ENERGETSKA UČINKOVITOST U NAPREDNIM INSTALACIJAMA

Lekić, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:272395

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

Sveučilišni studij

ENERGETSKA UČINKOVITOST U NAPREDNIM INSTALACIJAMA

Završni rad

Marin Lekić

Osijek, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1.Zadatak završnog rada 1

2. PREGLED PODRUČJA TEME 2

3. ELEKTRIČNE INSTALACIJE I RASVJETA 3

3.1. Rasvjeta 4

3.2. Tradicionalna električna instalacija 5

3.3. Napredne električne instalacije 5

3.4. Prednosti pametne instalacije u odnosu na tradicionalnu električnu instalaciju 6

4. EIB/KNX STANDARD 9

4.1. Prednosti KNX/EIB standarda 10

4.2. Upravljanje zgradom pomoću KNX-a 10

4.3. Osnovni elementi KNX sustava naprednih instalacija 11

4.3.1. Ulazni elementi 11

4.3.2. Sistemski elementi 13

4.3.3. Izlazni uređaji 15

5. OPĆENITO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI 16

5.1. Uloga KNX-a u poboljšanju energetske učinkovitosti 16

5.1.1. Štednja energije s KNX-om 17

5.2. Energetski certifikat i certificiranje zgrade 18

6. POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADA POMOĆU KNX SUSTAVA 19

6.1. KNX u školama i fakultetima 19

6.2. KNX u poslovnim zgradama 20

6.3. KNX u bolnicama 20

7. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI KUĆE PRIMJENOM KNX-a 22

7.1 Izračun projekta 29

7.3. Energetska ušteda sustava grijanja 31

7.4. Energetska učinkovitost rasvjete obiteljske kuće 32

8. ZAKLJUČAK 34

9. LITERATURA 35

10. SAŽETAK 36

11. ABSTRACT 36

12. ŽIVOTOPIS.....37

1. UVOD

U ovom radu bit će prikazane i objašnjene napredne električne instalacije, odnosno KNX i energetsku učinkovitost u naprednim instalacijama. Napredne instalacije se sve više primjenjuju zbog veće svijesti o učinkovitijem korištenju energije i resursa, te klimatskih promjena. Skoro sva današnja tehnologija je orijentirana na borbu protiv globalnog zagrijavanja i onečišćenja te se nastoji raznim mjerama, što odlukama i zakonima vlada, što tehnološkim metodama smanjti onečišćenje, a to je moguće samo boljim korištenjem energije. Danas su gotovo sve zgrade orijentirane na energetsku učinkovitost. Energetsku učinkovitost zgrada uvelike možemo poboljšati naprednim instalacijama, pametnim senzorima, arhitekturom. Automatizacija KNX-om je najbolji način za poboljšanje energetske učinkovitosti, jer osigurava ekonomičnu i racionalnu upotrebu energije. Klimatske promjene i iscrpljivanje resursa znače da je učinkovito korištenje energije ključno socijalno pitanje, jer na njih optada 40% ukupne potrošnje energije, a zgrade i slični objekti predstavljalju veliki potencijal za uštedu energije.

1.1. Zadatak završnog rada

Svrha ovog završnog rada je prikazati prednosti i pogodnosti naprednih električnih instalacija te njihovu primjenu u zgradarstvu i navesti mogućnosti povećanja energetske učinkovitosti pomoću KNX/EIB instalacija te izraditi projekt pametne električne instalacije obiteljske kuće, s ciljem povećanja energetske učinkovitosti. Detaljno su objašnjeni svi glavni elementi naprednih instalacija i način rada svakog od njih.

2. PREGLED PODRUČJA TEME

Tema završnog rada je energetska učinkovitost u naprednim električnim instalacijama.

Autor knjige[1] govori o osnovama projektiranja električnih instalacija u stambenim objektima i poslovnim zgradama, govori o tome što je električna instalacija općenito, što je projekt, o shemama i kakavu programsku podršku imamo za projektiranje instalacija(CAD, CAE).

U literaturi [2] pojašnjeno su detaljno svi elemente električnih instalacija i rasvjete te također prikazuje osnovne proračune rasvjete i govori ukratko o EIB sustavima.

Knjiga Električna rasvjeta[3] govori o detaljima projektiranja unutarnje i vanjske rasvjete, na koje paramatre moramo pripaziti i kako je najučinkovitije projektirati električnu rasvjetu.

Internetska stranica Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost[4] prikazuje zakone i propise vezane za energetsku učinkovitost, također opisuje i energetsku učinkovitost u zgradarstvu te raspravlja o Integriranom i nacionalnom energetskom i klimatskom planu (NECP) za razdoblje od 2021.-2030. godine.

Internetski portal Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine objašnjava što je to energetski ceritfikat, koji energetski razredi postoje, važnost energetskog certicifiranja te što uključuje pregled zgrade[7], također pojašnjava važnost energetske učinkovitosti i njezinu provedbu[8].

3. ELEKTRIČNE INSTALACIJE I RASVJETA

Kako je navedeno u literaturi[1]„električne instalacije su sustavi električnih vodiča koji služe za prenošenje električne energije u zatvorenim prostorima te povezuju međusobno spojenu niskonaponsku električnu opremu predviđenu za ispunjavanje određene namjene. "U električnu instalaciju pripadaju svi strujni krugovi nakon kućnog priključka, ako se gleda od izvora prema trošilu što prikazuje slika 3.1. Električne instalacije se izvode u kućama, industriji, gradilištima, poljoprivrednim objektima itd. Električne instalacije moraju biti izvedene na način da zadovoljavaju sve dane propise i da ne predstavljaju opasnost za ljude[1].

Električne instalacije mogu se podijeliti prema području primjene i prema svrsi. Prema području primjene dijele se na [2]:

- Instalacije niskog napona u zgradarstvu pri naponu do 250 V prema zemlji.
- Instalacije niskog napona u industriji pri naponu do 600 V ili do 900 V.
- Telekomunikacijske instalacije niskog napona u zgradarstvu, pri naponu do 50 V odnosno do 120 V.

Prema svrsi električne instalacije se dijele na instalacije:

- rasvjete,
- elektromotornih pogona,
- elektrotermičkih postrojenja,
- i elektrokemijskih postrojenja.

Slika 3.1. Električna instalacija u kući [15]

3.1. Rasvjeta

Svjetlost može imati valnu i čestičnu prirodu. Prema tome podrazumijevamo da svjetlost istovremeno promatramo kao snop elektromagnetskih valova. Rasvijetljenost određene površine, mjerimo u luksima (lx). Tok svjetlosti Φ koji dolazi iz nekog izvora svjetlosti mjeri se u lumenima (lm). Svjetlosni tok izažavamo prema izrazu :

$$\Phi = E \cdot A \text{ (lm)}$$

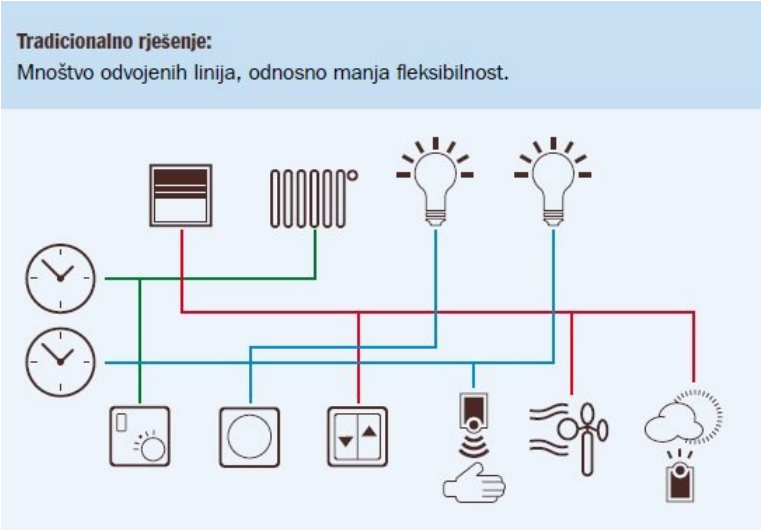
gdje je:

- A(m^2), osvjetljena površina.
- E(lx), rasvijetljenost.

Umjetni električni izvor svjetlosti najčešće predstavlja svjetiljka. Prema literaturi[4]"svjetiljka je naprava koja služi za distribuciju, kontrolu, transformiranje i filtriranje svjetla koje proizvode izvori svjetla. Svjetiljka se sastoji od: jednog ili više izvora svjetlosti, grla za pozicioniranje i priključak izvora svjetlosti na napajanje, optičkih uređaja za distribuciju svjetla, mehaničkih elemenata za montažu i zaštitu i predspojnih naprava za pogon izvora svjetlosti (ako su potrebne)".

3.2. Tradicionalna električna instalacija

Tradicionalne električne instalacije koju su prikazane na slici 3.2. ne omogućuje postizanje velike automatiziranosti zgrade ili objekta te stoga nije moguće postići veliku uštedu električne energije, odnosno poboljšati energetsku učinkovitost. Ušteda električne energije najviše ovisi o aktivnostima samih potrošača(hoće li isključiti rasvjetu pri svom odlasku iz stana, hoće li rasvjeta biti uključena dok ima dovoljno dnevnog svjetla). Kada je električna instalacija zgrade završena ne ostavlje previše mogućnosti za buduće rekonstrukcije i poboljšanja energetske učinkovitosti.

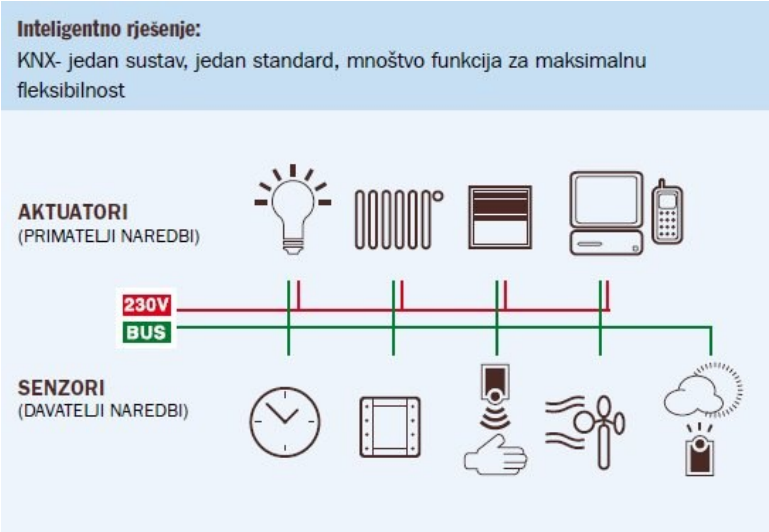


Slika 3.2. Prikaz tradicionalne električne instalacije

3.3. Napredne električne instalacije

Naprednu električnu instalaciju opisujemo kao sustav kod kojeg je integrirano više raznih električnih naprava u domaćinstvu u jedinstveni sustav kojim se upravlja na raznolike načine. Ovisno o načinu života korisnika i njihovim potrebama naprednim instalacijama se može upravljati na više raznih načina. Napredna električna instalacija je instalacija nad kojom postoji apsolutna mogućnost upravljanja, podešavanja, prilagodbe i kontroliranja prema određenim željama i zahtjevima korisnika i potrošača, one se također ugrađuju u kuću ili zgradu kao i klasične instalacije, ali njihovom pomoću možemo vrlo jednostavno upravljati skoro svime, npr. Hlađenjem, ventilacijom, vlažnosti zraka, rasvjetom, klimom, multimedijom, zalužinama, itd. Naprednim električnim instalacijama lako se upravlja svim elementima i uređajima stambenog

objekta i sustava, koristeći naprednije uređaje nego u tradicionalnoj električnoj instalaciji. Raznim uređajima koji su raspoređeni po kući ili zgradi upravljamo pomoću:ekrana osjetljivog na dodir prsta, računala, mobitela, infracrvenim upravljačima. Prema slici 3.3. postoji više uređaja te mogućnosti upravljanja naprednom instalacijom ili stambenim objektom što nam omogućava fleksibilnost i veću razinu udobnosti.



Slika 3.3.Prikaz napredne električne instalacije(KNX)

Zbog interakcija između različitih sustava, ovim načinom se postiže veća razina regulacije i upravljanja sustavom, a to omogućuje veću uštedu energije u zgradi i objektima. U električnoj rasvjeti, najširu i najveću primjenu ima DALI standard (komunikacijska sabirnica – DALI BUS). Skoro pa svi proizvođači rasvjete na svijetu u svoje proizvode integriraju DALI upravljačke elemente kako bi poboljšali energetsku učinkovitost.

3.4. Prednosti pametne instalacije u odnosu na tradicionalnu električnu instalaciju

Fleksibilnost pametne instalacije predstavlja veliku prednosti u odnosu na tradicionalnu električnu instalaciju. To znači da tijekom životnog vijeka zgrade je moguća laka prenamjena i promjena načina fukcioniranja pojedinih dijelova zgrade ili stana dodavanjem raznih upravljačkih elemenata na komunikacijsku sabirnicu ili zamjenom aktuatora. Zbog moguće interakcije između raznih sustava postiže se veći nivo regulacije i automatiziranosti zgrade prema slici 3.4. što omogućuje poboljšanje energetske učinkovitosti.

Slika 3.4. KNX povezanost sustava i opreme

Tablica 3.1. Uštede sustava pametne zgrade [4]

Mjera poboljšanja zgrade	**Ušteda energije**
Napredni sustavi automatizacije	13 – 66 % energije
Pametni sustavi klimatizacije, grijanja i hlađenja	24 – 32 % energije
Pametni prozori(ušteda na hlađenju)	19 – 26 % energije
Pametni prozori(ušteda na svjetlosti)	48 – 67 % energije
Nadzor količine potrebnog prostora	10 % manje potrebnog prostora

Prema internetskoj stranici Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost zgrade predstavljaju oko 40% ukupnog troška energije, zbog toga nam je izrazito bitno da budu što energetski učinkovitije(minimalna potrošnja energije uz što veću udobnost boravka i korištenja zgrade). Energetska potrošnja zgrade ovisi o energetskim sustavima u njoj, korištenim materijalima za njenu gradnju, ali i o klimatskom području na kojem se nalazi.

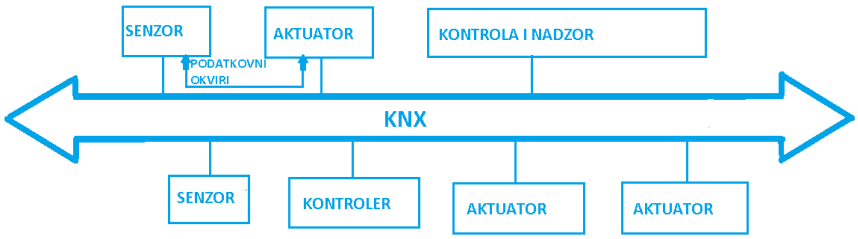
Velika većina zgrada i kuća u Hrvatskoj je izgrađena prije 1987.godine i prema tome često nemaju potrebnu toplinsku izolaciju. Ni 83% zgrada i kuća ne zadovoljava ni Tehničke propise iz 1987. i imaju ogromne toplinske gubitke, uz prosječnu potrošnju energije za grijanje od 130 do 220 kWh/m^2, prema čemu pripadaju u energetski razred E. Što je veća potrošnja energije, veća je i emisija CO_2 plina u atmosferu Zemlje te je potrebno poduzeti određene mjere i propise kako bi smanjili bespotrebnu potrošnju i racionalizirali korištenje energenata[1].

Kako je navedeno u literaturi[1]"energetska učinkovitost u zgradama uključuje niz različitih područja mogućnosti uštede toplinske i električne energije, uz racionalnu primjenu fosilnih goriva te primjenu obnovljivih izvora energije u zgradama, gdje god je to funkcionalno izvedivo i ekonomski opravdano. "Energetski pregled zgrade i energetski certifikat pokazuju energetsko stanje pojedine zgrade ili njenog dijela te sadrže prijedloge za poboljšanje njene energetske učinkovitosti.

4. EIB/KNX STANDARD

Konnex (KNX) je komunikacijski sustav za kontrolu zgrade koji koristi informacijsku tehnologiju za povezivanje uređaja kao što su senzori, aktuatori, kontroleri, upravljački terminali i monitori(slika 4.1.). KNX tehnologija je dizajnirana za upotrebu u električnim instalacijama, a primjenjuje se za automatiziranje funkcija i procesa u zgradama kako bi se povećala energetska učinkovitost zgrade.

KNX je najčešće instaliran u novim stambenim i poslovnim zgradama, ali se može integrirati i u starije zgrade (KNX.PL i KNX.RF). Konnex je međunarodni standard za kontrolu zgrada. KNX je u prosincu ratificirao CENELEC kao europski standard EN 500902003.U 2006. odobren je za uključivanje veliki dio norme EN 50090 u međunarodnom standardu ISO / IEC 14543 [www.konnex.org], što KNX čini jedinim svjetski otvorenim standardom za kontrolu kuća i zgrada. Otvoreno, u ovom kontekstu, znači da uređaji različitih proizvođača mogu međusobno komunicirati preko KNX-a. Standard EN 50090 daje detalje o konfiguraciji i značajkama KNX sustava. To definira topološka pravila za električno povezivanje sabirničkih uređaja i protokole kako ti uređaji međusobno komuniciraju.



Slika 4.1. Povezanost KNX sustava

4.1. Prednosti KNX/EIB standarda

Više udobnosti i komfora, povećana sigurnost i niži troškovi energije i veća energetska učinkovitost zgrada su glavni razlozi za porast broja naprednih električnih instalacija i komunikacijskih sustava u modernim stambenim i poslovnim zgradama.

Moderne zgrade imaju širok raspon senzora(senzori svjetla, senzori pokreta), aktuatora, kontrolnih i regulacijskih uređaja te nadzornih uređaja kao što su kontrolni panela za nadzor i nadgledanje. Svi ovi uređaji koriste se za primjenu različitih funkacija u zgradama kao što su: ulazne i izlazne funkcije, funkcije obrade, upravljačke funkcije i operativne funkcije. Da bi izvršavali složenije funkcije, ti uređaji moraju biti u mogućnosti međusobnog komuniciranja, drugim riječima, trebaju biti u mogućnosti razmjenjivati informacije.

4.2. Upravljanje zgradom pomoću KNX-a

Konnex (KNX) je vodeći komunikacijski sustav za kontrolu zgrade. KNX razvijen je za upotrebu u svim ključnim kontrolama zgrada i sustava i omogućuje planiranje i implementaciju pojedinačnih sustava zajedno kao višesistemsku mrežu. Svi uređaji u različitim sustavima su standardizirani preko KNX veze, tako da mogu međusobno komunicirati (slika 3.3). Ovo pojednostavljuje planiranje i provedbu funkcija zgrade i pruža vrhunsku funkcionalnost, fleksibilnost i udobnost bez ikakvih dodatnih napora i troškova. Postavljanjem odgovarajućih parametara, što može bit izmijenjeno u bilo kojem trenutku, uređaju možete točno reći što bi trebao raditi. Sve to čini KNX sustav izuzetno fleksibilnim, omogućujući vam prilagodbu i proširenje da u bilo kojem trenutku udovolji novim zahtjevima. Bilo u kući ili zgradi, KNX se može koristiti za kontrolu grijanja, rasvjete, klimatizacije i sigurnosti sustava automatizacije. Prednost KNX-a je što ga zgrade mogu relativno jeftino nabaviti i koristiti te bi im se to isplatilo kroz nekoliko godina.

KNX proizvodi koštaju daleko više od onih koji se koriste u konvencionalnim instalacijama. Ulaganje se isplati samo ako se povezuje nekoliko sustava ili ako je postojeća instalacija već fleksibilna i može se lako i brzo modificirati kako bi udovoljila budućim potrebama i zahtjevima. Ovo su neke od prednosti korištenja KNX-a u zgradama:

- Sva svjetla u zgradu mogu se lako uključiti/isključiti pritiskom na tipkalo

- Unaprijed definirane scene rasvjete mogu se aktivirati pritiskom tipkala
- Sve rolete na jednom katu mogu se zatvoriti/otvoriti pritiskom tipkala
- Ulazni prostor zgrade automatski se rasvjetljuje kada netko ulazi
- Središnja upravljačka ploča prikazuje da li je neki prozor na zgradi otvoren ili zatvoren
- Tipka za paniku uključuje sva svjetla u zgradi
- Ventili radijatora se otvaraju ili zatvaraju u ovisnosti je li prozor otvoren ili zatvoren

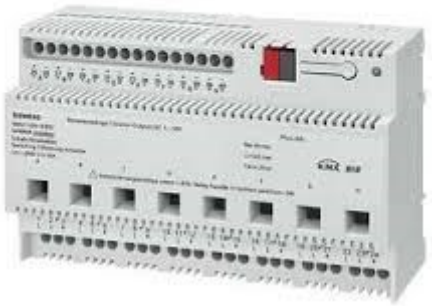
4.3. Osnovni elementi KNX sustava naprednih instalacija

U funkcijskom smislu sastavnice pametne instalacije se mogu podijeliti na:

- Sistemske elemente
- Ulazne elemente
- Aktuatore(izlazni elementi)

4.3.1. Ulazni elementi

- Ulazni binarni modul prikazan na slici 4.2. ima funkciju da integrira sve informacije ulaznih elemenata u naprednu instalaciju, a ti elementi nisu „pametni“ (npr. prozorski kontakti, sklopke, termostati, higrostati).



Slika 4.2. Ulazni binarni modul [5]

- Digitalni sat(slika 4.3.) prema literaturi[6] nam daje funkciju praćenja vremena i paljenje ili gašenje određenih elemenata napredne električne instalacije prema mjesečnom vremenskom programu.

Slika 4.3. Digitalni sat [5]

- Višestruko pametno tipkalo ima 3 para tipki koje se mogu isprogramirati i prikazano je na slici 4.4., za upotrebu u ručnom upravljanju sobnim uređajima i opremom (npr. pumpe, ventilatori, ventili).

Slika 4.4. Trostruko tipkalo [5]

- Stropni senzor prisutnosti prikazana na slici 4.5. je senzor prisutnosti ljudi, predviđen za montiranje na strop prostorije.

Slika 4.5. Stropni senzor prisutnosti [5]

- Meteorološka stanica(slika 4.6.) opremljena je uređajima i senzorima za mjerenje temperature, vjetra, vlažnosti zraka te se postavlja na pročelje zgrade.

Slika 4.6. KNX meteorološka stanica [5]

4.3.2. Sistemski elementi

- KNX jedinica za napajanje generira komunikacijsku sabirnicu, većina jedinica za napajanje ima integriranu prigušnicu, broj jedinica na napajanje određuje se brojem sabirničkih uređaja(slika 4.7.).

Slika 4.7. KNX jedinica za napajanje [5]

- IP Router omogućuje komunikaciju između računala i KNX/EIB sabirnice, omogućuje programiranje KNX sabirnice putem TCP/IP-a i prikazan je na slici 4.8.

Slika 4.8. IP Router [5]

- BUS kabel(slika 4.9.) se koristi za prijenos podataka i informacija i za napajanje,njegova izolacija je najčešće zelene boje.

Slika 4.9. BUS kabel [5]

- KNX/DALI Gateway je sučelje između KNX instalacije i DALI rasvjetnog sustava. Omogućava upravljanje rasvjetom do 64 DALI uređaja u maksimalno 32 grupe putem KNX sustava. Prikazan je na slici 4.10.

Slika 4.10. KNX/DALI Gateway [5]

4.3.3. Izlazni uređaji

- Aktuator za rolete(slika 4.11.) ima implementirana četiri 3-položajna preklopna izlaza, za priključak određenih elektromotornih pogona roleta na prozorima(4 × 6 A/230 V).

Slika 4.11. Aktuator za rolete [5]

- Sklopni aktuator prikazan na slici 4.12. ima osam relejnih izlaza (8 × 16 A/230 V). Koristi se za uključivanje i isključivanje raznih uređaja, napaja se istosmjernim ili izmjeničnim naponom.

Slika 4.12. Sklopni aktuator [5]

5. OPĆENITO O ENERGETSKOJ UČINKOVITOSTI

Energetsku učinkovitost generalno možemo shvatiti kao odnos između korisno ostvarenog učinka i energije koja je potrošena da bi ostvarili taj učinak. U zgradarstvu energetska učinkovitost znači korištenje manje količine energije za rasvjetu, hlađenje, grijanje, a da razina udobnosti ostane približno ista.

Stupanj iskorištenja (η) predstavlja fizikalnu veličina koja opisuje djelotvornost nekog stroja ili postrojenja, a predstavlja omjer izlazne snage (P_{iz}) i ulazne snage (P_{ul}) prema izrazu (5-1):

$$\eta = P_{iz}/P_{ul} \tag{5-1}$$

Višestruki procesi zahtijevaju drugačiji postupak računanja zbog same kompleksnosti procesa koji se sastoji od nekoliko stupnjeva djelovanja. Takav stupanj djelovanja dobivamo množenjem svih stupnjeva djelovanja koji su obuhvaćeni procesom prema (5-2):

$$\eta_{uk} = \eta_x \cdot \eta_y \tag{5-2}$$

5.1. Uloga KNX-a u poboljšanju energetske učinkovitosti

Potrošnja energije može se optimalno uskladiti s potražnjom tijekom rada. Automatizacija zgrada s KNX nudi najbolje preduvjete za to. Osigurava ekonomično korištenje energije i time povećava energetsku učinkovitost zgrade.

Bus uređaji reguliraju i kontroliraju generirani kapacitet grijanja i hlađenja u skladu s potražnjom. Postrojenja za rasvjetu djeluju učinkovitije korištenjem senzora i programskih satova. Integrirani sustav automatizacije obuhvaća sve obrte i omogućuje povezivanje sa sustavima dnevne svjetlosti, sustavima za zaštitu od sunca, ventilacijskim zaklopcima i drugim sustavima čime se mogu iskoristiti potencijali za uštedu energije.

Inteligentno snimanje podataka o potrošnji (pametno mjerenje) kao i povezivanje s inteligentnim mrežama (Smart Grid) otvara nove mogućnosti za daljnju optimizaciju i povećanje energetske učinkovitosti i danas iu budućnosti[7].

U slučaju najmanje dva projekta,izravno investicijski troškovi za optimiziranje protoka energije su niski u usporedbi s rezultatima. Odmah je izvršena amortizacija. To je povezano s integriranim

pristupom i višestrukom uporabom sustava. Automatizacija zgrada s KNX-om nudi sve vrste prednosti: fleksibilna električna instalacija za promjene uporabe i proširenja, veću učinkovitost u upravljanju i održavanju zgrade, povećanu sigurnost materijalnih sredstava i ljudi, višu razinu udobnosti i dobrobiti na radnom mjestu, u javnim i stambenim zgradama.

Upravljanje uštedom energije stoga je samo jedan od njih. Nakon što su instalacije i funkcije integrirane, daljnje smanjenje potrošnje energije često se može postići jednostavnim programiranjem,bez potrebe za dodatnim hardverom i instalacijama.
U projektima koji su predstavljeni, gotovo svi od njih imaju moguće mjere štednje s KNX-om, koji često istovremeno služe udobnosti, sigurnosti i ekonomičnosti poslovanja.

5.1.1. Štednja energije s KNX-om

- Do 60% KNX regulacijom ventilacije
- Do 60 % s KNX kontrolom rasvjete
- Do 50 % s KNX kontrolom određene prostorije
- Do 40% s KNX kontrolom sjenila

Shodno tome da je tehnologija električne instalacije dostupna u svim zgradma, KNX sustav naprednih instalacija osigurava uštede u troškovima energije za umjetnu rasvjetu, grijanje, hlađenje i klimatizacijske sustave kao i sve ostale.

U današnje doba štednje koje se postižu u primjeni i praksi su do 55 posto i više za rasvjetu, dok je do 50 posto moguće za pojedinačn kontrolu sobe kao što pokazuje studija. Naravno sve ove vrste usporedbi daju za pretpostaviti povezanost s tradicionalnim metodama. U slučajevima renoviranja u kojima je zgrada unaprijeđena u smislu energetske učinkovitosti za očekivati je povećanja energetske učinkovitosti od najmanje 5 do 20 posto.

5.2. Energetski certifikat i certificiranje zgrade

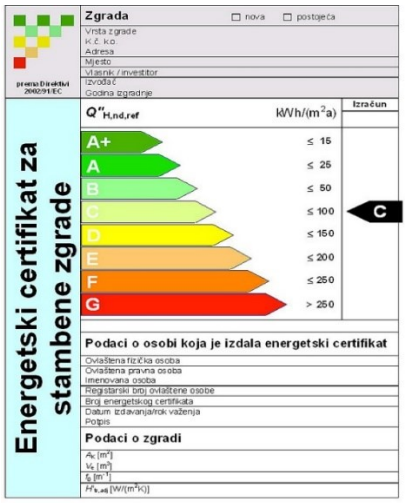
Prema literaturi[8]“energetski certifikat je dokument koji predočuje energetska svojstva zgrade a izrađuju ga ovlaštene osobe za energetsko certificiranje – energetski certifikatori.“

„Energetsko certificiranje je skup radnji i postupaka koji se provode u svrhu izdavanja energetskog certifikata a uključuje energetski pregled zgrade, potrebne proračune za referentne klimatske podatke za iskazivanje specifične godišnje potrebne toplinske energije za grijanje, specifične godišnje potrebne toplinske energije za hlađenje, specifične godišnje isporučene energije, specifične godišnje primarne energije, specifične godišnje emisije CO2, određivanje energetskog razreda zgrade i izradu energetskog certifikata [8].“

Stambene i nestambene zgrade svrstane su u 8 energetskih razreda prema energetskoj ljestvici od A+ do G(A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred što vidimo na slici 5.1.)[8].

U postupku provođenja izdavanja energetskog certifikata zgrade provode se analize koje se odnose na:

- Sustav grijanja i hlađenja
- Sustav električne rasvjete i instalacija
- Sustav potrošnje električne energije
- Gospodarenje energijom u zgradi
- Mjerenje, regulaciju i upravljanje itd.



Slika 5.1. Energetski certifikat zgrade [7]

6. POVEĆANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZGRADA POMOĆU KNX SUSTAVA

6.1. KNX u školama i fakultetima

Škole i fakultet su zgrade s raznolikim prostorima, od učionica, predavaonica do soba za osoblje, zbornica, teretana, pa sve do radionica i laboratorija. Električna instalacija zgrade mora imati potrebnu fleksibilnost i funkcionalnost kako bi odgovarala toj složenosti. Sigurnost u školi i fakultetima podliježe mnogim zakonskim propisima, standardima i smjernicama. Prvo zbog znatnog broja osoba u zgradi, ali posebno zbog dužnosti nadzora i visoke razine odgovornosti nastavnog osoblja i školskih vlasti prema učenicima i studentima.

Uloga KNX-a u sigurnosti škola i fakulteta:

- Ravjeta hodnika radi kada su zaposlenici pristuni i kada prolaze hodnikom te pruža pravu količinu rasvijetljenosti kada je to potrebno.
- Vanjska i okolna rasvjeta uvijek su uključeni kada nema dovoljno dnevnog svjetla i kada imamo ljudsku prisutnost.
- Pri olujama automatski se zatvaraju prozori i podižu se žaluzine i rolete.
- Prozori i vrata koji su slučajno ostali bespotrebno otvoreni su prikazani na kontrolnom zaslonu.
- U pogreškama grijanja sustav brzo reagira te ih prijavljuje te se šteta može izbjeći ili umanjiti što je važno zbog ekonomičnosti.
- Grijanje se automatski isključuje ako se prozori otvore ili nagnu za ventilaciju da bi se izbjeglo bespotrebno gubljenje topline, sustav nastavlja raditi neovisno nakon zatvaranja.
- Stalna kontrola svjetla s kontrolom dnevnog svjetla dozvoljava samo onu rasvjetljenost koja je potrebna, manje svjetla bliže prozoru, više svjetla uz zid.
- Troškovi grijanja najviše pridonose manjku energetske učinkovitosti, a pomoću KNX sustava učionice i predavaonice se griju samo onda kada je to potrebno.

6.2. KNX u poslovnim zgradama

Funkcije poslovnih zgrada i kontrole medija su integrirane u jedan operativni koncept te se visokom tehnološkom svestranošću konferencijskih dvorana lako se upravlja. U poslovnim zgradama se zahtijeva visoka fleksibilnost svih zaposlenika te samih poslovnih zgrada kako bi maksimalno poboljšali energetsku učinkovitost i dobit. Zgrade moraju ponuditi optimalne radne uvjete,sigurnost u svakom trenutku, modernu udobnost i minimalizirati štetu koliko je to moguće u hitnim slučajevima.

Uloga KNX-a u poslovnim zgradama:

- Ako se ured ne koristi, svjetlo se u potpunosti isključuje, rasvjetom se može upravljati pomoću senzora prisutnosti, povezivanjem na ulaznu kontrolu ili vremenskim timer-om.
- Svjetlost i sjena kontroliraju se na takav način da se optimalno može iskoristiti postojeće dnevno svjetlo, a istovremeno se sprječava odsjaj svjetlosti. Uključivanje svjetla i zatvaranje roleta je situacija koju izbjegavamo što je više moguće. Štedi se električna energija, a klimatizacijski sustav ne treba koristiti protiv sunčeve svjetlosti i topline koju stvaraju umjetna rasvjeta, rolete se automatski prilagođavaju položaju sunca.
- Po noći postavka "centralno isključivanje" može smanjiti grijanje, hlađenje i ventilaciju i time pomaže u smanjenju troškova.
- Nesreće zbog neadekvatne rasvjete mogu se lako izbjeći. Ako je rasvjeta hodnika uključena kada je osoba u hodniku, to znači da rasvjeta radi kako treba.
- Neželjeni gosti i provalnici mogu se uočiti pomoću alarma.
- Pritiskom na tipku, cijela konferencijska dvorana može se prebaciti na trenutni način korištenja (upravljanje scenarijem). Primjerice, tijekom prezentacije možete spustiti rolete, razviti projekcijsko platno, isključiti svjetlo u području oko zaslona, spustiti svjetla u ostatku prostorije na 10% i uključiti digitalni projektor samo jednim dodirom tipke.

6.3. KNX u bolnicama

Na pojedinim odjelima u bolničkim ustanovama automatska kontrola rasvjete osigurava ugodne radne uvjete i izbjegava odsjaj u laboratorijima. U rashlađenim prostorijama štedi se energija tako

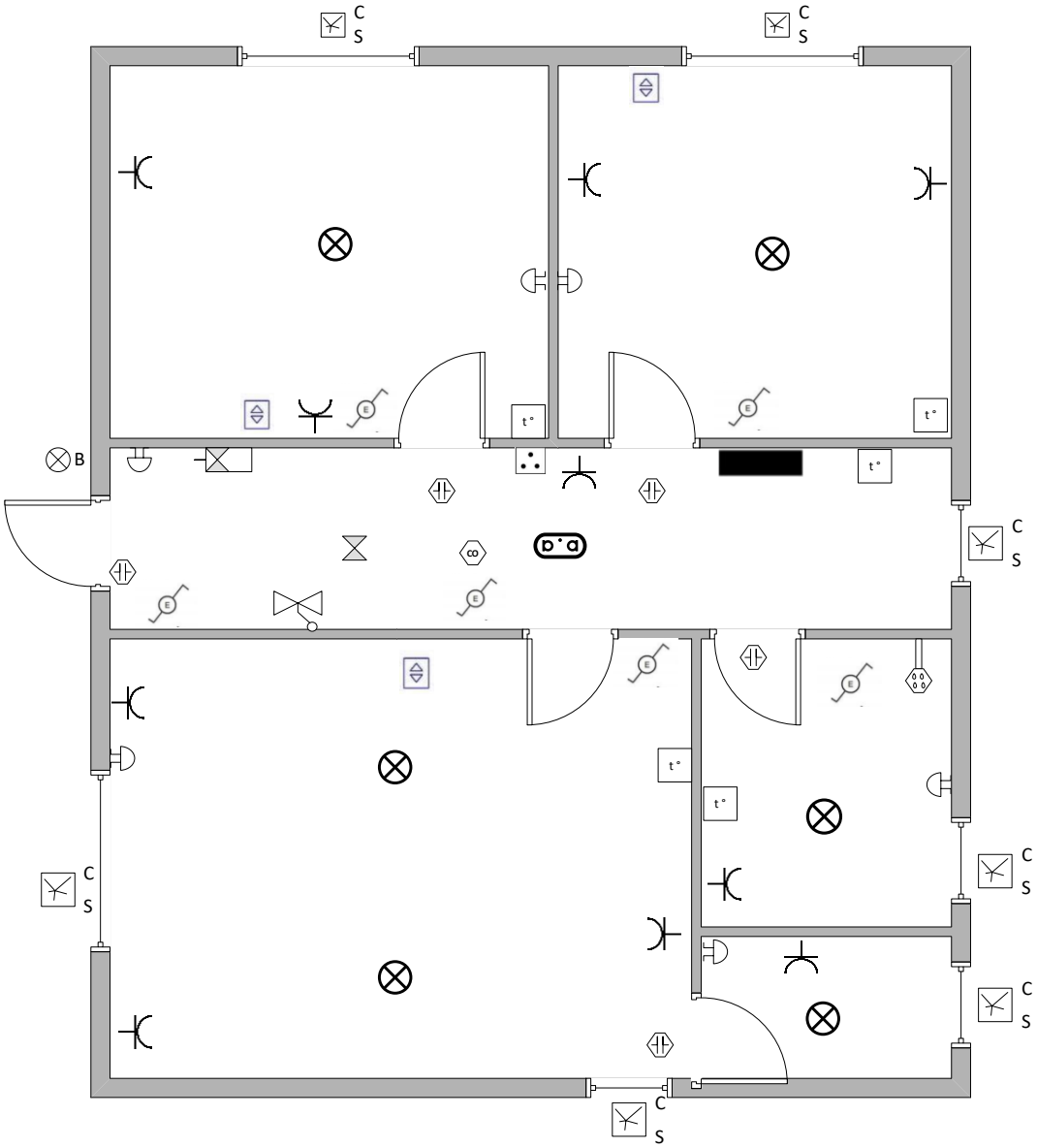
što se sprječava ulazak sunčevih zraka. Ekonomičnost, sigurnost i udobnost od velike su važnosti u sve konkurentnijem zdravstvenom sektoru. Bolnice se suočavaju sa pružanjem visokokvalitetnih usluga uz minimalan trošak vremena, novca i energije.

Uloga KNX-a u bolnicama:

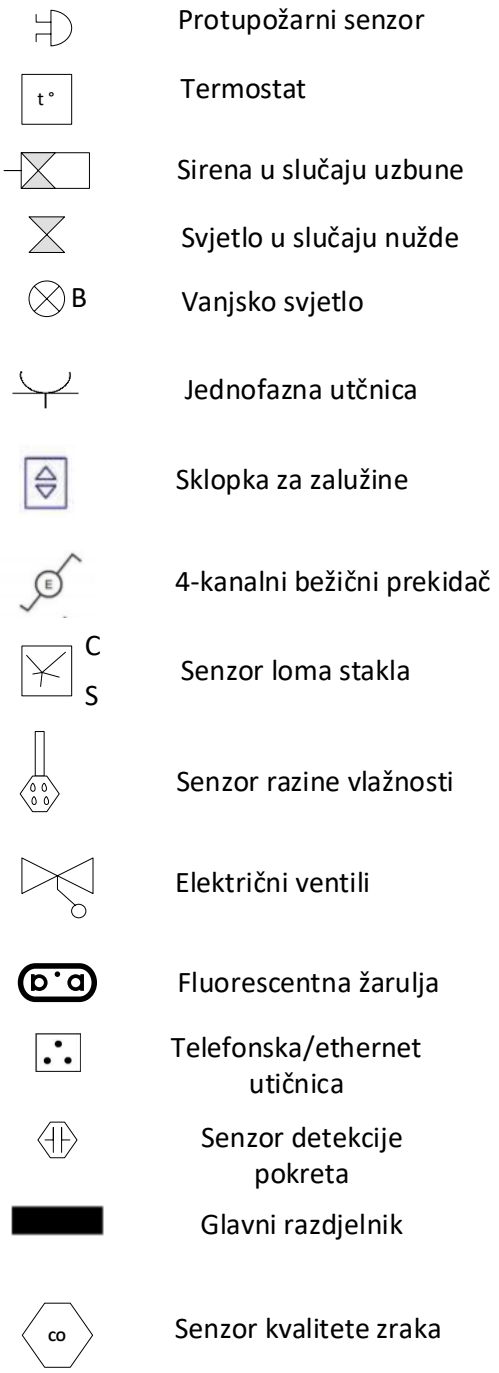
- Ako pacijent otvori prozor, grijanje se automatski isključuje. To štedi energiju i troškove. Po zatvaranju prozora, grijanje se automatski uključuje.
- Svjetlost i sjena kontroliraju se tako da se, koliko je to moguće, koristi dostupno dnevno svjetlo. Uključivanje svjetla i zatvaranje roleta situacija je koja se maksimalno izbjegava. Štedi se električna energija, a klimatizacijski sustav se ne treba koristiti pri otvorenim/zatvorenim prozorima. Da bi se to dogodilo, rolete se automatski prilagođavaju, ovisno o položaju Sunca.
- Stalna regulacija svjetlosti automatski opskrbljuje sobu samo potrebnom količinom umjetnog svjetla, npr. 30% umjesto potpuno uključenog svjetla te je razina rasvijetljenosti uvijek na odgovarajućoj razini. Naravno, rasvjetu uvijek možemo prilagoditi svojim potrebama.
- KNX značajno smanjuje troškove bolnica, grijanjem, hlađenjem i provjetravanjem prostorija za pacijente, čekaonica i laboratorija, sobna temperatura se kontrolira detektorima kretanja.
- Mrežna povezanost omogućuje KNX-u u bolnicama da se upravljanje zgradom proširi još na nekoliko dijelova zgrade ili čak na druge zgrade. Čak i u udaljenim bolnicama postoji mogućnost optimalnog upravljanja zahvaljujući mrežnoj povezanosti i trenutnim informacijama.
- U sobama koje se ne koriste noću, npr. u terapijskim centrima rasvjeta i oprema mogu se isključiti u centralnoj prostoriji pomoću KNX sustava.
- Pacijenti kojima je potrebna pomoć u kupaonici mogu jednostavno i brzo dozvati pomoć povlačenjem tipke za alarm.
- Kako bi se zajamčila trajna dostupnost napajanja, svi izvještaji o greškama prenijet će se brzo i sigurno putem GAMMA sabirnica. To poboljšava sigurnost za pacijente i bolničko osoblje te smanjuje troškove održavanja.

7. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI KUĆE PRIMJENOM KNX-a

Za izradu projekta poboljšanja energetske učinkovitosti pomoću naprednih instalacija(KNX) odabrana je jedna obiteljska kuća, te je na njenom primjeru prikazana implementaciju elemenata napredne električne instalacije te kako je pomoću tih elemenata poboljšana energetska učinkovitost. Projekt bi uključivao skup osnovnih i naprednih funkcija pametne kuće i naprednih instalacija koje bi po mišljenju autora povećale razinu udobnosti, sigurnosti i ekonomičnosti kuće. Na slici 7.1. je prikazan tlocrt obiteljske kuće.



Slika 7.1. Tlocrt obiteljske kuće



Slika 7.2. Kazalo simbola

Kuća se sastoji od dnevnog boravka, hodnika, kuhinje, kupatila i 2 spavaće sobe. Integriranjem KNX-a postojat će mogućnost kontrole temperature u svim prostorijama, termostatski senzor

omogućava precizno automatsko podešavanje temperature prostorije. Kontrola temperature ima preciznost od 0,5 celzijevih stupnjeva,a termostati rade regulaciju pomoću pulsno-širinske modulacije. Također će biti implementirana mogućnost podešavanja inteziteta svjetlosti u svim prostorijama.

Na ulaznim vratima u kuću nalazit će se senzor detekcije pokreta koji će slati potrebne informacije o stanju otvorenosti/zatvorenosti vrata. U slučaju otvorenosti univerzalni aktuator će isključiti grijanje ili hlađenje ovisno o situaciji zbog štednje energije. Sva rasvjetna tijela imat će sposobnost uključenja/isključenja u nezavisnosti od ostalih elemenata te će imati također mogućnost smanjenja ili povećavanja razine rasvjetljenosti. Dvostrukim tipkalom kojim se upravlja rasvjetom moguće je upaliti ili ugasiti rasvjetu i upravljati intezitetom rasvijetljenosti u prostorijama. Postoji mogućnost postavljanja žaluzina u 8 položaja. U dnevnom boravku će se nalaziti uređaj Multitouch Pro putem kojeg se upravlja sustavom cijele kuće. Zbog povećanja sigurnosti nakon aktiviranja vanjskog senzora pokreta na ulaznim vratima Multitouch pro uređaj pokazuje informaciju na ekranu da je senzor aktivan. Aktuator vremena ima svoju veliku važnost u podizanju sigurnosti i udobnosti obiteljske kuće. Aktuator vremena funkcionira tako da regulira položaje žaluzina po danu. U trenutcima kada sunčevo zračenje direktno ide na prozore, aktuator će zatvoriti žaluzine do određene razine dovljno da prodire svjetlost bez blještavila Sunca. U specifičnim trenucima , pri pomicanju sunca, aktuator će ponovno otvoriti žaluzine na prozorima, a navečer ih skroz zatvoriti kako bi podigli razinu privatnosti ako je to potrebno pri obiteljskim okupljanjima. Vremenski aktuator je isprogramiran da pri trenucima kada je obiteljska kuća prazna i kada nema nikoga u njoj da postavi način“virtualna prisutnost“. Virtualna prisutnost znači da prolaznicima izvana izgleda kao da netko u kuću boravi što smanjuje mogućnost provala.

Neke od funkcija koje će se implementirati:

- Sustav automatskog paljenja i gašenja svjetala u svim prostorijama u ovisnosti u prisutnosti u toj prostoriji i potrebama
- Podesivi sustav rasvjete za dnevnu i spavaće sobe
- Klima uređaj u dnevnoj sobi reguliran termostatom
- Senzori temperature i protupožarni senzori u svim prostorijama
- Magnetski senzori za otkrivanje otvaranja/zatvaranja ulaznih vrata
- Senzori na prozorima za prilagođavanje roleta položaju i jakosti Sunčevog zračenja
- Senzori vibracija na prozorima koja upozoravaju na lom prozora ili provalu
- Elementi korisničkog upravljanja u hodniku

Sada slijedi potrebna oprema. Kako bi se udovoljile potrebe i zahtjevi većine soba, koristiti će se sljedeće:

Osnovni uređaji za upravljanje:

- Aktuatori služe za upravljanje električnim ventilima, rasvjetom, odabrana su 2 aktuatora s 8 izlaza(slika 7.3).

Slika 7.3. Aktuator [5]

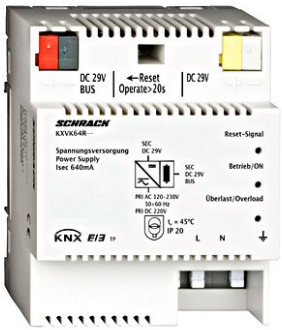
- KNX IP router prikazan na slici 7.4. služi kao spojnik područja ili linije s LAN-om, brzi komunikacijski medij za razmjenu telegrama.

Slika 7.4. KNX IP router [5]

- Za upravljanje će biti korištem tablet kao što se može vidjeti na slici 7.5. Ima 8 tipaka koji se mogu prilagoditi potrebama svake prostorije i zaslon prikazuje očitanja i informacije stanja svake prostorije i elementa, te stanja aktuatora.

Slika 7.5. Zaslon osjetljiv na dodir [5]

- Napajanje uređaja će se vršiti pomoću uređaja na slici 7.6.



Slika 7.6. Uređaj za napajanje [5]

- Osim svega navedenog, također je potrebno sučelje USB tipa da možemo komunicirati s mrežom. Koristit će se uređaj prikazan na slici 7.7.

Slika 7.7. USB KNX [5]

- Za upravljanje zalužinama prozora preporučava se korištenje sklopki prikazanih na slici 7.8.

Slika 7.8. Sklopka za zalužine [5]

Svaka napredna instalacija mora imati određeni broj senzora kako bi se dodatno povećala energetska učinkovitost kuće ili zgrade. Slijede neki od njih:

- Senzor detekcije pokreta i prisutnosti prikazan na slici 7.9.

Slika 7.9. Senzor detekcije pokreta i prisutnosti [5]

- Termostat prikazuje informacije o temperaturi (slika 7.10.).

Slika 7.10. Termostat [5]

- Senzor loma stakla nam šalje upozorenje o eventualnom puknuću stakla, te je prikazan na slici 7.11.

Slika 7.11. Senzor loma stakla [5]

- Senzor rasvijetljenosti služi za podešavanje inteziteta svjetlosti, prikazan je na slici 7.12.

Slika 7.12. Senzor rasvijetljenosti [5]

- Protupožarni senzor ili senzor dima prikazan na slici 7.13.

Slika 7.13. Protupožarni senzor [5]

7.1 Izračun projekta

Jedan od glavnih ciljeva bila je maksimalna minimalizacija troškova projekta integriranja KNX-a. Glavni kriteriji za odabir opreme bili su cijena i funkcije elemenata. U tablici 7.1. je prikazan ukupni trošak materijala projekta.

Tablica 7.1.

NAZIV ELEMENTA	KOLIČINA	CIJENA(kn)	UKUPNA CIJENA(kn)
TEROMOSTAT	5.00	703	3515
SENZOR OSVJETLJENOSTI	6.00	458	2748
ALARM ZA UZBUNU	1.00	750	750
MOTOR ZA ROLETE	4.00	1090	4350
USB KNX	1.00	1400	1400
SENZOR PRISUTNOSTI	1.00	420	420
KNX KABAL 200 m	1.00	1125	1125
MAGNETNI DETEKTORI OTVARANJA VRATA/PROZORA	4.00	270	1080
KNX NAPOJNA JEDINICA 640 mA	1.00	1590	1590
DETEKTOR LOMA STAKLA	5.00	435	2175
TIPKALO	4.00	340	1360
REGULATOR ZA RADIJATORE	8.00	287	2296

UPRAVLJAČKI TABLET	1.00	1200	1200
REGULARNI AKTUATOR,4-KANALNI	2.00	3900	3900
PROTUPOŽARNI SENZOR	6.00	394	2364
REGULIRANI AKTUATOR,8-KANALNI	2.00	6400	12800
ETS PROGRAMIRANJE	-	7500	7500

Ukupni troškovi bi iznosili oko 50570 hrvatskih kuna.

7.2. Proračun uštede električne energije

U tablici 7.2. prikazani su uređaji koji „bespotrebno“ troše električnu energiju, odnosno kada to nije potrebno(punjač za mobitel priključen u utičnicu, ali mobitel nije priključen na punjač)

Tablica 7.2.

NAZIV UREĐEJA	KOLIČINA	POTROŠNJA(Watt)	UKUPNA POTROŠNJA(Watt)
Klimatizacijski uređaj	1	1	1
Laptop	2	16	16
Razni punjači	3	0.2	0.6
Router	1	11	11
Igraća konzola	2	10	20
TV	2	2.5	5
Set-top box	1	15.6	15.6
-	-	Ukupno(Watt)	69.5

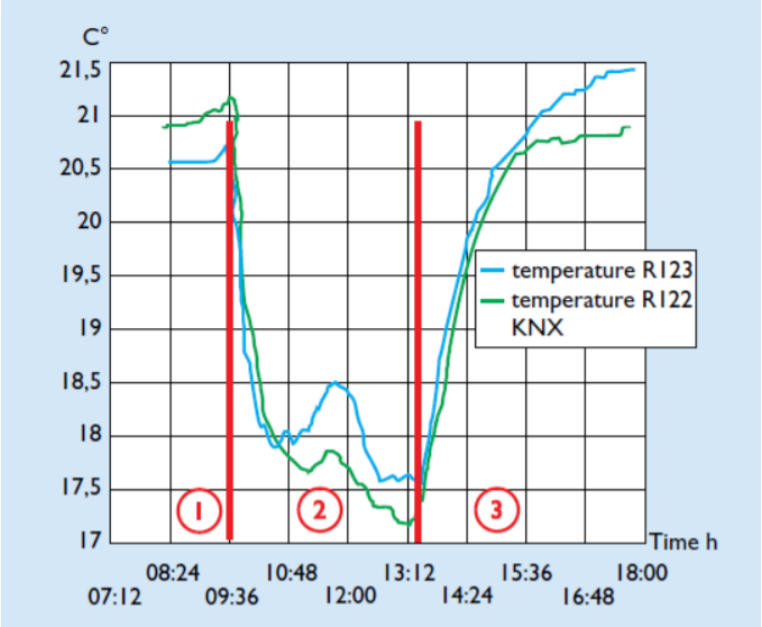
Pomoću elemenata napredne instalacije mogli bi imati veću kontrolu nad potrošnjom navedenih uređaja u tablici 7.2. Korisnik može definirati vremenski period u kojem bi se svi uređaji isključili na način da se prekine strujni krug pomoću uređaja za upravljanje radom utičnica.

Podrazumijeva se da se navedeni uređaji sigurno ne koriste 10-ak sati što znači da su dnevne brojke do 695 Wh. Ta energija je beskorisno utrošena. Godišnje bi to iznosilo 253,675 kWh. Pomoću upravljanja radom utičnica godišnja ušteda bi iznosila oko 187 hrvatskih kuna.

7.3. Energetska ušteda sustava grijanja

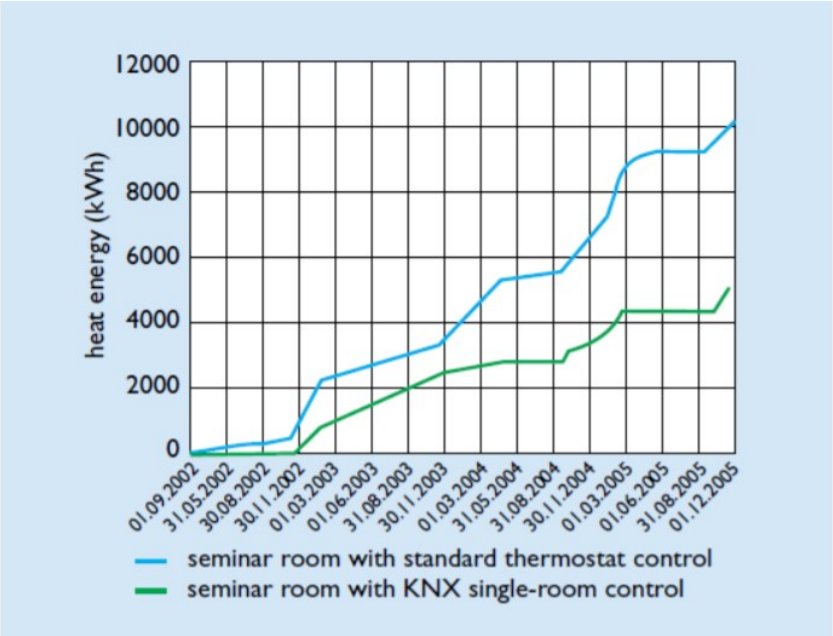
Automatiziranjem sustava grijanja postignute su velike uštede i poboljšana je energetska učinkovitost same kuće. U projektu su korišteni razne senzori i uređaji(termostati, senzor detekcije pokreta)kako bi se povećale uštede na sustavu grijanja. Upravljanjem ventilima određeno je zagrijavanje neke prostorije. Zadana temperatura svake prostorije je postavljena na 22 celzijeva stupnja. U slučaju pada temperature ispod 10 celzijevih stupnjeva automatski se zatvaraju svi prozori i pojačava se intezitet rada radijatora.

Na slici 7.14. primjetne su uštede koje su istraživanjem dobili znanstvenici sa Sveučilišta u Bremenu. Za očekivati je slične uštede u projektu obiteljske kuće.



Slika 7.14. Grafički prikaz temperaturne promjene u sobi s tradicionalnom električnom instalacijom i istoj sobi sa naprednom električnom instalacijom [13]

Prosječna temperatura sobe u periodu rada,u prostoriji s naprednom električnom instalacijom je niža za par stupnjeva, dok je prosječna temperatura viša za 0.4 celzijeva stupnja, ali je potreba za toplinskom energijom dosta manja u odnosu na prostoriju koja ima implementiranu tradicionalnu električnu instalaciju. Prostorija s naprednom električnom instalacijom ima veću energetsku učinkovitost u odnosu na prostoriju s tradicionalnom električnom instalacijom što je vidljivo na slici 7.15. Primjetno je da soba koja koristi tradicionalnu električnu instalaciju nema energetsku učinkovitost kao soba s naprednom električnom instalacijom.

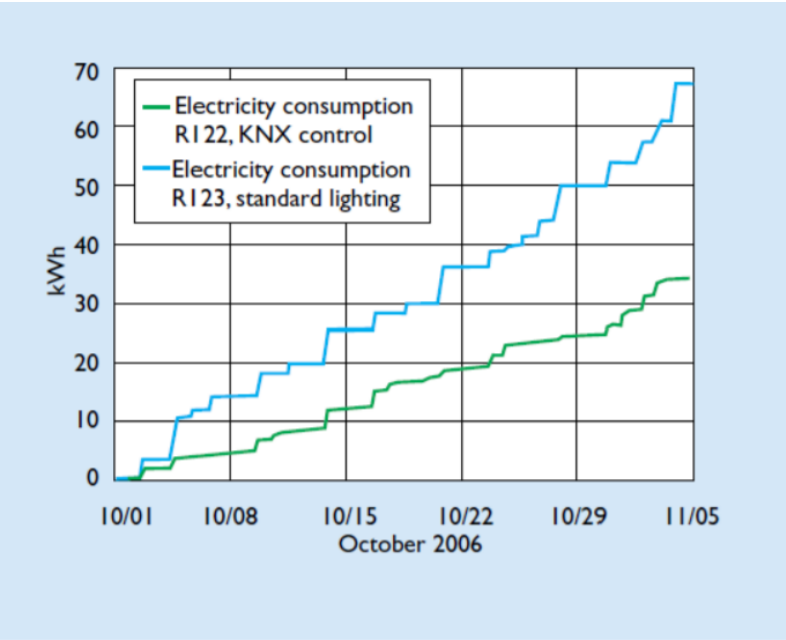


Slika 7.15. Grafički prikaz energetske potrošnje topline prostorije s tradicionalnom električnom instalacijom i iste prostorije s naprednom električnom instalacijom [13]

7.4. Energetska učinkovitost rasvjete obiteljske kuće

Na rad rasvjete, njeno trajanje i intezitet najviše utječe boravak ljudi u protoriji, razina svjetla u prostoriji te dopire li dnevno svjetlo kroz rolete i postizanje željene razine rasvijetljenosti radnih

mjesta. Ušteda u prostoriji u kojoj je ugrađena napredna instalacija je ostvarena pomoću senzora prisutnosti,senzora za svjetlost i akutatorima. Tradicionalna rasvjeta ne samo da troši više električne energije nego napredna rasvjeta, već veliki dio električne energije odlazi u obliku topline,a ne svjetlosti(90% energije kod žarulje sa žarnom niti odlazi u obliku topline). U projektu obiteljske kuće prvo je zamijenita sva stara rasvjeta energetski efikasnijom rasvjetom, zatim su implementirani brojni senzori koji otkrivaju prisutnost ljudi i na temelju toga svjetla se automatski uključuju/isključuju i time se postižu uštede do 50%. Na slici 7.16. je prikazana usporedba potrošnje električne energije sa tradicionalnom instalacijom i naprednom električnom instalacijom upravljanom KNX sustavom.



Slika 7.16. Grafički prikaz usporedbe potrošnje energije tradicionalne električne instalacije i električne instalacije upravljane KNX sustavom [13]

8. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene sve su češće i izraženije. Povećanjem energetske učinkovitosti stambenih i poslovnih objekata ih možemo ih smanjiti. Najveće povećanje energetske učinkovitosti moguće je postići uštedama na sustavu grijanja i rasvjete. Danas se sve više okrećemo sustavima naprednih električnih instalacija da bi automatizirali zgrade, a vodeći sustav je KNX koji se pokazao izvrsnim jer nudi širok raspon uređaja koji su međusobno kompatibilni. Nažalost zbog ekonomske situacije, KNX sustavi u Hrvatskoj još uvijek nemaju veliku primjenu u kućanstvima koja su i dalje okrenuta jeftinijim tradicionalnim električnim instalacijma koja nude manju razinu energetske učinkovitosti i udobnosti. Na primjeru ovog završnog rada predstavljen je pojam energetska učinkovitost i pokazan je značaj automatizacije. Također su prikazane mogućnosti automatizacije obiteljske kuće primjenom osnovnih elemenata naprednih električnih instalacija.

9. LITERATURA

[1] M.Vukobratović, Planiranje i projektiranje elektrotehničke instalacije, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, 2008. godina

[2] A.Halep, Električne instalacije i osvjetljenje, Planjax, Sarajevo, 2005. godina

[3] S.Krajcar, Električna rasvjeta - predavanja, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb

[4] https://www.fzoeu.hr/hr/enu-u-zgradarstvu/7571,pristupljeno:srpanj 2021.

[5] https://www.schrack.hr,pristupljeno:srpanj 2021.

[6]https://crushtymks.com/hr/energy-efficiency/893-knx-automation-makes-buildings-more-efficient.html,pristupljeno:srpanj 2021.

[7]https://mgipu.gov.hr/o-ministarstvu-15/djelokrug/energetsko-certificiranje-zgrada-8304/8304,pristupljeno:kolovoz 2021.

[8]https://mgipu.gov.hr/o-ministarstvu-15/djelokrug/energetska-ucinkovitost-u-zgradarstvu/8303,pristupljeno:kolovoz 2021.

[9] https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/index.php,pristupljeno:kolovoz 2021.

[10]https://www.hqs.sbt.siemens.com/cps_product_data/data/Catalog/GAMMA_Productcatalog_EN_2020.pdf

[11] https://www2.knx.org/media/docs/Flyers/Energy-Efficiency-With-KNX/Energy-Efficiency-With-KNX_hr.pdf

10. SAŽETAK

Energetska učinkovitost jedna je od ključnih faktora za razvoj civilizacije. Svrha ovog završnog rada je prikazati povećanje energetske učinkovitosti sustavom naprednih instalacija,te primjena toga u zgradarstvu. Naveden i opisan KNX-sustav naprednih instalacija čijim korištenjem olakšavamo poslovanje u smislu fleksibilnosti. Također su izdvojene neke ključne mjere koje povećavaju uštede u zgradama,te grubi troškovi ugradnje KNX sustava u jedan obiteljski dom.

Ključne riječi: **KNX, energetska učinkovitost, napredne instalacije**

11. ABSTRACT

Energy efficiency is one of the key factors for the development of civilization. The purpose of this final paper is to show the increase of energy efficiency by advanced electrical installation systems, and its application in buildings. They also signed out some key measures that increase savings in buildings, and the rough costs of installing a KNX system in a single family home.

Keywords: **KNX, energy efficiency, advanced electrical installations**

12. ŽIVOTOPIS

Marin Lekić rođen je 5.1.2000. u Slavonskom Brodu,u Sikirevcima završava osnovnu školu u razdoblju od 2006. do 2014. godine. Završetkom osnovne škole upisuje se u Tehničku školu Slavonski Brod, smjer elektrotehničar,koju završava 2018.godine. Zanimanje za strukom je poticaj za nastavak školovanja te shodno tome upisuje Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, preddiplomski sveučilišni studij, smjer elektrotehnika 2018. godine. U 2.godini fakultetskog obrazovanja odlučuje se upisati izborni smjer elektroenergetika. U slobodno vrijeme bavi se nogometom.