

Infrastrukturni sustavi suvremene zgrade

Samardžija, Kristina

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:655517>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-17**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Kristina Samardžija

INFRASTRUKTURNI SUSTAVI SUVREMENE ZGRADE

ZAVRŠNI ISPIT

Mentor: izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bašić

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Kristina Samardžija

INFRASTRUKTURNI SUSTAVI SUVREMENE ZGRADE

ZAVRŠNI ISPIT

Mentor: izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bašić

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Kristina Samardžija

INFRASTRUCTURE SYSTEMS OF MODERN BUILDINGS

FINAL EXAM

Supervisor: izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bašić

Zagreb, 2024



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Student/ica:

Kristina Samardžija (Ime i prezime)	00820648117 (JMBAG)
--	------------------------

zadovoljio/la je na pisanom dijelu završnog ispita pod naslovom:

Infrastrukturni sustavi suvremene zgrade
(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

Infrastructure systems of modern buildings
(Naslov teme završnog ispita na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum:

24.06.2024.

Mentor:

izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bašić

Potpis mentora:

Komentor:



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja :

Kristina Samardžija, 0082064817

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio završnog ispita pod naslovom:

Infrastrukturni sustavi suvremene zgrade

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

24.06.2024.

Potpis:

K. Samardžija



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Ja :

Kristina Samardžija, 20833357954

(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela završnog ispita i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela završnog ispita pod naslovom:

Infrastrukturni sustavi suvremene zgrade

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom prijediplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

Silvio Bašić

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

02.07.2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio završnog ispita bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum:

24.06.2024.

Potpis:

K. Samardžija

SAŽETAK

Rad analizira infrastrukturne sustave suvremenih zgrada, s posebnim naglaskom na njihove strojarske, elektrotehničke i hidrotehničke komponente. Suvremene zgrade integriraju napredne tehnologije koje omogućuju optimalno korištenje resursa, povećanje udobnosti stanara i smanjenje ekološkog otiska. Strojarski sustavi osiguravaju učinkovito grijanje, hlađenje i ventilaciju, koristeći razne inovacije. S druge strane, elektrotehnički sustavi uključuju obnovljive izvore energije, napredne sustave distribucije informacija i upravljanja. Kao takvi osiguravaju pametno upravljanje zgradom i smanjenje potrošnje energije. Hidrotehnički sustavi, kao što su skupljanje kišnice i reciklaža sive vode, smanjuju potrošnju pitke vode i olakšavaju održivo upravljanje vodnim resursima. Promatraju se razne prednosti i nedostaci te donosi zaključak da unatoč određenim preprekama, poboljšano zdravlje stanara i zaštita okoliša i održivost čine suvremene zgrade vrijednom investicijom.

Ključne riječi: suvremena zgrada, strojarski sustavi, elektrotehnički sustavi, hidrotehnički sustavi, održivost

SUMMARY

The paper analyzes the infrastructure systems of modern buildings, with special emphasis on their mechanical, electrotechnical and hydrotechnical components. Modern buildings integrate advanced technologies that enable the optimal use of resources, increase the comfort of tenants and reduce the ecological footprint. Mechanical systems provide efficient heating, cooling and ventilation, using various innovations. On the other hand, electrotechnical systems include renewable energy sources, advanced information distribution and control systems. As such, they ensure smart management of the building and reduction of energy consumption. Hydrotechnical systems, such as rainwater harvesting and greywater recycling, reduce drinking water consumption and facilitate the sustainable management of water resources. Various advantages and disadvantages are observed and the conclusion is drawn that despite certain obstacles, the improved health of tenants and environmental protection and sustainability make modern buildings a worthwhile investment.

Key words: modern building, mechanical systems, electrotechnical systems, hydrotechnical systems, sustainability

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Povijest gradnje	2
3. Infrastrukturni sustavi u modernim zgradama	3
3.1 Strojarski sustavi	5
3.1.1 Sustavi grijanja i hlađenja	5
3.1.2 Ventilacija	9
3.1.3 Priprema sanitarne vode.....	9
3.1.4 Instalacije plinova	9
3.1.5 Vertikalni transport	10
3.2 Elektrotehnički sustavi	11
3.2.1 Sustavi distribucije energije	11
3.2.2 Sustavi distribucije informacija i upravljanje	14
3.2 Hidrotehnički sustavi	17
3.3.1 Skladištenje i distribucija vode.....	17
3.3.2 Upravljanje kišnicom	18
3.3.3 Upravljanje otpadnim vodama	19
4. Pametne kuće	21
5. Prednosti suvremene gradnje	23
5.1 Isplativost	23
5.2 Poboľšano zdravlje	24
5.3 Povećana efikasnost	24
5.4 Veća tržišna vrijednost	24
5.5 Zaštita vode	25
6. Nedostaci suvremene gradnje	26
6.1 Visoke početne investicije	26
6.2 Nabavka odgovarajućih materijala	26
6.3 Produženi rokovi izgradnje	26
6.4 Nedosljedna regulacija temperature zraka	26
6.5 Manjak kvalificirane radne snage	27
7. Analiza primjera	28
7.1 Rekonstrukcija i dogradnja zgrade na Institutu Ruđer Bošković (2017)	28
7.2 Obiteljska kuća u okolici Samobora	34

8. Zaključak	43
9. Popis literature.....	44
10. Popis slika.....	47

1. Uvod

Tehnologija održive i suvremene gradnje igra presudnu ulogu u razvoju gradnje što će nastaviti raditi i u budućnosti. Inovativna tehnologija je usvojena kako bi poboljšala operativnu učinkovitost, trošak učinkovitosti i životni standard. Korištenjem međusobno povezanih tehnologija omogućeno je da zgrade bolje reagiraju i funkcioniraju te da njeni korisnici i uređaji bolje komuniciraju unutar, ali i izvan zgrade. [1]

Moderne zgrade složeni su sustavi koji se oslanjaju na širok raspon infrastrukture kako bi osigurali funkcionalnost, udobnost i sigurnost. Infrastrukturni sustavi unutar ovih zgrada dizajnirani su za upravljanje raznim bitnim uslugama, poput grijanja, hlađenja, električne energije i upravljanja vodom. Ovi sustavi ne samo da poboljšavaju kvalitetu života stanara, već također povećavaju učinkovitost i održivost zgrade. Detaljnijim proučavanjem ovih sustava možemo cijeniti složene inženjerske i tehnološke napretke koji moderne zgrade čine ne samo useljivima, već i vrlo funkcionalnim i održivim.

2. Povijest gradnje

Povijest gradnje zgrada i korištenje instalacija u zgradama seže tisućama godina unazad, od jednostavnih skloništa neolitskog doba do modernih nebodera i pametnih kuća. U neolitskom razdoblju, ljudi su gradili skloništa od prirodnih materijala poput drva, kamena i kostiju mamuta. Ove primitivne strukture su služile kao osnovna zaštita od vremenskih uvjeta i predatora.

Rimljani su bili među prvim civilizacijama koje su razvile sofisticirane građevinske tehnike i instalacije. Razvili su betonske konstrukcije, akvadukte za opskrbu vodom te sustave centralnog grijanja poznate kao hipokaust ¹. Ove inovacije značajno su poboljšale životni standard i omogućile gradnju velikih i trajnih zgrada. [2]

Industrijska revolucija donijela je radikalne promjene u građevinarstvu. Razvoj čelika i armiranog betona omogućio je gradnju viših i izdržljivijih struktura. Uvođenje mehaničkih, električnih i vodovodnih instalacija poboljšalo je funkcionalnost i udobnost zgrada. Ove instalacije postale su standardne, omogućujući modernu rasvjetu, grijanje, hlađenje i sanitarne uvjete. [3]

Početak 20. stoljeća, gradnja nebodera transformirala je urbane krajolike. Zgrade poput Home Insurance Building u Chicagu, izgrađene 1885., koristile su čelične konstrukcije i liftove, što je omogućilo izgradnju višekatnih objekata. Neboderi su postali simboli modernizacije i tehnološkog napretka. [2]

Danas se gradnja i instalacije u zgradama fokusiraju na održivost i energetska učinkovitost. Korištenje naprednih materijala i tehnologija poput zelenih krovova, solarnih panela i sustava za reciklažu vode postaje uobičajeno. Ove tehnologije odgovaraju na globalne izazove klimatskih promjena i očuvanja prirodnih resursa. [3]

¹ Hipokaust je drevni sustav centralnog grijanja koji su razvili Rimljani. Koristio se prvenstveno za grijanje kuća, javnih kupatila i drugih zgrada. Sustav se sastojao od podignutog ispod kojeg je cirkulirao topao zrak iz peći (lat. hypocaustum).

3. Infrastrukturni sustavi u modernim zgradama

Istražit ćemo tri primarne kategorije infrastrukturnih sustava u modernim zgradama: strojarski, elektrotehnički i hidrotehnički. Svaka kategorija obuhvaća nekoliko ključnih komponenti koje rade zajedno kako bi stvorile besprijekorno i učinkovito životno i radno okruženje.

Strojarski sustavi

Ovi sustavi ključni su za kontrolu unutarnjeg okruženja zgrade i olakšavanje vertikalnog transporta. Kao takvi uključuju grijanje, hlađenje, toplinske pumpe, dizala itd. Sustavi grijanja i hlađenja održavaju unutarnju udobnost reguliranjem razine temperature i vlažnosti. Dizalice topline pružaju učinkovit način grijanja i hlađenja prijenosom topline između zgrade i vanjskog okoliša. Dizala su neophodna za vertikalni transport, posebno u visokim zgradama, osiguravajući sigurno i učinkovito kretanje putnika između katova.

Strojarski sustavi obuhvaćaju:

- grijanje
- hlađenje
- ventilaciju (samo odvod otpadnog zraka – npr. kod sanitarnih uređaja, a za prostore sa većim brojem ljudi sa rekuperacijom zraka)
- klimatizaciju (grijanje i hlađenje)
- pripremu sanitarne tople vode
- instalacije plinova (zemni za kućanstva ili npr. argon u laboratorijima)
- ostale instalacije (npr. razvod komprimiranog zraka i sl.).

Elektrotehnički sustavi

Elektrotehnički sustavi zgrade dijele se na sustave distribucije energije (visokonaponski sustavi), sustave distribucije informacija i upravljanje (niskonaponski sustavi) i sustave zaštite od udara munje.

Dodatno, sustavi distribucije energije i sustavi distribucije informacija i upravljanje imaju daljnju podjelu.

Sustavi distribucije električne energije dijele se na:

- priključnice (priključci uređaja, utičnice)
- rasvjetu
- sustave proizvodnje električne energije (solarne elektrane i sl.)
- transformatorska postrojenja (rjeđe u zgradama, u pravilu kao dio mreže opskrbe i smješteni u zasebnim tipskim građevinama)

- sustave neprekidnog napajanja (generatori, besprekidno napajanje (eng. *Uninterruptible Power Supply - UPS*))

Sustavi distribucije informacija i upravljanje dijele se na:

- komunikacijsku mrežu (obuhvaća telefoniju, prijenos podataka, upravljačku mrežu i sl.)
- vatrodojavu,
- sigurnosne/zaštitne sustave (video nadzor, kontrola i ograničenje pristupa i sl.).

Ispravno projektiranje i implementacija električnih sustava ključni su za osiguranje sigurnosti, pouzdanosti i energetske učinkovitosti.

Hidrotehnički sustavi

Hidrotehnički sustavi bave se upravljanjem vodnim resursima unutar zgrade. To uključuje opskrbu i distribuciju pitke vode, prikupljanje i zbrinjavanje otpadnih voda te upravljanje oborinskim vodama. Učinkoviti hidrotehnički sustavi ključni su za održavanje higijene, sprječavanje štete od vode i promicanje prakse održivog korištenja vode.

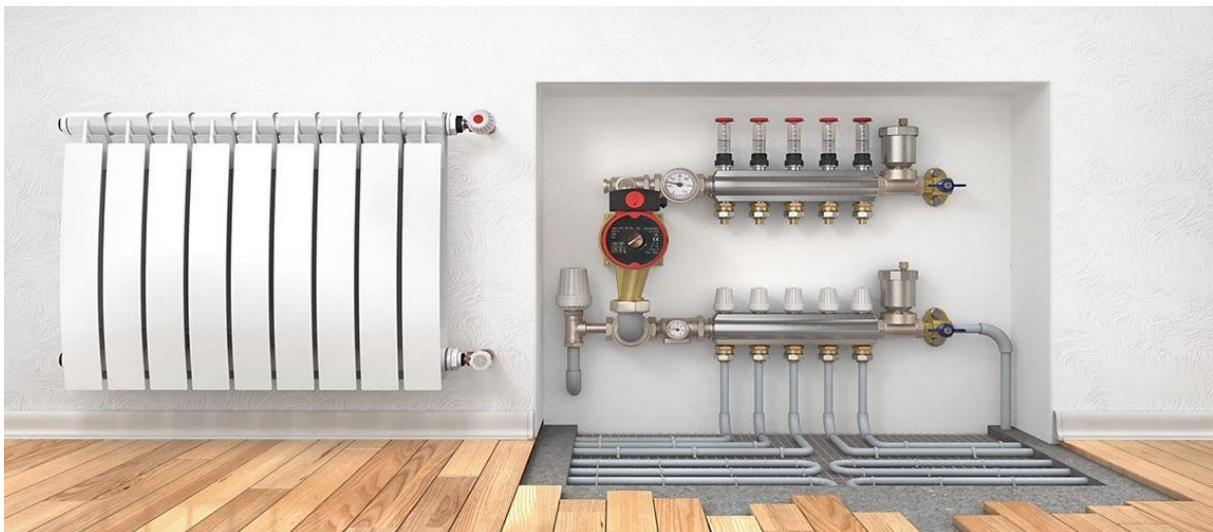
3.1 Strojarski sustavi

Kao što je već spomenuto, strojarski sustavi u zgradama uključuju razne komponente koje upravljaju grijanjem, hlađenjem i transportom unutar zgrade. Ključni aspekti mehaničkih sustava uključuju sustave grijanja, sustave hlađenja, toplinske pumpe i dizala.

3.1.1 Sustavi grijanja i hlađenja

3.1.1.1 Sustav grijanja

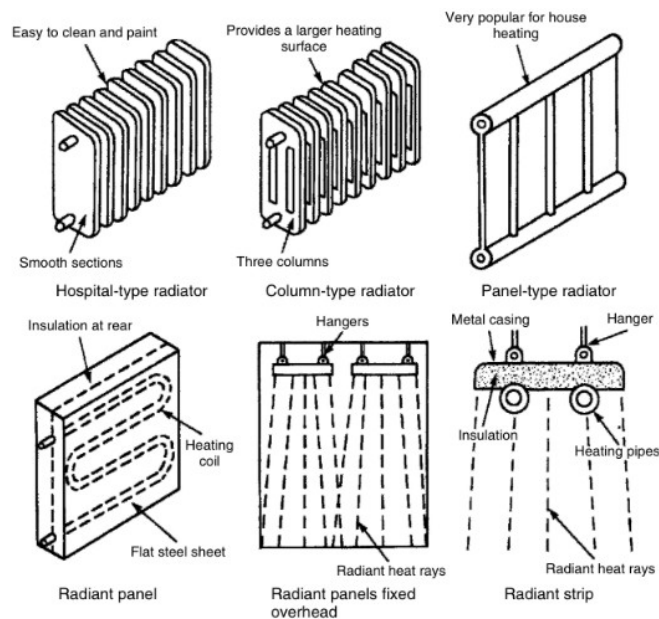
Sustavi grijanja u modernim zgradama dizajnirani su za pružanje dosljedne i učinkovite toplinske udobnosti. Bojleri, koji su uobičajena komponenta, zagrijavaju vodu koja cirkulira kroz mrežu cijevi i radijatora. Radijatori prenose toplinu iz tople vode u okolni zrak, zagrijavajući prostoriju. Sustavi podnog grijanja nude alternativu ugradnjom cijevi za grijanje u podnu strukturu, čime se osigurava ravnomjernija raspodjela topline. Prednosti podnog grijanja uključuju poboljšanu udobnost i smanjene vidljive komponente, iako je početno vrijeme reakcije na promjene temperature sporije.



Slika 1.: Podno grijanje (Izvor: [8])

Bojleri koji se koriste u modernim sustavima grijanja mogu biti vrlo učinkoviti, posebno u kombinaciji s kondenzacijskom tehnologijom koja hvata i iskorištava toplinu iz ispušnih plinova. To povećava ukupnu učinkovitost sustava, smanjujući potrošnju goriva i emisije. Dodatno, moderni bojleri mogu se integrirati s pametnim kontrolama i termostatom, što omogućuje preciznu regulaciju temperature i uštedu energije.

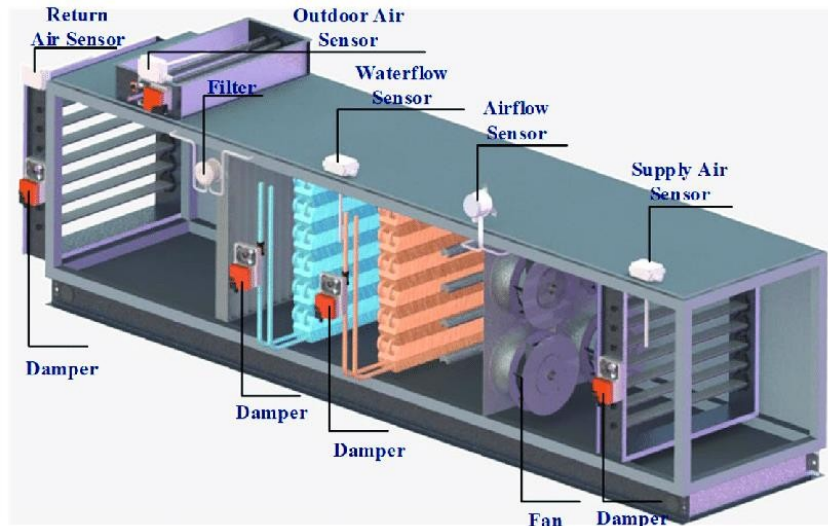
Radijatori dolaze u različitim dizajnim, uključujući tradicionalne ploče od lijevanog željeza i moderne ploče od prešanog čelika. Izbor radijatora ovisi o čimbenicima kao što su estetika, zahtjevi toplinske snage i razmatranja ugradnje. Zračne ploče i konvektori su druge opcije za emisiju topline, a svaka nudi jedinstvene prednosti u smislu distribucije topline i učinkovitosti.



Slika 2.: Tipovi radijatora (Izvor: [4])

3.1.1.2 Sustav hlađenja

Sustavi hlađenja ključni su za održavanje ugodnog unutarnjeg okruženja u različitim klimatskim uvjetima. Sustavi klimatizacije najčešći su oblik hlađenja, koji koriste rashladna sredstva za apsorpiranje i izbacivanje topline iz unutarnjih prostora. Centralni klimatizacijski sustavi distribuiraju ohlađeni zrak kroz mrežu kanala, dok se split sustavi koriste za pojedine prostorije ili zone.



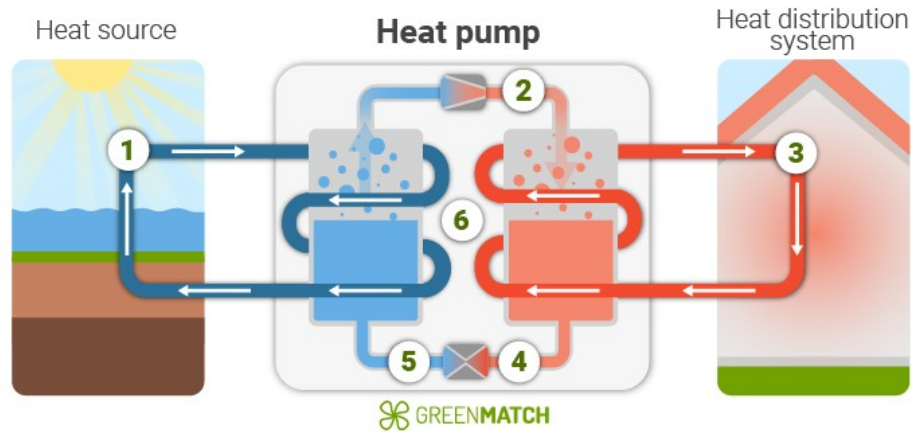
Slika 3.: Jedinica za obradu zraka (Izvor: [9])

Rashladni uređaji i jedinice za obradu zraka (eng. *Air Handling Units - AHU*) često se koriste u većim zgradama. Rashladni uređaji uklanjaju toplinu iz vodenog sustava zgrade, dajući ohlađenu vodu u AHU jedinice, koje zatim distribuiraju ohlađeni zrak. AHU također mogu uključivati sustave filtriranja za poboljšanje kvalitete zraka u zatvorenom prostoru, uklanjanjem čestica, alergena i drugih zagađivača iz zraka.

Napredak u tehnologiji hlađenja, kao što su sustavi promjenjivog protoka rashladnog sredstva (eng. *Variable Refrigerant Flow - VRF*), omogućuju veću fleksibilnost i učinkovitost u kontroli temperature. VRF sustavi mogu istovremeno hladiti i grijati različite zone unutar zgrade, optimizirajući korištenje energije i udobnost stanara. Dodatno, integracija sustava hlađenja sa sustavima upravljanja zgradom (eng. *Building Management System - BMS*) omogućuje automatiziranu kontrolu i nadzor, dodatno povećavajući učinkovitost.

3.1.1.3 Dizalice topline

Dizalice topline su inovativno i energetski učinkovito rješenje za grijanje i hlađenje. Djeluju prijenosom topline s jednog mjesta na drugo, što ih čini vrlo svestranim. U načinu rada grijanja, dizalice topline izvlače toplinu iz vanjskog zraka, tla ili vode i prenose je u zatvorene prostore. U načinu hlađenja proces je obrnut, toplina se izvlači iz unutarnjeg zraka i izbacuje van.



Slika 4.: Dizalica topline i način rada (Izvor: [10])

Postoje različite vrste dizalica topline, uključujući zrak, tlo i vodu kao izvor. Toplinske pumpe čiji je izvor zrak su najčešće i najlakše ih je instalirati, dok su toplinske čiji je izvor zemlja učinkovitije, ali zahtijevaju opsežne zemljane radove za instalaciju. Dizalice topline s izvorom vode manje su uobičajene, ali mogu biti vrlo učinkovite u zgradama koje se nalaze u blizini samog izvora vode.

Dizalice topline poznate su po svojoj visokoj učinkovitosti. Često postižu učinkovitost od preko 300%, što znači da mogu proizvesti tri jedinice topline za svaku jedinicu potrošene električne energije. To ih čini održivom opcijom, značajno smanjujući ugljikov otisak sustava grijanja i hlađenja. Dodatno, dizalice topline mogu se integrirati s obnovljivim izvorima energije, kao što su solarni paneli, kako bi se dodatno povećale njihove ekološke prednosti.

3.1.2 Ventilacija

Ventilacijski sustavi dizajnirani samo za ispušni zrak posebno su korisni u sanitarnim područjima i prostorima s većom popunjenošću. Ovi sustavi osiguravaju učinkovito uklanjanje ustajalog zraka, mirisa i vlage iz okruženja kao što su kupaonice i kuhinje. Za prostore s velikim brojem ljudi, ugradnja sustava za povrat zraka može značajno poboljšati energetske učinkovitost i kvalitetu zraka u zatvorenom prostoru. Sustavi mehaničke ventilacije s povratom topline (eng. *Mechanical Ventilation With Heat Recovery - MVHR*), na primjer, ne samo da izvlače ustajali zrak, već i vraćaju toplinu iz njega kako bi zagrijali ulazni svjež zrak, osiguravajući kontinuirani dotok svježeg zraka bez značajnih gubitaka topline. Ova metoda može povratiti do 70% toplinske energije, što je čini isplativim rješenjem za održavanje ugodne unutarnje okoline.

3.1.3 Priprema sanitarne vode

Priprema sanitarne tople vode uključuje više sustava dizajniranih da osiguraju pouzdanu i učinkovitu opskrbu. Uobičajeno se koriste dvije glavne vrste sustava: izravni i neizravni.

Izravni sustavi

Voda se zagrijava izravno unutar spremnika, obično električnim uronjenim grijačem ili plinskim plamenikom. Ovaj sustav je prikladan za manje instalacije ili područja s mekom vodom, jer izbjegava probleme povezane s nakupljanjem kamenca u grijaćim elementima.

Neizravni sustavi

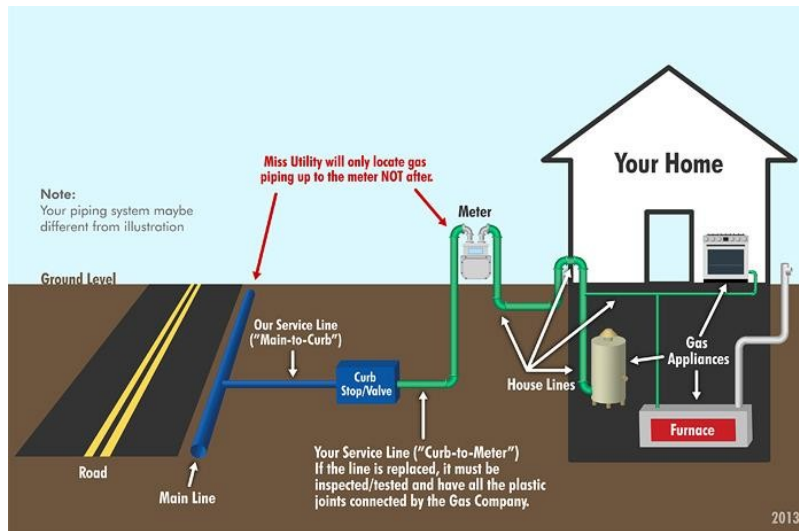
Ovdje se voda neizravno zagrijava zavojnicom ili izmjenjivačem topline unutar cilindra. Primarna voda, grijana bojlerom, cirkulira kroz izmjenjivač, predajući toplinu sanitarnoj vodi. Ovaj sustav je poželjan u područjima s tvrdom vodom kako bi se spriječilo stvaranje kamenca, a također se može integrirati sa sustavima centralnog grijanja.

Sigurnosne značajke u ovim sustavima uključuju ventile za smanjenje temperature i tlaka kako bi se spriječilo pregrijavanje i prekomjerno povećanje tlaka. Redovito održavanje i odgovarajuća obrada vode ključni su kako bi se osigurala dugotrajnost i učinkovitost sustava.

3.1.4 Instalacije plinova

Plinske instalacije igraju ključnu ulogu u različitim okruženjima, uključujući kućanstva i laboratorije. Za kućnu upotrebu prirodni plin se obično koristi zbog svoje učinkovitosti i jednostavnosti korištenja. Ključne komponente kućanskih plinskih instalacija uključuju servisnu cijev, plinomjer, regulator tlaka i plinske uređaje kao što su bojleri i štednjaci. Servisna cijev, obično izrađena od polietilena, povezuje glavni plin s objektom, osiguravajući sigurnu i kontinuiranu opskrbu plinom. Regulator tlaka na mjerачu smanjuje tlak glavnog plina na sigurnu razinu za kućnu upotrebu.

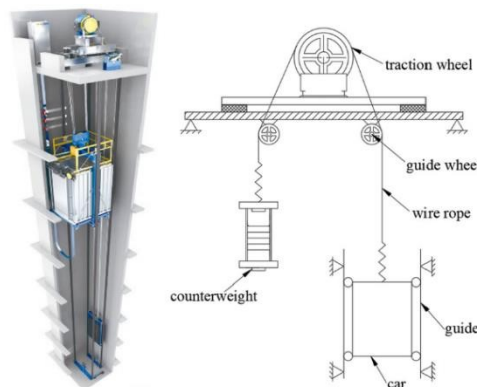
U laboratorijima se specijalizirani plinovi poput argona koriste za razne znanstvene primjene. Argon, inertni plin, neophodan je za procese koji zahtijevaju okolinu bez kisika, poput zavarivanja i očuvanja osjetljivih materijala. Laboratorijske plinske instalacije moraju osigurati sigurno rukovanje i skladištenje takvih plinova, obično uključujući plinske boce, regulatore i precizne sustave isporuke kako bi se spriječilo curenje i osigurala sigurnost.



Slika 5.: Dijagram tipične plinske instalacije za opskrbu kuće (Izvor: [11])

3.1.5 Vertikalni transport

Dizala su kritična komponenta vertikalnog transporta u višekatnicama. Moderna dizala dolaze u različitim vrstama, uključujući hidraulička i vučna dizala, od kojih je svako prikladno za različite primjene. Hidraulička dizala obično se koriste u niskim do srednje visokim zgradama i rade korištenjem hidrauličkog cilindra za podizanje i spuštanje kabine dizala. Poznati su po glatkom i tihom radu, iako mogu biti sporiji i energetski manje učinkoviti od vučnih dizala.



Slika 6.: Primjer vučnog dizala (Izvor: [12])

Vučna dizala se češće koriste u visokim zgradama. Rade pomoću užadi i protuutega, a kabinu dizala pokreće električni motor. Vučna dizala su brža i energetske učinkovitije od hidrauličkih dizala, što ih čini idealnim za više zgrade. Napredni vučni sustavi, kao što su dizala bez strojarnice (eng. *Machine Room-Less Elevator - MRL*), dodatno poboljšavaju učinkovitost eliminirajući potrebu za namjenskom strojarnicom, smanjujući potrebe za prostorom i energijom.

Moderna dizala opremljena su sofisticiranim sustavima upravljanja za optimizaciju učinka i potrošnje energije. Ovi sustavi uključuju određenu otpremu, koja grupira putnike koji putuju na iste katove, smanjujući vrijeme putovanja i potrošnju energije. Osim toga, sustavi obnavljajućeg kočenja hvataju i ponovno koriste energiju generiranu tijekom kočenja dizala, dodatno povećavajući održivost sustava.

3.2 Elektrotehnički sustavi

Elektrotehnički sustavi obuhvaćaju električnu infrastrukturu zgrada, uključujući sustave distribucije energije tj. visokonaponske sustave, sustave distribucije informacija i upravljanje tj. niskonaponske sustave i sustave zaštite od udara munje.

3.2.1 Sustavi distribucije energije

Također zvani i visokonaponski sustavi, ključni su za učinkovitu isporuku električne energije velikim zgradama. Ovi sustavi uključuju podstanice koje pretvaraju električnu energiju visokog napona u niže napone pogodne za upotrebu.

a. Priključnice

Priključnice, uključujući priključke uređaja i utičnice, temeljne su komponente u električnim instalacijama, osiguravajući potrebna sučelja za spajanje električne opreme na napajanje. Dolaze u različitim oblicima, prilagođenima specifičnim primjenama kako bi se osigurala sigurnost i učinkovitost. Priključci uređaja koriste se za povezivanje opreme s izvorima napajanja, dok se utičnice obično postavljaju u zidove kako bi se osigurala dostupne utičnice za svakodnevnu upotrebu.

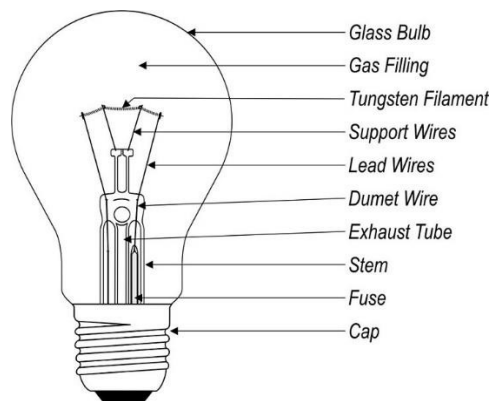
Različite vrste priključaka, kao što su utikači i utičnice, dizajnirane su za rukovanje različitim razinama napona i struje. Industrijska okruženja mogu koristiti specijalizirane priključke koji pružaju sigurne i robusne veze kako bi se spriječilo slučajno odspajanje i osigurala sigurnost u aplikacijama s visokim opterećenjem. Odabir odgovarajućih konektora i utičnica ovisi o čimbenicima kao što su električno opterećenje, okoliš i sigurnosni standardi.

b. Rasvjeta

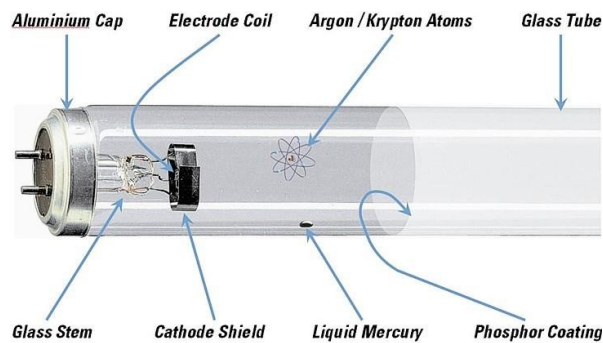
Sustavi rasvjete ključni su za osiguravanje odgovarajućeg osvjetljenja u različitim okruženjima, od stambenih do poslovnih i industrijskih okruženja. Različite vrste

rasvjete, kao što su žarulje s volframovom niti, fluorescentne cijevi i žarulje s pražnjenjem, zadovoljavaju različite potrebe na temelju svojih karakteristika i učinkovitosti. Žarulje s volframovom niti, koje se obično koriste u opće svrhe, daju toplo svjetlo, ali imaju nižu učinkovitost u usporedbi s drugim vrstama. Fluorescentne cijevi, koje emitiraju svjetlost pobuđivanjem živine pare, energetski su učinkovitije i prikladne za stambenu i komercijalnu upotrebu zbog dugog životnog vijeka i niske emisije topline. Žarulje s izbojem, uključujući visokotlačne natrijeve žarulje, nude visoku učinkovitost i idealne su za vanjsku i industrijsku primjenu zbog svoje jake, intenzivne svjetlosti.

Sustavi kontrole rasvjete povećavaju učinkovitost uključivanjem značajki kao što su senzori dnevne svjetlosti, detektori pokreta i vremenski podešeni prekidači kako bi se smanjila potrošnja energije kada umjetna rasvjeta nije potrebna.



Slika 7.: Žarulja s volframovom niti (Izvor: [13])



Slika 8.: Fluorescentna cijev (Izvor: [14])

c. **Sustavi proizvodnje električne energije**

Sustavi proizvodnje električne energije koji koriste obnovljive izvore energije ključni su u prijelazu na održivu energiju. Solarne elektrane su među najistaknutijim od ovih sustava, koriste fotonaponske (eng. *Photovoltaic - PV*) panele i solarne toplinske kolektore za hvatanje i pretvaranje sunčeve svjetlosti u električnu energiju ili toplinu. PV paneli sastoje se od poluvodičkih materijala koji generiraju električnu energiju kada su izloženi sunčevoj svjetlosti, dok solarni toplinski sustavi koriste zrcala ili leće za koncentriranje sunčeve energije i proizvodnju topline, koja zatim može pokretati parne turbine za proizvodnju električne energije.

Ključne komponente solarne elektrane su:

- solarni paneli - hvataju sunčevu svjetlost i pretvaraju je u istosmjernu struju (eng. *Direct Current - DC*)
- inverteri - pretvaraju istosmjernu struju u izmjeničnu (eng. *Alternating Current - AC*), koja je kompatibilna s električnom mrežom
- baterije za pohranu - spremaju višak električne energije proizvedene tijekom vršnih sati sunčeve svjetlosti za korištenje tijekom razdoblja niske sunčeve svjetlosti ili noću
- sustavi za montažu - drže solarne panele na mjestu, optimizirani za maksimalno izlaganje sunčevoj svjetlosti

Solarna energija visoko je cijenjena zbog svoje modularnosti, prednosti za okoliš i niskih operativnih troškova nakon instalacije. Koristi se u različitim primjenama, od stambenih krovnih instalacija do velikih solarnih farmi koje opskrbljuju mrežu električnom energijom. Ova svestranost i sve niži troškovi solarne tehnologije potiču njezino brzo prihvaćanje u cijelom svijetu.

d. **Sustavi neprekidnog napajanja**

Sustavi neprekidnog napajanja (UPS) ključni su za osiguranje neprekidnog napajanja tijekom nestanka električne energije. Oni pružaju trenutno rezervno napajanje kritičnim sustavima, sprječavajući gubitak podataka i održavajući radni kontinuitet. UPS sustav obično uključuje baterije, pretvarač i ispravljač. Tijekom normalnog rada, ispravljač pretvara izmjeničnu struju u istosmjernu za punjenje baterija, a pretvarač pretvara istosmjernu struju natrag u izmjeničnu za napajanje povezanih uređaja. Kada dođe do nestanka struje, UPS se automatski prebacuje na baterijsko napajanje, osiguravajući neprekinuti izvor napajanja. UPS sustavi naširoko se koriste u različitim okruženjima, uključujući podatkovne centre, bolnice i industrijske objekte, gdje je održavanje napajanja ključno. Također nude zaštitu od strujnih udara, šiljaka i drugih električnih smetnji, osiguravajući sigurnost i dugovječnost povezane opreme.

3.2.2 Sustavi distribucije informacija i upravljanje

Sustavi distribucije informacija i upravljanja tj. niskonaponski sustavi, ključni su za moderne operacije zgrada. Ovi sustavi uključuju podatkovne kablove, telefonske žice, protupožarne alarme, sigurnosne sustave i računalne mreže. Niskonaponski sustavi osiguravaju siguran i učinkovit prijenos informacija i energije unutar zgrade.

a. Komunikacijska mreža

Komunikacijske mreže u modernim zgradama ključne su za osiguravanje besprijekorne povezanosti i učinkovitih operacija u različitim sustavima. Ove mreže obuhvaćaju telefoniju, prijenos podataka i kontrolne mreže, a svaka pridonosi ukupnoj funkcionalnosti i učinkovitosti zgrade.

Telefonski sustavi

Ovi sustavi pružaju pouzdanu govornu komunikaciju unutar i izvan zgrade. Moderni telefonski sustavi često integriraju tradicionalne fiksne usluge s naprednim VoIP (*eng. Voice over Internet Protocol*) tehnologijama, omogućujući fleksibilna, isplativa komunikacijska rješenja. VoIP sustavi koriste internet za govorne pozive, smanjujući potrebu za ekstenzivnom fizičkom infrastrukturom i smanjujući operativne troškove.

Mreže za prijenos podataka

Internetska povezanost velike brzine ključna je za podršku širokom spektru aplikacija, od svakodnevnog pristupa internetu do složenih poslovnih operacija, uključujući računalstvo u oblaku, pohranu podataka i mogućnosti rada na daljinu. Strukturirani sustavi kabliranja, kao što su kategorija 5e, kategorija 6 i optički kabeli, obično se koriste za osiguranje robusnog i brzog prijenosa podataka. Bežične mreže (Wi-Fi) nadopunjuju ove sustave, pružajući mobilnost i fleksibilnost korisnicima unutar zgrade.

Kontrolne mreže

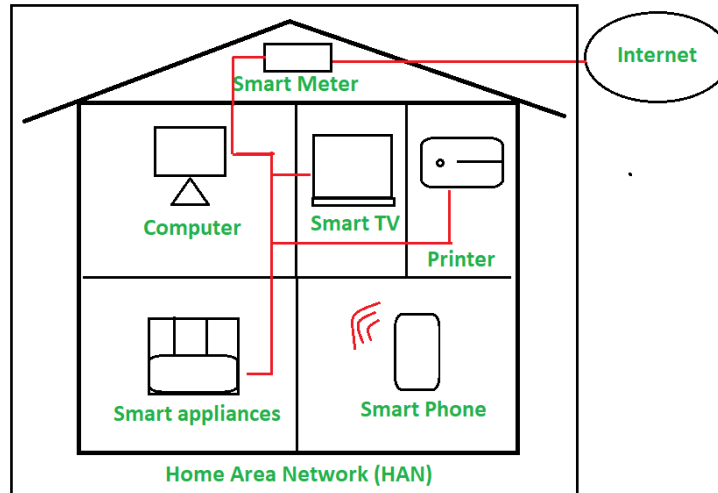
Ove su mreže odgovorne za upravljanje i nadzor različitih sustava zgrade, kao što su grijanje, ventilacija i klimatizacija, (*eng. Heating, Ventilating and Air Conditioning – HVAC*), sigurnost, rasvjeta i upravljanje energijom. Kontrolne mreže koriste protokole kao što su BACnet, LonWorks i KNX kako bi osigurale interoperabilnost između različitih uređaja i sustava. Integracijom tehnologija pametnih zgrada ove mreže omogućuju automatiziranu kontrolu, nadzor u stvarnom vremenu i daljinsko upravljanje, povećavajući radnu učinkovitost i udobnost korisnika. Napredni sustavi upravljanja također mogu uključivati sustave upravljanja zgradom (BMS) koji centraliziraju nadzor i kontrolu svih usluga zgrade.

Integracija i upravljanje

Učinkovite komunikacijske mreže zahtijevaju precizno planiranje i dizajn kako bi se osigurala kompatibilnost i modularnost. Strukturirani sustavi kabliranja, koji organiziraju i standardiziraju kablovsku infrastrukturu, igraju ključnu ulogu u olakšavanju nadogradnje i

održavanja. Korištenje centraliziranih podatkovnih centara ili poslužiteljskih soba pomaže u upravljanju fizičkim i logičkim aspektima mreže, osiguravajući sigurnost i pouzdanost.

Pravilno projektirane i upravljane komunikacijske mreže ključne su za učinkovito funkcioniranje modernih zgrada, pružajući okosnicu za različite tehnološke integracije. Ove mreže osiguravaju da svi sustavi zgrade besprijekorno rade zajedno, povećavajući produktivnost, sigurnost i udobnost za sve stanare.



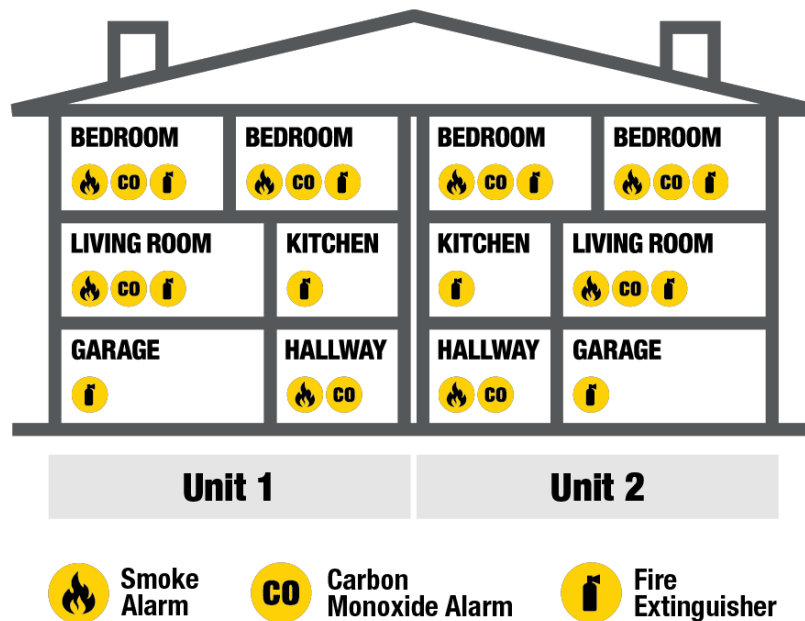
Slika 9.: Komunikacijska mreža u kućanstvu (Izvor: [15])

b. Vatrodajava

Vatrodajavni sustavi ključni su za otkrivanje i upozoravanje stanara na prisutnost vatre, omogućujući pravovremenu evakuaciju i hitnu reakciju. Ovi se sustavi obično sastoje od nekoliko ključnih komponenti: upravljačke jedinice sustava, primarnih (mrežni) i sekundarnih (baterija ili kondenzator) izvora napajanja, uređaja za aktiviranje alarma (ručnih i automatskih) i uređaja za indikaciju alarma (zvučnih i vizualnih). Dodatno, protupožarni alarmi mogu se integrirati sa sustavima upravljanja zgradom za kontrolu sustava za suzbijanje požara i ventilacijskih pokretača za kontrolu dima.

Postoje različite vrste detektora koji se koriste u protupožarnim alarmnim sustavima, uključujući točkaste detektore koji reagiraju na toplinu ili dim u neposrednoj blizini i linijske detektore koji pokrivaju veća područja kao što su tuneli i servisna okna. Moderni protupožarni alarmi također uključuju značajke kao što su daljinska indikacija na sustavima nadzora zgrade i kontrolni releji koji su u interakciji sa sustavima za gašenje požara.

Recommended Placement / Multi-Family Building



Slika 10.: Preporučeni položaj detektora dima, ugljen-monoksida i aparata za gašenje požara u stambenoj zgradi (Izvor: [16])

c. Sigurnosni i zaštitni sustavi

Sigurnosni i zaštitni sustavi u zgradama značajno su se razvili, obuhvaćajući niz tehnologija usmjerenih na povećanje sigurnosti i smanjenje neovlaštenog pristupa. Protuprovalni alarmi, koji su nekada bili isključivo za objekte visoke sigurnosti, sada se obično postavljaju u školama, uredima, trgovinama i domovima. Ovaj pomak potaknut je dostupnošću napredne tehnologije i sve većom potrebom za učinkovitim sigurnosnim mjerama kao odgovor na sve veće stope provala.

Ovi sustavi obično uključuju alarmno zvono ili sirenu koje aktivira programator povezan s različitim prekidačima ili senzorima. Napajaju se električnom mrežom s pomoćnom baterijom i mogu se povezati s lokalnom policijom, zaštitarskim tvrtkama i upraviteljima objekata putem telekomunikacija.

Odabir senzora ovisi o namjeni zgrade, sigurnosnim zahtjevima, lokaciji i karakteristikama konstrukcije. Uobičajeni senzori uključuju mikroprekidače, Reedove prekidače, radio senzore, tlačne podloge, zategnute žice, prozorske trake, akustične detektore i detektore vibracija, udara ili inercije. Osim toga, sustavi zaštite prostora koriste ultrazvučne, mikrovalne, aktivne infracrvene i pasivne infracrvene detektore za nadzor većih područja.

Ovi sustavi mogu koristiti ožičenje otvorenog ili zatvorenog kruga. Dok se otvoreni krugovi mogu onemogućiti ako uljez prereže žice, zatvoreni krugovi su sigurniji jer rezanje žice aktivira alarm.

3.2 Hidrotehnički sustavi

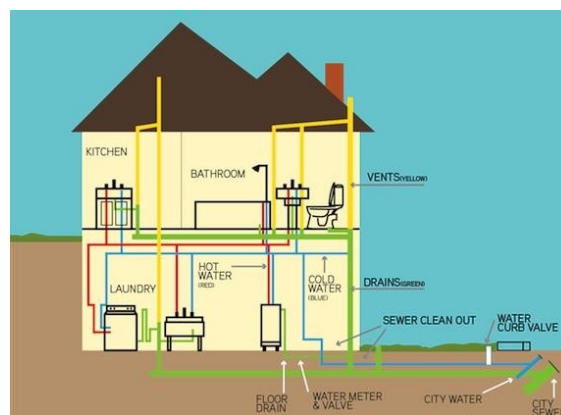
Hidrotehnički sustavi upravljaju opskrbom, distribucijom i odvodnjom vode u zgradama. Ovi sustavi osiguravaju učinkovito i sigurno rukovanje slatkom i otpadnom vodom.

3.3.1 Skladištenje i distribucija vode

Zgrade zahtijevaju pouzdane sustave za skladištenje i distribuciju vode za različite namjene, uključujući piće, čišćenje i grijanje. Ovi sustavi uključuju spremnike, pumpe i mreže cjevovoda, koji osiguravaju da voda bude dostupna gdje i kada je potrebna.

Pumpe i mreže cjevovoda

Pumpe i mreže cjevovoda distribuiraju vodu kroz zgradu, osiguravajući da dopre do svih instalacija i uređaja. Ispravno projektiranje i ugradnja ovih sustava ključni su za osiguravanje odgovarajućeg pritiska vode i brzine protoka. Napredni sustavi pumpi, kao što su pumpe s promjenjivom brzinom, nude poboljšanu energetska učinkovitost i performanse prilagodbom rada pumpe na temelju zahtjeva u stvarnom vremenu.



Slika 11.: Sustav cjevovoda u kućanstvu (Izvor: [17])

Spremnici za pohranjivanje

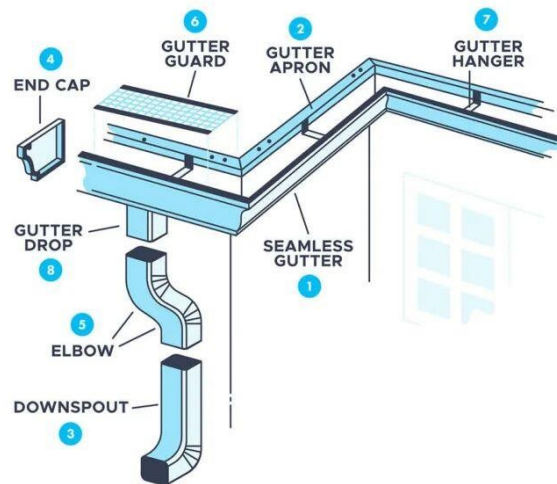
Spremnici za pohranjivanje vode osiguravaju međuspremnik koji osigurava dosljednu opskrbu vodom, posebno tijekom razdoblja velike potražnje ili u slučaju prekida opskrbe. Moderni spremnici za skladištenje dizajnirani su za trajnost i higijenu, sa značajkama kao što su materijali otporni na koroziju i zatvoreni poklopci za sprječavanje kontaminacije.

3.3.2 Upravljanje kišnicom

Učinkovito upravljanje kišnicom ključno je za sprječavanje poplava i održavanje strukturalnog integriteta zgrada. Sustavi za upravljanje kišnicom uključuju oluke, odvodne cijevi i spremnike, koji skupljaju i usmjeravaju kišnicu dalje od zgrade. Odgovarajući dizajn i održavanje ovih sustava ključni su za osiguranje njihove učinkovitosti.

Kišni oluci

Oluci su dizajnirani za prikupljanje kišnice s krova i usmjeravanje na sigurno mjesto ispuštanja, sprječavajući nakupljanje vode oko temelja zgrade. Redovito čišćenje i održavanje ključni su za sprječavanje začepjenja i osiguravanje pravilnog protoka vode. Blokade mogu uzrokovati prelijevanje i oštećenje strukture zgrade.



Slika 12.: Dijelovi sustava za prikupljanje kiše (Izvor: [18])

Spremnici za pohranu

Spremnici za pohranu kišnice pružaju održivo rješenje za prikupljanje i pohranjivanje kišnice za nepitke svrhe, kao što su navodnjavanje i ispiranje WC-a. To pomaže u smanjenju potražnje za gradskom vodoopskrbom i doprinosi nastojanjima za očuvanje vode. Moderni spremnici za skladištenje dizajnirani su sa značajkama kao što su filtracija i zaštita od prelijevanja kako bi se osigurala kvaliteta vode i pouzdanost sustava.



Slika 13.: Spremnik za pohranu kišnice (Izvor: [19])

3.3.3 Upravljanje otpadnim vodama

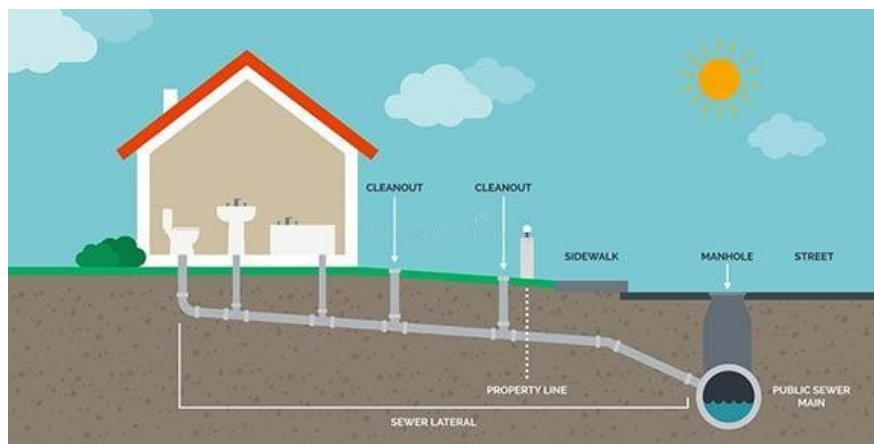
Sustavi otpadnih voda dizajnirani su za siguran transport i obradu otpadnih voda koje stvaraju stanari zgrade. Ovi sustavi uključuju kanalizacijske vodove, septičke jame i postrojenja za pročišćavanje, koji igraju ključnu ulogu u održavanju higijene i sprječavanju onečišćenja okoliša.

Kanalizacijski vodovi

Kanalizacijski vodovi transportiraju otpadnu vodu iz zgrade u općinski kanalizacijski sustav ili objekt za pročišćavanje na licu mjesta. Pravilno projektiranje i održavanje kanalizacijskih vodova ključni su za sprječavanje curenja, začepjenja i drugih problema koji bi mogli ugroziti učinkovitost sustava. Moderni kanalizacijski sustavi često uključuju značajke kao što su otvori za inspekciju i čišćenje kako bi se olakšalo održavanje i popravke.

Septičke jame i postrojenja za pročišćavanje

U područjima bez pristupa općinskim kanalizacijskim sustavima, septičke jame i postrojenja za pročišćavanje na licu mjesta pružaju rješenje za upravljanje otpadnim vodama. Septičke jame odvajaju krute tvari od tekućina, omogućujući da se tekuće otpadne vode sigurno rasprše u zemlju. Napredna postrojenja za pročišćavanje koriste biološke i kemijske procese za daljnju obradu otpadne vode, osiguravajući da zadovoljava ekološke standarde prije ispuštanja ili ponovne upotrebe. [4]



Slika 14.: Sustav septičke jame (Izvor: [20])

4. Pametne kuće

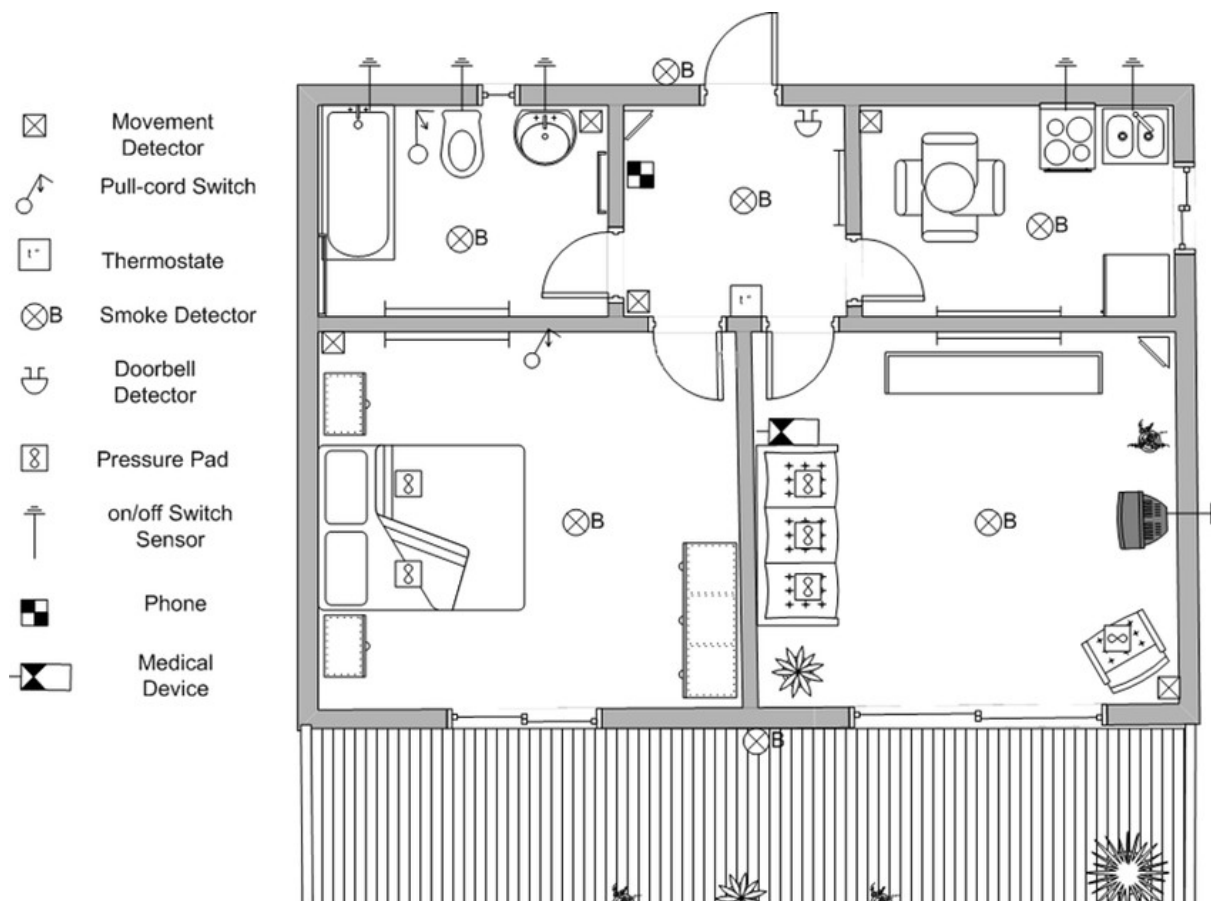
Nije iznenađujuće da sa stalnim napretkom tehnologije, integracija i automatizacija raznih sustava u našim domovima postaju sve prisutnije. Ovaj trend doveo je do raširene upotrebe izraza "pametna kuća". Međutim, važno je prepoznati da koncept pametne kuće obuhvaća širok raspon funkcionalnosti i značajki, a specifične mogućnosti pametne kuće mogu se značajno razlikovati od jednog sustava do drugog. [5]

Pametna kuća ističe se po tome što svojim korisnicima nudi praktičnost i povećanu udobnost. Ovi su domovi opremljeni ugrađenim kontrolnim uređajima i sustavima za nadzor kojima se može pristupiti i upravljati putem uređaja povezanih s internetom kao što su pametni telefoni, računala i slično. Ova povezanost omogućuje vlasnicima domova da daljinski kontroliraju i upravljaju različitim aspektima svog doma, uključujući grijanje, rasvjetu, kućanske aparate i druge integrirane sustave, a sve uz pomoć svojih mobilnih uređaja ili druge kompatibilne opreme.



Slika 15.: Upravljanje mobilnim uređajem ostalim značajkama u kući (Izvor: [21])

Integracija tehnologija pametnog doma u konačnici vodi do jednostavnijeg i bezbrižnijeg načina života. Bez obzira gdje se nalazili, više ne morate brinuti o tome jeste li zaključali vrata ili isključili grijanje, zahvaljujući praktičnosti rješenja pametnog doma. Ove opcije omogućuju stalni pristup i kontrolu, osiguravajući bezbrižnost, a time i dodatnu pogodnost u svakodnevnom životu. [6]



Slika 16.: Tlocrt pametne kuće (Izvor: [22])

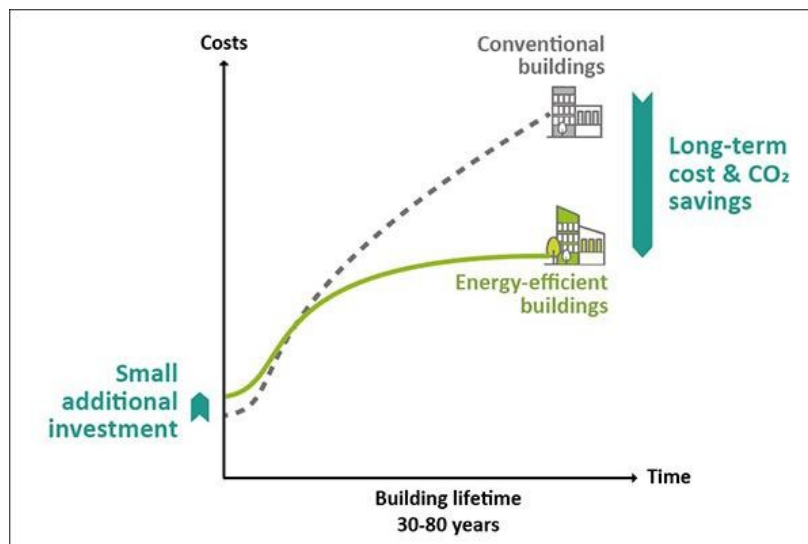
5. Prednosti suvremene gradnje

U nastavku se možemo fokusirati na zelene, odnosno održive zgrade, koje predstavljaju ekološki prihvatljiviji pristup gradnji i održavanju zgrada. Takve zgrade koriste energetske učinkovite sustave grijanja, ventilacije i klimatizacije, kao i obnovljive izvore energije poput solarnih panela. Instalacije u ovim zgradama često uključuju napredne sustave za upravljanje vodom, kao što su sustavi za skupljanje kišnice i reciklažu sive vode, čime se smanjuje potrošnja pitke vode. Također, integracija pametnih tehnologija omogućava optimalno korištenje resursa, smanjujući emisiju ugljikovog dioksida i ukupni ekološki otisak zgrade.

Dokazi su iznova pokazivali da su ekonomske, društvene i ekološke prednosti održivih zgrada bez premca. Dok su se zelene zgrade nekoć smatrale skupima, ta je predodžba opovrgnuta zahvaljujući njihovim brojnim prednostima i doprinosima u postizanju globalnih ciljeva, uključujući rješavanje klimatskih promjena. U nastavku su navedeni uvjerljivi razlozi zašto bi se trebalo razmisliti o odabiru održive zgrade. [7]

5.1 Isplativost

Opsežna istraživanja dosljedno pokazuju da početno ulaganje u zelene zgrade može rezultirati značajnim dugoročnim uštedama, koje često premašuju deset puta početno ulaganje tijekom desetljeća. Povrat ulaganja obično se događa u rasponu od deset do osamdeset godina. Jedno od temeljnih načela zelene gradnje je učinkovito korištenje resursa, što dovodi do značajnog smanjenja operativnih troškova i troškova održavanja koji se odnose na potrošnju energije i vode. Iako ovakve zgrade mogu imati veće početne troškove u usporedbi s konvencionalnim zgradama, ti se troškovi obično nadoknade unutar samo 3-4 godine. Ova financijska prednost povećava privlačnost ulaganja u ovakvu gradnju.



Slika 17.: Usporedba ulaganja u građevinu tijekom njenog životnog vijeka (Izvor: [23])

5.2 Poboljšano zdravlje

Suvremenim zgradama nastoji se stvarati zdraviji okoliš za svoje stanare, što može dovesti do poboljšanja općeg zdravlja. Korisnicima ovakvih zgrada smanjena je izloženost zagađivačima unutarnjeg zraka i vode. Na primjer, mnogi unutarnji zagađivači proizlaze iz materijala korištenih u namještaju i konstrukciji, kao što su razne boje. Udisanje ovih zagađivača može biti štetno za zdravlje, potencijalno uzrokujući probleme s disanjem i druge zdravstvene probleme tijekom vremena. Kontrastno, stanari održivih zgrada imaju bolje zdravstvene rezultate zbog sigurnijih i zdravijih materijala koji se koriste u izgradnji. Prakse zelene gradnje imaju za cilj minimizirati štetne emisije i zagađivače, pridonoseći zdravijem životnom okruženju za one koji borave u tim zgradama.

5.3 Povećana efikasnost

Učinkovitost u korištenju vode i energije ističe se kao jedna od najznačajnijih prednosti zelenih zgrada. Ovakve zgrade uključuju solarne ploče za iskorištavanje sunčeve energije, koristi se prirodna dnevna svjetlost, ima razne sustave za očuvanje vode i brojne druge benefite koji doprinose odgovornijem iskorištavanju raznih oblika energije.

5.4 Veća tržišna vrijednost

Zelene zgrade nude značajan povrat ulaganja i veću tržišnu vrijednost prvenstveno zbog nižih troškova održavanja. Na tržištu nekretnina te zgrade imaju veće najamnine, a njihova je preprodajna vrijednost još značajnije povećana. Stručnjaci tvrde da prosječna suvremena zgrada može postići vrhunsku cijenu, koja se često procjenjuje na oko 7% više

od tradicionalne zgrade. Sve to ukazuje na dugoročne uštede troškova povezane s praksama zelene gradnje, što ih čini pametnim izborom za ulaganje u sektoru nekretnina.

5.5 Zaštita vode

U tradicionalnim zgradama, jedan od najznačajnijih načina rasipanja prirodnih resursa je neučinkovito korištenje kišnice. Održivo korištenje vode pomaže u očuvanju prirodnih vodnih resursa, smanjenju zagađenja i općenito doprinosi zaštiti okoliša. Smanjenje potrošnje energije za crpljenje i distribuciju vode također smanjuje emisiju stakleničkih plinova. Smanjena potrošnja vode može dovesti do značajnih financijskih ušteda na računima za vodu. Također, korištenje kišnice smanjuje opterećenje na kanalizacijske sustave, što može smanjiti troškove održavanja i popravaka.



Slika 18.: „Zelena“ zgrada (Izvor: [24])

6. Nedostaci suvremene gradnje

Dok suvremene zgrade nude brojne prednosti, važno je razmotriti sve moguće nedostatke koje one mogu imati. Primarni nedostaci dani su u nastavku.

6.1 Visoke početne investicije

Iako su dugoročne koristi održivih zgrada velike, glavna prepreka leži u značajnom početnom ulaganju. Opseg ovog troška može dodatno eskalirati ovisno o stupnju ekološki prihvatljivih tehnologija koje netko želi ugraditi u svoju zgradu. Štoviše, početno ulaganje ostaje visoko, prvenstveno zbog ograničene dostupnosti resursa potrebnih za izgradnju ovih zgrada. Unatoč tome, potrebno je na početne troškove izgradnje gledati kao na investiciju, s obzirom na značajne uštede nastale tijekom vremena.

6.2 Nabavka odgovarajućih materijala

Nabavka potrebnih materijala za izgradnju suvremenih zgrada može biti ogroman izazov. Ovi materijali nisu univerzalno dostupni, a njihova nabava često uključuje produljena vremena prijevoza i znatne troškove dostave. Nadalje, osim osnovnih građevinskih materijala, osiguranje specifičnih tehnologija potrebnih za izgradnju ovakve zgrade također može biti izazovan zadatak. Tehnologije povezane s praksama zelene gradnje još su uvijek relativno u nastanku, što njihovu nabavu može učiniti složenim pothvatom. U nekim slučajevima čimbenici poput tržišnih ograničenja mogu dodatno spriječiti stjecanje idealne tehnologije, čineći pravi izazov za optimalni izbor za potrebe održivosti zgrade.

6.3 Produženi rokovi izgradnje

Proces izgradnje suvremene zgrade je izrazito dugotrajan. Opsežna razmatranja, planiranja i projektiranja sastavni su dijelovi prije početka faze izgradnje. Posljedično, izgradnja zelene zgrade često zahtijeva trajanje od tri godine ili više, prvenstveno zbog detaljne pažnje potrebne za procjenu i prilagođavanje okolnog prostora.

6.4 Nedosljedna regulacija temperature zraka

Postizanje precizne kontrole unutarnje temperature zraka može predstavljati izazov u spomenutim zgradama. Ove ekološki osviještene strukture oslanjaju se na iskorištavanje sunčeve energije za proizvodnju električne energije, radeći uglavnom na toplinu, s centraliziranom kontrolom temperature zraka. Posljedično, zelene zgrade možda nisu idealne za regije s vrućom klimom jer ne uključuju konvencionalne sustave ventilacije. Ovo

ograničenje potencijalno može ugroziti primarni cilj suvremenih zgrada, čineći održavanje dosljedne kontrole unutarnje temperature zraka izazovnijim.

6.5 Manjak kvalificirane radne snage

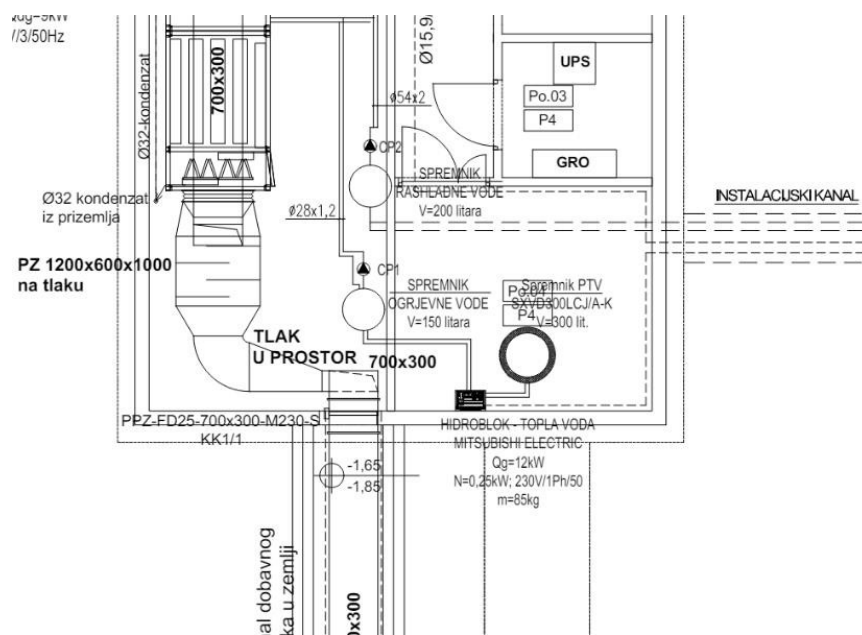
Projekti održive gradnje mogu naići na poteškoće u osiguravanju kvalificiranih radnika, kako za početnu izgradnju tako i za naknadno tehnološko održavanje. S obzirom na relativno noviju pojavu ove industrije, pronalazak iskusnih stručnjaka koji mogu pomoći u izgradnji zgrade ili riješiti sve potencijalne probleme može se pokazati kao izazovan pothvat. [7]

7. Analiza primjera

7.1 Rekonstrukcija i dogradnja zgrade na Institutu Ruđer Bošković (2017)

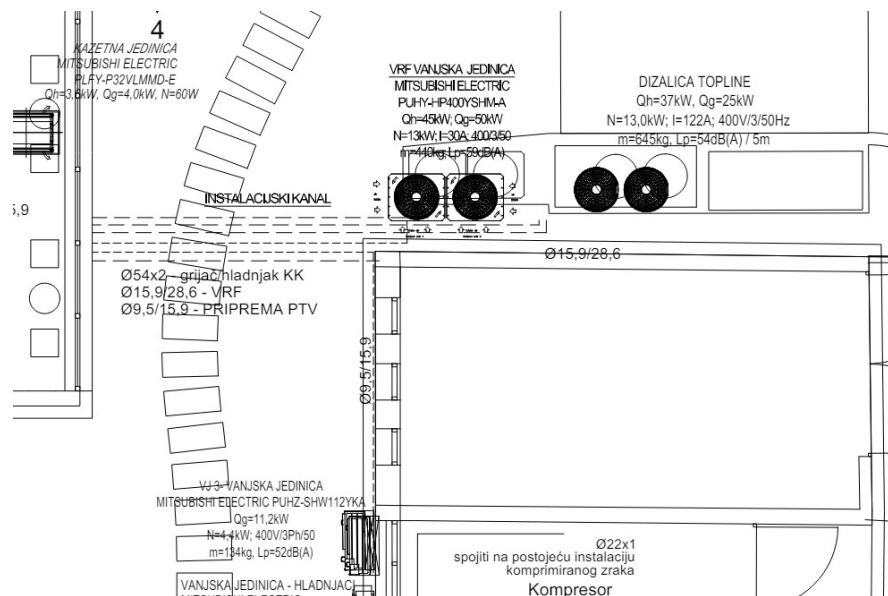
Strojarski sustavi

Grijanje zgrade temelji se na centralnom sustavu s visokoučinkovitim kotlovima na prirodni plin smještenim u podrumu. Toplina se distribuira pomoću radijatora i podnog grijanja u različitim prostorima. Ovaj sustav osigurava stabilnu i ravnomjernu distribuciju topline, čime se postiže optimalna unutarnja temperatura i energetska učinkovitost. Kotlovi su povezani s mrežom cijevi koja distribuira grijanje kroz cijelu zgradu.



Slika 19.: Sustavi povezani sa spremnicima za rashladnu i grijanu vodu te hidroblok za toplu vodu osiguravaju grijanje i hlađenje prostorija (Izvor: [25])

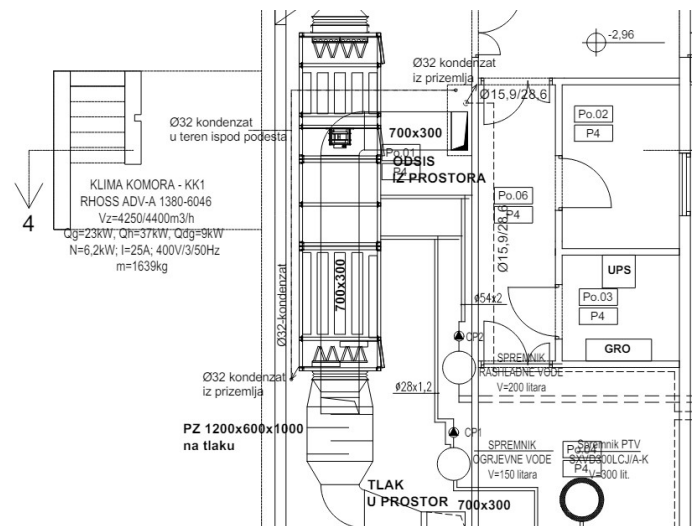
Hlađenje zgrade provodi se pomoću sustava VRF jedinica smještenih u prizemlju. Ove jedinice omogućuju individualnu kontrolu temperature u različitim zonama zgrade, što povećava udobnost korisnika. Vanjske jedinice Mitsubishi Electric pružaju pouzdan i energetski učinkovit rad, a unutarnje jedinice distribuiraju hladan zrak putem kanalskog sustava.



Slika 20.: Različite komponente sustava hlađenja, uključujući unutarnje i vanjske jedinice (Izvor: [26])

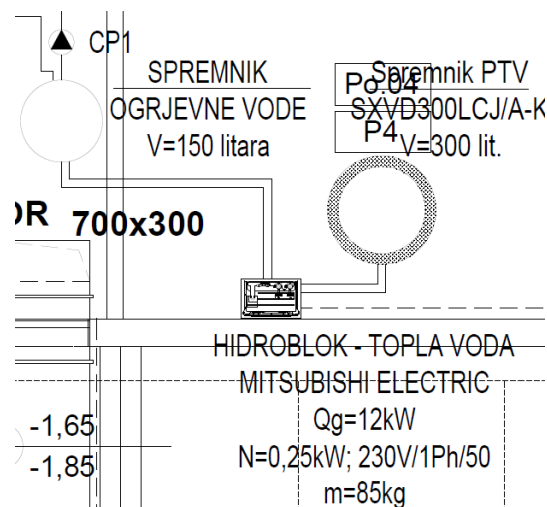
Ventilacijski sustav osigurava odvod otpadnog zraka iz sanitarnih uređaja i prostora s većim brojem ljudi. U nacrtima podruma ventilacija je izvedena putem kanalskog sustava koji odvodi otpadni zrak i uvodi svjež zrak, čime se osigurava kvaliteta zraka u unutarnjim prostorima. Za prostore s većim brojem ljudi koristi se sustav rekuperacije zraka, koji omogućava povrat topline iz otpadnog zraka, smanjujući energetske gubitke.

Što se tiče klimatizacije tj. kombinacija grijanja i hlađenja ostvaruje se kroz VRF sustave i klima komore. Ove komore su opremljene sustavima za grijanje i hlađenje koji omogućavaju preciznu kontrolu temperature i vlage u različitim prostorijama. Sustavi Mitsubishi Electric pružaju visok stupanj fleksibilnosti i energetske učinkovitosti, omogućujući prilagodbu klimatskih uvjeta prema potrebama korisnika.



Slika 21.: Različite komponente sustava klimatizacije koje zajedno osiguravaju kontrolu temperature i kvalitete zraka unutar zgrade (Izvor: [25])

Priprema sanitarne tople vode osigurava se putem hidrobloka i spremnika tople vode smještenih u podrumu. Hidroblokovci omogućuju učinkovitu pripremu tople vode, dok spremnici osiguravaju dovoljnu količinu tople vode za cijelu zgradu. Sustav je dizajniran za kontinuiranu i pouzdanu opskrbu toplom vodom, uz minimalne energetske gubitke.



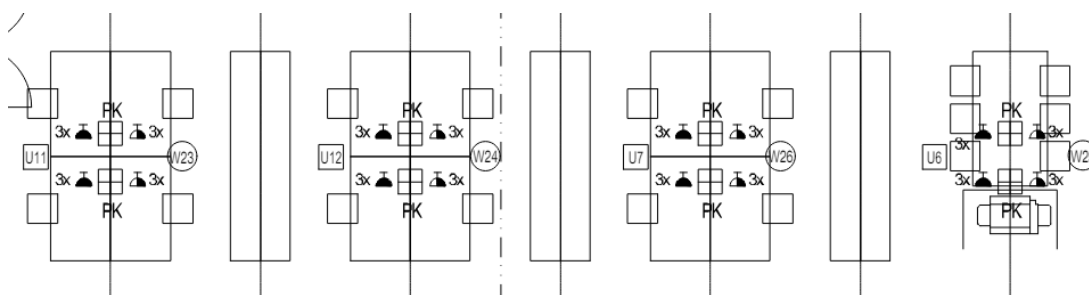
Slika 22.: Komponente sustava za pripremu sanitarne tople vode (Izvor: [25])

Instalacije plinova su izvedene pomoću sigurnosnih ventila i cijevi koje osiguravaju siguran i učinkovit transport plinova do potrebnih lokacija. U nacrtima su prikazani i vatrootporni ormari za skladištenje tehničkih plinova, što dodatno povećava sigurnost.

Razvod komprimiranog zraka osigurava se putem instalacijskih kanala i kompresora smještenih u podrumu. Ovi sustavi podržavaju različite laboratorijske i tehničke potrebe, omogućavajući precizan i stabilan dovod komprimiranog zraka. Sustav je dizajniran za maksimalnu pouzdanost i učinkovitost, osiguravajući da svi uređaji i instrumenti u laboratorijima rade optimalno.

Elektrotehnički sustavi

Instalacija priključnica i priključaka izvedena je kabelima NYM i NYY položenim u plastične kanale, cijevi te u parapetne kanale i podne kutije (PK). U svaku podnu kutiju ugrađene su dvije trostruke energetske priključnice visine 40 cm od poda. Zidne priključnice su postavljene na visini od 40 cm, osim ako nije drugačije označeno. Svaka priključnica označena je brojem koji ukazuje na to koliko je priključnica dostupno (2x ili 3x).

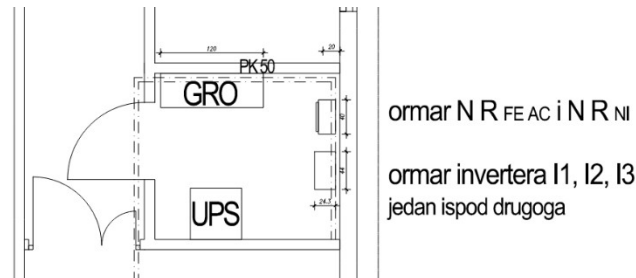


Slika 23.: Podne kutije u prostorijama sa brojem priključnica (Izvor: [27])

Instalacija rasvjete izvedena je kabelima NYM² položenim u kabelske kanalice i plastične cijevi. Rasvjetne armature s fluo i LED izvorom svjetlosti ugrađene su u spuštenu strop, na strop i zid te ovještene o konstrukciju. Upravljanje rasvjetom vrši se prekidačima pored ulaznih vrata postavljenih na visinu od 120 cm od poda te sensorima pokreta u sanitarnim prostorijama i vanjskim područjima. U mokrom laboratoriju - akvariju, rasvjeta se upravlja putem tajmera. Rasvjeta je dizajnirana za optimalnu učinkovitost i prilagodbu različitim funkcionalnim potrebama zgrade.

² NYM kabel je je kabel koji se sastoji od više od jedne bakrene jezgre i opremljen je PVC izolacijom kako bi bio siguran na suhom mjestu za unutarnje ili vanjske prostore te se ne preporučuje postavljanje pod zemlju. Nazivni napon mu je 300/500 V.

Solarna elektrana instalirana je na krovu zgrade. Fotonaponski paneli spojeni su na invertere smještene u ormarićima unutar zgrade. Sustav je dizajniran za maksimizaciju proizvodnje električne energije uz minimalan utjecaj na okoliš. Ormari s inverterima nalaze se u prostorijama prilagođenim za tu svrhu.

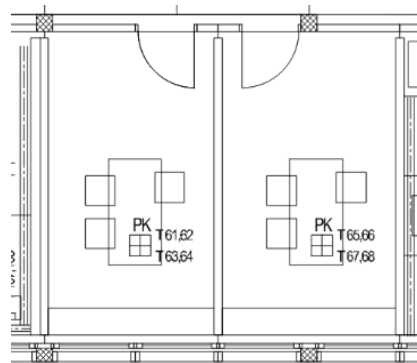


Slika 24: Ormari s inverterima (Izvor: [29])

Zgrada je opremljena sustavima neprekidnog napajanja (UPS) i generatorima koji osiguravaju kontinuiranu opskrbu električnom energijom u slučaju prekida mrežnog napajanja. UPS uređaji su strateški smješteni u komunikacijskim ormarima i server sobama. Generator se nalazi u posebnom prostoru u podrumu, omogućavajući podršku ključnim sustavima tijekom prekida napajanja.

Komunikacijska mreža obuhvaća telefoniju, prijenos podataka i upravljačku mrežu. Instalacija je izvedena kabelom SFTP³ kat 6, položenim u plastične cijevi, te u parapetne kanale i podne kutije. Svaka podna kutija opremljena je dvostrukim komunikacijskim priključnicama RJ 45 kategorije 6, omogućujući pouzdanu i brzu komunikaciju unutar zgrade. Komunikacijski ormari su strateški smješteni kako bi osigurali optimalnu raspodjelu mrežnih resursa i jednostavno održavanje.

³ SFTP (eng. *Shielded and Foiled Twisted Pair*) je kabel kod kojeg je svaka upletena žica omotana folijom i ekranom ili povremeno labavom pletenicom. To omogućuje najvišu razinu sigurnosti od smetnji. Osim toga, ova se struktura nalazi u kabelima vrhunske izvedbe.



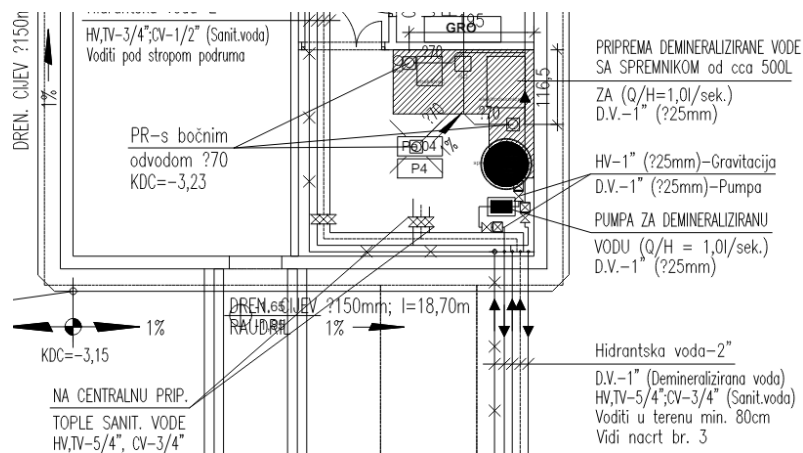
Slika 25.: Podne kutije (Izvor: [28])

Sustav vatrodjave sastoji se od detektora dima, toplinskih detektora i centralne jedinice za alarmiranje. Detektori su raspoređeni po cijeloj zgradi, uključujući uredske prostore, laboratorije i hodnike, osiguravajući ranu detekciju požara. Centralna jedinica povezana je s alarmnim sustavom koji obavještava osoblje i aktivira evakuacijske procedure u slučaju požara. Ovaj sustav je ključan za sigurnost korisnika zgrade i zaštitu imovine.

Sigurnosni sustavi uključuju video nadzor i kontrolu pristupa. Video nadzor obuhvaća kamere postavljene na ključnim lokacijama unutar i oko zgrade, omogućujući stalni nadzor i snimanje događaja. Kontrola pristupa izvedena je pomoću elektroničkih kartica i čitača kartica na ulazima, čime se osigurava da samo ovlaštene osobe imaju pristup određenim područjima. Ovi sustavi zajedno pružaju visoku razinu sigurnosti i zaštite za sve korisnike zgrade.

Hidrotehnički sustavi

Instalacija vodovoda u zgradi obuhvaća dovod hladne, tople i demineralizirane vode. Hladna sanitarna voda (HV) i topla sanitarna voda (TV) distribuiraju se cijevima položenim u slojevima poda i zidova. U laboratorijima se koristi demineralizirana voda (D.V.), koja se priprema i skladišti u spremnicima. U prostorijama za laboratorijsku opremu, kao što su kemijski laboratorij i mikrobiološki laboratorij, instalirane su specijalne priključnice za demineraliziranu vodu. Hidrantska voda (HV) također je distribuirana kroz zgradu, osiguravajući sigurnost u slučaju požara.



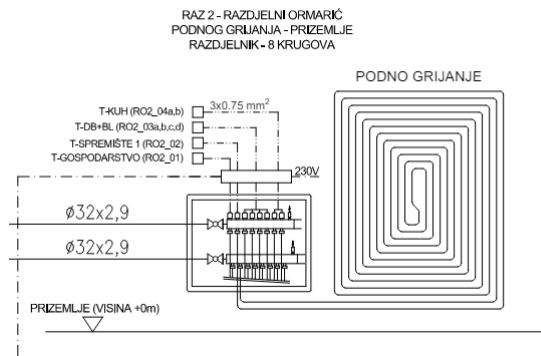
Slika 26.: Tehnički prikaz vodovodnih i kanalizacijskih instalacija (Izvor: [29])

Kanalizacijski sustav zgrade obuhvaća fekalnu, oborinsku i tehnološku kanalizaciju. Fekalna kanalizacija vodi se PVC cijevima promjera 100-200 mm, koje su položene u podove i zidove. Oborinska kanalizacija odvodi kišnicu s krovova i vanjskih površina putem linijskih rešetki i odvodnih kanala. Tehnološka kanalizacija koristi se za odvod specifičnih laboratorijskih otpadnih voda, uključujući vodu iz digestora i aparata za pranje laboratorijskog posuđa. Ove instalacije uključuju posebne spremnike za otpadnu vodu s kontinuiranom dezinfekcijom UV lampama, čime se sprječava kontaminacija okoliša.

7.2 Obiteljska kuća u okolici Samobora

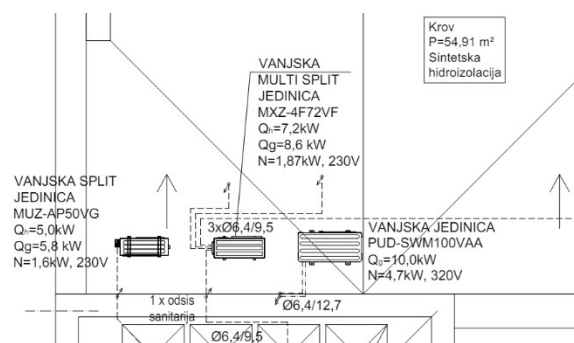
Strojarski sustavi

Podno grijanje u kući koristi sustav cijevi postavljenih u podove kroz koje cirkulira topla voda. Ovaj sustav osigurava ravnomjernu distribuciju topline, pružajući veliku udobnost. Podno grijanje je posebno učinkovito jer zagrijava prostor od dna prema gore, što je energetski efikasno. Razdjelni ormarići koji opskrbljuju različite zone grijanja nalaze se u prizemlju i na katu. Cirkulacijske pumpe održavaju protok vode, a ekspanzijske posude kontroliraju tlak u sustavu.



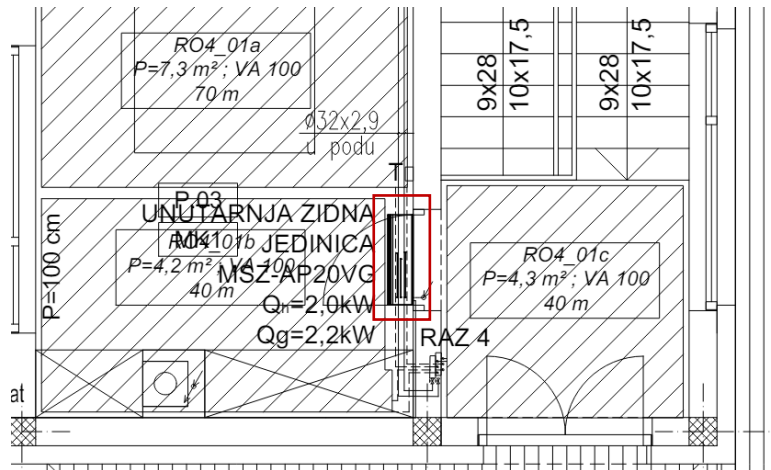
Slika 27.: Prikaz podnog grijanja (Izvor: [30])

Vanjske jedinice za hlađenje postavljene su na krovu kuće. Ove jedinice su multi-split sustavi koji omogućuju povezivanje više unutarnjih jedinica. Kapaciteti vanjskih jedinica variraju, omogućujući učinkovito hlađenje različitih prostorija. Kroz cijevi za rashladno sredstvo (freon), vanjske jedinice prebacuju toplinu iz unutrašnjosti prema van, čime snižavaju unutarnju temperaturu. Za hlađenje i grijanje koriste se dizalice topline, koje su energetske učinkovite i ekološki prihvatljive.



Slika 28.: Vanjske zidne jedinice (Izvor: [31])

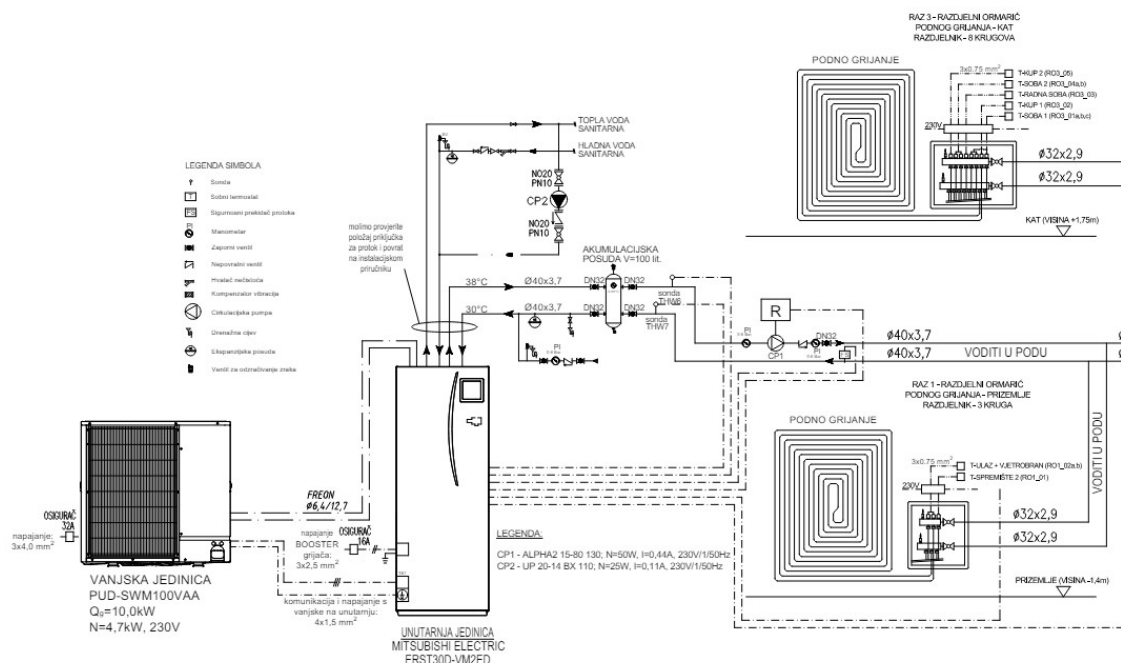
Unutarnje zidne jedinice postavljene su u različitim prostorijama kuće i povezane su s vanjskim jedinicama putem cijevi za rashladno sredstvo. Svaka jedinica ima svoj kapacitet hlađenja, osiguravajući optimalnu temperaturu u svakoj prostoriji. Jedinice su tihe i diskretne, ugrađene u zidove kako bi se maksimalno iskoristio prostor.



Slika 29.: Unutarnja zidna jedinica (Izvor: [32])

Ventilacijski sustav za odvod otpadnog zraka sastoji se od kanala i ventilatora koji odvede zrak iz sanitarnih čvorova kao što su kupaonice i WC-i. Ovaj sustav sprječava nakupljanje vlage i neugodnih mirisa te osigurava svjež zrak u prostorijama. Ventilatori su obično postavljeni na krovu, a zrak se odvodi kroz ventilacijske cijevi.

Sustav za pripremu sanitarne tople vode koristi akumulacijski bojler kapaciteta 100 litara. Ovaj bojler zagrijava vodu i pohranjuje je za kasniju upotrebu. Cirkulacijske pumpe osiguravaju stalni protok vode, dok sigurnosni ventili i nepovratni ventili osiguravaju siguran rad sustava. Topla voda se distribuira kroz cijevi do sanitarnih uređaja u kupaonicama i kuhinji.

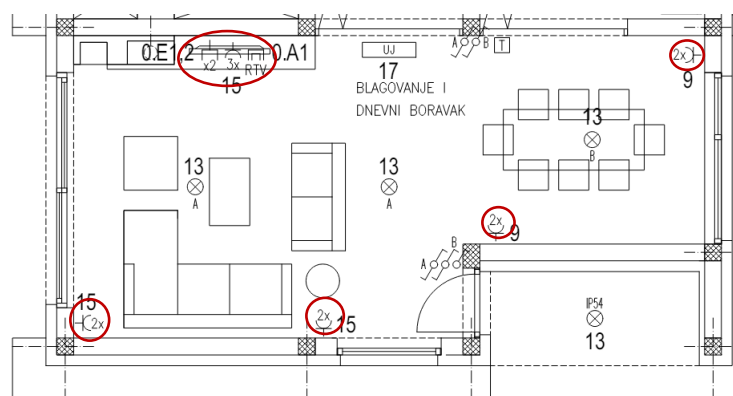


Slika 30.: Detaljan plan podnog grijanja i distribucije sanitarne vode (Izvor: [33])

Plinske instalacije u kući uključuju cijevi za distribuciju zemnog plina do kućanskih uređaja poput plinskih peći, bojlera i eventualno grijača. Ove instalacije osiguravaju sigurnu i efikasnu opskrbu plinom za kuhanje, grijanje i pripremu tople vode. Plinske instalacije moraju biti izvedene u skladu s važećim propisima i standardima kako bi se osigurala sigurnost korisnika.

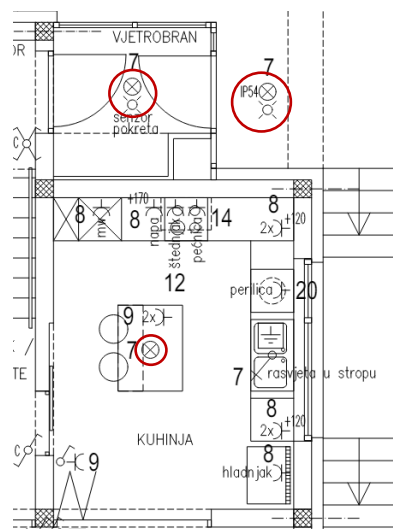
Elektrotehnički sustavi

Priključnice ili utičnice služe za povezivanje različitih uređaja s električnom mrežom. U kući su priključnice postavljene u svakoj prostoriji kako bi omogućile praktičnu upotrebu električnih uređaja. Dizajniranjem dobro raspoređenih priključnica, osigurava se funkcionalnost i praktičnost za korisnike, čime se izbjegava potreba za produžnim kabelima.



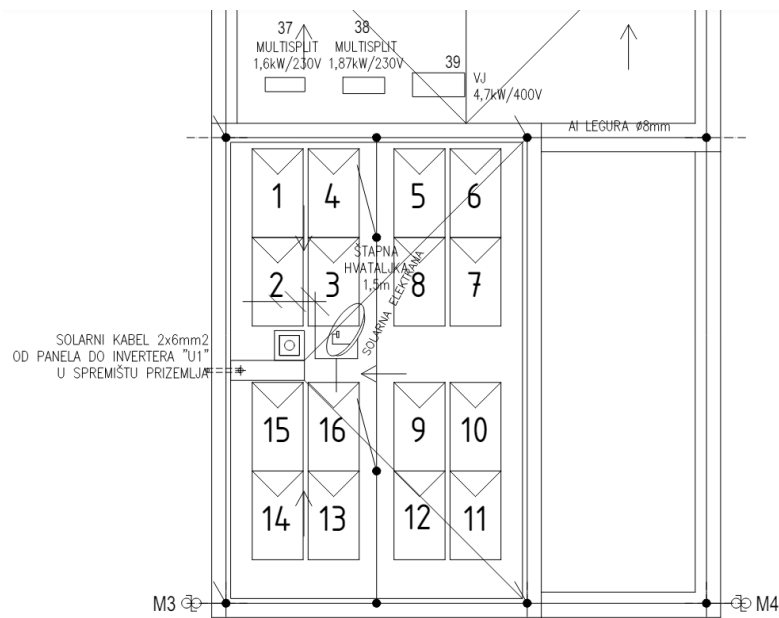
Slika 31.: Raspored utičnica u prostorijama poput blagovaonice i dnevnog boravka (Izvor: [34])

Sustav rasvjete u kući uključuje unutarnju i vanjsku rasvjetu. Unutarnja rasvjeta postavljena je u svim prostorijama, dok je vanjska rasvjeta postavljena na terasama, ulazu i parkiralištu. Uključuje različite tipove rasvjetnih tijela kao što su plafonjere, zidne lampe i senzori pokreta. Pravilno postavljena rasvjeta doprinosi sigurnosti, estetici i udobnosti.



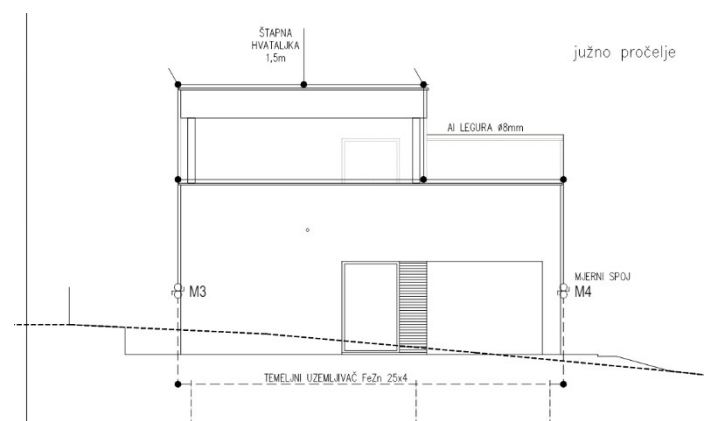
Slika 32.: Stropna i radna rasvjeta u kuhinji, senzori pokreta (Izvor: [34])

Kuća je opremljena solarnom elektranom koja proizvodi električnu energiju koristeći fotonaponske panele postavljene na krovu. Ova elektrana pokriva više od 50% energetske potrebe kuće, što značajno smanjuje ovisnost o vanjskim izvorima energije i smanjuje troškove. Proizvedena energija se koristi za napajanje kućanskih uređaja, grijanje, hlađenje i pripremu sanitarne tople vode, čineći kuću gotovo samodostatnom.



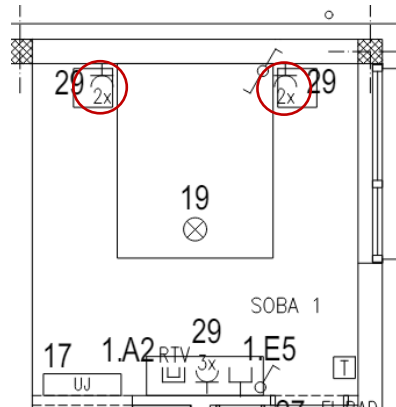
Slika 33.: Fotonaponski paneli na krovu i povezani inverteri u spremištu (Izvor: [34])

Sustav zaštite od munje uključuje temeljni uzemljivač i hvataljke postavljene na krovu i pročeljima kuće. Ovi sustavi osiguravaju da se udar munje sigurno vodi u zemlju, čime se štiti struktura i električni uređaji unutar kuće. Zaštita od munje je ključna za sigurnost kuće, posebno kod sustava s obnovljivim izvorima energije.



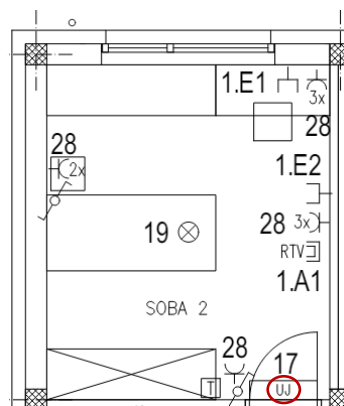
Slika 34.: Temeljni uzemljivač s oznakom "FeZn 25x4" koja označava vrstu i dimenzije metalne trake koja se koristi za uzemljenje, materijal i dimenzije hvataljki (Al legura) (Izvor: [34])

S druge strane, što se tiče komunikacijske mreže u kući, kućni telefonski sustav omogućuje internu i eksternu komunikaciju. Priključci za telefoniju su strateški raspoređeni kako bi omogućili jednostavno povezivanje telefona u različitim prostorijama.



Slika 35.: Prikaz telefonskih priključaka u spavaćoj sobi (Izvor: [35])

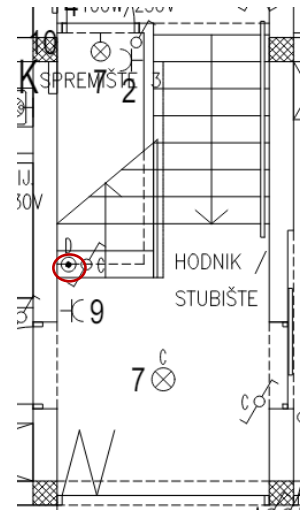
Upravljačka mreža omogućuje centralizirano upravljanje sustavima kuće, uključujući rasvjetu, grijanje, hlađenje, sigurnosne sustave i druge elektroničke uređaje. Korisnici mogu upravljati ovim sustavima putem pametnih uređaja ili centralnih kontrolnih panela.



Slika 36.: Detalj iz spavaće sobe, prikaz upravljačke jedinice (Izvor: [36])

Sustav vatrodjave sastoji se od detektora dima i požara postavljenih u ključnim prostorijama kuće. Ovi detektori su povezani s centralnim upravljačkim sustavom koji u slučaju požara aktivira alarm i obavještava vlasnike kuće. Sustav vatrodjave može biti povezan i s lokalnim vatrogasnim službama za brzu reakciju u slučaju hitne situacije.

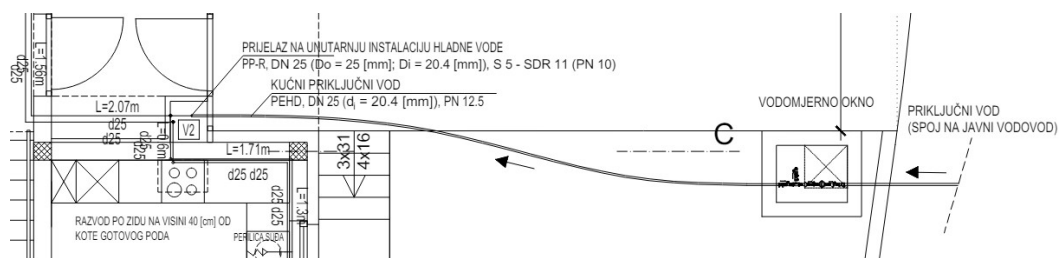
Detektori dima i požara kontinuirano prate prisutnost dima ili visokih temperatura koje ukazuju na požar. Kada se detektira dim ili toplina, sustav odmah aktivira alarm i može poslati obavijest putem pametnih uređaja.



Slika 37.: Detektor dima u hodniku (Izvor: [35])

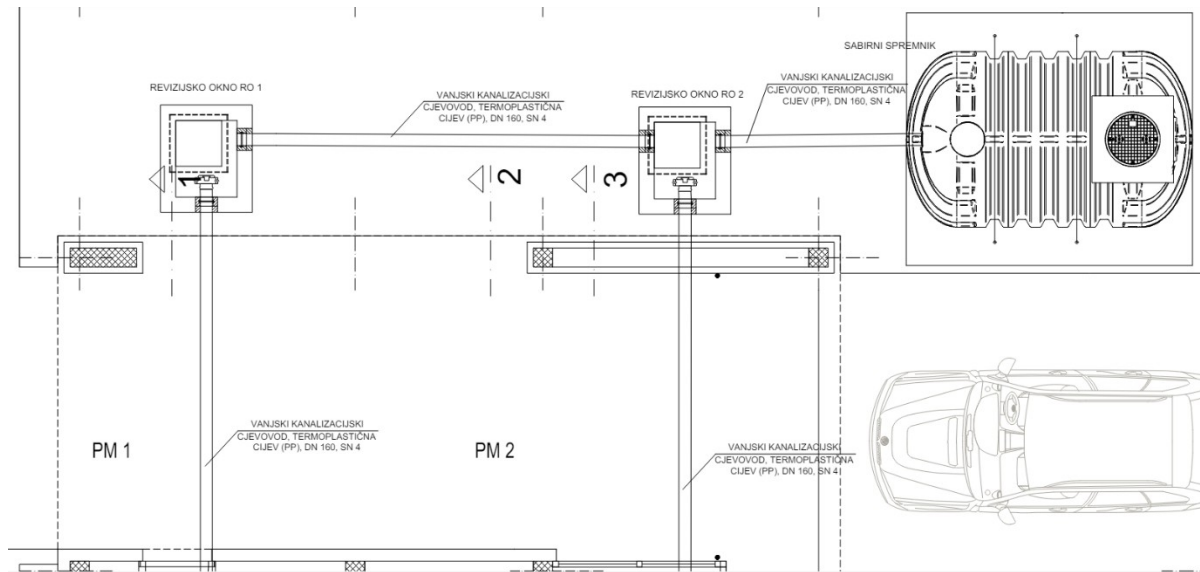
Hidrotehnički sustavi

Sustav opskrbe i distribucije pitke vode uključuje priključni vod iz vanjskog izvora, vodomjerno okno, te distribuciju vode kroz kuću. Voda se dovodi do svih sanitarnih uređaja, kuhinje i drugih potrošača putem cijevi.



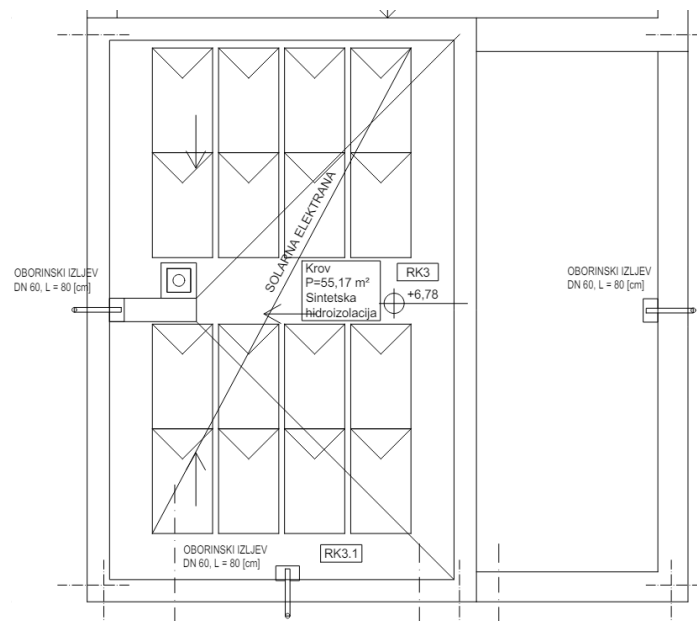
Slika 38.: Kućni priključni vod koji vodi do vodomjernog okna (Izvor: [37])

Zbog specifične situacije bez gradskog sustava odvodnje, kuća koristi sabirnu jamu za prikupljanje otpadnih voda. Otpadne vode iz svih sanitarnih uređaja odvođe se kroz kanalizacijske cijevi do sabirne jame.



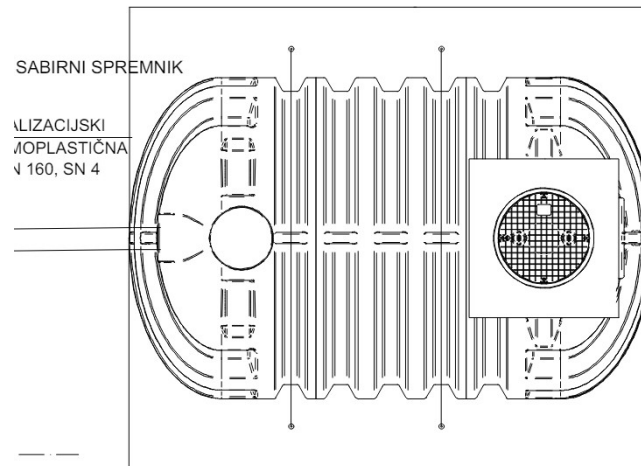
Slika 39.: Sabirna cijev, vanjski kanalizacijski cjevovod sa cijevima (Izvor: [37])

Oborinska voda se skuplja i ispušta na tlo, što je u skladu s lokalnim pravilima i specifičnostima terena. Krovni sustav oborinske odvodnje uključuje žljebove i odvode koji usmjeravaju vodu na tlo.



Slika 40.: Oborinski izljevi (Izvor: [38])

Zbog specifične situacije bez gradskog sustava odvodnje, kuća koristi sabirnu jamu za prikupljanje otpadnih voda. Otpadne vode iz svih sanitarnih uređaja odvođe se kroz unutarnje kanalizacione cijevi do sabirne jame. Ovaj sustav omogućava sigurno zbrinjavanje otpadnih voda, uz redovito pražnjenje sabirne jame. Sabirna jama je smještena van kuće, s dovoljno kapaciteta za prikupljanje otpadnih voda prije nego što je potrebno pražnjenje.



Slika 41. Sabirni spremnik (Izvor: [37])

8. Zaključak

Ulaganje u infrastrukturne sustave suvremenih zgrada predstavlja ključan korak prema postizanju održive i energetske učinkovite gradnje. Suvremene zgrade integriraju napredne tehnologije koje omogućuju optimalno korištenje resursa, povećanje udobnosti stanara i smanjenje ekološkog otiska. Ključni infrastrukturni sustavi, uključujući strojarske, elektrotehničke i hidrotehničke komponente, zajedno stvaraju efikasno i održivo okruženje za život i rad.

Strojarski sustavi osiguravaju učinkovito grijanje, hlađenje i ventilaciju, koristeći inovacije poput toplinskih pumpi i sustava za povrat energije. Elektrotehnički sustavi, s naglaskom na obnovljive izvore energije poput solarnih panela, te napredne sustave distribucije informacija i upravljanja, omogućuju inteligentno upravljanje zgradom i smanjenje potrošnje energije. Hidrotehnički sustavi, uključujući skupljanje kišnice i reciklažu sive vode, smanjuju potrošnju pitke vode i olakšavaju održivo upravljanje vodnim resursima.

Integracija pametnih tehnologija u suvremene zgrade omogućuje daljinsko upravljanje i optimizaciju potrošnje energije i vode, čime se povećava udobnost stanara i smanjuju operativni troškovi. Održive zgrade, osim što smanjuju negativan utjecaj na okoliš, donose i ekonomske koristi kroz niže račune za energiju i vodu, te povećanu tržišnu vrijednost nekretnina.

Unatoč visokim početnim investicijama, prednosti održive gradnje, kao što su dugoročne financijske uštede, poboljšano zdravlje stanara i zaštita okoliša, daleko nadmašuju nedostatke. Suvremene zgrade predstavljaju značajan korak naprijed u postizanju održivog razvoja i očuvanja prirodnih resursa, pružajući model za buduće građevinske projekte. Kroz suradnju svih sudionika u procesu gradnje moguće je ostvariti viziju ekološki osviještene i tehnološki napredne budućnosti.

POPIS LITERATURE

- [1] HKGBC: Smart Green Building Design - Best Practice Guidebook, 2021.
https://www.hkgbc.org.hk/eng/resources/publications/Files/HKGBC_Smart-Green-BuildingDesign-Best-Practice-Guidebook.pdf
- [2] Trimble Construction: „A Brief History of the Construction Industry“
<https://constructible.trimble.com/construction-industry/a-very-brief-history-of-theconstruction-industry>
- [3] Encyclopedia Britannica: „Plumbing: Installation, Maintenance & Repair“
<https://www.britannica.com/technology/plumbing>
- [4] Fred Hall and Roger Greeno: Building services handbook, fourth edition
- [5] The Spruce: „What Is a Smart Home?“
<https://www.thespruce.com/what-is-a-smarthome-5442844>
- [6] Montažne kućice; Pametne kuće
<https://montazne-kucice.com/pametne-kuce/>
- [7] Earth Eclipse: „Advantages and Disadvantages of a Green Building“
<https://eartheclipse.com/environment/advantages-disadvantages-of-green-building.html>
- [8] Screwfix: Underfloor Heating Systems
<https://www.screwfix.com/guides/heating-plumbing/underfloor-heating-guide>
- [9] Researchgate: The structure diagram of the air handling unit – AHU in the laboratory
https://www.researchgate.net/figure/The-structure-diagram-of-the-air-handling-unit-AHUin-the-laboratory_fig1_352759092
- [10] Greenmatch: Heat Pumps <https://www.greenmatch.co.uk/heat-pumps>
- [11] Gas Plumbing Technologies: Natural Gas Advantages
<https://gasplumbingtech.com/Content/NaturalGas/ngadvantages.html>
- [12] Researchgate: Illustration of elevator traction system
https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-elevator-tractionsystem_fig1_359190039

-
- [13] Lamptech.co: The Incandescent Lamp
<http://www.lamptech.co.uk/Documents/IN%20Introduction.htm>
- [14] Lamptech.co: The Fluorescent Lamp
<http://www.lamptech.co.uk/Documents/FL%20Introduction.htm>
- [15] Geeksforgeeks.org: Introduction of Home Area Network (HAN)
<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-home-area-network-han/>
- [16] BRK electronics: Recommended Locations For Smoke Alarms
https://www.brkelectronics.com/us/en/installercorner/recommended_locations_for_smoke_alarms/
- [17] Gharpedia.com: Residential Plumbing System
<https://gharpedia.com/blog/residential-plumbing-system/>
- [18] TotallyClean services: Parts of a Gutter System
<https://www.totallycleanservices.com/parts-of-a-gutter-system/>
- [19] CELTICwater.co: Overflow Siphon for Plastic Water Tanks
<https://www.celticwater.co.uk/overflow-siphon-for-plastic-water-tanks/#/>
- [20] ChicagoPlumbingExperts.com: Understanding your home sewer system
<https://www.chicagoplumbingexperts.com/understanding-your-home-sewer-system/>
- [21] SEMESTER learning & development: Smart Home Technician
<https://semesterlearning.com/product/smart-home-technician/>
- [22] Researchgate: Mccullagh P.: The layout of an example Smart Home
https://www.researchgate.net/figure/The-layout-of-an-example-SmartHome_fig1_228340964
- [23] SDG Knowledge Club IISD: Buildings vs the Cooling Challenge: Better Building Design to Curb the Massive Rise in Cooling Demand
<https://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/buildings-vs-the-cooling-challenge-betterbuilding-design-to-curb-the-massive-rise-in-cooling-demand/>
- [24] G2: What Is Green Architecture? How It Informs Modern Sustainability?
<https://learn.g2.com/green-architecture>

-
- [25] Rekonstrukcija i dogradnja zgrade CEKET - Institut Ruđer Bošković - Izvedbeni projekt (2017.), Glavni projektant: N. Mlinar, Detalj nacrt instalacija podruma
- [26] Rekonstrukcija i dogradnja zgrade CEKET - Institut Ruđer Bošković - Izvedbeni projekt (2017.), Glavni projektant: N. Mlinar, Detalj nacrt instalacija prizemlja
- [27] Rekonstrukcija i dogradnja zgrade CEKET - Institut Ruđer Bošković - Izvedbeni projekt (2017.), Glavni projektant: N. Mlinar, Detalj nacrt instalacija struje - prizemlje
- [28] Rekonstrukcija i dogradnja zgrade CEKET - Institut Ruđer Bošković - Izvedbeni projekt (2017.), Glavni projektant: N. Mlinar, Detalj nacrt instalacija fotonaponske elektrane
- [29] Rekonstrukcija i dogradnja zgrade CEKET - Institut Ruđer Bošković - Izvedbeni projekt (2017.), Glavni projektant: N. Mlinar, Detalj nacrt hidrotehničkih instalacija - podrum
- [30] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.)- Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt instalacija - prizemlje
- [31] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt krova
- [32] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt - 1 kat
- [33] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj
- [34] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt električnih instalacija
- [35] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt električnih instalacija - prizemlje
- [36] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt električnih instalacija - 1. kat
- [37] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt hidrotehničkih instalacija - prizemlje
- [38] Obiteljska zgrada u okolici Samobora (2023.) - Izvedbeni projekt, Glavni projektant: S. Bašić, Detalj nacrt hidrotehničkih instalacija - krov

POPIS SLIKA

Slika 1. Podno grijanje (Izvor: [8]).....	5
Slika 2. Tipovi radijatora (Izvor: [4]).....	6
Slika 3. Jedinica za obradu zraka (Izvor: [9]).....	7
Slika 4. Dizalica topline i način rada (Izvor: [10]).....	8
Slika 5. Dijagram plinske instalacije za opskrbu kuće (Izvor: [11]).....	10
Slika 6. Primjer vučnog dizala (Izvor: [12]).....	11
Slika 7. Žarulja s volframovom niti (Izvor: [13]).....	12
Slika 8. Fluorescentna cijev (Izvor: [14]).....	12
Slika 9. Komunikacijska mreža u kućanstvu (Izvor: [15]).....	15
Slika 10. Preporučeni položaj detektora dima, ugljen-monoksida i aparata za gašenje požara u stambenoj zgradi (Izvor: [16]).....	16
Slika 11. Sustav cjevovoda u kućanstvu (Izvor: [17])	17
Slika 12. Dijelovi sustava za prikupljanje kiše (Izvor: [18])	18
Slika 13. Spremnik za pohranu kišnice (Izvor: [19])	19
Slika 14. Sustav septičke jame (Izvor: [20])	20
Slika 15. Prikaz upravljanja mobilnim uređajem ostalim značajkama u kući (Izvor: [21]).....	21
Slika 16. Tlocrt pametne kuće (Izvor: [22])	22
Slika 17. Usporedba ulaganja u građevinu tijekom njenog životnog vijeka (Izvor: [23]).....	24
Slika 18. „Zelena zgrada“ (Izvor: [24])	25
Slika 19. Sustavi povezani sa spremnicima za rashladnu i grijanu vodu te hidroblok za toplu vodu osiguravaju grijanje i hlađenje prostorija (Izvor: [25]).....	28
Slika 20. Različite komponente sustava hlađenja, uključujući unutarnje i vanjske jedinice (Izvor: [26])	29
Slika 21. Različite komponente sustava klimatizacije koje zajedno osiguravaju kontrolu temperature i kvalitete zraka unutar zgrade (Izvor: [25])	30
Slika 22. Komponente sustava za pripremu sanitarne tople vode (Izvor: [25])	30
Slika 23. Podne kutije u prostorijama sa brojem priključnica (Izvor: [27])	31
Slika 24. Ormari s inverterima (Izvor: [28])	32

Slika 25. Podne kutije (Izvor: [27])	33
Slika 26. Tehnički prikaz vodovodnih i kanalizacijskih instalacija (Izvor: [29])	34
Slika 27. Prikaz podnog grijanja (Izvor: [30])	35
Slika 28. Vanjske zidne jedinice (Izvor: [31])	35
Slika 29. Unutarnja zidna jedinica (Izvor: [32])	36
Slika 30. Detaljan plan podnog grijanja i distribucije sanitarne vode (Izvor: [33])	36
Slika 31. Raspored utičnica u prostorijama poput blagovaonice i dnevnog boravka (Izvor: [34]).....	37
Slika 32. Stropna i radna rasvjeta u kuhinji, senzori pokreta (Izvor: [34]).....	37
Slika 33. Fotonaponski paneli na krovu i povezani inverteri u spremištu (Izvor: [34]).....	38
Slika 34. Temeljni uzemljivač s oznakom "FeZn 25x4" koja označava vrstu i dimenzije metalne trake koja se koristi za uzemljenje, materijal i dimenzije hvataljki (Al legura) (Izvor: [34]).....	38
Slika 35. Prikaz telefonskih priključaka u spavaćoj sobi (Izvor: [35]).....	39
Slika 36. Detalj iz spavaće sobe, prikaz upravljačke jedinice (Izvor: [36]).....	39
Slika 37. Detektor dima u hodniku (Izvor: [35])	40
Slika 38. Kućni priključni vod koji vodi do vodomjernog okna (Izvor: [37]).....	40
Slika 39. Sabirna cijev, vanjski kanalizacijski cjevovod sa cijevima (Izvor: [37]).....	41
Slika 40. Oborinski izljevi (Izvor: [38])	41
Slika 41. Sabirni spremnik (Izvor: [37])	42