentno upravljanje složenim sistemima u zgradi posebne namene. Predloženo rešenje uključuje nadzor, kontrolu i/ili upravljanje sistemima ventilacije, grejanja i hlađenja, sigurnosnim sistemima (sistem kontrole pristupa i sistem video nadzora), sistemima aktiviranja i dojave požara i sistemima za gašenje požara. Za realizaciju navedenih zahteva predviđen je centralni sistem nadzora i upravljanja – Building Management System (BMS). Osnova BMS sistema su kontroleri sistema u polju koji treba da vrše akviziciju podataka, serveri, operatorska radna stanica, LAN (Local Area Network) mreža i veze između komponenti sistema. Glavni razlozi za uvođenje BMS sistema u poslovnim objektima su povećanje pouzdanosti i kvaliteta servisa svih tehničkih sistema i opreme, povećanje efikasnosti, smanjenje troškova održavanja, zaštita ljudi i opreme. Nekada je potrebno da BMS sistem komunicira i sa drugim sistemima, poput DCS sistema (Distributed Control System). U radu je prikazano BMS rešenje za administrativnu zgradu u sklopu proizvodnog postrojenja.

Ključne reči: BMS, kontroler, KGH, DCS, sigurnosni sistemi

This article presents solution for the automatic control system and intelligent management system of complex and specific system in office building. Proposed solution includes monitoring, control and/or management of ventilation, heating and cooling systems, security system (video surveillance system and access control system), fire alarm system and fire extinguishing systems. For the purpose of fulfilling required requests it has been planned the utilization of the Central Control System - Building Management System (BMS). The BMS components are controllers that should perform data acquisition in the field, servers, workstation, LAN (Local Area Network) network and interconnections between system components. Main reasons for the introduction of BMS systems in the office buildings are increasing the reliability and quality of the services of all technical systems and equipment, increasing efficiency, reducing maintenance costs, and providing better protection of people and equipment. Sometimes it is necessary that BMS system communicates with other systems, such as the DCS (Distributed Control System). This article includes BMS presentation for Administration Office Building within Product Plant.

Key words: BMS, Controller, HVAC, DCS, Security system

1. Uvod

Globalni problem današnjice je ugrožen kvalitet životne sredine. Potrebno je naći dugoročno rešenje za ovaj problem. S obzirom na razvoj novih tehnologija, javila se potreba da se mnogi industrijski i tehnološki procesi neprekidno kontrolišu i da se njima upravlja, a da uticaj na čovekovu okolinu bude minimalan. Mora se voditi računa o energetskej potrošnji, a da se nastavi sa unapređivanjem uslova za život čoveka. Posledica svega navedenog je razvoj inteligentnih zgrada.

Da bi se zgrada mogla kategorisati kao inteligentna zgrada mora posedovati kompleksne tehničke sisteme koji međusobno povezani omogućavaju komfor i bezbednost, uz maksimalnu uštedu energije, povećanu produktivnost radnog osoblja i maksimalnu iskorišćenost opreme. Ovo je naročito karakteristično za poslovne zgrade.

U ovom radu je predstavljen sistem upravljanja – BMS (Buildinig Managment System), kao i konkretan primer inteligentne zgrade i uloga BMS sistema u zgradi posebne namene.

1.1. Uloga BMS sistema u inteligentnim zgradama

BMS je računarski sistem koji izvršava operacije u realnom vremenu. Koristi se za menadžment tehničkih sistema i instalacije u objektima: elektroenergetskih sistema, sigurnosnih sistema, protivpožarnih sistema, mašinskih sistema i instalacije, vodovodne instalacije, itd. Svaki od tehničkih sistema može imati različitu kompleksnost, u zavisnosti od namene zgrade, samih korisnika i lokacije na kojoj se zgrada nalazi [1], [2], [3].

Prema strukturi BMS možemo podeliti u tri nivoa: nadzorni, upravljački i periferni.

Nadzorni i upravljački sistemi izvršavaju zahtevane funkcije uz primenu računara sa aplikativnim softverima. Sastavni delovi ovih sistema su serveri, operatorske radne stanice sa pratećom opremom, softverski paketi za merenje, nadzor, upravljanje i optimizaciju.

Periferni nivo sačinjavaju sledeći elementi: detektori, senzori, aktuatori i kontroleri.

* Autor za korespondenciju: akuc@ep-entel.com

Sprega između nekog od tehničkih sistema i BMS sistema, predviđena je primenom standardnih protokola (ModBus, BAC net, LonWorks...). Za prenos aplikacionih poruka, ovi standardi koriste internet ili neki tip lokalne mreže (LAN - Local Area Network). U poslednje vreme najčešći protokol koji se koristi za komunikaciju perifernog nivoa sa serverom BMS sistema jeste Ethernet [1], [2], [3].

Razlozi za uvođenje BMS sistema u objekte su:

- Bezbednost ljudi i opreme: zaštita u slučaju dima, vatre, oštećenja opreme ili provale. Poboljšanje uslova za rad i komfor, radi povećanja produktivnosti zaposlenih.
- Veća pouzdanost samog objekta i usluga: pravilan rad sistema generalno i u vanrednim situacijama, poboljšana mogućnost održavanja svih sistema, vođenje statistike greške, ubrzan odziv na kvarove i blagovremeno planiranje i zamena dotrajalih delova, itd.
- Smanjenje troškova: optimizacija potrošnje električne energije, koja se prvenstveno odnosi na HVAC sistem (Heating, Ventilation and Air Conditioning) i sisteme osvetljenja.

Slika 1. BMS – osnovna funkcionalna šema

Razvojem tehnologije sve više se smanjuje jaz između sistema koji su sastavni deo poslovnih zgrada. Prvenstveno, automatizacijom je svaki sistem zgrade imao posebnu kompjutersku podršku. Svi ti, do skoro nezavisni sistemi, poput HVAC-a, sistema video nadzora, kontrole pristupa, sistema dojava požara i drugih, funkcionišu kao jedinstvena celina. Na Slici 2 je predstavljen je uticaj informacionih tehnologija na zgrade. Taj uticaj je stvorio potrebu za uvođenje termina „inteligentne zgrade“.

Kao što je već pomenuto, inteligentna zgrada omogućava optimizaciju energetske potrošnje. Istraživanja su pokazala da HVAC sistem u letnjem periodu uštedi 12% električne energije, u zimskom periodu približno 10%, a na godišnjem novou 30%. Optimizacija potrošnje električne energije se postiže i sa drugim sistemima [4].

1.2. Prikaz konkretnog primera zgrade posebne namene

Zgrada posebne namene (u nastavku Zgrada), koji je tema ovog rada, je deo kompleksnog postrojenja lociranog van gradske sredine. Zgrada ima 4 sprata, a njegova namena je smeštaj administracije i uprave postrojenja.

Prizemlje zgrade namenjeno je za sastanke i posete. Tu su smeštene sale, ulazni hol, toaleti, stepenište i tehnička prostorija za klima uređaje (klima komore HVAC sistema). Prvi sprat je namenjen za manje sastanke i na ovom spratu su smeštene svlačionice za osoblje postrojenja. Drugi sprat je kancelarijski prostor za menadžment. Tu se nalaze kancelarije, sale za sastanke, toaleti i kuhinja sa trpezarijom. Na trećem spratu je smeštena upravljačka prostorija sa operatorom koji upravlja delovima bunkera, koji je deo proizvodnog industrijskog postrojenja. Na ovom spratu se nalazi kontrolna soba gde je smešteno osoblje koje kontroliše proizvodni proces postrojenja. Poslednji, četvrti sprat, je elektro prostorija sa opremom za kontrolu krana i osvetljenja. Tu je smeštena protivpožarna centrala, telekom orman, PA/GA orman (Public Address & General Alarm Systems), ormani sigurnosnih sistema i orman sa serverima i pratećom opremom BMS sistema.

Površina iznosi približno 3000 m², ali namena zgrade je raznolika po spratovima i prostorijama, pa samim tim i zahtevi su različiti od prostorije do prostorije. U prizemlju se zahtevaju jedni uslovi za sale za sastanke i posete, gde je potrebno obezbediti optimalne uslove za boravak ljudi, dok je u prostoriji predviđenoj za klima-komore potrebno obez-

bediti potpuno drugačije uslove. Drugi sprat i deo trećeg sprata su namenjeni za osoblje, pa se u skladu sa tim i određuju optimalni uslovi. Međutim, u pojedinim prostorijama, osoblje samo kratko i povremeno boravi, pa se tu mora regulisati da sistemi rade samo dok se neko nalazi u prostoriji. Putem senzora pokreta, može se poslati signal da je potrebno svetlo, a sistem ventilacije, grejanja i hlađenja ne mora da zadovoljava zahteve kao kada je osoblje duže prisutno u prostoriji, poput kancelarija. Deo zgrade je i deo industrijskog postrojenja. Tu treba da postoje posebni uslovi kada je u pitanju bezbednost i komfor osoblja, ali se takođe mora voditi računa da se industrijski proces nesmetano odvija. Na četvrtom spratu se nalazi Server soba, zato sistem ventilacije, grejanja i hlađenja ima bitnu ulogu, i mora konstantno biti aktivan. Kao posledica navedenih namena prostorija zgrade, BMS treba da istovremeno zadovolji više različitih zahteva za različite procese.

Termini na engleskom	Prevod na srpski	Termini na engleskom	Prevod na srpski
Generation Buildings	Genracija zgrade	Building System & IT where silded / but the gap is closing	Razdvojenost tehnologija (sistem zgrade i IT) / ali jaz se smanjuje
Stand – alone devices	Samostalni uređaji	Clustering	Klasterisanje
Heavily mechanical	Teška mehanika	Wireless management	Bežično upravljanje
Legacy HW and OS	Nasledjeni hardver i operativni sistem	Internet boom	Internet ekspanzija
Building automation	Automatizacija zgrade	Open protocol	Otvoreni protokol
Stand-alone System	Samostalni sistemi	Remote management	Daljinsko upravljanje
Virtualisation	Virtualizacija	Limited Integration	Limitirana integracija
On demand provisioning	Rezervisanje na zahtev	Integrated Security System	Integrirani sigurnosni sistem
Centralized Control	Centralizovana kontrola	Smart Grid	Pametne mreže
Self regulating & healing	Samoregulacija i popravka	Cloud Integration	Integracija sa Cloud servisima

Slika 2. Uticaj informacionih tehnologija na zgrade [4]

1.3. Opis novoprojektovanog tehničkog sistema

U datom primeru, zadatak BMS sistema je da vrši upravljanje, kontrolu i nadzor nad sigurnosnim tehničkim sistemima i tehničkim sistemima automatizacije.

Sigurnosni tehnički sistem u ovom slučaju čine sledeći podsystemi [2]:

- Sistem dojava požara – vrši se detekcija odgovarajućim senzorima, zavisno od namene i izgleda prostorije, i, u slučaju požara, aktivira se sistem dojava požara.
- Sistem video nadzora – neke prostorije se snimaju sve vreme, dok za neke prostorije snimanje počinje tek nakon dužeg zadržavanja osobe u prostoriji, do tada se samo nadgleda.

- Sistem kontrole pristupa – u pojedinim prostorijama kartica omogućava samo ulazak, a za izlazak nije potrebno očitavanje. Za neke prostorije je bitno da se prate i ulaz i izlaz.

Tehnički sistem automatizacije za konkretnu Zgradu čine [2]:

- Sistem ventilacije, grejanja i hlađenja,
- Sistem kompletnog osvetljenja.

Za povezivanje BMS sa navedenim sistemima predviđeni su kontroleri i prateća oprema, osim za povezivanje sa sistemom dojava požara, gde se uspostavlja direktna komunikacija.

Prilikom projektovanja BMS sistema planirana su 3 tipa kontrolera (Tip 1, Tip 2, Tip 3).

Za Tip 1 se podrazumeva:

- Tip kontrolera: Programabilni logički kontroler, MS orijentisan,
- Osnovni moduli neophodni za rad u BMS sistemu: Modul napajanja, CPU (Control Panel Unit) jedinica, jedinica dodatne memorije CPU (uslovno), ETH modul (Ethernet modul), ModBUS TCP/IP modul, ModBUS modul za vezu sa frekventno regulisanim pogonima,
- Moduli za vezu sa procesom: DI modul (Digital Input), DO modul (Digital Output), AI modul (Analog Input), AO modul (Analog Output), Modul impulsnog brojača, ostali moduli prema zahtevu projekta,
- Način montaže: Montaža na DIN šinu u ormanu automatike,
- Napon napajanja ulaznih releja: 24 V DC,
- Napajanje kontakata snage izlaznih releja DO modula: 230 V, 50 Hz, 2A.

Tip 2 i Tip 3 kontroleri su minimalno sledećih karakteristika:

- Modularna konstrukcija sa mogućnošću proširenja - Tip 2 i Tip 3 se razlikuju po broju I/O modula,
- Robusna konstrukcija sposobna da izdrži različite uslove (prašina, vlaga, snižene / povišene temperature),
- Programiranje u ladder jeziku,
- Razvoj korisničkog - aplikativnog programa u Windows okruženju,
- Mogućnost on-line monitoringa i izmene programa,
- Mogućnost smeštanja konačne verzije programa u EEPROM,
- Zaštita aplikativnog programa od neovlašćenog pristupa,
- Mogućnost umrežavanja horizontalno sa drugim PLC-ovima (Programmable Logic Controller) i vertikalno sa nadzornim sistemom.

Kontroleri će biti raspoređeni u zavisnosti od zahteva prostorija, a sa centralnom jedinicom – serverom BMS, povezuju se preko ETH TCP/IP mreže.

Tip 1 je predviđen za nadzor, kontrolu i upravljanje klima komore. Tip 2 i Tip 3 su predviđeni za nadzor, kontrolu i upravljanje sistemom kompletnog osvetljenja i svim sigurnosnim tehničkim sistemima, osim sistemom dojava požara.

Kako je Zgrada deo postrojenja koje je visokorizično kada je pojava požara u pitanju, jako je bitno da pored protivpožarne centrale, i BMS ima mogućnost da primi signale i dalje o tome obaveštava korisnike. Glavna protivpožarna centrala komuniciraće sa BMS sistemom posredstvom ModBus TCP/IP protokola. Ovom komunikacijom moguća je razmena većeg broja podataka, kako o radu glavne protivpožarne centrale, tako i o zahtevima koje BMS treba da izvrši. Sa glavne protivpožarne centrale uzimaće se signali i slati serveru BMS-a. Na ovaj način se dobijaju svi neophodni podaci u vezi sa sistemom dojava požara, i ne koristi se dodatna oprema poput kontrolera i propratnih elemenata [5], [6], [7].

Takođe, postoji potreba da se određeni statusi i informacije šalju DCS sistemu (Distributed Control System). Za potrebe komunikacije BMS-a i DCS sistema najčešće se koristi bežični protokol WiFi. Samim tim za ovo izvršavanje predviđa se odgovarajući ruter i komunikacioni mrežni prekidač (*switch*). BMS predstavlja samostalni podsistem DCS-a. Kao takav, BMS samostalno izvršava nadzor, upravljanje i kontrolu nad sigurnosnim tehničkim sistemima i tehničkim sistemima automatizacije, a DCS sistemu šalje uglavnom statusne signale za tehničke sisteme. Jednostavan primer veze DCS i BMS sistema dat je na Slici 3 [3], [7], [8].

Za smeštaj BMS opreme predviđeni su ormani automatike opremljeni svom neophodnom rasklopnom, zaštitnom i upravljačkom opremom (prekidači snage, zaštite, releji, signalne sijalice) koje omogućavaju nadzor i uvid u ispravan rad instalacija u sledećim režimima rada:

- Automatski-lokalno - sa ormana automatike (orman BMS sistema),
- Ručno-lokalno - sa ormana automatike (koristi se samo za potrebe pregleda HVAC opreme).

Kada su u pitanju ovakvi objekti, koji su istovremeno i poslovni prostor i deo postrojenja u kojem se neki proces izvršava, treba obezbediti neprekidan rad sistema. Da bi se obezbedio neprekidan rad, predviđa se redundantan server za BMS sistem. Svaki server je opremljen sa po dve mrežne kartice preko kojih je povezan na redundantnu Ethernet mrežu. Serveri su preko Ethernet mreže povezani međusobno, sa radnom stanicom i sa BMS kontrolerima sistema. Oba servera izvršavaju isti program i sinhronizuju se na nivou događaja u realnom vremenu. Za sve elemente BMS sistema predviđaju se i UPS jedinice (Uninterruptible Power Supply – neprekidno napajanje) različitih snaga, koje su u skladu sa potrošnjom BMS elemenata.

Za operatorsku radnu stanicu treba da se predvidi računar za 24 časovni rad, zbog konstantnog nadzora i upravljanja. Kućište računara mora da poseduje elektronske module za povezivanja sa serverom BMS sistema, komunikacionom mrežom i perifernim uređajima. Zbog namene zgrade, a i radi zaštite, pristup sistemu treba da imaju samo ovlašćena lica zahvaljujući alfanumeričkim identifikacionom kodu (password) koji se dodeljuje prilikom konfiguracije operatorske stanice, odnosno BMS sistema.

PRIZEMLJE

I SPRAT

ADMINISTRATIVNA ZGRADA

LEGENDA:

- [] - OPREMA PREDVIĐENA DRUGIM PROJEKTOM / EQUIPMENT TO BE PROVIDED BY OTHER DESIGN
- [DDC] - DIGITALNI KONTROLER / DIRECT DIGITAL CONTROLLER
- [UPS] - BESPREKIDNO NAPAJANJE / UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY
- [HVAC] - RAZVODNA TABLA HVAC SISTEMA / HVAC DISTRIBUTION BOARD
- BMS - CENTRALNI SISTEM ZA NADZOR I UPRAVLJANJE BUILDING MANAGEMENT SYSTEM
- BMS CABINET - BMS KABINET / BMS CABINET
- [] - OPREMA PREDVIĐENA OVIM PROJEKTOM / EQUIPMENT TO BE PROVIDED BY THIS DESIGN
- [L2 LAN SW] - L2 SVIČ / L2 SWITCH, LAN
- [ILO LP] - RAZVODNA TABLA OSVEĆTLJENJA SA KONTROLEROM LIGHTING DISTRIBUTION BOARD WITH LIGHTING CONTROLLER
- [SPP] - RAZVODNA TABLA PRIKLJUČNICA SMALL POWER DISTRIBUTION BOARD
- LAN - LOKALNA MREŽA / LOCAL AREA NETWORK
- [L3 LAN SW] - L3 SVIČ / L3 SWITCH, LAN
- [L2 BMS SW] - L2 SVIČ / L2 SWITCH, BMS
- [DCS] - DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM / DISTRIBUTIRANI KONTROLNI SISTEM
- BMS WS - BMS RADNA STANICA / BMS WORKSTATION
- TK CABINET - TELEKOMUNIKACIONI KABINET / TELECOMMUNICATION CABINET

49. MEĐUNARODNI KONGRES I IZLOŽBA O KGH • 205

Administrativna zgrada opisana u radu je u sklopu proizvodnog postrojenja, a ujedno i upravni centar BMS sistema celog postrojenja. Svi objekti postrojenja imaju svoju prateću BMS opremu koja je povezana sa predmetnom specifičnom zgradom.

2. Zaključak

Industrijsko postrojenje, zbog svih tehničkih i tehnoloških procesa koji se u njemu odvijaju, samo po sebi je veliki potrošač električne energije. Inteligentne zgrade, koje su sve više deo industrijskih postrojenja, treba da utiču na smanjenje potrošnje električne energije i eksploatacije drugih resursa. Kada je u pitanju izgradnja inteligentnih zgrada, potrebna je veća početna investicija nego pri izgradnji standardnih zgrada. Primenom BMS sistema ostvaruju se velike uštede, te ovaj sistem ima višestruku korist za sam rad postrojenja, bezbednost i efikasnost u radu.

3. References

- [1] **Srbijanka Turajlić**, *Upravljanje procesima pomoću računara*, Publisher, Beograd, Republika Srbija, 2008.
- [2] **Gradimirka Popović, Nebojša Arsić, Mile Petrović, Darko Vučković**: *Karakteristike i struktura tehničkih sistema u upravljanju pametnim zgradama*, Infoteh - Jahorina, Republika Bosna i Hercegovina, 2014.
- [3] **Miloš Milošević, Nenad Četić, Jelena Kovačević, Tihomir Andelić**, *Upravljanje sistemom osvetljenja u pametnim zgradama*, Infoteh - Jahorina, Bosna i Hercegovina, 2014.
- [4] **Vladan Pantović, Sanja B. Petrović-Bećirović**, *Rising public awareness of energy efficiency of buildings enhanced by “smart” controls of the in-door environment*, Thermal Science, 2016
- [5] **Jasmina Velagić**, *Komunikacijske mreže u stvarnom vremenu*, skripta za predavanja, Fakultet Elektrotehnike, Sarajevo 2007.
- [6] **Jure Botica**, *Industrijski komunikacijski protokoli*, FER, Zavod za električne susatve i obradu informacija
- [7] **J. Mandić-Lukić, B. Milinković, N. Simić**, *Communication Solutions for Smart Grids, Smart Cities and Smart Buildings*, The 10th Mediterranean Conference on Power Generation, Transmission, Distribution and Energy Conversion, MedPower 2016, Beograd, Srbija.
- [8] <http://www.rgf.bg.ac.rs/predmet/RO/V%20semestar/Automatizacija%20i%20upravljanje%20procesima/Predavanja/Predavanje%20IV.pdf>
- [9] <https://www.controleng.com/single-article/integrating-multiple-control-systems/ca651e3fd3d6bea4324c29768a7e0026.html>