Pametne zgrade

Đekić, Bojan

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Pula - College of Applied Sciences / Politehnika Pula - Visoka tehničko-poslovna škola s pravom javnosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:212:822724

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

Digital repository of Istrian University of applied sciences

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

POLITEHNIKA PULA
VISOKA TEHNIČKO – POSLOVNA ŠKOLA

ZAVRŠNI RAD

PAMETNE ZGRADE

Bojan Đekić

POLITEHNIKA PULA
VISOKA TEHNIČKO – POSLOVNA ŠKOLA

ZAVRŠNI RAD

PAMETNE ZGRADE

Student: Bojan Đekić
MB: 0774
Kolegij: Elektrotehnika
Mentor: Mr.sc. Radovan Jokić, dipl.ing.el

Pula, rujan 2015.

SAŽETAK

U ovom će se radu govoriti o pametnim zgradama s tehničkog aspekta, odnosno o upravljanju tehničkim sistemima inteligentnog objekta. Nadalje, u radu će se promatrati sistemi grijanja, hlađenja i ventilacije, sistemi rasvjete, protupožarni sistemi i sistemi kontrole pristupa, mogućnosti povezivanja i komunikacije između odvojenih podsistema, te njihovo povezivanje u sistem pametne zgrade. Definirat će se pojam pametne zgrade te razvoj inteligentnih objekata kroz povijest, kao i komunikacijski standardi koji se koriste u sistemu za upravljanje zgradom, načini povezivanja, kao i same elektroinstalacije inteligentnih objekata.

SUMMARY

This paper includes a review of smart buildings from a technical point of view and management of technical systems of intelligent buildings. Furthermore, it shows tehnical details of heating systems, cooling and ventilation systems, lighting systems, fire systems and access control, connectivity and communication between separate subsystems and their integration into the complete system of a smart building. The concept of intelligent buildings and the their development through history is also presented, as well as communication standards used in those systems for building management, connectivity options and the electrical installations.

SADRŽAJ

1. UVOD 5

2. PAMETNE ZGRADE 7

2.1. Tehnologija pametnih zgrada 7

2.2. Povijest i razvoj pametnih zgrada 7

2.3. Sustavi upravljanja pametnim zgradama BAS/BMS 9

3. KOMUNIKACIJSKI STANDARDI 11

3.1. LonWorks 13

3.2. Profibus 14

3.3. BACnet 16

3.4. EIB 18

4. INSTALACIJE PAMETNIH ZGRADA 19

4.1. Karakteristike EIB instalacija 19

4.1.1. Djelotvornost EIB instalacija 22

4.1.2. Pouzdanost EIB instalacija 23

4.2. Elementi EIB instalacija 24

4.2.1. Pobuđivači 24

4.2.2. Senzori 24

4.2.3. Kontroleri 25

4.2.4. Osnovni uređaji 25

4.2.5. Uređaji sustava 26

4.2.6. Montaža 27

5. GRIJANJE, HLAĐENJE I VENTILACIJA 30

5.1. Faktori sobne temperature 32

5.2. Faktori kvalitete zraka 32
5.3. Uređaji za grijanje i hlađenje 33
5.4. HVAC sustavi upravljanja 34
5.5. EIB/KNX standard upravljanja sobnom temperaturom 37
6. SUSTAVI RASVJETE PAMETNIH ZGRADA 40
6.1. Kriterij rasvjetnih sustava 40
6.1.1. Kvaliteta osvjetljenja 40
6.1.2. Energetska učinkovitost 42
6.2. Upravljanje rasvjetnim sustavom 42
6.2.1. Funkcionalnost i pouzdanost upravljanja rasvjetnim sustavom 42
6.2.2. Izvršenje upravljanja rasvjetnim sustavom 43
6.2.3. DALI standard 45
7. PROTUPOŽARNI SUSTAV 48
7.1. Elementi PP sustava 49
7.2. Upravljanje PP sustavom 51
8. SUSTAV KONTROLE PRISTUPA 55
8.1. Elementi sustava za kontrolu pristupa 55
8.2. Kriteriji za sustav kontrole pristupa 57
8.3. Upravljanje sustavom 59
9. ZAKLJUČAK 62
LITERATURA 64
POPIS SLIKA 66

1. UVOD

Osnovna funkcija neke zgrade je osiguranje uvjeta za život i rad, da su ti uvjeti ekonomski prihvatljivi te da je zgrada pozicionirana u skladu s prirodnim okruženjem. Drugačijim pristupom i korištenjem novih tehnologija vlasnici iziskuju maksimum iz takvih zgrada kako bi sebi i ostalim korisnicima osigurali sigurnost i udobnost te se posljednjih godina sve više razvija koncept pametne zgrade.

Kao krajnji rezultat dobivamo zgrade u koje su integrirane najmodernije tehnologije i procesi, a u svrhu smanjenja troškova tijekom eksploatacije zgrade. To potvrđuju činjenice da projekti koje koriste sami vlasnici, npr. korporativne ili institucionalne građevine, osiguravaju veliki povrat novca u smislu veće produktivnosti zaposlenih i racionalizacije troškova poslovanja. Ukoliko su u pitanju građevine komercijalne namjene, od takvih projekata se očekuje porast tržišnih renti, kvalitetnije i jeftinije održavanje te niži operativni troškovi.

Prije početka projektiranja i izgradnje pametne zgrade, vrlo je važno pronaći lokaciju koja će zadovoljavati sve one uvjete koji se očekuju od jednog takvog objekta. Jedan od važnijih uvjeta lokacije je da se nalazi blizu javnih prijevoza i važnih gradskih prometnica, a isto tako je bitan položaj samog objekta kako bi se postigla maksimalna solarna učinkovitost.

Pametne zgrade su projektirane tako da imaju dugoročnu održivost i minimalan utjecaj na čovjekovu okolinu. Pametna zgrada mora osigurati udobnost i sigurnost za sve korisnike, a upravljanje zgradom mora osigurati energetsku efikasnost i isplativost objekta.

Primjer kako jedna pametna zgrada može funkcionirati za svoje korisnike je sljedeći: čovjek ulazi u zgradu i dodirom vrška prsta, unosom lozinke ili jednostavnim primicanjem kodiranog ključa (kartice) automatski otvara vrata te se alarm deaktivira. Svi zaposlenici imaju svoje šifre prema kojima se na njihovim profilima upisuje vrijeme ulaska i izlaska, razlog napuštanja zgrade, a svi se ti podaci prosljeđuju platnim listama. Dolaskom u ured aktiviraju se svjetla i temperatura u uredu dostiže unaprijed definiranu vrijednost. Zavjese i rolete se automatski podižu ili spuštaju ovisno o intenzitetu vanjskog svijetla. Automatsko zasjenjivanje utječe na hlađenje ljeti, odnosno grijanje zimi. Ukoliko su vrata otvorena, grijanje ili hlađenje automatski se smanjuje, a konstantnom analizom kvalitete zraka omogućuje se regulacija ventilacije, kako bi se osigurala

optimalna kvaliteta zraka. Ako nitko ne boravi u prostoriji, automatski se uključuje režim niske potrošnje. Režim je moguće aktivirati svakim napuštanjem prostorije. Aktivacijom režima smanjuje se temperatura, gase se svijetla, zatvaraju se rolete i prozori i isključuju se određeni potrošači s napajanja. Isto tako se i podaci o radu i potrošnji vode, plina, struje očitavaju pomoću senzora i prikazuju dijagramima prema kojima se podaci prikupljeni tijekom jedne godine analiziraju i dokumentiraju s ciljem optimizacije potrošnje.

2. PAMETNE ZGRADE

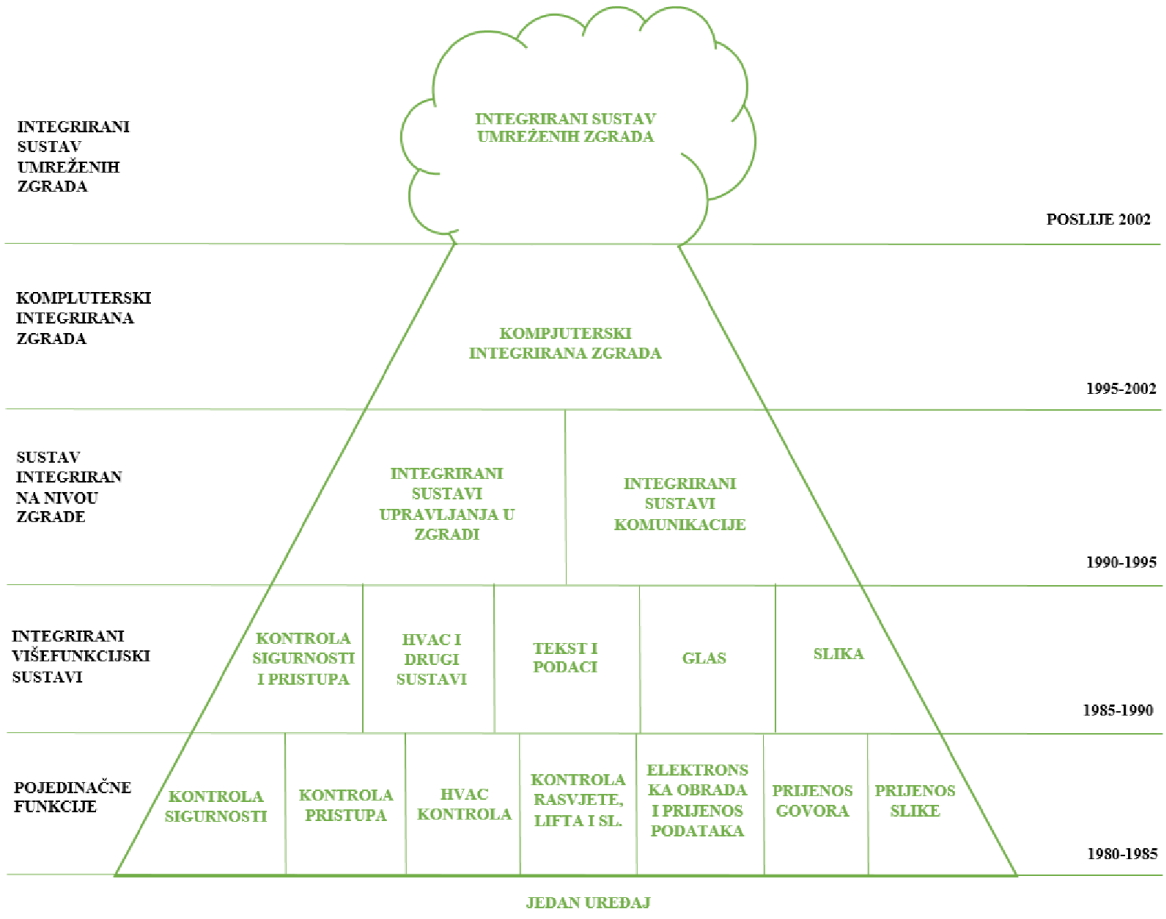
2.1. Tehnologija pametnih zgrada

Pametne zgrade su objekti kod kojih se u izgradnji koriste materijali i sustavi koji doprinose što manjoj potrošnji energije i što jednostavnijem rukovanju svim sadržajima. Sve veća cijena energenata opravdava investiciju čiji je povratak sve kraći, a na podizanje ekološke svijesti najbolje se utječe kroz smanjenje računa za električnu energiju i druge energente. Također, sve veći broj instalacija i sustava slabe struje kompliciraju rukovođenje i održavanje te je automatizirano i integrirano rješenje jednostavnije za korištenje, sadržajima se lakše pristupa, a sistemima jednostavnije rukovodi. U izgradnji se posebno vodi računa o kvalitetno projektiranim i ugrađenim materijalima, termoizolaciji objekta koji su osnova racionalnog korištenja sistema hlađenja i grijanja. Staklene površine na objektu izvode se od materijala koji propuštaju svjetlost, a zadržavaju toplinsku energiju. Solarni paneli koriste se za jednostavno zagrijavanje vode koja se koristi u objektu.

2.2. Povijest i razvoj pametnih zgrada

Piramida razvoja pametnih zgrada prikazana na slici 2-1 prikazuje sadržaj i razvoj tehnologije pametnih zgrada kroz povijest. Piramida je otvorena na vrhu kako bi se naglasilo da sustav pametne zgrade nije zatvoren unutar samo jedne zgrade, nego uključuje i druge pametne zgrade. Prije 1980. automatizacija je postignuta na nivou jednog uređaja. Nakon 1980. svi podsustavi upravljanja u zgradi (uključujući sigurnosni sustav, kontrolu pristupa, kontrolu grijanja, hlađenja i ventilacije – HVAC (*eng. heating, ventilation, and air conditioning* - g*rijanje, ventilacija i klimatizacija*), kontrolu rasvjete, lifta i druge) i svi podsustavi komunikacije (uključujući elektronsku obradu podataka, prijenos podataka, komunikaciju putem telefaksa, prijenos govora i slike i drugi) bili su integrirani na nivou pojedinačnih funkcija i bilo je nemoguće ostvariti komunikaciju između različitih podsustava, kao i njihovu integraciju u veće sustave. Nakon 1985. omogućena je integracija podsustava slične prirode ili funkcije kao na primjer, integracija kontrole sigurnosti i kontrole pristupa, postojale su jedinstvene mreže za prijenos govora i slike i sl. Zatim, slijedi faza integracije na nivou zgrade, kada su integrirani i

podsustavi upravljanja u zgradi i podsustavi za komunikaciju u jedinstvene sustave koji je nazvani „sustav automatizacije građevinskog objekta“ *(eng. Building Automation System - BAS*) i „integrirani sustav komunikacija“ (*Integated Comunication System - ICS*). Sustavima se moglo upravljati daljinski putem javnih telefonskih mreža koristeći modeme, a na tržište je plasiran mobilni telefon za prijenos podataka i govora. Od 1995. do 2002. integracija je i dalje bila na nivou zgrade, ali sada uz korištenje interneta, tako da je omogućen daljinski nadzor i kontrola putem interneta. Nakon 2002. pametni sustavi imaju mogućnost integracije i upravljanja na nivou više zgrada ili čak i cijelih gradova. [1]



Slika 2-1 Piramida razvoja pametnih zgrada

2.3. Sustavi upravljanja pametnim zgradama BAS/BMS

Sustav za upravljanje zgradom (*eng. Building Automation System – BAS ili Buliding Management System – BMS),* odnosi se na veći broj sustava upravljanja u zgradi, od kontrolora za specijalnu namjenu do većih sustava koji uključuju centralno računalo i printere. BAS/BMS sastoji se od nekoliko podsustava, koji mogu biti integrirani na različite načine u cilju formiranja kompletnog sustava, kao što su sustav za grijanje, klimatizaciju i ventilaciju, električni sustavi, sustav rasvjete, protupožarni sustav, sigurnosni sustav itd. BAS/BMS može se koristiti za nadzor, kontrolu i upravljanje cjelokupnim sustavom ili dijelom sustava. Osnovni razlozi za uvođenje BAS/BMS sustava su:

- **povećanje pouzdanosti postrojenja i usluga.** Operacije koje se izvode u sklopu upravljanja zgradom imaju za cilj osigurati da postrojenje radi pravilno i bez kvarova. Kvarovi na komponentama gotovo uvijek zahtijevaju veće troškove uslijed popravaka ili zamjene, nego što bi bili potrebni uz periodično održavanje. Još važnija posljedica kvarova je prekid aktivnosti ili usluge, što ima za posljedicu dodatne troškove. U tom smislu, BAS daje značajan doprinos kontinuiranim praćenjem i preventivnim održavanjem komponenti.

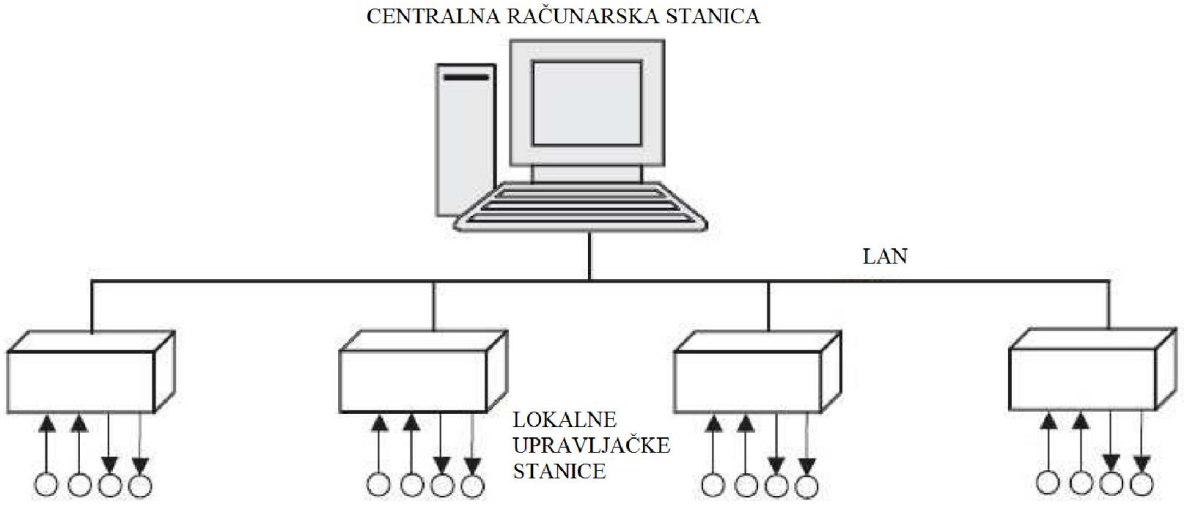
- **smanjenje operativnih troškova.** Najveće operativne troškove proizvode sustavi za grijanje, klimatizaciju i ventilaciju te sustavi za rasvjetu. Ključna uloga BAS/BMS-a je da smanji utrošak električne energije u ovim sustavima koliko je to maksimalno moguće. Osoblje koje se koristi za održavanje zgrade i usluga predstavlja značajan dio operativnih troškova. Doprinos koji daje BAS/BMS u smanjenju zahtjeva za radnom snagom može imati veliki utjecaj na smanjenje ukupnih godišnjih troškova.

- **povećanje produktivnosti zaposlenih.** BAS/BMS donosi manje opipljive i zbog toga teže mjerljive prednosti, kao što je povećanje produktivnosti zaposlenih zbog poboljšanja uvjeta za rad.

- **sigurnost ljudi i opreme.** BAS/BMS komunikacijska mreža, koja se proteže cijelom zgradom ili kompleksom zgrada, može se koristiti i za slanje upozorenja operateru ili službi sigurnosti u slučaju dima, vatre, provale ili eventualnog oštećenja neke opreme.

Također, BAS/BMS nudi opcije kontrole pristupa i nadgledanja objekta i određene okoline objekta.

Tipična konfiguracija BAS/BMS sustava prikazana je na slici 2-2. Taj je upravljački sustav zasnovan na korištenju većeg broja mikroračunala, tako da svaki od njih obavlja jedan ili više upravljačkih zadataka. Osnovna karakteristika BAS/BMS-a je da se samostalnim mikroprocesorskim upravljačkim stanicama vrši upravljanje pojedinačnim sistemima, ali da su one integrirane. To znači da se većina upravljačkih odluka može donijeti lokalno, dok se menadžment i optimizacija mogu obavljati kolektivno. Upotreba otvorenih i standardnih komunikacijskih protokola omogućava integraciju komponenata različitih proizvođača. U praktičnom smislu BAS/BMS, posebno velikih razmjera, podrazumijeva više *layera* ili slojeva mreže. Najniži nivo obuhvaća široki spektar zadataka, kao što su prikupljanje mjernih podataka, puštanje u rad i zaustavljanje uređaja, izvršavaju se lokalne upravljačke petlje i sekvencijalno upravljanje. Podaci s ovih lokalnih upravljačkih stanica šalju se sljedećem *layeru* na kojem se obavlja nadzor i takozvano upravljanje poslovnim procesima.



Slika 2-2 Tipična konfiguracija BAS/BMS sustava

3. KOMUNIKACIJSKI STANDARDI

Da bi se ostvarila uspješna komunikacija između postojećih uređaja koji se koriste u pametnim zgradama, s vremenom su razvijene različite procedure koje se koriste pri automatizaciji. Nažalost, razvijeno je mnogo različitih protokola koji nisu potpuno usklađeni ni kompatibilni jedni s drugima. Posljedica toga je da komponente koje se koriste u pametnim zgradama, iako su proizvedene od strane istog proizvođača, ne mogu ispravno komunicirati jedna s drugom. U slučaju kada želimo da nam se npr. svjetlo na lampama, koje su priključene na više "pametnih" utičnica različitih proizvođača uključuje i isključuje sinkrono, moramo osigurati komunikaciju između prekidača i svih utičnica. Najpraktičnije bi bilo napraviti „*gateway*", odnosno most između različitih protokola, tako da komunikacija bude uspješna, ali to obično nije jednostavno. [2]

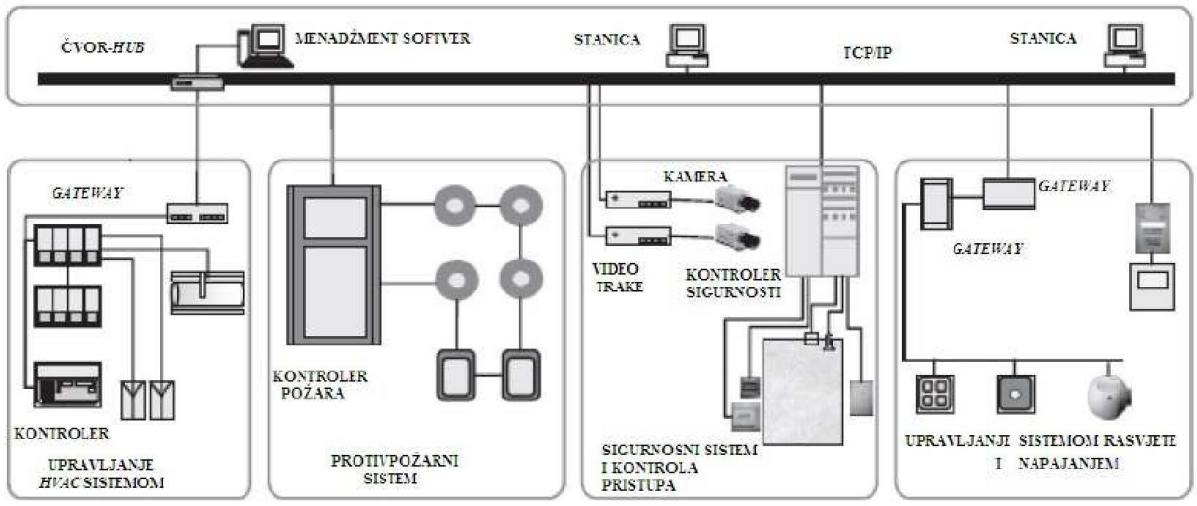
Obrazloženje za postojanje više standarda za razmjenu podataka je da su nastali kao posljedica kontradiktornih zahtijeva koje moraju zadovoljiti. Kao i kod svake druge tehnologije, različiti pristupi imaju prednosti i nedostatke. Na prvi pogled čini se da korištenje jednostavnih zajedničkih standarda za digitalan prijenos podataka predstavlja prednost za sve elemente koji razmjenjuju podatke. Osnovnu poteškoću predstavljaju velike razlike u obujmu podataka koji se razmjenjuju i potrebnoj brzini ažuriranja.

Veoma jednostavnim binarnim senzorima i aktuatorima dovoljno je samo nekoliko bita digitalne informacije za komunikaciju (0 ili 1). S druge strane ove informacije su u pravilu vezane za dio aplikacije upravljanja u realnom vremenu, gdje je potrebno ažurirati informaciju svakih nekoliko milisekundi ili kraće. Elektronski dio ovakvih elemenata može biti jednostavan, kompaktan i jeftin tako da se jednostavno integrira u element i uspješno izvršava komunikaciju. Potpuno drugačije zahtjeve za komunikaciju imaju različiti regulatori, radne stanice za interakciju s čovjekom i drugi. U pravilu je za njih pogodno informacije prenositi kao poruke dužine više bajta (nekada preko 200). Za ovakve podatke dovoljno je da se ažuriranje izvršava nakon nekoliko desetaka milisekundi. Elektronika ovakvih senzora/uređaja ne može biti jeftina, niti kompaktna i minijaturna. Druga specifičnost vezana za razvoj i korištenje komunikacijskih mreža je implementacija u već postojećim zgradama. Mnoge komponente u takvim sistemima na primjer, ne mogu generirati ili koristiti digitalne podatke. U ovakvim slučajevima neopravdano je

uvoditi takve mreže, zbog čijih bi naprednih rješenja morala biti izbačena iz upotreba već postojeća oprema, koja može biti skupocjena i kvalitetna.

Rješenje za navedene i druge zahtjeve još uvijek se u digitalnim komunikacijskim mrežama postiže prilagođavanjem konkretnoj primjeni. U skladu s tim razvijeno je više pristupa u kreiranju mreža, pri čemu je osnovni kriterij dužina podatka/poruke koja se prenosi. U skladu s tom kategorizacijom, mreže se mogu svrstati u tri klase, ovisno od toga što je nosilac osnovne informacije: bit , bajt ili poruka. [2,3]

Primjer jednog praktičnog integriranog automatiziranog sustava koji obuhvaća HVAC, sustav protupožarne zaštite, sigurnosni sustav, sustav rasvjete i napajanja, dat je na slici 2.3. [1] U ovom sustavu svi su podsustavi integrirani preko zajedničkog *Ethernet* linka. Korisnici mogu nadgledati i upravljati sustavom putem specijalno napravljenog programa (*Management softver*). Između pojedinih podsustava komunikacija je uspostavljena upravo zahvaljujući *gatewayu*. Recimo da se oglasi protupožarni alarm, HVAC sistem se isključuje, a na monitorima se prikazuje slika prostorije u kojoj se oglasio alarm. Svjetla se automatski uključuju kada nadležna osoba ulazi u prostoriju. Digitalna kamera može se postaviti tako da automatski počne snimati sve poslije oglašenog alarma.



Slika 3-1 Primjer integriranog automatiziranog sustava pametne zgrade koji obuhvaća HVAC, sustav protupožarne zaštite, sigurnosni sustav, sustav rasvjete i napajanja

Svaki sustav na slici koristi drugačiji protokol. *Gatewayi* su potrebni da bi se ostvarila konverzacija između različitih protokola s ciljem integracije podsustava. Softver za nadgledanje i upravljanje ima ulogu posrednika, ako je potrebna koordinacija između podsustava. Ova koordinacija nije standardna metoda, nego samo metoda proizvođača. To nije fleksibilno i javlja se mnogo poteškoća ukoliko je potrebno dodati još jedan podsustav.

Brzim razvojem informacijskih tehnologija ponuđeni su novi načini i solucije za prevladavanje ovih poteškoća. Da bi se jasnije razumio problem, kao referenca može se koristiti hijerarhija BAS-a. BAS mreže mogu se podijeliti na tri nivoa - nivo menadžmenta (nadzor i upravljanje), nivo automatizacije i nivo polja (nivo inteligentnih uređaja-senzora i aktuatora). Integracija i koordinacija može se razmatrati na različitim nivoima. Može se postići integracija i koordinacija na sva tri nivoa, polazeći od najnižeg, ili samo na višim nivoima. To pruža dva moguća načina rješavanja problema integracije i koordinacije. Jedan je da se koristi jedan otvoreni protokol za sva tri nivoa, kao npr. *LonWorks* ili BACnet (*A Dana Communication Protocol for Building Automation and Control Networks*). Međutim, s obzirom na postojanje većeg broja protokola i potrebe za integracijom BAS s drugim poslovnim sustavima, drugi način je da se postigne integracija i koordinacija sa standardnim protokolima na višim nivoima, da bi se direktno izbjeglo rukovanje s razlikama na nižim nivoima. [1]

3.1. LonWorks

LonWorks poznat i kao *LonTalk* protokol ili ANSI/EIA 709.1 *Control Network standard*, platforma kompanije *Echelon* jedna je od najnovijih platformi koja se prvenstveno koristi u pametnoj gradnji (industriji), ali počinje igrati sve značajniju ulogu i u kućnoj automatizaciji. *LonWorks* platformu čine:

- Neuron mikroprocesor,
- *LonTalk* komunikacijski protokol,
- *LonWorks Network Services* (LNS).

Komunikacija između uređaja povezanih *LonWorks* mrežom je moguća preko medija koji može biti uvijena parica, gradska mreža, RF (*Radio Frequency*), IR (*Infra Red*), koaksijalni kabel ili optička vlakna. Osnova *LonWorks* platforme je neuron mikroprocesor kojim upravlja program.

Arhitektura protokola zasniva se na "*peer to peer*" (p2p) komunikaciji između uređaja, što znači da dva uređaja komuniciraju između sebe direktno i s jednakim prioritetima. Za razliku od komunikacije preko servera, koji u slučaju preopterećenosti postaje usko grlo cijelog sistema, ovdje ne može doći do sličnog problema. Brzina komunikacije između pojedinih uređaja varira ovisno od medija i dostiže 1.25Mbps na paricama. Neuron čipovi hardverski implementiraju jedan sloj koji je jednak slojevima od drugog do šestog OSI referentnog modela, što olakšava razvoj novih aplikacija za upravljačke mreže koje koriste *LonWorks* tehnologiju. [2]

Algoritam adresiranja određuje kako se paketi usmjeravaju od izvornog uređaja do jednog ili više odredišnih uređaja. Paketi se mogu uputiti na jedan uređaj, grupu uređaja ili sve uređaje. *LonTalk* tip adrese uključuje fizičku adresu, adresu uređaja, grupnu adresu i adresu prenošenja (*broadcast address*). Fizička adresa 48-bitni je identifikator koji se naziva *Neuron ID*; uglavnom se dodjeljuje uređaju prilikom proizvodnje i ne mijenja se tijekom vijeka trajanja uređaja. Adresa uređaja dodjeljuje se uređaju kada se instalira u neku konkretnu mrežu. Ova adresa koristi se umjesto fizičke adrese, jer podržava efikasnije usmjeravanje poruka i pojednostavljuje zamjenu u

slučaju kvara uređaja. Grupna adresa dodjeljuje se logički grupiranim uređajima. Adresa prenošenja identificira sve uređaje podmreže ili iz neke domene. [1]

3.2. Profibus

U skladu s europskim standardom za industrijske komunikacijske mreže EN 50170 i njemačkim standardom DIN 19245, definirana je grupa *Profibus* komunikacijskih protokola za industrijske komunikacijske mreže. Grupa obuhvaća hijerarhijsko povezivanje elemenata na više razina: FMS (*Fieldbus Message Specification*), DP (*Decentralized Periphery*), i PA (*Process Automation*), koji su prilagođeni različitim razinama primjene.

Razvoj *Profibus* obitelji počeo je 1990. godine definiranjem *Profibus-FMS* komunikacijskog protokola, namijenjenog za rješavanje raznovrsnih i kompleksnih

komunikacijskih funkcija, koji omogućava međusobno povezivanje automatiziranih sustava (integriranih pomoću automatiziranih radnih stanica, programibilnih logičkih kontrolora i sl.) i njihovo povezivanje s komponentama poslovnog informacijskog sustava, povezivanje s Intranetom i Internetom. Iz tog razloga njegova je primjena predviđena za razmjenu informacija na najvišem hijerarhijskom nivou.

Imajući u vidu specifične potrebe decentraliziranih sistema, 1992. godine iniciran je razvoj *Profibus-DP*. Time je napravljeno konceptualno razgraničenje, tako da kod *Profibus-FMS* ostane osnovna namjena: automatizacija za opće namjene sa visokom univerzalnošću, koja omogućava širok opseg primjena vezanih za visok hijerarhijski nivo odlučivanja i upravljanja. *Profibus-DP* pokriva drugo područje, koje se prije svega odnosi na proizvodnu automatizaciju i podrazumijeva veće brzine prijenosa uz veću ekonomičnost. Namijenjen je za povezivanje različitih vrsta regulatora koji čine ključne elemente distribuiranog automatiziranog sustava.

Profibus-PA definira nivo fizičkih veza senzora i aktuatora, u skladu s međunarodnim standardom IEC 61158-2, koji se napajaju preko zajedničkog voda. Namijenjen je za razmjenu informacija nivoa bita. Osnovna prednost ovog nivoa je što je reducirana snaga signala, tako da se može koristiti i u eksplozivnoj sredini. [4]

U *Profibus* sustavima podaci se razmjenjuju u obliku poruke ili telegrama. *Profibus* mreža sadrži nekoliko stanica, uključujući šefove (*masters*) i robove (*slaves*). *Master* stanice (nazivaju se i aktivne stanice) kontroliraju komunikaciju na glavnom vodu, a *slave* stanice (nazivaju se pasivne stanice) samo odgovoraju na zahtjev *master* stanica. Postoje dva tipa *master* stanica: Class 1 i Class 2. *Class 1 masteri* uključuju PLC kontrolere, kontrolere, SCADA stanice i sl. *Class 2 masteri* uključuju alat za konfiguraciju, nadzor glavnog voda i dijagnostiku. *Slave* stanice uključuju ulazno/izlazne blokove, aktuatore, ventile i sl. *Profibus* sistem može imati jedan ili više *mastera* i više *slavea*. Svaki *master* može komunicirati s jednim ili više slavea. Sve stanice imaju isti prioritet, što podrazumijeva da nijedan *master* nije važniji od drugog i nijedan *slave* nije važniji od drugog *slavea*. [1]

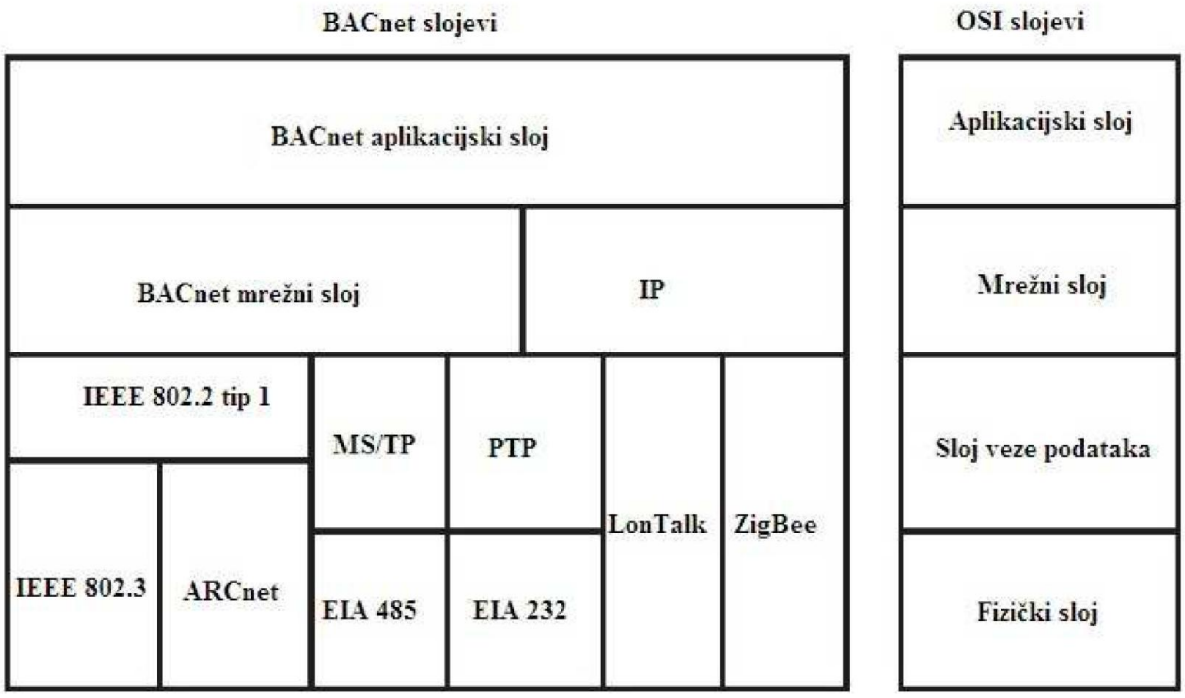
3.3. BACnet

BACnet je komunikacijski protokol za prijenos podataka. koji se koristi za sustave upravljanja zgradama. Ono što *BACnet* čini posebnim je što su definirana pravila koja se odnose na potrebe sustava za upravljanje zgradom, tj. ona pokrivaju stvari kao što su: kako dobiti vrijednost za temperaturu, definiraju plan rada ventilatora ili šalju upozorenje statusa pumpe. Razvijen je pod pokroviteljstvom Američkog društva inženjera za grijanje, hlađenje i klimatizaciju (ASHRAE *American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers*). To je američki nacionalni standard, europski standard i nacionalni standard u više od 30 zemalja. To je jedini otvoreni protokol koji je dizajniran izvorno za sistem upravljanja zgradom. Da bi se postigla interoperabilnost za širok spektar opreme, *BACnet* specifikacija se sastoji od tri glavna djela.

Prvi dio opisuje metode za predstavljanje bilo koje vrste opreme u sistemu upravljanja zgradom na standardni način. Odnosno, *BACnet* ima standardan način prezentiranja funkcija bilo kojeg uređaja, kao što su analogni i digitalni ulazi i izlazi, rasporedi, upravljačke petlje i alarmi, tako što definira kolekciju standardnih informacija, pod nazivom "objekt" od kojih svaka ima set "osobine" koji ih dalje karakterizira. Na primjer, svaki analogni ulaz predstavlja *BACnet* "analogni ulazni objekt", koji ima skup standardnih svojstava kao što su sadašnja vrijednost, tip senzora, lokacija itd. Jedna od najvažnijih osobina objekta njegov je identifikator, tj. numeričko ime koje omogućava *BACnet-u* da mu nedvosmisleno pristupi. Jedna vrsta uređaja ima zajedničku pojavu (izgled) na mreži u smislu njihovog objekta i karakteristika i tako je moguće definirati poruke koje mogu manipulirati tim informacijama na standardan način. *BAcnet* definira 25 standardnih tipova objekata.

Drugi dio definira poruke koje se mogu poslati preko računalne mreže u svrhu nadgleda i kontrole te opreme. Trenutno *BACnet* definira 40 vrsta poruka ili servisa koje su svrstane u 6 grupa. Jedna grupa, na primjer, sadrži poruke za pristup i manipulaciju osobinama objekta. Jedna od njih je "*CreateObject*" (kreiraj objekt) zahtjev. Ostale klase bave se alarmima, upravljanjem daljinskim uređajima, virtualnim terminal funkcijama (pristup opreme preko mreže kao da se koristi direktno povezan terminal ili laptop) i sigurnošću.

Treći dio definira skup prihvatljivih mrežnih tehnologija, koji će povezati prethodno opisana dva dijela. Kao i mnogi drugi komunikacijski protokoli *BACnet* se bazira na OSI (*Open Systems Interconnection*) modelu. Međunarodna organizacija za standarde (IOS) je 1977. godine razvila referentni model povezivanja otvorenih sistema (*OSI model*) da bi pomogla unapređivanje komunikacija između sistema dva različita proizvođača. *OSI model* sastoji se od sedam slojeva. Svaki sloj opisuje kako njegov dio komunikacijskog procesa funkcionira, zatim kako je povezan sa slojevima koji su hijerarhijski iznad ili ispod njega i kako da se prilagodi na drugim sistemima. Međutim, *OSI model* je samo referentni model i ne zahtjeva se realizacija svih slojeva. *BACnet* ima četiri sloja. *BACnet* arhitektura prikazana je na slici 3-2.



Slika 3-2 BACnet arhitektura

3.4. EIB

Udruga EIBA (*European Installation Bus Association* - Udruga europskih bus instalacija) nastala je 1990. godine na inicijativu 15 velikih europskih proizvođača elektromaterijala i opreme za automatizaciju u objektima, s ciljem širenja, unaprijeđenja i standardizacije sistema za upravljanje instalacija EIB (*European Installation Bus*). Na osnovu dogovora osnivačkih firmi razvijene su sistemske hardverske komponente, kao i sistemski softver. Od svog osnivanja pa do 1999. godine, EIBA je objedinila preko 100 firmi proizvođača opreme, a realizirani su projekti u preko 50 zemalja. U ovom periodu pokazala se neophodnom šira integracija na internacionalnom planu, tako da je došlo do integracije EIB sistema sa EHS (*Electronic Home System*) i BCI (*Bati Bus*), do tada djelomično rasprostranjenim bus sistemima. Kao posljedica spajanja ove tri organizacije, sredinom 1999. godine osnovana je udruga *Konnex*, s ciljem promoviranja jedinstvenog standarda KNX. [4] Europska komisija za elektrotehničke standarde (CENELEC) 2003. godine usvojila je KNX protokol, ostvaren prijenosima putem gradske mreže europskim standardom za automatizaciju pod nazivom EN 50090. Godine 2006. također je usvojen KNX protokol ostvaren prijenosom putem RF. Zbog velike potražnje KNX kompatibilnih uređaja i izvan Europe, 2006. godine je na inicijativu CENELEC-a, norma EN 50090 priznata kao ISO/IEC 14543-3-x6. Tako je KNX postao prvi međunarodno priznati standard u automatizaciji. Od 2010. godine, KNX kao udruženje broji približno 220 članova (proizvođača) što pokazuje njegovu veliku zastupljenost. Također, KNX ima partnerske odnose s više od 30.000 kompanija za ugradnju tih uređaja u više od 100 država.

4. INSTALACIJE PAMETNIH ZGRADA

Povećanjem funkcionalnosti objekta, klasična instalacija postaje izuzetno složena. Projektiranje, izvođenje i održavanje ovakve instalacije komplicirano je i skupo. Bilo kakva modifikacija instalacije podrazumijeva instalacijske radove. Iz tog razloga razvijen je novi tip inteligentnih instalacija. EIB instalacije dizajnirane su da poboljšaju električne instalacije u zgradama svih veličina, tako što se odvajaju prijenos upravljačkih informacija i napajanje. Sustav je decentraliziran, međutim ukoliko korisnik želi, sustav se može centralizirati povezivanjem s računalom, uz korištenje odgovarajućeg softvera.

4.1. Karakteristike EIB instalacija

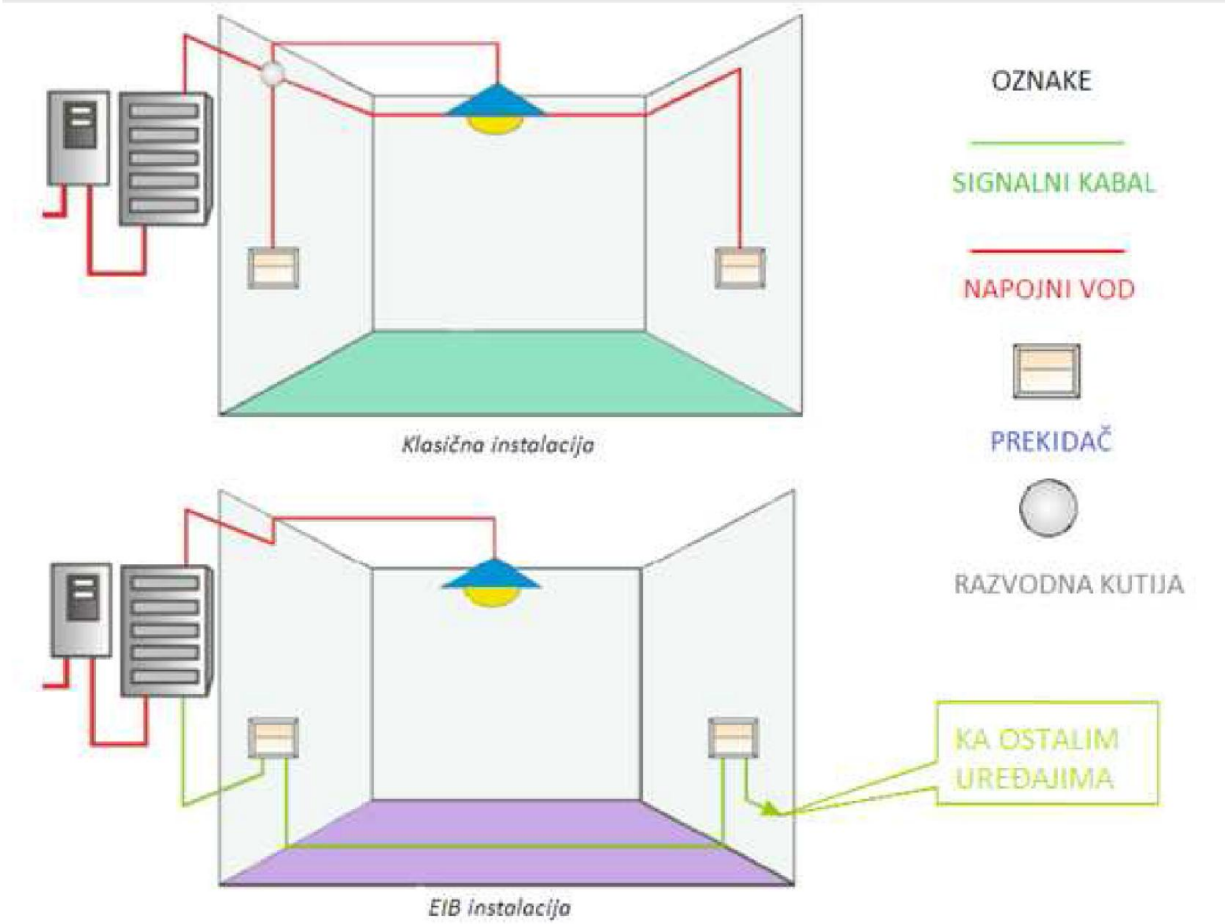
Da bi se objasnila razlika između klasičnih i EIB instalacija, može poslužiti jednostavan primjer instalacije rasvjete prostorije prikazan na slici 4-1. Prostoriju osvjetljava jedna svjetiljka, a kontrola se vrši s dva prekidača.

Kod klasičnih instalacija uočava se da napojni vod prolazi kroz prekidač, odnosno upravljanje se vrši prekidanjem napojnog kruga. Kod EIB instalacija može se vidjeti da je odvojeno napojno kolo od upravljačkog kruga. Upravljanje se vrši tako što prekidač s mikroprocesorski kontroliranim modulom, preko signalnog kabla, šalje signal ka pobuđivaču koji uključuje ili isključuje svjetiljku.

Kod klasičnih instalacija napojni kabel vodi se od razvodne kutije do oba prekidača, a zatim do potrošača. Kod EIB instalacija napojni kabel vodi se samo do potrošača, pri čemu se prolazi kroz pobuđivač koji uključuje ili isključuje potrošač. Pobuđivač se može montirati u razvodnoj tabli ili u blizini potrošača.

Kod većih objekata, u kojima se zahtijeva i veća funkcionalnost (na primjer upravljanje rasvjetom s tri ili više mjesta) ,klasični kablovski razvod postaje izuzetno složen i skup, kako za projektiranje, tako i za izvođenje i održavanje. Prilikom projektiranja treba biti pažljiv, jer kod tako složenog razvoda postoji velika mogućnost greške, za čije bi otklanjanje bile potrebne

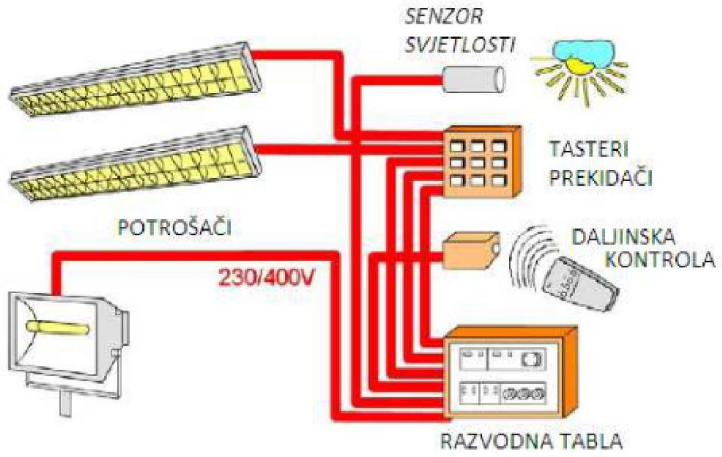
intervencije na kablovskom razvodu. Bilo kakva promjena funkcionalnosti zahtjeva djelomično ili potpuno deinstaliranje postojeće instalacije i izradu nove. Samim tim povećava se investicija i vrijeme za koje je instalacija, a vjerojatno i prostor u kojem se instalacija nalazi, van funkcije. Ovi nedostaci su prevladani kod EIB instalacija. Prilikom projektiranja potrebno je samo predvidjeti mjesto ugradnje EIB uređaja, a veze između njih i način funkcioniranja se naknadno definiraju programski. To znači da je olakšano i renoviranje instalacije jer nije potrebno vršiti izmjene u razvodu već samo programirati EIB uređaje u skladu s novim zahtjevima.



Slika 4-1 Primjer klasične i EIB instalacije

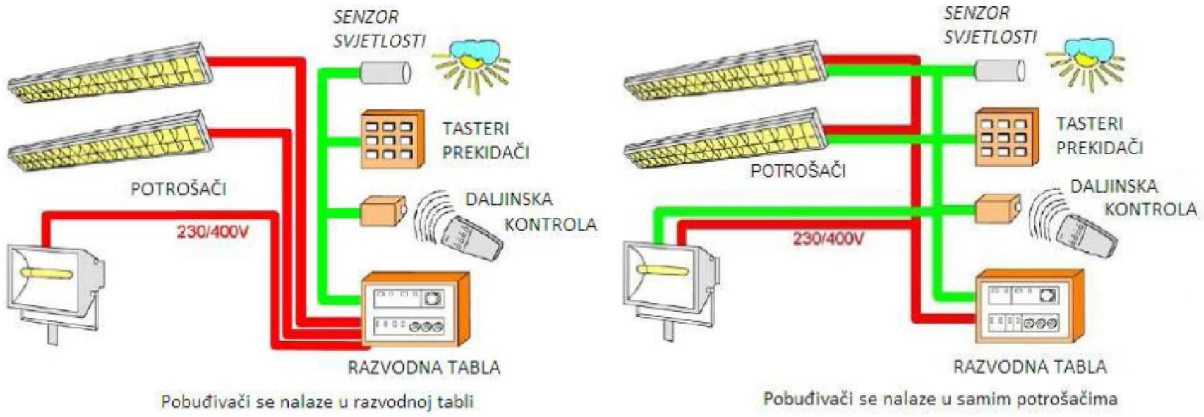
Prednost EIB instalacija još je više izražena kod složene instalacije, koja pored strujnih krugova općih potrošača i rasvjete sadrži i dojavu požara, senzore svjetlosti, senzore jačine vjetra, regulatore temperature, senzore pokreta, automatsku kontrolu zastora (kao što je slučaj kod

pametnih zgrada). Da bi se instalacija ovakve složenosti izvela na klasičan način, potrebno je za svaku vrstu instalacije voditi posebne signalne kablove, a svakom senzoru osigurati napajanje. Primjer ovakve instalacije prikazan je na slici 4-2.



Slika 4-2 Složena instalacija u klasičnoj izvedbi

Nasuprot tome, kod EIB instalacije napojni kablovi vode se samo do potrošača, dok se funkcija prijenosa, uključivanja, nadgledanja i javljanja obavljaju preko zajedničkog signalnog kabla. Pri tome se u odnosu na mjesto montaže pobuđivača EIB instalacija može izvesti na dva načina: pobuđivači se mogu nalaziti u razvodnoj kutiji ili u samim potrošačima, kako je prikazano na slici 4-3.

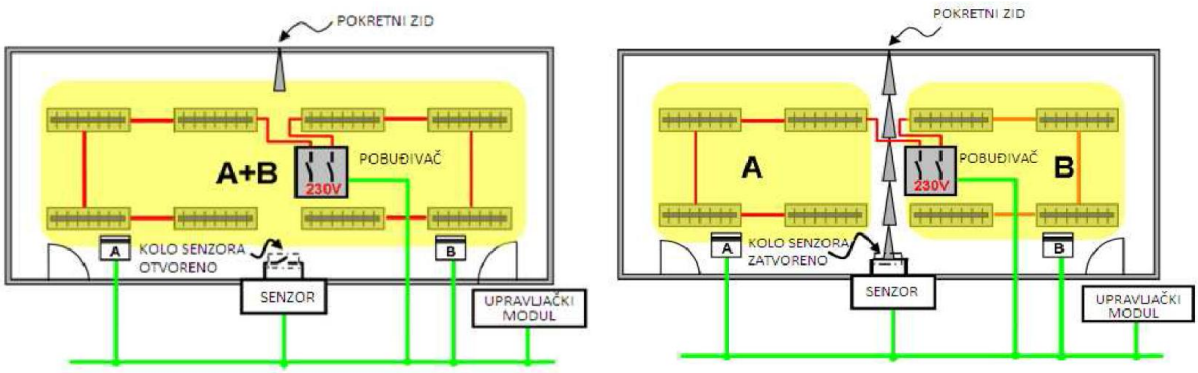


Slika 4-3 EIB instalacija

4.1.1. Djelotvornost EIB instalacija

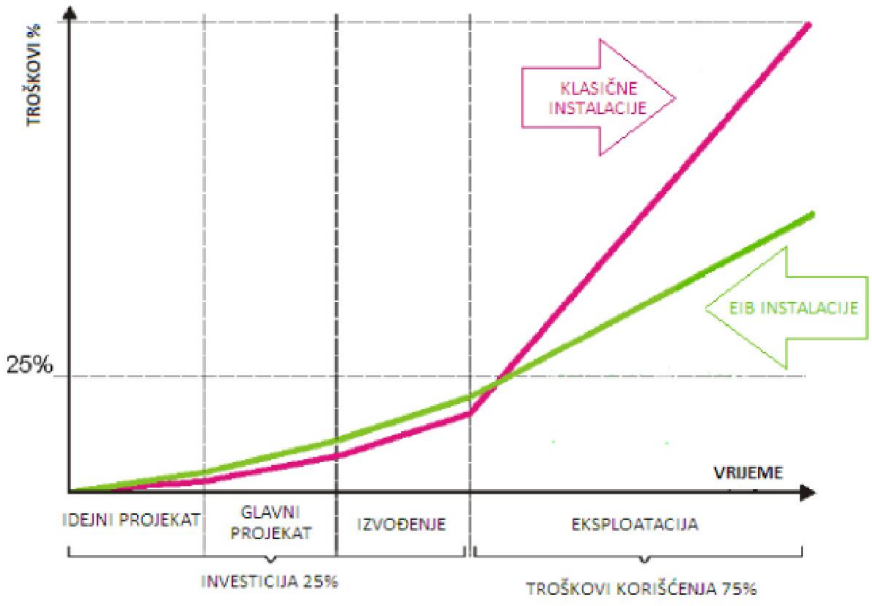
Prilikom modifikacije klasičnih instalacija potrebno je demontirati postojeću instalaciju ili njezine dijelove i praktično izvesti novu instalaciju. Kod EIB instalacije nije potrebno vršiti nikakave instalacijske radove, već samo reprogramirati, zamijeniti ili dodati mikroprocesorski kontrolirane upravljačke module koji određuju funkcioniranje instalacije. Primjerice, povećanje funkcionalnosti postojeće instalacije, tako što će se omogućiti automatska regulacija svjetlosnog fluksa svjetiljki u ovisnosti o vanjskom osvjetljenju, što bi u slučaju klasičnih instalacija podrazumijevalo izradu posebnog razvoda, pri čemu bi se 230V-nim kablom moralo osigurati napajanje senzora, a kod EIB instalacija dovoljno je na postojeći signalni kabel povezati senzor i dodijeliti mu adresu. Senzor će registrirati razinu osvjetljenosti i proslijediti informaciju upravljačkom modulu, koji će preko pobuđivača mijenjati nivo svjetlosnog fluksa svjetiljki, ovisno o programiranju mikroprocesorske upravljačke jedinice.

Funkcija kontrolora, kao što je na primjer prekidač, može biti promjenljiva u toku korištenja instalacije. Primjerice, dva prekidača koja se nalaze u različitim polovicama prostorije mijenjaju svoju funkciju u ovisnosti od toga je li prostorija podijeljena pregradom ili ne. Upravljanje svjetiljkama (po četiri svjetiljke u svakoj polovici prostorije) ostvaruje se pomoću pobuđivača. Pobuđivač se kontrolira od strane upravljačkog modula na osnovi informacije o položaju pokretnog zida koju daje senzor. Ukoliko senzor registrira da je pregrada otvorena (krug senzora je otvoren), upravljanje objema grupama svjetiljki vrši se istovremeno, tj. prekidači funkcioniraju kao naizmjenični. Ukoliko senzor registrira da je pregrada zatvorena, upravljanje dvjema grupama svjetiljki vrši se odvojeno, tj. svaki prekidač kontrolira grupu svjetiljki iz svoje polovice prostorije, kako je prikazano na slici 4-4.



Slika 4-4 Upravljanje rasvjetom prostorije sa i bez pregrade

Da bi se ispitala ekonomska opravdanost zamjene klasičnih instalacija EIB instalacijama, potrebno je usporediti troškove projektiranja, izvođenje i održavanja, pri čemu se kod troškova održavanja moraju uzeti u obzir i moguće izmjene ili proširenje instalacije. Na slici 4-5 prikazan je odnos svih troškova za instalaciju prosječne funkcionalnosti gdje se vidi da su troškovi projektiranja i izvođenje kod klasičnih instalacija nešto niži, međutim kada se dodaju troškovi eksploatacije EIB instalacije postaju ekonomski znatno opravdanije.



Slika 4-5 Usporedba troškova klasične i EIB instalacije po fazama

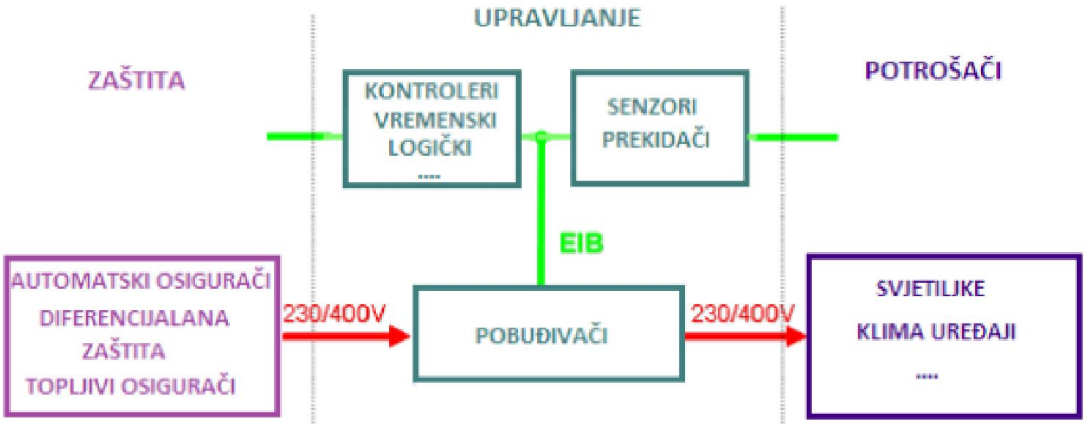
4.1.2. Pouzdanost EIB instalacija

EIB instalacija može imati preko 10.000 uređaja. Uređaji su povezani preko jednog kabla, što znači da je moguć samo serijski prijenos podatka. Rad sustava je ipak pouzdan iz sljedećih razloga:

- prijenos podataka obavlja se samo ukoliko dođe do promjene stanja,
- podaci se filtriraju tako da je njihov protok ograničen na dio sistema u kojem se nalaze uređaji kojima je podatak namijenjen,
- redoslijed prijenosa podataka određen je prioritetima.

4.2. Elementi EIB instalacija

Shematski prikaz uređaja koji sačinjavaju EIB instalaciju prikazan je na slici 4-6. Shema je podijeljena na tri dijela: zaštita, upravljanje i potrošači. Razlika u odnosu na klasične instalacije je u upravljačkom dijelu koji čine kontrolori, senzori i pobuđivači. Pobuđivači predstavljaju vezu upravljačkog kruga, napajanja i potrošača.



Slika 4-6 Shema EIB instalacije

4.2.1. Pobuđivači

Pobuđivači su izlazni uređaji ili releji. Njihova uloga je upravljanje potrošačima. Osim jednostavnog uključivanja i isključivanja mogu obavljati i složenije funkcije, kao što je zaustavljanje i puštanje motora u rad. Montiraju se u razvodnoj tabli ili uz same potrošače.

4.2.2. Senzori

Senzori su ulazni uređaji. Oni registriraju promjene u sustavu i njegovom okruženju i šalju sustavu informaciju o toj promjeni na osnovu koje sustav reagira.

4.2.3. Kontrolori

Kontrolori su uređaji koji ostvaruju složenije upravljanje, tj. upravljanje koje nije moguće ostvariti samo uz pomoć senzora i pobuđivača. Kontrolori se najčešće postavljaju u razvodnim kutijama. Osnovne vrste kontrolora su:

- scenski moduli, omogućavaju korisniku da definira različita stanja sustava (koje se pozivaju pritiskom na gumb),
- logički moduli, omogućavaju upravljanje na osnovu više od jednog ulaznog podatka,
- vremenski moduli, kojima se definira vremenska shema upravljanja ili kašnjenja reagiranja sistema nakon primljenog signala,
- moduli za definiranje dnevnih ili tjednih događaja koji se ponavljaju,
- kontrolor osvijetljenosti koji regulira fluks svjetiljki u ovisnosti od zahtijevane razine osvijetljenosti radne površine ili u ovisnosti od nivoa dnevne svjetlosti.

Kontrolori mogu dobiti upravljački signal na više načina:

- sam korisnik daje upravljački signal, na primjer pritiskom na prekidač,
- senzori daju upravljački signal, na primjer senzor registrira temperature nižu od zadane i šalje signal kontroloru koji uključuje grijanje,
- upravljački se signal šalje na osnovu unaprijed definirane upravljačke sheme, na primjer upravljačkom shemom je definirano da se upale svjetla u hodniku ukoliko je poslije 18 sati nivo osvijetljenosti manji od predviđenog.

4.2.4. Osnovni uređaji

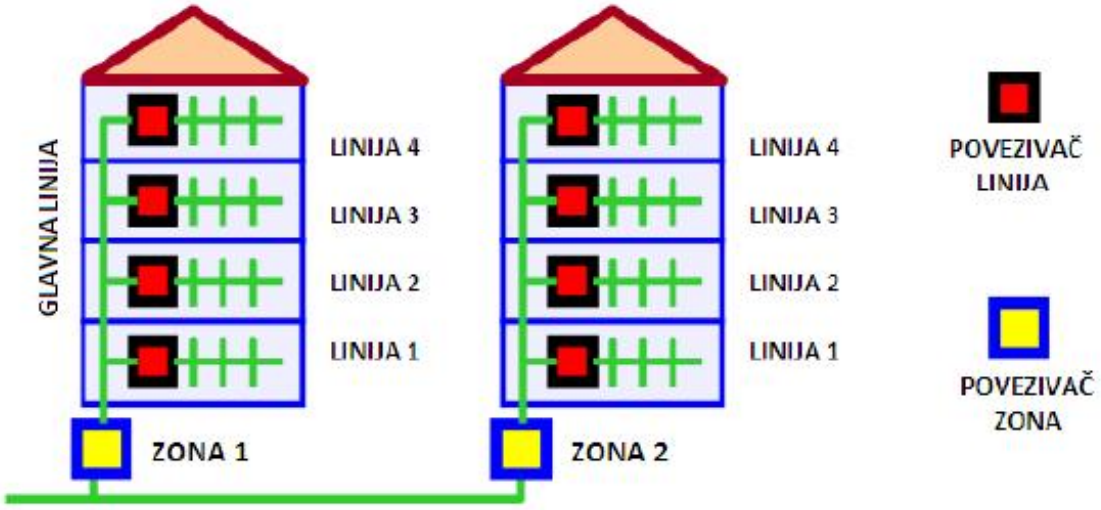
Osnovni uređaji bez kojih ne bi bio moguć rad EIB instalacija su jedinica za napajanje, prigušnica i konektor. Ovi se uređaji montiraju u razvodnim pločama na DIN šinu (standardna veličina 35mm x 7,5mm) koja ima 4 voda. Na ulazu jedinice za napajanje je 230 V-ni naizmjenični napon, a na izlazu 24V-ni jednosmjerni sigurnosni napon. Izlazni napon jedinice za napajanje dovodi se na dva vanjska voda DIN šine, a zatim se vanjski vodovi preko prigušnice

povezuju s unutrašnjim vodovima. Na taj se način sprječava da jedinica za napajanje ometa prijenos podataka.

Konektor je uređaj na koji se veže EIB kabel. Na ovaj način povezani elementi sačinjavaju jednu liniju. Na jednu se liniju mogu vezati do 64 EIB uređaja.

4.2.5. Uređaji sustava

Sistemski uređaji su povezivači linija, povezivači zona i sučelje. Povezivači linija i povezivači zona koriste se kod instalacija s više od 64 uređaja. Prilikom planiranja instalacije, po liniji se postavlja do 50 uređaja, da bi se ostavila mogućnost proširenja. Na slici 4-7 prikazan je primjer povezivanja linija i zona.



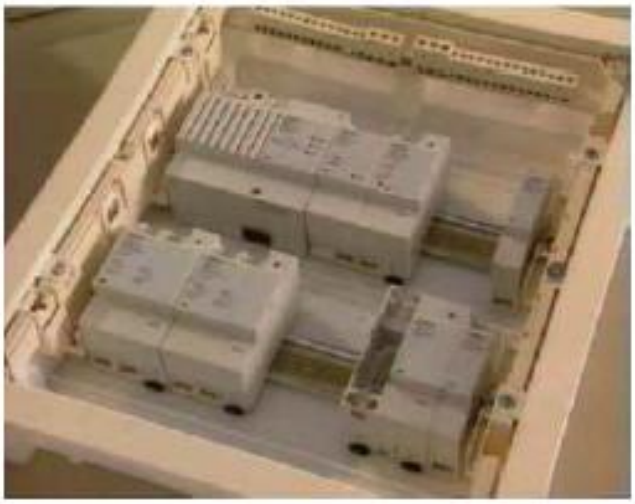
Slika 4-7 Povezivanje linija i zona

Povezivači linija (povezivači zona) filtriraju podatke koji dolaze do njih i propuštaju samo one adresirane drugim linijama (zonama). Na ovaj se način sprečava nepotreban protok podataka. Sučelje omogućava vezu s vanjskim uređajima, kao što je na primjer računalo. [5]

4.2.6. Montaža

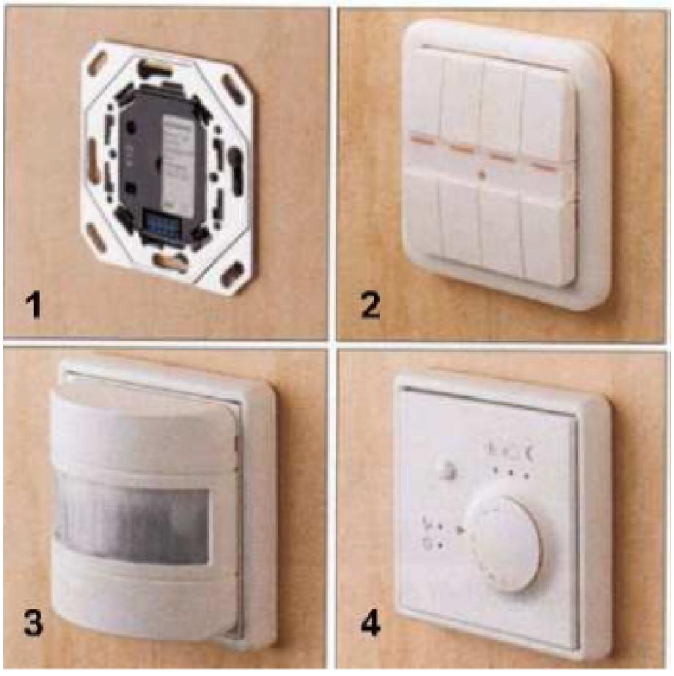
EIB uređaji mogu se montirati u razvodnoj kutiji, u zidu, preko uređaja za brzo povezivanje ili u samim potrošačima.

U razvodnim kutijama uređaji se montiraju na DIN šinu, bez upotrebe alata. Uređaji se užlijebe, a veza se ostvaruje preko kontakata koji se nalaze na uređajima. Razvodna kutija s montiranim EIB uređajima prikazana je na slici 4-8.



Slika 4-8 Razvodna kutija sa montiranim EIB uređajima

EIB uređaji koji se montiraju u zid sastoje se iz tri dijela: jedinice za povezivanje, terminala (hardvera) i aplikativnog programa (softvera). EIB kabel veže se na jedinicu za povezivanje bez upotrebe alata. Na jedinicu za povezivanje se jednostavnim pritiskom montira željeni terminal (prekidač, prigušivač, termostat, displej jedinica, itd.). Softver omogućava specifične aplikacije. Jedinica za povezivanje bez terminala (1) i s različitim terminalima (2,3,4) prikazana je na slici 4-9. Jedinica za povezivanje je univerzalna, a funkcionalnost je određena terminalom i softverom. To znači da se funkcionalnost može mijenjati tijekom korištenja zamjenom terminala ili njegovim reprogramiranjem



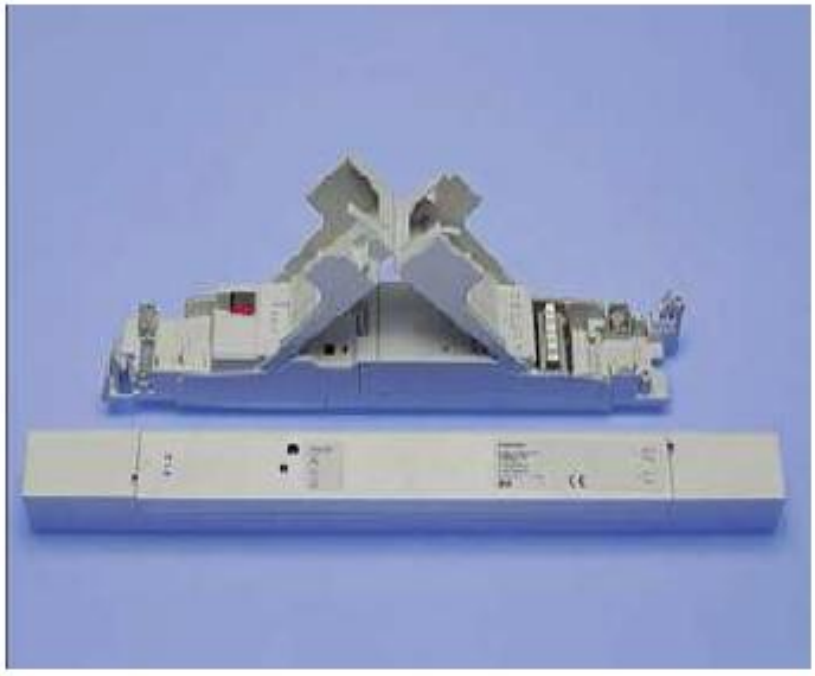
Slika 4-9 Jedinica za povezivanje bez terminala i sa različitim terminalima

Uređaji za brzo povezivanje omogućuju jednostavno, brzo i sigurno povezivanje napajanje EIB kabla i potrošača. Uređaj može biti montiran u podu ili spuštenom plafonu. Priključci su izvedeni tako da onemogućuju pogrešno povezivanje. Uređaj za brzo povezivanje prikazan je na slici 4-10.



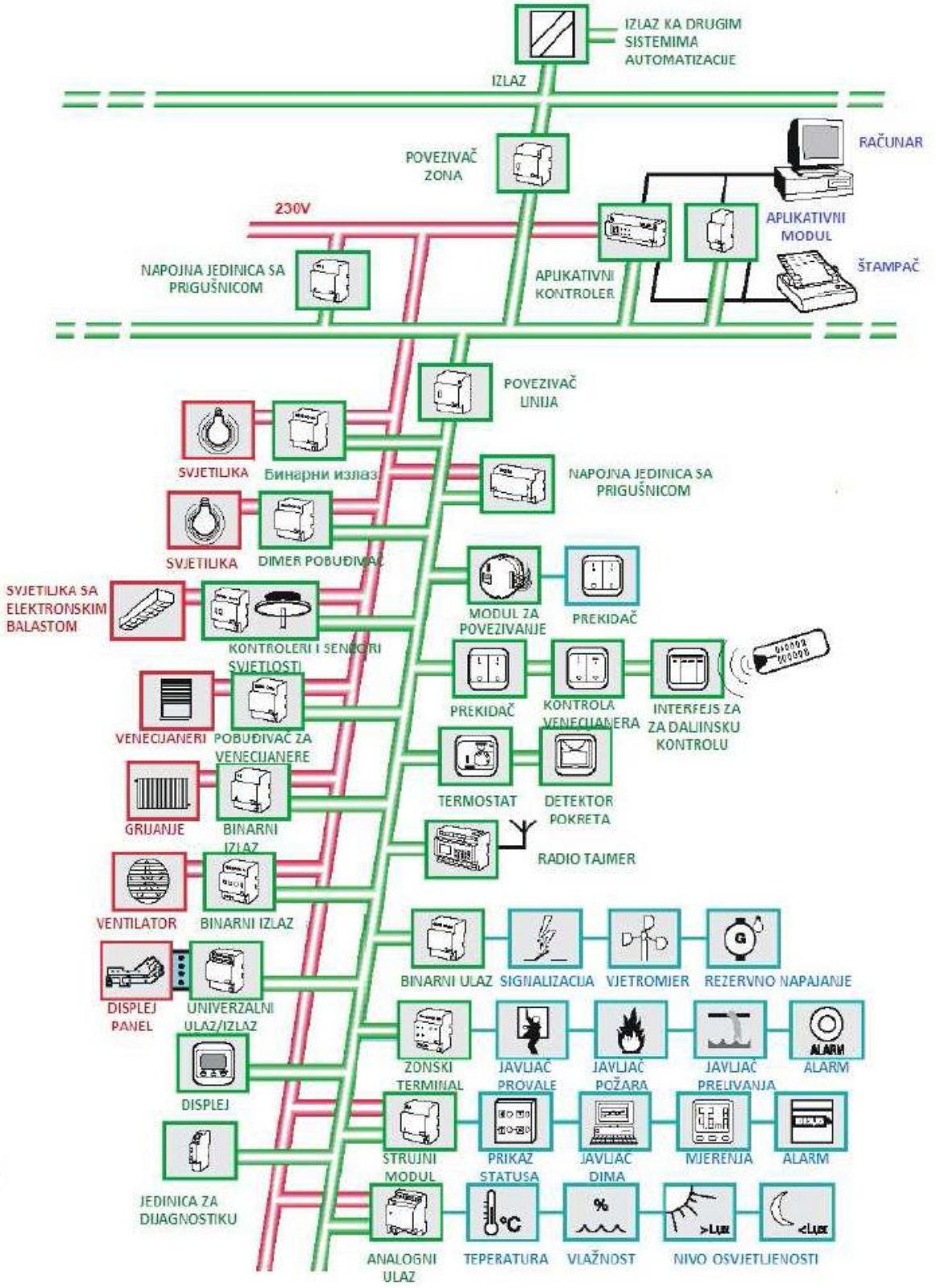
Slika 4-10 Uređaj za brzo povezivanje

Uređaj se može montirati i u samom potrošaču, primjerice montaža pobuđivača u svjetiljci, čime se izbjegava vođenje velikog broja kablova od razvodne kutije do svake svjetiljke. Troškovi se smanjuju, a povećava se fleksibilnost jer se potrošači mogu lako dodavati ili uklanjati. Uređaj koji se montira uz potrošač prikazan je na slici 4-11.



Slika 4-11 Uređaj koji se montira uz potrošač

Na slici 4-12. Shematski je prikazano povezivanje EIB uređaja i potrošača. Zelenom linijom označen je EIB kabel, a crvenom 230 V-ni kabel napajanja.[5]



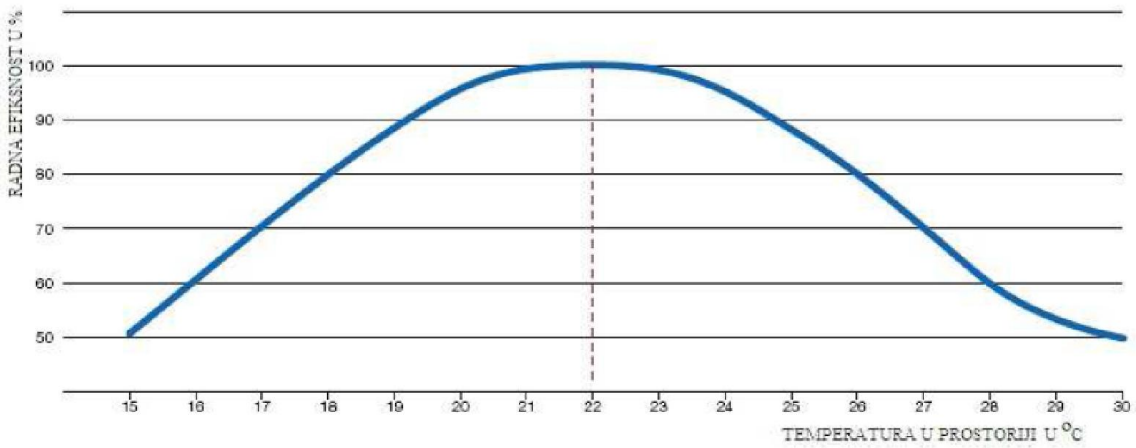
Slika 4-12 Shematski prikaz povezivanja EIB uređaja i potrošača

5. GRIJANJE, HLAĐENJE I VENTILACIJA

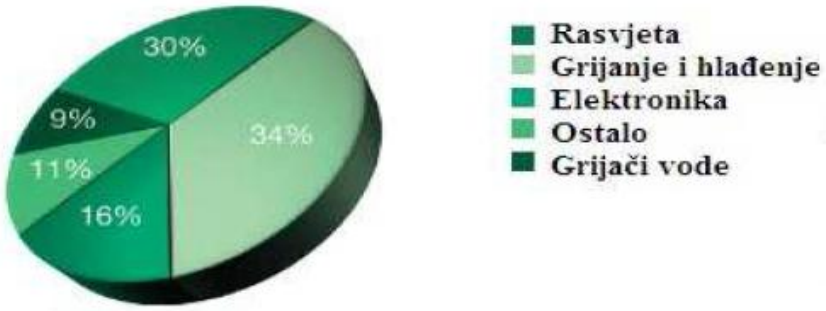
Klima prostorije određena je temperaturom zraka, temperaturom zračenja površina prostorija, vlažnošću zraka, brzinom strujanja zraka i sadržajem štetnih materija, a u širem smislu uključuje još i prirodnu i umjetnu rasvjetu i razinu buke. Povoljan sastav plinova, čistoća, temperatura, vlažnost i brzina strujanja zraka bitno utječu na osjećaj ugode ljudi u prostoriji. Veća odstupanja tih parametara, naročito ako su trajna, mogu štetno djelovati na zdravlje ljudi. U cilju održavanja zdravlja i radne sposobnosti temperatura prostorije mora osigurati da odavanje tjelesne topline ne bude ni manje ni veće nego što je fiziološki potrebno. Ovisno od ljudske aktivnosti, odnosno težine radnog zadatka, odavanje tjelesne topline čovječjeg tijela iznosi 80-300W. Tijelo odaje toplinu putem konvekcije, zračenja i isparavanja. Tjelesni osjećaj temperature ovisi upravo od topline koju tijelo odaje. U tom smislu, uvodi se pojam efektivne temperature. Osim od temperature zraka, odavanje topline čovječjeg organizma ovisi od temperature okolnih površina, relativne vlažnosti i brzine zraka. Sustav grijanja, hlađenja i ventilacije ima zadatak da u prostoriji održava željeno stanje zraka. Grijanje je postupak zagrijavanja i održavanja željene povećane temperature zraka. Hlađenje je postupak hlađenja i održavanja željene snižene temperature. Ventilacija (vjetrenje, provjetravanje) je odvođenje istrošenog i dovođenje svježeg zraka u cilju održavanja povoljnog sastava plinova i čistoće zraka. Klimatizacija je održavanje željene temperature, vlažnosti i čistoće zraka i obuhvaća čišćenje, grijanje ili hlađenje i ovlaživanje ili sušenje zraka.

Upravljanje sistemom grijanja, hlađenja i ventilacije neophodno je iz tri razloga: osiguravanje kvalitetnog zraka u prostoriji, osiguravanje zadovoljavajuće temperature i povećanje energetske učinkovitosti. Prva dva razloga direktno su povezana s povećanjem produktivnosti zaposlenih, a treći ima za cilj smanjenje operativnih troškova i utroška električne energije.

Ovisnost radne efikasnosti zaposlenih o temperaturi u prostoriji prikazana je na slici 5-1. Radna učinkovitost zaposlenika je maksimalna na temperaturi od oko 22 °C, te naglo opada za puno veće ili puno manje temperature. S druge strane, HVAC sustav jedan je od najvećih potrošača električne energije u zgradama, kako je prikazano na slici 5-2. [6]



Slika 5-1 Ovisnost radne efikasnosti zaposlenih o temperaturi u prostoriji



Slika 5-2 Potrošnja električne energije u zgradi

Pametna gradnja i automatizacija mogu doprinijeti uštedi električne energije, a da se pri tome osigura zahtijevana kvaliteta zraka. U ovisnosti od regije i godišnjeg doba različiti su pristupi upravljanju (grijanje, hlađenje ili ventilacija) i izvođenju (ventilokonvektori, zračni sustav klimatizacije, sustav grijanja toplom vodom, itd.) HVAC sustava. Europski standard EN 15232 ("*Energetske karakteristike zgrada - Utjecaj automatizacije u zgradama*“) pripremljena je u skladu s Europskom direktivom o efikasnosti zgrada (Direktiva 2002/91/EC o energetskoj efikasnosti zgrada). Standard opisuje metode za ocjenu utjecaja automatizacije u zgradama i tehničko upravljanje zgradom na potrošnju energije zgrada. U tu svrhu uvedene su četiri klase efikasnosti od A do D. Nakon što se u zgradi primjeni sustav upravljanja i nadzora, njoj se dodjeljuje jedna od klasa. Potencijalne uštede za toplinsku i električnu energije mogu se izračunati za svaku klasu na osnovu tipa zgrade i građevinske svrhe. Vrijednost energetske efikasnosti klase C koristi se kao referenca za uspoređivanje efikasnosti. [7]

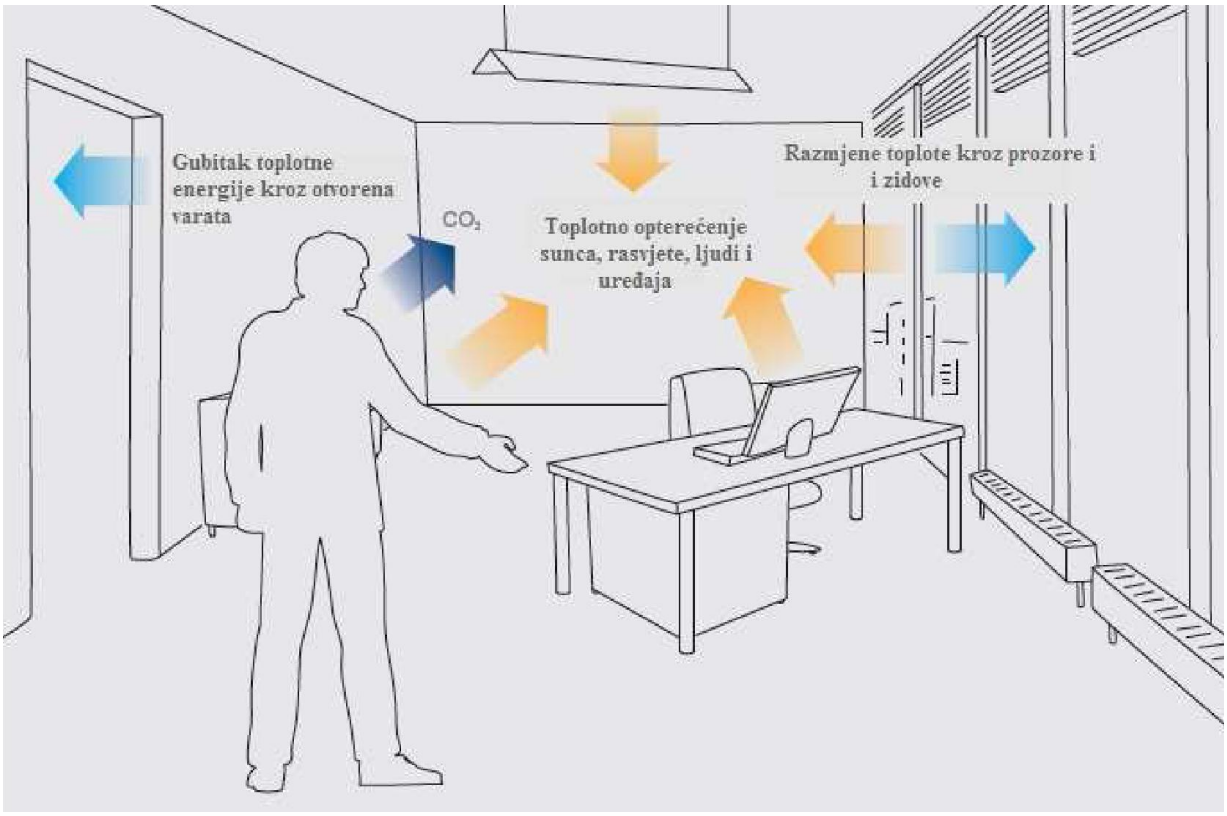
5.1. Faktori sobne temperature

Na temperaturu prostorije imaju utjecaja i unutrašnji i vanjski faktori. Sunčevo je zračenje veoma važan vanjski faktor koji utječe na temperaturu u prostoriji, posebno u pogledu moderne arhitekture sa staklenim frontama. Pored toga, sobna temperatura je pod snažnim utjecajem razmjene toplinske energije kroz prozore i zidove, kao i gubitka toplinske energije kroz otvorena vrata i prozore. U ovisnosti od intenziteta sve ove interakcije utječu na energetsku efikasnost zgrade i stoga moraju biti optimizirane. Unutrašnji faktori koji utječu na temperaturu prostorije su toplotna opterećenja uzrokovana rasvjetom, uređajima i ljudima. Za planiranje grijanja, hlađenja i ventilacije sve ove utjecaje treba uzeti u obzir. Temperatura zraka u prostoriji mjeri se u visini glave, najmanje na udaljenosti 1m od površine zidova. Ovisno od ljudske aktivnosti, temperatura prostorije treba biti između 18 i 24 ºC. Za mirovanje i laku aktivnost uobičajena temperatura zimi iznosi 20 ºC, a ljeti oko 21 do 22 ºC. Za vrućih ljetnih dana, pri vanjskim temperaturama iznad 28 ºC, preniska temperatura prostorije može uzrokovati temperaturni šok pa razlika temperature ne bi smjela biti veća od 6 ºC. [6,7]

5.2. Faktori kvalitete zraka

Dokazano je da klima unutrašnjeg prostora u kojem se živi i radi ima utjecaj na zdravlje ljudi, njihovu produktivnost i dobar osjećaj. Pogodan indikator za utvrđivanje kvaliteta zraka u prostoriji je koncentracija CO_2. Studije su pokazale da velika koncentracija CO_2 negativno utječe na sposobnost učenja i generalno dobro osjećanje kod ljudi. Mimo normalne koncentracije CO_2 u zraku, bitna je i ona koncentracija CO_2 koju ljudi izbacuju disanjem. Zato je bitno da se izmjeri koncentracija CO_2 u prostorijama u kojoj boravi mnogo ljudi (škole, konferencijske sale, uredi otvorenog tipa i sl.). Praćenje dozvoljene razine za CO_2 omogućava automatsko upravljanje koncentracijom CO_2 i ubacivanjem svježeg zraka po potrebi. Da bi bili ispunjeni uvjeti za dobru klimu u prostoriji, pored temperature zraka i vlažnost zraka mora biti zadovoljavajuća. Relativna vlažnost manja od 35% pospješuje nastajanje čestica prašine koje pougljenjavanjem na ogrjevnim površinama oslobađaju plinove koji nadražuju dišne organe. Pri relativnoj vlažnosti većoj od 65% može doći do rošenja na hladnijim površinama i do stvaranja plijesni. Pri preporučenim

vrijednostima temperature prostorije i srednje temperature zračenja, vlažnost zraka nema bitnog utjecaja na ugodnost temperature. S povećanjem temperature prostorije raste udio topline koju ljudsko tijelo ispušta isparavanjem preko kože. Zato je pri višim temperaturama potrebna niža vlažnost zraka. Na slici 5-3 prikazan je utjecaj unutrašnjih i vanjskih faktora na klimatske uvjete u prostoriji. [6,7]



Slika 5-3 Utjecaj vanjskih i unutrašnjih faktora na klimatske uvjete u prostoriji

5.3. Uređaji za grijanje i hlađenje

Među najčešće korištene uređaje za grijanje ubrajamo:

- **radijatore.** Najviše su korišteni uređaji za grijanje. Voda se zagrijava do specificirane temperature između 35 ºC i 70 ºC u centralnim kotlovima. Zagrijana se voda prenosi preko sustava cjevovoda do radijatora, koji konvekcijom toplinu prenose u prostoriju.

Radijatori zagrijavaju prostoriju relativno brzo i koriste se i u stambenim i poslovnim zgradama.

- **podno/zidno grijanje**. U ovom slučaju voda prolazi kroz cijevi instalirane u podu, s tim da se voda zagrijava na temperaturu od 30ºC do 45ºC u centralnim kotlovima. Temperatura vode podešava se u kotlu na koji je povezan senzor koji mjeri temperaturu u prostoriji. Zidno grijanje radi na istom principu kao i podno grijanje.

- **ventilokonvektor**. Topla voda prolazi kroz cijev, a ventilatorom se usmjerava zrak kroz zagrijane cijevi u prostoriju.

Najčešće korišteni uređaji za hlađenje su:

- **ohlađene cijevi (*eng. chilled beams*).** U principu funkcioniraju isto kao i podno grijanje. Hladna voda prolazi kroz cijevi koju su instalirane u stropu. Hladni zrak se polako spušta i hladi prostoriju. Ovaj se sustav uglavnom koristi u javnim, odnosno komercijalnim zgradama.

- **ventilator za hlađenje (*eng. fan cooling*).** Zrak se isisava iz nekog centralnog mjesta gdje se hladi (na temperature od 15 do 20 ºC) i preko zračnih kanala raspodjeljuje u prostorije.

- **toplinski izmjenjivač.** Zrak se hladi pomoću kompresora i pomoću ventilatora raspodjeljuje u prostoriju. U ovu grupu spadaju i ventilokonvektori. [8]

5.4. HVAC sustavi upravljanja

U pametnim zgradama na menadžment (komandnom) nivou vrši se nadzor i upravljanje sustavima, odnosno tu se specificiraju vrijednosti za upravljačke elemente na osnovu neke od logika upravljanja, ali može se ostaviti i mogućnost samostalnog izbora unaprijed izabranih režima na termostatima ili kontrolnim pločama ili samostalno zadavanje temperature. Ovim se postiže veće zadovoljstvo korisnika. Upotreba sustava koji ima kontakt s prozorima dodatno

doprinosi uštedi energije. Na primjer, u komercijalnim zgradama, ljudi koji rade u njima uglavnom nisu odgovorni za troškove električne energije pa rijetko posvećuju pažnju efektima koje može izazvati otvoren prozor na sustav grijanja ili hlađenje. Korištenje tajmera omogućava da se energija ne troši vikendom ili neradnim danima. Dodatnoj uštedi energije doprinosi korištenje detektora prisutnosti. Ukoliko nikoga nema u prostoriji ne mora se održavati optimalna temperatura, nego se može smanjiti ili povećati za nekoliko stupnjeva, ovisno radi li se o grijanju ili hlađenju, što rezultira dodatnim uštedama električne energije. Tako na primjer, da bi se imala mogućnost podešavanja režima grijanja ili hlađenje, koji uglavnom mogu biti komforni, noćni, ekonomični ili režim protiv zamrzavanja, osnovna oprema za prostoriju je termostat i pobuđivač pomoću kojeg se upravlja ventilom na uređaju za grijanje ili hlađenje. Za ostvarivanje kontakta termostata s motorno otvaranim prozorima, potreban je terminal za binarni ulaz. Sve dok je prozor u prostoriji otvoren, termostat se prebacuje u režim protiv smrzavanja. Signali sa senzora prisutnosti šalju se na termostat i prebacuju automatski u komforni (ili neki režim za uštedu električne energije) režim ukoliko nikog nema u prostoriji. Ako se koristi podno grijanje, senzor prisutnosti je suvišan, jer sistem podnog grijanja reagira veoma sporo.

Kada je u pitanju energetska efikasnosti u zgradama, upravljanje roletama igra važnu ulogu u pogledu regulacije klime u prostoriji. Pametni sustav kontrole roleta ima utjecaj na optimizaciju klime u prostoriji i najbolji efekt, kako po pitanju udobnosti, tako i po pitanju smanjenja troškova; ako se umreži upravljanje roletama s upravljanjem uređajima za grijanje i hlađenje. Spuštanjem roleta na sunčanoj strani zgrade ljeti sprječava se da dođe do pregrijavanja prostorije, a samim time štedi se na energiji potrebnoj za hlađenje. Zimi, obrnuto, što se više iskoristi sunčeve energije, time se smanjuje utrošak energije za grijanje. U oba slučaja neophodno je da se uspostavi i upravljanje roletama u ovisnosti od prisustva ljudi. Dokle god je netko prisutan u prostoriji, kontrola roleta u ovisnosti od osvijetljenosti ima prioritet (posebno u prostorijama u kojima se radi na računalima, u školama i sl.). [10,11]

U uređaje koji se koriste u HVAC sustavima ubrajaju se:

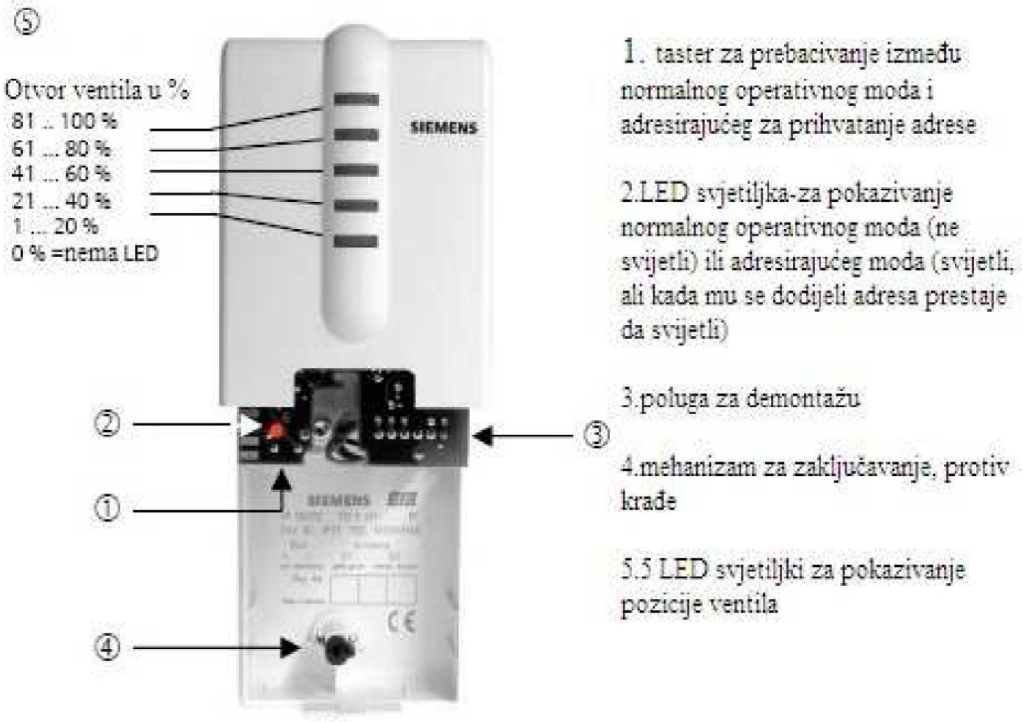
- **elektronski termostat.** Uređaj s ugrađenim senzorom temperature pomoću kojeg se zadaje željena temperature u sobi i šalje tu vrijednost pobuđivaču. Mogu biti s ekranom i bez ekrana, s mogućnošću podešavanja režima ili samo s mogućnošću zadavanja temperature. Primjeri elektronskog termostata s i bez ekrana prikazani su na

slici 5-4. Za podešavanje temperature ili izbor režima u više prostorija, mogu se koristiti i *touch* ekrani (ekrani koji reagiraju na dodir), koji su povezani s jednostavnim termostatima, bez ikakvih mogućnosti podešavanja ili sa samo nekim opcijama, u kojima su integrirani senzori temperature.



Slika 5-4 Primjeri elektronskog termostata sa i bez ekrana

- **ventili.** Ventili na terminalima za grijanje ili hlađenje mogu biti elektrotermalno ili elektromotorno pokretani. Elektrotermalno pokretani ventili sadrže element koji se grije i širi kada mu se dovede napajanje. Kada se napajanje isključi, on se skuplja. Time on zatvara ili otvara ventil, a samim tim i regulira dotok vode. Da bi se moglo s njima upravljati preko glavnog voda, koriste se elektronski prekidački pobuđivači. Oni se montiraju na DIN šinu i mogu se koristiti za dva ventila. Ovakav pobuđivač može se koristiti i za rasvjetu. Elektromotorno pokretani ventil prikazan na slici 5-5 sastoji se od motora, odgovarajuće elektronike i zupčanika. Cirkulacija vode regulira se direktno preko mehanike ventila. Ima dva binarna ulaza na koje se može dovesti izlaz senzora prisutnosti i informacija o otvorenosti prozora. Može se direktno spojiti na glavni vod. [8,9,10].



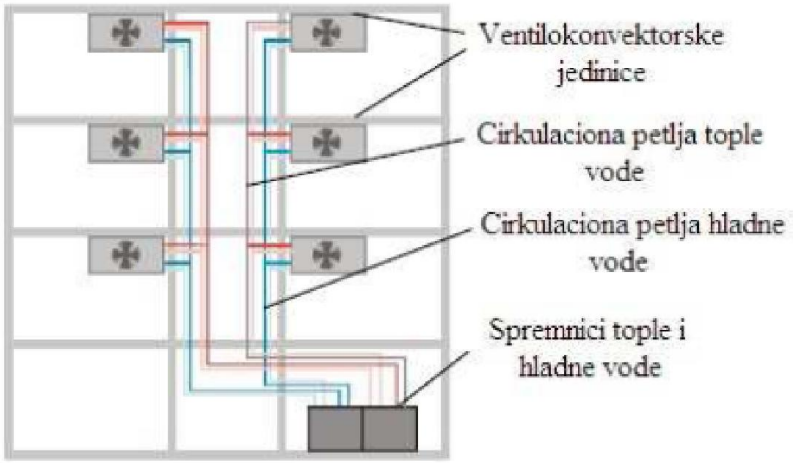
Slika 5-5 Elektromotorno pokretani ventil

5.5. EIB/KNX standard upravljanja sobnom temperaturom

HVAC sistemi s ventilokonvektorskim jedinicama posjeduju centralne spremnike hladne i tople vode. Ventilokonvektorske jedinice postavljaju se u prostorije i direktno su povezane na cirkulacijske petlje hladne i tople vode kako je prikazano na slici 5-6.

Ventilokonvektor (*eng. fan coil*) je uređaj za grijanje i/ili hlađenje i ventilaciju. Pripada grupi vodeno-zračnih uređaja za klimatizaciju. Prijenosni medij je voda ili voda pomiješana sa glikolom. Ovi sustavi imaju nekoliko bitnih prednosti, a to su:

- nude ekološko rješenje zbog minimalne upotrebe rashladnih plinova (freona),
- voda puno bolje provodi toplinu nego zrak,
- u velikim zgradama se smanjuju operativni troškovi u odnosu na sustave s direktnom ekspanzijom. [9,10]



Slika 5-6 Struktura HVAC sustava s ventilokonvektorskim jedinicama

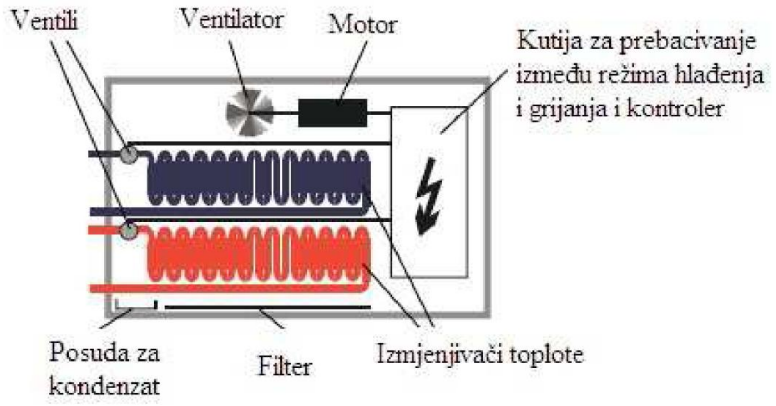
Ventilokonvektori sastoje se od izmjenjivača topline, ventilatora i filtera ugrađenih u jedno kućište. Protok vode kontrolira se pomoću ventila, kao i kod radijatora ili podnog grijanja. Izmjenjivač topline izveden je kao cijevni s lamelama (Cu-Al izmjenjivači) i unutar njega struji prijenosnik energije, odnosno voda. Ventilatorom se ostvaruje prisilno strujanje zraka iz prostorije ili iz centralnog sustava preko izmjenjivačkih ploha, čime se zrak hladi ili grije, u ovisnosti od toga struji li kroz izmjenjivač hladna ili topla voda. Voda struji u zatvorenom krugu:

- u slučaju hlađenja: rashladni agregat (koji osigurava hladnu vodu), polazni vod (voda), ventilokonvektor, povratni vod (voda), rashladni agregat

- u slučaju grijanja: kotlovnica (koja osigurava toplu vodu), polazni vod (voda), ventilokonvektor, povratni vod (voda), kotlovnica.

Ventilator se pokreće pomoću motora. Voda se uslijed kondenzacije odvodi u odgovarajuću posudu. Struktura ventilokonvektorske jedinice prikazana je na slici 5.7. Za grijanje vode može poslužiti kotlovnica, toplana, toplinska pumpa, itd. Polazne, odnosno povratne temperature tople vode najčešće iznose 60/50 °C ili 55/45 °C, dok temperatura koja je uobičajena kod radijatorskog grijanja 90/70 °C nije preporučljiva. Cjevovodi su najčešće bakreni, ali se u novije vrijeme koriste i višeslojne cijevi s gotovim spojnim i prijelaznim elementima. Ventilokonvektorska jedinica može se montirati na podu, zidu ili se ugraditi u strop. Ventilokonvektorska jedinica može biti četverocijevna, trocijevna ili dvocijevna. Četverocijevna

jedinica ima dva izmjenjivača topline i dvije cirkulacijske petlje, za hladnu i toplu vodu. Trocijevne jedinice imaju također dva izmjenjivača topline, a razlika je u tome što se ovdje voda (hladna i topla) doprema odvojenim cijevima, a vraća jednom cijevi. U dvocijevnim jedinicama ima jedan izmjenjivač topline i jedna dovodna i jedna odvodna cijev. One se mogu koristiti ili za grijanje ili za hlađenje. [9]



Slika 5-7 Struktura ventilokonvektorske jedinice

6. SUSTAVI RASVJETE PAMETNIH ZGRADA

Umjetno osvjetljenje neophodno je u svim slučajevima kada dnevna svjetlost nije dostupna. Pri tome, ono treba omogućiti izvršavanje radnih zadataka i stvoriti ugodno okruženje u kojem čovjek radi. Za osiguranje kvalitetne rasvjete, neophodno je trošiti značajne količine električne energije. Na slici 5-2 vidi se da rasvjeta u zgradama čini oko 30% ukupne potrošnje električne energije. U Direktivi 2006/32/EU Europskog parlamenta i Vijeća o efikasnosti korištenja energije i energetskih usluga te u odluci o ukidanju Direktive Vijeća 93/76/EEZ, navedeni su primjeri prihvatljivih mjera za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada. Za slučaj sustava rasvjete predložene su nove efikasne svjetiljke, digitalni nadzorni sustavi i senzori pokreta kao efikasna sredstva za uštedu energije. [12]

Upravljanje sustavom rasvjete ima važnu ulogu u sustavu električne rasvjete osiguravajući funkcije uključivanja i isključivanja svjetla pomoću prekidača i/ili podešavanje intenziteta svjetla pomoću regulatora intenziteta svjetla. U posljednjim desetljećima ove su funkcije automatizirane i integrirane u veće, fleksibilnije sustave. Ostvareni rezultat značajno proširuje mogućnosti uštede energije, fleksibilnost, pouzdanost i povezanost među uređajima različitih proizvođača. [13]

6.1. Kriterij rasvjetnih sustava

Osnovne karakteristike koje sustav rasvjete mora zadovoljiti su:

- kvaliteta osvjetljenja i
- energetska efikasnost rasvjetnog rješenja.

6.1.1. Kvaliteta osvjetljenja

Ocjena kvalitete osvjetljenja jednog unutrašnjeg prostora mora počivati na analizi većeg broja različitih faktora, koji se nazivaju faktori kvaliteta unutrašnjeg osvjetljenja. To su: razina

osvijetljenosti, ravnomjerna osvijetljenost, raspodjela sjajnosti, ograničenje bliještanja, smjer upada svjetlosti i modela, boja i ograničenje treptanja svjetlosti i stroboskopskog efekta. [14]

Razina osvijetljenosti definira se kao minimalna srednja osvijetljenost referentne površine koja je potrebna za izvršavanje određenog vidnog zadatka. Preporuka EN-12464 uvodi dva pojma u vezi s referentnom površinom, mjerodavnom za razinu osvijetljenosti - radna površina i površina u njezinoj neposrednoj okolini. Pri tome se radna površina definira kao dio radnog prostora na kome se obavlja vidni zadatak, a površina u njezinoj neposrednoj okolini kao obruč unutar vidnog polja udaljen najmanje 0.5 m od radne površine. Traži se da razina osvijetljenosti površine u neposrednoj blizini bude u odgovarajućoj vezi s razinom osvijetljenosti radne površine i da osigura dobro balansiranu raspodjelu sjajnosti u vidnom polju. Ravnomjernost osvijetljenosti proizvoljne referentne površine odnos je između minimalne i srednje vrijednosti osvijetljenosti te površine. Za radne površine treba biti veća ili jednaka 0.7, a za površinu u neposrednoj okolini radne površine veća ili jednaka 0.5. Raspodjela sjajnosti određuje kontraste, neophodne za jasno raspoznavanje predmeta s jedne strane, a s druge strane utječe na zamor oka. Raspodjela sjajnosti zavisi od raspodjele osvijetljenosti i faktora refleksije površina prostorije i predmeta u njoj. Preporuka EN-12464 definira faktore refleksije za strop 0.6-0.9, zidove 0.3-0.8, radne površina 0.2-0.6 i pod 0.2-0.5. Bliještanje nastaje ako se u vidnom polju promatrača pojavi izvor svjetlosti znatno veće sjajnosti od prosječne sjajnosti vidnog polja, na koju je oko bilo adaptirano. U ovisnosti od toga radi li se o stvarnom izvoru svjetlosti velike sjajnosti ili liku takvog izvora, razlikuje se direktno i indirektno bliještanje. Reflektirano bljeskanje može se smanjiti izborom izvora svjetlosti manje sjajnosti, ravnomjernijim rasporedom svjetiljki i radnih mjesta tako da se spriječi da se smjer svjetlosnih zraka reflektiranih od sjajne površine poklopi sa smjerom promatranja. To se postiže primjenom pravila da duža os duguljaste svjetiljke bude paralelna s pravcem gledanja i biranjem mat površina radnih mjesta, papira, tipkovnica itd. Modeliranje se definira kao sposobnost svjetlosti da istakne trodimenzionalnu formu i strukturne dijelove nekog objekta, što se postiže stvaranjem odgovarajućih sjeni. Dobro modeliranje podrazumijeva da svjetlost ne bude ni previše usmjerena ni previše difuzna, pri čemu se standardan pristup za „uravnoteživanje“ svjetlosti zasniva na vrijednosti odnosa vertikalne i horizontalne osvijetljenosti (taj odnos ne smije da biti manji od 0.25 u bitnim točkama vidnog zadatka). Smjer upada svjetlosti treba biti takav da svjetlost dolazi s gornje lijeve strane na radno mjesto. [13,14,15]

6.1.2. Energetska učinkovitost

Sistem rasvjete treba osigurati kvalitetno osvijetljen prostor, što podrazumijeva minimizaciju štetnog utjecaja na ljudsko zdravlje i zadovoljenje potrebe za osvijetljenošću u ovisnosti od vrste djelatnosti, a sa što manjom potrošnjom energije. Međutim, važno je ne tražiti kompromis između kvalitete električne rasvjete i potrošnje energije. Da bi se smanjila potrošnja električne energije, potrebno je naći rješenja koja neće narušiti kvalitetu rasvjete. Ušteda na potrošnji električne energije može se postići izborom svjetlosnih izvora s dobrom svjetlosnom iskoristivošću, dužim vijekom trajanja, nižom cijenom i manjim troškovima zamjene i odabirom načina upravljanja rasvjetom koji će omogućiti da se energija ne troši ukoliko za to nema potrebe. Najbolji će se efekt postići ukoliko se istovremeno vodi računa i o izboru svjetiljki i o načinu upravljanja. [14]

6.2. Upravljanje rasvjetnim sustavom

Da bi se izabrao odgovarajući način upravljanja sustavom rasvjete potrebno je razmotriti sljedeće stavke:

- zahtijevana kvaliteta osvjetljenja,
- funkcionalnost i pouzdanost upravljanja rasvjetom,
- mogućnost povezivanja u BMS.

6.2.1. Funkcionalnost i pouzdanost upravljanja rasvjetnim sustavom

Upravljanje sustavom rasvjete treba omogućiti realiziranje funkcija koje se zahtijevaju za konkretnu namjenu prostora. U slučaju poslovnih zgrada, upravljanje rasvjetom mora omogućiti:

- da svaki zaposlenik na svom radnom mjestu ima odgovarajući intenzitet svjetla za posao koji obavlja,

- da ima svjetlo onda kada mu je potrebno,
- da je svjetlo ugašeno kada je dostupna dnevna svjetlost zadovoljavajućeg nivoa,
- da je svjetlo ugašeno u prostorijama u kojima nema nikoga,
- ukoliko je neka prostorija predviđena za obavljanje više različitih zadataka, da se sustav rasvjete prilagođava specifičnim zahtjevima svakog zadatka,
- isključivanje i uključivanje svih svjetiljki s jednog (ili više) mjesta,
- detekciju neispravnosti svjetiljki,
- ukoliko se koristi lokalno upravljanje, da se svakom zonom upravlja nezavisno od drugih zona,
- ukoliko se koristi centralizirano upravljanje, da se svim zonama upravlja s jednog mjesta.

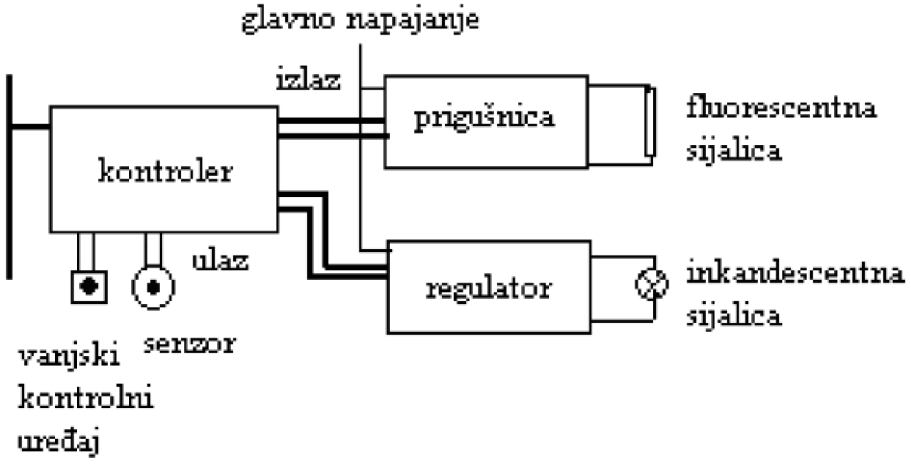
Pouzdani sustav upravljanja rasvjetom mora omogućiti realizaciju zadanih funkcija bez otkazivanja. Osnovni elementi potrebni za to su senzori prisutnosti, fotosenzori i regulatori intenziteta svjetlosti. Ručnim upravljanjem mogu se postići samo funkcije uključenja/isključenja svjetla i regulacija intenziteta svjetla. Pouzdanost ovakvog načina upravljanja je niska sa stanovišta kvaliteta rasvjete kao i sa stanovišta energetske efikasnosti. Da bi se dobile sve zahtijevane funkcije sistema rasvjete, upravljanje sistemom rasvjete mora biti automatsko. [15,16]

6.2.2. Izvršenje upravljanja rasvjetnim sustavom

Upravljanje sistemom rasvjete može se izvršiti ručno i automatski. Već je spomenuto da se ručnim upravljanjem ne mogu ispuniti sve zahtijevane funkcije sistema rasvjete. S obzirom da odluka o uključivanju/isključivanju svjetla ovisi o čovjeku, sa stanovišta energetske efikasnosti, ovaj način upravljanja posebno je nepogodan. Kod primjene metoda uključivanja/isključivanja svjetla sa senzorima zauzetosti prostora, svjetlo se uključuje ili isključuje automatski u ovisnosti od toga je li netko prisutan u prostoriji. Sistemi koji planirano isključuju određena opterećenja mogu i u vrijeme vršne potrošnje, isključivati jednu ili dvije svjetiljke za vrijeme trajanja tog vršnog opterećenja. U slučaju regulatora intenziteta svjetlosti u ovisnosti od dotoka dnevne svjetlosti, automatski se podešava izlaz izvora svjetlosti da se postigne željeni nivo. [16]

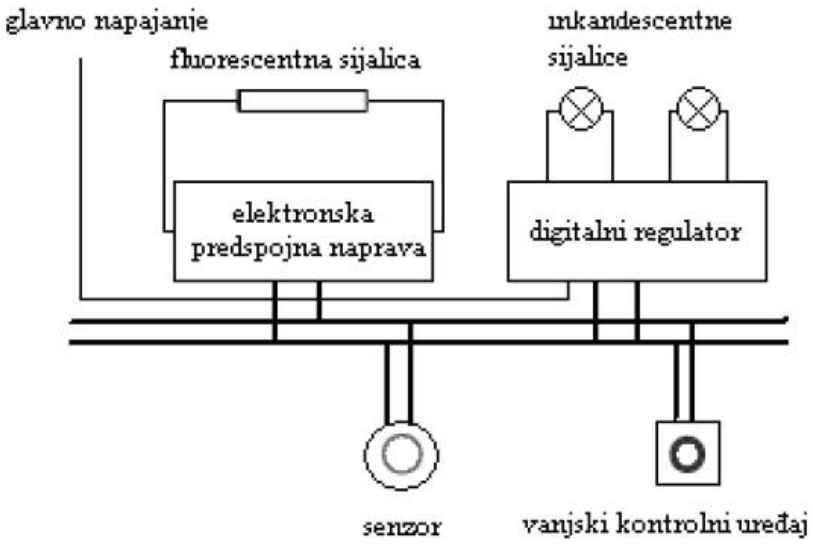
Automatsko upravljanje rasvjetom može se ostvariti analognim ili digitalnim upravljanjem. Kod analognog upravljanja regulatorima intenziteta svjetla i drugima aktuatorima, intenzitet svjetla može se mijenjati promjenom napona glavnog napajanja svjetiljki. Za analogno upravljanje koriste se dva standardna opsega od 0V do 10V i od 1V do 10V. Upravljački signal je jednosmjerni, čija amplituda varira od 0, odnosno 1V do 10V, tako da pri naponu od 10V kontrolirana svjetiljka daje 100% svjetlosti, a pri naponu 0V ne svijetli. Često se signal od 0 do 10V koristi za upravljanje prigušnicama s mogućnošću regulacije. U mnogim slučajevima je opseg za regulaciju glavnog napajanja svjetiljke ili regulaciju napona prigušnice ograničen. Ako se svjetlost svjetiljke može mijenjati u opsegu od 100% do 10%, tada mora biti na raspolaganju i odgovarajući prekidač ili relej pomoću kojeg se svjetlo može potpuno isključiti.

Slika 6-1 prikazuje shemu analognog sustava upravljanja rasvjetom. Na ulaze kontrolora rasvjete dovedeni su signali sa senzora, a na izlaze kontrolora su spojeni prekidači i/ili prigušnice s mogućnošću regulacije ili regulatori intenziteta svjetla (za žarulje s užarenom niti). Ovakvi kontrolori mogu se vezati na komunikacijsku mrežu da bi se formirali veći sistemi upravljanja.



Slika 6-1 Shema analognog sustava upravljanja rasvjetom

Na slici 6-2 prikazana je shema digitalnog upravljanja rasvjetom. Digitalni senzori su preko odgovarajuće komunikacijske mreže povezani na kontrolnu stanicu, koja šalje kontrolne signale digitalnim regulatorima i predspojnim napravama. [1]

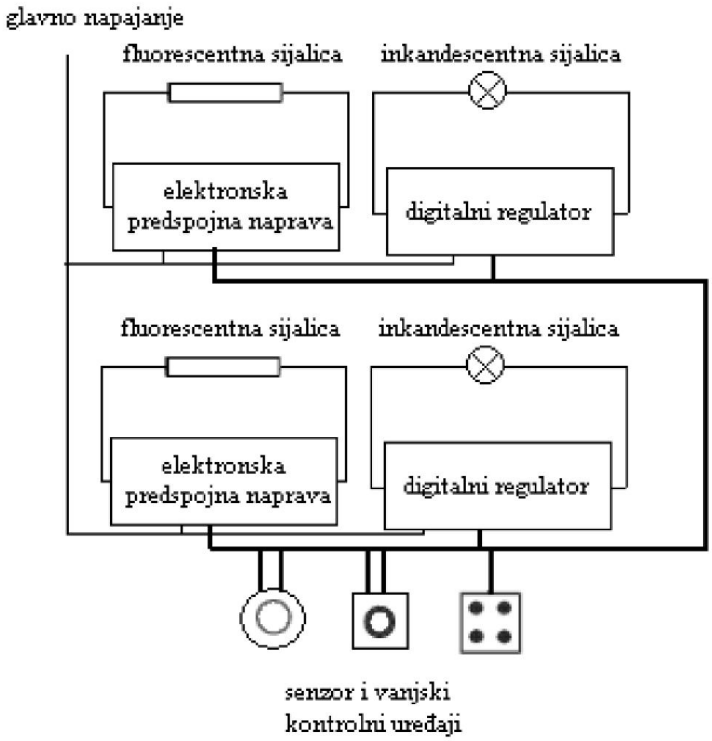


Slika 6-2 Shema digitalnog sustava upravljanja rasvjetom

6.2.3. DALI standard

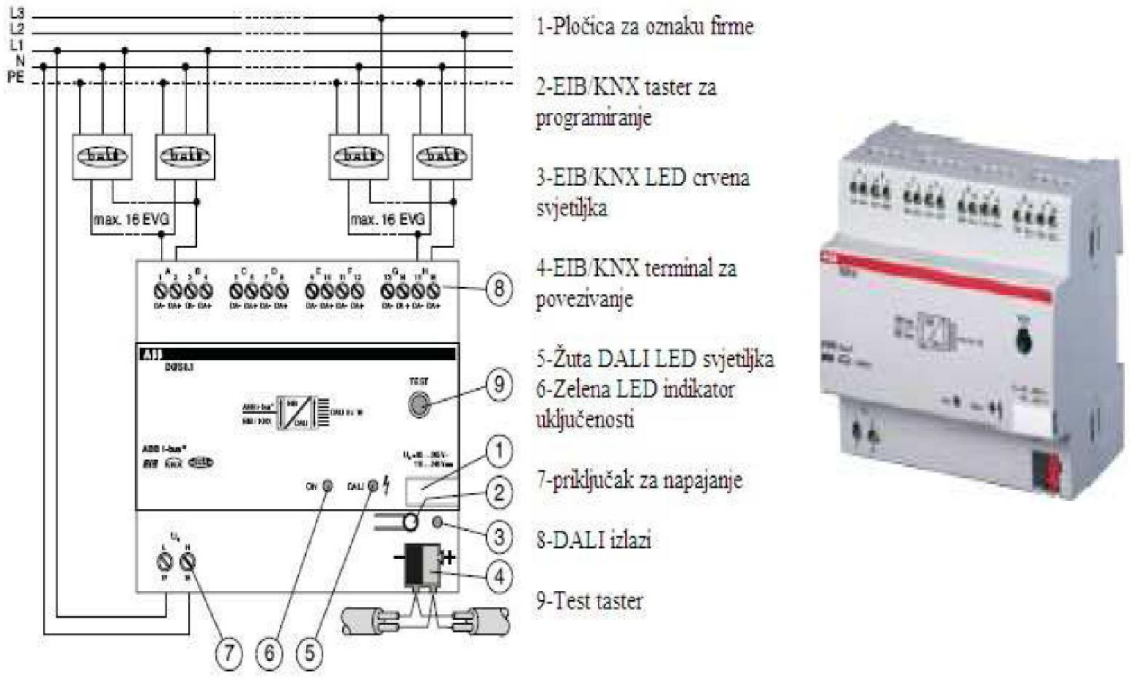
Za slučaj upravljanja sustavom rasvjete mogu se koristiti standardi namijenjeni isključivo za upravljanje rasvjetom, kao što je DALI standard ili standardi namijenjeni za upravljanje sustavima, koji između ostalog mogu upravljati i sustavom rasvjete kao što su KNX, *LonWorks*, Lon i drugi. Upravljanje sustavom rasvjete mora biti povezano s ostalim sustavima i razmjenjivati relevantne informacije s njima u pametnoj zgradi, kao na primjer povezivanje sa sustavom upravljanja roletama.

DALI (*eng. Digital Addressable Lighting Interface*) tehnički je standard koji se koristi za upravljanje sustavima rasvjete. DALI standard, koji je specificiran u IEC 60929 normi, obuhvaća komunikacijski protokol i električno sučelje za komunikacijske mreže za upravljanje rasvjetom. DALI sučelje je serijsko sučelje s mogućnošću dvosmjernog prijenosa podataka s maksimalnom brzinom od 1200bps. DALI liniju sačinjava dvožilni vod, koji može biti obični instalacijski (površine poprečnog presjeka do 1.5mm²). Na slici 6-3 je prikazana konceptualna shema povezivanja sustava rasvjete po DALI standardu.



Slika 6-3 Shema primjera upravljanja rasvjetom sa uređajima koji podržavaju DALI proceduru

Na DALI liniju priključuju se različiti DALI uređaji, pri čemu svaka DALI linija mora biti napajana jednosmjernim naponom 16V, 250mA. Maksimalna dužina jedne DALI linije je 300m, u ovisnosti od presjeka vodiča, uz uvjet da pad napona ne smije biti veći od 2V. Senzori su vezani međusobno i sa sučeljem svjetiljke. Svaki uređaj (svjetiljka, kontrolna ploča, senzor...) spojen u DALI mrežu ima svoju jedinstvenu adresu, a pripadnost nekoj grupi definira se naknadno softverski i može se mijenjati po potrebi (moguće je oformiti do 16 grupa ili scena tako da pojedini elementi mreže čine zasebnu grupu). Svakom rasvjetnom uređaju dodijeljena je adresa u opsegu od 0 do 63, što omogućava upotrebu do 64 uređaja u samostalnom sustavu (u jednoj DALI liniji). Ukoliko je potrebno formirati složenije sustave upravljanja rasvjetom, više DALI sustava ili DALI sustav s nekim drugim sustavom upravljanja, može se povezati pomoću odgovarajućih *gatewaya*. Da bi se povezalo više DALI sustava, mora se koristiti neka druga mrežna tehnologija, na primjer EIB/KNX, *LonWork*, *BacNet* i dr. Primjer jednog takvog *gatewaya* koji omogućava povezivanje DALI i KNX sustava, prikazan je na slici 6-4.



Slika 6-4 Shema primjera gatewaya koji omogućava povezivanje DALI i KNX sustava

DALI sustav upravljanja rasvjetom podržava sve potrebne funkcije sustava rasvjete. Može se regulirati razina osvijetljenosti i kod fluorescentnih i kod inkandescentnih izvora svjetlosti, kompatibilan je s uređajima koji se koriste za ukopčavanje i iskopčavanje svjetla, kao što su senzori prisutnosti i fotosenzori. Svakoj prigušnici ili grupi prigušnica može se zasebno poslati naredba za uključenje ili isključenje svjetla ili variranje intenziteta svjetla. Mogu se dobiti povratne informacije o stanju svjetla (uključeno, isključeno, koliki je trenutna razina osvjetljenja, kakav je status ispravnosti svjetiljke). Ima mogućnost integracije s drugim sustavima za automatizaciju, što omogućava da se, ako je sistem rasvjete integriran sa automatiziranim sustavom kontrole pristupa, postigne plansko paljenje/gašenje svjetla, uključujući i podešavanje razine osvijetljenosti na osnovu rezervacija ili korištenja prostora. Također omogućava integraciju opće i rasvjete u nuždi. [1,20]

7. PROTUPOŽARNI SUSTAV

Najveći broj požara događa se u domaćinstvima i na mjestima na kojima boravi puno ljudi. Požar često nije uočen dovoljno rano pa ima razarajuće djelovanje. Poduzete preventivne mjere značajno smanjuju opasnost od nastajanja požara i stradanja ljudi i poželjno je osloniti se na sustav detekcije i dojave opasnosti od požara ili curenja plina. S točke gledišta oštećenja imovine i ozljeda ljudi, protupožarni sustav jedan je od najvažnijih sustava u pametnim zgradama.

Glavni ciljevi protupožarnog sistema u zgradi su:

- osiguranje i zaštita ljudi
- osiguranje i zaštita materijalne imovine,
- održavanje kontinuiteta aktivnosti koje se obavljaju u zgradi.

S obzirom na svoj utjecaj na sigurnost ljudi i zgrade, protupožarni sustav mora biti predmet pažljive analize. Osim toga, protupožarni sustav treba biti usklađen s lokalnim procedurama i zakonima. U konvencionalnim zgradama, sustavi kao što su dizala, grijanje, hlađenja i ventilacija, osvjetljenje i protupožarni sustavi, rade samostalno. Integracija protupožarnog sustava s ostalim sustavima nudi mnoge operative i financijske pogodnosti. Nove izvedbe senzora omogućuju detektiranje nekoliko različitih zagađivača koji mogu biti indikatori u slučaju požara ili trovanja ljudi. U integriranima sustavima ovi senzori mogu se koristiti i u sistemu grijanja, hlađenja i ventilacije, bez negativnog utjecaja na ljude. Sustav kontrole pristupa prati ljudi unutar zgrade i ova je informacija veoma značajna za protupožarni sustav u hitnim slučajevima. Dostupne informacije iz ovoga sustava mogu poslužiti vatrogascima za evakuaciju ljudi i sprječavanje stradanja. Komunikacijskim sustavima pametne zgrade sve bitne informacije u slučaju požara mogu biti dostavljene vatrogasnoj stanici ili vozilu, što im omogućava izradu plana prije nego stignu na lokaciju. Tako se postiže brže vrijeme odaziva, čime se smanjuje vjerojatnost ljudskih žrtava i materijalne štete. [18]

7.1. Elementi PP sustava

Protupožarni sustav čine uređaji koji detektiraju početak požara, upozoravaju na požar što je ranije moguće te gase požar. Tu spadaju sljedeće komponente:

Ulazni uređaji: direktni senzori, indirektni senzori i ručne komande. Direktni senzori su uređaji koji se koriste za detekciju promjene parametra koji utječu na fizički i kemijski fenomen nastanka požara. Oni su raspoređeni po prostorijama kako bi što ranije detektirali pojavu čestica koje su produkt gorenja ili povišene temperature. U ovisnosti od uvjeta u prostoriji, biraju se detektori koji mogu biti optički, termički, termodiferencijalni ili kombinacija navedenih tipova. Najviše se koriste optički detektori dima koji detektiraju pojavu dima i drugih produkata gorenja u prostoru u toj relativno ranoj fazi razvoja požara. Optički detektori imaju komore unutar kojih se mjeri količina dima i ako ona prijeđe postavljenu granicu, detektor generira alarm. Kod optičkih detektora princip rada zasnovan je na refleksiji svjetlosti na česticama koje su produkti gorenja (požara). Detektiraju požar već u ranoj fazi, kad se generira dim i kasnije veće čestice gorenja. Smetnje pri radu predstavljaju nečistoća, prašina, insekti, vodena para, VF polja te direktna svjetlost. Nisu pogodni za požare s crnim dimom i velike brzine strujanja zraka. Za prostore u kojima su dim i prašina normalno prisutni kao posljedica radnog procesa, nije moguće koristiti klasične detektore dima pa se u tim prostorima detektira tek pojava plamena, bilo detektorima plamena ili detektorima temperature, to jest porasta temperature. Termodiferencijalni detektori reagiraju na brzi porast temperature - veći od 9 °C/min. Termički detektori koriste se u prostorima u kojima nije pogodno koristiti optičke detektore – kuhinje, prašina, vlaga. Nisu pogodni u prostorijama s visokim stropom (višim od 7.5 m), prostorima u kojima se očekuje spori, tinjajući požar te u prostorima visokog rizika, u kojima je potrebna brza detekcija. Također se koriste i detektori ugljik-monoksida. Indirektni senzori su uređaji koji se koriste za prijenos informacija koje mogu biti indirektni pokazatelji početka požara, kao što su termostati u mašinama i opremi, detektori pritiska, itd. Ručne komande su uređaji koji služe za prijenos informacije o početku požara ili hitnoj situaciji koje aktiviraju ljudi, kao na primjer procedura razbijanja stakla ili pritisak gumba.

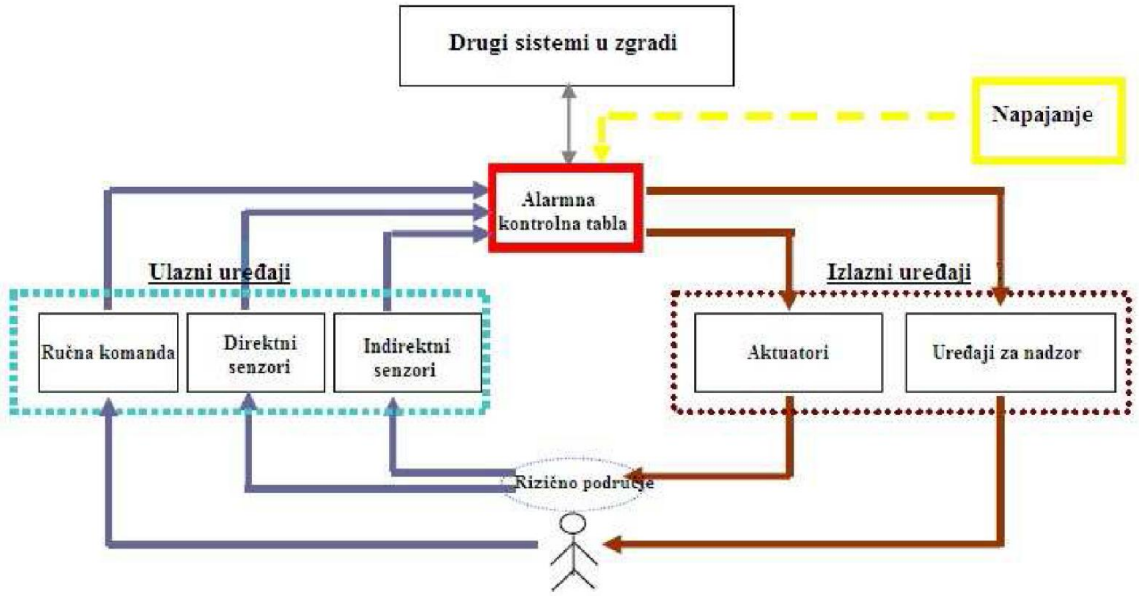
Vatrodojavna centrala (alarmna kontrolna ploča): prerađuje signale iz direktnih i indirektnih senzora i ručne komande, konvertira ih u odgovarajuće nagovještaje (signali s uređaja za nadzor i sl.) i aktivira komponente za gašenje požara, npr. izlazne uređaje. Ako se radi o

klasičnom sustavu, ona obrađuje podatke s određenog broja zona na koje se spajaju detektori i ručni javljači. Centrala se bira u ovisnosti od veličine sistema, odnosno potrebnom broju zona. Maksimalno se na jednu zonu može spojiti 25 elemenata, ali je preporuka na jednu zonu spojiti što manji broj detektora kako bi se osigurala što brža identifikacija područja iz kojeg alarm dolazi. U sustavu koji koristi adresiranje svaki element koji se spaja na petlju ima adresu pa je ograničenje broja elemenata u petlji određeno maksimalnim brojem adresa u petlji. Pri tom treba voditi brigu o dužini petlje, presjeku kabla i maksimalnoj potrošnji jer se iz petlje osim detektora mogu napajati i adresabilni moduli te sirene koji su veći potrošači struje. Programiranje vatrodojavnih centrala moguće je izvesti putem tipkovnice na samoj centrali, a za veće adresabilne sisteme koriste se softveri zbog lakšeg definiranja složenih jednadžbi upravljanja. Također, moguće je povezivanje i putem interneta. Prema Zakonu o zaštiti od požara vatrodojavna se centrala treba nalaziti u zasebnom požarnom sektoru u odnosu na ostatak objekta, obično u tehničkoj sobi. To znači da centrala nije na vidljivom mjestu i nije moguće očitati poruke s centrale pa je potrebno na centralu spojiti izdvojene upravljačko signalne panele. U ovisnosti od veličini objekta, njih može ih biti i veći broj. Na tipkovnicama je moguće očitati stanje sistema te upravljati centralom.

Izlazni uređaji: sastoje se od uređaja za nadzor, kao što su upozoravajuće svjetleće lampice ili zvučno-vizualni alarmi, i aktuatori kao što su aktiviranje/deaktiviranje kontakata na vatrootpornim vratima, HVAC žaluzine, automatski ventili i prskalice.

Mreža za povezivanje: tu se podrazumijevaju električne i komunikacijske mreže koje povezuju alarmnu kontrolnu ploču s ulaznim i izlaznim uređajima, napajanjem i ostalim sustavima u zgradi.

Kada alarmna kontrolna ploča primi signal o požaru s ulaznih uređaja ona, prema programiranoj proceduri, aktivira izlazne uređaje i šalje informacije ostalim sustavima u zgradi. Na slici 7-1 je prikazana strukturalna shema protupožarnog sustava. [18,19]



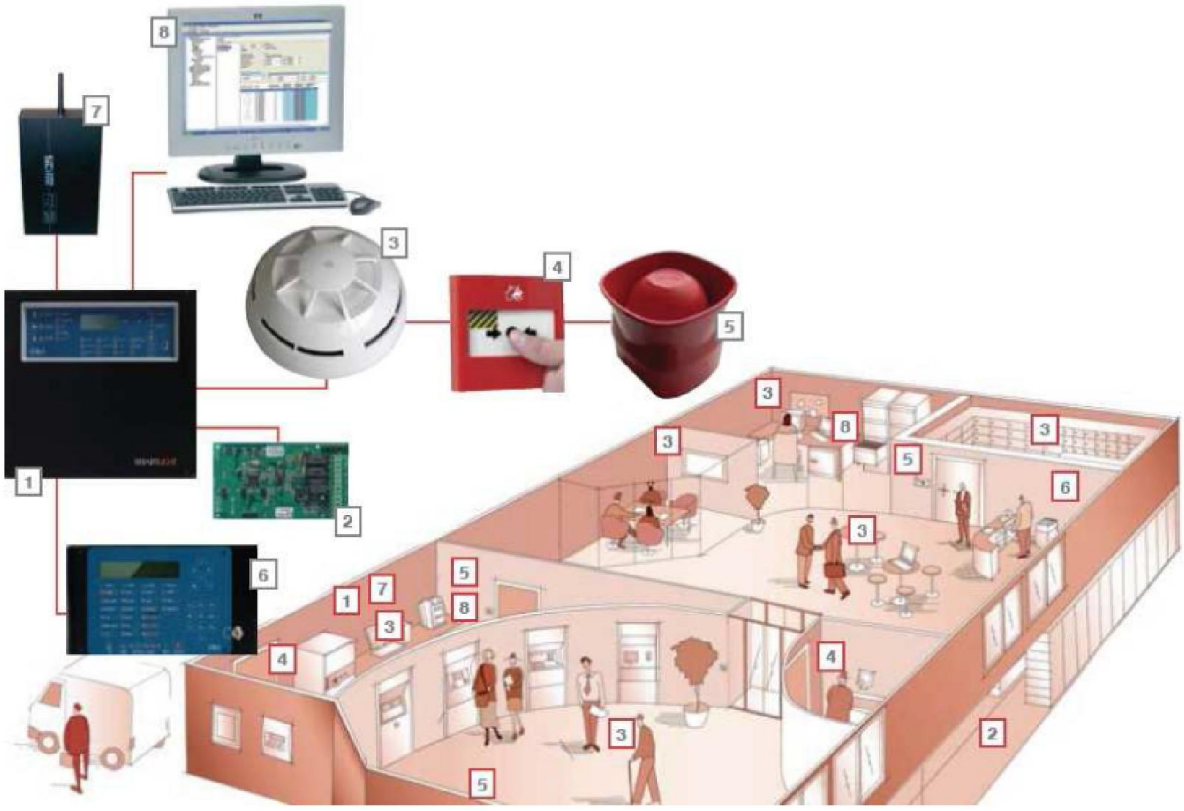
Slika 7-1 Strukturalna shema protupožarnog sustava

7.2. Upravljanje PP sustavom

Sustavi dojave požara razlikuju se po veličini i tehnologiji rada. Koji će se sustav koristiti ovisi od tipa objekta, stupnja ugroženosti od požara, broju osoba koji se u objektu može nalaziti, zakonskim obvezama i željama investitora. Slijedom toga, oprema dostupna na tržištu prilagođena je različitim aplikacijama i onima koji se ne bave profesionalno sustavima za dojavu požara teško je odabrati adekvatne proizvode koji će svojim funkcijama zadovoljiti konkretne potrebe. Pouzdanost, fleksibilnost i jednostavnost korištenja samo su neke prednosti koje donose najnovija dostignuća mikroprocesorske tehnologije, mrežne arhitekture i komunikacijske infrastrukture.

U poslovnim prostorima s većim brojem prostorija, kao što su uredi ili poslovnice banaka, neophodno je osigurati brzu identifikaciju prostorije u kojoj se aktivirao požarni alarm pa je preporučljivo koristiti adresabilne sisteme za dojavu požara. Detektori s kompenzacijom onečišćenja smanjuju mogućnost generiranja lažnih alarma i u nečistim sredinama. Ekonomično rješenje za poslovne objekte s većim brojem prostorija je centrala s jednom petljom i manjim

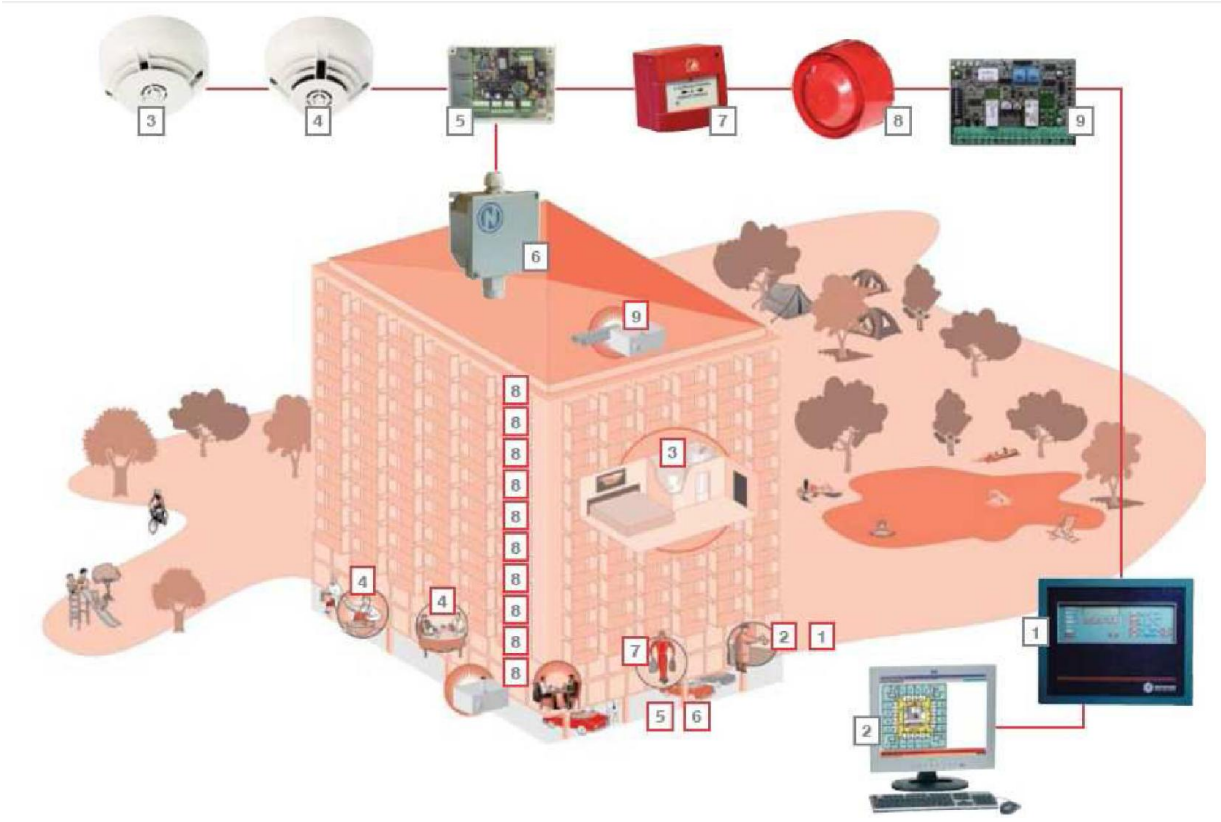
brojem adresa (najčešće su dovoljne 64 adrese) koja omogućava i upravljanje gašenjem požara u npr. računalnoj server sobi. Centrala treba omogućiti upravljanja pomoću lokalnih izdvojenih tipkovnica/panela. U većini se slučajeva koriste optički detektori, a u prostorije u kojima je bitan porast temperature (npr. kuhinje) treba ugraditi termičke detektore. Pri svakom izlazu i na svakoj etaži potrebno je instalirati adresabilne ručne javljače požara. Sirene u sustavu također trebaju biti adresabilne, trebaju se napajati iz petlje kako za njih ne bi trebalo dodatno ožičenje te trebaju biti raspoređene tako da osiguravaju zvučnu signalizaciju u cijelom objektu. Centralu treba smjestiti u tehničku sobu, a dodatne upravljačke tipkovnice na mjestu gdje se uvijek nalazi zaposlenik, kao što je npr. porta. Server sobu dobro je dodatno štititi sistemom gašenja požara kojim se upravlja putem modula za upravljanje gašenjem unutar centrale. Za dojavu u ovom primjeru iskorišten je GSM komunikator. Na slici 7-2 je prikazan primjer adresabilnog rješenja za manje objekte uz potrebne uređaje.



Slika 7-2 Adresabilni sustav protupožarne zaštite
Oznake:1-adresabilna vatrodojavna centrala, 2-modul upravljanja gašenjem požara, 3-adresabilni optički vatrodojavni detektor, 4- adresabilni ručni javljač, 5- adresabilna sirena, 6-upravljački panel, 7-GSM komunikator, 8-softver za programiranje centrale

Za velike sustave u zahtjevnim građevinama podrazumijeva se veliki broj petlji i integracija s drugim sustavima u zgradi. Najčešće primjenjivane integracije su upravljanje dizalima, zatvaranje protupožarnih žaluzina unutar klima kanala, upravljanje protupožarnim vratima, evakuacija, razglas, itd. Često treba osigurati upravljanje i sa sustavom plinodojave unutar garaže, koji treba biti spojen na vatrodojavnu centralu. Kako bi se osobama zaduženim za nadzor olakšao rad s tako velikim i složenim objektom, potrebno je koristiti računalni program s grafičkim prikazom i interaktivnim sučeljem za upravljanje.

Na primjer, hoteli najčešće imaju veći broj etaža ili krila zgrade, pa je potrebno koristiti centralu s velikim brojem petlji (često više od 8). Detektori, ručni javljači i upravljački moduli raspoređuju se po etažama u zasebnim petljama kako bi se osigurala manja ukupna dužina petlje (1000 do1500 m). Posebna petlja koristi se za plinodojavu u garaži. Vatrodojavnu centralu treba postaviti na sigurno mjesto u objektu, a za upravljanje sustavom koristi se računalo s grafičkim programom u kojem je svaki detektor, ručni javljač te ulazni i izlazni modul prikazan ikonom na mapama prostora, što operateru olakšava snalaženje u prostoru i rad sa sustavom. Za svaki detektor moguće je prikazati njegovo onečišćenje, osjetljivost te potvrditi alarm ili grešku. Sirene su adresibilne i s njima je također moguće upravljati. Na slici 7.3 dat je primjer adresabilnog rješenja protupožarne zaštite za velike objekte uz potrebne uređaje. [18]



Slika 7-3 Adresabilni protupožarni sistem za velike objekte
Oznake: 1-adresabilna centrala, 2- programski paket sa mapama za nadzor i upravljanje vatrodojavnom centralom, 3-adresabilni optički vatrodojavni detektor, 4-adresabilni termodiferencijalni termički detektor, 5- priključak za plinodojavni detektor, 6-detektor CO za garaže, 7-adresabilni ručni javljač, 8- adresabilna sirena sa bljeskalicom, 9-adresabilni modul

8. SUSTAV KONTROLE PRISTUPA

Kontrola pristupa je sustav koji omogućava vlasniku ili određenom autoritetu da kontrolira pristup prostorijama i resursima u nekom fizičkom objektu. U stvarnosti je kontrola pristupa svakodnevna pojava. Brava na vratima auta je forma kontrole pristupa. Pin kodovi na bankomatu su također jedan vid kontrole pristupa. Posjedovanje kontrole pristupa je od primarnog značaja kada se želi osigurati važne, povjerljive ili osjetljive informacije i opremu. Sustavi za kontrolu pristupa služe za nadzor i fizičku zaštitu zgrada ili njihovih dijelova. Osnovni zadatak sustava je dozvola pristupa (ulaza ili prolaza) isključivo ovlaštenim osobama. Kontrola pristupa pri tome ima bitnu ulogu u sprečavanju neželjenih kriminalnih radnji i posljedica koje one imaju po sigurnost ljudi i imovine. Njezin zadatak je odvraćanje počinitelja, rano otkrivanje pokušaja počinjenja kaznenog djela, uzbunjivanju počinitelja i interventnih ekipa, te usporavanje počinitelja. Točke kontrole pristupa mogu biti vrata, rampa, parking vrata, dizalo ili druge fizičke prepreke kojima odobravanje pristupa može biti elektronski kontrolirano. Obično su vrata pristupna točka. Elektronska kontrola pristupa vratima može sadržavati nekoliko elemenata. U najužem smislu podrazumijeva samostalnu električnu bravu koju operater zaključava i otključava pomoću prekidača. Da bi se ovaj proces automatizirao, uloga operatera zamijenjena je čitačem. Čitač može biti tipkovnica, čitač kartica ili biometrijski čitač. Čitači obično nemaju funkciju odluke pristupa, nego šalju kod odgovarajućim panelima koji uspoređuju broj s brojevima na listi pristupa. Uglavnom se kontrolira samo dolazak, ali u nekim ustanovama se kontrolira i odlazak (poslovne zgrade i objekti). U tom slučaju potreban je još jedan čitač na suprotnoj strani. U slučajevima kada se ne zahtjeva kontrola izlaska (slobodan izlaz), koriste se uređaji koji se nazivaju "zahtjev za izlazak", odnosno *request-to-exit* (RTE). RTE uređaji mogu biti tipke ili detektori pokreta. Kada se pritisne gumb ili kada detektor osjeti pokret kod vrata, alarm se trenutno ignorira i vrata se otvaraju. [20,21]

8.1. Elementi sustava za kontrolu pristupa

Svaki sistem kontrole pristupa sastoji se od nekoliko osnovnih komponenti: kontrolora, čitača i/ili tipkovnice i elektromehaničkih elemenata za vrata.

Kontrolori su glavna upravljačka jedinica na koju se povezuju čitači kartica, tipke za izlaz, magnetski kontakti za nadzor vrata te izvršni elementi, kao što su elektroprihvatnici. U kontroloru se pohranjuje program funkcioniranja nadziranih vrata, korisnici s njihovim ovlaštenjima i svi događaji na vratima (količina događaja zavisi od veličine memorije kontrolora). Stoga kontrolor može raditi i *offline*, tj. bez spajanja na računalo. U ovisnosti od broja ulaza za čitače, definira se i s koliko vrata kontrolor upravlja. Najčešći su kontrolori za dva čitača, koji mogu upravljati s jednim vratima s obostranom kontrolom ili s dvoja vrata s jednostranom kontrolom i slobodnim izlazom. Mogući su i kontrolori za više čitača, ali pri izboru kontrolora treba voditi računa i o međusobnoj udaljenosti kontroliranih vrata, jer je dužina kabela za čitače i ostale elemente na vratima ograničena. Osim čitača, za svaka vrata je potrebno još minimalno dva ulaza (za magnetski kontakt i tipka za izlaz) te minimalno jedan izlaz za bravu. Napredniji kontrolori omogućuju više alarmnih ulaza za dodatne funkcije te više izlaza za povezivanje s drugim sistemima i signalizaciju. [21,22]

Čitači kartica i tastatura. Čitač radi na način da emitira visokofrekventnu energiju niskog intenziteta (npr. 125 kHz), koja u kartici inducira energiju potrebnu za očitavanje jedinstvenog koda upisanog u mikročipu i slanje tog koda čitaču. Čitači kartica mogu se podijeliti na klasične (neinteligentne), poluinteligentne i inteligentne čitače. Klasični čitači iščitavaju broj s kartice ili PIN kod i prosljeđuju ga kontroloru. Za prijenos podataka do kontrolora tipično se koristi Wiegand protokol, ali nije rijedak slučaj da se koristi RS-232 ili RS-485 protokol. Poluinteligentni čitači imaju sve ulaze i izlaze za upravljanje vratima (tj.bravom, kontaktom za vrata, tipkom za izlaz), ali ne donose nikakve odluke o pristupu. Kada se korisnik predstavlja pomoću kartice ili unese PIN, čitač šalje informaciju kontroloru i čeka odgovor. Ukoliko dođe do prekida komunikacije između kontrolora i čitača, takav čitač ne može obavljati svoju funkciju ili može u nekom degradiranom režimu. Najčešće se ovi čitači povezuju preko RS-232 protokola s kontrolorom. Inteligentni čitači imaju sve ulaze i izlaze za upravljanje vratima, ali imaju i memoriju i mikroprocesore, tako da mogu samostalno donositi odluku o pristupu. U ovom slučaju glavni kontrolor šalje čitaču eventualna ažuriranja podataka i preuzima događaje od čitača. Osim čitača kartica za kontrolu pristupa je moguće koristiti i tipkovnice na način da se korisnik identificira unošenjem svoje šifre. Korištenje samo tipkovnice za identifikaciju je pogodno samo za manje rizične aplikacije, jer se šifra može namjerno ili nenamjerno dati bilo kome. Češće se tipkovnice koriste kao dodatna zaštita uz čitač, tj. potrebno je i imati karticu i

unijeti odgovarajuću šifru za dozvolu ulaza. Za aplikacije visokog rizika sve se više umjesto čitača kartica koristi biometrijska identifikacija, što znači da se koristi neki od jedinstvenog biološkog obilježja osobe. Mjere se pasivne (geometrija lica, mrežnica oka, otisak prsta, geometrija šake, vene na šaci) ili aktivne karakteristike (dinamika potpisa, govor, mimika lica, način kretanja), odnosno njihove kombinacije. Identifikacija se provodi u dvije faze: prvo se skenira biometrijska karakteristika i stvara se njezin digitalni prikaz, a zatim se ispituje podudarnost karakteristike pojedinca sa zapamćenom karakteristikom. Najčešća biometrijska identifikacija danas je identifikacija otiskom prsta koja se, zbog svoje praktičnosti i brzine, koristi u aplikacijama u kojima je bitna brzina, a prihvatljiv je određen rizik lažnog prihvaćanja. [22]

Elektromehanički elementi za vrata. Kontrolirana vrata moraju imati elektromehaničke elemente koji omogućavaju otvaranje i zatvaranje vrata. Uređaji koji sprječavaju otvaranje vrata najčešće su elektroprihvatnici, elektromagnetski držači ili elektromehaničke/elektromagnetske brave. Razlikuju se po sili držanja, da li istovremeno i zaključavaju vrata (brave) te po modu rada (pod naponom otključano ili pod naponom zaključano). Elektroprihvatnici su najpovoljnije rješenje, ali su sile držanja manje i vrata nisu istovremeno i zaključana. Ugrađuju se u dovratnik, dok je na krilu i dalje mehanička brava, a za pravilno korištenje umjesto kvaka potrebno je koristiti nepomične kugle. Za razliku od njih elektrobrave se ugrađuju umjesto mehaničke brave i svakim zatvaranje vrata su ujedno i zaključana, a koriste se kvake koje su u funkciji samo u slučaju dozvole ulaza. Dodatna oprema za vrata uključuje i pneumatski zatvarač – pumpu, koja nakon prolaza vraća vrata u zatvoren položaj. U kontroli pristupa prostoru u kojima ne postoje vrata koriste se elektromehaničke barijere za odvajanje prostora. Najčešće se koriste trokraki mehanizmi (tzv. *turnstile*), staklene pregrade za ljepše enterijere, rešetkasti *turnstile* za zatvore ili kabine za ulaze u poslovnice banaka. Barijerama se može upravljati direktno iz kontrolora, ali sama automatika i eventualne dodatne funkcije barijere ugrađena je u samu barijeru. [21,22]

8.2. Kriteriji za sustav kontrole pristupa

Pri projektiranju sustava kontrole pristupa treba krenuti od sigurnosne razrade, odnosno definiranja rizika objekta (krađe, prevare, sabotaže) i rizika sustava (zloupotreba ovlaštenja,

neusklađenost djelovanja sustava s planom evakuacije, zloupotreba sigurnosne evakuacije, krađa ili krivotvorenje identiteta, informatička sabotaža sustava). Zbog širokog raspona motiva uvođenja sustava kontrole pristupa važno ju je predvidjeti već u najranijoj fazi projektiranja, jer su raspored prostorija i kvaliteta vrata na koje će se kontrola pristupa ugraditi ključni za kvalitetno izvođenje i korištenje sistema. Pri tome posebno treba voditi računa o:

- sigurnosti - sistemski uspostavljena zaštita koja ima cilj zaštititi ljude i njihove aktivnosti, informacije, uređaje i opremu od namjernog i/ili slučajnog neovlašteno djelovanja koje može oštetiti pojedinca i objekt,
- jednostavnosti - brza i jednostavna ugradnja i korištenje,
- mogućnosti proširenja - dodavanje elemenata istog sustava i njegovo uvezivanje s drugim sustavima
- estetici - uklapanje u fizionomiju objekta dizajnom (izgled, boja...).

Mogućnost povezivanja sustava kontrole pristupa veoma je važna za sustav pametne zgrade. Čak 37% instalacija sustava kontrole pristupa uključuje integraciju tog sustava s ostalim sustavima tehničke zaštite, a prvenstveno je riječ o integraciji s video nadzorom, te protuprovalnom i vanjskom zaštitom. Kontrola pristupa je, uz sustav za dojavu požara, sustav koji se najviše integrira s drugim sustavima, bilo da je riječ o tehničkoj zaštiti ili drugim sustavima u zgradi. S obzirom da se kontrolirana vrata često nalaze upravo na evakuacijskim putovima neophodno je signal sa sustava za dojavu požara dovesti na kontrolor pristupa i omogućiti nesmetano otvaranje vrata u smjeru evakuacije. Video nadzor služi kao potvrda identifikacija u objektima većeg rizika tako da operater sustava može usporediti sliku pohranjenu u programu kontrole pristupa za korisnika, koji se očitao sa slikom iz kamere koja pokriva ta vrata. Također, svako nasilno otvaranje vrata ili držanje vrata predugo otvorenim može se provjeriti automatskim pojavljivanjem na ekranu slika s kamere koja pokriva vrata u alarmu. Kontrola pristupa može se koristiti i kao integralni dio protuprovalnog sustava ako se alarmni signali iz kontrolora proslijede na protuprovalnu centralu. Na primjer, ako se prilikom prepada nasilno otvore neka kontrolirana vrata i to proslijedi preko protuprovalnog sustava u dojavni centar zaštitara omogućena je rana detekcija prepada. Kontrola pristupa također je integrirana sa sistemom upravljanja rasvjetom i grijanjem/hlađenjem s ciljem uštede energije. [22]

8.3. Upravljanje sustavom

U stambenim aplikacijama kontrola pristupa se svodi na kontrolu ulaznih vrata te, ako govorimo o kući s dvorištem, ulaska u dvorište i eventualno garaže. Kada već postoji parlafonski sustav i elektroprihvatnik na ulaznim vratima zgrade korisno je dodavanje samostalnog čitača i/ili tipkovnice čime se omogućava korisnicima da ulaze bez korištenja ključa već korištenjem kartice ili šifre. Za samostalne kuće s dvorištem automatika za dvorišna i garažna vrata obično se zbog praktičnosti upravlja s daljinskim upravljačima. Na ulaznim vratima kuće, ali i na dvorišnim vratima, postavlja se vanjska videoparlafonska jedinica kojom se pozivaju unutrašnje jedinice – monitori i slušalice. Uz vanjske jedinice moguće postavljati i samostalni čitač kartica pomoću kojeg ukućani otvaraju elektroprihvatnike na vratima. Automatikom za garažna vrata upravlja se daljinskim upravljačem. Sustav kontrole pristupa za stambeni objekt prikazan je na slici 8-1.



Slika 8-1 Sustav kontrole pristupa za stambeni objekt
Oznake: 1-vanjska video parlafonska jedinica, 2-čitač, 3-unutrašnja video-parlafonska jedinica, 4-parlafonska slušalica, 5-daljinski upravljač za garažna vrata, 6-elektroprihvatnik

Za poslovne objekte s većim brojem zaposlenika u više smjena jedini efikasan način kontrole radnih sati uvođenje je elektronske kontrole radnog vremena. Sustav se povezuje s poslovnim programom tako da se odrađena satnica automatski koristi kao podatak za izračun plaće zaposlenika. Umjesto klasičnih čitača koriste se terminali na kojima postoje i tipke pomoću kojih zaposlenik iskazuje razlog izlaza u toku radnog vremena (poslovno, privatno, doktor, pauza), a ujedno na LCD-u može pročitati ukupno satnicu tog mjeseca. Terminal se postavlja na jednom ili više ulaza u poslovni objekt. Svaki poslovni objekt ima prostorije u koje je ograničen pristup samo određenim osobama, npr. prostorija s kasom, skladište i sl. Na ulaze u te prostorije potrebno je postaviti bezkontaktne čitače kontrole pristupa spojene na kontrolore, koji upravljaju vratima i na koje su spojeni drugi elementi – elektroprihvatnik, kontakt za nadzor zatvorenosti vrata, tipkovnica za izlaz. Kontrolori su, kao i terminali kontrole radnog vremena povezani na računalo pomoću programa koji se koristi za obje funkcije, kontrolu pristupa i kontrolu radnog vremena. Trgovački objekti rade u više smjena, zbog čega je potrebno uvođenje elektronske kontrole radnog vremena. Terminali se postavljaju u blizini ulaza za zaposlenike uz dodatak kamere koja pokriva terminal kako bi se kontroliralo korištenje terminala (uz svako očitanje pohranjuje se i slika osobe koja se očitala). Na ulazu u službene prostorije postavlja se čitač kontrole pristupa kako bi se spriječio neovlašteni pristup, a sustav može biti povezan lokalno na računalo unutar trgovačkog objekta ili putem interneta s centralnim računalom. Poslovni objekti u kojima se nalazi veća količina novca ili nekih drugih vrijednosti povećano su ugroženi od napada, a naročito prostorije u kojima se vrijednosti nalaze. Zbog toga je kontrola pristupa izuzetno bitna kako bi povećao broj prepreka i time produžilo vrijeme dolaska do vrijednosti. *Interlocking* funkcija podrazumijeva da prethodna vrata moraju biti zatvorena kako bi se sljedeća otvorila. Koristi se i u rizičnim situacijama kao što je dovoz novca za privremenu zabranu otvaranja vrata koja se nalaze na putu novca na način da se aktivira *interlock* ulaz na vratima koja se žele privremeno blokirati. Da bi se ta funkcija mogla koristiti, potrebno je instalirati čitače i ostale elemente sustava kontrole pristupa na sva vrata koja vode u dio objekta namijenjen zaposlenicima. Tipovi čitača koji će se koristiti ovise od namjene vrata i razine zaštite. Poslovnica banka koja kao predprostor ima 24 sata dostupan prostor s bankomatima treba na ulazu imati magnetski čitač za očitavanje bankovnih kartica, koji klijentima omogućava ulaz u taj prostor van radnog vremena poslovnice. Na ulazu u prostor poslovnice namijenjen klijentima nalaze se vrata u *interlocking* modu, čime se sprječava brzi ulaz i izlaz iz poslovnice, a između

vrata može se nalaziti detektor metala, koji sprječava otvaranje sljedećih vrata. Sve prostorije u koje klijenti ne smiju ulaziti ili smiju ulaziti samo uz dopuštenje zaposlenika banke, kao što je prostor s pretincima za građane, server soba i naravno pristup prostoriji s kasom ili trezor, mora imati ugrađene čitače kartica ili biometrijske čitače za posebno ugrožene prostore. U ovisnosti od poslovne organizaciji, čitači mogu raditi u varijanti s dva ključa što znači da su za otvaranje vrata potrebne dvije osobe. [21,22]



Slika 8-2 Sistem kontrole pristupa za poslovni objekt
Oznake: 1-magnetski čitač bankovnih kartica, 2-interloking vrata, 3- čitač kartice, 4-biometrijski čitač otiska, 5-kontrolor, 6-magnetski kontakt, 7-tastatura za izlaz, 8-elektromehanička brava, 9-računar sa odgovarajućim serverom, 10-PC radna stanica, 11-sigurnosna ulazna vrata

9. ZAKLJUČAK

U radu je prvo analizirana pametna zgrada s aspekta značenja samog pojma i evolucije kroz period od 1980. pa do danas i može se zaključiti da ne postoji jedinstvena definicija pojma pametne zgrade. Iz definicija se vidi da se ovaj pojam različito objašnjava u različitim zemljama, međutim, ono što je važno da bi zgrada bila pametna je da se na pravi način integrira arhitektura, struktura, okruženje, informacijske tehnologije, automatizacija podsustava i upravljanje resursima. Također, date su osnovne karakteristike sustava upravljanja zgradom.

Automatizacija zgrade bazirana je na korištenju standardnih protokola koji omogućuju korištenje uređaja različitih proizvođača u jednom sustavu. Dat je opis najznačajnijih protokola, kao što su *BacNet, LonWork, Profibus* i EIB/KNX, a za objašnjenje automatizacije sustava u radu korišten je standard EIB/KNX, kao najpoznatiji i najzastupljeniji europski standard. Također, bazirajući se na EIB/KNX standardu navedene su osnovne razlike između klasičnog izvođenja instalacija i „pametnog“ izvođenja instalacija i pokazano je da se isplativost pametnog objekta povećava sa stupnjem automatizacije. Pouzdanost, fleksibilnost i jednostavnost korištenja samo su neke prednosti dostignuća mikroprocesorske tehnologije primijenjene u električnim instalacijama.

Kao primjeri automatizacije sustava u pametnoj zgradi u radu su proučeni sustavi za grijanje, hlađenje i ventilaciju, sustav rasvjete, protupožarni sustav i sustav kontrole pristupa. Sustav za grijanje, hlađenje i ventilaciju i sustav rasvjete promatrani su s aspekta mogućnosti povećanja energetske učinkovitosti bez narušavanja kvaliteta usluge. Povećanje energetske učinkovitosti za ova dva sustava je od izuzetne važnosti s obzirom da oni troše preko 70% ukupne električne energije u zgradi. Osnovni princip uštede električne energije zasniva se na realizaciji upravljanja tako da se energija koristi samo onda kada je potrebno i koliko je potrebno.

Za sistem grijanja, hlađenja i ventilacije predloženo je da se koristi voda kao prijenosni medij kao bolji vodič topline u odnosu na zrak, i u skladu s time upotreba ventilokonvektorskih jedinica koje se mogu koristiti i za grijanje i za hlađenje. Također, dati su primjeri povezivanja uređaja na EIB/KNX glavni vod i povezivanje s drugim uređajima u cilju postizanja veće energetske učinkovitosti.

Za sustav rasvjete osnovni principi uštede električne energije bazirani su na maksimalnom korištenju dnevne svjetlosti, tako da sustav rasvjete samo dopuni nedostajuću količinu svjetlosti, kao i na upotrebi senzora za detekciju prisutnosti. Za automatizaciju predložen je i opisan DALI standard koji je namijenjen za komercijalne svrhe i ima mogućnost povezivanja s EIB/KNX.

Protupožarni sustav i sustav kontrole pristupa opisani su kao najznačajniji sustavi za sigurnost ljudi, podataka i imovine. Oba sustava moraju biti pažljivo projektirana i osigurati zaštitu ljudi, materijalnu zaštitu i održavati kontinuitet aktivnosti koje se obavljaju u zgradi. Veoma je važno da ova dva sustava razmjenjuju podatke između sebe i s ostalim sustavima, da bi se ostvarila maksimalna funkcionalnost. Problem koji i dalje postoji u vezi sa sigurnosnim sustavima je što nisu razvijeni posebni standardi za automatizaciju, tako da se uređaji u sigurnosnom sustavu najčešće povezuju pomoću LAN I RS-485 sučelja.

Detaljnijim pristupom temi pametnih zgrada vidi se da ona predstavlja vrlo složen sustav koji zahtjeva znanje iz područja arhitekture, građevine, ekologije i elektrotehnike uključujući i informacijske tehnologije i elektroniku i telekomunikacije i energetiku. Za sada se kod nas, radi ekonomskih i drugih prilika, slabo prakticira izgradnja pametnih stambenih kuća, iako ima veoma zanimljivih primjera takve gradnje. Međutim, pametne zgrade još uvijek nisu dio naše sadašnjosti, što će se u budućnosti sigurno promijeniti, posebice uvođenjem različitih poticaja od države, Europske Unije i drugih institucija.

LITERATURA

[1] Wang, S.: „Intelligent Buildings and Building Automation“, Spon Press, Oxford, United Kingdom, 2010.

[2] Kolak, I.: Diplomski rad “Mikrokontrolerski sistemi u inteligentnim zgradama”, Elektrotehnički fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2011.

[3] Turajlić, S.: „I Upravljanje procesima pomoću računara“, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2011.

[4] Španić, T.: „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“, EIB – European Installation Bus, Zagreb, 2004.

[5] Sinopoli, J.: „Smart Buildings Systems for Architects, Owners and Builders“, Butterworth-Heineman, 2009.

[6] Korbar, R.: „Grijanje, ventilacija i klimatizacija, dodatak kolegiju“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2002.

[7] ABB STOTZ-KONTAKT GmbH: „Smart Home and Intelligent Building Control, Energy Efficiency in Buildings with ABB and KNX“ http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/APPLICATIONS/2CDC500060M0201_HB_EnergyEfficiency_EN.pdf

[8] ABB STOTZ-KONTAKT GmbH: „Application manual Heating/Ventilation/Air Conditioning“ http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/APPLICATIONS/2CDC500067M0201_ApplikationsHB_HVAC_EN.pdf

[9] „Priručnik za ventilaciju i klimatizaciju“, Energetika marketing, Zagreb, 2003.

[10] Siemens: „Electromotive actuators for combi valves“ http://www.siemens.com/bt/file?soi=A6V10385108

[11] Danfoss: „Regulation for Hydronic Comfort Cooling System, Application Guide“ http://www.hotransz.hu/termekek/danfoss/pdf/VB36A202.pdf

[12] Direktiva 2006/32/EU Evropskog parlamenta i Vijeća o efikasnosti korištenja krajnje energije i energetskih usluga, te odluka o ukidanju postojeće Direktive Vijeća 93/76/EEZ od 5. travnja 2006.

[13] Telektra, „Upravljanje rasvjetom“, http://www.telektra.hr/upravljanje-rasvjetom/

[14] Kostić, M.: “Teorija i praksa projektovanja električnih instalacija, drugo prošireno izadnje“, Akademska misao, Beograd, 2005.

[15] EN 12464-1 Light and Lighting- Lighting of work places, Part 1: Indoor work places, Identical (IDT) with EN 12464-1:2002

[16] DiLouie, C.: „Advanced Lightning Controls“, The Fairmont Press Inc., USA, 2006.

[17] ABB STOTZ-KONTAKT GmbH: „Smart Home and Intelligent Building Control, Product Range Overview 2010/2011“ https://www.busch-jaeger.de/uploads/tx_bjeprospekte/Busch-Jaeger_KNX_Product_Range_Overview.pdf

[18] Alarm Automatika: „Rješenja dojave požara po mjeri“, http://www.alarmautomatika.com/idea-project/document/10049-rjesenja-dojave-pozara.pdf

[19] Kaneshiro, P., Villani, E., Miyagi, P.; „Modeling of Fire Protection Systems in Intelligent Buildings“, ABCM Symposium Series in Mechatronics, Vol. 2, str. 337-344, 2006.

[20] Messaoud, B.: “Access Control Systems”, Springer, 2006.

[21] Norman, T.: „Electronic Access Control“, Elsevier Inc., 2012.

[22] Alarm Automatika: „Rješenje kontrole pristupa i evidencije radnog vremena po mjeri“ http://www.alarmautomatika.com/idea-project/document/09028-rjesenja-kontrole-pristupa-i-evidencije-radnog-vremena.pdf

POPIS SLIKA

Slika 2-1 Piramida razvoja pametnih zgrada 8
Slika 2-2 Tipična konfiguracija BAS/BMS sustava 10
Slika 3-1 Primjer integriranog automatiziranog sustava pametne zgrade koji obuhvaća HVAC, sustav protupožarne zaštite, sigurnosni sustav, sustav rasvjete i napajanja 12
Slika 3-2 BACnet arhitektura 17
Slika 4-1 Primjer klasične i EIB instalacije 20
Slika 4-2 Složena instalacija u klasičnoj izvedbi 21
Slika 4-3 EIB instalacija 21
Slika 4-4 Upravljanje rasvjetom prostorije sa i bez pregrade 22
Slika 4-5 Usporedba troškova klasične i EIB instalacije po fazama 23
Slika 4-6 Shema EIB instalacije 24
Slika 4-7 Povezivanje linija i zona 26
Slika 4-8 Razvodna kutija sa montiranim EIB uređajima 27
Slika 4-9 Jedinica za povezivanje bez terminala i sa različitim terminalima 27
Slika 4-10 Uređaj za brzo povezivanje 28
Slika 4-11 Uređaj koji se montira uz potrošač 28
Slika 4-12 Shematski prikaz povezivanja EIB uređaja i potrošača 29
Slika 5-1 Ovisnost radne efikasnosti zaposlenih o temperaturi u prostoriji 31
Slika 5-2 Potrošnja električne energije u zgradi 31
Slika 5-3 Utjecaj vanjskih i unutrašnjih faktora na klimatske uvjete u prostoriji 33
Slika 5-4 Primjeri elektronskog termostata sa i bez ekrana 36
Slika 5-5 Elektromotorno pokretani ventil 37
Slika 5-6 Struktura HVAC sustava s ventilokonvektorskim jedinicama 38
Slika 5-7 Struktura ventilokonvektorske jedinice 39
Slika 6-1 Shema analognog sustava upravljanja rasvjetom 44
Slika 6-2 Shema digitalnog sustava upravljanja rasvjetom 45
Slika 6-3 Shema primjera upravljanja rasvjetom sa uređajima koji podržavaju DALI proceduru 46
Slika 6-4 Shema primjera gatewaya koji omogućava povezivanje DALI i KNX sustava 46
Slika 7-1 Strukturalna shema protupožarnog sustava 51
Slika 7-2 Adresabilni sustav protupožarne zaštite 52
Slika 7-3 Adresabilni protupožarni sistem za velike objekte 54
Slika 8-1 Sustav kontrole pristupa za stambeni objekt 59
Slika 8-2 Sistem kontrole pristupa za poslovni objekt 61